ERNESTO MONTÚ

COME FUNZIONA. COME SI COSTRUISCE UNA STAZIONE

RADIO

TRASMITTENTE RICEVENTE

SESTA EDIZIONE COMPLETAMENTE RIFATTA

ULRICO HOEPLI - Editore - MILANO

ERNESTO MONTÙ
Ing. e Politecnico di Zurigo

COME FUNZIONA E COME SI COSTRUISCE
UNA STAZIONE PER LA RICEZIONE E TRASMISSIONE

RADIO TELEGRAFICA TELEFONICA

TEORIA - PRATICA - DATI COSTRUTTIVI

LII CIRCUITI DAL PIÙ SEMPLICE AL PIÙ MODERNO
609 INCISIONI E DISEGNI ORIGINALI

SESTA EDIZIONE COMPLETAMENTE RIFATTA

ULRICO HOEPLI
EDITORE LIBRAIO DELLA REAL CASA
MILANO

1929

PROPRIETÀ LETTERARIA RISERVATA

Unione Tipografica - Milano, Corso Roma, 98

PREFAZIONE

La principale caratteristica dell'anno 1928 *fu l'avvento della valvola schermata e dell'altoparlante elettrodinamico che rappresentano un notevole progresso nella tecnica della radioricezione. Di questi due nuovi dispositivi è largamente detto in questa sesta edizione di cui furono interamente rifatti alcuni capitoli e particolarmente quelli che riguardano le valvole termojoniche, la trasmissione con triodi e l'alimentazione dei radioricevitori dalla rete.*

Desidero porgere il mio vivo ringraziamento al Dott. G. De Colle che ha consentito a rivedere le bozze di questa edizione e che mi ha sovente prestata la sua preziosa collaborazione.

Sarò ben lieto attraverso la consulenza della rivista da me diretta — « Il Radiogiornale », Organo Ufficiale della Associazione Radiotecnica Italiana — di mantenermi a contatto coi miei fedeli lettori e di dar loro tutti gli schiarimenti e consigli necessari.

30 aprile 1929.

L'AUTORE.

INDICE TEMATICO

INDICE DELLE TABELLE

INDICE ANALITICO

C

D

E

F

G

H

R

S

T

U

V

Z

W

PRINCIPALI ABBREVIAZIONI USATE.

A	ampère
AF	alta frequenza
AT	alta tensione
BF	bassa frequenza
BG	batteria di griglia
BT	bassa tensione
c.a.	corrente alternata
c.c.	corrente continua
F	farad
f.e.m.	forza elettromotrice
f.m.m.	forza magnetomotrice
H	henry
kc	chilocicli
kW	chilowatt
m.	metri
mA	milliampère
mF	millifarad
MF	media frequenza
mH	millihenry
mV	millivolt
PG	potenziale di griglia
V	volt, tensione
W	watt
μV	microvolt
μF	microfarad
μH	microhenry

SIMBOLI PIÙ COMUNEMENTE USATI.

A	amplificazione
B	densità del flusso
C	capacità
D	intraeffetto
f	frequenza
H	intensità di campo magnetico
i	intensità di corrente (c.a.)
I	intensità di corrente (c.c.)
L	induttanza
M	mutua induttanza
P	potenza
Q	quantità di elettricità
R	resistenza
S	riluttanza
V	tensione (c.c.)
v	tensione (c.a.)
Z	impedenza
λ	lunghezza d'onda
ρ	reattanza
Φ	flusso
φ	angolo di fase
μ	permeabilità, coefficiente d'amplificazione (valvola termojonica)
p	pendenza (valvola termojonica)
δ	decremento

1. - Un po' di radiostoria

Gli antichi Greci erano a conoscenza dell'azione esercitata dall'elettricità statica e avevano qualche vaga idea del potere magnetico della calamita.

Per molti secoli prima della scoperta delle radio-comunicazioni, i filosofi hanno insegnato che l'azione a distanza è una chimera. Essi insistevano sul fatto che un effetto non può essere separato nello spazio dalla sua causa e che per lo meno deve esservi un collegamento che i sensi umani possono percepire.

Su questo ragionamento fu basata l'antica teoria dell'*etere* — fluido intangibile e onnipresente che penetra negli interstizi più minuti della materia e riempie sinanco gli spazi intrastellari — per spiegare la propagazione del calore e della luce.

Ecco qualcuna delle più importanti date nella storia delle radio-comunicazioni.

1678. — Il matematico e fisico olandese Huygens enuncia la teoria ondulatoria della luce.

1820. — Oersted scopre sperimentalmente che la corrente elettrica esercita un'azione analoga alla calamita cioè produce un campo magnetico intorno al conduttore.

1831. — Il fisico inglese Faraday dimostra la generazione di correnti elettriche per induzione.

1865. — Clerk Maxwell, colla ferrea logica delle matematiche enuncia una teoria che mentre identifica l'etere luminifero col medio occorrente per produrre gli effetti magnetici di Faraday, stabilisce che luce e calore sono forme di energia elettromagnetica. Egli preconizza inoltre l'esistenza di vibrazioni dell'etere analoghe a quelle del calore e della luce, ma di maggior lunghezza d'onda: il suo spirito profetico rivela per la prima volta le *radioonde*.

L'inventore inglese Hughes aveva scoperto casualmente che ogni interruzione di corrente in una bobina produceva una extracorrente così intensa che tutta l'atmosfera negli ambienti di una stessa casa

riceveva una momentanea carica invisibile che si poteva constatare mediante uno speciale rivelatore e un telefono. Egli diede nel 1879-80 dimostrazioni di trasmissione e ricezione con questo sistema alla distanza di una ventina di metri alla presenza di alcuni scienziati.

Avendo però alcuni di questi affermato non trattarsi di onde elettriche ma bensì di semplici effetti di induzione elettromagnetica, Hughes fu così scoraggiato che non volle pubblicare alcun scritto al riguardo in attesa di poter provare la sua asserzione.

Nel 1885 Edison brevettò un suo sistema induttivo di telegrafia senza fili (U. S. Pat. 465.971) nel quale si faceva uso di aerei.

Fig. 1. - Heinrich Hertz.

Nel 1886 l'americano Dolbear brevettò (U. S. Pat. 350.299 e 355.149) una specie di trasmettitore formato di un rocchetto di Ruhmkorff il cui primario conteneva un trasmettitore telefonico e una batteria mentre il secondario era collegato a un aereo elevato e alla terra.

Al tedesco Hertz, doveva spettare, verso il 1885 il merito di realizzare la profezia di Maxwell, dimostrando praticamente l'esistenza delle radioonde che da lui presero il nome di *onde hertziane*. Il suo dispositivo consisteva di due piccole sfere metalliche collegate ognuna con una placca metallica. Fra le due sfere scoccava la scintilla di un rocchetto Ruhmkorff. Con questo oscillatore Hertz potè produrre oscillazioni di frequenza elevata che causavano vibrazioni dell'etere analoghe a quelle della luce. Le perturbazioni prodotte si propagavano in tutte le direzioni, ciò che Hertz dimostrò con un cerchio di metallo spezzato in un punto in modo da lasciare un piccolo intervallo d'aria (di $^1/_5$ di mm. appena), situato a qualche metro di distanza. Tra queste due estremità del cerchio conduttore scoccavano piccole scintille ogni qualvolta esse scoccavano fra le sfere dell'oscillatore. Ciò provava che onde elettro-magnetiche attraversavano lo spazio. Hertz aveva in embrione costruita la prima stazione radiotrasmittente e radioricevente. Egli fu pure in grado, per mezzo di dispositivi ingegnosi, di misurare l'enorme velocità delle onde generate (300.000 km. al sec.) e la loro lunghezza (da 2 a 3 m.). Egli dimostrò pure che le onde erano suscettibili di riflessione, rifrazione e polarizzazione. I suoi non erano più

che esperimenti di laboratorio, e, dato che la distanza di propagazione era di qualche metro appena, nessuno pensava ancora all'applicazione della sua scoperta per scopi pratici di segnalazione.

Alcuni anni dopo, Righi ripetè gli esperimenti di Hertz e diminuendo le sfere dello spinterometro riuscì a produrre onde di qualche centimetro appena. Egli aumentò il rendimento dell'oscillatore di Hertz sostituendo le sfere cave con altre piene e immergendole in olio di vaselina. Righi costruì pure un rivelatore formato da striscie di mercurio prodotte da rigature su uno specchio.

Già nel 1884 Calzecchi-Onesti aveva dimostrato in una serie di esperienze che la limatura metallica contenuta in un tubetto isolante diviene conduttiva sotto l'influenza di extracorrenti, correnti indotte, vibrazioni sonore e constatò altresì che questa conduttività è facil-

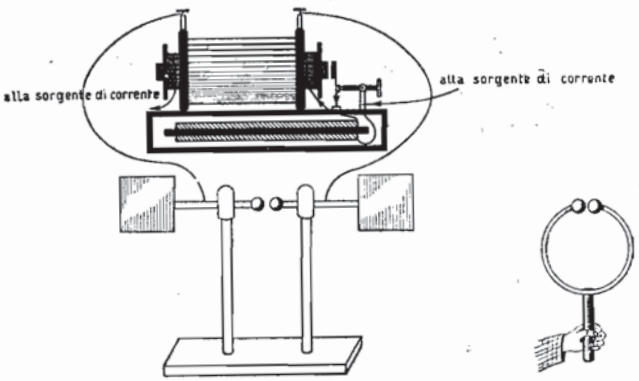


Fig. 2. - L'oscillatore e il risonatore di Hertz.

mente distrutta mediante una perturbazione meccanica, per esempio un urto.

Nel 1890 Branly compì esperimenti con un dispositivo (analogo a quello di Calzecchi) cui diede il nome di *coherer*, per la rivelazione delle onde prodotte da un oscillatore, rivelazione che riusciva molto difficile col risonatore di Hertz. Sostituendo al risonatore di Hertz un circuito nel quale un relais chiude il circuito di una batteria ogni qualvolta il coherer diviene conduttore sotto l'azione di onde in arrivo, egli potè con maggiore sicurezza ed efficacia rivelare le onde elettromagnetiche. Per distruggere periodicamente la conduttività del coherer onde rendergli la sua sensibilità, fu necessario inserire un percuotitore costituito da una suoneria nella quale il coherer teneva il posto del timpano.

Nel 1892 l'americano Thompson brevettò (U. S. Pat. 500.630) un sistema ad arco per la produzione di correnti ad alta frequenza.

Nel 1892 il fisico inglese Crookes preconizzava in un interessante

articolo della « Fortnightly Review » l'uso delle onde elettriche a scopo di segnalazione.

Nel 1893 il serbo-americano Tesla trattò in una sua conferenza a Londra della generazione di correnti alternate ad alta frequenza per l'uso in radiotelegrafia.

Nel 1894 l'inglese Lodge fu in grado di trasmettere e registrare segnali alla distanza di 50 metri circa.

Nel 1895 il russo Popoff usò un coherer in serie con un aereo elevato, la terra e un registratore per lo studio degli atmosferici. Egli intravvide la possibilità di trasmettere segnali a distanza per mezzo delle onde elettriche, ma cercò invano la soluzione del problema nella costruzione di un oscillatore più potente.

Fig. 3. - Guglielmo Marconi.

Sino a questo punto le onde elettromagnetiche avevano avuto essenzialmente interesse sperimentale e nessuno aveva pensato che esse potessero praticamente servire a scopi di segnalazione.

Nel 1895 Guglielmo Marconi doveva trasfondere i principi teorici derivati da tante importanti scoperte nella pratica realtà della vita. Egli concepì e attuò l'idea di applicare le scoperte di Hertz e di Branly per trasmettere segnali a distanza. Aggiungendo una antenna — ossia un conduttore elevato — all'oscillatore, egli aumentò il potere radiante e la lunghezza delle onde emesse e fu perciò in grado di aumentarne notevolmente la portata. Questa migliorò ulteriormente applicando una antenna anche al ricevitore di Branly.

Nell'estate 1895 Marconi, allora allievo del Prof. Righi, iniziò i suoi primi esperimenti presso la casa paterna. Con perfezionamenti successivi riuscì nel 1897 a trasmettere a una diecina di chilometri; nel 1899 attraverso la Manica e finalmente nel dicembre 1901 a trasmettere la lettera « S » in stile telegrafico attraverso l'Atlantico tra Terranova e Poldhu in Cornovaglia.

Il trasmettitore Marconi aveva però il difetto di emettere onde troppo smorzate causa l'eccessiva resistenza dello spinterometro inserito nel circuito di aereo. Occorreva quindi un enorme dispendio di energia per raggiungere grandi distanze e la selettività di ricezione era minima.

Un notevole perfezionamento fu portato dal tedesco Braun che verso il 1900 costruì un trasmettitore avente un circuito oscillante chiuso accoppiato con un circuito oscillante aperto tipo Marconi. Con ciò egli otteneva di produrre delle oscillazioni di piccolo smorzamento

e di maggiore potenza nel circuito di aereo essendo in esso eliminata la resistenza dello spinterometro. Questo sistema aveva però lo svantaggio di una azione retroattiva del circuito di aereo sul circuito chiuso, per cui l'antenna irradiava onde di due frequenze.

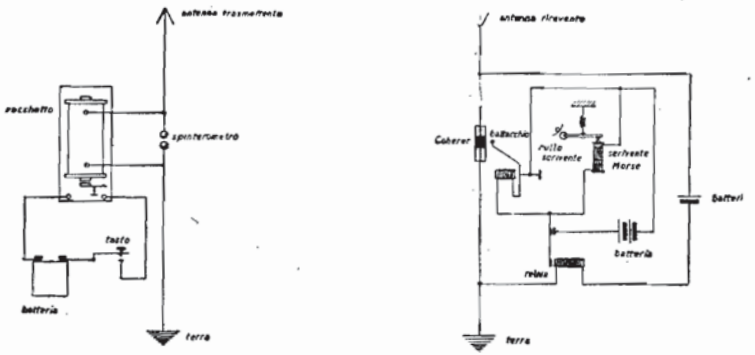


Fig. 4. - Trasmettitore e ricevitore di Marconi.

A risultati analoghi a quelli di Braun erano pervenuti in Germania anche Slaby e von Arco.

Nel 1902 Marconi inventò un rivelatore magnetico (Br. Pat. 10.245/02). Questo rivelatore segnò un sensibile progresso sul coherer e fu largamente usato sino all'avvento delle valvole.

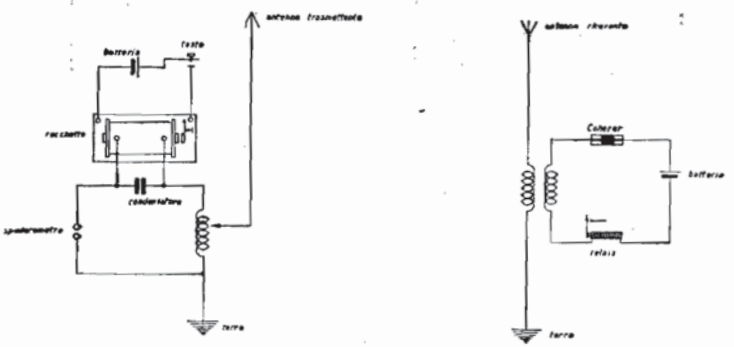


Fig. 5. - Trasmettitore e ricevitore di Braun.

Nel 1902 l'americano Fessenden patentò un sistema di modulazione per onde persistenti (U. S. Pat. 706.647).

Sin dal 1899 l'inglese Duddell aveva dimostrato la possibilità di produrre oscillazioni persistenti per mezzo di un arco elettrico.

Nel 1903 il danese Poulsen patentò un trasmettitore ad arco (Br. Pat. 15.599/03) che costituì un notevole progresso nelle radiocomunicazioni.

Nel gennaio 1904 il tedesco Wehnelt patentò (D. R. Pat. 157.845) una valvola a due elettrodi per la rettificazione di correnti alternate.

Nel novembre 1904 l'inglese Fleming brevettò il suo diodo (Br. Pat. 24.850/04) che benchè poco utile per se stesso è importante come tappa intermedia nell'avvento del triodo.

Nel 1905 Fessenden patentò il metodo di ricezione a battimenti (per interferenza) per onde persistenti (U. S. Pat. 1.050.441 e 1.050.728); invenzione questa, di grandissima importanza, ma che non trovò applicazione pratica che coll'invenzione del triodo.

Nel 1905 il tedesco Wien sostituendo nel trasmettitore di Braun lo spinterometro tipo Righi con lo spinterometro a scintilla strappata

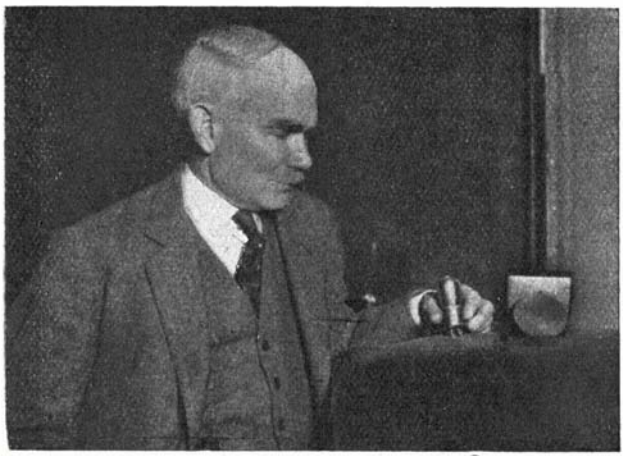


Fig. 6. - Lee De Forest.

riuscì ad eliminare il difetto della doppia emissione e ad ottenere una maggiore purezza della frequenza di radiazione.

Nel 1906 l'americano Dunwoody inventò il rivelatore a carborundum (U. S. Pat. 837.616) e nello stesso anno, l'americano Pickard inventò il rivelatore a silicio (U. S. Pat. 836.531).

Nel 1906 l'austriaco von Lieben descrisse un'amplificatore con una valvola termoionica nella quale la corrente anodica viene influenzata magneticamente (D. R. Pat. 179.807 del 4 marzo 1906).

Nel 1906 l'americano De Forest patentò un triodo per l'amplificazione di deboli correnti elettriche (U. S. Pat. 841.387). Nel 1907 de Forest inventò il triodo rivelatore (U. S. Pat. 879.532) che non ebbe immediatamente importanza per la radio. Più tardi però l'applicazione e lo sviluppo del triodo rivoluzionarono la radio e crearono una nuova tecnica.

Nel 1907 gli italiani Bellini e Tosi svilupparono in base a studi

dell'italiano A. Artom un sistema molto semplice ed efficace di radio direzionale che era però limitato nell'impiego dalla scarsa sensibilità del cristallo (Br. Pat. 21.299/07).

Nel 1908 l'inglese Fleming brevettò un diodo con filamento metallico.

Nel 1911 von Lieben, Reisz e Strauss dimostrarono che il triodo poteva essere usato come un relais proporzionale di correnti ad alta frequenza (Br. Pat. 1.482/11).

L'uso del triodo per l'amplificazione ad alta frequenza ed il così detto sistema di ricezione reflex è dovuto a von Bronk e Schloemilch (D. R. Pat. 271.059 del 3 settembre 1911).

Nel 1912 De Forest inventò per primo, secondo il giudizio della Corte d'Appello del distretto di Columbia del 5-5-1924, il circuito rigenerativo del triodo, contemporaneamente o quasi, all'inglese Franklin (Br. Pat. 13.636/13), all'americano Armstrong (U. S. Pat. 1.113.149) e al tedesco Meissner (D. R. Pat. 290.604).

E' a notarsi però che già nel 1912 l'austriaco S. Strauss aveva descritto il circuito rigenerativo nel brevetto austriaco 71.340 del 11 dicembre 1912.

L'accoppiamento di due valvole per mezzo di circuiti accordati è dovuto ad Alexanderson (U. S. Pat. 1.173.079 del 29 ottobre 1913).

L'uso del condensatore shuntato nel circuito di griglia è dovuto a Langmuir (U. S. Pat. 1.282.439 del 29 ottobre 1913) e a De Forest (U. S. Pat. 1.377.405).

La scoperta del circuito rigenerativo ha una eccezionale importanza poichè rese la valvola termoionica arbitra delle radiocomunicazioni tanto per la trasmissione come per la ricezione.

Durante la guerra l'inglese Round migliorò il radiogoniometro Bellini-Tosi con l'applicazione del triodo.

Nel 1918 il francese L. Levy (Br. Pat. 133.306 del 1 ottobre 1918), la Siemens e Co. (Br. Pat. 135.177 del 18 giugno 1918) e E. H. Armstrong (Br. Pat. 137.271 del 30 dicembre 1918) svilupparono indipendentemente il sistema di ricezione supereterodina.

Nel 1919 il prof. Hazeltine, incaricato dalla marina americana di studiare un apparecchio ricevente nel quale fosse eliminato l'accoppiamento capacitivo fra il circuito d'aereo e quello intermedio, brevettò un metodo per neutralizzare gli accoppiamenti capacitivi (U. S. Pat. 1.450.080 del 7 agosto 1919). Verso la fine del 1922 egli presentò un apparecchio per la ricezione delle emissioni radiofoniche, il campione della « neutrodina » che da anni gode grandissima popolarità (U. S. Pat. 1.533.858 e 1.489.228 ambedue del 28 dicembre 1920).

Brevetti analoghi ebbero pure Hartley (U. S. Pat. 1.183.875) e Rice (U. S. Pat. 1.334.118 del 31 luglio 1917).

Nel 1920-21 l'americano R. A. Heising descrisse il suo sistema di modulazione, oggi così largamente applicato.

Nel 1922-23 Hartley e Nichols svilupparono un sistema radio-

telefonico senza onda portante e con soppressione di una banda che ha importanza per la segretezza delle comunicazioni.

L'uso della resistenza di griglia è dovuta a Langmuir (U. S. Pat. 1.282.439) e a De Forest (U. S. Pat. 1.377.405). L'uso della batteria di griglia è dovuto a Van Lieben (U. S. Pat. 1.038.910).

Nel 1924 il tedesco W. Schâffer patentò il suo sistema di modulazione con corrente di griglia (D. R. Pat. 411,534).

Uno dei risultati più brillanti nel campo della radiotecnica è stato lo sviluppo dei sistemi di modulazione di enormi energie dell'ordine fino a parecchi chilowatt: specialmente per quanto riguarda la massima applicazione, la radiodiffusione, bisogna menzionare De Forest, Arnold, Heising, Logwood, Lowenstein, Colpitts, Farrington, ecc.

Un recente sviluppo delle radiocomunicazioni è il sistema di trasmissione direzionale che ha specialmente importanza per l'economia nelle radiocomunicazioni. Esso fu essenzialmente studiato da G. Marconi e al suo sviluppo si sono specialmente interessati C. S. Franklin e E. F. W. Alexanderson.

Importantissima è stata la scoperta fatta dai dilettanti di tutto il mondo negli anni 1921 e seguenti dello straordinario rendimento delle onde corte sino allora trascurate dai tecnici come inutilizzabili. Ciò ha permesso recentemente di assicurare, con modesta potenza, traffici commerciali alle massime distanze, sino allora impossibili o realizzabili solo con enorme dispendio di energia sulle onde lunghe.

Malgrado gli importanti studi e tentativi compiuti la radio ha sempre due terribili nemici da debellare: gli atmosferici e gli affievolimenti le cui cause purtroppo non sono completamente chiare.

Oggi a meno di quarant'anni dai pochi metri superati per la prima volta da Hertz con le sue onde la voce umana viene intesa a migliaia di chilometri e non vi è più distanza della terra che non sia superata non solo in telegrafia ma anche in telefonia.

In tutti i continenti centinaia di diffusori lanciano quotidianamente a ore prestabilite nell'immensità dello spazio suoni, canti e notizie che milioni di persone ricevono.

E dilettanti fra i più lontani Paesi scambiano quotidianamente fraterni messaggi tra di loro usando trasmettitori di piccola potenza (qualche watt appena!).

Questo il meraviglioso vincolo che le radiocomunicazioni hanno creato tra gli esseri umani!

2. - Come avvengono le radiocomunicazioni?

Quattro chiacchiere alla buona.

Forse la prima domanda che si fa un principiante ed in verità la più logica è: come può una comunicazione essere stabilita tra due o più stazioni apparentemente non collegate tra di loro?

In via generale si può affermare che le radiocomunicazioni consistono di segnali trasportati per mezzo di onde elettriche (radioonde) che si propagano nello spazio analogamente e ad una velocità pressochè uguale a quella delle onde luminose (luce) che sono anch'esse di indole elettromagnetica.

Come gettando un sasso in uno specchio d'acqua si irradiano dei cerchi di onde, così nelle radiotrasmissioni, lanciando un impulso dalla stazione trasmittente si dipartono in tutte le direzioni dei treni di radioonde.

Come le onde dell'acqua provocano moti ondulatori dei corpi che trovano sul loro percorso (imbarcazioni, galleggianti, ecc.), così le radioonde generano nei dispositivi di ricezione che si trovano nella loro sfera di propagazione, oscillazioni elettriche che possono essere rivelate al nostro udito.

E' perciò possibile con un apparecchio ricevente intercettare i segnali radiotelegrafici e radiotelefonici di qualunque provenienza, limitatamente alla potenza della stazione trasmettente ed alla sensibilità dell'apparecchio ricevente.

***

La grande maggioranza del pubblico considera il fenomeno delle radiocomunicazioni come qualche cosa di soprannaturale, di magico. Ma come tutti i misteri perdono del loro fascino quando vengono penetrati, così anche le radiocomunicazioni — pur rimanendo agli occhi dello studioso un fenomeno dei più interessanti — perdono un po' del loro prestigio misterioso quando ci si rende conto che ubbidiscono a leggi fisiche come qualunque altro fenomeno.

Abbiamo paragonato le radioonde a onde di uno specchio d'acqua. Una migliore analogia sarà forse quella delle onde sonore, giacchè, mentre le onde di un liquido si propagano solo entro un breve limite dalla superficie, le onde sonore, come le radioonde si propagano sfericamente da un punto in tutte le direzioni.

Fig. 7. - La generazione di onde in uno specchio d'acqua.

Se il campanaro dà un colpo di battacchio alla campana le onde sonore si diffondono in tutto lo spazio circostante. Anche queste onde come le radioonde sono invisibili all'occhio. ma, a differenza di esse, percettibili con l'orecchio. Le radioonde invece non sono percettibili con la vista e nemmeno con l'udito. I loro segnali vengono resi udibili mediante l'apparecchio ricevente. Come, lo vedremo in seguito.

Se per mezzo di un dispositivo elettrico collegato con un'antenna (e sia detto che per antenna s'intende un conduttore elevato che serve a emettere e ricevere radioonde, e non già i suoi sostegni) noi eccitiamo quest'antenna elettricamente, le radioonde si diffondono nello spazio come le onde sonore dalla campana. Quindi l'antenna come la campana, è un organo che, eccitato, irradia onde.

Le onde sonore attraversano corpi solidi e così pure le radioonde, con maggior facilità. Il suono di un pianoforte può essere udito da un piano all'altro della casa. Ma le radioonde passano attraverso muri, case e persino montagne se queste non contengono minerali elettricamente

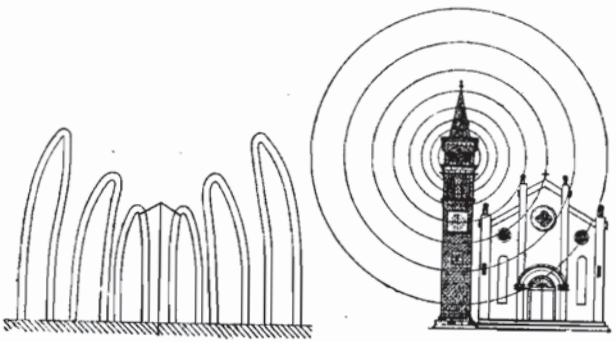


Fig. 8. - Radioonde e onde sonore.

conduttivi. Si possono ricevere radiosegnali con apparecchi situati nei pozzi profondi di miniere.

Le onde sonore si propagano nell'acqua. Le radioonde vi penetrano solo a piccole profondità e i radiomessaggi possono essere ricevuti a bordo di sommergibili immersi a piccole profondità.

Il lettore osserverà che le onde sonore raggiungono solo distanze relativamente brevi dell'ordine di centinaia di metri, mentre le radioonde compiono ormai il percorso più lungo della terra ossia la sua semicirconferenza — 20 mila chilometri. Gli è che le onde sonore si propagano in un medio inerte che è l'aria mentre le radioonde si propagano in un medio.... che una volta si chiamava *etere*. Diciamo una volta perchè recentemente i relativisti l'hanno condannato a morte, e non si osa più chiamarlo... col suo nome.

Comunque si può affermare che questo medio — sia o non sia etere — è infinitamente meno inerte e più elastico dell'aria.

Le onde sonore si propagano con una velocità di circa trecento metri al secondo, mentre le radioonde si propagano con una velocità di circa trecento mila chilometri al secondo, cioè con una velocità un milione di volte più grande. Siccome la semicirconferenza della terra è di 20 mila chilometri un treno di radioonde percorrerà la distanza tra un punto della terra ed il suo antipodo in $^1/_{15}$ di secondo: lo scatto di un otturatore fotografico!

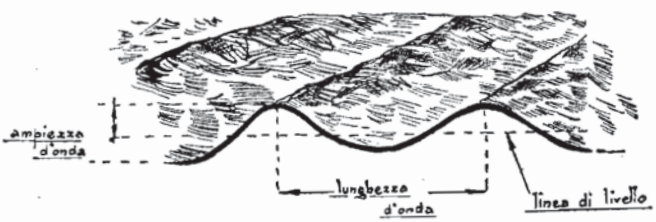


Fig. 9. - Lunghezza e ampiezza d'onda.

Possiamo dire quindi che praticamente i radiosegnali vengono ricevuti nell'istante stesso in cui vengono trasmessi.

Vi sono due tipi di radioonde: le *onde smorzate* e le *onde persistenti*. Le prime sono provocate da impulsi istantanei e perciò intermittenti. Tali sono le onde sonore di un pianoforte che, come sappiamo, sono costituite da singoli impulsi.

Le seconde sono provocate da un impulso persistente e sono perciò continue. Tali le onde sonore di un organo.

Un termine che generalmente causa grande confusione nel profano è quello della *lunghezza d'onda*. Molti credono che quando si dice che una stazione ha una lunghezza d'onda di, supponiamo, 400 metri, ciò abbia una relazione qualsiasi con la distanza che le radioonde di questa stazione debbono percorrere. Niente affatto. La lunghezza d'onda è la distanza tra i due punti corrispondenti di un'onda e la seguente. Nelle onde del mare la lunghezza d'onda può essere misurata come la distanza tra due *creste*. Sappiamo che anche nel mare quando vi è appena un leggero vento le onde sono piccolissime e a piccolissimi intervalli: la lunghezza d'onda può essere anche minore di un metro. Certe leggere increspature

dell'acqua hanno una lunghezza d'onda di qualche centimetro appena. Sull'Oceano, quando imperversa la burrasca, la lunghezza d'onda può ascendere a qualche centinaio di metri. Così pure nelle radioonde la lunghezza varia entro vasti limiti: da qualche metro a 25000 m. Tra questi limiti sono comprese tutte le lunghezze d'onda delle odierne stazioni trasmittenti. Ma rimanga ben inteso che, benchè in realtà alcune lunghezze d'onda si prestino meglio di certe altre per comunicare a determinate distanze, nessun rapporto diretto vi è tra lunghezza d'onda e distanza di trasmissione e che la lunghezza d'onda rimane costante per tutto il percorso di propagazione.

Ogni stazione trasmettente — e sono migliaia — ha una lunghezza d'onda propria per la trasmissione, differente da quella delle altre stazioni. Perchè? L'apparecchio ricevente è costruito in modo da non ricevere in un dato momento più di una lunghezza d'onda. Noi possiamo bensì col regolarlo sentire tutte le stazioni alla rispettiva lunghezza d'onda, ma non più di una alla volta. Se due stazioni trasmettenti avessero la stessa lunghezza d'onda, noi le sentiremmo contemporaneamente e ciò impedirebbe di capire i segnali dell'una e dell'altra. Ecco perchè ogni stazione ha una sua propria lunghezza d'onda assegnata da una speciale commissione Internazionale. Ed ecco come, benchè in ogni momento del giorno e della notte centinaia di radiostazioni trasmettano contemporaneamente, noi possiamo sentirle tutte ad una ad una senza che i loro segnali si sovrappongano. Basta infatti la differenza di una piccola percentuale della lunghezza d'onda, perchè esse vengano selezionate singolarmente nell'apparecchio ricevente. La lunghezza d'onda di una stazione trasmettente è una caratteristica come può essere il timbro per la voce umana. E noi sappiamo che se parecchie persone parlano insieme, noi possiamo con uno sforzo di concentrazione mentale-uditiva seguire il discorso di una sola persona. Negli apparecchi radioriceventi facciamo una cosa analoga coi così detti *organi di sintonia* che permettono di ricevere i segnali di una data lunghezza d'onda con esclusione degli altri.

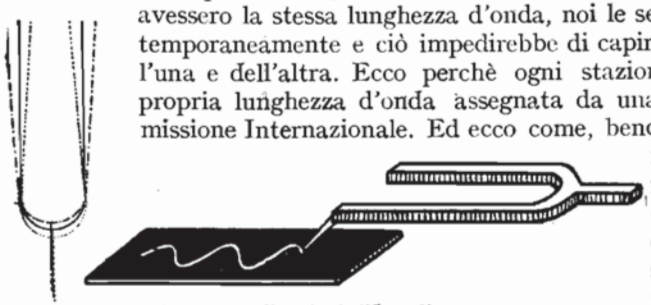


Fig. 10. - Vibrazioni di un diapason.

La sintonia si basa sul cosidetto fenomeno di *risonanza*.

Ecco un esempio pratico: un diapason, la cui nota fondamentale sia — supponiamo — *la*, viene collocato a pochi metri da un secondo diapason avente la stessa nota fondamentale. Percuotiamo ora leggermente il primo in modo che vibri emettendo la sua nota e avviciniamo il nostro orecchio al secondo: sentiremo che anche questo vibra emettendo la stessa nota. Questo avviene per risonanza.

Il fenomeno di risonanza consiste dunque, generalmente parlando,

nel fatto che due organi suscettibili di oscillazioni, aventi la stessa caratteristica o frequenza — nel caso di un diapason cioè, il numero di vibrazioni al secondo — possono influenzarsi a vicenda, se uno di essi mediante le proprie oscillazioni produce onde in un medio che li abbraccia ambedue. Nel nostro esempio il medio è l'aria e gli organi sono i due diapason.

Nelle radiocomunicazioni gli organi oscillanti sono i così detti *circuiti oscillanti elettrici*. Analogamente all'esempio di risonanza di due diapason, possiamo generare in un circuito oscillante elettrico di una data frequenza delle oscillazioni che producono onde nello spazio le quali influenzano per risonanza quei circuiti oscillanti elettrici che si

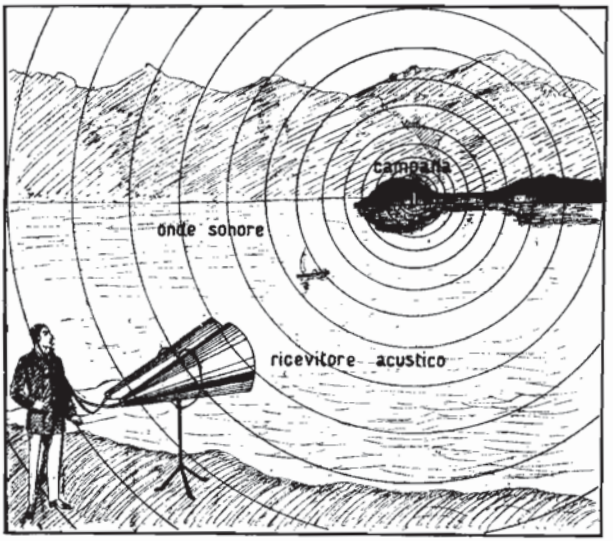


Fig. 11. - Come si intercettano le onde sonore.

trovano nella sua sfera d'influenza — il così detto *campo* — e che hanno la stessa frequenza.

Come un diapason percosso produce onde dell'aria a frequenza sonora, che si propagano sfericamente e influenzano quei diapason che si trovano nella sua sfera d'influenza, così un circuito trasmittente irradia onde a radiofrequenza che inducono in quei circuiti oscillanti che si trovano nel suo campo, oscillazioni elettriche.

Ritorniamo ora alle onde sonore e supponiamo di allontanarci dal nostro centro di residenza e di fare una sosta a qualche chilometro di distanza da esso. Normalmente in aperta campagna non potremo sentire il suono delle sue campane colle sole nostre orecchie. Ma se prendiamo un ricevitore acustico in forma di imbuto e lo colleghiamo colle nostre orecchie noi sentiamo ancora i rintocchi delle campane. Perchè? Sempli-

cemente perchè le nostre orecchie hanno una piccola capacità di intercettazione delle onde sonore costituita dai padiglioni delle orecchie stesse. L'imbuto non è altro che un padiglione ingrandito che accoglie un maggior numero di onde e le condensa in un suono più forte. Questo esempio vale per le radioonde. Supponiamo che il campanile sia la stazione trasmettente e che invece di essere a qualche chilometro ci troviamo a qualche centinaio di chilometri di distanza con una *orecchia radiotelegrafica* ovverosia un apparecchio ricevente. Le radioonde in arrivo provocheranno in esso oscillazioni elettriche, ma sarà difficile che questo apparecchio possa esso stesso intercettare le radioonde in quantità sufficiente. E allora qui facciamo come per sentire le campane: prendia-

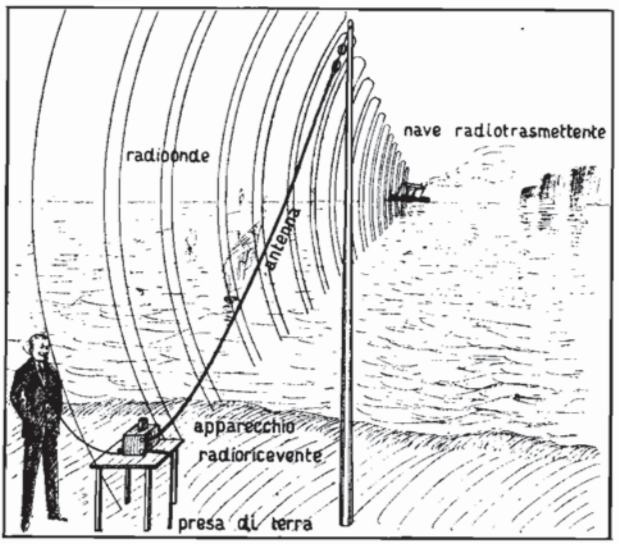


Fig. 12. - Come si intercettano le radioonde.

mo qualche cosa che intercetti le radioonde e precisamente un'antenna. Se l'antenna è corta e bassa essa potrà servire per una distanza relativamente piccola. Aumentandone la lunghezza e l'altezza noi aumentiamo la sua capacità di intercettazione e di conseguenza la intensità di ricezione dei segnali. Ciò equivale ad aumentare le dimensioni dell'imbuto ricevente nell'esempio acustico.

Ma l'intensità di ricezione della stazione ricevente non viene aumentata solo coll'accrescere le dimensioni dell'antenna, ma essenzialmente rendendo l'apparecchio molto sensibile facendo sì che esso amplifichi enormemente le oscillazioni debolissime che producono nell'antenna i segnali di stazioni molto distanti.

Per dare un'idea della sensibilità odierna degli apparecchi riceventi diremo che relativamente piccole stazioni trasmittenti di dilettanti

della potenza di 10 watt e meno che consumano un'energia equivalente a quella occorrente per tener accesa una lampada elettrica comune di 10 candele, trasmettono segnali che vengono ricevuti a parecchie migliaia di chilometri di distanza. Le comunicazioni tra dilettanti Europei da una parte e Americani, Australiani, ecc. dall'altra vengono praticamente realizzate quotidianamente colla massima facilità.

Quali sono i dispositivi meravigliosi che rendono ciò possibile?

Le valvole termoioniche o triodi.

Queste valvole che non hanno più di quindici anni di vita, hanno il merito principale del grande progresso odierno delle radiocomunica-

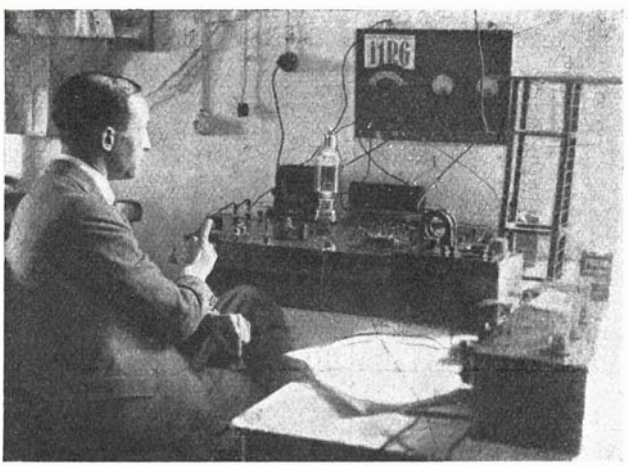


Fig. 13. - La stazione del « Radiogiornale » (I1RG), che per prima ha effettuata la comunicazione bilaterale Italia-Nuova Zelanda.

zioni. L'azione amplificatrice delle valvole — come esse vengono brevemente chiamate — può essere paragonata all'azione di una lente d'ingrandimento. Se noi vogliamo osservare oggetti piccolissimi ci serviamo di una lente. Se questi oggetti sono microscopici, ci serviamo di un microscopio che è un complesso di lenti in serie. Le valvole agiscono come lenti e amplificano le oscillazioni debolissime prodotte nell'apparecchio ricevente dalle radioonde. Se queste oscillazioni sono quasi impercettibili adopereremo, come per le lenti del microscopio, più valvole in serie.

Abbiamo dunque visto sinora che nella stazione ricevente le radioonde provocano correnti elettriche oscillanti; che tali correnti vengono selezionate con una regolazione apposita; che le deboli oscillazioni elettriche vengono amplificate per mezzo di valvole termoioniche.

Ci resta a vedere come queste oscillazioni vengano rese udibili.

Per rendere il concetto di udibilità occorre sapere che l'orecchio umano percepisce solo un numero limitato di suoni e che questi limiti sono dati dalla frequenza delle vibrazioni che producono questi suoni. Quando noi suoniamo la chitarra non facciamo altro che far vibrare le sue corde e il suono sarà tanto più alto, cioè la nota tanto più elevata, quanto più breve sarà il tratto di corda che facciamo vibrare. Perchè? Perchè quanto più breve è il tratto libero che oscilla, tanto più grande è il numero di vibrazioni al secondo. Il numero di vibrazioni al secondo si chiama *frequenza*. Se la frequenza è alta avremo una nota elevata e viceversa. Ma le frequenze che danno un suono udibile per l'orecchio umano sono comprese, come abbiamo detto, entro certi limiti e praticamente tra 30 e 5000 vibrazioni al secondo. La voce umana è costituita di frequenze che vanno da un minimo di 100 a un massimo di 6000 vibrazioni al secondo. Il limite massimo di audibilità che può giungere a 15000, varia da persona a persona e succede non di rado che una persona senta una nota altissima che un'altra non percepisce più.

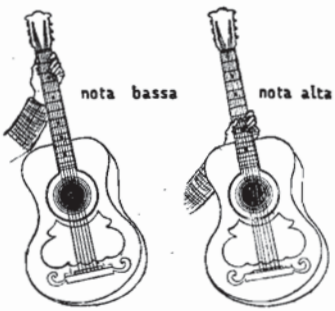


Fig. 14. - Altezza di suono in rapporto alla lunghezza vibrante.

Ora la frequenza delle radioonde, è compresa nei limiti da 10.000 a 10.000.000 di oscillazioni o cicli al secondo. Vediamo dunque che siamo molto al disopra dell'udibilità umana e che se anche riuscissimo a far vibrare le membrane dei nostri ricevitori telefonici a una frequenza così elevata — ciò che non avviene per l'inerzia delle membrane stesse — noi non sentiremmo nulla. Occorre quindi ridurre la frequenza di queste radioonde nell'apparecchio ricevente e portarla nei limiti pratici — da 30 a 5000 — dell'udibilità umana. Ciò avviene per mezzo della rivelazione e praticamente per mezzo dei rivelatori a cristallo o per mezzo di valvole come vedremo in seguito: ha luogo una specie di trasformazione dell'alta frequenza in bassa frequenza udibile.

Questa frequenza udibile è in grado di far vibrare le membrane dei ricevitori telefonici, identici a quelli usati negli apparecchi telefonici comuni. Per maggiore comodità e libertà di movimenti dell'operatore si usa la cuffia e nelle stazioni di un certo potere ricettivo l'altoparlante o diffusore di suoni.

***

Un apparecchio radioricevente riceve soltanto segnali trasmessi per mezzo di radioonde cioè segnali radiotelegrafici e radiotelefonici —

punti e linee, parole, canto, musica, suoni — trasmessi con una radiostazione.

Ogni apparecchio radioricevente può ricevere indifferentemente segnali radiotelegrafici e radiotelefonici. Nel cercare le varie stazioni col nostro apparecchio sentiamo gli uni accanto agli altri alle rispettive lunghezze d'onda.

La stazione ricevente non è in fondo che un orecchio sensibilissimo, ma soltanto ai segnali trasmessi colle radioonde. E le radioonde non sono che il mezzo per trasmettere, propagare e ricevere i radiosegnali.

---

3. - Nozioni elementari di radiotecnica

Per poter comprendere i principali fenomeni che hanno luogo nelle radiocomunicazioni è necessario avere qualche conoscenza di elettricità e di magnetismo.

Daremo perciò alcune nozioni elementari che sono necessariamente brevissime e frammentarie.

***

La natura della elettricità non è ancora ben chiarita benchè negli ultimi anni si siano fatti notevoli progressi al riguardo. La teoria moderna dell'elettricità è la così detta *teoria elettronica* che qui esporremo brevemente.

Molecole.

E' noto che la materia — e per materia intendiamo tutto ciò che occupa lo spazio, eccetto l'etere — è formata da miriadi di particelle chiamate *molecole*.

Una molecola è la più piccola porzione di una sostanza che non può essere ulteriormente suddivisa senza che vengano distrutte le sue proprietà: vi sono tante specie di molecole quante sono le specie di sostanze: praticamente un numero infinito.

Atomi.

Le molecole sono formate di particelle più piccole chiamate *atomi*. Un atomo è la più piccola parte in cui la materia può essere divisa per separazione chimica e si conoscono oggidì 92 differenti specie di atomi.

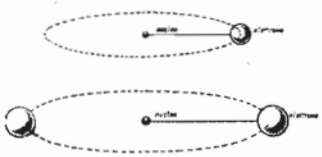


Fig. 15. - Costituzione di atomi.

Elettroni.

Si ritiene oggi che gli atomi siano formati di minutissime particelle di elettricità negativa chiamate *elettroni* e di un nucleo centrale di carica positiva. Gli elettroni gravitano intorno al nucleo e con le loro cariche negative neutralizzano la carica positiva del nucleo.

Quindi ogni sostanza, ossia la materia, è formata di milioni e milioni di elettroni. Gli elettroni sono così piccoli rispetto all'atomo da essi formato che occupano in proporzione lo stesso posto che una mosca occupa in una cattedrale.

Il numero di elettroni nell'universo è costante e invariabile ed essi non possono quindi essere creati nè distrutti. Gli elettroni possono però essere messi in moto producendo in tal modo fenomeni elettrici.

Così un passaggio di elettroni in un corpo costituisce una *corrente elettrica.*

Alcune sostanze possiedono oltre agli elettroni che fanno parte della loro struttura essenziale altri elettroni mobili che possono cioè essere staccati o aggiunti senza alterare la loro natura. Poichè l'atomo

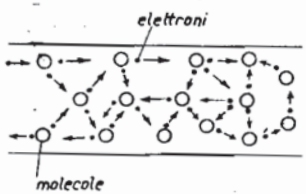


Fig. 16. - Conduttore allo stato di riposo.

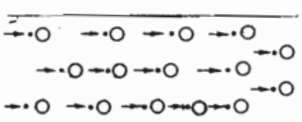


Fig. 17. - Conduttore sotto l'influenza di una f. e. m.

è neutro, l'aggiunta o la sottrazione di un elettrone ad un atomo fa sì che esso acquista nel primo caso una carica negativa, nel secondo caso positiva. La particella costituita da un atomo e da una carica si chiama *ione* e il processo si chiama *ionizzazione.*

Quando un corpo ha un eccesso di elettroni, ossia di cariche negative, esso si dice *negativamente carico*; se viceversa esso ha una deficienza di elettroni esso si dice *positivamente carico.* Perciò gli elettroni scorrono dal polo negativo a quello positivo benchè sia purtroppo ormai convenzionale che l'elettricità scorre dal positivo al negativo.

Tale equivoco è dovuto al fatto che i primi sperimentatori la definirono così prima di conoscere la vera natura dell'elettricità. Siccome questo modo di vedere è più famigliare a molti lettori, lo adotteremo nei nostri ragionamenti e diagrammi, richiamando però l'attenzione sulla vera direzione degli elettroni nei casi in cui sia necessario.

Corrente elettrica.

Una corrente elettrica è un passaggio di elettroni tra due punti di potenziale differente. Un conduttore (rame, argento e la maggior parte

dei metalli) è una sostanza contenente elettroni facilmente mobili mentre nei non conduttori (vetro, mica, gomma, legno, porcellana, ecc.) detti *isolanti*, gli elettroni sono fissi. Per provocare un moto definito di elettroni in un conduttore è necessaria una forza elettromotrice. Sotto l'influenza e nella direzione di questa, ogni elettrone percorre un piccolo cammino sino a che incontra una molecola la quale lo assorbe e libera a sua volta un altro elettrone che muoverà nella stessa direzione del primo e così via.

La conduttività di una sostanza dipende quindi dal numero di elettroni che si rendono normalmente liberi dalle molecole in ogni dato istante.

Resistenza.

Se gli elettroni non scorrono facilmente in un conduttore, noi diciamo che esso offre *resistenza*. Quindi la resistenza — designata R — è la proprietà della materia di contrastare il passaggio di elettroni o la proprietà di convertire l'energia degli elettroni mobili in calore.

L'unità pratica della resistenza è l'*ohm* (simbolo Ω)

1 megohm (simbolo $M\,\Omega$) $= 10^6$ ossia 1 milione di ohm.

1 microhm (simbolo $\mu\,\Omega$) $= 10^{-6}$ ossia 1 milionesimo di ohm.

La resistenza specifica di un conduttore è la resistenza di un centimetro cubo tra le faccie opposte a 0° C.

La resistenza di parecchie sostanze varia con la temperatura.

Generalmente con l'aumento della temperatura aumenta la resistenza dei metalli mentre diminuisce quella dei liquidi e del carbone. Alcuni isolanti diventano conduttori ad elevate temperature.

La *conduttività* o *conduttanza* è il reciproco della resistenza e si esprime in *mho* (inverso di ohm).

Quantità di elettricità.

L'unità della quantità di elettricità è il *coulomb* (simbolo Q).

1 coulomb è circa $= 10^{19}$ elettroni.

Corrente.

La corrente (simbolo I) è la quantità di elettricità che passa al secondo attraverso la sezione di un conduttore.

L'unità di corrente è l'*ampère* (simbolo A) = 1 coulomb per secondo.

1 milliampere (simbolo mA) $= 10^{-3}$ ampère ossia 1 millesimo di ampère.

1 microampere (simbolo μA) $= 10^{-6}$ ampère ossia un milionesimo di ampère.

Una corrente ha tre effetti differenti: termico (il passaggio di una corrente scalda un conduttore); magnetico (il filo attraversato da

una corrente è circondato da un campo magnetico); chimico (elettrolisi, ecc).

Esempi pratici di intensità di corrente:

corrente di griglia delle valvole termojoniche: qualche microampère:

corrente di placca delle valvole termojoniche di ricezione: 1 a 20 milliampère;

corrente di accensione delle comuni lampadine per illuminazione: circa 0,1 a 1 ampère:

corrente di alimentazione dei motori per tramvie: circa 100 ampère.

Gli strumenti di massima precisione (i galvanometri a specchio) consentono di misurare correnti sino a 10^{-11} ampère (un centimillesimo di microampère).

Forza elettromotrice.

Con *forza elettromotrice* (simbolo V, brevemente anche f. e. m.) detta anche *tensione, o differenza di potenziale* — viene designata la spinta che muove o tende a muovere gli elettroni da un punto a un altro.

Come l'acqua scorre attraverso un tubo causa la differenza di pressione alle due estremità del tubo, così analogamente l'elettricità scorre attraverso un conduttore causa la differenza di potenziale tra due punti di esso.

La tensione ha i seguenti effetti: essa produce una corrente nei conduttori; due corpi fra i quali regna una tensione elettrica esercitano delle forze reciproche fra di loro.

La forza elettromotrice può essere generata in tre modi:

1) immergendo sostanze differenti in elettroliti (batterie);

2) scaldando due conduttori differenti nel loro punto di contatto (elementi termoelettrici);

3) facendo tagliare un conduttore in un determinato modo da linee magnetiche di forza (dinamo, alternatori, trasformatori, ecc.).

L'unità pratica della forza elettromotrice è il *volt*. Esso è la f. e. m. necessaria per far passare una corrente di 1 ampere attraverso una resistenza di 1 ohm.

1 millivolt (simbolo mV) = 10^{-3} volt ossia 1 millesimo di volt.

1 microvolt (simbolo μV) = 10^{-6} volt ossia 1 milionesimo di volt.

Esempi pratici di tensione:

tensioni prodotte a distanza dal campo elettrico di una stazione trasmittente: qualche microvolt per metro di altezza.

tensioni che agiscono sulla griglia di una valvola termoionica ricevente: da qualche microvolt a alcuni volt;

tensione fra i morsetti di una pila: circa 1 a 2 volt;

tensione delle reti di illuminazione: circa 100 a 200 volt;

tensione necessaria per superáre con la scintilla un intervallo d'aria di 1 mm.: circa 3000 volt:

tensione fra i conduttori di energia elettrica: da diecine a centinaia di migliaia di volt;

tensioni fra nubi e terra: sino a centinaia di milioni di volt.

Legge di Ohm.

Quanto maggiore è la forza elettromotrice e quanto minore è la resistenza, tanto più grande è la corrente risultante e viceversa.

Ciò viene così espresso dalla legge di Ohm: la corrente è direttamente proporzionale alla f. e. m. e inversamente proporzionale alla resistenza. Ossia

$$I = \frac{V}{R}$$

$$\text{Corrente in ampère} = \frac{\text{Tensione in volt}}{\text{Resistenza in ohm}}$$

Da questa equazione risulta che se la resistenza è elevatissima (come negli isolanti) la corrente scende fino a zero, mentre se la resistenza è minima la corrente raggiunge valori altissimi. Praticamente possiamo verificare questo fatto molto semplicemente. Fra i conduttori di una linea di luce esiste una determinata tensione. Quando vogliamo accendere una lampadina chiudiamo il circuito attraverso l'interruttore e la lampadina. Quando vogliamo spegnere la lampadina apriamo il circuito coll'interruttore, ossia inserendo un isolante di altissima resistenza fra i conduttori e la lampadina. Se per caso poniamo a contatto i due conduttori della rete di luce direttamente attraverso un buon conduttore invece che attraverso la resistenza della lampadina, provochiamo un corto circuito, ossia la corrente raggiungerà un valore altissimo.

Dalla equazione precedente risulta che:

$$\text{Resistenza in ohm} = \frac{\text{tensione in volt}}{\text{corrente in ampère}}$$

Supponiamo di dover calcolare la resistenza del filamento di una lampadina elettrica di 160 volt che assorbe 0,1 ampère. Avremo:

$$R = \frac{V}{I} = \frac{160}{0.1} = 1600 \text{ ohm}$$

Caduta di tensione.

Quando una corrente scorre attraverso una resistenza abbiamo una così detta *caduta di tensione* attraverso la resistenza.

La caduta di tensione è uguale alla tensione che fa passare la corrente attraverso la resistenza e può quindi essere calcolata secondo la legge di Ohm. Quindi

caduta di tensione in volt = corrente in amp. × resistenza in ohm.

Supponiamo per esempio di dover alimentare una valvola il cui filamento richiede 3,5 volt e 0,06 ampère con una batteria di 4 volt. Dovremo ottenere mediante una resistenza una caduta di tensione di 4 — 3,5 volt = 0,5 volt. Calcoleremo dunque la resistenza così:

$$R \text{ in ohm} = \frac{V \text{ in volt}}{I \text{ in ampère}} = \frac{0,5}{0,06} = \text{circa 8 ohm.}$$

Resistenze in parallelo — Legge di Kirchoff.

Quando le resistenze vengono collegate come in fig. 18 esse si dicono *in parallelo*. La legge di Kirchoff dice che se la corrente si suddivide in un punto, la somma delle correnti dipartentisi è quantitativamente uguale alla somma delle correnti in arrivo. Applicando questa legge alla fig. 18 abbiamo

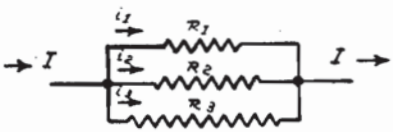


Fig. 18. - Resistenze in parallelo.

$$I = i_1 + i_2 + i_3$$

E' facile dimostrare che le correnti nelle singole ramificazioni sono proporzionali alla conduttività del rispettivo ramo.

Resistenze in serie.

Quando le resistenze vengono collegate come in fig. 19, esse si di-

Fig. 19. - Resistenze in serie.

cono *in serie*. Vi sarà quindi una caduta di tensione in ogni resistenza e la corrente risultante sarà perciò corrispondentemente ridotta.

La caduta totale di tensione sarà:

$$\begin{aligned} V &= IR_1 + IR_2 + IR_3 \\ &= I\,(R_1 + R_2 + R_3) \end{aligned}$$

Data invece la tensione applicata la corrente risultante sarà :

$$I = \frac{V}{R_1 + R_2 + R_3}$$

Risulta quindi che l'effetto totale di parecchie resistenze in serie è uguale alla somma delle singole resistenze.

Potenza.

Potenza è la quantità di lavoro compiuta nell'unità di tempo. Se un peso di 75 Kg. viene alzato per una altezza di un metro. il lavoro compiuto è di 75 chilogrammetri. Se questo lavoro viene compiuto in un secondo si dice che viene sviluppata della potenza nella misura di 75 Kgm. al secondo. Questa è la definizione della potenza 1 *HP*.

Analogamente in un circuito elettrico quando una f. e. m. muove una quantità di elettricità attraverso un circuito in una certa misura di tempo, viene sviluppata della potenza.

L'unità della potenza elettrica è il *watt* che è la potenza sviluppata

quando 1 volt produce un passaggio di corrente di 1 coulomb per secondo, ossia di 1 ampère.

1 chilowatt (simbolo kW) $= 10^3$ ossia mille watt

Potenza = watt = volt × amp. $= V \times I$

Ma secondo la legge di Ohm $V = IR$.

Quindi Potenza $= V \times I = IR \times I = I^2 . R$

Conoscendo la corrente che attraversa una resistenza di valore noto possiamo calcolare la potenza trasformata in calore moltiplicando la resistenza per il quadrato della corrente.

Le lampadine elettriche vengono generalmente caratterizzate dal numero di watt. Così si dice una lampada di 10, 20, 50, 100 watt. Data la tensione della rete è facile calcolare la corrente assorbita da una lampadina dividendo il numero di watt per la tensione in volt. $I = \frac{W}{V}$

La relazione tra watt e numero di candele è generalmente 1 a 2 watt per candela nelle lampadine a filamento metallico e 0,5 watt per candela nelle lampadine con atmosfera gasosa.

In un circuito formato da una sorgente di tensione e da un carico si ottiene un massimo di potenza nel carico quando la sua resistenza è eguale a quella interna della sorgente.

Questa legge trova vasta applicazione anche nei circuiti radioriceventi. La potenza fornita da una valvola è massima quando la resistenza del trasformatore, dell'impedenza, della resistenza o dell'altoparlante ossia in generale del carico nel circuito di placca è uguale alla resistenza interna della valvola.

Produzione della corrente elettrica.

La corrente elettrica viene comunemente ottenuta per mezzo di elementi e di generatori elettrici. Gli elementi elettrici possono prendere la forma di elementi a secco, elementi a liquido o di batterie di accumulatori. In questo caso la sorgente di corrente è di natura chimica. Negli elementi a secco e a liquido l'elettrolito varia la struttura di uno dei poli dell'elemento per produrre la corrente elettrica. Negli accumulatori la variazione chimica è invertibile e l'elemento può essere ricaricato. Il generatore elettrico (dinamo, alternatore) ha dei conduttori che muovono attraverso un campo magnetico nei quali viene generata la corrente elettrica.

Effetti magnetici della corrente.

Quando una corrente scorre in un circuito hanno sempre luogo effetti magnetici. Un tratto di conduttore diritto nel quale scorre una corrente è circondato da *linee di forza* magnetica aventi forma di circoli concentrici. L'insieme delle linee di forza magnetica forma il cosidetto *campo magnetico*. Inversamente se un conduttore si trova in un campo magnetico di linee di forza d'intensità variabile, si produce in esso una corrente elet-

trica detta *corrente indotta*. Il valore della f. e. m. indotta nel conduttore dipende dalla velocità con la quale varia l'intensità del campo o alla quale le linee di forza tagliano il conduttore.

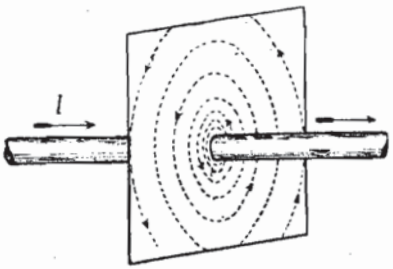


Fig. 20. - Campo magnetico di un conduttore.

Quando un conduttore viene avvolto in forma di spirale o di bobina, il campo magnetico diventa più intenso perchè vi sono più linee di forza.

Le leggi del circuito magnetico sono analoghe a quelle del circuito elettrico. La *forza magnetomotrice* (f. m. m.) dipende in una bobina dal numero di spire n, dal filo e dalla intensità di corrente I che scorre nella bobina e cioè:

$$\text{f. m. m.} = \frac{4\pi}{10} n \times I$$

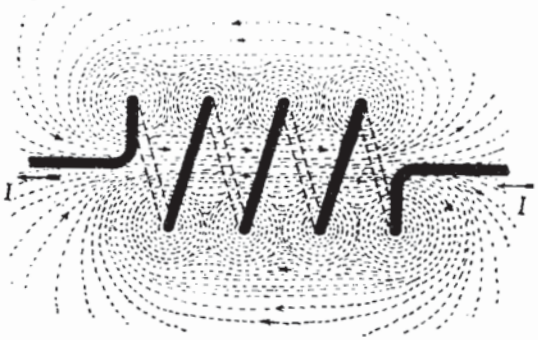


Fig. 21. - Campo magnetico di una spirale.

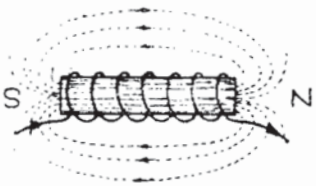


Fig. 22. - Campo magnetico di una spirale con nucleo di ferro.

Intensità del campo magnetico H è la f. m. m. per centimetro di percorso del campo.

Flusso e densità di flusso.

La lunghezza del circuito magnetico, il materiale di cui è fatto e l'area della sezione determinano il *flusso magnetico* (simbolo Φ) il quale non è che l'insieme delle linee di forza.

Densità del flusso B è il flusso per cm² ossia il numero di linee di forza per cm².

Resistenza magnetica o riluttanza.

Come la resistenza del filo determina per una data f. e. m. l'intensità di corrente che scorre nel circuito elettrico, così la *riluttanza* (simbolo S) del circuito magnetico — che dipende dalla lunghezza del percorso delle linee di forza, dalla sezione e dal materiale — determina il flusso per una data f. m. m. nel circuito magnetico.

Abbiamo visto che $I = \frac{V}{R}$ nel circuito elettrico. Nel circuito magnetico abbiamo

$$\Phi = \frac{\text{f. m. m.}}{S}$$

PERMEABILITÀ.

Un nucleo di ferro aumenta la forza magnetica e la densità di campo per il fatto che le linee di forza trovano un passaggio più facile attraverso esso che non attraverso l'aria. Ciò spiega la presenza di un nucleo di ferro nei trasformatori e nelle impedenze a bassa frequenza.

L'intensità di campo H produce nell'aria una densità di flusso $B = H$, e in una sostanza ferromagnetica una densità di flusso $B = \mu H$. Il coefficiente μ chiamasi *permeabilità* ed è il rapporto tra la densità di flusso prodotta in una sostanza e quella prodotta nell'aria per una stessa intensità di campo. Mentre per l'aria e per tutte le altre sostanze

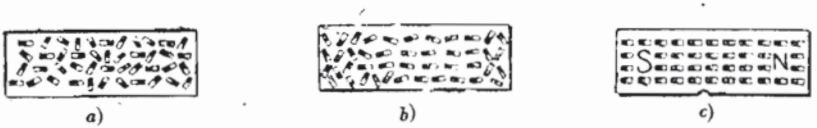


Fig. 23. - Posizione degli atomi in una sbarra di ferro.
a) stato di riposo; *b*) sotto l'influenza di un debole campo magnetico; *c*) saturazione sotto l'influenza di un forte campo magnetico.

ad eccezione delle ferromagnetiche la permeabilità è costante e circa uguale a 1, per le sostanze ferromagnetiche essa è funzione della intensità di campo e cioè col crescere dell'intensità di campo μ aumenta e raggiunge un valore massimo oltre il quale esso diminuisce e si avvicina al valore 1 e con ciò alla *saturazione*. A questo punto a un ulteriore aumento dell'intensità di campo corrisponde solo un aumento della densità di flusso come nell'aria.

Come vedremo in seguito è necessario in alcuni tipi di avvolgimento percorsi da corrente continua usati nella radio, per es. le bobine d'impedenza e i trasformatori a bassa frequenza, evitare la saturazione del nucleo e ciò viene praticamente ottenuto aumentando il percorso delle linee di forza nel nucleo chiuso ciò che equivale ad usare nuclei di dimensioni relativamente grandi, oppure inserendo nel percorso delle linee di forza degli spazi d'aria (intraferro).

Il ferro e il nichel hanno una permeabilità più elevata dell'aria: il primo per la sua elevata permeabilità e il suo prezzo conveniente viene largamente usato nei circuiti magnetici di dispositivi elettrici.

La permeabilità delle sostanze ferromagnetiche dipende anche dal trattamento subito per la loro fabbricazione. Il ferro dolce ha una alta permeabilità. Le sue molecole si dispongono facilmente nella stessa

direzione come in un magnete quando una corrente scorre intorno ad esso. Quando il circuito viene interrotto e la corrente non scorre le molecole assumono nuovamente la loro primitiva posizione e l'effetto magnetico non rimane o quasi .Quando una sbarra di acciaio temperato viene sottoposta nello stesso modo alla stessa f. m. m. si ha un effetto magnetico minore. Però quando la corrente cessa le molecole tendono a mantenere la loro posizione direzionale e noi abbiamo perciò un magnete permanente. Gli aghi delle bussole sono fatti in questo modo.

I magneti permanenti perdono il loro magnetismo solo quando vengono sottoposti a una f. m. m. inversa, quando vengono fortemente scaldati o martellati violentemente. La direzione del campo magnetico può essere trovata mediante la cosidetta regola della mano destra. Si afferri il filo colla mano destra in modo che il pollice guardi nella direzione verso cui la corrente scorre (dal più al meno). Le altre dita guarderanno nella direzione del campo magnetico.

Isteresi magnetica.

L'intensità di flusso nelle sostanze ferromagnetiche non dipende solo dalla intensità di campo nel momento considerato, ma anche dai valori precedenti dell'intensità di campo. Così l'intensità di flusso è maggiore o minore a seconda che un dato valore dell'intensità di campo è raggiunto con una diminuzione o un aumento rispetto al valore precedente. Questo fenomeno è noto come *isteresi magnetica*.

Quando una sostanza ferromagnetica viene sottoposta ad una intensità di campo la cui direzione cambia, il fenomeno di isteresi produce una perdita e un ritardo della magnetizzazione, ossia del flusso rispetto alla corrente che lo produce.

Quanto maggiore è la frequenza tanto minore è la densità di flusso consentibile giacchè il ferro non può più seguire le rapide variazioni di flusso ed è quindi inservibile alle frequenze più elevate. Ciò spiega perchè gli avvolgimenti ad alta frequenza non hanno nucleo di ferro.

Corrente alternata.

Nelle considerazioni fatte finora abbiamo considerato la corrente come un passaggio di elettroni in una direzione. Questa specie di corrente chiamasi *corrente continua* (abbreviato c. c.).

Nella *corrente alternata* (abbreviato c. a.) oggi largamente usata si ha invece un cambiamento periodico della direzione. Il

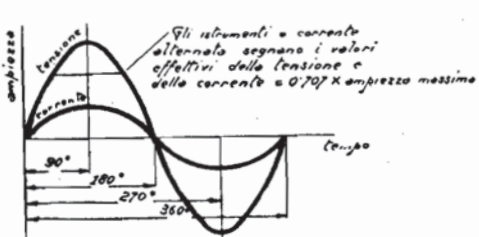


Fig. 24. - Corrente alternata.

numero di volte al secondo nel quale la corrente riprende la stessa direzione chiamasi *numero di cicli o periodi al secondo* o *frequenza*. Un ciclo completo ha due direzioni di corrente.

Tutte le correnti con cui abbiamo a che fare nella radio sono correnti alternate ad alta frequenza (radiofrequenza) dette anche *correnti oscillanti ad alta frequenza*. Mentre la corrente per uso industriale ha una frequenza di circa 50 periodi, le correnti usate nelle radiocomunicazioni hanno frequenze da circa diecimila a trenta milioni di cicli al secondo. A *bassa frequenza* chiamansi tutte le oscillazioni inferiori al limite della udibilità 20.000 cicli/sec. Tutte le oscillazioni al disopra di tale limite diconsi ad *alto frequenza*.

Effetto pellicolare.

La resistenza al passaggio di una corrente continua in un conduttore in forma di un filo diritto è data dalla formula

$$R = \frac{\rho \cdot l}{a}$$

dove R è la resistenza in ohm,
ρ è la resistenza specifica del materiale del conduttore,
l la lunghezza del conduttore in m.
a l'area della sezione del conduttore in mmq.

Questa formula pressupone che tutte le parti della sezione di un conduttore portino la stessa proporzione di corrente, ossia che la densità di corrente sia uniforme su tutta la sezione, ma in realtà ciò si verifica solo per le correnti continue o alternate a bassissima frequenza. Se il conduttore ha una sezione molto grande o se la frequenza della corrente che lo attraversa è elevata la densità di corrente è molto maggiore alla superficie del conduttore e per frequenze elevatissime come le radiofrequenze è solo la « pelle » sulla superficie del conduttore che porta tutta la corrente, cosicchè se invece d'un conduttore pieno si usasse un sottile tubo la resistenza rimarrebbe inalterata. Questo spiega perchè nelle induttanze per trasmissione si usa come conduttore tubo di rame mentre nelle induttanze per ricezione si usa filo di grosso diametro o treccia ossia un gran numero di fili appunto per avere una sezione « superficiale » maggiore.

Da quanto sopra risulta anche che un conduttore presenta una resistenza maggiore per una corrente alternata che per una corrente continua. Ciò è provato anche da tabella I in cui sono indicati alcuni valori del fattore m (rapporto tra la resistenza di un conduttore per corrente alternata a quella per corrente continua) per alcuni valori del prodotto raggio del conduttore in mm. per la radice della frequenza (per conduttori pieni di rame).

TABELLA I.

raggio × $\sqrt{\text{frequenza}}$	fattore m
0	1
50	1,05
100	1,1
150	1,4
200	1,75
250	2,2
300	2,55
350	2,9
400	3,3
450	3,7
500	4,1

INDUZIONE.

Abbiamo già visto che quando una corrente passa attraverso una bobina essa produce un campo magnetico intorno alla bobina. L'intensità di questo campo varia come varia la corrente. Inversamente se un campo d'intensità variabile abbraccia una bobina, in questa viene indotta una forza elettromotrice. Se un magnete permanente viene introdotto ed estratto in e da una bobina, in questa viene indotta una f. e. m. La velocità con la quale tale operazione avviene, determina il valore della tensione indotta.

Questo principio viene largamente usato nei generatori di corrente continua e di corrente alternata, nei trasformatori, nei motori elettrici e altro macchinario elettrico rotante. Nei generatori e nei motori vi sono dei magneti (poli di campo) i quali creano un campo magnetico che viene tagliato da conduttori (avvolgimenti dell'indotto). Il movimento relativo dei poli di campo e dell'indotto determina la velocità con la quale il flusso viene tagliato e la tensione che viene indotta.

Nei trasformatori vi sono due avvolgimenti, primario e secondario e le parti sono stazionarie ma il flusso prodotto dalla corrente primaria varia di valore e di direzione. Il valore della tensione indotta dipende dal valore massimo del flusso, dalla frequenza della corrente e dal numero di spire degli avvolgimenti.

SELFINDUZIONE.

Quando un conduttore viene influenzato da una variazione del proprio campo magnetico, una forza elettromotrice viene indotta in esso. Ciò avviene però soltanto quando il campo varia e perciò quando la corrente che scorre nel conduttore aumenta o diminuisce. Secondo la legge di Lenz la forza elettromotrice indotta ha sempre una direzione tale da contrastare l'azione che la produce per cui il suo effetto è quello di contrastare sempre un cambiamento di direzione o di intensità della corrente. Quando invece la

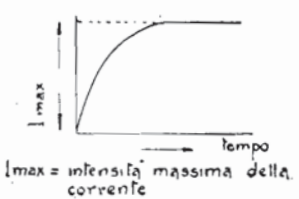


Fig. 25. - La selfinduzione contrasta il passaggio iniziale di una corrente continua.

corrente è costante la f. e. m. indotta scompare. Per questa ragione si dice anche che la selfinduzione è una specie di inerzia elettrica.

Nei circuiti di corrente continua gli effetti induttivi intervengono ad apertura e chiusura del circuito o quando ne viene variata la resistenza, ossia quando varia la corrente che scorre nel circuito.

Nei circuiti di corrente alternata nei quali la corrente cambia continuamente di intensità e di direzione gli effetti induttivi sono sempre presenti e sono tanto più marcati quanto più elevata è la frequenza.

La selfinduzione di un conduttore dipende dal modo in cui esso

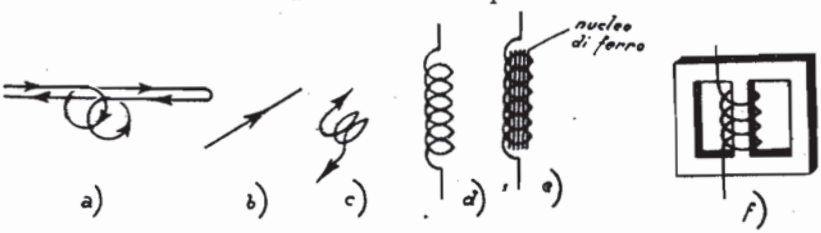


Fig. 26 - Varie forme d'induttanza.

è disposto o avvolto. Nella fig. 26 vediamo in *a*) un filo avvolto in modo antinduttivo, in modo cioè che i campi magnetici delle due spire si annullano reciprocamente. In *b*) è un pezzo diritto di filo in cui naturalmente la self-induzione è piccolissima. In *c*) e *d*) la selfinduzione è maggiore ed è grandissima in *e*) in cui il nucleo è di ferro e massima in *f*) in cui il nucleo di ferro è chiuso. La selfinduzione di un avvolgimento aumenta col numero delle sue spire, col diametro dell'avvolgimento e con la permeabilità del materiale magnetico del nucleo.

Induttanza.

Ogni bobina ha quindi un coefficiente di selfinduzione detta *selfinduttanza* o anche brevemente *induttanza*. L'unità dell'induttanza è l'*henry* (simbolo *H*). Una bobina ha l'induttanza 1 henry se una variazione di corrente di 1 ampère al secondo produce una f. e. m. indotta di 1 volt.

1 millihenry (simbolo mH) = 10^{-3} ossia 1 millesimo di henry.
1 microhenry (simbolo μH) = 10^{-6} ossia 1 milionesimo di henry.

Esempi pratici di induttanza:

bobina per onde da 30 a 50 metri: 7 microhenry
bobina per onde da 200 a 600 metri: 200 microhenry
bobina per onde da 1000 a 2000 metri: 2300 microhenry
impedenze a nucleo di ferro: 1 a 100 henry.

***

Se i poli di un alternatore sono collegati ai capi di una induttanza con resistenza ohmica trascurabile, l'induttanza è percorsa da una corrente alternata. Il campo magnetico prodotto dalla corrente corri-

sponde nelle sue variazioni perfettamente alla corrente in modo che ambedue raggiungono i loro massimi ed il valore zero contemporaneamente. Si dice che la corrente ed il campo magnetico prodotto da quest'ultima sono in fase. La forza elettromotrice indotta nella bobina dalla variazione del campo magnetico è in ogni momento proporzionale alla velocità con la quale varia il campo magnetico.

Fig. 27. - Alternatore collegato ai capi d'una induttanza.

Questa velocità è zero nel momento in cui la corrente ha raggiunto il suo valore massimo e diventa massima nel momento in cui la corrente passa il valore zero. Sappiamo già che per una corrente crescente la forza elettromotrice indotta ha la direzione opposta alla corrente perchè tende a contrastarla e viceversa che per una corrente che diminuisce la forza elettromotrice indotta ha la direzione della corrente perchè tende a mantenere il suo passaggio. La tensione dell'alternatore deve vincere in ogni momento la forza elettromotrice indotta e ha dunque la direzione opposta a quest'ultima.

L'andamento della tensione e della corrente in funzione del tempo è rappresentato nella fig. 28. Si vede che la corrente è in ritardo di un quarto di periodo rispetto alla tensione.

Finora abbiamo considerato che la resistenza ohmica sia trascurabile. In questo caso la corrente percorre la bobina senza consumo di energia. Questo è però un caso ideale perchè in realtà ogni induttanza rappresenta anche una resistenza ohmica. L'effetto della resistenza ohmica consiste in una diminuzione del ritardo della corrente rispetto alla tensione: diminuzione alla quale corrisponde un consumo di energia nella resistenza ohmica.

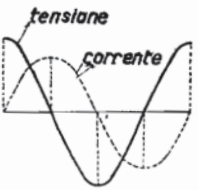


Fig. 28. - Tensione e corrente in un circuito di c.a. con sola induttanza.

La resistenza che una induttanza offre al passaggio delle correnti oscillanti è tanto maggiore quanto più elevata è la frequenza della corrente.

Sappiamo che un conduttore offre una data resistenza al passaggio di una corrente. Questa resistenza secondo la legge di Ohm si esprime:

$$\text{Resistenza} = \frac{\text{Tensione}}{\text{Intensità}} \text{ ossia } R = \frac{V}{I}$$

R in ohm
V in volt
I in ampère.

Questo vale tanto per le correnti continue come per le correnti alternate e oscillanti nel caso di un conduttore senza induttanza o quasi come per esempio un filo diritto.

In una bobina, invece, la resistenza effettiva, mentre rimane uguale

per le correnti continue, subisce un aumento per le correnti alternate e oscillanti dovute al sommarsi dell'effetto induttivo della bobina alla resistenza ohmica.

Questa resistenza totale, che, come vediamo, è dovuta in parte alla resistenza ohmica e in parte alla resistenza induttiva, si chiama *impedenza* (Z).

La resistenza induttiva detta *reattanza induttiva* (ρ_L) è data dalla formula:

$$\rho_L = 2\pi f L$$

ρ_L reattanza induttiva in ohm
f frequenza
L induttanza in H

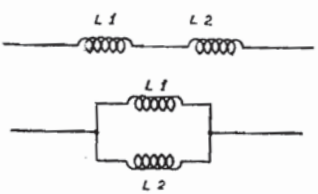
$$Z = \sqrt{R^2 + \rho_L^2}$$

Z impedenza in ohm
R resistenza in ohm
ρ_L reattanza induttiva in ohm

Vediamo dunque che l'impedenza che una bobina presenta per una corrente alternata è maggiore per le frequenze più elevate. Praticamente mentre una bobina a nucleo d'aria offre una elevatissima impedenza a una corrente a radiofrequenza, essa offre solo una piccola impedenza a una corrente di frequenza musicale. Le impedenze ad alta frequenza sono quindi a nucleo d'aria, mentre quelle a bassa frequenza hanno un nucleo di ferro giacchè la permeabilità del ferro è molto maggiore di quella dell'aria per queste frequenze.

Induttanze in serie e in parallelo.

Se noi colleghiamo due o più induttanze in serie l'induttanza del circuito è uguale alla somma delle singole induttanze. Se due o più induttanze sono collegate in parallelo, il reciproco dell'induttanza del



$$L = L_1 + L_2$$

$$\frac{1}{L} = \frac{1}{L_1} + \frac{1}{L_2}$$

$$L = \frac{L_1 \cdot L_2}{L_1 + L_2}$$

Fig. 29. - Induttanze in serie e in parallelo.

circuito è uguale alla somma dei reciproci delle induttanze. In entrambi i casi è premesso che il campo di una bobina non abbracci le altre bobine, cioè che le bobine non si influenzino reciprocamente in modo induttivo.

Mutua induzione.

Se due circuiti sono collocati in modo che il flusso dovuto alla corrente che scorre nella induttanza del primo circuito abbraccia l'indut-

tanza del secondo circuito si dice che tra essi vi è mutua induzione. Ogni variazione di corrente nel primo circuito produrrà una variazione di flusso e perciò una f. e. m. nel secondo circuito. Due circuiti tra i quali vi è mutua induzione si dicono *accoppiati induttivamente.*

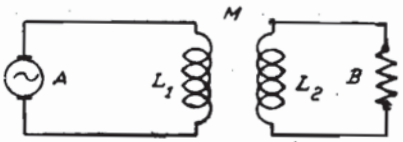


Fig. 30. - Accoppiamento induttivo di due circuiti.

Quanto più strettamente accoppiate sono le due bobine e quanto più favorevole è il percorso del flusso ossia la permeabilità dello spazio tra gli avvolgimenti, tanto maggiore sarà la f. e. m. indotta in un circuito per ogni cambiamento di corrente nell'altro circuito.

L'unità della mutua induzione è pure l'*henry.*

Due circuiti hanno una mutua induttanza (simbolo *M*) di 1 henry quando una variazione di corrente in un circuito nella misura di un ampère per secondo produce nell'altro una f. e. m. di un volt.

In ragione della loro mutua induzione si dice che due circuiti sono accoppiati insieme in modo lasco o stretto. In fig. 31 vediamo diversi tipi di accoppiamento dal più lasco al più stretto.

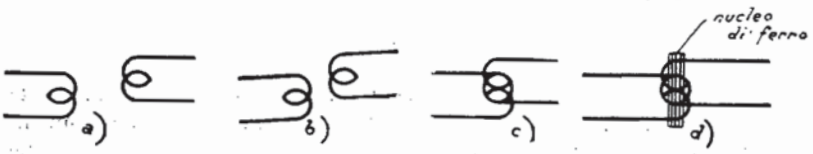


Fig. 31. - Diversi tipi di accoppiamento induttivo.
a) *b*) *c*) ad aria; *d*) a nucleo di ferro.

La f. e. m. indotta mediante mutua induzione fra due circuiti aumenta coll'aumentare della frequenza. Quindi mentre per l'alta frequenza (radiofrequenza) basta un leggero accoppiamento ad aria, per le basse frequenze occorrono invece accoppiamenti mediante nuclei di ferro.

Capacità.

Supponiamo di collegare due placche metalliche isolate *A* e *B* di uguale potenziale rispettivamente al polo positivo e negativo di una batteria attraverso un interruttore *I* come si vede nella fig. 32. Le due placche *A* e *B* sono vicine ma perfettamente isolate dallo strato d'aria che si trova tra di esse. Chiudendo l'interruttore *I* vedremo che il voltmetro o misuratore di tensione segna esattamente la tensione della batteria. La tensione tra le due placche si mantiene anche quando si stacca la batteria aprendo l'interruttore *I*. Siccome le placche *A* e *B* erano allo

stesso potenziale prima di chiudere l'interruttore, la chiusura di questo deve essere stato seguito da un passaggio di elettroni da *A* a *B*. Questo trasferimento di elettroni che serve a creare tra le placche *A* e *B* la stessa differenza di potenziale esistente tra i morsetti della batteria costituisce la cosidetta *corrente di carica* che viene segnata da una rapida deviazione del galvanometro *G*.

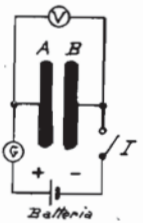


Fig. 32.

Supponiamo ora di sostituire le placche *A* e *B* con altre di dimensione maggiore. Si noterà che nella carica il galvanometro *G* segnerà una deviazione maggiore. Se diminuiamo la distanza tra *A* e *B* e effettuiamo da capo la carica il galvanometro *G* segnerà una deviazione ancora maggiore.

Se senza toccare le due placche introduciamo a carica avvenuta nello spazio intermedio una lastra isolante per es. di ebanite vedremo la tensione scendere donde la possibilità di una ulteriore carica. Se ritiriamo nuovamente il pezzo di ebanite constatiamo subito che si ristabilisce la tensione di prima. Vediamo quindi che lo spazio interposto partecipa in modo essenziale al fenomeno. Ciò è dovuto al fatto che in esso la carica produce un *campo elettrico*. Due corpi conduttori fra i quali regna o si può stabilire un campo elettrico costituiscono un *condensatore*.

Vediamo dunque che variando le dimensioni delle placche, la loro distanza e la sostanza dell'isolante varia anche la capacità del condensatore a immagazzinare elettricità.

Un condensatore consiste praticamente di due o più placche conduttrici separate da un isolante come aria, mica, vetro, che si chiama *dielettrico*.

Negli atomi del dielettrico gli elettroni vengono forzati verso la placca positiva, ma, causa la loro natura, gli atomi non lasciano sfuggire i propri elettroni. Avvicinando le placche aumenta la densità di campo attraverso il dielettrico e coll'aumentare del potenziale si può giungere

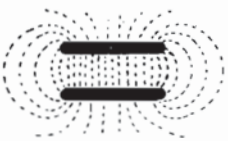


Fig. 33. - Linee di forza elettrica di un condensatore piano.

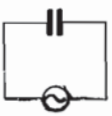


Fig. 34. - Alternatore collegato ai capi di un condensatore.

ad un limite in cui il dielettrico cede e lascia scoccare una scintilla costituita da un impulso unidirezionale di corrente.

Quando le placche di un condensatore vengono collegate a una sorgente di corrente continua, per es. una batteria, avremo per un istante una forte corrente di carica che scende subito a zero. Si dice in tal caso

che il condensatore è carico e se il dielettrico è buono esso manterrà la carica per qualche tempo. Se ora il condensatore viene staccato dalla sorgente di corrente e si collegano insieme ossia se si mettono in corto circuito le sue placche attraverso un conduttore, il condensatore si scarica attraverso esso. Grandi condensatori caricati a parecchie centinaia di volt producono una notevole scintilla e possono dare una tremenda scossa a chi ne tocchi imprudentemente le placche.

Collegando le placche di un condensatore coi poli di un alternatore ovverosia con una tensione oscillante avremo una continua oscillazione fra corrente di carica in un senso e corrente di scarica nel senso opposto, avremo cioè una corrente alternata o oscillante.

Nel momento in cui la tensione fra le due placche del condensatore e con ciò la sua carica ha raggiunto il massimo la corrente di carica è zero. Appena la tensione comincia a diminuire, il condensatore si scarica con una corrente che ha la direzione opposta alla tensione e che raggiunge il massimo nel momento in cui la tensione è zero e capovolge la sua direzione. La corrente comincia adesso a caricare il condensatore nel senso opposto e diventa zero quando la carica è finita cioè quando la tensione ha raggiunto il valore massimo nel senso opposto. L'andamento della tensione e della corrente in funzione del tempo è rappresentato nella fig. 35, nella quale si vede che la tensione è in ritardo di un quarto di periodo rispetto alla corrente.

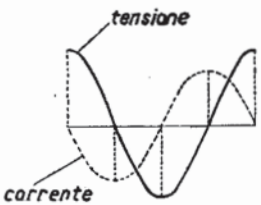


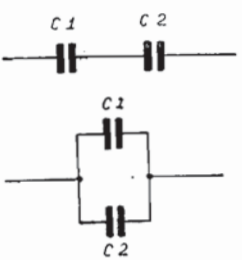
Fig. 35. - Tensione e corrente in un circuito di c. a. con sola capacità.

Mentre il condensatore funziona come isolante per la corrente continua, cioè ne impedisce il passaggio, esso agisce viceversa come conduttore per una corrente alternata o oscillante offrendo una resistenza tanto più piccola quanto più grande è la capacità del condensatore e quanto più alta è la frequenza della corrente.

La resistenza che offre un condensatore ad una corrente alternata di frequenza f si chiama *reattanza capacitiva* ed è data dalla formula:

$$\rho_c = \frac{1}{2\pi f C}$$

ρ_c reattanza cap. in ohm
f frequenza
C capacità in farad



$$\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}$$

$$C = \frac{C_1 + C_2}{C_1 \cdot C_2}$$

$$C = C_1 + C_2$$

Fig. 36. - Capacità in serie e in parallelo.

Se noi colleghiamo due condensatori in parallelo la capacità risultante è uguale alla somma delle capacità dei due condensatori.

Se noi colleghiamo due condensatori in serie, la capacità risultante è minore. In questo caso il reciproco della capacità risultante è uguale alla somma dei reciproci delle due capacità in serie.

La unità di capacità è 1 *farad* (simbolo F).

1 millifarad (simbolo mF) $= 10^{-3}$ ossia un millesimo di farad;

1 microfarad (simbolo μF) $= 10^{-6}$ ossia 1 milionesimo di farad.

Un condensatore ha la capacità di un farad se richiede 1 coulomb (1 ampère-secondo) per aumentare il suo potenziale di 1 volt. Praticamente nella radiotecnica si usa il microfarad (μF) pari a 1/1.000.000 di farad.

Da questa definizione consegue la relazione $C = \frac{Q}{P}$ in cui C è la capacità, Q la carica del condensatore in ampère-secondi, e P il potenziale.

Induttanza capacità e resistenza distribuite.

Queste tre proprietà che abbiamo ora studiate si trovano sempre insieme nei radiocircuiti ove producono determinati effetti sulla distribuzione di tensione e di corrente. I condensatori non permettono il passaggio di corrente continua mentre agiscono come conduttori per le correnti di frequenza elevata. Le bobine di induttanza e di impedenza non permettono o contrastano il passaggio di correnti ad alta frequenza mentre lasciano passare le correnti continue.

In ogni specie di bobina, di condensatore e di circuito noi troviamo praticamente sempre tutte e tre le proprietà suddette. In realtà ogni bobina o trasformatore ha anche della resistenza e della capacità distribuite tra le sue spire, e un condensatore ha pure delle perdite per resistenza. Gli aerei hanno induttanza capacità e resistenza distribuite lungo tutta la loro lunghezza.

Legge di Ohm per la corrente alternata.

La corrente alternata si comporta in modo analogo alla corrente continua nei circuiti che contengono soltanto resistenza. Però essa si comporta differentemente nei circuiti con capacità e induttanza come già abbiamo precedentemente visto e come la fig. 37 riassume graficamente. Essa mostra l'andamento della tensione e della corrente in funzione del tempo in un circuito di corrente alternata contenente resistenza (R), induttanza (L) e capacità (C).

In un circuito di corrente continua contenente per es. induttanza la corrente sale a un valore massimo assumendo un valore costante dopo pochi momenti. In un circuito di corrente alternata la tensione

varia tra un massimo positivo e uno negativo e i valori istantanei di corrente e tensione cambiano continuamente.

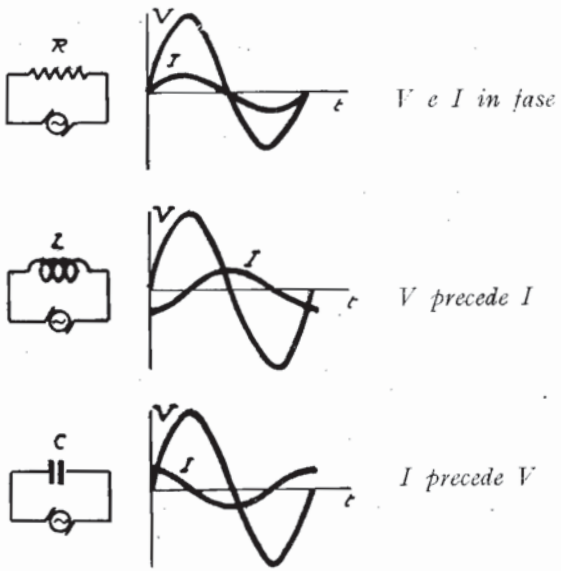


Fig. 37. - Ampiezza della corrente e della tensione in funzione del tempo.

La legge di Ohm per correnti alternate suona così:

$$V = I\,Z \qquad I = \frac{V}{Z} \qquad Z = \frac{V}{I}$$

dove V è la tensione in volt
I è la corrente in ampère
Z l'impedenza in ohm.

In un circuito di corrente alternata, la corrente è determinata dalla tensione dell'alternatore V e dalla impedenza Z ossia dalla resistenza R e dalla reattanza ρ dei diversi componenti del circuito.

L'impedenza Z che determina la relazione esistente fra tensione e corrente è la risultante di tre componenti: la resistenza ohmica R, la reattanza induttiva ρ_L e la reattanza capacitiva ρ_C. In pratica conviene ricorrere ad una rappresentazione grafica di queste tre componenti visibile in fig. 38. La lunghezza delle linee rappresenta il valore numerico delle componenti, mentre gli angoli fra le linee rappresentano l'anticipo rispettivamente il ritardo della corrente rispetto alla tensione provocata dalle singole componenti. Le ordinate superiori raffigurano reattanze induttive ρ_L mentre le ordinate inferiori raffigurano reattanze capacitive ρ_C. La resistenza ohmica R viene portata

sull'ascissa positiva. Ogni angolo percorso nel senso opposto al movimento degli indici dell'orologio rappresenta un anticipo del segmento finale rispetto a quello iniziale dell'angolo. Le suddette tre componenti R ρ_L e ρ_C possono essere combinate insieme in diversi modi per dare come risultante il valore dell'impedenza a seconda del modo nel quale vengono collegate resistenza, induttanza e capacità nel circuito.

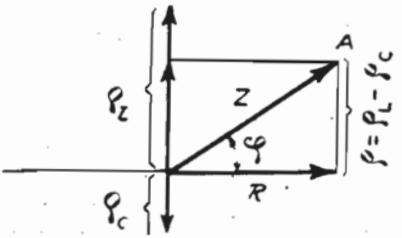


Fig. 38. - Diagramma vettoriale per un circuito in cui resistenza, induttanza e capacità sono collegate in serie.

Abbiamo visto in precedenza che in un circuito nel quale resistenza, induttanza e capacità sono collegate in serie.

$$Z = \sqrt{R^2 + \rho^2}$$

dove Z è l'impedenza in ohm
R la resistenza ohmica in ohm
ρ la reattanza in ohm

Ma dal diagramma di fig. 38 risulta che

$$\rho = \rho_L - \rho_C$$

dove ρ_L è la reattanza induttiva in ohm
ρ_C la reattanza capacitiva in ohm.

Quindi:

$$Z = \sqrt{R^2 + (\rho_L - \rho_C)^2}$$

D'altra parte abbiamo già visto che

$$\rho_L = 2\pi f L$$

$$\rho_C = \frac{1}{2\pi f C}$$

dove f è la frequenza
L l'induttanza in henry
C la capacità in farad.

Tensione e corrente alternata variano continuamente da istante a istante per tutto l'intero ciclo di 360° come si vede a fig. 24. Converrà quindi servirsi anche qui di un diagramma vettoriale per rappresentare in un dato istante le dimensioni delle varie grandezze e le relazioni angolari.

Per meglio comprendere le relazioni tra le cadute di tensione provocate in un circuito di corrente alternata dalla capacità, induttanza e resistenza inserite studieremo qui due casi particolari. Il primo in cui capacità induttanza e resistenza sono in serie, il secondo in cui capacità induttanza e resistenza sono in parallelo.

In un circuito *in serie* la corrente è la medesima in ogni tratto del

circuito. In un circuito in *derivazione* la tensione della sorgente elettrica è comune a tutte le diramazioni del circuito. Nel primo caso ci serviremo di un diagramma vettoriale per la corrente, nel secondo per la tensione.

Lo schema di fig. 39 mostra un circuito contenente resistenza, induttanza e capacità in serie. Il vettore I nel diagramma vettoriale rappresenta la corrente che scorre in tale circuito. Attraverso ogni parte del circuito vi è una caduta di tensione esattamente come nel caso di un circuito di corrente continua. La somma geometrica di tutte le cadute di tensione nel circuito è uguale alla tensione della sorgente. In un circuito di corrente alternata alcune di queste cadute di tensione sono positive, altre negative. La tensione $V_R = RI$ fa scorrere la corrente attraverso la resistenza del circuito: essa è *in fase* con la corrente. La tensione $V_L = I . \rho_L$ è quella che fa scorrere la corrente attraverso le spire della induttanza. Tale tensione è in anticipo rispetto al vettore di corrente

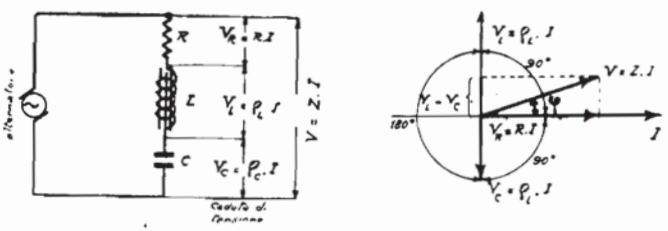


Fig. 39. - Circuito con resistenza, induttanza e capacità in serie (a destra: diagramma vettoriale delle tensioni).

come già abbiamo visto e quando la bobina ha solo induttanza l'angolo è 90°. La tensione $V_C = I . \rho_C$ è quella che fa scorrere la corrente attraverso le placche del condensatore ed è in ritardo rispetto al vettore di corrente come abbiamo visto e quando il condensatore ha solo capacità l'angolo è 90°. E' ovvio che nel circuito le tensioni attraverso la bobina e il condensatore sono sfasate di 180°.

La differenza delle tensioni V_L e V_C combinata secondo il teorema di Pitagora con la tensione V_R dà la tensione V applicata ai capi dell'intero circuito.

Quando invece le due tensioni V_L e V_C sono di uguale ampiezza e esattamente opposte di fase si ottiene la condizione nota come *risonanza elettrica*. In questo caso

$$\rho_L = \rho_C$$

$$2 \pi f L = \frac{1}{2 \pi f C}$$

$$f \text{ (frequenza di risonanza)} = \frac{1}{2 \pi \sqrt{LC}}$$

D'altra parte $Z = R$.

Ossia la reattanza induttiva e la reattanza capacitiva si eliminano a vicenda e quindi la corrente che passa nel circuito dipende solo dalla resistenza ohmica ed è naturalmente maggiore per la frequenza di risonanza che per tutte le altre frequenze.

Quindi in tal caso come già abbiamo visto la corrente nel circuito è in fase con la tensione. Si parla in tal caso di *risonanza in serie* o di *risonanza di tensione.*

Le tensioni attraverso il condensatore e la bobina possono salire a valori molto più elevati che quelli della sorgente elettrica e in tal caso essi possono rappresentare un pericolo per gli apparecchi.

Nel secondo schema (fig. 40) abbiamo un circuito con resistenza, induttanza e capacità in derivazione. La tensione applicata a ciascuno di questi componenti è uguale. La corrente attraverso i diversi componenti viene determinata dalla tensione applicata e dalla resistenza o reattanza del percorso corrispondente. Nel percorso attraverso il condensatore la corrente sarà in anticipo rispetto alla tensione; nel percorso attraverso

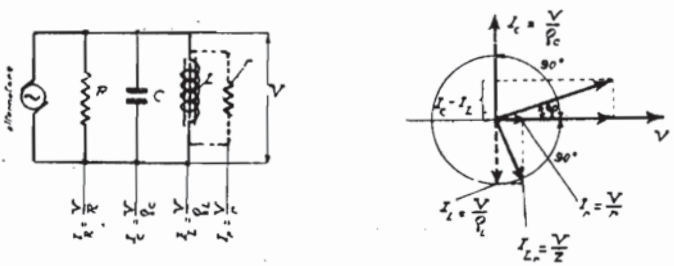


Fig. 40. - Circuito con resistenza, induttanza e capacità in parallelo (a destra il diagrammá vettoriale delle correnti).

la bobina la corrente sarà in ritardo rispetto alla tensione e nella resistenza la corrente sarà in fase con la tensione. La differenza delle correnti I_C e I_L combinata secondo il teorema di Pitagora con la corrente $I_R + I_r$ (r è la resistenza ohmica dell'impedenza che per chiarezza viene raffigurata in derivazione con L) dà la corrente totale fornita dall'alternatore. Se avviene che la corrente nella bobina e quella nel condensatore sono dello stesso valore, la corrente che passa attraverso la resistenza sarà la stessa fornita dall'alternatore. Una corrente molto più grande scorre ora nei collegamenti tra la bobina e il condensatore. Questo stato di cose chiamasi *risonanza in derivazione* o *risonanza di corrente.*

Come nel caso precedente, la frequenza dell'alternatore è in sintonia con quella del circuito oscillante.

$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

Mentre per tutte le altre frequenze il circuito oscillante lascia

passare la differenza fra le due correnti attraverso L e C, per la frequenza di risonanza la resistenza del circuito oscillante diventa infinita. Questo però nel caso che l'induttanza non abbia resistenza ohmica. Quanto più aumenta la resistenza ohmica nel circuito oscillante, tanto più diminuisce la sua resistenza di risonanza. Per quest'ultima la teoria delle correnti alternate ci dà il valore:

$$R_r = \frac{L}{C \cdot R}$$

Tanto nel caso di risonanza in serie come di risonanza in derivazione la frequenza del circuito è uguale alla frequenza dell'alternatore.

Conoscendo i valori: induttanza, capacità e frequenza possiamo sempre ricavare la reattanza e trovare la corrente che scorre attraverso una bobina o un condensatore quando venga applicata una certa tensione. Se si ha da fare contemporaneamente con resistenza, induttanza e capacità esse debbono essere considerate tutte nella giusta relazione.

Fattore di potenza.

Per la corrente continua abbiamo visto che la potenza è uguale al prodotto di tensione e corrente ($P = V.I$). In un circuito di corrente alternata la potenza istantanea è uguale al prodotto della tensione e della corrente in quel dato istante *in fase* colla tensione.

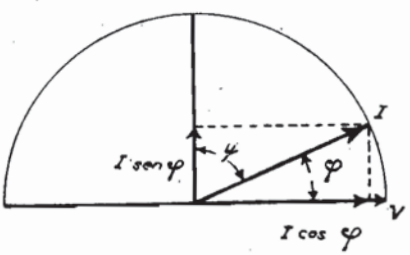


Fig. 41. - Diagramma vettoriale.

Quindi come da fig. 41

$$P = V \cdot I \ (\cos \varphi)$$

φ è l'angolo tra corrente e tensione ed è chiamato lo spostamento angolare della fase. Il coseno di questo angolo è il cosidetto *fattore di potenza*. Nel diagramma di fig. 41 la corrente $O\ I$ è in anticipo rispetto alla tensione (OV) dell'angolo φ. Il coseno ossia la componente di corrente in fase con la tensione è $O\ I'$. Il seno ossia la componente di corrente fuori fase è I sen φ.

Il fattore di potenza è il rapporto della potenza reale dissipata in un circuito (watt) al prodotto volt $\times$ ampère. Quest'ultimo si chiama anche *potenza apparente*.

Differenza di fase di un condensatore.

In un buon condensatore l'angolo tra tensione e corrente è circa 90°. Il fattore di potenza di un tale condensatore è circa zero ($\cos \varphi = 0$).

Se invece l'angolo tra corrente e tensione è φ abbiamo

$$\psi = 90^\circ - \varphi$$

In tal caso dicesi che ψ è l'angolo di differenza di fase. Tale angolo esprime la quantità di cui il condensatore in questione differisce da un condensatore ideale.

La perdita di potenza in un condensatore si esprime così:

$$W = V . I . \cos \varphi = V . I \operatorname{sen} \psi = V . I . \psi = 2 \pi f C V^2 \psi$$

Quanto migliore è il dielettrico di un condensatore tanto minore è l'angolo ψ. Un condensatore che abbia delle perdite può essere rappresentato da una capacità ideale in serie con una resistenza R. Il fattore di potenza risulta allora come il rapporto di questa resistenza alla reattanza del condensatore. Quindi

$$\text{fattore di potenza} = \frac{R}{\rho} = 2 \pi f C R.$$

Circuito oscillante elettrico.

Il circuito oscillante è composto di capacità e di induttanza. Supponiamo che le superfici metalliche di un condensatore caricato ad un certo potenziale vengano collegate coi terminali di una bobina di induttanza. La scarica del condensatore attraverso l'induttanza non consiste in un improvviso passaggio di corrente in una sola direzione, ma avviene mediante una serie di impulsi di corrente prima in un senso, poi nel contrario, che gradualmente si smorzano. Queste oscillazioni possono essere paragonate a quelle di una molla M che abbia una estremità fissata in un corpo fisso e all'altra estremità porti un peso P. Se noi muoviamo il peso P fuori della sua posizione di riposo — la verticale — e poi lasciamo scattare la molla, la elasticità di questa tende a riportarlo nella sua posizione di riposo, ma l'inerzia del peso fa sì che la molla oltrepassa il centro e prosegue sino a che la tensione della molla ha arrestato il movimento del peso. Questa scatta nuovamente indietro verso la posizione normale, ma è nuovamente trascinata dall'inerzia del peso oltre il centro e così via per un certo numero di oscillazioni nelle quali lo scarto massimo del peso dal centro diviene sempre minore sino ad essere zero. Lo scarto massimo diminuisce ad ogni oscillazione per l'attrito con l'aria e per altre ragioni. Il numero di oscillazioni al secondo si chiama *frequenza*.

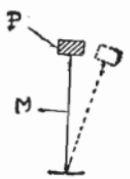


Fig. 42. - Esempio di un vibratore meccanico.

Nel caso del circuito oscillante la tensione iniziale corrisponde allo spostamento del peso dalla sua posizione normale. Nella scarica l'energia potenziale statica immagazzinata nel condensatore prende la forma di un impulso dinamico di corrente che corrisponde allo scatto della molla.

Il condensatore si scarica attraverso l'induttanza, la quale al primo impulso di corrente reagisce cercando di contrastare la corrente di scarica, come abbiamo dimostrato spiegando il fenomeno di induttanza.

Analogamente nell'esempio meccanico l'inerzia del peso offre una resistenza iniziale allo scatto della molla. Quando la corrente di scarica però ha raggiunto il suo massimo valore e tende a cessare perchè il condensatore è ormai scarico, l'induttanza tende a mantenere la corrente di scarica, cioè fa passare un eccesso di corrente che produrrà quindi una carica del condensatore opposta a quella iniziale.

Analogamente la molla, raggiunta la posizione iniziale nella quale la velocità del peso ha il valore massimo, perde la sua tensione ma è trascinata oltre dalla spinta inerte del peso e viene così ad acquistare una nuova tensione opposta a quella di prima. La nuova carica del condensatore, come la nuova carica della molla fa sì che si ripeta il fenomeno di prima in senso opposto e così via per un certo numero di volte sino a che le oscillazioni si smorzano del tutto. Come le oscillazioni nell'esempio meccanico si smorzano per l'attrito che questo moto produce nell'aria, così le oscillazioni elettriche si smorzano perchè il passaggio di corrente riscalda il filo dell'induttanza — cha ha una certa resistenza — e gradualmente l'energia elettrica si trasforma in energia calorica: le oscillazioni sono *smorzate*.

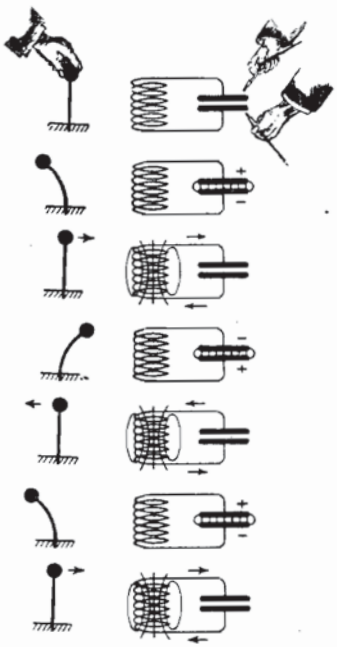


Fig. 43. - Analogia tra un vibratore meccanico e un oscillatore elettrico.

Questo circuito composto di un condensatore e di una induttanza ha dunque la proprietà di produrre oscillazioni di frequenza propria, se, per esempio, mediante la carica del condensatore gli viene fornita una certa quantità di energia.

Queste oscillazioni si chiamano *oscillazioni proprie o libere* del circuito e la loro frequenza dipende dai valori della capacità e della induttanza. Analogamente nell'esempio meccanico la frequenza delle oscillazioni dipende dalla forza direttiva della molla e dal valore del peso.

La frequenza delle oscillazioni di un pendolo meccanico è

$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{\frac{D}{M}}}$$

in cui M rappresenta la massa inerte (nella fig. 43 quella del peso) e D la forza direttiva ossia la forza che si sviluppa nella molla per una deviazione di 1 cm.: quindi D = forza/deviazione. Nelle oscillazioni elettriche in luogo della massa M subentra come misura dell'inerzia

l'induttanza L e in luogo di D subentra la tensione del condensatore dovuta alla quantità unitaria di elettricità ossia P/Q che come abbiamo visto è uguale a $1/C$. La forza direttiva D del pendolo meccanico va

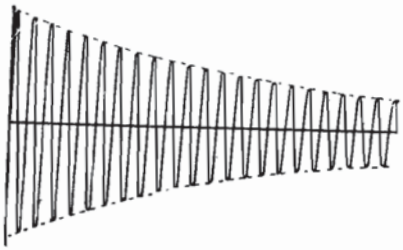


Fig. 44. - Oscillazioni in un circuito con piccolo smorzamento.

quindi sostituita col fattore $1/C$ del pendolo elettrico. Per la frequenza propria del circuito oscillante elettrico abbiamo quindi:

$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

f frequenza in cicli
L induttanza in henry
C capacità in farad

La lunghezza d'onda è data dalla formula:

$$\lambda = 1885\sqrt{LC}$$

λ lunghezza d'onda in metri
C capacità in μF
L induttanza in μH.

E' evidente che in un circuito oscillante il periodo delle oscillazioni è tanto più grande quanto più grandi sono i valori della capacità e della induttanza.

Lo *smorzamento* del circuito oscillante è dovuto essenzialmente alla perdita di energia elettrica nella resistenza ohmica del circuito stesso. Oltre alla resistenza ohmica del circuito vi possono essere diverse cause per una perdita di energia elettrica; per esempio: perdite dielettriche nell'isolante del condensatore o dell'induttanza, perdite dovute a correnti indotte nei corpi metallici vicini (correnti Foucault), perdite per assorbimento dovute a un altro circuito che per il fatto di essere in risonanza col primo assorbe energia da esso. Se le perdite fossero nulle non vi sarebbe smorzamento e quindi l'ampiezza delle oscillazioni sarebbe costante. Con l'aumentare delle perdite aumenta lo smorzamento, cioè diminuisce l'ampiezza in rapporto maggiore e conseguentemente il numero delle oscillazioni dal massimo valore di ampiezza a zero.

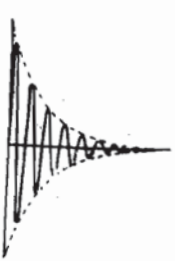


Fig. 45. - Oscillazioni in un circuito con grande smorzamento

Il *coefficiente di smorzamento* è dato dall'espressione $\frac{R}{2L}$ ed in un

radiocircuito comune esso è dell'ordine di 1000 a 10000 e aumenta col diminuire della lunghezza d'onda. Il prodotto

$$\text{coefficente di smorzamento} \times \text{durata di un ciclo} \left(t = \frac{1}{f} \right)$$

chiamasi *decremento del circuito* $\delta = \frac{R}{2 f L}$ Esso può essere definito come il rapporto dell'energia dissipata per ciclo all'energia trasferita durante l'unità di tempo.

Sintonia.

Nella radio il circuito oscillante è la base di tutti i circuiti di trasmissione e di ricezione.

Sintonizzare un trasmettitore o un ricevitore significa cambiare nei loro circuiti oscillanti i valori dell'induttanza o della capacità o di entrambe in modo da trasmettere o ricevere rispettivamente la frequenza o la lunghezza d'onda voluta. Generalmente nei trasmettitori si varia induttanza e capacità mentre nei ricevitori si varia più sovente la sola capacità.

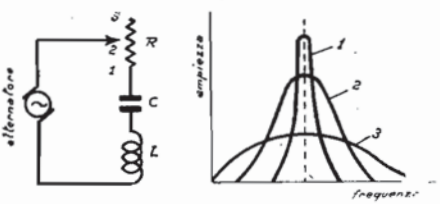


Fig. 46. - Come la resistenza varia l'acutezza di sintonia in un circuito.

L'*acutezza di sintonia* e *l'ampiezza* delle oscillazioni elettriche sono massime quando la resistenza e le altre perdite elettriche di un circuito oscillante sono un minimo.

La fig. 46 mostra un circuito sintonizzato che ha una resistenza variabile come pure una certa quantità di induttanza e di capacità. Il generatore ad alta frequenza dà una tensione costante al circuito Le correnti che scorrono variano in ampiezza a seconda della quantità di resistenza inserita nel circuito.

Le correnti di ricezione sono un massimo quando i circuiti oscillanti di un ricevitore hanno piccole perdite elettriche e specialmente una bassa resistenza.

Accoppiamento.

Generalmente i trasmettitori e i ricevitori si compongono di uno o più circuiti oscillanti accoppiati tra di loro, ossia disposti in modo che l'energia oscillante si trasmette dall'uno all'altro.

L'accoppiamento tra due circuiti può avvenire per mezzo di capacità, induttanza e resistenza e si dice a seconda dei casi capacitivo, induttivo e per resistenza.

La caduta di tensione attraverso la capacità, l'induttanza o la resistenza in comune causata dal passaggio di corrente in L_1 C_1 causa un

passaggio di corrente nel circuito L_2 C_2 come si vede a fig. 47. La corrente nel circuito L_1 C_1 e il valore del mezzo di accoppiamento (C L o R) determinano la corrente nel circuito L_2 C_2. In questo caso l'accoppiamento dicesi *diretto*.

L'accoppiamento può anche avvenire in modo *indiretto*; attraverso una capacità dicesi capacitivo; attraverso una induttanza accoppiamento induttivo.

Quest'ultimo viene molto usato tanto nella trasmissione come nella ricezione e in esso il grado di accoppiamento può essere variato cambiando il numero di spire attive o cambiando la posizione relativa delle bobine ossia la distanza o l'angolo tra di esse.

Il valore dei condensatori e delle bobine usate per l'accoppiamento e il valore delle correnti ad alta frequenza che causano una caduta di

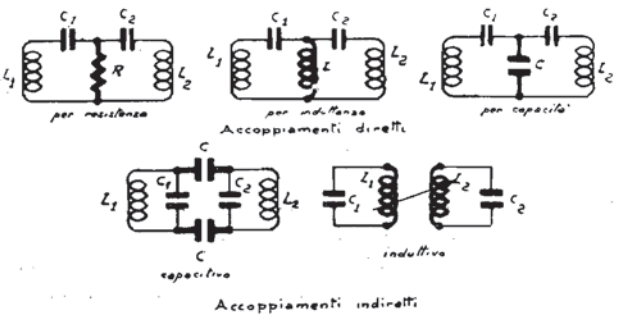


Fig. 47. - Tipi di accoppiamento tra due circuiti.

tensione attraverso il circuito primario, determinano la quantità di potenza trasferita da un circuito all'altro.

Un accoppiamento può essere *stretto* o *lasco*. In un accoppiamento induttivo la distanza e l'angolo tra gli assi delle bobine e il numero di spire in ogni bobina determinano il coefficiente di accoppiamento. Molte spire nelle due bobine e una grande vicinanza, danno un accoppiamento molto stretto. Poche spire in una delle due bobine o in entrambe e un angolo forte tra le due bobine oppure una distanza notevole danno un accoppiamento lasco. Nel primo caso vi è un forte passaggio di potenza da un circuito all'altro, nel secondo invece esso è piccolo.

Quando l'accoppiamento tra due circuiti è lasco i due circuiti possono essere facilmente portati in risonanza per la stessa frequenza. Se noi stringiamo l'accoppiamento la mutua induttanza aumenta. I circuiti non sono più in risonanza per la stessa frequenza ma bensì a due frequenze, una più elevata e l'altra più bassa di quella di risonanza. La potenza trasferita alla frequenza di risonanza oltre un certo valore dell'accoppiamento comincia a decrescere. I valori massimi della

corrente indotta nel secondo circuito per le due frequenze (curva 3) non sono mai così elevati come per la frequenza di risonanza. Nel caso che un accoppiamento così stretto avvenga tra il circuito oscillante del trasmettitore e il circuito di aereo invece di irradiare una

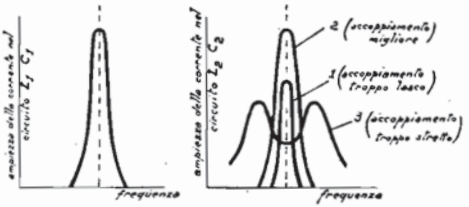


Fig. 48. - Relazione tra la corrente nel primario e nel secondario per differenti valori di accoppiamento.

onda acuta avremo una onda piatta suscettibile di disturbare su un vasto campo d'onda e una riduzione della portata. Un accoppiamento troppo stretto è perciò molte volte assolutamente nocivo e causa sovente instabilità in un trasmettitore e mancanza di selettività in un ricevitore.

Circuiti oscillanti aperti.

Se noi rendiamo sempre più lasco un accoppiamento induttivo allontanando i due circuiti oscillanti arriviamo ben presto ad un punto nel quale l'accoppiamento magnetico e con questo l'influenza reciproca fra i due circuiti diventa zero. Una telegrafia a distanza con circuiti oscillanti del tipo di cui abbiamo finora trattato cioè con circuiti *oscillanti chiusi* è dunque impossibile.

Fu Hertz, il quale nell'anno 1887 dimostrò che un altro tipo di cir-

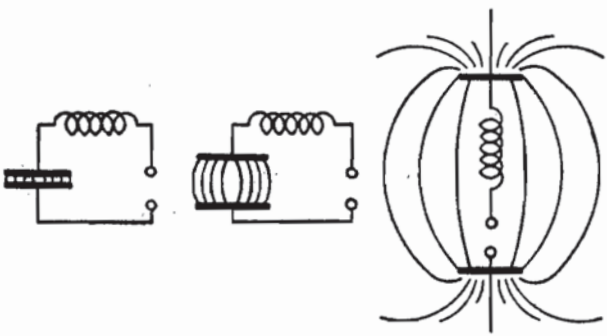


Fig. 49. - Come un circuito oscillante chiuso si trasforma in uno aperto.

cuito oscillante, quello aperto, ha la proprietà di irradiare oscillazioni in forma di onde elettromagnetiche, cosicchè un'azione fra tali circuiti diventa possibile anche a grandi distanze.

Il circuito oscillante chiuso si trasforma man mano in uno aperto

se noi allontaniamo le due placche metalliche del condensatore cosicchè il campo elettrico non è più limitato alla piccola distanza fra le placche di quest'ultimo, ma si estende sempre più con l'aumentare della loro distanza (fig. 49). Anche un filo verticale collegato alla terra forma un circuito oscillante perchè presenta le due caratterestiche essenziali di questo: induttanza e capacità. Ma è un circuito oscillante aperto essendo l'induttanza e la capacità esistenti tra il filo e la terra non concentrate in determinati punti del circuito, ma distribuite lungo il filo stesso. La dispersione del campo elettrico che ne segue, è l'elemento essenziale per il potere di radiazione del circuito oscillante aperto. La radiazione sottrae al circuito oscillante una parte d'energia che si diffonde in forma di onde elettromagnetiche in tutte le direzioni dello spazio. Ne segue che lo smorzamento del circuito oscillante aperto non è dovuto soltanto alla resistenza ohmica e alle perdite suaccennate, ma in parte anche alla radiazione dell'energia oscillante. Nel caso di un aereo questa perdita di radiazione è un massimo quando l'onda fondamentale dell'aereo è uguale all'onda emessa o è un multiplo intero di essa.

L'oscillatore di Hertz, perfezionato poi da Righi, rappresenta il tipo minuscolo di questi circuiti per le lunghezze d'onda cortissime, mentre gli aerei delle stazioni trasmittenti ad onda lunga, che raggiungono altezze fino a 300 metri dal suolo, formano circuiti giganteschi, alimentati da una potenza fino a 2000 kW.

Radiazione.

Vediamo ora come le correnti oscillanti del circuito di aereo causino la radiazione di onde elettromagnetiche.

Tutto l'universo è riempito e permeato di un medio che viene denominato *etere*. Questo medio può essere messo in vibrazione da movimenti degli elettroni causa i campi elettrici prodotti dagli elettroni. A seconda della velocità di moto degli elettroni si producono onde dell'etere di differenti lunghezze d'onda come: raggi *X*, raggi luminosi, raggi calorifici, radioonde, ecc. Tutti questi movimenti dell'etere hanno in comune la velocità di propagazione di 300.000.000 (più esattamente 299.820.000) metri al secondo.

Quando un condensatore viene caricato e scaricato si produce tra le sue placche uno stato di forza variabile e da esso si dipartono linee di forza elettrica. Quando una corrente varia attraverso una induttanza si producono linee di forza magnetica nell'etere. Quando si fa oscillare un circuito oscillante aperto l'energia applicata ad esso si sposta rapidamente tra la capacità e l'induttanza ripartite dell'aereo e da questo si propaga una onda dovuta a forze elettriche e magnetiche alternantisi — che costituiscono un'*onda elettromagnetica* o *radioonda*.

L'aereo effettua il passaggio di energia dal circuito oscillante all'etere. Quando un circuito di aereo viene fatto oscillare elettricamente una parte di energia oscillante viene spesa nella radiazione di onde

energetiche che si diffondono nello spazio. Analogamente quando un oscillatore meccanico, come la corda di un piano, viene fatto oscillare, una parte della energia oscillatoria viene spesa nella generazione di onde sonore. In nessuno dei due casi tutta l'energia viene così spesa giacchè altrimenti l'oscillazione verrebbe subito smorzata.

Fig. 50. Fig. 51.

Studiamo ora il caso di un trasmettitore di aeroplano il cui aereo consiste generalmente di un filo che pende dalla carlinga e del complesso metallico oppure di due fili simmetrici. In ognuno dei casi possiamo raffigurare questo aereo all'incirca come si vede nella fig. 50 e più schematicamente ancora come a fig. 51. Un tale aereo chiamasi *dipolo*. Facciamo ora oscillare questo dipolo e a tale scopo eccitiamolo ossia applichiamo nel mezzo di esso una corrente oscillante ad alta frequenza.

Esaminiamo dapprima la distribuzione del campo elettrico nello spazio intorno al dipolo e il suo contegno durante un ciclo della tensione oscillante per mezzo della fig. 52.

In (*a*) vediamo che prima che abbia inizio l'oscillazione ambedue le metà del dipolo sono scariche e quindi non esistono fra di esse linee di forza elettrica. Gli elettroni cominciano a muoversi verso l'alto. Dopo un quarto di ciclo (*b*) essi conferiscono una carica negativa alla metà superiore del dipolo e una positiva alla metà inferiore e quindi si stabiliscono fra di esse delle linee di forza. Durante il secondo quarto di ciclo (*c*) la carica delle due metà del dipolo decresce di nuovo e le linee di forza si contraggono lungo l'asse del dipolo. Al termine del secondo quarto di ciclo (*d*) le due metà del dipolo sono di nuovo scariche e le linee di forza si staccano completamente. Durante il terzo quarto di ciclo (*e*) gli elettroni vanno verso il basso e provocano la carica positiva della metà superiore e negativa della metà inferiore del dipolo. Si producono ora nuove linee di forza uguali alle precedenti ma di polarità opposta le quali a loro volta si contraggono e si distaccano mentre le precedenti si sono già allontanate di una lunghezza d'onda e così di seguito. Si ottiene così una istantanea della configurazione del campo elettrico intorno ad un dipolo visibile in fig. 53. Si vede come i nuclei vengano sempre spinti verso l'esterno da quelli che seguono giacchè le direzioni delle frecce sulle linee di forza vicine tra un nucleo e l'altro sono uguali.

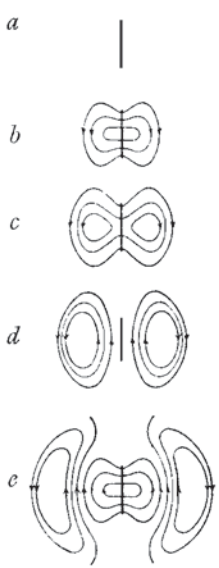


Fig. 52. - Cinque momenti del campo elettrico intorno ad un dipolo.

Nello stesso ritmo nel quale la corrente oscilla nel circuito viene

scagliata nello spazio una serie di nuclei chiusi di forza elettrica ognuno dei quali spinge il precedente per far posto all'ultimo arrivato.

Esaminiamo ora la distribuzione del campo magnetico intorno al dipolo. Esso è costituito di cerchi concentrici la cui intensità varia con l'intensità della corrente e la cui direzione varia con quella della corrente. Queste linee di forza magnetica sono orizzontali essendo ad angolo retto rispetto al dipolo e quindi anche rispetto alle linee di forza elettrica (fig. 54).

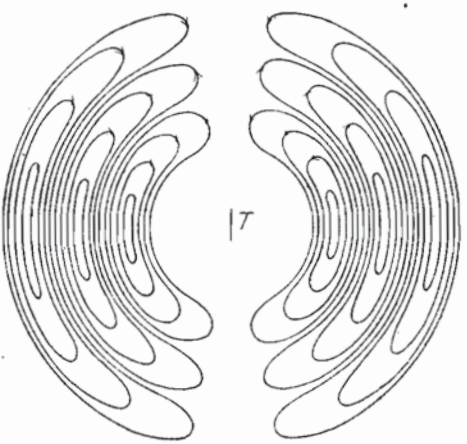


Fig. 53. - Campo elettrico intorno ad un dipolo.

Eccitando il dipolo nel punto mediano per es. per mezzo di un accoppiamento induttivo si provoca il distacco dei nuclei simmetrici ossia di *onde spaziali* o *libere* cioè non legate ad alcun conduttore.

Se invece di un aereo nello spazio abbiamo un aereo collegato a terra esso può essere considerato come un semidipolo. Il campo elettrico di radiazione di un aereo a T può essere raffigurato come si vede a fig. 78 e il campo magnetico è come prima costituito da cerchi concentrici orizzontali

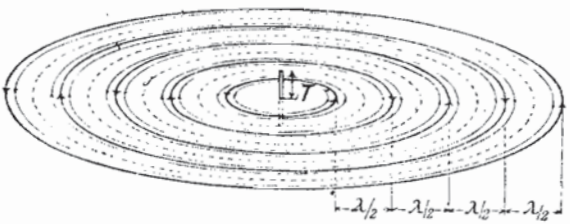


Fig. 54. - Linee di forza magnetica intorno ad un dipolo.

Le onde così irradiate, dette onde *superficiali* o *semilibere* vengono guidate dalla superficie conduttrice della terra di cui seguono la curvatura. Praticamente le antenne usate per onde corte (10-100 m.) sono veri e propri dipoli. Per onde medie (100-1000 m.) e lunghe (oltre 1000 m.) vengono invece usati semidipoli, nei quali però generalmente la parte superiore è tesa orizzontalmente.

4. - Generazione e propagazione delle radioonde

a) Onde smorzate e onde persistenti.

Abbiamo visto che le oscillazioni di un circuito oscillante aperto causano una radiazione di radioonde nello spazio e che queste presentano le caratteristiche seguenti:

1) il campo elettrico è perpendicolare alla direzione di propagazione;

2) il campo magnetico è perpendicolare al campo elettrico e alla direzione di propagazione;

3) le variazioni di intensità di questi due campi avvengono sempre esattamente in fase;

4) la velocità di propagazione è uguale a circa 300.000 chilometri al secondo.

Se le oscillazioni ad alta frequenza che generano le onde sono smorzate, le onde emesse saranno anch'esse smorzate giacchè le radioonde subiscono le stesse variazioni delle correnti da cui sono generate. Se invece le oscillazioni ad alta frequenza sono persistenti, l'onda prodotta sarà persistente. Abbiamo dunque *onde smorzate* e *onde persistenti*.

Le onde smorzate vengono prodotte da oscillazioni smorzate nell'aereo di trasmettitori a scintilla. Le oscillazioni smorzate da una piccola ampiezza raggiungono rapidamente un massimo e diminuiscono quindi lentamente — cioè si smorzano — sino a zero. Le oscillazioni che producono le onde smorzate sono generate da una scintilla che scocca tra i poli di uno scaricatore e le loro variazioni di ampiezza coincidono coi fenomeni di smorzamento già descritti. Ogni scintilla genera un gruppo di onde e questi gruppi si susseguono quindi colla frequenza delle scintille. Essa ammonta a circa 600 a 1000 scintille al secondo. Il rapporto di durata di una scintilla alla durata della pausa tra due scintille è di circa 1 a 50.

Nella stazione ricevente, con dispositivi che descriveremo in seguito, gli impulsi dei gruppi di oscillazioni prodotti dalle onde vengono trasformati in vibrazioni della membrana del ricevitore telefonico, e queste vibrazioni hanno una frequenza uguale alla frequenza dei gruppi di onde in arrivo, Se tale frequenza è musicale le vibrazioni producono un suono udibile. Praticamente le frequenze udibili sono comprese entro 30 e 5000 cicli/sec.

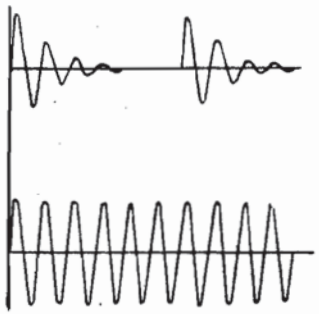


Fig. 55. - Oscillazioni smorzate e oscillazioni persistenti.

Poichè la frequenza della scintilla è di circa 600 a 1000 cicli/sec. ne consegue che una stazione trasmettente a scintilla irradierà dei gruppi di onde di frequenza udibile che il nostro ricevitore potrà senz'altro rivelarci. Se nella stazione trasmettente si interromperà il circuito di alimentazione della scintilla, avremo una pausa di silenzio. Alternando quindi i gruppi di scintille con interruzioni prodotte da un tasto manipolatore, la stazione trasmettente potrà farci udire dei periodi di suono interrotti da pause di silenzio in modo da produrre dei segnali Morse, che, come è noto, si compongono di linee e di punti.

Le onde smorzate servono soltanto per la trasmissione dei segnali telegrafici, perchè la loro natura intermittente non si presta alla modulazione telefonica.

Nella ricezione di onde smorzate il suono che si ode nella cuffia corrisponde alla frequenza dei gruppi di oscillazioni che è udibile e non

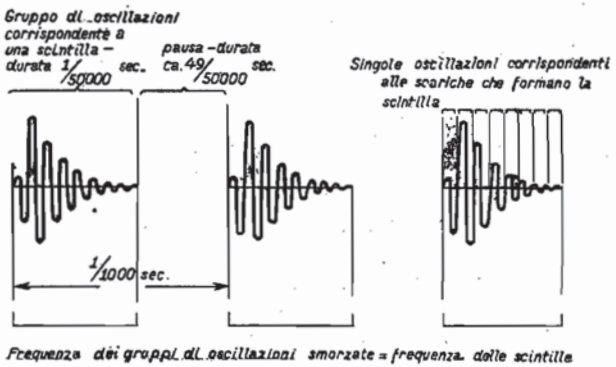


Fig. 56.

già alla frequenza delle oscillazioni che è molto maggiore e perciò inaudibile.

La seconda categoria è quella delle onde persistenti, la cui genera-

zione studieremo in seguito. Qui non vi è smorzamento e conseguentemente non abbiamo gruppi di oscillazioni ma oscillazioni di ampiezza costante.

Le onde emesse dalle moderne stazioni trasmettenti hanno frequenze che vanno da oltre 30.000.000 a 10.000 cicli/sec.

E' evidente che la lunghezza d'onda cioè la distanza di cui si allontana l'inizio di un'onda dalla stazione trasmettente quando se ne diparte la seguente è uguale al quoziente della velocità alla frequenza. Quindi:

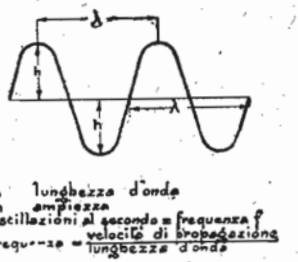


Fig. 57.

$$\text{lunghezza d'onda in m.} = \frac{\text{velocità in m/sec}}{\text{frequenza}}$$

$$\text{velocità} = \text{lunghezza d'onda} \times \text{frequenza}$$

$$\text{frequenza} = \frac{\text{velocità}}{\text{lunghezza d'onda}}$$

Le lunghezze d'onda corrispondenti alle suddette frequenze sono quindi di 10 a 30.000 metri.

Tali frequenze non sono naturalmente percepibili con il solo orecchio, e, anche rivelate col ricevitore non produrrebbero nella cuffia telefonica del nostro apparecchio alcun suono (fig. 58). Per renderle palesi al nostro udito noi ricorriamo perciò ad un artificio che si basa sul fenomeno di interferenza.

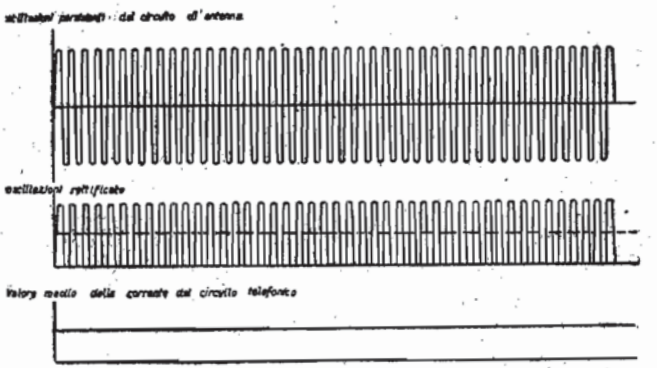


Fig. 58. - La rettificazione di onde persistenti produce una corrente di ampiezza costante nel telefono.

Di questo fenomeno ecco un esempio pratico: se noi accordiamo una nota del pianoforte per mezzo di un diapason sentiremo ogni volta che le due note vengono suonate contemporaneamente un suono che

varia di intensità con un ritmo corrispondente alla differenza di frequenza tra le due note.

Nel nostro caso una frequenza è quella delle onde provenienti dalla stazione trasmittente: l'altra è quella di oscillazioni da noi prodotte localmente, cioè in prossimità del circuito ricevente per mezzo di un circuito speciale chiamato *eterodina*. Queste due oscillazioni di frequenza differente agiscono contemporaneamente nel circuito dell'apparecchio ricevente e la loro sovrapposizione dà luogo a variazioni periodiche dell'ampiezza delle oscillazioni risultanti. Nella fig. 59 si vede che l'ampiezza delle oscillazioni risultanti varia da un valore massimo che è uguale alla somma delle due ampiezze — nei punti dove coincidono due massimi della medesima direzione — a un valore minimo, che è eguale alla differenza dei due massimi nei punti dove coincidono due massimi di direzione opposta.

Queste variazioni di ampiezza risultanti si chiamano *battimenti*.

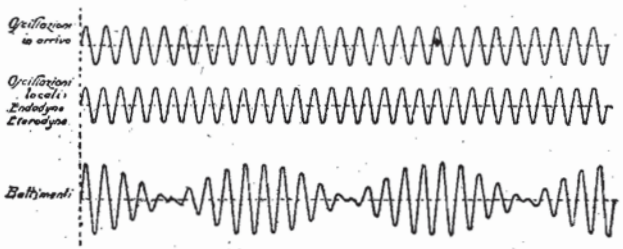


Fig. 59. - Produzione di battimenti.

La frequenza dei battimenti è uguale alla differenza delle due frequenze che si sovrappongono.

Se ad esempio la frequenza delle oscillazioni della trasmettente è di 1.000.000 cicli/sec. e la frequenza delle oscillazioni locali è di 999.000 cicli/sec., la frequenza risultante sarà di 1000 cicli/sec. e perciò perfettamente udibile mediante rivelazione, come vedremo in seguito, nella cuffia telefonica del nostro ricevitore. Come appare chiaro da questo esempio, occorre che la differenza fra le due frequenze si aggiri sui 100-1000 cicli/sec., nei limiti cioè della maggiore sensibilità del nostro orecchio.

Con questo artificio noi siamo dunque in grado di udire, per così dire, indirettamente le onde persistenti, come una nota musicale a suono costante. Se nella stazione trasmettente viene alzato il tasto di trasmissione, le onde e quindi il suono sarà interrotto analogamente a quanto avviene per le onde smorzate. Potranno così essere lanciati segnali telegrafici.

Le onde persistenti, oltre a essere variate sotto l'azione di una manipolazione telegrafica, possono essere modulate sotto l'influenza di pulsazioni elettriche corrispondenti alle vibrazioni caratteristiche

della parola. Avremo in questo caso una trasmissione radiotelefonica. Il processo della modulazione nella radiotelefonia consiste nell'imprimere le pulsazioni elettriche — prodotte dai suoni di un microfono — sulle oscillazioni ad alta frequenza, in modo tale che ne risulti una efficace trasmissione dei segnali.

Praticamente ciò avviene nel modo seguente: una sorgente di corrente continua è collegata con un microfono. Il microfono consiste essenzialmente di una membrana di carbone che si trova a contatto con dei granuli di carbone contenuti in una *cuvette* di carbone (fig. 60). I suoni fanno vibrare la membrana che viene in tal modo ad esercitare una pressione variabile sui granuli di carbone. La corrente continua passando attraverso i granuli incontra una resistenza variabile a se-

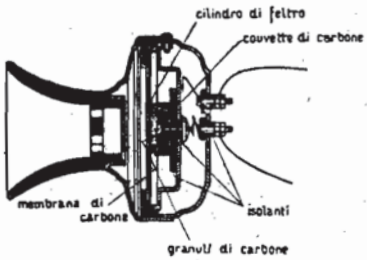


Fig. 60. - Microfono.

Fig. 61. - Microfono Western.

conda del maggiore o minore contatto dei granuli e la sua intensità varia quindi a seconda della maggiore o minore pressione esercitata dalla membrana sui granuli. Le rapidissime vibrazioni della membrana (dell'ordine di circa 30-2000 al secondo) provocano quindi variazioni corrispondenti di intensità della corrente microfonica. In tal modo le vibrazioni sonore vengono trasformate in pulsazioni elettriche.

Questa corrente microfonica influenza — come diremo in seguito — la corrente ad alta frequenza del trasmettitore e per conseguenza fa variare l'energia irradiata nel ritmo della voce e dei suoni. In tal modo vengono provocate nelle stazioni riceventi oscillazioni corrispondenti che, rivelate, agiscono sulla cuffia telefonica col risultato di riprodurre nella membrana di essa le vibrazioni della membrana del microfono. I suoni trasmessi col microfono dalla stazione trasmettente vengono così fedelmente riprodotti nella cuffia telefonica della stazione ricevente.

Un'onda modulata, per il fatto che la sua modulazione avviene ad una frequenza sonora, quella della voce, è percettibile in un ricevi-

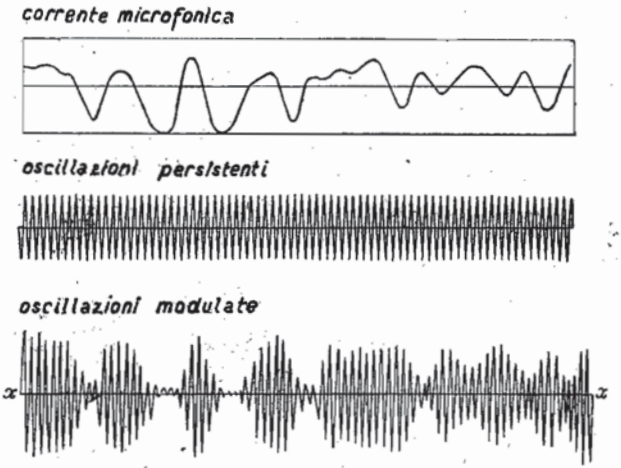


Fig. 62. - Modulazione di oscillazioni persistenti.

tore anche senza produzione di oscillazioni locali. In alcuni casi si usa una eterodina o endodina per sintonizzare prima il nostro apparecchio sull'onda persistente, detta anche *onda portante*, della stazione trasmettente. Questa, come abbiamo detto più sopra per le onde persistenti, viene percepita come un fischio che, col variare il valore capacitivo del circuito oscillante da debole e acuto diventa forte e basso sino ad essere inaudibile: ridiventa quindi udibile e ridiventa poi sempre più acuto. Nel punto di inaudibilità si sentono i segnali telefonici. La ragione della variazione di nota del fischio consiste nel fatto che, variando il valore capacitivo del circuito oscillante, noi variamo la frequenza delle oscillazioni locali e perciò la frequenza dei battimenti cioè la nota.

La trasmissione con onde persistenti offre il vantaggio di consentire la modulazione, di permettere una sintonizzazione più acuta e di conseguenza una maggiore selettività nell'apparecchio ricevente. Dato il rendimento migliore, la potenza impiegata per la trasmissione può essere minore.

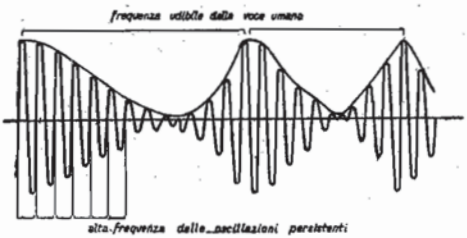


Fig. 63. - Oscillazioni modulate.

E' facile distinguere i segnali telegrafici di onde smorzate dai segnali di onde persistenti: i primi hanno un suono impuro di nota costante mentre invece i secondi hanno un suono squillante di nota variabile.

b) Generazione.

Le comunicazioni radiotelegrafiche e radiotelefoniche si effettuano per mezzo di onde elettriche la cui generazione ed emissione avviene per mezzo di stazioni trasmittenti.

L'energia occorrente viene fornita da una sorgente elettrica di corrente continua od alternata che deve poi essere convertita in corrente ad alta frequenza. L'applicazione di queste correnti ad alta frequenza all'aereo provoca la radiazione di onde elettromagnetiche nello spazio.

Generazione di onde smorzate.

Abbiamo visto trattando del circuito oscillante che, quando un condensatore si scarica in un circuito nel quale è inserita una induttanza, si producono delle oscillazioni smorzate. Per poter caricare il condensatore si dispone in serie col condensatore e coll'induttanza uno *spinterometro*, il quale, solo quando la tensione del condensatore ha raggiunto un dato valore, permette che esso si scarichi per mezzo di una scintilla

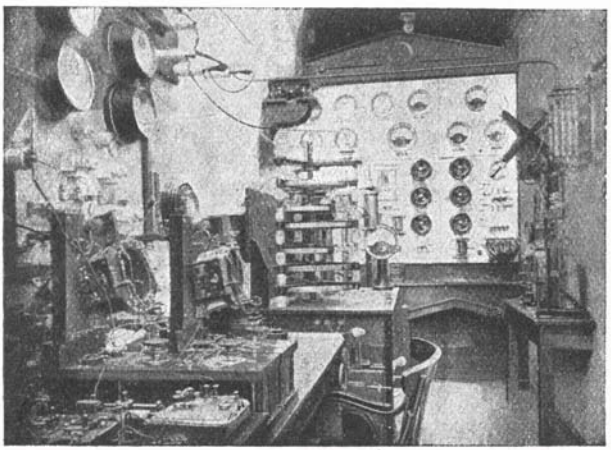


Fig. 64. - Stazione trasmittente a scintilla a bordo di una nave.

scoccante fra le sue punte. Per produrre una successione regolare di scintille si dà una carica periodica al condensatore applicando ai suoi capi una tensione aumentata preventivamente per mezzo di un trasformatore. Se la frequenza della corrente alternata è di 500 periodi al secondo, la frequenza di scarica del condensatore sarà 1000 giacchè il condensatore si scarica in corrispondenza di ogni massimo positivo e negativo.

Inserendo nel circuito di alimentazione un tasto di manipolazione,

noi siamo in grado di interrompere, alzando il tasto, la emissione di onde smorzate.

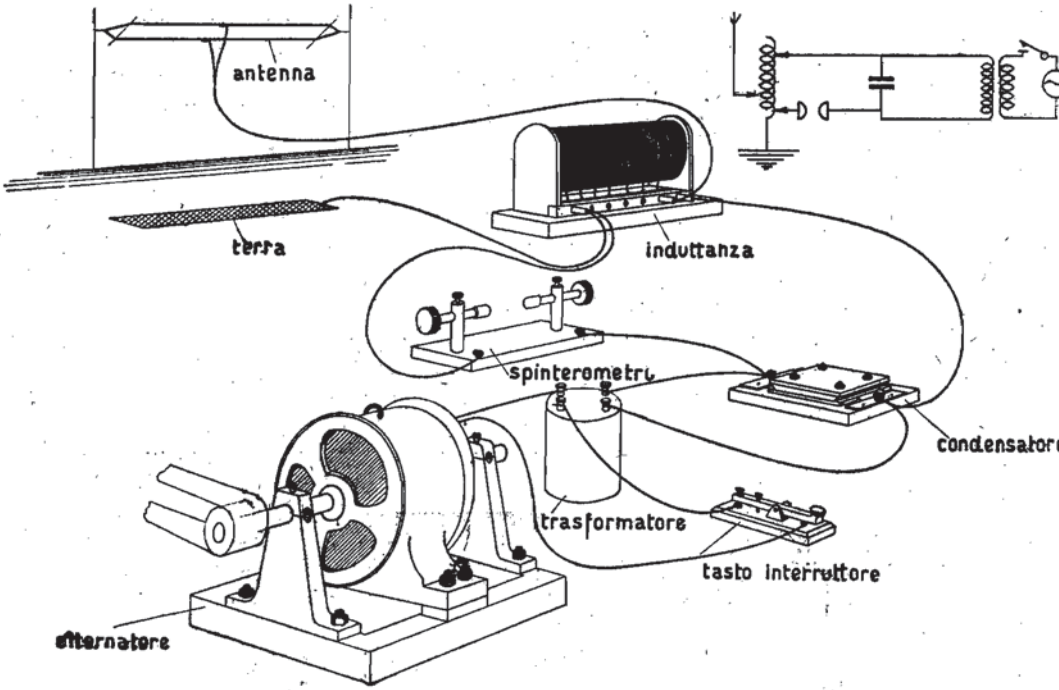


Fig. 65. - Schema di un trasmettitore a scintilla.

E' stato spiegato nel cenno storico che Wien e Marconi sostituirono il comune spinterometro con quello a scintilla strappata e con quello rotante. Infatti lo spazio fra le punte in uno spinterometro semplice non perde la sua conduttività dopo lo scoccare della scintilla causa la ionizzazione dell'intervallo spinterometrico. In tal modo non solo si ha una imperfetta carica del condensatore, ma nel trasmettitore tipo Braun si ha una azione retroattiva delle oscillazioni del circuito di aereo sul circuito chiuso col risultato di una doppia emissione. Negli spinterometri a scintilla strappata e del tipo rotante si ha invece un rapido raffreddamento degli elettrodi e un immediato strappamento della scintilla.

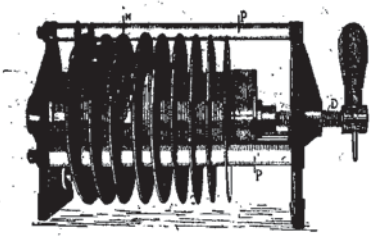


Fig. 66. - Spinterometro a scintilla strappata.

Il rendimento nella trasmissione con onde smorzate è molto basso. Essa offre però il vantaggio di richiedere poca acutezza di sintonia per

la ricezione. e per conseguenza ricevitori semplicissimi. La costruzione di stazioni trasmittenti a scintilla è ormai abbandonata e gradualmente scompaiono quelle esistenti tranne per gli impianti su piccole navi. Sussistono altresì le stazioni a scintilla costiere per la facilità di ricezione a bordo di piccole navi dotate soltanto di ricevitore a cristallo.

Generazione di onde persistenti.

La generazione di onde persistenti avviene in tre modi:

1.° *con l'arco.*

Un arco voltaico che si formi tra due elettrodi, provoca in un circuito oscillante costituito da una induttanza e da un condensatore derivato sugli elettrodi dell'arco, delle oscillazioni persistenti.

Un arco ha la caratteristica che la sua resistenza non rimane costante ma diminuisce coll'aumentare dell'intensità di corrente che l'attraversa. Conseguentemente la caduta di tensione attraverso l'arco diminuisce coll'aumentare dell'intensità di corrente e aumenta col diminuire di *I*. Questo stato di cose è rappresentato in fig. 67.

Fig. 67.

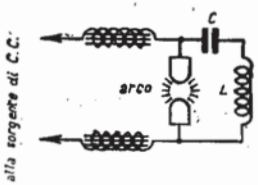


Fig. 68.

Ecco ora il funzionamento dell'arco come produttore di oscillazioni. La tensione tra gli elettrodi dell'arco fornisce una corrente di carica al condensatore. Siccome le impedenze mantengono costante l'alimentazione della sorgente di c. c. questa corrente di carica del condensatore viene sottratta a quella che passa attraverso l'arco. Ma, come risulta dalla fig. 67 a una diminuzione di corrente corrisponde un aumento di tensione che causa una ulteriore carica del condensatore. La tensione tra i capi del condensatore sale al valore di quella dell'arco ma l'induttanza *L* tende a far persistere la corrente e aumenta la tensione del condensatore al disopra di quella dell'arco. La tensione del condensatore raggiunge il suo massimo valore e comincia a cadere appena il condensatore comincia a scaricarsi attraverso l'arco. La corrente del condensatore rinforza ora la corrente dell'arco e perciò la tensione tra gli elettrodi diminuisce, ciò che favorisce la scarica del condensatore. Quando la tensione del condensatore ha raggiunto lo stesso valore come la tensione dell'arco, l'induttanza tende a far persistere la corrente di scarica. Ciò fa sì che la tensione del condensatore scende al disotto di quella dell'arco cosicchè esso si carica da capo appena la corrente di scarica è cessata e il processo si ripete. In questo modo la corrente del condensatore diventa oscil-

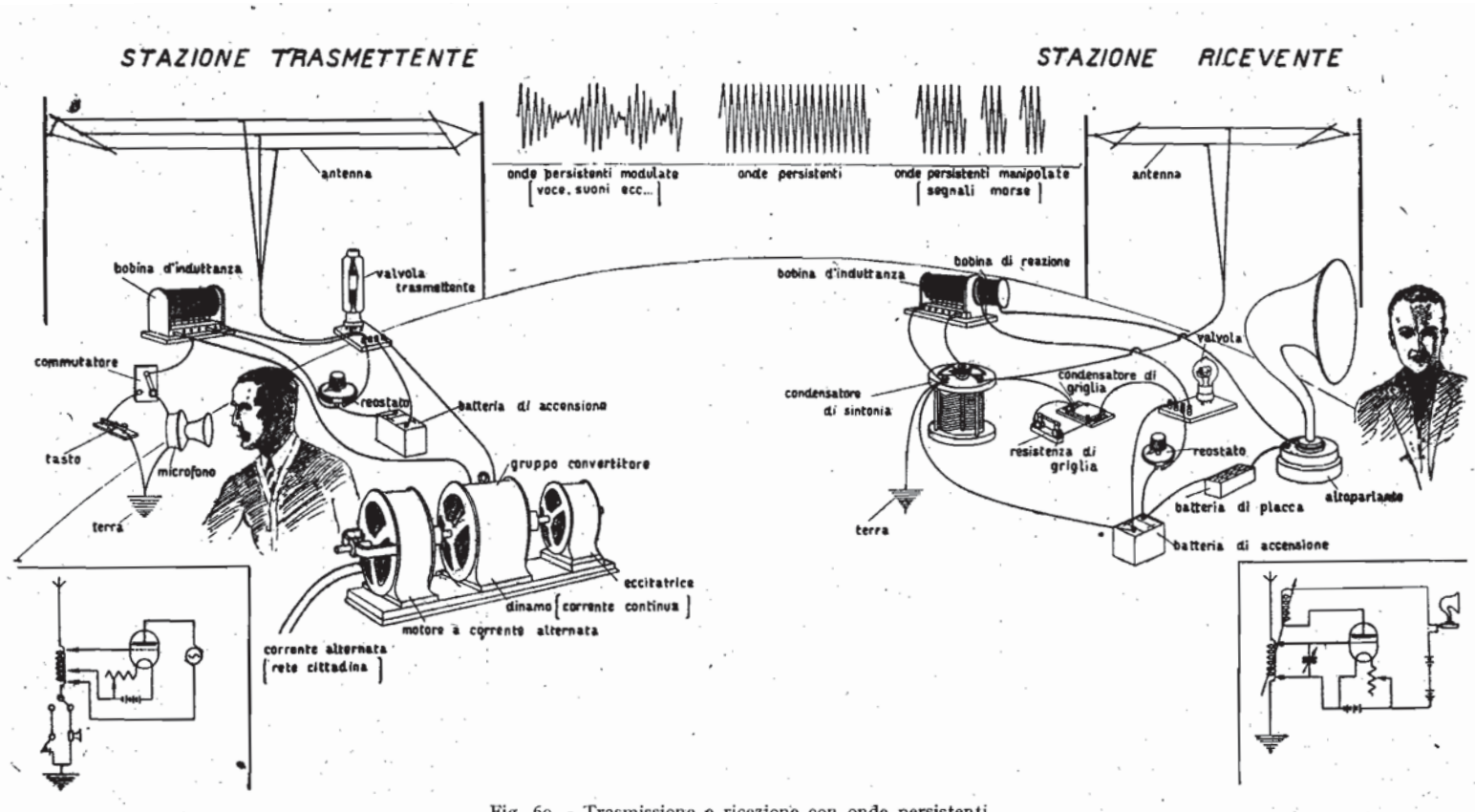


Fig. 69. - Trasmissione e ricezione con onde persistenti.

lante e le oscillazioni saranno persistenti sino a che l'arco è acceso. La corrente oscillante raggiunge un valore che dipende dalle dimensioni elettriche del circuito, dalla resistenza e da altre perdite e dalla tensione applicata all'arco.

Il circuito d'aereo può essere accoppiato direttamente coll'arco come in fig. 70 e ne segue una grande semplicità di manovra per variare la lunghezza d'onda di trasmissione. Le due impedenze impediscono il passaggio dell'alta frequenza attraverso la sorgente di corrente continua.

La costanza della frequenza emessa da un arco diminuisce di molto con l'aumentare della frequenza e perciò l'arco si presta generalmente meglio per la emissione di onde lunghe (al di sopra di 2000 m.). Coi tipi più moderni è però già stato possibile raggiungere lunghezze d'onda di soli 800 m. con buon rendimento.

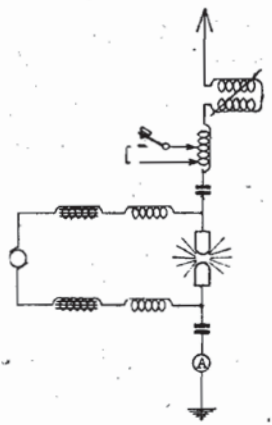


Fig. 70. - Schema di un trasmettitore ad arco.

Il dilettante riconoscerà l'arco facilmente dal metodo usato generalmente per la trasmissione dei segnali Morse. Premendo il tasto si provoca soltanto una variazione della lunghezza d'onda in modo che la trasmissione continua anche durante le pause dell'alfabeto Morse ma con lunghezza d'onda diversa (onda negativa).

I vantaggi principali dell'arco sono: relativamente basso prezzo di costruzione, semplicità, grande sicurezza di funzionamento, robustezza, adattabilità per lunghezze di onda diverse. I principali impianti ad arco sono: Roma San Paolo, Coltano nuova, Bordeaux, Nantes, Torre Eiffel, Lione, Leafield, Newcastle, Massaua, Mogadiscio, Pearl Harbour, Annapolis, Stockton, Sacramento, ecc.

La trasmissione ad arco consente pure la modulazione.

Oggi con l'avvento dei trasmettitori a valvola le stazioni ad arco tendono a sparire.

2.° *con l'alternatore ad alta frequenza.*

L'uso dell'alternatore per la generazione di onde persistenti consente la massima semplicità di schema (fig. 71).

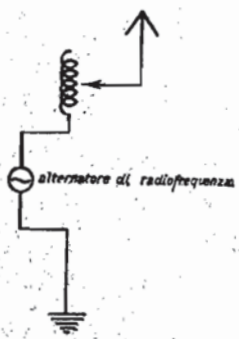


Fig. 71. - Schema di un trasmettitore ad alternatore AF.

La costruzione dell'alternatore è però molto difficile causa l'altissima frequenza da raggiungere. A una lunghezza d'onda di 20.000 m. corrisponde già una frequenza di 15 000 cicli/sec. Si comprende che la costruzione di alternatori per frequenze così elevate presenta grandi difficoltà, poichè in base

alle velocità periferiche (150 m/sec.) consentite dalla resistenza del materiale, le dimensioni risultanti per i poli dell'induttore e le scanalature dell'indotto sono piccolissime.

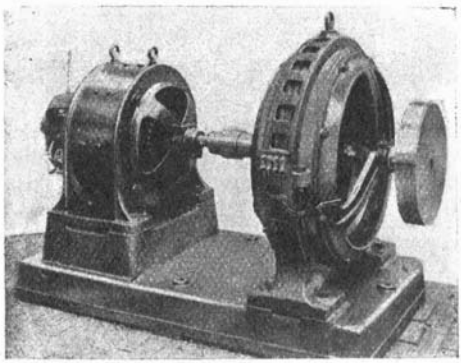


Fig. 72. - Gruppo motore c. c. - alternatore A. F.

Si comprende perciò anche come gli alternatori si prestino solo per le maggiori lunghezze d'onda giacchè ad esse corrispondono frequenze relativamente basse.

I tipi di alternatore più in uso sono quelli dell'americano Alexanderson, del tedesco v. Arco e dei francesi Latour e Bethenod. La loro velocità di rotazione è di circa 3000 giri al minuto.

Di fronte alle grandi difficoltà costruttive che presenta la costruzione degli alternatori si sono studiati apparecchi capaci di elevare frequenze dell'ordine di 5 mila cicli/sec. alle radiofrequenze. Questi apparecchi si chiamano *moltiplicatori statici di frequenza* e nel loro studio ha avuto parte eminente il Prof. Giancarlo Vallauri. Questo sistema viene adoperato nella stazione di Nauen nella quale un alternatore del tipo von Arco, produce una frequenza di 6000 cicli/sec. Mediante i moltiplicatori di frequenza del tipo Vallauri la frequenza viene elevata al quadruplo, corrispondente ad una lunghezza d'onda di 12500 m.

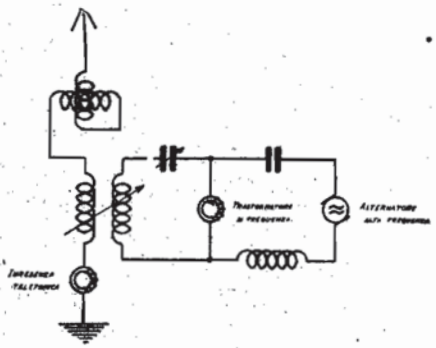


Fig. 73. - Schema di un trasmettitore ad alternatore A. F. con trasformatore statico di frequenza.

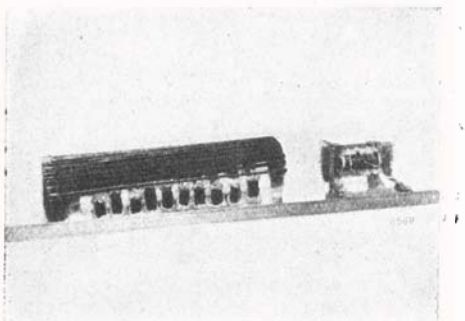


Fig. 74. - Trasformatore statico di frequenza Lorenz.

La Casa Lorenz di Berlino costruisce attualmente trasmettitori ad alternatore con moltiplicatore statico di frequenza per potenze da 1 a 100 kW coi quali è

possibile ottenere lunghezze d'onda fino a 1000 m. grazie anche ad un perfetto regolatore della velocità rotativa. La frequenza data dall'alternatore è di 7000 a 10000 cicli/sec. ciò che corrisponde ad una lunghezza d'onda di 43.000 a 30.000 metri. Per ottenere le onde più corte necessarie in pratica serve il trasformatore statico di frequenza sistema Lorenz-Schmidt che rende possibile la produzione di qualsiasi onda fino ad un minimo di 250 m. Il trasformatore di frequenza è molto semplice: esso ha un solo avvolgimento, viene direttamente alimentato dall'alternatore e funziona come eccitatore di oscillazioni in un circuito che viene sintonizzato sull'onda desiderata e accoppiato coll'aereo come si vede a fig. 73. La quantità di ferro e la resistenza magnetica del trasformatore di frequenza sono piccolissime e

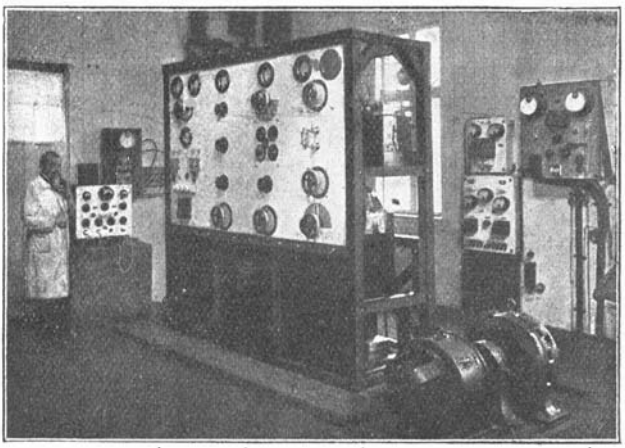


Fig. 75. - Trasmettitore Lorenz ad alternatore.

ne risulta perciò una completa saturazione magnetica. La tensione secondaria del trasformatore prende quindi la forma di brevissimi impulsi che avvengono alternativamente nell'una e nell'altra direzione. Questi impulsi vengono applicati ad un circuito oscillante la cui frequenza deve essere un multiplo dispari della frequenza dell'alternatore e in tal modo vengono ottenute oscillazioni di frequenza più elevata.

L'alternatore dà un altissimo rendimento (circa 70%) ed emette onde di grande purezza permettendo con ciò una buona sintonia. Esso presenta però l'inconveniente di essere costoso e di non consentire una variazione continua della lunghezza d'onda. Gli alternatori debbono inoltre essere forniti di un esattissimo regolatore di velocità perchè la lunghezza dell'onda emessa rimanga costante. Essi vengono preferibilmente usati nelle grandi stazioni a traffico pressochè continuo.

Trasmettono con alternatore le stazioni di Rocky Point presso

New York, di St Assise (Parigi), Lione, Belgrado, Nauen, Beyrut, Saigon, Rho, Roma, Coltano, ecc.

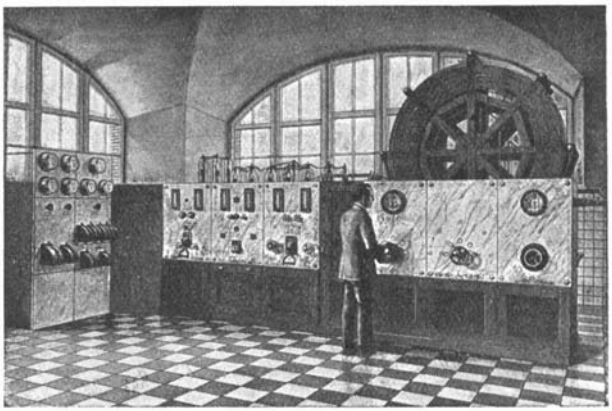


Fig. 76. - Trasmettitore a valvole Telefunken (10 Kw.).

3.° *con triodi.*

Spiegheremo in seguito la generazione di onde persistenti e la trasmissione di segnali con triodi. Ci basti dire qui che i triodi si presta-

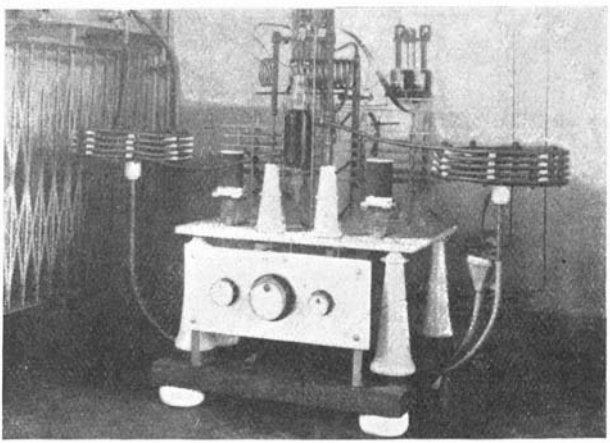


Fig. 77. - Trasmettitore con onde corte di 25 kW. con triodo ad anodo raffreddato ad acqua.

no specialmente per le lunghezze d'onda medie e corte e che per la grande purezza e regolarità della emissione consentono meglio che l'alternatore e l'arco la modulazione. I triodi sono perciò gli arbitri nel campo delle piccole e medie potenze e nel campo della radiotelefonia.

Trasmettono con triodi tutte le stazioni diffonditrici, le stazioni commerciali a onda corta e parecchie a onda lunga.

Viceversa il triodo presenta l'inconveniente di non prestarsi bene per le massime potenze (oltre 100 kW) perchè non vengono ancora usati triodi di grandissima potenza e l'uso di molti triodi in parallelo presenta difficoltà causa le inevitabili differenze delle caratteristiche.

La trasmissione con triodi riesce costosa perchè la loro durata è limitata. La sicurezza di funzionamento è limitata e richiede una certa sorveglianza. Inoltre sono necessarie alte tensioni di placca che possono costituire un pericolo per il personale.

Benchè siano stati costruiti triodi per trasmissione della potenza di alcune centinaia di chilowatt, non sono praticamente in funzione triodi di potenza superiore a 100 chilowatt.

c) Propagazione.

L'intensità di campo prodotta da un aereo irradiante onde elettromagnetiche a qualche lunghezza d'onda di distanza è direttamente proporzionale al prodotto dell'altezza effettiva dell'aereo e della corrente in esso e inversamente proporzionale alla distanza del trasmettitore e alla lunghezza d'onda emessa.

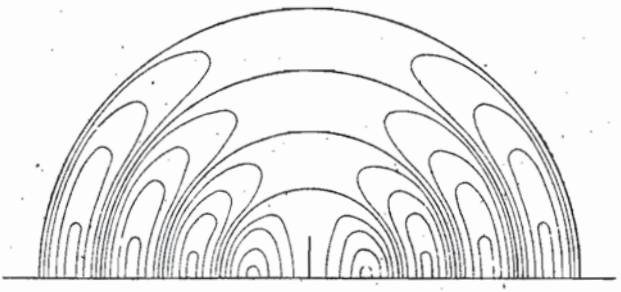


Fig. 78. - Radioonde irradiate da un semidipolo.

La formula di Austin suona infatti così:

$$F = 10^6 \cdot \frac{120 \cdot \pi \cdot h \cdot i}{\lambda \cdot d} \, e^{-0{,}0015 \frac{d}{\sqrt{\lambda}}}$$

in cui F è l'intensità di campo in microvolt/metro, d la distanza in metri, λ la lunghezza d'onda in metri, h l'altezza effettiva dell'aereo trasmettente in metri, e i la corrente di aereo in ampère.

Risultati di alcune misure pratiche di intensità di campo:

Aereo eccitato su onda di 18,000 m., con altezza effettiva di 170 m., corrente di aereo di 500 ampère. Intensità di campo di circa 5 $\mu V/m$ alla distanza di 12.000 km.

Aereo eccitato su onda di 75 m., altezza effettiva di 15 m., corrente di aereo di 4 ampère. Intensità di campo di circa 20 μ *V/m* alla distanza di circa 12.000 km.

Questa formula fu riscontrata esatta per piccole distanze (qualche chilometro) di propagazione sul mare, mentre sulla terra l'intensità

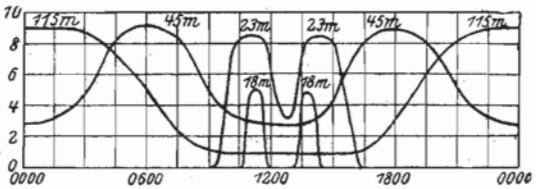


Fig. 79. - L'intensità di ricezione (da 0 a 10) in funzione dell'ora di trasmissione per diverse onde corte.

effettiva dei segnali risulta minore. È quindi evidente che la terra esercita una azione di assorbimento sulle radioonde. I risultati ottenuti di giorno per onde lunghe coincidono abbastanza con quelli calcolati mentre di notte si riscontrano notevoli anomalie. Da esperienze compiute da Austin risulta pure che mentre nel caso di onde medie i valori ottenuti sperimentalmente sono circa un quinto di quelli calcolati, per le onde lunghe i due valori coincidono quasi. Questi risultati sembrano quindi indicare che la terra secca assorbe in maggior misura le onde corte che non quelle lunghe. Nel caso

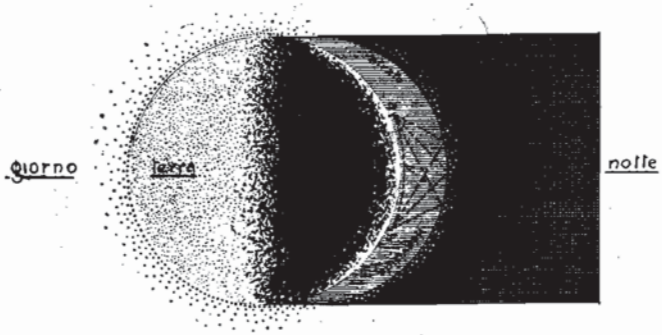


Fig. 80. Lo strato Heaviside.

delle onde corte (da 10 a 100 m.) la suddetta formula non ha alcun valore. Per le onde corte essa può essere così espressa:

$$F = \frac{120 \cdot \pi \cdot h \cdot i}{\lambda \cdot d}$$

Si è pure ricontrato che i massi montagnosi hanno una azione schermante per i radiosegnali e le cosidette *zone morte*. che si notano

per certe stazioni sono generalmente dovute a questo fenomeno e talvolta anche alla presenza di estensioni di terreno aventi un elevato coefficiente di assorbimento per le radioonde.

La propagazione delle radioonde a grandi distanze dimostra di essere strettamente in rapporto colla lunghezza d'onda. Si constata infatti:

1° — che le onde lunghe (da 1000 a 20000 metri e oltre) hanno una portata relativamente piccola rispetto alla potenza impiegata, che la differenza di propagazione fra notte e giorno è relativamente piccola e gli affievolimenti (fading) quasi nulli.

Infatti le grandi stazioni transoceaniche su onda lunga hanno potenze sui 500-1000 chilowatt e compiono un traffico regolare tanto di giorno come di notte senza subire notevoli affievolimenti.

2° Che le onde medie (da 100 a 1000 m.) hanno una portata relativamente grande di notte rispetto alla potenza impiegata, mentre di giorno l'intensità decresce notevolissimamente (specialmente nella

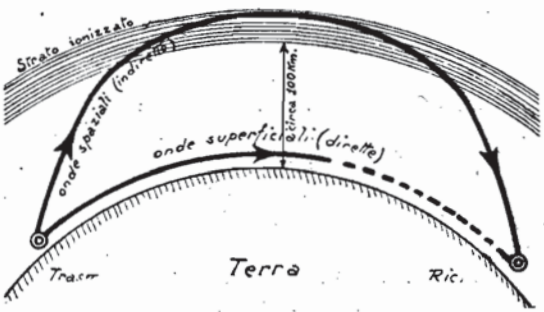


Fig. 81. - Onde spaziali e onde superficiali.

stagione estiva) e le variazioni d'intensità sono sensibilissime di notte.

Esempio eloquente sono le stazioni diffonditrici di potenza relativamente piccola (da 1 a 50 kW.) che raggiungono di notte portate notevolissime con forti affievolimenti mentre di giorno la portata si riduce fortemente.

3° Che le onde corte (da 10 a 100 m.) presentano un comportamento molto vario. Mentre infatti le onde più vicine ai 100 m. hanno una enorme portata nell'oscurità rispetto alla potenza, esse raggiungono di giorno distanze molto minori. Dai 40 ai 10 metri la portata in pieno giorno diventa maggiore man mano che si scende con la lunghezza d'onda mentre interviene il fenomeno della così detta *zona di silenzio* per cui oltre un breve raggio intorno alla stazione vi è inaudibilità assoluta e poi nuovamente udibilità oltre un certo raggio. Questa zona di silenzio che comincia sotto i 40 metri e diventa sempre maggiore col diminuire della lunghezza d'onda tende pure ad aumentare nell'oscurità e nella stagione invernale.

Per le comunicazioni in piena luce le migliori onde sono quelle da 10 a 25 metri, mentre nell'oscurità le onde più convenienti sono quelle da 25 a 100 metri.

TAB. II. — DATI APPROSSIMATIVI SULLA PROPAGAZIONE DELLE ONDE CORTE E MEDIE (potenza 5 kW. Intensità minima di campo 10 $\mu V/m$).

λ metri	massimo della portata diretta Km.	Mass. della zona morta		Portata indiretta massima		
		Limite di giorno Km.	di notte (inverno) Km.	di giorno Km.	di notte (estate) Km.	di notte (inverno) Km.
10	—	3000	—	3000	6000	9000
20	75	1050	—	5200	10000	15000
30	100	600	6000	6200	12000	20000
40	120	300	3000	6000	12000	20000
60	140	—	—	3000	9000	15000
80	160	—	—	1500	5200	9000
100	180	—	—	600	3000	6000
200	220	—	—	225	600	1500
300	240	—	—	250	600	1500
400	250	—	—	300	900	2000
600	270	—	—	450	1300	2700
800	280	—	—	600	2000	4200
1000	300	—	—	800	2200	5000

I dati di tab. II sono naturalmente da considerarsi come una media dei valori ottenuti durante tutto l'anno giacchè le stagioni e le condizioni meteorologiche influenzano enormemente la propagazione Nella stagione invernale la zona di silenzio e così pure la portata aumentano tanto di giorno come di notte.

Trasmettono su onde corte le numerose stazioni di dilettanti di tutti i paesi della terra ai quali spetta il grandissimo merito di avere col loro lavoro sperimentale valorizzate queste onde. Specialmente affollati sono i campi da 20 a 50 m.

In questo campo si trovano inoltre molte stazioni commerciali e militari che superano con poche migliaia di chilowatt la portata di stazioni di centinaia di migliaia di chilowatt su onda lunga con enorme risparmio di costo.

4° Le onde cortissime (inferiori a 10 m.) non servono praticamente che per portate relativamente brevi dell'ordine di qualche diecina di chilometri.

Queste onde sembrano comportarsi in modo molto differente per ciò che riguarda la loro propagazione nello spazio. A quanto pare la loro portata è data solo dalla radiazione diretta e cioè senza subire curvature nè lungo la terra nè negli strati superiori dell'atmosfera. La portata sarebbe data dalla formula

$$l = \sqrt{2r}\,(\sqrt{h_1} + \sqrt{h_2})$$

in cui r è il raggio della terra, h_1 l'altezza del trasmettitore sul piano terrestre, h_2 l'altezza del ricevitore.

Il fattore più importante nella propagazione delle onde corte e

medie risulta essere il sole ed esso si manifesta sotto forma di influenza dell'ora e della stagione. Siccome non sembra probabile che la luce solare possa per sè stessa determinare variazioni così marcate, dobbiamo ritenere che essa agisca sullo stato dell'atmosfera. D'altra parte se le onde corte malgrado il forte assorbimento che subiscono nel suolo hanno portate così grandi ciò significa che una parte di esse compie un percorso nell'alta atmosfera dalla quale per una specie di riflessione o di rifrazione ritorna sulla terra. La curvatura delle radionde che causa il ritorno sulla terra, è causata dallo stato di ionizzazione dell'atmosfera superiore. Durante il giorno la parte ionizzata dell'atmosfera si estende relativamente vicino alla superficie terrestre mentre di notte solo l'atmosfera superiore — a una altezza che si valuta a un centinaio di chilometri circa — si trova nello stato ionizzato formando il così detto *strato Heaviside.*

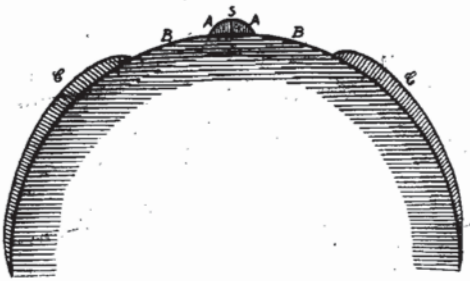


Fig. 82. - Radiazione diretta (*A*) e indiretta (*C*) nelle onde corte. *B* è la zona di silenzio.

Le radioonde irradiate da un aereo trasmettente seguono prevalentemente due percorsi: uno lungo la superficie terrestre — le onde superficiali — l'altro verso gli strati superiori dell'atmosfera — le onde spaziali —. Il limite massimo raggiunto dalle onde superficiali determina la portata massima diretta, mentre il ritorno sulla terra delle onde spaziali determina la portata indiretta. Lo spazio tra il massimo limite della portata diretta e il minimo della portata indiretta costituisce la cosidetta zona di silenzio in cui la ricezione è nulla.

Nel caso delle onde lunghe dell'ordine di 1,000-20.000 metri la distribuzione della corrente di aereo è tale che la radiazione avviene praticamente solo in direzione orizzontale e le onde emesse sono perciò solo superficiali. Le variazioni di intensità che qui si verificano, vengono prodotte dall'assorbimento per parte dell'aria ionizzata negli strati inferiori dell'atmosfera.

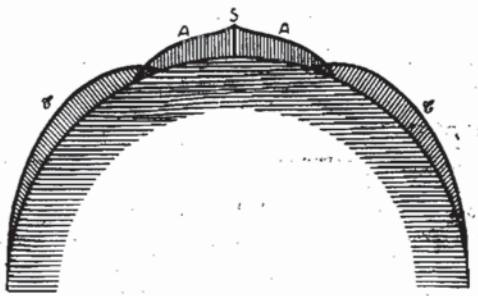


Fig. 83. - Radiazione diretta (*A*) e indiretta (*C*) nelle onde medie.

Nel caso delle onde medie (100-1000 m.) si ha tanto radiazione

spaziale come superficiale. Di giorno, causa lo stato ionizzato dell'atmosfera le onde spaziali vengono assorbite e si ha quindi solo una portata diretta e perciò limitata a seconda della natura del suolo sul quale avviene la propagazione. Nell'oscurità invece le onde spaziali raggiungono lo strato Heaviside, vi subiscono la curvatura e si ha quindi anche una portata indiretta molto maggiore di quella diretta. D'altra parte tra la radiazione diretta e quella indiretta avvengono interferenze che danno luogo ai cosidetti fenomeni di *affievolimento* (*fading*). Ciò è comprensibile perchè se le onde spaziali debbono raggiungere gli alti strati dell'atmosfera e debbono tornare sulla terra il loro percorso può differire di alcune lunghezze d'onda da quello delle onde superficiali e i due gruppi di onde possono trovarsi in posizione tale che i loro effetti si sommano o si contrastano. È pure probabile che il percorso delle onde spaziali vari da un momento all'altro causa variazioni nelle condizioni elettriche dell'atmosfera.

Nel caso delle onde corte (10-100 m.) si ha una radiazione prevalentemente spaziale giacchè le onde superficiali vengono, come già abbiamo visto, molto rapidamente assorbite dal suolo. Ciò spiega come gli affievolimenti siano molto minori nel campo delle onde corte che in quello delle onde medie e perchè, mentre l'intensità dei segnali diminuisce presto in vicinanza del trasmettitore, essa aumenta notevolmente oltre una certa distanza.

Non possiamo qui spiegare e d'altronde non è ancora ben chiaro come la ionizzazione dell'atmosfera possa produrre la curvatura delle onde spaziali. Ciò che è certo è che la misura nella quale vengono piegate le onde spaziali dipende dal grado di ionizzazione, dal quadrato della lunghezza d'onda e dall'angolo di incidenza dell'onda sullo strato ionizzato. Quanto più grandi sono il grado di ionizzazione e la lunghezza d'onda, tanto maggiore è anche la curvatura subita dalle onde spaziali. Ciò spiega come la zona di silenzio sia maggiore per le onde più corte e come essa aumenti di notte per il fatto che la ionizzazione è solo circa un quarto di quella durante il giorno.

Se le onde più corte consentono di ottenere grandi portate anche di giorno ciò è dovuto al fatto che l'assorbimento causato dalla ionizzazione dell'atmosfera è notevolmente minore per le onde più corte e al fatto che, causa la maggiore ionizzazione, la curvatura subita è più grande e consente un ritorno delle onde spaziali alla terra che viceversa non è più possibile di notte.

Nel caso delle onde cortissime (sotto i 10 m.) la curvatura è insufficiente per provocare un ritorno delle onde spaziali sulla terra che può solo verificarsi in condizioni eccezionali.

Praticamente per comunicare a una data distanza in una data stagione e in una data ora del giorno è quindi necessario scegliere la lunghezza d'onda e l'angolo di radiazione più convenienti.

Una interessante constatazione è quella che le onde corte possono compiere uno o più giri completi intorno alla Terra. Un registra-

tore di segnali riceventi riproduce sovente a diverse riprese i segnali trasmessi e ciò negli intervalli corrispondenti alle differenze dei percorsi effettuati dalle onde. A Geltow, presso Nauen si è constatato fino alla ricezione quadrupla di segnali trasmessi da Nauen su 15 metri e cioè: 1) il segnale diretto; 2) il segnale avente effettuato il giro della Terra in senso opposto; 3) il segnale diretto avente effettuato in più un giro completo intorno alla Terra; 4) lo stesso segnale avente effettuato in più due giri completi intorno alla Terra.

Una teoria definitiva per spiegare tutti i fenomeni della propagazione potrà solo essere ricavata da un copioso materiale statistico, frutto di anni di pazienti prove, anche perchè le anomalie che presenta la propagazione specialmente nel campo delle onde corte sono notevolissime.

5. - Valvola termoionica

Le oscillazioni che le radioonde producono in un circuito ricevente sono talora debolissime, specialmente nel caso in cui la stazione trasmettente sia molto distante e di poca potenza.

L'enorme progresso compiuto negli ultimi tempi nel campo delle radiocomunicazioni consiste principalmente nell'aver trovato e perfezionato un dispositivo che permette di amplificare cioè di aumentare di ampiezza queste oscillazioni debolissime.

Questo dispositivo si chiama *valvola termoionica.*

Vastissimo è il campo di applicazione di questo proteiforme meraviglioso strumento.

Esso viene infatti usato come:

Amplificatore. E qui sia detto fra parentesi che la possibilità di usare più valvole amplificatrici nello stesso circuito ricevente rende possibile una enorme amplificazione.

Rivelatore. Trasforma l'alta frequenza in bassa frequenza udibile.

Oscillatore. Produce in circuiti appositi oscillazioni che possono servire tanto per la emissione di onde per trasmettere segnali, come per la emissione di onde locali per produrre dei battimenti.

La valvola termoionica forma dunque parte così essenziale del fenomeno di trasmissione e di ricezione che non possiamo esimerci, al fine di dare una chiara comprensione di esso al lettore, dall'entrare in maggiori dettagli tecnici.

Emissione di elettroni dal filamento.

Le valvole termoioniche si compongono di un filamento riscaldato elettricamente cioè per mezzo di una batteria di accumulatori o per mezzo di trasformatore dalla corrente della rete stradale e di uno o più elettrodi freddi che col filamento vengono collocati in un bulbo di vetro in cui si è fatto un vuoto sufficientemente elevato.

Abbiamo visto precedentemente che la corrente elettrica consiste

in un passaggio di elettroni. Nel conduttore le molecole costituiscono un complesso spugnoso negli spazi liberi del quale si muovono gli elettroni che in condizioni normali non possono lasciare il corpo del conduttore poichè alla superficie vengono ritenuti dalle forze molecolari. La velocità media degli elettroni dipende essenzialmente dalla temperatura del conduttore. Coll'aumentare della temperatura aumenta anche la velocità degli elettroni la quale può essere così portata ad un valore tale che quegli elettroni la cui velocità è orientata verso la superficie del conduttore superano le forze molecolari e lasciano il conduttore. Analogamente da un liquido riscaldato fino al punto di ebollizione escono delle molecole sotto forma gassosa.

La corrente massima che un conduttore può emettere è funzione della sua superficie, della sua temperatura e dipende inoltre dalla natura del materiale impiegato. Per un dato filamento tale corrente che chiamasi *corrente di emissione* è quindi determinata unicamente dalla temperatura del filamento stesso. Per le temperature basse l'emissione è trascurabile e rimane piccola in un primo tempo coll'aumentare della temperatura. Quando quest'ultima sorpassa un certo valore critico l'emissione comincia a salire rapidamente raggiungendo presto grandissimi valori. Per la pratica è di grande importanza il rapporto:

$$\frac{\text{corrente di emissione in } mA}{\text{watt consumati dal filamento}}$$

che per ogni singolo tipo di filamento costituisce una misura della sua temperatura. In via generale si può affermare che coll'aumentare della temperatura diminuisce la durata del filamento e che conviene perciò per ragioni di economia non oltrepassare un limite di temperatura cioè un limite del suddetto rapporto che per i singoli tipi di filamento avrà valori diversi.

Il movimento degli elettroni nel vuoto.

Nel vuoto perfetto, che per se stesso costituisce un isolante ideale il movimento degli elettroni avviene secondo le semplici leggi della meccanica. In assenza di forze esterne gli elettroni si muovono in linea retta con velocità costante. Le forze dovute a campi elettrici o magnetici provocano una accelerazione nella direzione della forza stessa in modo che ne risulta una variazione della velocità o una deviazione dal movimento rettilineo. Da considerazioni energetiche segue che quando un elettrone comincia a muoversi sotto l'influenza di una forza elettrica la velocità da esso raggiunta dipende unicamente dalla differenza di potenziale percorsa, in modo che la velocità può essere espressa direttamente in volt. Così ad una tensione percorsa di 25 volt corrisponde una velocità di 3000 km./sec. e ad una tensione di 100 volt una velocità di 6000 km./sec. Analogamente la tensione per-

corsa costituisce anche una misura per la forza viva dell'elettrone.

Nelle valvole moderne il passaggio della corrente fra gli elettrodi avviene esclusivamente per mezzo di elettroni e non di ioni. Affinchè ciò sia possibile occorre che il vuoto abbia un grado elevato tale da eliminare gli urti fra gli elettroni e le molecole costituenti i residui di gas, che verrebbero in tal modo dissociati in ioni positivi ed in elettroni. Il grado del vuoto soddisfacente tale condizione corrisponde ad una pressione minore di un milionesimo di mm. di mercurio. In certi tipi di valvole, specialmente in quelle raddrizzatrici a gas rarefatto, invece il passaggio della corrente è basato sulla ionizzazione mediante l'urto suaccennato.

Caratteristiche del diodo.

Se nel bulbo di vetro in cui si è fatto il vuoto di fronte al filamento viene collocata una placca di metallo collegata esternamente per mezzo di un conduttore col filamento riscaldato, avremo nel circuito così for-

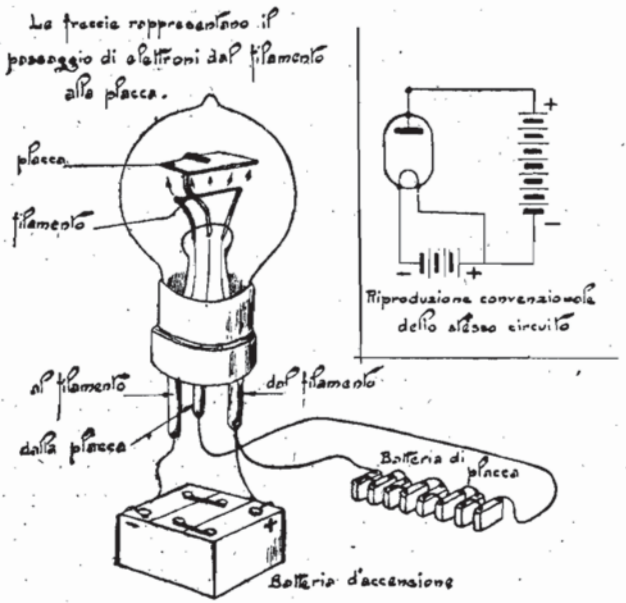


Fig. 84. - Valvola a due elettrodi o diodo.

mato il passaggio di una debole corrente che è solo una piccola frazione della corrente di emissione del filamento. Gli elettroni lasciano il filamento con una velocità media che corrisponde per esempio nei filamenti metallici portati alla temperatura di circa 2000° C ad una tensione

percorsa di 0,2 volt e formano attorno al filamento una nube, la cosidetta *carica spaziale* che respinge gli elettroni sul filamento in modo che solo una piccola parte di essi riesce a raggiungere la placca. Va notato che per portare praticamente a zero tale corrente occorre inserire una batteria di qualche volt fra gli elettrodi esternamente al bulbo collegando il polo negativo colla placca e quello positivo col filamento.

Se noi invece colleghiamo una batteria di pile col polo negativo a un capo del filamento e con quello positivo alla placca, in modo da dare ad essa un potenziale positivo, gli elettroni formanti la nube attorno al filamento saranno attratti dalla carica positiva della placca ed accelerati dalle forze del campo fra filamento e placca. La velocità che essi raggiungono arrivando alla placca dipende dalla tensione applicata a quest'ultima e si aggira, come abbiamo visto, per una tensione di 100 volt a 6000 km./sec. Con questa velocità gli elettroni penetrano nel metallo freddo della placca e la perdono nell'urto: l'energia cinetica o di movimento si trasforma in energia calorica ciò che ha per conseguenza il riscaldamento della placca. Aumentando gradatamente la tensione della batteria di placca la corrente che essa manda attraverso il diodo aumenta in principio adagio poi più rapidamente per arrivare con un aumento più lento ad un massimo che chiamasi *corrente di saturazione*, e che con un ulteriore aumento della tensione non può essere sorpassato, poichè tutti gli elettroni che il filamento può emettere, data la sua temperatura, vengono attirati dalla placca.

Per il diodo la corrente di saturazione è quindi uguale alla corrente di emissione del filamento. L'andamento teorico della corrente in funzione della tensione di placca rappresentato dalle curve di figura 85 — che chiamansi *caratteristiche* e sono di importanza fondamentale per tutte le applicazioni delle valvole — segue dalla relazione:

$$I_p = C\sqrt{V_p^3}$$

nella quale con I_p è indicata la corrente di placca, con V_p la tensione di placca e con C una costante che dipende dalla configurazione degli elettrodi e dal materiale del filamento. Quanto più lungo il filamento e quanto più piccola la distanza dal filamento alla placca tanto più grande risulta C. Tale relazione che corrisponde alla curva 1) della fig. 85 nella quale sull'ascissa sono portate le tensioni fra la placca ed il capo negativo del filamento e sull'ordinata le correnti di placca, vale solo finchè la corrente di placca non ha raggiunto il valore di saturazione. Per varie temperature del filamento della medesima valvola le caratteristiche coincidono in principio seguendo la curva 1) per deviare, quando la corrente si avvicina alla saturazione, in una retta parallela all'ascissa. Questa deviazione si sposta in alto coll'aumentare della temperatura del filamento cioè coll'aumentare della corrente di accensione, come lo dimostrano le curve 2) 3) 4) delle quali 2) corrisponde alla temperatura più bassa e 4) a quella più alta. Nel

tratto della caratteristica sotto il ginocchio superiore la corrente varia secondo la suaccennata relazione ed è quindi indipendente da piccole variazioni dell'accensione. Raggiunta la saturazione la corrente non segue più tale relazione ma risulta indipendente dalla tensione di placca e varia solo variando la corrente di accensione. La tensione per la quale dalla formula suddetta risulta la corrente di saturazione chiamasi *tensione di saturazione.*

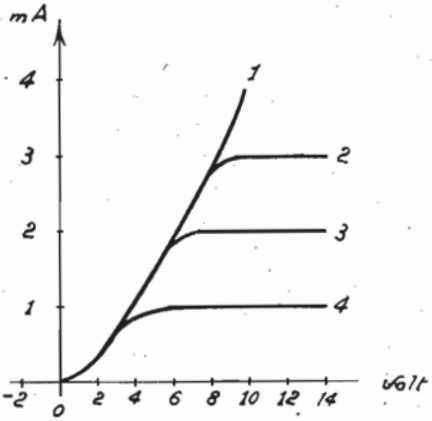


Fig. 85. - Caratteristiche di un diodo.

Le caratteristiche ricavate sperimentalmente non corrispondono rigorosamente all'andamento teorico per varie cause; così la caduta di tensione attraverso il filamento ha per conseguenza una caratteristica meno ripida ed il raffreddamento dei capi del filamento per conduzione implica che la corrente nel tratto sotto il ginocchio superiore non risulta completamente indipendente dalle variazioni della corrente di accensione.

Abbiamo visto che il passaggio degli elettroni nel diodo avviene in una direzione sola e cioè dal filamento alla placca e mai viceversa. Questo dispositivo viene perciò chiamato *valvola* e dal numero dei suoi elettrodi *diodo.* Se sostituiamo alla batteria di placca un generatore di tensione alternata, noi avremo, per la natura della tensione alternata, un potenziale di placca periodicamente positivo e negativo. Siccome il passaggio di elettroni dal filamento alla placca avviene soltanto durante i tempi di potenziale positivo della placca, la corrente di placca — e con ciò il passaggio esterno di elettroni dalla placca al filamento — è formato da una serie di impulsi periodici. Nella prima linea della fig. 87 vediamo rappresentate le variazioni del potenziale di placca — prodotte per esempio dalla corrente della rete stradale —. I mezzi cicli positivi — al disopra della orizzontale — rendono la placca positiva rispetto al filamento e conseguentemente ad ogni semiciclo positivo, gli elettroni passano dal filamento alla placca e da questa esternamente al filamento producendo così la *corrente di placca.* I semicicli negativi — al disotto della orizzontale — rendono la placca negativa rispetto al filamento: in conseguenza nessuna corrente di placca si produce.

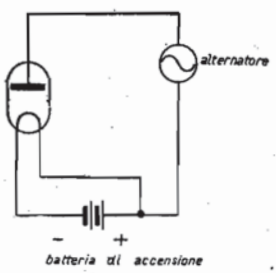


Fig. 86. - Diodo alimentato da un alternatore.

Avremo così gli impulsi di corrente di linea 2, che avvengono solo in una direzione e con ciò la rettificazione ossia il raddrizzamento della corrente alternata.

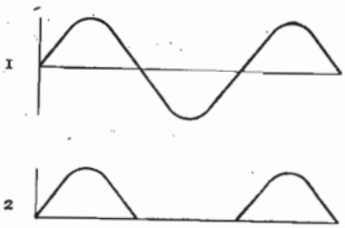


Fig. 87.

Il diodo inventato da Fleming nell'anno 1904 trova una larga applicazione nelle radiocomunicazioni come raddrizzatore della corrente alternata ed il suo funzionamento forma una tappa spiegativa prima di passare allo studio del triodo.

Il triodo.

Nel 1907 De Forest introdusse un terzo elettrodo nella valvola di Fleming. Questo nuovo elettrodo viene chiamato *griglia* per la sua

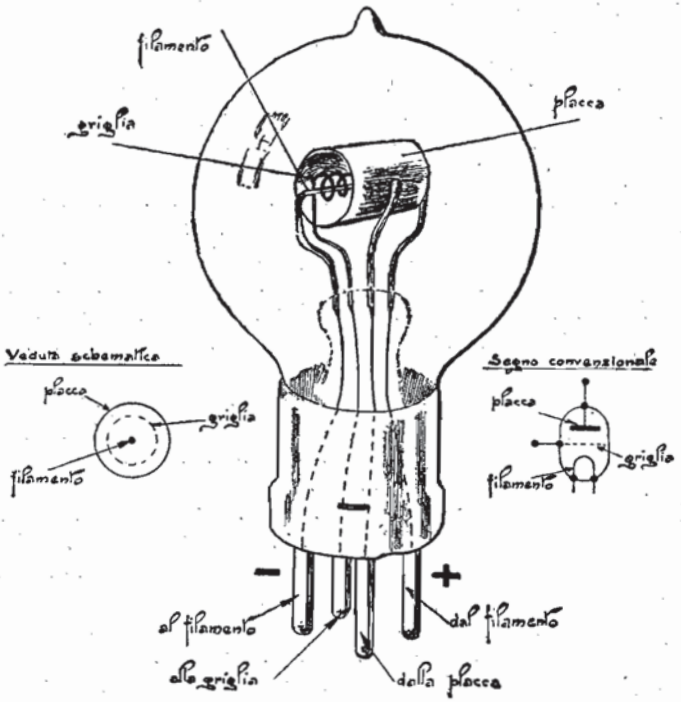


Fig. 88. - Valvola a tre elettrodi o triodo.

forma e per la sua azione che consiste principalmente nel regolare il passaggio di elettroni dal filamento alla placca. La griglia è generalmente costituita da una spirale o da una rete di filo sottile disposta

fra placca e filamento. La forma e disposizione dei tre elettrodi in pratica è variatissima e la fig. 88 ne mostra quella concentrica a titolo di esempio. Esternamente alla valvola dobbiamo distinguere ora due circuiti distinti: il circuito fra placca e filamento e quello fra griglia e filamento. Gli elettroni emessi dal filamento possono prendere due vie diverse: penetrare nella griglia e passare esternamente dalla griglia al filamento oppure arrivare alla placca e passare esternamente dalla placca al filamento. La distribuzione della corrente dipartente dal filamento in corrente di placca e in quella di griglia può essere indicata esattamente per il caso che uno dei due elettrodi freddi ha un potenziale negativo rispetto al filamento, poichè tale elettrodo respingerà gli elettroni che passeranno solo all'altro elettrodo freddo. Se quindi la griglia ha un potenziale negativo la corrente di griglia è zero, se invece essa ha un potenziale positivo basso in confronto a quello elevato di placca, solo una piccola parte degli elettroni verrà assorbita dalla griglia, dando luogo ad una debole *corrente di griglia* che aumenta con l'aumentare del potenziale positivo sulla griglia. Sulla corrente che proviene dal filamento avrà influenza tanto il potenziale di griglia V_g come quello di placca V_p ma in misura differente. Difatti il triodo si comporta nei confronti dalla sua corrente di placca come se avesse solo un elettrodo freddo e cioè al posto della griglia una placca con un potenziale che è la risultante di V_g e V_p e precisamente uguale a $V_g + \frac{V_p}{\mu}$ dove μ indica una costante che chiamasi *coefficiente di amplificazione* del triodo. Analogamente come per il diodo la corrente di placca in funzione del potenziale di griglia e di quello di placca è determinata teoricamente dalla relazione:

$$I_p = C_1 \sqrt{\left(V_g + \frac{V_p}{\mu}\right)^3}$$

che vale finchè la corrente I_p è inferiore alla corrente di saturazione.

La costante C_1 dipende come μ dalla configurazione degli elettrodi. Se un triodo ha il coefficiente di amplificazione 10 ciò significa che l'effetto di un aumento di per esempio 30 volt del potenziale di placca può ottenersi con una variazione del potenziale di griglia di solo 3 volt. Se noi aumentiamo quindi il potenziale di placca di 30 volt la corrente di placca aumenterà ma potrà essere portata al suo valore iniziale diminuendo il potenziale di griglia di 3 volt. Per ogni valvola il coefficiente di amplificazione è determinato dal rapporto tra la variazione della tensione di placca e la variazione della tensione di griglia che corrispondono ambedue alla stessa variazione della corrente anodica. Esso risulta tanto più grande quanto più fitta è la griglia e quanto più grande è la distanza fra placca e griglia.

Il reciproco del coefficente di amplificazione espresso in percento chiamasi *intraeffetto* e rappresenta l'azione che la tensione di placca esercita sugli elettroni emessi dal filamento in rapporto all'azione esercitata dal potenziale di griglia.

Sperimentalmente l'andamento della corrente di placca in funzione del potenziale di griglia e di quello di placca viene ricavato usando il circuito di fig. 89 il quale permette di variare questi due potenziali. Lasciando fisso il potenziale di placca e variando solo quello di griglia si ottiene la caratteristica di fig. 90 nella quale sull'ascissa sono riportati i valori del potenziale di griglia e cioè verso destra i valori positivi e verso sinistra quelli negativi, mentre sull'ordinata sono indicati i valori della corrente di placca. Come si vede dalla fig. 90 la caratteristica si compone di una parte curva inferiore, di un tratto più o meno rettilineo e di una parte curva superiore. Dalla relazione per I_p segue che il tratto curvo inferiore comincia ad elevarsi dall'ascissa per una tensione di griglia V_g uguale a V_p/μ volt ossia che la corrente di placca comincia a scorrere per un potenziale negativo di griglia del valore di V_p/μ volt. Quanto più alto è il coefficiente di amplificazione di un triodo tanto più verso destra è situato il punto nel quale la caratteristica comincia ad elevarsi dall'orizzontale. Se ora portiamo il potenziale di griglia gradatamente a zero aumentandolo poi nella medesima maniera in senso positivo la corrente di placca aumenta prima adagio man mano che l'azione contrastante del potenziale negativo di griglia diminuisce poi più rapidamente e proporzionalmente alla variazione del potenziale di griglia — e ciò nel tratto rettilineo della caratteristica — per arrivare finalmente con un aumento più lento al valore della corrente di saturazione che, con ulteriori aumenti del potenziale di griglia, non può essere sorpassato. Dalla equazione di pag. 81 segue inoltre che se noi ricaviamo la caratteristica della medesima valvola per una tensione di placca maggiore V_p' tale curva potrà essere teoricamente ottenuta spostando ogni punto della prima curva di $\frac{V_p' - V_p}{\mu}$ unità orizzontalmente verso sinistra. Questo spostamento sarà quindi tanto più grande quanto più piccolo risulta il coefficiente di amplificazione μ della valvola. Naturalmente quando la tensione di placca viene diminuita la curva si sposta verso destra. In pratica,

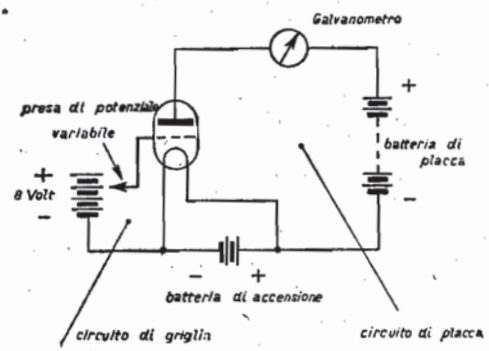


Fig. 89.

come mostra la figura 91, non tutti i punti della curva si spostano esattamente del medesimo tratto verso destra o verso sinistra poichè il coefficiente di amplificazione non è completamente costante ma risulta generalmente un poco minore all'inizio della curva, cioè per i piccoli valori della corrente di placca.

Per una tensione anodica fissa il passaggio di elettroni, ossia la corrente di placca viene regolata dal potenziale di griglia come una corrente di vapore in un tubo viene regolato aprendo più o meno un rubinetto. Il potenziale applicato alla griglia funziona quindi come un regolatore della corrente di placca la quale viene fornita dalla sorgente della tensione di placca. I tratti rettilinei, che per la maggior parte delle

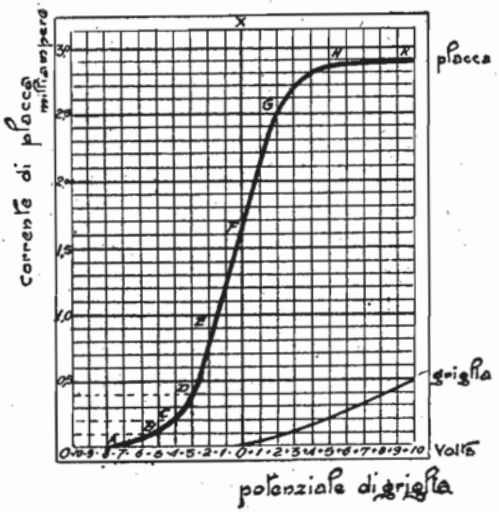


Fig. 90. - Caratteristica di un triodo.

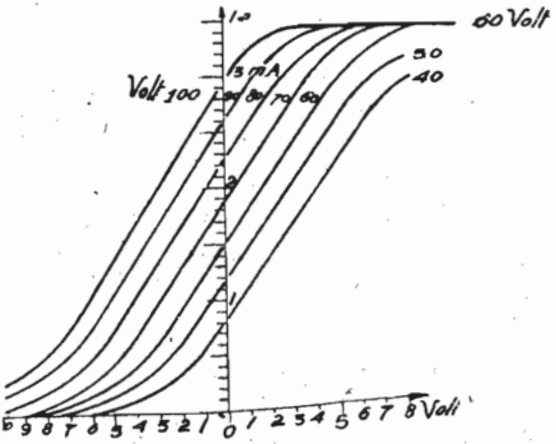


Fig. 91. - Caratteristiche di un triodo per diverse tensioni di placca.

applicazioni sono di massima importanza, possono essere rappresentati da una espressione matematica più semplice che prende la forma:

$$I_p = p\left(V_g + \frac{V_p}{\mu}\right)$$

Tale equazione contiene oltre a μ la costante p che chiamasi *pendenza della caratteristica* ed è determinata dal rapporto tra la variazione della corrente di placca e la corrispondente variazione del potenziale di griglia per una tensione fissa di placca. Analogamente si indica la pendenza di una strada determinando il rapporto tra la differenza di altezza per una data distanza orizzontale. Considerando la relazione suddetta per due punti che corrispondono alla medesima tensione anodica ed a due tensioni di griglia che differiscono di un volt, risulta come definizione della pendenza la variazione della corrente anodica per la variazione di un volt della tensione di griglia. Poichè la pendenza è definita come rapporto fra una corrente ed una tensione essa rappresenta il reciproco di una resistenza ossia una *conduttanza* che si esprime in milliampère per volt. Tale unità prende il nome *millimho*. La pendenza è costante solo nel tratto rettilineo e diminuisce fino a zero nei tratti curvi della caratteristica. Il suo valore nel tratto rettilineo dipende dalla configurazione degli elettrodi e dalla natura del filamento; per la disposizione cilindrica, per es., essa risulta tanto più grande quanto più lungo è il filamento e quanto più piccola è la sua distanza dalla griglia.

La terza grandezza essenziale per il comportamento del triodo è la *impedenza* che si riferisce al tratto internamente alla valvola del circuito placca-filamento ed è definita secondo la legge di Ohm come rapporto fra una variazione della tensione di placca e la corrispondente variazione della corrente di placca per un valore fisso della tensione di griglia. La impedenza R_i è funzione delle altre due grandezze: coefficiente di amplificazione e pendenza. Con un facile calcolo si ricava dalla relazione di pag. 83 la seguente formula di Barkhausen:

$$R_i = \frac{\mu}{p}$$

la quale mette in evidenza che la impedenza è proporzionale al coefficiente di amplificazione ed inversamente proporzionale alla pendenza. In via generale si può quindi affermare che elevati coefficienti di amplificazione hanno per conseguenza una impedenza più alta e richiedono anche tensioni anodiche più alte per portare un tratto rettilineo di lunghezza sufficiente a sinistra della linea di zero del potenziale di griglia.

I TETRODI.

Uno sviluppo considerevole ha avuto la costruzione di valvole con più di una griglia e specialmente di quelle a due griglie. Queste ultime hanno tre elettrodi freddi: una prima griglia g_1 vicina al filamento, una seconda griglia g_2 fra questa e la placca e finalmente la placca p. Per determinare l'influenza che il potenziale di ognuno di questi tre elettrodi esercita sulla corrente anodica si possono applicare due volte le

considerazioni fatte a pag. 81 e cioè sostituire in un primo tempo il tetrodo con un triodo che ha la sua placca al posto dove il tetrodo ha la sua seconda griglia ma è identico al tetrodo nelle sue altre parti. Indicando con μ_2 il coefficiente di amplificazione della seconda griglia del tetrodo rispetto alla placca e con V_{g1}, V_{g2}, V_p i potenziali applicati ai tre relativi elettrodi il triodo sarà equivalente al tetrodo se noi applichiamo alla placca del triodo un potenziale risultante V_{t2} del valore di $V_{g2} + V_p/\mu_2$. Come a pag. 81 possiamo ora sostituire al triodo un diodo che ha la sua placca al posto dove il triodo ha la sua griglia — ossia dove il tetrodo ha la sua prima griglia — ed applicare a questa placca un potenziale risultante del valore di:

$$V_{g1} + \frac{V_{g2} + \frac{V_p}{\mu_2}}{\mu_1} = V_{g1} + \frac{V_{g2}}{\mu_1} + \frac{V_p}{\mu_1\,\mu_2}$$

Finchè la corrente dipartente dal filamento non ha raggiunto il suo valore di saturazione essa è funzione di questo potenziale risultante al quale sarà direttamente proporzionale nei tratti rettilinei. La corrente di placca costituisce solo una parte della corrente emessa dal filamento che si ripartisce fra gli elettrodi freddi secondo il loro potenziale. Quando il potenziale di uno di essi è negativo questo respingerà gli elettroni che passeranno interamente agli altri elettrodi.

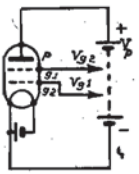


Fig. 92. - Tetrodo.

Esistono due categorie di caratteristiche che corrispondono, come vedremo in seguito, a due modi diversi di usare i tetrodi. Nel primo caso si traccia la curva che rappresenta la corrente dipartente dal filamento e quella di placca in funzione del potenziale della prima griglia applicando dei potenziali fissi alla seconda griglia ed alla placca. Supponendo per esempio che il coefficiente di amplificazione μ_1 della prima griglia rispetto alla seconda sia 5 e quello μ_2 della seconda griglia rispetto alla placca 20 ricaviamo dall'espressione suddetta il coefficiente di amplificazione della prima griglia rispetto alla placca uguale al prodotto 5 per 20 ossia 100. Ciò significa che applicando, per esempio, alla seconda griglia un potenziale fisso positivo di 30 volt e portando il potenziale della placca da 60 a 80 volt, lasciando il potenziale della prima griglia a — 2 volt, la corrente partente dal filamento aumenterà ma potrà essere portata al suo valore iniziale abbassando il potenziale della prima griglia di 0,2 volt. Lasciando fissi i due potenziali positivi, di 30 volt sulla seconda griglia e di 60 volt sulla placca, la curva che rappresenta la corrente dipartente dal filamento in funzione del potenziale della prima griglia comincia ad elevarsi dall'orizzontale per una tensione negativa di $30/5 + 60/100 = 6{,}6$ volt come segue dalla relazione di pag. 81. Portando gradatamente verso zero il potenziale

della prima griglia la carica spaziale diminuisce e la corrente dipartente dal filamento aumenta e segue un andamento analogo come quella del triodo. La parte di essa che penetra nella seconda griglia dalla quale ritorna esternamente inutilizzata al filamento è tanto più piccola quanto più alto è il potenziale della placca rispetto a quello della seconda griglia. Il vantaggio che presenta questa categoria di caratteristiche consiste in ciò che si ottengono elevati coefficienti di amplificazione senza dover ricorrere ad elevate tensioni anodiche che occorrerebbero in tal caso per i triodi. Difatti un triodo equivalente al tètrodo del nostro esempio cioè un triodo avente un coefficiente di amplificazione 100 richiederebbe, come segue dalla relazione di pag. 81 una tensione anodica di 660 volt per portare la sua caratteristica nella medesima posizione come quella del tetrodo.

Nel secondo caso si applicano alla prima griglia ed alla placca dei potenziali positivi fissi di valore tale che la corrente dipartente dal filamento, anche per un certo valore negativo del potenziale della seconda griglia, abbia già raggiunto il valore di saturazione e si traccia la curva che rappresenta la corrente della prima griglia e quella della placca in funzione del potenziale della seconda griglia. Se ora il potenziale risultante sulla seconda griglia: $V_{g2} + V_p/\mu_2$ ha un valore negativo, tutta la corrente dipartente dal filamento passa alla prima griglia mentre già per piccoli valori positivi essa passa completamente alla placca se V_{g2} è negativo. Se quindi noi portiamo gradatamente verso zero il potenziale negativo della seconda griglia la corrente della prima griglia diminuisce e quella della placca aumenta. In tal modo si ottengono curve molto ripide ossia con pendenze relativamente alte coll'applicazione di tensioni positive estremamente basse sulla placca e la prima griglia.

Il triodo come amplificatore.

Un amplificatore è un dispositivo il quale trasforma una data potenza in una potenza più grande. La differenza occorrente di potenza è fornita da una sorgente di energia che viene pilotata dal dispositivo amplificatore. Il funzionamento di un amplificatore può essere rappresentato schematicamente dal circuito di fig. 93. La batteria E manda una corrente al dispositivo amplificatore A e la resistenza R_a nella quale si sviluppa la potenza amplificata, fornita dalla batteria E. Il dispositivo amplificatore funziona da relais regolando ossia pilotando la corrente attraverso la resistenza R_a. Il rapporto fra la potenza occorrente per far funzionare il dispositivo amplificatore e la potenza sviluppata nella resistenza R_a chiamasi *l'amplificazione di potenza* del dispositivo. Una condizione essenziale alla quale devono soddisfare i dispositivi

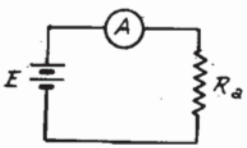


Fig. 93.

amplificatori è quella che l'andamento della tensione ai capi della resistenza R_a in funzione del tempo sia esattamente conforme a quello della tensione della potenza applicata all'amplificatore. Tale condizione che garantisce un'amplificazione esente da distorsione equivale all'esigenza che l'amplificazione deve essere indipendente dalla frequenza e dall'ammontare della potenza da amplificare.

Il circuito del triodo amplificatore è rappresentato schematicamente in fig. 94. La tensione da amplificare viene applicata fra griglia e filamento mentre nel circuito di placca è inserita una resistenza R_a come elemento nel quale viene utilizzata la potenza amplificata. È importante per ottenere una amplificazione efficace ridurre al minimo la potenza occorrente per il pilotaggio della griglia. Dando alla griglia un potenziale base negativo tale che anche la sovrapposizione della tensione alternativa da amplificare non può mai produrre un potenziale positivo della griglia rispetto al filamento, viene evitato che gli elettroni dipartenti dal filamento arrivino alla griglia e formino una corrente a dispendio della potenza applicata alla griglia. In tal caso le variazioni del potenziale di griglia avvengono senza consumo di potenza. Alla tensione alternativa applicata fra griglia e filamento corrispondono variazioni della corrente di placca. Una notevole particolarità della valvola termoionica a vuoto spinto consiste nel fatto che le variazioni della corrente anodica si effettuano senza inerzia e ritardo data l'altissima velocità degli elettroni. Affinchè queste variazioni di corrente siano fedelmente affini alla tensione applicata alla griglia occorre che esse avvengano sul tratto rettilineo delle caratteristiche che non deve mai essere sorpassato. La corrente anodica provoca attraverso la resistenza R_a una caduta variabile di tensione che menoma la tensione della batteria di placca in modo che, quando il potenziale di griglia e con ciò la corrente anodica aumenta, il potenziale di placca diminuisce. L'effetto dell'aumentato potenziale di griglia sulla corrente anodica viene quindi parzialmente annullato dalla diminuzione del potenziale di placca. Tale influenza nociva della variazione del potenziale di placca sull'effetto amplificatore della valvola è tanto meno marcato quanto più alto risulta il coefficiente di amplificazione, come abbiamo spiegato a pag. 81.

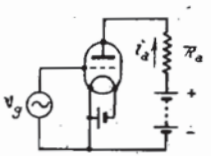


Fig. 94.

Tanto la corrente anodica quanto la tensione di placca sono la somma di una componente alternativa e di una componente costante: da quest'ultima possiamo fare astrazione se vogliamo rappresentare matematicamente il funzionamento della valvola amplificatrice. Sui tratti rettilinei vale anche per le componenti alternative della tenzione di griglia V_g, della corrente anodica i_p e della tensione anodica v_p la relazione:

$$i_p = p\left(V_g + \frac{V_p}{\mu}\right)$$

La tensione alternativa di placca è data dalla caduta attraverso la resistenza e risulta quindi secondo la legge di Ohm:

$$V_p = - i_p R_a$$

La formula prende così la forma:

$$i_p = p \left(V_g - \frac{i_p R_a}{\mu} \right)$$

e può essere facilmente trasformata tenendo conto della relazione di pag. 84 in modo che risulta:

$$i_p = \frac{\mu V_g}{R_i + R_a}$$

Questa formula permette l'interpretazione che nel circuito anodico di un triodo la cui griglia è alimentata da una tensione alternativa ha sede una forza elettromotrice uguale al prodotto: tensione di griglia per coefficiente di amplificazione, la quale manda una corrente alternativa attraverso il circuito formato dalla impedenza interna del triodo e la resistenza esterna in serie. La tensione amplificata ai capi della resistenza R_a ha un valore di:

$$R_a i_p = \mu V_g \frac{R_a}{R_i + R_a}$$

Il rapporto fra la tensione amplificata e quella applicata alla griglia che chiamasi amplificazione di tensione risulta uguale a:

$$\mu \frac{R_a}{R_i + R_a}$$

e si avvicina tanto più al valore del coefficiente di amplificazione quanto più alta è la resistenza esterna R_a. Il coefficiente di amplificazione di un triodo è quindi la massima amplificazione di tensione teoricamente ottenibile con tale triodo. La massima potenza si ricava dal circuito anodico quando la resistenza esterna ha un valore uguale alla impedenza interna della valvola.

Il triodo rivelatore.

Uno studio attento delle curve a figg. 90 e 95 ci mostra il fenomeno di amplificazione avente luogo nel tratto diritto della caratteristica tra i punti D e G. Osservando le oscillazioni della corrente di placca corrispondenti alle oscillazioni del potenziale di griglia, notiamo che sono simmetriche rispetto alla linea media. Se ora immaginiamo lo stesso fenomeno nel tratto inferiore curvo della caratteristica e cioè tra i punti B e D notiamo che le oscillazioni della corrente di placca non sono più simmetriche rispetto alla linea media attraverso C. Risulta cioè che i semicicli positivi delle oscillazioni di

griglia vengono amplificati maggiormente che non i negativi. Nel caso di onde smorzate, di onde modulate o di battimenti di onde persistenti avremo quindi una corrente di placca composta di impulsi asimmetrici che, agli effetti dell'azione nei ricevitori telefonici, si possono considerare come impulsi aventi la stessa frequenza dei gruppi di oscillazioni della corrente modulatrice o dei battimenti.

Abbiamo visto nel capitolo precedente che il ricevitore è solo sensibile al valore medio della corrente di placca, quando questa oscilla a frequenze elevate. E poichè la variazione dell'ampiezza delle oscillazioni ad alta frequenza avviene ad una frequenza udibile, gli impulsi rappresentati dal loro valore medio avranno una frequenza musicale e perciò produrranno un suono nel telefono.

Dall'esame di questi fenomeni risultano quindi per questo metodo di rettificazione — con corrente di placca — le seguenti importanti conseguenze:

1° Il fenomeno della rettificazione avviene in una valvola a tre elettrodi in due tratti critici della sua curva caratteristica, uno inferiore e uno superiore.

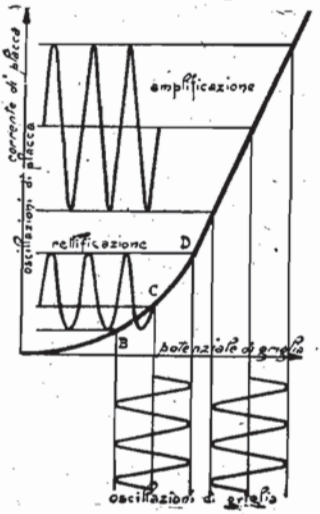


Fig. 95. - Funzionamento di un triodo come amplificatore e come rettificatore.

2° La rettificazione consiste nell'amplificazione maggiore di una metà delle oscillazioni (la metà positiva se operiamo nel punto inferiore della caratteristica, la metà negativa se in quello superiore).

3° La corrente telefonica risultante sarà una corrente pulsante i cui impulsi avranno la stessa frequenza con la quale avviene la variazione dell'ampiezza delle oscillazioni ad alta frequenza. Questa frequenza, essendo molto inferiore a quella delle oscillazioni in arrivo, viene chiamata *bassa frequenza.*

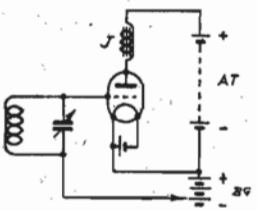


Fig. 96. - Schema di rettificazione con corrente di placca.

Per ottenere la rettificazione nel modo descritto, occorre operare in uno dei due tratti critici della curva caratteristica e per far ciò occorre dare alla griglia un potenziale apposito.

Praticamente si lavora sul tratto critico inferiore della caratteristica (in fig. 95 tra i punti *B* e *D*) e per far ciò si dà alla griglia un potenziale negativo di qualche volt rispetto al filamento. Ciò si ottiene nel modo seguente: nel circuito precedente aggiungiamo una batteria di cui colleghiamo il polo positivo con il polo negativo della batteria di accensione e in essa inseriamo una presa per il potenziale di griglia (fig. 96).

***

Il sistema precedente di rettificazione dà risultati soddisfacenti, ma generalmente serve un altro sistema di più facile attuazione pratica perchè non comporta l'uso di una batteria complementare. Esso richiede però una spiegazione teorica più complessa. Questo sistema si chiama in inglese *grid leak* che tradotto letteralmente in italiano significa falla di griglia. Noi chiameremo questo sistema di *rettificazione con corrente di griglia.*

Osserviamo il circuito che lo illustra (fig. 97).

Tra il circuito oscillante e la griglia abbiamo inserito un piccolo condensatore *C* di circa 0,0002 μF che ha in derivazione una resistenza *R* di circa 1 a 2 megohm (1 megohm = 1.000.000 ohm).

Immaginiamo prima il funzionamento di questo circuito senza la resistenza suddetta. Il condensatore di griglia agisce come uno sbar-

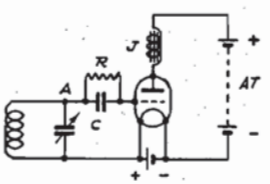


Fig. 97. - Schema di rettificazione con corrente di griglia.

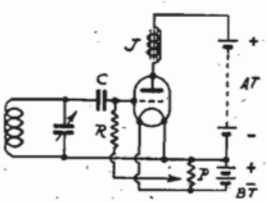


Fig. 98. - Schema di rettificazione con corrente di griglia.

ramento per la corrente continua. Gli elettroni, nel loro passaggio dal filamento alla placca, rimarranno impigliati in piccolissima quantità sulla griglia coll'effetto di darle una carica negativa. Siccome questa leggera carica negativa non può passare attraverso il condensatore di griglia sotto forma di corrente continua, essa impedirà alla griglia di assorbire altri elettroni ed il potenziale di griglia diverrà perciò costante.

Supponiamo ora che nel circuito oscillante di griglia vengano provocate correnti oscillanti ad alta frequenza dalle radioonde in arrivo. Questo circuito è sintonizzato in modo che vi è una tensione massima attraverso il condensatore e la bobina. Uno dei terminali del condensatore di griglia è collegato a un capo del condensatore e della bobina. Questo punto diventa alternativamente positivo e negativo a radiofrequenza. A un dato istante esso sarà positivo e l'altro terminale del condensatore sarà quindi negativo e sottraendo alla griglia parte dei suoi elettroni la renderà positiva. Quando il punto *A* diverrà negativo, l'altro terminale del condensatore di griglia sarà positivo e la griglia stessa sarà perciò negativa.

Quando la griglia viene resa positiva da una semionda positiva, essa comincia immediatamente ad assorbire elettroni dal filamento,

ma questi elettroni rimangono forzatamente sulla griglia non potendo oltrepassare il condensatore. La griglia diviene quindi leggermente più negativa. Dopo la semionda positiva avremo una semionda negativa che renderà momentaneamente ancora più negativa la griglia che riprenderà però il potenziale che aveva al termine della semionda positiva non essendo avvenuto in questo periodo alcun assorbimento di

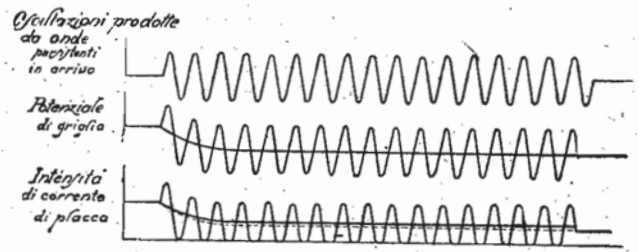


Fig. 99. - Rettificazione con corrente di griglia di oscillazioni persistenti.

elettroni. Alla prossima semionda positiva il potenziale di griglia aumenta momentaneamente e produce perciò un nuovo assorbimento di elettroni che, siccome non possono sfuggire attraverso il condensatore, rendono ancora più negativo il potenziale di griglia. Al termine della seconda semionda positiva, il potenziale costante di griglia sarà divenuto quindi ancora più negativo. Il processo si ripete un certo nu-

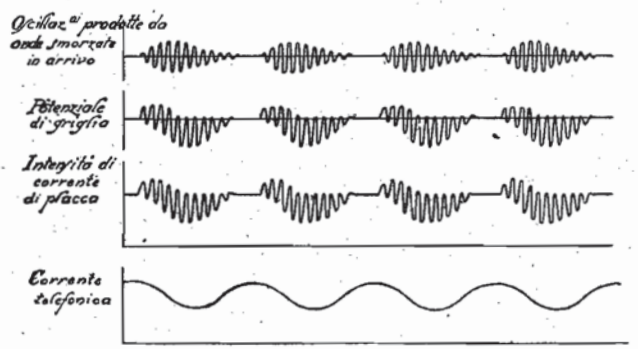


Fig. 100. - Rettificazione con corrente di griglia di gruppi di oscillazioni smorzate.

mero di volte fino a che il potenziale medio di griglia arriva ad un valore tale, che anche per la semionda positiva non può più assorbire elettroni. Dopo ogni massimo di ampiezza delle oscillazioni modulate la griglia continuerebbe ad essere negativa. La corrente di placca che nel frattempo è andata man mano scemando causa il potenziale sempre più negativo della griglia, rimarrebbe a un valore costante diminuito.

Per ridare alla valvola la possibilità di funzionamento occorre

che essa venga riportata nelle condizioni iniziali ridando alla griglia il valore iniziale, quello cioè che aveva all'inizio della prima oscillazione.

Per ottenere ciò noi inseriamo appunto tra griglia e filamento una resistenza *R* che permette alla griglia tra la fine di un gruppo di oscillazioni e l'inizio del seguente di restituire istantaneamente al filamento gli elettroni in eccesso. Con ciò la griglia riacquista un potenziale che s'aggira sullo zero e il fenomeno si ripete da capo per il prossimo gruppo di oscillazioni.

Così si ottiene per ogni gruppo di oscillazioni o battimento una corrente di placca di valore diminuito che produce impulsi di corrente media unidirezionale di frequenza udibile nel ricevitore telefonico.

Per facilitare il passaggio istantaneo di elettroni dalla griglia al filamento attraverso la resistenza, si collega generalmente — per questo sistema di rettificazione — la griglia col terminale positivo del filamento (fig. 97).

Meglio ancora è collegare la resistenza a un potenziometro inserito tra i due terminali del filamento per poter trovare il potenziale di griglia migliore per rettificare con corrente di griglia (fig. 98).

I diagrammi di figg. 99 e 100 mostrano l'applicazione di questo sistema di rettificazione, tanto per le onde persistenti come per le onde smorzate.

***

Benchè la rettificazione con corrente di griglia sia oggi più generalmente usata di quella di placca quest'ultima ha dei vantaggi qualitativi come assenza di distorsione e maggiore purezza ed è quindi da preferirsi dove la qualità è il principale requisito. Di ciò tratteremo ancora dettagliatamente parlando della ricezione.

Il triodo come oscillatore. La reazione.

Abbiamo visto che un potenziale oscillante di griglia produce una corrente oscillante nel circuito di placca. La griglia non consuma corrente se il suo potenziale rimane negativo rispetto al filamento. L'applicazione di un potenziale oscillante alla griglia potrebbe avvenire senza consumo di energia se non vi fossero perdite nei circuiti collegati con la griglia. Se noi inseriamo, per esempio, un circuito oscillante fra griglia e filamento, una carica del condensatore produrrà oscillazioni che si smorzeranno a poco a poco causa il consumo di energia nella resistenza ohmica del circuito oscillante, ma alle deboli oscillazioni del circuito di griglia, corrispondono oscillazioni nel circuito di placca di potenza molto maggiore. Il fenomeno di *reazione* o *rigenerazione* consiste ora in ciò che al circuito di griglia viene fornita una parte dell'energia del circuito di placca, in modo che le perdite del circuito

di griglia vengono compensate più o meno dall'energia fornita dal circuito di placca. Occorre quindi che il circuito oscillante sia collegato contemporaneamente col circuito di placca e col circuito di griglia in modo che il circuito di placca attraverso il circuito oscillante agisca sulla griglia.

L'esempio della fig. 101 farà intendere meglio questo procedimento. Abbiamo una induttanza inserita nel circuito di griglia e un'altra nel circuito di placca. L'induttanza del circuito oscillante è accoppiata induttivamente coll'una e coll'altra. Se nel circuito oscillante per qualsiasi impulso esterno — come onde in arrivo — si producono oscillazioni, esse vengono impresse alla griglia mediante l'accoppiamento induttivo con la induttanza di griglia e la valvola le riprodurrà amplificate nell'induttanza di placca, cioè con maggiore ampiezza. L'accoppiamento induttivo fra induttanza di placca e induttanza del circuito oscillante fa sì che le oscillazioni amplificate vengono riportate al circuito oscillante compensando così il consumo di energia di quest'ultimo. Occorre però che questo accoppiamento avvenga in modo che la forza elettromotrice indotta nell'induttanza del circuito oscillante abbia la direzione voluta per aumentare il potenziale del condensatore. Invertendo la posizione dell'induttanza avremmo invece di un aumento, una diminuzione di potenziale e con ciò uno smorzamento più rapido delle oscillazioni. Questo accoppiamento tra induttanza di placca e induttanza del circuito oscillante si chiama reazione perchè costituisce un'azione retroattiva del circuito di placca sul circuito di griglia, riportando le oscillazioni amplificate della placca, causate dalle variazioni del potenziale di griglia, nuovamente alla griglia.

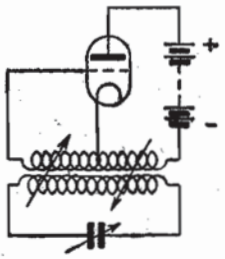


Fig. 101. - Accoppiamento reattivo di un triodo.

Una analogia potrà darci una idea più chiara del fenomeno. Supponiamo di avere un circuito telefonico composto di un microfono, di una batteria e di un ricevitore telefonico disposto in modo che microfono e ricevitore siano in uno stesso ambiente in modo da poter essere accoppiati l'uno all'altro. Se in questo ambiente viene prodotto un rumore o un suono, esso potrà essere percepito col ricevitore. Accoppiando, cioè avvicinando il ricevitore a qualche millimetro di distanza dal microfono, udremo una nota forte costante prodotta dalla vibrazione costante della membrana del ricevitore. Questo suono è prodotto nel modo seguente: una perturbazione sonora prodotta nell'ambiente viene trasmessa elettricamente dal microfono al ricevitore e da questo per mezzo di onde sonore nuovamente al microfono che la trasmette elettricamente al ricevitore e così via, sino a produrre vibrazioni persistenti della membrana del ricevitore.

Lo smorzamento delle vibrazioni della membrana del microfono viene annullato dalle vibrazioni fornite mediante accoppiamento dalla

membrana del ricevitore, essendo queste oscillazioni di pari frequenza.

Tornando ora all'accoppiamento reattivo tra induttanza di placca e induttanza del circuito oscillante, vediamo che, cominciando da un accoppiamento minimo tra le due induttanze, avremo prima una amplificazione nel circuito di placca delle oscillazioni indotte nel circuito oscillante. Aumentando man mano l'accoppiamento, avvicinando cioè le due bobine, il consumo di energia nel circuito oscillante viene sempre compensato maggiormente dalle oscillazioni del circuito di placca e avremo così non solo un aumento dell'ampiezza delle oscillazioni indotte nel circuito oscillante, ma anche un aumento della durata delle oscillazioni proprie. corrispondente alla diminuzione dello smorzamento. Per un ancora maggior valore dell'accoppiamento arriviamo finalmente in un punto in cui un impulso di corrente di placca produrrà attraverso l'azione reattiva sul circuito di griglia un impulso più forte di corrente di placca. In questo caso l'ampiezza delle oscillazioni prodotte da un impulso nel circuito oscillante deve aumentare continuamente sino a che si stabilisce uno stato di equilibrio fra le perdite nel circuito oscillante e l'energia fornita dal circuito di placca così da avere delle oscillazioni di ampiezza costante, cioè *oscillazioni persistenti*. La griglia viene dunque, in tal caso, retroattivamente pilotata dal circuito di placca attraverso il circuito oscillante.

Nella ricezione dei segnali telefonici l'innesco delle oscillazioni nella valvola ha l'effetto di deformare completamente i suoni. Ciò avviene per l'interferenza tra le oscillazioni in arrivo con le oscillazioni locali che difficilmente vengono ad essere in perfetto sincronismo. La reazione aumenta viceversa notevolmente l'amplificazione dei segnali deboli perchè le variazioni di tensione sulla griglia vengono notevolmente rinforzate dal ritorno d'energia dal circuito di placca nella ricezione dei segnali telefonici. Dobbiamo quindi poter variare quantitativamente il ritorno di energia ossia l'effetto retroattivo in modo di avere il massimo di reazione senza l'innesco delle oscillazioni.

Applicando in modo conveniente la reazione è possibile ridurre notevolmente la resistenza di un circuito accordato. Ciò migliora naturalmente la selettività e rende più ripida la curva di risonanza.

La produzione di onde persistenti con la valvola termojonica è di grande importanza:

1° come endodina e eterodina, cioè generatrice di oscillazioni locali per la produzione di battimenti nella ricezione di onde persistenti.

2° come generatrice di oscillazioni persistenti per la trasmissione di segnali.

Le valvole usate per la trasmissione sono fondamentalmente uguali

a quelle per la ricezione, ma richiedono una tensione di placca più elevata che va a seconda delle potenze da 200 sino a 20.000 volt.

Abbiamo sinora considerato che il circuito oscillante venga accoppiato al circuito di placca e di griglia per induzione, cioè per mezzo

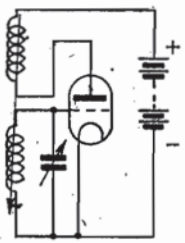


Fig. 102.

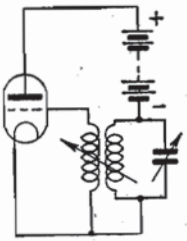


Fig. 103.

Accoppiamento reattivo di un triodo.

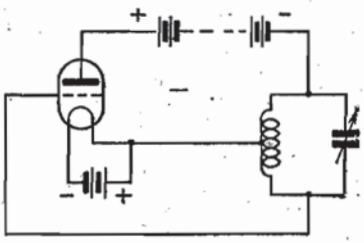


Fig. 104.

Accoppiamento reattivo Hartley.

di due induttanze diverse. Praticamente nella ricezione il circuito oscillante è inserito direttamente tra griglia e filamento ed accoppiato ad una induttanza di placca come a fig. 102. Nella trasmissione il circuito oscillante può essere inserito direttamente nel circuito di placca ed accoppiato con una induttanza di griglia come a fig. 103 (*reversed feed back*).

L'accoppiamento induttivo fra circuito di placca e quello di griglia può essere anche diretto mediante l'induttanza stessa del circuito oscillante ed avremo allora lo schema della fig. 104 (Hartley).

L'effetto di reazione si ottiene ugualmente con un accoppiamento come lo dimostra lo schema della fig. 105. La placca della valvola è alimentata dalla batteria *B* attraverso l'impedenza *A* che impedisce il passaggio dell'alta frequenza. Il condensatore di blocco *C* impedisce un cortocircuito della batteria *B* attraverso l'induttanza *L*. La ca-

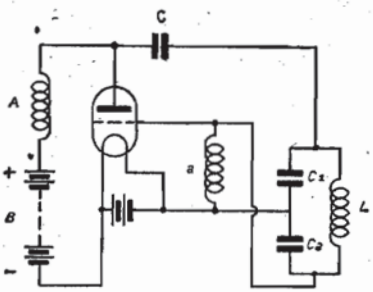


Fig. 105. - Accoppiamento reattivo.

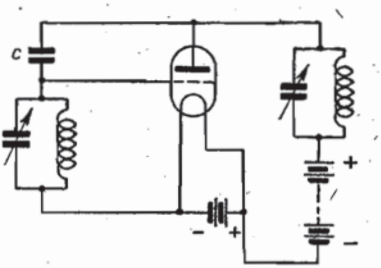


Fig. 106. - Accoppiamento reattivo.

pacità del circuito oscillante consiste di due condensatori in serie C_1 e C_2, di cui C_2 appartiene tanto al circuito di placca quanto al circuito di griglia ed effettua così l'accoppiamento reattivo. L'impedenza *a* costituisce un passaggio per la corrente di griglia.

Un altro schema nel quale la reazione è ottenuta mediante un accoppiamento capacitivo è rappresentato dalla fig. 106. Tanto nel circuito di placca quanto nel circuito di griglia è inserito un circuito oscillante. Se questi due circuiti sono in sintonia, una parte dell'energia del circuito di placca può essere fornita al circuito di griglia mediante la piccola capacità *C* inserita fra la placca e la griglia. Placca e griglia formano per se stesse un piccolo condensatore internamente alla valvola e generalmente basta tale capacità per provocare l'accoppiamento fra i due circuiti, in modo che le oscillazioni si innescano senza un accoppiamento esternamente alla valvola. Per la regolazione di questa reazione, che è causata dalla capacità fissa fra gli elettrodi internamente alla valvola, si usa nella ricezione un potenziometro che permette di dare alla griglia un potenziale più o meno positivo rispetto al filamento aumentando così più o meno lo smorzamento del circuito di griglia.

Nei circuiti più moderni la reazione causata dalla capacità interna della valvola, viene eliminata mediante il procedimento di neutralizzazione, o con lo schermaggio tra griglia e placca internamente alla valvola (valvole schermate).

Triodi riceventi.

I triodi vengono oggidì costruiti con caratteristiche molto diverse adatti allo scopo ai quali debbono servire. I tipi principali di triodi sono a alta, media e bassa impedenza. I triodi a media impedenza vengono essenzialmente usati per amplificazione ad alta e bassa frequenza e per la rivelazione di griglia. I triodi ad alta impedenza vengono usati per la rivelazione di placca e, come vedremo in seguito, per l'amplificazione a bassa-frequenza con accoppiamento per resistenza capacità. I triodi a bassa impedenza e forte emissione vengono usati per lo stadio finale e per la produzione di oscillazioni locali. La tabella III mostra la scelta più conveniente dei diversi tipi di triodo — a seconda dell'uso particolare. Occorre sempre tener presente che quando un triodo viene usato senza che si produca corrente di griglia ed in modo che il suo campo di funzionamento non sorpassi il tratto rettilineo della sua caratteristica, per ottenere il massimo rendimento ossia la massima potenza da esso, occorre che l'impedenza esterna inserita nel circuito di placca sia uguale all'impedenza interna di funzionamento della valvola e ciò vale tanto per l'amplificazione ad alta come a bassa frequenza.

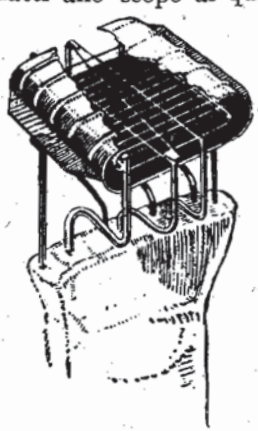


Fig. 107. - Disposizione degli elettrodi in una valvola di potenza.

TAB. III — SCELTA DELLE VALVOLE RICEVENTI A SECONDA DELL'USO PARTICOLARE.

Funzione		Preceduto da	Impedenza ohm	Coefficiente di amplificazione
AF	a circuito di placca accordato	—	15000-30000	15-35
	con accoppiamento per trasformatore alla valvola seguente	—	7500-20000 *	15-25
	con accoppiamento per resistenza alla valvola seguente	—	oltre 20000	oltre 25
R	con corrente di griglia	1 o 2 AF	7000-30000	12-15
		senza AF	7000-30000	15-35
	con corrente di placca	2 AF	20000-30000	25-35
		senza AF o IAF	20000-50000	25-50
BF	con accoppiamento per trasformatore alla valvola seguente	R o ReAF	7000-20000 *	10-20
		1 BF	6000-12000 *	6-12
	con accoppiamento per resistenza alla valvola seguente	solo R	20000-40000	17-35
		AF e R	20000-40000	17-25
		parecchi AF e R	15000-30000	12-20
		1 BF	8000-20000	8-25
	con accoppiamento per impedenza alla valvola seguente	solo R	20000-40000	17-25
		AF e R	20000-40000	17-25
		parecchi AF e R	15000-30000	12-20
		1 stadio BF	8000-15000	8-14
	Potenza	molti stadi BF	1500-5000	2,5-5
		R o 1AFeR	2500-10000	2,5-8
		1 BF	2000-6000	2,5-5

* A seconda dell'impedenza di placca.

Uso del tetrodo.

Le figg. 108 e 109 mostrano i diversi modi di collegare un tetrodo: nel primo alla griglia interna G_1 viene applicato un potenziale positivo, mentre la griglia esterna G funziona da griglia di controllo. Questo collegamento viene specialmente usato per l'amplificazione ad alta frequenza e la rivelazione. Nel secondo caso la griglia interna G

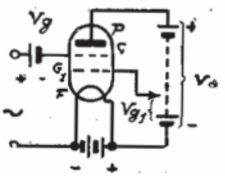


Fig. 108. - Tetrodo con griglia sussidiaria tra filamento e griglia.

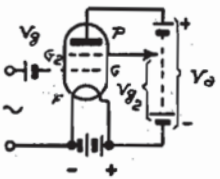


Fig. 109. - Tetrodo con griglia sussidiaria tra griglia e placca.

è la griglia di controllo, mentre alla griglia esterna G_2 viene applicato un potenziale positivo. Questo collegamento viene specialmente usato per l'amplificazione a bassa frequenza.

La fig. 110 mostra come un tetrodo può essere usato come rivelatore in reazione. In questo circuito basta una tensione anodica di circa 10-20 volt, mentre alla griglia sussidiaria G_1 va applicato un potenziale uguale a circa metà della tensione anodica. Caratteristico per questo circuito è l'uso della griglia esterna come griglia di controllo e della griglia interna come griglia sussidiaria. In questo caso, come abbiamo visto, la carica spaziale tra filamento e griglia di controllo, viene neutralizzata dal potenziale positivo applicato alla griglia sussidiaria. Questo circuito può essere usato per tutti i tipi di amplificazione ad alta frequenza e di rivelazione ed è caratterizzato dal fatto che, essendo l'impedenza interna bassa e la frequenza elevata, occorrono per la placca tensioni relativamente basse. La fig. 111 mostra l'uso del tetrodo in uno stadio di amplificazione a bassa frequenza. Caratteristico per questo circuito è l'uso della griglia interna come griglia di controllo e di quella esterna come griglia sussidiaria. A quest'ultima viene applicato un potenziale uguale a circa $^3/_4$ della tensione anodica.

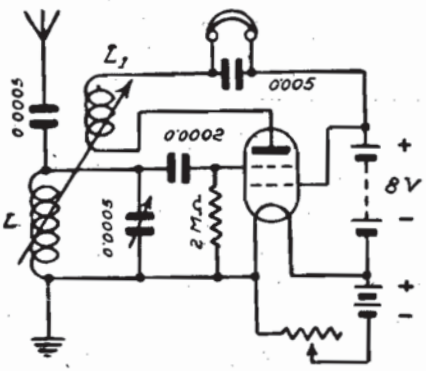


Fig. 110. - Tetrodo usato come rivelatore in reazione.

Con ciò diminuisce l'intraeffetto e aumenta notevolmente l'efficacia

del tetrodo rispetto al comune triodo. Non va però trascurato il fatto che l'impedenza della valvola aumenta nella stessa proporzione e di

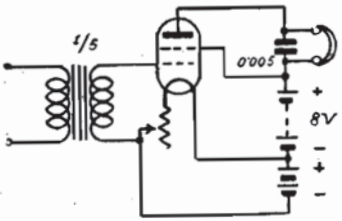


Fig. 111. - Tetrodo usato come amplificatore a bassa frequenza.

ciò va tenuto conto nella scelta della impedenza esterna (cuffia, altoparlante o trasformatore).

Pentodi.

Il pentodo è una valvola di potenza con un grande coefficiente di amplificazione, una grande impedenza e una elevata pendenza. A parità di tensione d'alimentazione di griglia il pentodo dà una resa di potenza molto superiore a quella di un comune triodo.

Valvole per corrente alternata.

L'alimentazione del catodo direttamente con corrente alternata trasformata alla tensione voluta presenta una quantità di fenomeni che sarà bene esaminare da vicino. Se si alimenta come si vede a figura 112 una valvola normale per c. c. il cui circuito di griglia è collegato come per solito a un lato del filamento, si avverte una modulazione della corrente anodica nel ritmo della corrente alternata per il fatto che il calore e la emissione dei sottili filamenti comunemente usati sono in grado di seguire le rapide variazioni della corrente alternata. Fanno eccezione le valvole di potenza usate come valvole finali. Quindi nel caso di fig. 112 si udrebbe in una cuffia inserita nel circuito anodico della valvola il caratteristico brusio della corrente alternata. Indipendentemente da questo fenomeno la corrente anodica viene influenzata dal potenziale di griglia che varia nel ritmo della corrente alternata. Dall'esame di fig. 112 si comprende come, alimentando il filamento con corrente alternata, nel momento in cui il lato del filamento al quale è collegata la griglia è positivo, la griglia è positiva rispetto al centro del filamento. Essa è naturalmente ne-

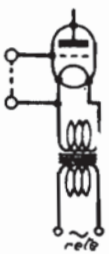


Fig. 112.

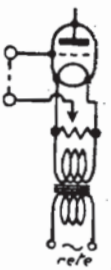


Fig. 113.

gativa rispetto al centro del filamento quando il lato del filamento al quale è collegata diventa negativo. Da ciò risulta che collegando la griglia a un lato del filamento, la tensione di griglia segue le variazioni della corrente alternata. Ciò può solo essere evitato collegando la griglia al contatto mobile di un potenziometro inserito tra i due capi del filamento. Questo contatto mobile viene regolato in modo che la sua tensione corrisponda a quella del centro del filamento. In questo caso, come si vede a fig. 113, il potenziale di griglia non viene influenzato dalla tensione alternata del filamento o solo in misura molto ridotta. Se ora il filamento ha una sufficiente inerzia al calore in modo che esso non possa seguire le variazioni d'intensità della corrente alternata, questa disposizione rende possibile l'accensione del filamento di queste valvole direttamente con corrente alternata. È evidente che un filamento è tanto più inerte al calore quanto più esso è grosso cioè quanto maggiore è la corrente di accensione che esso richiede e d'altra parte quanto minore è la sua temperatura. Da ciò risulta chiaro che per questo scopo sono specialmente indicati i grossi filamenti di ossido che notoriamente emettono senza luce e quindi a bassa temperatura. Si è tentato di fare a meno del potenziometro, facendo una presa intermedia sul filamento come si vede a fig. 114 o anche collegando il circuito di griglia a una presa intermedia del trasformatore di accensione (fig. 115). Però non sempre è facile trovare il centro elettrico in tali dispositivi e d'altra parte il buon funzionamento è solo possibile con una messa a punto precisa.

Fig. 114.

Fig. 115.

I summenzionati punti di vista relativamente alle variazioni della corrente anodica da una parte causa l'insufficiente inerzia calorica del filamento e dall'altra causa la tensione alternata della griglia rispetto al centro del filamento hanno portato alla costruzione di valvole speciali, le cosidette *valvole a filamento breve e puntiforme*. Poichè per ottenere una data potenza dalle valvole è generalmente necessaria l'applicazione di una uguale potenza di accensione, queste valvole sono provvedute di filamenti molto brevi ma grossi cosicchè la tensione del filamento è piccola ma il consumo di corrente invece molto grande. Tali valvole a filamento breve (dette anche *ad accensione diretta*) si trovano già in diversi tipi sul mercato nazionale ed estero, e si può dire che questa soluzione dell'accensione diretta con corrente alternata del filamento che serve come catodo può dare ottimi risultati con una buona messa a punto.

Di gran lunga più usato è oggi un altro sistema di alimentazione con corrente alternata. L'accensione di una valvola ha notoriamente soltanto lo scopo di scaldare il catodo — quindi nelle valvole comuni il filamento — sino al punto in cui esso comincia ad emettere elettroni.

Ciò facendo è completamente indifferente il modo nel quale questo catodo viene scaldato. Si sono perciò costruite valvole nelle quali il filamento serve solo per il riscaldamento indiretto d'uno strato emettente ossia del catodo, ma non prende parte al processo di emissione. Lo schema di principio di una tale valvola è visibile a fig. 116 nella quale si vede come un filamento percorso dalla corrente alternata sia circondato da un tubo isolante di materiale refrattario al calore sul quale si trova uno strato d'ossido. Dalla fig. 116 risulta che in questo modo l'accensione è completamente separata dal funzionamento vero e proprio della valvola e che perciò le tensioni alternate del filamento non possono più esercitare alcuna influenza sulla griglia. D'altra parte tutto il dispositivo con lo stesso tubetto isolante è così inerte al calore che esso non è in grado di seguire colla sua temperatura le variazioni di intensità della corrente alternata che serve per l'accensione. In questo modo è possibile una ottima soluzione del problema dell'accensione del filamento dalla rete.

Fig. 116. - Riscaldamento indiretto del catodo con corrente alternata.

Causa la grossezza del filamento il consumo di corrente per l'accensione di tali valvole è pure notevolmente più elevato che nelle valvole per c. c. e un consumo di circa 1 ampere per l'accensione è normale. Da ciò risulta anche che tali valvole non possono — anche a prescindere dal quinto attacco necessario — essere usate in comuni apparecchi di ricezione poichè i conduttori dei filamenti, specialmente in apparecchi con molte valvole, non sono fatti per sopportare correnti così elevate.

Questi triodi, detti *a riscaldamento indiretto del catodo* con corrente alternata, non solo consentono il risparmio di batterie di accumulatori o alimentatori, ma danno anche un rendimento maggiore a quello ottenibile con le valvole a filamento comune.

Nel tipo solito di valvola il catodo (filamento) è riscaldato dal pas-

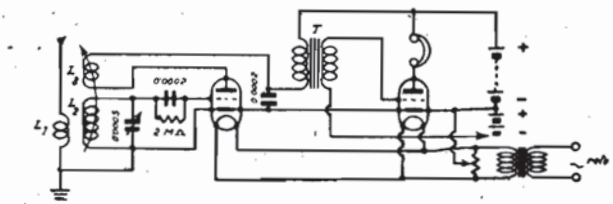


Fig. 117. - Circuito facente uso di valvole a riscaldamento indiretto del catodo.

saggio di una corrente elettrica la quale, oltre a scaldare il catodo sino al punto di provocare una evaporazione di elettroni da esso, produce anche altri effetti, tra i quali un campo intorno al filamento e una caduta di tensione tra due punti del filamento. Il campo prodotto dalla corrente che scorre nel filamento agisce sugli elettroni che formano la

corrente di placca tendendo a farli andare intorno al filamento invece che alla placca. In molte valvole questa azione — detta *effetto magnetron* — è piccola ma è indubbiamente presente e tende ad allungare il percorso degli elettroni che vanno dal filamento alla placca: essa è naturalmente tanto più notevole quanto maggiore è la corrente del filamento.

Nelle valvole conviene avere una pendenza più elevata che sia possibile. Conviene cioè ottenere la massima variazione possibile di corrente di placca per una data variazione della tensione di griglia. Prescindendo dalle esigenze costruttive — specialmente per ciò che riguarda le dimensioni e l'interdistanza degli elettrodi — il miglior modo per raggiungere questo fine è quello di usare un catodo con una emissione totale più grande. Sfortunatamente nelle valvole a filamento comune ciò comporta anche una maggiore corrente di accensione e quindi un aumento del campo prodotto da questa corrente intorno al filamento. Come conseguenza si ha quindi una limitazione nelle dimensioni del filamento.

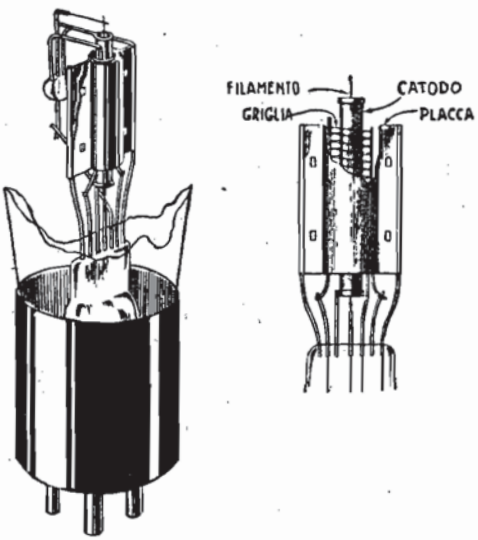


Fig. 118. - Valvola con riscaldamento indiretto del catodo.

In una valvola conviene che il rapporto del diametro dell'anodo (placca) al diametro del catodo (filamento) si avvicini per quanto possibile all'unità, ma naturalmente il rapporto 1 non è praticamente possibile. Inoltre causa l'effetto magnetron si ha una limitazione del diametro nel tipo di valvola a filamento comune.

Nelle valvole riceventi la corrente di accensione è molto limitata mentre il rapporto nel diametro anodo-catodo è in una valvola comune molto elevato. Sarebbe certamente possibile ridurre considerevolmente l'effetto magnetron usando spessi filamenti ripiegati strettamente su se stessi in modo che i campi dovuti a ogni sezione si contrastino neutralizzandosi a vicenda, ma disgraziatamente tale soluzione comporta gravi difficoltà costruttive.

L'effetto della caduta di potenziale nel filamento diventa abbastanza importante nelle valvole con alto coefficiente di amplificazione. Ciò si può facilmente spiegare facendo un esempio numerico. Prendiamo

p. es. una valvola con filamento di 4 volt e coefficiente di amplificazione di 30 e supponiamo che essa funzioni come amplificatrice con un potenziale di griglia di — 1,5 volt e 100 volt di placca. Il positivo della batteria di griglia è collegato al negativo della batteria di accensione cosicchè la griglia sarà 1,5 volt negativa rispetto all'estremità negativa del filamento ma 5,5 volt negativa rispetto all'estremità positiva del filamento e a valori intermedi negli altri punti lungo il filamento. Nel caso qui considerato 100 volt sulla placca corrispondono approssimativamente a 100/30 o a circa 3,5 volt sulla griglia cosicchè quando la griglia è di 3,5 volt negativa rispetto al filamento l'effetto repellente della griglia sugli elettroni intorno al filamento compensa appunto l'effetto di attrazione dovuto alla tensione di placca, mentre per tensioni negative superiori a 3,5 volt l'effetto di ripulsione predomina. Essendo necessario un deciso effetto positivo di parecchi volt prima che scorra una corrente di placca apprezzabile ne consegue che meno di metà del filamento fornisce elettroni per la corrente di placca e quanto più si va verso l'estremità negativa del filamento tanto maggiore è il numero di elettroni fornito per unità di lunghezza del filamento. Se si riflette che le estremità del filamento non emettono elettroni del tutto perchè esse sono raffreddate per conduzione attraverso i supporti del filamento, si vede che solo una piccolissima lunghezza del filamento lavora utilmente.

Da quanto sopra risulta che di un dato filamento lavora utilmente una parte maggiore in una valvola con un basso coefficiente di amplificazione anzichè in una con coefficiente elevato. Ci si attende quindi che la pendenza di una serie di valvole aventi lo stesso filamento diminuisca dapprima lentamente e poi più rapidamente aumentando il coefficiente di amplificazione e ciò è effettivamente confermato dalla pratica.

Viceversa nella valvola a catodo scaldato indirettamente non si manifesta l'effetto magnetron per il fatto che il catodo fa da schermo al filamento. Siccome il catodo non è attraversato dalla corrente di accensione esso può essere costruito di diametro sufficientemente grande così da aversi un rapporto dei diametri anodo-catodo abbastanza basso e aumentare così la pendenza della valvola. Inoltre questo aumento del diametro del catodo comporta automaticamente una superficie catodica molto più grande sulla quale possono essere depositate materie emittenti e la corrente elettronica di saturazione ottenibile viene con ciò molto aumentata. Infatti, se si vuole, il catodo può essere fatto funzionare a una temperatura più bassa che un filamento corrispondente pur dando una emissione totale molto più grande che quest'ultimo.

Inoltre il catodo a riscaldamento indiretto non porta alcuna corrente di accensione cosicchè esso è tutto allo stesso potenziale rispetto alla griglia e così la più notevole differenza nelle caratteristiche tra valvole a filamento comune e valvole a catodo riscaldato indi-

rettamente sta in quelle aventi un elevato coefficiente di amplificazione.

Ma in favore delle valvole a catodo riscaldato indirettamente stanno ancora due altri vantaggi importanti e cioè la robustezza di costruzione — essendo il filamento un filo spesso — con la conseguente assenza di effetti microfonici e la maggior durata e anche il fatto che, essendo il filamento schermato dal catodo, esso può essere scaldato tanto con corrente alternata come con corrente continua. Diciamo questo per meglio far comprendere che a parte quest'ultimo grandissimo vantaggio, le valvole con catodo scaldato indirettamente presentano per se stesse grandissimi vantaggi per le loro notevoli caratteristiche.

Valvole a griglia schermante.

Una delle maggiori difficoltà che si incontrano nel realizzare un amplificatore ad alta frequenza è quella di eliminare gli effetti di reazione dovuti alla capacità fra griglia ed anodo della valvola impiegata.

Il più attento montaggio e lo schermaggio dei vari componenti del circuito riescono vani a meno che non si ricorra a qualche mezzo di neutralizzazione.

Tale neutralizzazione è sovente efficace solo per un campo di frequenza relativamente piccolo e richiede ulteriori regolazioni man mano che la sintonia varia se si vuole mantenere l'apparecchio nella più stabile efficienza.

Le valvole schermate eliminano

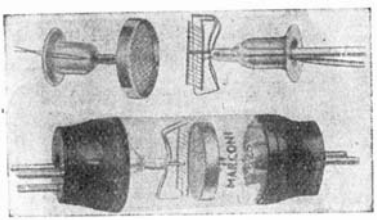


Fig. 119. - La valvola Marconi S-625.

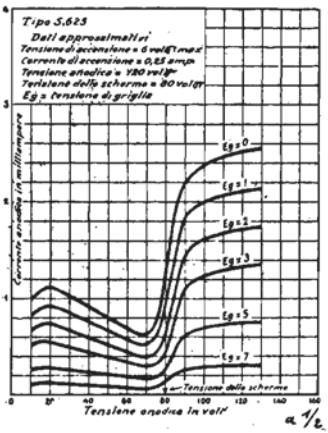


Fig. 120. - Caratteristica della valvola S-625.

tali inconvenienti per il fatto che la capacità interelettrodica è eliminata nella valvola stessa mediante l'introduzione di una speciale griglia-schermo posta fra la comune griglia e l'anodo per cui si rende inutile la neutralizzazione.

Mentre la capacità placca-griglia d'una comune valvola è di circa 0.5 a 3 $\mu\mu F$, in una valvola schermata essa può essere ridotta a 0.01 $\mu\mu F$.

La valvola schermata non è in fondo che un tetrodo nel collegamento di fig. 109 in cui la griglia esterna funziona come griglia sussidiaria e quella interna come griglia di controllo. Essendo la griglia esterna molto fitta essa diminuisce l'intraeffetto e quindi aumentano il coefficente di amplificazione e l'impedenza interna.

È però assolutamente necessario che i circuiti di griglia e di placca vengano separati da uno schermo metallico avente un foro attraverso il quale passa il bulbo della valvola.

Lo schermo esterno è collegato alla terra, mentre la speciale griglia-schermo viene collegata a una conveniente tensione positiva della batteria anodica in modo da formare un completo schermo elettrostatico.

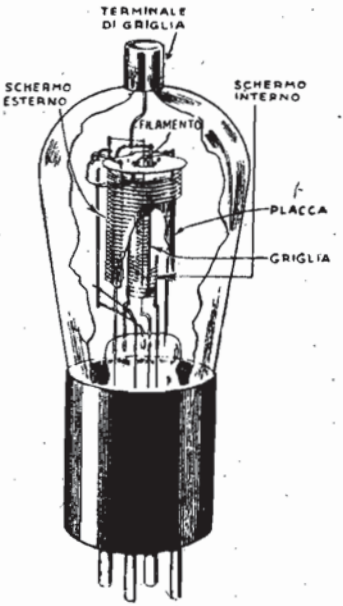


Fig. 121. - Valvola a griglia schermante.

La tensione anodica viene applicata alla placca della valvola attraverso un trasformatore ad alta frequenza o un circuito sintonizzato. Poichè la resistenza interna della valvola è altissima conviene usare bobine di filo multiplo (Litzendraht) per il campo delle onde medie in modo da ridurre le perdite al minimo. Però anche quando si adoperano bobine ordinarie i risultati sono sempre superiori a quelli ottenuti con circuiti neutralizzati e valvole non schermate giacchè con buone valvole di questo tipo molto facilmente si ottiene una amplificazione 70-80 per stadio con assoluta stabilità e massima efficienza su un vasto campo d'onda. Un solo stadio di amplificazione non presenta alcuna difficoltà costruttiva e una volta presa familiarità con i principii sui quali è fondato il funzionamento della valvola, si passa facilmente da uno stadio a due.

Paragonando il rendimento della valvola schermata col triodo risulta che la prima dà una maggiore amplificazione ma meno selettività. La costruzione è però meno semplice essendo necessario un complesso schermaggio, viceversa non occorre alcuna neutralizzazione

Valvole di trasmissione.

I dati caratteristici di una valvola di trasmissione sono: potenza, tensione anodica, corrente di emissione, tensione di accensione, e corrente di accensione.

Circa l'indicazione della potenza bisogna essere molto guardinghi

poichè essa viene definita secondo criteri molto differenti a seconda

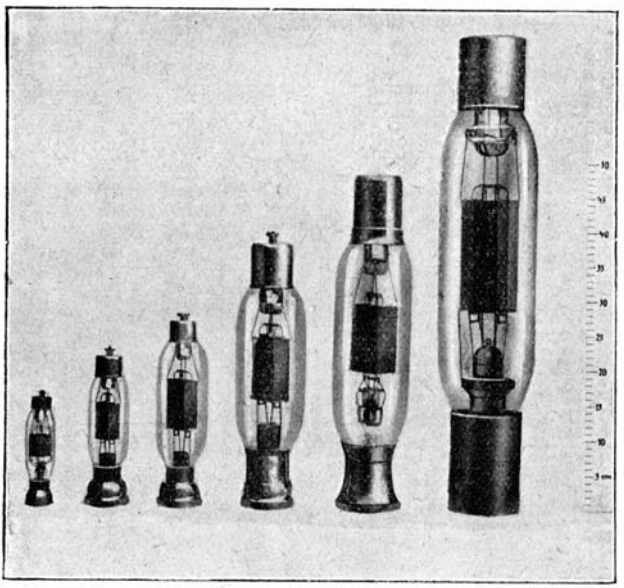


Fig. 122. - Valvole di trasmissione (Huth) da 20 a 1000 watt.

Fig. 123. Triodo raffreddato ad acqua.

delle case costruttrici. Alcune tra le più importanti case tedesche definiscono la potenza come quella che si può ottenere nel circuito di aereo, usando un dispositivo di trasmissione nel quale il rendimento non sia inferiore al 50%. È evidente in questo caso che la potenza reale ottenuta col triodo sarà in funzione del rendimento del trasmettitore.

Altre case identificano la potenza di una valvola con la massima potenza che la valvola può dissipare in calore in funzionamento normale senza che l'eccessivo riscaldamento della placca ne ponga in pericolo l'esistenza.

Ammettendo che la potenza di una valvola venga definita in uno di questi due modi che all'incirca si equivalgono, e partendo dal presupposto che il rendimento del trasmettitore sia di circa il 50 %, la valvola da usare potrà avere una potenza uguale alla metà circa della potenza disponibile di alimentazione.

Per tensione di placca occorre sempre intendere tensione di corrente continua; ciò che significa che se la corrente è alternata la tensione applicabile sarà maggiore e cioè di circa il 70 %.

6. - Come avviene praticamente la ricezione

Se si considera il processo che ha luogo nella stazione trasmettente nel suo complesso risulta che una corrente elettrica continua o alternata di frequenza industriale per mezzo di dispositivi appositi — che possiamo nel loro complesso chiamare il trasmettitore — viene trasformata in una corrente oscillante a radiofrequenza Questa serve a produrre onde elettromagnetiche che, staccandosi dall'aereo trasmettente si propagano in tutte le direzioni lungo la superficie terrestre. Una piccola parte di queste radioonde raggiunge in tal modo la stazione ricevente dove avviene il processo inverso al suddetto.

Vediamo ora quali sono i fenomeni e le operazioni che permettono la ricezione:

1° Le onde elettromagnetiche o radioonde in arrivo, generano nel circuito di aereo delle correnti oscillanti ad alta frequenza.

2° Perchè queste correnti ad alta frequenza abbiano una intensità sufficiente occorre che i circuiti oscillanti del radio-ricevitore siano sintonizzati sulla frequenza dei segnali in arrivo.

3° Occorre che gli altri segnali la cui frequenza differisce di oltre $\pm$ 4000 cicli/sec. rispetto alla frequenza dell'onda portante che si riceve non vengano amplificati.

4° Le correnti oscillanti ad alta frequenza debbono essere trasformate in correnti a bassa frequenza onde far vibrare le membrane dei nostri ricevitori telefonici e quindi produrre suoni udibili.

5° Le correnti indotte nell'apparecchio ricevente essendo talora debolissime, dovranno essere eventualmente amplificate. Tale amplificazione può avvenire in due modi e cioè prima o dopo la rettificazione e perciò per correnti ad alta o a bassa frequenza. Abbiamo quindi amplificazione ad alta frequenza e amplificazione a bassa frequenza. I due sistemi di amplificazione vengono per lo più usati in uno stesso ricevitore.

***

Abbiamo detto che l'aereo è l'organo che serve per la captazione dei radiosegnali.

Perchè le radioonde possano produrre in esso delle oscillazioni ad alta frequenza, occorre che l'aereo possa esso stesso oscillare, che esso formi cioè un circuito oscillante. Se consideriamo una antenna collegata direttamente alla terra e poniamo mente al fatto che, essendo una antenna costituita da un conduttore, essa avrà una propria induttanza e una propria capacità, vediamo che essa costituisce infatti un circuito oscillante.

Che una antenna abbia una propria induttanza è evidente perchè ogni tratto di conduttore ha una influenza sui tratti vicini. Che l'antenna abbia una capacità propria è pure evidente. Antenna e terra possono essere considerate come le due enormi placche di un condensatore il cui dielettrico è costituito dallo strato d'aria (fig. 124) che separa l'antenna dalla terra. E infatti come la capacità di un condensatore aumenta coll'aumentare la superficie delle due placche e col diminuire lo spessore del dielettrico, così aumentando il numero di conduttori di una antenna e diminuendone l'altezza cioè la distanza da terra, noi ne aumentiamo la capacità.

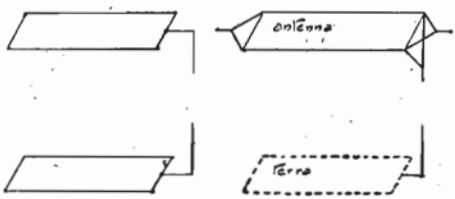


Fig. 124. - Analogia tra un condensatore e il complesso antenna-terra.

Se però l'antenna è fissa, cioè se sono costanti il numero dei suoi conduttori, le sue dimensioni e la sua altezza da terra, anche la sua capacità e induttanza saranno costanti, e noi avremo perciò un circuito oscillante di una data frequenza. La lunghezza d'onda corrispondente a questa frequenza si chiama *lunghezza d'onda propria o fondamentale dell'aereo.*

Dato quanto abbiamo detto trattando della sintonia e cioè che un circuito oscillante oscilla sotto l'influenza di onde in arrivo se la sua frequenza è uguale a quella delle onde, è ovvio che se non potessimo variare la frequenza propria dell'aereo, noi non potremmo ricevere che segnali di una sola frequenza e perciò di una sola stazione.

Per variare questa frequenza dobbiamo perciò, come abbiamo detto trattando del circuito oscillante, poterne variare l'induttanza e la capacità. Ciò si potrebbe fare variando le dimensioni, il numero dei conduttori e l'altezza dell'antenna. Questa deve però essere costruttivamente stabile e occorre quindi che queste variazioni vengano ottenute per mezzo di organi complementari.

Noi inseriamo infatti tra l'antenna e la terra delle induttanze e delle capacità variabili e abbiamo così un circuito oscillante d'aereo che

può essere successivamente sintonizzato sulle diverse lunghezze d'onda. In tale circuito, il condensatore può essere collegato in serie o in parallelo con la capacità dell'antenna. Nel primo caso siccome la capacità risultante di due capacità in serie è più piccola delle singole capacità, la capacità del circuito di aereo e quindi la lunghezza d'onda alla quale esso è accordato risulterà diminuita. Nel secondo caso la capacità del circuito di aereo sarà maggiore e quindi anche la sua lunghezza d'onda. Possiamo ora sintonizzare il nostro circuito di aereo su qualunque lunghezza d'onda.

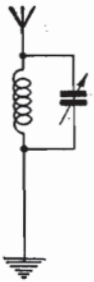
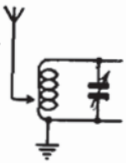


Fig. 125. Fig. 126.
Circuiti di aereo.

Ma la resistenza dell'aereo e della presa di terra viene in tal modo a gravare sul circuito di entrata del ricevitore per cui questo viene ad avere un grandissimo smorzamento che rende molto piatta la sua curva di sintonia. Quindi un circuito d'aereo come questo non è selettivo e ed è soggetto non solo all'influenza delle radioonde della stazione trasmettente che si vuole ricevere, ma anche a quella dei radiosegnali di altre stazioni trasmettenti che, per essere vicine o per avere una lunghezza d'onda prossima a quella dei segnali da ricevere, riescono pure a produrre oscillazioni nel circuito di aereo.



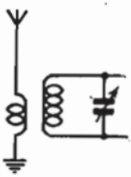
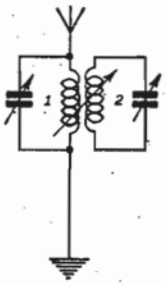


Fig. 127. Fig. 128.
Accoppiamenti di aereo.

Per diminuire queste perturbazioni nocive (dette anche *interferenze*) e per avere una maggiore selettività noi usiamo generalmente un accoppiamento lasco tra circuito d'aereo e circuito d'entrata, oppure un accoppiamento stretto tra una bobina di poche spire inserita nel circuito di aereo e la induttanza del circuito d'entrata (fig. 128). Da notarsi che in questo caso il circuito di



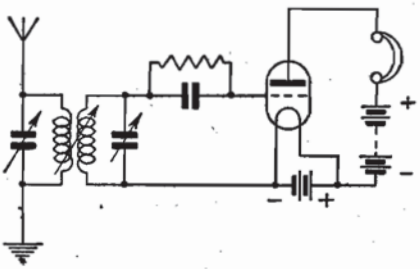


Fig. 129. Fig. 130.
Accoppiamenti di aereo.

aereo non viene accordato e funziona quindi in modo quasi aperiodico. Per ottenere una ancora maggiore selettività è possibile accordare

tanto il circuito di aereo come quello di entrata e accoppiarli induttivamente in modo lasco (fig. 129).

Le oscillazioni così prodotte nel circuito oscillante d'entrata possono essere immediatamente trasformate, nel caso di onde smorzate o modulate, in corrente di frequenza udibile col processo della rivelazione.

Nel caso di onde persistenti, dovremo invece produrre prima dei battimenti per mezzo di oscillazioni locali (endonina o eterodina). I battimenti potranno poi essere rettificati (fig. 131).

Produzione di battimenti.

Servendoci del principio della reazione, ossia con un accoppiamento tra il circuito di griglia e il circuito di placca, possiamo produrre col circuito ricevente stesso delle oscillazioni. Il modo migliore e più

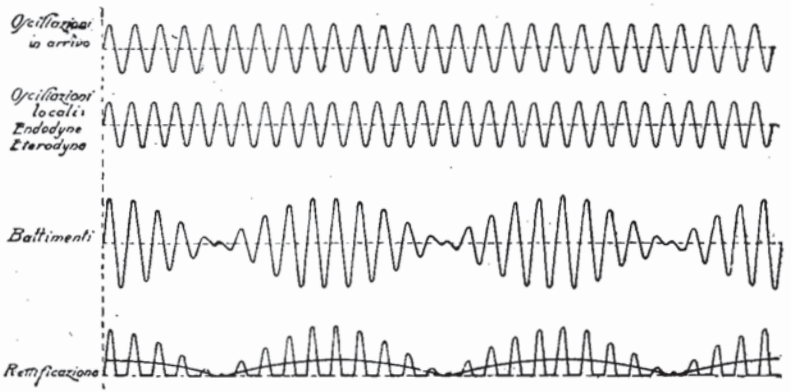


Fig. 131. - Rettificazione di oscillazioni persistenti mediante produzione di battimenti.

comunemente usato per ricevere onde persistenti è appunto quello di produrre col triodo ricevente deboli oscillazioni di frequenza pressochè uguale a quella delle oscillazioni in arrivo.

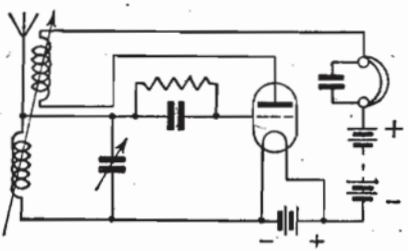


Fig. 132. - Circuito endodina.

In tal caso alla griglia della valvola vengono applicate tensioni oscillanti di due frequenze e il circuito d'uscita della valvola contiene la differenza tra queste due frequenze. Questo circuito prende la denominazione di *endodina*.

Quando le due frequenze sono esattamente uguali, i battimenti sono zero e le oscillazioni persistenti non producono alcun suono nel telefono a meno che esse siano modulate.

Se la valvola funziona anche come rivelatrice essa compie tre funzioni contemporaneamente: rettifica, amplifica e oscilla (fig. 132).

Rivelazione.

Nei primordi della radiotelegrafia si usava il coherer per rivelare le onde elettromagnetiche. Esso però fu ben presto abbandonato causa la sua poca sensibilità specialmente per le frequenze elevate.

La rivelazione può essere effettuata con il cristallo, con il diodo e con il triodo. La rivelazione con il triodo può essere a sua volta effettuata con due sistemi: rettificazione con corrente di griglia e con corrente di placca. Ognuno di questi quattro sistemi ha i suoi particolari pregi e difetti e ognuno trova una applicazione differente.

Nei casi in cui per la prossimità di un diffusore locale non è necessaria amplificazione ad alta frequenza ed è sufficiente la ricezione in cuffia, la rivelazione con cristallo non ha rivali. Esso non richiede infatti alcuna batteria o sorgente di energia e comporta quindi la massima economicità di installazione e di funzionamento giacchè l'unica spesa si riduce a qualche lira all'anno per la sostituzione del cristallo. In cambio ogni ascoltatore è in grado di ricevere in cuffia segnali di stazioni che si trovano in un raggio di 10-15 km. e anche più usando un aereo molto elevato ed efficiente. La qualità di riproduzione col cristallo è eccellente.

Quando si desidera ricevere a una distanza maggiore o con intensità più grande, per es., in altoparlante, diventa indispensabile l'uso di valvole amplificatrici risp. in alta e in bassa frequenza. Ma dal momento che si decide l'uso di valvole non ha più senso alcuno l'uso di un cristallo al posto di una valvola rivelatrice.

Il cristallo richiede una certa potenza ad alta frequenza per il suo funzionamento e quindi i circuiti accordati dai quali il cristallo viene alimentato devono essere predisposti in modo da soddisfare questo requisito, ma la difficoltà sta nel fatto che lo smorzamento causato dal cristallo varia non solo da cristallo a cristallo ma anche da punto a punto di contatto di un cristallo.

Un altro svantaggio del cristallo è la sua instabilità per cui collegando una cuffia direttamente al cristallo si possono avere sbalzi di intensità nella proporzione da 1 a 50. Tali variazioni possono essere in certo qual modo compensate dall'adattabilità dell'orecchio umano, ma se al cristallo si fa seguire un amplificatore a bassa frequenza che alimenta un altoparlante, si avrà alternativamente una ricezione troppo debole e troppo forte e distorta, senza contare che a ogni ricerca di nuovi punti di contatto per il cristallo si manifestano rumori fastidiosissimi nell'altoparlante. Quindi il cristallo è veramente ottimo per la ricezione di un diffusore locale in cuffia, ma non è assolutamente consigliabile la sua applicazione in un ricevitore a valvole.

Rivelazione col cristallo.

La forma più semplice di ricevitore a cristallo, pur possedendo tutti i requisiti per la ricezione è quella illustrata a fig. 133. Questo ricevitore consiste di un circuito di aereo accordato e di un circuito rivelatore. Il circuito di aereo è formato da una induttanza a prese variabili *L* e il circuito rivelatore è costituito da un rivelatore a cristallo *R*, e da una cuffia in derivazione alla quale è collegato un condensatore *C*. L'estremità dell'induttanza *L* verso l'aereo è collegata al rivelatore *R* e la cuffia alla terra. Questo è un dettaglio importante perchè anche se l'isolamento degli avvolgimenti della cuffia è perfetto vi è sempre una notevole capacità tra le bobine e il sistema magnetico. Quest'ultimo essendo a contatto con la parte metallica della cuffia può considerarsi collegato a terra attraverso il corpo dell'ascoltatore e conseguentemente se la cuffia fosse collegata direttamente all'estremità dell'induttanza verso l'aereo, la corrente ad alta frequenza dell'aereo sarebbe messa in derivazione a terra attraverso la capacità

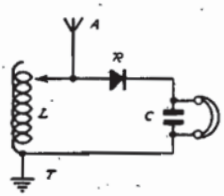


Fig. 133. - La forma più semplice di ricevitore a cristallo.

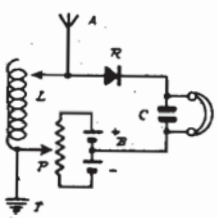


Fig. 134. - Ricevitore con rivelatore di carborundum.

degli avvolgimenti della cuffia. L'effetto sarebbe effettivamente lo stesso come se si toccasse l'aereo durante la ricezione.

Un altro punto al quale occorre prestare attenzione è il condensatore *C* collegato in derivazione con la cuffia. Lo scopo di questo condensatore è di provvedere un passaggio di bassa impedenza per la componente ad alta frequenza dei segnali raddrizzati permettendo così che una parte maggiore della tensione *AF* agisca sul cristallo aumentando così la sua efficacia. Ciò ha per effetto di aumentare l'ampiezza della componente a bassa frequenza che attraversa la cuffia e quindi l'intensità dei segnali ricevuti risulta aumentata.

La selfcapacità degli avvolgimenti della cuffia compie pure la stessa funzione ma non è sempre sufficiente a dare i migliori risultati sotto questo punto di vista ed è perciò conveniente aumentare la capacità collegando il piccolo condensatore in derivazione *C*. Il miglior valore di capacità da usare può essere trovato sperimentalmente ma è all'incirca 0.001-0.005 μF. Un condensatore troppo grande tenderà a assorbire le frequenze più elevate della modulazione telefonica e ciò può provocare una certa distorsione nella riproduzione.

Se si vuol dare un potenziale al cristallo, il che è p. es. necessario

con un cristallo di carborundum, avremo bisogno di una batteria a secco formata di due elementi e di un potenziometro come si vede a fig. 134. Collegando la cuffia al centro della batteria possiamo dare al cristallo un potenziale convenientemente positivo o negativo muovendo il cursore del potenziometro verso il capo positivo o quello negativo. La resistenza del potenziometro deve essere sufficientemente elevata per non provocare un consumo eccessivo della batteria e in ogni caso non inferiore a 200 ohm.

Nei circuiti semplici di figg. 133 e 134 il rivelatore a cristallo è collegato direttamente al terminale di aereo e con ciò tutta l'induttanza viene a trovarsi in parallelo con il circuito del rivelatore. In molti ricevitori il rivelatore a cristallo è stabilmente collegato in questo modo giacchè molti costruttori pensano che, essendo il terminale di aereo il punto di massimo potenziale rispetto a terra, si avrà la massima corrente attraverso il circuito rivelatore.

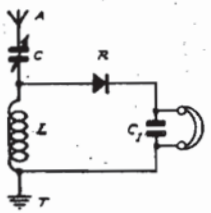


Fig. 135. - Condensatore di sintonia collegato in serie con la bobina d'aereo.

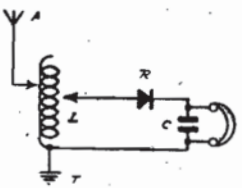


Fig. 136. - La sintonia viene qui ottenuta variando la presa sulla bobina d'aereo.

Questa non è viceversa la migliore disposizione giacchè la perdita provocata dal circuito del rivelatore è maggiore se questo è collegato ai capi dell'induttanza e può essere diminuita se questo è in derivazione solo con una parte delle spire dell'induttanza.

Occorre quindi trovare il rapporto migliore al quale l'energia può essere trasferita dal circuito di aereo al rivelatore per ottenere i migliori risultati da un dato segnale e questo rapporto deve essere regolato in modo da adattarsi alle condizioni del circuito oscillante e del circuito rivelatore.

I rivelatori a cristallo si dividono in due categorie: ad alta e a bassa resistenza. Il carborundum e il perikon sono della categoria ad alta resistenza mentre la galena e la maggior parte dei cristalli «in *ite*» sono della categoria a bassa resistenza. La resistenza di un cristallo di carborundum è sei o sette volte maggiore di quella di un cristallo di galena. La resistenza che un contatto a cristallo presenta per la corrente alternata dipende dalla intensità dei segnali ed è minore per segnali forti. Per segnali deboli il cristallo a galena presenta una resistenza di circa 500.000 ohm. Si devono perciò scegliere le costanti dei circuiti accordati e i punti nei quali vengono effettuate le

prese al circuito di rivelazione in modo da adattarsi al carattere e al l'impedenza di quest'ultimo.

I cristalli ad alta resistenza richiedono una maggiore ampiezza della f. e. m. che li attraversa per fornire la stessa energia alla cuffia, ma essi richiedono una corrente corrispondentemente minore dal circuito oscillante mentre viceversa i cristalli a bassa resistenza richiedono una maggiore quantità di corrente dal circuito oscillante con una tensione minore.

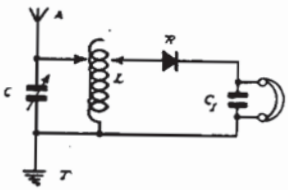


Fig. 137. - Condensatore di sintonia in parallelo con la bobina d'aereo.

Se la lunghezza d'onda dei segnali in arrivo è all'incirca uguale a quella dell'aereo ricevente sarebbe necessaria soltanto una piccolissima induttanza per portare il circuito di aereo in sintonia; nel qual caso l'ampiezza della f. e. m. generata da un segnale in arrivo ai capi di questa induttanza sarebbe probabilmente troppo piccola per consentire una rivelazione efficace.

Questa difficoltà può essere superata collegando un condensatore in serie nel circuito di aereo, come si vede a fig. 135, per rendere possibile l'uso di una induttanza più grande con un corrispondente aumento nell'ampiezza della f. e. m. ai suoi capi. In questo modo possiamo regolare la f. e. m. applicata al rivelatore al miglior valore per la rivelazione. Quanto più piccolo è il condensatore in serie, tanto maggiore è l'induttanza necessaria per la sintonia. Perciò usando un cristallo di resistenza elevata converrà usare un condensatore in serie più piccolo che per un cristallo a bassa resistenza. La quantità di induttanza non deve essere maggiore di quanto è necessario per produrre le migliori condizioni per la rivelazione.

Se la lunghezza d'onda dei segnali in arrivo è molto grande rispetto a quella dell'aereo ricevente la quantità di induttanza necessaria per la sintonia sarà probabilmente già eccessiva per dare la migliore rivelazione. Ciò comporterebbe nuovamente un sovraccarico nel cir-

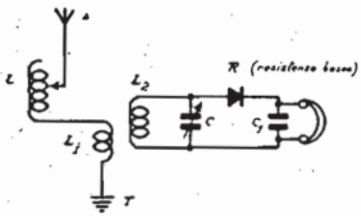


Fig. 138. - Circuito rivelatore a cristallo con accoppiamento indiretto.

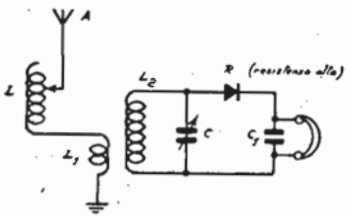


Fig. 139. - Circuito rivelatore a cristallo con accoppiamento indiretto.

cuito di aereo se il rivelatore fosse collegato in parallelo con tutta la induttanza.

In questo caso vi sono due modi convenienti per regolare il cir-

cuito così da avere i migliori risultati. Noi possiamo collegare il rivelatore a qualche punto intermedio dell'induttanza senza alterare la sintonia del circuito di aereo come in fig. 136 oppure possiamo collegare un condensatore in parallelo nel circuito di aereo come si vede a fig. 137 riducendo in tal modo la quantità di induttanza necessaria per la sintonia e riducendo conseguentemente l'ampiezza della f. e. m. ai suoi capi. Dei due metodi il primo risulterà generalmente il migliore e il più conveniente in pratica benchè ciò dipenda in forte misura dalla resistenza di aereo e terra e dalle resistenze relative dei condensatori e induttanze usate.

Nel caso di un ricevitore con accoppiamento induttivo di aereo, possiamo più facilmente fare il miglior uso della energia impartita al circuito oscillante dai segnali in arrivo perchè tutto il circuito oscillante può essere controllato da noi e possiamo disporre la proporzione tra induttanza e capacità di questo circuito in modo da adattarlo alle esigenze del rivelatore usato senza introdurre della resistenza superflua nel circuito. Supponiamo per esempio di avere due circuiti oscillanti chiusi, ambedue accordati alla stessa lunghezza d'onda, di cui uno abbia una grande capacità e una piccola induttanza come in figura 138 e l'altro una piccola capacità e una grande induttanza come in fig. 139, ma ambedue esattamente sintonizzati sulla stessa lunghezza d'onda e aventi ambedue perdite interne esattamente equivalenti.

Evidentemente se i due circuiti sono eccitati così che la stessa quantità di energia viene impartita ad entrambi le oscillazioni nel circuito chiuso di fig. 138 raggiungeranno una maggior ampiezza di corrente, ma una minore ampiezza di tensione di quelle del circuito chiuso di fig. 139. Da ciò si vede facilmente che nel costruire un circuito per un cristallo di alta resistenza dovremo tenere il rapporto L/C del circuito elevato come in fig. 139, mentre per un rivelatore di bassa-resistenza il rapporto L/C dovrà essere basso come in fig. 138.

Naturalmente vi è un valore ottimo in ogni caso ma in generale si riscontra che per un cristallo di carborundum la capacità del circuito deve essere tenuta al valore più basso possibile usando una bobina di induttanza avente una self-capacità molto bassa e una induttanza sufficientemente elevata per consentire la sintonia sull'onda voluta col più piccolo condensatore.

Nel caso di ambedue i circuiti, quello con accoppiamento diretto e quello con accoppiamento induttivo, tanto maggiore è la resistenza ad alta frequenza dei circuiti oscillanti tanto meno critica è la messa a punto delle migliori condizioni per il rivelatore. D'altra parte possiamo ottenere una ricezione molto più efficiente tanto per intensità come per selettività riducendo al minimo le perdite nei circuiti oscillanti.

Rivelazione col diodo.

Per quanto riguarda la rivelazione col diodo, la sua sensibilità è così piccola che il suo uso al posto di un triodo rivelatore, richiede l'aggiunta di almeno due valvole amplificatrici (1 AF e 1 BF). Però la rettificazione avviene in modo perfetto e con una sicurezza assoluta. Il diodo presenta il vantaggio che la rettificazione avviene proporzionalmente alle tensioni applicate alla griglia. Il diodo viene usato come rivelatore solo in casi speciali.

Rivelazione col triodo.

La rivelazione col triodo è la più comunemente usata. Come già abbiamo detto vi sono due sistemi di rivelazione con valvola termojonica: il sistema con corrente di griglia e quello con corrente di placca. Il sistema con corrente di griglia è più sensibile per segnali deboli o poco amplificati, ma ha lo svantaggio di non dare una grande intensità per segnali molto forti mentre per questi ultimi comporta sempre della distorsione.

Esaminiamo più dettagliatamente il modo di funzionamento di questi due sistemi di rivelazione. Ai capi del circuito accordato collegato tra griglia e filamento della valvola rivelatrice e alimentato da un aereo o da un amplificatore AF si producono elevate tensioni ad alta frequenza se esso è a poca perdita. Se però da questo circuito si sottrae della potenza ad alta frequenza, queste tensioni scendono a un valore molto più basso e quindi tale assorbimento di potenza corrisponde a un aumento del valore della sua resistenza giacchè anche ciò avrebbe per conseguenza una diminuzione della tensione disponibile ai capi.

Supponiamo ora tale circuito collegato tra griglia e filamento di una valvola rivelatrice con corrente di placca (fig. 141). In tal caso, per lavorare nel tratto curvo inferiore della caratteristica la griglia è tenuta a un potenziale negativo rispetto al filamento e quindi non può scorrere alcuna corrente tra griglia e filamento e non vi è alcun consumo di potenza nel circuito accordato di griglia. Le variazioni di potenziale sulla griglia servono dunque soltanto a controllare il passaggio di elettroni tra filamento e placca. Conseguentemente collegando il circuito accordato di griglia a una valvola rivelatrice di placca non si verifica alcuna diminuzione della tensione ad alta frequenza ai suoi capi e perciò la tensione dei segnali applicata alla griglia della valvola è quasi uguale a quella sviluppata ai capi del circuito accordato considerato separatamente.

Supponiamo ora di collegare tale circuito accordato tra griglia e filamento di una valvola rivelatrice con corrente di griglia (fig. 140). In tal caso la griglia della valvola è a un piccolo potenziale positivo rispetto al filamento cosicchè una piccola corrente scorre dalla griglia

al filamento per il fatto che la griglia assorbe una parte degli elettroni emessi dal filamento.

Quindi lo spazio filamento-griglia agisce come un conduttore la cui resistenza essendo uguale al rapporto $\frac{\text{potenziale griglia-filamento}}{\text{corrente di griglia}}$

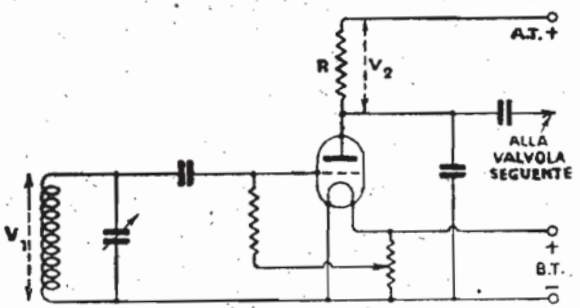


Fig. 140. - Circuito di rettificazione con corrente di griglia.
V_1 tensione oscillante di alimentazione; V_2 tensione raddrizzata resa.

è relativamente bassa. Tale resistenza essendo in derivazione al circuito accordato di griglia ne diminuisce notevolmente la tensione ai capi e causa in esso un consumo di energia col risultato di appiattire la curva di sintonia e diminuirne la selettività.

Se il circuito accordato viene alimentato con la stessa potenza AF, avremo in entrambi i casi all'incirca la stessa potenza resa giacchè la valvola rivelatrice con corrente di placca che è relativamente rnsensibile per piccole tensioni di alimentazione funzionerà con l'inteia tensione ai capi del circuito, mentre la valvola rivelatrice con cor-

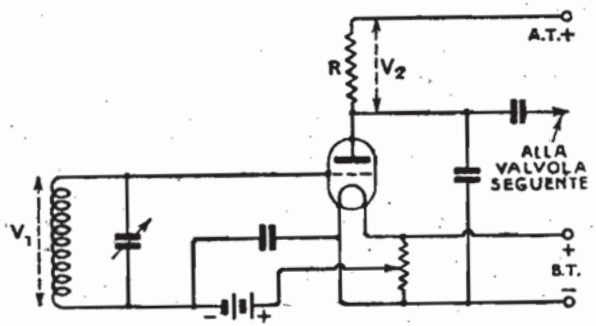


Fig. 141. - Circuito di rettificazione con corrente di placca.
V_1 tensione oscillante di alimentazione; V_2 tensione raddrizzata resa.

rente di griglia, che è più sensibile, funzionerà ancora bene con la tensione notevolmente ridotta ai capi del circuito.

In queste condizioni l'efficienza dei due sistemi si equivarrebbe quasi. Introducendo la reazione nel circuito accordato di griglia dal

circuito di placca della rivelatrice diminuisce la resistenza del circuito accordato e quindi aumenta la tensione ai suoi capi. Nel caso di una valvola rivelatrice con corrente di griglia la reazione permetterà un notevole aumento delle tensioni ai capi del circuito di griglia ancora prima che la sintonia divenga così acuta da compromettere la qualità di riproduzione e prima che si verifichi l'innesco delle oscillazioni. Quindi in questo caso si ha un notevole vantaggio.

Nel caso di un rivelatore con corrente di placca, siccome la resistenza del circuito di griglia si mantiene alta, l'introduzione della reazione non dà alcun vantaggio pratico; viceversa, data la sua poca

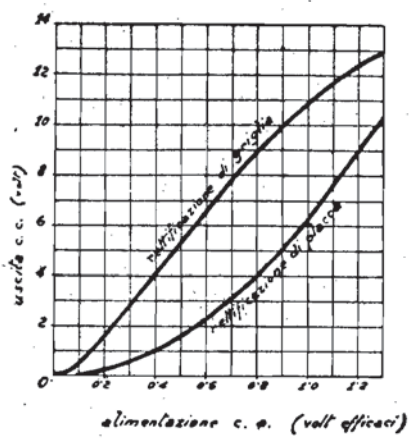


Fig. 142. - Le curve mostrano come la superiorità della tensione continua resa da un rivelatore di griglia diminuisce aumentando la tensione alternata di alimentazione.

sensibilità, un rivelatore con corrente di placca richiede ai capi del circuito di griglia tensioni rilevanti che possono solo essere ottenute mediante alcuni stadi di amplificazione ad alta frequenza.

Perchè la rivelazione avvenga nelle migliori condizioni la nostra scelta deve quindi cadere su una di queste due alternative: rivelazione di griglia con reazione con poca o nessuna amplificazione AF, oppure rivelazione di placca con molta amplificazione AF. Infatti il rivelatore di placca dà una resa di segnali rettificati che è approssimativamente proporzionale al quadrato della tensione di alimentazione. Ciò significa che se si aumenta da 1/10 di volt a un volt la tensione AF applicata alla griglia del rivelatore, la resa nel circuito di placca aumenterà nel rapporto 1 : 100. Quindi facendo precedere il rivelatore da uno stadio di amplificazione AF con una amplificazione pari a 30, si avrà un aumento di 900 nell'intensità dei segnali, mentre con uno stadio di amplificazione BF l'aumento sarebbe dell'ordine di 25. Nel caso di un rivelatore con corrente di placca conviene quindi intro-

durre tanti stadi ad alta frequenza sino ad avere una tensione di alimentazione di griglia di 1 volt almeno.

Il rivelatore di griglia ha invece, anhce per piccole tensioni di alimentazione, una sensibilità elevata che come risulta a fig. 144 raggiunge il suo massimo a circa 2/3 di volt e in seguito diminuisce rapidamente, e contemporaneamente si produce sovraccarico con distorsione. Questo prova che è uno sbaglio il far precedere un rivelatore di griglia da molti stadi AF, giacchè, a parte il pericolo di sovraccaricare la valvola, il vantaggio massimo ottenibile nell'intensità dei segnali è solo 10 volte circa per ogni stadio di amplificazione AF pari a 30 volte. Quindi in tal caso si ha un maggior rendimento usando la stessa valvola come amplificatrice BF. Con un buon aereo un rivelatore di griglia in reazione è generalmente più che sufficiente, mentre con un piccolo aereo basta l'aggiunta di uno stadio AF.

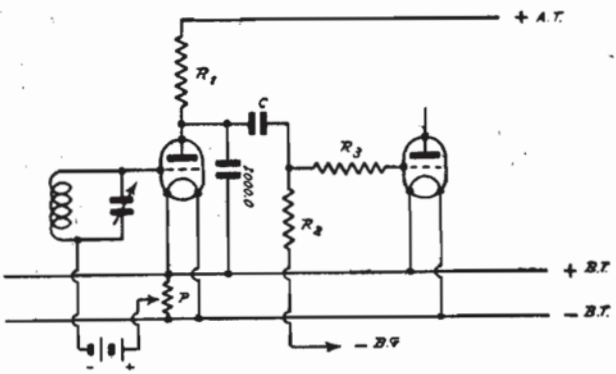


Fig. 143. - Schema di rettificazione con corrente di placca.

La rivelazione con corrente di placca ha il vantaggio di una operazione poco critica giacchè la qualità non è influenzata dalla tensione di alimentazione purchè questa naturalmente non sia così grande da provocare una corrente di griglia. Il sovraccarico può essere evitato adottando una tensione di placca e un potenziale di griglia sufficientemente elevati.

Nel caso della rivelazione con corrente di griglia la qualità dipende invece notevolmente dalla tensione d'alimentazione come si vede a fig. 144. Infatti per piccole tensioni la qualità è buona, è mediocre in un piccolo tratto (quello di massima pendenza da 0.1 a 0.2 volt), ma a partire da 0.2 volt sino a 0.5 volt circa la qualità è ottima, e dopo 0.5 volt si verifica sovraccarico e la qualità diventa pessima. Data la vicinanza del sovraccarico al tratto di qualità ottima, si preferisce lavorare dove la qualità è meno buona e cioè con tensioni minori.

La rivelazione di placca ha alcuni svantaggi come la mancanza di sensibilità ai segnali deboli e l'aumento di impedenza della valvola

perchè questa deve funzionare nel tratto curvo inferiore della caratteristica. Generalmente si fa uso di una valvola con un elevato coefficiente di amplificazione e perciò di impedenza elevata che limita però la scelta dell'accoppiamento alla valvola successiva per il fatto che il dispositivo di accoppiamento deve avere una impedenza molte volte maggiore di quella della valvola. Conviene quindi usare come accoppiamento per una valvola rivelatrice con corrente di placca quello a resistenza-capacità, almeno per il primo stadio di bassa frequenza.

Per assicurare il funzionamento della valvola nel tratto curvo della caratteristica si può dare alla griglia un potenziale negativo ade-

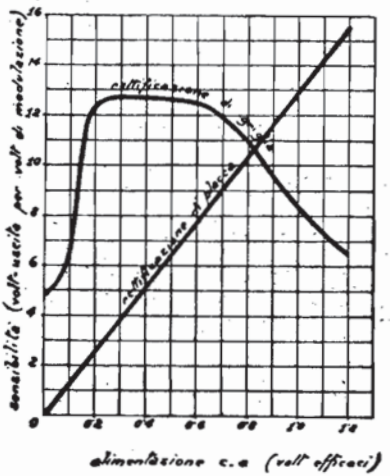


Fig. 144. - Sensibilità relative di ambedue i sistemi di rettificazione misurate come loro rispondenza alla modulazione dell'onda portante.

guato oppure diminuire opportunamente la tensione di placca. Tale diminuzione può avvenire inserendo una resistenza elevata nel circuito di placca la quale può anche servire per l'accoppiamento con la prima valvola amplificatrice a bassa frequenza (fig. 143). Il valore della resistenza R_1 dipende dal tipo di valvola usato ed è dell'ordine di ½ a 1 megohm per una valvola di circa 20.000-30.000 ohm di impedenza quale conviene usare come rivelatrice in questo caso.

Il sistema di rivelazione con corrente di griglia oltrechè più sensibile ai disturbi atmosferici è difficilmente esente da una sia pur minima distorsione. Esso è preferito nei ricevitori di grande sensibilità di tipo economico. La rivelazione con corrente di placca viene invece usata negli apparecchi con più stadi di amplificazione ad alta frequenza e ovunque selettività e qualità sono necessari.

Amplificazione ad alta frequenza.

Abbiamo già detto trattando della rivelazione che per ottenere le migliori condizioni di funzionamento in una valvola rivelatrice, sia che essa funzioni con il sistema di corrente di placca o con quello di corrente di griglia è necessario che la tensione oscillante applicata alla sua griglia sia contenuta entro determinati limiti. Mentre nel caso di una valvola rivelatrice di griglia in reazione può bastare la tensione prodotta dall'accoppiamento con un aereo efficiente, nel caso di una valvola rivelatrice di placca occorre che la tensione oscillante sia portata a un determinato valore per mezzo di uno o più stadi di amplificazione AF.

Siccome la valvola rivelatrice risponde essenzialmente ai potenziali applicati alla sua griglia e non alle correnti, l'accoppiamento delle valvole amplificatrici ad alta frequenza deve essere effettuato in modo da dare la massima amplificazione di tensione. A tale scopo le debolissime correnti provocate dalle radioonde in arrivo nel circuito di aereo vengono applicate a un trasformatore ai capi del cui secondario, inserito tra griglia e filamento di una valvola amplificatrice, provocano tensioni oscillanti. Tali oscillazioni per l'azione amplificatrice della valvola vengono riprodotte amplificate nel circuito di placca dal quale mediante un opportuno accoppiamento vengono applicate tra griglia e filamento di una seconda valvola che le riproduce nuovamente amplificate nel suo circuito di placca e così via sino a essere applicate tra griglia e filamento della valvola rivelatrice.

L'amplificazione di tensione ottenibile da una valvola è sempre inferiore al cosidetto coefficiente di amplificazione della valvola.

L'amplificazione ottenibile da due valvole in serie è eguale al quadrato dell'amplificazione di una sola valvola, quella da tre al cubo, ecc. Quindi se A è l'amplificazione data da una valvola e n il numero delle valvole avremo per l'amplificazione totale:

$$A_t = A^n$$

Praticamente non si usano più di tre o quattro stadi di amplificazione ad alta frequenza.

L'accoppiamento di due valvole per l'amplificazione ad alta frequenza può essere effettuato mediante inserimento di circuiti accordati, cioè circuiti oscillanti fra placca e filamento di una valvola e griglia e filamento della successiva, oppure mediante inserimento di circuiti per se stessi aperiodici cioè composti di resistenza ohmica e capacità. Occorre tener presente che, in pratica, nella costruzione di bobine d'induttanza non si può evitare che esse presentino una capacità risultante dalle differenze di potenziale tra le singole spire adiacenti. Perciò una bobina d'induttanza forma già per sè stessa un circuito oscillante che si compone dell'induttanza della bobina e della sua capacità propria che è distribuita fra le singole spire della bobina

stessa. Una bobina d'induttanza avrà quindi una frequenza propria come un circuito oscillante. Si possono rendere quasi aperiodiche le induttanze usando per la loro costruzione filo sottile o filo di resistenza aumentando in tal modo il loro smorzamento.

Consideriamo prima l'accoppiamento di due valvole ad alta frequenza per mezzo di circuiti per sè stessi aperiodici, composti cioè di resistenza e capacità come lo dimostra la fig. 145.

Tra griglia e filamento della prima valvola è inserito il circuito oscillante. Nel circuito di placca di questa valvola è inserita una resistenza ohmica R_1 che ha lo scopo di produrre le massime variazioni di tensione. La placca della prima valvola è collegata con la griglia della seconda per mezzo della capacità C e tra griglia e filamento della seconda valvola inseriamo un'altra resistenza ohmica R_2. Il funzionamento di questo dispositivo è il seguente. La corrente di placca

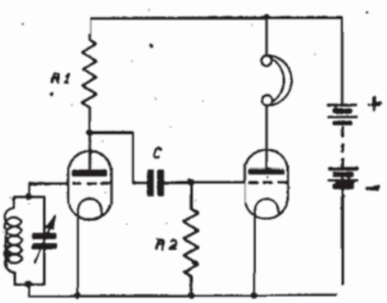


Fig. 145. - Accoppiamento per resistenza-capacità.

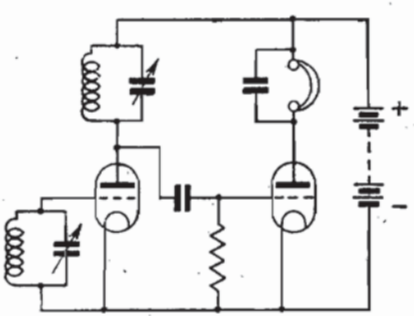


Fig. 146. - Accoppiamento per circuito accordato di placca.

della prima valvola passa attraverso la resistenza R_1 e produce una caduta di tensione. Secondo la legge di Ohm, per un certo valore di corrente, la differenza di potenziale tra i terminali della resistenza è tanto più elevata quanto più alto è il valore della resistenza.

Alle oscillazioni di tensione sulla griglia corrispondono variazioni di corrente di placca della prima valvola, che producono variazioni di tensione ai capi della resistenza. Per ottenere un massimo della variazione di tensione da un capo all'altro della resistenza occorre che quest'ultima abbia un valore altissimo. D'altra parte con una resistenza elevata si ha una differenza di potenziale ai suoi capi nello stato di riposo, che diminuisce sensibilmente la tensione di placca avendo luogo questa differenza di potenziale nel senso inverso alla tensione data dalla batteria di placca. Per non essere costretti ad adoperare batterie di placca con tensione troppo elevata si dà a questa resistenza un valore da 70.000 a 500.000 ohm aumentando relativamente di poco (20 a 30 volt) la tensione della batteria di placca a seconda del tipo di valvola. Le variazioni di tensione che si producono sulla placca della pri-

ma valvola vengono trasmesse alla griglia della seconda valvola attraverso la capacità C che ha lo scopo di non consentire l'applicazione del potenziale costante, dato dalla batteria di placca, alla griglia della seconda valvola. Il valore di questa capacità deve essere tale da non opporre una resistenza troppo elevata alle variazioni di tensione e dipende quindi dalla frequenza. Per onde fino a 4000 m. basta un condensatore di 0.0003 μF.

La resistenza R_2 tra griglia e filamento della seconda valvola serve a dare a questa griglia un potenziale-base a seconda dello scopo al quale questa valvola deve servire. Se il compito di questa valvola è quello di rettificare, collegheremo la resistenza al capo positivo del filamento ed in questo caso nel circuito di placca sarà inserito il ricevitore shuntato da una capacità che offre un passaggio di bassa resistenza all'alta frequenza non lasciando invece passare la bassa fre-

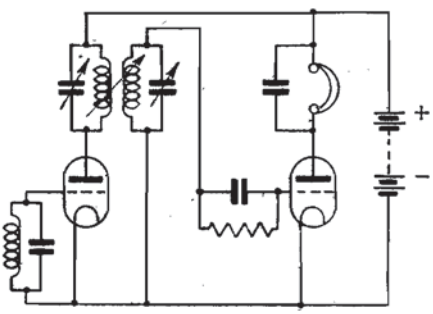


Fig. 147. - Accoppiamento per trasformatore con primario e secondario accordati.

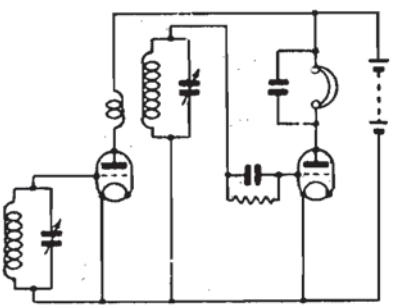


Fig. 148. - Accoppiamento per trasformatore con primario non accordato e secondario accordato.

quenza che viene così costretta ad attraversare l'avvolgimento del ricevitore. Questa capacità deve avere un valore di circa 0,0002 μF.

Se invece vogliamo che la seconda valvola funzioni come amplificatrice dobbiamo dare alla griglia un potenziale-base negativo. Questo sistema di accoppiamento detto per resistenza-capacità si presta specialmente bene per lunghezze d'onda superiori a 1000 metri. Per lunghezze d'onda minori, cioè frequenze più elevate, la piccola capacità costituita dagli elettrodi della valvola — internamente ad essa — è di per se stessa sufficiente per consentire un passaggio per l'alta frequenza (essendo in parallelo alle resistenze ohmiche R_1 e R_2) cioè un passaggio di resistenza tanto minore quanto più alta è la frequenza. Le resistenze ohmiche vengono così ad essere quasi in derivazione con un conduttore ad alta frequenza rimanendo in tal modo pressochè inefficaci. Quindi le oscillazioni ad alta frequenza, invece di seguire il circuito esterno dalla placca al filamento, scelgono il passaggio di minore resistenza internamente alla valvola dalla placca al filamento, a meno di usare valvole speciali a piccola capacità interna.

Per evitare tale inconveniente si ricorre ai circuiti accordati per l'accoppiamento di due valvole. Inserendo infatti un circuito oscillante fra la placca e il filamento di una valvola come in fig. 146, la capacità interna tra placca e filamento si somma alla capacità del circuito oscillante e fa quindi parte di quest'ultimo. Trattando del circuito oscillante abbiamo detto che questo rappresenta per le tensioni oscillanti una resistenza di risonanza cioè una resistenza massima per una frequenza uguale alla frequenza propria del circuito. Sintonizzando il circuito oscillante tra placca e filamento della prima valvola alla frequenza delle oscillazioni in arrivo rendiamo massima la resistenza del circuito oscillante formato dalla capacità della valvola e dalla capacità e induttanza del circuito di placca e con ciò le oscillazioni di tensione sulla placca di questa valvola. Queste oscillazioni di tensione possono essere applicate alla griglia della seconda valvola attraverso il condensatore come nel sistema a resistenze ohmiche. Questo sistema di accoppiamento si chiama *a risonanza* e viene molto usato per l'accoppiamento di valvole schermate la cui impedenza essendo elevatissima, richiede una grandissima impedenza nel circuito di placca (fig. 149).

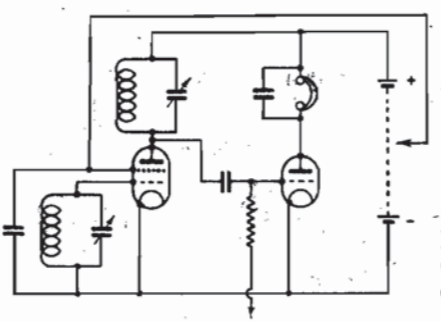


Fig. 149. - Accoppiamento per circuito accordato di placca (valvola schermata).

Invece di applicare le tensioni oscillanti di placca della prima valvola alla griglia della seconda per mezzo di un condensatore, possiamo inserire tra griglia e filamento della seconda valvola un altro circuito oscillante il quale viene accoppiato col circuito oscillante inserito tra placca e filamento della prima valvola (fig. 147). Quando si tratta di ricevere non una sola frequenza ma un certo campo di frequenze ovvero sia di lunghezze d'onda, la sintonizzazione di parecchi circuiti oscillanti è incomoda specialmente nel caso di più stadi di amplificazione.

Praticamente si usa quindi un trasformatore avente un primario non accordato di poche spire strettamente accoppiato coll'induttanza del circuito secondario accordato. Scegliendo opportunamente il rapporto di trasformazione, con questo sistema — attualmente molto usato — si può ottenere un elevato grado di amplificazione e di selettività (fig. 148).

Abbiamo detto più sopra che ogni bobina d'induttanza rappresenta per se stessa un circuito oscillante, che sarà vicino alla aperiodicità se essa è avvolta in modo da avere una forte resistenza ohmica. Si possono quindi sostituire i circuiti oscillanti con tali bobine d'induttanza, che saranno efficienti per un campo di frequenza tanto più

vasto quanto maggiore è lo smorzamento della bobina. In pratica si usano anche i dispositivi seguenti:

1° Sostituendo il circuito oscillante di placca dello schema figura 146 con una induttanza avvolta con filo di resistenza si ha un accoppiamento per impedenza (fig. 150), (attualmente poco usato).

2° Sostituendo ambedue i cricuiti oscillanti con induttanze avvolte con filo di resistenza che formano il primario e il secondario di un trasformatore avremo un accoppiamento per trasformatore quasi aperiodico (fig. 151), (attualmente poco usato).

L'uso dell'accoppiamento con circuiti accordati richiede un certo numero di condensatori variabili ed in pratica si usano perciò non più di tre o quattro stadi di amplificazione ad alta frequenza con questo sistema. I sistemi accordati offrono inoltre delle difficoltà al principiante per la loro tendenza a produrre oscillazioni proprie. Ciò succede per l'effetto di reazione capacitiva che avviene internamente alla valvola a causa della capacità tra placca e griglia se nel circuito di placca e in quello di griglia di una valvola sono inseriti circuiti oscillanti. Tale inconveniente viene rimediato introducendo dello smorzamento nei circuiti oscillanti (p. es. applicando un potenziale positivo alla griglia delle valvole amplificatrici) oppure colla neutralizzazione come vedremo in seguito, oppure con l'uso di valvole schermate. Gli accoppiamenti quasi aperiodici sono attualmente poco usati per la mancanza di selettività.

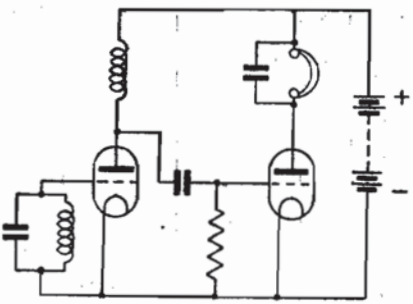


Fig. 150. - Accoppiamento per impedenza di placca.

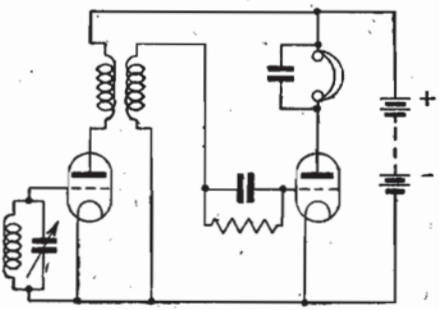


Fig. 151. - Accoppiamento per trasformatore quasi aperiodico.

Col sistema resistenza-capacità si possono adoperare generalmente sino a 4 stadi di amplificazione senza inconvenienti. L'operazione è molto semplice ed i risultati sono ottimi per lunghezze d'onda superiori a 1000 metri.

***

Nella costruzione di un amplificatore ad alta frequenza per un ricevitore radiofonico vi sono diversi importanti requisiti, in parte contrastanti tra di loro, da soddisfare. Essi sono: qualità, selettivi-

tà, stabilità, economicità e facilità di manovra — e vale la pena di illustrarli singolarmente perchè ognuno di essi ha la sua importanza.

La qualità di riproduzione dipende anche dall'amplificazione AF inquantochè l'onda modulata non ha una frequenza ben definita ma è bensì compresa tra due limiti di cui quello superiore corrisponde alla somma della frequenza portante e della frequenza modulatrice, quello inferiore alla differenza della frequenza portante e della frequenza modulatrice. Come sappiamo le frequenze modulatrici sono quelle della voce e della musica i cui limiti di frequenza sono 50 e 5000 cicli/sec. Quindi l'onda modulata è contenuta entro ± 5000 cicli intorno alla

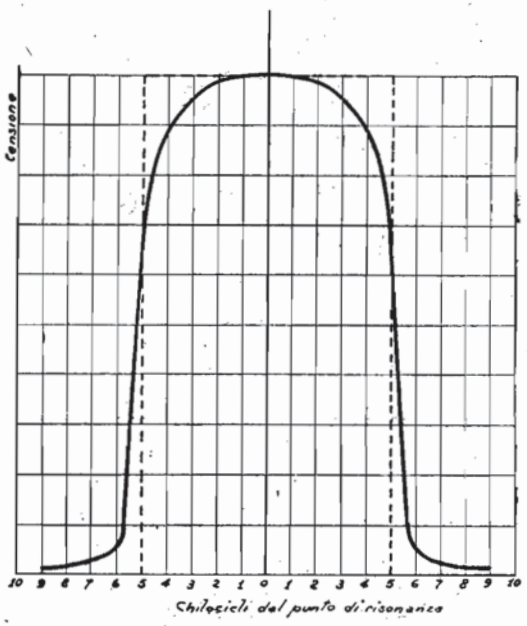


Fig. 152. - Curva di risonanza ideale del complesso dei circuiti accordati. Tale curva include le bande laterali di 5 chilocicli che corrispondono ai suoni fino a 5000 cicli/sec.

frequenza dell'onda portante. Ciò significa che per avere una buona qualità di riproduzione per tutte le frequenze modulatrici sarebbe necessario amplificare ugualmente bene tutte le frequenze comprese entro tale limite. La fig. 152 mostra la curva di amplificazione ideale per un amplificatore ad alta frequenza. Infatti in essa le frequenze ± 5000 cicli intorno alla frequenza portante vengono amplificate in modo quasi uniforme, mentre oltre tale limite l'amplificazione cade bruscamente a zero permettendo così l'eliminazione di stazioni la cui onda portante ha una frequenza maggiore o minore di 10.000 cicli/sec. da quella della stazione che vogliamo ricevere.

Per avvicinarsi a questo ideale sarebbe necessario usare un gran-

dissimo numero di circuiti accordati aventi ciascuno una resistenza elevata. Ciò non è però possibile per la difficoltà di messa a punto, di manovra, di stabilizzazione e per ragioni economiche. Praticamente la curva di amplificazione totale di un amplificatore AF è molto meno favorevole di quella di fig. 152: vediamo infatti in fig. 153 la curva di risonanza per un amplificatore a tre circuiti accordati aventi caduno una resistenza effettiva di 7 ohm. In essa si può chiaramente rilevare in quale notevole misura siano ridotte le bande laterali e, tenendo presente quanto abbiamo detto più sopra sulle frequenze modulatrici, possiamo facilmente immaginare quale effetto sulla qualità possa

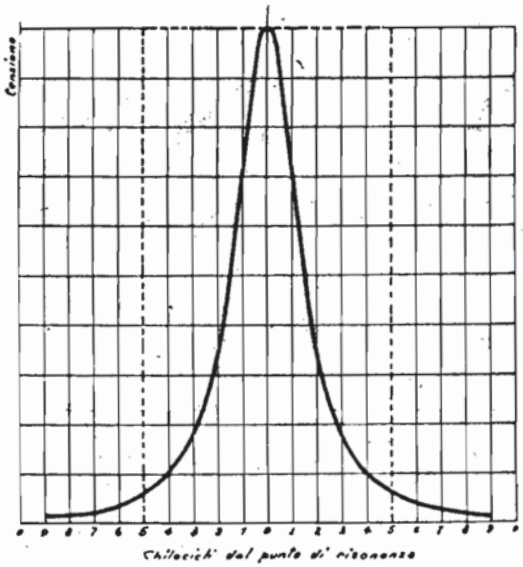


Fig. 153. - Curva di risonanza risultante di 3 circuiti accordati aventi ciascuno una resistenza effettiva di 7 ohm.

avere tale stato di cose. Se la valvola rivelatrice che segue questo amplificatore funziona con corrente di placca la perdita nelle note elevate sarà ancora maggiore giacchè in questo sistema di rivelazione la capacità collegata fra placca e filamento dalla valvola, che è necessaria per il passaggio dell'alta frequenza, tende a ridurre i suoni più alti.

Se invece la rivelazione avviene con corrente di griglia questo aumento nella riduzione delle note alte non si verifica e anzi può accadere che la maggiore sensibilità della rivelazione di griglia per i segnali più deboli corregga in parte tale difetto.

Parlando dal punto di vista acustico-pratico, questa riduzione dei suoni più alti è compensata dal fatto che l'orecchio umano è relativamente insensibile a variazioni nell'intensità di suono anche in misura notevole. Praticamente quindi tale riduzione passa inosservat

nel caso specifico di fig. 153 a meno che si riduca la resistenza dei circuiti p. es. mediante l'applicazione della reazione.

Per consentire una migliore riproduzione delle note più elevate, ossia per modificare la curva di fig. 153 in modo da farla rassomigliare a quella di fig. 154 il miglior sistema sarebbe quello di appiattire la sintonia di ogni singolo circuito introducendovi della resistenza, ma sfortunatamente ciò ha anche per effetto di diminuire la efficienza ossia la sensibilità del ricevitore. Quindi il miglior sistema, è quello di aumentare contemporaneamente il numero dei circuiti accordati, ma in ciò si è limitati, come già abbiamo detto, dalle considerazioni

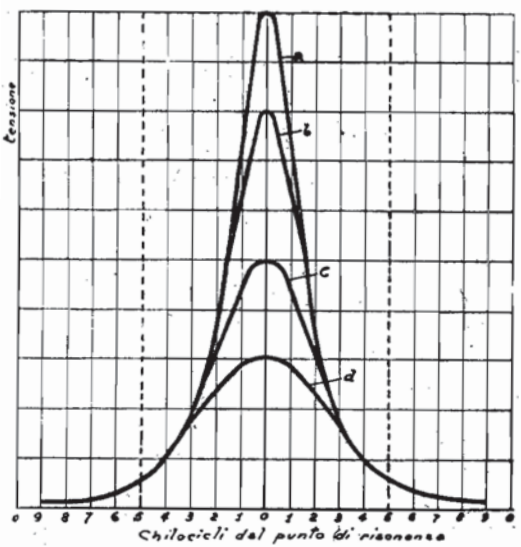


Fig. 154. - Come il fatto di disaccordare due dei tre circuiti accordati, appiattisce la sintonia.

di economia, di semplicità di manovra, di facilità di messa a punto e di possibilità di stabilizzazione.

La qualità di riproduzione di un circuito avente la curva di risonanza di fig. 153 può essere migliorata a spese della sensibilità e della selettività disaccordando uno o più circuiti accordati. Ciò presuppone naturalmente che l'intensità dei segnali da ricevere sia tale che la diminuzione di sensibilità che ciò comporta non pregiudichi troppo la ricezione. La fig. 154 ci mostra graficamente l'effetto sulla curva di risonanza di una simile operazione. La curva *a* è come per la fig. 153 la curva di risonanza di tre circuiti accordati aventi una resistenza di 7 ohm. La curva *b* è calcolata per un circuito accordato e per due disaccordati rispettivamente di più e meno un chilociclo. Le curve *c* e *d* sono calcolate per un circuito accordato e due disaccordati come prima risp. alla differenza di due e tre chilocicli. L'altezza del punto superiore

della curva dà una misura dell'intensità dei segnali ottenuta con le singole combinazioni. La fig. 155 in cui tutte le curve sono riportate alla medesima altezza dà una chiara idea sulla qualità di ogni combinazione ed in essa risulta nettamente il guadagno ottenibile nella riproduzione dei suoni più elevati mediante la disintonizzazione di due circuiti accordati.

Da quanto abbiamo esposto sopra risulta dunque che selettività e sensibilità vanno di pari passo mentre sono in contrasto con la qualità di riproduzione, la stabilità, la facilità di manovra e l'economia del ricevitore.

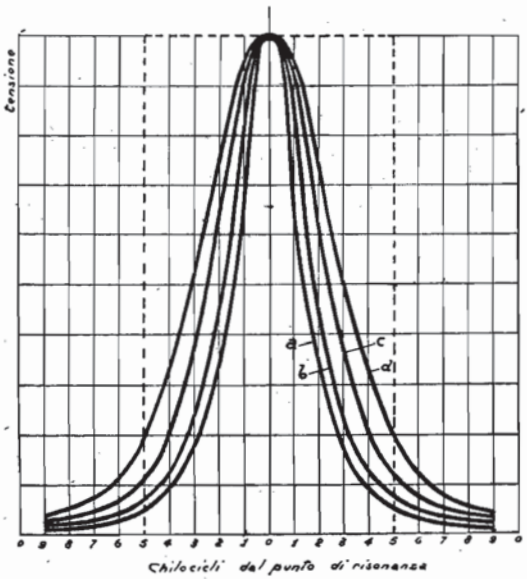


Fig. 155. - Stesse curve come quelle della precedente figura, ma riportate tutte alla stessa altezza.

Della stabilizzazione degli amplificatori ad alta frequenza parleremo in seguito trattando dei ricevitori neutralizzati.

Per quanto riguarda la facilità di manovra è ovvio che, aumentando il numero dei circuiti accordati, aumenta il numero dei condensatori variabili e perciò dei comandi, a meno di usare un comando unico simultaneo per due o più condensatori o un complesso di stadi accordati a sintonia fissa come si usa nei ricevitori a variazione di frequenza di cui tratteremo in seguito. Il comando unico per due o più condensatori variabili richiede una taratura dei circuiti e una messa a punto alquanto laboriosa.

Una notevole rivoluzione negli amplificatori ad alta frequenza è stata portata dall'uso delle valvole schermate. Abbiamo visto precedentemente che l'innesco delle oscillazioni in una valvola amplificatrice

ad alta frequenza è dovuto al ritorno di energia dal circuito di placca al circuito di griglia.

Per prevenire l'innesco delle oscillazioni si usa aumentare lo smorzamento dei circuiti oscillanti ciò che comporta una diminuzione dell'amplificazione e perciò per ottenere una grande amplificazione occorrono parecchi stadi.

Il ritorno di energia dalla placca alla griglia è dovuto alla capacità elettrostatica tra placca e griglia e cioè non solo alla capacità internamente alla valvola, ma anche a quella tra i rispettivi collegamenti. Il ritorno di energia aumenta coll'aumentare della capacità placca-griglia e del coefficiente di amplificazione della valvola. La capacità placca-griglia può essere ridotta a un minimo mediante una razionale disposizione dei componenti e dei collegamenti e mediante lo schermaggio.

Per ottenere una grande amplificazione a radiofrequenza è necessario ridurre a un minimo la capacità placca-griglia e ciò può essere ottenuto introducendo tra placca e griglia uno schermo al quale viene dato un potenziale positivo. Naturalmente lo schermaggio non è completo ma la capacità placca-griglia in una valvola schermata è circa 250 volte più piccola di quella di una comune valvola a tre elettrodi. Uno schermo perfetto avrebbe per risultato di impedire agli elettroni di raggiungere la placca.

Una valvola schermata consente generalmente una amplificazione per stadio (60 a 70) più notevole che una semplice valvola in un circuito neutralizzato (30 a 40). Quindi l'uso di valvole schermate consente di ridurre il numero di stadi di amplificazione per ottenere una data amplificazione totale. Sfortunatamente però l'uso di valvole schermate richiede uno schermaggio molto complesso che riesce alquanto difficile da effettuare specialmente per l'autocostruttore che non dispone generalmente di mezzi sufficienti a tale scopo. Mentre infatti nel caso di un amplificatore neutralizzato è sufficiente lo schermaggio dei singoli avvolgimenti, nel caso di un amplificatore con valvole schermate è necessario lo schermaggio dei singoli stadi e della valvola stessa.

Per poter iniziare la costruzione dell'amplificatore AF è dunque necessario stabilire:

1° valvole da usare;
2° accoppiamento aereo-griglia della prima valvola;
3° accoppiamento intervalvolare;
4° numero degli stadi AF.

Un ricevitore senza amplificazione AF ha un solo circuito accordato e perciò un solo comando, ma un amplificatore con n stadi di amplificazione ha $n + 1$ circuiti accordati.

In molti casi l'amplificazione necessaria può essere ottenuta con un solo stadio di amplificazione ma la selettività data da due circuiti accordati è insufficiente e perciò sarà necessario introdurre in qualche

modo un terzo circuito accordato per aumentare la selettività. Questo può avvenire sotto forma di circuito-filtro mediante il quale si eliminano i segnali della stazione che si vuole escludere. Questa soluzione è buona perchè in tal caso l'aumento della selettività non viene ottenuto a spese della qualità. Un ulteriore vantaggio è quello che un circuito-filtro, una volta accordato sulla frequenza dei segnali da eliminare, non richiede altra regolazione e perciò l'introduzione di questo terzo comando non è così pregiudizievole per la facilità di manovra come l'aggiunta di uno stadio di amplificazione. Nella eliminazione della stazione locale si verifica però sovente l'inconveniente che l'accoppiamento tra filtro e circuito di aereo deve essere così stretto che la sintonia dei due circuiti non è più indipendente.

Un altro mezzo per aumentare la selettività è quella di inserire il circuito accordato tra circuito di aereo e circuito di griglia della prima valvola. Lo stesso scopo può anche essere ottenuto introducendo uno stadio di amplificazione in più nell'amplificatore, il che sembra illogico dato che siamo partiti dal presupposto che l'amplificazione ottenuta fosse già sufficiente. In realtà però tale soluzione può essere adottata diminuendo contemporaneamente le dimensioni dell'aereo, il che ha per risultato di diminuire l'intensità e di aumentare la selettività.

Come già abbiamo detto trattando della rivelazione, è necessario per ottenere le migliori condizioni di funzionamento che alla griglia di una valvola rivelatrice di griglia in reazione vengano applicate tensioni oscillanti di 0.2-0.5 volt circa e si comprende quindi che occorra pochissima o nessuna amplificazione AF. Con una valvola rivelatrice in reazione è possibile ricevere con un buon aereo una quantità di stazioni ma la selettività è naturalmente piccolissima e se tale ricevitore non è fornito di un circuito-filtro o di un circuito di accoppiamento è impossibile escludere una stazione locale a meno di 20 km. di distanza. Inoltre spingendo la reazione al limite per aumentare la sensibilità dell'apparecchio, si pregiudica notevolmente la qualità, ma ciò può essere trascurabile se l'economia è il fattore principale. Se l'aereo non è molto buono, l'aggiunta di uno stadio di amplificazione AF sarà molto utile, ma anche in tal caso va conservata la reazione sulla rivelatrice per diminuire lo smorzamento causato dalla rivelazione di griglia sul circuito accordato. In generale sarà preferibile che la reazione sulla rivelatrice avvenga in modo capacitivo giacchè il movimento di una bobina di reazione può provocare in qualche posizione del suo movimento un accoppiamento non voluto con qualche altra bobina del ricevitore e quindi complicazioni impreviste che possono pregiudicare la stabilità del ricevitore. La fig. 156 mostra un amplificatore AF seguito da una valvola rivelatrice di griglia che rappresenta certamente una buona soluzione. Quando la rivelatrice di griglia è preceduta da uno stadio AF, non è più necessario spingere molto la reazione e quindi la qualità risulta notevolmente migliore. A meno che si usi un aereo piccolissimo non conviene far precedere una rivelatrice di

griglia da più di uno stadio AF giacchè con due stadi AF è già facile sovraccaricare la rivelatrice e quindi avere della distorsione. Volendo una maggiore selettività e quindi un maggior numero di stadi AF accordati è bene ricorrere alla rivelazione di placca.

Per ottenere le migliori condizioni di funzionamento con una rivelatrice di placca occorre applicare alla sua griglia tensioni oscillanti non inferiori a 1 volt e quindi occorre molta amplificazione AF. Con un buon aereo elevato due stadi di amplificazione AF bastano, ma se l'aereo è interno o corto è preferibile usare tre stadi. Usando valvole normali (non schermate) si può facilmente ottenere una ampli

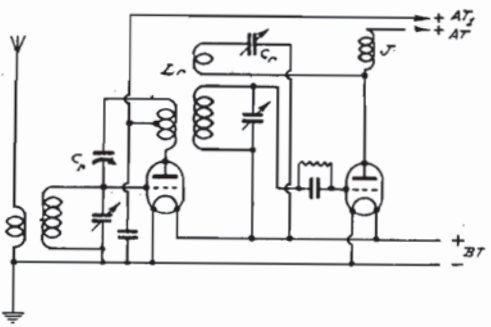


Fig. 156. - Circuito con una valvola amplificatrice AF seguita da una valvola rivelatrice di griglia in reazione.

ficazione di 40 per uno stadio solo, ma con due stadi l'amplificazione per stadio è minore se la stabilità deve essere perfetta. Usando valvole schermate si può ottenere una amplificazione di 60-70 per stadio e quindi si può generalmente risparmiare uno stadio su tre. Per certe stazioni più forti l'amplificazione può risultare eccessiva e in tal caso il miglior rimedio è quello di diminuire l'accensione delle valvole AF. Con la rivelazione di placca non si ha alcuna convenienza a usare la reazione. Da ciò risulta che un amplificatore AF seguito da una rivelatrice di placca ha sempre un comando in meno di un amplificatore con eguale numero di valvole seguito da una rivelatrice di griglia.

Amplificazione a bassa frequenza.

L'amplificazione a bassa frequenza è una delle funzioni principali di un radioricevitore specialmente nei casi in cui si richiede una intensità di suono sufficiente per far funzionare un altoparlante.

L'alta frequenza ha lo scopo essenziale di amplificare segnali deboli mentre la bassa frequenza serve a dare una sufficiente intensità di ricezione. Per esempio chi voglia ricevere i segnali di un diffusore locale avrà solo un piccolissimo vantaggio dalla amplificazione ad alta

frequenza e in tal caso sarà invece più conveniente usare un rivelatore a valvola seguito da uno o più stadi di amplificazione a bassa frequenza. Questo genere di amplificazione ha il grande vantaggio della semplicità giacchè non richiede nè sintonia per i suoi circuiti nè neutralizzazione per le valvole. Inoltre nei collegamenti non è necessaria alcuna cura speciale.

Vi sono però alcune norme da tenere presenti e da seguire se si desidera ottenere purezza dei suoni specialmente con l'altoparlante. In nove casi su dieci il fatto che un ricevitore dà una riproduzione scadente è dovuto al motivo che l'amplificatore a bassa frequenza funziona male.

Tratteremo qui dei diversi sistemi di amplificazione a bassa fre-

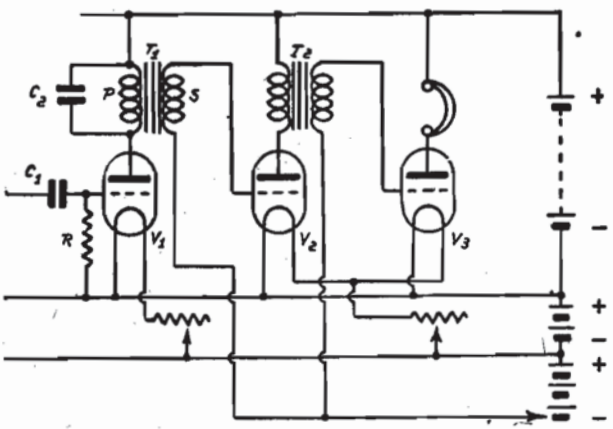


Fig. 157. - Accoppiamento per trasformatore.

quenza, della loro efficienza relativa e delle condizioni nelle quali funzionano meglio.

La fig. 157 mostra lo schema parziale di un ricevitore con una valvola rivelatrice seguita da due stadi di amplificazione a bassa frequenza con accoppiamento per trasformatori. Le oscillazioni ad alta frequenza vengono applicate alla griglia della valvola rivelatrice V_1 ove vengono rettificate e amplificate. La corrente nel circuito di placca della valvola V_1 è formata di una componente di radiofrequenza e di una componente di corrente rettificata. Un piccolo condensatore ($C_2 = 0.0002\ \mu F$) che shunta il primario del trasformatore serve a far passare le oscillazioni ad alta frequenza.

Le correnti a bassa frequenza producono una differenza di potenziale attraverso il primario P del trasformatore a bassa frequenza ed è necessario ottenere la massima differenza di potenziale per causare le massime variazioni di tensione sulla griglia della valvola V_2. Il primario deve presentare una elevata impedenza agli impulsi a bassa frequenza rispetto alla impedenza della valvola se si desidera che la

differenza di potenziale sia un massimo. Sfortunatamente l'impedenza del primario dipende dalla frequenza delle oscillazioni che lo attraversano: minore è la frequenza e minore è l'impedenza e conseguentemente più piccola è la differenza di potenziale attraverso il primario. Da ciò si comprende subito come l'accoppiamento per trasformatore presenti delle difficoltà per il fatto che i suoni più elevati della radiofonia vengono amplificati in maggior misura di quelli bassi.

Perciò nel progettare un trasformatore a bassa frequenza per avere una amplificazione ragionevolmente uniforme su un vasto campo di frequenza è necessario che l'impedenza del primario alla frequenza 100 cicli/sec. sia ancora elevata rispetto alla impedenza della valvola il cui valore varia da 5.000 a 50.000 ohm secondo il tipo di valvola. Quando si considera che il *do* medio di un piano ha soltanto la frequenza 256, risulta evidente come sia importante che il primario del trasformatore abbia una impedenza elevata per le frequenze basse. Sarebbe preferibile aumentare le spire del primario in modo che l'amplificazione non cominci a diminuire sino a che la frequenza è al disopra di 100 cicli/sec; ma ciò richiederebbe un avvolgimento lunghissimo e ingombrante che nel caso di un trasformatore mancherebbe di praticità.

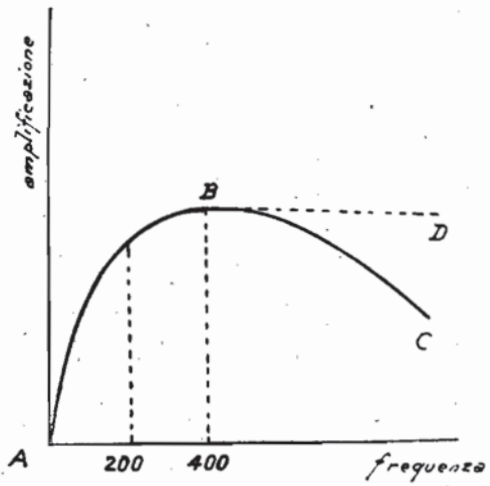


Fig. 158. - Effetto della selfcapacità in un trasformatore BF.

Aumentando il numero delle spire del secondario possiamo aumentare il rapporto di tensione tra primario e secondario. Se vi sono al secondario tre volte più spire che al primario, la tensione del secondario sarà tre volte quella del primario. Vi è però un limite nell'amplificazione ottenuta in questo modo: abbiamo visto che il primario deve avere una grande impedenza anche per le frequenze basse, il che comporta un gran numero di spire. Se il rapporto tra primario e secondario deve essere 1 a 5, vi debbono essere al secondario cinque volte più spire che al primario. Ciò comporterebbe quindi avvolgimenti molto ingombranti con un gran valore di selfcapacità tra di essi. Il trasformatore agirebbe cioè in gran parte come un condensatore e lascerebbe passare le frequenze più elevate senza amplificazione. La curva che indica l'amplificazione alle diverse frequenze sarebbe analoga a quella visibile in fig. 158 in cui l'amplificazione, salita al massimo a una

frequenza tra 200 e 400 cicli/sec. comincerebbe a diminuire a 400 cicli/sec. facendo il percorso *ABC* invece di *ABD*. Perciò è evidente che il numero totale di spire al secondario è limitato causa gli effetti di selfcapacità; e poichè il primario deve avere un numero sufficiente di spire, il rapporto tra le spire del secondario e quel e del primario e perciò anche l'amplificazione, sono limitati.

Inoltre anche la capacità propria del secondario può dar luogo a fenomeni di risonanza per alcune frequenze musicali con la conseguenza di amplificare eccessivamente tali frequenze a scapito della qualità.

In pratica trasformatori ben costruiti con rapporto 1 a 3 e 1 a 4 daranno una amplificazione abbastanza uniforme sino a una frequenza

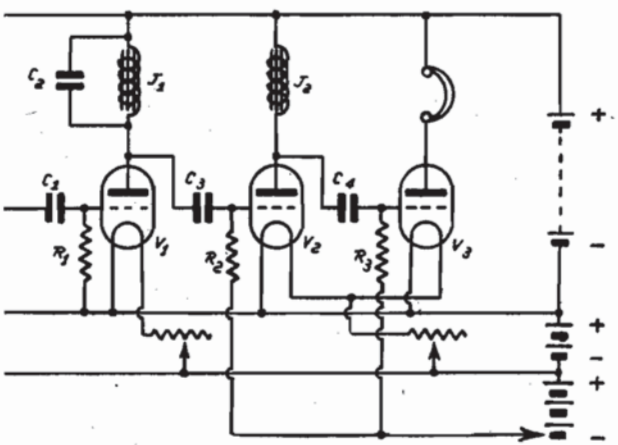


Fig. 159. - Accoppiamento per impedenza-capacità.

di 200 cicli/sec. se usati con valvole convenienti. Ma per ottenere una amplificazione più costante sulle frequenze più basse di 200 cicli/sec. questo rapporto dovrebbe essere ancora diminuito. Un rapporto di 1 a 1 consentirebbe di avere un primario con una induttanza di 100 henry. In questo modo si potrebbe ottenere una amplificazione molto costante sino a una frequenza di 100 cicli/sec.: in tal caso però non si avrebbe amplificazione di tensione nel trasformatore, ma in compenso le perdite nel primario sarebbero ridotte a un minimo.

Un metodo più efficace e meno costoso per raggiungere i vantaggi di un trasformatore 1 a 1 è quello di usare una impedenza a bassa frequenza: questa è analoga a un trasformatore eccettuato che manca del secondario. La fig. 159 mostra lo schema di un ricevitore con una valvola rivelatrice seguita da due valvole *BF* accoppiate per impedenza-capacità.

Le variazioni della differenza di potenziale attraverso l'impedenza J_1 vengono applicate alla griglia della valvola V_2 attraverso il conden-

satore C_3. La resistenza di griglia R_2 che dovrebbe avere all'incirca il valore 500.000 ohm — 1 megohm, mantiene costante il potenziale medio di griglia, impedendo l'accumulazione di cariche sulla griglia dovuta all'effetto isolante del condensatore C_3.

Una questione importante è quella della impedenza della valvola. Usando valvole di bassa impedenza, l'impedenza dell'avvolgimento primario nel circuito di placca non ha bisogno d'essere molto elevata e conseguentemente il rapporto del trasformatore (S/P) può essere tenuto più elevato. Generalmente però, se l'impedenza della valvola è minore anche il suo coefficiente di amplificazione è più piccolo.

Sarà perciò più conveniente avere per valvola rivelatrice una valvola con impedenza elevata, ma nel circuito di placca va usato un trasformatore con rapporto basso o una impedenza. La prima valvola a bassa frequenza avrà preferibilmente una impedenza minore in modo da consentire un potenziale di griglia più negativo; ma per compensare la minore amplificazione data dalla valvola si può usare un trasformatore di maggior rapporto nel suo circuito di placca.

Quindi conviene usare per il primo trasformatore *BF* un rapporto minore che per il secondo (p. es. $T_1 = 1/2$, $T_2 = 1/3$).

L'ultima valvola di un amplificatore a bassa frequenza deve essere in grado di dare una grande potenza e deve avere una bassissima impedenza in modo che un tratto rettilineo sufficientemente lungo si trovi nel campo dei potenziali negativi di griglia. Conviene tener presente che non si ha alcun guadagno nella intensità dei segnali usando in questo ultimo stadio una valvola di elevata amplificazione a meno che i segnali siano molto deboli. Se i segnali sono forti una tale valvola verrà sovraccaricata e ne risulterà una perdita nella intensità unitamente a distorsione.

Per ottenere buoni risultati da un amplificatore a bassa frequenza è essenziale che si usi il potenziale-base di griglia conveniente. Questo potenziale-base negativo dipende dalla valvola usata e dalla tensione anodica applicata. In generale le ditte costruttrici danno informazioni dettagliate sulle tensioni da usare per ogni tipo di valvola. Seguendo tali prescrizioni si eviteranno molte difficoltà.

Il sistema di accoppiamento intervalvolare per resistenza è diventato molto popolare in questi ultimi tempi. Se in fig. 159 invece delle impedenze si usano resistenze elevate non induttive dell'ordine di 100.000-500.000 ohm, ogni variazione di potenziale nella valvola rivelatrice causerà una differenza di potenziale attraverso la resistenza R_2 (fig. 160) e questa differenza di potenziale viene applicata alla seconda valvola attraverso il condensatore C_3.

Questo accoppiamento sembra essere interamente simile all'accoppiamento per impedenza descritto prima; però vi è una differenza essenziale che caratterizza questo metodo. Una resistenza non induttiva non ha frequenza di risonanza, cosicchè l'amplificazione ottenuta con questo tipo di accoppiamento è quasi indipendente dalla frequen-

za: ciò significa che le note basse verranno amplificate altrettanto bene come quelle alte.

Sino a poco tempo fa però l'accoppiamento per resistenza è stato poco popolare presso i radiodilettanti causa la relativamente bassa amplificazione ottenuta. Usando valvole a consumo normale e considerando che due stadi di amplificazione *BF* con accoppiamento per resistenza davano la stessa intensità come un solo stadio con accoppiamento per trasformatore, non ci si deve meravigliare che quest'ultimo fosse più popolare. Però coll'avvento delle valvole ad alto coefficente di amplificazione l'accoppiamento per resistenza è diventato un temibile rivale dell'accoppiamento per trasformatore e per impedenza. Ma anche l'accoppiamento per resistenza ha le sue limitazioni; in primo luogo la corrente dell'alta tensione deve passare attraverso la resistenza

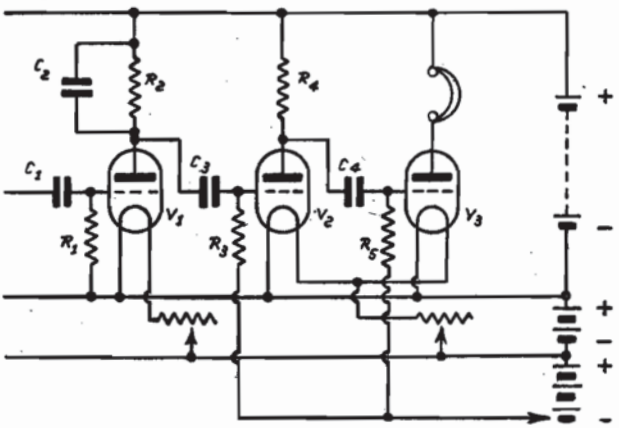


Fig. 160. - Accoppiamento per resistenza-capacità.

che può avere un valore di circa 100.000 a 500.000 ohm: se la corrente anodica ha un valore di mezzo milliampère (0.0005 amp.) la caduta di tensione attraverso la resistenza sarà per i suddetti valori-limite da 50 a 250 volt.

In pratica resistenze di 500.000 ohm vengono solo usate con valvole aventi una elevatissima impedenza e conseguentemente una piccola corrente di placca cosicchè la caduta di tensione risulta corrispondentemente ridotta. Abbiamo già visto che una valvola con impedenza molto elevata non è adatta per l'uso con un trasformatore o impedenza per il fatto che l'amplificazione cade molto rapidamente per le frequenze più basse.

Vi sono valvole specialmente costruite per amplificatori con accoppiamento per resistenza: tali valvole hanno un fattore di amplificazione uguale a 30 e più. Usando con esse resistenze di placca del valore di 250.000 ohm, si ottiene un soddisfacente grado di amplificazione. Con valvole aventi un fattore di amplificazione uguale a 35

e una impedenza di 70.000 ohm si può ottenere con resistenze anodiche di circa 500.000 ohm una amplificazione uguale a quella ottenuta con trasformatori, col vantaggio di una maggiore uniformità nell'amplificazione per le diverse frequenze.

Sfortunatamente una valvola con impedenza elevata è incapace di dare una grande potenza cosicchè per l'ultimo stadio conviene usare una valvola di impedenza minore. Il problema dell'alta tensione non presenta molta difficoltà poichè la valvola di potenza nell'ultimo stadio richiede 100-200 volt e questa tensione può essere applicata anche alle valvole precedenti attraverso la resistenza anodica.

Nell'accoppiamento per resistenza-capacità è bene usare resistenze di griglia di valore costante. La resistenza di griglia dovrà avere un valore tanto minore quanto maggiore è la capacità del condensatore. Con un condensatore di 0.01 μF potrà servire bene una resistenza di 1 megohm; con 0.05-0.1 μF basterà una resistenza di 0.5 megohm. La resistenza di griglia deve sempre essere maggiore di quella di placca poiché altrimenti l'amplificazione viene notevolmente ridotta.

L'accoppiamento per resistenza-capacità dà una amplificazione abbastanza uniforme su tutto il campo di frequenza e perciò ottima qualità benchè comporti una certa attenuazione dei suoni alti: usando valvole e resistenze adatte l'amplificazione totale usando due o tre stadi può essere così elevata come usando un amplificatore a trasformatori con lo stesso numero di valvole.

Affinchè le frequenze basse vengano riprodotte in modo uniforme è necessario proporzionare il condensatore di accoppiamento alla resistenza di griglia come risulta dalla tabella IV.

TAB. IV — VALORI DELLE CAPACITÀ E RESISTENZE DI GRIGLIA NELL'ACCOPPIAMENTO *BF* PER RESISTENZA-CAPACITÀ

Capacità dei condensatori C_3 C_4	Valori minimi delle resistenze R_3 R_5
0.014 μ F	0.3 megohm
0.0071 »	1 »
0.0035 »	2 »
0.0024 »	3 »
0.0018 »	4 »
0.0014 »	5 »

***

Un interessante sistema di amplificazione a bassa frequenza è il così detto *push-pull*. Esso consiste di due valvole che funzionano in opposizione secondo lo schema di fig. 161. Alle griglie delle due val-

vole vengono applicate delle tensioni che sono in ogni momento del medesimo valore ma di senso opposto. Ciò risulta chiaro se si considera nella figura che il secondario del trasformatore ha nel centro una presa che va ai filamenti delle due valvole, mentre i due capi estremi sono collegati alle griglie. Analogamente il trasformatore d'uscita ha nel centro del primario una presa che va al polo positivo della batteria anodica mentre i due capi estremi sono collegati con le due placche delle valvole. Le due metà del primario del trasformatore di uscita sono percorse in ogni momento da correnti opposte e perciò il campo magnetico risultante corrisponde alla differenza di queste due correnti. Nella fig. 162 sono rappresentate le correnti anodiche delle due valvole in funzione della tensione di griglia. Per ogni valore della tensione di griglia c, siccome in ogni momento abbiamo $+c$ sulla griglia di una valvola e $-c$ sulla griglia dell'altra, dovremo portare sulle ordinate per il punto c, dato che le correnti anodiche sono anche in opposizione, il valore x per una valvola nel senso positivo e il valore y per l'altra valvola in senso opposto. Se si immagina questa operazione ripetuta per ogni valore della tensione di griglia, avremo le due curve della fig. 162. Se le curve caratteristiche delle due valvole sono identiche, la differenza di queste due correnti anodiche dà per risultante una retta che costituisce quindi la curva caratteristica del sistema, qualunque sia la caratteristica delle singole valvole usate. Da ciò risulta evidente la ragione per cui occorrono per questo sistema due valvole aventi la stessa curva caratteristica.

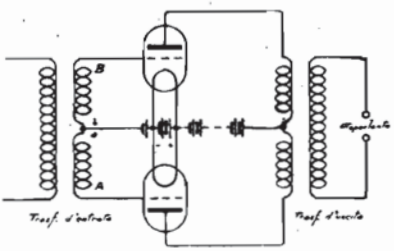


Fig. 161. - Collegamento push-pull.

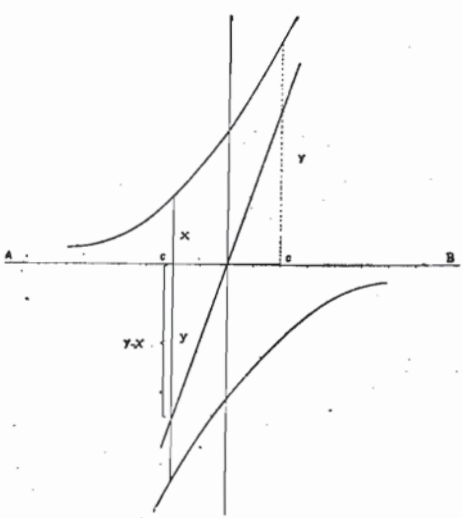


Fig. 162. - Caratteristica di un amplificatore push-pull.

Il vantaggio di questo sistema su quello monovalvolare è che nel primo se non si opera in un tratto perfettamente diritto della curva caratteristica la corrente anodica non è proporzionale alle variazioni di tensione di griglia e perciò si ha una certa

distorsione, mentre nel secondo si ha sempre una retta. Ora nel sistema monovalvolare la distorsione è quasi inevitabile perchè nessuna valvola ha un tratto della curva caratteristica perfettamente rettilineo.

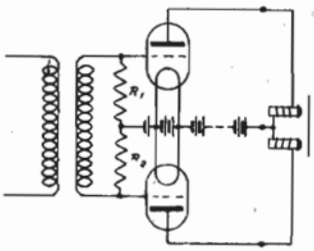


Fig. 163. - Collegamento push-pull.

Praticamente occorrono per questo sistema trasformatori di entrata e di uscita speciali. È però possibile usare anche i trasformatori normali ricorrendo allo schema di fig. 163, in cui il punto di presa nel secondario del trasformatore di entrata viene effettuato mediante un collegamento potenziometrico con due resistenze R_1 e R_2 uguali e dell'ordine di grandezza di 0,5 megohm. L'energia fornita è uguale a quella di due valvole in parallelo.

***

Nel calcolo di un amplificatore a bassa frequenza si deve tener conto del sistema di rivelazione usato e del tipo di riproduttore acustico che si vuol far funzionare.

Infatti un rivelatore di griglia che funzioni abbastanza distante dal punto di sovraccarico dà una resa massima di segnali rettificati di circa 0.5 volt che sarebbe la tensione sviluppata ai capi della impedenza o della resistenza di qualunque genere inserita nel suo circuito di placca.

Un rivelatore di placca che abbia una tensione di placca sufficientemente elevata e una sufficiente tensione oscillante sulla griglia (circa 1 volt) può dare una resa di segnali rettificati del valore massimo di circa 5 volt. Se però la tensione di placca è inferiore a 100 volt e se l'amplificazione AF è piuttosto scarsa la resa sarà minore.

Vediamo ora qual'è la tensione necessaria da applicare alla valvola finale a seconda del riproduttore acustico usato.

Con un altoparlante a tromba che non riproduce le note più basse conviene una intensità non troppo forte e quindi può servire come valvola finale una valvola di potenza avente una impedenza di 3.000 ohm con una tensione anodica non superiore a 100 volt. La massima tensione oscillante di griglia applicabile a tale valvola è di circa 10-20 volt.

Con un altoparlante a cono che è in generale tanto meno sensibile quanto meglio riproduce le note basse conviene invece usare una valvola finale di grande potenza con tensione anodica di 150-200 volt e con tipi migliori di minore sensibilità due valvole di questo tipo in parallelo. La massima tensione di griglia applicabile sarà di 20-30 volt.

Con un altoparlante elettrodinamico a bobina mobile occorre una potenza maggiore quale può essere solo data da valvole finali di grandis-

sima potenza con tensione anodica da 300 a 500 volt perchè esso funzioni a piena potenza. In questo caso la massima tensione di griglia applicabile sarà di 30-50 volt.

Vediamo dunque che nell'amplificatore a bassa frequenza dobbiamo avere tanti stadi di amplificazione BF quanti ne occorrono per aumentare la tensione resa nell'impedenza di placca della valvola rivelatrice sino al valore necessario sulla griglia dell'ultima valvola perchè la potenza di questa venga completamente pilotata dal segnale. Infatti per ottenere il miglior rendimento da una valvola BF occorre che la massima tensione applicata alla sua griglia sia uguale al potenziale negativo corrispondente alla tensione anodica alla quale essa funziona.

Quindi nel caso di un ricevitore con rivelazione di griglia che deve

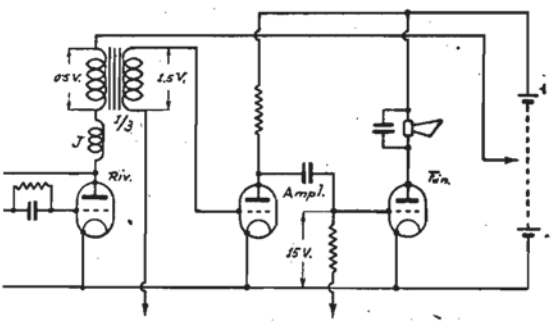


Fig. 164. - Amplificazione di tensione in un amplificatore BF preceduto da un rivelatore di griglia con un accoppiamento per trasformatore e uno per resistenza-capacità.

far funzionare un altoparlante a tromba occorre che la tensione massima di 0.5 volt ai capi dell'impedenza di placca della rivelatrice venga amplificata a 15 volt circa sino alla griglia della valvola finale e perciò l'amplificazione necessaria è di 30. Essa può essere ottenuta con l'amplificatore raffigurato a fig. 164 nella quale si vede la valvola rivelatrice di griglia accoppiata mediante un trasformatore di rapporto ⅓ alla valvola amplificatrice BF che dà una amplificazione di 10.

Se però l'amplificazione ad alta frequenza non è sufficiente per assicurare i 0,5 volt di segnali rettificati ai capi dell'impedenza di placca della rivelatrice — e se invece di 0.5 volt abbiamo per esempio solo 0.1 volt — occorre naturalmente che l'amplificatore BF sia progettato in modo da dare una maggiore amplificazione. In tal caso l'amplificazione necessaria sarà infatti 15/0·1 = 150. Per ottenere tale amplificazione sono necessari due stadi accoppiati per trasformatore come si vede a fig. 165, oppure tre stadi accoppiati per resistenza-capacità come si vede a fig. 166.

Nel caso che si voglia ottenere una amplificazione ancora maggiore si potrà sostituire nell'amplificatore di fig. 166 uno o due stadi

di accoppiamento per trasformatore o per impedenza-capacità a quelli per resistenza-capacità. Per ottenere una maggiore amplificazione è anche possibile usare nell'accoppiamento per resistenza-capacità valvole con un più elevato fattore di amplificazione, ma ciò facendo si ha una certa perdita nelle note elevate.

Esaminiamo il caso di un ricevitore con molta amplificazione AF e con rivelazione di placca col quale si debba far funzionare un altoparlante a cono. In questo caso occorre che i 5 volt dei segnali rettificati ai capi dell'impedenza di placca della rivelatrice vengano amplificati sino ad avere una tensione dei segnali di 25 volt sulla griglia della valvola finale e perciò l'amplificazione totale necessaria è di 5. Se dunque ci accontentiamo di sentire la stazione locale o se disponiamo di moltissima amplificazione AF per le stazioni distanti basta una piccolissima amplificazione e praticamente basta in molti casi

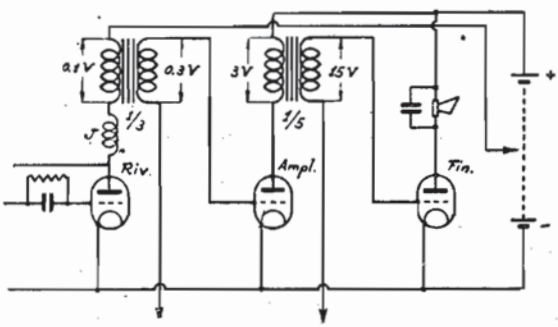


Fig. 165. - Amplificazione di tensione in un amplificatore BF preceduto da un rivelatore di griglia con due accoppiamenti per trasformatore.

far seguire alla rivelatrice una valvola finale con un coefficiente di amplificazione non troppo basso come nel caso del pentodo finale (figura 168).

Se invece vi è poca amplificazione AF è possibile che ai capi dell'impedenza di placca vi sia solo una tensione di 1 volt di segnali rettificati e in questo caso occorre una amplificazione di 25. Questa viene ottenuta mediante un accoppiamento per resistenza-capacità tra la valvola rivelatrice e la prima valvola BF e un accoppiamento per trasformatore tra la valvola amplificatrice BF e la valvola finale (fig. 167).

Tra una rivelatrice di placca e la valvola amplificatrice conviene usare — salvo casi speciali — l'accoppiamento per resistenza-capacità giacchè, causa il potenziale negativo di griglia, l'impedenza di funzionamento della rivelatrice è così elevata che qualunque altro sistema di accoppiamento, come quello per trasformatore o per impedenza-capacità ha per risultato una perdita di suoni bassi.

Nel caso della rivelazione di griglia l'impedenza di funzionamento della valvola è all'incirca uguale a quella indicata dal costruttore giacchè

la diminuzione di impedenza causata dalla applicazione di un potenziale positivo alla griglia della valvola è compensata dall'aumento causato dall'uso di una tensione anodica relativamente bassa, come generalmente si usa per ottenere una efficace rivelazione. Quindi nel

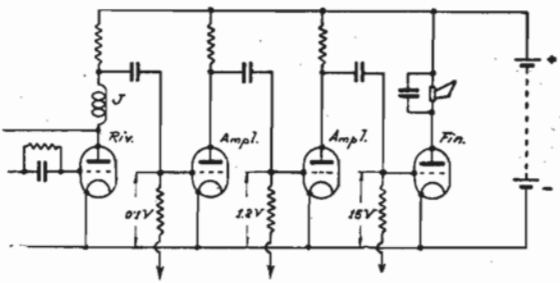


Fig. 166. - Amplificazione di tensione in un amplificatore BF preceduto da un rivelatore di griglia con tre accoppiamenti per resistenza-capacità.

circuito di placca di una rivelatrice di griglia si può usare qualunque componente come per una valvola amplificatrice BF, ossia una resistenza, un trasformatore o una impedenza. Per evitare una perdita di suoni alti è preferibile usare per la rivelatrice e per la valvola che segue triodi aventi una impedenza media. Per la stessa ragione tutti i condensatori collegati nel circuito di placca — sia come filtro per l'alta frequenza o come condensatore di reazione — debbono avere una capacità minima, in ogni caso non superiore a 0.0002 μF.

Anche nel caso di una rivelatrice di placca bisogna evitare una perdita di suoni alti usando una resistenza di placca non troppo elevata, ma ciò facendo si diminuisce la sensibilità della rivelatrice. In pratica nel caso in cui è più importante la qualità di riproduzione

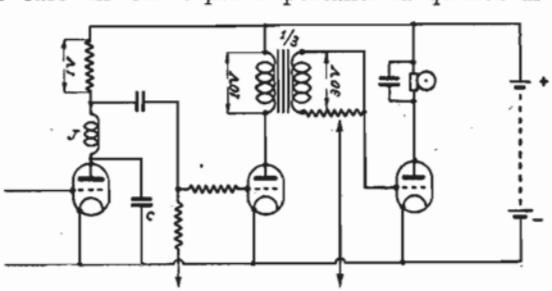


Fig. 167. - Amplificazione di tensione in un amplificatore BF preceduto da un rivelatore di placca con un accoppiamento per resistenza-capacità e uno per trasformatore.

della sensibilità converrà usare valvole di impedenza non troppo elevata per la rivelatrice e per la valvola che segue e una resistenza anodica avente un valore uguale a 5 volte quello dell'impedenza normale della valvola. Usando quindi una valvola con una impedenza di 50.000

ohm conviene usare una impedenza di 250.000 ohm. Quando invece si vuole avere la massima sensibilità si userà una resistenza di 1 megohm. Anche nel caso della rivelazione di placca i condensatori di filtro per l'alta frequenza (*C* in figg. 167 e 168) che servono a impedire il passaggio dell'alta frequenza sulla griglia della valvola amplificatrice BF, non debbono avere una capacità troppo elevata per evitare una perdita dei suoni alti. Il valore di 0.0002 μF è il più comunemente usato: usando capacità maggiori l'intensità dei segnali aumenta rapidamente fino a 0.0005 μF per le onde medie e a 0.002 μF per le onde lunghe, ma i suoni alti vengono considerevolmente attenuati. Nel caso di un rivelatore di placca uno dei problemi più importanti è appunto quello di combinare un rivelatore sensibile e un efficiente filtro per l'alta frequenza con una buona amplificazione dei suoni alti.

Bisogna inoltre rammentare che la perdita di note alte se è molto

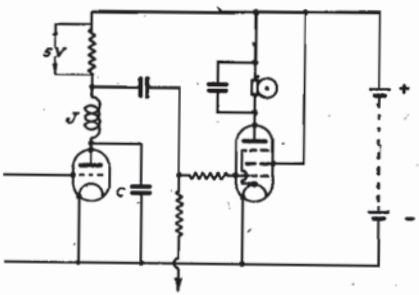


Fig. 168. - Amplificazione di tensione in un amplificatore BF preceduto da un rivelatore di placca, con un solo accoppiamento per resistenza-capacità con pentodo finale.

grave nel caso di altoparlanti a cono e a bobina mobile che tendono piuttosto a dare maggiore risalto ai suoni bassi è invece più tollerabile nel caso di altoparlanti a tromba.

Negli amplificatori con accoppiamento per resistenza-capacità occorre stabilire un compromesso tra amplificazione per stadio e perdita dei suoni alti e quindi usare valvole con fattore di amplificazione non troppo elevato e resistenze di valore non eccessivo.

Nel caso di amplificatori con accoppiamento per trasformatori o per impedenza la scelta di un trasformatore o di una impedenza non dovrebbe mai essere fatta senza conoscere il valore dell'induttanza del primario risp. dell'impedenza nelle condizioni di funzionamento. Infatti la relazione tra induttanza di placca e impedenza della valvola deve essere tale da garantire una sufficiente riproduzione delle note basse sino al limite inferiore al quale l'altoparlante usato può ancora riprodurle.

La tabella V indica i valori d'induttanza più convenienti per i diversi valori di impedenza della valvola e per i diversi tipi di altoparlante e cioè tali valori sono scelti in modo da consentire solo una

diminuzione del 75% nell'amplificazione dei suoni più bassi (200 cicli/sec. per altoparlanti a tromba, 70 cicli/sec. per altoparlanti a cono, 20 cicli/sec. per altoparlanti elettrodinamici) rispetto a quella per i suoni medi.

TAB. V. — RELAZIONE TRA L'IMPEDENZA DELLA VALVOLA E IL VALORE INDUTTIVO DELLA IMPEDENZA INSERITA NEL SUO CIRCUITO DI PLACCA.

Impedenza della valvola ohm	Induttanza di placca (henry)		
	altoparlante a tromba (limite minimo 200 c./sec.)	altoparlante a cono (limite minimo 70 c./sec.)	altoparlante elettrodinamico (limite minimo 20 c./sec.)
8000	8	27	80
10000	10	33	100
15000	15	50	150
20000	20	70	200
30000	30	100	300
50000	50	160	500
80000	80	270	800

I valori indicati in questa tabella possono applicarsi a qualunque stadio dell'amplificatore, compreso il circuito anodico di un rivelatore di griglia, ma non servono bene per il circuito anodico di un rivelatore di placca per il quale, come già abbiamo detto va usata una resistenza. Un rivelatore a diodo o un cristallo di galena può, ai fini dell'accoppiamento, essere considerato come una valvola dell'impedenza di 10.000 ohm, un cristallo di pericon come una di 15.000 ohm, un cristallo di carborundum come una di 20.000 ohm.

In realtà l'amplificazione a bassa frequenza ha già inizio nel circuito di griglia di una rivelatrice di griglia e nel circuito di placca di una rivelatrice di placca per cui possiamo considerare come amplificatore a bassa frequenza tutto ciò che è compreso tra la placca della rivelatrice e la griglia della valvola finale. Quando vi sono due valvole dopo la rivelatrice quella che realmente amplifica la tensione dei segnali è la prima perchè essa ha il compito di fornire la massima tensione alla seconda valvola in cambio della piccola tensione fornita alla sua griglia dalla rivelatrice mentre la seconda — la valvola finale — ha essenzialmente lo scopo di fornire all'altoparlante in cambio della tensione applicata alla sua griglia (con una corrente praticamente uguale a zero) la massima quantità di potenza (cioè ampère × volt) all'altoparlante. Infatti mentre per far funzionare una valvola, che è un relais senza inerzia, bastano tensioni applicate alla sua griglia, per azionare un altoparlante, che è un dispositivo meccanico, occorre una certa potenza.

CIRCUITI A DOPPIA AMPLIFICAZIONE (REFLEX).

Il sistema di usare una valvola contemporaneamente per l'amplificazione ad alta e a bassa frequenza, chiamasi *doppia amplifica-*

zione. Nello schema N. 7 (vedi Circuiti) che rappresenta un circuito tipico di questo sistema vediamo che nel circuito anodico si trova in serie con la cuffia il primario di un trasformatore ad alta frequenza il cui secondario è collegato con un rivelatore a cristallo. Le oscillazioni amplificate vengono in tal modo raddrizzate dal rivelatore a cristallo e vengono poi trasmesse al primario di un trasformatore a nucleo di ferro per l'amplificazione a bassa frequenza. Il secondario di questo trasformatore è inserito in serie col circuito oscillante fra griglia e filamento. Per la frequenza musicale questo circuito oscillante rappresenta una resistenza minima mentre un condensatore in parallelo col secondario del trasformatore offre d'altra parte alle frequenze elevate una via di piccola resistenza.

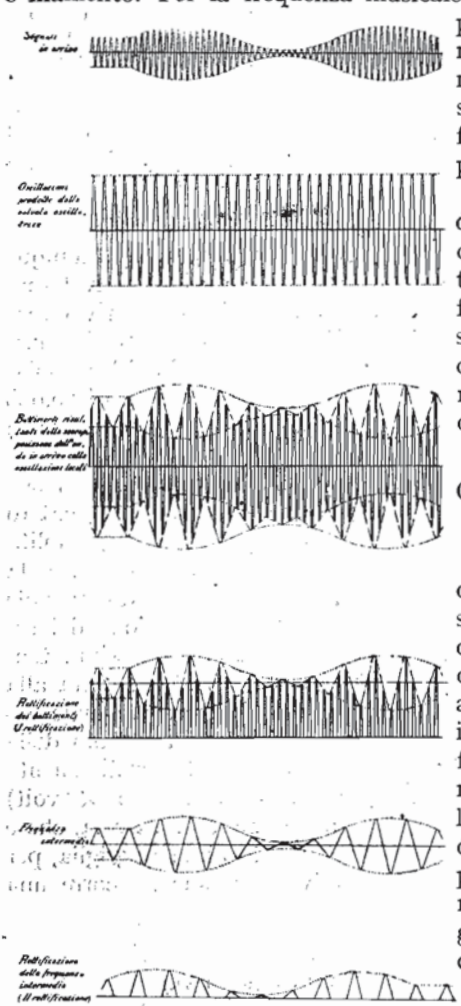


Fig. 169. - Come avviene la ricezione col metodo supereterodina.

I risultati con questo procedimento sono buoni, se si usano circuiti non aventi eccessiva tendenza ad oscillare a bassa frequenza, ma sono naturalmente sempre inferiori a quelli ottenuti con circuiti in cui le stesse operazioni sono effettuate da valvole differenti.

Circuiti a variazione di frequenza (supereterodina).

L'amplificazione ad alta frequenza per le onde medie presenta, come abbiamo visto, qualche difficoltà a causa della capacità fra gli elettrodi internamente alla valvola. Benchè le difficoltà inerenti all'amplificazione ad alta frequenza siano oggi risolte coi metodi di neutralizzazione e con l'uso di valvole schermate, l'uso dei circuiti oscillanti per l'accoppiamento delle valvole esige una manovra complicata quando i gradi di amplificazione sono più di due.

Per evitare questo inconveniente, nella supereterodina l'alta frequenza dei segnali in arrivo

viene trasformata in una radio-frequenza più bassa che consente una efficace amplificazione ad alta frequenza. Ciò viene praticamente ottenuto col fare interferire le oscillazioni prodotte dai segnali in arrivo con le oscillazioni di una eterodina producendo così battimenti di una frequenza intermedia.

Conviene che questa frequenza dei battimenti sia compresa fra 100.000 e 30.000 cicli/sec. per avere così la possibilità di amplificare dopo la rettificazione con un amplificatore ad alta frequenza.

Il cambiamento di frequenza viene ottenuto con varî sistemi di cui menzioneremo:

la supereterodina:
la superautodina (cui appartiene la tropadina);
la ultradina;
la modulazione con valvola a doppia griglia.

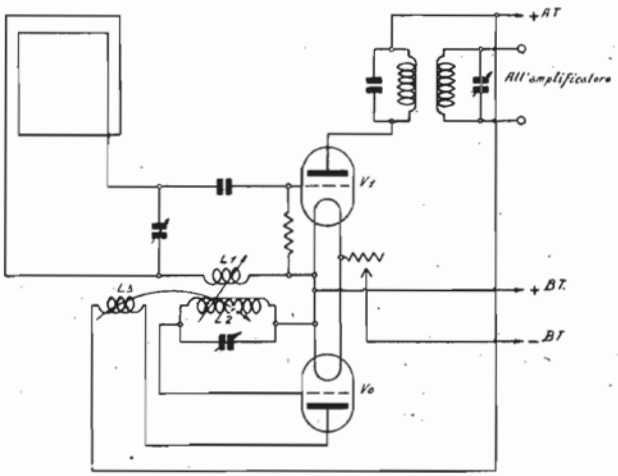


Fig. 170. - Cambiamento di frequenza col sistema supereterodina.

Il circuito fondamentale è quello supereterodina che consta nella sua forma più semplice di due valvole di cui una produce le oscillazioni locali e l'altra riceve i segnali in arrivo e rettifica i battimenti. Il problema principale consiste nel disporre il circuito della valvola oscillatrice e quello della rivelatrice in modo che l'azione delle oscillazioni locali nella valvola rivelatrice sia abbastanza efficace e nel contempo l'accoppiamento tra i due circuiti sia tale che la sintonia di un circuito non influenzi quella dell'altro.

A fig. 170 si vede uno schema classico supereterodina nel quale l'avvolgimento di griglia (L_2) della valvola oscillatrice (V_0) è direttamente accoppiato con un avvolgimento (L_1) inserito nel circuito di griglia della valvola rivelatrice (V_1). La valvola V_0 ha un circuito di griglia sintonizzato la cui induttanza L_2 è accoppiata induttivamente

con la bobina di reazione L_3. Le oscillazioni nel circuito del telaio prodotte dai segnali in arrivo e le oscillazioni locali provenienti attraverso l'accoppiamento di L_1 con L_2 si sovrappongono nel circuito di griglia della valvola rivelatrice e i battimenti così prodotti vengono rettificati col sistema della corrente di griglia. Nel circuito anodico di V_1 è inserito un trasformatore accordato sulla frequenza dei battimenti attraverso il quale i segnali convertiti in frequenza intermedia vengono applicati all'amplificatore.

Per evitare che la sintonia della valvola oscillatrice e quella del telaio si influenzino reciprocamente è necessario evitare un accoppiamento diretto tra il quadro e la bobina L_2 e fare sì che l'accoppiamento tra L_1 e L_2 sia lasco facendo L_1 di poche spire. Per ottenere malgrado ciò una sufficiente efficacia delle oscillazioni locali sulla valvola rive-

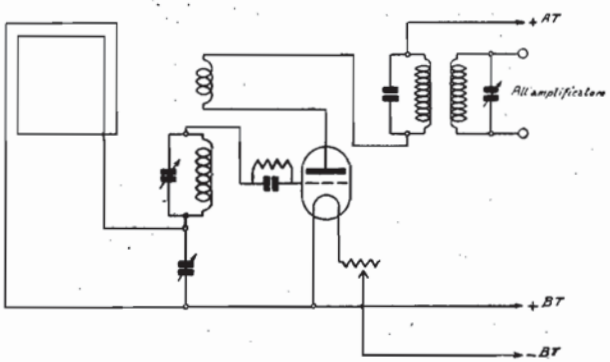


Fig. 171. - Cambiamento di frequenza col sistema «seconda armonica».

latrice è conveniente usare per l'oscillatore una valvola di potenza affinchè le oscillazioni locali che agiscono sulla valvola rivelatrice siano di ampiezza sufficiente malgrado l'accoppiamento lasco.

Era naturale che si cercasse di eliminare una di queste due valvole concentrando le loro due funzioni in una sola valvola. In tal modo il problema dell'indipendenza della sintonia tra i due circuiti viene reso ancora più arduo giacchè tanto il circuito accordato sui segnali in arrivo come quello per la produzione delle oscillazioni locali sono collegati al circuito di griglia della stessa valvola. I circuiti di questo tipo si chiamano *superautodina* appunto perchè una stessa valvola riceve e oscilla.

Il primo metodo per evitare questa difficoltà è quello della *seconda armonica* nel quale si fa oscillare la valvola oscillatrice alla lunghezza d'onda doppia di quella occorrente per produrre i battimenti in una supereterodina. Così per es., se in una comune supereterodina il segnale in arrivo ha la lunghezza d'onda 300 m. (f = 1.000.000 cicli/sec.) e occorre produrre una frequenza intermedia di 100.000 cicli/sec. (λ = 3.000 m.) l'oscillatore locale dovrà produrre la frequenza 900.000

cicli/sec corrispondente alla lunghezza d'onda 333 m. Nel metodo con seconda armonica il circuito oscillante è accordato in tal caso sull'onda 666 m. la cui seconda armonica è 333 m. In questo metodo l'indipendenza viene ottenuta per il fatto che le due sintonie sono di ordine troppo diverso per potersi influenzare reciprocamente.

La fig. 171 mostra un circuito *seconda armonica* nel quale si vede come il circuito del telaio è in serie col circuito oscillante nel quale per mezzo della reazione vengono prodotte le oscillazioni locali.

Un secondo metodo è quello cosidetto *tropadina* nel quale una stessa valvola riceve e oscilla — a differenza del sistema a seconda armonica — nella frequenza fondamentale. L'indipendenza dei due circuiti viene ottenuta collegando un capo del circuito del telaio al punto neutro del circuito oscillatore e inserendo tra gli altri due capi una

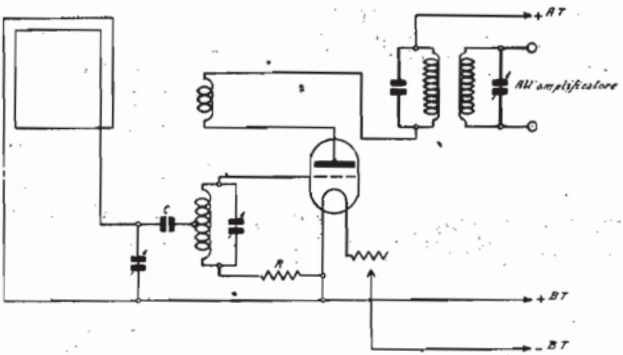


Fig. 172. - Cambiamento di frequenza col sistema tropadina.

resistenza elevata. Tra il circuito del telaio e il punto neutro del circuito oscillante è inserito un condensatore fisso *C* che unitamente alla resistenza *R* serve per la rettificazione con corrente di griglia (fig. 172).

Un vantaggio dei circuiti superautodina è che le oscillazioni locali non possono passare al circuito del telaio e causare radiazioni disturbanti.

Un altro sistema per il cambiamento di frequenza che si differenzia completamente da quelli già menzionati è quello *ultradina* il quale non è altro che un oscillatore modulato dalle oscillazioni in arrivo. In esso la placca della prima valvola che riceve i segnali in arrivo invece di avere una tensione continua è alimentata dalle oscillazioni prodotte dall'oscillatore locale. La tensione anodica oscilla quindi tra valori negativi e positivi. Poichè però il passaggio di elettroni nella valvola avviene solo per tensioni positive di placca ne risulta una corrente anodica solo per la parte positiva della tensione oscillante. Le oscillazioni prodotte dai segnali in arrivo che agiscono sulla griglia della prima valvola moduleranno quindi tale

corrente di placca, cosicchè la produzione dei battimenti avviene contemporaneamente alla loro rettificazione.

Nel circuito ultradina l'accoppiamento tra il circuito ricevente e il circuito oscillatore è dato dalla capacità placca-griglia della prima valvola.

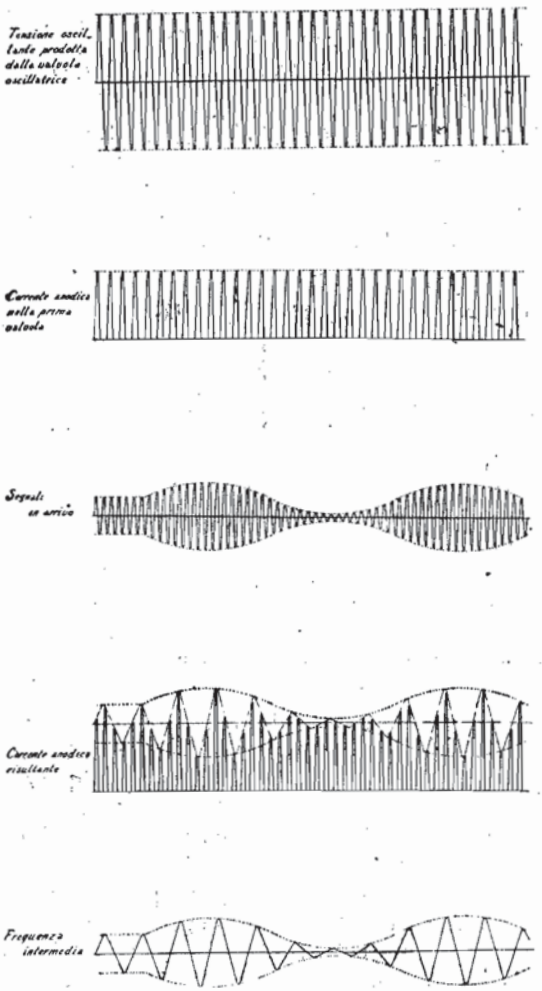


Fig. 173. - Come avviene la ricezione col metodo ultradina.

La fig. 174 mostra lo schema di principio dell'ultradina.

Analogo a questo procedimento è quello del tetrodo modulatore (fig. 175). In esso il circuito del telaio è collegato alla griglia più vicina alla placca e il circuito che produce le oscillazioni locali alla griglia vicina al filamento. In tal modo le oscillazioni prodotte dai segnali in arrivo e quelle prodotte dall'oscillatore locale agiscono contemporaneamente sulla corrente elettronica della valvola.

Tutti i circuiti del tipo supereterodina richiedono un amplificatore di frequenza intermedia, il cui rendimento è vitale per il funzionamento di questi ricevitori. La migliore lunghezza d'onda è tra 3000 e 10.000 m. e il sistema di accoppiamento più usato è quello a trasformatore con primario aperiodico e secondario sintonizzato.

Circa la loro costruzione vedasi il capitolo « Trasformatori ». Prima di completare il montaggio di un ricevitore tipo supereterodina è quindi essenziale assicurarsi separatamente del buon funzionamento dell'amplificatore di frequenza intermedia e della prima parte del circuito che serve a convertire la frequenza dei segnali in arrivo nella frequenza intermedia dell'amplificatore.

Per ricevere segnali telegrafici di onde persistenti occorre una seconda eterodina accoppiata leggermente col circuito dell'amplificatore a frequenza intermedia per produrre battimenti d'una frequenza udibile

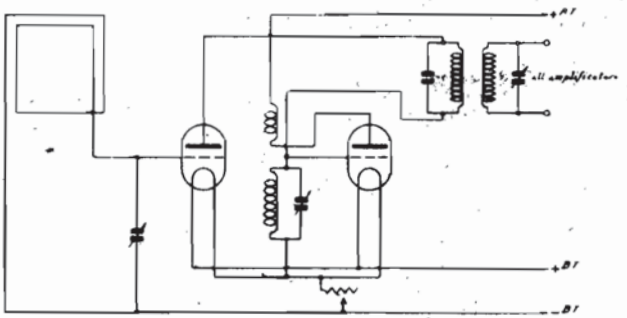


Fig. 174. - Cambiamento di frequenza col sistema ultradina.

oppure basta anche far oscillare l'amplificatore di frequenza intermedia.

Il procedimento di supereterodina dà un'amplificazione e una se-

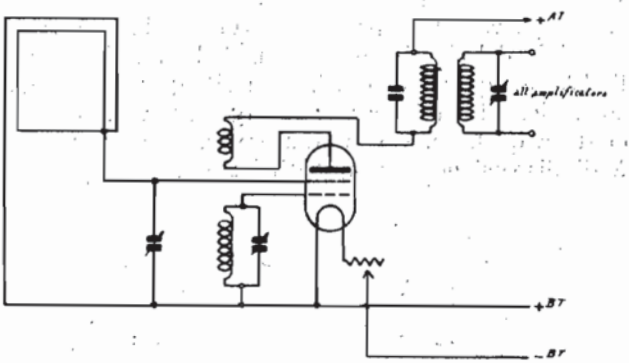


Fig. 175. - Cambiamento di frequenza col tetrodo modulatore.

lettività maggiore di quella ottenute con tutti gli altri sistemi ed è applicabile per tutte le lunghezze d'onda [1].

Ricevitori stabilizzati.

Il principio del funzionamento dei circuiti neutralizzati può essere brevemente spiegato riferendoci alla fig. 176. Tra la placca e la griglia della valvola esiste sempre una certa quantità di capacità elet-

[1] Per maggiori dettagli teorici e costruttivi vedasi la pubblicazione « Ricevitori supereterodina » di Montù e De Colle. - Ed. Ulrico Hoepli, Milano.

trostatica C_v e così pure tra le parti dell'apparecchio collegate alla griglia della valvola e quelle collegate con la placca della valvola. Questa capacità fa sì che una certa quantità di energia dalla placca raggiunge la griglia e questa energia passa alla griglia in modo tale da aumentare l'ampiezza delle oscillazioni provocate dall'energia in

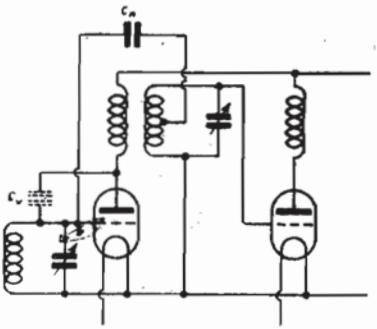


Fig. 176. - Capacità Cv esistente tra griglia e placca di una valvola.

in arrivo. Alle radiofrequenze la quantità di energia che ritorna alla griglia è sufficiente per provocare e mantenere le oscillazioni e queste o paralizzano la valvola o producono rumori disturbanti.

Il principio del circuito neutrodina è di eliminare sino a un certo punto l'effetto di questa capacità tra i lati griglia e placca della valvola. Ciò avviene facendo passare energia dalla placca alla griglia in fase opposta a quella che passa dalla placca alla griglia attraverso la capacità di dispersione e in quantità tale da neutralizzarla. Questo

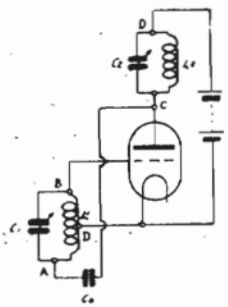


Fig. 177. - Circuito Rice.

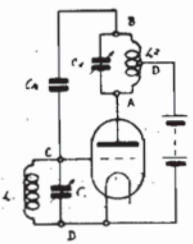


Fig. 178. - Circuito Willans-Round.

ritorno di energia in senso inverso avviene mediante collegamenti a ponte di Wheatstone [1].

Le figure mostrano i seguenti diversi tipi di circuiti neutrodina:

[1] Per maggiori dettagli vedasi la pubblicazione «Ricevitori Neutrodina» di Montù e De Colle. Ed. Hoepli - Milano.

Il circuito Rice (fig. 177) nel quale l'induttanza del circuito di griglia ha una presa a metà collegata al filamento mentre dei due capi di tale circuito uno è collegato alla griglia e l'altro attraverso il neutrocondensatore *Cn* alla placca; il circuito Willans Round (fig. 178) nel quale l'induttanza del circuito di placca ha una presa a metà collegata al filamento mentre dei due capi del circuito uno è collegato alla placca e l'altro attraverso il neutrocondensatore *Cn* alla griglia; il circuito

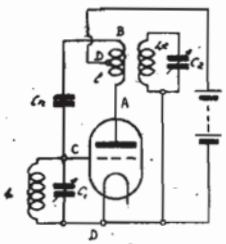


Fig. 179. - Circuito fondamentale Hazeltine.

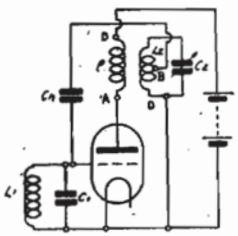


Fig. 180. - Circuito Hazeltine modificato.

fondamentale Hazeltine (fig. 179) nel quale il primario del trasformatore ha una presa a metà collegata col più della alta tensione mentre dei due capi uno è collegato alla placca e l'altro attraverso il neutrocondensatore *Cn* alla griglia; il circuito Hazeltine modificato (fig. 180) che è il più popolare dei circuiti neutrodina, nel quale il secondario del trasformatore ha una presa intermedia collegata attraverso il neutrocondensatore *Cn* alla griglia della valvola; il circuito Cowper (fi-

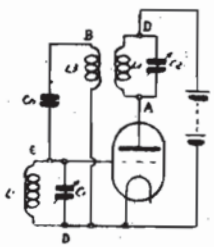


Fig. 181. - Circuito Cowper.

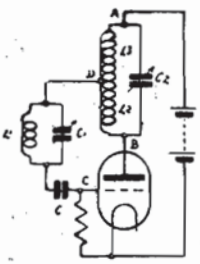


Fig. 182. - Circuito senza neutrocondensatore.

gura 181) (che presenta il vantaggio di poter essere realizzato con comuni bobine senza prese intermedie) nel quale la neutralizzazione vien ottenuta mediante una bobina L_3 accoppiata induttivamente alla bobina di placca e inserita attraverso il neutro-condensatore *Cn* tra griglia e filamento della valvola; il circuito di figura 182 nel quale il neutrocondensatore è sostituito dalla capacità interna tra griglia e filamento della valvola e la neutralizzazione avviene variando l'induttanza di

L_2 o L_3; il circuito Difarad (fig. 184) per il quale si possono usare comuni bobine e nel quale la neutralizzazione viene ottenuta mediante un complesso formato da un condensatore fisso di 0.0001 μF, da un neutrocondensatore e da una resistenza (R = 80.000 ohm); il circuito Isofarad nel quale la presa del filamento avviene tra due condensatori variabili di sintonia (fig. 183).

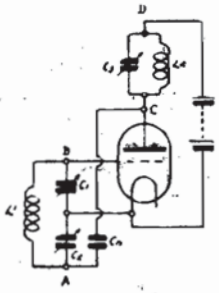


Fig. 183. - Circuito Isofarad.

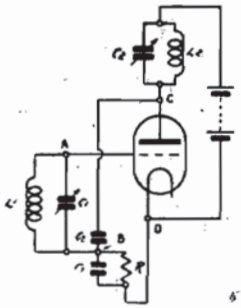


Fig. 184. - Circuito Difarad (De Colle).

Nei comuni amplificatori a radiofrequenza si usa generalmente collegare i circuiti di griglia delle valvole amplificatrici ad alta frequenza col contatto mobile di un potenziometro inserito fra i poli della batteria di accensione allo scopo di impedire l'auto-oscillazione delle valvole. Questo strattagemma in realtà riduce l'amplificazione sino al punto in cui il circuito è messo nell'impossibilità di oscillare, per cui

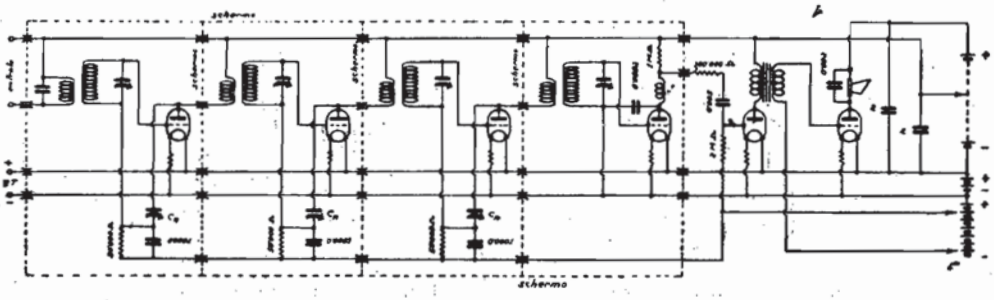


Fig. 185. - Circuito di un amplificatore di frequenza intermedia neutralizzato secondo il sistema Difarad.

si ha una perdita nell'amplificazione. Nel caso della neutrodina la valvola viene messa nella impossibilità di oscillare ed è quindi possibile dare alla griglia delle valvole un potenziale negativo che corrisponde al massimo di amplificazione.

Questi circuiti dànno dunque migliori risultati riguardo a sensibilità e selettività e sono di manovra relativamente facile avendo inoltre

il pregio di non causare oscillazioni nell'aereo. Caratteristico di questi circuiti è il fatto che la sintonizzazione avviene senza che si avverta il fischio dell'onda portante.

Questi circuiti servono essenzialmente per onde da 200 a 600 m. benchè sia praticamente possibile farli servire anche per lunghezze d'onda maggiori.

Circuiti con accoppiamento misto.

Mentre nei circuiti neutrodina causa l'accoppiamento induttivo dei trasformatori ad alta frequenza il passaggio di energia è maggiore per le onde corte che per quelle lunghe per cui il rendimento dei ricevitori non è uniforme per tutto il campo di lunghezza d'onda, nei circuiti tipo Loftin-White si ha un rendimento uniforme per tutte le lunghezze d'onda grazie all'accoppiamento misto. Questo chiamasi misto perchè avviene induttivamente e capacitivamente come

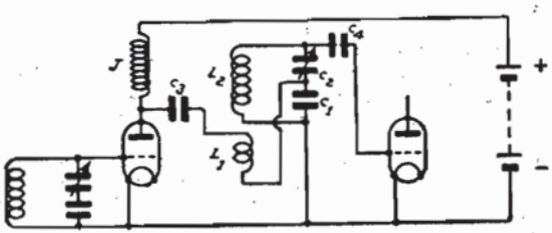


Fig. 186. - Circuito Loftin-White.

si vede a fig. 186, e cioè per mezzo dell'accoppiamento induttivo L_1 L_2 e della capacità C_1 in comune. Essendo infatti l'accoppiamento capacitivo più redditizio per le onde più lunghe esso controbilancia la differenza di rendimento dell'accoppiamento induttivo se i due accoppiamenti sono ben proporzionati. Per eliminare l'autooscillazione in questi circuiti si diminuisce la reattanza del circuito di placca mediante una capacità regolabile C_3 in serie col primario L_1. Infatti la reattanza capacitiva di C_3 tende ad annullare quella induttiva di L_1 essendo di fase opposta.

Circuiti superrigenerativi.

Abbiamo detto, trattando del fenomeno di reazione che, aumentando l'accoppiamento delle induttanze di griglia e di placca, viene aumentato il grado di reazione sino a che la valvola comincia a produrre oscillazioni.

Nel caso di ricezione radiotelefonica, questo è un grave difetto perchè si ha così una distorsione per cui suoni e parole diventano inintelligibili, pur essendo talvolta più intensi.

L'americano E. H. Armstrong ha mostrato che, se si permette alla valvola di oscillare soltanto periodicamente e istantaneamente, cioè se si lascia oscillare per un istante la valvola e poi se ne interrompe l'oscillazione e ciò con una frequenza di circa 10.000 cicli/sec. avviene che, mentre le oscillazioni del circuito oscillante vengono straordinariamente amplificate, la valvola non ha il tempo di entrare in oscillazione essa stessa cosicchè si ha il vantaggio di una grande amplificazione senza distorsione.

Abbiamo visto che quando la valvola produce delle oscillazioni la resistenza del circuito oscillante è zero. Il fenomeno superrigenerativo può essere quindi interpretato come un passaggio periodico alternato da una resistenza positiva a una resistenza negativa del circuito oscillante.

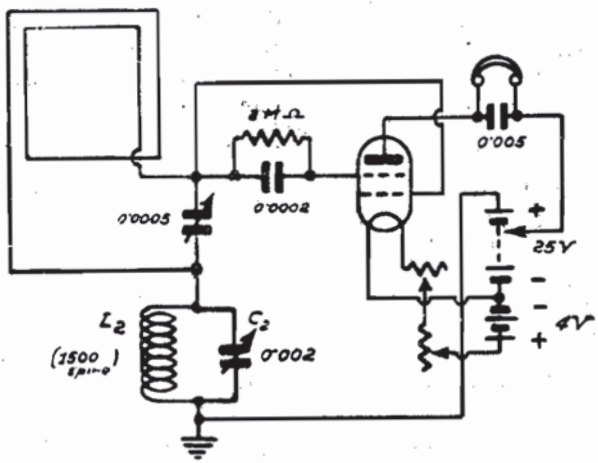


Fig. 187. - Circuito superrigenerativo con valvola bigriglia.

Praticamente il circuito superrigenerativo consiste in un circuito a reazione nel quale per mezzo di un oscillatore ausiliario si permette e si impedisce alternativamente al circuito rigenerativo di oscillare e ciò ad una frequenza determinata da questo extra-oscillatore. L'effetto corrisponde qualitativamente ma non quantitativamente a un rapido periodico aumento e diminuzione dell'accoppiamento tra circuito di griglia e circuito di placca nella rigenerazione.

Praticamente vengono generate delle oscillazioni a una frequenza altissima non udibile (circa 10.000 cicli/sec.) e questo potenziale oscillante viene iniettato nel circuito oscillante in modo da secondare e contrastare alternativamente il potenziale del circuito stesso. Questa frequenza non deve essere udibile o quasi al fine di non produrre nel ricevitore telefonico un suono disturbante per la ricezione.

L'amplificazione ottenuta con questo sistema è grandissima e paragonabile all'uso di più valvole in serie in un circuito solo. Il grado di amplificazione A è dato dal rapporto tra il quadrato della frequenza in arrivo (f) e il quadrato della frequenza delle oscillazioni locali (f_1)

$$A = \frac{f^2}{f_1^2}$$

Perchè il circuito risulti veramente efficace occorre quindi che la frequenza dei segnali in arrivo sia molto alta rispetto a quella minore delle oscillazioni locali (10.000 cicli/sec.) ovverosia che la lunghezza d'onda in arrivo sia piccola rispetto alla lunghezza d'onda delle oscillazioni locali (che data la frequenza di circa 10.000 cicli/sec. si aggira sui 30.000 m.).

Questo circuito ricevente si presta quindi essenzialmente per la ricezione di segnali modulati su onde inferiori a 600 m., ma causa la sua poca stabilità ha oggidì quasi solo valore sperimentale.

Considerazioni pratiche per la ricezione.

Di tutti i tipi di ricevitori, due emergono per le loro speciali qualità: la supereterodina e la neutrodina coi loro svariati derivati.

Vi sono molti tipi di ricevitori con un numero limitato di valvole i quali possono behissimo soddisfare il dilettante meno esigente, ma quando a un ricevitore si chieda di possedere una elevata sensibilità e selettività, la supereterodina e i ricevitori stabilizzati e a valvole schermate sono per ora senza rivali. Nè si può dire quale di questi tipi di ricevitore sia il migliore perchè ognuno ha proprietà e attitudini differenti: il primo serve essenzialmente per la ricezione con telaio, il secondo con aereo, ma questo può essere di dimensioni molto ridotte. Questa differenza può già essere un punto importante per la scelta.

La supereterodina ha il vantaggio di avere due soli condensatori variabili e quindi una regolazione facilissima; un amplificatore AF a n valvole ha generalmente $n + 1$ comandi, ma questi possono anche essere monocomandati.

La supereterodina ha il vantaggio di consentire mediante un semplice commutatore di passare dalla ricezione di un campo d'onda a un altro, mentre nella neutrodina occorre generalmente sostituire tutta la serie di avvolgimenti. La supereterodina ha lo svantaggio di un maggior numero di valvole e quindi di un maggior costo di acquisto e di manutenzione, ma ha viceversa il vantaggio di una maggiore selettività. La sensibilità usando rispettivamente il telaio e l'aereo è all'incirca uguale ed è certamente già il massimo praticamente raggiungibile dato che una maggiore sensibilità non sarebbe tollerabile causa la prevalenza che i disturbi locali ed atmosferici verrebbero ad avere sui segnali ricevuti.

I ricevitori tipo supereterodina e a molti stadi AF sono particolarmente indicati per coloro i quali abitano in prossimità di un diffusore locale poichè per escludere la stazione locale ricevendo in un raggio di 10 km. da essa è necessaria una elevata selettività. A distanze maggiori anche con apparecchi più semplici è possibile avere ottimi risultati. Molto interessante a questo riguardo è la seguente tabella nella quale è indicata la selettività per diversi tipi di ricevitori, espressa

come lo scarto di lunghezza d'onda necessario per ricevere una stazione lontana con esclusione del trasmettitore vicino.

TAB. VI. — SELETTIVITÀ DI DIVERSI TIPI DI RICEVITORI.

RICEVITORE	Numero delle valvole	Scarto di lunghezza d'onda necessario per ricevere una stazione lontana con esclusione del trasmettitore vicino
Valvola in reazione	1	circa 35 — 50 %
Valvola rivelatrice + 1AF	1	» 20 — 25 %
Reinartz	2	» 25 — 35 %
Reinartz + 1AF	2	» 12 — 20 %
Superreazione	1	» 10 — 35 %
Neutrodina	4 — 5	» 15 — 10 %
Supereterodina	6 — 9	» 3 — 2 % (con antenna) » 2 — 1 % (con telaio)

Il concetto della selettività è importantissimo e può essere generalmente definito come la percentuale di cui si deve disaccordare il ricevitore per ridurre dal massimo al minimo valore di intensità i segnali di una stazione. Quindi quanto maggiore è la selettività, tanto maggiore sarà il numero di stazioni che si può ricevere senza interferenza. La selettività di un circuito aumenta col diminuire della sua resistenza efficace per una data frequenza e del rapporto capacità: induttanza.

Ciò spiega perchè in un ricevitore la sintonia è generalmente più acuta per i piccoli valori capacitivi del condensatore.

Per aumentare la selettività di un ricevitore conviene far sì che i suoi circuiti abbiano un minimo di smorzamento il che viene ottenuto mediante accoppiamenti molto laschi tra il circuito d'aereo e i circuiti di placca da una parte e i circuiti accordati di griglia dall'altra, inoltre usando bobine e condensatori con un minimo di perdita, e infine aumentando il numero dei circuiti accordati.

Praticamente però la selettività è limitata, come abbiamo visto, dalle esigenze della qualità di riproduzione e i migliori risultati si ottengono con un compromesso tra di esse.

***

La riuscita di un ricevitore e la buona ricezione dipendono in gran parte dal funzionamento corretto di ogni componente in un radioricevitore e molti insuccessi sono dovuti all'uso di cattivi componenti o dal cattivo impiego delle varie parti.

Generalmente parlando non si potrà mai abbastanza insistere sulla necessità di seguire scrupolosamente le norme da noi indicate per la costruzione dei vari componenti e per il loro collegamento. Specialmente per i ricevitori stabilizzati e a valvole schermate, la costru-

zione dei trasformatori, la disposizione delle diverse prese e dei collegamenti e dello schermaggio è criticissima.

Per tutti i ricevitori vi sono poi delle norme di indole generale che è bene tenere presenti.

Nel fare i collegamenti del ricevitore è bene disporre i collegamenti nel modo come l'energia attraversa il ricevitore e cioè l'attacco antenna e terra o telaio da un lato e l'attacco per l'altoparlante dal lato opposto, senza riportare possibilmente indietro i collegamenti perchè ciò provoca generalmente effetti reattivi ad alta o a bassa frequenza. Si tengano più corti che sia possibile i collegamenti, specialmente quelli ad alta frequenza.

Si usino le valvole del tipo prescritto per ogni ricevitore e in generale ci si attenga per le diverse funzioni alle caratteristiche indicate. Si diano al filamento, alla griglia e alla placca della valvola le tensioni prescritte. Non si diminuisca nè si aumenti la tensione dei filamenti della rivelatrice o delle valvole a bassa frequenza per ottenere variazioni nella intensità di ricezione, poichè ciò ha quasi sempre per conseguenza la produzione di distorsione.

Si evitino gli effetti reattivi fonici tra altoparlante e apparecchio usando specialmente per la valvola rivelatrice zoccoli antifonici. Diversamente le onde sonore prodotte dall'altoparlante colpendo le valvole provocano la vibrazione dei loro filamenti dando luogo a un fischio continuo che rende impossibile la ricezione.

Negli apparecchi a reazione si faccia il minor uso possibile della reazione la quale, anche se il ricevitore non oscilla può compromettere sempre la qualità della ricezione.

Usando un altoparlante si usi per l'ultimo stadio una valvola di potenza e si dia ad essa la tensione di placca e di griglia prescritte. La tensione negativa di griglia serve a far funzionare la valvola sul tratto diritto della caratteristica e ad evitare una corrente di griglia. Si verifichino ogni tanto queste tensioni che, usando pile a secco, possono scendere sotto il valore normale causando della distorsione e un eccessivo consumo di corrente.

Se infatti la tensione di griglia è zero o non sufficientemente negativa la corrente anodica sarà molto maggiore e perciò la batteria anodica dovrà erogare una corrente maggiore. Inoltre anche gli avvolgimenti sottilissimi dell'altoparlante possono essere danneggiati.

Non si sovraccarichi la valvola di potenza giacchè ciò compromette la qualità della ricezione.

Tale inconveniente può essere constatato inserendo un milliamperometro in serie con l'altoparlante. Ricevendo o non ricevendo i segnali lo strumento dovrebbe sempre segnare in modo eguale e ogni deviazione in più o in meno dello strumento significa sovraccarico o distorsione.

L'altoparlante deve essere proporzionato all'intensità dei segnali

da ricevere: con un piccolo altoparlante e segnali troppo intensi si avrà inevitabilmente della distorsione.

Usando due stadi di amplificazione a bassa frequenza la penultima valvola non dovrà essere una valvola di potenza poichè la sua corrente di placca essendo molto grande indipendentemente dai segnali ricevuti produrrebbe una saturazione del nucleo di ferro del trasformatore e quindi una distorsione dei segnali.

Se in un ricevitore si ha una cattiva riproduzione dovuta a distorsione od altro è importante determinare se la causa risiede nel ricevitore o nell'altoparlante. A tale scopo si effettua una prova di ascolto nella cuffia a intensità ridotta. Per ridurre l'intensità si inserisce una impedenza *J* a nucleo di ferro avente una induttanza di circa 20-30 henry al posto dell'altoparlante e la si collega in derivazione con un condensatore di 2 μF, con una resistenza *R* di qualche megohm (che serve a ridurre sufficientemente l'intensità) e con la cuffia (fig. 188). Se la riproduzione in seguito a ciò risulta buona, la colpa è dell'altoparlante e nel caso contrario del ricevitore.

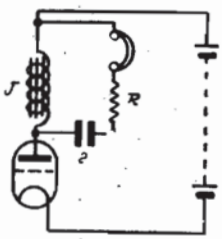


Fig. 188. - Modo di verificare le cause di distorsione.

Una causa di distorsione può anche essere il passaggio di alta frequenza nell'amplificatore a bassa frequenza. Per impedire il passaggio dell'alta frequenza attraverso il circuito di griglia della prima valvola amplificatrice a bassa frequenza si shunta nell'accoppiamento per trasformatore il primario con un condensatore di circa 0.0002 μF; nell'accoppiamento per resistenza sarà bene inserire direttamente in serie con la griglia della prima valvola una resistenza *R* di 100.000 a 250.000 ohm oppure una impedenza ad alta frequenza (fig. 143).

La qualità di riproduzione di un altoparlante può essere notevolmente migliorata inserendo una impedenza di induttanza elevata ma di bassa resistenza in serie o in parallelo con l'altoparlante a seconda che si vogliono ridurre le frequenze più alte o più basse. Il shuntare l'altoparlante con un condensatore può anche essere conveniente per la eliminazione dei suoni più alti.

Se l'ultima valvola di potenza dà una corrente di placca molto elevata può darsi che avvenga la saturazione magnetica dell'altoparlante. In tal caso le pulsazioni corrispondenti ai segnali in arrivo non avrebbero il dovuto effetto magnetizzante e perciò la riproduzione sarebbe cattiva. Ciò è evidente perchè quando il nucleo di ferro è magnetizzato sino al limite estremo della corrente che passa nei suoi avvolgimenti qualunque aumento di corrente non può più esercitare una attrazione proporzionale sul diaframma.

I sistemi magnetici di molti altoparlanti e specialmente di quelli costruiti prima dell'avvento delle valvole di potenza sono soggetti a saturazione già per piccole correnti e non sono perciò adatti

ad essere direttamente inseriti nel circuito di placca delle valvole di potenza.

Generalmente conviene usare l'altoparlante in serie con un condensatore di ampia capacità e in derivazione con una impedenza di 20-30 henry come lo mostra la fig. 189. In tal modo se l'impedenza è di dimensioni convenienti per la corrente che la attraversa, la componente di corrente continua sarà costretta a passare attraverso l'impedenza mentre attraverso il condensatore e l'altoparlante passeranno solo le correnti pulsanti dei segnali.

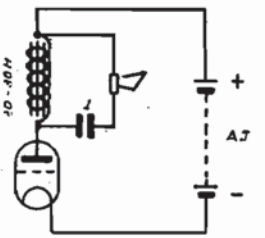


Fig. 189. - Accoppiamento della valvola finale all'altoparlante per impedenza-capacità.

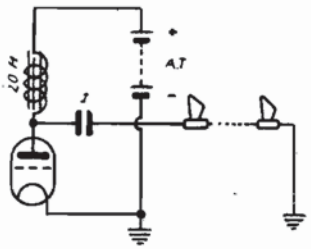


Fig. 190. - Accoppiamento della valvola finale a più altoparlanti.

Accade talvolta che parecchi altoparlanti debbano essere collocati in una casa o a una certa distanza dal ricevitore. In tal caso sarà conveniente servirsi di uno schema come quello di fig. 190 nel quale una impedenza a nucleo di ferro di circa 20-30 henry viene inserita in serie con la placca della valvola di potenza e le tensioni prodotte ai suoi capi vengono applicate agli altoparlanti attraverso un condensatore di blocco di circa 1 μF. Se il negativo dell'alta tensione è a terra come generalmente in tutti gli apparecchi meno quelli a telaio, il ritorno può avvenire attraverso la terra, altrimenti attraverso un filo. È importante che la capacità tra il filo di andata e quello di ritorno o la terra sia piccola, e quindi che i fili siano ben distanziati.

7. - Come avviene praticamente la trasmissione con triodi

Il procedimento della reazione che rende possibile nella ricezione la diminuzione dello smorzamento dei circuiti riceventi e la generazione di oscillazioni persistenti locali per la produzione di battimenti, permette anche di usare la valvola come generatrice dell'energia oscillante occorrente per la trasmissione. L'energia messa in giuoco dalla valvola ricevente è trascurabile e non influisce affatto sui suoi dati di costruzione.

Per la valvola di trasmissione per la quale occorrono tensioni e correnti anodiche elevate la questione della potenza che essa deve sopportare passa in prima linea.

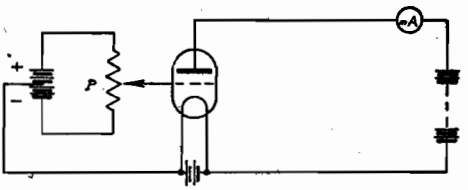


Fig. 191. - Circuito per la determinazione della caratteristica di un triodo.

Di questo fatto ci rendiamo subito conto provando a determinare sperimentalmente la curva caratteristica di una valvola di trasmissione. Questa curva che rappresenta la corrente anodica in funzione del potenziale di griglia (applicato fra griglia e filamento) si ottiene usando lo schema della fig. 191. Partendo da un potenziale negativo sulla griglia e passando per mezzo del potenziometro *P* a potenziali positivi, osserviamo che la placca della valvola comincia a riscaldarsi man mano che la corrente anodica aumenta e diventa rovente molto prima che quest'ultima abbia raggiunto il valore di saturazione. Ne può derivare un danno alla valvola perchè il riscaldamento eccessivo fa uscire residui di gas occlusi nel metallo della placca e nel caso peggiore si arriva colla temperatura al punto di fusione del metallo. Gli elettroni emessi dal filamento ed accelerati dalla tensione anodica

urtano contro il metallo della placca perdendo così la loro energia cinetica uguale al prodotto:

tensione di placca × corrente anodica.

che si trasforma in calore sulla placca.

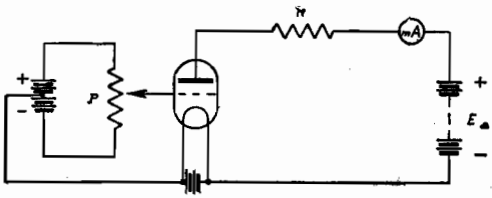


Fig. 192.

La potenza assorbita nel circuito anodico è uguale al prodotto:

tensione della batteria anodica $E \times$ corrente anodica I_a.

In questo caso la tensione di placca è uguale alla tensione della sorgente d'alta tensione E_a e l'intera potenza assorbita dal circuito anodico viene quindi trasformata in calore.

Se inseriamo una resistenza ohmica R nel circuito anodico (figura 192) la corrente di placca produce una caduta di tensione attraverso questa resistenza che è secondo la legge di Ohm uguale al prodotto $I_a \cdot R$ e contrasta la tensione della batteria anodica. La tensione sulla placca della valvola sarà in tal caso:

$$e_a = E_a - I_a R$$

e perciò la potenza che viene trasformata in calore sulla placca:

$$(E_a - I_a R) I_a = E_a I_a - I_a^2 R$$

Il circuito anodico assorbe ancora la potenza $E_a \cdot I_a$, ma una parte $I_a^2 \cdot R$ viene ora assorbita dalla resistenza ohmica R e solo la differenza viene trasformata in calore sulla placca della valvola.

Un fenomeno analogo avviene se la valvola funziona come generatrice di oscillazioni come nel caso del circuito di fig. 193, in cui nel circuito di placca viene inserito un circuito oscillante composto di una capacità C, di una resistenza R e di una induttanza L accoppiata con un'altra induttanza L_g del circuito di griglia.

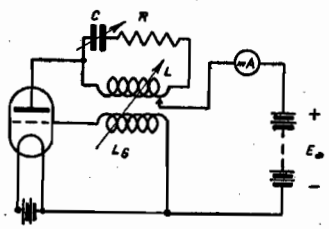


Fig. 193. - Schema teorico di un oscillatore.

Per la corrente oscillante il circuito oscillante in sintonia colla frequenza delle oscillazioni offre una reattanza rilevante. In questo modo si produce una caduta di tensione oscillante e_a attraverso il circuito accordato, tensione che si sovrappone alla tensione costante della sorgente di alta tensione E_a. Sotto l'influenza della tensione oscillante di frequenza f si innesca per risonanza nel circuito oscillante una corrente oscillante i_0 molto maggiore della corrente anodica.

Il potenziale di griglia in questo caso, per effetto del fenomeno di reazione è oscillante e ad esso corrisponde nel circuito di placca una corrente oscillante i_a. Il circuito anodico assorbe una potenza uguale al prodotto tensione della sorgente di alta tensione per corrente media anodica, ossia:

$$E_a \times \overline{i_a}$$

Una parte di questa potenza viene detratta per la produzione delle oscillazioni nel circuito oscillante e precisamente la potenza corrispondente a

(intensità della corrente oscillante)^2 × resistenza.

ossia:

$$i_0^2 \times R$$

La differenza tra la potenza assorbita dal circuito anodico e la potenza trasformata in corrente oscillante rappresenta le perdite dovute al riscaldamento della placca.

Bisogna perciò portare il rendimento del circuito a un grado in cui si ha un massimo d'energia oscillante con un minimo di potenza assorbita.

Per far comprendere ciò, vogliamo considerare i fenomeni che avvengono nel funzionamento della valvola oscillatrice.

Nella fig. 194 sono rappresentati il potenziale di griglia e_g, la tensione sulla placca e_a e la corrente anodica i_a in funzione del tempo. Appare chiaro che la corrente di placca è in fase e la tensione di placca in opposizione con la tensione di griglia.

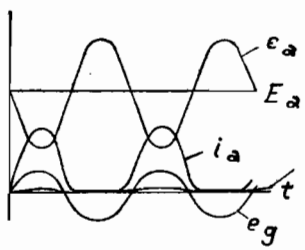


Fig. 194.

Ciò risulta evidente se si considera che il circuito oscillante in sintonia colla frequenza della corrente anodica oscillante presenta una impedenza che si comporta come una resistenza ohmica come già fu a suo tempo spiegato. Nel momento in cui la corrente anodica i_a raggiunge il suo massimo valore, risulta dalla formula già enunciata:

$$e_a = E_a - i_a \, R$$

che la tensione di placca e_a è un minimo; e viceversa quando la corrente anodica i_a è un minimo, la tensione sulla placca e_a è un massimo.

Poichè una tensione oscillante di ampiezza troppo elevata ai capi del circuito oscillante potrebbe provocare dei minimi di tensione di placca troppo bassi e insufficienti a far passare in questi momenti la corrente di valore massimo alla placca, occorre regolare l'accoppiamento tra circuito oscillante e circuito anodico (per mezzo della presa variabile sull'induttanza L) e l'accoppiamento reattivo tra L e L_g in

modo da ottenere valori della tensione sulla placca e della corrente di placca che corrispondano al rendimento massimo.

Ecco infatti come questi due accoppiamenti influiscono sulla ampiezza della tensione di placca e della corrente di placca.

Variando l'accoppiamento del circuito oscillante col circuito anodico ossia diminuendo il numero delle spire dell'induttanza L inserite nel circuito anodico, varia anche la tensione oscillante che si sovrappone alla tensione della batteria.

Variando l'accoppiamento reattivo varia l'ampiezza delle oscillazioni del potenziale di griglia e perciò anche quella delle corrispondenti oscillazioni della corrente di placca.

Per l'accoppiamento reattivo il grado migliore è quello per cui la corrente anodica raggiunge il valore di saturazione solo durante i minimi della tensione anodica. Infatti una maggiore durata del valore di saturazione della corrente anodica provocherebbe solo un aumento di calore della placca poichè essendo l'energia trasformata in calore nella placca, ossia una perdita uguale al prodotto tensione di placca per corrente di placca, essa è un minimo solo se al massimo della corrente di placca corrisponde un minimo della tensione sulla placca.

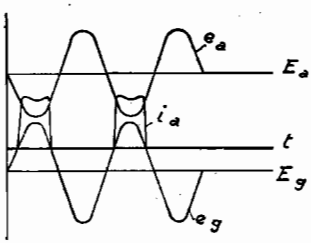


Fig. 195.

Per avere la potenza massima nel circuito oscillante bisogna dunque regolare l'accoppiamento col circuito oscillante e l'accoppiamento reattivo in modo che un amperometro per alta frequenza inserito nel circuito oscillante segni il massimo di corrente oscillante per un minimo di potenza assorbita indicata dal milliamperometro di placca. Il rendimento percentuale della valvola è uguale al rapporto

$$\frac{\text{Pot. assorb. nel circuito oscill.}}{\text{Pot. assorb. nel circuito anodico}} \times 100 = \frac{i_0^2 R}{E_a \overline{i_a}} \times 100$$

non tenendo conto della potenza che occorre per l'accensione del filamento. Le perdite possono essere diminuite e con ciò il rendimento migliorato se si riesce a dare alla curva per la corrente anodica i_a la forma di un rettangolo o di un trapezio in modo che questa corrente nei momenti della tensione anodica minima arrivi bruscamente da zero al suo valore massimo e ritorni in egual maniera a zero (fig. 115). Ciò si ottiene in pratica dando alla griglia un potenziale-base negativo E_g p. es. inserendo una resistenza nel circuito di griglia. Occorre però tener presente che con questo procedimento diminuisce anche la potenza assorbita nel circuito anodico, e con ciò la potenza nel circuito oscillante. Per equilibrare questo minor consumo occorre aumentare la tensione E_a della batteria di placca.

Ogni tipo di valvola di trasmissione è caratterizzato:

1° dalla corrente massima di placca I_s che può essere raggiunto senza diminuire troppo la durata della valvola, causa l'eccessiva accensione del filamento.

2° dal valore della potenza che sulla placca può essere trasformata in calore senza pericolo che un riscaldamento eccessivo abbia a far uscire residui di gas occlusi nel metallo della placca.

L'indicazione che una valvola può assorbire nel circuito anodico, supponiamo, 200 watt o può fornire 200 watt di energia oscillante non è infatti sufficiente, perchè ambedue questi valori variano in vasti limiti secondo la tensione della batteria di placca, il grado di accensione ed il rendimento che dipende dal circuito usato.

Circuiti di trasmissione.

I circuiti usati per la trasmissione con valvole possono essere suddivisi in:

1° Dispositivi a autoeccitazione:

a) con accoppiamento diretto dell'aereo.

b) con accoppiamento indiretto dell'aereo.

2° Dispositivi con eccitazione separata di griglia (master oscillator).

Tutti i dispositivi del primo tipo (a reazione) usano l'accoppiamento reattivo — induttivo o capacitivo — tra circuito anodico e circuito di griglia della valvola trasmittente. Il circuito anodico può essere accoppiato direttamente col circuito di aereo oppure indirettamente per mezzo di un circuito oscillante chiuso.

Nei circuiti del secondo tipo (con eccitazione separata di griglia) la valvola di trasmissione funziona come amplificatrice di potenza. La griglia della valvola trasmettente è influenzata da una valvola generatrice separata che teoricamente dovrebbe fornire solo il 5 a 20 % della potenza della valvola trasmettente.

Circuiti di trasmissione a reazione.

Vi sono quattro circuiti fondamentali per la produzione di oscillazioni ad alta frequenza con la valvola termojonica:

1) Il circuito ad accoppiamento induttivo Hartley;

2) Il circuito ad accoppiamento capacitivo Colpitts;

3) Il circuito ad accoppiamento induttivo Meissner;

4) Il circuito ad accoppiamento capacitivo interelettrodico Armstrong.

La fig. 196 mostra lo schema fondamentale del circuito Hartley in cui il condensatore C e la induttanza L formano il circuito accordato. La bobina L ha delle prese P_1 P_2 P_3 alle quali sono rispettivamente col-

legati placca filamento e griglia della valvola. Le oscillazioni nel circuito CL producono delle tensioni nella bobina e le prese vengono effettuate in modo da fornire la giusta eccitazione di griglia, e un carico conveniente per il circuito di placca della valvola. La tensione di griglia viene prodotta dalla tensione oscillante tra le prese P_2 e P_3. In fig. 197 si vede lo stesso schema con l'aggiunta di un aereo Marconi, la cui lunghezza d'onda è data dalle costanti dell'aereo, dalla capacità del condensatore C_1 e dall'induttanza tra le prese P_4 e P_2. La fig. 198 mostra lo stesso circuito accoppiato a un sistema radiante tipo Hertz.

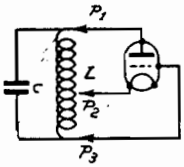


Fig. 196. - Schema fondamentale del circuito Hartley.

Talvolta si trova in pratica che i migliori risultati vengono ottenuti usando una bobina di griglia separata dall'induttanza principale come si vede in fig. 199.

Questo circuito che viene anche chiamato « reversed feed back » non è che un Hartley e se la bobina di griglia viene accordata con un condensatore C e se l'accoppiamento della bobina L_1 con la bobina L può essere facilmente variato, è possibile mediante opportuni regolaggi ottenere il massimo rendimento.

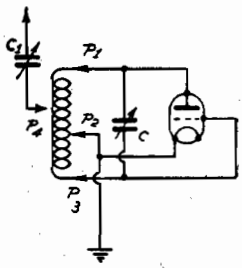


Fig. 197. - Schema teorico del circuito Hartley con aereo Marconi.

Il circuito Hartley è il più semplice e più pratico. Esso è pure molto adatto come eterodina prendendo per C (fig. 196) un condensatore variabile e tarando il circuito CL. Piccoli cambiamenti nel valore della capacità di C non influenzano molto il valore dell'eccitazione di griglia e il valore del carico collegato alla valvola. Se la capacità di C è troppo grande può succedere che la valvola si rifiuti di oscillare. Con riferimento a fig. 196 la presa P_2 varia l'eccitazione di griglia e cioè l'eccitazione naturalmente aumenta quanto maggiore è il numero di spire inserito tra griglia e filamento, spostando cioè la presa P_2 verso la presa P_1. Variando P_1 e P_3 e la capacità di C si cambia la lunghezza d'onda delle oscillazioni generate. Come ben si vede le due regolazioni non sono indipendenti tra di loro e quindi spostando una presa occorre generalmente riaggiustare le altre due.

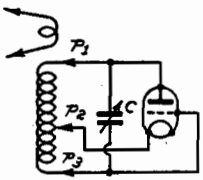


Fig. 198. - Schema teorico del circuito Hartley con aereo Hertz.

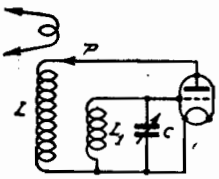


Fig. 199. - Variazione del circuito Hartley.

Con riferimento a fig. 199 vi è un valore critico dell'accoppiamento

tra le bobine di griglia e di placca L_1 e L al disotto di cui la valvola non oscilla. Aumentando la lunghezza d'onda è necessario stringere l'accoppiamento tra le due bobine.

Nello schema di fig. 198 è talvolta necessario impedire la produzione di oscillazioni parassite. Se l'induttanza del circuito di griglia è così grande che, con la capacità filamento-griglia della valvola e la capacità di dispersione del circuito esso ha una frequenza di risonanza che si avvicina a quella del circuito di placca, si può incontrare qualche difficoltà nell'ottenere oscillazioni di ampiezza sufficiente. noltre tutto il circuito può talvolta repentinamente mettersi ad oscillare alla frequenza del circuito di griglia e talvolta invece le oscillazioni possono avere alternativamente la frequenza del circuito di griglia e la frequenza del circuito d'aereo.

Queste oscillazioni parassite possono essere eliminate collegando una impedenza ad alta frequenza ossia una bobina di poche spire con un capo alla griglia della valvola e con l'altro al conduttore di griglia.

Quando si debbono fare frequenti cambiamenti nella lunghezza d'onda è conveniente accordare il circuito di griglia come si vede a fig. 199; ciò facendo si aumenta il valore della tensione di eccitazione ma si deve aver cura di regolare il circuito di griglia in modo che non sia in sintonia con il circuito di aereo. Se ciò fosse ne potrebbero risultare inconvenienti causa l'arresto delle oscillazioni in seguito a cambiamenti di fase. Nel circuito di griglia vi è una certa perdita e il miglior regolaggio è quello per cui la potenza resa è massima rispetto alla potenza di alimentazione. Ciò può essere controllato per mezzo di strumenti di misura inseriti nel circuito di aereo e di placca. In generale conviene che la frequenza del circuito di griglia sia leggermente differente da quella del circuito di aereo.

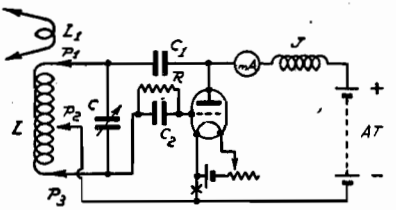


Fig. 200. - Circuito Hartley con alimentazione anodica in parallelo.

La sorgente di potenza per il circuito di placca può essere collegata in parallelo con la valvola oppure in serie con il circuito anodico. In ogni caso il collegamento va effettuato in modo che esso non influenzi la fase delle oscillazioni e che le oscillazioni non possano disperdersi attraverso la sorgente.

In fig. 200 vedesi un circuito Hartley con alimentazione in parallelo. Il condensatore C_1 di blocco inserito nel conduttore di placca è necessario per impedire che la bobina L possa cortocircuitare la sorgente anodica. Questo condensatore serve a impedire il passaggio di corrente continua ma deve consentire il passaggio di corrente ad alta frequenza senza impedimento alcuno e senza alterare le relazioni di fase fra corrente e tensione nel circuito. Per le onde corte e medie conviene usare una capacità tra 0.0005 e 0.01 μF; generalmente serve un condensatore di 0.002 μF. Può servire un buon condensatore con dielettrico

mica capace di sopportare tensioni multiple di quella fornita dalla sorgente anodica. L'impedenza J ha lo scopo di impedire alle oscillazioni ad alta frequenza di attraversare la sorgente di potenza anodica e consentire alla placca della valvola di assumere potenziali oscillanti differenti da quello costante dato dalla sorgente anodica. Quindi il capo collegato alla sorgente anodica ha la stessa tensione di questa mentre il capo collegato alla placca della valvola ha una tensione oscillante. Per questa ragione questa bobina deve essere costruita in modo da avere una impedenza elevatissima per le tensioni oscillanti. Essa deve altresì avere un ottimo isolamento causa le rilevanti tensioni oscillanti che esistono ai suoi capi. La fig. 202 mostra il modo di collegare la sorgente anodica in serie con il circuito anodico. La tensione anodica viene applicata alla placca della valvola attraverso la bobina del circuito accordato e quindi non vi è alcun condensatore di blocco tra la placca e l'induttanza L. Per impedire che le oscillazioni passino attraverso la sorgente AT e per facilitare il loro passaggio al filamento si inserisce un condensatore C_1 in derivazione con la sorgente e una impedenza J in serie. Il condensatore C_1 deve avere come dielettrico mica e la sua capacità può essere di 0.002 — 0.1 μF.

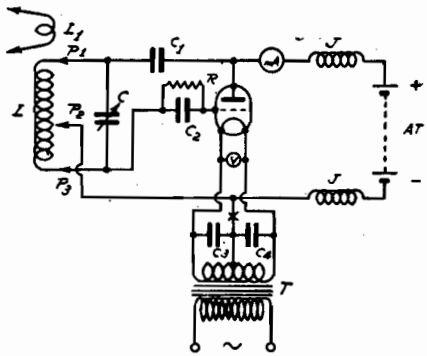


Fig. 201. - Stesso circuito con alimentazione del filamento con corrente alternata.

Confrontando i due sistemi si vede come nell'alimentazione «in parallelo» siano ad una tensione elevata solo l'impedenza e la placca della valvola sino al condensatore di blocco, mentre nel sistema «in serie» tutta l'induttanza L è a una tensione elevata, il che costituisce certamente un inconveniente specialmente per la messa a punto dell'oscillatore.

Per produrre oscillazioni di buona intensità è necessario dare alla griglia un potenziale-base negativo rispetto al filamento. Ciò può avvenire inserendo degli elementi nel circuito di griglia ma è preferibile usare il solito sistema con resistenza-condensatore di griglia.

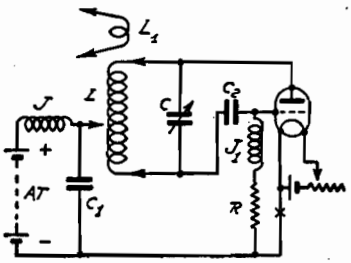


Fig. 202. - Circuito Hartley con alimentazione anodica in serie.

In tal modo gli impulsi della corrente di griglia passando al filamento attraverso la resistenza producono attraverso questa una caduta di potenziale che rende il capo della resistenza collegato alla griglia

negativo rispetto al filamento. Il condensatore di griglia deve avere una capacità grande rispetto a quella della valvola e non deve produrre una sensibile caduta di tensione AF attraverso esso. Se questo condensatore è di capacità troppo grande il circuito può risultare instabile e le oscillazioni possono diventare intermittenti. Solitamente la sua capacità è di 0.0005 a 0.01 μF., ma il valore più comunemente usato è di 0.002 μF. Il valore della resistenza di griglia dipende dal tipo di valvola usato e dalla tensione di placca.

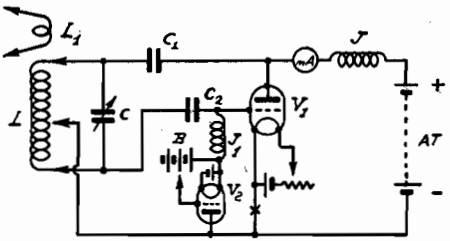


Fig. 203. - Circuito Hartley con valvola (V_2) usata come resistenza di griglia.

Conviene usare resistenze avvolte con filo con diverse prese aventi una resistenza massima di circa 15.000 ohm. Il valore normale è di 5000-10000 ohm. Quando i valori per il condensatore e la resistenza di griglia sono scelti convenientemente gli impulsi della corrente di griglia non debbono causare variazioni nel potenziale-base di griglia.

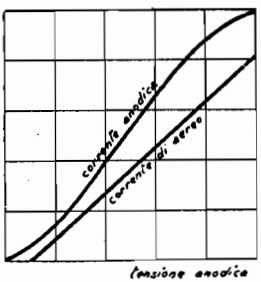


Fig. 204. - Relazione tra tensione anodica, corrente anodica e corrente d'aereo.

Invece di usare una resistenza di griglia avvolta con filo è anche possibile usare la resistenza placca-griglia di una comune valvola di ricezione che presenta il vantaggio di essere regolabile variando il suo potenziale di griglia a mezzo di una batteria B. Il filamento di questa valvola viene collegato alla griglia dell'oscillatrice e la placca al filamento. L'impedenza J_1 serve a impedire una perdita di energia AF attraverso V_2. Per l'accensione di V_2 occorre una batteria separata (fig. 203).

In un circuito come quello di fig. 200 si possono effettuare i seguenti regolaggi: lunghezza d'onda, accoppiamento tra la valvola e il circuito oscillante, accoppiamento reattivo, potenziale-base di griglia, tensione anodica, tensione di accensione.

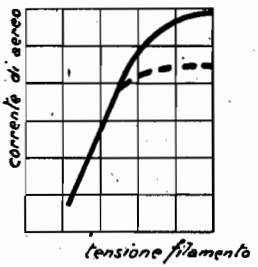


Fig. 205. - Relazione tra tensione al filamento e corrente d'aereo.

La lunghezza d'onda viene variata variando le prese P_1 e P_3 e la capacità del condensatore C. Contemporaneamente bisogna naturalmente variare anche le caratteristiche del sistema radiante. Anche le altre variazioni (potenziale di griglia, tensione di placca, tensione di filamento) influenzano la lunghezza d'onda ma in

misura molto piccola. L'impedenza inserita sul circuito di placca della valvola è determinata dal numero di spire inserite tra le prese P_1 e P_3 e il numero più conveniente di spire viene trovato empiricamente variando la presa di P_1 e sorvegliando gli strumenti di placca e di aereo. La posizione migliore che corrisponde al miglior rendimento è quella per la quale si ottiene un massimo di corrente di aereo per un minimo di corrente di alimentazione di placca.

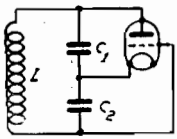


Fig. 206. - Schema fondamentale del circuito Colpitts.

La posizione della presa P_2 determina l'accoppiamento reattivo e cioè questo è tanto maggiore quanto più la presa P_2 viene spostata verso la presa di placca P_1. Variando la posizione della presa P_2 variano la corrente di placca e la corrente di aereo. Se la presa P_2 viene spostata troppo verso la presa di griglia P_3, il che significa che vengono a essere inserite meno spire nel circuito di griglia, le oscillazioni cessano. Spostando la presa P_2 verso la presa P_1 si trova un punto in cui si ottiene il massimo rendimento ossia il massimo valore per il rapporto

$$\frac{\text{corrente di aereo}}{\text{corrente di placca}}$$

Non è detto che a tale punto corrisponda il massimo valore della corrente di aereo e in ogni caso è più importante ottenere il miglior rendimento.

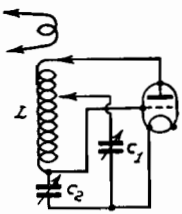


Fig. 207. - Schema teorico del circuito Colpitts con aereo Hertz.

Per una data tensione di filamento e di placca l'aumentare il valore della resistenza di griglia ha per risultato di conferire alla griglia un potenziale-base più negativo e di ridurre pertanto la corrente di aereo e la corrente di placca. Tenendo costante la tensione di placca si noterà che, aumentando il valore della resistenza di griglia, è possibile diminuire la tensione di filamento senza ridurre ulteriormente la potenza-resa. Se quindi ci si accontenta di una potenza-resa ridotta è possibile risparmiare il filamento aumentando la resistenza di griglia. La riduzione nella potenza-resa causata dall'aumento del valore della resistenza di griglia può essere compensata da un aumento della tensione anodica.

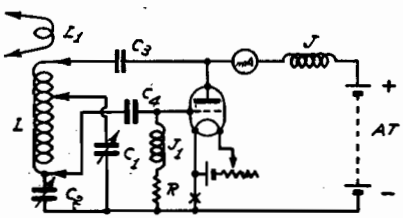


Fig. 208. - Circuito Colpitts con alimentazione anodica in parallelo.

Generalmente conviene regolare la resistenza di griglia e la tensione anodica in modo che la potenza resa necessaria venga ottenuta con una tensione di filamento tale da consentire una lunga durata del filamento.

Se la tensione anodica viene ridotta oltre un certo valore la valvola non è in grado di oscillare. Aumentando la tensione anodica oltre il valore appena necessario per produrre oscillazioni, tanto la corrente anodica come la corrente di aereo aumentano. Usando un buon circuito di trasmissione è possibile ottenere curve come quelle di fig. 204 in cui si vede che tanto la corrente anodica come la corrente di aereo sono funzioni lineari della tensione anodica.

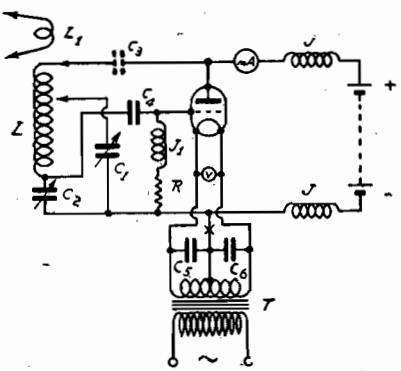


Fig. 209. - Circuito Colpitts con alimentazione del filamento con corrente alternata.

Al disotto di un certo valore della temperatura del filamento la valvola non può oscillare. Oltre un certo valore un aumento della temperatura non causa alcun aumento della corrente di aereo.

La curva di fig. 205 mostra la corrente di aereo in funzione della tensione di filamento e da essa risulta che dal punto in cui le oscillazioni cominciano la corrente di aereo aumenta costantemente sino a divenire costante oltre un certo valore con il quale conviene lavorare. Aumentando la resistenza di griglia tale punto viene a corrispondere a una tensione minore (curva tratteggiata).

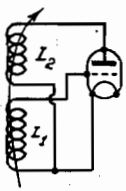


Fig. 210. - Schema fondamentale del circuito Meissner.

La fig. 206 mostra lo schema fondamentale di un oscillatore Colpitts. L C_1 C_2 costituiscono il circuito oscillante e l'eccitazione di griglia viene ottenuta collegando il circuito di griglia in derivazione con il condensatore C_2. Mentre nel circuito Hartley la tensione ai capi del circuito accordato viene ripartita nella fase dovuta tra circuito di placca e circuito di griglia mediante l'induttanza del circuito accordato, nel circuito Colpitts questa ripartizione avviene mediante le capacità del circuito accordato. Nel primo l'eccitazione di griglia viene regolata variando il numero delle spire, nel secondo variando la capacità del condensatore in derivazione con il circuito di griglia. Nel Colpitts si ha però lo svantaggio che, variando le capacità di tale condensatore, varia sensibilmente la lunghezza d'onda il che costituisce un grave inconveniente.

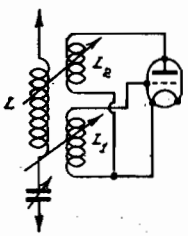


Fig. 211. - Schema teorico del circuito Meissner.

La fig. 207 mostra la forma teorica del circuito Colpitts.

La fig. 208 mostra un circuito Colpitts con alimentazione in parallelo. Il condensatore di blocco C_3 non è più strettamente indispensabile

giacchè l'alta tensione non può essere cortocircuitata attraverso la bobina L causa la presenza del condensatore C_2. Per evitare però che la bobina venga così a trovarsi a una tensione elevata è conveniente l'uso del condensatore C_3 che può avere il solito valore di 0.002 μF, I condensatori C_1 e C_2 possono avere un massimo valore di 0.0002 μF.

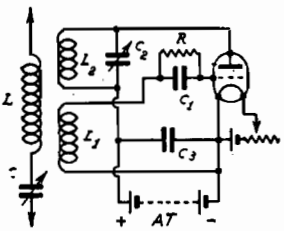


Fig. 212. - Circuito Meissner con alimentazione anodica in serie.

Per ottenere la massima efficienza da questo circuito occorre regolare la presa anodica, il condensatore C_2 e la resistenza di griglia.

La fig. 210 mostra lo schema fondamentale dell'oscillatore Meissner. Tra placca e filamento trovasi inserita una bobina L_2 e l'eccitazione di griglia avviene mediante l'accoppiamento induttivo della bobina L_1 con L_2.

Invece di accoppiare direttamente L_1 con L_2 si può accoppiare tanto L_1 come L_2 con la bobina di aereo L (fig. 211).

Come si vede in fig. 211 questo circuito è molto flessibile e la sintonia di aereo può essere variata senza effettuare variazioni rilevanti nei circuiti di griglia e di placca. Regolando l'accoppiamento tra L e L_2 è possibile applicare la potenza massima all'aereo. L'eccitazione di griglia può pure essere facilmente regolata variando l'accoppiamento delle bobine L e L_1.

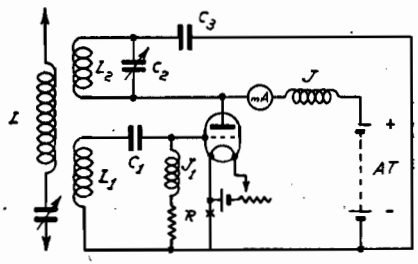


Fig. 213. - Circuito Meissner con alimentazione anodica in parallelo.

La sorgente anodica può essere collegata in serie o in parallelo come si vede nelle figure 212 e 213. Nel collegamento in serie (fig. 212) la sorgente AT è in derivazione con un condensatore C_3. Occorrendo si possono anche collegare delle impedenze AF in serie con la sorgente AT per evitare il passaggio di oscillazioni ad alta frequenza. Il collegamento in serie dà ottimi risultati ed è quello più comunemente usato.

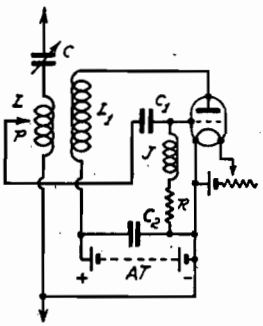


Fig. 214. - Variazione del circuito Meissner.

Nel collegamento in parallelo (fig. 213) l'alta tensione è collegata attraverso una impedenza J che ha lo scopo di impedire il passaggio delle oscillazioni AF attraverso la sorgente AT. Il condensatore di blocco C_3 serve a impedire il cortocircuito dell'alta tensione. Il condensatore variabile C_2 serve a sintonizzare il circuito

di placca e benchè non indispensabile è molto utile per la sintonia.

Invece di eccitare la griglia accoppiando la bobina di griglia alla bobina di aereo è possibile collegare direttamente il circuito di griglia alla bobina di aereo come si vede a figura 214. In tal caso la griglia viene eccitata dalla tensione prodotta tra la presa P e il filamento e l'eccitazione può quindi essere facilmente variata cambiando la posizione della presa P. La tensione di eccitazione può essere così espressa: $V_e = 2\pi fLI$ dove f è la frequenza delle oscillazioni, L l'induttanza delle spire inserite nel circuito di griglia, I la corrente AF che scorre nella bobina, e aumenta quindi con l'aumentare di queste grandezze.

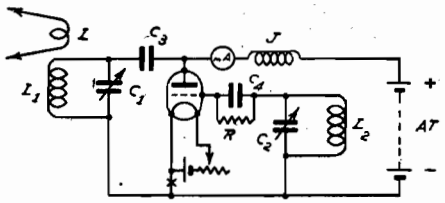


Fig. 215. - Circuito a placca accordata con alimentazione anodica in parallelo.

***

È noto che una valvola può produrre oscillazioni se il circuito di griglia e il suo circuito di placca sono quasi in risonanza. Tali oscillazioni vengono prodotte dall'accoppiamento capacitivo dovuto alla capacità esistente tra placca e griglia della valvola e a quella tra i rispettivi collegamenti del circuito.

Il circuito Armstrong è visibile a fig. 215. La frequenza delle oscillazioni dipende in parte dalla frequenza propria del circuito anodico C_1 L_1, ma principalmente dalla frequenza propria del circuito di griglia C_2 L_2. La capacità effettiva tra placca e griglia della valvola dipende in parte dai collegamenti dei circuiti rispettivi: la tensione di griglia prodotta varia a seconda della frequenza e del valore della capacità.

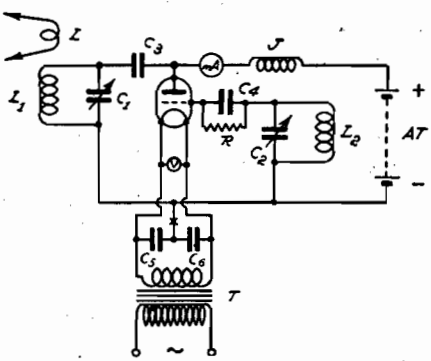


Fig. 216. - Stesso circuito con alimentazione del filamento con corrente alternata.

Tra le bobine L_1 e L_2 non deve esservi alcun accoppiamento induttivo. Benchè non necessario per le onde corte è conveniente per le onde medie l'uso di un piccolo condensatore variabile collegato tra placca e griglia per assicurare il controllo dell'eccitazione di griglia.

Circuiti di trasmissione con eccitazione separata (master oscillator).

Uno dei problemi più essenziali nella trasmissione con onde corte è quello della costanza dell'onda emessa. Per comprendere l'importanza di tale problema basta considerare che nella ricezione delle onde persistenti col metodo dei battimenti la differenza fra la frequenza

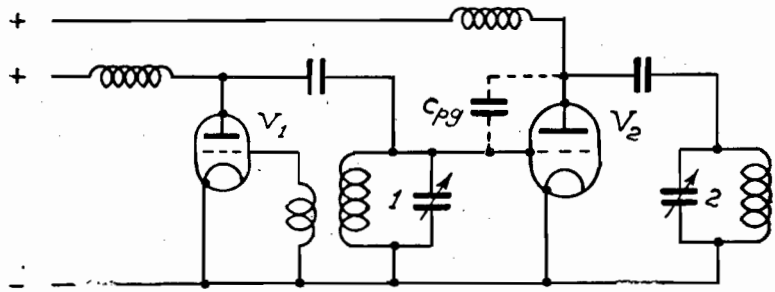


Fig. 217. - Schema di un trasmettitore Meissner con eccitazione separata di griglia.

in arrivo e quella prodotta localmente non deve oltrepassare il limite della udibilità e quindi in nessun caso essere maggiore di 20.000 cicli/sec. Se perciò un'onda di 30 m. cioè una frequenza di 10.000.000 cicli/sec. variasse solo del 0·2 % si avrebbe per conseguenza che la nota musicale dei battimenti prodotta nell'apparecchio ricevente oltrepassando il limite di udibilità sparirebbe completamente.

I fattori che influiscono maggiormente sulla frequenza generata da una valvola in reazione sono i seguenti:

1° Variazioni dell'induttanza e della capacità dei componenti i circuiti oscillanti;

2° Variazioni della tensione dell'accensione del filamento;

3° Variazioni della tensione di placca.

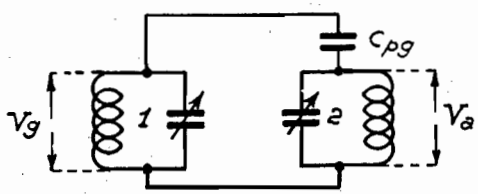


Fig. 218. - Rappresentazione schematica dell'accoppiamento capacitivo (C_{pg}) tra circuiti di placca e di griglia.

Da ciò risulta che i circuiti a reazione con eccitazione diretta dell'aereo sono quelli meno adatti per la trasmissione con onde corte poichè la capacità e l'induttanza dell'aereo che fanno parte del circuito generatore vanno sempre soggette a piccole variazioni e producono così cambiamenti della frequenza generata. Nei circuiti ad eccitazione indiretta dell'aereo l'influenza di queste variazioni è meno pronunciata ma si hanno i fenomeni di *strappamento*

con salti di frequenza quando l'accoppiamento fra il circuito chiuso e quello d'aereo oltrepassa un valore critico ciò che si verifica già quando l'accoppiamento è molto lasco. Il circuito che permette di raggiungere il massimo grado di stabilità nella frequenza è quello con eccitazione separata di griglia (master oscillator). Questo tipo di circuito è caratterizzato dal fatto che la valvola la quale fornisce generalmente attraverso un circuito chiuso l'energia al sistema radiante funziona solo da amplificatrice e non da generatrice. La sua griglia viene pilotata dalle oscillazioni prodotte da un'altra valvola o da un cristallo di quarzo.

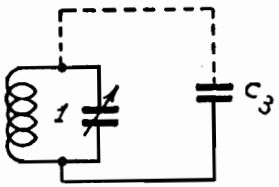


Fig. 219.

La realizzazione di una piccola trasmittente con eccitazione separata di griglia per mezzo di un generatore a valvola sembra un compito assai semplice ma già le prime esperienze in pratica portano generalmente una grande delusione. La frequenza non è affatto stabile e viene influenzata dall'accoppiamento col sistema radiante e da tutte le variazioni di quest'ultimo, dal tasto inserito sulla valvola amplificatrice e, durante la modulazione effettuata sulla valvola amplificatrice, varia anche la frequenza generata dall'oscillatore pilota. Infine nella telegrafia non sempre sparisce la corrente nell'aereo a tasto alzato ed i segnali sono confusi.

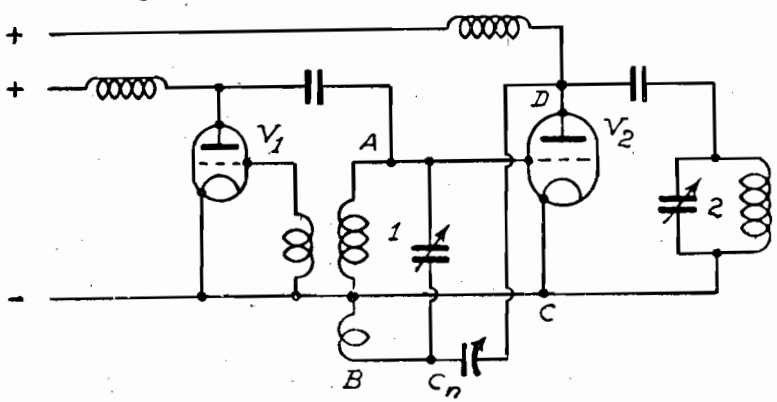


Fig. 220. - Schema di un trasmettitore Meissner con eccitazione separata neutralizzato col metodo Rice.

Questi inconvenienti derivano da due cause principali che possono essere messe in evidenza osservando il circuito della fig. 217. L'energia occorrente per il pilotaggio della griglia della valvola amplificatrice(V_2) viene generata nel circuito oscillante 1 della valvola V_1. Fra placca e filamento della valvola amplificatrice è inserito il circuito oscillante 2 nel quale si hanno le oscillazioni amplificate che attraverso un ac-

coppiamento induttivo o capacitivo raggiungono il sistema radiante. Gli accoppiamenti capacitivi e induttivi fra i due circuiti oscillanti 1 e 2, cioè fra il circuito generatore pilota e quello inserito sulla placca della valvola amplificatrice, hanno per conseguenza in primo luogo che una tensione oscillante ai capi del circuito 2 provoca una corrente nel circuito generatore pilota e viceversa che il circuito pilota manda una corrente nel sistema radiante anche se la valvola amplificatrice è spenta. In secondo luogo la tensione ai capi del circuito oscillante 2 sulla placca della valvola amplificatrice reagisce sulla griglia di questa valvola producendo così effetti reattivi di vario grado sino all'innesco della valvola amplificatrice.

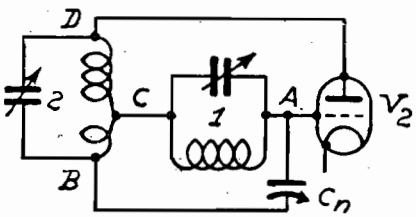


Fig. 221. - Collegamento a ponte del circuito di fig. 220.

Nel montaggio di una trasmittente ad eccitazione separata di griglia bisogna perciò evitare rigorosamente gli accoppiamenti induttivi fra i circuiti 1 e 2 come in una neutrodina usando degli schermi di rame, se ciò si rendesse necessario, e disporre i fili di collegamento in modo da ridurre al minimo quelle capacità inerenti che potessero provocare un accoppiamento capacitivo fra i suddetti due circuiti. Rimane però ancora l'accoppiamento prodotto dalla capacità C_{pg} fra placca e griglia internamente alla valvola il quale è rappresentato schematicamente nella fig. 218.

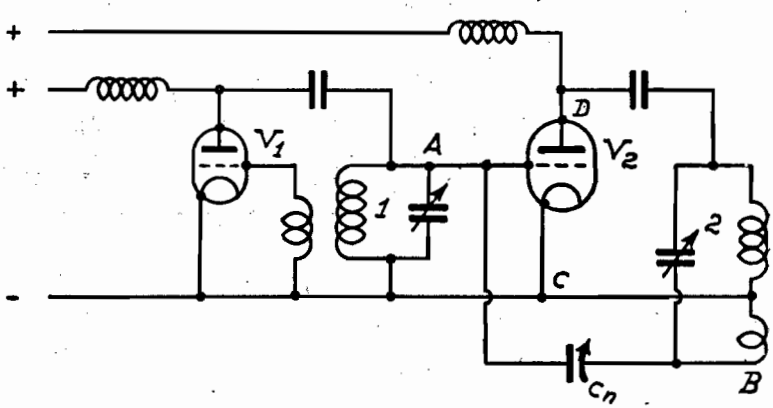


Fig. 222. - Trasmettitore Meissner con eccitazione separata neutralizzata.

Sulla capacità interna C_{pg} agisce la somma geometrica della tensione oscillante di griglia e quella di placca. Se i circuiti 1 e 2 sono esattamente in sintonia queste due tensioni risultano sfasate di 180° ed avremo per conseguenza che attraverso tale capacità passa una cor-

rente la cui intensità risulta uguale al rapporto fra la somma dei valori assoluti di queste due tensioni $V_g \times V_a$ e l'impedenza della capacità placca-griglia C_{pg}.

Considerando il solo circuito 1 del generatore pilota questo stato di cose equivale ad un condensatore C_3 posto in derivazione ai capi del circuito oscillante 1 (fig. 219) di un valore capacitivo tale che la corrente provocata attraverso esso dalla tensione V_g risulta uguale a quella che passa in realtà attraverso la capacità C_{pg}, cioè che:

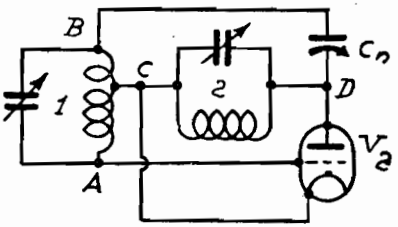


Fig. 223. - Collegamento a ponte del circuito di fig. 222.

$$C_3 V_g = C_{pg} (V_g + V_a) \qquad \text{oppure} \qquad C_3 = C_{pg} \frac{V_g + V_a}{V_g}$$

Il valore della capacità apparente C_3 in derivazione al circuito oscillante 1 dipende come si vede oltre che dal valore della capacità placca-griglia anche dal rapporto fra le tensioni: $\frac{V_g + V_a}{V_g}$ e la frequenza delle oscillazioni prodotte dal generatore pilota varierà quindi ogni qualvolta viene alterato il valore di tale rapporto. Supponendo di avere un generatore pilota di frequenza rigorosamente costante si verificheranno malgrado ciò variazioni della frequenza generata causa le variazioni della corrente d'accensione del filamento o della tensione di placca della valvola amplificatrice poichè ambedue questi fattori influiscono sul valore della tensione oscillante di placca V_a.

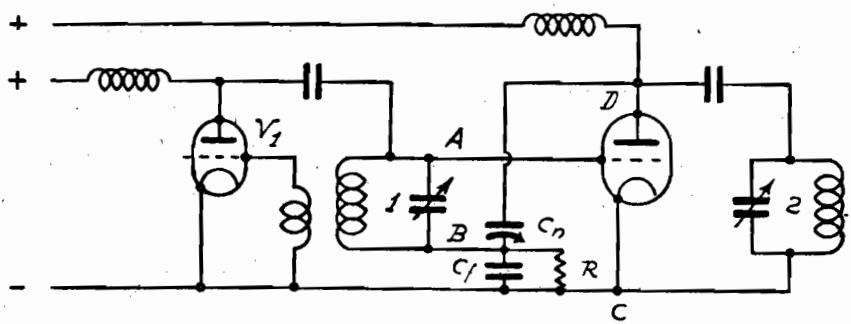


Fig. 224. - Trasmettitore Meissner con eccitazione separata neutralizzato col sistema Difarad.

La capacità placca-griglia della valvola amplificatrice provoca inoltre effetti reattivi, e anche se la valvola generatrice non funziona può quindi prodursi l'innesco della valvola amplificatrice su una fre-

quenza per la quale ambedue i circuiti 1 e 2 hanno carattere induttivo cioè su una frequenza inferiore a quella dei circuiti 1 e 2. Siccome però la frequenza generata non può essere molto inferiore a quella del circuito 1, poichè in tal caso la tensione oscillante sulla griglia non avrebbe l'ampiezza sufficiente per mantenere le oscillazioni, basta accordare il circuito 2 ad una frequenza leggermente inferiore a quella del circuito 1 per evitare l'innesco della valvola V_2. Così però, non solo viene diminuito il rendimento della valvola amplificatrice, ma anche introdotto uno smorzamento nel circuito 1 il che richiede una valvola generatrice di maggior potenza.

Occorre quindi eliminare gli effetti nocivi prodotti dall'accoppiamento attraverso la capacità placca-griglia per ottenere un funzionamento regolare del circuito ad eccitazione separata di griglia. Ciò può essere fatto in tre modi:

1° usando i metodi di neutralizzazione;

2° facendo funzionare la valvola amplificatrice a un multiplo della frequenza del generatore pilota;

3° usando valvole schermate.

Vogliamo esaminare qui brevemente i metodi di neutralizzazione che costituiscono certamente la soluzione più economica del problema e che consentono inoltre di ridurre la potenza della valvola generatrice al 20 % circa di quella della valvola amplificatrice. I circuiti usati sono essenzialmente i collegamenti a ponte adoperati per la neutralizzazione degli amplificatori ad alta frequenza negli apparecchi riceventi con quelle modifiche che derivano dal collegamento in reazione della valvola oscillatrice. Nello schema della fig. 220 la neutralizzazione viene ottenuta col metodo del circuito Rice. Come si vede in fig. 221 due bracci del ponte sono formati da parti dell'induttanza del circuito accordato 1 mentre i due rimanenti bracci sono costituiti dal neutrocondensatore C_n e dalla capacità fra placca e griglia della valvola amplificatrice V_2. Quando il ponte è in equilibrio A e B saranno due punti equipotenziali rispetto alla tensione oscillante di placca fra C e D, la quale non potrà quindi reagire sul circuito accordato 1, poichè le tensioni provocate da essa fra C e A e fra C e B sono di ugual valore ma di senso opposto. Quella fra C e A reagisce però sulla griglia di V_2 e provoca malgrado la neutralizzazione effetti reattivi che spariscono solo quando il coefficiente d'induzione mutua fra le due parti dell'induttanza è uguale all'unità cioè quando l'accoppiamento fra le due sezioni dell'induttanza del circuito accordato 1 è il massimo teoricamente ottenibile, nel qual caso la tensione oscillante di placca non produce alcuna differenza di potenziale fra i punti A, C, B. Per ottenere l'equilibrio occorre soddisfare la seguente equazione:

$$L_{AC} + M_{ACB} : L_{BC} + M_{ABC} = C_n : C_{pg}$$

nella quale con L sono indicati i coefficienti di self-induzione e con M

i coefficienti di mutua induttanza. A differenza dello schema di fig. 220 quello visibile in fig. 222 forma due bracci del collegamento a ponte, rappresentato a fig. 223 con parti dell'induttanza del circuito accordato 2 inserito sulla placca della valvola amplificatrice. L'equilibrazione del ponte elimina l'influenza della tensione oscillante di placca sul circuito accordato I e l'effetto reattivo indipendentemente dal valore del coefficiente di mutua induzione fra le due sezioni dell'induttanza del circuito accordato 2. La fig. 224 mostra la neutralizzazione col metodo Difarad il quale si serve come risulta dalla figura, 225 di un collegamento a ponte formato da quattro capacità e cioè dai due condensatori C_f e C_n e dalle due capacità inerenti fra placca e griglia e fra griglia e filamento. L'equilibrio del ponte esige che sia soddisfatta l'equazione:

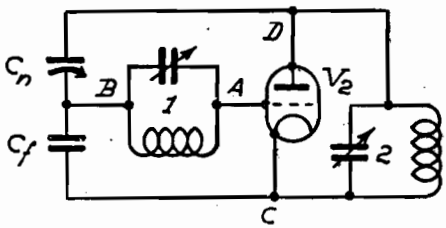


Fig. 225. - Collegamento a ponte del circuito di fig. 224.

$$C_f : C_n = C_{fg} : C_{pg}$$

ed elimina tanto l'influenza fra i due circuiti accordati 1 e 2 come pure ogni effetto reattivo positivo dovuto alla capacità inerente fra placca e griglia della valvola amplificatrice.

Le nostre considerazioni si riferiscono finora solo alle variazioni di frequenza dovute alla valvola amplificatrice. Ridotte al minimo tali variazioni, rimane il problema della costanza della frequenza generata dalla valvola oscillatrice. Si tratta anche qui di eliminare in primo luogo l'influenza delle variazioni della tensione anodica e di quella di accensione. Il senso e l'ammontare delle variazioni di frequenza causate dai due suddetti fattori dipende dal tipo di valvola e dalle condizioni di funzionamento. In via generale si può affermare che con tutti i tipi di circuiti (Hartley, Colpitts, Armstrong, ecc.) si può ottenere una stabilità sufficiente della frequenza usando nei circuiti accordati relativamente piccole induttanze e grandi capacità e facendo funzionare la valvola in condizioni tali che la potenza da essa assorbita sia alquanto sotto al limite massimo indicato dal costruttore.

L'equilibrazione del collegamento a ponte può avvenire nel modo seguente:

1° Togliere l'accoppiamento coll'aereo ed inserire l'amperometro d'aereo oppure uno strumento più sensibile nel circuito accordato di placca della valvola amplificatrice;

2° Far oscillare il generatore pilota interrompendo il circuito d'accensione della valvola amplificatrice;

3° Girando il condensatore variabile C_2 del circuito accordato di placca della valvola amplificatrice si troverà la posizione di sintonia

nella quale l'amperometro indicherà un debole passaggio di corrente.

Ora si varia la capacità del neutrocondensatore C_n. La corrente segnata dall'amperometro diminuirà, ma muovendo il condensatore C_2 nei due sensi si troverà facilmente un'altra posizione di sintonia nella quale l'amperometro segna un massimo di corrente. Se il valore di questo secondo massimo è minore del primo si continuerà a muovere il neutrocondensatore C_n nel medesimo senso e a ripetere l'operazione descritta finchè l'amperometro non segna più nessuna corrente. Se invece il secondo massimo fosse maggiore del primo si muoverà naturalmente il neutrocondensatore nel senso opposto per ottenere l'annullamento della corrente e con ciò l'equilibrio del collegamento a ponte.

Controllo a cristallo dei trasmettitori.

L'uso del controllo a cristallo in un trasmettitore serve a garantire una frequenza di emissione perfettamente costante e una nota purissima.

Anni or sono i Coniugi Curie scoprirono che, se un cristallo di tartrato doppio di potassio e di sodio viene posto tra due piastine di metallo e collegato con una sorgente di corrente continua come si vede a fig. 226, il cristallo tende ad accorciarsi nella direzione perpendicolare alle piastrine metalliche e ad allungarsi parallelamente a queste. Inversamente se il cristallo è sottoposto ad una pressione meccanica le sue superfici divengono elettricamente cariche.

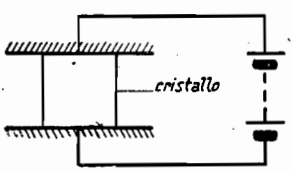


Fig. 226.

Appena cessato lo sforzo elettrico o meccanico il cristallo agisce come una molla e cerca di tornare allo stato primitivo, ma ciò facendo esso oltrepassa lo stato iniziale in senso inverso e questo processo si ripete diverse volte: cioè, in altre parole, il cristallo oscilla e tale oscillazione avviene a una frequenza che dipende dallo spessore d del cristallo (λ in metri $=$ 104 d in mm.).

Usando un dispositivo come quello visibile a fig. 227 si può constatare la frequenza di un cristallo. Variando la frequenza del circuito generatore si legge l'intensità di corrente segnata dal milliamperometro A per ogni frequenza e si ricava una curva per i valori della corrente in funzione della frequenza come a fig. 228. In questa figura vediamo che la corrente aumenta sino a un certo punto nel quale precipita poi bruscamente per risa-

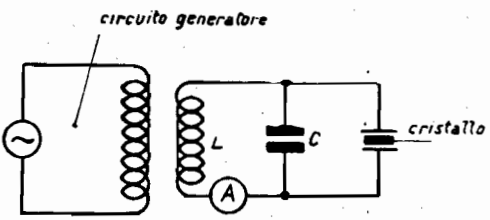


Fig. 227. - Misurazione della frequenza di un cristallo.

lire in seguito al valore primitivo. La frequenza f_c corrisponde alla frequenza fondamentale del cristallo o a un multiplo di tale frequenza.

Il fatto che nel punto corrispondente a tale frequenza la corrente precipita è dovuta a ciò che il cristallo si comporta come un circuito oscillante accoppiato al circuito *LC*. Difatti quando la frequenza del circuito generatore è uguale alla frequenza del cristallo questo assorbe energia oscillante dal circuito *LC* per trasformarla in vibrazioni meccaniche e perciò la corrente nel circuito *LC* diminuisce. Poichè la frequenza del cristallo è funzione delle sue dimensioni la frequenza f_c rimane praticamente invariata anche se la frequenza del circuito *LC* è differente da quella del cristallo.

Questa particolarità dei cristalli di quarzo viene praticamente sfruttata nel modo seguente per il controllo della frequenza in un circuito generatore di oscillazioni ossia in un trasmettitore. Il metodo usato è visibile in fig. 229 in cui una valvola oscillatrice avente una tensione di placca di circa 100 a 200 volt e in ogni caso non superiore a 400 volt ha un circuito di placca formato di una bobina con prese intermedie e di un condensatore variabile *C* e un milliamperometro per radiofrequenza *A* con scala da zero a 100 mA. La bobina *L* e il condensatore *C* debbono essere dimensionati in modo che il campo di frequenza risultante corrisponda alla frequenza alla quale il cristallo deve oscillare. La batteria B_1 deve avere, come già si è detto, una tensione di circa 100 volt e in ogni caso non superiore a 400 volt poichè il cristallo non reggerebbe se una tensione superiore fosse applicata alla placca della valvola. La batteria B_2 deve essere di 2 a 10 volt circa.

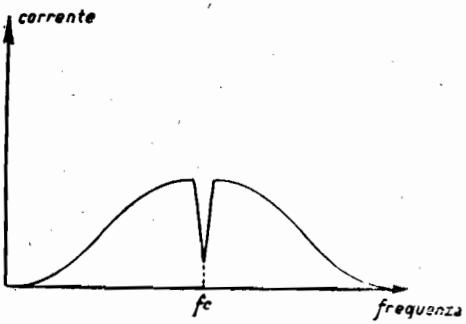


Fig. 228. - Curva di risonanza di un cristallo.

Per comprendere la funzione del cristallo in questo circuito oscillatore paragoniamo la fig. 229 con la fig. 230 nella quale il circuito del cristallo è sostituito da un circuito oscillante. Sappiamo che per la capacità interna della valvola questa oscilla soltanto quando — tra l'altro — la impedenza del circuito di placca ha natura induttiva cioè quando la sua frequenza è maggiore di quella applicata alla griglia. Nel circuito di fig. 229 la valvola oscillerà dunque analogamente solo quando la frequenza del cristallo è minore di quella del circuito di placca. Però il grande vantaggio, usando il cristallo, è che le oscillazioni possono avvenire solo alla frequenza propria del cristallo che è perfettamente indipendente dalle caratteristiche del

circuito e della valvola e ciò appunto perchè la griglia viene pilotata dalla frequenza propria invariabile del cristallo.

Variando il condensatore *C* nel circuito di fig. 229 dal meno al più del suo valore capacitivo si noterà quanto segue:

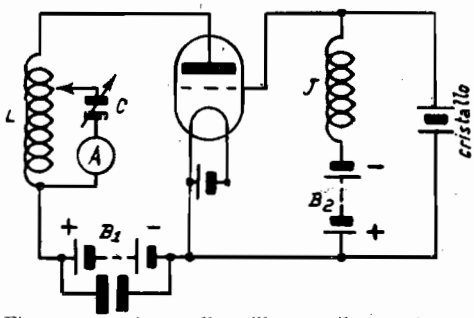


Fig. 229. - Schema di oscillatore pilotato da un cristallo.

Da principio l'indice del milliamperometro starà sullo zero ciò che significa che la valvola non oscilla. Man mano che la frequenza del circuito oscillante *LC* diminuisce e si avvicina alla frequenza di risonanza del cristallo il milliamperometro comincierà a segnare. La deviazione del milliamperometro sarà tanto più grande quanto più la frequenza del circuito *LC* sarà prossima a quella del cristallo. Quando la sintonia tra il circuito *LC* e il cristallo sarà perfetta, la valvola cesserà repentinamente di oscillare. Quindi usando un cristallo in un trasmettitore nel quale l'effetto reattivo viene ottenuto mediante la capacità griglia-placca della valvola, il circuito di placca non deve mai essere sintonizzato alla frequenza del cristallo perchè altrimenti la valvola cesserebbe di oscillare. Esso deve, come abbiamo già detto, essere sintonizzato a una frequenza maggiore di quella del cristallo. Il circuito del cristallo oscillerà solo quanto l'impedenza del circuito di placca è di natura induttiva cioè la corrente a radiofrequenza nel circuito *LC* aumenterà gradualmente di valore sino a che la sua frequenza sarà leggermente superiore a quella del cristallo. Appena il circuito *LC* è in sintonia con quello del cristallo il circuito cessa di oscillare per il fatto che il circuito di placca ha una impedenza di natura ohmica di altissimo valore. Aumentando la capacità *C* del circuito *LC* l'impedenza del circuito di placca assume una indole capacitiva che non permette la generazione di oscillazioni; cioè il circuito *LC* è un circuito la cui impedenza può avere una indole induttiva o capacitiva e quando è in risonanza col cristallo equivale a una resistenza ohmica.

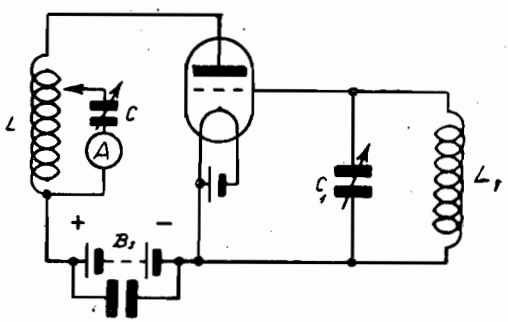


Fig. 230. - Oscillatore con circuito accordato di placca.

La frequenza propria del cristallo deve essere dunque leggermente inferiore a quella del circuito di placca.

I cristalli di quarzo che debbono servire per il controllo di frequenza vanno tagliati secondo alcune dimensioni ben definite. Non ci soffermeremo però su questo punto poichè sarà in ogni caso conveniente (per il dilettante che voglia servirsene) acquistare tali cristalli già tagliati e lavorati. Il loro costo non è eccessivo e si aggira sulle cento lire (per cristalli di quarzo garantiti puri tagliati a regola d'arte con un parallelismo tra le faccie a un millesimo di pollice aventi le facce finite otticamente, superficie di circa un pollice quadrato sino a uno spessore minimo di 1,5 mm.). In generale lo spessore in millimetri di un cristallo è il quoziente della divisione tra il numero costante 3000 e la frequenza oscillatoria del cristallo espressa in chilocicli. Nell'ordinazione è perciò necessario indicare la frequenza voluta.

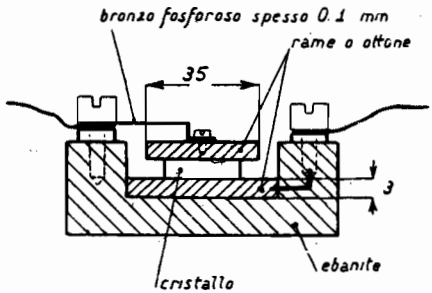


Fig. 231. - Montaggio del cristallo.

Una volta acquistato il cristallo esso va montato, ciò che può avvenire come si vede a fig. 231. Il cristallo viene collocato tra due faccie (accuratamente tornite e levigate con fine smeriglio) di due pistrine di rame o di ottone dello spessore di circa 3 mm. e di 35 mm. di lato circa.

Non è necessario che il cristallo e le piastrine siano tenute insieme mediante una forte pressione, ma sarà bene che una certa pressione venga esercitata sulla piastrina superiore mediante una sottilissima molla o con lo stesso conduttore che stabilisce il collegamento tra la piastrina superiore e il relativo serrafilo. Il cristallo va montato ben pulito e senza graffiature, senza di che esso può rifiutarsi di oscillare.

Vi sono numerosi fattori da tenere presenti nella scelta e nel funzionamento dei cristalli. Occorre intanto rammentare che, benchè si siano costruiti cristalli aventi una frequenza propria di circa 10.000 chilocicli/sec. (circa 30 metri) essi sono talmente sottili da risultare troppo fragili e perciò non convenienti per l'uso. Conviene usare cristalli non aventi una frequenza superiore a 4000 chilocicli/sec. (75 metri circa). Volendo usare cristalli per lunghezze d'onda inferiori a 75 metri converrà usare cristalli aventi una lunghezza d'onda propria corrispondente al doppio della lunghezza d'onda voluta facendo poi funzionare l'oscillatore su una armonica.

Modulazione.

Per una perfetta riproduzione della parola occorre poter riprodurre tutta la gamma di vibrazioni acustiche compresa nel campo di fre-

quenza 100 a 10000 cicli/sec. ma nella radiotelefonia non vengono generalmente riprodotte le frequenze oltre 5000 cicli/sec.

Per una buona riproduzione della musica occorre poter riprodurre tutta la gamma di frequenza da 20 a 10.000 cicli/sec. Oltre alle vibrazioni fondamentali è necessaria la riproduzione delle principali armoniche (almeno le prime tre) per poter riprodurre il timbro caratteristico di ogni singolo strumento.

La tabella indica come varia la qualità della parola col variare del limite superiore di frequenza.

TAB. VII. — RIPRODUZIONE IN RELAZIONE AL CAMPO DI FREQUENZA.

Limite superiore di frequenza	Comprensibilità	Osservazioni
5000	ottima	S poco nitida
3500	ottima	E, I poco nitide; S non nitido; F poco nitido
3000	buona	E, I, S, F molto poco nitide
2500	discreta	I, E cattivi, S, P scomparsi, M, N confondibili
2000	confusa	I = U; S, F come un soffio; T, P quasi non distinguibili; L, M, N non distinguibili
1500	cattiva	I = U, E = O, K e T quasi non distinguibili, R confuso; le altre consonanti in forma di rumori indecifrabili.

Nella trasmissione della parola l'onda portante viene modulata per mezzo di uno spettro di frequenza che comprende tutte le frequenze che costituiscono la parola. Se f_a è la frequenza dell'onda portante, f_{m1} la frequenza musicale più bassa del suono da trasmettere e f_{m2} la frequenza musicale più alta del suono da trasmettere la oscillazione modulata conterrà:

1° la frequenza dell'onda portante fa;
2° una banda del campo di frequenza $(f_a - f_{m2})$ a $(f_a - f_{m1})$:
3° una banda del campo di frequenza $(f_a + f_{m1})$ a $(f_a + f_{m2})$.

Abbiamo così due bande laterali: una superiore e l'altra inferiore dell'onda portante.

Generalmente nella radiotelefonia fm_1 è 50 e fm_2 5000 cosicchè ogni banda laterale va da 50 a 5000 cicli/sec. e in totale un trasmettitore radiotelefonico occupa un campo di frequenza della larghezza di 10000 cicli/sec. complessivamente. Ciò spiega la ragione per cui per evitare interferenze è necessario che le onde portanti di due diffusori distino almeno 10000 cicli/sec.

Il coefficiente di modulazione è un fattore che indica in quale misura l'onda portante viene influenzata dalla frequenza di modulazione.

In fig. 232 è rappresentata una onda portante in parte non modulata e in parte modulata. Per semplificare, la corrente modulatrice è

raffigurata come una unica onda sinusoidale. Sia i_p l'ampiezza dell'onda portante non modulata, i_m l'ampiezza della oscillazione modulatrice, i_1 l'ampiezza minima e i_2 la ampiezza massima della oscillazione modulata. La modulazione è simmetrica quando:

$$i_p - i_1 = i_2 - i_p$$

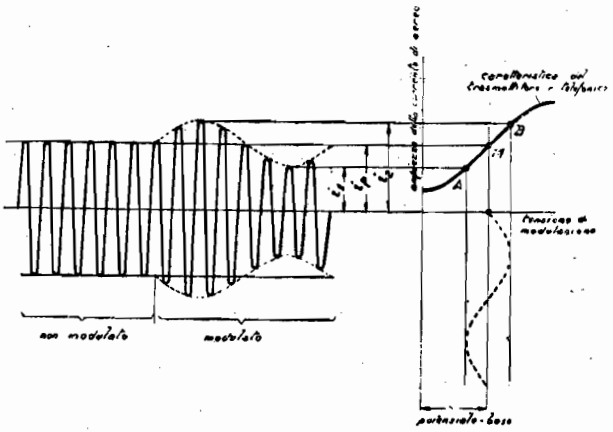


Fig. 232 - Modulazione del trasmettitore.

In questo caso il coefficiente di modulazione k può essere definito con l'equazione:

$$k = \frac{i_p - i_1}{i_p} = \frac{i_2 - i_p}{i_p} = \frac{i_m}{i_p}$$

Quando $k = 1$ e perciò $i_p = i_m$, si dice che il trasmettitore è completamente modulato cioè i minimi delle oscillazioni modulate scendono sino a zero. Praticamente k è minore di 1 e i_m è minore di i_p. Nella fig. 232 $i_m = \frac{i_p}{3}$ quindi $k = 1/3$ il che significa che il trasmettitore è modulato al 33 %.

Quando il trasmettitore è modulato la potenza oscillante nell'aereo è maggiore. Se il trasmettitore è completamente modulato l'amperometro di aereo segna una corrente circa 1,23 volte maggiore di quella quando le oscillazioni non sono modulate.

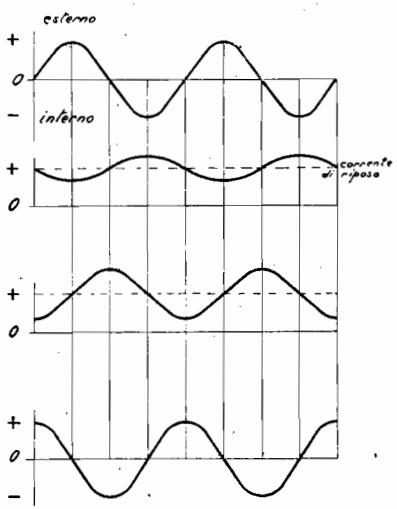
Per caratteristica di un trasmettitore radiotelefonico s'intende la curva che rappresenta la corrente di aereo in funzione della tensione di modulazione applicata al trasmettitore. Una tale caratteristica è visibile in fig. 232 ed essa è tanto più favorevole quanto maggiore è il suo tratto diritto giacchè è solamente funzionando su questo tratto diritto che si ha una buona modulazione.

Il trasmettitore dicesi sovramodulato quando le ampiezze delle

oscillazioni modulatrici sono così grandi che esse si estendono anche ai tratti curvi della caratteristica e in tal caso non essendo le variazioni della corrente di aereo proporzionali alle variazioni della oscillazione modulatrice si ha distorsione. Per evitare la sovramodulazione si regola la tensione delle oscillazioni modulatrici applicate al trasmettitore mediante resistenze regolabili.

Il microfono.

Il dispositivo che serve a trasformare le onde sonore in corrispondenti variazioni della corrente elettrica chiamasi microfono. Il tipo più comunemente usato dai dilettanti è quello a carbone visibile in fig. 60 di cui è già noto il funzionamento. Quando la membrana vibra i granuli di carbone vengono compressi con pressioni proporzionali alle variazioni di pressione dell'aria. La resistenza tra gli elettrodi



spostamento della membrana del microfono

corrente nel microfono

tensione ai capi del primario del trasformatore microfonico.

tensione ai capi del secondario del trasformatore microfonico.

Fig. 233. - Diagramma spiegativo dell'azione del microfono.

quindi varia e corrispondentemente la corrente nel circuito microfonico. Le variazioni della resistenza tra gli elettrodi sono solo molto approssimativamente proporzionali alla pressione dell'aria applicata alla membrana. Questo tipo di microfono è abbastanza sensibile, ha una resistenza normale di circa 50 ohm, sopporta una corrente di 0.2 ampère e consuma una potenza di circa 2 watt.

Siccome la resistenza del microfono è molto bassa in confronto a quella del circuito di alimentazione della valvola, si usa un trasformatore per accoppiare il microfono al circuito filamento-griglia della valvola. Come trasformatore microfonico può servire bene uno a nucleo aperto costruito secondo i dati seguenti.

Nucleo: lungo 10 cm., diametro 1,6 cm. formato di filo di ferro dolce di diametro 0,7 mm.

Primario: 350 spire di filo rame 0.7-2 seta.

Secondario: 20000 spire di filo rame 0.12-2 seta.

La fig. 233 mostra come gli spostamenti della membrana del microfono determinano tensioni oscillanti ai capi del secondario del trasformatore microfonico.

L'amplificatore microfonico.

Il circuito di griglia dell'amplificatore va disposto in modo da evitare che possa scorrere una corrente di griglia. Per ottenere una riproduzione fedele bisogna regolare il valore dell'alta tensione e quello del potenziale-base di griglia in modo che mentre si parla non si produca alcuna corrente di griglia.

Siccome un trasformatore funziona meglio quando è collegato a un carico definito conviene collegare in derivazione con il secondario del trasformatore microfonico una resistenza variabile di circa 500.000 ohm. Oltre al vantaggio summenzionato questa resistenza tende a impedire effetti di risonanza, e sopratutto consente di regolare la profondità della modulazione.

Un amplificatore microfonico è un comune amplificatore a bassa frequenza e può fare uso di accoppiamento per trasformatore, per resistenza-capacità, per impedenza-capacità. Esso non è necessario che per valvole di potenza superiore a 20 watt, cioè quando la potenza fornita da un comune microfono che è di 0,15 watt circa non basta più per pilotare la valvola modulatrice.

Modulazione per assorbimento.

Il sistema più semplice per modulare le oscillazioni ad alta frequenza è quello di inserire un microfono nel circuito di aereo (fig. 234). Quando non si parla nel microfono la resistenza dell'aereo è costante e la potenza assorbita dal microfono (che viene convertita in calore) dipende dal valore della sua resistenza e dalla corrente di aereo. Quando si parla nel microfono, la sua resistenza varia in modo corrispondente producendo una variazione nella corrente di aereo. Quando tutto è in ordine la corrente di aereo varia esattamente nel ritmo delle onde sonore e in tal modo le oscillazioni dell'aereo vengono modulate. Parlando nel microfono non si varia solo la resistenza dell'aereo ma probabilmente anche la lunghezza d'onda. Il grado di modulazione dipende dalla variazione di corrente prodotta quando si parla nel microfono. Naturalmente occorre che il microfono possa sopportare la corrente di aereo senza riscaldarsi eccessivamente e possegga un suffi-

ciente campo di variazione della resistenza. Siccome un comune microfono consuma una potenza di soli 2-3 watt, questo sistema di modulazione può solo servire per trasmettitori di piccolissima potenza. Per ottenere il massimo rendimento la resistenza media del microfono dovrebbe essere approssimativamente uguale alla resistenza media totale (resistenza di radiazione + resistenza ohmica) del circuito di aereo senza microfono. Per evitare perdite dovute ad effetti capacitivi, il microfono va inserito nel conduttore di terra. Con questo sistema le variazioni nella corrente di aereo sono piccole e quindi la modulazione è incompleta mentre la perdita nel microfono è considerevole.

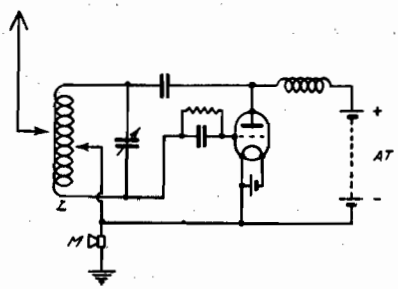


Fig. 234. - Modulazione per assorbimento.

Generalmente è preferibile collegare il microfono in derivazione con poche spire della bobina di aereo. In tal modo un microfono non ha da sopportare tutta la corrente di aereo e la modulazione viene ottenuta in parte causa la variazione della corrente di aereo e in parte causa la variazione della lunghezza d'onda. I cambiamenti di lunghezza d'onda del circuito di aereo sono dovuti alla variazione dell'induttanza nel tratto della bobina di aereo in derivazione col microfono. In questo collegamento è preferibile usare un microfono di resistenza elevata. La miglior posizione per la presa nella bobina di aereo va determinata sperimentalmente e ove occorre si può collocare in derivazione col microfono una resistenza variabile (fig. 235).

Generalmente conviene meglio collegare il microfono a una bobina di poche spire che viene accoppiata alla bobina di aereo. La profondità di modulazione e la corrente che scorre attraverso il microfono vengono facilmente regolati variando l'accoppiamento tra le due bobine. Questo sistema può dare ottimi risultati per piccole potenze (fig. 236).

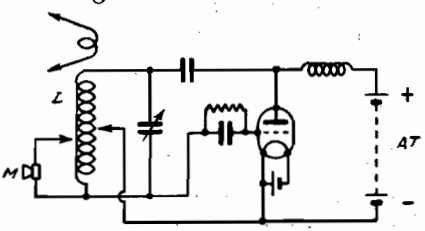


Fig. 235. - Modulazione per assorbimento.

Per potenze maggiori il microfono può essere inserito nel circuito di griglia di una valvola e placca e filamento della valvola vengono collegati in derivazione con parte della bobina (fig. 237). Quando la valvola oscillatrice oscilla si producono oscillazioni nel circuito LC e la placca della valvola modulatrice viene alimentata da una tensione oscillante. La valvola modulatrice funziona come una resistenza il cui valore varia nel ritmo della modulazione e assorbe quindi più o meno energia oscillante. La tensione di placca può essere regolata cambiando la po-

sizione della presa sulla bobina L e diminuendo il numero delle spire inserite diminuisce naturalmente la tensione. La resistenza iniziale della valvola V_m può essere variata regolando il suo potenziale-base di griglia. Quanto più questo è negativo, tanto maggiore è la resistenza della valvola e quindi tanto minore è l'assorbimento dal circuito LC. Generalmente si regola il circuito della valvola modulatrice V_m in modo che quando non si modula, la corrente di aereo è circa metà di quella che si ha staccando la presa P dalla bobina. In tal caso se una tensione sinussoidale viene applicata alla griglia della valvola modulatrice, quando la griglia è più negativa la resistenza anodica sarà molto elevata e non vi sarà assorbimento di corrente dall'induttanza L; quando la griglia è meno negativa la resistenza sarà molto piccola e la corrente nella bobina L viene sensibilmente diminuita. L'energia assorbita dalla bobina L viene dissipata sulla placca della valvola in forma di calore. Talvolta si inserisce una resistenza nel circuito di placca cosicchè parte dell'energia assorbita dalla bobina L può essere dissipata nella resistenza. Quando si inserisce il microfono e si parla in esso la corrente nel primario del trasformatore varia e quindi si producono tensioni al secondario. Queste tensioni variano il potenziale di griglia della valvola e perciò la sua resistenza anodica. Naturalmente può succedere che la valvola funzioni sul tratto curvo della sua caratteristica producendo della distorsione e in questo caso sarà bene usare una resistenza R nel circuito anodico della modulatrice e collegare

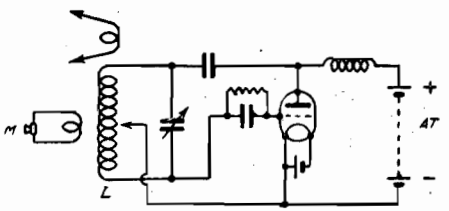


Fig. 236. - Modulazione per assorbimento.

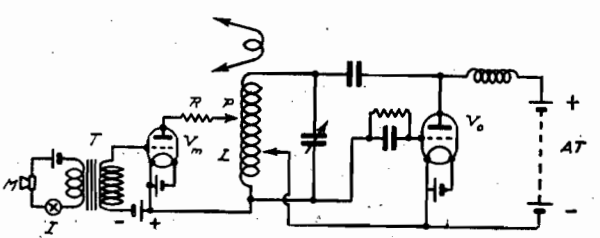


Fig. 237. - Modulazione per assorbimento.

un numero sufficiente di valvole in parallelo in modo da ottenere il grado di modulazione senza sovraccarico.

La fig. 238 mostra un altro metodo di collegamento per il modulatore. In questo caso il condensatore C serve a impedire che la batteria B vada in cortocircuito attraverso la bobina L. La batteria B è collegata col positivo alla placca della valvola modulatrice attra-

verso una impedenza a bassa frequenza J_2 e una impedenza ad alta frequenza J_1. L'impedenza ad alta frequenza serve ad impedire che le oscillazioni ad alta frequenza passino attraverso la batteria *B* e l'impedenza a bassa frequenza serve a impedire il passaggio delle oscillazioni di frequenza musicale. Il condensatore *C* deve avere un piccolo valore (circa 0.0005 μF) in modo da lasciar passare facilmente le oscillazioni ad alta frequenza ma non le correnti a bassa frequenza.

Tanto in questo circuito come in quello precedente la valvola modulatrice è direttamente accoppiata alla bobina *L*. Invece di un

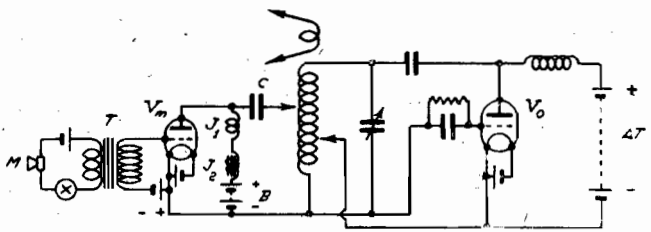


Fig. 238. - Modulazione per assorbimento.

accoppiamento diretto può anche servire di un accoppiamento induttivo.

La valvola modulatrice deve essere una valvola di potenza presso a poco uguale a quella della valvola oscillatrice. Questo metodo di modulazione non è molto usato perchè poco redditizio. Infatti della potenza generata dall'oscillatore solo una parte è utilizzata nell'aereo mentre il resto viene dissipato nel modulatore.

Modulazione per variazione del potenziale di griglia.

In questo sistema di modulazione il dispositivo modulatore è collegato nel circuito di griglia dell'oscillatore in modo tale che la potenza resa è modulata nel ritmo della parola.

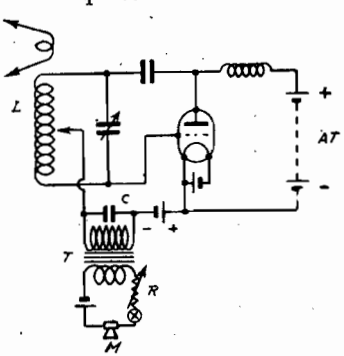


Fig. 239. - Modulazione per variazione del potenziale di griglia.

Per potenze relativamente piccole (sino a 50 watt) la variazione del potenziale-base di griglia può essere ottenuta inserendo il secondario del trasformatore microfonico direttamente nel circuito di griglia della valvola oscillatrice (fig. 239). Il condensatore *C* che shunta il secondario permette il passaggio dell'alta frequenza. Quando si parla nel microfono la corrente nel circuito primario cambia e si producono

delle tensioni ai capi del secondario. In tal modo il potenziale di griglia della valvola oscillatrice varia nel ritmo della parola e l'energia *AF* resa dall'oscillatore viene modulata. Per ottenere i migliori risultati bisogna regolare accuratamente il condensatore *C*, il valore del potenziale-base di griglia *B* e usare un trasformatore microfonico adatto. L'ampiezza delle tensioni ai capi del secondario del trasformatore microfonico può essere regolato usando una resistenza variabile in serie con il circuito primario. Questo sistema viene usato con successo da molti dilettanti ma richiede una accurata messa a punto per ottenere una sufficiente profondità e qualità di modulazione.

Nel sistema qui descritto le variazioni di tensione ottenibili ai capi del secondario del trasformatore microfonico sono limitate dalla capacità del microfono. Per ottenere un controllo più efficace specialmente per potenze maggiori conviene usare come resistenza variabile una valvola modulatrice inserita nel circuito di griglia. Con questo dispositivo il potenziale di griglia normale della valvola oscillatrice dipende dalla resistenza della valvola modulatrice V_m e la resa e la efficienza dell'oscillatore possono essere regolate variando il potenziale di griglia della modulatrice. Il potenziale-base di griglia della valvola modulatrice dovuto alla batteria *B* determina la sua resistenza placca-filamento. Quando si parla nel microfono il potenziale di griglia della modulatrice viene variato il che produce cambiamenti nella resistenza placca-filamento. Ciò a sua volta fa sì che la corrente di griglia della valvola oscillatrice passando attraverso la valvola modulatrice varia secondo la resistenza placca-filamento di questa e quindi varia anche il potenziale di griglia e perciò la corrente di placca della valvola oscillatrice. In pratica si regolano le cose in modo che nello nello stato di riposo, cioè quando non si parla, la corrente di aereo sia metà di quella massima in telegrafia. Il vantaggio di questo sistema consiste in ciò che la valvola modulatrice deve avere una potenza solo da 5 a 10 % della potenza della valvola oscillatrice. La valvola modulatrice deve naturalmente poter sopportare la corrente di griglia e la tensione di griglia della valvola oscillatrice senza riscaldarsi eccessivamente o subire danno. Benchè trasmettitori di questo tipo funzionino in parecchi impianti commerciali è generalmente difficile ottenere coi comuni mezzi a disposizione dei dilettanti una buona profondità unitamente a una buona qualità di modulazione e quindi questo sistema di modulazione non è troppo consigliabile.

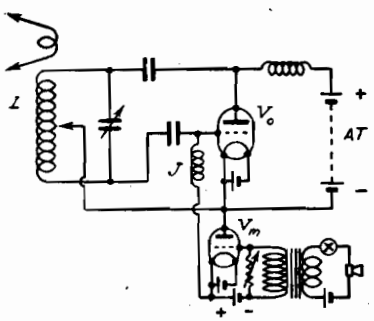


Fig. 240. - Modulazione per variazione del potenziale di griglia.

Modulazione per variazione della tensione di placca.

Quando un trasmettitore è ben regolato la corrente di aereo varia secondo le variazioni della tensione anodica. Quindi inserendo il secondario del trasformatore microfonico in serie con la batteria anodica come in fig. 241 le oscillazioni generate dalla valvola oscillatrice possono essere modulate. Quando si parla nel microfono si producono correnti che, scorrendo nel primario, producono tensioni ai capi del secondario. In alcuni istanti *B* sarà negativo rispetto ad *A* e in tal caso la tensione anodica risulterà maggiore di quella data dalla batteria anodica e quindi anche la potenza resa dall'oscillatore. In altri istanti sarà *A* negativo rispetto a *B* e questa tensione agirà in opposizione a quella della tensione anodica e con ciò verrà ridotta la corrente di aereo. Naturalmente con questo sistema di modulazione la variazione della corrente di aereo prodotta dalla parola dipende dalla potenza resa dal microfono e siccome quelli comunemente usati non danno più di 2 o 3 watt, questo sistema conviene soltanto per piccolissimi trasmettitori.

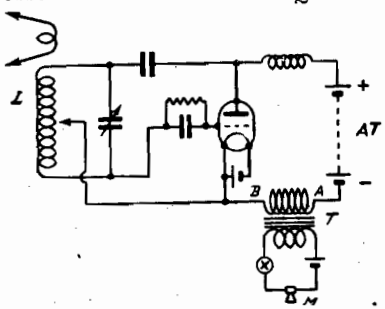


Fig. 241. - Modulazione per variazione della tensione anodica.

Volendo usare questo sistema per trasmettitori di maggior potenza conviene amplificare la corrente microfonica prima di applicarla al circuito anodico dell'oscillatore come vedesi in fig. 242.

La potenza fornita alla placca della valvola oscillatrice può anche

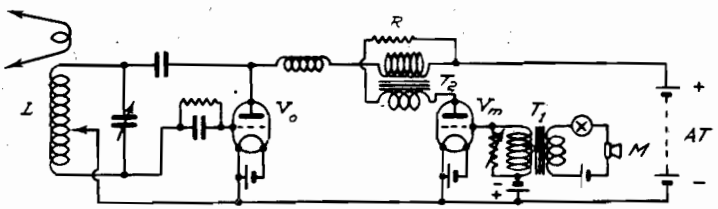


Fig. 242. - Modulazione per variazione della tensione anodica.

essere variata collegando una valvola in serie con la sorgente di tensione anodica come si vede in fig. 243. Normalmente la tensione anodica è suddivisa tra la valvola oscillatrice e la valvola modulatrice corrispondentemente alle loro relative resistenze. Aumentando la resistenza della valvola modulatrice, per esempio coll'aumentare il potenziale negativo di griglia, essa provocherà una maggiore caduta di tensione e quindi una corrispondente diminuzione nella tensione anodica della valvola oscillatrice. Ciò provoca a sua volta una riduzione della cor-

rente anodica e della corrente di aereo. Se il potenziale negativo di griglia viene ridotto, la resistenza della modulatrice diminuisce, quindi diminuisce pure la caduta di tensione attraverso essa e conseguentemente aumentano la tensione anodica dell'oscillatore, la corrente di

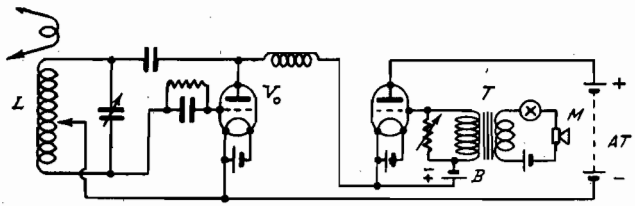


Fig. 243. - Modulazione per variazione della tensione anodica.

placca e la corrente di aereo. In pratica il potenziale negativo di griglia della modulatrice V_m viene regolato in modo che allo stato di riposo la tensione viene ripartita all'incirca in parti uguali tra l'oscillatrice e la modulatrice. In questo sistema di modulazione l'alta tensione è costante ma la corrente anodica e la caduta di tensione attraverso l'oscillatrice e la modulatrice variano secondo il potenziale applicato alla griglia della valvola modulatrice. La potenza applicata all'oscillatrice viene quindi variata e ciò ha per conseguenza una variazione della corrente di aereo. La fig. 244 ci dà una chiara idea del funzionamento di questo circuito. Nella parte superiore della figura l'ordinata massima V rappresenta la tensione anodica totale, mentre nella parte inferiore v_g rappresenta il potenziale-base di griglia della modulatrice il quale è regolato in modo che la caduta di tensione nell'oscillatrice è uguale a quella nella modulatrice ($V_o = V_m$). Se ora applichiamo una tensione sinussoidale alla griglia della modulatrice varia la tensione attraverso l'oscillatrice e la modulatrice. Quando la griglia diventa meno negativa la tensione attraverso l'oscillatrice aumenta sino a che, quando la griglia ha il potenziale zero, la caduta di tensione attraverso la modulatrice è zero e quella attraverso l'oscillatrice è uguale alla tensione anodica totale. Quando il potenziale di griglia diminuisce, la tensione dell'oscillatrice diminuisce sino a che, quando la griglia ha raggiunto il massimo negativo, tutta l'alta tensione trovasi applicata

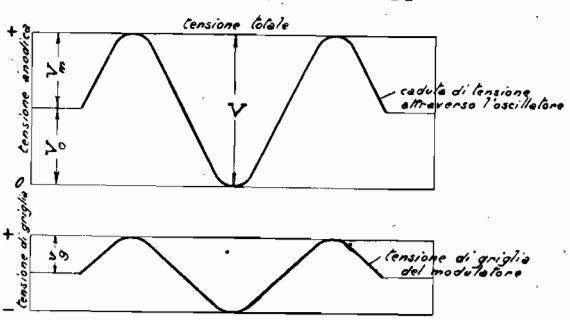


Fig. 244. - Diagramma spiegativo del funzionamento del circuito di fig. 243.

ai capi della modulatrice e la tensione dell'oscillatrice è zero. La tensione dell'oscillatrice a ogni istante è data dalla distanza tra la curva e l'ascissa *O* e la tensione della modulatrice dalla distanza tra la curva e l'ascissa *V*. In tal modo la tensione della oscillatrice varia tra zero e due volte il suo valore normale V_o, producendo una corrente di aereo che varia tra zero e due volte il suo valore normale quando viene trasmesso un segnale completamente modulato. Naturalmente non è praticamente possibile ridurre la tensione attraverso la modulatrice a zero e conviene regolare il potenziale-base di griglia della modulatrice dato dalla batteria *B* e l'ampiezza delle tensioni prodotte ai capi del secondario del trasformatore microfonico quando si parla nel microfono, in modo che la tensione dell'oscillatore non diminuisca al punto

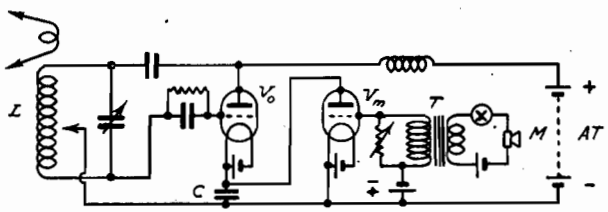


Fig. 245. - Modulazione per variazione contemporanea della resistenza inserita nel tratto comune del circuito di placca e di griglia.

da far cessare le oscillazioni. Siccome la modulatrice ha lo scopo di variare la corrente di aereo al disopra e al disotto del suo valore normale e ciò non potrebbe accadere se il trasmettitore fornisse la massima corrente all'aereo quando non si parla nel microfono, occorre tenerne conto nella messa a punto.

Invece di inserire la valvola modulatrice nel positivo dell'alta tensione, essa può anche essere inserita nel negativo come si vede in fig. 245. Il percorso placca-filamento della valvola modulatrice V_m agisce come resistenza inserita tanto nel circuito di griglia, come in quello di placca della valvola oscillatrice V_o ed è in parallelo con il condensatore di griglia *C*. La modulazione avviene quindi tanto per variazione della tensione anodica come per variazione della resistenza di griglia della oscillatrice.

Questi sistemi di modulazione con una valvola in serie presentano lo svantaggio di richiedere una tensione anodica elevata e di avere parte dell'apparecchiatura a un potenziale elevato rispetto a quello di terra. La valvola modulatrice deve essere di potenza uguale a quella della valvola oscillatrice.

Modulazione per variazione della corrente di placca.

In questo sistema, detto di controllo per impedenza, di corrente costante o di Heising, la modulazione avviene mantenendo costante la

corrente anodica totale fornita dalla batteria anodica e variando la corrente anodica della oscillatrice mediante una valvola modulatrice in parallelo, come si vede in fig. 246 La corrente anodica totale $i_m + i_o$ è obbligata a passare attraverso l'impedenza J e poichè le placche delle due valvole sono collegate insieme esse hanno la stessa tensione anodica. Per spiegare il funzionamento di questo circuito dobbiamo partire dal presupposto che l'impedenza abbia un così alto valore induttivo da non consentire il passaggio di correnti a frequenza musicale. La corrente anodica totale si divide tra l'oscillatrice (i_o) e la modulatrice (i_m) corrispondentemente alle loro resistenze effettive. La corrente anodica assorbita dall'oscillatrice dipende naturalmente dal tipo di valvola, dalla regolazione del circuito oscillante, e dal valore della tensione anodica. La corrente anodica assorbita dalla modulatrice può essere regolata a qualunque valore voluto regolando la tensione della batteria di griglia B. Generalmente la messa a punto viè-

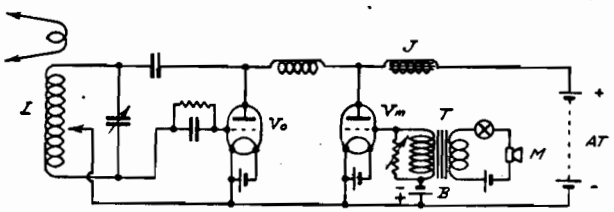
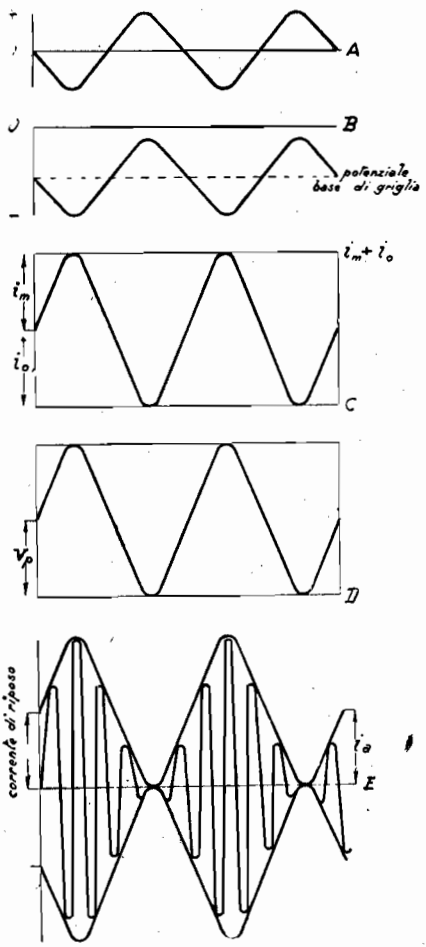


Fig. 246. - Modulazione per variazione della corrente anodica (Heising).

ne effettuata in modo che sia $i_m = i_o$ allo stato di riposo, cioè quando non si parla nel microfono. Se ora, parlando nel microfono, si applica una tensione variabile alla griglia della modulatrice, la sua corrente anodica i_m varierà. Così, se a un dato istante la griglia viene resa meno negativa, la sua corrente anodica aumenterà. Siccome però l'impedenza J mantiene costante la corrente anodica totale $i_m + i_o$ l'eccesso di corrente assorbito dalla modulatrice viene preso a spese della corrente anodica della oscillatrice, la quale diminuisce in proporzione. Ciò ha però per conseguenza una caduta di tensione giacchè la corrente anodica della oscillatrice varia con la tensione anodica. In tal modo la potenza fornita all'oscillatrice rimane ridotta e quindi anche la corrente di aereo. Se a un altro istante la griglia della modulatrice diventa più negativa la corrente anodica assorbita dalla modulatrice risulta ridotta e di un ammontare corrispondente a tale riduzione viene invece aumentata la corrente anodica della oscillatrice, e quindi anche la tensione anodica. Questo aumento di potenza ha per risultato un aumento della corrente di aereo. La fig. 247 dà una visione più completa di questo sistema di modulazione. In C si suppone che la corrente anodica totale $i_m + i_o$ sia costante causa la presenza dell'impedenza J ed essa è perciò rappresentata da una orizzontale. Così

pure si suppone che i regolaggi siano tali per cui le correnti normali della oscillatrice e della modulatrice siano uguali e quindi $i_o = i_m$. In C le verticali al disopra della curva rappresentano in ogni istante la corrente anodica della modulatrice, quelle inferiormente alla curva



tensione ai capi del secondario del trasformatore microfonico.

potenziale di griglia della modulatrice.

corrente anodica della oscillatrice (verticali inferiormente alla curva) e della modulatrice (verticali superiormente alla curva).

tensione anodica della oscillatrice e della modulatrice.

corrente di aereo.

Fig. 247. - Diagramma spiegativo del funzionamento della modulazione per impedenza.

la corrente anodica della oscillatrice. In E si vede come allo stato di riposo la corrente di aereo abbia un valore i_a. Se ora si applica alla griglia della modulatrice una tensione sinussoidale (A) questa si sovrappone al potenziale-base di griglia (B) e fa quindi variare la corrente anodica della modulatrice e conseguentemente anche quella della oscillatrice (C). La tensione anodica della modulatrice è naturalmente

uguale a quella della oscillatrice e varia nel ritmo della corrente anodica della oscillatrice come si vede in *D*. In un dato istante la griglia della modulatrice ha un potenziale così negativo che tutta la corrente anodica passa attraverso l'oscillatore e la tensione anodica è due volte la tensione data dalla batteria anodica V_p. A questo istante l'ampiezza della corrente di aereo è aumentata al doppio del suo valore. In un altro istante il potenziale di griglia è al minimo negativo e tutta la corrente anodica passa attraverso la modulatrice, quindi la tensione anodica è minima e la corrente di aereo è pure minima. Naturalmente in questo esempio si parte dal presupposto che l'ampiezza della tensione di griglia della modulatrice sia tale da modulare completamente la corrente di aereo e che la resistenza della modulatrice possa variare tra i valori zero e infinito. In realtà ciò non può farsi in pratica perchè l'oscillatrice cesserebbe di oscillare appena la sua tensione anodica scende al disotto di un certo valore e non è possibile ridurre la resistenza della modulatrice a zero anche applicando alla griglia un potenziale molto positivo. Per comprendere come sulle placche della modulatrice e della oscillatrice possano esistere tensioni anodiche superiori a quella data dalla batteria anodica bisogna ricordare che ai capi della impedenza *J* possono prodursi tensioni alternate uguali sino al 60-70 % della tensione anodica della batteria che possono essere calcolate secondo la formula $V_J = 2\,\pi f L I$.

Questo sistema di modulazione viene generalmente usato nei servizi commerciali e radiofonici e dai dilettanti causa la sua efficienza e la relativa facilità con cui permette di ottenere buoni risultati. Il punto più importante nella regolazione è quello di regolare l'ampiezza delle tensioni alternate applicate alla griglia della modulatrice mediante il trasformatore microfonico e ciò viene effettuato mediante la resistenza variabile *R* che ha generalmente il valore di 0.5 megohm.

L'impedenza a nucleo di ferro *J* deve avere la massima induttanza possibile e deve essere dimensionata in modo che la sua impedenza alla più bassa frequenza di modulazione (50 cicli/sec.) sia all'incirca due volte l'impedenza della modulatrice. Per esempio una valvola Philips TB 0.4/10 ha una impedenza di circa 4000 ohm e perciò *J* dovrebbe avere una reattanza di 8000 ohm a 50 cicli. Quindi l'induttanza necessaria sarebbe di circa:

$$L = \frac{\rho_L}{2\,\pi f} = \frac{8000}{2 \cdot 3{,}14 \cdot 50} = \text{circa } 25 \text{ henry}$$

Questa impedenza deve essere dimensionata e costruita in modo da sopportare la corrente anodica totale e le elevate tensioni alternate che si formano ai suoi capi e tra le sue spire. Quindi il suo isolamento deve essere ottimo. Inoltre il suo nucleo deve essere dimensionato in modo da non essere saturato dalla componente di corrente continua. Ciò è anche necessario perchè la potenza dissipata sulla placca delle valvole modulatrici allo stato di riposo è 2-3 volte più

grande della potenza dissipata sulla placca della valvola oscillatrice per il fatto che nella modulatrice tutta la potenza assorbita viene trasformata in calore. Per ottenere una buona modulazione è necessario che le tensioni applicate alla griglia della modulatrice non sorpassino il tratto diritto della sua caratteristica. Quindi conviene che la modulatrice sia una valvola di forte pendenza e di bassissima impedenza che funziona con potenziale di griglia molto negativo. Questa è la ragione per cui i trasmettitori radiotelefonici di questo sistema hanno una valvola oscillatrice e tre o quattro valvole uguali in parallelo come modulatrici. Alla valvola modulatrice va applicato un potenziale-base sufficientemente negativo da non consentire il passaggio di una corrente di griglia. Quando le valvole modulatrici hanno una potenza che eccede i 50 watt conviene usare un amplificatore microfonico tra il trasformatore microfonico e la modulatrice.

Per la messa a punto di questo trasmettitore si stacca dapprima la modulatrice e si regola l'oscillatrice sola in modo da ottenere un punto di lavoro in cui la tensione anodica e la corrente di aereo sono direttamente proporzionali. La relazione tra tensione anodica e corrente di aereo può essere controllata applicando un certo numero di tensioni anodiche e facendo delle letture all'amperometro di aereo. In seguito si aumenta il potenziale negativo di griglia dell'oscillatrice aumentando la resistenza di griglia e riducendo eventualmente la tensione anodica in modo che la corrente di aereo venga ridotta a metà del suo valore normale (quella cioè quando il trasmettitore funziona in telegrafia). Si effettua ora il collegamento della modulatrice e si regola il suo potenziale di griglia in modo che la corrente anodica assorbita sia un po' maggiore di quella dell'oscillatrice. Quando si modula, la corrente media di aereo aumenta leggermente ma questo non è un indice sicuro del grado di modulazione.

Il sistema migliore per provare la qualità e profondità di modulazione di un trasmettitore radiotelefonico è quello di stare in ascolto con un ricevitore alla distanza di qualche centinaio di metri senza terra e senza aereo.

Altri sistemi di modulazione.

Sistemi più complessi di modulazione per grandi potenze sono i seguenti:

1° con eccitazione separata di griglia e modulazione del generatore ausiliario.

2° con eccitazione separata e modulazione sulla valvola amplificatrice di potenza.

Questi sistemi di modulazione non interessano però il comune dilettante, perciò basterà avervi accennato.

Nei moderni trasmettitori radiofonici la corrente microfonica viene amplificata attraverso speciali amplificatori accoppiati in modo da

dare una amplificazione uniforme. Dove le correnti microfoniche debbono passare attraverso linee telefoniche di una certa lunghezza la corrente microfonica viene amplificata all'entrata e all'uscita della linea.

Modulazione senza onda portante.

Abbiamo detto che nei sistemi ordinari di modulazione viene irradiata l'onda portante di ampiezza costante e di frequenza originale f_a e la corrente effettivamente modulata composta di due frequenze

$$f_a + f_m \quad \text{e} \quad f_a - f_m$$

Nel sistema senza onda portante, viene soltanto irradiata la corrente effettivamente modulata e nella stazione ricevente viene prodotta localmente la frequenza della corrente portante f_a per ottenere la frequenza f_m.

Questo sistema ha il vantaggio di un notevole risparmio di energia nella stazione trasmettente e di sola radiazione dall'aereo nell'istante in cui si parla nel microfono.

La difficoltà consiste in ciò che il generatore locale nella stazione ricevente deve essere in perfetto sincronismo col generatore della trasmettente.

Per realizzare questo metodo si adopera un circuito *push-pull*, che è illustrato nella fig. 248.

Le placche delle due valvole in parallelo sono alimentate dalla dinamo D in modo che la presa sulla induttanza L_1 è esattamente a metà. Il generatore A ad alta frequenza è collegato da un lato col secondario del trasformatore microfonico in modo che la presa si trova a metà delle spire. Le due parti formanti il secondario del trasformatore sono in derivazione con un condensatore per il passaggio dell'alta frequenza.

Quando non si parla nel microfono le oscillazioni in fase dell'alternatore sulle due griglie producono oscillazioni nel circuito anodico nelle due parti dell'induttanza L_1 coll'effetto di annullare la influenza loro sul circuito di aereo essendo di eguale intensità e in opposizione.

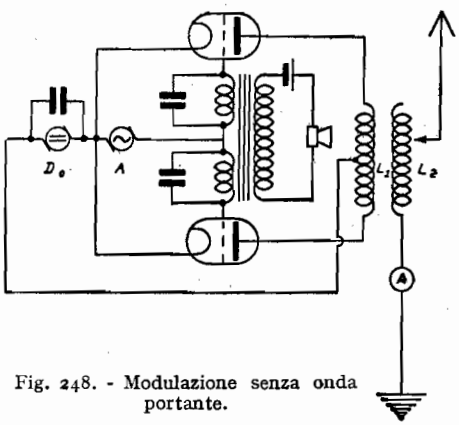


Fig. 248. - Modulazione senza onda portante.

Quando si parla nel microfono, si determina una differenza di potenziale tra i capi del secondario coll'effetto di distruggere l'eguaglianza di potenziale tra

le due griglie. Ciò ha per conseguenza di distruggere l'eguaglianza d'intensità tra le oscillazioni delle due metà dell'induttanza L_1.

In tal modo l'influenza risultante di queste due oscillazioni sull'aereo non sarà più zero e determinerà perciò una radiazione di onde.

Considerazioni pratiche per la trasmissione.

Quando il dilettante si propone di costruire una stazione trasmettente egli deve anzitutto tendere ad ottenere i massimi risultati coi minimi mezzi e deve inoltre preoccuparsi di non creare disturbo ai ricevitori vicini. Le recenti prove dei dilettanti hanno ampiamente dimostrato che i risultati ottenuti sulle onde corte non dipendono tanto dalla potenza impiegata, ma bensì invece principalmente dal funzionamento qualitativo del trasmettitore. Per i principianti non sarà quindi mai abbastanza raccomandato di usare potenze minime.

Ogni trasmettitore si compone essenzialmente di una sorgente di alta tensione — che può essere un trasformatore elevatore di tensione, con o senza complesso raddrizzatore, oppure un gruppo generatore, oppure una batteria di pile o di accumulatori — di un complesso filtrante per eliminare le variazioni della potenza di alimentazione, dell'oscillatore a valvola propriamente detto e di un sistema radiante.

Vi sono molti circuiti di trasmissione ma essi possono generalmente essere raggruppati in circuiti con reazione capacitiva (Colpitts) e in circuiti con reazione induttiva (Meissner, Hartley). La scelta principale del dilettante è quella della valvola di trasmissione perchè questa determina tutti gli altri componenti necessari per la costituzione del circuito. Oggi vi sono fortunatamente sul mercato valvole di trasmissione (vedi tab. XLVII Valvole di trasmissione) appositamente costruite per i dilettanti per le quali occorrono tensioni anodiche da 100 a 400 volt e richiedono quindi solo piccoli mezzi. D'altra parte è con esse possibile ottenere gli stessi grandiosi risultati di portata come con valvole di maggiore potenza che richiedono tensioni anodiche molto più elevate e perciò difficoltà e spese ben più rilevanti.

La difficoltà maggiore nella trasmissione sta nel procurarsi una buona sorgente di alta tensione e tale difficoltà aumenta notevolmente quanto più è elevata la tensione necessaria, a meno che ci si contenti di trasmettere con corrente alternata non raddrizzata. Ma ormai l'uso diretto della corrente alternata è sconsigliabile per molte ragioni, prima tra le quali quella che con essa si creano notevoli interferenze e che essa non consente di fare della telefonia.

Usando valvole con tensione anodica da 100 a 400 volt conviene usare piccoli accumulatori aventi una capacità di circa 1 ampere-ora (alla scarica di ½ amp.), coi quali si ottengono i migliori risultati giacchè

in tal caso la corrente anodica essendo perfettamente costante, sarà possibile ottenere una nota purissima dell'onda emessa senza uso di fastidiosi e costosi complessi filtranti. Usando accumulatori o pile si raggiunge uno dei principali requisiti nella emissione con onde corte e cioè quello di avere una alimentazione anodica perfettamente pura.

Sarà bene effettuare anche l'accensione del filamento mediante una batteria di accumulatori. Occorre infatti tener presente che varia zioni di tensione nell'alimentazione di placca e del filamento producono variazioni nella nota dell'onda emessa dal trasmettitore.

Usando direttamente corrente alternata per l'alimentazione del trasmettitore conviene invece usare la corrente alternata anche per l'accensione dei filamenti mediante un piccolo trasformatore riduttore di tensione. In tal caso la presa intermedia sul trasformatore va effettuata nel modo come si vede in fig. 249. Con ciò si aumenta la durata delle valvole (che, come è evidente, dipende dalla durata del filamento) e si ottiene una nota migliore.

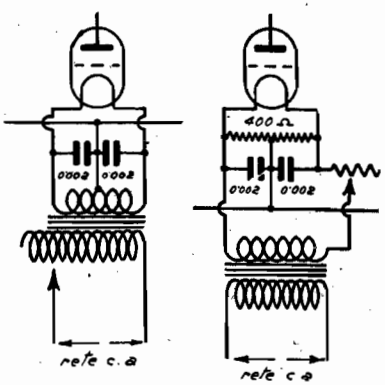


Fig. 249. - Alimentazione del filamento con corrente alternata.

Nei circuiti da noi presentati vi è sempre una sola valvola oscillatrice. Per le onde corte è in generale sconsigliabile l'uso di più valvole oscillatrici in parallelo.

Al dilettante che non dispone di mezzi sufficienti per l'acquisto di una batteria di accumulatori consigliamo un piccolo trasformatore elevatore di tensione e un raddrizzatore elettrolitico seguito da un complesso filtrante, oppure anche semplicemente l'uso di pile a secco di capacità conveniente.

Il circuito oscillante può essere uno qualunque di quelli già descritti (Meissner, Colpitts, Hartley), ma noi riteniamo che convenga al dilettante servirsi dell'Hartley che è il più semplice e il più maneggevole.

È importantissimo tenere più brevi che sia possibile i collegamenti tra la valvola e l'induttanza e il condensatore del circuito oscillante. Il sistema radiante è generalmente formato di antenna e contrappeso e di un avvolgimento di poche spire accoppiato induttivamente e in modo lasco alla induttanza dell'oscillatore.

Benchè non indispensabili gli strumenti di misura sono molto importanti per ottenere buoni risultati. È infatti sommamente interessante conoscere la potenza di alimentazione e il comportamento della corrente oscillante nell'aereo.

La potenza di alimentazione è data dal prodotto:

tensione di placca × corrente di placca

Il voltmetro per la tensione di placca è conveniente quando si usi una dinamo con eccitazione variabile, ma è superfluo quando le caratteristiche della sorgente di alta tensione sono note e costanti, mentre invece è quasi indispensabile un milliamperometro per corrente continua nel circuito di placca con scala corrispondente alle caratteristiche della valvola usata .(Per piccole valvole scala 0—100 mA.; per valvole di media potenza scala 0—300 mA.).

Per assicurare la maggior durata del filamento della valvola conviene usare un voltmetro per la accensione specialmente nel caso di valvole con filamento toriato.

Per assicurarsi che la valvola oscilla e che effettivamente si colloca della energia ad alta frequenza nell'aereo è conveniente usare un buon amperometro per corrente a radiofrequenza con scala non troppo grande perchè, essendo questo strumento a scala quadratica, se la corrente è piccola la deviazione è quasi impercettibile. Per trasmettitori sino a 10 watt-alimentazione uno strumento con scala 0 — 500 mA., sarà

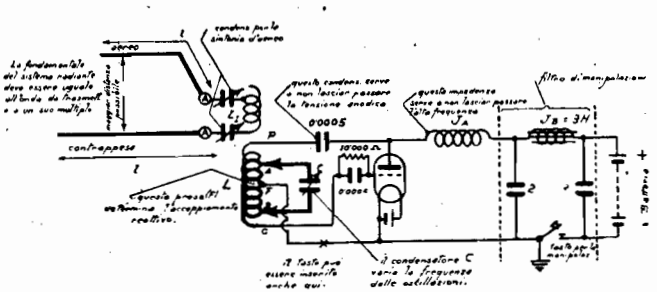


Fig. 250. - Trasmettitore per onde da 10 a 100 m.

più che sufficiente. Per potenze fino a 100 watt basterà uno con scala 0-1000 mA. Se la deviazione dello strumento fosse superiore al limite della scala lo si potrà shuntare con una resistenza bassissima.

L'amperometro a radiofrequenza va collocato in un punto del sistema radiante in cui la corrente è un massimo. Non potendo disporre di tale strumento si potrà invece — per constatare se vi è corrente ad alta frequenza — inserire nel circuito di aereo una lampadina di 2 volt shuntandola con un filo per non bruciarla. Per constatare se la valvola oscilla si potrà usare semplicemente un tubo al neon che, messo a contatto colle spire esterne dell'induttanza principale del trasmettitore, dovrà divenire luminoso.

Interessante è l'uso di un milliamperometro (0-20 mA.) inserito nel circuito di griglia della valvola il quale non deve segnare più di un quinto della corrente di placca in condizioni normali di funzionamento.

Per meglio comprendere il funzionamento di questo trasmettitore

spiegheremo brevemente come avviene la produzione di oscillazioni nel classico Hartley.

Possiamo considerare la valvola come un convertitore di frequenza che trasforma l'energia assorbita in energia a radiofrequenza. Il circuito induttanza-condensatore segnato più marcato in fig. 250 può essere considerato come un serbatoio d'energia analogo al volano di una macchina. Quando si applica la tensione di placca al circuito, questa spinta improvvisa produce una corrente nel circuito *LC* alla frequenza naturale del circuito. Questa corrente produce un campo che abbraccia tutte le spire dell'induttanza per cui tra le singole spire si producono potenziali a radiofrequenza e perciò anche tra le prese di filamento e di griglia. Questi potenziali a radiofrequenza causano — come in una valvola amplificatrice — delle variazioni a radiofrequenza nella corrente filamento-placca internamente alla valvola; e poichè varia corrispondentemente anche l'impedenza interna della valvola si avrà una tensione a radiofrequenza tra filamento e placca della valvola. Ma questa tensione oscillante si trova applicata ai capi del circuito *LC* e perciò manterrà le oscillazioni, producendo in esso correnti oscillanti. Questo circuito funziona come un serbatoio di energia e le sue correnti producono nuovamente un campo che abbraccia tutte le spire dell'induttanza e le variazioni di potenziale tra le spire griglia-filamento agiscono nuovamente sulla griglia della valvola e così via.

La presa del filamento è a circa metà tra quella di griglia e di placca, ma più vicina a quella di griglia. È evidente che aumentando le spire filamento-griglia si aumenta l'effetto reattivo. La presa del filamento è alquanto critica in quanto che nuoce tanto un effetto reattivo troppo piccolo come uno troppo grande. Se la reazione è troppo piccola le oscillazioni tenderanno a disinnescare; se essa è eccessiva si avrà un eccessivo riscaldamento della placca e della griglia della valvola, nota impura, cattiva modulazione in telefonia, ecc. Tale presa va quindi accuratamente determinata. Il numero di spire shuntato dal condensatore e la capacità di questo determinano la lunghezza di onda irradiata che aumenta coll'aumentare dei valori *L* e *C*. La corrente oscillante che scorre nel circuito *LC* provoca un campo intorno all'induttanza *L* il quale abbraccia anche la bobina d'aereo per cui viene indotta in questa una tensione a radiofrequenza. Nel circuito d'aereo si ha il massimo di energia quando esso è sintonizzato sulla frequenza del circuito *LC* o su una sua armonica, ciò che viene indicato dall'amperometro a radiofrequenza se questo è collocato in un punto conveniente dell'aereo. Se l'accoppiamento è troppo stretto si ha radiazione di due onde, produzione di armoniche, instabilità dell'oscillatore e una sintonia piatta e quindi disturbi nel vicinato; ragione per cui conviene usare nel circuito d'aereo poche spire oppure collocare le bobine distanti o ad angolo. Purtroppo molti dilettanti cercano soltanto d'ottenere la massima deviazione dell'amperometro

d'aereo il che generalmente avviene a scapito della qualità. Infatti, per ottenere la massima corrente nell'aereo, essi aumentano eccessivamente la reazione e l'accoppiamento col circuito di aereo. Abbiamo già detto che la cosa più importante è di emettere un'onda molto pura e di non disturbare i vicini che presumibilmente sono dei dilettanti di ricezione.

Aumentando la capacità di C e diminuendo l'induttanza di L si ottiene generalmente di rendere più stabile l'onda emessa, benchè sulle onde inferiori a 30 m. il condensatore C non sia più necessario dato che basta la capacità distribuita tra le spire della bobina.

Un punto importante per aumentare l'efficienza del trasmettitore è quello della costanza dell'onda emessa. Questa può essere ottenuta mediante controllo a cristallo; ma poichè sulle onde corte è necessario servirsi di un'armonica del cristallo che richiede naturalmente una grande amplificazione e perciò dispositivi complicati, conviene adottare invece certe precauzioni che potranno dare risultati quasi altrettanto buoni. È intanto essenziale che la valvola lavori a una temperatura non eccessiva, il che si può verificare badando che specialmente la placca non si arrossi. Occorre non spingere troppo l'accoppiamento reattivo ossia l'eccitazione di griglia come è già è stato spiegato e tenere le tensioni di placca e di filamento piuttosto al disotto che al disopra di quelle indicate dal costruttore. Importante è inoltre tenere elevato il rapporto $\frac{C}{L}$ del circuito oscillante.

Nel montaggio del trasmettitore occorre disporre le impedenze ad alta frequenza in modo che non si trovino nel campo dell'induttanza L e perciò a 90° rispetto a questa. Le impedenze possono essere costruite in forma di bobina cilindrica di 70 mm. di diametro a uno strato con filo 0,3-2 cotone e vanno avvolte con spire non spaziate. I migliori valori d'avvolgimento per le diverse lunghezze d'onda sono i seguenti:

TAB. VIII. — IMPEDENZE AD ALTA FREQUENZA PER TRASMISSIONE SU ONDE CORTE.

Lunghezza d'onda m.	N. spire 0.3 — 2 cotone su Φ 70 mm.
150 — 200 m.	250
75 — 85 m.	150
30 — 50 m.	100
20	50

Il condensatore di griglia deve avere una capacità di circa 0,0005μF. Sotto i 20 m. conviene un piccolo condensatore variabile.

La resistenza di griglia deve essere di circa 10.000 ohm. Per onde sotto i cinque metri la resistenza non deve essere collegata in paral-

lelo col condensatore, ma direttamente tra la griglia e il filamento della valvola con una piccola impedenza in serie (20 spire spaziate di filo 0,5-2 cotone su Φ 10 mm.).

Impedenze vanno pure inserite nei conduttori del filamento per le onde cortissime.

Come già detto, occorre evitare che vi siano spire morte nell'induttanza *L*, mentre ciò ha meno importanza per la bobina di aereo. Se vi sono spire morte in una o entrambe le bobine esse devono trovarsi all'esterno dell'accoppiamento.

Il montaggio del trasmettitore può avvenire tanto su un consueto tavolo di montaggio come in una cassetta aperta purchè l'aria possa liberatamente circolare per il raffreddamento della valvola.

Il condensatore *C* può essere un semplice condensatore di ricezione di circa 0,0002 μF; lo stesso dicasi di C_1 se la tensione di placca non supera i 300 volt, oltre i quali è preferibile usare un condensatore variabile a placche maggiormente spaziate (ciò che si può anche ottenere togliendo qualche placca a un comune condensatore di ricezione).

Un punto importante nella costruzione del trasmettitore è il modo

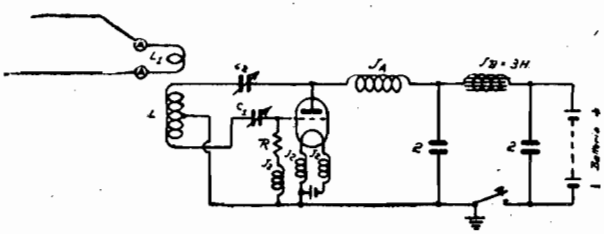


Fig. 251. - Trasmettitore per onda di 5 metri.

di inserire il tasto di manipolazione. Occorre infatti evitare che l'applicazione della tensione anodica alla valvola avvenga troppo bruscamente giacchè in tal caso vi sarebbe un disturbo nei ricevitori su qualunque onda anche a distanze notevoli.

Se l'alimentazione di placca avviene con corrente alternata trasformata, il tasto potrà per piccole potenze essere collocato nel primario del trasformatore perchè in tal caso l'impedenza del trasformatore e la forma sinussoidale della corrente alternata favoriscono l'applicazione graduale della tensione alla placca.

Usando una batteria o un gruppo generatore conviene per maggior sicurezza inserire il tasto nel conduttore negativo dell'alta tensione e effettuare la messa a terra del trasmettitore nella leva del tasto. Per evitare che premendo il tasto — applicando l'alta tensione alla placca — le oscillazioni *AF* raggiungano istantaneamente il loro valore massimo, si inserisce tra il tasto e l'oscillatore un filtro cosidetto di manipolazione come si vede a fig. 251.

È naturalmente anche possibile inserire il tasto in modo che la valvola sia sempre sotto tensione e che venga solo interrotto il circuito oscillante interrompendo per esempio il circuito di griglia.

Quando il dilettante avrà montato il suo trasmettitore sarà necessario che egli lo metta accuratamente a punto. Egli dovrà anzitutto scegliere la lunghezza d'onda sulla quale vuol trasmettere tenendo presente che ai dilettanti sono riservate determinate lunghezze d'onda oltre le quali egli non dovrà andare.

Effettuando la messa a punto del trasmettitore si allontani dapprima la bobina d'aereo L_1. Si effettui la presa F a un terzo delle spire di L partendo da G. Si accenda il filamento della valvola badando che la tensione non superi quella normale e si applichi la tensione anodica. Se questa è regolabile conviene ridurla a due terzi di quella prescritta. Ciò fatto si verifichi se la valvola oscilla, il che può avvenire in diversi modi, per es. mediante un tubetto al neon che dovrà diventare luminoso avvicinandolo alle spire esterne dell'induttanza L. Si misuri ora la lunghezza d'onda con un ondametro — accoppiando con cautela (per non bruciare la lampadina) la bobina dell'ondametro con L — oppure col ricevitore collocato a una certa distanza dal trasmettitore. Tanto maggiore è il rapporto delle spire di griglia GF a quelle di placca FP, tanto maggiori saranno l'accoppiamento reattivo e la corrente di placca. Variando il condensatore di shunt C si avrà un controllo della lunghezza d'onda; in assenza di questo la lunghezza di onda sarà determinata dalle spire di griglia FG. Ottenuta la lunghezza d'onda voluta si effettui l'accoppiamento della bobina di aereo L_1 all'induttanza L collocando l'una in continuazione dell'altra con uno spazio intermedio di circa 5 cm. Si colleghino a L_1 i conduttori del sistema radiante e si regoli il condensatore C sino a che il circuito di aereo è in risonanza col circuito dell'oscillatore il che viene indicato dalla massima deviazione dell'amperometro di aereo oppure in mancanza di questo dall'accensione di una lampadina inserita in un ventre di corrente dell'areo.

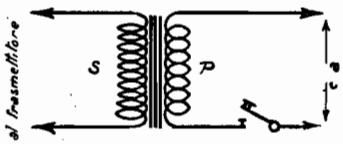


Fig. 252. - Manipolazione nell'alimentazione con corrente alternata.

Generalmente conviene non aver condensatori nel sistema radiante e regolare la sintonia con prese sulla bobina L_1 oppure dare al sistema radiante dimensioni tali che esso si ecciti per la lunghezza d'onda voluta. Avendo p. es. un sistema radiante con una fondamentale di supponiamo 210 m. esso si ecciterà sulla 5.a armonica di 42 m. e sulla 7.a armonica di 30 m. e basterà variare C per passare dall'una all'altra onda.

Si aumenti ora la tensione di placca sino al suo valore normale e si porti la presa F gradatamente verso il centro di L, regolando contemporaneamente C, per mantenere costante la lunghezza d'onda. Si fissa definitivamente la presa del filamento non appena il milliampe-

rometro di placca segna il valore normale di corrente anodica prima che si produca un riscaldamento eccessivo della placca e della griglia della valvola. Si rammenti che conviene usare un numero di spire filamento-griglia appena sufficiente per assicurare delle oscillazioni costanti mantenendo però placca e griglia freddi. Si disintonizzi quindi il circuito di aereo sino a ridurre la corrente di aereo di $^1/_{10}$ circa del suo valore massimo per ottenere una maggiore stabilità. Se infatti il circuito di aereo è in risonanza esatta col circuito dell'oscillatore la valvola oscillerà in modo instabile o niente affatto.

La meta che il dilettante si prefigge non deve essere quella di ottenere la massima corrente d'aereo, ma di ottenere la emissione di una onda purissima e costante col minimo dispendio di energia e di mezzi. L'intensità dei segnali è molto meno importante della loro qualità giacchè talvolta segnali fortissimi sono più difficili da decifrare che segnali meno forti ma nitidi. Occorre poi anche rammentare che una

L_1 = 2 spire diam. 5 cm. per 10 m., 4 spire per 20. 30 e 40 m.; L_2 = 3-4 spire diam. 5 cm.; C_1 = 0,0002 μF; C_2 = 0,003 μF; C_3 = 0,0005 μF; C_4 = 0,001 μF; R_1 = 4 megohm; T = trasformatore BF rapporto $^1/_5$; S = schermo metallico.

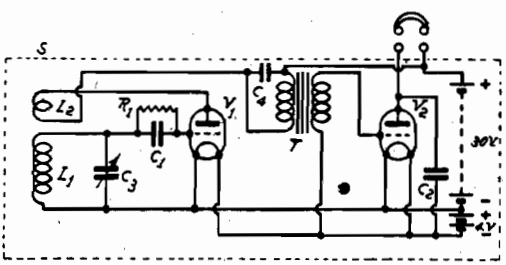


Fig. 253. - Ricevitore schermato per il controllo di un trasmettitore.

maggiore corrente nell'aereo a una lunghezza d'onda maggiore non significa affatto che si irradia una maggiore quantità di energia, giacchè come è noto la potenza di radiazione P_i è uguale al prodotto della resistenza di radiazione R_i per il quadrato della corrente (I^2).

$$P_i = R_i \cdot I^2$$

Ora quando si lavora sulla fondamentale del circuito d'aereo:

$$R_i = 1579 \left(\frac{a_1}{\lambda}\right)^2$$

Diminuendo la lunghezza d'onda aumenta la resistenza di radiazione e quindi a parità di potenza irradiata la corrente I diminuisce, ragione per cui l'amperometro di aereo segna di meno per le onde più corte.

Il miglior sistema per controllare la propria emissione è di avere un buon corrispondente o meglio ancora di controllare la propria emissione con un ricevitore a valvola schermato (fig. 253) a una distanza di qualche metro facendo a meno di antenna e terra. Questo controllo è particolarmente indispensabile per verificare la modulazione in telefonia, la costanza e la nota dell'onda emessa, e la qualità di manipolazione in telegrafia.

8. - Il complesso aereo-terra

Per *aereo* s'intende il conduttore o sistema di conduttori utilizzati per irradiare o per captare le radioonde. S'intendono esclusi dal significato attribuito ad aereo i sostegni meccanici dei conduttori.

Abbiamo spiegato che le radioonde sono costituite da un campo elettrico e da un campo magnetico. L'aereo di ricezione e il collegamento di terra costituiscono una specie di gigantesco condensatore influenzato a distanza dal campo elettrico prodotto dalle radioonde.

Possiamo distinguere tre tipi principali di aereo:

L'antenna esterna;
L'antenna interna;
Il telaio

L'antenna esterna viene usata per la trasmissione e dà generalmente i migliori risultati per la ricezione.

L'antenna interna e il telaio servono per la ricezione ed hanno il vantaggio di una installazione più facile.

Come conduttore per antenna esterna conviene usare una corda di bronzo fosforoso oppure una treccia di rame zincato. La zincatura ha lo lo scopo di evitare l'azione chimica corrosiva dell'atmosfera.

Anche un semplice filo di rame del diametro di 2 mm. può servire e in generale qualunque conduttore isolato o non. Occorre però tenere presente che il conduttore deve avere una piccola resistenza elettrica e una sufficiente resistenza meccanica onde evitare frequenti rotture.

L'uso della corda e della treccia ha un doppio scopo: 1°) quello di assicurare una migliore conduzione delle correnti ad alta frequenza, causa il cosidetto fenomeno di *conduzione superficiale*. Una corrente ad alta frequenza non percorre infatti in modo uniforme tutta la sezione di un conduttore, ma essenzialmente la sezione superficiale periferica di essa. È evidente che prendendo più fili di diametro minore invece di uno solo di diametro maggiore, otteniamo una superficie

periferica totale superiore a quella di un grosso filo unico; 2°) quello di avere una maggiore resistenza meccanica.

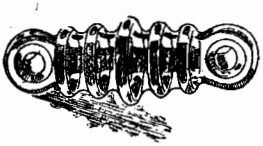


Fig. 254. - Isolatore di quarzo fuso.

Di vitale importanza per il buon rendimento dell'antenna è l'isolamento.

Gli isolatori debbono essere di porcellana glasata o di quarzo fuso perchè l'acqua non possa lasciarvi un velo di umidità in caso di pioggia.

Gli isolatori vanno disposti in serie.

In generale ne bastano 3 in serie a ogni estremità tanto per la ricezione come per la trasmissione con piccole potenze.

La sospensione dell'antenna va fatta per mezzo di corda catramata che oltre a essere isolante presenta anche il vantaggio di non marcire e di non subire forti variazioni in lunghezza come la corda comune. Conviene evitare di usare corde metalliche perchè specialmente nel caso di trasmissione possono provocare gravi perdite per assorbimento. Per la sospensione dell'antenna possono servire benissimo alberi, comignoli, pareti, aste di bandiere, aste di parafulmini, e generalmente qualunque punto di appoggio elevato, quanto più è possibile, non solo sulla superficie del suolo ma anche rispetto a edifici, vegetazione, ecc.

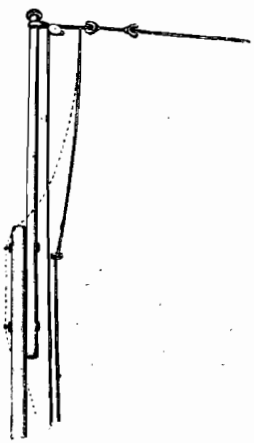


Fig. 255. - Attacco per antenna abbassabile.

È consigliabile montare l'antenna in modo che sia abbassabile almeno da un lato. Ciò torna molto pratico per riparazioni, modifiche, ecc. All'uopo servirà una piccola carrucola (figure 255 e 256).

Per evitare rotture nel caso di pioggia sarà sempre bene fare da un lato un attacco mobile con contrappeso.

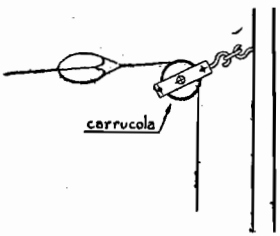


Fig. 256. - Dettaglio.

Ove debbano essere fatti dei giunti, occorre che questi vengano accuratamente saldati. Occorre poi ad ogni modo tener presente che il numero dei giunti e per conseguenza delle saldature deve essere limitatissimo dando essi luogo ad aumenti di resistenza e occasionando facilmente rotture. Per la saldatura occorre tenere a mente che, riscaldando eccessivamente il conduttore, specialmente se questo è di rame, viene enormemente indebolita la sua resistenza meccanica. Le saldature vanno preferibilmente fatte non usando l'acido che intacca il conduttore, ma bensì le paste speciali che si vendono correntemente

in commercio. Nel caso però esse vengano fatte con acido sarà opportuno che la parte saldata venga subito dopo lavata con acqua onde limitare l'azione corroditrice dell'acido. I giunti, prima della saldatura, vanno rinforzati con avvolgimenti di filo di rame di circa 0.5 a 1 mm. di diametro (fig. 259).

Importante è l'ingresso del conduttore di antenna nel locale ove si trova il trasmettitore o il ricevitore. Il sistema migliore è quello di effettuare il passaggio attraverso

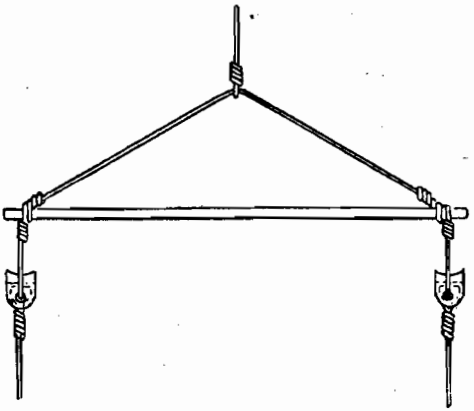


Fig. 257. - Montaggio di un distanziatore.

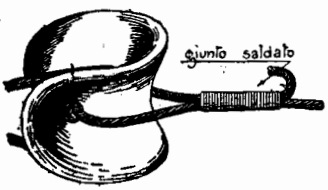
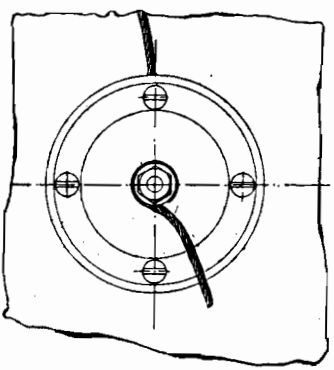


Fig. 258. - Attacco di un isolatore.

Fig. 259. - Modo di effettuare un giunto.



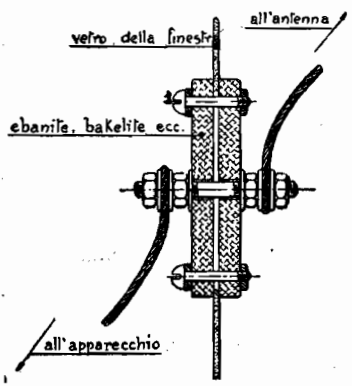


Fig. 260. - Entrata per aereo di trasmissione.

un vetro come si vede a fig. 260. Il passaggio attraverso un muro è fonte di perdite specialmente per la trasmissione su onde corte.

Aerei per ricezione.

Le antenne più comunemente usate per ricezione sono del tipo a T, a L, e *dirette* che sono schematicamente rappresentate in fig. 263. Il tipo a L è il migliore e il più comunemente usato. Nelle antenne a T l'apparecchio va collocato in modo da trovarsi sotto il punto in cui

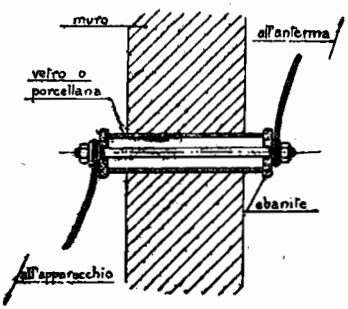


Fig. 261. - Entrata di aereo.

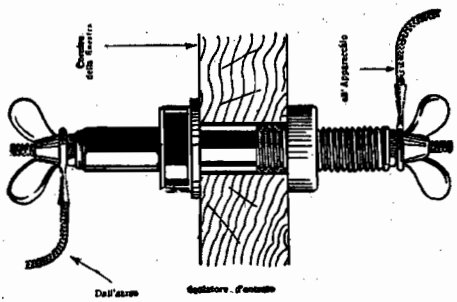


Fig. 262. - Entrata per aereo di ricezione.

viene effettuato l'attacco del conduttore di aereo all'antenna e ciò perchè il conduttore antenna-apparecchio deve possibilmente essere verticale rispetto all'antenna in prossimità di questa. L'attacco può avvenire in qualunque punto della lunghezza dell'antenna, ma preferibilmente al centro. Le antenne a T e a L ricevono bene onde di qua-

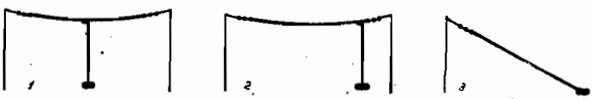


Fig. 263. - Antenna a T (1) a L (2), diretta (3).

lunque direzione di provenienza, e particolarmente quelle aventi una direzione coincidente con quella del loro tratto orizzontale se questo è molto lungo.

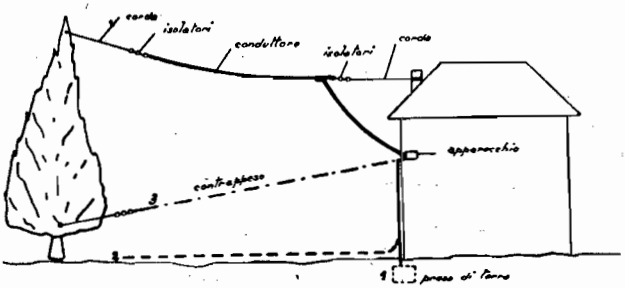


Fig. 264. - Modo di tendere un aereo e un contrappeso.

L'antenna unifilare è senz'altro da preferirsi a quella plurifilare che non presenta alcun notevole vantaggio e può rendere viceversa meno se non è ben costruita.

Lo scopo principale di usare più fili paralleli nel caso di onde corte è quello di ridurre la resistenza elettrica dell'antenna e quindi una perdita. L'aumento dei conduttori di antenna aumenta di poco la lunghezza d'onda propria dell'antenna giacchè, mentre viene aumentata la capacità, perchè le capacità in parallelo di più conduttori si sommano, il valore induttivo diminuisce perchè le induttanze dei singoli conduttori sono in parallelo. La distanza tra un filo e l'altro nel caso di antenne plurifilari non dovrà essere inferiore a due metri.

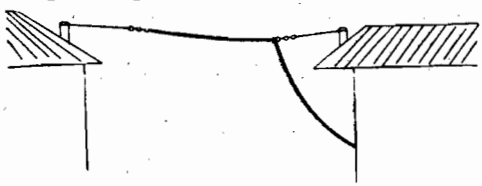


Fig. 265. - Modo di tendere un aereo.

Una antenna unifilare di buona treccia di rame zincata lunga da 20 a 50 m. e ben elevata rispetto ad alberi, edifici, ecc., è veramente la migliore antenna per la ricezione in qualunque campo d'onda.

Il fatto di usare antenne molto lunghe (oltre 50 m.) potrà forse dare segnali di maggiore intensità ma la selettività diminuisce causa la maggiore resistenza dell'aereo.

A una antenna molto lunga è preferibile una antenna ben elevata e libera dalla vicinanza di oggetti (edifici, alberi, fili, ecc.) che presentano un'azione schermante per l'antenna.

Importantissimo è l'accoppiamento del circuito d'aereo al ricevitore. Un accoppiamento molto stretto fra il circuito d'aereo non accordato e il circuito accordato di griglia della prima valvola permette di ottenere un elevato grado di selettività e questo è naturalmente determinato dal numero di spire del primario. Generalmente i migliori risultati si ottengono quando la lunghezza d'onda del circuito d'aereo è inferiore alla lunghezza d'onda da ricevere. Se la sintonia del ricevitore si avvicina troppo a quella del circuito d'aereo, questo assorbe della energia e perciò provoca una perdita di sensibilità e di selettività. Per mantenere il giusto rapporto conviene dimensionare la bobina d'aereo secondo le caratteristiche dell'aereo usato e rendere uniforme il funzionamento del trasformatore d'aereo inserendo delle capacità in serie col circuito d'aereo oppure variando con apposite prese il numero di spire del primario.

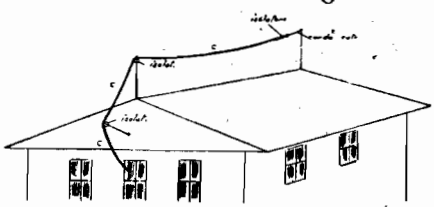


Fig. 266. - Modo di tendere un aereo.

***

Ove non è possibile per una qualsiasi ragione innalzare una antenna esterna si ricorre all'antenna interna.

Occorre scegliere accuratamente l'ubicazione di tale antenna in modo che non venga a trovarsi troppo in prossimità di tubi metallici, condutture elettriche, tubazioni di acqua e gas, ecc. Converrà inoltre che i conduttori siano lontani quanto più è possibile dalle pareti parallele alla loro direzione. L'antenna interna, o antenna da camera è, per quanto riguarda la forma, una antenna esterna in miniatura. Importante è che essa abbia una lunghezza sufficiente e, data la ristrettezza dello spazio, il più delle volte conviene dare al conduttore un andamento a zig-zag, come si vede a fig. 268.

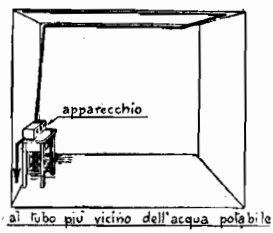


Fig 267. - Modo di tendere una antenna interna.

Come conduttore può servire un filo di rame con un buon rivestimento isolante o anche una treccia nuda come per l'antenna e in questo caso occorre un isolamento altrettanto rigoroso. Il collegamento di terra va possibilmente effettuato mediante saldatura del conduttore di terra a una prossima tubazione d'acqua.

Naturalmente la ricezione con un'antenna interna non può dare

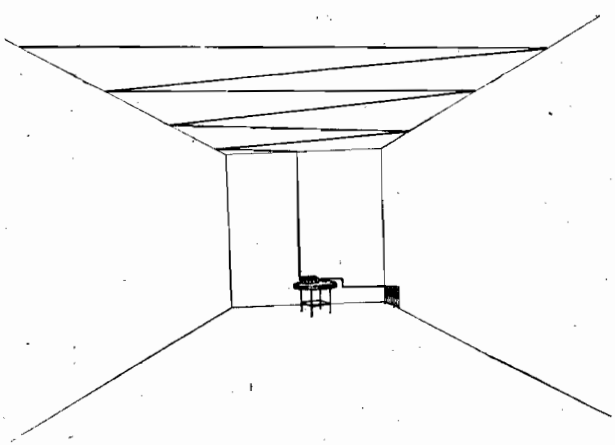


Fig. 268. - Modo di tendere una antenna interna.

l'intensità che si ottiene nel caso di un'antenna esterna, ma questa deficienza è compensata da un minor disturbo per cause atmosferiche e può essere colmata da una maggiore sensibilità dell'apparecchio ricevente.

Con ricevitori sensibili come la neutrodina a sei valvole una antenna interna è perfettamente sufficiente per una forte ricezione in altoparlante anche di diffusori lontani.

Buoni risultati si possono ottenere in certi casi facendo servire come antenna le stesse linee elettriche di luce e telefoniche, mediante dispositivi speciali che hanno essenzialmente lo scopo di rendere l'apparecchio impenetrabile alle correnti continue o alternate a bassa frequenza che percorrono dette linee e che provvedono invece un passaggio per la corrente ad alta frequenza. Tali dispositivi sono naturalmente dei condensatori. Questi condensatori debbono essere costruiti in modo da resistere a tensioni parecchie volte superiori a quelle normali delle linee al fine di garantire l'incolumità dell'operatore e dell'apparecchio. Sarà quindi sempre più conveniente tentare con linee di debole tensione come linee telefoniche e fili dei campanelli elettrici. Normalmente le linee di luce in Italia portano correnti alternate. Le prove da noi compiute colle comuni linee di luce a corrente alternata hanno dato il più delle volte buoni risultati. Tra il serrafilo di antenna dell'apparecchio e uno qualunque dei due conduttori d'una comune presa di luce viene inserito un condensatore fisso di 0·0001 a 0·0003 μF e per la presa di terra si può collegare il serrafilo di terra dell'apparecchio col termosifone o una tubazione di acqua. Il rendimento di un tale aereo dipende dalle caratteristiche della rete.

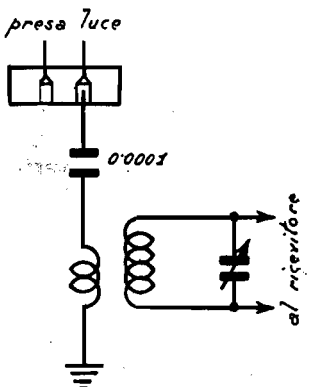


Fig. 269. - La linea di luce come antenna.

Questo sistema, che può dare buoni risultati tanto per onde medie come per onde lunghe, merita quindi la maggiore attenzione perchè semplifica enormemente l'impianto della stazione e, se il condensatore è ben costruito e ben isolato, non offre alcun pericolo per un operatore pratico.

***

L'aereo di ricezione va collegato attraverso il trasformatore d'aereo alla terra.

Questo collegamento — a torto trascurato dai più — richiede almeno tanta accuratezza come quello di aereo.

Per la presa di terra sarà bene dire subito che il miglior collegamento è costituito da uno o più conduttori sotterrati a piccola profondità nel suolo estendentisi sotto l'aereo e colle-

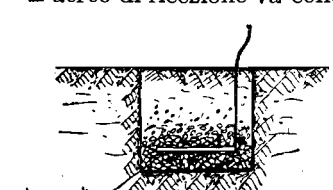


Fig. 270. - Presa di terra mediante piastra sotterrata nel suolo.

gati al ricevitore nel modo più breve e diretto. Abbastanza bene servono pure generalmente le condutture dell'acqua potabile. Non altrettanto si può dire per le condutture del gas causa la forte resistenza che esse presentano nei giunti di raccordo avvitati. Il collegamento dell'apparecchio ricevente alla presa di terra viene fatto mediante un conduttore delle stesse dimensioni e tipo di quello usato per l'antenna. Per evitare perdite di resistenza occorrerà sempre scegliere la presa di terra più prossima. Prima di fare il giunto (fig. 271) con un tubo, avere l'avvertenza di raschiare bene con un coltello o una lima la superficie in modo da stabilire il contatto col metallo nudo.

Fig. 271. - Presa di terra mediante attacco a una tubazione d'acqua.

Nei casi in cui mancano condutture di acqua ed il terreno è buon conduttore si potranno sotterrare una o più lastre di rame o di ferro zincato di circa un metro quadrato di superficie e dello spessore di uno o più mm. alla profondità di un metro circa.

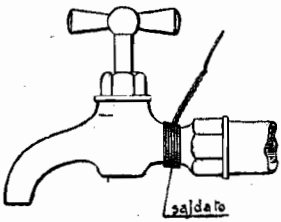


Fig. 272. - Presa di terra mediante attacco a un rubinetto dell'acqua.

Il conduttore sarà collegato alla piastra per mezzo di più saldature accurate. Sarà bene che in prossimità della superficie delle lastre metalliche sotterrate venga sparso del carbone coke per mantenere una certa umidità che, come è noto, ha sempre un'effetto benefico sulla conduzione.

Spicciativo e efficace sarà anche in alcuni casi lo stendere semplicemente sul suolo un conduttore uguale a quello di aereo in modo che si trovi sotto all'antenna.

Ottimi risultati dànno anche conduttori dipartentisi a raggiera dall'apparecchio e facenti capo a più placche di metallo o bastoni di carbone piantati nel suolo.

Nel caso che il suolo sia di natura sabbiosa, rocciosa, secca e comunque cattivo conduttore, sarà più conveniente e redditizio servirsi di un contrappeso. Questo consiste in una specie di antenna avente un'altezza dal suolo di qualche metro, e isolato da terra altrettanto rigorosamente come l'antenna. La fig. 264 mostra la costruzione di un contrappeso.

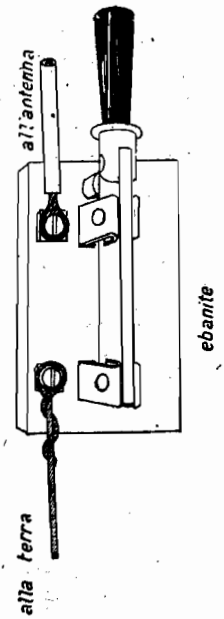


Fig. 273. - Interruttore di terra per l'antenna.

Ogni antenna deve avere un commutatore aereo-terra, da servire

come scaricatore in caso di fulmine, giacchè l'azione dell'antenna in caso di perturbamenti atmosferici elettrici è analoga a quella del parafulmine.

L'attacco tra il commutatore e la terra deve essere corto e fatto con corda spessa di rame.

Tra il conduttore di antenna e la presa di terra possono essere costantemente inseriti scaricatori speciali in modo che scariche improvvise, che possono aver luogo anche a cielo sereno, non possano danneggiare l'apparecchio. Molto bene servono a tale scopo i limitatori di tensione a gas inerte coi quali è possibile fare a meno del commutatore aereo-terra poichè prima che la tensione divenga pericolosa per gli apparecchi o le persone il sovraccarico viene dissipato dal limitatore. Questi limitatori hanno il grande vantaggio di funzionare già con tensioni d'innesco di soli 200 volt circa.

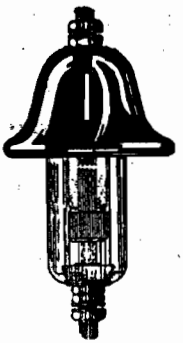


Fig. 274 - Limitatore di tensione.

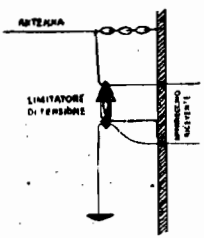


Fig. 275. - Modo di inserire un limitatore di tensione.

Aerei per trasmissione.

Praticamente qualunque antenna unifilare di ricezione può servire anche per la trasmissione su onde corte. Per ottenere però il massimo rendimento nella radiazione è necessario dimensionare convenientemente l'aereo come spiegheremo in seguito.

Per la trasmissione è di grande importanza che l'aereo abbia dello spazio libero intorno a sè perchè qualunque complesso metallico vicino potrà assorbire energia dall'aereo e quindi produrre delle perdite. Siccome inoltre in un aereo di trasmissione abbiamo correnti più elevate che nella ricezione esso dovrà essere costruito in modo da avere un minimo di resistenza ohmica e poichè vi sono in gioco tensioni elevate ad alta frequenza anche l'isolamento dovrà essere accuratissimo. Occorre inoltre evitare non solo le perdite dovute ad isolamento difettoso, ma anche quelle dovute ad effetti capacitivi che sono rilevantissime date le elevatissime frequenze che sono in giuoco nel campo delle onde corte e perciò tanto l'aereo come il conduttore di aereo dovranno essere tenuti ben distanti anche in prossimità del trasmettitore da muri, oggetti metallici, ecc. ecc.

Ogni aereo, sia esso collegato direttamente a terra o a un contrappeso, ha una *lunghezza d'onda propria o fondamentale*. Nel caso di un aereo spaziale ossia isolato nello spazio, l'onda fondamentale è circa due volte la lunghezza totale (nella quale va incluso l'eventuale contrappeso). Nel caso di un aereo collegato a terra, l'onda fondamentale è circa quattro volte la lunghezza dell'aereo.

Siccome il termine aereo potrebbe nel corso della discussione generare degli equivoci, ci serviremo in seguito del termine *sistema radiante* per cui si intende tutto il tratto di conduttore che irradia onde elettromagnetiche e quindi nel caso p. es. di un aereo spaziale, tanto l'antenna come il contrappeso.

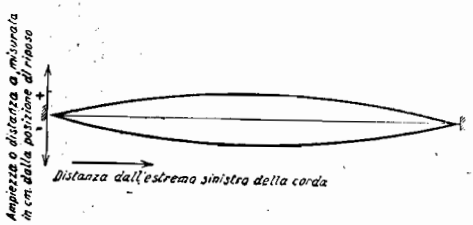


Fig. 276. - Immagine di una corda vibrante.

Per comprendere il fenomeno della distribuzione della corrente in un sistema radiante vogliamo ricorrere all'analogia della corda vibrante la quale presenta al nostro occhio l'immagine della fig. 276 che rappresenta le sue posizioni estreme. Le ordinate della figura significano in ogni punto le ampiezze della particella della corda vibrante in su e in giù. Le ampiezze delle vibrazioni possono essere misurate in centimetri e cioè positivamente verso l'alto e negativamente verso il basso. Esse sono massime a metà della corda ove formano un *ventre* mentre descrescono verso le estremità sino a diventare zero ove formano dei *nodi*. La stessa cosa avviene in un areo spaziale o dipolo, solo che ora le ordinate della fig. 277 rappresentano invece l'intensità di corrente misurata in ampère. Le ordinate verso l'alto significano un moto degli elettroni nel filo verso destra — verso il basso un moto verso sinistra. Nel punto di mezzo l'intensità della corrente è massima e diminuisce verso i due estremi, determinando dei nodi di corrente. In un dipolo la corrente è distribuita lungo il dipolo stesso esattamente come le ampiezze delle onde stazionarie di una corda vibrante in senso trasversale.

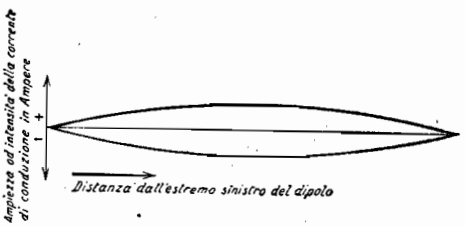


Fig. 277. - Ripartizione della corrente di conduzione in un dipolo oscillante sulla sua onda fondamentale (prima armonica).

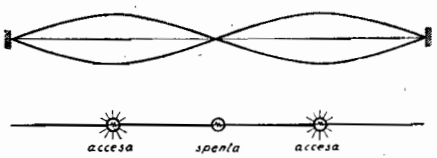


Fig. 278. - Ripartizione della corrente di conduzione in un dipolo oscillante sulla sua seconda armonica.

La corda della fig. 276 esegue la sua vibrazione fondamentale; quella della fig. 278 vibra nella sua seconda armonica con un nodo di vibrazione stazionaria non solo ai due estremi ma anche al centro. Sotto la corda vibrante è indicato schematicamente un dipolo eccitato sulla sua seconda armonica il quale è costi-

tuito di due dipoli ciascuno dei quali uguale a quello precedentemente usato. In questo dipolo sono inserite delle lampadine incandescenti per poter constatare praticamente la ripartizione della corrente. Le lampadine corrispondenti ai nodi di corrente rimangono spente mentre le altre sono tanto più accese quanto più vicine sono ai massimi o ventri di corrente. Vediamo quindi che la distribuzione di corrente in un filo può presentare l'immagine di un'onda stazionaria e precisamente sia della fondamentale che di una armonica.

La distribuzione della tensione è tale che a un ventre di corrente corrisponde un nodo di tensione e viceversa.

Se l'onda emessa dal trasmettitore è uguale all'onda fondamentale del sistema radiante noi diciamo che questo viene eccitato sulla fondamentale. Se l'onda emessa è metà dell'onda fondamentale noi diciamo che il sistema radiante è eccitato sulla seconda armonica. Se l'onda generata è un terzo della fondamentale noi diciamo che il sistema radiante è eccitato sulla terza armonica e così via.

Per ottenere un buon rendimento del sistema radiante occorre che il rapporto tra onda fondamentale dell'aereo e onda generata sia un quoziente intero: 1, 2, 3, 4, 5, ecc. I migliori rendimenti si hanno eccitando il sistema radiante sulla fondamentale o sulle prime armoniche.

Lo stato di sintonia tra le oscillazioni generate e il sistema radiante si constata facilmente mediante uno o più amperometri per corrente a radiofrequenza. Quando infatti l'onda generata è uguale alla fondamentale o a una armonica del sistema radiante l'amperometro d'aereo segna un massimo se si trova inserito in un ventre di corrente, cioè in un punto in cui la corrente è un massimo.

Per meglio comprendere il fenomeno di eccitazione del sistema radiante, possiamo ricorrere a un esempio meccanico. Supponiamo che l'oscillatore sia un vibratore meccanico a percussione e l'antenna un pendolo. Se la frequenza del pendolo non è uguale a quella del vibratore o a un multiplo intero di questa, il pendolo non potrà oscillare ritmicamente.

***

Vi sono due tipi di aereo per trasmissione: *l'antenna Marconi* e *l'antenna Hertz o spaziale*. L'antenna Marconi è costituita da un aereo collegato a terra. L'antenna Hertz è generalmente costituita da un aereo e da un contrappeso oppure da un aereo elevato. Tanto

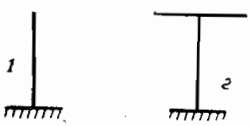


Fig. 279.
Antenna Marconi.

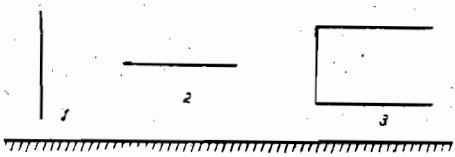


Fig. 280. - Antenna Hertz.
1, verticale; 2, orizzontale; 3, piegata.

l'antenna Marconi come l'antenna Hertz possono essere del tipo verticale, orizzontale, piegato.

L'antenna verticale ha induttanza distribuita lungo tutta la sua altezza. La capacità rispetto al suolo è invece maggiore per unità di lunghezza nel tratto vicino al suolo. L'onda fondamentale dell'aereo risulta quindi da questi due valori distribuiti.

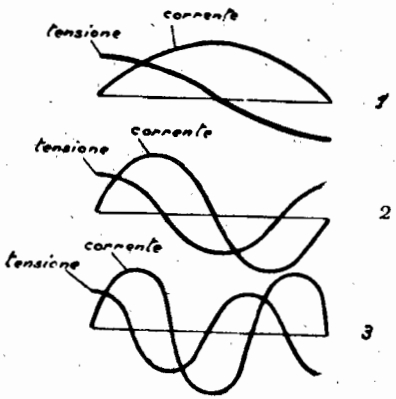


Fig. 281. - Distribuzione di tensione e corrente in antenne spaziali eccitate.
1, sulla fondamentale; 2, sulla seconda armonica; 3, sulla terza armonica.

L'antenna orizzontale ha induttanza distribuita lungo tutta la sua lunghezza. Nel caso di una antenna spaziale, essendo la capacità rispetto al suolo uniforme per tutta la lunghezza, il ventre di corrente sarà esattamente al centro quando si lavora sull'onda fondamentale dell'antenna.

Generalmente l'antenna Marconi viene alimentata induttivamente per mezzo di una bobina inserita in un punto vicino alla terra.

L'antenna Hertz può invece essere alimentata per corrente (ossia in un punto in cui vi è corrente) o per tensione (ossia in un punto in cui vi è tensione) e, come già abbiamo visto, può essere eccitata sulla fondamentale o su una armonica.

Quando una antenna Hertz è eccitata sulla fondamentale la corrente è massima al centro elettrico del sistema radiante e diminuisce oltre tale punto, mentre la tensione che al centro elettrico è zero aumenta oltre tale punto. La corrente è zero ai capi mentre la tensione vi è massima.

Eccitando l'aero sulla fondamentale abbiamo dunque una semionda tra le estremità dell'antenna.

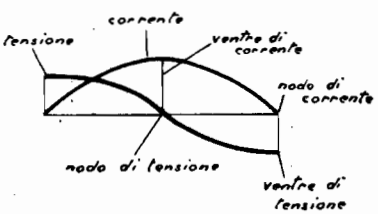


Fig. 282. - Ventri e nodi di tensione e di corrente.

Eccitando l'aereo su una armonica avremo un numero di semionde uguale all'armonica sulla quale viene eccitato il sistema radiante. Così nella eccitazione sulla seconda armonica avremo due semionde, sulla terza tre, sulla quarta quattro, ecc., come del resto si vede a fig. 281. In un sistema radiante la distribuzione di corrente può essere constatata per mezzo di un amperometro a radiofrequenza mentre la distribuzione di tensione può essere constatata praticamente mediante un tubo al neon che — se la potenza nel-

l'antenna è sufficiente — diverrà luminoso in corrispondenza dei ventri di tensione.

Una antenna Hertz può essere alimentata mediante una forte corrente in un punto dell'antenna in cui vi è un ventre di corrente oppure mediante una elevata tensione in un punto dell'antenna in cui vi è un ventre di tensione.

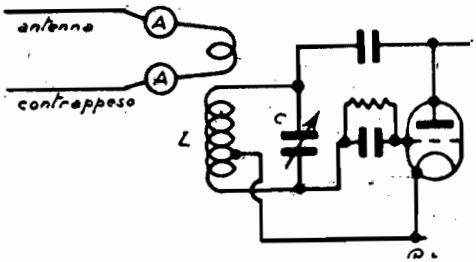


Fig. 283. - Alimentazione di corrente.

La fig. 284 mostra un tipo di antenna Hertz con alimentazione di corrente che viene largamente usato dai dilettanti. La bobina di accoppiamento si trova al centro tra antenna e contrappeso e poichè l'aereo viene eccitato sulla fondamentale vi è in tal punto un ventre di corrente. Per evitare che la bobina di accoppiamento aumenti l'onda fondamentale dell'aereo si possono inserire dei condensatori variabili ma ciò comporta generalmente delle perdite ed è quindi più conveniente accorciare antenna e contrappeso sino ad avere l'onda fondamentale voluta.

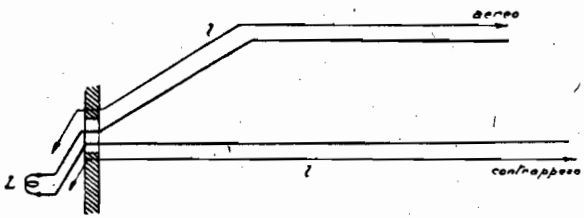


Fig. 284. - Sistema radiante formato di antenna e contrappeso.

Se l'aereo, invece che sulla fondamentale, viene eccitato sulla 2ª,

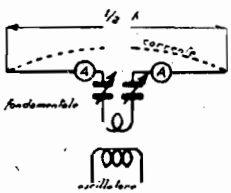


Fig. 285. - Alimentazione di corrente sulla fondamentale.

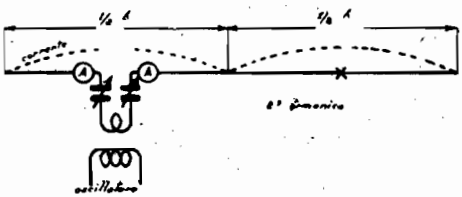


Fig. 286. - Alimentazione di corrente sulla seconda armonica.

3ª, 4ª, ecc. armonica, occorre collocare la bobina in un punto in cui la corrente è un massimo, come è praticamente dimostrato nelle figg. 286 e 287.

L'alimentazione di tensione può essere effettuata in diversi modi. Il più semplice è quello di accoppiare all'induttanza dell'oscillatore

una bobina di una o due spire di cui un capo viene collegato all'aereo, mentre l'altro rimane libero (fig. 289). L'eccitazione può avvenire tanto sulla fondamentale come su una armonica (vedi fig. 288).

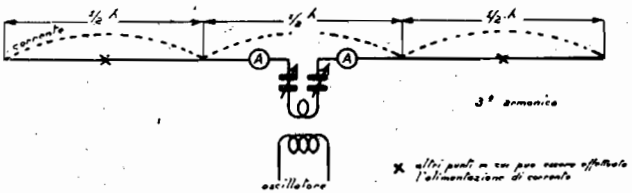


Fig. 287. - Alimentazione di corrente sulla terza armonica.

L'alimentazione di corrente è solitamente più facile e più maneggevole specialmente quando si voglia lavorare su parecchie lunghezze d'onda mentre quella di tensione può dare un rendimento migliore ma presenta difficoltà di messa a punto e non è molto maneggevole.

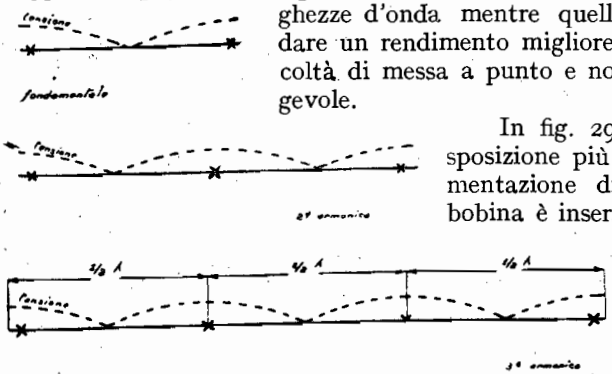


Fig. 288. - Punti (x) in cui può avvenire l'alimentazione di tensione.

In fig. 290 vediamo la disposizione più comune per l'alimentazione di corrente. Se la bobina è inserita esattamente in un ventre di corrente i due amperometri segneranno la stessa intensità di corrente. Ciò non è però indispensabile. Per avere una buona condizione di irradiamento la distanza tra antenna e contrappeso deve essere un massimo. In alcuni casi può essere che per l'ubicazione del trasmettitore rispetto all'antenna sia necessario che i due conduttori si trovino vicini o in prossimità di muri in vicinanza del trasmettitore. Per evitare perdite conviene in tal caso servirsi di una linea di alimentazione a radiofrequenza tra il trasmettitore e il sistema radiante. Essa consiste semplicemente di due

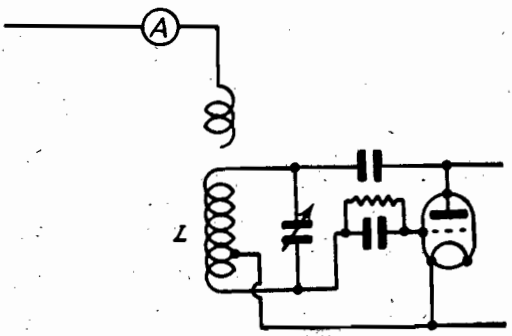


Fig. 289. - Alimentazione di tensione.

conduttori paralleli distanti circa 20 cm. come si vede a fig. 291. Le correnti e le tensioni sono relativamente basse in una linea di alimentazione a radiofrequenza e siccome i due fili agiscono in opposizione, la loro radiazione è pressochè nulla.

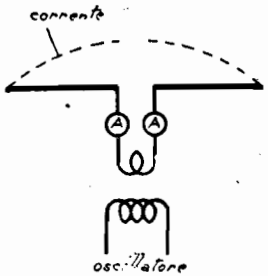


Fig. 290. - Alimentazione di corrente.

La linea doppia di alimentazione deve essere elettricamente rigorosamente simmetrica e va dimensionata considerandola come facente parte del sistema radiante. Quindi la distribuzione di corrente e di tensione su tutto il conduttore (linea di alimentazione + tratto radiante) deve corrispondere a quella di un sistema radiante di uguale lunghezza totale. Tutti e due i conduttori della linea di alimentazione vanno trattati ugualmente affinchè i campi intorno ai due fili siano uguali poichè altrimenti essi non si annullerebbero e si avrebbero inconvenienti di radiazione.

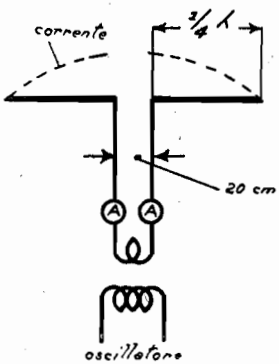


Fig. 291. - Alimentazione di corrente attraverso linea doppia di alimentazione (antenna Levy).

La linea di alimentazione a radiofrequenza può essere usata anche nell'alimentazione di tensione. Le figg. 294 e 295 sono esempi di alimentazione di tensione col sistema Zeppelin. Uno dei fili della linea è collegato a una estremità del sistema radiante che è sempre un ventre di tensione qualunque sia l'armonica sulla quale si lavora. L'altro filo invece serve solo a evitare perdite di radiazione: in tal caso la parte radiante è costituita dal solo tratto orizzontale. Questo sistema è specialmente raccomandabile dove è possibile collocare il tratto radiante in posizione elevata e aperta mentre invece vi sarebbero perdite di assorbimento in prossimità del trasmettitore. Invece di usare una linea di alimentazione doppia si può anche usare per l'alimentazione di tensione un unico conduttore (fig. 296).

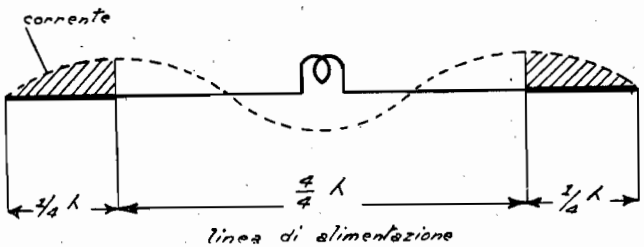


Fig. 292. - Distribuzione della corrente nell'antenna Levy.

Per evitare che esso irradi e che alteri la sintonia del tratto radiante sarà bene procedere nel modo seguente: si collega un capo del filo di alimentazione attraverso una bobina *L* di poche spire alla induttanza del trasmettitore e precisamente tra le prese di filamento e di

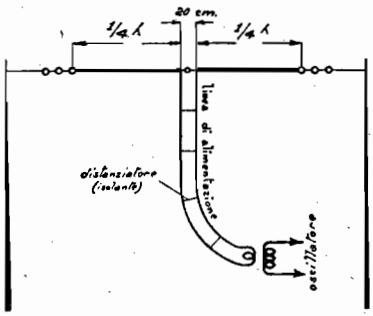


Fig. 293. - Costruzione pratica di un'antenna Levy.

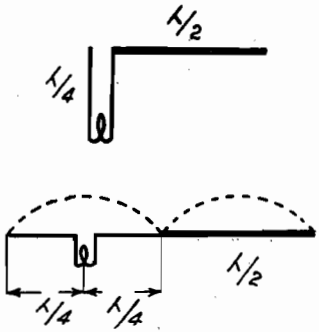


Fig. 294. - Antenna Zeppelin (2ª armonica).

placca. L'altro capo del conduttore di alimentazione viene collegato all'aereo in un punto un po' discosto dal centro. Si varia ora la capacità *C* del circuito oscillante sino ad avere la massima corrente d'aereo in *A* (ciò che si può constatare inserendo un amperometro a radiofrequenza nel centro del sistema radiante). Si muove ora la presa sull'antenna di circa 20 cm. alla volta verso una estremità sintonizzando

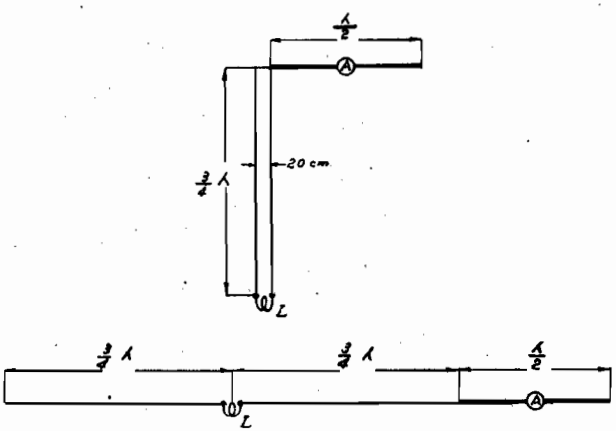


Fig. 295. - Antenna Zeppelin (4ª armonica).

ogni volta il circuito oscillante sino ad avere la massima corrente. Notando ogni volta la posizione della presa e la corrente segnata dall'amperometro si troverà il punto migliore. Se la lunghezza d'onda corrispondente è troppo elevata conviene ridurre le dimensioni del sistema

radiante asportando contemporaneamente porzioni uguali di conduttore alle due estremità. La lunghezza di conduttore da asportare a ogni estremità è all'incirca uguale alla metà della lunghezza d'onda da ridurre. L'importante in questo sistema di alimentazione è di avere la massima corrente nel sistema radiante e la minima corrente possibile nel conduttore di alimentazione. Allontanando la presa dal centro dell'antenna l'accoppiamento aumenta e lo stesso avviene diminuendo le spire della bobina *L* e spostando la presa verso la presa di placca. Aumentando eccessivamente l'accoppiamento la sintonia dell'onda emessa può risultare troppo piatta e possono perciò verificarsi interferenze locali.

Tanto nell'alimentazione di corrente come in quella di tensione occorre rammentare che è bene non lavorare con accoppiamento troppo stretto per evitare una emissione instabile, una sintonia troppo piatta e quindi interferenze locali e instabilità dell'oscillatore. È inoltre bene che il sistema radiante sia di circa il 10% disintonizzato per evitare instabilità dovute al variare delle costanti del sistema d'aereo per ragioni meccaniche (ondulazione dell'aereo, ecc.).

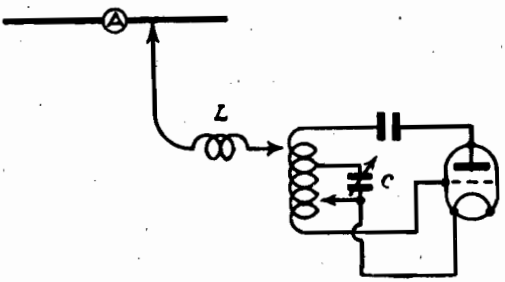


Fig. 296. - Alimentazione di tensione con linea di alimentazione semplice.

In tutti questi tipi di antenna il conduttore è un filo unico di treccia di rame preferibilmente zincata.

Le antenne a gabbia o multiple non hanno alcuno scopo colle onde corte.

Per le onde al di sopra dei 300 m. si usa generalmente invece una antenna Marconi preferibilmente a gabbia la cui onda fondamentale è all'incirca $^3/_4$ dell'onda da emettere.

Qualunque complesso metallico ha una propria frequenza di oscillazione. Se un tale complesso (fili, armature metalliche di casamenti, cancellate, barriere di filo spinoso) viene a trovarsi vicino al sistema radiante e se la sua frequenza coincide esattamente con quella emessa si avrà un notevole assorbimento di potenza. Conviene in tal caso alterare la frequenza propria del complesso metallico inserendo isolatori o capacità.

Caratteristiche di un aereo e loro misurazione.

Le caratteristiche di un aereo sono le seguenti:

Onda fondamentale
Capacità
Induttanza
Altezza di radiazione
Resistenza di radiazione (per la trasmissione)
Resistenza efficace.

Calcolo e misura della onda fondamentale di un aereo.

Un aereo Marconi collegato direttamente alla terra — senza inserimento di induttanze e di capacità — ha una frequenza caratteristica propria che corrisponde a una data lunghezza d'onda: l'onda fondamentale λ_0 dell'aereo:

per un filo verticale $\lambda_0 = 4l$
per un filo diritto obliquo rispetto alla terra $\lambda_0 = 4.2l$
per un aereo a T $\lambda_0 = 4,5$ a $5l$

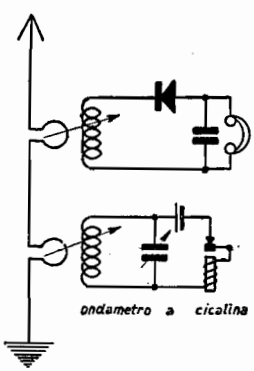


Fig. 297. - Misurazione dell'onda fondamentale di un aereo.

l è la lunghezza complessiva da una estremità dell'aereo alla presa di terra.

Qualunque conduttore isolato e quindi anche una antenna spaziale — cioè non collegata a terra — ha una onda fondamentale uguale a circa due volte la sua lunghezza $\lambda_0 = 2l$.

L'aereo può essere accordato a una lunghezza d'onda superiore inserendo delle induttanze nel circuito aereo-terra.

Per la trasmissione il rendimento di radiazione diminuisce tanto più quanto più l'onda irradiata è maggiore dell'onda fondamentale dell'aereo. Perciò è importante per un aereo di trasmissione la misura dell'onda fondamentale. Questa viene effettuata come segue.

Si inserisce nell'aereo una spira accoppiata con un ondametro a cicalina e una spira accoppiata colla induttanza di un circuito aperiodico.

La lunghezza d'onda letta sull'ondametro per la quale si ha un massimo di intensità di suono nel ricevitore telefonico è uguale all'onda fondamentale dell'aereo.

Al posto dell'ondametro a cicalina si può anche usare un ondametro-eterodina, nel quale caso occorre però sostituire il ricevitore telefonico del circuito aperiodico con un galvanometro, oppure inserire un milliamperometro nel circuito di placca dell'eterodina e in tal caso non occorre più il circuito aperiodico. Più facilmente ancora si

può con un ricevitore a reazione notare dove si disinnescano le oscillazioni per assorbimento e misurare poi coll'ondametro la relativa lunghezza d'onda.

Calcolo e misura della capacità di un aereo.

1) Per il calcolo della capacità di un aereo a più conduttori possono servire le seguenti formule:

$$\text{(Austin)}\ C = \left(4\sqrt{a} + 0.885\,\frac{a}{h}\right) \times 10^{-5}$$

C capacità in μF;
a area della sommità dell'aereo in m²:
h altezza media dell'aereo in m.

Se la lunghezza l dell'aereo è più di 8 volte la distanza b dei conduttori la formula si esprime così:

$$C = \left(4\sqrt{a} + 0.885\,\frac{a}{h}\right)\left(1 + 0{,}015\,\frac{l}{b}\right) \cdot 10^{-5}$$

l e b in m.

Per un'antenna con un solo filo potrà servire la formula seguente:

$$\text{per } \frac{4h}{l} \underset{<}{=} 1 \qquad C = \frac{0.2416\ l}{\log_{10}\frac{4h}{d} - k_1}$$

l lunghezza dell'aereo in cm.;
h altezza in cm.;
C capacità in μF;
k_1 e k_2 da tabella IX;
d diametro del filo in cm.

$$\text{per } \frac{l}{4h} \underset{<}{=} 1 \qquad C = \frac{0.2416\ l}{\log_{10}\frac{2l}{d} - k_2}$$

TABELLA IX.

$\frac{4h}{l}$	k_1	$\frac{l}{4h}$	k_2
0	0	0	0
0.1	0.001	0.1	0.043
0.2	0.004	0.2	0.086
0.3	0.009	0.3	0.128
0.4	0.016	0.4	0.169
0.5	0.025	0.5	0.209
0.6	0.035	0.6	0.247
0.7	0.045	0.7	0.283
0.8	0.057	0.8	0.318
0.9	0.069	0.9	0.351
1.0	0.082	1.0	0.383

Come ben si vede questi calcoli non sono dei più semplici e non dànno che un valore approssimativo, anche perchè non tengono conto della capacità del conduttore antenna-apparecchio.

Una maggiore esattezza si ottiene con una misurazione effettuabile nel modo seguente.

Si inserisce un condensatore di valore conosciuto C in serie nel ventre di corrente e si misura la lunghezza d'onda λ_c con lo stesso metodo usato per la determinazione dell'onda fondamentale λ_0 dell'antenna. La capacità C_a dell'antenna risulta quindi:

$$C_a = C \frac{\lambda_0^2 - \lambda_c^2}{\lambda_c^2}$$

Perchè la misura risulti esatta λ_c non deve essere inferiore a 0·9 λ_0.

La capacità di un aereo a **L** il cui tratto orizzontale è di 25 m. e la discesa di 8 m. è leggermente inferiore a 0.0002 μF.

Misura dell'induttanza di un aereo.

Come per la misura della capacità, si inserisce una induttanza di valore conosciuto L, misurando la lunghezza d'onda λ_L risultante. Si ha quindi il valore della induttanza di aereo L_a:

$$L_a = L. \frac{\lambda_0}{\lambda_L^2 - \lambda_0^2}$$

Per calcolare l'onda fondamentale di un aereo colla formula di Thompson:

$$\lambda = 2 \pi \sqrt{L C}$$

occorre inserire per L e C i valori dinamici e cioè quelli che si ottengono con le suddette misurazioni e non quelli statici ottenuti col calcolo.

Potenza irradiata e altezza di radiazione.

Il fattore che influisce da parte della stazione trasmettente sulla portata della emissione è la potenza irradiata, la quale è funzione della corrente d'aereo, della così detta *altezza di radiazione* e della lunghezza dell'onda irradiata. La ragione per la quale occorre distinguere l'altezza di radiazione da quella reale sta nel fatto che la ripartizione della corrente non è uniforme; cioè che in un certo momento la corrente non ha il medesimo valore in tutti i punti dell'aereo. La fig. 298 mostra la ripartizione della corrente in un filo verticale collegato a

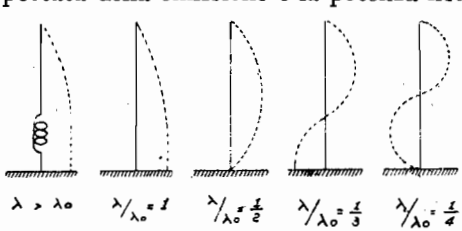


Fig. 298. - Ripartizione della corrente in una antenna Marconi per diversi valori del rapporto λ/λ_0.

terra per diversi rapporti fra la lunghezza dell'onda irradiata e quella dell'onda fondamentale dell'aereo. Se tale rapporto è uguale a 1, cioè l'aereo viene eccitato sull'onda fondamentale, si trova un ventre alla presa di terra e un nodo al vertice. Se l'aereo oscilla nella seconda armonica, il vertice e la presa di terra formano un nodo mentre il ventre si trova a metà, ecc.

L'altezza di radiazione a_i può essere trovata moltiplicando l'altezza reale a con un coefficiente α per il quale diamo qui appresso una tabella.

TABELLA X.

$\frac{L}{a}$	α	$\frac{L}{a}$	α
0,0	0,639	1,5	0,940
0,1	0,696	2,0	0,958
0,2	0,741	3,0	0,979
0,3	0,777	4,0	0,987
0,4	0,806	5,0	0,993
0,5	0,830	6,0	0,996
0,6	0,850	7,0	0,998
0,7	0,867	8,0	0,999
0,8	0,881	9,0	0,999
0,9	0,893	10,0	1
1,0	0,904		

L Lunghezza della parte orizzontale per aereo a L
L $^1/_2$ lunghezza » » » » » » T
a altezza dell'aereo.

Se si indica con I la corrente d'aereo nel ventre che si trova alla base dell'aereo, per le onde superiori all'onda fondamentale dell'aereo, la potenza irradiata P_i si esprime come segue:

$$P_i = 1579 \left(\frac{a_i}{\lambda}\right)^2 . I^2$$

Da questa formula si vede che quanto più grande sono l'altezza di radiazione e la corrente d'aereo, e quanto più piccola la lunghezza d'onda usata, tanto più grande risulta la potenza irradiata e con ciò la portata della stazione. Per una determinata lunghezza d'onda λ, è quindi il prodotto $a_i . I$ espresso in metri-ampère il valore che caratterizza la portata della stazione.

Risulta chiaro che per un determinato aereo la potenza irradiata e con ciò il rendimento dell'aereo aumenta col diminuire della lunghezza dell'onda irradiata.

Potenza di radiazione.

Resistenza di radiazione R_i chiamasi la resistenza ohmica immaginaria che, inserita nell'aereo, darebbe secondo la legge di Joule una trasformazione d'energia in calore uguale al dispendio di energia

per radiazione. Quindi, quanto più elevata è la resistenza di radiazione di un aereo trasmettente, tanto maggiore è il suo rendimento.

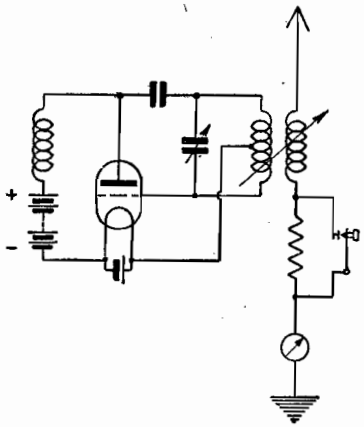


Fig. 299. - Misurazione della resistenza efficace.

Per le lunghezze d'onda uguali o maggiori dell'onda fondamentale dell'aereo Marconi la resistenza di radiazione R_i può essere ricavata dalla seguente formula:

$$R_i = 1579 \left(\frac{a_i}{\lambda}\right)^2$$

R_i in ohm:
a_i = altezza di radiazione in metri:
λ = lunghezza d'onda irradiata in metri.

La potenza irradiata risulta dalla formula:

$$P_i = I^2 . R_i$$

Per le lunghezze d'onda minori dell'onda fondamentale dell'aereo non serve più la formula suddetta e R_i viene ricavata in base alla tabella N. XI compilata da Stuart Ballantine che indica il valore di R_i in funzione del rapporto λ/λ_0 per un filo verticale collegato a terra perfettamente conducente.

TABELLA XI.

$\frac{\lambda}{\lambda_0}$	R_i alla base dell'aereo	R_i nel ventre di corrente
1,00	36,54	36,54
0,98	40,00	38,61
0,87	55,50	52,80
0.78	83,00	68,82
0,70	143,50	86,57
0,65	210,00	95,45
0,57	730,00	106,00
0,52	5270,00	104,50
0,50	58200,00	101,10
0,49	27900,00	97,20
0.44	650,00	80,00
0,41	191,00	62,50
0,39	88,00	50,40
0,37	55,80	44,66
0,35	46,00	44,16
0,34	46,80	46.42
0,31	79,50	73,01

L'energia osciilante del trasmettitore viene solo in parte irradiata, poichè una parte di essa va dispersa causa diverse perdite (conduzione superficiale, correnti nel suolo, isolamento deficiente, ecc.). Come alla potenza irradiata corrisponde una resistenza di radiazione, così

alla potenza totale fornita dal trasmettitore corrisponde una resistenza totale dell'aereo, formata dalla resistenza di radiazione più la resistenza corrispondente alle perdite. La misurazione della resistenza di radiazione non può essere effettuata al trasmettitore stesso, ma bensì solo a un posto di ricezione a una certa distanza, mentre la resistenza totale può essere misurata al trasmettitore stesso nel modo seguente.

Si eccita l'aereo mediante un accoppiamento lasco con un piccolo trasmettitore a circuito chiuso inserendo nell'aereo un amperometro sensibile a filo caldo o meglio un galvanometro a radiofrequenza e si sintonizza il circuito del trasmettitore a una data frequenza dell'aereo (ottenuta mediante inserimento di induttanze). Si legge quindi il valore I_1 segnato dal galvanometro e si inserisce quindi una resistenza non induttiva nell'aereo di valore conosciuto R facendo nuovamente una lettura nel galvanometro che segnerà ora la corrente I_2. Indicando con R_g la resistenza del galvanometro si avrà la resistenza totale R_t.

$$R_t = R \frac{I_2}{I_1 - I_2} - R_g$$

Ripetendo questa misura per varie lunghezze d'onda si potrà tracciare una curva che dà la resistenza totale in funzione della lunghezza d'onda.

Il telaio

Invece di collegare un ricevitore qualsiasi con l'antenna e con la terra lo si può collegare anche a un circuito chiuso costituito da più spire di un conduttore. Questo circuito chiuso prende il nome di *telaio* o *quadro* e può essere considerato come il circuito secondario di un trasformatore influenzato a distanza dal campo magnetico prodotto dalle radioonde. Questo telaio ha la particolarità di captare un massimo di onde quando il piano verticale delle sue spire è rivolto verso la stazione trasmettente. Ciò risulta evidente se si considera che le linee di forza del campo magnetico dell'aereo trasmettente si di-

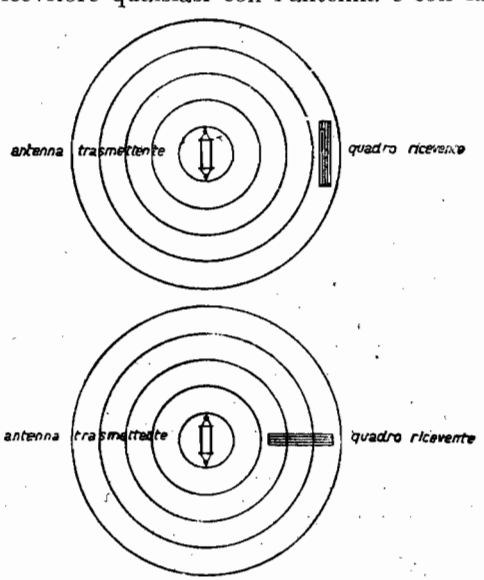


Fig. 300. - Proprietà direzionale del telaio.

spongono concentricamente intorno all'aereo stesso e quindi attraversano in maggior copia il quadro quando questo è verticale alla loro direzione tangenziale in quel punto. Si dice perciò che il telaio è direzionale e ciò costituisce un vantaggio, dato che in tal modo possono essere indeboliti i segnali di altre stazioni che non si potrebbe altrimenti escludere quando avessero la stessa lunghezza d'onda della stazione che si vuol ricevere.

La ricezione col telaio non dà la stessa intensità come con l'antenna, ma in compenso una maggior purezza, anche perchè viene con

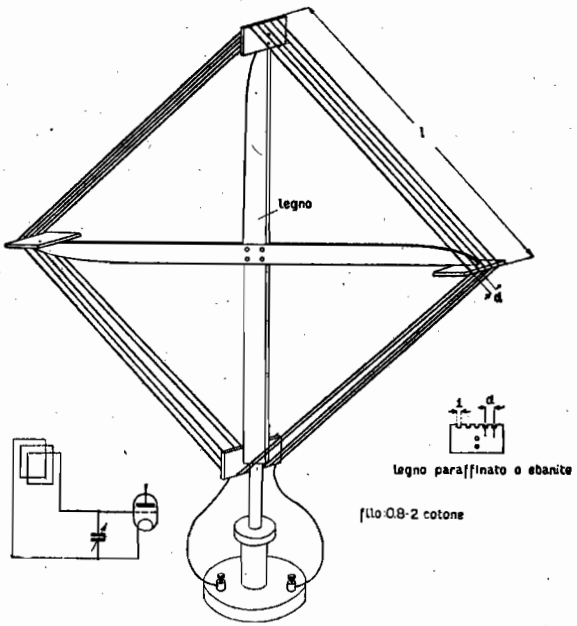


Fig. 301. - Telaio à spirale solenoide (tabella XII).

esso alquanto diminuita l'intensità dei disturbi atmosferici. La minore intensità dei segnali può essere compensata da una maggiore sensibilità dell'apparecchio ricevente.

Si può calcolare che l'aggiunta di una valvola amplificatrice *AF* basti a compensare la perdita di sensibilità causata dalla sostituzione dell'antenna esterna col telaio.

Il telaio costituisce certamente il sistema ideale di ricezione perchè comporta una maggiore selettività, una maggiore eliminazione dei disturbi parassitari e perchè ha un piccolissimo potere radiante anche se il ricevitore produce oscillazioni.

I ricevitori più sensibili come la supereterodina consentono anche con un piccolo telaio di ricezione le emissioni più distanti.

Il telaio può anche servire per fare della trasmissione direzionale a brevi distanze e in tal caso i migliori risultati si ottengono facendo la lunghezza di un lato (per un telaio quadrato) uguala a metà della

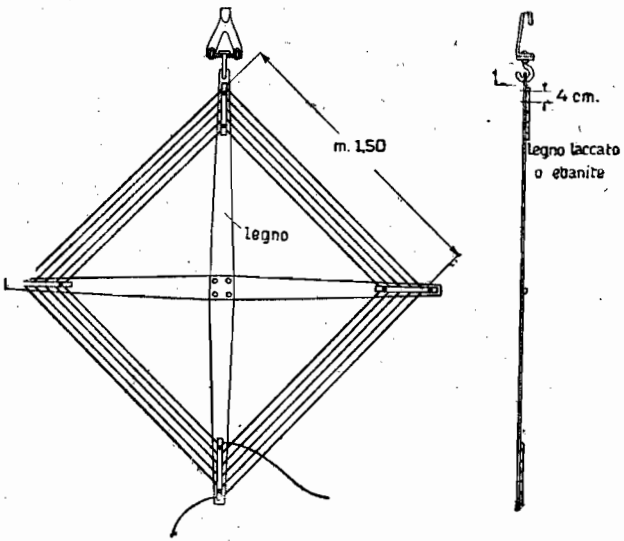


Fig. 302. - Telaio a spirale piatta (5 spire) per la ricezione dei diffusori con onda da 250 a 600 m.

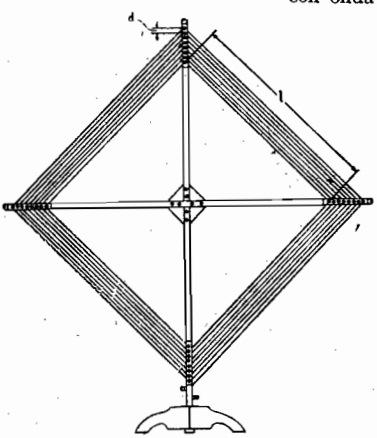


Fig. 303. - a spirale piatta.

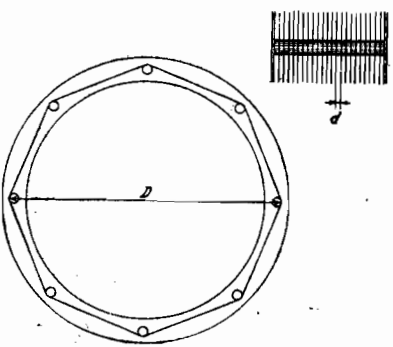


Fig. 304. - a solenoide.

Telai di piccole dimensioni.

lunghezza d'onda emessa. Per lunghezze d'onda superiori a 5 m. ciò porterebbe a dimensioni enormi del telaio e perciò viene usata solo una induttanza di maggiori dimensioni ossia con un campo più aperto.

Il telaio viene inoltre usato con ricevitori sensibili per la ricerca

della direzione di un trasmettitore (radiogoniometria) o per la identificazione di guasti nelle linee ad alta tensione. La ricerca della direzione avviene per il minimo di intensità dei segnali giacchè l'orecchio umano percepisce meglio variazioni di intensità di segnali deboli anzichè di forti.

***

I telai non sono altro che bobine di induttanza di ampie dimensioni e vengono costruiti di 2 tipi: a spirale piatta e a spirale solenoide.

I telai del primo tipo servono per onde medie e corte, quelli del secondo tipo per tutte le lunghezze d'onda.

Nella costruzione di un telaio i punti essenziali da tener presenti sono i seguenti:

1° Dimensioni del telaio stesso e numero di avvolgimenti per un dato campo d'onda.

2° Distanza tra i singoli avvolgimenti.

3° Dimensione e tipo del conduttore.

4° Isolamento.

5° Valore del condensatore di sintonia.

6° Ubicazione del telaio .

7° Peso morto di avvolgimenti non circuitati.

Nella fig. 301 e nella tabella XII sono indicati dati per la costruzione di telai a solenoide.

TABELLA XII. — DATI PER LA COSTRUZIONE DI UN TELAIO A SOLENOIDE

Lunghezza *l* di un lato in mm.		0.80	1.20	1.80	4.00
Distanza *d* tra 2 spire in mm.		4	6	11	18
Lunghezza d'onda in m. (per telaio in derivazione con un condensatore variabile fino a 0.001 μ F)		numero di spire			
1	300 — 700	6	5	4	3*
2	500 — 1200	10	8	6	4*
3	1000 — 2500	18	15	12	7
4	2000 — 6000	50	40	30*	17
5	4000 — 10000	—	—	80*	42

NB. — Il conduttore da usarsi è all'incirca 0.8—2 cotone.

I numeri di spire segnati con un asterisco corrispondono ai dati per i quali l'intensità di ricezione è maggiore.

Queste dimensioni non sono generalmente compatibili con lo spazio disponibile e perciò il dilettante farà bene a scegliere quei dati della tabella che meglio si adattano al suo caso. Come ben si vede nella

tabella, un quadro può essere costruito in vari modi e il maggior rendimento si ottiene colle maggiori dimensioni del telaio.

TABELLA XIII. — DATI PER LA COSTRUZIONE DI UN TELAIO A SOLENOIDE
l = 1.20 m. d = 12 mm.

N° spire	Capacità del condensatore in derivazione (in μF)			
	0.00005	0.0001	0.0005	0.001
	Lunghezza d'onda in m.			
1	—	65	130	180
3	130	160	300	400
6	230	380	500	700
12	430	490	920	1250
24	760	900	1600	2100
48	1500	1800	3200	4300
72	2200	2700	4800	6400
120	4000	4500	8000	10000
240	7500	9000	15000	20000

La fig. 302 mostra la costruzione di un telaio a spirale piatta per la ricezione delle onde medie (250 — 600 m.).

Con ricevitori di alta sensibilità come la supereterodina o la neutrodina con tre stadi AF si possono usare anche telai di piccolissime dimensioni.

Telai a spirale piatta (fig. 303).

200 — 600 m. 10 spire $l = 35$ cm. $d = 1$ cm.
650 — 2000 m. 30 spire $l = 35$ cm. $d = 0{,}75$ cm.

Telai a spirale solenoide (fig. 304).

200 — 600 m. 22 spire $D = 30$ cm. $d = 7$ mm.

Il conduttore può essere filo rame circa 0.8-2 cotone.

9. - Bobine di induttanza

CALCOLO.

La lunghezza d'onda λ di un circuito oscillante è data dalla formula:

$$\lambda = 1885 \sqrt{LC}$$

λ in metri
L induttanza in μH
C capacità in μF

Questi valori sono espressi per le varie lunghezze d'onda e le frequenze corrispondenti nella tabella XIV.

Possiamo quindi, conoscendo λ e C, calcolare L.

Ogni bobina d'induttanza in un circuito con un condensatore variabile da *Cmin* a *Cmax* coprirà un dato campo da un minimo a un massimo di lunghezza d'onda. Nel calcolo di una induttanza occorre sempre prendere come base di calcolo il limite superiore di lunghezza d'onda che si vuol ricevere.

Supponiamo per esempio di voler costruire una bobina d'induttanza per la ricezione di diffusori nel campo d'onda da 200 a 600 metri.

Sarà opportuno calcolare la nostra bobina per il limite superiore di 600 metri.

Per trovare il valore di induttanza corrispondente alla lunghezza massima da ricevere, dobbiamo prendere per C il valore massimo del condensatore variabile. Questo condensatore, detto di sintonia, ha in generale una capacità massima di 0,0005 μF.

La tabella dà per 600 metri di lunghezza d'onda $C \times L = 0{,}10141$. Quindi

$$L = \frac{0{,}10141}{0.0005} = 202{,}8 \ \mu H$$

Conosciamo ora il valore dell'induttanza della nostra bobina. Ci resta a vedere come questo valore si traduca praticamente colla co-

struzione nei singoli valori del diametro, della lunghezza della bobina e del tipo di conduttore.

La formula generale per il calcolo approssimativo di tutte le misure per una bobina in funzione del suo valore d'induttanza è:

$$L = \frac{\pi^2 D^2 n^2 l k}{1000}$$

$$D = \delta + d$$

L induttanza in μH.
D diametro medio degli avvolgimenti in cm.
n numero di spire per cm. di lunghezza assiale.
l lunghezza assiale dell'avvolgimento in cm.

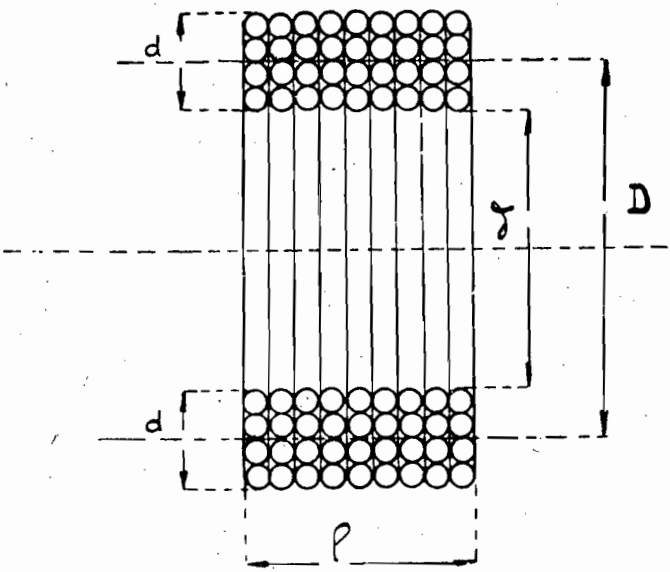


Fig. 305.

$$L = \frac{\pi^2 (\delta + d)^2 n^2 l k}{1000}$$

k fattore di correzione per bobine a più strati d'avvolgimento (dato dalla tabella XV).
d spessore radiale semplice della bobina in cm.
δ diametro del sostegno della bobina in cm.

Si può anche scrivere:

$$L = \frac{\pi^2 D^2 N^2}{1000\, l} k$$

N numero di spire della bobina.

TABELLA XIV.

Lunghez. d'onda in metri	Frequenza: cicli/sec.	$C \times L$ in μF in μH	Lunghez. d'onda in metri	Frequenza: cicli/sec.	$C \times L$ in μF in μH
100	3.000.000	0.00282	550	546.000	0.08519
110	2.727.000	0.00342	575	522.000	0.0929
120	2.500.000	0.00408	600	500.000	0.10141
130	2.308.000	0.00475	625	480.000	0.1095
140	2.143.000	0.00552	650	462.000	0.11881
150	2.000.000	0.00635	675	444.000	0.1295
160	1.875.000	0.00716	700	429.000	0.13783
170	1.764.000	0.00812	725	414.000	0.1480
180	1.667.000	0.00912	750	400.000	0.15827
190	1.579.000	0.01017	775	387.000	0.1690
200	1.500.000	0.01129	800	375.000	0.17135
220	1.364.000	0.01362	825	364.000	0.1880
240	1.250.000	0.01624	850	353.000	0.20335
260	1.154.000	0.01901	875	343.000	0.2151
280	1.071.000	0.02209	900	333.000	0.22801
300	1.000.000	0.02530	925	324.000	0.2660
320	938.000	0.02884	950	316.000	0.25408
340	883.000	0.03249	975	308.000	0.2410
360	834.000	0.03648	1000	300.000	0.28157
380	790.000	0.04071	1050	285.700	0.31050
400	750.000	0.04503	1100	272.700	0.34040
420	715.000	0.04970	1150	260.900	0.37210
440	682.000	0.05446	1200	250.000	0.40520
460	652.000	0.05960	1250	240.000	0.43970
480	625.000	0.06480	1300	230.800	0.47570
500	600.000	0.07039	1350	222.200	0.51300
525	572.000	0.07850	1400	214.300	0.55180

Oppure:

$$L = \frac{W^2}{1000 \cdot l} k$$

W lunghezza totale del filo avvolto nella bobina in cm.

Queste formule servono per tutti i tipi di bobine d'induttanza a uno o più strati d'avvolgimento (vedi tab. XV).

Le bobine d'induttanza per lunghezze d'onda sino a mille metri sono per lo più avvolte a un solo strato. In questo caso la formula può essere semplificata come segue:

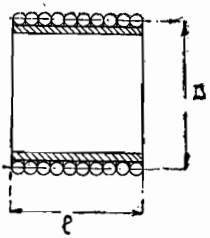


Fig. 306.

$$L = \frac{D^3 n^2}{1000} k_1$$

D diametro dell'avvolgimento misurato al centro dei fili in cm.

$n = N : l$ numero di spire per cm. di lunghezza.

TABELLA XV.

$\frac{d}{D}$ =	0.0	0.05	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1 0
$\frac{l}{D}$	Valori di k (approssimativi)											
0.05	0.12	0.10	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
0.1	0.20	0.17	0.15	—	—	—	—	—	—	—	—	—
0.2	0.32	0.29	0.27	0.24	—	—	—	—	—	—	—	—
0.3	0.40	0.37	0.35	0.30	0.28	—	—	—	—	—	—	—
0.4	0.47	0.45	0.41	0.34	0.33	0.30	—	—	—	—	—	—
0.5	0.52	0.50	0.46	0.42	0.38	0.35	0.32	—	—	—	—	—
0.7	0.60	0.57	0.55	0.50	0.45	0.42	0.38	0.35	0.34	—	—	—
1.0	0.69	0.66	0.63	0.57	0.52	0.48	0.45	0.42	0.39	0.37	0.36	0.35
1.5	0.77	0.74	0.71	0.65	0.60	0.55	0.51	0.47	0.45	0.42	0.40	0.39
2	0.82	0.79	0.75	0.70	0.64	0.60	0.55	0.51	0.47	0.45	0.43	0.41
2.5	0.85	0.82	0.79	0.73	0.67	0.62	0.57	0.53	0.50	0.46	0.44	0 42
3	0.87	0.84	0.81	0.75	0.69	0.64	0.59	0.55	0.51	0.47	0.45	0.435
3.5	0.89	0.86	0.82	0.77	0.71	0.65	0.60	0.56	0.52	0.48	0.455	0.43
4	0.90	0.87	0.84	0.78	0.72	0.67	0.61	0.57	0.53	0.49	0.46	0.425
5	0.92	0.89	0.855	0.79	0.73	0.68	0.62	0.58	0.54	0.50	0.47	0.445
6	0.93	0.90	0.87	0.80	0.74	0.69	0.64	0.59	0.545	0.505	0.475	0.445
8	0.95	0.92	0.885	0.82	0.76	0.70	0.65	0.60	0.555	0.515	0.48	0.50
10	0.96	0.936	0.895	0.83	0.77	0.71	0.66	0.61	0'560	0.52	0.485	0.50

NB. — I valori intermedi si possono ottenere per interpolazione.

oppure:

$$L = \frac{n^2\, l^3 . k_2}{1000}$$

l lunghezza assiale in cm.;
k_1 fattore il cui valore varia secondo il rapporto $l : D$ come a tabella XVI;
k_2 fattore come a tab XVI.

Questo metodo di calcolo vale soltanto per bobine a un solo strato di spire, cioè per bobine il cui spessore radiale è minimo rispetto alla lunghezza.

Tornando al nostro esempio abbiamo dunque da trovare le dimensioni della bobina e del conduttore in base al valore d'induttanza da noi calcolato.

Possiamo senz'altro stabilire che la nostra bobina deve essere a un solo strato; scegliere il tipo di conduttore che per queste bobine è generalmente 0.5-2 cotone e il diametro della bobina che può essere di 70 mm.

Nella tab. XVII abbiamo il valore di n, cioè il numero di spire per cm. (che, poichè le spire sono adiacenti l'una all'altra, è determinato dal diametro del filo coperto) per tutti i tipi di conduttore.

Per il filo 0,5-2 cotone n è uguale a 13.3.

Avremo quindi:

$$k_1 = \frac{L \times 1000}{D^3\, n^2} = \frac{202{,}8 \times 1000}{7^3 \times 13{,}3^2} = 3{,}3$$

TABELLA XVI.

$\frac{l}{D}$	k_1	k_2	$\frac{l}{D}$	k_1	k_2
0.01	0.00345	3450			
0.015	0.00719	2130.4	1.00	6.795	6.795
0.02	0.01206	1508.0	1.50	11.400	3.337
0.03	0.02185	918.3	2.00	16.150	2.019
0.04	0.04130	645.1	2.50	20.960	1.342
0.05	0.06050	484.0	3.00	25.790	0.9554
0.06	0.08373	387.6	3.50	30.780	0.7178
0.07	0.1092	318.5	4.00	35.590	0.5547
0.08	0.1373	268.1	4.50	40.550	0.4349
0.09	0.1641	230.5	5.00	45.400	0.3623
0.10	0.2006	200.6	5.50	50.270	0.3028
0.15	0.3908	121.3	6.00	55.200	0.2555
0.20	0.6313	78.93	6.50	60.170	0.2192
0.25	0.9016	57.72	7.00	65.070	0.1892
0.30	1.199	44.34	7.50	70.030	0.1656
0.35	1.527	35.60	8.00	74.94	0.1463
0.40	1.863	29.10	8.50	79.86	0.1300
0.45	2.225	24.42	9.00	84.72	0.1162
0.50	2.593	20.74	9.50	89.73	0.1047
0.55	2.975	17.87	10.00	94.64	0.09464
0.60	3.352	15.52	15.00	144.0	0.04265
0.65	3.772	13.74	20.00	193.3	0.02416
0.70	4.194	12.23	25.00	242.6	0.01553
0.75	4.605	10.91	30.00	291.9	0.01081
0.80	5.039	9.817	35.00	341.4	0.00796
0.85	5.462	8.894	40.00	390.8	0.006105
0.90	5.875	8.079	45.00	440.1	0.004831
0.95	6.348	7.404	50.00	489.5	0.003914

A questo valore di k_1 corrisponde (per interpolazione) nella tabella XVI $l : D = 0{,}6$ circa.

La nostra bobina avrà dunque un diametro di 70 mm., una lunghezza di 42 mm. e avrà circa 56 spire di filo 0,5-2 cotone.

Possiamo ora calcolare la minima lunghezza d'onda che questa induttanza ci consente di ricevere quando il valore capacitivo del condensatore variabile viene ridotto al minimo (circa 0.00003 μF).

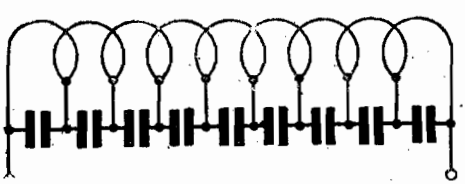


Fig. 307. - Effetto della capacità distribuita in una induttanza.

A questo valore di $C \times L$ corrisponde nella tabella una lunghezza d'onda di 150 m. In realtà avremo un valore maggiore (circa 200 m.) per il fatto che la bobina ha anche una capacità propria che nel calcolo è stata trascurata.

Le formule e le tabelle che abbiamo date servono per il calcolo delle dimensioni della bobina quando è conosciuto il valore dell'induttanza e viceversa. In questi calcoli, come abbiamo detto, occorre scegliere alcuni valori in modo da risolvere l'equazione secondo una sola

TABELLA XVII.

Diametro filo nudo	Numero spire per cm. con cop.a				Diametro filo nudo	Numero spire per cm. con cop.a			
	1 seta	2 seta	1 cot.	2 cot.		1 seta	2 seta	1 cot.	2 cot.
0.05	110	38	—	—	0.40	23	21	19.2	17.5
0.06	100	77	—	—	0.45	20.4	19.2	17.5	16.2
0.07	91	71	—	—	0.50	18.2	17.5	16.1	13.3
0.08	83	67	—	—	0.60	15.4	15	13.3	12.5
0.09	77	62	—	—	0.70	13.3	12.8	12.5	11.1
0.10	71	59	45.5	37	0.80	11.7	11.4	11.1	10
0.11	67	56	43.5	35,7	0.90	10.5	10.2	10.0	9.1
0.12	63	52.5	41.5	34.5	1.—	9.5	9.2	9.1	8.3
0.13	59	50	40	33.4	1.10	8.7	8.5	8.3	7.7
0.14	55	47.5	38.4	32.2	1.20	8.0	7.8	7.7	7.1
0.15	53	45.5	37	31.2	1.30	7.4	7.2	7.1	6.4
0.16	50	43.5	36	30.3	1.40	6.9	6.7	6.6	6.2
0.17	48	41.5	34.5	29.4	1.50	6.5	6.3	6.1	5.7
0.18	45.5	40	33.4	28.6	1.60	6.0	5.9	5.8	5.4
0.20	41.5	37	31.4	27.0	1.70	5.6	5.5	5.5	5.1
0.25	34	31	27.0	23.8	1.80	5.3	5.3	5.2	4.9
0.30	29	27	23.8	21.3	1.90	5.0	5.0	4.9	4.6
0.35	26	24	21.2	19.3	2.—	4.8	4.8	4.7	4.5

incognita. Alcuni valori sono in certo qual modo prestabiliti. Ad esempio il rapporto $l : D$ (che può essere uguale a circa 1,5 per le bobine a uno strato), il tipo del conduttore, il diametro della bobina (generalmente di 70 mm. per le bobine a uno strato).

Questi calcoli non sono che approssimativi e il valore reale di una bobina d'induttanza può essere solo misurato mediante una taratura come spiegheremo in seguito.

Tra le cause di inesattezza del calcolo vi è quella che deriva dal trascurare la capacità propria dell'induttanza. Che la bobina abbia una capacità propria è evidente se si pensa che il potenziale delle spire adiacenti non è uguale e che la copertura del filo funziona come dielettrico.

L'influenza di questa capacità è nociva perchè essa può essere considerata come una capacità in derivazione con la induttanza stessa, che ha l'effetto di aumentare la capacità totale e perciò la lunghezza d'onda del circuito. Ciò significa che una bobina calcolata per un minimo di lunghezza d'onda di 200 metri può, per esempio, risultare inservibile al disotto di 300 metri se la sua capacità è rilevante.

La capacità di una induttanza, per il fatto di shuntare per così dire l'induttanza stessa, forma un circuito oscillante la cui resistenza aumenta quanto più la lunghezza d'onda s'avvicina alla propria.

Per eliminare questo effetto dannoso della capacità, si costruiscono appunto bobine speciali in cui l'avvolgimento è fatto con accorgimenti tali da ridurla a un minimo.

I tipi di bobine più comunemente usati sono i seguenti:
Bobine d'induttanza piatte;
Bobine d'induttanza a fondo di paniere;
Bobine d'induttanza a nido d'ape.
Bobine d'induttanza cilindriche a uno o più strati.

Taratura di induttanze.

Per la taratura delle induttanze adoperate nei circuiti riceventi radiotelegrafici si usa convenientemente il metodo di risonanza ad alta frequenza. La fig. 308 rappresenta lo schema del circuito per la misura. Il metodo consiste in ciò che un circuito oscillante composto di un condensatore variabile tarato C e delle induttanze L e L_1 viene sintonizzato mediante la variazione del condensatore C sulla lunghezza d'onda λ prodotta da un ondametro o da una eterodina a valvole termojoniche la cui induttanza è accoppiata leggermente con L. La sintonia sia raggiunta per il valore C_1 del condensatore variabile. Si inserisce nel circuito oscillante l'induttanza da tarare Lx e si cerca di nuovo la sintonia col variare il condensatore C, che avrà in questo caso il valore C_2. Il valore dell'induttanza si calcola allora colla formula:

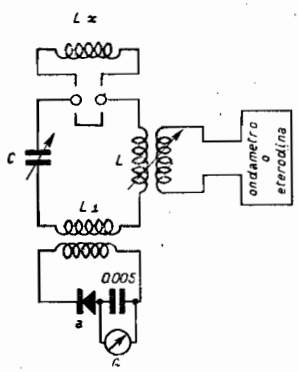


Fig. 308. - Schema per la taratura di induttanze.

$$Lx = \frac{1}{1885^2}\,\lambda^2\,\frac{C_1 - C_2}{C_1 \cdot C_2} \qquad \begin{array}{l} \lambda \text{ in m.} \\ L \text{ in } \mu\text{H} \\ C \text{ in } \mu\text{F} \end{array}$$

Per poter constatare il punto di sintonia è accoppiato col circuito oscillante mediante la bobina L_1, di poche spire, un circuito aperiodico che contiene un rivelatore a cristallo ed un galvanometro (sensibilità circa 10^{-5} amp.) shuntato da un condensatore di circa 0.005 μF. Il condensatore C va variato sino ad ottenere la massima deviazione del galvanometro.

Nel caso in cui venga usato un ondametro a cicalina si può adoperare invece del galvanometro una cuffia e variare il condensatore C sino ad ottenere la massima intensità di suono della cicalina.

Perdite nelle bobine e bobine a poca perdita.

Per ottenere la massima efficienza da un avvolgimento occorre ridurre al minimo le perdite che sono dovute al dispendio di potenza in calore. Le perdite negli avvolgimenti sono quelle più ingenti nei circuiti ad alta frequenza. Alle frequenze più elevate la corrente passa

soltanto sulla superficie del conduttore (effetto pellicolare) e il passaggio al centro del conduttore diminuisce coll'aumentare della frequenza. La resistenza e quindi la perdita di potenza ($I^2 . R$) dipende dalla superficie della sezione attraverso la quale la corrente passa effettivamente. Se un conduttore offre una data resistenza al passaggio di una corrente continua che scorre in modo uniforme attraverso tutta la sezione, esso offre una resistenza maggiore al passaggio di una corrente a radiofrequenza giacchè questa passa solo attraverso la sezione vicina alla periferia. Aumentando la frequenza questa differenza si fa sempre più marcata. Quindi il migliore conduttore per le correnti a radiofrequenza è quello che ha la massima superficie sezionale. Però il campo magnetico intorno al conduttore prodotto dall'alta frequenza — che si espande e si annulla nel ritmo dell'alta frequenza — tagliando il centro del conduttore induce delle correnti parassite internamente al conduttore che producono considerevoli perdite nel suo centro.

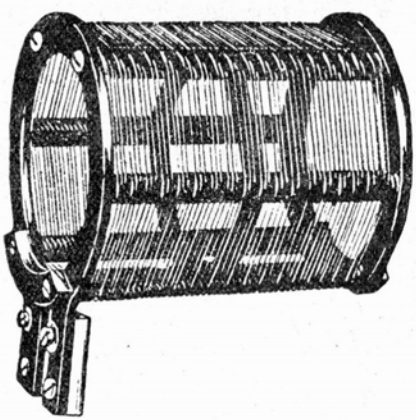


Fig. 309. - Bobina cilindrica a poca perdita per onde medie.

Per eliminare queste perdite provvedendo una vasta area sezionale periferica si usa in trasmissione tubo di rame di diametro considerevole che ha il vantaggio di offrire al passaggio della corrente la superficie esterna e quella interna.

In un ricevitore non è naturalmente possibile usare tubo di rame e invece si è trovato conveniente l'uso di trecciola (Litzendraht). Si tratta di un conduttore formato di parecchi fili di conduttore piccolissimo ciascuno dei quali è smaltato e perciò isolato rispetto agli altri. Essi sono intrecciati come in un cavo e l'intero conduttore è isolato con una copertura di seta. Questi conduttori vengono dagli inglesi e dagli americani contraddistinti con due cifre che indicano la prima il numero di fili e la seconda il numero del filo (*SGW* e *B.* e *S.*, vedi tabelle relative). Per es. Litz 20/36 significa trecciola di 20 conduttori di filo N. 36 (diametro 0.12 mm.). I singoli conduttori sono così piccoli che la corrente a radiofrequenza attraversa quasi tutta la sezione del conduttore. Usando venti conduttori si ottiene una superficie efficace relativamente grande.

Sostituendo trecciola al comune filo pieno si ottiene generalmente un notevole aumento di selettività e di sensibilità nel campo delle onde medie (200-600 m.). L'unico svantaggio è che la trecciola è costosa e difficile da saldare bene.

Nel campo delle onde corte e cortissime (sotto i 100 m.) il vantaggio della migliore conduttività della trecciola viene però annullato da un inconveniente dovuto alla capacità tra i singoli conduttori che, essendo separati dallo smalto, formano una specie di condensatore producendo perdite nel dielettrico. Quindi per le onde più corte è preferibile usare filo solido di diametro 1 a 1,2 mm.

Oltre alle perdite dovute all'effetto pellicolare e alle correnti parassite vi è anche una perdita dovuta alla capacità distribuita fra le spire di un avvolgimento che può essere considerata come una piccola capacità in derivazione con l'avvolgimento. Siccome una induttanza viene generalmente usata in un circuito in derivazione con un condensatore, la ragione di questa perdita non riuscirà senz'altro chiara al lettore. In condizioni normali questa capacità distribuita può rappresentare un condensatore scadente cioè un condensatore avente fra le sue placche (in questo caso, le spire) un cattivo dielettrico (in questo caso il supporto sul quale l'avvolgimento viene effettuato, l'isolante del conduttore, o la lacca che serve a irrigidire l'avvolgimento).

Come la capacità di un condensatore può essere diminuita, diminuendo la dimensione delle placche o aumentando la distanza tra le placche, così la capacità distribuita di una bobina può essere diminuita usando un filo più piccolo o spaziando le spire. La dimensione del filo non può essere troppo ridotta per non aumentare troppo la resistenza e la distanza tra le spire non può essere troppo aumentata perchè in tal caso si diminuisce l'induttanza necessitando quindi un maggior numero di spire per un dato valore induttivo. È inoltre evidente che la capacità distribuita aumenta col diametro della bobina.

Un'altra causa di perdita è data dalla vicinanza di altri conduttori e parti metalliche. Un circuito vicino accordato sulla stessa frequenza propria dell'avvolgimento, assorbendo potenza da esso, può causare un grande aumento della resistenza apparente dell'avvolgimento. Quindi una bobina a poca perdita deve essere tenuta a distanza considerevole da qualunque altro componente.

Tenendo presente tutti questi requisiti si può costruire un avvolgimento che rappresenta un compromesso tra le varie esigenze alcune delle quali sono in contrasto tra di loro.

Per il campo delle onde medie (200-600 m.) una bobina di 45 spire di trecciola formata di 27 fili di filo di rame 0,1 smaltato avvolte su un diametro di 100 mm. con una lunghezza d'avvolgimento di 50 mm. rappresenta certamente la soluzione migliore. La resistenza ad alta frequenza dovuta alle sole perdite nel rame ammonta in una simile bobina a soli 1,5 a 2 ohm per il campo d'onda da 600 a 300 metri. Come supporto va usato un tubo di cartone bachelizzato o ebanite di ottima qualità.

Per poter stimare la efficienza di una bobina bisogna calcolarne

il fattore di potenza che è dato dalla formula:

$$P = \frac{R}{2\pi f L}$$

dove R è la resistenza AF in ohm
f la frequenza
L l'induttanza in henry.

Per buone bobine di dimensioni normali e funzionanti alla loro frequenza normale il fattore di potenza P deve essere meno di 0,005.

Se la bobina viene usata in derivazione con un condensatore perfetto in modo da formare un circuito accordato e se in esso un segnale in arrivo produce una corrente oscillante, il reciproco del fattore di potenza

$$A = \frac{1}{P} = \frac{2\pi f L}{R}$$

indica il rapporto dell'impedenza prodotta ai capi del circuito accordato all'impedenza ai capi della bobina sola (senza condensatore).

Il fattore A per una bobina di ricezione di dimensioni normali che funziona alla sua frequenza normale deve essere superiore a 200. In tal caso si dice che una bobina è ottima. Bobine con coefficiente $A = 150\text{-}200$ sono discrete e quelle con coefficiente A minore di 150 sono mediocri. La maggior parte delle bobine commerciali e autocostruite appartengono a queste due ultime categorie. La bobina descritta sopra ha un coefficiente $A = 480$ per la lunghezza d'onda 400 m.

Per calcolare la resistenza AF (R_{AF}) di una bobina a un solo strato la cui resistenza alla corrente continua è R_{CC} avente un raggio r, una lunghezza l, avvolta con filo di diametro d e un passo di avvolgimento p serve la formula di Butterworth:

$$R_{AF} = R_{cc}\left[1 + k_1 + \left(3{,}29 + \frac{l}{r}\right)\frac{d^2}{p^2} - k_2\right]$$

dove:

$$k_1 = \frac{\sqrt{2Z} + 1}{4} - 1; \quad k_2 = \frac{\sqrt{2Z} - 1}{8}$$

e:

$$Z = \pi d \sqrt{\frac{2f}{\rho}}$$

dove d è il diametro in cm.
f la frequenza
ρ la resistenza specifica del conduttore.

Questa formula è applicabile solo quando il filo è ben spaziato e quando la lunghezza della bobina non eccede il diametro. Per bobine avvolte a spire vicine questa formula dà valori un po' inferiori specialmente se il filo usato è grosso.

Per fili rame di 1 mm. di diametro i valori di k_1 e k_2 sono i seguenti:

lunghezza d'onda	500	400	350	320	metri
k_1 =	2,25	2,61	2.83	2,90	
k_2 =	1,37	1,54	1,66	1,75	

I valori così calcolati debbono poi essere corretti per la self-capacità dell'avvolgimento. Il valore della self-capacità per la bobina-modello di cui abbiamo detto sopra può essere stimata in 10 μμF. La self-capacità introduce correnti capacitive nell'avvolgimento causando perdite che si producono anche quando il dielettrico è perfetto e devono essere classificate come perdite nel rame. Di esse viene tenuto conto moltiplicando le perdite ottenute dalla formula per R_{AF} con:

$$\frac{C^2}{(C-c)^2}$$

dove C è la capacità totale necessaria per la sintonia, c la self-capacità.

Nel caso di una bobina avvolta con trecciola (Litz) il calcolo della resistenza AF si effettua con la formula seguente:

$$R_{AF} = R_{cc}\left[1 + k_1 + \left(\frac{1,9}{D^2} + \frac{3,29 + b/a}{c^2}\right) n^2 d^2 k_2\right]$$

in cui D è il diametro totale della trecciola
n il numero dei conduttori
d il diametro di un singolo conduttore
k_1 e k_2 coefficenti che dipendono dal diametro di un singolo conduttore e dalla frequenza.

Prendendo il caso della bobina modello (L= 200 μH) il calcolo dà i seguenti valori per la resistenza ad alta frequenza:

lunghezza d'onda	500	400	350	300	metri
R_{AF} (sole perdite nel rame)	1,44	1,63	1.80	2,05	ohm
C (capacità di risonanza)	350	225	174	126	μμF
Resistenza corretta $\left(R_{AF} \times \frac{C^2}{(C-c)^2}\right)$	1,52	1,76	2,02	2,40	ohm

La misura pratica di laboratorio dà i seguenti valori

1,65	2,0	2,35	2,7	ohm

Per quanto riguarda le bobine a molti strati che servono per le onde più lunghe è evidente che non è possibile indicare una formula generale essendovi una troppo grande varietà di sistemi per effettuare l'avvolgimento.

Bobine piatte.

Sono le più semplici a costruirsi specialmente per forti valori di induttanza, ma presentano in generale l'inconveniente di una relativamente alta self-capacità.

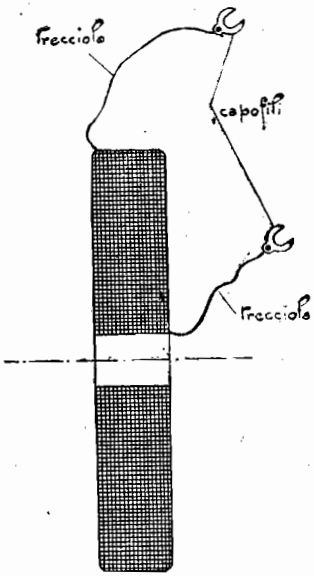


Fig. 310. - Bobina piatta.

Per ridurne l'effetto dannoso queste bobine vengono costruite di piccolo spessore in modo da evitare che spire adiacenti abbiano ad avere un potenziale molto differente: il loro spessore non deve perciò eccedere i 5 mm.

La tabella XVIII contiene dati per la costruzione di quattro bobine piatte che permettono di coprire praticamente tutto il campo d'onda da 1000 metri a 20.000 metri, usando in derivazione un condensatore variabile del valore capacitivo da 0.00005 a 0.0005 μF.

La costruzione di queste bobine avviene per mezzo di un semplice montaggio come quello illustrato nella fig. 312 azionato per mezzo di una manovella oppure di un motorino. Sarà opportuno, se l'avvolgimento deve avvenire con una certa rapidità, servirsi di un contagiri.

TABELLA XVIII. — DATI DI AVVOLGIMENTO PER BOBINE PIATTE

N°	N° Spire	Diam. interno in mm.	Spessore in mm.	Filo e copertura	Induttanza in μH	Resistenza in ohm	Campo d'onda con condensatore variabile 0.0005 μF.
2	290	16,5	2.5	0.2-2 seta	2800	16	950 a 2700
3	530	16,5	3	0.2-2 seta	10000	32	1800 a 5000
4	1100	16,5	5	0.2-2 seta	40000	72	3500 a 9000
5	2300	16,5	5	0.1-2 seta	140000	500	6500 a 19000

NB. - I numeri 0 e 1 sono bobine cilindriche i cui dati si trovano a Tabella XXI. Esse comprendono il campo di lunghezza d'onda tra 250 e 1500 metri.

Le fresature che si vedono nelle due piastre circolari servono per la posa di pezzi di spago sottile prima di iniziare l'avvolgimento in modo che, ad avvolgimento ultimato, si possa legare la bobina prima di estrarla dal montaggio. I capi del conduttore vanno saldati con trecciola con copertura di seta, perchè usando i capi della bobina per

i collegamenti essi si spezzerebbero facilmente data la poca flessibilità del filo di rame.

Ottima pratica è quella di avvolgere accuratamente con fettuccia l'intera bobina. Con ciò la bobina viene maggiormente protetta.

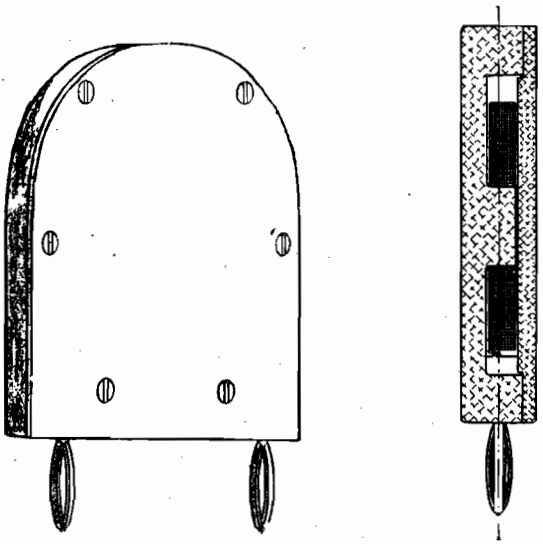


Fig. 311. — Bobina piatta intercambiabile.

La bobina dopo l'avvolgimento potrà essere collocata entro una custodia di materiale isolante, generalmente ebanite, come si vede nella fig. 311. In questo caso si ha inoltre il vantaggio di poter prov-

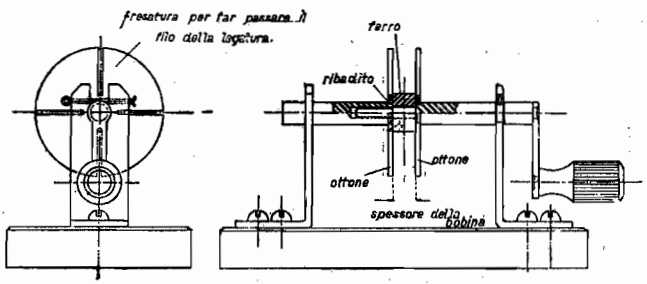


Fig. 312. - Piccola avvolgitrice per bobine piatte.

vedere due spine di presa alle quali vengono saldati internamente i capi di trecciola. Esse permettono una rapida intercambiabilità dei vari numeri di bobine in un supporto avente una distanza corrispondente di prese femmine (jacks).

Bobine a fondo di paniere.

Ecco come si può con grande facilità e minima spesa costruire una buona e semplice bobina d'induttanza per onde medie. Si prenda un cartoncino dello spessore e rigidità di una carta da giuoco e lo si segni per mezzo di uno spillo servendosi di una sciablona come a figura 313. Occorre avere ben cura di tagliare le scanalature esattamente come sta segnato sul disegno facendo pure i due forellini. Si può quindi passare all'avvolgimento come risulta da fig. 314, in modo cioè che due spire successive risultino simmetriche rispetto al piano del cartoncino. Ciò è fatto per diminuire la self-capacità della bobina. Il conduttore deve essere alquanto teso ma non troppo affinchè il cartoncino non si deformi e rimanga ben piano. Il conduttore può essere 0.5-2

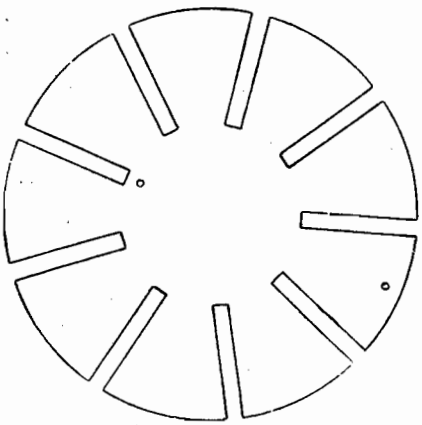


Fig. 313. - Supporto per l'avvolgimento di una bobina a fondo di paniere ($^2/_3$ gr. nat.).

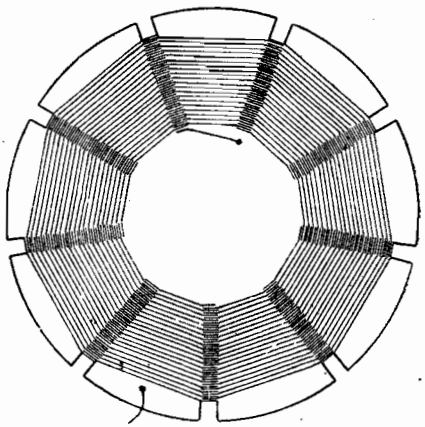


Fig. 314. - Bobina a fondo di paniere.

seta o 1 cotone. Se questa bobina deve servire per lunghezze d'onda da 250 a 600 metri, occorreranno complessivamente 70 spire circa.

Un altro tipo d'induttanza a fondo di paniere è quello che si vede nella fig. 315. Questa bobina viene avvolta per mezzo di un montaggio come a fig. 316. Esso consiste in un cilindretto di ottone o legno duro del diametro di 30 mm. alto 6 mm. con 15 fori che servono di fissaggio per 15 spine radiali equidistanti, del diametro di circa 2 mm. e della lunghezza di 10 cm.

Le estremità delle spine radiali che vanno fissate nel cilindro debbono essere leggermente appuntite e i fori del cilindro alquanto più piccoli del loro diametro. Il loro fissaggio deve avvenire in modo che esse siano abbastanza rigide durante l'avvolgimento, ma possano essere facilmente estratte ad avvolgimento terminato.

Il numero di spine del montaggio deve essere dispari. La bobina

pnò essere immersa prima di essere tolta dal montaggio in un bagno di paraffina, oppure può essere leggermente laccata.

Il calcolo del valore induttivo di queste bobine pnò essere effettuato con la seguente formula:

$$L = \frac{0.85 \cdot n^2 \cdot D^3 \cdot k}{1000}$$

L = induttanza μH
n = numero di spire per cm.
D = diametro massimo in cm,
d = diametro minimo in cm.
k è in funzione di $\frac{d}{D}$ (vedi tabella XIX).

In questo tipo di bobina è bene che la profondità degli intagli non sia superiore a un terzo del diametro inferno formato dalle spire,

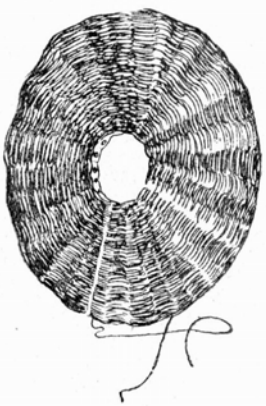


Fig. 315. - Bobina a fondo di paniere.

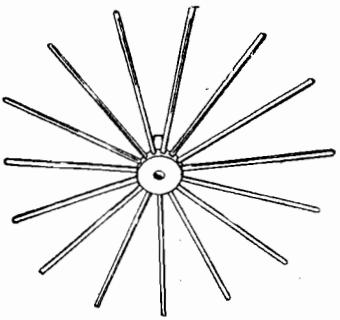


Fig. 316. - Supporto per l'avvolgimento di bobine a fondo di paniere.

perchè altrimenti le spire interne risultano di diametro così piccolo che la loro induttanza è troppo esigua rispetto alla resistenza.

TABELLA XIX. — BOBINE A FONDO DI PANIERE.

$\frac{d}{D}$	0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1
k	1.00	1.00	0.98	0.92	0.82	0.68	0.52	0.36	0.20	0.08	0

La tabella XX dà alcuni dati pratici di avvolgimento.

TAB. XX. — DATI DI AVVOLGIMENTO PER BOBINE A FONDO DI PANIERE.

Filo	N° Spire	Diametro Interno mm.	Campo d'onda in metri con condensatore var. di 0.0005 μF	Induttanza in μH
0.5-2 seta	70	30	250 a 600	190
0.30-2 seta	140	30	580 a 1600	1400
0.20-2 seta	220	30	1500 a 3200	4000

Queste bobine servono per piccole lunghezze d'onda se usate singolarmente. Esse possono però anche essere collegate in serie in modo

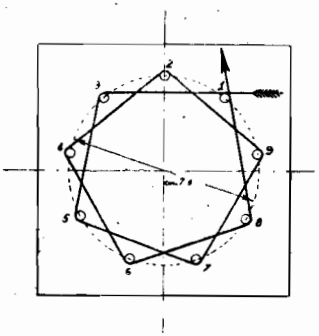


Fig. 317. - Montaggio per l'avvolgimento di bobine Lorenz.

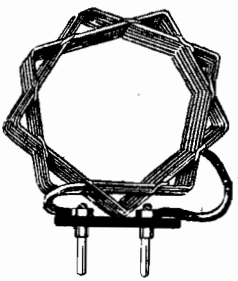


Fig. 318. - Bobina Lorenz.

che i loro valori induttivi si sommano. In questo caso occorre che la distanza tra due bobine sia di circa 5 mm.

Queste bobine servono egregiamente negli accoppiamenti a reazione per la loro vasta superficie di accoppiamento.

A questo tipo di avvolgimento appartengono pure le bobine tipo Lorenz le quali vengono avvolte su un montaggio come quello visibile a fig. 317. Esse sono specialmente indicate per la ricezione delle onde corte.

BOBINE CILINDRICHE A UNO STRATO.

Queste bobine vengono usate per piccoli valori induttivi; in generale per lunghezze d'onda da 100 a 1000 m.

La tabella XXI contiene alcuni dati pratici per la costruzione di due bobine che permettono di coprire praticamente tutto il campo d'onda da 250 a 1500 metri, in derivazione con un condensatore variabile di 0.0005 μF. Esse completano quindi colle quattro bobine piatte

descritte a tab. XVIII una serie di induttanze che copre tutto il campo d'onda da 250 a 20000 m.

TABELLA XXI. — DATI DI AVVOLGIMENTO PER BOBINE CILINDRICHE A UNO STRATO.

N°	N° Spire	Diametro del sopp. in mm.	Conduttore	Induttanza in μH	Resistenza in Ω	Campo d'onda in metri con cond. var. di 0.0005 μF
0	55	70	0.5-2 cotone	210	1,1	250 a 600
1	200	70	0.3-2 seta	1130	11	500 - 1500

Il diametro del tubo di cartone è generalmente di 70 mm. Come materiale può servire cartone bachelizzato o cartone paraffinato.

Il cartone comune è molto igroscopico e l'umidità, essendo una mortale nemica dell'isolamento, va accuratamente evitata.

La preparazione del cartone paraffinato potrà quindi avvenire come segue:

1° Far seccare bene il tubo di cartone in un forno a circa 50 gradi.

2° Immergerlo ancora caldo e prontamente in un bagno di paraffina bollente, agitandovelo dentro finchè il tubo è ben impregnato internamente ed esternamente di paraffina. Estrarre in seguito il tubo e asportare la paraffina superflua per mezzo di un pennello o di un pannolino. Lasciare quindi asciugare al fresco.

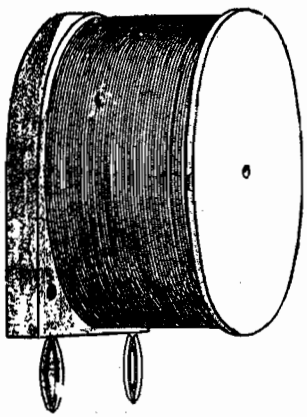


Fig. 319. - Bobina cilindrica intercambiabile.

Invece di paraffinare il tubo, si potrà anche fare una verniciatura con lacca isolante, avendo però cura di eseguire prima l'operazione di essiccazione. La lacca va data internamente ed esternamente e possibilmente ancora mentre il tubo è caldo.

L'uso del legno va per quanto possibile evitato, perchè esso, oltre a contenere molta umidità, va soggetto a variazioni di dimensioni, che possono provocare un allentamento delle spire.

I materiali ideali sono l'ebanite, la condensite e la bachelite, ma essi presentano l'inconveniente di un prezzo relativamente elevato.

Come conduttore conviene adoperare il tipo a due coperture di cotone, perchè essendo più grosso, dà una distanza maggiore tra due spire adiacenti e per conseguenza diminuisce l'effetto self-capacitivo.

Il filo rame 0,5-2 cotone si presta ottimamente.

Conduttori più sottili aumentano la resistenza e vanno usati solo

quando l'induttanza serva per un circuito a reazione, perchè in questo caso l'energia della reazione compensa le perdite dovute alla resistenza.

Anche qui possiamo fare un montaggio analogo a quello che abbiamo visto per le bobine piatte, onde assicurare una maggiore solidità e una rapida intercambiabilità delle bobine stesse su un unico montaggio (fig. 319).

Non è consigliabile laccare o paraffinare questo tipo di bobina. Volendolo fare per preservarle dall'umidità, occorre che questa operazione avvenga in modo molto superficiale per non aumentare il valore capacitivo della bobina stessa.

Per ridurre le perdite di energia e la capacità distribuita si possono anche spaziare le spire come è stato detto trattando delle bobine a poca perdita.

Bobine a più strati.

L'avvolgimento di queste bobine può essere effettuato analogamente come per il tipo piatto. Ma data la maggiore lunghezza della

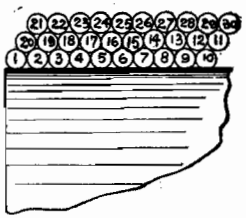


Fig. 320.

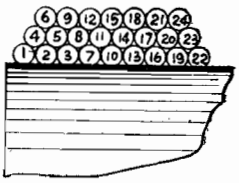


Fig. 321.

bobina, occorre che l'avvolgimento sia eseguito con maggiore cura come lo dimostra la fig. 320. Da questa figura risulta però chiaramente che il valore capacitivo di una bobina così avvolta sarà molto elevato

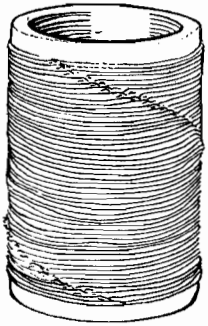
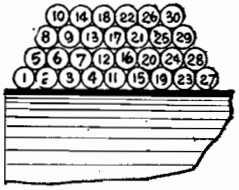


Fig. 322.



ig. 323.

perchè la differenza di potenziale tra due spire estreme di due strati, data la rilevante lunghezza di conduttore che le separa, sarà notevole. In generale quindi questa costruzione è da scartare.

Questo inconveniente può però essere eliminato con un avvolgi-

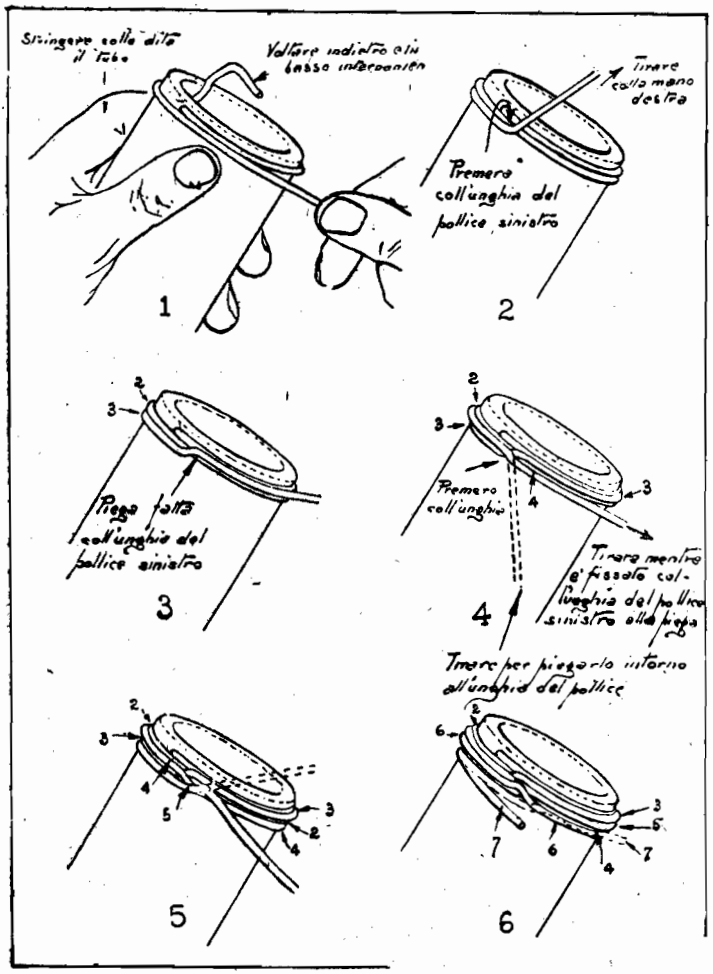


Fig. 324. - Come si effettua un avvolgimento a pila.

mento come a fig. 321. Questo sistema di avvolgimento viene chiamato a *pila*. Le figg. 322, 323, 324 dànno una chiara idea del modo come esso si effettua praticamente.

Il calcolo del valore induttivo per una bobina con avvolgimento a pila avviene calcolando l'induttanza di uno strato e moltiplicando questo risultato per il quadrato del numero degli strati.

Un conduttore adatto per queste bobine è il filo di rame 0,5-2 cotone. Il diametro del tubo non deve eccedere i 75 mm. giacchè i tubi di diametro maggiore sarebbero difficili da avvolgere.

Induttanze a prese intermedie.

Onde ottenere un campo regolabile di lunghezza d'onda con una sola bobina, si costruiscono induttanze con prese intermedie. All'uopo si tiene come base nel calcolo della bobina il massimo di lunghezza

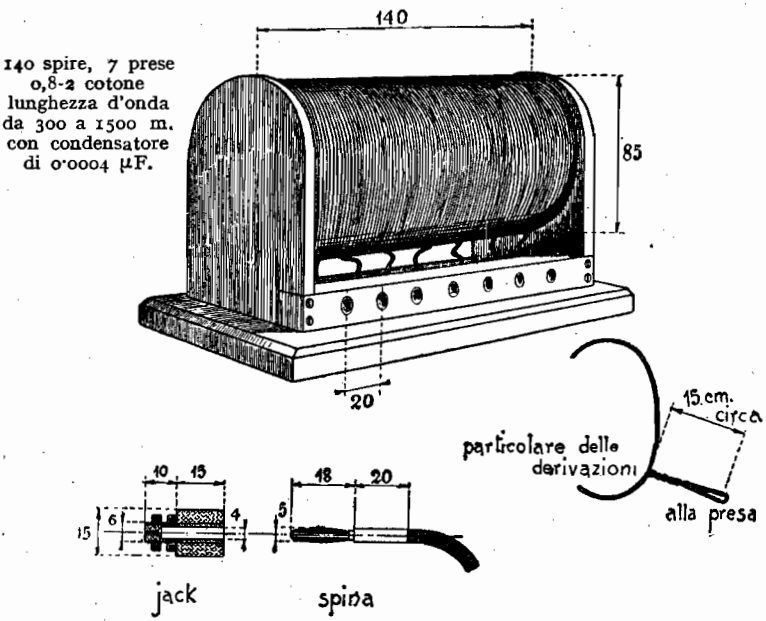


Fig. 325. - Induttanza a prese intermedie.

d onda per il quale essa deve servire e si fanno poi delle prese intermedie che permettono di circuitare solo una parte del numero totale delle spire. Supponiamo di costruire una bobina avente complessivamente 100 spire. Potremo fare delle prese ogni 10 spire e in tal modo potremo circuitare a piacere 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 100 spire ottenendo così un gran numero di combinazioni col condensatore di sintonia. I singoli gruppi di spire fanno capo a bussole metalliche (jacks) nelle quali vengono inserite le spine di presa.

L'avvolgimento avviene nel modo seguente: si avvolge il primo gruppo di spire, nel nostro esempio 10, si doppia il filo ripiegandolo su se stesso a una distanza di circa 15 cm. dal punto nel quale si effettua l'attacco colla bussola o jack. Si attorciglia il filo su se stesso in questo punto in modo che le spire precedenti non si svolgano e possibilmente

si fa una legatura per mezzo di spago sottile. Si prosegue quindi l'avvolgimento facendo bene attenzione che esso avvenga sempre nello stesso senso. In seguito, quando l'avvolgimento di tutta la bobina è ultimato, si tagliano le estremità dei capi e si saldano con i jacks.

La bobina a prese intermedie di fig. 325 serve per lunghezze di onda da 250 a 1500 m. circa in derivazione con un condensatore variabile sino a 0,0005 μF.

Bobine a nido d'ape.

Le bobine a nido d'ape presentano il vantaggio di una piccola self-capacità.

Il filo non viene avvolto diritto intorno al supporto come abbiamo visto sinora, in modo che ogni spirale è praticamente in un piano, ma bensì viene zigzagando o ondeggiando da una estremità del supporto all'altra in modo da formare un'onda completa per ogni giro. La fig. 327 ci mostra appunto tale percorso delle spire, che sono rappresentate come se la bobina fosse tagliata per il lungo e spianata.

Fig. 326. - Bobina a nido d'ape.

Ogni spira ha inoltre un leggero avanzamento rispetto alla precedente e ciò per evitare che due spire successive siano vicine. La distanza *A D* rappresenta tale avanzamento che può essere espresso in gradi angolari. I migliori avanzamenti sono quelli di 6° e 12°. Nel primo caso si avranno 60 spire per formare uno strato e la 61.ma spira coinciderà radialmente colla prima. Nel secondo caso ogni strato sarà formato da 30 spire e la 31.ma spira coinciderà radialmente con la prima.

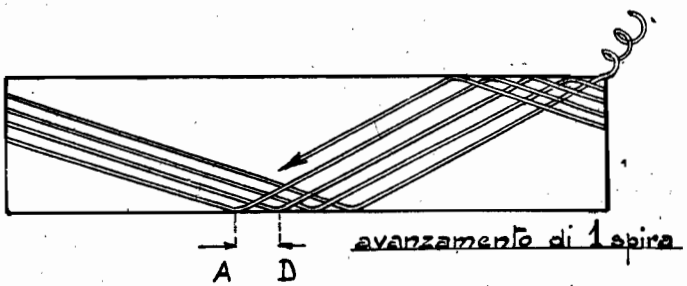


Fig. 327. - Avvolgimento a nido d'ape.

È ovvio che il numero di spire occorrenti per strato moltiplicato per l'avanzamento angolare deve dare 360°.

Dove l'avvolgimento di queste bobine avviene in forti quantità serve un dispositivo come a fig. 328.

Il dilettante può effettuare l'avvolgimento più semplicemente me-

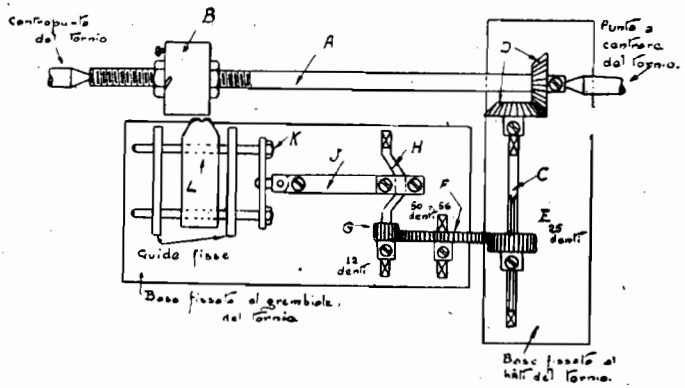


Fig. 328. - Macchine per l'avvolgimento di bobine a nido d'ape.

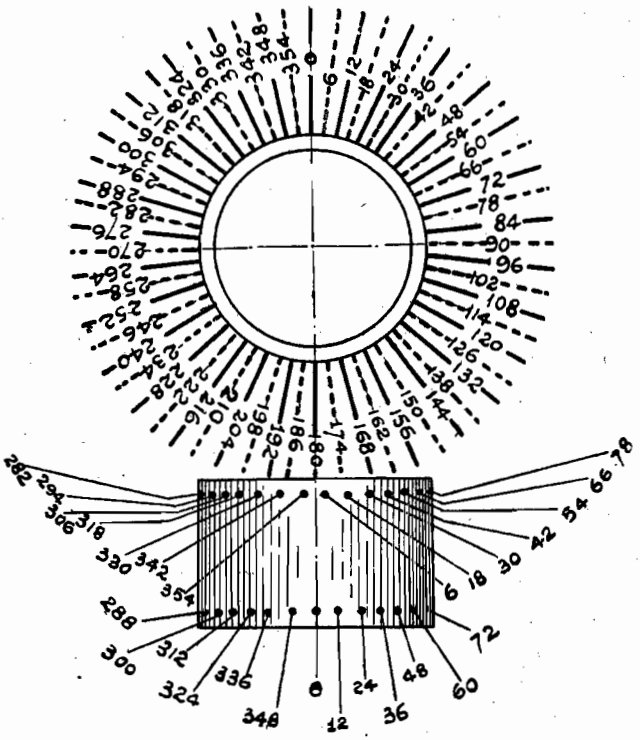


Fig. 329. - Supporto per l'avvolgimento di bobine a nido d'ape.

diante un cilindro di legno duro o di ottone avente sulla superficie cilindrica dei fori nei quali sono forzate o avvitate delle spire radiali

di ottone. Esse servono a dare alle singole spire il loro andamento a zig-zag e naturalmente debbono essere disposte in modo da consentire l'avanzamento prestabilito a ogni successivo giro (figg. 329 e 330).

Prendiamo ora il caso di una bobina nella quale l'avanzamento angolare sia di 12° e il numero delle spire per strato uguale a 30. Onde facilitare l'avvolgimento conviene che la bobina non sia eccessivamente sottile e converrà quindi che lo spessore assiale sia all'incirca uguale a metà del raggio interno della bobina. Generalmente il diametro interno è di 50 mm. e lo spessore di 25 mm.

Occorre ora tracciare le due estremità del cilindro onde determinare la posizione dei fori per le spine radiali. Nel nostro esempio essi debbono essere in numero di trenta per estremità a 12° di distanza angolare in modo che l'avanzamento angolare delle spine di un'estremità rispetto a quelle dell'altra estremità sia di 60°.

Sarà bene numerare i fori sulle estremità del cilindro secondo i valori angolari onde eseguire l'avvolgimento come risulta dalla tabella XXII e dalla fig. 331.

In tal modo l'avvolgimento riuscirà relativamente facile.

Terminato l'avvolgimento si eseguirà

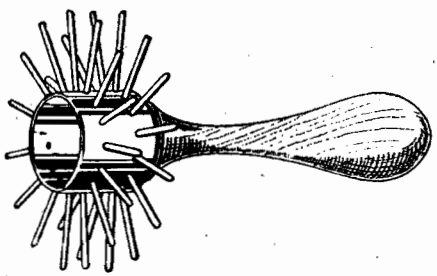


Fig. 330. - Supporto per l'avvolgimento di bobine a nido d'ape.

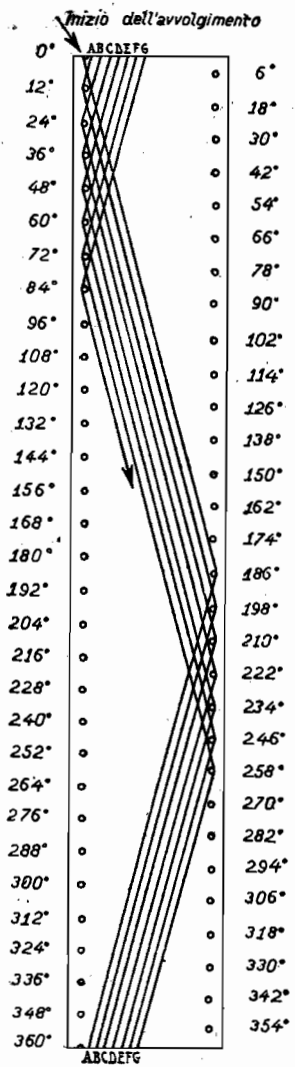


Fig. 331. - Come si effettua l'avvolgimento a nido d'ape.

l'operazione di essiccazione, di paraffinatura e quindi si estrarranno le spine ed il cilindro.

La tabella XXIII contiene alcuni interessanti dati sulle bobine a nido d'ape.

TAB. XXII. — TABELLA PER L'AVVOLGIMENTO DI UNA BOBINA A NIDO D'APE CON AVANZAMENTO DI 12°.

Faccia anteriore	Faccia posteriore	Faccia anteriore	Faccia posteriore
Primo strato			
0°	186°	180°	6°
12°	198°	192°	18°
24°	210°	204°	30°
36°	222°	216°	42°
48°	234°	228°	54°
60°	246°	240°	66°
72°	258°	252°	78°
84°	270°	264°	90°
96°	282°	276°	102°
108°	294°	288°	114°
120°	306°	300°	126°
132°	318°	312°	38°
144°	330°	324°	150°
156°	342°	336°	162°
168°	354°	348°	174°
		Secondo strato	
		0°	186°
		e via di seguito come sopra	

TABELLA XXIII. — DATI ELETTRICI E COSTRUTTIVI DI BOBINE A NIDO D'APE.

N.° Spire	Conduttore	Resistenza effettiva A. F. ohm	Resistenza alla c. c. ohm	Induttanza in μ H	Selfcapacità effettiva μμ F	Diam. interno in mm.	Spessore assiale in mm.	Lunghezza del filo in m.	Lunghezza d'onda in metri con capacità in derivazione di			
									Selfcapacità	0.0001 μF	0.0005 μF	0.001 μF
25		3.1	0.38	30	26	50	25	4	53	115	235	330
35		5.2	0,54	60	34	50	25	6	85	170	340	470
50	0.5	9.5	0.80	135	47	50	25	9	150	265	510	700
75	*Filo rame — 2 seta*	15.0	1.20	300	38	50	25	14	200	380	750	1040
100		23.9	1.56	500	43	50	25	20	280	510	1000	1380
150		41.5	2.40	1150	31	50	25	30	355	730	1470	2053
200		57.7	4.15	2150	28	50	25	42	460	990	2010	2800
250		78.0	5.31	3500	22	50	25	50	520	1230	3040	3560
300	0.4	86.0	6.60	5000	27	50	25	63	640	1500	3540	4270
400		109.0	9.20	9000	26	50	25	84	900	2000	4080	5720
500		112.0	14.00	14500	25	50	25	115	1135	2540	5710	7270
600		79.0	26.90	20100	25	50	25	122	1340	2970	6120	8550
750		113.0	35.00	32300	22	50	25	160	1590	3780	7720	10820
1000	0.3	158.0	50.40	59700	22	50	25	225	2160	5080	10450	14720
1250		264.0	61.60	91800	22	50	25	280	2680	6310	13100	18250
1500		325.0	76.70	136400	21	50	25	370	3190	7630	15900	22200

Il dilettante potrà forse trovare difficoltà nella costruzione del supporto per l'avvolgimento di queste bobine causa il rilevante numero di spine e farà quindi bene a scegliere un avanzamento di 24° che dà un complesso di sole 15 spire per strato.

Una sottospecie delle bobine a nido d'ape è il tipo *Duolaterale*. Mentre nel tipo descritto le spire di due strati successivi vengono a coincidere radialmente, cioè, dato che vi siano 30 spire per strato,

la 31.ma coinciderà colla prima, la 32.ma colla seconda e così via — nel tipo Duolaterale invece non coincidono le spire di due strati successivi, ma bensì quelle del terzo strato con quelle del primo, del quarto col secondo, ecc. Con ciò si ottiene una ulteriore riduzione del valore capacitivo. Queste bobine presentano naturalmente maggiore difficoltà per la costruzione.

Induttanze con campo magnetico chiuso.

Le bobine toroidali hanno un campo magnetico che esce solo in parte trascurabile dall'interno dell'avvolgimento. Esse sono convenienti dove si vogliono evitare accoppiamenti induttivi tra avvolgimenti vicini e non schermati.

La loro costruzione è difficile e ne è perciò consigliabile l'acquisto. Alcuni dati costruttivi sono indicati nel capitolo dei trasformatori AF.

Il calcolo per bobine toroidali nelle quali il raggio medio ρ della bobina sia grande rispetto al raggio r delle spire può essere effettuato con la formula seguente:

$$L = \frac{2\pi\, r^2\, n^2}{\rho}$$

in cui r raggio delle spire
ρ raggio medio del toroide
n numero delle spire.

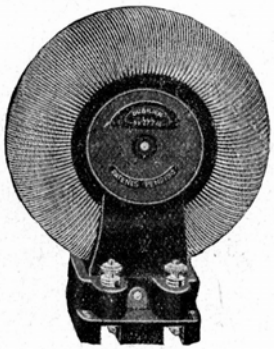


Fig. 332. - Bobina toroidale.

Induttanze per trasmissione e ricezione su onde corte.

Abbiamo visto trattando delle bobine a poca perdita che il materiale che serve di sostegno per le spire dell'avvolgimento comporta una perdita di energia che praticamente diminuisce il rendimento del circuito.

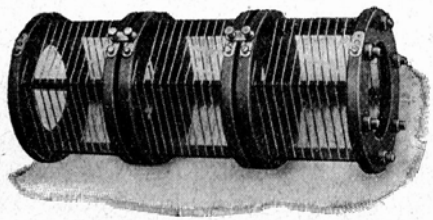


Fig. 333. - Induttanza a poca perdita S.I.T.I. per trasmissione.

Tale perdita diviene più accentuata nel caso delle onde corte date le altissime frequenze in giuoco.

Occorre quindi avvolgere le spire di queste bobine in modo da ridurre al minimo l'impiego del dielettrico. Ciò si ottiene praticamente usando del conduttore rigido e spaziando le spire.

Per poter discendere alle lunghezze d'onda più corte è necessario non vi sia capacità distribuita tra le spire della bobina e ciò si ottiene distanziando convenientemente le spire.

È stato praticamente dimostrato che il miglior conduttore per la ricezione su onde corte è filo di rame smaltato di circa 1 mm. di diametro.

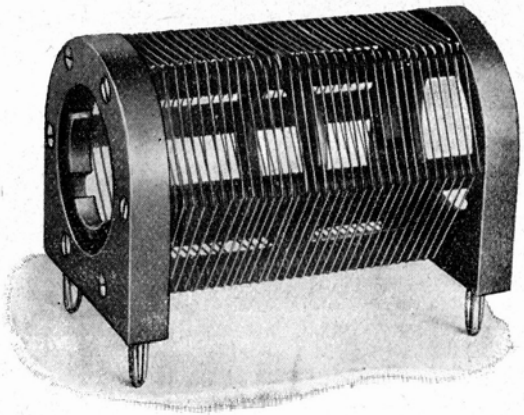


Fig. 334. - Induttanza a poca perdita S.I.T.I. per ricezione.

Per la trasmissione si può usare filo di rame nudo da 2 a 3 mm. di diametro oppure tubo o piattina di rame.

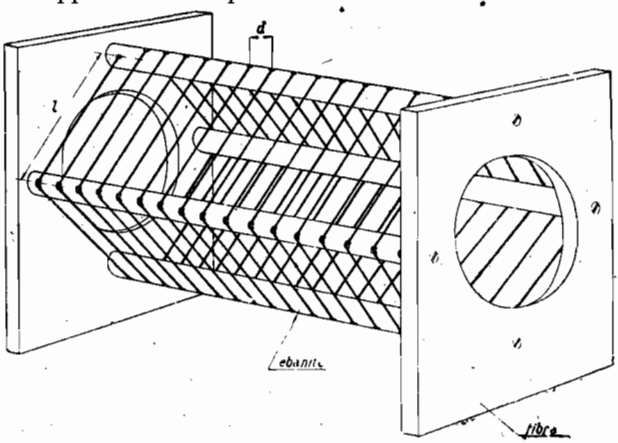


Fig. 335. - Induttanza economica per trasmissione,

Ecco alcuni dati per la costruzione di bobine economiche per trasmissione (per circuiti Hartley).

TABELLA XXIV. — DATI DI AVVOLGIMENTO PER INDUTTANZE DI TRASMISSIONE (fig. 335)

Campo d'onda m.	*l* mm.	Condensatore variab. in derivazione	*d* mm.	numero spire
50 — 100 metri	95	0.00025 μF	6	12
30 — 50 »	80	0.00025 μF	9	7
15 — 30 »	40	0.00025 μF	12	6

Ottime bobine per trasmissione possono anche essere costruite con piattina di ottone avvolta su supporti esagonali costituiti da sei astine di legno secco paraffinato avvitate su due tappi cilindrici di

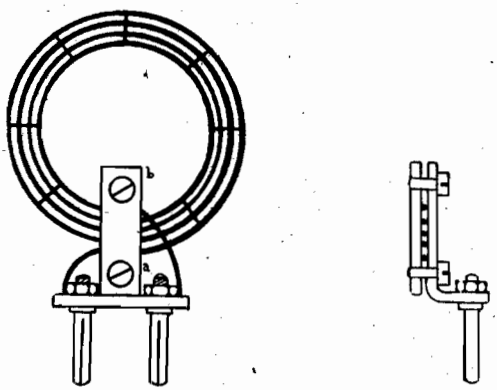


Fig. 336. - Induttanza per la ricezione di onde cortissime (5 a 30 m.).

ebanite. Le astine di legno vanno ben paraffinate prima del montaggio e le spirali vengono fissate mediante piccole viti su di esse. La tabella XXV indica i dati di costruzione per piattina di ottone di sezione circa 6 × 1 mm.

TAB. XXV. — DATI DI AVVOLGIMENTO PER INDUTTANZE DI TRASMISSIONE

Campo d'onda m.	diametro mm.	Condensatore variab. in derivazione	Spazio tra le spire mm.	Numero spire
100 — 200	125	0.0005 μF	6	15
50 — 100	125	0.00025 μF	6	12
30 — 50	90	0.00025 μF	9	7
18 — 30	50	0.00025 μF	12	6

IL VARIOMETRO E IL VARIOCOUPLER.

Il variometro non è altro che una induttanza di valore variabile. Esso è costituito da due bobine accoppiate induttivamente e collegate in serie. In tal modo variando la posizione di una bobina rispetto all'altra, ossia la loro mutua induzione, avremo che, quando le due bobine sono vicine e gli avvolgimenti di entrambe hanno la stessa direzione, i singoli valori induttivi

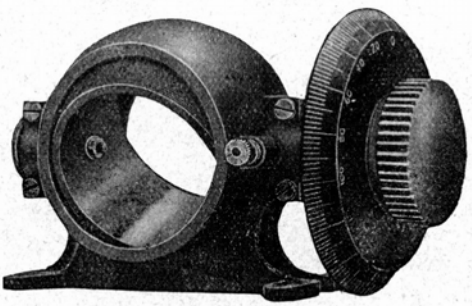


Fig. 337. - Variometro.

si sommano alla mutua induttanza, mentre quando le due bobine sono distanti, la induttanza risultante è soltanto uguale alla somma dei valori induttivi delle singole bobine. Le posizioni intermedie danno valori induttivi intermedi tra questi due estremi.

Praticamente il variometro può servire per la sintonia di un circuito oscillante invece di un condensatore variabile.

***

Il variocoupler o accoppiatore variabile è costruttivamente analogo al variometro ma si differenzia da questo perchè in esso i due avvolgimenti sono soltanto accoppiati induttivamente.

Praticamente il variocoupler serve ovunque due circuiti per onde

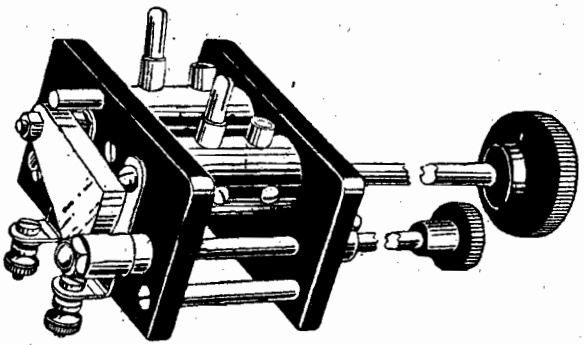


Fig. 338. - Accoppiatore per due induttanze con movimento a verniero.

medie (da 250 a 600 m.) debbano essere accoppiati induttivamente. Quindi per accoppiare circuito primario e circuito secondario o circuito di griglia e circuito di placca nei circuiti con reazione, ecc.

Come variocoupler servono generalmente induttanze intercambiabili il cui accoppiamento viene variato mediante un accoppiatore regolabile come a fig. 338.

10. - Condensatori

CALCOLO.

La capacità di un condensatore viene calcolata con la seguente formula:

$$C = \frac{K \cdot A}{4 \pi d \cdot 9.10^5}$$

C capacità in μ F.
A area di un complesso di placche in cm²
d distanza tra due placche (una del sistema fisso e una del sistema mobile) in cm.
K costante dielettrica.

K aria = 1
K carta paraffinata = 2
K mica = 4 a 8 (secondo la qualità).

Fig. 339. - Veduta schematica di un condensatore.

L'area totale di un complesso di placche può essere espressa colla formula:

$$A = a\ (N - 1)$$

a Aerea di una faccia di una placca in cm²
N Numero totale di placche

Avremo dunque

$$C = \frac{K \cdot a \cdot (N - 1)}{4\ \pi \cdot d \cdot 9 \cdot 10^5}$$

Occorre ben specificare che a è l'area di una faccia sola di una placca e non già l'area intera di questa faccia, ma solo la parte di superficie che viene coperta dalla placca di un secondo complesso. Le figg. 340 e 341 spiegano chiaramente questo concetto tanto nel caso di un condensatore variabile ad aria come nel caso di un condensatore fisso con dielettrico mica. In queste figure, a è graficamente rappresentato dalla sola area graffita.

La buona costruzione dei condensatori ha una importanza capitale sul buon funzionamento dei circuiti. In generale ne con-

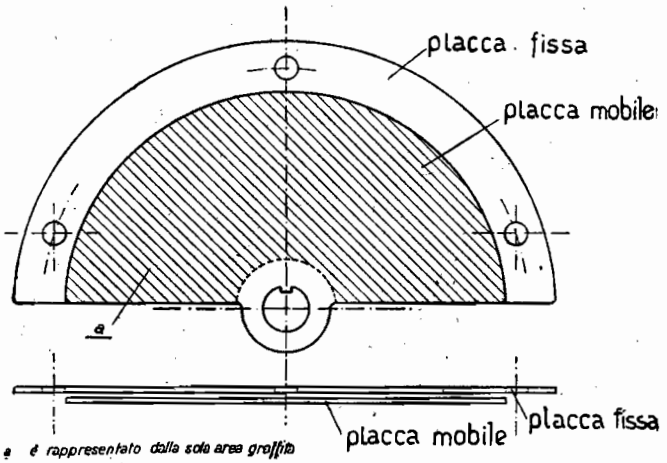


Fig. 340.

sigliamo perciò al dilettante l'acquisto presso buone case costruttrici.

***

Abbiamo detto trattando della capacità che nel caso di condensatori in parallelo, la capacità risultante sarà

$$C = C_1 + C_2$$

e nel caso di condensatori in serie

$$C = \frac{1}{\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}} = \frac{C_1 \cdot C_2}{C_1 + C_2}$$

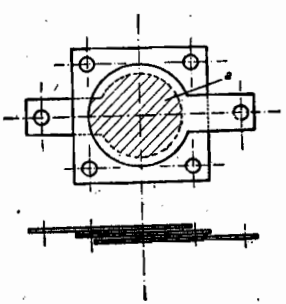


Fig. 341.

La tabella XXVI indica come 5 condensatori di 0.001 μF, possono essere collegati in modo da ottenere diversi valori capacitivi da 0.0002 a 0.005 μF.

Taratura di condensatori.

La taratura di un condensatore può essere fatta mediante un ponte di Wheatstone alimentato con corrente alternata. La fig. 342 rappresenta lo schema usato.

Il condensatore da tarare *Cx* ed un condensatore campione *Cu* di valore conosciuto formano due braccia del ponte mentre un filo di manganina (70 cm., filo rame 0.2) con un contatto scorrevole costi-

TABELLA XXVI. — COMBINAZIONI OTTENIBILI CON CINQUE CONDENSATORI FISSI DI 0·001 μF.

Schema di collegamento	Modo di collegamento	Capacità totale risultante in μF
	5 in serie	0·0002
	3 in serie	0·00033
	2 in serie	0·0005
	4 in serie 1 in parallelo	0·00125
	2 in serie 3 in parallelo	0·0035
	3 in serie in parallelo con 2 in serie	0·00083
	3 in parallelo	0·003
	4 in parallelo	0·004
	5 in parallelo	0·005

tuisce le altre due braccia. La corrente alternata è prodotta da una cicalina inserita in serie con una pila sul primario di un piccolo trasformatore, per esempio la bobina d'induzione di un apparecchio telefonico per batteria locale (Primario: gr. 22 filo 0.6-2 seta; Secondario: gr. 30 filo 0.2-1 seta su rocchetto di diametro interno di 10 mm. e lunghezza di 10 cm. con nucleo di fili di ferro). Spostando il contatto scorrevole si cerca il punto nel quale sparisce il suono della cicalina nella cuffia R. Allora si ricava la capacità sconosciuta C_x moltiplicando C_u col rapporto $\frac{a}{b}$ delle resistenze delle due parti del filo di manganina.

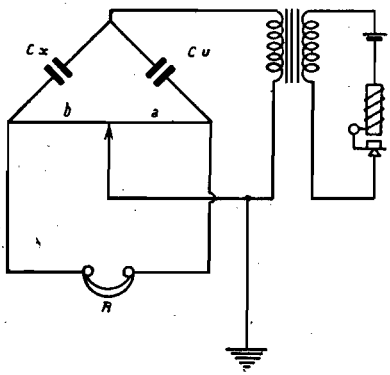


Fig. 342. - Schema per la taratura di capacità.

$$C_x = \frac{a}{b} C_u$$

In commercio si trovano apparecchi basati sul principio del ponte di Wheatstone, che permettono di misurare capacità da 0.0001 fino a 0,05 μF.

Fig. 343 - Ponte di capacità.

Nel caso di un condensatore variabile, misurando la capacità per ogni posizione angolare dell'indice, si potrà ottenere una curva di taratura come a fig. 345.

Condensatori fissi.

La fig. 344 mostra chiaramente la costruzione e il montaggio di un condensatore fisso. Volendo calcolare colla formula indicata la capacità di questo condensatore occorre usare mica di spessore uniforme (da controllarsi mediante micrometro). Dato però che la costante dielettrica varia secondo la qualità di uno stesso materiale al punto da causare errori del 100 per 100, sarà opportuno fare un calcolo approssimativo per la costruzione e, a condensatore finito, eseguire la taratura.

Ai due terminali vengono congiunti i fogli di stagnola in modo che alternativamente uno fa capo ad un terminale e l'altro all'altro.

Tra due fogli di stagnola abbiamo sempre uno o più fogli di mica come dielettrico.

Nell'acquisto occorre badare che le placche e i fogli di dielettrico

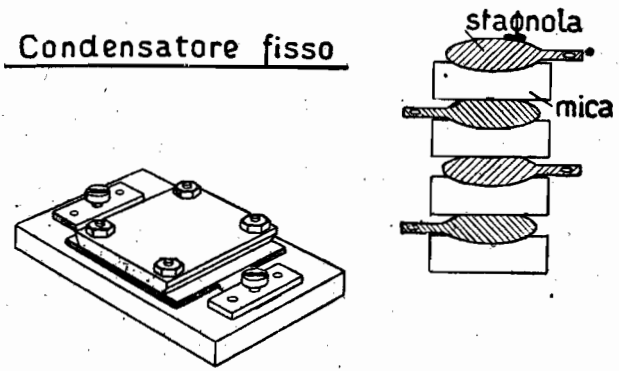


Fig. 344.

siano ben compressi in modo da formare un solido blocco. Evitare i condensatori con dielettrico carta!

Condensatori variabili.

I condensatori variabili hanno generalmente per dielettrico l'aria. Essi consistono essenzialmente di due sistemi di placche di cui uno è fisso e l'altro mobile in modo da poter inserire senza contatto le sue placche tra quelle del sistema fisso. Si alternano quindi in essi le placche del sistema fisso colle placche del sistema mobile.

In ogni sistema le placche sono collegate elettricamente fra di loro. I due sistemi sono però rigorosamente isolati l'uno rispetto all'altro. La difficoltà costruttiva sta appunto nel tener minimo lo strato d'aria facendo però in modo che le placche dei due sistemi, durante la rotazione del sistema mobile, non vengano a contatto.

Il condensatore variabile deve soddisfare due essenziali requisiti e cioè essere ben costruito dal punto di vista elettrico e meccanico.

Vi sono tre tipi di condensatori variabili:

1) condensatori variabili che hanno una curva caratteristica diritta per la capacità detti a *variazione lineare della capacità* (figura 345 *A*).

2) condensatori variabili che hanno una curva caratteristica di ritta per la lunghezza d'onda detti a *variazione lineare della lunghezza* d'onda (fig. 345 *B*).

3) condensatori variabili che hanno una curva caratteristica di-

ritta per la frequenza detti a *variazione lineare della frequenza* (figura 345 *C*).

4) condensatori variabili a variazione logaritmica.

Il primo tipo ha placche mobili semicircolari e in esso la graduazione dell'indice è proporzionale alla capacità. Cioè se al 10 della scala

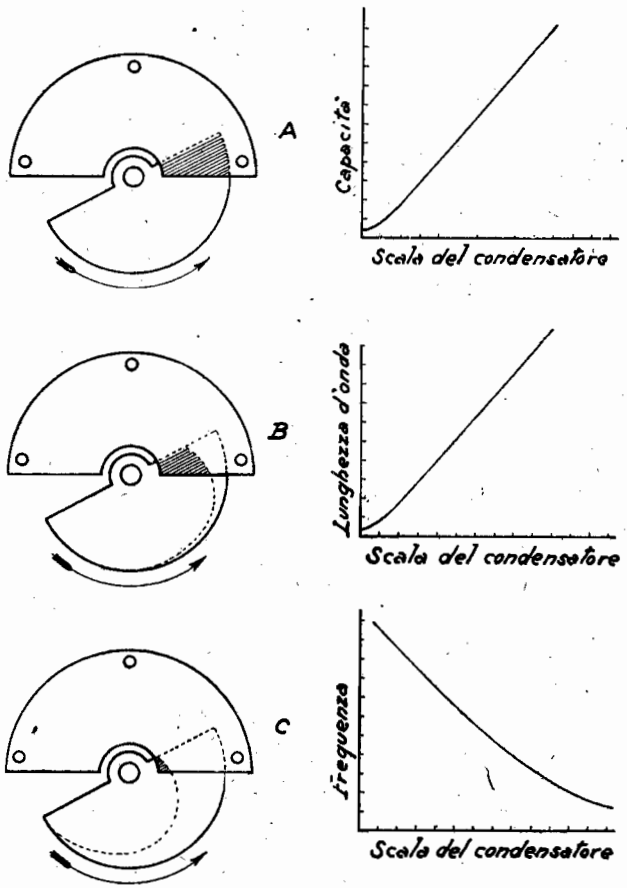


Fig. 345. - Forma delle placche e caratteristica di diversi tipi di condensatore variabile.

corrisponde la capacità 1, al 20 la capacità sarà 2, al 30 3 e così via. La curva di taratura di capacità di questo condensatore sarà diritta salvo per pochi gradi alle estremità della scala.

Questo tipo di condensatore è generalmente migliore per lavori di laboratorio che per la ricezione dato che, usato con una induttanza in un circuito sintonizzato, la scala delle lunghezze d'onda sarà molto

affollata presso l'estremità più bassa e poco verso l'alta e ciò perchè la lunghezza d'onda è proporzionale alla radice quadrata della capacità.

Infatti è noto che $\lambda = 1885 \sqrt{LC}$. Sotto questo punto di vista è quindi più conveniente per la ricezione il secondo tipo nel quale le placche del sistema mobile sono sagomate in modo che a qualunque spostamento dell'indice corrisponde una variazione proporzionale di lunghezza d'onda. Questo tipo di condensatore variabile ha dunque per curva caratteristica della lunghezza d'onda una retta.

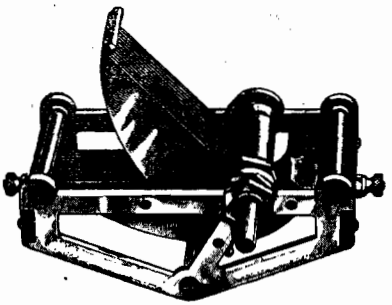


Fig. 346. - Condensatore a poca perdita a variazione lineare della frequenza.

Per realizzare costruttivamente questo tipo di condensatore occorre dimensionare le placche tenendo presente che, essendo la lunghezza d'onda proporzionale alla radice quadrata della capacità. per ottenere una lunghezza d'onda doppia, la capacità deve essere quadruplicata. Ciò significa che se l'area del sistema rotante inserita nel sistema fisso è 1 quando l'indice segna 10°, dovrà essere 4 a 20°, 9 a 30°, 16 a 40° e così via. Quindi le aree dei singoli settori *A*, *B*, *C*, *D*, *E*, ecc. (fig. 347), devono essere nel rapporto 1, 3, 5, 7, 9, ecc.

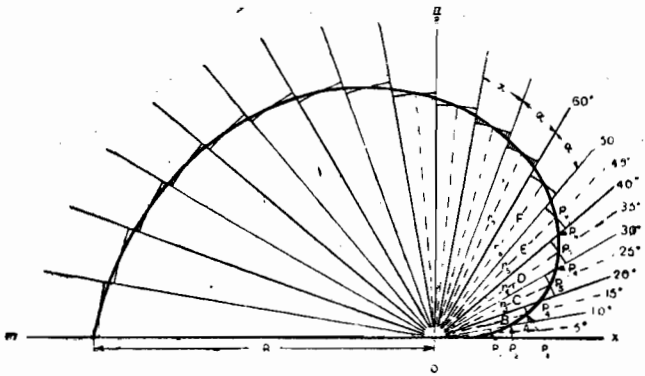


Fig. 347. - Placca di un condensatore variabile a legge quadratica:

Sappiamo che l'area del settore di un circolo è proporzionale al quadrato del raggio e quindi in questo caso il quadrato dei raggi r_1 r_2 r_3 r_4 r_5, ecc., che delimitano per ogni settore la curva della placca devono essere tra di loro nel rapporto di 1, 3, 5, 7, 9, ecc., e perciò i raggi stessi nel rapporto $\sqrt{1}$, $\sqrt{3}$, $\sqrt{5}$, $\sqrt{7}$, $\sqrt{9}$, ecc.

Praticamente si segnano quindi 18 settori di 10° ciascuno e par-

tendo da un multiplo di $\sqrt{1}$ cm., si segnano tutti i successivi raggi come multipli di $\sqrt{3}$ cm., $\sqrt{5}$ cm., $\sqrt{7}$ cm., $\sqrt{9}$ cm., ecc. sulle linee medie di ogni settore. In tal modo si ottiene un insieme di punti che, collegati per mezzo di una curva, dànno la voluta forma e dimensione della placca (fig. 347).

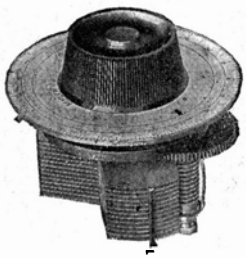


Fig. 348. - Condensatore Remler a due complessi mobili.

Nel terzo tipo le placche del sistema rotante sono sagomate in modo analogo ma così da dare una curva caratteristica diritta per la frequenza. Attualmente i condensatori a variazione lineare di frequenza sono i più usati per la ricezione poichè, essendo le stazioni distanziate di un dato scarto costante di frequenza, esse vengono a trovarsi abbastanza regolarmente distribuite su tutto il quadrante.

Il quarto tipo si presta ottimamente per la ricezione giacchè uno stesso spostamento produce una variazione percentuale costante di frequenza e di lunghezza d'onda. Con esso si ha quindi un'acutezza di sintonia quasi costante su tutto il quadrante.

***

Il condensatore variabile costituisce la parte più vitale e delicata di ogni circuito.

Nell'acquisto di un condensatore variabile occorre badare che le placche formanti tanto il sistema mobile come quello rotante siano di materiale spesso e rigido. Che il collegamento elettrico tra il sistema rotante e il serrafilo avvenga in modo sicuro. Che la rotazione avvenga senza sforzo. Che non vi sia giuoco assiale.

Il condensatore ha come scopo quello di fornire della capacità. Generalmente però non si possono evitare perdite dovute essenzialmente a imperfezioni costruttive. Queste perdite possono essere dovute:

1) alla resistenza dovuta alle placche e al loro modo di collegamento; al collegamento del complesso rotante col serrafilo. Gli effetti della resistenza sono tanto più sensibili quanto maggiore è la frequenza;

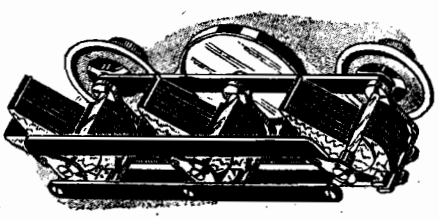


Fig. 349. Condensatore triplo.

2) all'isolamento deficiente. Se l'isolante che separa il sistema fisso da quello rotante non ha una resistenza altissima, vi è un leggero passaggio di corrente e perciò una perdita;

3) all'assorbimento da parte del dielettrico che isola i due sistemi di placche. Esso è proporzionale alla frequenza, al volume del dielettrico ed al quadrato dell'intensità di campo. Tale intensità è a

sua volta tanto più grande quanto più piccola risulta la distanza di parti metalliche delle due armature e quanto più piccolo è il raggio di curvatura degli spigoli metallici.

È chiaro che queste cause di perdita in un condensatore variabile sono di entità differente a seconda della costruzione e della qualità del materiale.

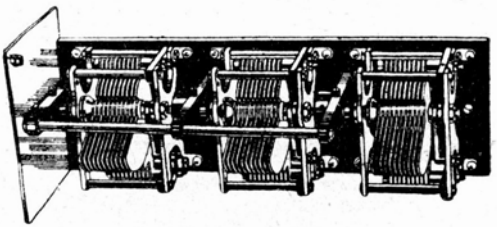


Fig. 350. - Condensatore triplo.

Quando in un circuito occorre avere un minimo di smorzamento (cioè una sintonia molto acuta) conviene usare un ottimo condensatore. In un condensatore di reazione, p. es., la qualità ha meno importanza che nei condensatori di circuiti accordati di un ricevitore.

Il fatto di usare condensatori di capacità minore di quella indicata nei circuiti riduce il campo di lunghezza d'onda ricevibile ed è perciò dannoso. Usando un condensatore di capacità maggiore la manovra di sintonia diviene più difficile perchè a un piccolo movimento del sistema girevole corrisponde una maggiore variazione della lunghezza d'onda risp. della frequenza.

Attualmente per la tendenza a semplificare i comandi dei ricevitori sono molto in uso i cosidetti condensatori multipli (vedi figg. 349 e 350) i quali permettono di accordare con una sola manovra due o più circuiti. Essi sono generalmente costruiti in modo da poter variare le posizioni relative dei vari sistemi mobili in modo da poter compensare le differenze dovute agli avvolgimenti o ai condensatori stessi.

Condensatori regolabili.

Sono quelli che hanno un piccolo campo di regolabilità. Essi sono generalmente usati per la sintonia di circuiti accordati di frequenza intermedia che vengono appunto esattamente sintonizzati sulla stessa lunghezza d'onda grazie alla regolabilità di questi condensatori (di circa 0·0003 μF, fig. 353).

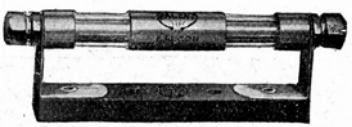


Fig. 352. - Neutrocondensatore.

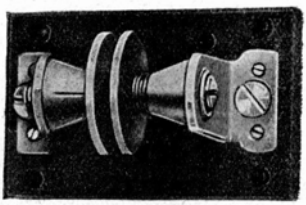


Fig. 351. - Neutrocondensatore SITI.

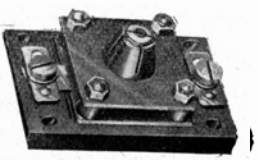


Fig. 353. - Condensatore regolabile SITI.

Servono pure nei circuiti neutralizzati sotto la denominazione di

neutrocondensatori per la stabilizzazione dei circuiti ad alta frequenza (di circa 0·00005 μF, figg. 351 e 352).

Condensatori per trasmissione.

I condensatori da usare per la trasmissione debbono essere costruiti per le elevate tensioni ad alta frequenza alle quali debbono sottostare. Quindi nei condensatori fissi occorre uno spessore dielettrico maggiore e perciò strati più spessi di mica o vetro.

Nei trasmettitori con potenza di alimentazione non superiore a 10 watt possono servire buoni condensatori variabili di ricezione. Per potenze maggiori conviene usare condensatori con placche più spaziate.

Un buon condensatore variabile ad aria può essere usato per la trasmissione immergendolo in olio di alto potere isolante. Occorre però tenere a mente che il valore capacitivo aumenta essendo la costante dielettrica dell'olio maggiore di quella dell'aria.

Nei trasmettitori di grande potenza si preferisce variare le caratteristiche dei circuiti per mezzo di variometri o induttanze con prese variabili e inserendo condensatori fissi di differente valore.

Per i filtri da usare nella trasmissione servono condensatori fissi di ampia capacità i quali debbono sopportare tensioni elevate. Tali condensatori vengono costruiti da case specializzate. Per questo uso sono pure molto convenienti i condensatori elettrolitici i quali hanno il vantaggio di una altissima capacità con un costo relativamente modico.

11. - Trasformatori

Trasformatori ad alta frequenza.

Abbiamo già detto trattando generalmente della ricezione che l'accoppiamento delle valvole nell'amplificazione ad alta frequenza avviene

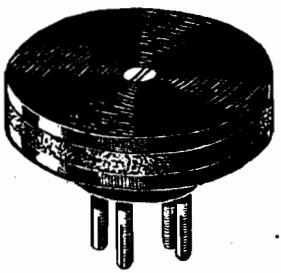
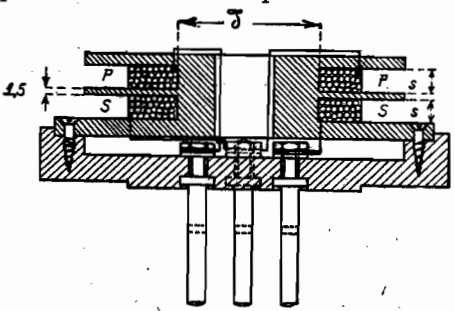


Fig. 354. - Trasformatore semi-aperiodico.



prevalentemente per mezzo di trasformatori ad alta frequenza. Questi possono essere del tipo semiaperiodico o del tipo accordato.

In alcuni casi nei quali importa fare a meno del condensatore variabile, si usano trasformatori semiaperiodici avvolti con filo di resistenza.

Per ottenere risultati sicuri con questi trasformatori è generalmente indispensabile una taratura come spiegheremo in seguito.

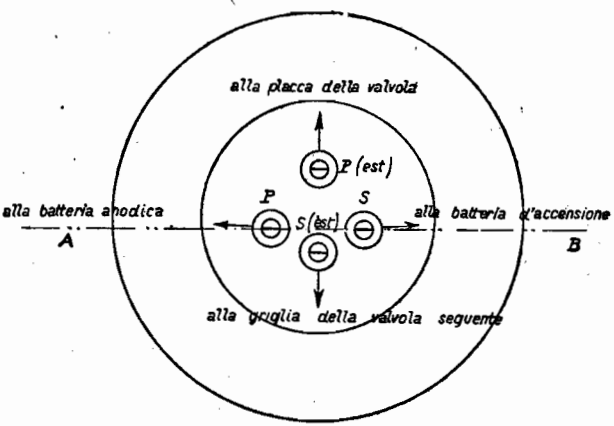


Fig. 355. - Trasformatore AF semi-aperiodico.

Le figg. 354 e 355 mostrano il tipo più comune di trasformatore semiaperiodico ad alta frequenza che ha il vantaggio di poter essere

fissato in comuni portavalvole in modo da poter essere facilmente e speditamente cambiato per i vari campi di lunghezza d'onda. La tabella XXVII indica i dati di avvolgimento e di costruzione.

TABELLA XXVII. — DATI DI AVVOLGIMENTO PER TRASFORMATORI *AF* SEMIAPERIODICI AVVOLTI CON FILO constantana 0,15-2 seta.

Num.	Primario			Secondario			Campo d'onda m.
	N. spire	Diametro int. mm. d	spess. mm. s	N. spire	Diametro int. mm. d	spess. mm. s	
0	150	20	3	150	20	3	300 - 500
1	220	20	3	220	20	3	500 - 900
2	400	20	3	400	20	3	900 - 1500
3	650	20	3	650	20	3	1500 - 2500
4	1000	20	4	1000	20	4	2500 - 4000

Ove occorra però assicurare una maggiore selettività si usano trasformatori ad alta frequenza nei quali il secondario è accordato mediante un condensatore variabile ed è costituito da una comune bobina generalmente cilindrica a uno strato dimensionata per il campo d'onda che si vuol ricevere mentre il primario non è accordato ed ha generalmente da $^1/_4$ a $^1/_6$ del numero di spire del secondario.

Il trasformatore ad alta frequenza è una delle parti più importanti e dalla sua efficienza dipende in gran parte il rendimento di un ricevitore. Esso deve essere dimensionato in modo da risultare adatto alle valvole amplificatrici nel cui circuito di placca trovasi inserito. Le valvole (non schermate) più comunemente usate per l'alta frequenza hanno una impedenza di 10.000-30.000 ohm e un coefficiente di amplificazione di circa 10-25. Un trasformatore ad alta frequenza deve quindi essere costruito in modo da consentire la sintonia nel campo d'onda voluto e da dare la massima amplificazione possibile. Se si vuole ottenere la massima amplificazione di tensione bisogna ridurre il carico sul secondario a un minimo, diminuire la resistenza del secondario e del condensatore e aumentare il rapporto dell'induttanza del secondario alla capacità del condensatore di sintonia. Altra cosa importante è l'accoppiamento del primario e del secondario giacchè mentre vi è un valore ottimo per l'accoppiamento induttivo, l'accoppiamento capacitivo va ridotto al minimo.

Per le ragioni suddette i trasformatori di grande efficienza vengono avvolti al secondario con trecciola a fili singolarmente isolati e primario e secondario vengono distanziati a mezzo di appositi separatori che lasciano uno strato d'aria tra i due avvolgimenti. Il primario viene invece avvolto a spire distanziate con filo sottile.

Il rapporto

$$\frac{\text{numero di spire al secondario}}{\text{numero di spire al primario}}$$

dipende dalla impedenza della valvola nel cui circuito di placca il trasformatore viene inserito e dall'impedenza del secondario del trasformatore e cioè il rapporto è più grande quanto minore è l'impedenza della valvola e quanto maggiore è l'impedenza del secondario.

Generalmente con valvole con impedenza di 10000 ohm si usa un rapporto di 5 : 1. Con valvole schermate con impedenza di 150.000 a 800,000 ohm si usa un rapporto 5 : 3 o 4 : 3.

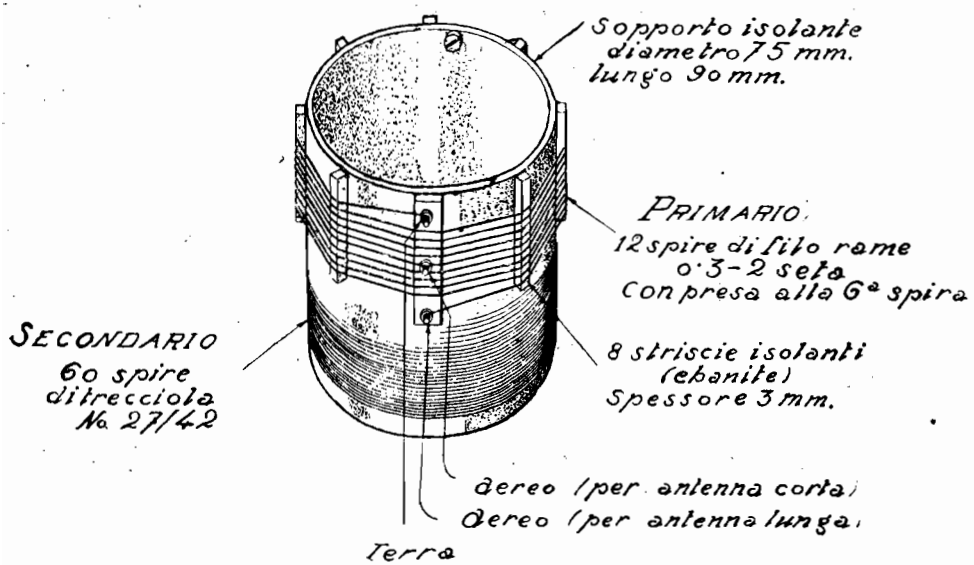


Fig. 356. - Trasformatore aereo-griglia per onde medie (200-600 m.).

La fig. 356 mostra un trasformatore aereo-griglia a bassa perdita per il campo delle onde medie 250-600 m. (con condensatore di 0,0005 μF). Secondario e primario sono separati da 8 striscie equidistanti di ebanite di circa 25 × 6 × 3 mm. Il primario va avvolto a spire distanziate e sul lato del secondario collegato al filamento. Questo trasformatore può servire anche per l'accoppiamento intervalvolare nei circuiti Difarad (senza presa intermedia al primario) e per circuiti Hazeltine modificati (con presa intermedia al secondario).

La fig. 357 mostra un trasformatore intervalvolare con avvolgimento neutralizzatore per il circuito fondamentale Hazeltine per il campo delle onde medie. Il primario va avvolto a spire distanziate (1,5 mm. tra spira e spira) e tra due spire del primario viene avvolta una spira del neutroavvolgimento. Secondario e primario sono separati

da 8 striscie equidistanti di ebanite di 35 × 6 × 3 mm. Le due sezioni del primario vanno avvolte sul lato del secondario collegato al filamento.

Usando trecciola per l'avvolgimento del secondario, la resistenza

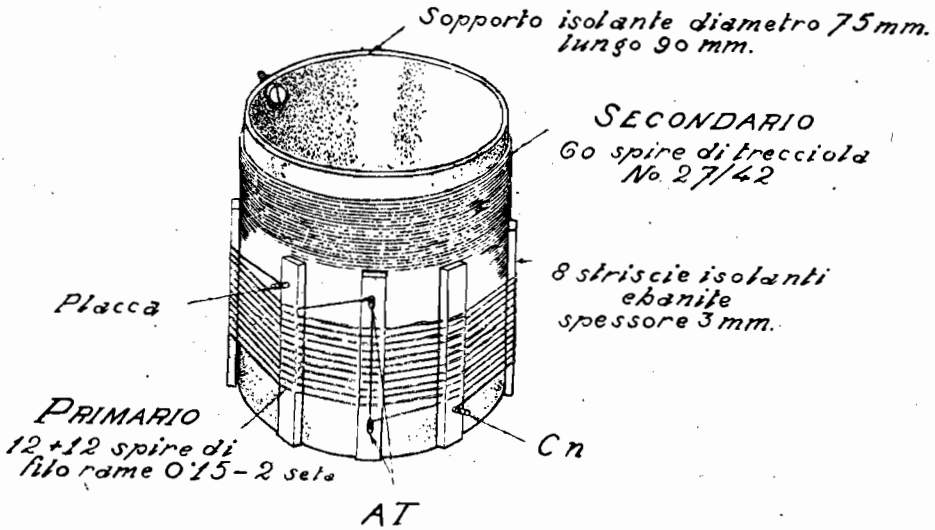


Fig. 357. - Trasformatore intervalvolare per onde medie (250-600 m.).

risulta notevolmente minore. Nei casi però in cui si fa uso di reazione o nei ricevitori con più di un circuito accordato nei quali una resistenza troppo bassa dei singoli circuiti avrebbe per effetto un eccesso di selettività e quindi un peggioramento della qualità si può usare, invece di trecciola, filo rame 0.5-2 cotone.

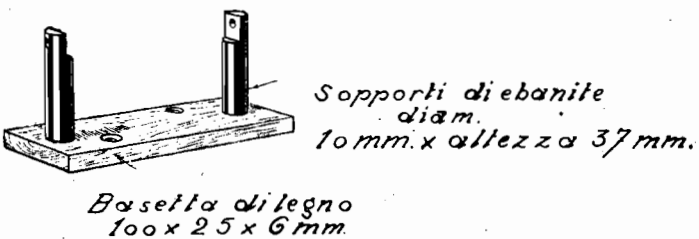


Fig. 358. - Basetta per i trasformatori di figg. 356 e 357.

Per i trasformatori per onde lunghe (900-2000 m.), dato il rilevante numero di spire e la conseguente difficoltà di effettuare un avvolgimento cilindrico a uno strato si preferisce raggruppare un certo numero di spire in sezioni (10-16) usando supporti esagonali o otta-

gonali con scanalature fresate al tornio o con la lima. La fig. 359 mo-

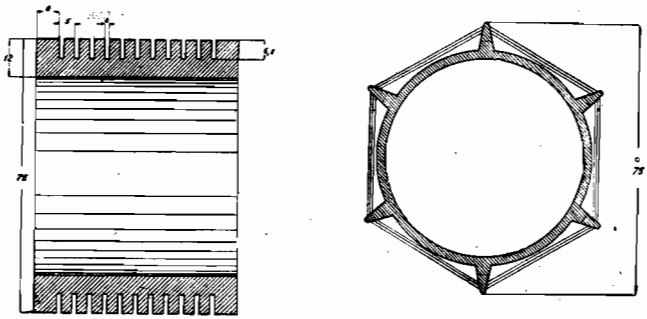


Fig. 359. - Supporto esagonale per trasformatori per onde lunghe.

stra un supporto esagonale, i cui dati di avvolgimento (usando un condensatore di 0.0005 μF) sono i seguenti:

Trasformatore aereo-griglia per onde da 900 a 2000 m.

Secondario: 250 spire filo rame 0.3-2 cotone avvolte in 10 scanalature (25 per scanalatura).

Primario: 100 spire filo rame 0.2-2 cotone avvolte a spire spaziate con presa alla 50.ma spira.

Primario e secondario sono separati da striscie isolanti collocate sugli spigoli dell'esagono.

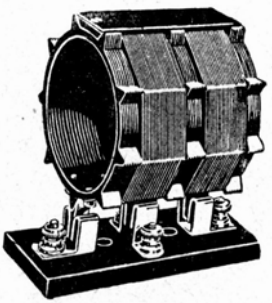


Fig. 360. - Trasformatore A F avvolto su supporto ottagonale.

Trasformatore intervalvolare per onde da 900 a 2000 m.

Secondario: 250 spire filo rame 0.3-2 cotone avvolte in 10 scanalature (25 spire per scanalatura).

Primario: 50 spire filo rame 0.2-2 cotone avvolte a spire distanziate.

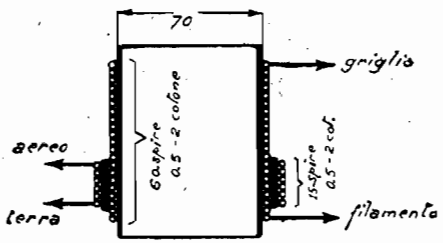


Fig. 361. - Trasformatore aereo-griglia per onde medie.

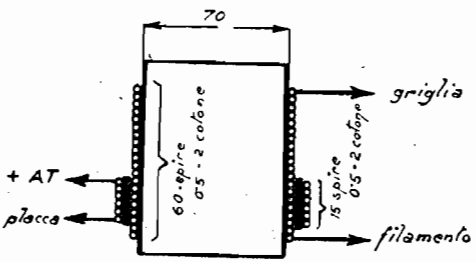


Fig. 362. - Trasformatore intervalvolare per onde medie.

Primario e secondario sono separati da 8 striscie isolanti collocate sugli spigoli dell'esagono in modo che lo spazio tra le spire del primario e del secondario è di 2 mm.

Naturalmente questi trasformatori per onda lunga possono anche essere avvolti a uno strato nel qual caso i dati sono i seguenti usando un supporto di materiale isolante del diametro di 75 mm.

Secondario: 200 spire filo rame 0.25-2 seta.

Primario: 40 spire filo rame 0.2-2 seta avvolte a spire distanziate sul secondario e separato da questo da 8 distanziatori in modo che lo spazio tra primario e secondario è di 2 mm.

Usando questi trasformatori con valvole di impedenza 20000-30000 ohm e coefficiente di amplificazione 15-20 si ottiene una amplificazione per stadio di circa 30-40 su tutto il campo d'onda.

Trasformatori più facili da costruire ma di minore efficienza sono quelli visibili a figg. 361 e 362 nei quali primario e secondario sono separati da uno strato isolante generalmente di cartone bakelizzato o di ebanite oppure consistente in una fasciatura di seta sterlingata. Naturalmente in questo caso essendo la costante dielettrica maggiore di quella dell'aria vi è una capacità maggiore tra primario e secondario. I separatori o lo strato di separazione devono avere un alto potere isolante essendovi tra primario e secondario una differenza di potenziale uguale alla tensione della batteria anodica.

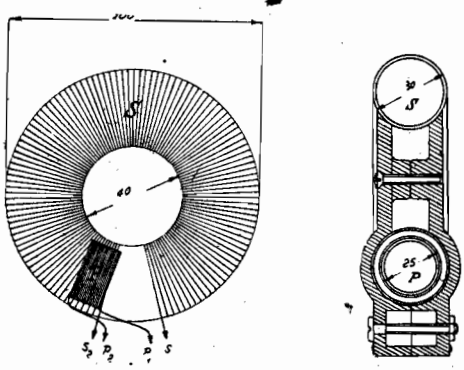


Fig. 363. - Trasformatore A F ad avvolgimento toroidale per onde medie.

P 60 spire filo 0,4-2 seta diametro 25 mm. a tre strati; *S* 240 spire filo 0,9-2 seta su diametro 30 mm.

In tutti i trasformatori primario e secondario devono avere lo stesso senso di avvolgimento. È bene altresì rammentare ancora una volta che il primario va sempre avvolto sul lato a basso potenziale ad alta frequenza del secondario, dunque quello collegato al filamento. Effettuando l'avvolgimento del primario sul lato collegato alla griglia, il circuito di griglia subirebbe un forte smorzamento.

I diversi circuiti neutrodina salvo i circuiti Difarad e Isofarad, richiedono speciali avvolgimenti di neutralizzazione oppure prese sul secondario, i quali però non alterano i dati di avvolgimento dei secondari e dei primari. I trasformatori per valvole schermate devono avere un rapporto $S : P$ minore (5 : 3 o 4 : 3), cioè un maggior numero di spire al primario.

Nei ricevitori in cui si desidera evitare o ridurre al minimo lo schermaggio dei trasformatori, si usano trasformatori a campo chiuso. La fig. 363 mostra un trasformatore toroidale per onde medie.

Per i trasformatori a sintonia fissa o con un piccolo campo di re-

golabilità che servono per gli amplificatori di frequenza intermedia nei circuiti a variazione di frequenza tipo supereterodina, ultradina, tropadina, ecc., si usa invece il tipo di avvolgimento piatto avvolgendo il primario tra due metà del secondario come si vede a fig. 364. I dati per tali trasformatori, tenendo conto che il secondario va posto in derivazione con un condensatore regolabile di 0.0003 μF, e che le due metà del secondario vanno avvolte nello stesso senso, sono quelli di Tabella XXVIII. Il trasformatore d'entrata, detto anche filtro, che serve per l'accoppiamento tra il complesso variatore di frequenza e l'amplificatore MF ha un primario accordato ed un accoppiamento non troppo stretto tra primario e secondario.

Tanto i trasformatori MF con primario e secondario quasi aperiodico (cioè avvolti con filo di resistenza) come quelli di frequenza intermedia con primario non accordato e secondario accordato mediante condensatore regolabile richiedono per ottenere i migliori risultati una taratura. Questa può effettuarsi col metodo di assorbimento nel quale la bobina del circuito da tarare viene accoppiata *leggermente* alla induttanza di una eterodina del tipo di circuito N. 11 (nel cui circuito di placca è inserito un milliamperometro). Variando la capacità del condensatore della eterodina si trova un punto in cui, coincidendo la frequenza propria del circuito da tarare con quella del circuito dell'eterodina, si verifica un assorbimento di energia oscillante da parte del primo e perciò l'indice del milliamperometro devia.

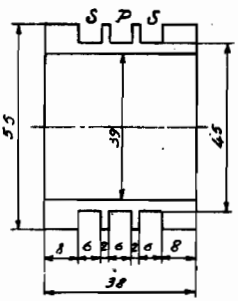


Fig. 364. - Supporto per trasformatore di frequenza intermedia (per i dati di avvolgimento vedasi la tabella XXVIII).

TABELLA XXVIII. – DATI DI AVVOLGIMENTO PER TRASFORMATORI D'ENTRATA (filtro) E INTERVALVOLARI PER AMPLIFICATORI DI MEDIA FREQUENZA (vedi fig. 364).

	Lunghezza d'onda in m.	Primario			Secondario		
		Num. di spire	Filo rame	Cond. fisso μF	Num. di spire	Filo rame	Cond. regol. μF
Trasf. d'entrata	2500-5000	165	0·2-2 seta	0·001	2 × 280	0·2-2 seta	0·0003
Trasf. interv.	2500-5000	280	0·2-2 seta	—	2 × 280	0·2-2 seta	0·0003

Nel caso di trasformatori quasi aperiodici con filo di resistenza va tarato essenzialmente il secondario mentre il primario è collegato alla placca di una valvola e il secondario alla griglia della seguente nel circuito sul quale il trasformatore va inserito. Naturalmente è anche possibile eseguire una semplice taratura empirica inserendo il trasformatore nel circuito di ricezione e variando il numero di spire dei suoi avvolgimenti sino ad ottenere i migliori risultati per un certo

campo di lunghezza d'onda. E ciò perchè i dati tabellari non bastano ad assicurare ottimi risultati causa la variazione delle caratteristiche dei conduttori, delle particolarità dei circuiti, ecc. ecc. Sarà perciò generalmente consigliabile, ove manchi la possibilità di compiere una taratura accurata, l'acquisto di tali trasformatori già tarati dal mercato. Tale norma è principalmente da osservare nella costruzione degli amplificatori di media frequenza per i circuiti del tipo supereterodina perchè in essi un solo trasformatore fuori sintonia può ridurre notevolmente l'amplificazione totale.

Trasformatori a bassa frequenza.

I trasformatori per l'amplificazione di correnti varianti a bassa frequenza debbono funzionare con efficienza uniforme su un vastissimo campo di frequenze affinchè la musica e la parola non risultino distorti. Nel diagramma di fig. 365 vediamo riprodotto il campo di

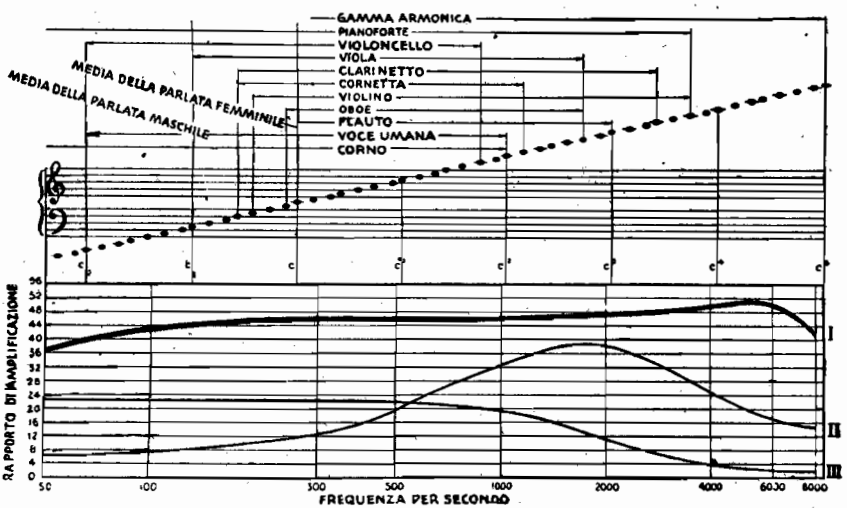


Fig. 365. - In alto: campo di frequenza degli strumenti musicali più comuni. In basso: caratteristica di un ottimo trasformatore (I), di un trasformatore mediocre (II) e di un accoppiamento resistenza-capacità (III).

frequenze per gli strumenti musicali più comuni e la parola e da esse risulta che le frequenze da riprodurre senza distorsione sono comprese nel campo tra 30 e 5000 cicli/sec. Un trasformatore ideale dovrebbe funzionare con uguale efficienza per tutte le frequenze comprese in questo campo.

La frequenza più bassa che l'orecchio umano può percepire come nota musicale corrisponde a circa venti cicli/sec. Le frequenze più elevate praticamente trasmesse per radio non vanno oltre 5000 cicli/sec.

benchè le armoniche e i suoni superiori raggiungano frequenze anche al disopra di 10000 cicli/sec. Generalmente i radiodiffusori non trasmettono frequenze oltre i 5000 cicli/sec. Per dare una riproduzione perfetta un trasformatore deve quindi funzionare in modo uniforme per tutte le frequenze comprese tra 20 e 5000 cicli/sec. Se viene riprodotta anche solo la seconda armonica di queste note, il suono sembra perfettamente naturale giacchè le armoniche più elevate non danno un gran contributo alla naturalezza dei suoni.

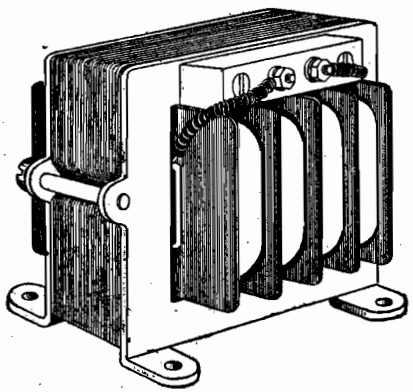


Fig. 366. - Trasformatore a bassa frequenza.

Negli amplificatori a bassa frequenza vengono usati trasformatori di quattro tipi:

trasformatori elevatori di tensione;
trasformatori per collegamenti in opposizione (push-pull);
autrotrasformatori;
trasformatori d'uscita.

I problemi connessi con questi diversi tipi di trasformatori sono però all'incirca gli stessi e quindi le stesse considerazioni d'indole generale valgono per ognuno di essi.

Il compito di un trasformatore usato come dispositivo di accoppiamento tra due triodi in un amplificatore è quello di ricevere le variazioni di corrente dal triodo che precede e di applicarle alla valvola seguente con un aumento di tensione. Perchè ciò facendo la riproduzione dei suoni risulti naturale e fedele è necessario che le variazioni relative di tensione per le diverse frequenze siano tutte uguali.

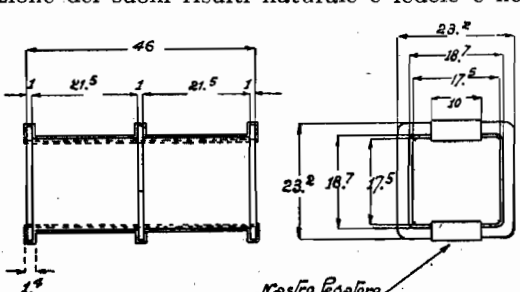


Fig. 367. - Supporto del primario.

Mentre l'impedenza della valvola ha il carattere di una resistenza ohmica e quindi, a parità di alcune condizioni è costante per una data valvola, l'impedenza del primario di un trasformatore BF varia con la frequenza dei suoni e perciò l'impedenza del primario non deve essere minore di quella della valvola per la frequenza più bassa che si vuole amplificare.

Se il primario di un trasformatore ha troppo poche spire, cioè se

la sua impedenza è troppo bassa, le frequenze più basse lo attraverseranno senza azione sufficiente sul secondario. Causa la bassa impedenza il nucleo del trasformatore non viene magnetizzato e quindi non vi è un passaggio di energia al secondario. In questo caso il primario costituisce quasi un corto-circuito per le frequenze più basse. Però, piuttosto che aumentare il numero di spire del primario per ottenere l'impedenza necessaria, conviene meglio aumentare la sezione del nucleo.

In un trasformatore a bassa frequenza il nucleo è costituito da elementi di lamierino di ferro dolcissimo al silicio avente una elevata permeabilità, rivestito da un lato con uno strato isolante di carta per evitare corrente di Foucault che causerebbero perdite causa la trasformazione di energia elettrica in energia calorica.

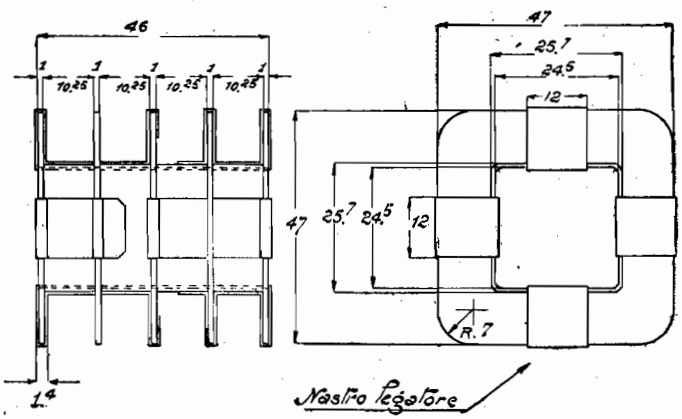


Fig. 368. - Supporto del secondario.

Usando un nucleo di piccola sezione il primario deve essere costituito da un gran numero di spire per ottenere l'impedenza voluta; ma ciò comporta anche un grandissimo numero di spire nel secondario per ottenere il rapporto di trasformazione voluto. Un secondario con un eccessivo numero di spire comporta però una grande capacità distribuita tra le sue spire il che ha un effetto cattivo perchè quest'ultima costituisce un corto-circuito per le frequenze più elevate che non vengono quindi amplificate.

Quanto più grande è la sezione del nucleo, tanto più uniformemente il trasformatore amplificherà tanto le frequenze alte come quelle basse.

Attraverso un trasformatore a bassa frequenza scorrono due correnti. La prima è la corrente variabile a bassa frequenza che costituisce il segnale e l'altra è la corrente continua della sorgente anodica. In un trasformatore con un piccolo nucleo la corrente continua può produrre la saturazione del nucleo ed in tal caso il nucleo risponde con varia-

zioni insufficienti del flusso alle variazioni del campo magnetico prodotte dal primario.

Questo stato di cose può causare la produzione di armoniche di frequenze che non esistono nel segnale all'origine col risultato di produrre della distorsione.

Da quanto abbiamo detto risulta che nella costruzione di un trasformatore esente da distorsione abbiamo a che fare con due requisiti che sono in opposizione. Da una parte dobbiamo avere un primario che non abbia una impedenza troppo bassa e dall'altra un secondario che non deve avere una capacità troppo elevata. Per prevenire quest'ultimo pericolo, in modo da poter usare un primario avente un sufficiente numero di spire, si può avvolgere il secondario con filo avente una grossa copertura e suddividere gli strati del secondario.

Nei trasformatori il secondario viene generalmente avvolto esternamente mentre il primario viene a trovarsi tra il nucleo e il secondario.

Il primario e il secondario possono essere avvolti su un medesimo rocchetto o su rocchetti diversi di cartoncino laccato o paraffinato. Diamo qui un esempio del secondo tipo i cui avvolgimenti possono essere costruiti coi dati di tabella XXIX.

Le figg. 366, 367 e 368 mostrano la costruzione di questo tipo di trasformatore.

Il rapporto Sec./Prim. dipende dalla impedenza della valvola nel cui circuito di placca il trasformatore viene inserito e deve essere tanto più piccolo quanto maggiore è l'impedenza della valvola usata.

Nel montaggio di uno o due trasformatori in uno stesso circuito sarà opportuno che il primo trasformatore abbia un rapporto di trasformazione di 1 : 3 e il secondo (eventuale) di 1 : 5.

TABELLA XXIX. — TRASFORMATORI A BASSA FREQUENZA.

Rapporto di trasformazione	Primario			Secondario		
	Num. spire	Filo rame	Resistenza in Ω	Num. spire	Filo rame	Resistenza in Ω
1/3	5000	0.07-2 seta	825	15000	0.07-2 seta	8000
1/4	5000	0.07-2 seta	825	20000	0.07-2 seta	11000
1/9	3000	0.07-2 seta		27000	0.07-2 seta	

In generale non si usa un terzo trasformatore che dà normalmente luogo a distorsione dei suoni e a effetti reattivi a bassa frequenza.

Nell'acquisto di questi trasformatori occorre badare che i terminali portino un segno che indichi l'entrata e l'uscita rispettivamente per il primario e il secondario.

Generalmente i costruttori dànno istruzioni per il modo di collegare i terminali dei trasformatori. In mancanza di queste si colleghi l'entrata del primario (*IP*) col positivo della batteria *AT* e l'uscita (*OP*) con la placca: l'entrata del secondario (*IS*) con la batteria di griglia e l'uscita (*OS*) con la griglia della valvola seguente.

Pochi costruttori dànno ragguagli sulla capacità del condensatore che normalmente occorre collegare in derivazione con il primario del trasformatore. Generalmente si usa un valore di 0.0002 a 0.0005 μF.

I trasformatori *BF* di entrata tipo *push-pull* hanno una presa media nel secondario che è formato da due metà uguali ciascuna al secondario d'un trasformatore comune. I trasformatori *BF* d'uscita di questo tipo hanno una presa media nel primario che è formato da due metà uguali ciascuna al primario di un trasformatore comune. Usando due stadi di bassa frequenza si usa generalmente il sistema *push-pull* solo per il secondo stadio.

Gli autotrasformatori contengono un lungo avvolgimento con diverse prese cosicchè mentre tutto l'avvolgimento viene usato come secondario, parte di esso viene usato come primario e il rapporto primario/secondario può essere facilmente variato.

Il trasformatore d'uscita viene usato per impedire che la corrente continua applicata alla placca dell'ultima valvola possa danneggiare l'avvolgimento dell'altoparlante. Esso ha pure l'importante scopo di equilibrare l'impedenza della valvola con l'impedenza dell'altoparlante. Per ottenere una resa esente da distorsione dal complesso valvola finale-altoparlante, occorre che l'altoparlante abbia la stessa impedenza come il circuito di placca della valvola. Quando ciò non è il caso, come quando un altoparlante non è appositamente costruito per una data valvola, si può ugualmente ottenere un buon rendimento inserendo tra la valvola e l'altoparlante un trasformatore il cui primario e secondario siano convenientemente dimensionati. Questi trasformatori debbono avere un nucleo di ampie dimensioni affinchè esso non possa essere saturato dalla corrente di placca della valvola. Generalmente i trasformatori d'uscita hanno tra primario e secondario il rapporto 1 : 1. Il primario ha talvolta un numero di spire maggiore del secondario giacchè l'impedenza della valvola è generalmente più elevata di quella dell'altoparlante. Questo è specialmente il caso con gli altoparlanti elettrodinamici nei quali la bobina mobile ha una piccolissima impedenza.

Il trasformatore va scelto in relazione alla valvola con la quale va usato giacchè attraverso il primario del trasformatore scorre una corrente tanto maggiore quanto più bassa è l'impedenza della valvola e quanto maggiore è la tensione anodica. Se il nucleo viene già saturato da una piccola corrente non converrà certo usare una valvola con impedenza troppo bassa o una tensione di placca troppo elevata. Acquistando un trasformatore converrà quindi farsi indicare dal co-

struttore per quale impedenza di valvola è conveniente. Per grande amplificazione e quindi per l'uso di valvole a bassa impedenza negli stadi *BF* conviene usare trasformatori largamente dimensionati.

Trasformatori microfonici.

Questi trasformatori vengono generalmente inseriti tra il microfono (la cui resistenza è di circa 20-50 ohm nei microfoni per batteria locale) e il tratto filamento-griglia della valvola (la cui impedenza è di qualche megohm).

Quindi il rapporto delle spire tra secondario e primario si esprime

$$\frac{n_s}{n_p} = \frac{\sqrt{Z_s}}{\sqrt{R_p}}$$

Praticamente si hanno quindi rapporti da 10 : 1 a 200 : 1. Quando il secondario del microfono viene inserito direttamente nel ritorno di griglia della valvola oscillatrice, la resistenza del tratto filamento-griglia è di soli circa 10.000 ohm data la presenza di una corrente di griglia. Quindi in tal caso il rapporto del trasformatore microfonico è minore: da 7 : 1 a 25 : 1.

Il primario di un trasformatore microfonico può essere costituito da 160 spire filo rame 0·6-2 seta. Il numero di spire del secondario è determinato dal rapporto di trasformazione. Il conduttore per il secondario può essere filo rame 0·1-2 seta.

12. - Bobine d'impedenza

IMPEDENZE AD ALTA FREQUENZA.

Le impedenze ad alta frequenza vengono usate nei trasmettitori e nei ricevitori dove si vuole precludere il passaggio alle correnti ad alta frequenza.

Bobine di impedenza semiaperiodiche servono pure per l'accoppiamento di valvole ad alta frequenza al posto di circuiti accordati essendo la loro curva di sintonia molto appiattita causa la elevata

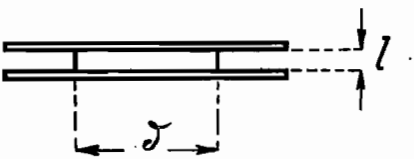


Fig. 369. - Rocchetto per impedenze AF semiaperiodiche.

resistenza ohmica del conduttore. Esse vengono avvolte con filo di resistenza in forma di bobine piatte. La fig. 369 e la tabella XXX indicano alcuni dati costruttivi. Queste bobine possono essere tarate col metodo di assorbimento come è già stato spiegato per i trasformatori ad alta frequenza. La taratura deve avvenire mentre la bobina è collegata nel circuito con le valvole inserite.

TABELLA XXX. — IMPEDENZE AF SEMIAPERIODICHE AVVOLTE CON FILO COSTANTANA 0.15-2 SETA (fig. 369).

Numero	Num. spire	Diametro interno δ mm.	Spessore l mm.	Campo d'onda m.
0	150	20	3	300 - 500
1	220	20	3	500 - 900
2	400	20	3	900 - 1500
3	650	20	3	1500 - 2500
4	1000	20	4	2500 - 4000

Bobine di impedenza AF avvolte con filo di rame vengono pure usate nei circuiti dove si voglia precludere il passaggio alle correnti ad alta frequenza senza introdurre una notevole resistenza alla corrente continua. È questo il caso in alcuni collegamenti ad alta frequenza (Loftin White) e nel collegamento della valvola rivelatrice all'amplificatore a bassa frequenza. Per il fatto che una bobina di impedenza, come ogni induttanza, possiede anche una certa selfcapacità è evidente che essa ha una certa frequenza di risonanza e che quindi funziona come un circuito accordato.

Per tale ragione essa non è altrettanto efficace per tutte le lunghezze d'onda poichè la sua impedenza varia con la lunghezza d'onda. L'impedenza agisce quindi come una reattanza capacitiva che diminuisce coll'aumentare della frequenza ossia col diminuire della lunghezza d'onda. Il numero di spire di queste bobine deve essere tale che la lunghezza d'onda di risonanza dell'impedenza — quando è inserita nel circuito — sia appena maggiore dell'onda più lunga da ricevere. Ciò costituisce naturalmente un grave inconveniente nei ricevitori per due campi d'onda (lunghe e medie) giacchè una impedenza AF che abbia, supponiamo, una impedenza di 200.000 ohm alla frequenza corrispondente a 1.500 m., può avere una impedenza di soli 20000 ohm alla frequenza corrispondente a 500 m. Dal calcolo risulta che le migliori bobine di impedenza AF sono quelle chè hanno la massima induttanza con la minima selfcapacità e resistenza: bisogna dunque trovare il modo di avvolgere queste bobine così che il rapporto $\frac{L}{CR}$ sia un massimo. In pratica queste bobine devono servire per un vasto campo d'onda e vengono avvolte in scanalature separate come si vede a fig. 370 per ridurre la self-capacità: per onde da 50 a 2000 m. queste impedenze possono essere avvolte con 850 spire di filo rame 0.2 — 2 seta ripartite in 6 scanalature su diametro di mm. 30. Per trasmittenti che funzionano su un campo d'onda relativamente stretto servono bobine cilindriche ad uno strato.

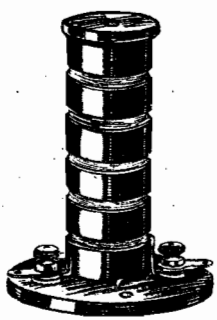


Fig. 370. - Impedenza ad alta frequenza avvolta a sezioni.

TABELLA XXXI. — IMPEDENZE AF PER TRASMISSIONE

Campo d'onda m.	N. spire filo 0.3 - 2 cotone Φ 70 m/m
150 - 200	250
50 - 100	160
30 - 50	100
20 -	50

Impedenze per frequenze basse e industriali.

Le impedenze a bassa frequenza vengono usate nei complessi filtranti per correnti raddrizzate tanto per ricevitori come per trasmettitori, come impedenze di modulazione nei trasmettitori radiotelefonici sistema Heising, per l'accoppiamento intervalvolare nell'amplificazione a bassa frequenza e per l'accoppiamento tra la valvola finale e l'altoparlante.

Il calcolo di una impedenza non è facilmente praticabile dal dilettante, benchè esista una formula generale che si esprime così:

$$L = \frac{4\pi}{10^9} \cdot \frac{N^2 \cdot A}{l} \times \mu$$

dove: L è l'induttanza in henry
l la lunghezza del circuito del nucleo in cm.
A l'aerea del nucleo in cm²
μ la permeabilità del ferro
N il numero di spire dell'impedenza.

Questa formula si può anche esprimere così:

$$L = \frac{12{,}6}{10^9} \cdot \frac{N^2}{S}$$

dove S è la riluttanza o resistenza magnetica del nucleo.

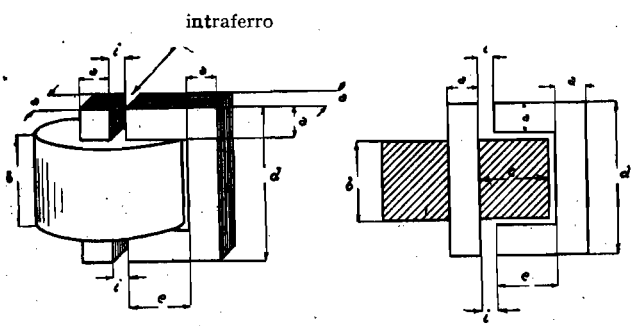


Fig. 371. - Impedenza a nucleo di ferro (vedi tabella XXXII).

La riluttanza del nucleo non dipende soltanto dalla lunghezza e dalla sezione del nucleo e dalla grandezza dell'eventuale intraferro (spazio d'aria) ma anche dalle proprietà magnetiche del ferro usato che però variano a seconda della magnetizzazione causata dalla corrente continua che passa attraverso l'avvolgimento. Da ciò risulta che il calcolo preventivo di una impedenza non è praticamente possibile per un dilettante.

Per la costruzione di una impedenza conviene quindi servirsi dei dati empirici contenuti nella tabella XXXII.

La scelta dei dati avviene secondo l'intensità massima di corrente e l'induttanza voluta. Se si vuole costruire una impedenza con una induttanza di valore intermedio basta tener presente che l'induttanza varia all'incirca come il quadrato del numero di spire cosicchè dimezzando il numero di spire l'induttanza scende a un quarto del valore corrispondente.

Il materiale migliore per il nucleo è lamierino di ferro al silicio dello spessore di circa 0·3 mm. con copertura di carta, lacca o ossido per evitare le perdite dovute alle correnti parassite. Ottimamente serve pure per il nucleo filo sottile di ferro. Il nucleo dell'impedenza deve essere provvisto di un intraferro. Questo è indispensabile perchè serve a impedire la saturazione del nucleo e serve a regolare il valore

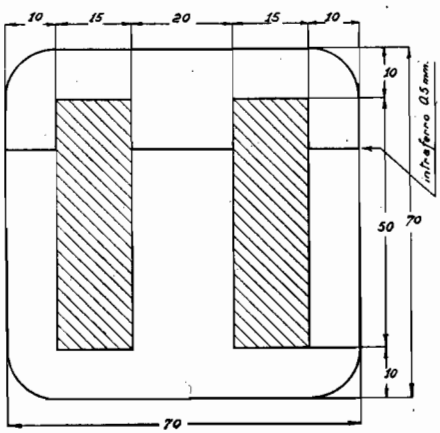


Fig. 372. - Impedenza livellatrice per filtro di alimentatore per correnti sino a 100 mA. Induttanza 30 H; resistenza 300 ohm; 8000 spire filo rame 0·25 smaltato; sezione 20 × 20 mm.

induttivo della impedenza, il che è particolarmente importante nelle impedenze per filtri. Una volta regolato l'intraferro il nucleo deve essere solidamente fissato in modo che l'attrazione magnetica non possa spostarlo e non lo renda rumoroso. Per impedire la vibrazione e per rendere stabile la regolazione conviene riempire l'intraferro con una piastrina di legno o ebanite.

Per l'avvolgimento conviene usare un filo con copertura sottile giacchè un filo grosso occupa un grande spazio e dà una piccola induttanza. L'avvolgimento va fatto direttamente sul nucleo appena fasciato da uno strato di fettuccia isolante. Prima di iniziare l'avvolgimento conviene disporre alcuni fili di cotone lungo il nucleo e collocare delle flange di cartone pesante in modo che ad avvolgimento ultimato il filo non possa svolgersi. Le dimensioni indicate dalla ta-

bella XXXII per il filo sono tali che è consentibile il passaggio di una corrente maggiore del 10 % e anche più se intermittente.

Se l'avvolgimento risulta troppo profondo il raffreddamento verrà facilitato dividendo l'avvolgimento in due sezioni ciascuna avvolta sui lati più lunghi del nucleo di ferro e in tal caso occorre aumentare il numero di spire del 10 % per compensare la maggiore dispersione magnetica tra le due sezioni. Le estremità del filo vanno saldate e robusti conduttori flessibili ben isolati.

TABELLA XXXII. — BOBINE D'IMPEDENZA PER FREQUENZE BASSE E INDUSTRIALI (fig. 371).

Corrente ammissibile mA.	Induttanza H	Intraferro * mm.	Filo	N° spire	Lungh. del filo m.	Resistenza c. c. ohm	a mm.	b mm.	c mm.	d mm.	e mm.
50	0,5	0,4	0,18 smaltato	1600	133	85	12,5	10,5	7,1	40,5	12,7
	1,0	0,4		2300	205	127	12,5	12,5	8,4	43,0	14,0
	5,0	0,4		5200	555	345	12,5	18,8	12,7	49,0	19,0
	10,0	0,8		5000	670	411	19,0	18,2	12,5	63,5	19,0
	15,0	0,8		6300	880	544	19,0	20,5	14,0	66,0	19,0
	20,0	1,2		7600	1090	678	19,0	22,8	15,3	68,5	21,6
	50,0	2,8		11000	2040	1260	25,0	28,0	19,0	89,0	25,4
	100,0	6,4		18000	3670	2280	25,0	35,4	23,8	96,0	27,9
100	0,5	0,4	0,25 smaltato	1600	150	46	12,5	14,0	9,5	40,5	16,0
	1,0	0,4		2300	233	72	12,5	16,8	11,5	44,5	17,8
	5,0	0,4		3500	490	151	19,0	21,0	14,2	63,5	22,0
	10,0	0,8		3800	645	200	25,0	21,8	14,7	76,0	21,6
	15,0	0,8		4800	850	260	25,0	24,4	16,5	78,5	23,0
	20,0	1,2		2900	800	250	50,0	19,0	13,0	123,0	19,0
	50,0	2,8		5300	1535	480	50,0	25,0	17,8	140,0	24,2
	100,0	6,4		7900	2765	860	50,0	33,8	23,0	150,0	29,2
250	0,5	0,4	0,40 smaltato	1600	183	22,5	12,5	22,8	15,3	51,0	21,6
	1,0	0,4		1500	213	26	19,0	22,8	14,7	63,5	21,2
	5,0	0,4		3700	753	92	25,0	35,6	23,4	91,5	30,5
	10,0	0,4		2000	583	71	50,0	26,8	17,3	132,0	25,4
	15,0	5,2		3300	1020	125	50,0	34,3	22,0	140,0	28,0
	20,0	7,2		4000	1273	156	50,0	36,4	24,2	142,0	30,5
	50,0	8,5		5000	2200	270	75,0	40,5	28,0	198,0	34,2
	100,0	15,2		8400	4000	485	75,0	53,5	35,5	212,0	42,0
500	0,5	8,8	0,57 smaltato	3200	566	35	12,5	26,7	30,4	76,0	36,8
	1,0	8,8		3000	600	37	19,0	31,8	30,4	89,0	38,0
	5,0	19,2		7800	2335	143	25,0	73,7	48,3	132,0	56,0
	10,0	10,4		3800	1365	83	50,0	51,0	33,0	157,0	38,0
	15,0	7,6		2620	1165	71	75,0	42,0	28,0	198,0	35,6
	20,0	9,5		3500	1285	99	75,0	48,3	32,0	206,0	38,0
	50,0	20,6		8700	4665	282	75,0	76,0	51,0	236,0	58,5
	100,0	38,1		16700	10350	620	75,0	104,0	71,0	268,0	79,0

(*) Il miglior valore definitivo va trovato empiricamente regolando l'intraferro sino ad ottenere il valore d'induttanza desiderato.

13. - Rivelatori a cristallo

Un raddrizzatore o detector è, generalmente parlando, un dispositivo che lascia passare le correnti più facilmente in un senso che nell'altro. Ne consegue perciò che, se si inserisce un tale dispositivo nel circuito di una corrente alternata o oscillante, il raddrizzatore lascierà passare di questa corrente in maggior misura gli impulsi in un senso che quelli nell'altro e quindi il valore medio della corrente risultante sarà unidirezionale.

L'azione di rettificazione del raddrizzatore a cristallo è perfettamente analoga a quella ottenuta con la valvola a due e a tre elettrodi. Anche qui abbiamo una curva della intensità di corrente in funzione del potenziale, analoga a quella della valvola.

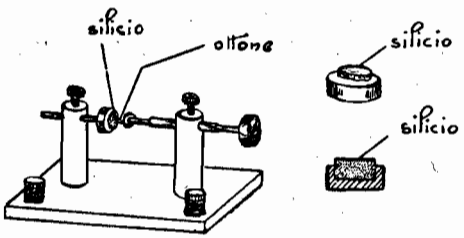


Fig. 373. - Rivelatore ottone-silicio.

Prima dell'invenzione della valvola si usava per la rettificazione il detector a cristallo. Oggigiorno, servono le valvole che sono indubbiamente più perfezionate, ma al principiante converrà sempre iniziare i suoi esperimenti col detector che dà una ricezione ottima, più semplice ed essenzialmente molto più economica dato che non occorrono le due costose batterie ad alta e a bassa tensione che sono invece indispensabili con le valvole.

Per la rivelazione vengono usate differenti sostanze cristalline come p. es. un frammento di zincite (ossido di zinco) a contatto con un pezzo di bornite (solfuro di rame e ferro) o molibdenite; oppure galena (solfuro di piombo) a contatto con una punta metallica di filo sottile di bronzo o acciaio; oppure carborundum (composto di silicio e carbonio) a contatto con acciaio.

Se a una di queste combinazioni si applicano differenti potenziali e se si traccia un grafico per i valori delle correnti attraverso il

punto di contatto in funzione del valore del potenziale applicato si ha per risultato una curva caratteristica.

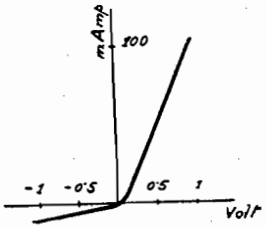


Fig. 374. - Caratteristica di un rivelatore zincite-bornite.

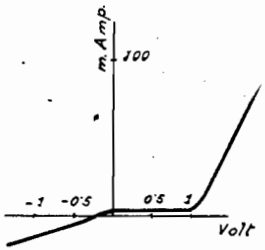


Fig. 375. - Caratteristica di un rivelatore carborundum-acciaio.

Le figg. 374 e 375 mostrano due esempi di tali curve, una per la combinazione zincite-bornite, l'altra per carborundum. Queste curve mostrano che: 1) la resistenza di un tale contatto non segue la legge di Ohm ma dipende dalla grandezza della corrente; 2) il contatto lascia passare più corrente quando la tensione è applicata in un senso anzicchè quando la stessa tensione è applicata in senso opposto; 3) a una data tensione la curva presenta una piega più o meno pronunciata.

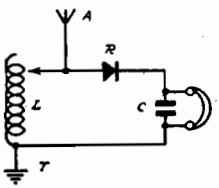


Fig. 376. - Ricevitore a cristallo.

Se si applica un potenziale alternativo al contatto, la resistenza di esso per i semicicli positivi sarà generalmente differente da quella per i semicicli negativi. L'azione raddrizzatrice del cristallo è dovuta alla piega della sua curva caratteristica.

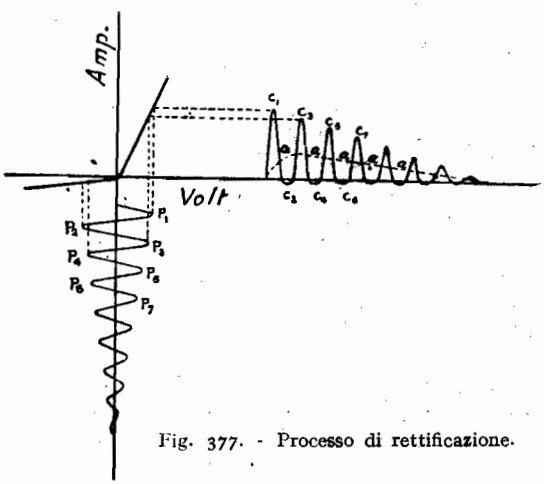


Fig. 377. - Processo di rettificazione.

Nel circuito ricevente di fig. 376 i gruppi di onde dei segnali ricevuti producono dei gruppi di potenziali oscillanti ad alta frequenza che vengono applicati attraverso il rivelatore *R*.

Supponiamo che un gruppo di tali oscillazioni venga applicato a un rivelatore di zincite-bornite avente una curva caratteristica analoga a quella visibile in fig. 374. In fig. 377 i valori istantanei del potenziale ad alta frequenza applicati al rivelatore sono rappresentati

dalla curva al disotto della curva caratteristica. I valori massimi positivi e negativi dei potenziali oscillanti sono dati rispettivamente dai punti P_1 P_3, ecc. e P_2 P_4, ecc. Se si tirano delle linee verticali, i punti in cui queste linee tagliano la curva caratteristica rappresentano i valori della corrente che passa attraverso il punto di contatto del rivelatore per i valori dei potenziali applicati corrispondenti a P_1 P_2 P_3 P_4....

I valori istantanei delle correnti sono rappresentati dalla curva tracciata a destra della curva caratteristica e le correnti corrispondenti ai massimi positivi e negativi sono rispettivamente rappresentate dai punti C_1 C_3, ecc. e C_2 C_4, ecc. Si vede subito che, causa la piega della curva caratteristica, i valori positivi della corrente sono molto maggiori dei negativi e che perciò vi è un valore medio unidirezionale di corrente rappresentato dalla linea tratteggiata *a*.... *a* chè scorrerà attraverso il telefono.

Se ora esaminiamo la caratteristica del carborundum (fig. 375) vediamo che la piega della caratteristica non corrisponde al potenziale zero, ma a un certo valore positivo del potenziale, cosicchè, perchè un cristallo di carborundum possa efficacemente funzionare da rivelatore, occorre che le oscillazioni applicate siano simmetriche rispetto a tale potenziale positivo. Per ottenere ciò è necessario dare al cristallo un potenziale positivo e ciò viene effettuato per mezzo di una batteria e di un potenziometro come si vede a fig. 378.

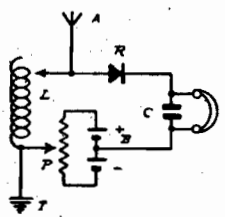


Fig. 378. - Ricevitore con rivelatore di carborundum.

La resistenza del cristallo di carborundum è dell'ordine di 2000 ohm mentre la resistenza del potenziometro è di circa 200 ohm e perciò il potenziometro va collegato in serie e non in parallelo col cristallo poichè in quest'ultimo caso il rivelatore risulterebbe praticamente cortocircuitato dalla relativamente bassa resistenza del potenziometro.

La corrente rettificata attraverso il cristallo dipende dal quadrato della f. e. m. del segnale applicato come pure dall'angolo che forma la piega della curva caratteristica. Se perciò l'intensità dei segnali in arrivo viene diminuita a metà, la corrente rettificata resta diminuita a un quarto del suo valore precedente. Quindi la sensibilità di un rivelatore a cristallo diminuisce rapidamente per segnali deboli.

La ragione fisica della piega nella curva caratteristica dei rivelatori a cristallo non è ancora ben chiara. È probabile che effetti termoelettrici vi abbiano una parte importante, ma essi non bastano a spiegare tutti i fenomeni inerenti. Si tratta probabilmente anche di fenomeni molecolari che si verificano nel punto di contatto alla superficie del cristallo. Nell'esame dei cristalli si possono riscontrare i seguenti fenomeni: 1) applicando e togliendo istantaneamente un potenziale a un rivelatore avviene che con alcuni materiali, buoni punti di contatto

divengono cattivi e altri cattivi divengono invece buoni; 2) un leggero movimento della contropunta o la più piccola variazione di pressione determinano sovente un aumento nella corrente raddrizzata; 3) riscaldando tutto il rivelatore si produce il più delle volte una completa insensibilità del cristallo. Anche l'umidità e la composizione dell'atmosfera influiscono sulla efficienza del rivelatore; 4) un segnale più intenso del normale o una scarica atmosferica possono distruggere la sensibilità del rivelatore e questa può essere ripristinata solo cercando un altro punto sensibile del cristallo.

Si può inoltre constatare che la formazione cristallina ha una grande importanza per la sensibilità del cristallo. Il metallo che fa chimicamente parte del cristallo non ha importanza nemmeno per la scelta della contropunta. La scelta del materiale per la contropunta ha una importanza secondaria e in generale buoni cristalli rivelatori funzionano con contropunte di qualsiasi metallo resistente alla azione atmosferica purchè si scelgano la pressione di contatto e la forma voluta.

I cristalli rivelatori possono essere suddivisi in tre categorie principali: quella degli elementi, quella degli ossidi e quella dei solfuri.

Il silicio (Si) si presta solo quando è purissimo. Dei cristalli di pirite si prestano meglio quelli che presentano una rottura a scaglie e una superficie liscia nei punti di frattura.

La galena (PbS) è il materiale più usato. Il materiale naturale viene usato molto meno di quello sintetico che viene venduto sotto i nomi più svariati. La galena contiene generalmente anche dell'argento che aumenta la sua sensibilità. Il rivelatore a galena è specialmente efficace per segnali deboli ma presenta lo svantaggio di richiedere una ricerca accurata del punto sensibile.

La zincite (Zn Mn O) va solo usata purissima e perciò cristalli che contengono altri minerali non servono. Essa è generalmente colorata in rosso causa il contenuto di manganese. Il rivelatore a zincite è particolarmente conveniente per ricevitori trasportabili o nel caso di regolaggi frequenti non essendo critica la ricerca del punto sensibile.

Le migliori combinazioni per i rivelatori a cristallo sono le seguenti:

TABELLA XXXIII. — RIVELATORI A CRISTALLO.

Cristallo	Formula	Contropunta	Pressione
Zincite	Zn Mn O	Tellurio	abbastanza forte
Galena	Pb S	Costantana, Manganina, Bronzo, anche Acciaio	leggera (punta sottile)
Silicio (purissimo)	Si	Alluminio e acciaio	leggera
Pirite	$Fe\ S_2$	Bronzo	abbastanza forte
Carborundum	Si C	Acciaio (contropunta ottusa)	forte e potenziale ausiliario

Nel rivelatore i due cristalli oppure il cristallo e la punta metallica vengono generalmente montati sopra supporti metallici su basetta isolante. I cristalli vengono saldati a bassa temperatura in piccole coppe metalliche. La superficie di un cristallo non è ugualmente sen-

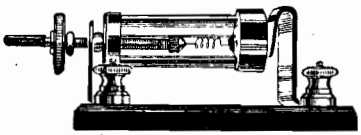


Fig. 379. - Rivelatore a galena.

sibile e con l'esplorazione vanno perciò cercati i punti più sensibili. Il contatto metallico — che generalmente è in forma di una piccola molla in un rivelatore a galena — e in generale la contropunta, viene portata da un braccio mobile in modo da poter esplorare tutta la superficie del cristallo.

14. - Resistenze

Nella radio vengono usate resistenze fisse, semifisse e variabili il cui valore va da meno di 1 ohm a 10 megohm.

Le resistenze variabili vengono anche chiamate *reostati*. I reostati servono nella radio essenzialmente a regolare l'accensione dei filamenti delle valvole. Essi sono avvolti con filo di resistenza la cui grossezza deve essere proporzionata alla corrente che passa per evitare pericolosi riscaldamenti.

Il calcolo della resistenza necessaria di un reostato può avvenire secondo il criterio seguente. Se la tensione richiesta dal filamento della valvola è V_v e la tensione data dalla batteria d'accensione è V_b e se la corrente di accensione per il filamento di una valvola è i_v avremo per la resistenza R del reostato con un numero n di valvole alimentate in parallelo.:

$$R = \frac{V_b - \frac{3}{4} V_v}{n \cdot i_v}$$

Per le valvole a consumo normale (0.5 amp.) si usano generalmente reostati aventi una resistenza massima da 1 a 5 ohm; per valvole a consumo ridotto (0.1 a 0.06 amp.) da 10 a 30 ohm.

Per la regolazione dell'accensione delle valvole vengono anche usate le resistenze automatiche che sono formate di un pezzo di resistenza di ferro saldato in un tubo di vetro che contiene solo idrogeno. Esse funzionano in base al principio che la resistenza di questo filo, composto di ferro o di metalli aventi caratteristiche analoghe, aumenta col calore. Questo a sua volta è però determinato dalla quantità di corrente che scorre nel filo e perciò la resistenza viene autoregolata. Queste resistenze sono tarate per la corrente massima che deve passare.

Nei reostati un terminale fa capo all'inizio della spirale mentre l'altro terminale può essere messo a contatto con qualunque tratto della resistenza, circuitando più o meno spire.

Nei *potenziometri* invece, i due terminali fanno capo al principio ed alla fine della spirale e vi è inoltre una terza presa variabile. I due terminali estremi vengono collegati ai due poli di una sorgente di corrente, cosicchè la presa variabile permette di prendere qualunque tensione intermedia tra il massimo e il minimo di tensione della sorgente (figura 383). La resistenza del potenziometro deve essere scelta in

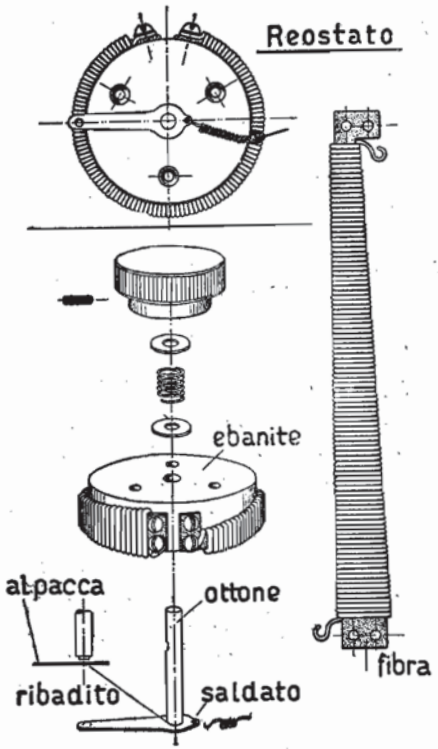


Fig. 380. - Costruzione di un reostato.

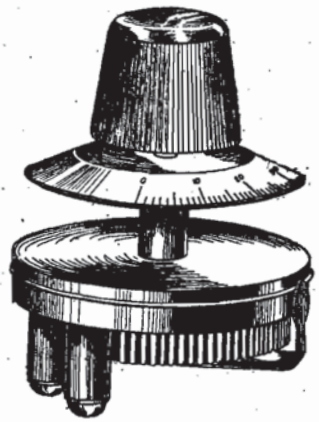


Fig. 381. - Reostato.

modo che la corrente che passa attraverso ad esso non sia eccessiva. Generalmente per i circuiti di ricezione si usa una resistenza da 200 a 400 ohm.

Nei radiocircuiti vengono pure usate resistenze variabili da zero a 25.000, 50.000, 250.000, 500.000, 1.000.000 ohm. Esse servono come

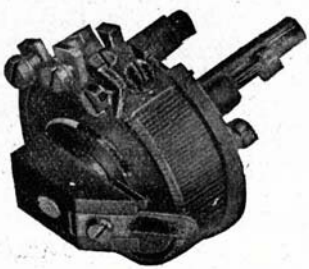


Fig. 382. - Potenziometro S.I.T.I.

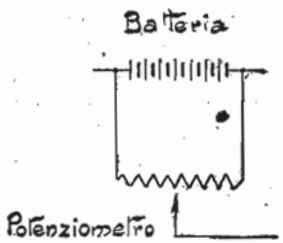


Fig. 383. - Collegamento potenziometrico.

controllo della reazione. come stabilizzatori nell'alta frequenza e come controllo dell'intensità di ricezione nella bassa frequenza. Le resistenze usate a tale scopo consistono generalmente di materiale poroso impregnato di una miscela di grafite oppure di polvere di grafite mescolata con particelle di mica. Il contatto mobile non avviene per frizione ma per rotolamento.

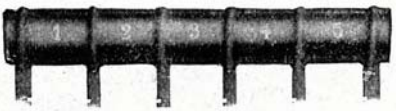


Fig. 384. - Potenziometro ad alta resistenza per alimentatori di placca. (Resistenza tubolare smaltata «Ward Leonard »).

Resistenze variabili elevate come le precedenti ma costruite per una maggiore capacità di corrente vengono usate negli alimentatori di corrente di placca e di griglia dalla rete. Il calcolo della resistenza e della potenza che debbono avere le singole resistenze del partitore di corrente in un alimentatore viene effettuato applicando la legge di Ohm. Un partitore di corrente è generalmente costituito di più resistenze in serie inserite tra il positivo e il negativo della tensione data dall'alimentatore.

Prendiamo un caso pratico. La tensione data da un raddrizzatore facente uso di un tubo Raytheon « BH » è di 300 volt. Di questi 300 volt è bene averne 50 disponibili per i potenziali di griglia e ne restano quindi 250 per la tensione di placca. Usando le solite valvole per ricezione la tensione massima per l'ultima valvola è di 150 volt, mentre per le altre bastano 100 volt. Dobbiamo quindi ridurre la tensione massima da 250 a 150 volt mediante la caduta di tensione nella resistenza R_1:

$$V = R_1 \,.\, I \quad \text{quindi:} \quad R_1 = \frac{V}{I}$$

V è la caduta di tensione cioè 100 volt, I è la corrente totale che scorre attraverso la resistenza R_1, cioè la corrente anodica normale per tutte le valvole del ricevitore. Supponiamo di dover alimentare un ricevitore a 6 valvole con corrente anodica normale di 5 mA e una valvola di potenza con corrente anodica normale di 10 mA. Avremo in totale una corrente di 40 mA. A ciò bisogna aggiungere la corrente che passa normalmente attraverso il partitore ($R_1 + R_2 + R_3 + P_1 + P_2$) il cui valore totale deve essere di circa 20.000 ohm perchè anche quando il carico scende bruscamente a zero, p. es. quando le valvole vengono spente, la tensione non possa mai raggiungere valori pericolosi per i condensatori del filtro.

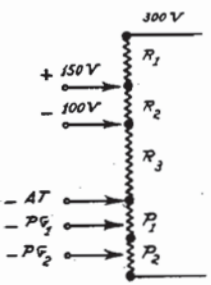


Fig. 385.

La corrente che attraversa il partitore sarà dunque:

$$I \doteq \frac{V}{R} = \frac{300}{20.000} = 0.015 \text{ ampère}$$

La corrente totale attraverso R_1 è dunque $40 + 15 = 55$ mA. Quindi:

$$R_1 = \frac{V}{I} = \frac{100}{0.055} = 1815 \text{ ohm circa.}$$

La resistenza R_2 deve provocare una caduta di tensione di 50 volt. Attraverso essa scorre però solo la differenza tra la corrente totale e 10 mA (della valvola di potenza). Quindi:

$$55 - 10 = 45 \text{ mA}$$

$$R_2 = \frac{50}{0.045} = 1100 \text{ ohm circa.}$$

Attraverso i potenziometri P_1 e P_2 passa tutta la corrente fornita dall'alimentatore ossia 55 mA e siccome la caduta di tensione massima che essi debbono provocare è di 50 volt abbiamo:

$$P_1 + P_2 = \frac{50}{0.005} = 910 \text{ ohm circa.}$$

Siccome PG_1 deve essere di circa 5 volt, abbiamo:

$$P_1 = \frac{5}{0.055} = 91 \text{ ohm circa.}$$

Quindi $P_2 = 819$ ohm circa.
Passiamo ora a calcolare R_3:

$$R_3 = 20000 - (1815 + 1100 + 91 + 819) = 16175 \text{ ohm.}$$

Praticamente sarà difficile trovare resistenze aventi i valori calcolati, ma esse possono essere sostituite con resistenze di valore approssimativamente uguale che si trovano sul mercato anche perchè le intensità normali di corrente prese come base per il calcolo sono solo molto approssimative. Per R_1 si potrà quindi usare una resistenza di 1500 e una di 300 ohm in serie, per R_2 una di 1000 + 100, per P_1 un potenziometro di 100 ohm, per P_2 un potenziometro di 1000 ohm, per R_3 15000 ohm.

Siccome la caduta di tensione attraverso queste resistenze dipende dal valore della corrente è evidente che le tensioni variano a seconda dell'apparecchio ricevente al quale l'alimentatore viene collegato. È quindi molto opportuno fare in modo che le resistenze siano intercambiabili oppure il potenziometro R_1 R_2 R_3 abbia diverse prese variabili in modo da poter variare le tensioni fornite.

Nella scelta di queste resistenze bisogna però tener conto non solo del valore della resistenza ma anche della potenza che esse debbono dissipare in forma di calore. Se le resistenze fossero dimensionate troppo piccole esse potrebbero riscaldarsi sino al punto di bruciare o fondere. La potenza dissipata in watt P da una resistenza è data dalla formula:

$$P = I^2 R$$

in cui I è il valore della corrente in ampère che attraversa la resistenza e R è la resistenza in ohm.

Per es., R_1 deve dissipare in forma di calore:

$$P_{R1} = 0.055^2 \,.\, 1800 = 5{,}45 \text{ watt}$$
$$P_{R2} = 0.045^2 \,.\, 1100 = 2{,}24 \text{ watt}$$
$$P_{R3} = 0.015^2 \,.\, 16.000 = 3{,}6 \text{ watt}$$
$$P_{P1} = 0.055^2 \,.\, 100 = 0.30 \text{ watt.}$$
$$P_{P2} = 0.055^2 \,.\, 1000 = 3{,}03 \text{ watt}$$

Generalmente le resistenze per partitori di corrente sono costruite per dissipare 3, 5, 10 watt ed è bene sceglierle per una potenza superiore a quella necessaria.

***

Resistenze fisse di valore da 50.000 a 1.000.000 ohm vengono usate negli accoppiamenti per resistenza. Esse sono costituite di sostanze metalliche o grafite sovrapposte o fuse nel vetro oppure pressate in forme speciali ad elevatissima pressione. L'importante è che esse non possano assorbire umidità che farebbe variare la loro resistenza.

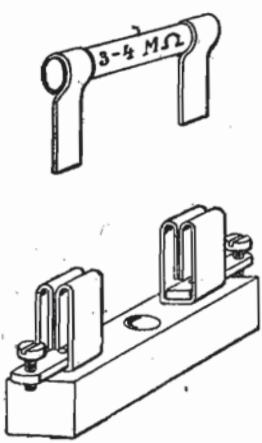


Fig. 386. - Resistenza di silite con sopporto.

Resistenze fisse di valore da 1 megohm a 10 megohm vengono usate come resistenze di griglia nelle valvole rivelatrici e amplificatrici. Per questo uso vengono anche costruite resistenze formate da dischi di carbone con pressione variabile di contatto.

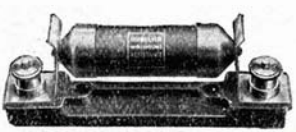


Fig. 387. - Resistenza «Dubilier».

Come resistenze per trasmettitori servono resistenze di filo di nichelina di 0.2 mm. con rivestimento doppio di seta o di cotone. Come resistenza nei circuiti di trasmissione può anche essere usata una valvola e precisamente lo spazio tra filamento e placca, alimentando il filamento e dando un potenziale adeguato alla griglia.

15. - Cuffie

Per udire i segnali in arrivo trasformati per mezzo del nostro apparecchio ricevente in impulsi a bassa frequenza noi ci serviamo di una cuffia composta di due ricevitori telefonici.

Ogni ricevitore si compone essenzialmente di un magnete permanente che esercita una azione di attrazione su una sottilissima membrana di ferro dolce. Questa membrana è fissata strettamente al bordo della scatola del ricevitore lungo il suo margine circolare. Sul magnete sono fissate due espansioni o poli avvolti con parecchie migliaia di spire di filo sottilissimo. Queste spire vengono inserite nel circuito di placca dell'ultima valvola dell'apparecchio ricevente.

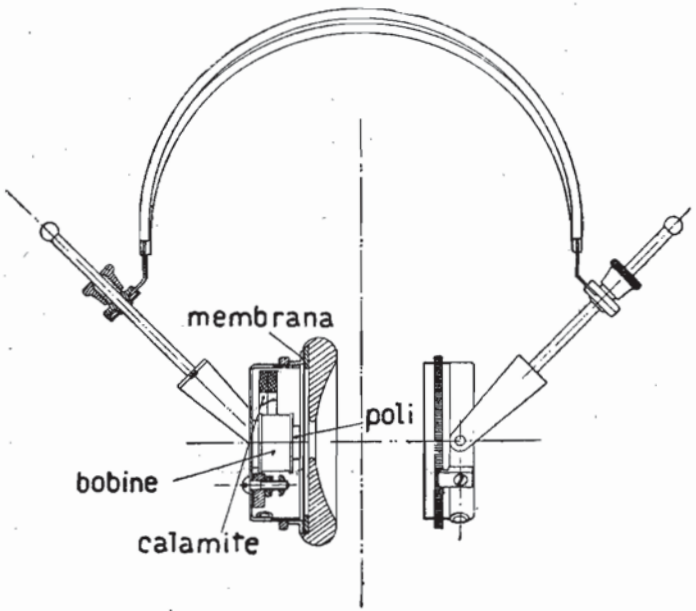


Fig. 388. - Cuffia e sezione di un auricolare.

Quando nelle spire vi è un passaggio di corrente, la membrana viene debolmente attratta dalla calamita verso i suoi poli, ma non deve toccarli. La forza di attrazione che i poli esercitano sulla membrana è proporzionale alla intensità di corrente che ne attraversa gli avvolgimenti. Una corrente pulsante, che si ottiene come abbiamo visto, rettificando gruppi di oscillazioni di onde smorzate, battimenti di onde persistenti e onde persistenti modulate, produce quindi degli impulsi e vibrazioni della membrana che provocano nell'aria delle onde sonore. Queste, colpendo i timpani del nostro orecchio. ci danno la sensazione di audibilità.

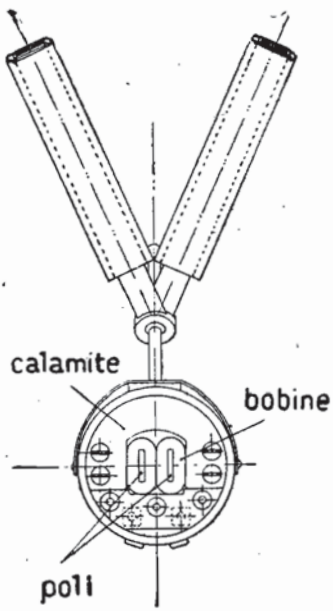


Fig. 389. - Sezione di un auricolare.

Un ricevitore telefonico ha una sensibilità così squisita, da rivelare correnti di una intensità inferiore al microampère e di tensione inferiore a 10 microvolt.

Una forte intensità di ricezione in cuffia si ha con una corrente di 5 μA a una frequenza di circa 1000 cicli/sec., il che corrisponde a una potenza d'alimentazione di circa un decimilionesimo di watt. Con 100 μA i segnali diventano così forti da non poter tenere la cuffia sul capo.

Mentre i comuni ricevitori telefonici hanno una resistenza di circa 75 a 100 ohm, i ricevitori per Radio hanno generalmente una resistenza da 2000 a 4000 ohm.

Non è però la resistenza ohmica quella che conta per il rendimento del ricevitore ma bensì l'impedenza.

Abbiamo spiegato infatti che nel caso di un avvolgimento la resistenza effettiva, mentre rimane per le correnti continue uguale a quella di un filo avente la medesima lunghezza totale, subisce un aumento per le correnti alternate o oscillanti dovuto al sommarsi dell'effetto induttivo della bobina alla resistenza ohmica. Le correnti che scorrono attraverso le spire del ricevitore sono correnti pulsanti o correnti alternate nel ritmo dei suoni e le frequenze corrispondenti sono tali che la resistenza ohmica è praticamente trascurabile rispetto all'impedenza. Ciò che quindi è essenziale per il buon rendimento del ricevitore è che la sua induttanza sia proporzionata alla impedenza dell'ultima valvola perchè il massimo rendimento viene ottenuto quando l'impedenza del ricevitore non è inferiore alla impedenza dell'ultima valvola amplificatrice.

Con le valvole attualmente in commercio l'induttanza totale di un buon ricevitore dovrebbe essere di circa 5 a 6 henry e in tal caso la reattanza per la frequenza di 100 cicli/sec. è di 3150 ohm circa.

Il ricevitore telefonico funziona in modo più sensibile quando lo spazio tra i poli e la membrana è piccolissimo e quindi esso va inserito in modo che la corrente unidirezionale a bassa frequenza scorra attraverso gli avvolgimenti in direzione tale da aumentare la forza attrattiva del magnete permanente. La cuffia va perciò inserita in modo da dare il miglior rendimento per intensità.

Una cuffia presenta una impedenza elevata per correnti ad alta frequenza le quali non possono quindi attraversare i suoi avvolgimenti. Nel caso di apparecchi riceventi a cristallo o a una valvola conviene provvedere un passaggio per le correnti *AF* collocando in derivazione con gli avvolgimenti della cuffia un condensatore fisso di 0.001-0.005 μF.

16. - Altoparlanti

Un telefono altoparlante è un dispositivo per diffondere i suoni in un vasto spazio. Mentre la cuffia deve solo far vibrare l'aria compresa tra l'auricolare e l'orecchio, l'altoparlante deve far vibrare tutta l'aria di un ambiente o di uno spazio all'aperto. Esso, benchè analogo al ricevitore telefonico, richiede quindi maggiore potenza — che viene fornita dalla valvola finale — per il suo funzionamento. Infatti per ottenere una sufficiente intensità di suono per una camera occorre una potenza di circa 1 watt. Per locali di dimensioni maggiori, per una buona intensità all'aperto occorrono naturalmente potenze corrispondentemente maggiori (1-5 watt).

Quanto maggiore è il volume d'aria che la membrana o il diaframma fanno vibrare, tanto maggiore è il carico e quindi la resistenza di radiazione dell'altoparlante. E' ovvio che il peso e la massa della membrana o del diaframma da una parte e l'energia che la fa vibrare dall'altra devono essere proporzionate alla massa d'aria da mettere in movimento.

Negli *altoparlanti a tromba* si fa vibrare l'aria di un ambiente comunicando le vibrazioni di una membrana — mossa dagli impulsi di corrente del ricevitore — all'aria rinchiusa in un tubo che termina in un imbuto: la cosidetta tromba. La vibrazione dell'aria nel tubo si propaga all'aria nell'imbuto, da questo alla colonna d'aria ancora maggiore alla bocca dell'imbuto e da questa a tutta l'aria circostante. Naturalmente l'uso della tromba provoca una certa distorsione, giacchè la colonna d'aria della tromba ha una frequenza di vibrazione propria come nel caso di una canna di organo, e anche la tromba stessa ha una frequenza propria. Quindi la scelta della forma e della dimensione della tromba sono il frutto di una lunga esperienza rivolta a ottenere la riproduzione più fedele dei suoni.

La tromba è generalmente fatta di materiale « non risonante » come composizione di fibra, metallo spesso con un rivestimento, ebanite, ecc. e ciò naturalmente per evitare dei punti di risonanza che tenderebbero a esaltare esageratamente certe frequenze in confronto a tutte le altre producendo così una notevole distorsione. In generale gli altoparlanti a tromba tendono a riprodurre debolmente i suoni bassi

(inferiormente a 500 cicli/sec.) e quasi niente quelli più bassi (inferiormente a 200 cicli/sec.) fortemente quelli medii (500-2500 cicli/sec.) e talvolta anche fortemente quelli alti (oltre 2500 cicli/sec.). Aumentando la lunghezza della tromba le note basse vengono maggiormente favorite e teoricamente per avere una riproduzione fedele di tutte le frequenze udibili occorrerebbe una lunghezza della tromba di circa 6 metri, ciò che praticamente è impossibile. Se una tromba è troppo corta anche la colonna d'aria è troppo corta e perciò le note basse non potranno metterla in movimento. La limitazione della lunghezza della tromba può essere alquanto compensata usando un diaframma con grande massa e trombe di speciali qualità di legno, ma anche ciò presenta gravi difficoltà.

Gli *altoparlanti a disco o a cono* sono fondamentalmente molto dissimili da quelli a tromba. In essi il moto del diaframma muove direttamente l'aria a contatto. A una pressione creata su un lato del diaframma corrisponde una rarefazione sul lato opposto e viceversa. Si ha quindi un passaggio rapidissimo di aria da un lato all'altro del diaframma ciò che è dannoso e va evitato facendo il diaframma di dimensioni molto ampie. In generale le caratteristiche acustiche di questi altoparlanti sono alquanto migliori di quelle del tipo a tromba causa le peculiari proprietà di risonanza del diaframma stesso. Però l'importanza che la lunghezza ha nella tromba è qui rappresentata dal diametro del cono o disco. I migliori altoparlanti a cono azionati da un'armatura bilanciata possono riprodurre suoni sino a 70 cicli/sec.

Un miglioramento del tipo a cono è rappresentato da una costruzione in cui il cono invece di essere tenuto teso alla circonferenza è sospeso soltanto al centro e quindi le caratteristiche di risonanza sono esclusivamente quelle del cono.

Molti sono i modi nei quali vien fatta vibrare la membrana o il diaframma di un altoparlante per mezzo delle correnti elettriche pulsanti che provengono dall'amplificatore a bassa frequenza del ricevitore. Negli altoparlanti a tromba si usa una membrana di ferro la quale è generalmente tenuta fissa intorno alla sua circonferenza e mantenuta in uno stato di tensione da una calamita permanente la cui forza di attrazione varia colle correnti *BF* che attraversano gli avvolgimenti del magnete. In tal caso non abbiamo dunque altro che un comune ricevitore telefonico costruito in modo da sopportare correnti di maggiore intensità. Generalmente però per ottenere il massimo rendimento acustico vi è un dispositivo che permette di regolare la distanza del diaframma dai poli della calamita.

Negli altoparlanti a cono, il diaframma, costituito da un cono piatto di carta o altro materiale, è fissato al centro a una levetta la quale è mossa da una linguetta vibrante equilibrata e da un elettromagnete percorso dalla corrente *BF*. La levetta agisce come un pistone e fa muovere il cono il quale a sua volta causa spostamenti nella massa d'aria a contatto.

Oltre agli altoparlanti a tromba e a cono che sono i più comunemente usati, vi sono altri tipi come l'altoparlante a nastro, lo Statofono, l'altoparlante Johnson-Rahbek i quali hanno il vantaggio di una ottima

Fig. 390. - Altoparlante a cono.

Fig. 391. - Altoparlante a cono libero.

riproduzione ma sono generalmente poco accessibili al gran pubblico per il fatto di richiedere dispositivi complementari speciali.

La scelta per il dilettante è quindi praticamente limitata agli altoparlanti a tromba e a cono i cui principi fondamentali sono all'incirca gli stessi.

Con un buon altoparlante a cono vengono meglio riprodotte le note basse e quindi si ha una riproduzione più complessa e più plastica. Buoni risultati si ottengono pure usando un altoparlante a cono in serie o in parallelo con uno a tromba.

Il rendimento qualitativo di un altoparlante dipende molto dall'orecchio dell'ascoltatore. Infatti, generalmente parlando, ogni altoparlante ha una caratteristica differente come ogni orecchio umano « sente » in un modo diverso. Come l'orecchio di certi individui è più sensibile alle note basse o a quelle alte vi sono altoparlanti che favoriscono i toni bassi, mentre altri sono uniformi su un ampio campo di frequenza e altri ancora sono deficienti nella riproduzione delle note basse. Per la diversità appunto di sensibilità dell'orecchio umano si può dire che le preferenze in materia di altoparlanti sono in gran parte di indole soggettiva.

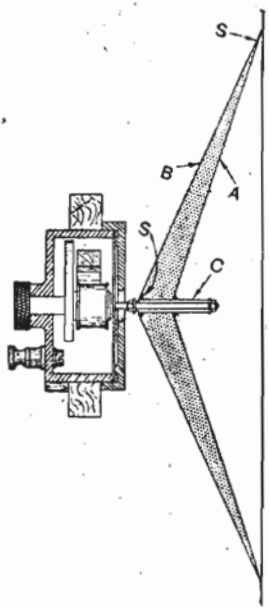


Fig. 392. - Altoparlante a cono.

Il miglior rendimento con un altoparlante si ottiene usando un

amplificatore di potenza separato giacchè l'altoparlante è generalmente deficiente per le note basse e queste necessitano di amplificazione per avere il dovuto risalto. E' poi comunque importante che l'amplificatore a bassa frequenza dia una amplificazione uniforme per tutte le frequenze ciò che è specialmente facile ottenere con gli amplificatori a resistenza.

E' inoltre opportuno rammentare che per non avere distorsione bisogna evitare una saturazione del circuito magnetico dell'altoparlante che deve quindi essere proporzionato alla corrente che lo attraversa. Per evitare tale inconveniente è bene usare un accoppiamento dell'altoparlante all'ultima valvola per mezzo di trasformatore o di impedenza-capacità. Con ciò si impedisce alla corrente continua di attraversare l'avvolgimento dell'altoparlante.

Fig. 393. - Altoparlante elettrodinamico.

Negli *altoparlanti elettrodinamici* che da qualche tempo hanno fatto la loro comparsa sul mercato, l'elettromagnete viene alimentato da una sorgente apposita. Questi altoparlanti sono generalmente del tipo a cono e hanno sui comuni altoparlanti il grande vantaggio di una riproduzione molto più perfetta e di una maggiore plasticità consentendo di riprodurre a piena intensità anche i toni bassi (sino a 20 cicli/sec.) che con comuni altoparlanti a cono e specialmente con quelli a tromba, vanno completamente perduti.

Gli altoparlanti elettrodinamici hanno un avvolgimento induttore che va eccitato da una sorgente di corrente continua esterna. Nel campo magnetico di questo avvolgimento trovasi liberamente sospesa una bobina mobile separata e le correnti a bassa frequenza provenienti dal ricevitore attraversano questa bobina. Il cono di carta a bordo libero trovasi direttamente attaccato alla bobina mobile. Questa costruzione dà una grande intensità e purezza di suono per molte ragioni. Il campo è di grande intensità e costanza e in questo campo trovasi liberamente sospesa la bobina mobile. Le forze che agiscono su questa bobina e producono i suoni dipendono solo dalla corrente nella bobina e non dalla sua posizione nel campo. Inoltre non può prodursi una saturazione del nucleo come nei comuni altoparlanti a magnete, ciò che ha per risultato l'assenza di armoniche distorcenti dovute all'altoparlante stesso.

L'induttanza della bobina mobile è bassissima e l'altoparlante presenta perciò solo un carico di resistenza ciò che comporta un

elevato fattore di potenza e una impedenza che varia solo di poco con la frequenza. Ciò fa sì che la curva di intensità in funzione della frequenza è piuttosto piatta ossia che l'altoparlante riproduce con intensità abbastanza uniforme tutte le frequenze da 50 a 12000 cicli. La bobina mobile non ha una risonanza definita e quindi un suono caratteristico come la maggior parte degli altoparlanti. Siccome nei segnali ricevuti per radio non vengono trasmesse le frequenze oltre i 5000 cicli/sec., questi altoparlanti contengono un filtro per eliminare tutti i suoni superiori a tale frequenza. Siccome l'impedenza della bobina mobile è molto minore dell'impedenza della valvola finale del radioricevitore, questi altoparlanti contengono generalmente anche un trasformatore riduttore.

Questi altoparlanti hanno sui tipi a magnete permanente il vantaggio che non si deteriorano e non invecchiano con l'uso giacchè le linee di forza magnetica sono unicamente prodotte dalla corrente che passa attraverso l'avvolgimento induttore.

La potenza necessaria per l'alimentazione dell'avvolgimento induttore è di circa 3-5 watt.

In alcuni tipi di altoparlanti elettrodinamici l'alimentazione dell'avvolgimento di campo avviene a bassa tensione (p. es. 6 volt, 50 mA). Alcuni altoparlanti elettrodinamici vengono costruiti per l'alimentazione diretta con corrente alternata nel qual caso essi sono muniti di un raddrizzatore che trasforma la corrente alternata della rete in corrente continua per l'alimentazione dell'avvolgimento di campo.

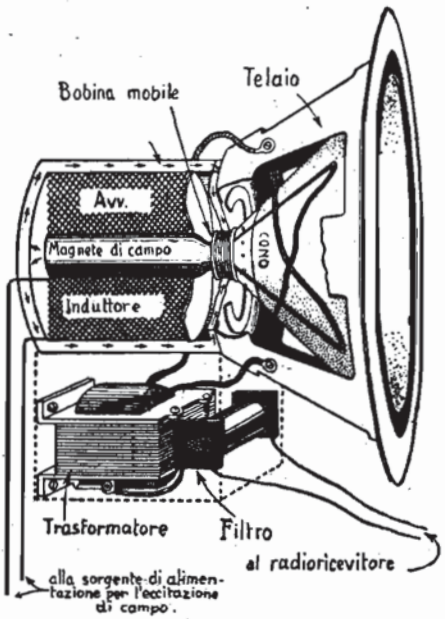


Fig. 394. - Sezione schematica di un altoparlante elettrodinamico.

Venendo al modo di collegare un altoparlante elettrodinamico a un amplificatore BF sarà bene rammentare che per il suo funzionamento occorre una valvola finale di grande potenza (5-10 watt). Siccome questa a sua volta richiede una tensione anodica di almeno 250-350 volt è bene costruire una unità che comprenda alimentatore per l'apparecchio e per la valvola finale, valvola finale e altoparlante elettrodinamico. Tale unità può essere usata in sostituzione di un alimentatore già posseduto o della batteria anodica. Abbiamo visto in prece-

denza che la caduta di tensione attraverso l'avvolgimento di campo dell'elettromagnete è di 110 volt circa con una intensità di corrente di 50 mA.

Siccome la corrente necessaria per l'alimentazione anodica del ricevitore e della valvola finale è di circa 40-80 mA. l'avvolgimento di campo può senz'altro essere usato come una impedenza del filtro essendo la sua induttanza elevatissima. Questa soluzione è visibile nello schema di fig. 395 in cui R è un tubo raddrizzatore a gas inerte Anotron capace di fornire sino a 200 mA con 500 volt, J_1 è una impedenza di 30 henry, J_2 è l'avvolgimento di campo dell'altoparlante A.P.E., T_1 è il trasformatore di entrata della valvola finale V la cui placca viene alimentata dalla tensione anodica massima fornita dal-

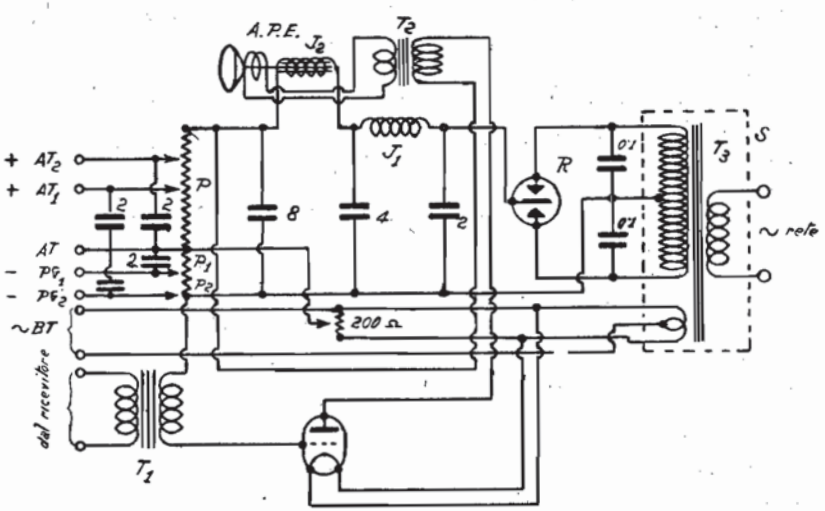


Fig. 395. - Uso dell'avvolgimento di campo dell'altoparlante elettrodinamico (A.P.E.) come impedenza livellatrice del raddrizzatore.

l'alimentatore, e alla cui griglia viene applicato un conveniente potenziale negativo di griglia dall'alimentatore stesso. AT_1 e AT_2 sono le tensioni di placca da applicare alle valvole del ricevitore, PG_1 e PG_2 i potenziali di griglia.

L'alimentatore fornisce inoltre anche due tensioni alternate di filamento, una per l'alimentazione del filamento della valvola finale, l'altra per le eventuali valvole a c. a. del ricevitore.

Essendo l'impedenza della bobina mobile dell'altoparlante piccolissima rispetto a quella della valvola finale, l'altoparlante contiene un apposito trasformatore riduttore T_2 il cui primario è collegato nel circuito di placca della valvola finale e il secondario con la bobina mobile.

Questa soluzione è certamente la più semplice ma essa presenta lo svantaggio che la corrente che scorre attraverso J_2 non è costante

ma varia secondo la modulazione dei segnali a seconda cioè delle tensioni alternate applicate alla griglia delle valvole e quindi anche l'eccitazione di campo varia nel ritmo dei segnali, ciò che non è troppo desiderabile.

Una soluzione più sicura ma più costosa è quella di alimentare separatamente l'avvolgimento di campo con un raddrizzatore a parte come si vede nello schema di fig. 396. In questo schema R_1 è il raddrizzatore a gas inerte che fornisce le tensioni di placca, In questo caso è perfettamente sufficiente un tubo Raytheon BH che può dare sino a 125 mA a 300 volt. La tensione anodica massima serve per l'alimen-

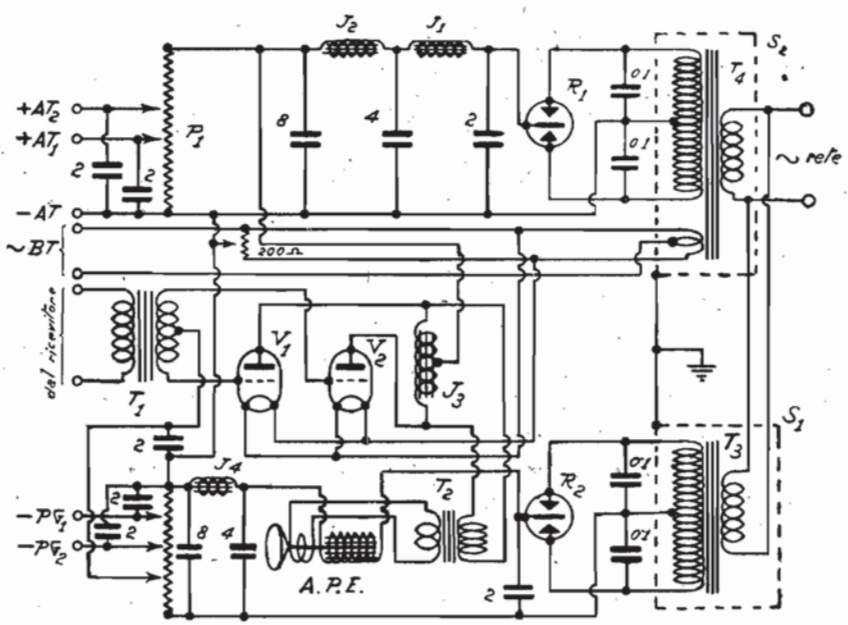


Fig. 396. - Altoparlante elettrodinamico (A.P.E.) con avvolgimento di campo alimentato da un raddrizzatore separato (R_2).

tazione di placca delle valvole V_1 e V_2 mentre AT_1 e AT_2 servono per l'alimentazione di placca delle valvole del ricevitore. R_2 è un tubo raddrizzatore che serve ad alimentare l'avvolgimento di campo dell'altoparlante A.P.E. e a fornire i potenziali di griglia tanto per le valvole V_1 e V_2 come per le valvole del ricevitore (PG_1 e PG_2). Per spianare la corrente pulsante fornita da R_2 serve l'avvolgimento di campo di A.P.E. e l'impedenza J_4. T_1 è il trasformatore di entrata, V_1 e V_2 sono due valvole amplificatrici di grande potenza (Philips TB 0,4-10, Zenith W 10 M, UX-250). J_3 è una impedenza con presa intermedia per l'alimentazione anodica, T_2 è il trasformatore riduttore di A.P.E. il cui primario è collegato coi capi di J_3 e il secondario è col-

legato colla bobina mobile di A.P.E. Il trasformatore T_4 fornisce anche la tensione necessaria per l'alimentazione dei filamenti tanto delle valvole V_1 e V_2 come di quelli delle valvole del ricevitore. V_1 e V_2 sono collegate in opposizione.

Gli altoparlanti elettrodinamici vengono anche forniti dalle Case stesse per l'alimentazione diretta del campo con corrente alternata, nel qual caso contengono un raddrizzatore a secco o a valvola.

Per ottenere un buon funzionamento da un elettrodinamico è importante assicurarsi che l'avvolgimento di campo dell'altoparlante elettrodinamico venga alimentato con l'intensità di corrente prescritta. Un tipo di altoparlante elettrodinamico molto usato richiede che la corrente che alimenta l'avvolgimento di campo a 110-150 volt sia da 40 a 90 mA.

Per constatare se questo è il caso si inserisca in serie con l'avvolgimento di campo un milliamperometro. Se questo segna per esempio solo 35 mA è evidente che l'altoparlante non funziona al massimo della sua efficienza e sarà quindi necessario diminuire la resistenza del partitore ($P + P_1 + P_2$ in fig. 395; P_2 in fig. 396) oppure collegare in parallelo con esso una resistenza il cui valore viene calcolato secondo le norme da noi già indicate.

Altra questione importante è quella della parete divisoria alla quale l'altoparlante va fissato, che è assolutamente indispensabile per ottenere una buona riproduzione da un altoparlante elettrodinamico con cono a bordo libero. Infatti negli altoparlanti di questo tipo vengono generati due gruppi di onde sonore: uno dalla parte anteriore del cono, l'altro da quella posteriore. Se non vi è una parete che li divide questi due gruppi di onde sonore si neutralizzano o si rinforzano vicendevolmente e l'estensione della parete determina pure in una certa misura la frequenza più bassa che l'altoparlante può riprodurre a piena intensità.

Generalmente con una parete divisoria piana di 90 × 90 cm. con un foro al centro per il cono dell'altoparlante si possono riprodurre bene suoni fino a 100 cicli/sec.

Invece di dare alla parete divisoria — che Inglesi e Americani chiamano *baffle* — una semplice forma piana, essa può essere realizzata anche in forma di cassetta o mobile chiuso. Ambedue sono ugualmente efficienti ma quest'ultimo tipo ha il vantaggio di poter essere di dimensioni meno ingombranti a parità di efficienza.

Per ottenere con una parete divisoria a cassetta una buona riproduzione dei suoni sino a 100 cicli/sec. è necessario che la cassetta sia almeno larga 40 cm., alta 40 cm., profonda 25 cm.

Usando pareti divisorie a cassetta o mobile può verificarsi un inconveniente dato dal ritorno delle onde sonore nella scatola o mobile. Se la distanza tra la parete divisoria anteriore e la controparete posteriore è piccola e altezza e larghezza sono maggiori tale inconveniente non sarà molto notevole, ma potrà esserlo invece se tale distanza

è maggiore dell'altezza e della larghezza. Se la cassetta ha una parete anteriore di dimensioni inferiori a 40 × 40 cm. e una profondità tra la parete anteriore e la controparete posteriore superiore a 50 cm. occorre provvedere dei fori nella parete posteriore e in quelle laterali per impedire effetti di risonanza. In alcuni casi sarà utile ricoprire di feltro le pareti interne della cassetta.

La parete divisoria o la cassetta deve essere di legno pesante in modo che non vibri eccessivamente alla sua frequenza propria. L'intelaiatura dell'altoparlante deve combaciare perfettamente con la parete divisoria in modo da non consentire il passaggio di onde sonore. Inoltre sulla parete divisoria anteriore non devono essere fatti altri fori all'infuori di quello che serve per l'altoparlante. L'intera costruzione deve essere ben rigida.

Quando, come generalmente avviene, l'altoparlante è montato nella stessa cassetta in cui trovasi l'amplificatore è bene montare zoccoli antifonici per le valvole per evitare che la vibrazione degli elettrodi prodotta dalle vibrazioni delle pareti e delle onde sonore possano danneggiare la riproduzione. Sarà anche bene che l'amplificatore venga montato su spessori di gomma spugnosa.

17. - Schermaggio

I componenti di un radio-ricevitore come trasformatori ad alta frequenza, bobine, condensatori, i collegamenti di griglia e di placca delle valvole quando sono attraversati da correnti ad alta frequenza producono campi elettrostatici ed elettromagnetici che si estendono più o meno in tutte le direzioni, e per sottrarre le altre parti all'influenza di tali campi è necessario avvolgere completamente questi componenti con schermi conduttivi collegati a terra.

Specialmente negli amplificatori ad alta frequenza a parecchie valvole è assolutamente indispensabile impedire che l'energia amplificata possa fare ritorno ai circuiti precedenti; non prendendo questa precauzione può avvenire che, quando il ritorno di energia raggiunge un certo limite, si inneschino le oscillazioni nell'amplificatore col risultato di limitare l'amplificazione utile.

Ora, tale ritorno di energia avviene appunto attraverso i campi elettrostatici ed elettromagnetici di cui si è detto sopra oppure anche per accoppiamento per resistenza come per es. avviene causa la resistenza della batteria anodica.

Per evitare il primo inconveniente si ricorre negli amplificatori *AF* a una e due valvole allo spaziamento tra i componenti. Così p. es. nei ricevitori neutrodina con due valvole in alta frequenza è noto che gli avvolgimenti ad alta frequenza vanno disposti a una certa distanza e a una data posizione angolare appunto per evitare accoppiamenti dannosi. Ma nei ricevitori con più di due valvole ad alta frequenza questa disposizione non è più sufficiente ed è assolutamente necessario lo schermaggio completo degli avvolgimenti che può essere effettuato come si vede a fig. 397, oppure, meglio ancora, lo schermaggio completo dei singoli stadi.

Assolutamente indispensabile è lo schermaggio negli stadi *AF* che fanno uso di valvole a griglia schermante. Questi amplificatori non vengono infatti neutralizzati data la bassissima capacità tra griglia e placca (dell'ordine di 0·000.000.01 μF), ma la stabilizzazione è impossi-

bile senza uno schermaggio perfetto non solo degli avvolgimenti ma anche della valvola stessa. Infatti questa richiede uno schermaggio completo della sua placca rispetto alle parti appartenenti al circuito di griglia. Ciò si ottiene mediante una piastra metallica, grande quanto più è possibile, provvista di un foro per il passaggio del bulbo della valvola, e fissata in modo che il suo piano venga a trovarsi in prolun-

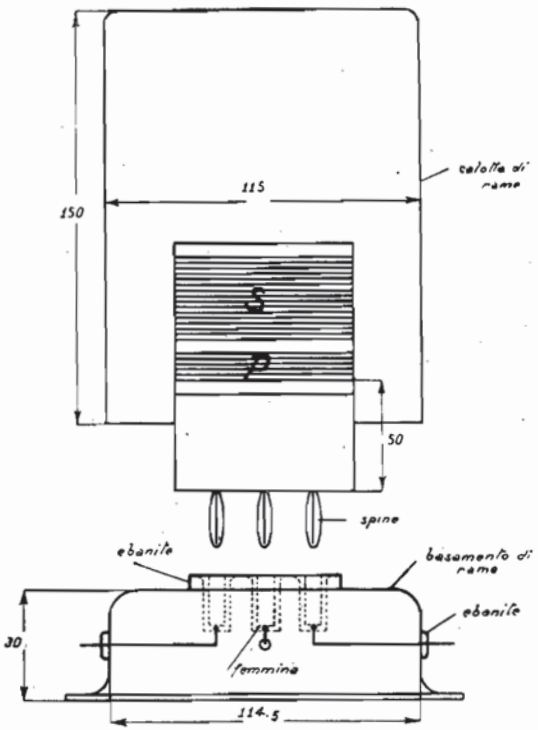


Fig. 397. - Costruzione pratica di uno schermo. Tanto la calotta come la basetta sono di lastra di rame di spessore non inferiore a 0.5 mm.

gazione della griglia di schermo interna. Detta piastra schermante è fissata alle pareti dell'apparecchio e va collegata per mezzo di un conduttore alla terra. Oltre a ciò è molto opportuno il coprire quella parte del bulbo della valvola ove si trova la placca, che nel nostro caso è quella che si trova al di sopra dello schermo, con un cappello metallico rendendo così la placca staticamente protetta da ogni influenza del circuito di griglia. Molta attenzione si deve porre anche al filo che parte dalla placca stessa, coprendo quel tratto di filo con un tubetto di metallo *R*. Il più piccolo aumento della capacità placca-

griglia in seguito a cattiva disposizione dei fili conduttori, o cause analoghe, portano inevitabilmente la valvola in oscillazione, e ciò non si potrà eliminare se non diminuendo l'accensione.

La diminuzione dell'accensione abbassa però il grado di amplificazione e per conseguenza anche l'efficacia di tutto il ricevitore.

In altri tipi di valvole invece di coprire la valvola con una cappa schermante basta collocare la valvola orizzontalmente facendola passare attraverso lo schermo che divide uno stadio dall'altro come vedesi nello schema costruttivo del circuito N. 25.

Il vantaggio principale dello schermaggio completo dei singoli stadi degli amplificatori ad alta frequenza è quello di sbarrare il cammino ai campi elettromagnetici ed elettrostatici col vantaggio di aumentare l'amplificazione e la selettività.

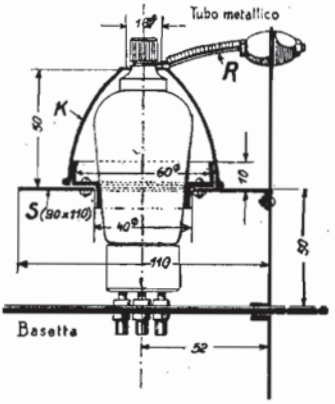


Fig. 398. - Schermaggio di una valvola AF a griglia schermante.

Costruendo amplificatori ad alta frequenza non è mai possibile — anche spaziando e collocando opportunamente gli avvolgimenti — evitare in modo sicuro accoppiamenti nocivi e si hanno perciò talvolta gravi delusioni tanto per ciò che riguarda l'amplificazione come la selettività.

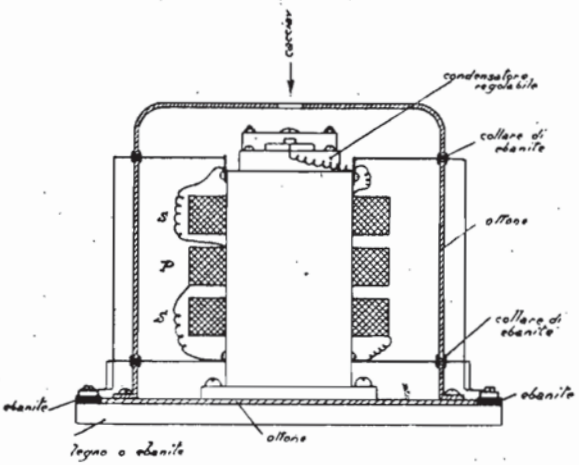


Fig. 399. - Schermaggio di un trasformatore di frequenza intermedia.

Schermando invece completamente i singoli stadi è possibile da una parte sfruttare maggiormente l'effetto reattivo procrastinando lo innesco delle oscillazioni mediante l'uso di componenti a poca perdita e d'altra parte è anche possibile usare un maggior numero di stadi ad alta frequenza senza tema di complicazioni: tre e financo quattro stadi *AF* non presentano speciali difficoltà

se completamente schermati stadio per stadio. Lo schermaggio completo ha inoltre anche il vantaggio di facilitare la neutralizzazione degli amplificatori ad alta frequenza e di renderla uniforme su tutto il campo di lunghezza di onda, ciò che generalmente non si verifica senza l'uso di schermi.

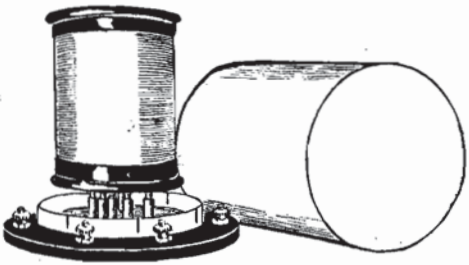


Fig. 400. - Trasformatore AF schermato intercambiabile.

Altro vantaggio è quello di eliminare l'effetto capacitivo della persona e — come già è stato menzionato — di sottrarre il ricevitore all'influenza di un trasmettitore vicino, non solo, ma anche di ridurre l'interferenza dovuta alla vicinanza di motori, interruttori, lampade ad arco, correnti elettriche di dispersione, strumenti ad alta frequenza, ecc. ecc.

Non trascurabile è anche il fatto che nei ricevitori facenti uso di oscillatore locale come p. es. tutti i ricevitori supereterodina, lo schermaggio del gruppo oscillatore ha il vantaggio di impedire la radiazione di oscillazioni che potrebbero altrimenti disturbare i posti riceventi.

Lo schermaggio presenta naturalmente però inconvenienti come quello di ridurre l'induttanza effettiva degli avvolgimenti. Il secondario di un trasformatore schermato come a fig. 397 per il campo di onda da 250 a 600 m. dovrà quindi avere 70 spire al secondario invece di 55 come bastano normalmente e la maggiore lunghezza di conduttore implica naturalmente anche un aumento della resistenza ad alta frequenza. La misura nella quale questi effetti si manifestano dipende dalla distanza dello schermo rispetto agli avvolgimenti. In generale una distanza assiale di 3 cm. e una radiale di 2 cm. sono sufficienti.

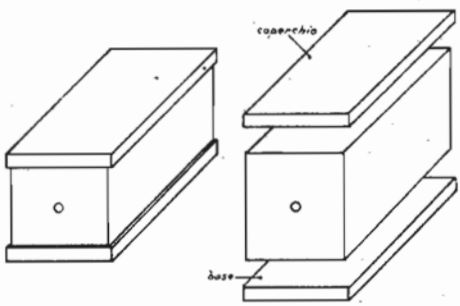


Fig. 401. - Scatole di schermaggio per singoli stadi.

Nel montaggio di radioricevitori schermati occorre usare alcune precauzioni. Mentre i conduttori facenti capo alle batterie tanto per la placca come per il filamento possono essere fatti passare vicino agli schermi, purchè isolati, quelli collegati alle griglie, alle placche, alle bobine e ai condensatori debbono essere tenuti per quanto possibile distanti dagli schermi per ridurre

a un minimo la loro capacità rispetto alla terra e le conseguenze che ne derivano. Se per esempio il primario aperiodico di un trasformatore, viene, causa la vicinanza di un conduttore, ad avere praticamente una certa capacità in parallelo esso funzionerà invece come un circuito accordato per una data frequenza a scapito del rendimento per tutte le altre.

Per evitare tali inconvenienti i collegamenti suddetti debbono non solo essere brevissimi e tenuti lontani dagli schermi, ma debbono anche essere fatti passare attraverso le pareti degli schermi in modo accurato: il conduttore per il collegamento dovrà essere filo isolato con rivestimento di gomma giacchè il semplice rivestimento di seta o cotone non è abbastanza sicuro.

Gli schermi stessi possono essere di alluminio rame o ottone di circa 0,5 a 1 mm.

Naturalmente il rame a causa della sua alta conduttività è il materiale più conveniente per lo schermaggio. È infatti facilmente comprensibile che il materiale più conduttivo offre una minore resistenza

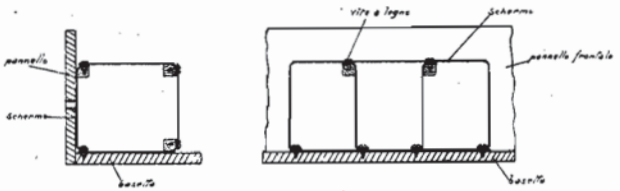


Fig. 402. - Altro sistema di schermaggio per stadi.

e quindi causa meno perdite nel passaggio delle correnti che producono i campi contrari che annullano quelli prodotti dagli avvolgimenti. Circa lo spessore del metallo da usare occorre pure rammentare che si è praticamente dimostrato che schermi troppo sottili non assorbono sufficientemente tali linee di forza. È importante rammentare che gli schermi debbono essere chiusi in modo perfetto da tutte le parti e che tutti i fori indispensabili per i collegamenti e il montaggio delle parti debbono essere del più piccolo diametro e in minor numero possibile. Se il coperchio dello schermo non chiude bene o se vi sono fori liberi lo schermo perderà molto della sua efficienza.

Gli schermi debbono inoltre essere collegati tra di loro e alla presa di terra o, in mancanza di questa, alla batteria di accensione.

Per la costruzione degli schermi per i singoli stadi daremo qui alcune indicazioni. Essi sono generalmente di forma rettangolare o quadrata e possono essere costruiti in diversi modi. Il pannello e la basetta del ricevitore vengono p. es. dapprima ricoperti internamente di lamierino per la larghezza voluta e la foratura del pannello avviene così contemporaneamente a quella dello schermo. I fori per il passaggio degli assi dei condensatori, reostati, ecc., vanno tenuti di dimensioni sufficienti per evitare contatti con lo schermo.

Le pareti dello schermo devono essere munite di flange della larghezza di circa 1 cm. piegate a squadra che facciano contatto su tutta la lunghezza colle pareti colle quali esse vanno collegate.

In seguito si montano le parti in modo che i componenti di ogni singolo stadio possano essere facilmente schermati tutt'intorno rispetto agli altri (figg. 401 e 402).

Considerando per esempio un ricevitore neutrodina a 5 valvole converrà suddividere e schermare i singoli componenti così: il primo trasformatore aereo-griglia, la prima valvola e il primo condensatore variabile formeranno un complesso schermato. Il secondo trasformatore (placca-griglia), la seconda valvola e il secondo condensatore variabile formeranno il secondo complesso. Il terzo trasformatore, la terza valvola (la rivelatrice) formeranno il terzo complesso. Benchè non indispensabile sarà però conveniente formare un quarto complesso con i due stadi a bassa frequenza. Ognuno di questi complessi deve essere ermeticamente chiuso.

La chiusura ermetica dei singoli complessi si effettua per mezzo di viti a legno a testa semitonda fissate sulla base, sul pannello e per gli altri giunti su astine di legno di 15 × 15 mm. di sezione.

Il coperchio può essere analogo a quello di una scatola comune. Naturalmente occorre usare tante viti quante ne occorrono per assicurare una chiusura ermetica e se lo schermo è di rame o ottone è anche conveniente per maggior sicurezza saldare i giunti eccettuato il coperchio.

Gli schermi di metallo ossidabile verranno in seguito convenientemente smerigliati e laccati.

18. - Alimentazione di ricevitori e trasmettitori

ALIMENTAZIONE ANODICA.

Le correnti ad alta e a bassa tensione necessarie per l'alimentazione di placca delle valvole dei trasmettitori e ricevitori vengono ottenute in diversi modi. In alcuni casi come nella ricezione e nella trasmissione radiotelefonica le correnti ad alta tensione debbono essere assolutamente costanti ed è quindi preferibile servirsi di pile o meglio di accumulatori. Specialmente nella trasmissione con onde corte è molto difficile ottenere una emissione assolutamente pura all'infuori dell'alimentazione con accumulatori o pile. D'altra parte come già abbiamo detto le valvole di trasmissione a bassa tensione anodica favoriscono l'uso degli accumulatori che, tutto sommato, non costano molto più di un complesso raddrizzatore coi relativi filtri.

Per la trasmissione radiotelegrafica con piccole potenze può servire bene la corrente alternata raddrizzata, e a tale uso si prestano specialmente bene i raddrizzatori elettrolitici.

Per la ricezione, oltre alle batterie di pile e di accumulatori, servono ottimamente gli alimentatori dalla rete di corrente continua o alternata che, specialmente per la ricezione in altoparlante, danno ottimi risultati anche con apparecchi sensibilissimi aventi parecchie valvole amplificatrici in alta frequenza o a variazione di frequenza. In cuffia si sente invece generalmente il leggero ronzio dell'alternata.

Gli alimentatori presentano reali vantaggi per la ricezione specialmente per l'alimentazione di apparecchi con un rilevante numero di valvole (5-10) in cui la corrente necessaria può facilmente raggiungere i 30-50 mA. E' evidente che se tali correnti debbono essere fornite da pile occorre che esse siano di grandissima capacità e quindi costose data la durata limitata. Gli accumulatori sono ottimi per tale uso ma sono generalmente poco pratici per la ricezione perchè di manutenzione difficile, e poco convenienti da tenere in ambienti eleganti per le loro esalazioni e per l'acido che contengono.

Se quindi le batterie di pile a secco sono consigliabili per ricevitori

con 1 a 4 valvole, gli alimentatori si impongono per convenienza e praticità per i ricevitori con 5 e più valvole.

Gli alimentatori che trovansi in commercio sono generalmente del tipo a diodo o a tubo a gas inerte. Per il dilettante sono specialmente raccomandabili per la loro economicità i raddrizzatori elettrolitici.

Gli accumulatori e le pile hanno su tutti gli altri sistemi il vantaggio che la tensione non varia quasi da pieno carico a vuoto. Nei raddrizzatori, convertitori, ecc., la tensione aumenta notevolmente quando il funzionamento avviene a vuoto (p. es. nella trasmissione a tasto alzato, o nella ricezione spegnendo le valvole) e ciò può talvolta rovinare i condensatori del filtro e dare una nota incostante nella trasmissione se non si prendono opportune precauzioni.

Pile a secco.

Queste batterie vengono generalmente vendute in blocchi di 4,5, 9,18, 50 e 100 volt di diverse capacità. Per l'alimentazione di ricevitori con più di 5 valvole o di piccoli trasmettitori conviene servirsi di elementi di tensione di 9-18 volt di ampia capacità collegati in serie.

Come criterio per la capacità necessaria occorre calcolare un consumo di 5 mA per ogni valvola comune di ricezione e di 10 mA per ogni valvola di potenza. Se la capacità della batteria è proporzionata al numero e al tipo di valvole e se le pile sono di buona costruzione, la loro durata può essere di parecchi mesi se dopo ogni periodo di consumo le pile possono avere un periodo di riposo per il ricupero.

Usando batterie di circa 6 amperore di capacità, alla scarica intermittente di 30 mA sarà possibile farle servire per circa 200 ore con una piccola valvola di trasmissione o con un ricevitore a 5-6 valvole.

La durata di una batteria di pile a secco è determinata dallo spessore dello zinco, dalla ermeticità di chiusura per impedire l'evaporazione, dalla composizione e dalla disposizione dell'elettrolito e degli elementi depolarizzanti usati. La durata delle batterie sarà grandemente ridotta se esse vengono tenute in un posto troppo secco, particolarmente nel caso in cui la chiusura non é troppo ermetica e l'elettrolito può evaporare. Anche l'umidità eccessiva compromettendo l'isolamento può produrre gravi perdite. Nei climi freddi le batterie si mantengono bene ma possono presentare una temporanea riduzione di tensione dovuta al fatto che gli agenti chimici della pila sono meno attivi col freddo. Coll'uso le batterie però si riscaldano e la tensione originale viene ripristinata.

Nelle batterie di tensione elevata conviene isolare la batteria rispetto al suolo: occorre quindi tappezzare l'interno della cassetta con carta paraffinata o fogli di ebanite e opportuno sarà applicare piedini isolanti. Anche i singoli elementi vanno isolati inserendo tra di essi uno o due spessori di cartoncino paraffinato. I jack o bussole di presa debbono essere isolati con un collare di ebanite rispetto alla cassetta.

Usando elementi per lampadine tascabili fa d'uopo molta cura nel saldare i poli dei singoli elementi. E' opportuno stagnare prima i capi del filo di rame che serve per il collegamento. I terminali degli elementi sono generalmente già stagnati. Si eseguisce quindi molto rapidamente la saldatura del filo coi terminali. Con ciò si evita di riscaldare troppo a lungo i terminali stessi e ciò è importante perchè il calore propagandosi lungo di essi potrebbe fondere le giunzioni interne degli elementi o far evaporare l'elettrolito.

Il montaggio di una batteria per alta tensione richiede grande cura.

Per premunirsi contro il pericolo di cortocircuiti è bene inserire nel circuito anodico una piccola lampadina che brucia interrompendo il circuito se la corrente oltrepassa un certo valore.

Quando la batteria è consumata o cattiva, essa manifesta questo suo stato nel ricevitore con rumori ingrati che spesso vengono attribuiti a disturbi atmosferici.

Per rendersi esattamente conto della loro causa, conviene staccare il conduttore di antenna dal circuito. Se il rumore persiste esso è dovuto alla batteria. Se esso invece cessa, ciò significa che i disturbi atmosferici ne sono la causa.

In generale gli elementi che causano questi disturbi non sono più di qualche unità e per poterli sostituire utilizzando ancora quelli buoni sarà opportuno controllare con un voltmetro ogni elemento.

La resistenza interna di ogni elemento è di circa 0.5 a 5 ohm. In una batteria di 100 volt avremo perciò una resistenza di 50 a 500 ohm. Questa resistenza è dannosa per il passaggio tanto dell'alta quanto della bassa frequenza per cui è opportuno mettere in derivazione con la batteria un condensatore telefonico di 2 μF.

Accumulatori.

Gli accumulatori per la potenza anodica di piccoli trasmettitori e ricevitori vengono costruiti dalle Ditte in diversi tipi. Generalmente la capacità è di circa 1 a 5 ampèrore alla scarica di mezzo ampère. E' preferibile scegliere batterie i cui elementi siano ben chiusi per evitare perdite di evaporazione e introduzione di polvere.

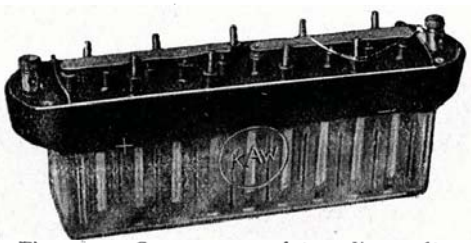


Fig. 403. - Gruppo accumulatore di 20 volt 1 ampèrora.

Le batterie di accumulatori funzionano egregiamente ma richiedono grande cura. Della loro manutenzione parliamo più ampiamente trattando della alimentazione del filamento.

Per la ricarica di batterie di accumulatori ad alta tensione servono ottimamente i raddrizzatori elettrolitici, i raddrizzatori a valvola e i convertitori.

Raddrizzatori elettrolitici.

I raddrizzatori elettrolitici si prestano ottimamente come già abbiamo detto, tanto per l'alimentazione anodica di trasmettitori e ricevitori, come per la ricarica di batterie di accumulatori.

Essi agiscono inoltre come condensatori e sono perciò autofiltranti. Il loro unico svantaggio è di contenere del liquido e di richiedere una certa manutenzione. Sono però di costruzione poco costosa e di funzionamento silenzioso e sicuro.

L'effetto di rettificazione con raddrizzatori elettrolitici è basato sul fatto che l'alluminio quando funziona come anodo, causa la formazione di ossigeno, si ricopre con uno strato di ossido che impedisce il passaggio di corrente. Naturalmente la corrente fornita da un raddrizzatore elettrolitico non è una corrente continua, ma bensì una corrente pulsante. Questa serve ottimamente quando si tratta di ricaricare degli accumulatori, ma per l'alimentazione di trasmettitori e ricevitori tale corrente

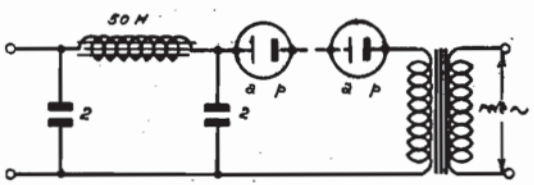


Fig. 404. - Raddrizzatore elettrolitico per una alternanza.

pulsante va spianata per mezzo di filtri appositi di cui parleremo in seguito.

Nella costruzione di raddrizzatori elettrolitici la dimensione delle placche e il numero degli elementi debbono essere proporzionati alla corrente e alla tensione.

La corrente non deve essere superiore a 6 mA per centimetro quadrato di superficie immersa tanto per le placche di alluminio come per quelle di piombo.

Per ogni 30 volt di tensione da raddrizzare occorre che vi sia almeno un elemento.

Così, dovendo rettificare una corrente alternata di 300 volt e 50 mA. sarà necessario che la superficie di ognuna delle placche di ciascun elemento sia di circa 10 cmq. e che vi siano 10 elementi. In generale conviene sempre abbondare nel numero degli elementi perchè ciò contribuisce ad evitare un eccessivo riscaldamento della soluzione.

Il raddrizzamento può essere effettuato per una o due alternanze. Il raddrizzamento di una sola alternanza dà ottimi risultati e comporta un minor numero di elementi e quindi una semplificazione notevole, ma naturalmente il filtro deve essere alquanto più complesso (fig. 404).

Vi sono due sistemi per raddrizzare le due alternanze della corrente:

nel primo gli elementi vengono collegati coi capi della sorgente di tensione nel modo visibile in fig. 405, mentre nel secondo l'attacco di uscita del polo negativo avviene al centro del secondario del trasformatore (fig. 406). Quindi in quest'ultimo sistema la tensione raddrizzata risultante è soltanto metà di quella alternata. Per il passaggio attraverso gli elementi vi è una perdita di tensione corrisponden al 5% circa della tensione alternata.

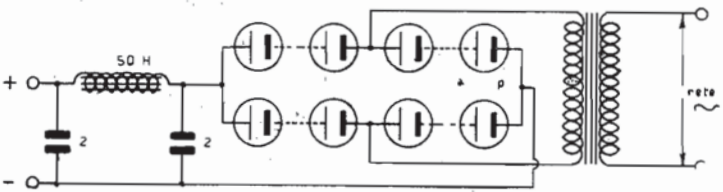


Fig. 405. - Raddrizzatore elettrolitico per due alternanze.

La dimensione dei recipienti che servono per la costruzione degli elementi dipende, come abbiamo spiegato, dall'intensità della corrente. In generale per correnti di 50 a 200 mA., potranno servire ottimamente vasetti di vetro per conserve. La costruzione di un elemento è visibile in fig. 407: sull'imbocco del vasetto viene collocato un disco di ebanite o bachelite avente uno spessore di circa 3 mm. al quale vengono fissati mediante bulloni di ottone, che servono anche come capofili, gli elettrodi rispettivamente di piombo e di alluminio il cui spessore deve essere di circa 2 mm. L'alluminio deve essere chimicamente puro: ciò è condizione essenziale per il buon funzionamento del raddrizzatore. L'alluminio impuro contiene carbone, zinco o ferro e talvolta non riesce neppure possibile formarlo.

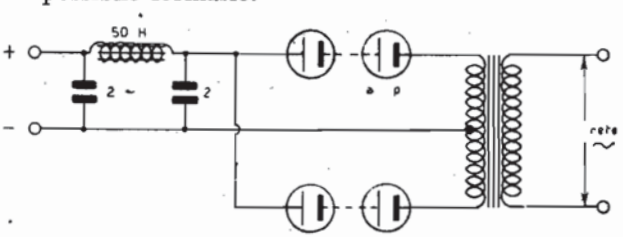


Fig. 406. - Raddrizzatore elettrolitico per due alternanze.

Le placche devono essere costruite in modo che la parte larga risulti completamente immersa nella soluzione. La dimensione della parte immersa va proporzionata come si è già detto prima secondo l'intensità della corrente anodica totale.

Per la soluzione si prenda del comune fosfato di ammonio (NH_4 H_2 PO_4) e lo si sciolga in acqua distillata fredda nella misura di 100 grammi circa di sale per ogni litro di acqua comune. Ottima ed econo-

mica è pure una soluzione diluita di bicarbonato di soda. Anche il borace in soluzione al 5% può servire.

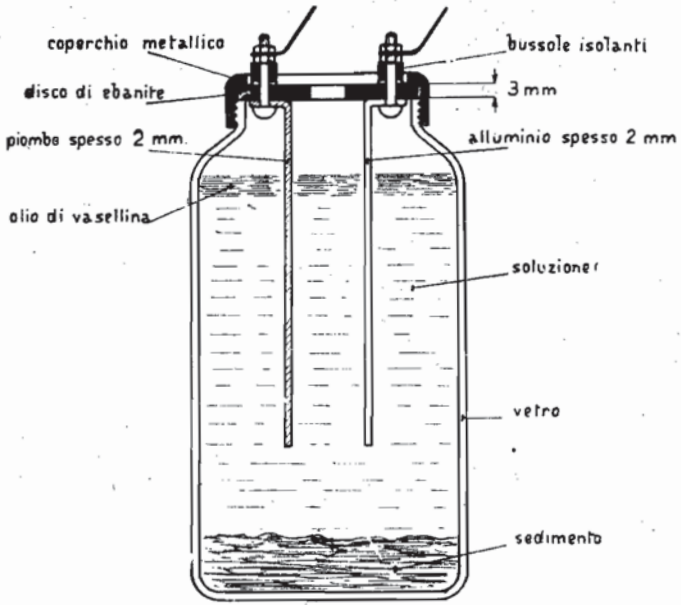


Fig. 407. - Cella elettrolitica.

E' bene preparare la soluzione in quantità superiore a quella necessaria per riempire gli elementi in modo da avere una riserva per compensare le perdite dovute ad evaporazione. In seguito si riempiono gli elementi sino a coprire la parte più larga degli elettrodi e per ridurre a un minimo le perdite di evaporazione si versa sulla soluzione un po' di olio di vaselina. Preparati così i singoli elementi si collega il piombo di un elemento con l'alluminio del seguente e poscia vanno formate le placche nel modo seguente: si collegano tutti gli elementi in serie con una o più lampade incandescenti di 100 watt a una sorgente di corrente alternata di circa 100 volt per la durata di circa un'ora. Si collegano in seguito gli elementi in serie con il secondario del trasformatore di tensione, riducendo la tensione a metà per mezzo di una resistenza inserita nel primario del trasformatore per la durata di mezz'ora e in seguito si toglie questa resistenza in modo da dare tutta la tensione per un'altra mezz'ora.

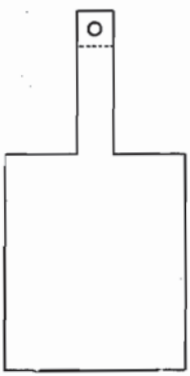


Fig. 408 - Placca di cella elettrolitica.

Se gli elementi venissero direttamente collegati al trasformatore

senza una formazione preventiva, essi non darebbero alcuna tensione cortocircuitando praticamente il trasformatore.

Se dopo alcune settimane gli elementi cominciano a scaldarsi eccessivamente e consumano troppa corrente, ciò significa che essi non funzionano bene. Per giudicare in merito conviene osservare gli elementi allo scuro mentre il raddrizzatore funziona. Se il funzionamento è buono si noterà una specie di fosforescenza sulle placche di alluminio. Se si nota invece uno scintillamento ciò significa che il numero degli elementi è scarso rispetto alla tensione.

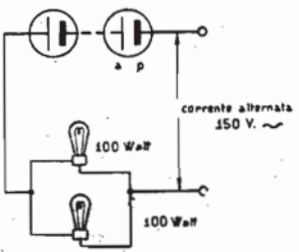


Fig. 409. - Schema per la formazione di celle elettrolitiche.

Quando gli elementi siano in opera da qualche tempo, sarà necessaria una pulizia. Si forma infatti in fondo ai vasetti degli elementi un deposito che non dà alcun disturbo fino a che esso non tocca le placche di alluminio. Ma quando ciò avviene occorre gettare la vecchia soluzione e sostituirla con altra fresca. Talvolta il deposito si forma già durante la formazione e in tal caso sarà bene subito dopo sostituire la soluzione. Se sulle placche di alluminio compaiono delle macchie nere esse devono essere raschiate via fino a che compare di nuovo il metallo lucente. Se le macchie nere non vengono subito rimosse anche il resto della placca si deteriora ben presto. Se tali macchie si ripetono con intensità frequente, ciò significa che la soluzione va cambiata. Le placche di piombo non danno viceversa disturbo alcuno.

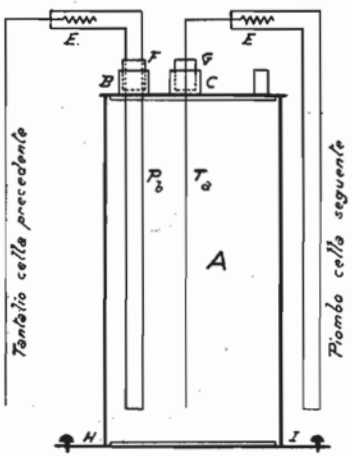


Fig. 410. - Cella elettrolitica al tantalio.

* * *

Molta voga hanno oggi i raddrizzatori a tantalio nei quali gli elettrodi — uno di piombo, e l'altro di tantalio — sono immersi in una soluzione di acido solforico (20°-30° Bè) contenente l'1 % di solfato ferroso. Quest'ultimo funziona come depolarizzante. L'elevato prezzo del tantalio (circa 30 Lire al grammo) esige una costruzione con il massimo risparmio del prezioso metallo.

La intensità di corrente non deve superare i 3 mA per mm² di tantalio immerso per correnti di 50 — 100 mA. La quantità di soluzione non deve eccedere 1 cm³ per mA. Le lamine possono essere di 0.1 mm. di spessore e quindi è facile calcolare il peso necessario (peso speci-

fico del tantalio = 16,6). La tensione per elemento non deve superare i 20 volt.

La costruzione degli elementi richiede grande cura. La fig. 410 mostra una soluzione soddisfacente. Il recipiente è in celluloide o vetro: esso viene munito delle tubulature *B* e *C* alle quali debbono adattarsi perfettamente i tappi di gomma *F* e *G*. La linguetta di tantalio (*Ta*) deve aderire perfettamente al suo tappo e ciò si ottiene facendo penetrare fra gomma e tantalio una soluzione di asfalto in benzolo. Con la medesima soluzione, allorquando gli elementi sono ultimati e allineati, si verniciano tutte le parti metalliche sporgenti e specialmente il tantalio e la saldatura tantalio-piombo. Questa saldatura va fatta come si vede a fig. 411. La linguetta di tantalio *Ta* piegata alle sue estremità a zig-zag viene immersa per circa un centimetro nella estremità *P* della linguetta di piombo *Pb* quando è fusa e appena il piombo si solidifica si fa uscire il piombo dal tubo di vetro *V*. Il piombo deve avere un diametro di 3 - 4 mm.

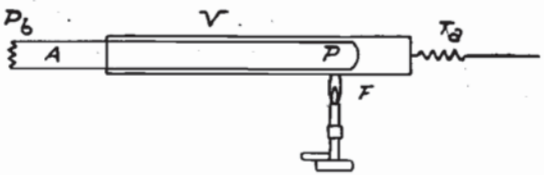


Fig. 411. - Modo di effettuare la saldatura tantalio-piombo.

Il recipiente deve essere riempito per due terzi e il liquido va quasi immobilizzato con lana di vetro. I tappi di gomma vanno unti con vaselina.

Per questi raddrizzatori servono gli stessi circuiti come per quelli precedenti: generalmente per diminuire il numero degli elementi conviene raddrizzare una sola alternanza.

La formazione per questi raddrizzatori viene effettuata nello stesso modo ed è rapidissima, pochi minuti bastano.

Durante il funzionamento si sente un leggero brusio: se la tensione applicata è troppo elevata si noterà uno scintillamento e un forte sviluppo di bollicine gassose. La soluzione deve rimanere fredda se tutto è in ordine. Il rendimento è in tal caso del 90 % circa.

Il tantalio in lamina può essere acquistato presso: G. Blackwell and Sons — The Albany — Liverpool — e gli elettrodi vengono ricavati ritagliandoli con le forbici.

Raddrizzatori a diodo.

I raddrizzatori a diodo sono di costruzione e di manutenzione più costosa degli elettrolitici ma hanno il vantaggio di essere portatili e di non avere alcun liquido. Essi si prestano bene tanto per i ricevitori

e trasmettitori di piccola potenza come pure per la ricarica degli accumulatori.

Essi si impongono specialmente per questo ultimo uso dato che il loro funzionamento è assolutamente automatico.

Le valvole a due elettrodi si chiamano diodi, kenotrons o rectrons e il loro funzionamento è basato — come già è stato spiegato — sul fatto che la corrente può passare soltanto dal filamento alla placca. Il fila-

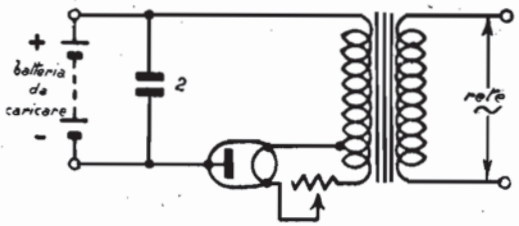


Fig. 412. - Raddrizzatore a diodo per la carica di accumulatori.

mento del diodo è sempre a potenziale di placca e perciò l'avvolgimento del trasformatore che alimenta il filamento del diodo deve essere ben isolato. In un trasmettitore i trasformatori che alimentano i filamenti dei diodi e delle valvole debbono essere separati.

Uno svantaggio dei raddrizzatori a diodo a vuoto spinto è di avere una grande caduta di tensione per cui danno una tensione molto inferiore a quella fornita dal trasformatore. Essi sono perciò poco convenienti per l'alimentazione di valvole trasmettenti con elevata tensione di placca.

La fig. 412 mostra uno schema per la ricarica di accumulatori mediante raddrizzamento di una sola alternanza.

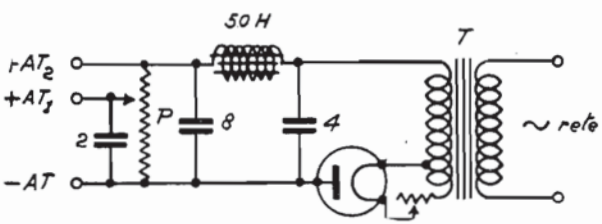


Fig. 413. - Semplice alimentatore di placca con diodo raddrizzatore per una alternanza.

La fig. 413 mostra il più semplice dispositivo per l'alimentazione di placca di un ricevitore per corrente non superiore a 20 mA. Esso si compone di un trasformatore (che va dimensionato in modo da dare al secondario la somma della tensione massima necessaria, della caduta di tensione nel raddrizzatore e della caduta di tensione nella impedenza), di un diodo per raddrizzare la corrente e di un filtro formato di una impedenza di 50 henry e di due condensatori fissi di 8 e 4 μF. Il poten-

ziometro P serve per ottenere le tensioni intermedie necessarie oltre la massima per la valvola finale. Esso ha anche lo scopo di impedire pericolose sopraelevazioni di tensione nel caso che il circuito di carico venga bruscamente interrotto.

Se la corrente di placca che l'alimentatore deve fornire è superiore a 20 mA è preferibile usare la rettificazione delle due alternanze. Il vantaggio consiste nel fatto che nella rettificazione di una sola alternanza i condensatori del filtro vengono caricati attraverso l'impedenza da impulsi di corrente una volta sola per ogni ciclo della corrente. Invece nella rettificazione delle due alternanze i condensatori vengono caricati due volte per ogni ciclo e quindi gl'impulsi di corrente che attraversano l'impedenza risultano minori. Ne consegue che la premagnetizzazione dell'impedenza è minore e che di conseguenza la sua induttanza è maggiore e quindi anche la sua efficacia.

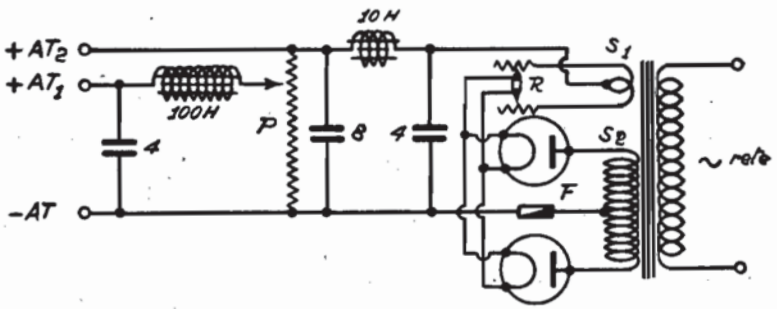


Fig. 414. - Alimentatore di placca con due diodi (uno per ogni alternanza).

La fig. 414 mostra un alimentatore con raddrizzatore a due diodi per le due alternanze. Si noterà in questo schema che il reostato R per l'accensione dei due diodi è doppio a regolazione simultanea per evitare che la corrente di placca provochi uno squilibrio nella temperatura dei due filamenti. Il secondario del trasformatore deve naturalmente dare una tensione doppia di quella uguale alla somma della massima tensione richiesta, della caduta di tensione nel diodo e nella impedenza. Si noterà pure nello schema che nel ramo di tensione AT_2 è inserita una sola impedenza di 10 henry mentre nel ramo di tensione AT_1 è inserita in serie con la prima una seconda impedenza di 100 henry. Ciò è fatto allo scopo di ridurre le dimensioni delle impedenze. Infatti AT_2 fornisce la maggiore intensità di corrente poichè alimenta la valvola finale. Se si volesse usare una impedenza di 50 henry essa risulterebbe di grandi dimensioni causa il rilevante valore di corrente continua che la attraverserebbe. D'altra parte poi per la valvola finale è perfettamente sufficiente una impedenza di 10 henry. Per le altre valvole (alta frequenza, rettificatrice, primo stadio bassa frequenza) che vengono alimentate dal ramo AT_1 occorre invece una maggiore impedenza, che data la pic-

cola corrente che la attraversa, può avere un valore induttivo di circa 100 henry.

Raddrizzatori con tubi a gas inerte.

Questi raddrizzatori funzionano ottimamente tanto per l'alimentazione di trasmettitori e ricevitori come per la carica di accumulatori.

I tubi a gas inerte funzionano nel modo seguente. Essi sono costituiti da due placche separate da un gas inerte (p. es. elio o neon) che agisce come un isolante. Questi tubi non hanno alcun filamento. Quando tra le placche vi è una differenza di potenziale gli elettroni liberi del gas vanno verso la placca positiva e la loro velocità dipende dalla tensione per millimetro nel breve intervallo fra le placche e dalle collisioni che avvengono con atomi e con molecole neutre.

Il passaggio di elettroni è per se stesso talmente piccolo che può essere trascurato, ma esso ha grande importanza per il fatto che gli elettroni nel loro moto urtano le molecole del gas con violenza tale da scomporlo in un numero di joni positivi e particelle negative. Il gas diviene così jonizzato e attraverso esso avviene una conduzione. I raddrizzatori Tungar per la carica di accumulatori sono pure basati su questo principio. Essi fanno uso di gas argon e di uno speciale filamento toriato che in questo caso è necessario per avere un funzionamento sufficientemente stabile data la bassissima tensione alla quale tali raddrizzatori lavorano.

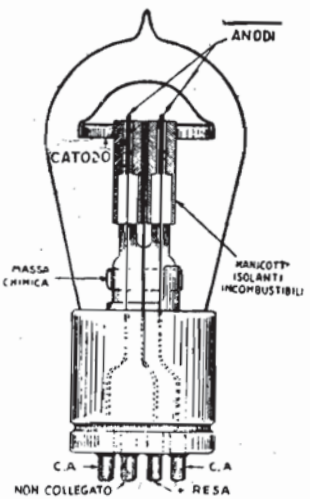


Fig. 415. - Tubo Raytheon a gas inerte tipo « B H ».

Questi tubi vengono generalmente costruiti per raddrizzare ambedue le alternanze e vengono collegati esattamente come gli elettrolitici. Essi sono costruiti per una data tensione massima e sarà perciò necessario per tensioni più elevate collegarne più d'uno in serie.

I tubi a gas inerte presentano naturalmente il vantaggio di non avere filamento. Il tipo più usato per l'alimentazione anodica è il Raytheon *BH* le cui caratteristiche sono indicate nella tabella XLVI e per carichi più forti il tipo Raytheon *BA*. Questi tubi hanno una certa caduta di tensione. Essi constano di un elettrodo di piccola superficie e di uno di grande superficie e sono riempiti di gas inerte. L'azione raddrizzatrice deriva dal fatto che avviene una jonizzazione del gas e la corrente scorre nel gas inerte soltanto quando l'elettrodo più grande agisce come catodo. Nella direzione opposta, la resistenza al piccolo catodo è grandissima. Anche nella direzione giusta per la corrente

raddrizzata la caduta di tensione in vicinanza del catodo è sempre notevole — circa 25 volt —. La jonizzazione del gas avviene internamente al cappelletto del tubo (vedi fig. 415) e non è quindi visibile dall'esterno. L'unico segno di funzionamento della valvola è il riscaldarsi

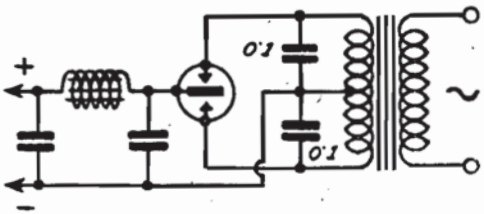


Fig. 416. - Circuito normale utilizzante « Raytheon ».

del bulbo di vetro. Questi tubi sono costruiti per due alternanze e per evitare la produzione di disturbi è consigliabile collocare in derivazione con ciascuna metà del secondario un piccolo condensatore di 0,1 μF.

Questi tubi se ben usati possono durare oltre 1000 ore. Bisogna però guardarsi dall'applicare tensioni snperiori a quelle prescritte e dall'aumentare eccessivamente il carico.

ALIMENTAZIONE DI FILAMENTO.

Le correnti a bassa tensione necessarie per l'alimentazione di filamento delle valvole di trasmettitori vengono ottenute trasformando la corrente alternata della rete (alimentazione con corrente alternata) oppure con batterie di accumulatori.

Anche per i ricevitori è possibile usare direttamente la corrente

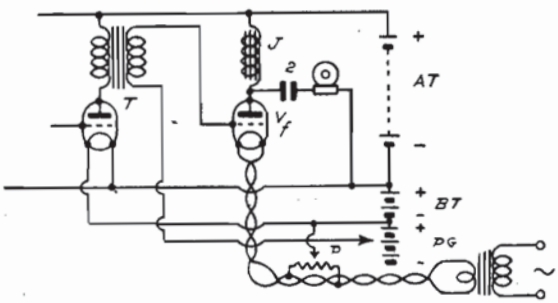


Fig. 417. - Il filamento di una valvola di potenza può essere alimentato direttamente con corrente alternata.

alternata trasformata alla tensione prescritta, nel qual caso occorrono però triodi speciali. Nel caso di triodi normali che richiedono una corrente continua ben spianata, le correnti a bassa tensione necessarie per l'alimentazione di filamento vengono ottenute con alimentatori appositi oppure con accumulatori o pile.

Le comuni valvole di potenza quando sono usate come valvola finale per corrente continua possono essere anche alimentate direttamente con corrente alternata. Infatti l'amplificazione in una tale valvola è generalmente molto piccola causa il bassissimo coefficiente di amplificazione (circa 3-6) e quindi difficilmente il brusio dell'alternata si fa sentire nell'altoparlante. Ciò è molto importante perchè proprio la valvola finale richiede generalmente una più forte corrente di accensione.

Lo schema di figura 417 mostra come il filamento di una comune valvola finale avente un basso coefficiente d'amplificazione può essere direttamente alimentato dalla corrente alternata opportunamente ridotta alla tensione voluta.

Quando però si vogliono alimentare dalla rete i filamenti di pa-

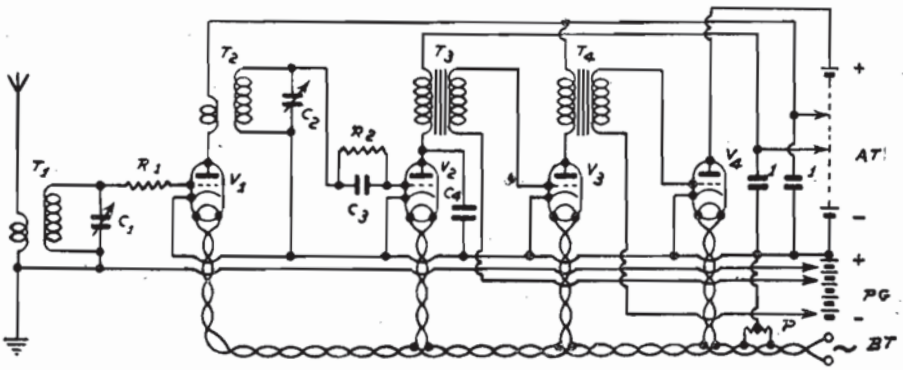


Fig. 418. - Ricevitore a risonanza facente uso di valvole per corrente alternata a riscaldamento indiretto del catodo.

recchi triodi per corrente continua occorre trasformare la corrente alternata della rete in corrente continua a bassa tensione.

Dapprima si è tentato di raggiungere questo scopo per mezzo di elementi termoelettrici, ma questo sistema si è praticamente dimostrato inattuabile per il bassissimo rendimento di tali elementi.

Un altro sistema che dà migliori risultati è quello di usare uno dei soliti tipi di raddrizzatore — a diodo, a tubo a gas inerte, elettrolitico a secco (Kuprox) — seguito da un complesso filtrante per eliminare le ineguaglianze della corrente che rimangono dopo la rettificazione.

La maggiore difficoltà negli alimentatori di filamento è data dalla costruzione dei filtri. Questi risultano infatti tanto più difficili da costruire quanto maggiore è l'intensità della corrente da filtrare. Per ovviare a questa difficoltà si potrebbero collegare tutti i filamenti delle valvole in serie, ma ciò non è sempre possibile e complica di parecchio la costruzione del ricevitore. Alimentando un ricevitore coi filamenti delle valvole in parallelo, occorre provvedere una corrente continua la cui intensità va da circa 0.35 a 0.8 ampère per apparecchi da 5 a 8 valvole.

Quindi le impedenze del filtro attraverso cui queste correnti devono passare debbono essere avvolte con filo grosso e se le loro dimensioni non debbono andare oltre un certo limite esse non potranno contenere che un numero limitato di spire e perciò il loro valore induttivo sarà molto basso.

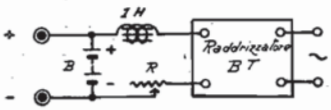


Fig. 419. - Qualunque raddrizzatore per la carica di accumulatori può servire in questo modo come alimentatore di filamento.

Per compensare questa deficienza si usano capacità molto grandi dell'ordine di centinaia e anche di migliaia di microfarad con impedenze di piccolo valore induttivo (di circa 1 H).

Disponendo di un raddrizzatore *BT* (per la carica di accumulatori) e di una batteria si può facilmente realizzare un discreto alimentatore secondo lo schema di fig. 419.

Naturalmente questo sistema, pur richiedendo solo un piccolo accumulatore ha però sempre lo svantaggio che questo contiene del liquido e richiede una certa sorveglianza e manutenzione.

Un altro sistema che si è dimostrato molto pratico è quello di sostituire le capacità del complesso filtrante con resistenze ohmiche d iadeguato valore. In fig. 420 si vede lo schema di un tale complesso filtrante dal quale risulta che, mentre in un comune complesso filtrante formato di impedenze e capacità la sola caduta di tensione è data dalla resistenza ohmica delle impedenze, qui vi è una notevole perdita (circa 50%) prodotta dalla corrente che scorre attraverso la resistenza *R*. Questa perdita può essere compensata dimensionando alquanto più ampiamente il complesso raddrizzatore, ma dal punto di vista economico tale perdita è irrilevante dato che il consumo totale di un alimentatore di questo tipo è molto basso.

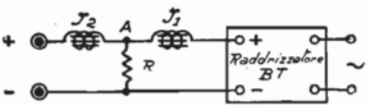


Fig. 420. - Schema di un alimentatore di filamento.

Una semplice riflessione ci fa comprendere il funzionamento di questo complesso filtrante. La corrente fornita dal complesso raddrizzatore è formata da una componente di corrente continua e da una componente di corrente pulsante, la quale ultima deve essere eliminata. Ora le impedenze J_1 e J_2 che, causa l'intensità della corrente che le attraversa (0.5-1 ampère) hanno un valore induttivo di solo 1 henry circa, rappresentano per una corrente pulsante di 40 cicli/sec. una reattanza induttiva di circa 250 ohm. ($\rho L = 2 \pi f L$).

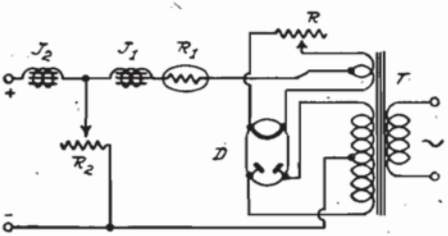


Fig. 421. - Schema di un alimentatore di filamento.

Se il valore della resistenza *R* è per esempio di 3 ohm vediamo che

la componente di corrente pulsante si biforcherà in A in modo che attraverso J_2 passeranno soltanto 3/250 ossia circa 1/80 delle pulsazioni che attraversano R. Ciò significa che circa 79/80 del disturbo vengono eliminati. Inserendo un secondo elemento uguale avremo che solo 1/6400 del disturbo, ossia una quantità praticamente trascurabile può passare ai filamenti delle valvole. Questo per la frequenza 40 cicli/sec. per maggiori frequenze la reattanza della impedenza aumenta come risulta dalla suddetta equazione per ρ_L e perciò l'eliminazione è ancora più completa.

Un dispositivo con questo complesso filtrante tiene poco posto e non richiede alcuna sorveglianza o manutenzione. La fig. 421 mostra lo schema di un alimentatore completo per filamento. Il complesso filtrante consiste in una resistenza autolimitatrice R_1 per 1.5 ampère (il cui scopo è di proteggere il raddrizzatore da un corto circuito), di 2 impedenze J_1 e J_2 di 1 henry ciascuna e di una resistenza variabile di

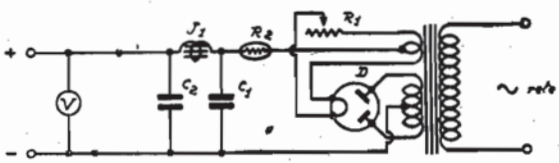


Fig. 422. - Alimentatore di filamento con raddrizzatore a diodo.

30 ohm il cui scopo è non solo quello già spiegato, ma anche quello di regolare la tensione ai capofili di uscita. Diminuendo la resistenza, diminuisce pure la tensione ai capofili. Come diodo conviene usare un tipo ad atmosfera gassosa causa la piccola caduta di tensione interna. Per evitare forti cadute di tensione della corrente continua, la resistenza ohmica delle impedenze deve essere dell'ordine della resistenza trasversale e quindi di circa 5 ohm e in ogni caso non superiore a 10 ohm.

La fig. 422 mostra un alimentatore per filamento costituito da un raddrizzatore a diodo con complesso filtrante formato di una impedenza J_1 di 0,1 henry e di due condensatori C_1 C_2 di 2500 μF. La regolazione della tensione si ottiene col reostato R_1.

Raddrizzatori a secco.

Per il raddrizzamento di correnti a bassa tensione e di intensità relativamente grande come occorrono per la alimentazione di filamento sono specialmente convenienti i raddrizzatori per contatto Kuprox.

Il Kuprox è un raddrizzatore di corrente che ha il grande vantaggio di non contenere alcuna valvola, liquido o parte vibrante o comunque mobile. Esso è essenzialmente metallico ed è costituito da rame

ed ossido di rame. In apparenza un elemento Kuprox assomiglia ad un disco di rame ma dal punto di vista elettrico ne differisce sostanzialmente in quanto che la corrente elettrica può soltanto passare dalle due faccie esterne C_1 e C_2 verso l'interno uscendone da una linguetta di un disco centrale (fig. 423). Tale particolare proprietà è dovuta ad un leggero strato di ossido di rame B_1 e B_2 aderente sulle faccie del disco A di rame puro, che trovasi a contatto esterno coi sottili strati di rame C_1 e C_2. L'intensità del contatto tra il disco A e l'ossido B_1 e B_2 è di natura chimica dovuto al processo di fabbricazione; formato infatti l'ossido di rame in particolari condizioni di temperatura e di ambiente, una delle faccie dello strato è ridotta chimicamente in rame metallico ottenendosi così una lastra di cui una delle faccie è ossido, l'altra rame. I dischi punzonati di questa lastra sono quelli che costituiscono gli elementi dei raddrizzatori Kuprox.

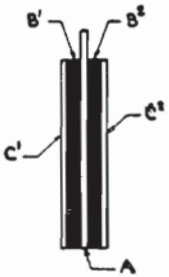


Fig. 423. - Sezione schematica di un elemento Kuprox.


Fig. 424. - Unità Kuprox con impedenza di spianamento.

Ogni unità Kuprox è costituita da almeno otto risp. dodici dischi elementari disposti due a due risp. tre a tre. Le connessioni tra i diversi dischi sono fatte con nastro di rame B opportunamente foggiato (fig. 425). La disposizione di fig. 11 permette il raddrizzamento delle due semionde della corrente alternata; la tensione risultante raddrizzata è poco più della metà di quella alternata.

Le misure all'oscillografo mostrano che all'uscita non vi è traccia di corrente alternata. Il rendimento di una unità Kuprox è del 57% tra il 70 e il 150% della sua potenza nominale. Le variazioni di frequenza non hanno alcuna influenza sul rendimento e sul funzionamento.

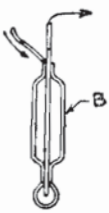


Fig. 425. - Visione schematica di un eiemento Kuprox con distanziatori (B).


Fig. 426. - Elemento Kuprox.

La durata di un Kuprox è praticamente illimitata purchè non lo si sovraccarichi eccessivamente facendogli oltrepassare la temperatura di 70° C. Infatti al disotto dei 70° C. la resistenza elettrica del Kuprox, contrariamente a quanto avviene nei metalli diminuisce coll'aumentare della temperatura; oltre i 70° invece la sua resistenza cresce con la temperatura: tale accrescimento è permanente e dimostra già una certa alterazione molecolare.

Ai 300° C. il Kuprox perde in maniera permanente la sua qualità raddrizzante perchè a questa temperatura la struttura molecolare dell'ossido di rame resta alterata. Non conviene perciò permettere all'elemento Kuprox di oltrepassare i 70° C. per non vederne diminuita la resa e il rendimento.

Gli elementi Kuprox hanno il rendimento massimo quando a ciascuno disco sono applicati 4 volt o poco più a vuoto; ossia poco più di 8 volt per ogni unità di 8 elementi e 12 volt per ogni unità di 12 elementi per il collegamento a ponte come a fig. 427. Per ogni 1.25 ampère di corrente raddrizzata la superficie delle placche è di circa 50 × 50 mm. Il secondario del trasformatore in una unità di 4 × 3 elementi (come in fig. 427) deve quindi dare circa 14 volt; in una unità di 4 × 2 elementi circa 11 volt. Il reostato R_1 serve a regolare la tensione alternata applicata al raddrizzatore.

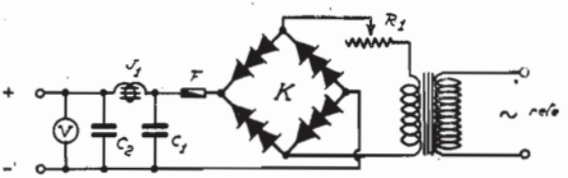


Fig. 427. - Alimentatore di filamento con raddrizzatore Kuprox.

Avendo le impedenze del filtro un piccolo valore induttivo (circa 0.1 *H*) vanno usati condensatori di grandissima capacità (2500 μF). Tali condensatori polarizzati sono completamente a secco e occupano uno spazio relativamente piccolo. Essi servono solo per tensioni sino a 6 volt sotto carico.

Le impedenze di un decimo di henry constano di 200 spire di filo rame 1.6 smaltato su un nucleo speciale di 40 × 40 mm. Esse hanno una resistenza di soli 0.4 ohm.

Accumulatori.

La batteria che serve per l'accensione del filamento delle valvole è composta di uno, due o tre elementi di accumulatori a seconda delle valvole usate.

Con un numero limitato di valvole a consumo ridotto (0,06 amp.) è possibile usare anche pile a secco di 1,5 volt di grande capacità o pile a liquido tipo Leclanché.

Ogni elemento d'accumulatore ha una tensione di 2 volt e secondo il numero e la dimensione delle placche una data capacità in amperore. Gli elementi sono collegati in serie, cioè il polo positivo di un elemento è collegato col negativo del seguente. In tal modo si sommano le tensioni

degli elementi ma la capacità della batteria è uguale a quella di un elemento.

Se la batteria ha una capacità di 50 amperore (ossia il prodotto del numero di ampère per il numero di ore di scarica) alla scarica di 0,5 ampère, ciò significa che può fornire una corrente di 0,5 ampère per la durata di 100 ore. Ma non bisogna credere che essa possa dare 1 ampère per 50 ore, 2 ampère per 25 ore, e così di seguito. Aumentando l'intensità di scarica, la capacità diminuisce molto rapidamente. In generale le case costruttrici di accumulatori, danno la capacità in amperore per ogni tipo di elemento e per varie intensità di carica e vi è una corrente di scarica massima che non bisogna sorpassare perchè altrimenti il calore che si produce può deformare le placche rovinando la batteria.

Non bisogna mai scaricare troppo gli accumulatori e nemmeno lasciarli troppo scarichi anche se non vengono usati, per evitare la solfatazione delle placche, ossia un danno quasi irreparabile.

Sarà perciò opportuno controllare di quando in quando la tensione di ogni singolo elemento — quando è sotto carico — con un piccolo voltmetro badando che la tensione di ogni elemento non scenda mai al di sotto di 1,8 volt.

Gli elementi non devono mai essere conservati scarichi. Dovendo restare molto tempo fuori uso, bisogna ricaricarli almeno una volta al mese e non lasciarli mai inseriti.

Non essendovi la possibilità di ricaricarli, occorre togliere l'acido e sostituirlo con acqua distillata.

Occorre curare la pulizia esterna della batteria non lasciando che si accumuli la polvere o si formino chiazze di acido. Occorre ungere con vasellina i terminali onde non vengano intaccati dall'acido. Ultimata la ricezione o gli esperimenti sarà bene staccare sempre le prese dai terminali.

Siccome con molta probabilità il principiante, come già abbiamo detto per la batteria ad alta tensione, nel provare i circuiti metterà in cortocircuito la batteria conviene inserire tra due elementi della batteria o tra due serrafili del tavolo di montaggio un filo fusibile per una intensità di circa 2 ampère. In tal modo, in caso di corto circuito il fusibile fonderà immediatamente lasciando illesa la batteria.

Il livello dell'acido deve sempre superare il bordo superiore delle placche di circa 1 cm. Le perdite dovute all'evaporazione vanno compensate con acqua distillata.

***

La carica degli accumulatori deve essere effettuata solo con corrente continua o alternata raddrizzata. Siccome la tensione di carica da 2 volt al principio sale a 2,7 volt, occorre che per n elementi la tensione di carica arrivi ai poli della batteria con $2{,}7 \times n$ volt; quindi per un

elemento occorre una tensione di carica di 2,7 volt, per due elementi di 5,4 volt, per tre elementi di 8,1 volt e così via.

Per procedere alla ricarica occorre collegare il polo positivo della linea col polo positivo della batteria e il polo negativo della linea col polo negativo della batteria. E' bene che la ricarica venga eseguita con l'intensità di corrente prescritta dalla casa costruttrice.

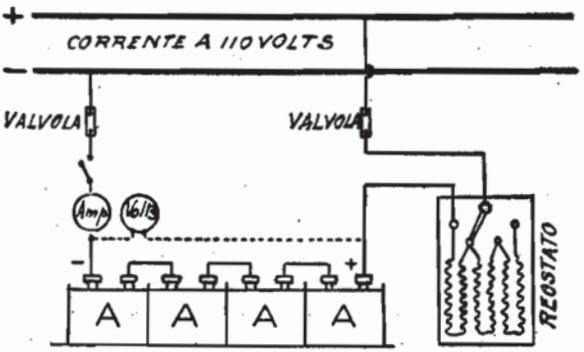


Fig. 428. - Schema per la carica di accumulatori.

La carica è finita quando:

1° Le placche sia positive che negative dànno vivo sviluppo di bollicine gassose.

2° La tensione sotto carica di ogni elemento ha raggiunto i 2,7 volt.

3° La densità dell'acido è salita al peso specifico di 1,26 pari a 30° Beaumé.

La tensione di un elemento appena staccato dalla carica scende immediatamente da 2,7 volt per rimanere a circa 2 volt.

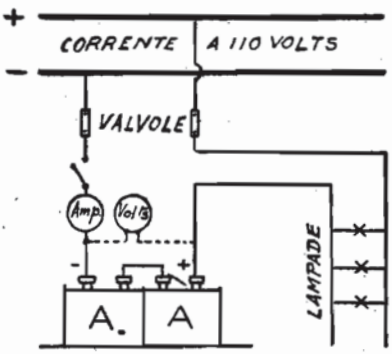


Fig. 429. - Schema per la carica di accumulatori.

Le figg. 428 e 429 mostrano due schemi per la carica con corrente continua di 110 volt.

Ove non vi sia corrente continua ma bensì corrente alternata, occorre convertire questa in corrente continua per mezzo di gruppi convertitori o raddrizzatori di corrente. Anche per questo uso il raddrizzatore Kuprox è molto indicato.

Il calcolo della resistenza di carica R da inserire in serie con la batteria avviene nel modo seguente: se V è la tensione della corrente continua disponibile, V_b la tensione necessaria per la carica della batteria e I l'intensità normale di carica avremo

$$R = \frac{V - V_b}{I}$$

Se si inseriscono come resistenza delle lampadine elettriche per le

quali è generalmente noto il numero di watt W e la cui tensione di funzionamento V_l deve essere uguale a $(V - V_b)$, il numero n di lampadine occorrenti verrà dato dalla formula:

$$n = \frac{I \cdot (V - V_b)}{W}$$

ALIMENTATORI INTEGRALI.

ALIMENTATORI DI PLACCA GRIGLIA E FILAMENTO DALLA RETE DI CORRENTE CONTINUA.

Generalmente le reti di corrente continua hanno una tensione di 110 o 220 volt. L'alimentazione dalla rete di corrente continua si presenta pertanto abbastanza facile quando la tensione necessaria non è superiore a quella fornita dalla rete. Ma se la tensione è di 110 volt la tensione ottenuta dopo i filtri non sarà sempre abbastanza elevata per certe valvole di potenza che danno il massimo rendimento per 150-200 volt di tensione anodica.

La difficoltà principale nell'alimentazione anodica dalla rete di corrente continua consiste nel fatto che la rete presenta improvvise

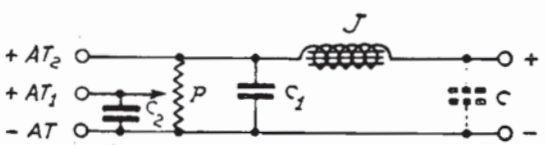


Fig. 430. - Semplice alimentatore anodico dalla rete di corrente continua. $C_1 = 8$ μF, $C_2 = 2$ μF; $J = 50$ H.

variazioni di tensione di cui l'apparecchio non deve risentire perchè esse possono dare molto disturbo con apparecchi di grande sensibilità. Queste variazioni di tensione producono infatti rumori fastidiosissimi nel ricevitore e sono causate dalle dinamo stesse nelle centrali oppure anche da motori o da commutatori e interruttori in vicinanza del ricevitore.

Praticamente l'alimentazione anodica di un ricevitore con corrente continua o corrente alternata raddrizzata non da luogo a disturbi se si ha cura di eliminare tutte le frequenze musicali superiori a 40 periodi per mezzo di apposito filtro.

Alimentando un ricevitore da una rete di corrente continua i cui disturbi sono generalmente di frequenza superiore a 100 periodi è sufficiente un solo elemento di filtro per indebolire convenientemente i disturbi provenienti dalla rete.

La fig. 430 mostra un semplice alimentatore anodico per rete di corrente continua. Il condensatore C segnato tratteggiato è solo necessario quando la sorgente di corrente continua ha una elevata resistenza interna (p. es. quando venga inserita una lampadina incandescente di resistenza elevata come fusibile) ma non ha negli altri casi

alcuno scopo. Con ricevitori di piccola e media sensibilità basta una impedenza J inserita nel positivo o nel negativo della linea; in quelli di alta sensibilità con più stadi di amplificazione a bassa frequenza conviene invece usare due impedenze: una nel positivo e l'altra nel negativo.

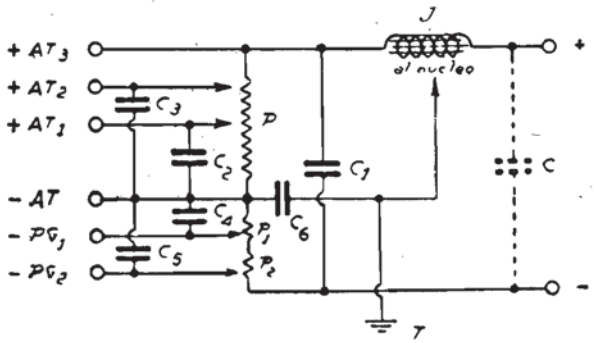


Fig. 431. - Alimentatore anodico e di griglia dalla rete di corrente continua. $C_1=8$ μF; C_2, $C_3=2$ μF; $C_4=30$ μF; $C_5=4$ μF; $C_6=0{,}005$ μF; $P_1=200$ ohm; $P_2=2000$ ohm; $J=50$ H; $P=12000$ ohm.

Il potenziometro P è costituito da una resistenza con una o più prese intermedie e serve ad ottenere diversi valori dell'alta tensione. La sua resistenza deve essere molto elevata per evitare che attraverso esso scorra una corrente di perdita troppo intensa ed esso deve poter sopportare la corrente che lo attraversa. Questa resistenza ha generalmente un va-

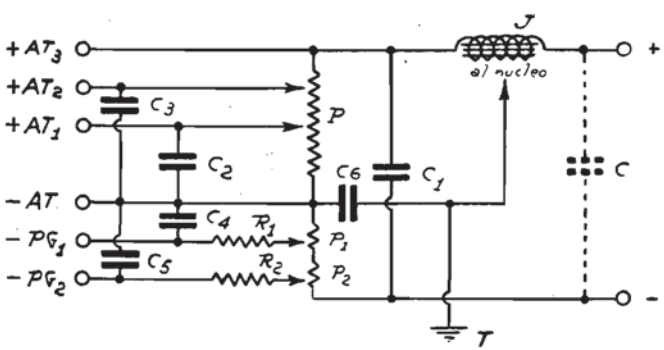


Fig. 432. - Alimentatore di placca e di griglia dalla rete di corrente continua. $C_1=8$ μF; C_2, $C_3=2$ μF; $C_4=2$ μF; $C_5=2$ μF; $C_6=0{\cdot}005$ μF; $P=12000$ ohm; $P_1=200$ ohm; $P_2=2000$ ohm; $R_1=0{\cdot}2$ megohm; $R_2=2$ megohm.

lore di circa 12.000 ohm. Se la tensione è di 200 volt avremo una corrente di perdita di $\frac{200}{12.000}$ = circa 0.017 ampère. Ove non occorrono tensioni intermedie conviene omettere tale potenziometro giacchè si risparmia in tal modo la corrente di perdita e l'aumento nella magnetizzazione

del nucleo di ferro dell'impedenza che essa produce. Il condensatore C_2 è assolutamente necessario per ogni presa intermedia per evitare un innesco di oscillazioni a bassa frequenza per reazione attraverso la resistenza elevata della sorgente.

Il valore del condensatore C_1 è di 8 μF e quello di C_2 da 1-2 μF.

La fig. 431 mostra un alimentatore di placca e di griglia dalla rete di corrente continua che consente di prendere tre tensioni anodiche e due potenziali di griglia. Esso differisce dall'alimentatore di fig. 430 solo per il fatto di avere in serie con il potenziometro P due altri potenziometri P_1 e P_2. Il calcolo delle resistenze P_1 e P_2 avviene nel modo seguente. Siano i_1 i_2 i_3 le correnti che passano rispettivamente attraverso AT_1, AT_2 e AT_3 e i_p la corrente di perdita attraverso il potenziometro

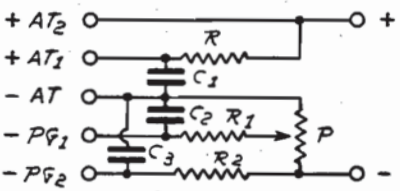


Fig. 433. - Alimentatore di placca e griglia dalla rete di corrente continua per ricevitore con accoppiamento a resistenza-capacità.
R=100·000 ohm; C_1=8 μF; C_2 = C_3 = 2 μF; P=2000 ohm; R_1=0·2 megohm; R_2=2 megohm.

P. Se vogliamo che — PG sia uguale a — 4,5 volt (come generalmente si richiede per la griglia della prima valvola BF) avremo

$$P_1 = \frac{4{,}5}{i_1 + i_2 + i_3 + i_p}$$

giacchè attraverso P_1 la caduta di tensione viene appunto provocata dal passaggio di tutte le correnti suddette.

Analogamente calcoleremo P_2. Generalmente per l'ultima valvola di potenza occorre con le elevate tensioni oggi in uso un potenziale negativo sino a 40 volt circa. Avremo quindi

$$P_2 = \frac{40}{i_1 + i_2 + i_3 + i_p}$$

Praticamente P_1 avrà una resistenza massima di circa 200 ohm e P_2 di circa 2000 ohm. Tanto P come P_1 e P_2 debbono naturalmente poter sopportare le correnti che le attraversano. Questo alimentatore è fatto per funzionare dalla rete di 220 volt. Con tensioni di rete minori le tensioni ottenibili risultano corrispondentemente diminuite. Con una rete di 110 volt è preferibile usare tutta la tensione disponibile per l'alimentazione anodica e servirsi di pile per il potenziale di griglia.

Per evitare effetti capacitivi nocivi risulta conveniente collegare

alla terra tanto il nucleo della bobina di impedenza come gli involucri dei condensatori.

I potenziometri P P_1 e P_2 debbono essere costruiti in modo da poter sopportare una corrente di circa 50 mA. I condensatori C_1, C_2, e C_3 debbono essere collaudati a 500 volt, C_4 C_5 e C_6 a 200 volt.

C_1 deve essere di 8 μF. C_2 C_3 di 2 μF, C_4 di 2 a 30 μF, C_5 di 2 a 4 μF, C_6 di 0.005 μF.

Gli alimentatori che servono tanto per l'alimentazione di placca come per quella di griglia presentano l'inconveniente che le variazioni della corrente anodica nel ricevitore prodotte dai segnali producono variazioni corrispondenti dei potenziali di griglia PG_1 e PG_2. Ciò ha per risultato di provocare facilmente effetti reattivi a bassa frequenza che si manifestano in forma di urli e fischi che rendono impossibile la ricezione. Siccome questo fenomeno è dovuto alle variazioni di corrente che passa attraverso i potenziometri P_1 e P_2, esso può essere evitato collegando in derivazione con i potenzionetri P_1 e P_2 grossi condensatori.

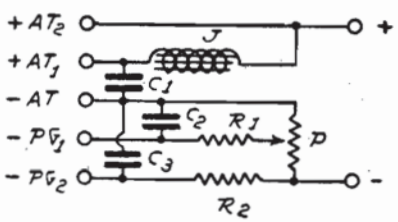


Fig. 434. - Alimentatore di placca e di griglia dalla rete di corrente continua per ricevitore con accoppiamento a trasformatori.
$J=50$ H; $C_1=8$ μF; $C_2=C_3=2$ μF; $P=2000$ ohm; $R_1=0{\cdot}2$ megohm; $R_2=2$ megohm

Facendo ciò, se la resistenza che il condensatore presenta alle variazioni di corrente rispetto a quella del potenziometro è piccola, le variazioni di corrente sceglieranno il cammino attraverso il condensatore e l'incoveniente è eliminato. E' chiaro però che essendo $P_1 = 200$ ohm occorre un condensatore C_4 di almeno 30 μF $\left(\rho_c = \frac{1}{2\pi f C}\right)$ per avere una reattanza capacitiva di 100 ohm alla più bassa frequenza udibile di 50 periodi capace di eliminare 2/3 del disturbo. Cone si vede tale capacità è molto rilevante. Per C_5 occorre una capacità dieci volte minore essendo circa 10 volte più grande la resistenza di P_2 rispetto a quella di P_1. Quindi un condensatore di 4 μF per C_5 sarà sufficiente.

Le variazioni del potenziale di griglia dell'ultima valvola sono meno dannose di quelle del potenziale di griglia della prima valvola BF e perciò ove si verifichi l'inconveniente dell'innesco di oscillazioni a bassa frequenza in un ricevitore alimentato coll'alimentatore di fig. 431 e non si disponga di un condensatore di 30 μF sarà più opportuno usare per PG_1 una piletta a parte.

Un buon sistema per eliminare questo inconveniente è quello di variare lo schema di fig. 431 in quello di fig. 432 nel quale vengono inserite tra i potenziometri P_1 e P_2 e i rispettivi condensatori C_4 e C_5 le resistenze fisse R_1 e R_2 rispettivamente di 0,2 e di 2 megohm. Essendo la corrente di griglia praticamente uguale a zero in un buon amplificatore, queste resistenze possono essere del solito tipo per accoppiamento intervalvolare a resistenza. In tal modo il potenziale costante viene applicato alla griglia della valvola mentre la tensione corrispondente alle variazioni di corrente rimane quasi totalmente ai capi della resistenza fissa e viene solo in piccolissima misura applicata alla griglia. In tal caso C_4 e C_5 possono avere una piccola capacità (1 - 2 μF) e questa combinazione risulta più economica della precedente.

Con ricevitori facenti uso di accoppiamento per resistenza-capacità tanto per l'alta frequenza come per la bassa frequenza è possibile sempli-

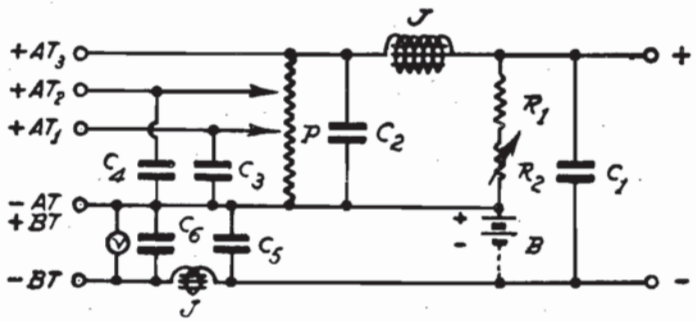


Fig. 435. - Alimentatore di placca e filamento dalla rete di corrente continua. $J=50$ H; R_1 da calcolarsi; $R_2=50$-100 ohm; $C_1=4$ μF; $C_2=8$ μF; $C_3=C_4=2$ μF; $C_5=C_6=2500$ μF; $J=0{\cdot}1$ H.

ficare ancora maggiormente l'alimentatore come si vede a fig. 433. Come si vede la valvola finale viene alimentata direttamente dalla linea ($+AT_2$) e ciò non dà alcun disturbo. La resistenza R di 100.000 ohm serve a spianare la corrente che alimenta tutte le altre valvole del ricevitore. La corrente anodica di una valvola con accoppiamento per resistenza-capacità è di circa 0.1 mA e quindi in un ricevitore a cinque valvole si ha una corrente totale di 0.4 mA che produce ai capi della resistenza R una caduta di tensione di soli 40 volt. Ma se l'ultima valvola richiede 150 volt di tensione anodica, le altre valvole funzioneranno ottimamente con 100-110 volt. Il condensatore C_1 di 8 μF serve con la resistenza R ad arrestare le variazioni di tensione della rete. I valori di R_1, R_2, C_2 e C_3 rimangono uguali a quelli corrispondenti di schema di fig. 433.

Se l'accoppiamento delle valvole AF e BF viene invece effettuato per mezzo di trasformatori o impedenze occorrerà inserire al posto i R una impedenza J di circa 50 henry come si vede nello schema di fig. 434 il quale ha sullo schema di fig. 432 il vantaggio che siccome la corrente

che passa attraverso J è più piccola essendo diminuita della corrente di alimentazione della valvola finale, l'impedenza J può essere avvolta con filo più sottile e avere un nucleo di sezione minore.

L'alimentazione del filamento delle valvole dalla rete di corrente continua è pure relativamente facile. Lo schema di fig. 435 mostra un alimentatore di placca e filamento che può servire anche per apparecchi molto sensibili. R_1 è una resistenza di alcune centinaia di ohm il cui valore va calcolato per il ricevitore cui deve servire. Se p. es. si tratta di alimentare un ricevitore a cinque valvole (4 volt-0.06 amp.) con un consumo totale di 0.3 ampere e se la tensione della rete è di 220 volt avremo per

$$R_1 + R_2 = \frac{220 - 4}{0{,}3} = \frac{216}{0{,}3} = \text{circa } 720 \text{ ohm}$$

Il reostato R_2 è di circa 50 ohm e consente una certa regolabilità della tensione che è necessaria per compensare le variazioni di tensione della rete e la caduta di tensione attraverso J.

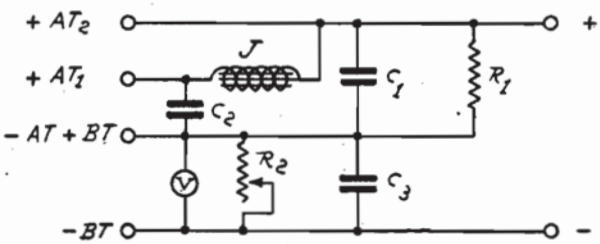


Fig. 436. - Alimentatore di placca e filamento dalla rete di corrente continua per valvole con catodo a riscaldamento indiretto.
$C_1 = 8$ μF; $C_2 = C_3 = 2$ μF; $J = 50$ H; R_1 da calcolarsi; $R_2 = 20$ ohm.

La tensione esatta per i filamenti viene ottenuta mediante la regolazione del reostato R_2 e la tensione viene letta al voltmetro V. Per ottenere una sufficiente costanza della corrente di accensione serve l'impedenza J di circa 0,1 henry (che deve naturalmente essere costruita con filo di spessore tale da consentire il passaggio della corrente necessaria) e i condensatori C_5 e C_6 di circa 2500 μF. Per garantire le valvole da un eccesso di tensione si può inserire una batteria di accumulatori B di 4 volt di piccolissima capacità. Usando un ricevitore con valvole a riscaldamento indiretto del catodo l'alimentatore può essere notevolmente ridotto come si vede a fig. 436. Può infatti essere omessa l'impedenza J e per C_3 basta una capacità di 2 μF.

Naturalmente con questo tipo di alimentatore non si può estrarre una valvola senza interrompere prima la corrente di accensione perchè altrimenti la tensione nelle altre aumenta pericolosamente.

Nell'uso di questi alimentatori occorre far molta attenzione al fatto che i morsetti di alimentazione sono conduttivamente collegati ai

conduttori di rete e siccome può accadere che il positivo o il negativo della rete siano « a terra » (il che può essere facilmente verificato collegando il positivo e il negativo alla terra attraverso una lampadina elettrica) è facile che si verifichino pericolosi corto-circuiti nell'apparecchio. Per questa ragione conviene in ricevitori così alimentati non far uso della terra e servirsi invece preferibilmente di un contrappeso; occorre inoltre ricordare che i morsetti dell'alimentazione anodica hanno una tensione elevata rispetto alla terra e tenere lontana l'alta tensione dalle cuffie e dagli altoparlanti collegando questi ultimi per mezzo di trasformatori di uscita o per mezzo del noto sistema impedenza-capacità. In generale conviene poi inserire sempre fusibili di protezione tra la rete e l'alimentatore.

Alimentatori di placca, griglia e filamento dalla rete di corrente alternata.

Nell'alimentazione con corrente alternata occorre far precedere ai dispositivi di *spianamento* che servono per l'alimentazione dalla rete di corrente continua un raddrizzatore che trasforma la corrente alternata in corrente raddrizzata pulsante e generalmente i dispositivi di spianamento debbono essere più complessi perchè le pulsazioni della corrente raddrizzata sono più difficili da spianare che non le variazioni

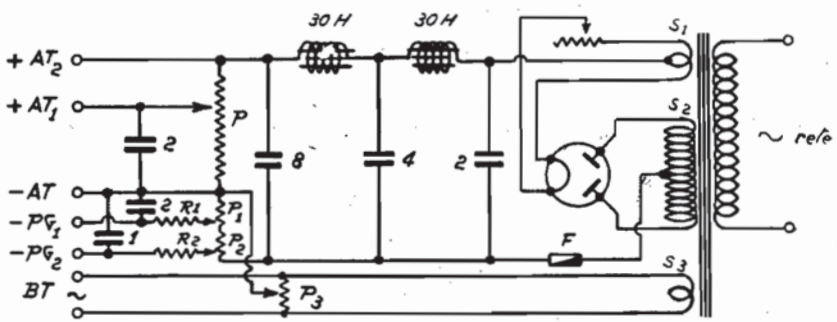


Fig. 437. - Alimentatore di placca e griglia con diodo doppio per il raddrizzamento delle due alternanze.

P=20000 ohm; P_1=200 ohm; P_2= 2000 ohm; P_3=200 ohm; R_1=0·2 megohm; R_2=2 megohm.

della rete di corrente continua. Con la corrente alternata si ha viceversa il vantaggio della *trasformabilità* che consente di ottenere qualunque tensione e di abolire qualsiasi collegamento metallico diretto tra la rete e il ricevitore, ciò che garantisce una maggior sicurezza.

Il raddrizzamento può essere effettuato con diodi, con tubi a gas inerte, con elettrolitici, con elementi a ossido di rame, ecc. Generalmente per tensioni di placca e di griglia si usano i diodi a vuoto spinto o i

tubi a gas inerte (Raytheon), mentre per l'accensione si usano le valvole a gas inerte e i raddrizzatori a secco per contatto.

La fig. 437 mostra un alimentatore con diodo doppio che dà anche due tensioni negative di griglia. Per quanto riguarda P P_1 e P_2 essi sono rispettivamente di circa 20.000, 200 e 2000 ohm. I loro valori dipendono naturalmente dal tipo e dal numero di valvole del ricevitore e per quanto riguarda il loro calcolo rimandiamo il lettore a quanto è detto in proposito agli alimentatori dalla rete di corrente continua. Le resistenze R_1 e R_2 hanno rispettivamente il valore di 0.2 e 2 megohm. Questo alimentatore è inoltre provvisto di un secondario S_3 per l'accensione delle valvole a riscaldamento indiretto del catodo. Se si fa uso di valvole a filamento comune questo secondario può ugualmente servire a alimentare direttamente il filamento di una comune valvola finale di potenza.

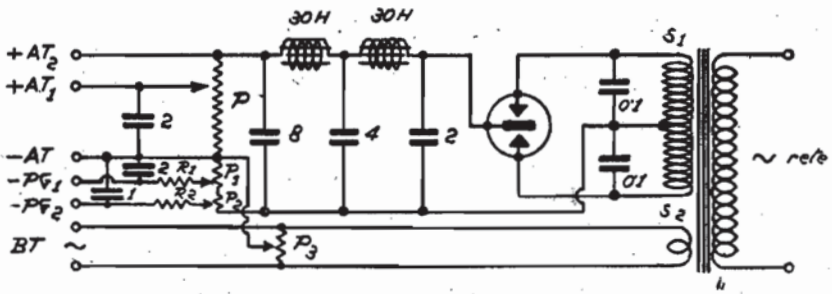


Fig. 438. - Alimentatore di placca e di griglia con valvola a gas inerte per il raddrizzamento delle due alternanze.

P=20000 ohm; P_1=200 ohm; P_2=2000 ohm; P_3=200 ohm; R_1=0·2 megohm; R_2=2 megohm.

Nella fig. 438 vediamo il medesimo alimentatore facente però uso di un tubo Raytheon a gas inerte che presenta il grande vantaggio di non avere filamento. Facendo per esempio uso di un tubo Raytheon *BH* che richiede 2 × 325 volt di tensione anodica è possibile avere correnti anodiche sino a 125 mA. con una tensione massima di 300 volt. I condensatori di 0.1 μF in parallelo alle due metà del secondario debbono sopportare metà tensione del secondario e servono a eliminare i disturbi che con questi tubi possono eventualmente prodursi sotto l'influenza dell'induttanza del trasformatore. Anche in questo alimentatore abbiamo come nel precedente un secondario a bassa tensione S_2 che serve ad alimentare le valvole con catodo a riscaldamento indiretto oppure l'ultima valvola di potenza.

Molto sovente nei ricevitori nei quali vi è qualche stadio con accoppiamento a resistenza-capacità, che permette la riproduzione di frequenze al limite inferiore del campo di udibilità — si verifica, usando alimentatori dalla rete di corrente alternata, un disturbo detto *motorboating* che si manifesta in forma di crepitio che copre completamente

la ricezione. Esso è dovuto a cariche periodiche nel circuito di griglia provocate da piccole traccie di corrente alternata provenienti dall'alimentatore.

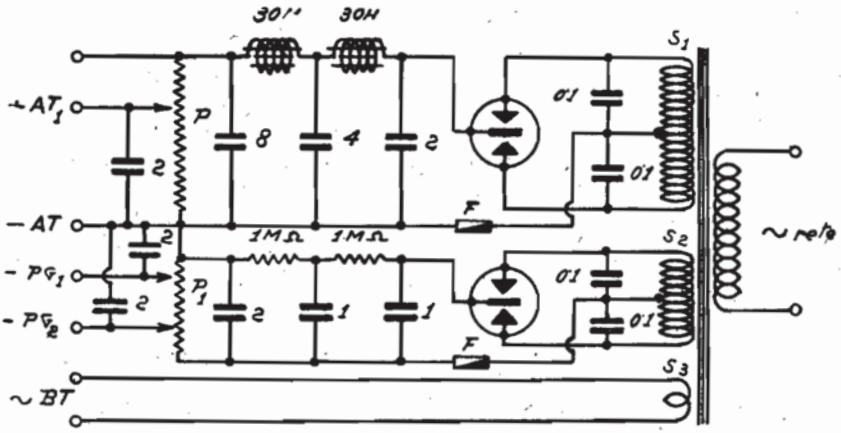


Fig. 439. - Alimentatore di placca e di griglia funzionante con raddrizzatori separati a tubo di gas inerte.
$P = 20'000$ ohm; $P_1 = 100'000$ ohm.

Per eliminare tale inconveniente occorre collegare in derivazione con i morsetti di uscita dell'alimentatore un condensatore di grande capacità p. es. 20 μF, che naturalmente ha lo svantaggio di essere costoso e ingombrante.

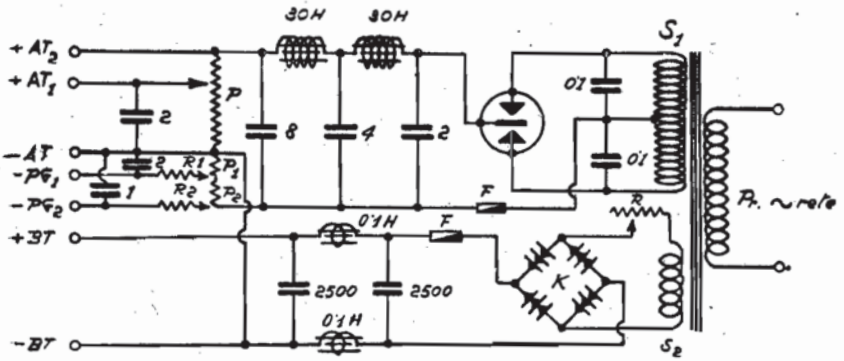


Fig. 440. - Alimentatore di placca, di griglia (con tubo Raytheon) e di filamento (con elemento Kuprox).
$P = 20'000$ ohm; $P_1 = 200$ ohm; $P_2 = 2000$ ohm; $R_1 = 0'2$ megohm; $R_2 = 2$ megohm.

E' evidente che alimentatori come quelli descritti devono essere specialmente calcolati per il ricevitore al quale sono destinati. Infatti negli schemi di fig. 437 e 438 variando la corrente anodica a seconda

del numero e del tipo di valvole del ricevitore varia anche la caduta di tensione attraverso P_1, P_2 e quindi i potenziali di griglia PG_1 e PG_2. Se i potenziometri P_1 e P_2 sono regolabili si possono ottenere i potenziali voluti, ma se l'alimentatore deve servire per apparecchi molto dissimili per numero di valvole è forse più conveniente usare batterie di griglia oppure costruire un raddrizzatore apposito per i potenziali di griglia. Esso può essere molto semplice giacchè per le piccolissime correnti in giuoco può bastare un filtro formato di resistenze e di capacità (fig. 439).

L'alimentazione dei filamenti delle valvole con corrente continua ricavata dalla rete di corrente alternata può essere ottenuta con elementi raddrizzatori a secco per contatto oppure a diodi. La fig. 440 mostra

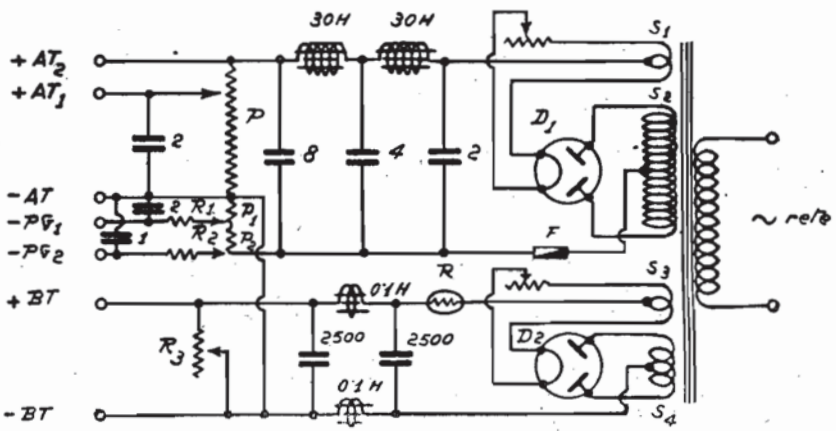


Fig. 441. - Alimentatore di placca e di griglia (raddrizzamento con doppio diodo) e filamento (raddrizzamento con doppio diodo).
P=20000 ohm; P_1=200 ohm; P_2=2000 ohm; R_1=0·2 megohm; R_2=2 megohm.

un alimentatore per placca griglia e filamento che dà ottimi risultati. Come nello schema di fig. 438 le tensioni anodiche e i potenziali di griglia vengono forniti da una valvola Raytheon tipo *BH* e dal solito complesso filtrante.

La corrente a bassa tensione necessaria per l'accensione delle valvole è fornita da un raddrizzatore a secco a dischi metallici Kuprox seguito da un complesso filtrante la cui caratteristica è quella di avere impedenze di piccola induttanza (0.1 *H*) e condensatori polarizzati di altissima capacità (circa 2500 μF).

La fig. 441 mostra un alimentatore di placca griglia e filamento con due diodi raddrizzatori, uno dei quali fornisce le tensioni anodiche e i potenziali di griglia e l'altro la corrente continua di accensione. Il complesso filtrante per *AT* e *PG* è identico a quello degli schemi prece-

denti. Quello per la bassa tensione è uguale a quello dello schema precedente con l'aggiunta di una resistenza limitatrice R e un reostato R_3 per regolare la tensione di uscita.

Convertitori e survoltori.

Convertitori e survoltori servono bene per l'alimentazione di trasmettitori. In generale però sulle onde corte è molto difficile eliminare completamente il brusio della dinamo anche mediante l'uso di filtri complessi. Per fare della telefonia quindi non sempre sono consigliabili. Essi hanno inoltre lo svantaggio di essere rumorosi e costosi.

I convertitori sono costituiti da un motore a corrente alternata e da una dinamo a corrente continua, oppure da un motore a corrente alternata a frequenza industriale (circa 50 cicli/sec.) e da una dinamo a corrente alternata di frequenza elevata (circa 500 cicli/sec). I 500 cicli/sec. dànno una buona nota senza raddrizzamento per telegrafia e si prestano bene a essere raddrizzati e filtrati per telefonia.

I survoltori consistono di un motore a corrente continua azionato dalla rete o da una batteria di accumulatori e da una dinamo a corrente continua.

La potenza resa dalla dinamo in watt deve essere con un certo margine uguale al prodotto tensione (volt) per corrente (ampère) ossia alla potenza assorbita dal trasmettitore e la tensione massima deve essere leggermente superiore alla tensione delle valvole usate nel trasmettitore. E' conveniente benchè non strettamente necessario avere un reostato di campo del generatore col quale variando l'eccitazione è possibile diminuire sino al 10 % circa la tensione fornita dalla dinamo.

La potenza del motore deve essere da 1¼ a 1½ quella della dinamo. Il motore deve avere il numero di giri corrispondente a quello della dinamo e può essere accoppiato direttamente o con cinghia.

Usando una dinamo nella carica di accumulatori occorre inserire un interruttore di minima o rammentarsi di staccare gli accumulatori prima che la dinamo si arresti affinchè essi non vadano in corto circuito attraverso l'avvolgimento della dinamo.

Altri raddrizzatori.

Altri raddrizzatori sui quali però non ci soffermeremo perchè poco convenienti per il dilettante sono il raddrizzatore a vapore di mercurio, analogo nel funzionamento al tubo a gas inerte (il vapore di mercurio agisce in questo caso come il gas inerte), il raddrizzatore sincrono vibrante che si presta solo per la carica di accumulatori e il

raddrizzatore sincrono rotante che può servire per la trasmissione ma

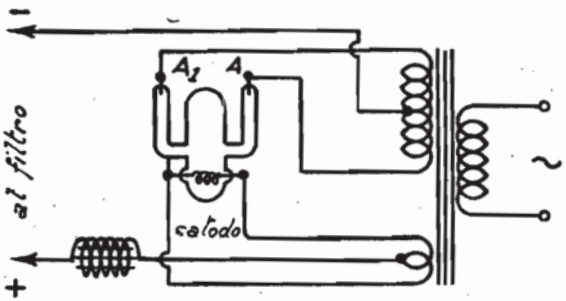


Fig. 442. - Schema di un raddrizzatore con tubo a vapore di mercurio.

non è conveniente perchè richiede filtri molto complessi per dare una buona nota.

19. - Trasformatori elevatori e riduttori di tensione

Un trasformatore è, generalmente parlando, un dispositivo per trasferire energia elettrica da un circuito a corrente alternata a un altro e per cambiare il valore della tensione da un circuito a un altro. I trasformatori sono formati di due o più avvolgimenti di filo su un nucleo di ferro o di acciaio dolce. La bobina attraverso la quale la corrente viene applicata al trasformatore chiamasi primario e la bobina dalla quale essa viene presa dopo la trasformazione chiamasi secondario. La corrente alternata che scorre attraverso il filo del primario fa sì che il nucleo viene magnetizzato. Ciò produce un campo magnetico variabile nel nucleo e causa il movimento di questo campo una corrispondente tensione e corrente viene prodotta nel secondario per induzione elettromagnetica. La corrente continua non è trasformabile con trasformatori: infatti un passaggio di corrente continua nel primario magnetizza il nucleo producendo così un campo magnetico, ma questo campo è stazionario e per produrre una corrente nel secondario occorre invece una variazione del campo. La corrente alternata varia continuamente, aumentando sino a un certo valore, diminuendo a zero, aumentando nella direzione opposta e cambiando nuovamente direzione e così via. Causa questa azione continuamente variante il campo magnetico varia anche e la forma della tensione indotta nell'avvolgimento del secondario corrisponde a quella della tensione nel primario. Perchè una corrente sia trasformabile non è necessario che essa cambi la sua direzione in modo periodico come fa la corrente alternata ma basta che essa cambi continuamente di valore. Una corrente continua fluttuante che scorre nel primario di un trasformatore induce una corrente alternata nel secondario e con ciò si può quindi praticamente separare la componente di corrente continua da quella di corrente alternata in una corrente pulsante,

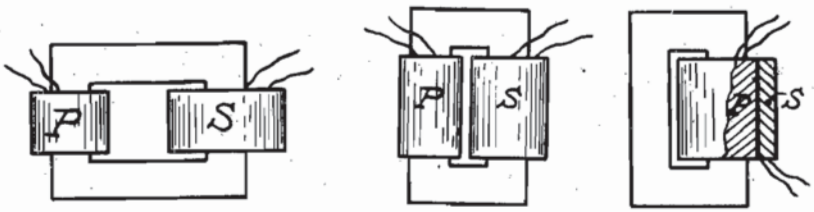
La tensione attraverso il secondario di un trasformatore è pro-

porzionale al rapporto tra il numero di spire nel primario e il numero di spire nel secondario quando non vi è carico sul secondario. In tal caso abbiamo:

$$\frac{\text{tensione primario}}{\text{tensione secondario}} = \frac{\text{N. spire primario}}{\text{N. spire secondario}}$$

Quando vi è un carico sul secondario si verificano cadute di tensione nel primario e nel secondario dovute alla resistenza ohmica e alla dispersione del flusso che riducono la tensione resa ai capi del secondario.

Vi sono tre tipi di trasformatori. Il primo ha primario e secondario con uguale numero di spire e perciò la tensione al secondario è uguale a quella applicata al primario. Nel secondo tipo il secondario ha un numero di spire minore del primario e la tensione del secondario è più bassa di quella del primario: sono questi i trasformatori riduttori di tensione che vengono per es. usati per l'alimentazione di



cattiva buona migliore

Fig. 443. - Disposizione del nucleo e degli avvolgimenti per la costruzione di un trasformatore.

filamento dalla rete di corrente alternata. Nel terzo tipo il secondario ha un numero di spire maggiore del primario e perciò la tensione del secondario è maggiore di quella applicata al primario: sono questi i trasformatori elevatori di tensione che vengono, per es., usati per la alimentazione di placca di trasmettitori e di ricevitori dalla rete di corrente alternata.

Nel trasformatore vi è una piccola perdita di potenza per diverse ragioni. Gli avvolgimenti presentano in primo luogo una certa resistenza alla corrente e una certa quantità di energia serve a superare tale resistenza. Il nucleo presenta anche una certa quantità di perdite caloriche dovute alle correnti che vengono causate nelle sue lamine e ai fenomeni di isteresi. Le perdite dovute al conduttore possono essere ridotte usando filo grosso e le perdite nel nucleo possono essere ridotte usando lamierino sottile e isolato.

Vi sono tre tipi di nuclei per trasformatori. Il primo è il tipo aperto che ha la più piccola efficienza. Il secondo è quello chiuso che viene esclusivamente usato per piccoli trasformatori. In questo tipo di trasformatore ambedue gli avvolgimenti, primario e secon-

dario, possono essere su un solo braccio del nucleo oppure possono essere avvolti ciascuno su un braccio come si vede a fig. 443. Il terzo tipo è quello a fig. 444 con nucleo a mantello che viene usato per correnti rilevanti.

Un altro tipo di trasformatore è l'autotrasformatore che contiene un unico avvolgimento con una o più prese intermedie. Nel tipo elevatore tutto l'avvolgimento viene usato come secondario e una parte del medesimo (da una estremità alla presa) come primario. Nel tipo riduttore la presa viene collocata in modo tale che il rapporto dell'avvolgimento totale alla sezione fornisce il rapporto voluto di spire tra primario e secondario in modo da ottenere al secondario la tensione voluta. In tal caso l'intero avvolgimento viene usato come primario mentre la sezione tra l'estremità e la presa funziona come secondario.

Per ridurre le perdite caloriche nel nucleo dei trasformatori essi vengono formati da sottilissimi ($^3/_{10}$ a $^5/_{10}$ mm.) lamierini di ferro al silicio isolati elettricamente uno rispetto all'altro: con ciò si impedisce il formarsi di grandi correnti indotte nel nucleo. In un trasformatore a nucleo chiuso se il nucleo fosse un blocco unico esso agirebbe come un secondario con una unica spira e quindi a tensione bassissima ma con una forte corrente. Naturalmente il passaggio di una corrente attraverso l'anello chiuso produrrebbe molto calore e una perdita corrispondente. Nei nuclei formati di lamierini sottili e isolati le correnti vengono suddivise nelle singole lamine e le perdite caloriche risultano considerevolmente ridotte.

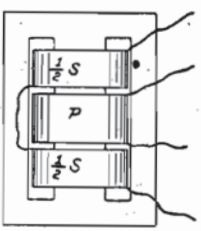


Fig. 444. - Trasformatore con nucleo a mantello.

Un fatto interessante è che se il circuito del secondario del trasformatore è aperto attraverso il primario può solo scorrere una piccolissima corrente. Ciò è dovuto al fatto che il valore della corrente magnetica o flusso prodotto nel nucleo aumenta gradatamente quando non scorre una corrente nel secondario. Questo flusso reagisce sul primario e produce in quest'ultimo una nuova tensione che è esattamente opposta a quella originale applicata al primario. Questa nuova tensione aumenta di valore sino a che arresta qualunque passaggio di corrente attraverso il primario eccetto quel poco che serve a produrre un campo magnetico sufficiente per mantenere la tensione opposta. Quindi un trasformatore collegato col primario a una linea di alimentazione e avente il suo secondario aperto assorbirà soltanto una piccolissima quantità di corrente.

Molti trasformatori di potenza sono collocati in scatole metalliche e altri sono immersi nella paraffina o altre miscele per smorzare le vibrazioni del nucleo. Nei trasformatori molto grandi gli avvolgimenti e i nuclei sono ventilati oppure immersi nell'olio per raffreddarli. Ciò non è però il caso nei trasformatori usati nella radio, essendo essi di piccola potenza: in tal caso l'eccessivo riscaldamento viene già evitato per mezzo dell'esposizione all'aria.

Nella radio, come si è detto. si usano trasformatori riduttori per l'alimentazione dei filamenti. In essi il secondario ha un numero molto minore di spire che il primario, ma le spire al secondario sono di filo grosso perchè le correnti che lo attraversano sono di qualche ampère e il nucleo ha ampie dimensioni.

L'altro tipo di trasformatore usato è quello elevatore che serve a fornire le tensioni di placca nei trasmettitori e nei ricevitori. Questo tipo di trasformatore ha un secondario con molte spire di filo piuttosto sottile essendo necessaria solo una piccola corrente. Il secondario può essere costituito di un solo avvolgimento quando si raddrizza una sola alternanza oppure di due sezioni con una presa centrale quando si raddrizzano due alternanze. Le tensioni che si debbono ricavare dal secondario dipendono dal raddrizzatore usato. Il tubo a gas inerte Raytheon *BH* comunemente impiegato per l'alimentazione di ricevitori richiede 2 × 325 volt, ossia 650 volt ai capi di tutto il secondario. Il valore di corrente necessario dipende dal tipo di raddrizzatore usato e dalla quantità di corrente necessaria per il ricevitore. Esso varia generalmente da 60 a 150 mA. cioè un valore relativamente piccolo.

Accanto a questi due tipi vi sono i tipi composti nei quali vi è un primario e più secondarii, uno dei quali di filo sottile e di molte spire fornisce la tensione per l'alimentazione di placca e l'altro di filo grosso e di poche spire fornisce la tensione per l'alimentazione di filamento.

Le perdite nel nucleo e negli avvolgimenti del trasformatore sono piccole. Causa la resistenza degli avvolgimenti e i tratti di dispersione magnetica, la tensione del secondario diminuisce sotto carico, il che può talvolta riuscire utile. Per mantenere invece costante la tensione del secondario sotto carico occorre disporre gli avvolgimenti in modo compatto, fare giunti solidi nel nucleo, usare filo grosso negli avvolgimenti, tenere molto corta la lunghezza del percorso magnetico e dimensionarne ampiamente la sezione.

Nella tabella seguente diamo alcuni dati per il filo e per il nucleo per trasformatori per tensione primaria 150 volt e 50 periodi usando per il nucleo lamierino di ferro per trasformatori che consente una densità di flusso di 8000 linee per centimetro quadrato.

TAB. XXXIV. — TRASFORMATORI DI TENSIONE PER 50 PERIODI - TENSIONE PRIMARIA 150 VOLT.

Potenza alimentazione watt	Conduttore del primario	Num. spire del primario	Spire per volt	Sezione del nucleo
50	0.6 smalt. - 1 cot.	870	5,80	31 × 31 mm.
75	0.7 » «	715	4,75	34 × 34 »
100	0.8 » »	600	4,00	37 × 37 »
150	1.0 » »	515	3,44	40 × 40 »
200	1.1 » »	440	2,93	43 × 43 »
300	1.5 » »	405	2,70	46 × 46 »
400	1.6 » »	340	2,26	50 × 50 »
500	1.8 » »	300	2,00	53 × 53 »
750	2.3 » »	240	1,60	59 × 59 »
1000	2.6 » »	215	1,43	62 × 62 »

Se la frequenza alla quale il trasformatore viene usato è inferiore a quella per cui esso è costruito, la sezione del nucleo dovrà essere maggiore o il numero di spire per volt corrispondentemente maggiore perchè altrimenti l'induttanza di un certo numero di spire sarebbe troppo bassa per dare la reattanza voluta alla frequenza più bassa (Reattanza $\rho_L = 2\,\pi fL$). Dimensionando, p. es., la sezione del nucleo in modo da essere circa 2 volte il valore indicato nella tabella si potrà usare lo stesso numero di spire nel primario di un trasformatore per soli 25 periodi. Usando invece la stessa sezione di nucleo sarà necessario un maggior numero di spire e un maggior spazio per la maggiore quantità di filo e di isolante. Il sistema più conveniente è di variare contemporaneamente il numero di spire per volt e la sezione del nucleo.

Un trasformatore costruito per una data frequenza può essere usato per una frequenza minore riducendo convenientemente la tensione applicata. Un trasformatore di 110 volt primario 60 periodi può essere usato fino a 50 volt circa per una frequenza di 25 periodi. La tensione del secondario sarà naturalmente data dal rapporto di trasformazione del trasformatore. La capacità di corrente sarà la stessa.

Vediamo ora come avviene praticamente il calcolo e la costruzione di un trasformatore. Sia da costruire un trasformatore per un alimentatore che deve alimentare dalla rete di 150 volt-50 periodi tanto la placca come il filamento di un ricevitore. Perchè tale alimentatore sia di uso generale in modo da poter alimentare ricevitori con qualunque numero di valvole e eventualmente far funzionare un altoparlante elettrodinamico è necessario che esso consenta una erogazione massima di 100-125 mA a una tensione fino a 300 volt. Esso deve inoltre poter alimentare il filamento di valvole per corrente alternata (4 volt, 1 ampère caduna) sino a un massimo di nove: dunque 9 ampère a 4 volt.

La potenza massima per l'alimentazione di placca è dunque di 37.5 watt (300×0.125); quella di filamento di 36 watt (4×9). La potenza complessiva è dunque di 73.5 watt.

Per calcolare la potenza apparente assorbita dal primario occorre tenere calcolo del rendimento del trasformatore che possiamo stimare 80 % e dello spostamento di fase che possiamo prendere $\cos \varphi = 0{,}8$.

$$\text{Potenza apparente primario} = \frac{73{,}5 \cdot 100}{80 \cdot 0{,}8} = 115 \text{ volt-ampère}$$

Quindi la corrente massima che passa attraverso il primario è di $\frac{115}{150}$ = circa 0.75 ampère.

Il diametro del filo del primario viene trovato con la formula seguente:

$$\text{diametro del primario} = 0.8\sqrt{I_{eff}} = 0.8\ \sqrt{0.75} = \text{circa } 0.7 \text{ mm.}$$

Nel calcolo del diametro del filo del secondario per la tensione ano-

dica va tenuto conto del fatto che come raddrizzatore viene usato un tubo Raytheon *BH* a due anodi ciascuno alimentato con 0.125 ampère a 325 volt. Però i due anodi non vengono alimentati contemporaneamente bensì alternativamente prima uno e poi l'altro e possiamo quindi usare un diametro che corrisponde a $\frac{2}{3}$ 0·125 = circa 0.085 ampère

diametro secondario $AT = 0{\cdot}8\sqrt{0.085}$ = circa 0·23 mm.

diametro secondario $BT = 0.8\sqrt{9}$ = circa 2.5 mm.

Per la scelta della copertura del filo occorre tenere presente che occorre una copertura di cotone o di seta solo per tensioni superiori a 500 volt. Quindi il primario può essere semplicemente buon filo smaltato, mentre il secondario per l'anodica deve avere due coperture cotone (tensione 650 volt) e il secondario per il filamento una copertura cotone.

Passiamo ora a calcolare la sezione del nucleo.

$$F = \sqrt{\text{potenza}} = \sqrt{73.5} = \text{circa } 8{,}5 \text{ cm}^2$$

Siccome però il 20% della sezione va perduto causa l'isolamento tra lamina e lamina la sezione totale deve essere:

$$F_t = 8{,}5\,\frac{100}{80} = 10{,}6 \text{ cm}^2$$

La sezione è dunque di circa 3.3 × 3.3 cm.

Passiamo ora a calcolare il numero delle spire del primario secondo la formula:

$$V_p = 4{\cdot}44 \,.\, \Phi_{max} \,.\, n_p \,.\, f \,.\, 10^{-8}$$

dove:

V_p = tensione primaria in volt

Φ_{max} = flusso totale del nucleo = B_{max} × sezione del nucleo in cm² (B_{max} per lamierino di ferro può essere 8000-9000, per ferro-silicio 10.000 linee/cm²)

n_p = numero spire del primario

f = frequenza

Abbiamo quindi:

$$n_p = \frac{150 \,.\, 10^8}{4{,}44 \,.\, 8000 \,.\, 8{,}5 \,.\, 50} = \text{circa } 1000 \text{ spire}$$

Dato ora il numero di spire del primario possiamo subito calcolare il numero di spire del secondario. Abbiamo detto che per il Raytheon *BH* ci occorre un secondario di 650 volt con presa al centro.

Dunque:

$$\text{N. spire secondario } AT = \frac{1000 \,.\, 650}{150} = 4333 + 5\% = \text{circa } 4550 \text{ spire.}$$

Per compensare la caduta di tensione dovuta alla resistenza dell'avvolgimento il numero di spire viene aumentato del 5 %.

$$\text{N. spire secondario } BT = \frac{1000 \cdot 4}{150} = 27 + 5\ \% = \text{circa } 28 \text{ spire.}$$

Passiamo ora a calcolare la sezione d'ingombro dato dai singoli avvolgimenti onde poter stabilire le dimensioni della finestra del nucleo.

Abbiamo visto che i tre avvolgimenti sono così costituiti:

Primario = 1000 spire filo rame 0.7 smaltato;

Secondario *AT* = 4550 spire filo rame 0.23-2 cotone

Secondario *BT* = 28 spire filo rame 2.5-2 cotone.

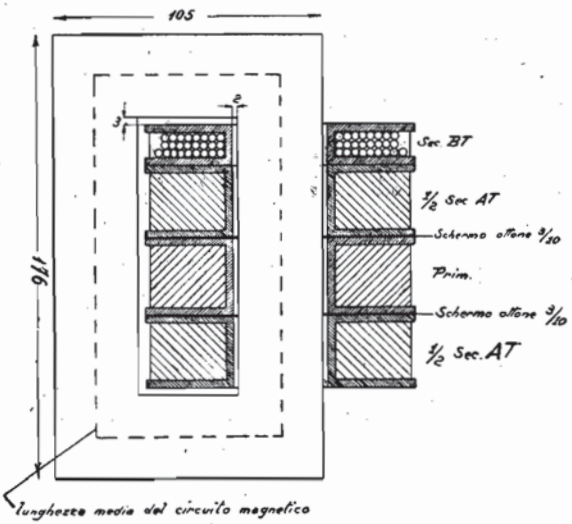


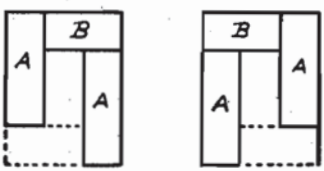
Fig. 445 - Tracciato del trasformatore.

Da tabella XLVI risulta che:

1000 spire di filo 0.7 smaltato occupano una sezione di circa 6.25 cm²

4550 spire di filo 0.23-2 cotone occupano una sezione di 11,4 cm²

28 spire di filo 2,5-2 cotone occupano una sezione di 2,5 cm².



Strati pari Strati dispari

Fig. 446. - Come si effettua il montaggio del nucleo.

Le sezioni così calcolate presuppongono però un avvolgimento perfetto quale solo una Casa costruttrice può effettuare usando speciali macchine avvolgitrici.

Il comune dilettante nel caso migliore, cioè usando un piccolo tornio per l'avvolgimento, avrà sempre bisogno di uno spazio maggiore e in considerazione di tale fatto sarà bene adottare un fattore di sicurezza di 1,2.

Quindi abbiamo le seguenti sezioni definitive:

Primario: 7.5 cm²
Secondario *AT*: 13,7 cm.² (2 × 6,85)
Secondario *BT*: 3 cm²

La sezione totale è dunque di 24,2 cm². A ciò bisogna aggiungere

lo spazio occupato dai rocchetti, dal materiale isolante e dallo schermo elettrostatico del primario che serve a impedire il passaggio per capacità dal primario al secondario dei disturbi di linea e delle interferenze esterne. Possiamo dunque calcolare che la finestra del nucleo sarà di circa 40 cm² e possiamo senz'altro accingerci a tracciare il nucleo del trasformatore.

Il metodo più semplice di avvolgimento è quello di avvolgere tutte le bobine su un braccio solo. Non conviene avvolgere i secondari sul primario perchè un difetto di isolazione può avere effetti molto gravi tanto per il materiale come per le persone data l'alta tensione del secondario *AT*. Il miglior sistema è quello di avvolgere il primario, le due sezioni del secondario *AT* ed il secondario *BT* su rocchetti separati e d'infilarli tutti su un braccio solo. Nell'ordine si infilano: la bobina di una sezione del secondario *AT*, la bobina del primario, la bobina della seconda sezione del secondario *AT* e la bobina del se-

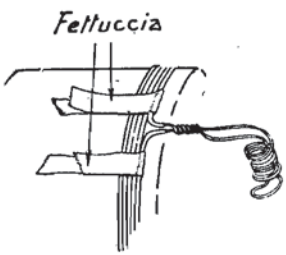


Fig. 447. - Modo di effettuare una presa intermedia.

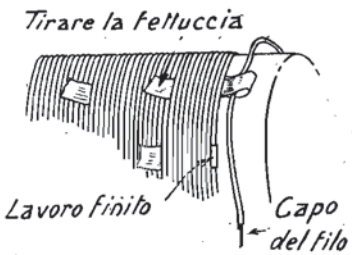


Fig. 448. - Modo di terminare un avvolgimento.

condario *BT*. I singoli rocchetti debbono essere di cartone bachelizzato dello spessore di 3 mm. e solidamente costruiti secondo le misure risultanti dal tracciato di fig. 445. Essi debbono avere una apertura centrale con un giuoco di almeno quattro millimetri per compensare le irregolarità delle lamine.

Tra il primario e le due sezioni del secondario si colloca un disco di schermo di ottone o rame dello spessore di 3/10-5/10, il cui scopo è già stato spiegato — che va collegato a terra.

L'avvolgimento dei rocchetti richiede molta cura. Si pratica un forellino nella parete del rocchetto e si fa passare un pezzo di trecciola lungo 30 cm. ricoperta di guttaperca (cioè conduttore per impianti luce dopo tolta la copertura esterna). Questa trecciola viene saldata accuratamente al filo da avvolgere e la saldatura avvolta in tela sterlingata. Si fa una legatura per tener fermo l'inizio del filo e si comincia ora l'avvolgimento avendo cura di tenere ben disteso il filo tenendolo fermo in una morsetta guernita di pelle o di carta assorbente. Se il filo è più piccolo di ½ mm. lo si fa scorrere sotto un piccolo peso. Ciò non danneggia l'isolamento. Il rocchetto va infilato su un pezzo di

legno delle dimensioni del nucleo con sporgenze laterali cilindriche in modo da poterlo girare con le due mani. Se il rocchetto non è molto robusto conviene altresì servirsi di due flange per rafforzarne le pareti e evitare che esso si sfasci o si deformi sotto la pressione dell'avvolgimento. L'avvolgimento va effettuato in modo che ogni spira venga a trovarsi ben vicina all'altra e quando è già avvolto un certo numero di spire si può sciogliere la legatura d'inizio. Quando si è avvolta la lunghezza di filo dal rocchetto alla morsetta occorre naturalmente allentare la morsetta e far scorrere dell'altro filo per poterlo avvolgere. Facendo ciò bisogna tenere ben ferma l'ultima spira avvolta perchè le spire non abbiano ad allentarsi. In generale è preferibile fare questo lavoro in due. Appena avvolto uno strato, se il filo è solo smaltato, si fa una fasciatura semplice di carta sottile e su questa si avvolge il secondo strato. Naturalmente se le spire dello strato sottostante non sono ben vicine quelle dello strato superiore faranno penetrare la carta in essa e l'avvolgimento riuscirà molto penoso. Occorre dun-

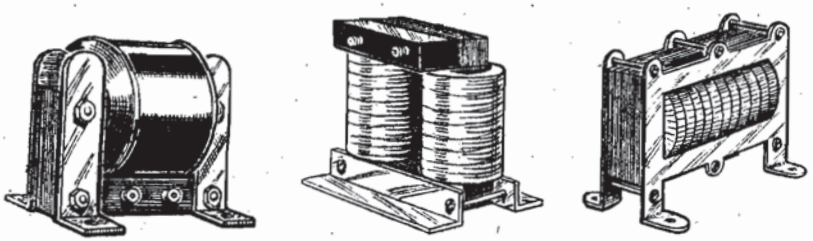


Fig. 449. - Diversi modi di montare un trasformatore.

que avvolgere il filo con molta precisione e negli angoli estremi tappare le depressioni con filo di cotone.

Naturalmente l'avvolgimento risulta molto facilitato servendosi di un tornio nel cui mandrino viene fissato il supporto del rocchetto in modo che questo giri ben parallelo all'asse, non importa se con un po' di eccentricità. Si fa girare lentamente il mandrino del tornio in modo da poter controllare continuamente il collocamento delle spire facendo scorrere il filo tra due dita guantate di pelle. Per il conteggio delle spire conviene applicare un piccolo contagiri.

Per migliorare l'isolamento della bobina si possono scaldare gli avvolgimenti in un forno a una temperatura di circa 50° e poi impregnarli con lacca isolante di ottima qualità. Non conviene usare paraffina perchè essa ha una temperatura di fusione troppo bassa. Il filo smaltato non deve essere trattato con lacca perchè questa scioglie lo smalto. Le spire terminali degli avvolgimenti vanno fissate con fettuccia come si vede a fig. 448.

Nel caso si desideri fare delle prese in un trasformatore conviene sempre effettuarle possibilmente a una estremità di uno strato ed occorre rammentare che ogni presa va bene isolata rispetto alle altre

spire. I capi dell'avvolgimento e delle prese vanno saldati con trecciola, fatti passare in un tubetto sterlingato e collegati ai serrafili del trasformatore.

L'avvolgimento terminato verrà convenientemente fasciato di fettuccia sterlingata per preservarlo da lesioni e per dargli maggiore compattezza se l'avvolgimento non è stato effettuato su un rocchetto.

Ultimata la costruzione delle bobine si tracciano le lamine del nucleo secondo le dimensioni che risultano dal tracciato di fig. 445 e si tagliano con una robusta forbice dal foglio di lamierino. Le singole lamine vanno tagliate con esattezza in modo che i giunti risultino esatti. Per l'isolamento tra lamina e lamina si può usare carta-seta, ma è più semplice verniciare una faccia di ogni lamina con un sottile strato di lacca isolante. Fatta questa operazione si lasciano seccare le lamine per qualche ora. Si può ora procedere lamina per lamina al montaggio del nucleo in modo che i giunti risultino alternati come si vede a fig. 446. Le lamine debbono risultare ben strette e quindi bisogna battere di tanto in tanto sui giunti con un blocco di legno oppure stringerli in una morsa.

Possiamo ora calcolare le perdite nel nucleo il cui peso approssimativo può essere calcolato moltiplicando la sezione per la lunghezza di ogni tronco, il peso specifico (7) e il coefficiente 0.8 (il 20 % della sezione essendo presa dall'isolamento tra strato e strato). Nel nostro esempio il peso è di circa kg. 2.5

La perdita in watt per kg. dipende dalla permeabilità del materiale usato come risulta dalla tabella seguente:

TAB. XXXV. — PERDITE NEL NUCLEO DI UN TRASFORMATORE.

Induzione magnetica del lamierino di ferro al silicio	Perdite in 1 Kg. di ferro in watt	
	spessore $^{5}/_{10}$ mm.	spessore $^{6}/_{10}$ mm.
8.000	1,5	—
9.000	2	—
10.000	2,5	2,75
11.000	3	—

Siccome abbiamo supposto che il ferro del nucleo abbia la permeabilità 8000 abbiamo una perdita di 1,5 watt per kg. cioè 3.75 watt. Le perdite nel rame possono essere stimate calcolando la lunghezza di ogni avvolgimento e quindi la resistenza (vedi tab. XLVIII). La lunghezza del primario si ottiene moltiplicando il numero di spire (1000) per la lunghezza media di una spira (23.6 cm.) e risulta di 230 m. La resistenza del filo rame 0.7 risulta da tab. XLVIII di circa 0.043 ohm al metro per cui il primario ha una resistenza di 10,2 ohm. Analogamente il secondario *AT* risulta avere una resistenza di 398 ohm e il secondario *BT* una resistenza di circa 0.02 ohm.

La perdita di potenza P in ohm nella resistenza è data dalla formula:

$$P = I^2 R$$

in cui I è la corrente che scorre nell'avvolgimento in ampère, R la resistenza dell'avvolgimento in ohm.

Abbiamo dunque:

perdita di potenza nel primario $= 10{\cdot}2 \,.\, 0{\cdot}75^2 = 5.7$ watt
perdita di potenza nel secondario $AT = 398 \,.\, 0{\cdot}085^2 = 2{,}9$ watt
perdita di potenza nel secondario $BT = 0{\cdot}02 \,.\, 9^2 = 1{\cdot}6$ watt.

La perdita complessiva di potenza nel rame è dunque di 10.2 watt; aggiungendo a queste le perdite nel ferro abbiamo una perdita complessiva di 13.95 watt e siccome la potenza complessiva del trasformatore è di 73.5 watt abbiamo un rendimento dell'80 %, cioè esattamente quanto avevamo presupposto.

Generalmente il comune dilettante farà meglio ad acquistare i trasformatori presso Ditte specializzate specificando corrente e tensione per ogni avvolgimento. Dilettanti esperti possono però costruirseli da sè, benchè il risparmio così ottenuto non sia certamente notevole e relativamente grande invece il rischio di insuccesso.

20. - Ondametri

Per la misura della lunghezza d'onda dei circuiti oscillanti si adopera un ondametro il cui funzionamento è basato sul fenomeno di risonanza. Esso si compone di un condensatore variabile ad aria e di una serie di induttanze intercambiabili che formano un circuito oscillante tarato in lunghezze d'onda. Le bobine debbono essere costruite in modo che lo smorzamento di questo circuito oscillante sia piccolo. L'ondametro può essere usato come oscillatore, cioè come un piccolo trasmettitore oppure come un risonatore, cioè come un circuito rivelatore di oscillazioni della frequenza propria.

Ondametro a cicalina.

La fig. 450 rappresenta lo schema d'un ondametro a cicalina che può servire come oscillatore e come risonatore. *C* è il condensatore variabile e *L* una induttanza a tre prese. La cicalina *d* è alimentata dalla pila *b* e serve per generare delle oscillazioni smorzate nel circuito dell'ondametro. Mettendo il commutatore sul contatto superiore la cicalina comincia a vibrare e l'ondametro funziona come oscillatore nel modo seguente. Quando l'ancorina si stacca dal contatto, la corrente della pila *b* attraverso una parte dell'induttanza *L* viene interrotta e la forza elettromotrice indotta carica il condensatore che, durante l'interruzione, si scarica attraverso l'induttanza con una corrente oscillatoria. Per misurare la lunghezza d'onda del circuito d'un apparecchio ricevente facciamo cantare la cicalina e giriamo il condensatore variabile finchè il suono percepito nel ricevitore diventa un massimo. Allora il circuito dell'apparecchio ricevente e quello del-

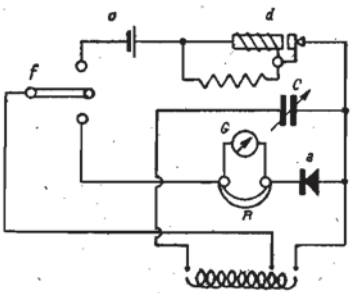


Fig. 450. - Schema di un ondametro a cicalina.

l'ondametro sono in sintonia. Dalle curve di taratura dell'ondametro si ricava la lunghezza d'onda. L'accoppiamento dei due circuiti deve essere molto leggero per avere una sintonia acuta.

Per misurare la lunghezza d'onda d'un circuito generatore si pone il commutatore *f* sul contatto inferiore. Allora vien chiuso il circuito del cristallo *a* attraverso la terza presa dell'induttanza essendo così accoppiato leggermente col circuito oscillante e quindi l'ondametro funziona come risonatore. Per onde smorzate si può usare la cuffia *R*; per onde persistenti serve il galvanometro *G* con una sensibilità di circa 10^{-5} amp. Accoppiando leggermente l'ondametro col circuito del generatore ed adoperando l'induttanza adatta, si regola il condensatore variabile fino ad ottenere un massimo d'intensità nella cuffia o ad avere la massima deviazione del galvanometro.

Ondametro-eterodina.

Per misurare la lunghezza d'onda di circuiti suscettibili di oscillazioni proprie si adopera un ondametro-eterodina con un milliamperometro come quello dello schema N. 11. Accoppiando l'induttanza del circuito, la cui lunghezza d'onda si vuole determinare, coll'induttanza del circuito oscillante dell'eterodina si avrà, quando le lunghezze d'onda coincidono, un deviamento dell'indice del milliamperometro per la ragione che il circuito da tarare assorbe dell'energia se è in sintonia col circuito dell'eterodina.

Ondametro di assorbimento.

Quando l'induttanza di un circuito oscillante viene accoppiata alla bobina di un trasmettitore o di un ricevitore che oscilla, il circuito assorbe della energia e in esso scorrerà una corrente se è sintonizzato alla frequenza del trasmettitore o del ricevitore. Quando un tale circuito viene tarato secondo la lunghezza d'onda o la frequenza, esso viene denominato *ondametro di assorbimento*. Infatti lo stato di risonanza con un trasmettitore o con un ricevitore viene caratterizzato e indicato dal fatto che esso assorbe una certa quantità di energia e produce perciò una certa variazione nel funzionamento del generatore di oscillazioni.

Accoppiando infatti l'induttanza di un ondametro di assorbimento all'induttanza di un trasmettitore si noterà che lo strumento che indica la corrente di aereo segnerà una notevole diminuzione, mentre la corrente di placca subirà una variazione. Accoppiando l'induttanza dell'ondametro alla induttanza di un ricevitore in oscillazione, si noterà che le oscillazioni cessano e l'intensità dei segnali viene ridotta.

Un ondametro di assorbimento può quindi essere formato da una

serie di bobine intercambiabili e da un condensatore variabile come si vede a fig. 453. In serie colla induttanza e col condensatore si inserisce una piccola lampadina elettrica (come quelle usate per le lampadine tascabili) che si accende quando l'ondametro è in risonanza col trasmettitore.

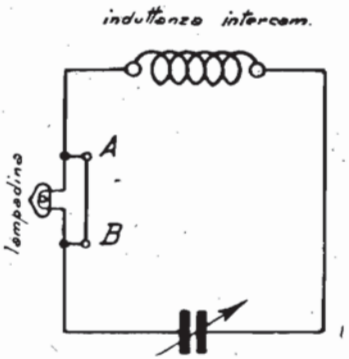


Fig. 452. - Schema di ondametro di assorbimento.

Per calibrare questo ondametro si accoppii l'induttanza dell'ondametro con un ricevitore e si sintonizzi il ricevitore su una stazione di lunghezza d'onda nota, giusto al punto di silenzio dei suoi segnali. Regolando allora il condensatore dell'ondametro si potrà raggiungere un punto in cui le oscillazioni del ricevitore si spengono. Ciò si nota, girando la manopola del condensatore, con un doppio *clic*:

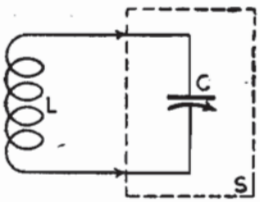


Fig. 451. - Schema di un ondametro di assorbimento con condensatore schermato.

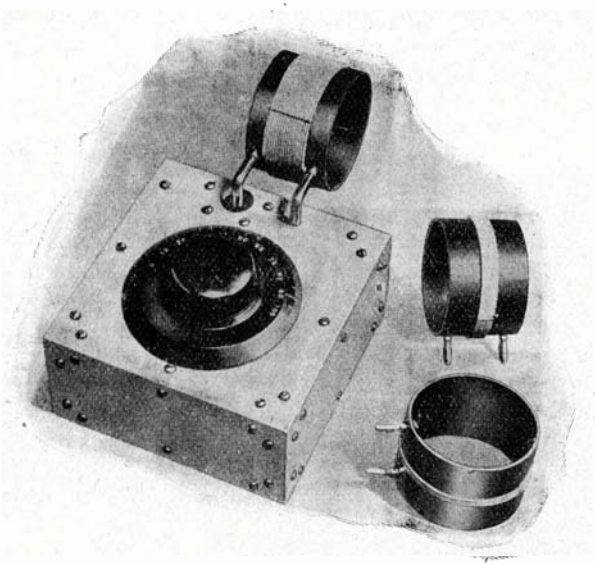


Fig. 453. - Ondametro di assorbimento.

una volta quando le oscillazioni si spengono, l'altra quando le oscillazioni si innescano di nuovo. Se i due *clic* sono separati da molti gradi

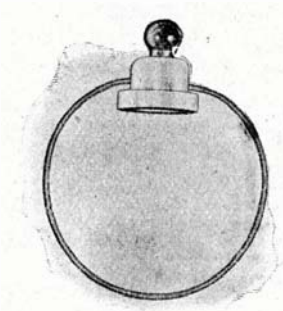


Fig. 454. - Ondametro di assorbimento per onde cortissime.

della scala del condensatore, si diminuisca l'accoppiamento tra ondametro e ricevitore sino al punto in cui i due clic cadono quasi in un punto solo. Di un sistema più preciso per calibrare l'ondametro diremo in seguito.

Per le onde più corte (10 a 50 m.) conviene shuntare la lampadina con un semplice conduttore (*AB* in fig. 452). In tal caso viene eliminata la resistenza della lampadina e perciò diminuito lo smorzamento del circuito dell'ondametro per cui questo dà indicazioni più precise.

Costruzione e taratura di un ondametro di assorbimento e di un ondamentro-eterodina per onde corte.

Ora che la ricezione sulle onde corte e cortissime ha preso tanto sviluppo tra i dilettanti, è diventata di grande interesse la taratura in lunghezze d'onda dei ricevitori. Vi sono numerose stazioni commerciali e statali che trasmettono ogni giorno su onda corta e che possono naturalmente servire per la taratura degli apparecchi, ma si tratta di un sistema alquanto azzardato.

Il sistema più sicuro è quello di costruire un ondametro di assorbimento, per la cui taratura occorre a sua volta un oscillatore. La taratura avviene per mezzo del così detto *filo Lecher*. Si tratta di un conduttore ben teso e ben isolato sostenuto da due corde secche interrotte da due isolatori di porcellana. Quando il filo oscilla elettricamente alla sua frequenza fondamentale abbiamo a ogni capo del filo un ventre di tensione e un nodo di tensione al centro. L'onda fondamentale è allora il doppio della lunghezza del filo, ossia dato che la lunghezza del filo sia l, sarà $\lambda = 2l$ (fig. 455). È assolutamente necessario però che il filo teso sia ben distante da qualunque oggetto ed è perciò meglio disporlo all'aperto a un'altezza da 1 a 2 m. sul suolo.

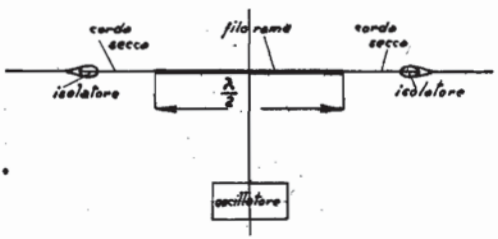


Fig. 455. - Filo Lecher.

La costruzione dell'oscillatore (fig. 456) può avvenire nel modo seguente:

La bobina L è formata di 8 (per $\lambda = 20$ a 50 m. circa) spire di filo di rame o ottone nudo di circa 2 mm. di diam. su 10 cm. di diam. e le spire sono spaziate di 10 mm. l'una dall'altra. Sarà conveniente che

tale bobina venga avvolta sol sistema a poca perdita come a fig. 457 L'impedenza *J* può essere costituita da una bobina di 200 spire di filo 0,3-2 seta avvolte su un tubo di 30 mm. di diametro.

L'ondametro di assorbimento (fig. 458) può essere semplicemente costituito da un condensatore variabile avente 2 serrafili sul quadrante coi quali vengono collegati i capi di una bobina a poca perdita. Per il campo di lunghezza d'onda da 20 a 50 m. la bobina può essere costituita da 3 spire di filo nudo di ottone o rame del diametro di 2 mm. su 80 mm. di diametro con le spire spaziate di 10 mm. È indispensabile che tale bobina sia assolutamente rigida e tale rigidità può essere assicurata con 3 supporti di ebanite come per la bobina dell'oscillatore.

Conviene usare l'oscillatore in luogo appartato poichè altrimenti sarà difficile farlo oscillare. Per facilitare l'innescamento delle oscillazioni si provi a variare la presa del filamento sulla bobina *L* e la ten-

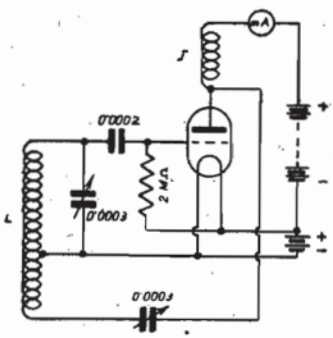


Fig. 456. - Schema dell'oscillatore.

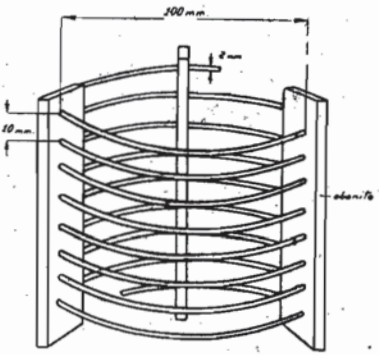


Fig. 457. - Induttanza *L* dell'oscillatore.

sione di placca. Il milliamperometro di placca devia infatti quando l'oscillatore comincia ad oscillare manovrando il condensatore inserito tra la placca e la bobina *L*. È importante che l'oscillazione si mantenga su tutto il campo di regolazione del condensatore variabile di griglia.

L'operazione di taratura dell'ondametro di assorbimento avviene ora nel seguente modo.

Si prenda un filo di rame nudo del diam. di 1 mm. e lo si sospenda ben teso come a fig. 455 all'altezza di uno o due m. sul suolo e possibilmente all'aperto; solamente alle estremità ove viene attaccato alle corde di sostegno si facciano due piccolissimi uncini. L'oscillatore viene ora fatto oscillare e portato al centro del filo in modo che la bobina *L* e il filo vengano a trovarsi in un piano solo. Allora si gira lentamente il condensatore di griglia dell'oscillatore e si nota la posizione sul suo quadrante in cui l'oscillazione cessa; ciò che viene indicato da una deviazione improvvisa del milliamperometro. Invece del milliamperometro può servire anche una comune cuffia telefonica e il punto

in cui l'oscillazione cessa sarà marcato da due *clic* dei quali uno avviene quando l'oscillazione cessa e l'altro quando l'oscillazione riprende. Sovente però i due *clic* sono talmente vicini da non poter essere distinti l'uno dall'altro.

Il punto notato corrisponde in questo caso alla lunghezza d'onda di 20 m. se il filo ha esattamente la lunghezza di 10 m. A questo punto lasciando inalterato il condensatore di griglia dell'oscillatore al punto trovato lo si allontana dal filo e si avvicina l'ondametro di assorbimento, in modo che la bobina *L* sia accoppiata con quella dell'ondametro. Allora si gira lentamente il condensatore dell'ondametro sino a trovare un punto in cui l'oscillatore cessa di oscillare, il che viene determinato col metodo suaccennato. In questo punto l'ondametro di assorbimento è tarato per la lunghezza d'onda di 20 m.

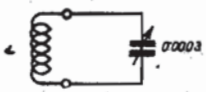


Fig. 458. - Schema dell'ondametro di assorbimento.

È evidente che variando la lunghezza del filo possiamo calibrare l'oscillatore (che, tarato, costituirà un vero e proprio ondametro-eterodina) e il nostro ondametro di assorbimento su qualunque lunghezza d'onda.

Sostituendo il milliamperometro con una cuffia nel circuito dell'oscillatore si può trasformare questo ultimo in un efficace ricevitore per onde corte e per la ricezione basterà accoppiare in modo molto lasco con la bobina *L* una bobina di 2 o 3 spire inserita nel circuito di aereo (fig. 459).

L'ondametro di assorbimento può anche essere tarato producendo localmente delle armoniche con un ondametro-eterodina (che per maggior garanzia può essere prima sintonizzata sull'onda tarata di una stazione trasmettente) mediante uno stretto accoppiamento reattivo.

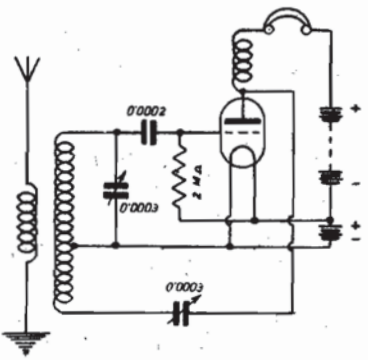


Fig. 459. - L'oscillatore usato come ricevitore.

Naturalmente occorre fare diverse letture e quindi si traccia per le diverse bobine una curva che dà la lunghezza d'onda (ordinata) in funzione dei gradi della scala del condensatore (ascissa).

21. - Strumenti di misura

Gli strumenti di misura che hanno importanza per la radio servono per le misure di quattro specie di correnti:

correnti continue;
correnti pulsanti unidirezionali;
correnti alternate;
correnti oscillanti a radiofrequenza.

Il *voltmetro* serve a misurare la differenza di potenziale tra due punti di un circuito elettrico. Questi strumenti sono costruiti in modo da assorbire solo una piccolissima corrente e hanno una elevata resistenza interna.

Nella radio i voltmetri vengono praticamente usati per misurare tensioni di placca, tensioni di filamento, potenziali di griglia e le tensioni oscillanti.

L'*amperometro* serve a misurare l'intensità di corrente che scorre in un circuito. Questi strumenti vengono collegati in serie con la linea nel punto in cui la misurazione va effettuata. La loro resistenza deve essere più che possibile bassa, in modo da provocare solo una piccolissima caduta di tensione.

Nella radio vengono essenzialmente usati *milliamperometri*. Essi vengono usati per la misura di correnti anodiche di valvole riceventi e di piccole valvole di trasmissione. Per la corrente di griglia di valvole di ricezione servono *microamperometri*. Per la misura delle correnti oscillanti servono amperometri per radiofrequenza.

Il *galvanometro* serve a rivelare la presenza di una corrente anche debolissima in un circuito. Questi strumenti di grandissima sensibilità servono essenzialmente per verificare la continuità di avvolgimenti, la qualità di isolamento, ecc.

Il *wattmetro* segna il prodotto di volt per ampère. Questi strumenti hanno un avvolgimento in serie con la linea e un avvolgimento in derivazione coi capi della linea. L'indice è mosso dai due avvolgimenti contemporaneamente in modo da indicare senz'altro i watt.

I tipi di strumenti più comunemente usati sono i seguenti:

Tipi elettromagnetici (fig. 460). — Un avvolgimento fisso (*A*) percorso dalla corrente da misurare crea un campo magnetico nel quale si muove un pezzo di ferro dolce (*F*) portato dall'equipaggio mobile (*E*). Lo spostamento angolare del ferro dipende dalla corrente che percorre l'avvolgimento. La coppia antagonista è fornita da contrappesi (*C*), oppure da una molla; nel primo caso lo strumento serve solo per funzionamento in posizione verticale fissa, nel secondo caso lo strumento può essere usato in qualunque posizione, anche instabile.

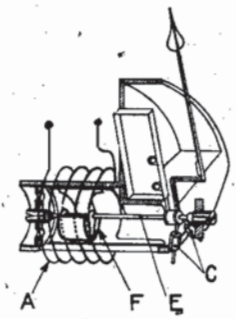


Fig. 460. - Strumento elettromagnetico.

Usati come voltmetri hanno sempre una resistenza addizionale in serie coll'avvolgimento, resistenza che può essere interna all'apparecchio o separata. Come amperometri si usano inseriti direttamente oppure, nel solo caso di corrente alternata, su trasformatori di misura.

Questi tipi di strumenti sono adatti per misure sia a corrente continua, che a corrente alternata. Per corrente alternata questi strumenti dànno indicazioni influenzate da fenomeni di isteresi del ferro mobile. Essi hanno inoltre lo svantaggio di un notevole consumo proprio, per cui usati come voltmetri non si adattano per la misura di tensioni troppo basse quali quelle di pile od accumulatori per applicazioni radiofoniche.

Questi strumenti sono più comunemente usati per corrente alternata; le loro indicazioni variano però col variare della frequenza. Con apposite tarature essi possono essere usati per frequenze sino a 500 periodi e trovano così frequente impiego nelle stazioni radiotelegrafiche e radiotelefoniche trasmettenti.

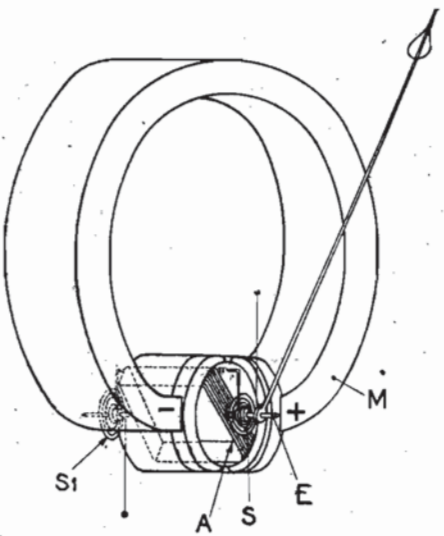


Fig. 461. - Strumento a magnete permanente.

Tipi a magnete permanente (fig. 461). — L'equipaggio mobile (*E*) è costituito da un avvolgimento di pochi giri e molto leggero (*A*) situato nel campo costante di un magnete permanente (*M*). La corrente da misurare è portata all'avvolgimento mobile da 2 spiraline

(S-S_1), che dànno contemporaneamente la coppia antagonista. L'avvolgimento mobile percorso dalla corrente subisce uno spostamento angolare proporzionale alla grandezza da misurare.

Questi tipi di strumenti servono per sola corrente continua; essi vengono costruiti anche con zero centrale e possono indicare coi 2 sensi delle loro deviazioni il segno o polarità della grandezza elettrica misurata.

Nel caso di amperometri lo strumento è quasi sempre inserito su shunt e l'avvolgimento che costituisce la bobina mobile è attraversato soltanto da una piccola frazione della corrente da misurare.

Questo tipo di strumento può essere usato in qualunque posizione e serve normalmente per misure di tensioni e di correnti continue fornite da pile, accumulatori, raddrizzatori di corrente, alimentatori di placca, ecc.

I voltmetri che servono per misurare tensioni elevate come le tensioni di placca vengono usati con una elevata resistenza addizionale in serie affinchè la corrente che attraversa lo strumento sia molto ridotta; se esso assorbe troppa corrente rispetto a quella che la sorgente può fornire la tensione da misurare risulta diminuita e quindi le letture errate. Questi strumenti a resistenza elevata hanno un movimento molto sensibile cosicchè essi richiedono solo una piccolissima corrente. In generale nei migliori strumenti si usa una resistenza di 1000 ohm per volt; quindi un voltmetro con scala da 0 a 300 volt richiede una resistenza di 300.000 ohm. Nei voltmetri a doppia o tripla scala vi sono due o più resistenze nello strumento stesso che possono essere inserite nel circuito a piacimento.

Gli strumenti per corrente continua che funzionano con magnete permanente non devono mai essere usati per corrente alternata giacchè i magneti vengono indeboliti guastando la taratura dello strumento.

Nel caso di correnti pulsanti l'indice dello strumento non può seguire le variazioni di corrente se queste avvengono rapidamente e quindi segnerà il valore medio della corrente. Di ciò bisogna per es. tener conto quando si misura la corrente pulsante unidirezionale che alimenta una valvola oscillatrice autorettificatrice. Nel caso della corrente alternata il valore medio di un ciclo completo è zero e quindi benchè l'indice tenda a vibrare, esso rimane sullo zero.

Tipi termici (fig. 462). — La corrente percorre un filo sottile (F) che riscaldandosi subisce dei piccoli allungamenti dipendenti dalla grandezza da misurare, allungamenti che, con diversi sistemi di moltiplicazione, imprimono dei notevoli spostamenti all'indice dello strumento. Le deviazioni dello strumento non dipendono dal segno della corrente e perciò questo tipo può essere usato sia per corrente continua, che per corrente alternata. Esso ha però l'inconveniente di essere di uso assai delicato.

Le indicazioni di questo tipo di strumento usato in corrente al-

ternata, sono indipendenti entro larghi limiti, dalla frequenza e dalla forma dell'onda. Essi trovano perciò buon impiego per misure ad al-

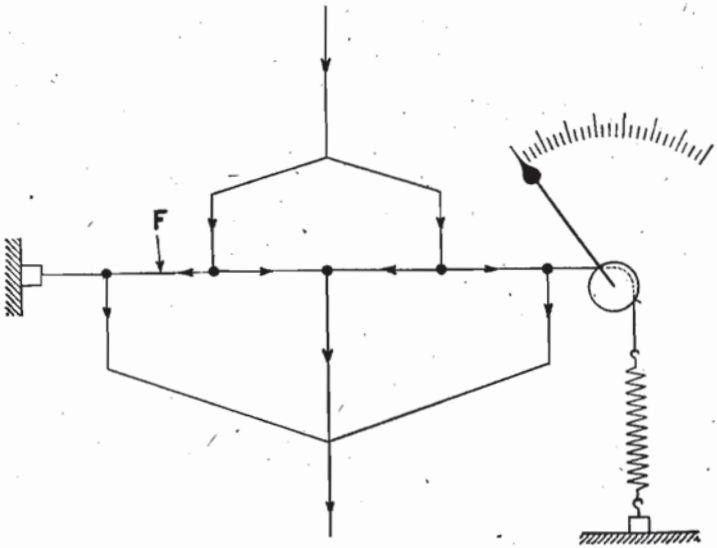


Fig. 462. - Strumento a filo caldo.

tissime frequenze, sopratutto nelle grandi stazioni trasmettenti e nei laboratori di radiotecnica.

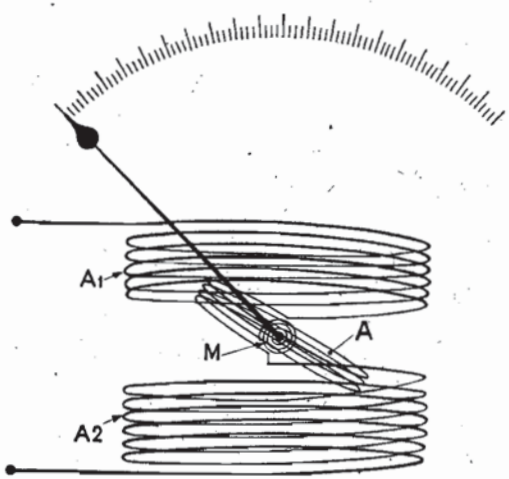


Fig. 463. - Strumento elettrodinamico.

Occorre però notare che non sempre gli amperometri per corrente alternata di frequenza industriale servono per le elevate audio e radiofrequenze. Ciò è dovuto al fatto che il circuito dello strumento deve avere una bassissima capacità e induttanza giacchè altrimenti queste possono costituire un cortocircuito, rispettivamente uno sbarramento, per correnti di frequenza elevata e lo strumento dà quindi letture differenti per le diverse frequenze.

Nel caso di voltmetri una resistenza addizionale è disposta in

serie col filo dilatabile. Nel caso di amperometri lo strumento è usato normalmente su uno shunt, salvo che si tratti di correnti molto deboli. Per impiego su correnti ad alta frequenza si costruiscono però amperometri di questo tipo senza shunt e cioè per inserzione diretta, per intensità sino a 30 ampère.

Tipi elettrodinamici (fig. 463). — L'equipaggio porta un avvolgimento mobile (A) che si sposta nel campo magnetico di 2 avvolgimenti fissi (A_1-A_2). L'azione mutua di questi avvolgimenti percorsi dalla corrente è contrastata da una molla antagonista (M).

Di questi tipi di strumenti si costruiscono amperometri, voltmetri e wattmetri, sia per corrente continua, che per correnti alternate a frequenze industriali. Essi trovano scarso impiego nella radio e servono, più che altro, per misure di laboratorio.

Tipi a coppia termoelettrica (fig. 464). — Sono basati sul principio che riscaldando la saldatura di 2 metalli diversi si genera una forza elettromotrice che dipende dalla temperatura della saldatura stessa. Se il riscaldamento della saldatura (C) è ottenuto con una corrente elettrica, il valore di questa si può ottenere misurando detta forza elettromotrice con un adatto apparecchio a magnete permanente.

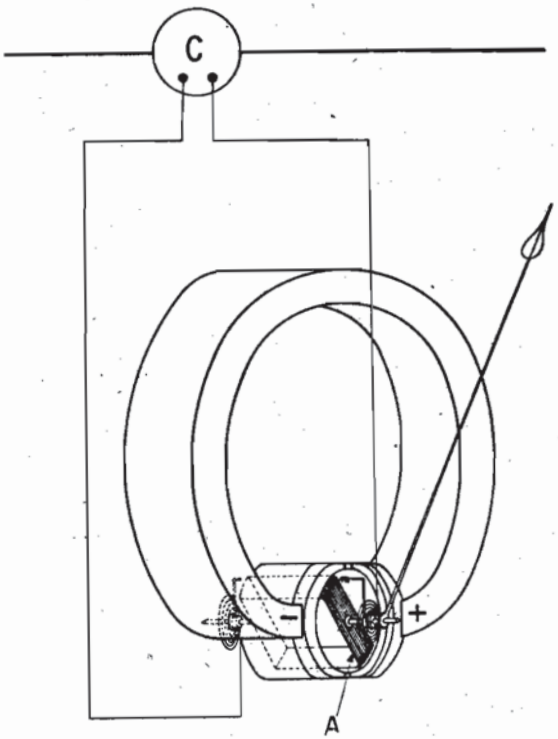


Fig. 464. - Strumento a coppia termoelettrica.

Questi apparecchi servono sia per corrente continua che per corrente alternata e trovano particolare impiego per la misura di correnti e di tensioni alternate ad altissime frequenze. Amperometri di questo tipo vengono costruiti per le frequenze sino a 300.000 chilocicli e per intensità da qualche milliampère a 1000 ampère.

Tipi a valvola termojonica. — I voltmetri a valvola termojonica servono essenzialmente per misure da 1 millivolt a 100 volt e il loro

funzionamento è basato sul fatto cha usando un triodo come rettificatore esso permette di misurare piccole tensioni oscillanti applicate alla griglia per mezzo della lettura della corrente di placca unidirezionale letta con strumenti per corrente continua di elevatissima sensibilità.

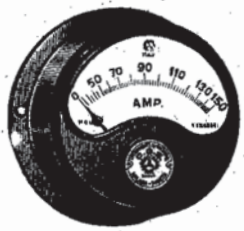


Fig. 465. - Strumento C. G. S.

Questi strumenti hanno una grandissima sensibilità.

Tipi elettrostatici. — I voltmetri elettrostatici servono per misurare tensioni continue e alternate. Il loro funzionamento è basato sull'attrazione che un sistema conduttore fisso esercita su un sistema conduttore mobile quando essi sono a potenziali differenti. Questi strumenti vengono costruiti in forma di elettrometri assoluti per tensioni fino a 250.000 volt, in forma di elettrometri a quadrante per tensioni da 0 a 1000 volt, in forma di elettrometri a foglioline per tensioni fino a 4000 volt, e in forma di elettrometri a corda o a filo.

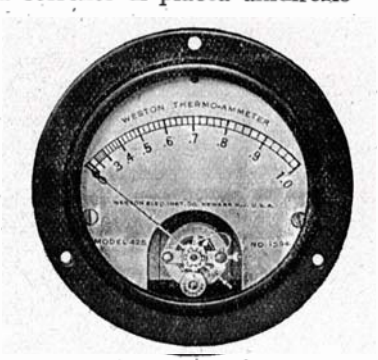


Fig. 466. - Amperometro per radiofrequenza Weston.

22. - Consigli pratici per l'autocostruttore

Noi riteniamo che l'audizione di segnali radiotelefonici e radiotelegrafici non possa essere fine a sè stessa, ma che l'utilità maggiore e la soddisfazione vera per il dilettante consistono nel montare e provare i vari circuiti secondo gli schemi che indichiamo. Il dilettantismo inteso in questo senso sarà non solo un passatempo praticamente continuo e senza limiti di tempo — giacchè i circuiti sono centinaia e ogni giorno, si può dire, se ne trovano dei nuovi — ma costituirà anche un corso pratico di elettrotecnica, giacchè si può affermare che la radiotecnica sia un compendio istruttivo di tutti i fenomeni elettrici.

In generale conviene che il dilettante cominci dai circuiti più

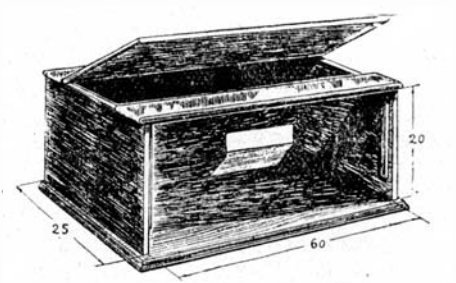


Fig. 467. - Cassetta per ricevitore.

semplici per arrivare ai circuiti più complicati. Mettiamo subito in guardia il dilettante contro la tentazione di voler cominciare dal troppo difficile. L'operazione dei radiocircuiti avviene essenzialmente a orecchio; cioè, occorre imparare a conoscere la causa di ogni suono prodotto nella cuffia o nell'altoparlante. Per esempio, bisogna imparare a conoscere il rumore caratteristico della reazione, bisogna distinguere il rumore prodotto da disturbi atmosferici da altri rumori dovuti a cattivo funzionamento delle valvole, delle batterie, oppure a qualche circuito interrotto.

Anche qui occorre un tirocinio che va appunto effettuato nell'ordine normale e cioè dal più facile al più difficile. La rapidità del progresso dipende anzitutto dalla comprensione tecnica dei fenomeni che avvengono nell'operazione dei circuiti.

Nel montaggio e nella prova dei circuiti occorre che il dilettante lavori con calma e senza precipitazione, seguendo il filo logico di tutte le sue azioni.

In ordine di facilità e cioè andando dal più facile al meno facile i circuiti si possono così classificare:

1. Circuiti a reazione senza AF (Meissner, Reinartz, ecc.).
2. Circuiti a variazione di frequenza.
3. Circuiti con parecchi stadi neutralizzati o a valvole schermate.

La ragione per cui questi ultimi presentano la maggiore difficoltà è dovuta al fatto che la stabilizzazione non sempre riesce facile specialmente nel caso di più stadi AF e talvolta addirittura impossibile per cui bisogna ricorrere a ripieghi che diminuiscono l'efficienza del ricevitore. Tale difficoltà è ancora notevolmente aumentata in seguito all'uso di alimentatori integrali dalla rete che favoriscono accoppiamenti reattivi ad alta e a bassa frequenza.

Alle persone che non hanno pratica di schemi, avverrà talvolta di trovare qualche difficoltà nel montaggio, e cioè di provare una specie di smarrimento tra il groviglio dei collegamenti. Consigliamo di numerare i terminali dei vari organi sugli schemi e di numerare quindi corrispondentemente i serrafili e i capofili dei singoli organi. Un buon sistema è quello di effettuare anzitutto i collegamenti per l'accensione delle valvole che devono essere di filo nudo perchè ad essi devono essere saldati molti altri conduttori. In seguito si effettuano i collegamenti del circuito di aereo, poi quelli di griglia e di placca della prima valvola, indi della seconda e così via. In tal modo si riduce notevolmente la possibilità di commettere errori o dimenticanze.

Dei vari circuiti da noi presentati vanno fedelmente seguiti non solo gli schemi teorici, ma anche le disposizioni costruttive e ciò è assolutamente indispensabile per i ricevitori neutralizzati e a valvole schermate nei quali, anche il fatto di collocare un conduttore o un organo diversamente da quanto è da noi indicato, può alterare tutto l'equilibrio del ricevitore e causare gravi difficoltà per la sua messa a punto.

Tenga però presente il dilettante che non basta montare un circuito secondo le prescrizioni, perchè esso funzioni immediatamente. Questo può anche avvenire e si tratta allora di fortuna. In generale un circuito va messo a punto e ciò richiede dell'esperienza e della pazienza.

Nei collegamenti ad alta frequenza si abbia l'avvertenza di non tendere fili paralleli e se ciò risulta necessario lo si faccia in modo che non siano troppo vicini e troppo lunghi, particolarmente quelli di potenziale AF differente rispetto al potenziale di terra.

Quando si abbiano dubbi sullo stato di avvolgimenti, trasformatori intervalvolari, ecc. il sistema più semplice è quello di chiudere attraverso il componente da provare un circuito formato da un elemento per lampadina tascabile e una cuffia. Il clic prova che non c'è interruzione. Invece di una cuffia si può usare anche una lampadina e, nel caso di avvolgimento di resistenza elevata. un galvanometro o anche un voltmetro sensibile o un milliamperometro.

Quando si debba provare un nuovo apparecchio sarà sempre preferibile essere in prossimità di un diffusore per la prima prova. Se infatti il ricevitore non funziona sarà preferibile eliminare l'alta fre-

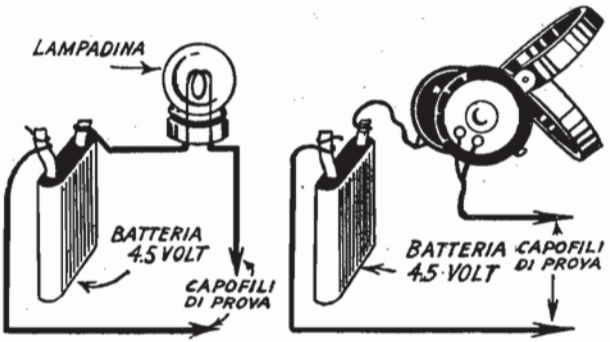


Fig. 468. - Provacircuiti.

quenza collegando direttamente l'aereo con la griglia della valvola rivelatrice. Se così facendo si sentono i segnali, il difetto risiede nell'alta frequenza; in caso contrario nella rivelatrice o nella bassa frequenza.

Per tutte le difficoltà che il dilettante potesse trovare nella costruzione delle varie parti e nel montaggio o nel funzionamento dei circuiti, l'Autore sarà ben lieto di rispondere attraverso il reparto Consulenza della Rivista « Il Radiogiornale ». Egli sarà pure grato a chi vorrà informarlo dettagliatamente dei risultati ottenuti coi diversi circuiti.

23. - Circuiti

SIMBOLI CONVENZIONALI USATI NEI CIRCUITI RADIO

Fig. 469.

aereo ricevente

aereo di trasmissione

terra

telaio

condensatore variabile

condensatore regolabile, neutrocondensatore

condensatori variabili con comando unico

condensatore fisso

impedenza AF

trasformatore AF

trasformatore MF (frequenza intermedia

impedenza BF

trasformatore BF

resistenza fissa

resistenza variabile

potenziometro

triodo

triodo per corrente alternata

triodo a griglia schermante

triodo a griglia schermante per corrente alternata

tetrodo

diodo

doppio diodo

tubo a gas inerte

giunzione

incrocio isolato

interruttore

cella elettrolitica

voltmetro

amperometro

milliamperometro

rivelatore a cristallo

cristallo oscillante

raddrizzatore a secco (Kuprox)

cuffia

altoparlante a tromba

altoparlante a cono

altoparlante elettrodinamico

batterie (pile o accumulatori)

fusibile

microfono

generatore di corrente continua (dinamo)

generatore di corrente alternata (alternatore)

generatore di corrente oscillante (AF)

tasto di manipolazione

lampadina elettrica

cicalina

schermo

1. Ricevitore con rivelatore a cristallo per onde smorzate e telefonia (per onde da 200 a 550 m.).

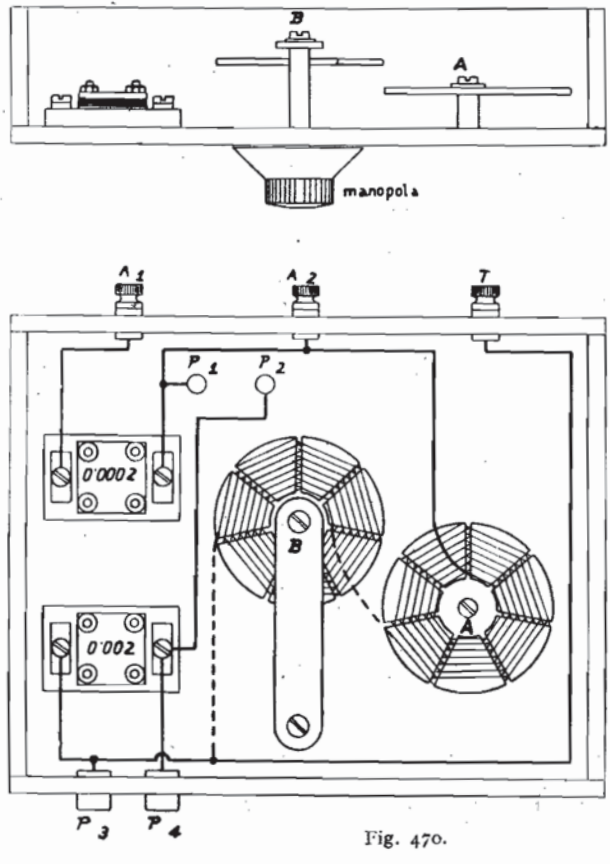


Fig. 470.

Un variometro formato di 2 induttanze di 35 spire cadauna avvolte nello stesso senso in modo che una di esse è spostabile rispetto all'altra è inserito tra la presa di aereo e la presa di terra. Variando l'accoppiamento tra le due bobine varia la frequenza del circuito e si può quindi sintonizzare il ricevitore sulla lunghezza d'onda voluta.

Parti occorrenti:

1 cuffia; 3 serrafili; 1 rivelatore; 1 condensatore fisso di 0,0002 μF; 1 condensatore fisso di 0.002 μF. Le bobine sono di diametro 70 × 20 mm. a 7 flange avvolte ciascuna con 35 spire filo rame 0.5—2 seta (200 a 550 m.).

Le due bobine *A* e *B* del variometro vanno disposte in modo da risultare avvolte nello stesso senso quando sono sovrapposte.

L'aereo va collegato con A_1 nel caso di antenne di grandi dimensioni, con A_2 nel caso di piccole antenne.

Per questo ricevitore può anche servire come aereo la comune rete di luce. In questo caso il collegamento va effettuato con A_1.

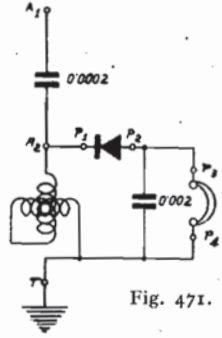


Fig. 471.

Con un buon rivelatore questo circuito serve per la ricezione in cuffia di diffusori di 1 a 5 kW. sino a distanza di una decina di chilometri. Con una antenna unifilare molto elevata la ricezione è possibile anche a maggiori distanze.

2. Ricevitore selettivo con rivelatore a cristallo per onde smorzate e telefonia (per onde da 200 a 550 m.)

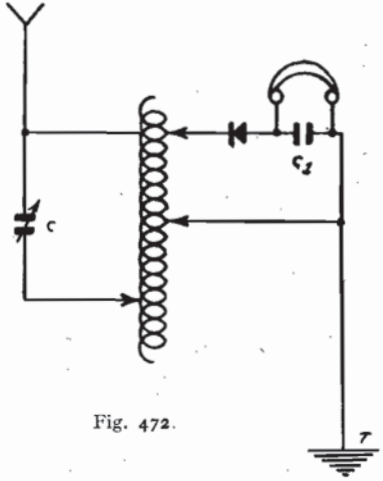


Fig. 472.

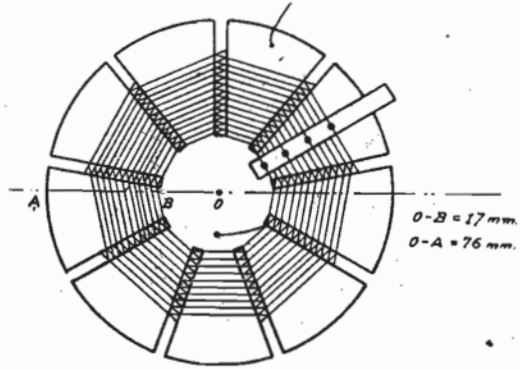


Fig. 473.

Poichè il rivelatore a cristallo ha una certa resistenza la quale viene a trovarsi in parallelo col circuito oscillante, esso produce in quest'ultimo un certo smorzamento. Se invece di shuntare tutta l'induttanza con tale resistenza come nel circuito precedente, noi shuntiamo solo una parte delle spire, lo smorzamento del circuito oscillante sarà minore e perciò ne risulterà una maggiore selettività. Perchè lo smorzamento del circuito oscillante sia basso la bobina e il condensatore dovranno essere del tipo a poca perdita e in tali condizioni usando una antenna molto elevata e un ottimo cristallo. sarà possibile la ricezione selettiva in cuffia anche a distanza di centinaia di chilometri da un diffusore.

Parti occcorrenti: 1 cuffia; 1 rivelatore a cristallo; 1 condensatore variabile di 0·0005 μF; 1 condensatore fisso di 0·002 μF; 1 bobina a poca perdita (può servire bene anche una bobina a fondo di paniere di 70 spire 0·5 - 2 seta come a fig. 473).

Per ottenere i migliori risultati con questo ricevitore è necessario l'uso di un aereo unifilare molto elevato. Occorre poi variare la presa del circuito di aereo sino a ottenere i migliori risultati per selettività e sensibilità.

3. Ricevitore con rivelatore a cristallo per onde smorzate e telefonia (per onde da 200 a 550 m.).

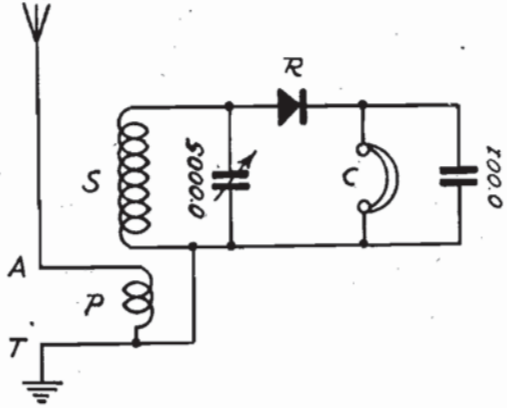


Fig. 474. - Schema teorico del ricevitore.

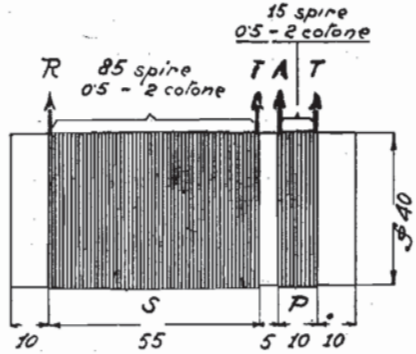


Fig. 475. - Trasformatore di alimentazione.

Questo ricevitore consente con un buon rivelatore una ricezione soddisfacente sino a una distanza di 20-30 Km. da un diffusore purchè usato con un buon aereo. Vi sono però casi in cui con un aereo molto efficiente si possono ricevere diffusori potenti anche a distanza di centinaia di chilometri.

La fig. 474 mostra lo schema usato. Il trasformatore di aereo formato di un primario *P* e di un secondario *S* è visibile a fig. 475. *P* e *S* sono avvolti nella stessa direzione su un supporto di cartone bachelizzato o paraffinato di 40 mm. di diametro. Il primario *P* consiste di 15 spire di filo 0,5-2 cotone e il secondario di 85 spire di filo 0,5-2 cotone. L'inizio e la fine del filo che serve per l'avvolgimento viene fatto passare attraverso due forellini distanti 5 cm. praticati nel tubo di supporto i quali servono ad assicurare i capi dell'avvolgimento in modo che questo non possa svolgersi. Conviene lasciare a ogni estremo circa 15 cm. di filo per effettuare i collegamenti con gli altri componenti del circuito.

Il condensatore variabile a variazione logaritmica deve avere una capacità massima di 0,0005 μF e deve essere di ottima costruzione a bassa perdita. Il condensatore fisso che è collocato in derivazione con la cuffia deve avere una capacità di 0,001 μF. Per il rivelatore *R* conviene usare la galena che è più sensibile benchè presenti lo svantaggio di richiedere una messa a punto precisa. Il silicio è meno sensibile ma è di più facile messa a punto a può quindi essere otti-

mamente usato. Conviene acquistare il rivelatore già montato. Esso va trattato con grande cura badando a preservarlo dalla polvere e dall'umidità e a non toccarlo con le dita giacchè l'unto della pelle rende il cristallo meno sensibile.

La fig. 476 mostra lo schema costruttivo di tutto il ricevitore dal quale risulta chiaramente il collocamento delle varie parti e i loro collegamenti. Il pannello può essere di legno secco oppure di ebanite o bachelite.

Come aereo conviene usare filo o treccia di rame nudo di 1,5-2 mm. di diametro lungo almeno 30 metri e situato il più elevato che sia possibile. L'aereo deve essere unifilare e può essere piegato a L ma quanto più lungo può essere il tratto verticale meglio è. Naturalmente nella vicinanza immediata di un diffusore l'aereo può essere più corto, ma per la ricezione a distanza un aereo altissimo è assolutamente indispensabile per la ricezione con cristallo. All'estremità dell'aereo va collocato un isolatore. La miglior cosa è di usare un unico filo senza giunti dall'estremità dell'aereo al serrafilo di aereo sull'apparecchio.

Come presa di terra può servire il collegamento a un rubinetto o a un tubo dell'acqua potabile; il rubinetto essendo di ottone offre un contatto migliore. Anche il tubo di un termosifone può molte volte servire bene.

La cuffia *C* deve essere di ottima qualità e avere una resistenza da 2000 a 4000 ohm.

L'unico componente per il quale può rendersi necessaria una sostituzione è il cristallo che però è di costo bassissimo. Dalla bontà della sua scelta dipende in gran parte il buon rendimento di questo ricevitore e perciò conviene non lesinare sul prezzo e acquistare la qualità migliore.

La manovra di questo ricevitore è semplicissima. Si collochi la punta metallica in modo che la sua estremità posi leggermente sul cristallo e si giri lentamente il condensatore variabile sino a sentire una stazione. Se non si sente alcun segnale, si riaggiusti la posizione della punta sul cristallo e si cominci da capo la ricerca col condensatore. E' possibile che si debba ripetere l'operazione diverse volte per ottenere i migliori risultati.

Dopo qualche tempo se il rivelatore non è protetto da un bulbo di vetro è possibile che esso perda in sensibilità nel qual caso sarà bene lavarlo versandovi sopra dell'alcool rettificato che non lascia alcuna traccia di umidità nell'evaporazione.

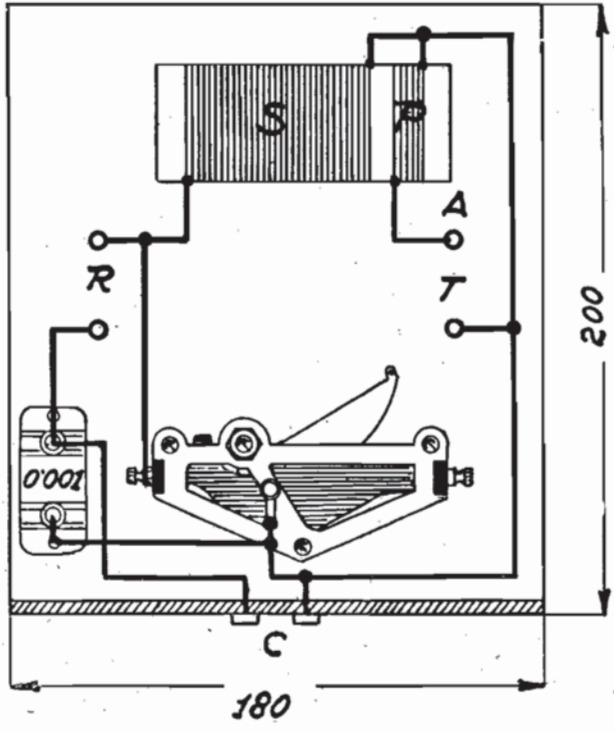


Fig. 476. - Schema costruttivo del ricevitore.

4. Circuiti-filtro per la eliminazione di un trasmettitore locale.

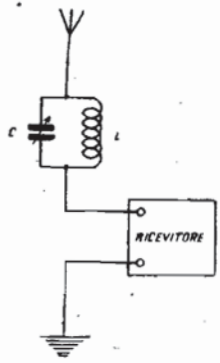


Fig. 477.

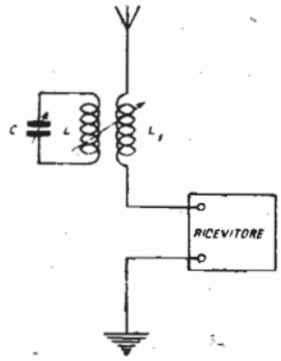


Fig. 478.

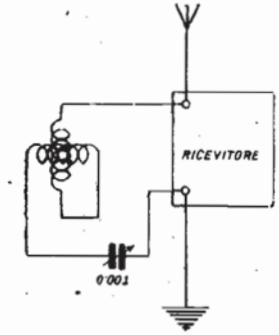


Fig. 479.

Per la eliminazione di un trasmettitore locale o vicino sono possibili due soluzioni:

1. — Rendere il ricevitore molto selettivo.

2. — Provvedere il ricevitore di un organo sussidiario che renda possibile la eliminazione di un trasmettitore locale. Per chi già possiede un ricevitore non sarà facile aumentarne la selettività e dovrà quindi servirsi del secondo metodo. In generale esso consiste nel fatto di creare all'onda da eliminare un ostacolo che ne impedisca il passaggio al circuito ricevente. Tale ostacolo può essere rappresentato da un circuito oscillante che, come già abbiamo visto, se sintonizzato sull'onda da eliminare rappresenta per essa una altissima resistenza (fig. 477).-Un sistema ottimo e facilissimo è quello visibile in figg. 478 in cui per mezzo di un circuito sussidiario la cui induttanza viene accoppiata con poche spire inserite nel circuito di aereo si ottiene mediante la regolazione del condensatore variabile *C* la sintonia sull'onda da eliminare e quindi il suo assorbimento. Buon dispositivo è anche quello di fig. 479 in cui il circuito sussidiario è formato di un variometro e di un condensatore variabile. Esso agisce come cortocircuito per l'onda sulla quale il circuito in serie: variometro - condensatore è accordato.

5. Ricevitore con una valvola rivelatrice in reazione elettromagnetica (Endodina) per onde smorzate, persistenti e telefonia (per onde da 20 a 3000 m.).

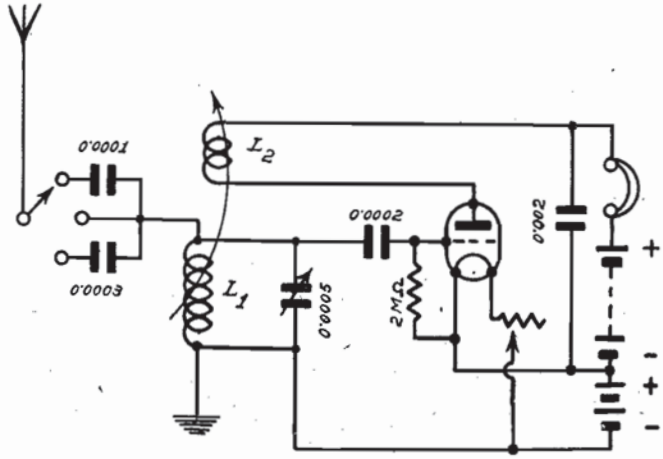


Fig. 480.

Nel circuito di placca è inserita in serie colla cuffia una induttanza la quale è accoppiata in modo variabile coll'induttanza del circuito di griglia. Mediante questo accoppiamento (cioè la reazione elettromagnetica) si ottiene una alimentazione del circuito di griglia coll'energia del circuito di placca. Partendo da un accoppiamento minimo si avrà prima con lo stringere dell'accoppiamento un aumento dell'intensità dei segnali di onde smorzate o di onde modulate insieme con una crescente acutezza di sintonia, fenomeni che corrispondono alla diminuzione dello

smorzamento del circuito d'aereo. In seguito si arriva ad un punto critico, in cui la nota musicale delle onde smorzate comincia a perdere la sua caratteristica musicale e diventa rauca. Stringendo di più l'accoppiamento reattivo la valvola comincia a produrre oscillazioni nel circuito d'aereo. L'innesco delle oscillazioni si riconosce dal rumore caratteristico (analogo a quello di frittura) causato dalla interferenza delle oscillazioni della valvola coi disturbi d'ogni genere. Quando la valvola produce oscillazioni, i segnali telefonici (voce e suoni) subiscono una distorsione. La variazione della reazione deve avvenire gradatamente in modo che sia possibile di avvicinarsi al punto critico senza che le oscillazioni si inneschino. In questo punto, mentre l'amplificazione dei segnali telefonici è un massimo, sparisce l'effetto dannoso delle oscillazioni locali.

L'innesco delle oscillazioni deve effettuarsi dolcemente e non di colpo. La reazione elettromagnetica che prende il nome da *Meissner* non soddisfa sempre a queste esigenze. Questo circuito si presenta per tutte le lunghezze d'onda usando bobine intercambiabili. Esso va usato con accorgimento e cioè vanno subito spente le oscillazioni ogni volta che esse si innescano giacchè l'irradiazione delle oscillazioni dall'aereo può causare dei disturbi nelle stazioni vicine in un raggio di qualche chilometro.

In condizioni favorevoli si ricevono in Italia con questo circuito le principali stazioni diffonditrici europee in cuffia.

I condensatori in serie con l'aereo servono a compensare le differenze nella capacità dell'acreo e benchè non indispensabili sono utili per ottenere la migliore selettività.

Parti occorrenti:

Zoccolo per la valvola e 1 valvola; 1 reostato; 1 condensatore variabile a variazione lineare di frequenza di 0.0005 μF; 1 resistenza 2 MΩ; cuffia; 1 accoppiatore a variazione lenta a 2 induttanze; batteria di accensione; batteria anodica; 1 condensatore fisso di 0.0002, 1 di 0.0003, 1 di 0.0001, 1 di 0.002 μF; 1 serie di induttanze intercambiabili a nido d'ape.

Conviene usare le seguenti bobine per i singoli campi d'onda:

TABELLA XXXVI.

LUNGHEZZA D'ONDA	L_1	L_2
20 — 50 m.	4	3
50 — 100 m.	6	4
80 — 150 m.	10	5
250 — 600 m.	50	35
1200 — 2000 m.	150	100
2000 — 3000 m.	300	150

6. Ricevitore Reinartz con una valvola rivelatrice in reazione per onde smorzate, persistenti e telefonia (per onde da 200 a 550 m.).

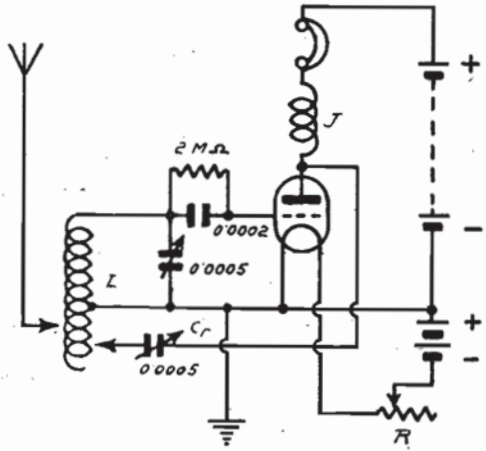


Fig. 481.

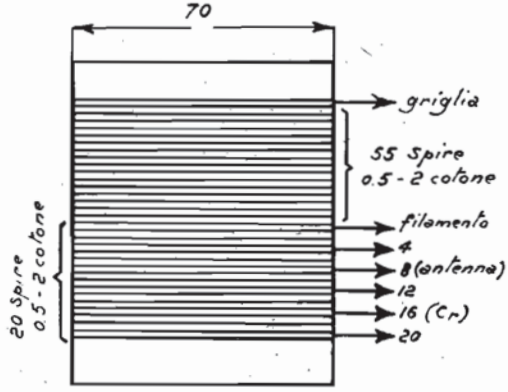


Fig. 482. - Induttanza *L*.

Questo circuito indicato dall'americano Reinartz si presta per le onde medie cioè da 200-550 m. e ha le seguenti caratteristiche: Il circuito d'aereo è aperiodico, cioè non viene sintonizzato. Le spire dell'induttanza che sono inserite tra aereo e terra servono soltanto per l'accoppiamento col circuito oscillante inserito tra griglia e filamento della valvola. La sintonia di questo circuito oscillante si ottiene col variare il condensatore variabile. La reazione è una combinazione fra reazione elettromagnetica e capacitiva. La regolazione di quest'ultima si effettua mediante variazione del condensatore variabile C_r quando è trovata la posizione migliore della presa sull'induttanza. La cuffia non deve essere shuntata da un condensatore. La fig. 482 mostra la costruzione della bobina L che consiste in tutto di 75 spire avvolte nello stesso senso senza interruzione. Le prime 55 spire sono in derivazione con un condensatore variabile di 0,0005 μF, e collegate tra griglia e filamento della valvola, mentre nelle rimanenti 20 spire vi sono prese intermedie ogni quattro spire e l'aereo viene collegato all'ottava spira e la presa del condensatore di reazione alla sedicesima spira. Questi collegamenti alla prese intermedie saranno fatti in modo da poter essere variati per trovare la posizione migliore. Tanto minore è il numero di spire tra la presa di aereo e la presa di terra, tanto maggiore è naturalmente la selettività del ricevitore benchè ne risulti anche una leggera diminuzione nella intensità di ricezione. Anche usando un accoppiamento più stretto, la selettività è però sempre soddisfacente.

Il circuito è molto selettivo e di facile operazione. Esso consente di ricevere i principali diffusori europei in cuffia.

Parti occorrenti: Zoccolo per la valvola e 1 valvola; due condensatori variabili di 0.0005 μF di cui uno, quello di sintonia, a variazione logaritmica; 1 condensatore fisso di 0.0002 μF; 1 resistenza 2 MΩ; cuffia; accumulatori o pile per l'accensione; batteria anodica; induttanza L; 1 impedenza ad alta frequenza.

7. Ricevitore a doppia amplificazione (reflex) con una valvola AF-BF e rivelatore a cristallo per onde da 200 a 550 m.

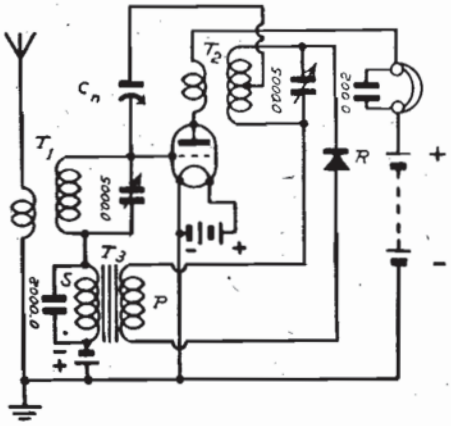


Fig. 483.

Questo ricevitore consiste di una valvola la quale ha la doppia funzione di amplificare le correnti ad alta frequenza e quelle a bassa frequenza. La rivelazione avviene per mezzo del rivelatore a cristallo *R*. Questo ricevitore presenta dunque il vantaggio che una sola valvola compie le funzioni di due. Il buon funzionamento del ricevitore richiede che nella valvola non possano innescarsi oscillazioni ad alta frequenza e che non possa prodursi una corrente di griglia, giacchè altrimenti si sentiranno nella cuffia urli e fischi che rendono impossibile la ricezione. A tale scopo la valvola è neutralizzata col solito sistema Hazeltine e alla griglia della valvola viene applicato un potenziale negativo mediante una batteria inserita tra il secondario del trasformatore e il filamento come si vede nello schema. Come valvola converrà usare una valvola di piccola potenza. La neutralizzazione si effettua regolando il neutrocondensatore *Cn*. I trasformatori T_1 e T_2 vanno collocati ad almeno 20 cm. di distanza e ad angolo retto. I collegamenti dell'alta frequenza debbono essere molto brevi.

Parti occorrenti:

1 valvola e 1 zoccolo; 1 trasformatore T_1 (fig. 525); 1 trasformatore T_2 (fig. 526); 1 trasformatore *BF* rapporto 1:3; 1 rivelatore a cristallo; 2 condensatori variabili di 0.0005 μF; 1 neutrocondensatore *Cn*; 1 condensatore fisso di 0·002 μF; 1 di 0·0002 μF; batteria di accensione; batteria anodica; batteria di griglia; cuffia.

8. Ricevitore trasportabile a due valvole: 1R, 1BF (per onde da 200 a 600 m.).

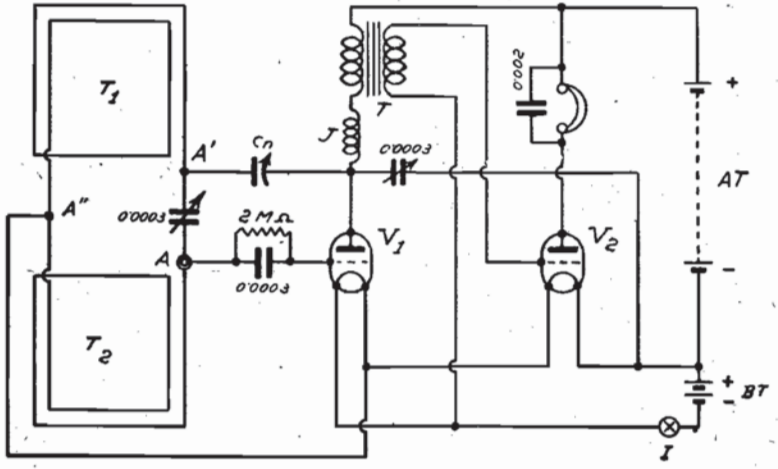


Fig. 484. - Schema teorico del ricevitore.

Questo apparecchio presenta le seguenti caratteristiche:

Notevole sensibilità per assicurare una buona ricezione in cuffia usando il solo telaio per la captazione dei segnali e una discreta ricezione in altoparlante collegando un aereo fittizio al serrafilo *A* e la terra al serrafilo *A''*. Reazione capacitiva abbastanza dolce e quindi assenza di accoppiatori, bobine, ecc. Tutte le batterie e la stessa cuffia sono contenute in una cassetta di dimensioni molto modeste e di peso non superiore a 5 Kg. La sintonia del ricevitore avviene a coperchio chiuso mediante due bottoni che sporgono solo di pochissimo dalla parete della cassetta.

Il ricevitore è costituito da una valvola rettificatrice in reazione e da una valvola amplificatrice a bassa frequenza. Naturalmente la sensibilità di un ricevitore così costruito dipende essenzialmente dal modo nel quale viene effettuato il controllo della reazione.

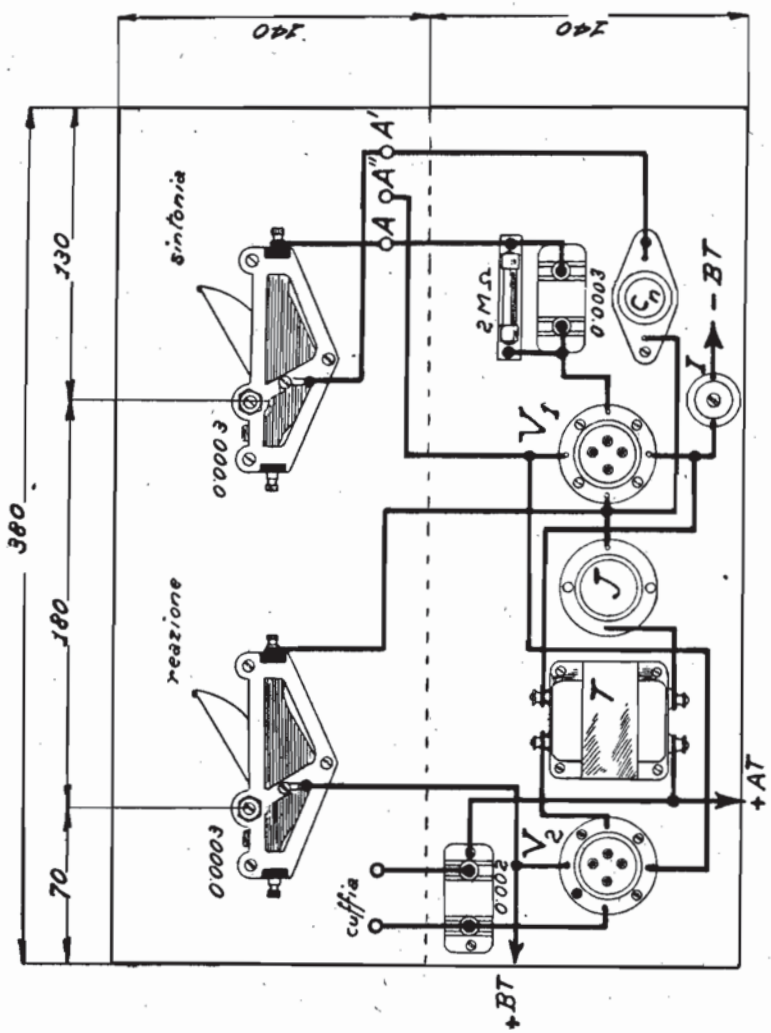


Fig. 485. - Schema costruttivo del ricevitore.

Non è possibile usare la tensione di placca che serve per i comuni ricevitori ossia 100 volt circa giacchè ciò comporterebbe batterie eccessivamente grandi e pesanti. Bisogna perciò accontentarsi di 50 volt, ma anche con tale tensione ridotta i risultati sono ottimi.

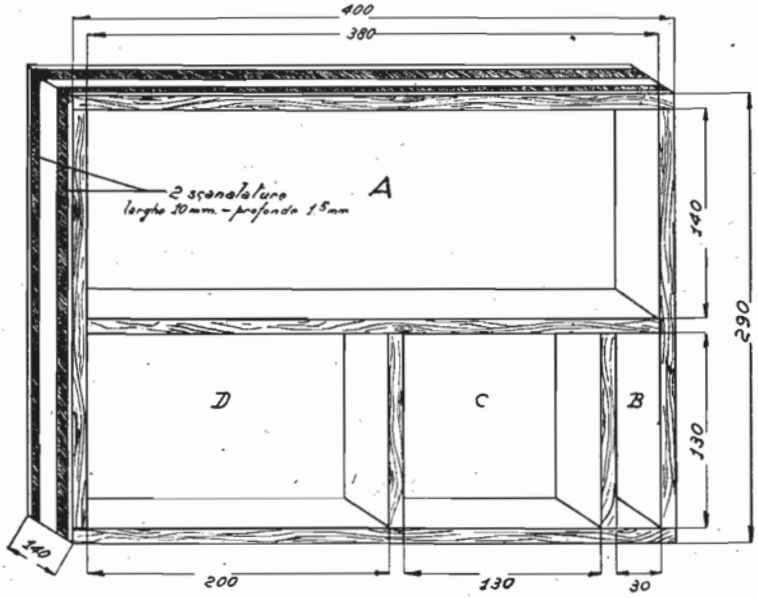


Fig. 486. - Cassetta del ricevitore.

I filamenti delle due valvole V_1 e V_2 sono collegati in serie. Ciò ha lo scopo di ridurre le dimensioni della batteria a bassa tensione la quale, benchè debba avere una tensione doppia può essere di piccola capacità, essendo il consumo di corrente uguale a quello di una sola valvola. Usando valvole di 2 volt basterà una semplice piletta di 4.5 volt come quelle comunemente usate per le lampadine tascabili.

Il fatto di collegare i filamenti delle due valvole in serie anzichè in parallelo porta ancora con sè il notevole vantaggio di rendere superflua la batteria di griglia giacchè il potenziale negativo viene fornito dalla stessa batteria di accensione come si vede nello schema di fig. 484.

L'impedenza J inserita tra la placca della valvola V_1 e il primario del trasformatore T può essere formata di 800 spire di filo rame 0,2-2 seta su diametro 30 mm.

E' opportuno che i condensatori variabili siano muniti di demoltiplicatore, giacchè ricevendo con il solo telaio la selettività è molto elevata e la sintonia molto acuta.

La cassetta è divisa in quattro compartimenti (figura 486) di cui uno (A) serve per il ricevitore il cui schema costruttivo è visibile a fig. 485, un altro (C) per la batteria anodica, un terzo (B) per la batteria di accensione e un quarto (D) per la cuffia. Per la ricezione occorre dunque estrarre e inserire la cuffia, accendere le valvole mediante l'interruttore I e regolare i due condensatori variabili.

Il telaio è avvolto in due sezioni T_1 e T_2 intorno alla carcassa della cassetta la quale viene contenuta in una valigia apposita di cuoio oppure in una custodia di tela robusta. Per l'avvolgimento delle due sezioni del telaio occorre naturalmente fare delle scanalature nelle quattro pareti esterne. Esse debbono essere abbastanza profonde da contenere gli av-

volgimenti e gli spigoli vanno arrotondati. Le due sezioni del telaio constano ciascuna di 10-12 spire di filo 0,5-2 cotone avvolte a uno strato e s'intende che le due sezioni sono avvolte nello stesso senso. Conviene effettuare l'avvolgimento con 12 spire per sezione e ridurle poi sino ad avere il campo di lunghezza d'onda voluto. Naturalmente aumentando le dimensioni della cassetta occorre un numero minore di spire e viceversa.

L'interruttore *I* va collocato internamente al ricevitore per evitare che le valvole possano accendersi in seguito a un urto dall'esterno. Tutti i collegamenti del ricevitore verranno preferibilmente effettuati con un conduttore flessibile p. es. trecciola con copertura di gomma (che si ottiene facilmente togliendo la copertura esterna di cotone a un comune conduttore per illuminazione). Un conduttore flessibile è da preferirsi a un conduttore rigido in un ricevitore trasportabile.

Costruito il ricevitore si regola alla capacità massima il condensatore regolabile *Cn*. Ciò facendo e col condensatore di reazione a metà scala le oscillazioni si innescheranno sulla maggior parte del campo del condensatore di sintonia. Se la valvola V_1 tende ad oscillare quando il condensatore di reazione è quasi al massimo, occorre ridurre la capacità di *Cn*. Trovata così la giusta capacità di *Cn*, essa non va più cambiata. Per ottenere un aumento di sensibilità va diminuita la capacità del condensatore di reazione.

Per quanto riguarda la portata di questo ricevitore si può calcolare che esso consenta di ricevere bene i principali diffusori europei in cuffia; molto più forte naturalmente collegando un aereo anche fittizio in *A* e la terra in *A''*.

Parti occorrenti:

T_1 T_2 telaio; 2 condensatori variabili di 0.0003 μF; *Cn* 1 neutrocondensatore; *T* 1 trasformatore *BF* rapporto 1/5: *J* 1 impedenza *AF*: 1 resistenza fissa 2 *M* Ω; 1 condensatore fisso di 0.0003 μF: 1 condensatore fisso di 0.002 μF: 2 zoccoli portavalvole: 2 valvole: 1 piletta 4,5 volt per l'accensione: 1 batteria anodica 50 volt; 1 interruttore: 1 cuffia.

9. Ricevitore con tetrodo in reazione per onde medie e lunghe.

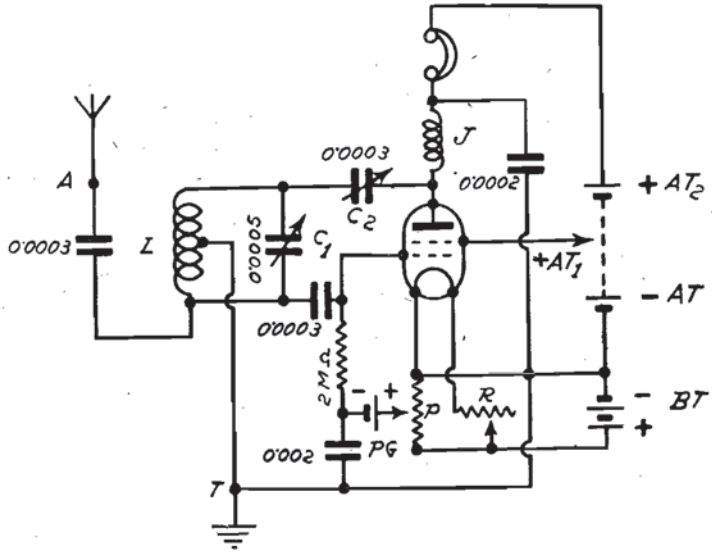


Fig. 487.

Uno dei principali vantaggi della valvola a quattro elettrodi è che essa può dare lo stesso rendimento come un triodo corrispondente pur funzionando con una tensione anodica molto più bassa.

Un altro vantaggio è quello che esso può avere un elevatissimo fattore di amplificazione con una resistenza interna alla corrente alternata relativamente bassa e cioè molto più bassa che in un triodo avente lo stesso coefficiente di amplificazione.

Questo ricevitore fa uso di un solo tetrodo e può servire tanto per onde medie e lunghe cambiando naturalmente la bobina *L*. Quest'ultima ha una presa intermedia che trovasi esattamente a metà e non presenta alcuna difficoltà per l'autocostruttore.

Lo schema qui usato è l'Hartley ed è interessante osservare che questo circuito potrebbe funzionare altrettanto bene non collegando la griglia esterna del tetrodo, nel qual caso questo funzionerebbe naturalmente come un comune triodo e richiederebbe una tensione di placca notevolmente più elevata.

Questo ricevitore può funzionare tanto con rettificazione di griglia come con rettificazione di placca regolando semplicemente il potenziale medio di griglia per mezzo del potenziometro *P*. Infatti quando il contatto del potenziometro trovasi

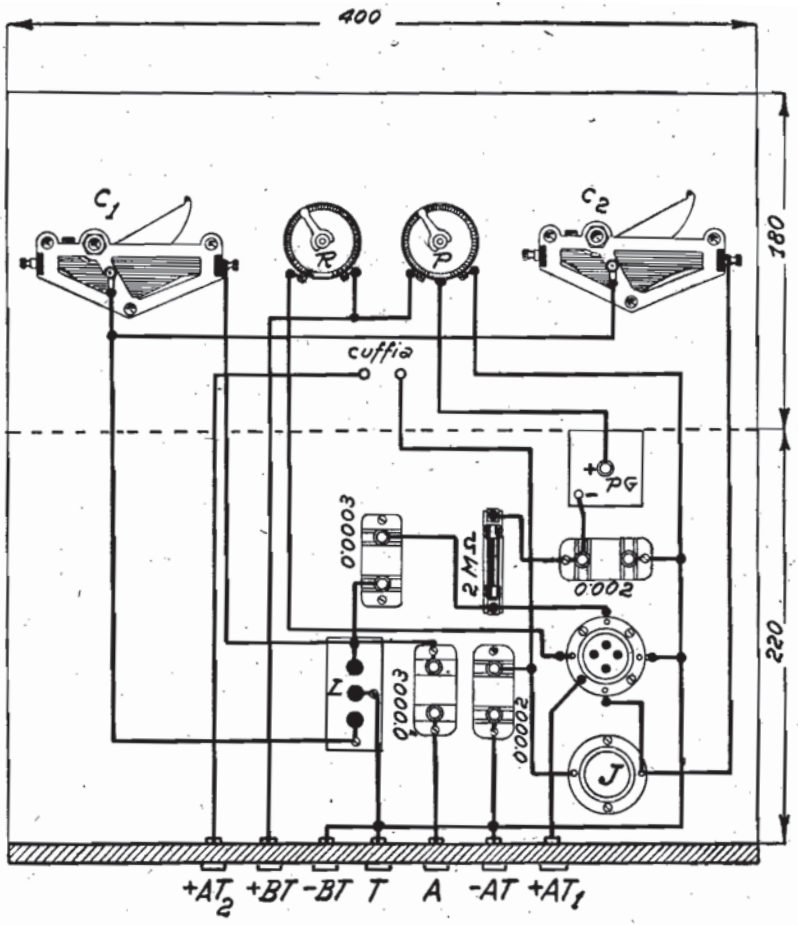


Fig. 488. - Schema costruttivo.

verso il negativo della bassa tensione la griglia della valvola è negativa rispetto al filamento della differenza di potenziale tra i morsetti della batteria *PG* che è di 1,5 volt. In questo caso anche per segnali forti e la cui tensione ha l'ampiezza massima di un volt la griglia non può mai diventare positiva e quindi non produce mai una corrente di griglia: la rettificazione così prodotta avviene esclusivamente causa la curvatura della curva caratteristica: corrente di placca — tensione di griglia.

Quando il contatto del potenziometro trovasi verso il positivo della bassa tensione la griglia sarà positiva e quindi si avrà rettificazione con corrente di griglia. Regolando il contatto del potenziometro *P* si può trovare il punto migliore per un dato segnale.

Il condensatore di sintonia C_1 deve essere a variazione logaritmica con demoltiplicatore essendo la sintonia molto acuta. Il condensatore di reazione C_2 può essere un condensatore variabile qualsiasi.

Questo ricevitore può essere anche usato ottimamente per le onde corte nel qual caso però C_1 deve avere una capacità di soli 0.00015 μF e *L* deve essere naturalmente una bobina a poca perdita convenientemente dimensionata. In tal caso conviene anche usare un piccolo neutro-condensatore in serie con l'aereo invece del condensatore fisso di 0.0003 μF.

Questo circuito ha un dolcissimo controllo della reazione. La sintonia è molto acuta e il ricevitore va esattamente accordato sui segnali di stazioni distanti quando si fa uso della reazione vicino al punto di innesco perchè altrimenti si verifica della distorsione.

10. Ricevitore con due tetrodi (1 R, 1 BF per onde medie e lunghe).

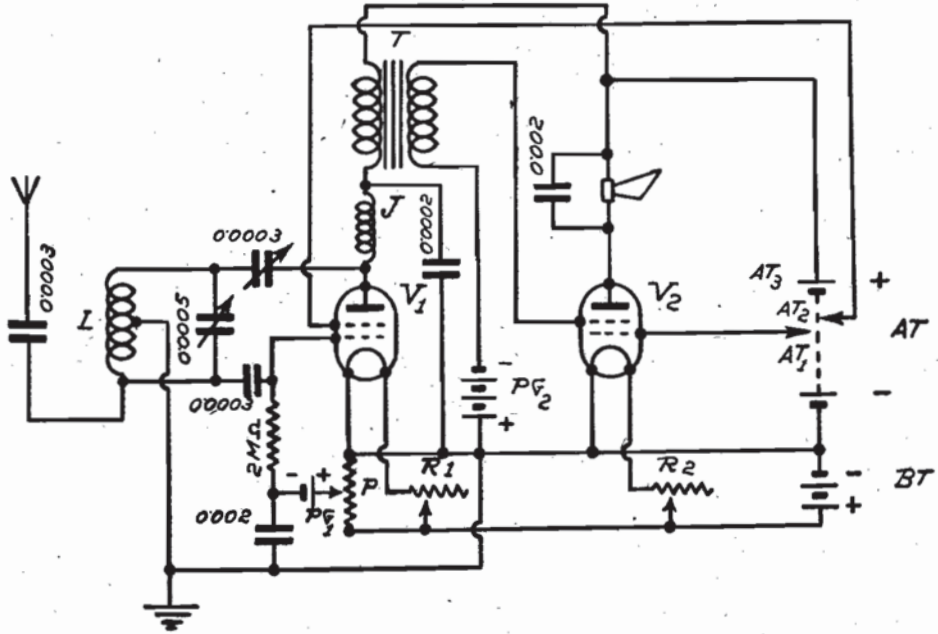


Fig. 489.

La fig. 489 mostra lo stesso ricevitore di circuito N. 9 con uno stadio a bassa frequenza facente pure uso di tetrodo. I due tetrodi V_1 e V_2 sono accoppiati mediante un trasformatore.

Se il ricevitore viene usato in una località nella quale è possibile ricevere bene con la sola valvola V_1 alcune stazioni in cuffia, l'aggiunta della valvola BF deve consentire la ricezione con un piccolo altoparlante.

Il rapporto del trasformatore T deve essere di circa 1 : 5. Le tensioni AT_1, AT_2, AT_3 devono essere scelte secondo le indicazioni delle case costruttrici.

11. Eterodina bivalvolare (per onde da 200 a 30.000 m.).

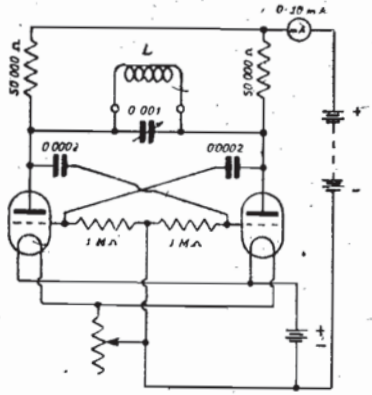


Fig. 490.

Circuito semplice indicato da De Colle che permette di coprire il campo d'onda da 200 a 30000 m. intercambiando soltanto l'induttanza del circuito oscillante. Occorrono perciò per questa induttanza due jacks. I valori delle resistenze nei circuiti di placca e di griglia *non* sono critici.

L'uso della eterodina per la ricezione di onde persistenti, dà sempre una maggiore intensità di ricezione che l'endodina, perchè permette la perfetta sintonia dei circuiti riceventi, generando le oscillazioni locali di frequenza diversa dalle onde in arrivo colla eterodina. Questa ragione vale tanto più quanto maggiori sono le lunghezze d'onda da ricevere. L'eterodina serve da ondametro con circuito oscillante tarato per la misura della lunghezza d'onda propria di circuiti oscillanti, bobine, ecc., col metodo di assorbimento. All'uopo è inserito nel circuito di placca un milliamperometro che indica con la deviazione del suo indice il punto di risonanza.

Parti occorrenti:

2 zoccoli per valvole e 2 valvole; 1 reostato; 1 condensatore variabile di 0·0005 o 0·001 μF; 2 condensatori fissi di 0.0002 μF; 2 resistenze di 50.000Ω e 2 di 1 MΩ; batteria di accensione; batteria anodica; serie di bobine di induttanza; 1 milliamperometro 0-10 mA.

12. Ricevitore con una valvola rivelatrice in reazione e una amplificatrice BF per onde smorzate, persistenti e telefonia (per qualunque campo d'onda).

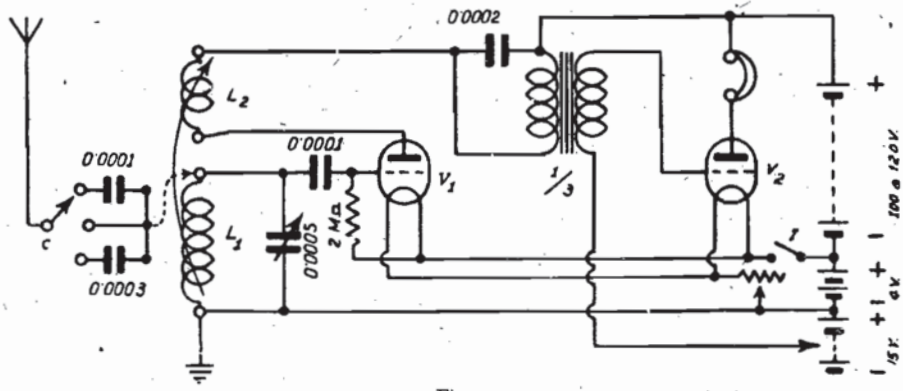


Fig. 491.

Questo circuito a due valvole rappresenta la miglior disposizione per ottenere la massima portata e intensità di suono con una discreta qualità di riproduzione. Il circuito di aereo è sintonizzato mediante un circuito induttanza-capacità variabile in parallelo, mentre per compensare le differenze nella capacità dell'aereo si sono introdotti due condensatori di 0.0001 e 0.0003 μF; da inserire mediante il commutatore C in serie con l'aereo. Contemporaneamente all'uso della reazione, la selettività di questo ricevitore è determinata anche da queste capacità differenti che inserite nell'aereo ne regolano il carico e perciò la tendenza del circuito a entrare in oscillazione. Per influire sulla selettività si può anche effettuare la presa dell'aereo alla bobina più verso il punto di terra e inserendo un numero minore di spire la selettività tenderà naturalmente ad aumentare. Ciò è però solo possibile se nella bobina L_1 vi sono delle prese intermedie e non è del resto affatto indispensabile. L'induttanza L_1 è del tipo intercambiabile se si vuole con questo ricevitore poter ricevere qualunque campo d'onda. Altrettanto dicasi della bobina di reazione L_2. Usando bobine a nido d'ape conviene usare la seguenti bobine per i singoli campi d'onda:

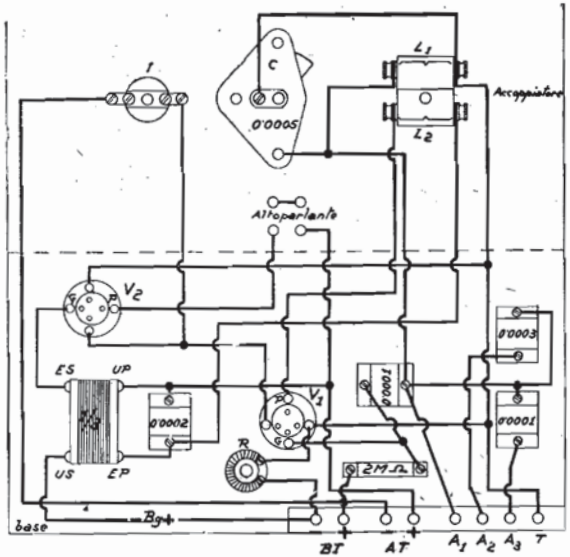


Fig. 492. — Schema costruttivo.

TABELLA XXXVII.

LUNGHEZZA D'ONDA	L_1	L_2
20 — 50 m.	4	3
50 — 100 m.	6	4
80 — 150 m.	10	5
250 — 600 m.	50	35
1200 — 2000 m.	150	100
2000 — 3000 m.	300	150

La tensione anodica deve essere alquanto elevata (100 a 120 volt.) Per la valvola V_2 conviene usare una valvola di potenza avendo cura di dare alla griglia una tensione negativa appropriata.

Questo ricevitore ha un solo comando per la sintonia ed è perciò di manovra semplice. Esso richiede una unica tensione anodica e ciò costituisce certamente un vantaggio quando si usi un alimentatore di placca.

Per avere un buon controllo della reazione, la bobina di reazione L_2 dovrebbe avere un numero di spire minore di quella di griglia. Prima di saldare definitivamente i conduttori della bobina L_2 nell'accoppiatore conviene fare un collegamento provvisorio e provare a invertire i due capi. Infatti come ripetutamente abbiamo spiegato vi è una sola posizione giusta e l'invertire la bobina stessa non ha alcun effetto se il collegamento dei conduttori è errato.

Se l'aereo è lungo meno di 20 metri esso deve essere direttamente collegato all'induttanza. Occorrendo una maggiore selettività o quando l'aereo è lungo 30 metri o più conviene collegare l'aereo attraverso i condensatori fissi.

Come valvole converrà usare per la rivelatrice una sola valvola di media impedenza e per la bassa frequenza una valvola di potenza.

Questo ricevitore dà ottimi risultati per la ricezione in altoparlante di un diffusore di 1 a 5 kW. distante fino a 20 Km. e permetterà una buona ricezione in cuffia di tutti i principali diffusori Europei.

Parti occorrenti: 2 zoccoli per le valvole e 2 valvole; 1 reostato; 1 condensatore variabile di 0.0005 μF a variazione logaritmica; 1 resistenza fissa di 2 MΩ; 1 accoppiatore a variazione lenta per 2 induttanze; batteria di accensione; batteria anodica; 2 condensatori fissi di 0.0001 μF; 1 di 0.0002 μF; 1 di 0.0003 μF: serie d'induttanze intercambiabili; 1 trasformatore a bassa frequenza; 1 batteria di griglia, 1 interruttore.

13. Ricevitore a 2 valvole: 1 R in reazione e 1 BF con valvole per c. a.

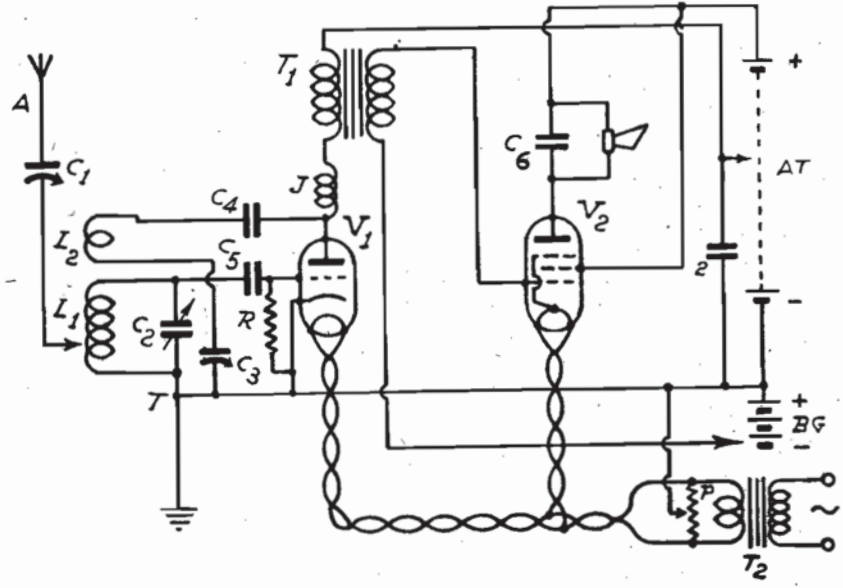


Fig. 493 - Schema teorico del ricevitore.

Questo ricevitore pur essendo di facilissima costruzione e economicissimo è suscettibile di dare un ottimo rendimento per intensità e distanza. Evidentemente a un apparecchio di questo genere non bisogna chiedere molta selettività perchè senza amplificazione ad alta frequenza questa è difficilmente ottenibile, benchè l'uso della reazione possa naturalmente esaltarla a scapito però della qualità. Il ricevitore consta di due valvole di cui la prima è una rivelatrice di griglia in reazione con riscaldamento indiretto del catodo e la seconda è un pentodo finale. Per

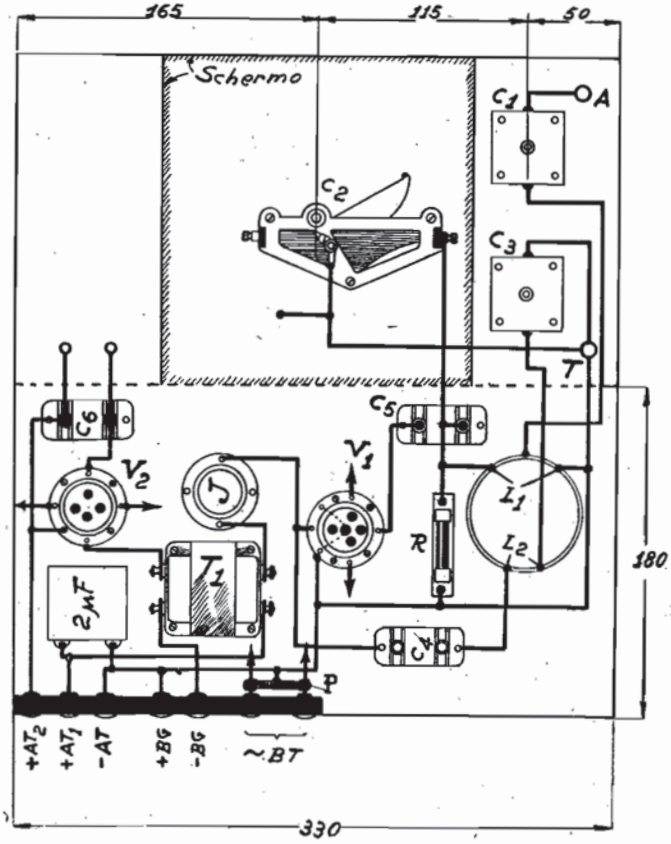


Fig. 494. - Schema costruttivo del ricevitore.

aumentare la selettività di questo ricevitore indipendentemente dall'uso della reazione è stato inserito nell'aereo un piccolo condensatore regolabile di 0.0003 μF. L'aereo è accoppiato mediante un autotrasformatore L_1 alla griglia della valvola V_1 e questo è accoppiato in modo induttivo fisso alla bobina di reazione L_2 (fig. 495). L_1 consta di 65 spire di filo rame 0.5-2 cotone avvolte su diametro di 60 mm. con presa alla 15.a spira per l'aereo. L_2 è una comune bobina piatta collocata internamente alla bobina L_1 dal lato di griglia ed è avvolta con 80 spire di filo di rame 0.3-2 seta avvolte nello stesso senso come quelle di L_1.

Il condensatore di reazione C_3 è inserito tra la bobina di reazione L_2 e la terra. Il sistema mobile va collegato a terra. Esso deve avere una capacità di 0.00005 μF. Anche un neutrocondensatore della capacità indicata può servire. Usando un condensatore di capacità minore bisogna aumentare il numero di spire di L_2 e viceversa.

La resistenza fissa R ha il valore di 2 megohm, C_5 è di 0.0002 μF, C_4 di 0.002 μF.

L'impedenza J (costituita di circa 500 spire filo rame 0.2-2 seta in 6 scanalature distanziate di 5 mm. su supporto di diametro 30 mm.) serve a impedire il passaggio di correnti ad alta frequenza nell'amplificatore a bassa frequenza. Il trasformatore T_1 può avere un rapporto di trasformazione di circa un 1/5; C_6 è di 0.002 μF.

Il potenziometro P è di circa 200 ohm.

La valvola V_1 è una valvola di media impedenza con riscaldamento indiretto del catodo, V_2 è un pentodo per corrente alternata.

Con questo ricevitore occorre una batteria anodica, una batteria di griglia e un trasformatore per l'alimentazione di filamento (4 V.). Le tensioni di placca sono: per la prima valvola 60-100 volt, per il pentodo almeno 150 volt. Alla griglia della prima

valvola non occorre dare un potenziale negativo, mentre per il pentodo occorre una tensione negativa uguale a 1/10 di quella di placca.

Per l'alimentazione di placca e griglia si può usare anche un alimentatore, e in tal caso si può dare alla placca del pentodo una tensione di 150-300 volt, ma se già non si dispone di un alimentatore il suo uso non è economico per un apparecchio a due sole valvole.

Questo ricevitore consente con antenna unifilare elevata e lunga 30 m. circa di ricevere i principali diffusori europei in altoparlante. Naturalmente la esclusione di un diffusore locale è più facile se l'antenna è di piccole dimensioni e usando un circuito filtro inserito al posto di C_1 tra l'aereo e la bobina L_1. Detto circuito filtro deve essere formato di una induttanza solita per il campo 200-550 m. (se la stazione disturbatrice è in tale campo) e di un condensatore variabile di 0.0005 μF. Accordando questo circuito una volta per sempre sulla stazione locale questa viene facilmente esclusa.

Questo ricevitore deve naturalmente la sua sensibilità — grande in confronto all'esiguo numero di valvole — all'uso della reazione, ma di questa va fatto un uso saggio e limitato per non disturbare troppo i ricevitori vicini. È infatti noto che la massima sensibilità si ha quando si è vicinissimi all'innesco, mentre, ad innesco avvenuto, i segnali risultano distorti e si sente inoltre il fischio dell'onda portante. Quando la valvola V_1 oscilla essa irradia delle onde che influenzano gli impianti di ricezione vicini facendo sentire fischi laceranti che disturbano enormemente. Bisogna quindi *evitare assolutamente* l'innesco delle oscillazioni girando molto cautamente il condensatore di reazione C_3 sino a quando si sente che l'apparecchio è «vivo» e sensibile, cioè quel rumore leggero di «frittura» che è prodotto dai disturbi locali, ma non bisogna andare troppo oltre.

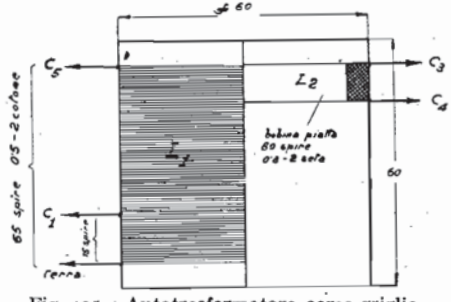


Fig. 495 - Autotrasformatore aereo-griglia e bobina di reazione.

Nel montaggio dell'apparecchio converrà non cambiare la disposizione visibile a fig. 494 che ha dato i migliori risultati.

Il trasformatore per l'accensione dei filamenti può essere acquistato oppure può essere autocostruito secondo i seguenti dati:

Lamierino da 20 mm. (Vanossi e Fantini).

Primario (150 volt con presa per 125 volt - 50 periodi): 2140 spire filo rame 0.17 smaltato con presa alla 1780.ma spira.

Secondario (4 volt): 63 spire filo rame 0.9 smaltato.

Parti occorrenti:

C_1 1 condensatore regolabile 0.0003 μF; C_2 1 condensatore variabile di 0.0005 μF; C_3 1 condensatore regolabile di 0.00005 μF; C_4 C_6 2 condensatori fissi di 0.002 μF; C_5 1 condensatore fisso di 0.0002 μF; L_1 L_2 1 autotrasformatore aereo-griglia con bobina di reazione; R 1 resistenza fissa di 2 megohm; J 1 impedenza AF; T_1 1 trasformatore BF $^1/_5$; T_2 trasformatore per l'alimentazione dei filamenti; V_1 1 valvola di media impedenza per c. a.; V_2 1 pentodo finale.

14. Ricevitore a due valvole per onde cortissime da 1 a 10 m.

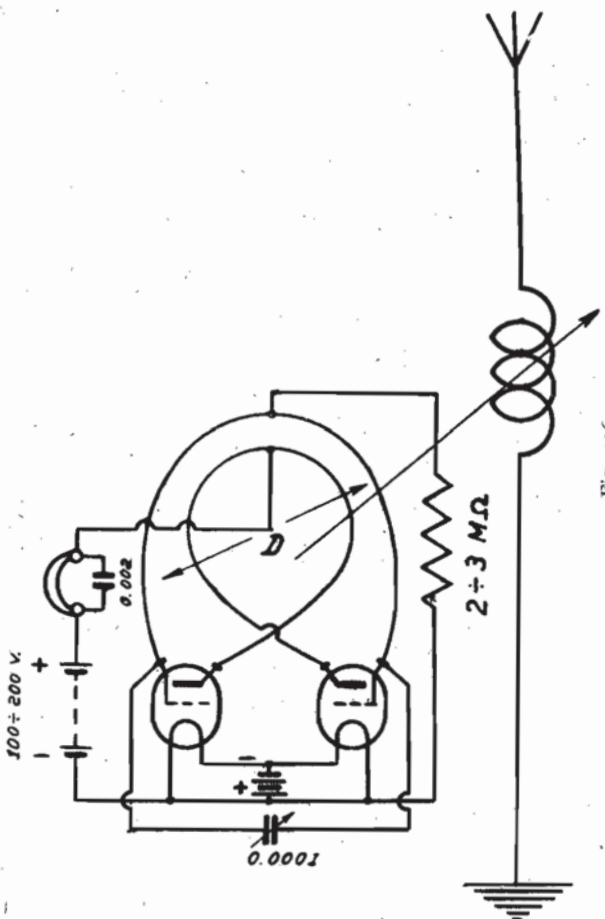


Fig. 496.

Per la ricezione delle onde cortissime sotto i 10 m. è preferibile servirsi di un montaggio avente due valvole montate in opposizione. Preferibilmente si sceglieranno valvole di ricezione a corna per le lunghezze d'onda inferiori a 5 m., oppure valvole normali alle quali si toglierà il culotto saldando direttamente il conduttore delle valvole coi fili di collegamento. In generale sarà difficile che un tale ricevitore oscilli su tutto il campo di lunghezza d'onda che sarebbe possibile ottenere col condensatore variabile e prima di accingersi alla sua costruzione è perciò necessario prestabilire la lunghezza d'onda approssimativa che si vuol ricevere. In tal modo si potrà costruire e regolare l'oscillatore ricevente in modo che esso oscilli sulla lunghezza d'onda voluta. La spira di griglia è shuntata da un condensatore a due placche avente una capacità approssimativa di 0.0001 μF e le placche dovranno essere abbastanza spesse da non vibrare e non avere alcun gioco assiale. Il condensatore inoltre deve essere comandato mediante vite micrometrica e essere munito di un manico isolante rigido lungo circa 25 cm.

I collegamenti dovranno essere tutti in rame con un minino di materiale isolante. Deve essere possibile spostare leggermente la spira di placca rispetto alla spira di griglia. L'accoppiamento con l'aereo potrà avvenire mediante l'accoppiamento di due o tre spire inserite in un'antenna comune avvicinate a qualche cm. alla spira di griglia. E' assolutamente necessario girare lentissimamente il condensatore essendo queste onde cortissime di sintonia acutissima. Generalmente conviene spingere tanto l'accensione come la tensione di placca delle valvole per ottenere l'innesco delle oscillazioni.

La regolazione della reazione può avvenire accoppiando più o meno il circuito d'aereo col circuito oscillante. La relazione tra la dimensione delle spire e la lunghezza d'onda è all'incirca la seguente:

diam. D 13 cm. .. $\lambda = 3$ m. circa
» D 25 cm. .. $\lambda = 5$ m. »

Parti occorrenti: Due valvole di ricezione; un condensatore variabile formato da due placche rigide con vite micrometrica di 0,0001 μF; una resistenza da 2 a 3 megohm; una batteria anodica fino a 200 volt; una batteria di accensione; una cuffia; due spire rigide di rame da dimensionare secondo la lunghezza d'onda; un condensatore fisso di 0.002 μF.

15. Ricevitore con rivelatore a cristallo e 3 valvole BF (per onde da 200 a 550 m.).

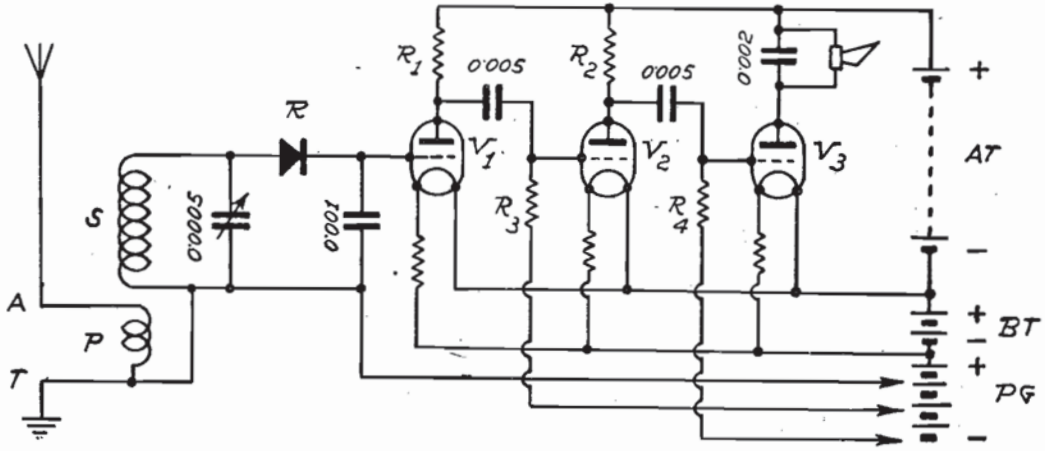


Fig. 497. - Schema teorico del ricevitore.

Un ricevitore a cristallo può essere seguito da un amplificatore a bassa frequenza nel caso si voglia portare la ricezione in altoparlante. Naturalmente con ciò la sensibilità del ricevitore a cristallo non viene aumentata e viene invece solo accresciuta l'intensità dei segnali rivelati dal rivelatore a cristallo.

Un rivelatore a cristallo è particolarmente efficace come rettificatore di potenziale cioè quando viene usato in circuiti nei quali il carico è tale da ridurre la corrente rettificata a zero o a un piccolissimo valore. Per questa ragione è conveniente usare dopo il cristallo una valvola V_1 sulla cui griglia i potenziali rettificati vengono applicati direttamente come si vede a fig. 497 oppure per il tramite di un trasformatore *BF* il cui rapporto deve essere all'incirca 1/5-1/10 usando rivelatori a cristallo di bassa resistenza interna come la galena per la quale conviene il rapporto 1/8.

Lo schema di fig. 497 è molto semplice da realizzare. Il ricevitore a cristallo è quello illustrato nel circuito N. 3, V_1 e V_2 sono valvole per amplificazione *BF* con accoppiamento a resistenza-capacità. V_3 è una valvola di potenza.

I valori di R_1 R_2 e R_3 R_4 dipendono dal tipo di valvola usato. Usando valvole aventi impedenza di circa 20000 ohm e un coefficiente di amplificazione di 25 circa, R_1 R_2 potranno essere di 100 mila a 300.000 ohm e R_3 R_4 di 1 megohm. Il potenziale di griglia negativo per V_2 deve essere di circa 3 volt.

Il potenziale di griglia negativo per V_1 va trovato empiricamente in modo da ottenere i migliori risultati.

16. Amplificatori per grammofono.

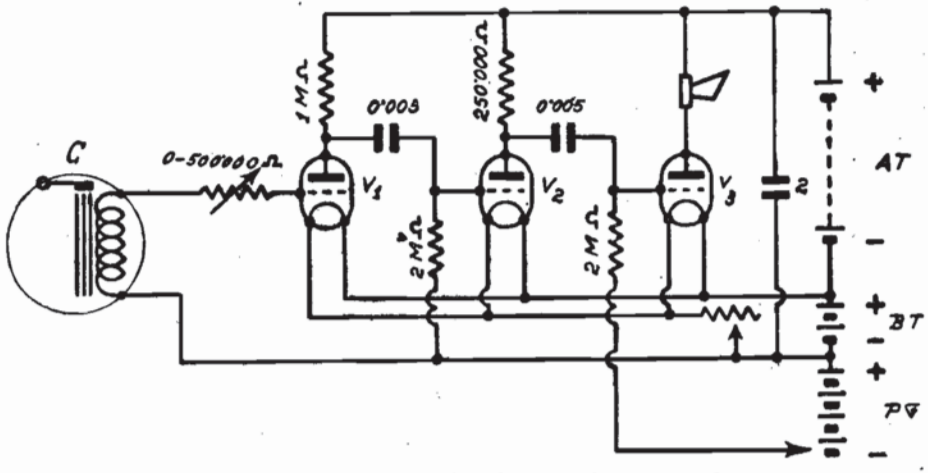


Fig. 498 - Schema di amplificazione a resistenza-capacità.

La radio e il grammofono, possono essere utilmente accoppiati. Ciò è reso possibile dalla capsula elettromagnetica di presa che può essere applicata a qualunque grammofono in sostituzione della comune capsula. Le deboli correnti fornite dalla capsula elettromagnetica possono essere amplificate in un comune amplificatore a bassa frequenza e applicate a un comune altoparlante. Questo sistema ha il vantaggio di consentire una riproduzione molto superiore a quella di un comune grammofono non solo dal punto di vista della intensità ma anche della qualità. Infatti il rumore di fruscio prodotto dalla punta del grammofono sul disco e la distorsione prodotta dal diffusore del grammofono vengono eliminati.

Per meglio comprendere il funzionamento della capsula elettro-magnetica è bene rammentare il modo di funzionamento del grammofono. Il disco grammofonico reca incisa una spirale continua: nell'operazione di presa uno speciale dispositivo fa sì che lungo questa spirale vengono registrati solchi la cui conformazione varia a seconda della altezza dei suoni e la cui profondità varia a seconda dell'intensità dei suoni. La riproduzione avviene facendo scorrere lungo la spirale una puntina acuta di acciaio la quale vibra in corrispondenza dei solchi e trasmette queste vibrazioni — che corrispondono perfettamente ai suoni originali — a una membrana di mica o di materiale analogo la quale riprodurrà naturalmente le stesse vibrazioni. Questa membrana forma però la base della colonna d'aria contenuta nell'imbuto alla quale imprime le sue vibrazioni.

Questo sistema di riproduzione ha naturalmente lo svantaggio che si sente notevolmente il fruscio della punta e che si produce della distorsione causa la frequenza propria della membrana e dell'imbuto analogamente a quanto avviene negli altoparlanti.

Nel sistema qui descritto invece la capsula elettro-magnetica trasforma le vibrazioni meccaniche dell'ago in pulsazioni elettriche le quali vengono amplificate e applicate all'altoparlante. In tal modo se l'amplificatore e l'altoparlante sono perfetti è molto più facile ottenere una buona riproduzione con una molto maggiore intensità.

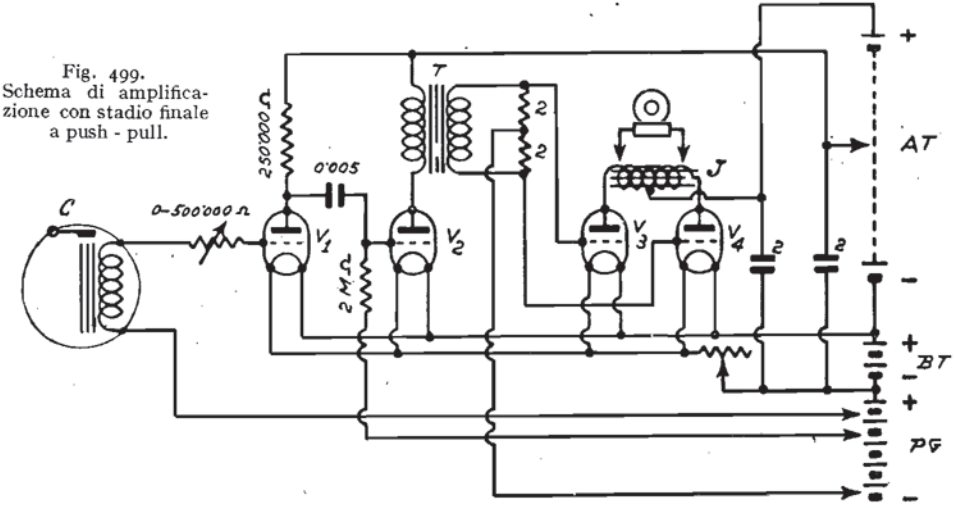


Fig. 499.
Schema di amplificazione con stadio finale a push - pull.

La capsula elettromagnetica rappresentata in fig. 500 è molto analoga a un comune telefono. *M* è il magnete permanente al quale sono applicate le espansioni polari *P*. Ogni espansione forma il nucleo di una bobina *S* avvolta con parecchie spire di filo sottilissimo (resistenza complessiva circa 2500 ohm) nelle quali vengono indotte piccole tensioni elettriche ad ogni variazione del flusso ossia del numero delle linee di forza. Le due bobine *S* sono collegate in modo tale che le tensioni indotte in ogni bobina si sommano.

Alla distanza *a* dalle espansioni trovasi una membrana di ferro dolce *A* che rappresenta il percorso di chiusura per le linee di forza che vanno dal polo nord al polo sud del magnete permanente. L'armatura *A* e una parte della leva *H* sono avvolte in gomma spugnosa *Sp* per evitare vibrazioni proprie di tutto il sistema. L'armatura del magnete o membrana *A* è collegata col braccio più lungo della leva *H* la quale è fissata in *F* e porta sul braccio più corto

l'ago N. Le vibrazioni della leva H prodotte dallo scorrere dell'ago N nei solchi della spirale del disco grammofonico si trasmettono alla membrana A e quindi varia la distanza a tra la membraua A e le espansioni polari S e perciò anche il flusso magnetico del magnete permanente M nel ritmo delle vibrazioni dell'ago.

Le variazioni di flusso inducono piccole tensioni nelle bobine le cui variazioni corrispondono esattamente alle vibrazioni acustiche che hanno prodotto l'incisione del disco. Queste variazioni di tensione vengono applicate all'amplificatore a bassa frequenza attraverso i conduttori L.

Tutto questo dispositivo è contenuto in una capsula G con un coperchio asportabile D cosicchè l'unica parte esternamente visibile è l'ago N. Per mezzo dell'attacco a baionetta St è possibile applicare questo dispositivo al posto di qualunque capsula grammofonica normale.

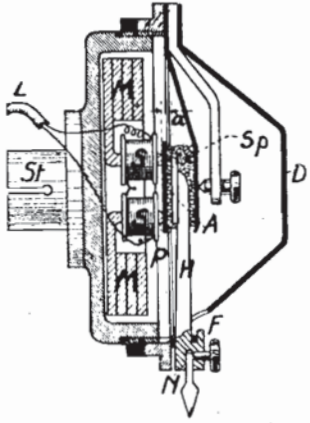


Fig. 500.
La capsula elettromagnetica.

I conduttori L vengono collegati ai capofili di un comune amplificatore a bassa frequenza al quale è collegato un altoparlante. Le figg. 498 e 499 mostrano due schemi amplificatori nei quali C rappresenta la capsula elettromagnetica.

L'amplificatore di fig. 498 comprende due stadi di amplificazione BF a resistenza-capacità e una valvola finale di potenza. Per V_1 conviene usare una valvola ad altissimo coefficiente di amplificazione mentre per V_2 può servire una valvola di media impedenza. Come ultima valvola conviene usare una valvola di bassa impedenza applicando il potenziale di griglia prescritto corrispondente alla tensione anodica usata. Generalmente si potrà usare una unica tensione anodica di circa 150 volt.

Volendo avere una maggiore intensità si potrà usare l'amplificatore di fig. 499 che comprende uno stadio BF con accoppiamento per resistenza-capacità, uno stadio BF per trasformatore e due valvole finali in opposizione. Si può usare per T un comune trasformatore BF di rapporto 1 a 5 e in tal caso occorre per il collegamento alla batteria di griglia un collegamento potenziometrico formato da 2 resistenze di 2 megohm in serie con presa intermedia. Usando un trasformatore di entrata a push-pull basta invece la presa intermedia del trasformatore.

L'autotrasformatore di uscita è costituito da una impedenza di circa 30-50 henry la cui resistenza deve essere abbastanza bassa per non produrre una eccessiva caduta di tensione della corrente continua che alimenta le placche. Un vantaggio di questo sistema è che i due flussi prodotti dai due percorsi della corrente continua sono in opposizione e perciò si annullano reciprocamente. Ne segue che l'impedenza non corre pericolo di essere saturata e di dare quindi una cattiva riproduzione. L'altoparlante può essere collegato in modo da essere in derivazione con tutte le spire dell'impedenza o solo una parte. Il miglior rendimento si ha quindi con una impedenza a prese intermedie.

La resistenza variabile di 500.000 ohm inserita tra la capsula C e la griglia della valvola V_1 serve per la regolazione dell'intensità.

Questo sistema ha il grande vantaggio che siccome vengono usati soltanto il motore per il movimento del disco fonografico e il supporto per la capsula, possono mancare le altre parti del grammofono come l'imbuto e la capsula.

E' altresì possibile rendere servibili e usare con ottima riproduzione vecchi grammofoni purchè il sistema motore sia in buon ordine.

17. Ricevitore a 3 valvole 1 R e 2 BF per onde corte (da 10 a 100 m.).

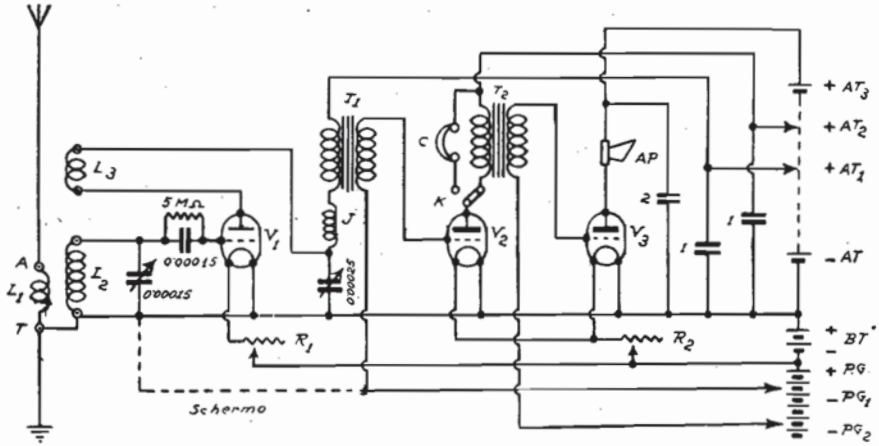


Fig. 501 - Schema teorico del ricevitore per onde corte.

Un ricevitore a onde corte presenta la gradevole particolarità di essere di costruzione molto più semplice di un comune ricevitore per onde medie e lunghe e ciò per il semplice fatto che per ricevere le onde corte non occorre amplificazione ad alta frequenza data la piccolissima attenuazione prodotta dalla distanza sulla intensità dei loro segnali. Basta dunque soltanto una valvola amplificatrice seguita da uno o due stadi di amplificazione a bassa frequenza.

Usando bobine intercambiabili è possibile costruire un ottimo ricevitore che coprirà tutti i campi d'onda oggi usati e ciò non complica troppo la costruzione e la manovra dato che si tratta di sole tre bobine e precisamente quelle di aereo, di griglia e di placca (L_1, L_2 e L_3 nello schema). Per consentire una rapida intercambiabilità delle bobine occorre che queste vengano innestate in bussole fissate su un pannello isolante speciale.

Per assicurare un buon funzionamento dell'apparecchio è assolutamente indispensabile che i contatti siano ottimi, che le perdite siano minime per non pregiudicare l'efficienza del ricevitore, che i comandi della sintonia siano di fa-

cile manovra e che l'effetto capacitivo del corpo venga evitato. Il controllo della reazione deve essere tale da evitare che esso dia luogo a variazioni della sintonia e perciò sono da scartare i circuiti che comportano un accoppiamento variabile tra bobina di griglia e quella di placca e quelli con circuito accordato di placca. L'indipendenza tra reazione e sintonia può in questi casi essere ridotta a un minimo accoppiando la bobina di reazione al lato filamento della bobina di griglia ma non può comunque essere ridotta al minimo. Perciò il sistema migliore è quello di usare una bobina di reazione ad accoppiamento fisso con quella di griglia e un condensatore variabile di reazione (0.00025 μF) come si vede a fig. 501. Questo condensatore può essere di qualunque tipo (a variazione lineare di frequenza, di capacità, di lunghezza d'onda, ecc.) poichè ciò non ha importanza. Accoppiando la bobina di reazione al lato filamento della bobina di griglia e collocandola internamente a questa come si vede a fig. 503 sarà possibile rendere sintonia e reazione abbastanza indipendenti.

Le dimensioni della bobina di griglia e la capacità del condensatore di sintonia del circuito di griglia determinano il campo di lunghezza d'onda. Usando un condensatore variabile di sintonia di grande capacità sarà possibile coprire un vasto campo di lunghezza d'onda con una sola bobina ma la sintonizzazione riuscirà molto critica e la ricerca delle stazioni molto difficile e perciò esso non può servire per un ricevitore a onda corta. Anche i soliti condensatori variabili di 0.0003 e 0.0005 μF comunemente usati nei radioricevitori a onda media non servono in questo caso.

Usando un condensatore variabile di piccola capacità sarà possibile coprire un campo d'onda minore e quindi sarà necessario un maggior numero di bobine ma si otterrà una comoda ricerca delle stazioni. Il miglior valore per la capacità massima di un condensatore variabile di sintonia in un ricevitore per onda corta è di 0.0001 a 0.00015 μF ed è importante che tale condensatore abbia una capacità minima molto bassa e sia a variazione lineare di frequenza. Esso deve inoltre essere di ottima costruzione meccanica e a bassa perdita elettrica. Le sue placche debbono quindi essere saldate insieme e l'isolante deve essere ebanite o quarzo e dimensionato in modo da esservi un lungo percorso tra statore e rotore attraverso l'isolante.

Le bobine debbono essere a spire spaziate con supporti meccanici di minime dimensioni. Tutti i componenti debbono essere collocati come si vede nello schema costruttivo di fig. 502 e cioè in modo da evitare capacità e resistenze di dispersione.

L'aereo può essere accoppiato capacitivamente all'apparecchio per mezzo di un piccolo condensatore fisso tra il conduttore di aereo e il lato griglia della induttanza del circuito di griglia. Meglio ancora servirà un piccolo condensatore variabile il quale permetterà di controllare la selettività. Per avere un buon rendimento occorre collegare il filamento a terra ma in questo caso le interferenze dovute a disturbi locali e atmosferici si fanno molto sentire.

Specialmente in estate causa le scariche elettriche e in inverno quando cade la neve l'accoppiamento diretto alla griglia produce disturbi dovuti alle piccole scariche periodiche tra le placche del condensatore. Usando invece un accoppiamento induttivo indiretto come nello schema teorico di fig. 501 questo inconveniente sparisce perchè le cariche possono passare senz'altro alla terra. In questo caso si ha però l'inconveniente che le armoniche dell'aereo influenzano maggiormente la reazione che col primo sistema.

Per l'accoppiamento induttivo indiretto conviene usare una bobina di aereo di 8 - 10 spire del diametro di 5 cm. accoppiata col lato filamento della induttanza del circuito di griglia e ciò per ridurre l'influenza del circuito di aereo

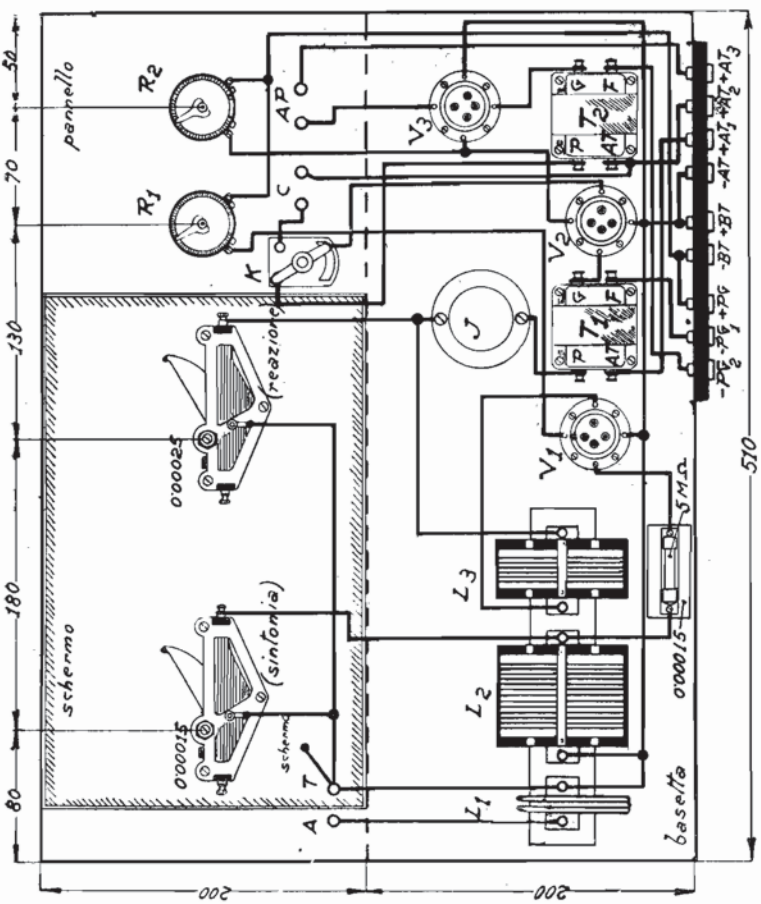


Fig. 502 - Schema costruttivo del ricevitore.

sulla sintonia. La bobina di aereo deve essere supportata in modo da poter variare la sua posizione rispetto a quella di griglia e ciò allo scopo di trovare il miglior valore di accoppiamento. Tanto più basso questo sarà tanto minore sarà l'influenza sulla sintonia e perciò sarà possibile usare un ricevitore tarato anche con antenne differenti. D'altra parte un accoppiamento sufficientemente lasco presenta anche il vantaggio di evitare i cosidetti *buchi* nei quali il circuito di griglia essendo in sintonia col circuito di aereo, quest'ultimo assorbe energia e il ricevitore non può quindi oscillare. Con un accoppiamento lasco il circuito di aereo può infatti solo assorbire pochissima energia. Tanto più piccola è la lunghezza d'onda, tanto più lasco può essere l'accoppiamento.

Una valvola rettificatrice-oscillatrice seguita da uno stadio di bassa frequenza è tutto ciò che occorre per ricevere comodamente in cuffia i segnali su onda corta. Per la ricezione in altoparlante occorre invece un secondo stadio di bassa frequenza con una valvola di potenza. Come valvola oscillatrice-rettificatrice conviene usare una valvola di media impedenza e sarà bene servirsi di una tensione di placca più bassa che possibile per ottenere i migliori risultati con segnali deboli.

Qualunque sia la valvola usata sarà bene regolare il condensatore e la resistenza di griglia sino ad ottenere i migliori risultati. Questi si hanno generalmente con la capacità più piccola e la resistenza più elevata. L'innesco delle oscillazioni deve avvenire facilmente e gradualmente e senza urli e fischi, generalmente dovuti a instabilità. Tale urlo non è causato da oscillazioni a bassa frequenza, ma bensì ad un rapido innesco e disinnesco delle oscillazioni a una frequenza udibile. Esso è particolarmente nocivo nella ricezione radiotelefonica perchè si manifesta appunto nel punto di disinnesco cioè dove l'amplificazione è massima.

La griglia è generalmente collegata attraverso il condensatore di griglia e l'induttanza al positivo della batteria di accensione. Il condensatore è di 0.00015 μF e la resistenza di circa 2 a 5 megohm.

Per assicurare un funzionamento silenzioso del ricevitore sarà bene usare una resistenza a filamento metallizzato, un buon condensatore fisso a dielettrico mica, un buon condensatore di sintonia con demoltiplicatore a frizione, buoni collegamenti. I due condensatori saranno schermati mediante una lastra di rame o ottone fissata al pannello e collegata alla terra e in casi speciali nei quali si voglia evitare che attraverso le bobine e i collegamenti vengano captati disturbi o segnali locali, sarà bene usare un pannello metallico e un involucro di rame.

Le bobine devono essere distanti 5 cm. da qualunque oggetto metallico (esclusi i collegamenti e le piccole parti). Esse devono essere sufficientemente distanti dalla basetta, dalla cassetta, dal pannello e dal condensatore di sintonia malgrado la necessità di avere collegamenti molto corti.

La bobina di reazione deve essere la più piccola che consente alla valvola di oscillare. Usando una bobina troppo grande o una batteria anodica scadente si produce sovente un urlo e l'innesco delle oscillazioni risulta troppo brusco. Conviene quindi scegliere il numero delle spire e il diametro della bobina di reazione per una data induttanza di griglia provandola sul circuito in questione. Con il condensatore di sintonia e quello di reazione al massimo di capacità, si deve ridurre la bobina di reazione sino a che il ricevitore oscilla appena. Il diametro della bobina di reazione deve essere più piccolo di quello della bobina di griglia se la prima viene collocata internamente alla seconda per ridurre l'accoppiamento capacitivo tra le spire delle due bobine e quindi l'influenza sulla sintonia.

I rotori dei due condensatori vanno collegati al lato filamento del circuito per ridurre l'effetto capacitivo dell'ope-

ratore. Il condensatore di sintonia deve essere munito di indice e di una buona scala di facile lettura. Anche il condensatore di reazione deve avere un indice e una scala giacchè la sua posizione varia con la temperatura del filamento e la tensione anodica. Nella schema teorico di fig. 501 si vedono due reostati: uno per la valvola oscillatrice-rettificatrice, l'altro per le valvole amplificatrici. Generalmente la prima valvola funziona meglio a una temperatura di filamento più bassa di quella delle valvole amplificatrici *BF*.

I trasformatori a bassa frequenza devono essere del solito tipo se il ricevitore deve servire per la ricezione radiotelefonica. Il primo avrà un rapporto 1/2 e il secondo 1/3 circa. Se il ricevitore deve servire per la ricezione di segnali telegrafici a onde persistenti conviene invece usare trasformatori ad alto rapporto di trasformazione che diano la massima amplificazione su frequenze fra 500 e 1000 cicli: variando il condensatore di sintonia è possibile portare la nota dei battimenti tra questi due valori in modo da avere la massima amplificazione, mentre i disturbi atmosferici e locali, avendo una frequenza più bassa, risultano meno amplificati. Usando il ricevitore per i segnali telegrafici non conviene usare batteria di griglia dato che non è la qualità ma l'intensità dei segnali ciò che importa.

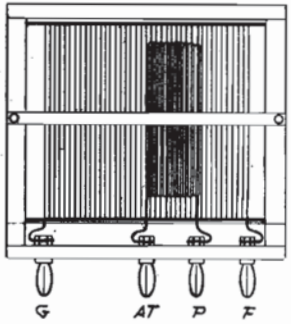


Fig. 503 - Bobina di griglia con bobina di reazione interna.

Una questione importante è l'avvolgimento delle bobine. Buoni avvolgimenti sono quelli Lorenz che hanno una bassa capacità distribuita e una sufficiente robustezza meccanica. Un buon supporto per il montaggio di queste bobine può essere facilmente costruito piantando undici spine o chiodi del diametro di 5 mm. in un circolo di 85 mm. di diametro. Il miglior conduttore da usare è filo di rame smaltato di 1,3 mm. di diametro con copertura cotone. Per l'avvolgimento di queste bobine occorre naturalmente saltare sempre una spina. Il fissaggio di queste bobine ai capofili avviene per es. come si vede nella fig. 504. Siccome le spire di queste bobine si incrociano a un certo angolo invece di trovarsi vicine la capacità distribuita risulta piccola.

Con un condensatore di capacità variabile da 0.000015 a 0.00015 μF si possono coprire con queste bobine i seguenti campi d'onda:

TABELLA XXXVIII.

Lunghezza d'onda m.	N. spire	diametro mm.
55 a 125	19	85
30 a 65	8	85
12 a 35	3	85

Le bobine non vanno verniciate per non aumentare la capacità tra le spire (essendo la costante dielettrica della vernice maggiore) e quindi la capacità distribuita.

Infatti per avere un vasto campo di sintonia occorre che la bobina abbia solo una piccolissima capacità distribuita e che il condensatore abbia una piccola capacità iniziale. La capacità distribuita nelle bobine può anche essere causata da conduttori vicini specialmente se questi sono i capi della bobina stessa. Dovendo far passare il capofilo di una bobina attraverso la bobina stessa conviene farlo passare al centro della bobina giacchè in tal caso la sua capacità rispetto alla bobina è piccola.

Le bobine per onde corte possono anche essere avvolte in altri modi come per es. avvolgendo lo stesso conduttore a spire spaziate su un supporto il quale però non deve essere solido perchè in tal caso esso comporterebbe nuove perdite nel dielettrico che produrebbero un aumento della resistenza effettiva della bobina. Il supporto deve quindi essere scheletrico e avere possibilmente delle tacche per tenere le spire a posto e distanziate. Un altro sistema conveniente per avvolgere bobine per onde corte è quello di usare supporti di cartone sottile preparato prima mediante essiccazione e verniciatura con lacca isolante. Quando questa è ben secca si effettua l'avvolgimento.

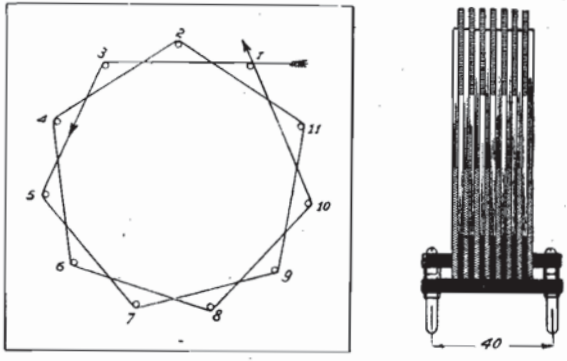


Fig. 504. - Costruzione e montaggio di bobine Lorenz.

L'impedenza ad alta frequenza J è costituita di 200 spire di filo rame 0.13-2 seta avvolte a uno strato su un rapporto del diametro 25 mm.

Conviene effettuare il montaggio delle parti su un complesso pannello-basetta come si vede nello schema costruttivo di fig. 502. Questo viene in seguito collocato in una cassetta per proteggere le parti dalla polvere che infiltrandosi nei condensatori variabili può provocare col tempo rumori fastidiosi. Tutti i componenti debbono essere scelti con la massima cura e va data la preferenza a quelli di marca. La disposizione dei collegamenti va tenuta come si vede nello schema costruttivo. Per avere un funzionamento durevolmente silenzioso è preferibile saldare tutte le connessioni. Quando sono effettuati tutti i collegamenti si inseriscono le valvole prima di collegare le batterie e quindi si collega solo la batteria di accensione prima ai serrafili BT e poi a quelli AT. Nel primo caso dovranno accendersi tutte le valvole girando i reostati, nel secondo caso invece le valvole non debbono accendersi. Se si verifica il contrario occorre identificare l'errore prima di collegare la batteria anodica. In seguito si collegano le batterie di placca e di griglia e la cuffia o l'altoparlante. Se tutto è in ordine si deve sentire un forte *clic* collegando e staccando la batteria anodica. Il condensatore di reazione va mosso lentamente dallo zero in su sino a che si sente l'innesco delle oscillazioni, ossia un debole fruscio.

Come pannello conviene usare ebanite o bachelite e su di esso viene fissato lo schermo d'alluminio, rame o ottone. Quando il pannello è forato vengono montati i componenti su di esso e in seguito esso viene fissato alla basetta (di legno) per mezzo di robuste squadre metalliche e viti a legno.

Un commutatore K oppure un jack permette di usare un solo o due stadi di amplificazione a bassa frequenza. Ricevendo in cuffia basta perfettamente una sola valvola BF, in altoparlante invece occorrono ambedue.

Il funzionamento di questo ricevitore è il seguente: noi regoliamo il condensatore di reazione sino a che la prima valvola genera oscillazioni. Girando il condensatore di sintonia, cioè variando la sua capacità, noi variamo la frequenza delle oscillazioni generate. I segnali in arrivo producono oscillazioni nel circuito di aereo e siccome questo

è accoppiato al circuito di griglia della valvola, tanto le oscillazioni locali come quelle dei segnali in arrivo vengono applicate alla griglia di V_1 cosicchè all'uscita della valvola avremo la frequenza risultante ossia dei battimenti. Le due radiofrequenze dell'ordine di migliaia di chilocicli al secondo daranno per risultante una frequenza udibile di solo alcune centinaia di cicli al secondo. Girando il condensatore di sintonia noi variamo la frequenza locale e la nota dei battimenti. Siccome le diverse stazioni usano differenti frequenze di trasmissione, cambiando la frequenza delle oscillazioni locali possiamo sentire separatamente la stazione che ci interessa. Avendo intercettati i segnali di una stazione conviene ridurre la reazione ossia l'ampiezza delle oscillazioni locali sino a che i segnali raggiungano un massimo di intensità.

Le bobine vanno avvolte nello stesso senso e vanno collocate e collegate come lo mostra lo schema costruttivo. Se la bobina di reazione trovasi internamente alla bobina di griglia, i collegamenti vanno effettuati come si vede a fig. 503. Se non si riesce a provocare l'innesco delle oscillazioni si provi a invertire i collegamenti della bobina di reazione, si verifichi se la batteria anodica è collegata in modo giusto e si verifichino i collegamenti mediante una pila e un voltmetro.

Se inserendo la cuffia si sente il *clic* normale e malgrado ciò le oscillazioni non si innescano, ciò significa probabilmente che la resistenza di griglia è interrotta o ha un valore troppo elevato e in tal caso il migliore rimedio è quello di inserire una resistenza di valore minore. Altre cause di mancato funzionamento possono essere una bobina interrotta, un condensatore variabile mal collegato, un condensatore fisso in cortocircuito, una valvola difettosa.

Se innescando o disinnescando le oscillazioni si sente una specie di urlo occorre cambiare la resistenza di griglia e shuntare la batteria anodica con un condensatore.

Talvolta le oscillazioni si innescano ma girando il condensatore di sintonia si trovano i cosidetti *buchi* ossia campi d'onda nei quali il ricevitore si rifiuta di oscillare. La ragione è che in questo punto la lunghezza d'onda del circuito di griglia coincide con la lunghezza d'onda propria dell'aereo o con una armonica. Rendendo più lasco l'accoppiamento del circuito di aereo col circuito di griglia o variando l'onda propria dell'aereo (per es. inserendo capacità (0.0002 μF) o induttanze) si rimedia facilmente a questo inconveniente.

Parti occorrenti:

1 condensatore a variazione logaritmica di 0.00015 μF.
1 condensatore variabile di 0.00025 μF.
1 condensatore fisso di 0.00015 μF.
1 condensatore fisso di 2 μF.
2 condensatori fissi di 1 μF.
L_1 L_2 L_3 serie-induttanze per onde corte.
T_1 T_2 2 trasformatori a bassa frequenza.
J 1 impedenza per onde corte.
K 1 commutatore o jack
R_1 1 reostato 25 ohm
R_2 1 reostato 10 ohm
3 zoccoli portavalvole
V_1 V_2 2 valvole media impedenza.
V_3 1 valvola di potenza.

18. Ricevitore a tre valvole 1AF, 1R, 1BF per onde da 200 a 550 m.

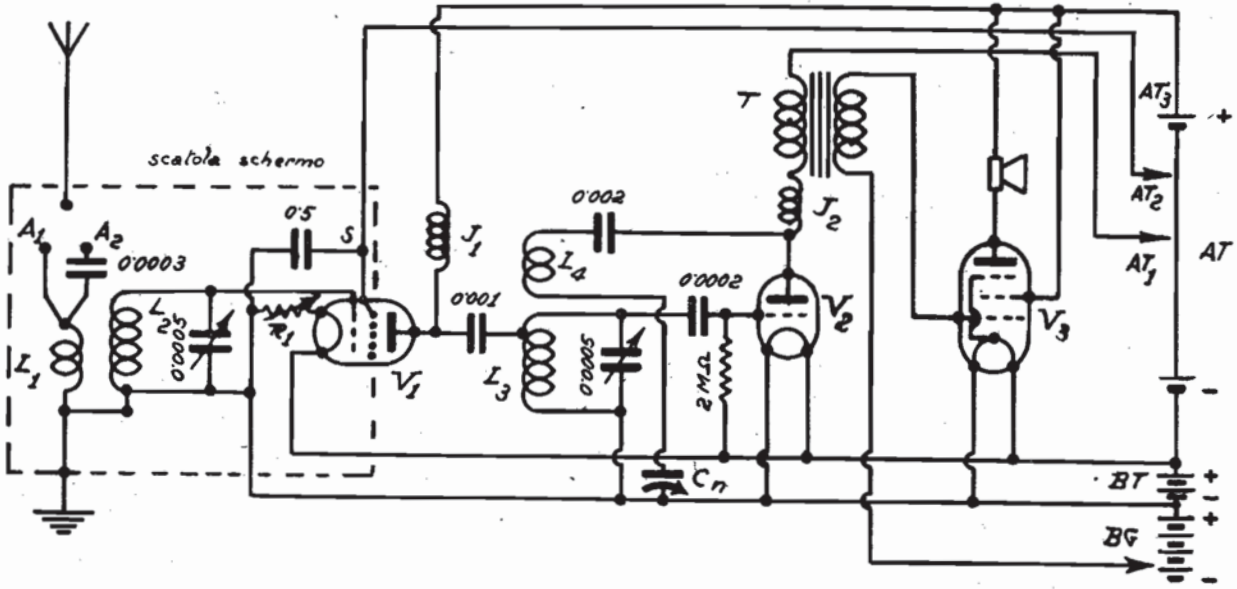


Fig. 505 — Schema teorico del ricevitore.

Questo ricevitore è formato di una valvola amplificatrice ad alta frequenza a griglia schermante (V_1) di una valvola rivelatrice con corrente di griglia in reazione (V_2) e di un pentolo finale (V_3). L'accoppiamento di aereo è aperiodico e vi sono due prese per l'antenna di cui A_1 per antenna corta e A_2 per antenna lunga. Il trasformatore di aereo per onde da 200 a 550 m. è visibile a fig. 507.

La valvola V_1 è accoppiata alla valvola V_2 mediante un auto-trasformatore L_3 i cui dati sono indicati a fig. 508. Nel circuito di placca della valvola V_1 trovasi l'impedenza J_1 la cui onda fondamentale deve essere superiore alla massima lunghezza d'onda ricevibile, dunque nel nostro caso 550 m. Essa deve avere una induttanza di circa 600 μH e una piccola selfcapacità e può essere costruita avvolgendo 500 spire filo rame 0·2-2 seta in 6 scanalature distanziate di 5 mm. su un supporto di diametro di mm. 30.

Accoppiata all'autotrasformatore L_3 vi è la bobina di reazione L_4 avvolta a matassa i cui dati costruttivi sono

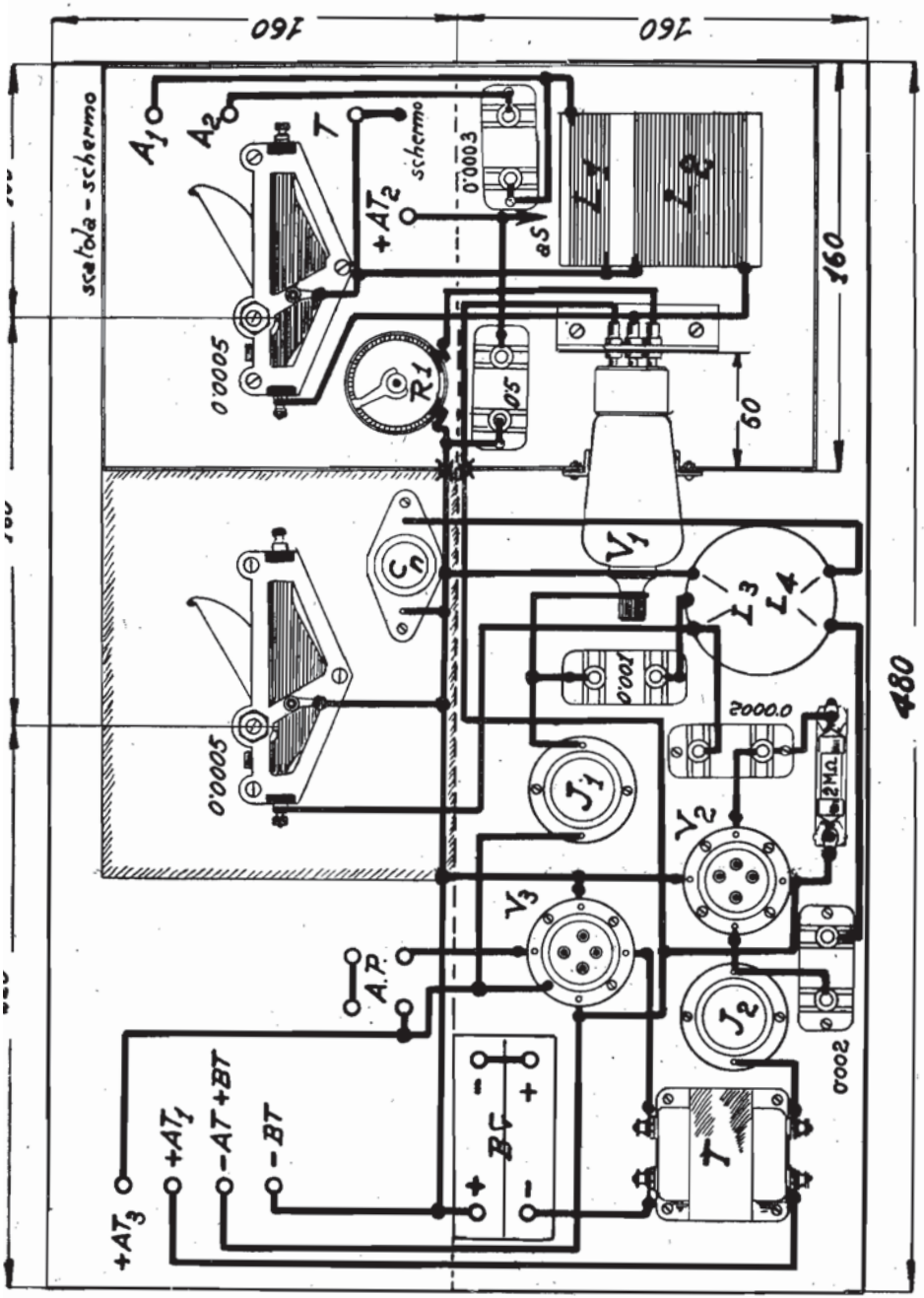


Fig. 506 — Schema costruttivo del ricevitore.

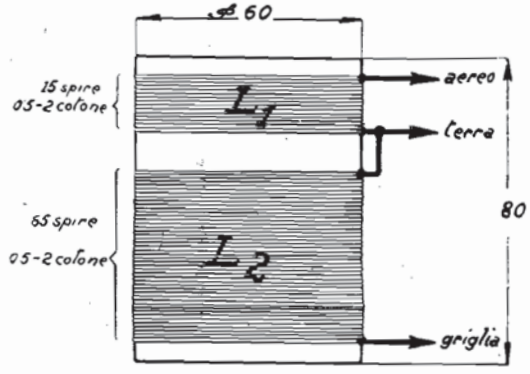


Fig. 507 - Trasformatore di aereo.

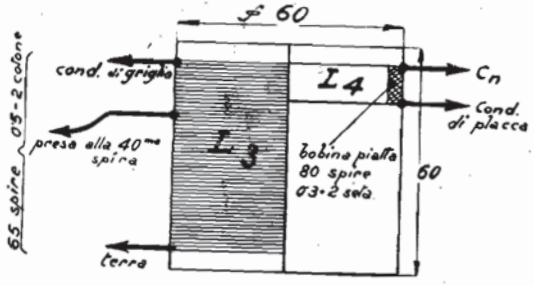


Fig. 508 - Autotrasformatore intervalvolare.

indicati a fig. 508. La reazione viene regolata mediante il neutrocondensatore Cn (circa 0.00005 μF) il cui rotore va collegato al negativo della bassa tensione.

Tra la placca della valvola V_2 e il primario del trasformatore T trovasi inserita l'impedenza ad alta frequenza J_2 che può essere uguale a J_1.

Il reostato R_1 di 30 ohm inserito nel circuito di accensione della prima valvola serve a regolare l'intensità di riproduzione.

Il trasformatore T può avere il rapporto 1 : 5.

Per il buon funzionamento di questo ricevitore è assolutamente indispensabile uno schermaggio scrupoloso come si vede a fig. 2 giacchè la valvola a griglia schermante richiede uno schermaggio completo della sua placca rispetto alle parti appartenenti al circuito di griglia. Il più piccolo aumento della capacità placca-griglia causato da cattiva disposizione dei fili conduttori, da schermaggio insufficiente o cause analoghe porterà inevitabilmente la valvola in oscillazione. Per ovviare a questo inconveniente occorre ridurre l'accensione, ma ciò ha per risultato di abbassare l'amplificazione e quindi l'efficenza di tutto il ricevitore.

Le valvole da usare sono le seguenti:

per V_1 una valvola a griglia schermante; per V_2 una valvola di media impedenza; per V_3 un pentodo finale.

Parti occorrenti:

2 condensatori variabili di 0.0005 μF; Cn 1 neutrocondensatore di 0·00005 μF; 1 condensatore fisso di 0.5 μF; 1 condensatore fisso di 0.0003 μF; 1 condensatore fisso di 0.001 μF; 1 condensatore fisso di 0·0002 μF; 1 condensatore fisso di 0·002 μF; L_1 L_2 1 trasformatore di aereo; L_3 L_4 1 autotrasformatore intervalvolare con bobina di reazione; J_1 J_2 2 impedenze AF; T 1 trasformatore BF; 1 resistenza fissa di 2 megohm; R_1 1 reostato di 30 ohm; 1 batteria di accensione; 1 batteria anodica; 1 batteria di griglia.

19. Amplificatore BF a push-pull per il radioricevitore e per il pick-up fonografico.

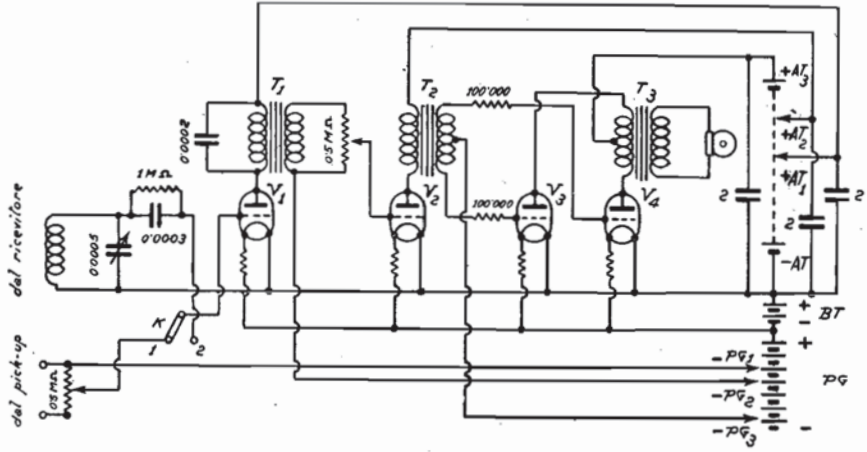


Fig. 509. - Amplificatore push-pull.

Lo schema della figura mostra un amplificatore BF che può servire tanto per la radioricezione facendolo precedere da una o più valvole amplificatrici ad alta frequenza, come per l'amplificazione fonografica collegandolo al pick-up.

L'amplificatore consta di una valvola V_1 la quale funziona come rettificatrice con corrente di griglia per la radioricezione e come amplificatrice BF col pick-up. La valvola V_1 è accoppiata alla valvola V_2 per mezzo di un trasformatore BF T_1 di rapporto ⅓ circa. La valvola V_2 è accoppiata alle valvole in opposizione V_3 V_4 per mezzo di uno speciale trasformatore BF di entrata a push-pull. L'accoppiamento delle valvole V_3 V_4 all'altoparlante avviene mediante il trasformatore di uscita T_3.

Il commutatore K serve a passare dal pick-up (1) al ricevitore radio (2). Il potenziometro di 0.5 megohm posto in derivazione con il pick-up serve a regolare l'intensità di ricezione col fonografo.

Come valvole conviene usare per V_1 e V_2 valvole di media impedenza, per V_3 e V_4 valvole di potenza con bassissima impedenza. Importantissima per il buon funzionamento del ricevitore è la scelta delle tensioni di placca ($+ AT_1$, $+ AT_2$, $+ AT_3$) e dei potenziali di griglia ($- PG_1$, $- PG_2$, $- PG_3$) per le singole valvole che va effettuata secondo le prescrizioni delle case costruttrici di valvole.

Per ottenere i migliori risultati dal collegamento a push-pull è bene rammentare che se due valvole vengono usate in parallelo nello stadio d'uscita con un trasformatore d'uscita di rapporto 1 : 1 o con un'impedenza BF, la impedenza totale sarà metà di quella d'una valvola e diverrà molto approssimativamente uguale alla impedenza della bobina mobile dell'altoparlante elettrodinamico, avendosi così la condizione necessaria per ottenere i migliori risultati.

Se viene adottato il sistema di amplificazione a push-pull le valvole sono effettivamente poste in serie e l'impedenza totale sarà il doppio di quella di una valvola e quattro volte maggiore di quella delle stesse due valvole se poste in parallelo.

Segue perciò che un trasformatore d'uscita rapporto 1 : 1 sotto tali condizioni non può dare esito soddisfacente e che al suo posto occorre inserire un trasformatore di rapporto 2 : 1. Un trasformatore 2 : 1 aumenta l'impedenza effettiva trasferita alle valvole 4 volte; un trasformatore 3 : 1... 9 volte; un trasformatore 4 : 1... 16 volte e così via.

È pure necessario prevenire le self-oscillazioni dovute a valvole d'uscita che hanno un vuoto poco spinto o sono comunque difettose e all'uopo è bene inserire una resistenza del tipo solito avente un valore da 100.000 a 200.000 ohm in serie con la griglia di ciascuna delle valvole d'uscita come si vede nello schema.

La tensione della batteria di griglia è uguale a quella che si userebbe con una sola valvola.

20. Ricevitore neutralizzato a quattro valvole 1 AF, 1 R, 2 BF (per onde da 200 a 550 m.).

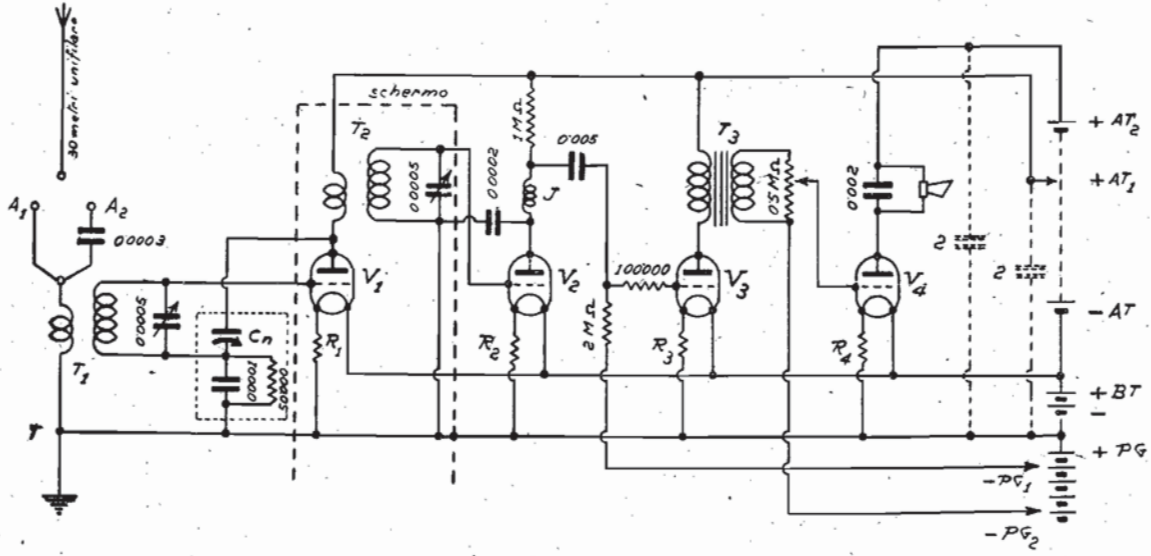
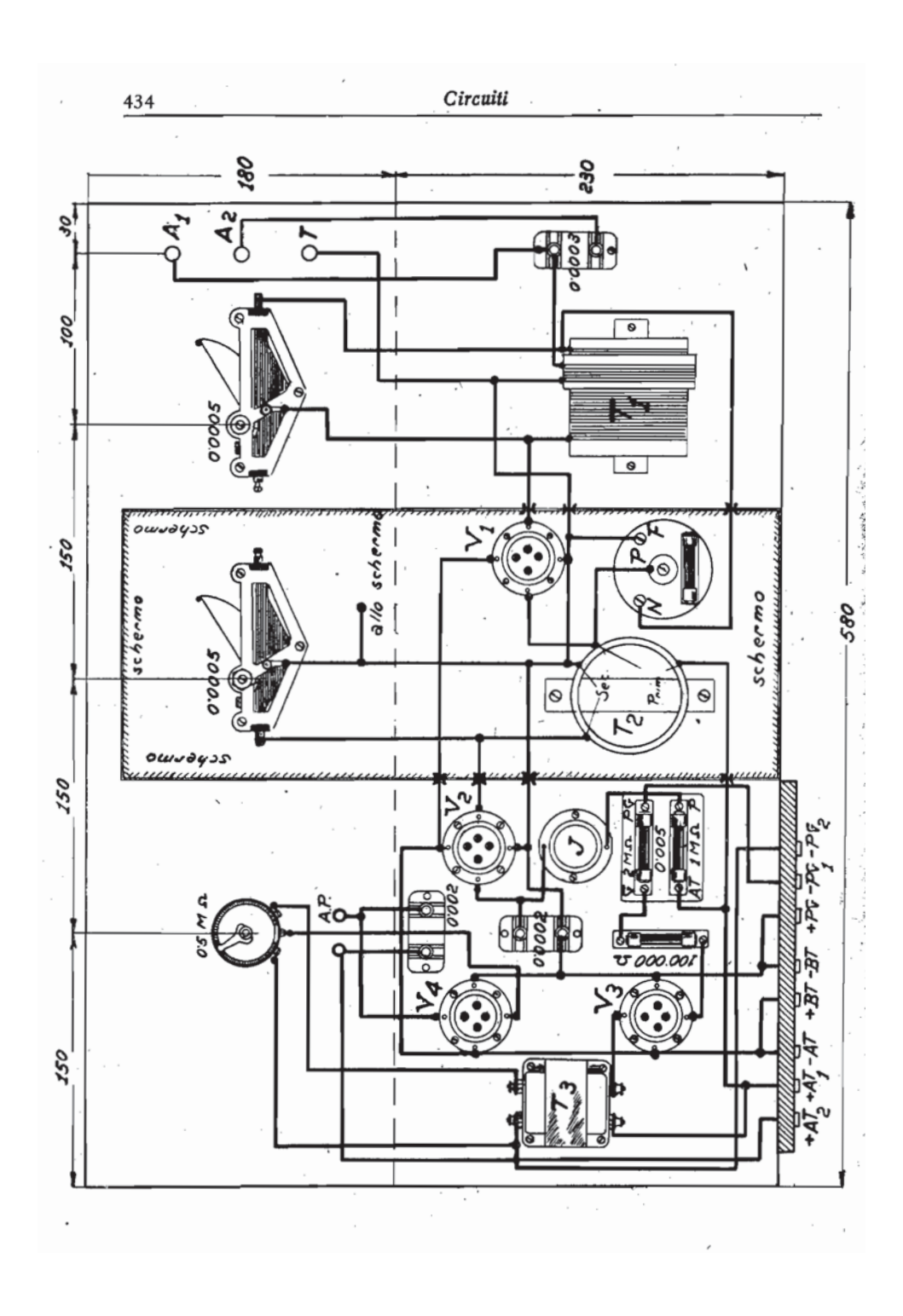


Fig. 510. - Schema teorico del ricevitore.

Questo ricevitore è costituito da uno stadio di alta frequenza neutralizzato col sistema Difarad, di una valvola rettificatrice con corrente di placca, e di due valvole amplificatrici a bassa frequenza. L'accoppiamento tra la valvola rivelatrice e la prima valvola *BF* avviene per resistenza-capacità, fra la prima e la seconda valvola *BF* per trasformatore.

La costruzione del ricevitore è molto semplice ed è molto chiaramente indicata nello schema costruttivo di fig. 511.

Importante è lo schermaggio della valvola V_1 e del trasformatore AF T_2 per evitare accoppiamenti col trasformatore T_1. La regolazione dell'intensità avviene mediante il potenziometro di 0,5 megohm che shunta il secondario del tra-


180
230
30
100
150
150
150
580
A1
A2
T
0'0003
0'0005
T1
V1
V2
V3
V4
T2
T3
J
P
F
N
Sec
Prim
schermo
schermo
schermo
schermo
allo schermo
0'0005
0'5 MΩ
A.P.
0'0002
0'0002
0'000.001
0'005
AT 1MΩ
PG 2MΩ
+AT2 +AT1 -AT +BT -BT +PG1 -PG2

sformatore T_2. La sola regolazione da effettuare ad apparecchio montato è quella del condensatore *Cn* per ottenere una perfetta neutralizzazione della prima valvola su tutto il campo di sintonia.

Le valvole da usare per questo ricevitore sono le seguenti:

per V_1 una valvola di media impedenza;
per V_2 una valvola di elevata impedenza:
per V_3 una valvola di media impedenza;
per V_4 una valvola di potenza.

I dati per i trasformatori sono chiaramente indicati nelle fig. 512 e 513.

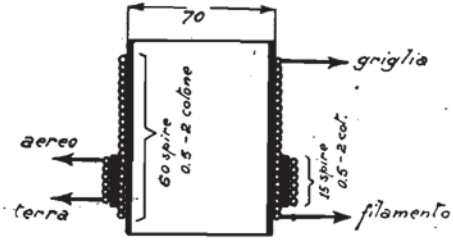


Fig. 512. - Trasformatore d'aereo T_1.

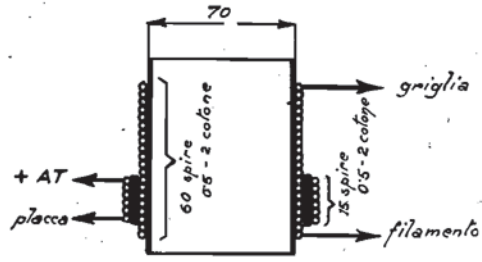


Fig. 513. - Trasformatore intervalvolare T_2.

Parti occorrenti: T_1 1 trasformatore d'aereo (200-500 m.); T_2 1 trasformatore intervalvolare (200-500 m.); 2 condensatori variabili di 0.0005 μF: 1 condensatore fisso di 0.0003 μF; 1 condensatore fisso di 0.0002 μF; 1 condensatore fisso di 0.005 μF; 1 condensatore fisso di 0.002 μF; 1 resistenza fissa di 1 megohm; 1 resistenza fissa di 100.000 ohm; 1 resistenza fissa di 2 megohm; 1 potenziometro 0.5 megohm; 1 equilibratore *Cn*, 0.0001 μF 50,000 ohm; 4 valvole; 4 zoccoli portavalvole; R_1 R_2 R_3 R_4 4 resistenze autolimitatrici (*): 2 condensatori fissi di 2 μF (**); 1 basetta legno 230 x 580 mm.; 1 pannello ebanite 180 x 580 mm.

(*) possono mancare usando valvole per 4 volt.
(**) servono solo usando batterie a secco per l'anodica.

21. Ricevitore a 4 valvole: 1 AF. 1 R, 2 BF (per onde da 200 a 550 m.).

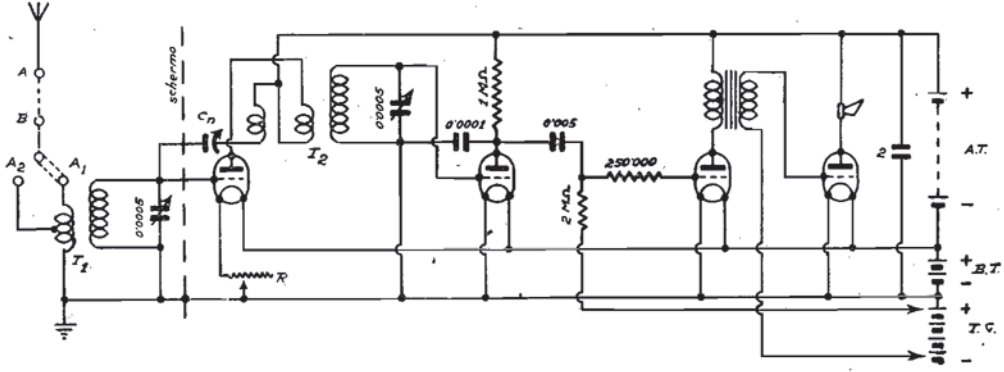


Fig. 514 - Schema teorico del ricevitore.

La selettività di un ricevitore aumenta coll'aumentare degli stadi accordati ad alta frequenza ed è ben noto che con un solo stadio ad alta frequenza la selettività non è molto grande per cui a una distanza inferiore a cinque chilometri da un diffusore sarà molto difficile escludere i segnali di quest'ultimo salvo che per un piccolo campo di lunghezza d'onda a meno di far uso di un circuito-filtro inserito nell'aereo p. ed. tra i punti *A* e *B*. Com'è noto il circuito filtro deve essere semplicemente accordato alla lunghezza d'onda da eliminare e quindi una bobina a nido d'ape di 50 spire e un condensatore variabile di 0,0005 μF inseriti tra *A* e *B* serviranno egregiamente.

Aumentando la distanza dal diffusore locale i suoi segnali si lasciano sempre più restringere a un campo d'onda limitato e a una distanza di circa 10 chilometri la selettività di questo ricevitore può già risultare perfettamente soddisfacente.

Nella immediata vicinanza di un diffusore la selettività può essere migliorata oltre che usando un circuito filtro per i segnali locali, anche schermando gli avvolgimenti T_1 e T_2 i quali possono altrimenti captare direttamente i segnali locali.

Il circuito del ricevitore comprende una valvola amplificatrice ad alta frequenza, una valvola rivelatrice che funziona col sistema di corrente di placca, due valvole amplificatrici a bassa frequenza di cui la prima con accoppiamento per resistenza-capacità e la seconda con accoppiamento per trasformatore.

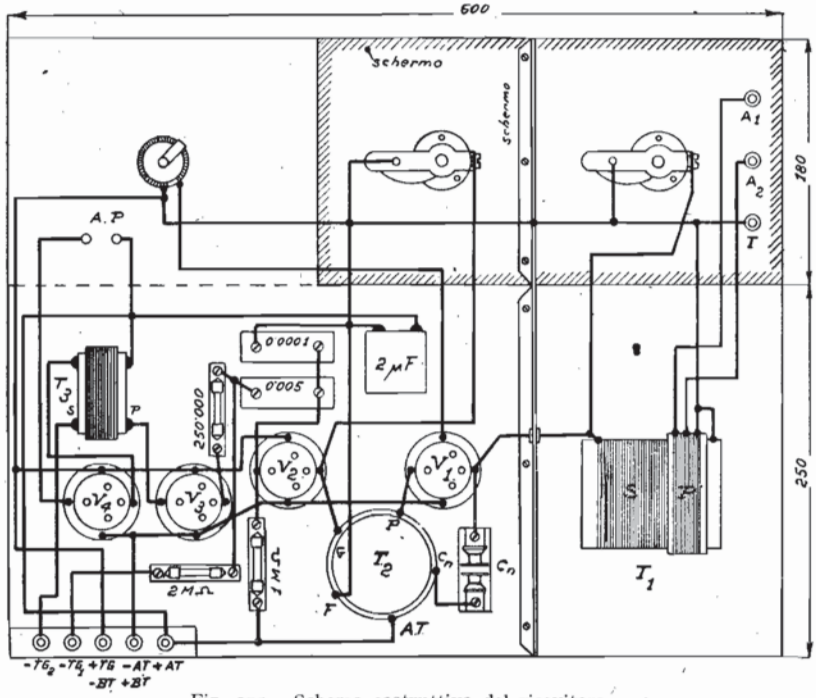


Fig. 515 - Schema costruttivo del ricevitore.

La tensione anodica non deve essere inferiore a 100 volt perchè altrimenti la rilevatrice e la valvola di potenza non darebbero un buon rendimento. Una tensione di 120 volt è molto conveniente.

Il trasformatore T_1 è costituito da un secondario di 60 spire 0.5-2 cotone avvolte su un supporto di 70 mm. di diametro e da un primario avvolto sul lato a basso potenziale del secondario, cioè sul lato filamento di 20 spire di filo 0.5-2 cotone con presa alla dodicesima spira. Primario e secondario sono avvolti nello stesso senso e separati da uno strato di ottimo isolante (fig. 516).

Il trasformatore T_2 è costituito da un secondario di 60 spire filo 0.5-2 cotone avvolte su un supporto di 70 mm. di diametro e da un primario formato di due sezioni di 20 spire cadauna di filo 0.5-2 cotone avvolte una sull'altra come si vede a fig. 517. Le due sezioni del primario vanno avvolte nello stesso senso.

Come amplificatrice ad alta frequenza conviene una valvola di media

impedenza (circa 10.000-20.000 ohm) con un coefficiente di amplificazione di circa 10-20. Nella vicinanza immediata di un diffusore locale si può ottenere un aumento della selettività usando una valvola di impedenza elevata (20.000-50.000 ohm) con un coefficiente di amplificazione 25-50

Come valvola rivelatrice va usata una valvola di impedenza elevata (30.000 ohm) con un fattore di amplificazione 25-30.

La prima valvola amplificatrice a bassa frequenza deve essere di media impedenza (10000 ohm) e quindi può servire la stessa valvola come per l'alta frequenza.

La scelta della valvola di potenza dipende naturalmente dalla disponibilità di corrente anodica, dalla intensità di suono voluta, dall'altoparlante usato. In ogni caso va dato alla sua griglia un potenziale negativo sufficientemente elevato per evitare distorsione, eccessivo consumo di corrente anodica e saturazione dell'altoparlamte.

La neutralizzazione dello stadio ad alta frequenza può essere effettuata spegnendo la prima valvola e, sintonizzando in modo da avere la massima intensità dei segnali di un diffusore locale col neutrocondensatore al minimo. Il neutrocondensatore *Cn* va ora regolato sino a che i segnali sparis ono o risultano ridotti a un minimo dopo di che si perfeziona ancora la sintonia e eventualmente si regola ancora ulteriormente il neutrocondensatore sino ad eliminare i segnali ancora udibili.

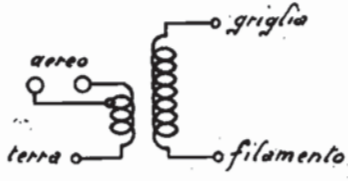


Fig. 516 - Trasformatore aereo-griglia.

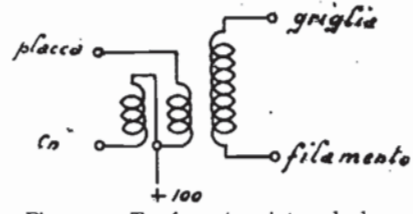


Fig. 517 - Trasformatore intervalvolare.

Non disponendo di un diffusore vicino si può effettuare la neutralizzazione a valvola accesa per i segnali di una stazione distante. Si regola il neutrocondensatore al minimo di capacità, si sintonizza sui segnali di una stazione e, normalmente se tutto è in ordine, la valvola dovrà oscillare. Si regola il neutrocondensatore sino ad ottenere una stabilità apparente dopo di che si perfeziona la sintonia e si regola ulteriormente il neutrocondensatore. Quest'ultimo va naturalmente collocato in modo da essere facilmente regolabile p. es. per mezzo di un lungo cacciavite come si vede a fig. 515.

Naturalmente siccome nello stabilizzare il ricevitore questo entrerà a tratti in oscillazione conviene effettuare questa operazione in ore in cui è meno facile disturbare gli altri ricevitori con le oscillazioni del proprio apparecchio.

Parti occorrenti:

1 trasformatore aereo-griglia T_1; 1 trasformatore intervalvolare T_2: due condensatori variabili di 0.0005 μF; 1 neutrocondensatore, 1 condensatore fisso di 0.005; 1 di 0.0001 e 1 di 2 μF; 1 resistenza fissa di 1 megohm; 1 di 2 megohm, 1 di 250.000 ohm; 1 trasformatore a bassa frequenza rapporto circa ⅓; 1 reostato *R* di 25 ohm, 2 valvole di media impedenza, 1 di potenza; batteria di accensione, batteria anodica, batteria di griglia.

22. Ricevitore a 4 valvole: 1 AF schermata, 1 R e 2 BF con alimentazione dalla rete di c. a.

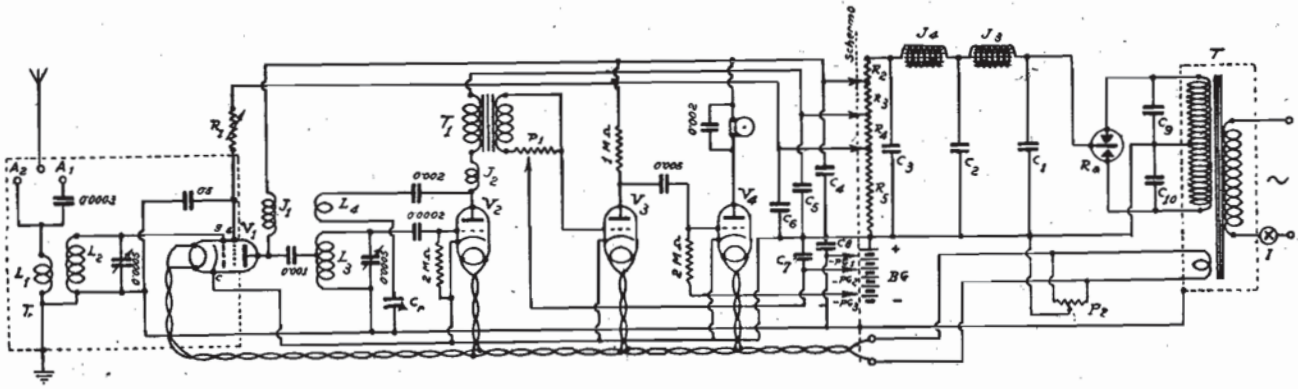


Fig. 518 - Schema teorico del ricevitore.

Questo ricevitore consta di una valvola AF schermata, di una valvola rivelatrice di griglia in reazione, di una prima valvola amplificatrice BF accoppiata alla precedente per trasformatore e di una valvola finale accoppiata per resistenza capacità. Trattandosi di valvole a riscaldamento indiretto del catodo, la potenza per l'accensione dei filamenti è data da un apposito secondario. Come raddrizzatore conviene usare un tubo a gas interte che dà 80 mA a 180 volt (*Anotron B*). La tensione anodica delle valvole V_1, V_3 e V_4 è di 150 volt. La tensione anodica di V_2 è di 80 volt, quella della griglia-schermo di V_1 di 60 volt. La tensione di griglia è data da una pila di 9 volt con presa a — 1,5 volt per V_1, a — 4,5 volt per V_3 e — 9 volt per V_4. Sarebbe naturalmente possibile ricavare tali tensioni dall'alimentatore di placca, ma usando una pila si possono eliminare molte difficoltà e viceversa non si ha che il piccolo svantaggio di dover sostituire ogni 6 mesi circa la batteria.

Possiamo senz'altro accingerci al calcolo dell'alimentatore. Il consumo medio di corrente anodica per le singole valvole è il seguente:

V_1 (Philips E442) 3,5 mA.
V_2 (Philips E415) 3,5 »
V_3 (Philips E430) 1,25 »
V_4 (Philips F409) 9,— »

Il consumo totale di corrente anodica è quindi di circa 18 mA. ai quali vanno aggiunti 10 mA. consumati nel potenziometro dell'alimentatore. Occorrono quindi in tutto 28 mA.

Il consumo di corrente per l'accensione dei filamenti è il seguente:

$$\begin{array}{ll} V_1 & 0.9 \text{ A} \\ V_2 & 0.9 \text{ A} \\ V_3 & 0.9 \text{ A} \\ V_4 & 1.8 \text{ A} \\ \hline & 4.5 \text{ A} \end{array}$$

Possiamo subito procedere al calcolo del trasformatore. Questo dovrà dare una resa di circa 15 mA. (più esattamente 28/2) a 2 × 210 volt per il tubo Anotron e 4.5 ampère a 4 volt per l'accensione del filamento delle valvole. Il carico totale di resa sarà dunque di

$$420 \times 0.015 + 4 \times 4{,}5 = 24{,}3 = \text{circa } 25 \text{ watt}$$

Per facilitare la costruzione di questo trasformatore sceglieremo un nucleo i cui elementi si trovano sul mercato. La sezione F del nucleo può essere così calcolata:

$$F' = \sqrt{\text{potenza}} = \sqrt{25} = 5 \text{ cm}^2$$

Siccome però il 20 % della sezione va perduto causa l'isolamento tra lamina e lamina la sezione deve essere:

$$F = 5 \cdot \frac{100}{80} = \text{circa } 6{,}2 \text{ cm}^2 = \text{circa } 2{,}5 \times 2{,}5 \text{ cm.}$$

In ogni trasformatore la relazione tra flusso totale, frequenza, e numero di spire per volt è rappresentato dalla equazione:

$$V_p = 4{,}44 \cdot \Phi_{mass.} \cdot f \cdot n_p \cdot 10^{-8}$$

in cui V_p è la tensione primaria in volt, $\Phi_{mass.}$ il flusso totale del nucleo $= B_{mass.} \times$ sezione del nucleo in cmq. ($B_{mass.}$ per ferro al silicio è uguale a 10.000), f frequenza, n_p numero di spire del primario.

$$n_p = \frac{V_p \cdot 10^8}{4{,}44 \cdot \Phi_{mass.} \cdot f} = \frac{150 \cdot 10^8}{4{,}44 \cdot 10.000 \cdot 5 \cdot 50} = \text{circa } 1325 \text{ spire}$$

Possiamo ora calcolare il numero di spire del primario per 220 e 125 volt

$$n_{p\,125\,volt} = 1.100 \text{ spire} \qquad n_{p\,220\,volt} = 1940 \text{ spire}$$

Calcoliamo ora il numero di spire dei secondari

$$n_{s\,AT} = \frac{420}{150} \cdot 1325 + 5\,\% = 3885 \text{ spire}$$

$$n_{s\,BT} = \frac{4}{150} \cdot 1325 + 5\,\% = 39 \text{ spire}$$

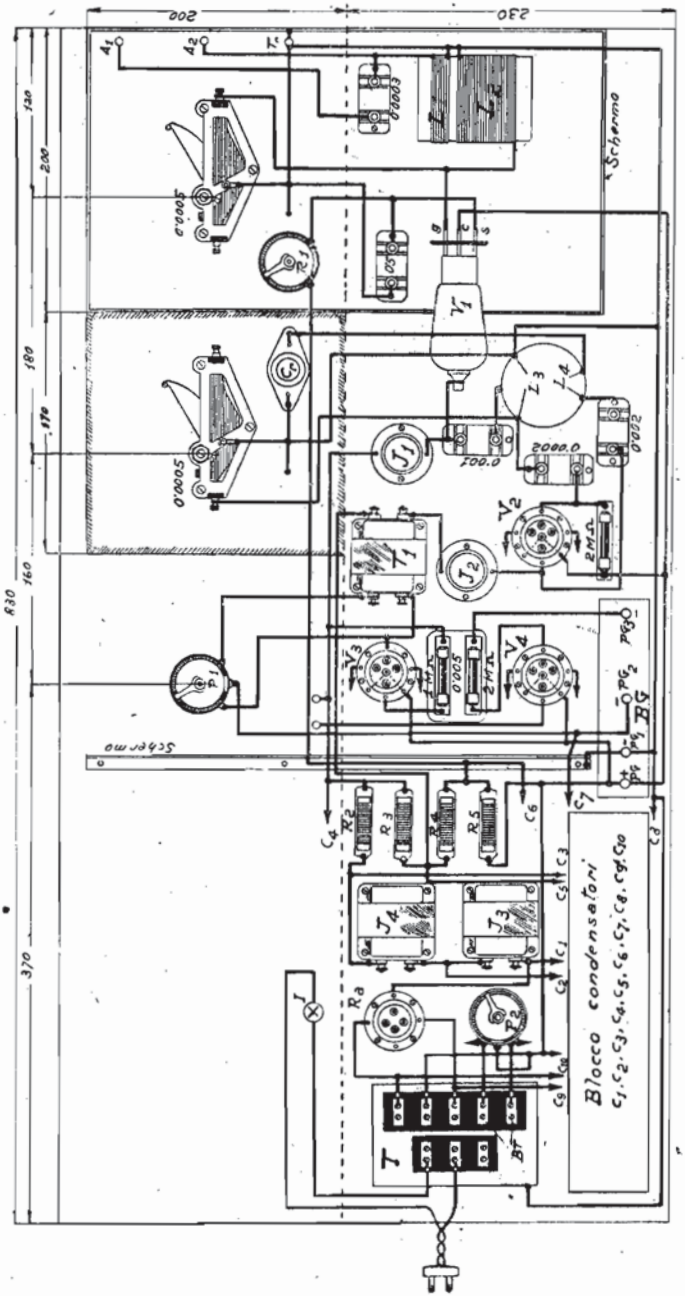


Fig. 519. - Schema costruttivo del ricevitore.

Dobbiamo ora scegliere il diametro dei conduttori per i diversi avvolgimenti e per far ciò occorre determinare l'intensità di corrente che li attraversa. Conosciamo la corrente che passa nei secondari ma ignoriamo la corrente che scorre nel primario.

Abbiamo visto che la potenza complessiva che il trasformatore deve fornire è di 25 watt. Per calcolare la potenza apparente assorbita dal primario occorre tenere calcolo del rendimento del trasformatore che possiamo stimare 80 % e dello spostamento di fase che possiamo prendere:

$$\cos \varphi = 0{,}8$$

$$\text{potenza apparente primario} = \frac{25 \cdot 100}{80 \cdot 0.8} = 39 \text{ VA}$$

Quindi la corrente massima che passa attraverso il primario è di $\frac{39}{125} = 0.31$ ampère.

Il diametro del conduttore può essere trovato con la formula seguente:

$$\text{diametro del primario} = 0.8 \sqrt{0.31} = \text{circa } 0{,}45 \text{ mm.}$$

La corrente efficace che passa nelle due metà del secondario *AT* è metà di quella totale giacchè i due anodi vengono alimentati alternativamente. Quindi.

$$\text{diametro del secondario AT} = 0.8 \sqrt{0{\cdot}014} = \text{circa } 0.1 \text{ mm.}$$

$$\text{diametro del secondario } BT = 0.8 \sqrt{4{,}5} = 1.7 \text{ mm.}$$

Dobbiamo ora calcolare le dimensioni di ingombro degli avvolgimenti, tenendo presente che possiamo servirci di filo smaltato.

1940 spire di filo 0.45 smaltato occupano		5,00 cm²
3885 spire di filo 0.1 smaltato occupano		0.65 cm²
39 spire di filo 1.7-2 cotone occupano		1,56 cm²
	totale	7.21 cm²

Nel lamierino da noi scelto (*) lo spazio disponibile è di 1,75 × 6,0 = 10,50 cm² e quindi perfettamente sufficiente.

I rocchetti vanno avvolti in forma piatta e collocati in modo che il primario si trovi al centro, le due metà del secondario AT a lato e a una estremità il secondario BT. Dalla fig. 520 vediamo che la lunghezza disponibile in senso assiale è di 60 mm. e che la profondità di avvolgimento per ogni bobina deve essere inferiore a 17,5 mm.

Date le dimensioni di ingombro possiamo così ripartire la lunghezza assiale tra i quattro rocchetti.

Primario lunghezza assiale: 3,5 cm.
Secondario AT: 2 × 0,75 cm.
Secondario BT: 1 cm.

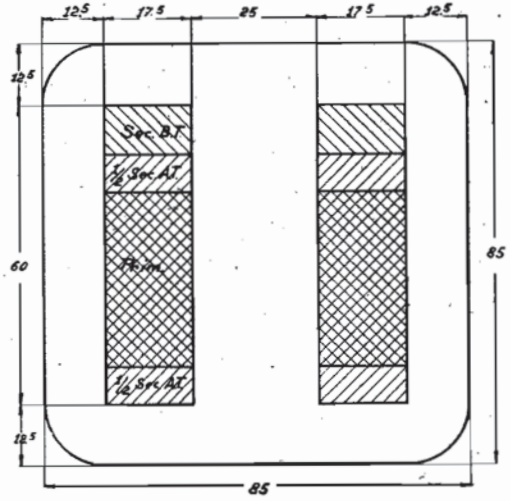


Fig. 520. - Il Trasformatore T.

(1) Lamierino da 25 mm. ; Ditta Vanossi e Fantini - Milano.

Le impedenze livellatrici J_3 e J_4 debbono avere cadauna una impedenza di 30 henry, una resistenza non superiore a 400 ohm (perchè altrimenti la caduta di tensione sarebbe eccessiva e renderebbe insufficiente quella disponibile per il ricevitore) e il loro nucleo deve essere dimensionato in modo da non essere saturato (*).

Esse possono essere avvolte cadauna con 8000 spire di filo 0,25 smaltato su un nucleo come vedesi a fig. 521. I lamierini non vanno alternati di posizione come in un trasformatore, ma collocati in modo che tutti i tratti corti risultano da un lato e quelli lunghi dall'altro in modo che ne risulta un intervallo d'aria.

L'intraferro di circa 0,5 mm. va regolato sino a ottenere l'induttanza voluta e va riempito di una sottile lastrina di ebanite o bachelite. La resistenza di queste impedenze è di circa 300 ohm.

La caduta di tensione attraverso J_3 e J_4 sarà

$$V_3 = 600 \times 0.028 = \text{circa } 17 \text{ volt.}$$

Avremo dunque disponibili 180 — 17 = 163 volt ai capi del partitore, per cui la resistenza R_2 può essere così calcolata:

$$R_2 = \frac{163 - 150}{0.028} = 500 \text{ ohm.}$$

La tensione anodica di V_2 deve essere di 80 volt e perciò R_3 deve causare una caduta di tensione di 150— 80 = 70 volt.

$$R_3 = \frac{70}{0.028 - (0.0035 + 0.00125 + 0.0090)} = \frac{70}{0.01425} = \text{circa } 5000 \text{ ohm.}$$

La tensione della griglia schermante di V_1 può essere di circa 70 volt dato che la resistenza R_1 consente una certa regolazione.

Quindi:

$$R_4 = \frac{10}{0.010} = \text{circa } 1000 \text{ ohm.}$$

$$(R_2 + R_3 + R_4 + R_5)\ 0.010 = 163$$

$$R_2 + R_3 + R_4 + R_5 = 16.300$$

$$R_5 = 16.300 - (500 + 5000 + 1000) = 10000 \text{ ohm circa.}$$

Queste resistenze debbono naturalmente servire per la potenza che debbono dissipare e che può essere calcolata per ogni resistenza moltiplicando il quadrato della corrente per la resistenza:

$$W = I^2 . R.$$

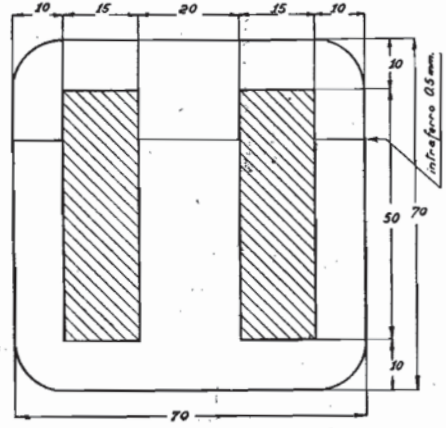


Fig. 521. - Impedenze livellatrici J_3 e J_4.

La fig. 518 mostra lo schema teorico del ricevitore e dell'alimentatore. V_1 è la valvola schermata a riscaldamento indiretto del catodo. V_2 è la valvola rivelatrice in reazione, V_3 è la prima valvola BF e V_4 la valvola finale di potenza.

(*) Lamierino da 20 mm. - Ditta Vanossi e Fantini - Milano.

L'accoppiamento d'aereo è aperiodico e il primario del trasformatore aereo-griglia viene collegato all'aereo direttamente oppure per mezzo di un condensatore di 0.0003 μF se l'aereo è lungo oppure usando la linea di luce come aereo. Il primario è formato di 15 spire 0,5-2 cotone e il secondario di 65 spire 0,5-2 cotone su diametro di 60 mm. (fig. 522).

L'accoppiamento della valvola ad alta frequenza alla valvola rivelatrice avviene mediante un autotrasformatore L_3 il quale consiste di una bobina di 65 spire 0,5-2 cotone su diametro 60 mm. con presa alla 40.ma spira. Il basso rapporto di trasformazione (S/P) è dovuto alla elevatissima impedenza della valvola (830.000 ohm). Questo sistema di accoppiamento ha il grande vantaggio di consentire il collegamento di ambedue i rotori dei condensatori variabili a terra. La valvola E442 richiede un potenziale negativo di griglia di circa 1,5 volt ($-PG_1$).

Nel circuito di placca della valvola V_1 è inserita l'impedenza AF J_1 che deve avere un'onda fondamentale superiore alla massima lunghezza d'onda da ricevere. Per la ricezione delle onde medie (200-550 m.) essa può es-

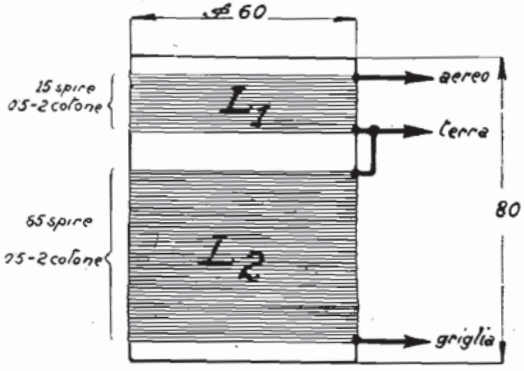


Fig. 522. - Trasformatore di aereo.

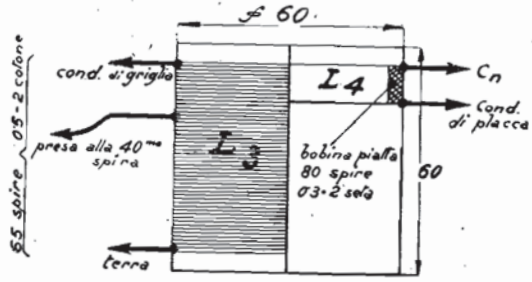


Fig. 523. - Trasformatore intervalvolare.

sere costruita avvolgendo 500 spire filo rame 0,2-2 seta in 6 scanalature distanziate di 5 mm. su un rapporto di diametro di 30 mm.

Internamente all'autotrasformatore L_3 trovasi avvolta la bobina di reazione L_4 in forma di bobina piatta come vedesi a fig. 523, che consta di 80 spire 0,3-2 seta avvolte nello stesso senso.

Il condensatore di reazione Cr è inserito tra la bobina di reazione e la terra. Esso deve avere una capacità di circa 0.00005 μF. Un neutrocondensatore può servire. Usando un piccolo condensatore variabile di 0.0001 μF bisogna diminuire il numero di spire della bobina di reazione.

L'impedenza J_2 è uguale a J_1 e serve a impedire il passaggio dell'alta frequenza nell'amplificatore a bassa frequenza. Il potenziometro P_1 di 0,5 megohm serve a regolare l'intensità di ricezione. Il trasformatore T_1 può avere un rapporto di trasformazione di 1/3.

La valvola V_3 deve essere una valvola ad alta resistenza interna (E430). Essa richiede un potenziale negativo di 3 volt ($-PG_2$).

Volendo avere una maggiore amplificazione si potrebbe usare un secondo accoppiamento per trasformatore ma in tal caso sarebbe necessario usare come valvola finale una che consenta l'applicazione di un potenziale negativo maggiore.

La valvola V_4 è una valvola di potenza finale (F409) che richiede l'applicazione di un potenziale negativo di 9 volt ($-PG_3$).

L'impiego della valvola a griglia schermante richiede uno schermaggio molto scrupolosamente eseguito. Nel nostro caso si tratta d'una scatola di lamierino di rame o alluminio dello spessore di 0,5 mm. provvista di un foro per il bulbo della valvola. La valvola in alta frequenza esige infatti un completo schermaggio della sua placca rispetto alle parti appartenenti al circuito di griglia e perciò lo schermo esterno deve formare come un prolungamento della griglia schermante interna. Occorre inoltre tener presente che il più piccolo aumento della capacità placca-griglia in seguito a cattiva disposizione dei fili conduttori o cause analoghe portano inevitabilmente la valvola in oscillazione e ciò non si può eliminare se non variando la tensione di placca, ossia riducendo il grado di amplificazione e l'efficacia di tutto il ricevitore.

L'alimentatore è separato da uno schermo collegato a terra, ma la cosa più importante è quella di rinchiudere il trasformatore T in una scatola di lamierino di ferro di 1 mm. e di collegarla a terra. In tal modo sarà evitato qualunque brusio di alternata.

I collegamenti di accensione di filamento vanno effettuati per mezzo di treccia flessibile (comune per linee di luce) inferiormente alla basetta.

Invece delle valvole Philips da noi usate per poter fare un esempio pratico si possono anche usare valvole analoghe di altre ditte, ma in tal caso il calcolo va rifatto.

Questo ricevitore può funzionare anche con un piccolo aereo interno di pochi metri e una buona terra e permette la ricezione in altoparlante dei principali diffusori europei.

Parti occorrenti:

2 condensatori variabili di 0.0005 μF; L_1 L_2 1 trasformatore aereo griglia (fig. 522); L_3 L_4 1 trasformatore intervalvolare con bobina di reazione (fig. 523); Cr 1 condensatore di reazione (0.00005 μF); J_1 J_2 2 impedenze AF; R_1 1 reostato di 25.000 ohm; R_2 R_3 R_4 R_5 4 resistenze di diverso valore per corrente di 0.03 ampère; 2 resistenze fisse di 2 megohm; 1 resistenza fissa di 1 megohm; P_1 1 potenziometro di 0,5 megohm; P_2 1 potenziometro di 200 ohm; J_3 J_4 2 impedenze BF di 30 H, 300 ohm, per 0,03 ampère; T_1 1 trasformatore BF 1/3; T 1 trasformatore di potenza con schermo; 1 condensatore fisso di 0.0003 μF; 1 condensatore fisso di 0.001 μF; 1 condensatore fisso di 0.0002 μF; 1 condensatore fisso di 0.005 μF; 1 condensatore fisso di 0.002 μF; 1 condensatore fisso di 0,5 μF; C_1 1 condensatore fisso di 2 μF (per 500 volt); C_2 1 condensatore fisso di 4 μF (per 500 volt); C_3 1 condensatore fisso di 8 μF (per 500 volt); C_4 C_5 C_6 3 condensatori fissi di 2 μF (per 350 volt); C_7 C_8 2 condensat. fissi di 2 μF (per 100 volt); C_9 C_{10} 2 condensat. fissi di 0,1 μF (per 700 volt); Ra 1 tubo a gas inerte Anotron tipo B; V_1 V_2 V_3 V_4 4 valvole a riscaldamento indir. del catodo; 4 zoccoli per valvole a c. a.

23. Ricevitore neutralizzato a 5 valvole: 2 AF, 1 R, 2 BF con soli due comandi per onde da 200 a 550 m.

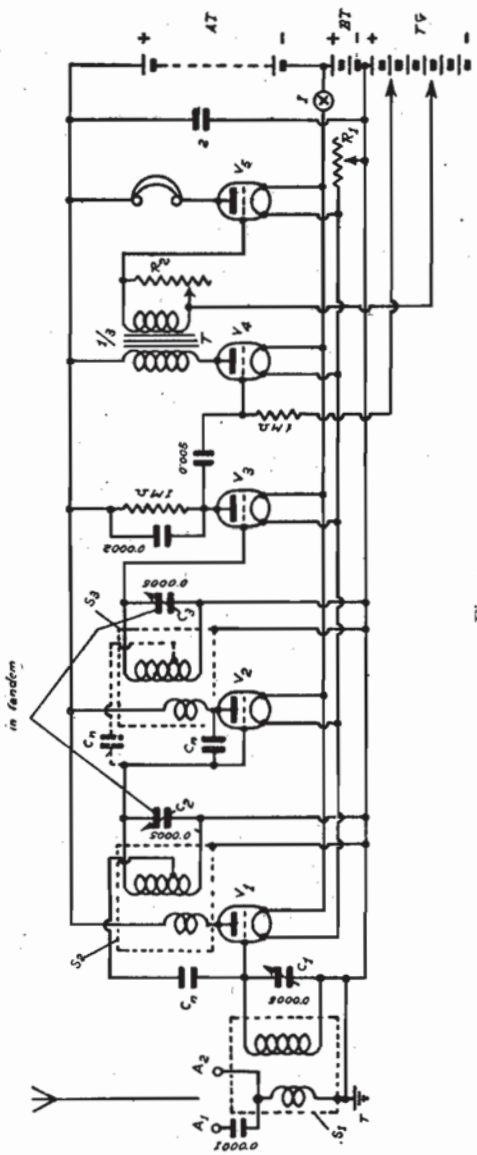


Fig. 524.

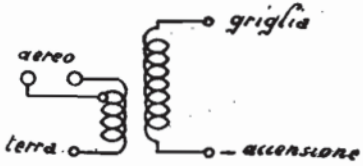


Fig. 525. — Trasformatore d'aereo.
Primario: 20 spire 0.5-2 cotone con presa alla 12ª spira da terra.
Secondario: 60 spire 0.5-2 cotone su Φ 70 mm.

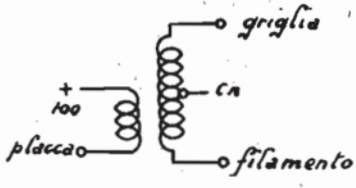


Fig. 526. — Trasformatore intervalvolare.
Primario: 15 spire 0.5-2 cotone.
Secondario: 60 spire 0.5-2 cotone su Φ 70 mm. con presa alla 11ª spira dal filamento.

In questo ricevitore due dei tre condensatori e precisamente C_2 e C_3 sono accoppiati e vengono comandati da una unica manopola ciò che facilita grandemente la manovra.

Per migliorare la qualità di riproduzione la valvola rivelatrice funziona col sistema di rettificazione con corrente di placca ed è accoppiata alla prima valvola amplificatrice *BF* col metodo per resistenza-capacità, mentre le due valvole *BF* sono accoppiate per trasformatore. Nella disposizione da noi seguita si è verificato che per ottenere la neutralizzazione della seconda valvola era necessario collegare il neutrocondensatore in parallelo con la capacità placca griglia della seconda valvola *AF* come si vede nello schema e non come teoricamente dovrebbe essere secondo le linee tratteggiate.

Per ottenere un buon rendimento da questo ricevitore è assolutamente indispensabile usare come rivelatore una valvola di altissima impedenza.

Questo ricevitore consente una purissima ricezione in altoparlante dei principali diffusori Europei.

La sua neutralizzazione avviene nel modo seguente: si spegne l'accensione della prima valvola oppure si stacca l'alimentazione della sua placca portando poi in sintonia il secondo ed il terzo circuito accordato. Quando facendo ciò si avverte l'innesco delle oscillazioni si regola il neutrocondensatore Cn_2 mediante una bacchetta isolante sino ad avere il disinnesco delle oscillazioni. Ottenuto ciò si rimette in funzione la prima valvola portando in sintonia tutti e tre i circuiti accordati. Si regola ora il primo neutrocondensatore Cn_1 in modo che non si verifichi l'innesco delle oscillazioni. Volendo effettuare una neutralizzazione più accurata si procede nel modo se-

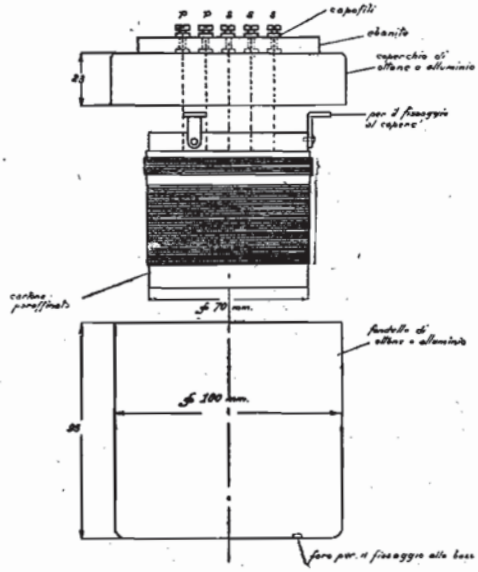


Fig. 527. — Trasformatore ad alta frequenza.
Il numero di spire del secondario deve essere del 30% superiore a quello dello stesso trasformatore non schermato.

guente. Un ondametro a cicalina oppure un generatore eterodina modulato viene accoppiato al circuito d'aereo in modo da avere una forte intensità di suono nella cuffia, quando l'apparecchio è sintonizzato, ma nessuna influenza diretta sui circuiti accordati. Per ottenere quest'ultima condizione bisogna portare l'ondametro — alla cui induttanza viene avvicinato il filo che collega l'apparecchio ricevente alla terra — in una posizione tale che, staccato aereo e terra dall'apparecchio, il segnale sparisce. Si procede quindi alla neutralizzazione della prima valvola spegnendo l'accensione del suo filamento oppure staccando l'alimentazione della sua placca, regolando poi la capacità del primo neutrocondensatore sino ad avere un netto minimo del suono. Ottenuto ciò si rimette in funzione la prima valvola e si ripete il procedimento colla seconda. E' opportuno eseguire la neutralizzazione con un'onda che corrisponda a valori piccoli dei condensatori variabili.

Se non si riesce ad ottenere un minimo del suono della cicalina regolando il neutrocondensatore ciò può dipendere dalle seguenti cause: capacità parassitarie prodotte da collegamenti mal disposti che si sommano alla capacità interna della valvola oppure a quella del neutrocondensatore impedendo in tal modo di raggiungere il rapporto tra queste capacità che occorre per l'equilibrio del collegamento a ponte, accoppiamenti induttivi tra i trasformatori, collegamenti errati dei trasformatori, difetti dei trasformatori.

Parti occorrenti: 3 valvole media impedenza (V_1 V_2 V_4); 1 valvola altissima impedenza (V_3); 1 valvola di potenza V_5; 5 zoccoli antifonici per valvole; 1 condensatore variabile 0.0005 μF; 1 condensatore doppio (C_2 C_3) di 0.0005 μF cad.; 3 trasformatori *AF*

schermati; 2 neutrocondensatori; 1 reostato; 1 trasformatore *BF* ($^1/_5$); 2 resistenze 1 MΩ; 1 condensatore fisso di 0.005 μF; 1 condensatore fisso di 0.0002 μF; 1 condensatore fisso di 2 μF; 3 serrafili; 1 batteria di accensione; 1 batteria o alimentatore di placca; 1 batteria di griglia; 1 interruttore; 1 resistenza variabile di 500.000 ohm; 1 cassetta con pannello e basetta.

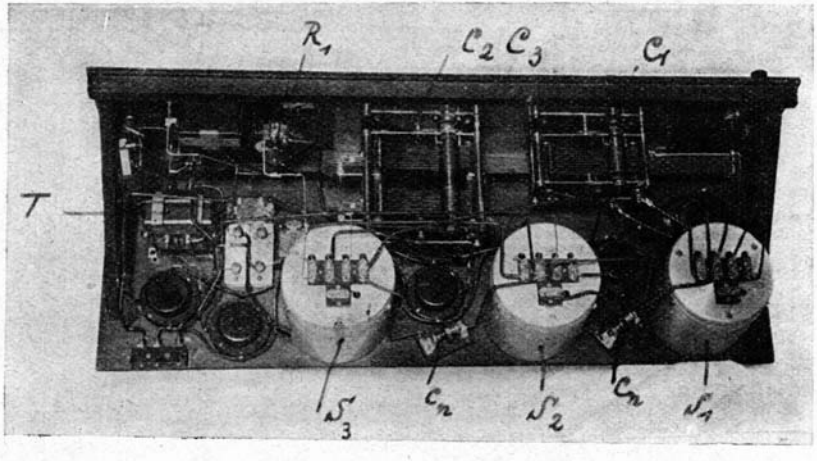


Fig. 528. - Interno del ricevitore N. 23.

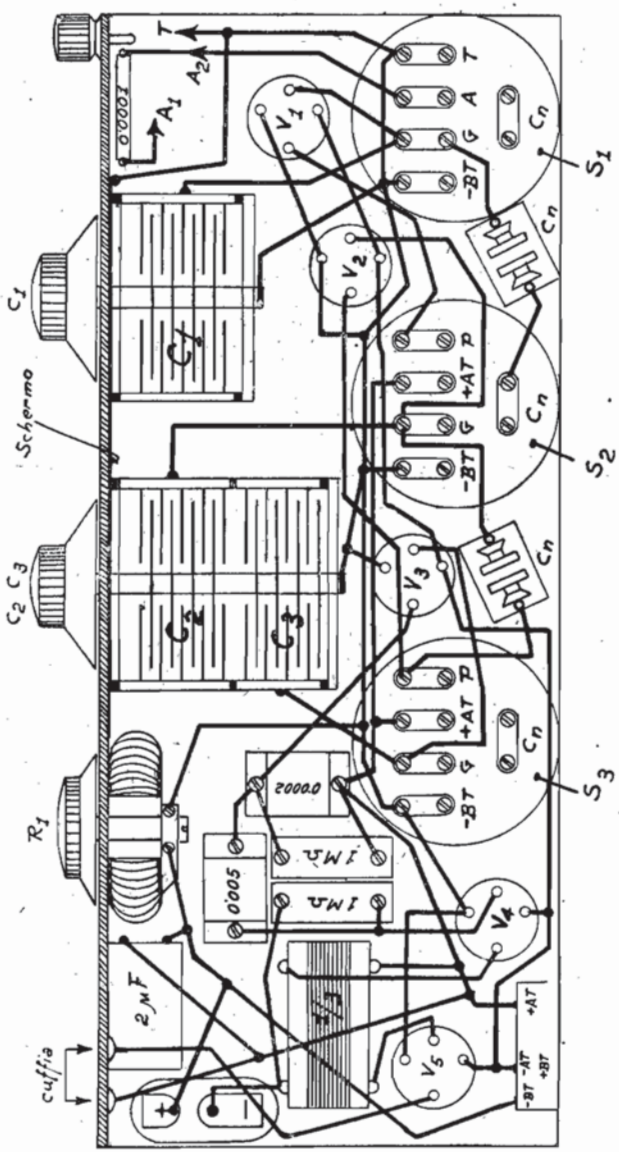


Fig. 529. — Schema costruttivo del N. 23.

24. Ricevitore neutralizzato a 5 valvole c. a.: 2 AF, 1 R, 2 BF a comando unico (per onde da 200 a 550 m.).

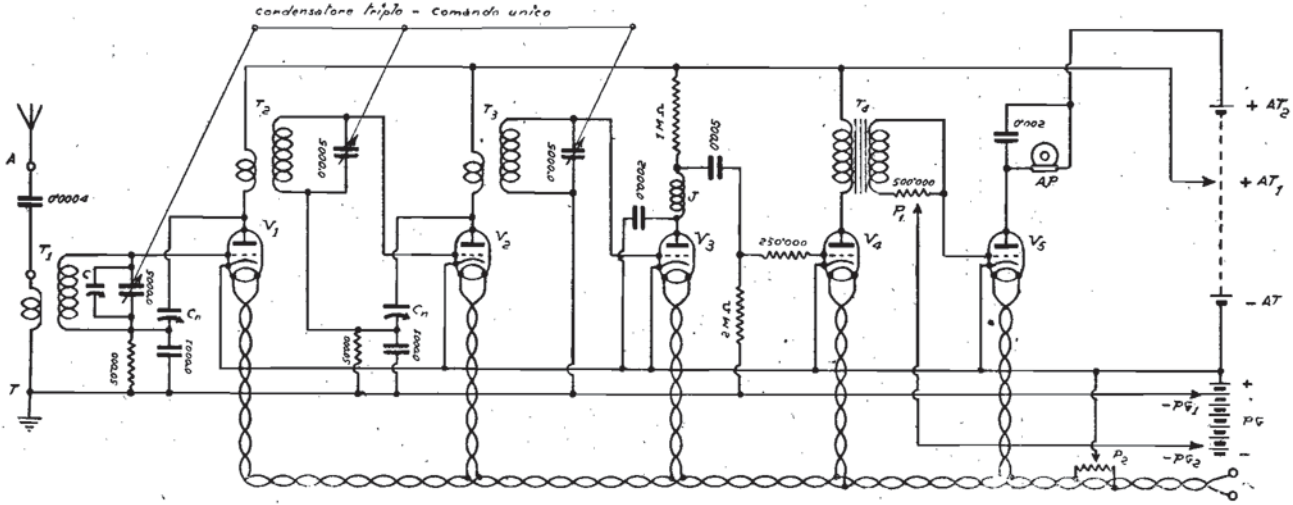
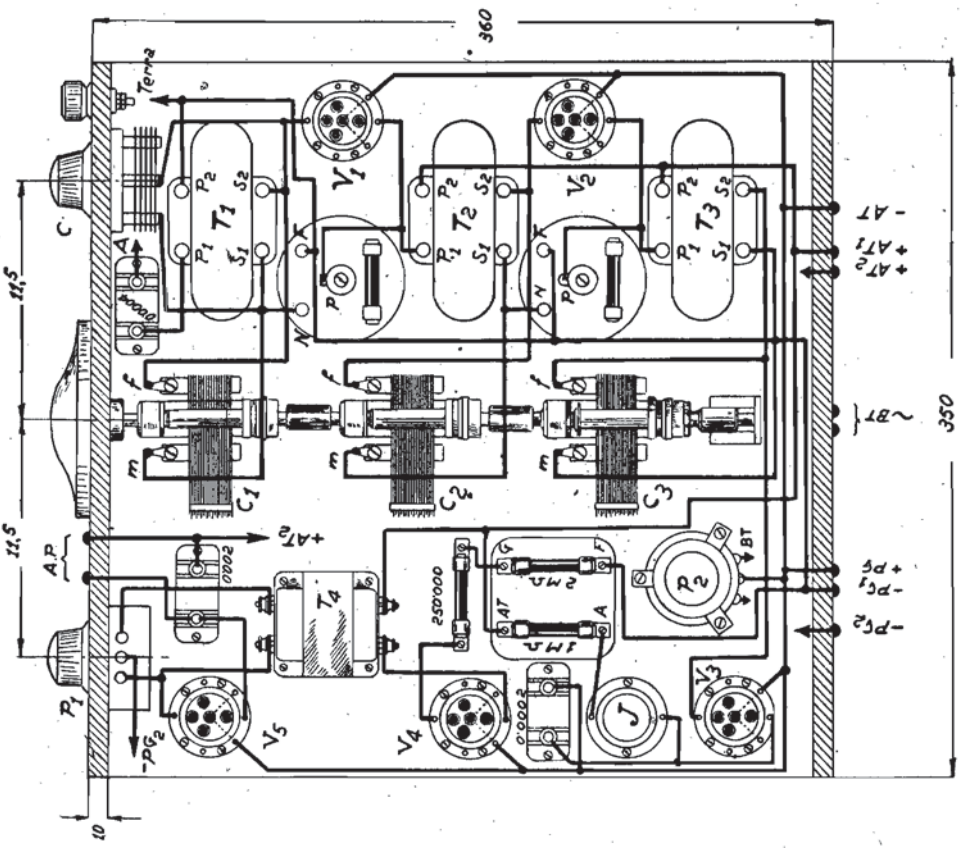


Fig 530 - Schema teorico del ricevitore.

Questo ricevitore ha i seguenti pregi:
1) alimentazione di filamento, griglia e placca con corrente alternata e quindi con un unico alimentatore.
2) comando unico con due valvole ad alta frequenza.
3) neutralizzazione molto semplice dell'alta frequenza.
4) nessuna necessità di schermaggio grazie all'uso di avvolgimenti toroidali.
5) massima semplicità nella costruzione.


360
350
Terra
C
A
A.P
P1
P2
T1
T2
T3
T4
V1
V2
V3
V4
V5
C1
C2
C3
J
11,5
11,5
10
-AT
+AT1
+AT2
~BT
+PG
-PG1
-PG2
+AT2
-PG2
BT
AT
2MA
1MA
250'000
2'000
2'000
2'000

Il condensatore del primo circuito accordato di griglia ha in derivazione un piccolo condensatore a verniero *C* la cui capacità è di circa 0.0001 μF, che consente una regolazione più precisa del circuito di entrata che di solito è la più critica e dipende anche dalle dimensioni e dalla ubicazione dell'aereo. Mentre quindi si ha il vantaggio del comando unico perchè questo basta per la ricerca delle stazioni, è possibile usare il ricevitore con qualunque aereo e ottenere una sintonia molto precisa.

Gli avvolgimenti toroidali rendono superfluo lo schermaggio ciò che semplifica notevolmente la costruzione e permette anche di risparmiare molto spazio. La costruzione dei trasformatori toroidali è tutt'altro che facile e quindi converrà acquistarli. Invece dei trasformatori toroidali può essere usato qualuque avvolgimento purchè schermato per evitare dannosi accoppiamenti induttivi oppure anche avvolgimenti non schermati ma di piccolo diametro disposti a 90°.

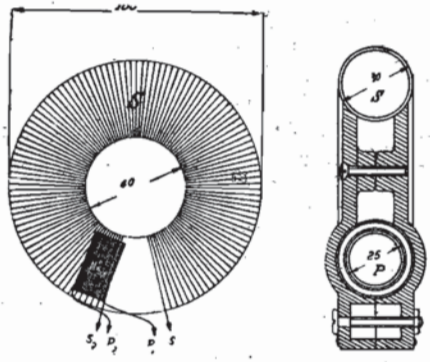


Fig. 532 - Trasformatore AF ad avvolgimento toroidale per onde da 250 a 600 m.

P = 60 spire filo 0,4-2 seta diametro 25 mm. a tre strati. S = 240 spire filo 0.9-2 seta su diametro 30 mm.

Nel condensatore triplo i complessi di placche dei singoli condensatori debbono essere ben spaziati per evitare dannosi effetti capacitivi (almeno 5 cm.).

La neutralizzazione della parte ad alta frequenza avviene col sistema Difarad che consente di usare avvolgimenti comuni senza presa intermedia.

Il potenziometro P_1 di 500.000 ohm serve a regolare l'intensità di suono e regolando P_2 (di 400 ohm) si trova un punto in cui il brusio di alternata è un minimo.

I conduttori della corrente alternata trovansi inferiormente alla basetta e sono di filo di ottone quadro di sezione di 2,5 × 2,5 mm.; non conviene usare filo più sottile perchè tali conduttori devono pertare circa 5,5 ampère Tutto il resto del ricevitore è collegato con filo ottone quadro sbiancato di 1 × 1 mm.

Mentre nello schema costruttivo tutti i componenti sono montati superiormente alla basetta, dalle fotografie risulta che la bobina di impedenza *J* e i tre condensatori fissi di 0.0004, 0.0002 e 0.002 μF trovansi inferiormente alla basetta. Ciò è stato fatto per rendere più chiaro lo schema costruttivo ed evitare di fare due viste della basetta una per la parte superiore e una per la parte inferiore.

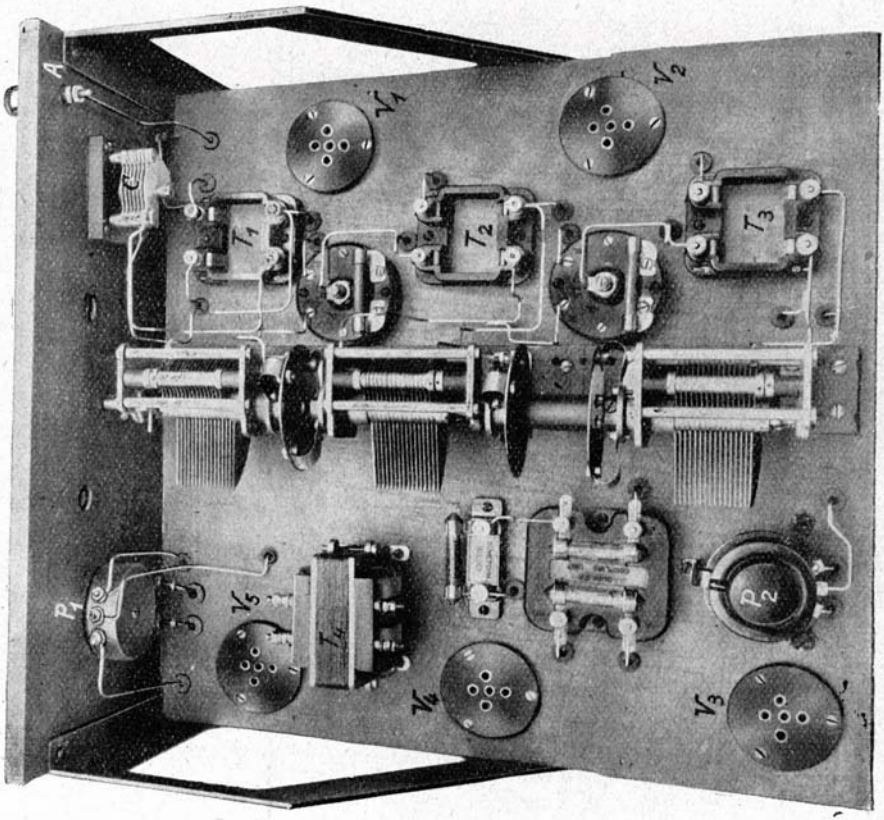


Fig. 533. Veduta dell'alto del ricevitore.

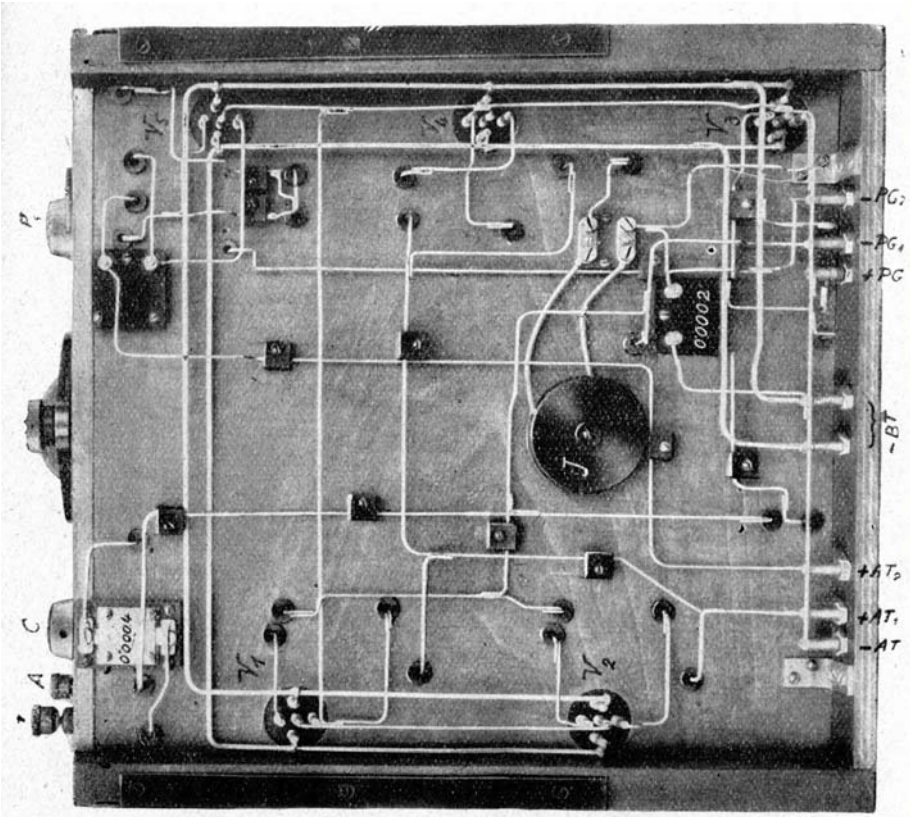


Fig. 534 - Veduta della basetta dal basso.

Le tensioni di griglia e di placca debbono essere naturalmente quelle prescritte per le valvole usate, PG_1 deve essere circa 4 volt per AT_1 uguale a 100 volt.

Tutte le tensioni, compresa la corrente alternata per l'alimentazione dei filamenti, possono essere fornite da un alimentatore unico oppure da un comune alimentatore di placca e di griglia e da un trasformatore di circa 30 watt il cui primario deve essere costruito per la tensione della rete e il secondario deve dare 3,5 - 4 volt.

Parti occorrenti:

1 condensatore triplo di 0.0005 μF
C 1 condensatore a verniero di 0.0001 μF
T_1 T_2 T_3 3 trasformatori toroidali per onde medie
2 complessi stabilizzatori
1 trasformatore BF ¼
P_1 1 potenziometro 500.000 ohm
1 manopola a demoltiplicazione per condensatore triplo
P_2 1 potenziometro 400 ohm
1 complesso per accoppiamento resistenza-capacità (resistenze di 1 megohm e 2 megohm, e 1 condensat. fisso di 0.005 μF).
1 resistenza fissa di 250.000 ohm
1 condensatore fisso di 0.0004 μF
1 » » di 0.0002 »
1 » » di 0.002 »
5 zoccoli portavalvole a 5 bussole
J 1 impedenza ad alta frequenza
1 basetta legno spessore 10 mm. 350 × 360 mm.
1 pannello legno spessore 10 mm. 350 × 160 mm.
1 striscia bussole serrafili bachelite 300 × 20 mm.
1 cassetta legno
2 squadre di ottone
1 alimentatore di placca e griglia
1 trasformatore di tensione 30 watt per l'accensione (Primario tensione della rete - Secondario 3,5 - 4 volt)
5 valvole c.a.

25. Ricevitore a 5 valvole c. a.: 2AF schermate, 1 R, 2BF con alimentatore di filamento griglia e placca e altoparlante elettrodinamico (per onde da 200 a 550 m.).

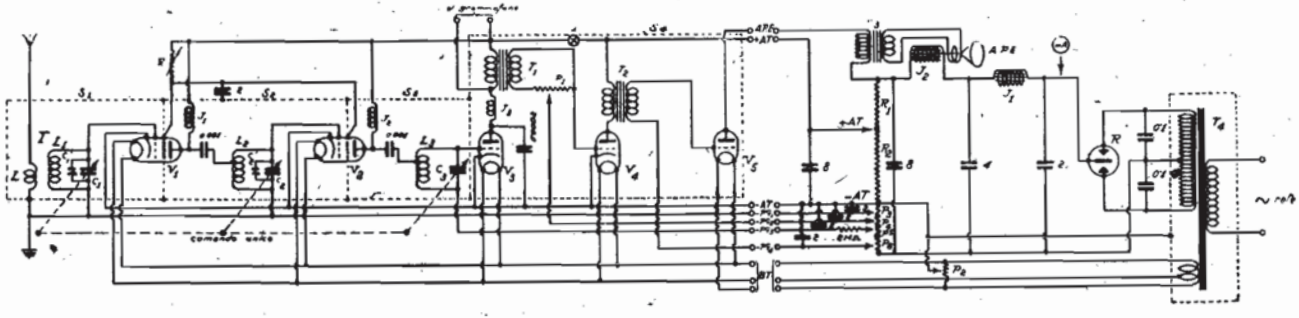


Fig. 535. - Schema teorico del ricevitore e dell'alimentatore.

Questo ricevitore è costituito da due valvole amplificatrici AF con griglia schermante V_1 e V_2, di una valvola rivelatrice con corrente di placca V_3, di due valvole amplificatrici BF V_4 e V_5 di cui l'ultima V_5 di grande potenza per alimentare un altoparlante elettrodinamico. Tutte le tensioni di placca, di griglia e di filamento vengono ottenute per mezzo di un alimentatore dalla rete di corrente alternata. L'apparecchio consente anche l'attacco a un pick-up fonografico funzionando così come solo amplificatore a bassa frequenza.

Sarà bene dire subito che l'amplificazione ottenuta con questo circuito è nettamente superiore a quella di qualsiasi altro circuito usante lo stesso numero di valvole non schermate per l'amplificazione ad alta frequenza. Però per ottenere la stabilizzazione dell'apparecchio è *assolutamente* indispensabile eseguire lo schermaggio come vedesi nello schema teorico di fig. 535 e in quello costruttivo di fig. 536. Ogni stadio ad alta frequenza deve essere racchiuso in una scatola metallica di alluminio dello spessore di 1 mm. circa, accuratamente chiusa con un coperchio asportabile. I fori di passaggio per le valvole, per l'asse del condensatore e per i collegamenti debbono essere più piccoli che sia possibile. Sono assolutamente indispensabili le scatole di schermaggio S_1 S_2 S_3. La scatola S_4 contiene tutta la parte amplificatrice BF e benchè non strettamente indispensabile è però conveniente per impedire una influenza dell'alimentatore sui trasformatori BF e quindi serve praticamente a evitare che si renda audibile il brusio dell'alternata.

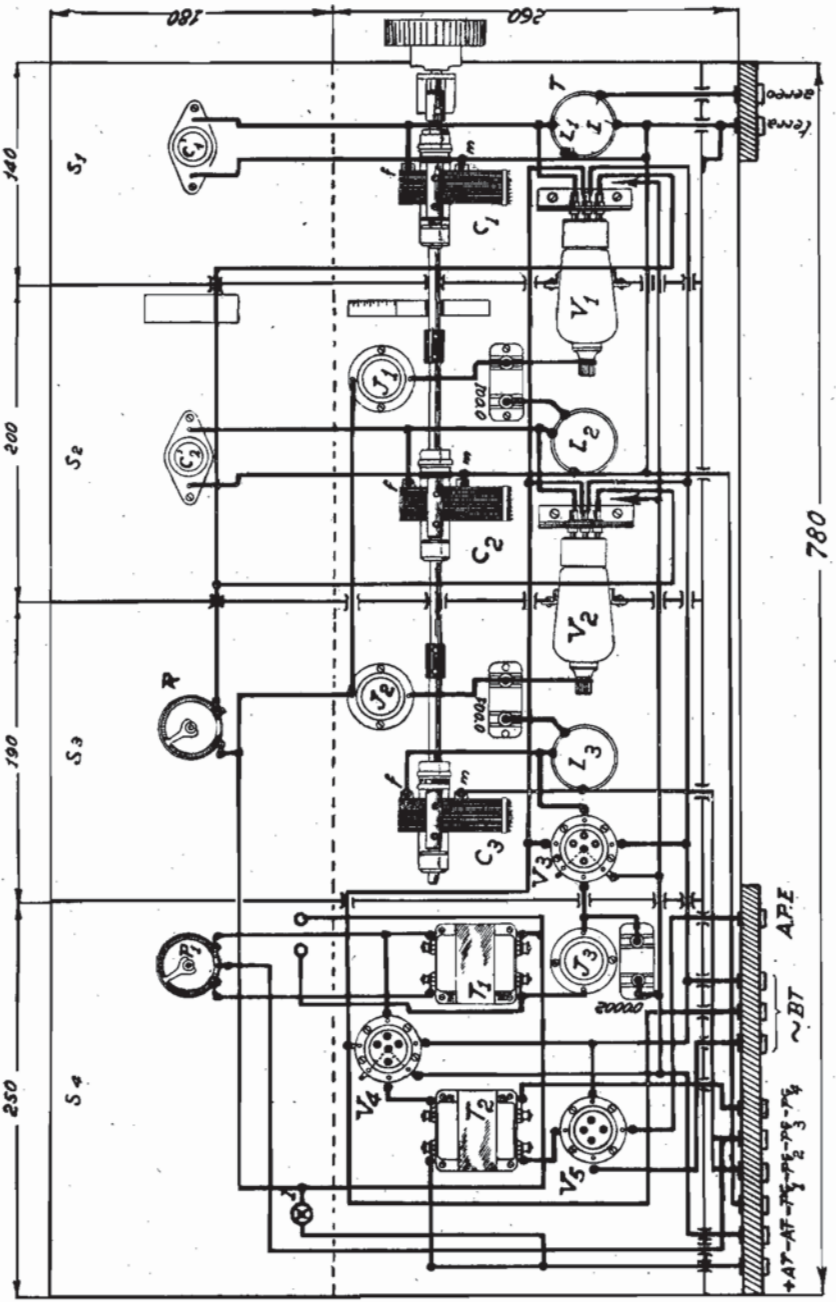


Fig. 536. - Schema costruttivo del ricevitore.

Esaminando lo schema di fig. 535 vediamo che l'accoppiamento di aereo è aperiodico. Come aereo basta una piccola antenna interna di 5 metri di lunghezza.

Il trasformatore aereo-griglia T (fig. 537) è costituito da un primario L di 23 spire filo 0,5-2 seta e da un secondario L_1 di 100 spire filo 0,5-2 seta su diametro 40 mm.

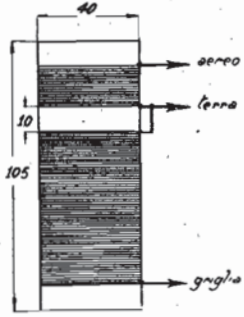


Fig. 537. - Trasformatore aereo-griglia.

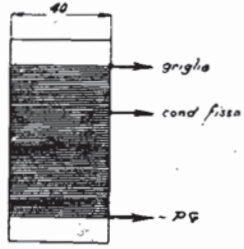


Fig. 538. - Autotrasformatore intervalvolare.

L'accoppiamento della valvola V_1 alla valvola V_2 e della valvola V_2 alla valvola V_3 avviene mediante i circuiti accordati L_2 C_2 e L_3 C_3 con presa intermedia. La corrente continua che alimenta la placca delle valvole V_1 e V_2 passa attraverso le impedenze AF J_1 e J_2 mentre i condensatori di 0.001 ne impediscono il passaggio al circuito accordato di placca, consentendo invece il passaggio delle correnti ad alta frequenza. Questa disposizione permette di collegare i rotori dei due primi condensatori variabili alla terra.

Le induttanze L_2 e L_3 sono avvolte con 100 spire filo rame 0,5-2 seta su diametro di 40 mm. Il punto in cui si effettua la presa intermedia per il collegamento al circuito di placca della valvola ad alta frequenza determina il rapporto dell'autotrasformatore. Generalmente conviene adottare il rapporto $P : S = 1 : 1,4$. Quindi si effettuerà per il condensatore di 0.001 μF una presa alla 70.ma spira come si vede a fig. 538.

Naturalmente è possibile usare questo ricevitore anche per le onde lunghe intercambiando gli avvolgimenti AF; tuttavia noi non crediamo di consigliarlo perchè ciò comporta maggiori difficoltà nella costruzione degli avvolgimenti mentre effettivamente oggi le stazioni a onda lunga presentano un limitato interesse. Anche per le onde corte data la grande capacità dei condensatori variabili questo apparecchio non è facilmente adattabile.

Le impedenze J_1, J_2 debbono avere una induttanza di circa 6000 μH e una piccola self-capacità. Esse possono essere avvolte con 500 spire filo rame 0,2-2 seta in 6 scanalature distanziate di 5 mm. su un supporto di diametro di mm. 30. Ciò che importa è che la onda fondamentale di questa impedenza sia superiore alla massima lunghezza d'onda da ricevere e che essa abbia una piccola self-capacità.

La impedenza J_3 è una comune impedenza AF e può essere acquistata sul mercato. Essa può essere costruita nello stesso modo come J_1 e J_2.

I condensatori C_1 C_2 e C_3 hanno ciascuno una capacità di 0.0005 μF e sono meccanicamente connessi in modo assiale in modo che ne risulta un comando unico. I sistemi girevoli di C_1 e C_2 sono entrambi collegati alla terra e perciò il manicotto che li accoppia può essere metallico, mentre il sistema girevole di C_3 è a un potenziale differente e perciò deve essere collegato mediante un manicotto isolante. C_1 e C_2 hanno ciascuno in derivazione un piccolo condensatore variabile di piccolissima capacità (circa 0.00005 μF) per consentire una messa a punto più precisa della sintonia.

Le valvole ad alta frequenza debbono essere montate come si vede nella fig. 536 in modo cioè da passare attraverso apposita apertura dello schermo. Benchè nello schema

costruttivo di fig. 536 i collegamenti dei filamenti siano segnati visibili, essi debbono essere fatti passare sotto la base dello schermo per evitare che provochino accoppiamenti tra stadio e stadio.

La tensione di placca delle valvole schermate deve essere di circa 150-200 volt, quella della griglia schermante di 60-100 volt. Quest'ultima può essere ottenuta mediante una presa speciale sul partitore dell'alimentatore, ma nel nostro caso questa tensione viene ottenuta da quella stessa che serve per le placche provocando una caduta di tensione di circa 100 volt attraverso la resistenza variabile R di 50.000 ohm. Questa resistenza permette una regolazione continua del potenziale dello schermo della valvola ossia una messa a punto molto utile giacchè in tal modo il circuito può essere portato vicinissimo al punto di oscillazione dando il massimo di amplificazione. Questa resistenza non produce rumori fastidiosi se si ha cura di sceglierla di buona costruzione.

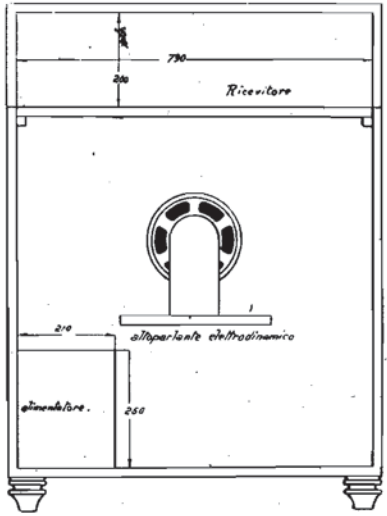


Fig. 539. - Disposizione completa delle parti dell'apparecchio.

L'impedenza J_3, pur non essendo strettamente indispensabile, è però molto utile per impedire che correnti ad alta frequenza passino nell'amplificatore a bassa frequenza col risultato di pregiudicare la qualità di riproduzione. Avviene infatti che l'alta frequenza raggiunga i conduttori che vanno all'altoparlante e questi agendo come un piccolo aereo cedono una parte di questa energia AF al circuito d'aereo, e tale energia attraversando il ricevitore viene amplificata parecchie migliaia di volte.

La valvola V_3 funziona come rettificatrice di placca e perciò il suo potenziale di griglia è molto critico per ottenere i migliori risultati. Conviene usare qui una valvola di media impedenza e con una tensione anodica di 150 volt sarà necessario un potenziale di griglia di — 4,5 a — 9 volt. Nel circuito di placca di V_3 trovasi inserito il trasformatore BF T_1 il cui primario può essere collegato al pick-up fonografico escludendo la tensione anodica delle tre prime valvole mediante l'interruttore I. Invece di usare due bussole e l'interruttore sarebbe molto conveniente servirsi di un jack mediante il quale, inserendo il pick-up, viene automaticamente interrotta la corrente anodica. Date le elevate intensità di corrente in giuoco non conviene interrompere l'alimentazione dei filamenti delle tre prime valvole V_1 V_2 e V_3.

Il potenziometro P_1 di 500.000 ohm collegato in derivazione col secondario di T_1 serve a regolare l'intensità di ricezione.

La valvola V_4 è una valvola di media impedenza alla cui griglia va applicato un potenziale negativo di 4,5 volt.

I trasformatori T_1 e T_2 devono essere di ottima costruzione e di rapporto 1/3-1/5. Essi devono essere costruiti in modo da consentire una sufficiente riproduzione delle note basse. L'uso dell'accoppiamento per resistenza-capacità non è conveniente da una parte perchè nell'alimentazione con corrente alternata esso dà facilmente il disturbo noto

come *motorboating* e inoltre perchè avendo l'altoparlante elettro-dinamico una certa tendenza a esaltare le note basse con l'uso dei trasformatori BF che amplificano meglio le note alte si ristabilisce un certo equilibrio tra suoni alti e bassi.

L'ultima valvola deve essere una valvola della potenza di circa 10 watt e quindi occorre una piccola valvola di trasmissione che richiede una tensione anodica di 300-400 volt.

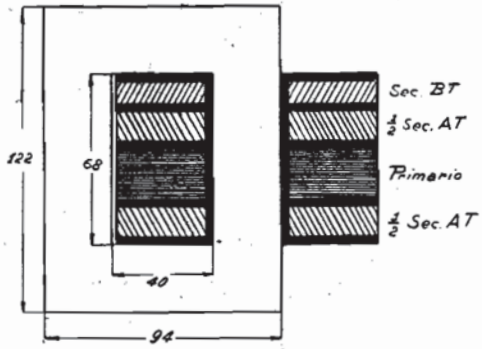


Fig. 540. - Il Trasformatore T_4.

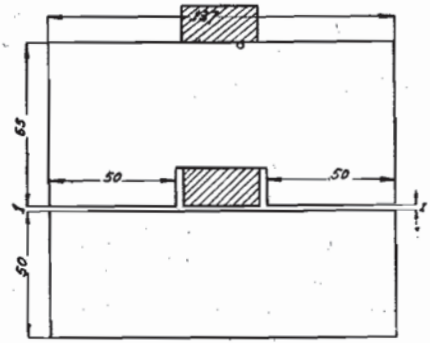


Fig. 541. - L'impedenza BF J_1.

L'alimentazione dell'apparecchio viene effettuata esclusivamente dalla rete. L'alimentatore fornisce la tensione di placca per l'ultima valvola, la tensione AT per le prime quattro (V_1 V_2 V_3 V_4) la tensione di griglia (PG_1 PG_2 PG_3 PG_4) per le diverse valvole, la tensione di 4 volt per il filamento e quella di 7 volt per il filamento dell'ultima valvola di potenza. Inoltre l'alimentatore alimenta il campo dell'altoparlante elettrodinamico essendo l'avvolgimento di campo usato come impedenza del filtro. La corrente totale d'alimentazione delle cinque valvole è di circa 50 mA. (V_1 V_2 V_3 V_4 hanno una corrente anodica normale di 4 mA cadauna e V_5 di 30 mA con 350 volt di placca e 15-20 di griglia) e questa è appunto l'intensità di corrente necessaria per alimentare l'avvolgimento di campo dell'altoparlante elettrodinamico. La valvola R è una *Anotron* tipo C capace di dare 500 volt e 200 mA. La caduta di tensione attraverso l'avvolgimento di campo dell'altoparlante A.P.E. è di circa 110 volt (per una corrente di 50 mA) il che significa che deducendo la caduta di tensione attraverso J_1 (300 ohm $\times$ 0.050 ampère = 15 volt) e J_2 rimangono

disponibili 500 — (110 + 15) = 375 volt di cui 25 servono per ottenere la caduta di tensione necessaria per ricavare i potenziali di griglia e 350 servono per l'alimentazione anodica della valvola di potenza. La tensione anodica per

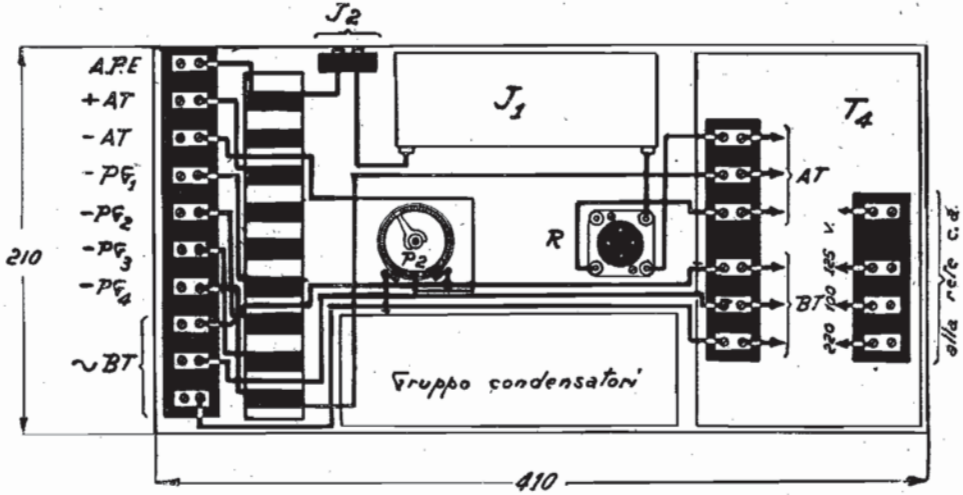


Fig. 542. - Schema costruttivo dell'alimentatore (per chiarezza sono omessi i collegamenti dei condensatori).

le valvole V_1, V_2, V_3 e V_4 è di 150 volt e essa viene ottenuta mediante la caduta di tensione di 200 volt nella resistenza R_1 che deve essere di:

$$\frac{200}{0.016 + 0.015} = \text{circa } 6000 \text{ ohm}$$

R_2 deve essere di 15000 ohm. I potenziali di griglia vengono ottenuti mediante i potenziometri P_3, P_4 P_5 e P_6 rispettivamente di 50, 100, 100, 600 ohm. I condensatori del filtro devono essere provati a tensioni di almeno 1000 volt.

Volendolo si possono naturalmente usare batterie di pile per ottenere i potenziali di griglia nel qual caso si ottiene un aumento della tensione disponibile di placca e si eliminano alcune difficoltà.

Con una tensione anodica di 150 volt le valvole schermate V_1 e V_2 richiedono un potenziale di griglia di — 1 a — 2 volt, V_3 di — 6 volt, V_4 di — 4,5 volt, V_5 con la tensione di 350 volt richiede un potenziale di griglia di — 25 volt circa. Variando la resistenza di R_2 ci è data la possibilità di variare in ampi limiti la corrente di alimentazione di campo dell'altoparlante elettrodinamico.

Tale corrente può essere controllata inserendo un milliamperometro con scala fino a 100 mA nel positivo dell'alimentatore (vedi schema teorico). Le eventuali batterie di griglia possono essere comodamente collocate nel mobile che contiene il ricevitore, l'altoparlante e l'alimentatore (fig. 539).

L'altoparlante è del tipo per 110 volt corrente alternata raddrizzata per il quale occorre come già abbiamo detto una corrente di alimentazione di 40-90 mA. Esso viene fornito completo del trasformatore riduttore T_3.

Il trasformatore T_4 deve avere tre prese al primario per 125, 150, 220 volt e deve dare 1000 volt e 0.030 ampère al secondario per l'alta tensione e 7 volt e 5 ampère al secondario per la bassa tensione. La sezione del nucleo è di 2,7 × 2,7 cm., il primario ha 1720 spire (per 220 volt) filo rame 0,5 smaltato con presa alla 1175.ma spira (per 150 volt) e alla 980.ma spira (per 125 volt). Il secondario per l'alta tensione ha 8200 spire filo rame 0,15-2 seta avvolte in due sezioni simmetriche rispetto al primario. Il secondario per la bassa tensione ha 58 spire filo rame 1,8-2 cotone. La potenza assorbita dal primario è di 50 watt circa.

Parti occorrenti:

C_1 C_2 C_3 3 condensatori variabili 0.0005 μF; C_1 C_2 2 condensatori regolabili di 0.00005 μF; T 1 trasformatore aereo griglia; L_2 L_3 2 induttanze con presa intermedia; J_1 J_2 J_3 3 impedenze AF; 2 condensatori fissi di 0.001 μF; 5 condensatori fissi di 2 μF; 1 condensatore fisso di 0.0002 μF; 1 condensatore fisso di 2 μF (700 volt); 1 condensatore fisso di 4 μF (700 volt); 1 condensatore fisso di 8 μF (700 volt); 2 condensatori fissi di 0.1 μF (1500 volt); T_1 T_2 2 trasformatori BF; A. P. E. 1 altoparlante elettrodinamico; P_1 1 potenziometro 500.000 ohm; P_2 1 potenziometro 200 ohm; P_3 1 potenziometro 50 ohm (50 mA); P_4 P_5 2 potenziometri 100 ohm (50 mA); P_6 1 potenziometro 600 ohm (50 mA); R 1 resistenza variabile 50.000 ohm; R_1 1 resistenza fissa 6000 ohm (30 mA); R_2 1 resistenza fissa 15000 ohm (15 mA); J_1 1 impedenza (100 mA 30 H); T_4 1 trasformatore 50 watt; V_1 V_2 2 valvole AF schermate c. a.; V_3 V_4 2 valvole c. a.; V_5 1 valvola di potenza (5-10 watt); R 1 tubo raddrizzatore 500 V - 100 mA.

26. Ricevitore supereterodina a 8 valvole (per onde da 200 a 550 m.).

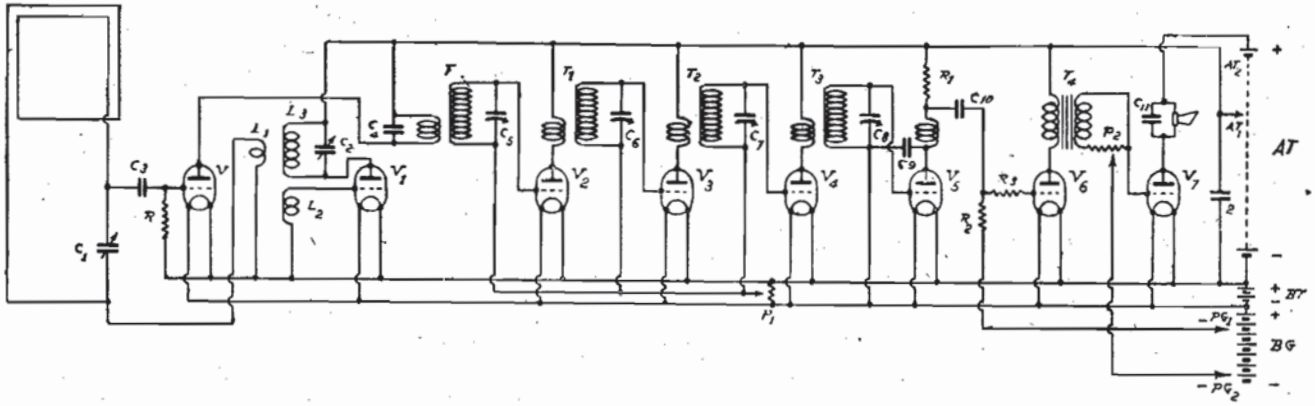


Fig. 543 - Schema teorico del ricevitore.

Per quanto riguarda il funzionamento teorico di questi ricevitori vedasi il capitolo « Ricevitori Supereterodina ».

Questo ricevitore consente di ricevere in altoparlante i principali diffusori europei. Il rendimento dipende essenzialmente dall'efficienza dell'amplificatore di frequenza intermedia. Questa si ottiene sintonizzando tutti i circuiti oscillanti esattamente sulla stessa lunghezza d'onda. Tale operazione può essere effettuata empiricamente regolando il condensatore regolabile di ogni circuito accordato dell'amplificatore *MF* mentre si riceve un diffusore lontano sino ad ottenere il massimo dell'amplificazione. Più esattamente può essere effettuata accordando ogni circuito separatamente alla stessa lunghezza d'onda col metodo di assorbimento usando una eterodina.

Il buon funzionamento dell'amplificatore *MF* può essere constatato girando il potenziometro verso il meno della bassa tensione, perchè allora devono innescarsi le oscillazioni in tutte le valvole contemporaneamente.

Parti occorrenti:

C_1 condensatore variabile di 0,0005 μF.
C_2 condensatore variabile di 0,0005 μF.
C_3 condensatore fisso di 0,0002 μF.
C_4 condensatore fisso di 0,001 μF.
C_5 C_6, C_7, C_8 condensatori regolabili a mica di 0,0003 μF.
C_9 condensatore fisso di 0,0002 μF.
C_{10} condensatore fisso di 0,005 μF.
C_{11} condensatore fisso di 0,002 μ F.
R resistenza fissa di 2 megohm:
R_1 resistenza fissa di 1 megohm.
R_2 resistenza fissa di 2 megohm.
R_3 resistenza fissa 100·000 ohm.
P_1 potenziometro 200 ohm.
P_2 potenziometro di 0·5 megohm.
F trasformatore - filtro di frequenza intermedia.

Oscillatore per onde medie (200-550 m.): (vedi fig. 544)

L_1 = 2 spire 0,5-2 cotone su diam. 70 mm.
L_2 = 25 spire 0,5-2 cotone su diam. 70 mm.
L_3 = 60 spire 0·5-2 cotone su diametro 70 mm.
J impedenza AF.

Cambiando il telaio (vedi dati a pag. 237) e l'oscillatore, questo ricevitore può servire tanto per le onde medie come per le onde lunghe.

T_1 T_2 T_3 trasformatori di frequenza intermedia.
T_4 trasformatore a bassa frequenza rapporto $^1/_5$ circa.
V V_1 V_2 V_3 V_4 V_6 valvole di media impedenza (10000 a 20000 ohm).
V_5 valvola di altissima impedenza (20000 - 30000 ohm).
V_7 valvola a forte emissione a bassa impedenza (2000 a 5000 ohm).

Occorrono inoltre: 1 batteria di accensione; 1 batteria o alimentatore di placca; 1 batteria di griglia.

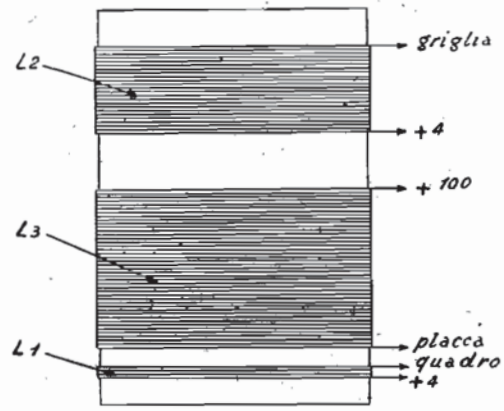


Fig. 544.
Gruppo oscillatore della supereterodina.

27. Ricevitore tropadina a 7 valvole (per onde da 200 a 2000 m.).

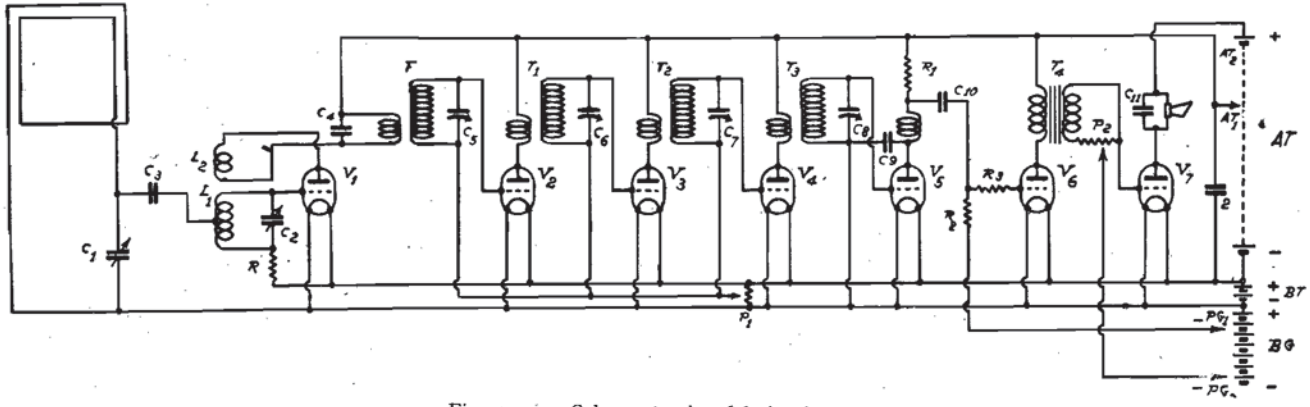


Fig. 545 — Schema teorico del ricevitore.

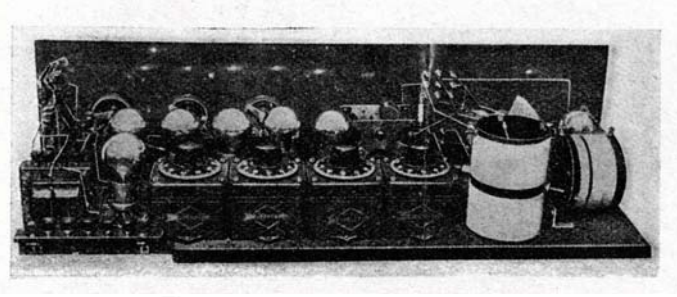


Fig. 546. — Interno della tropadina.

C_1 condensatore variabile di 0,0005 μF.
C_2 condensatore variabile di 0,0005 μF.
C_3 condensatore regolabile di 0,0003 μF.
C_4 condensatore fisso di 0,001 μF.
C_5 C_6, C_7, C_8 condensatori regolabili a mica di 0,0003 μF.
C_9 condensatore fisso di 0,0002 μF.
C_{10} condensatore fisso di 0,005 μF.

C_{11} condensatore fisso di 0,002 μF.
R resistenza fissa di 0,5 a 1 megohm.
R_1 resistenza fissa di 1 megohm.
R_2 resistenza fissa di 2 megohm.
R_3 resistenza fissa di 100.000 ohm.
P_1 potenziometro 200 ohm.
P_2 potenziometro 0,5 megohm.
F trasformatore - filtro di frequenza intermedia.

Oscillatore per onde medie (200-550 m.): (vedi fig. 547).
L_1 = 60 spire 0.5-2 cotone su diam. 70 mm.
L_2 = 25 spire 0,5-2 cotone su diametro 70 mm.

Oscillatore per onde lunghe (1000-2000 m.):
L_1 = 200 spire 0,2-2 seta su diam. 80 mm.
L_2 = 35 spire 0,2-2 seta su diametro 80 mm.
J impedenza AF.

Cambiando il telaio (vedi dati a pag. 237) e l'oscillatore, questo ricevitore può servire tanto per le onde medie come per le onde lunghe.
T_1 T_2 T_3 trasformatori di frequenza intermedia.
T_4 trasformatore a bassa frequenza rapporto $^1/_5$ circa.
V_1, V_2, V_3, V_4, V_6 valvole di media impedenza (10000 a 20000 ohm).
V_5 valvola di altissima impedenza (20000-50000 ohm).
V_7 valvola a forte emissione e bassa impedenza (2000-5000) ohm.

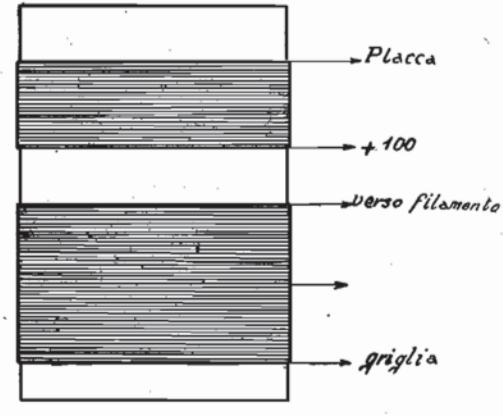


Fig. 547. — Gruppo oscillatore della tropadina per onde medie (L_1, L_2)

Occorrono inoltre: 1 batteria di accensione; 1 batteria o alimentatore di placca; 1 batteria di griglia.

28. Ricevitore ultradina a 8 valvole (per onde da 200 a 550 m.)

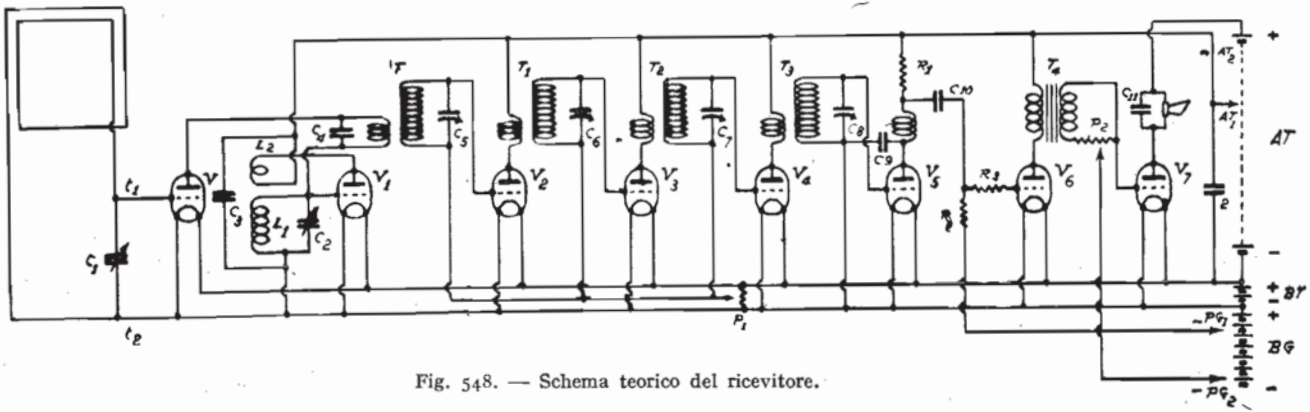


Fig. 548. — Schema teorico del ricevitore.

C_1 condensatore variabile di 0,0005 μF.
C_2 condensatore variabile di 0,0005 μF.
C_3 condensatore fisso di 1 μF.
C_4 condensatore fisso di 0,001 μF.
C_5, C_6, C_7, C_8 condensatori regolabili a mica di 0,0003 μF.
C_9 condensatore fisso di 0,0002 μF.
C_{10} condensatore fisso di 0,005 μF.
C_{11} condensatore fisso di 0,002 μF.

R_1 resistenza fissa di 1 megohm.
R_2 resistenza fissa di 2 megohm.
R_3 resistenza fissa di 100000 ohm.
P_1 potenziometro di 200 ohm.
P_2 potenziometro di 0·5 megohm.
F trasformatore - filtro di frequenza intermedia.

Oscillatore per onde medie (200-550 m.): (vedi fig. 549)
L_1 = 60 spire 0,5-2 cotone su diam. 70 mm.
L_2 = 25 spire 0,5-2 cotone su diam. 70 mm.

Oscillatore per onde lunghe (1000-2000 m.):
L_1 = 200 spire 0,2-2 seta su diam. 80 mm.
L_2 = 35 spire 0,2-2 seta su diam. 80 mm.
J impedenza A.F.

Cambiando il telaio (vedi dati a pag. 237) e l'oscillatore, questo ricevitore può servire tanto per le onde medie che per le onde lunghe.
T_1 T_2 T_3 trasformatori di frequenza intermedia.
T_4 trasformatore a bassa frequenza rapporto $^1/_5$ circa.
V V_1 V_2 V_3 V_4 V_6 valvole di media impedenza (10000 a 20000 ohm).
V_5 valvola di altissima impedenza (20000 - 30000 ohm).
V_7 valvola di forte emissione e bassa impedenza (2000 - 5000 ohm).

Occorrono inoltre: 1 batteria di accensione; 1 batteria o alimentatore di placca; 1 batteria di griglia.

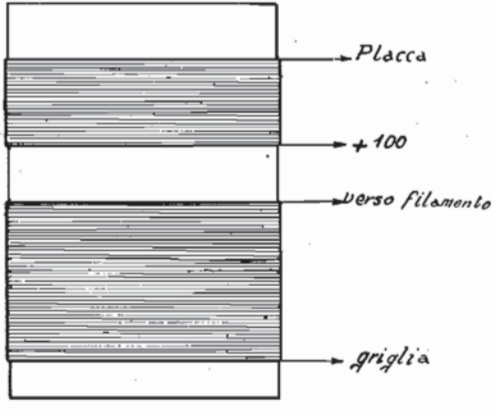


Fig. 549
Gruppo oscillatore della ultradina.

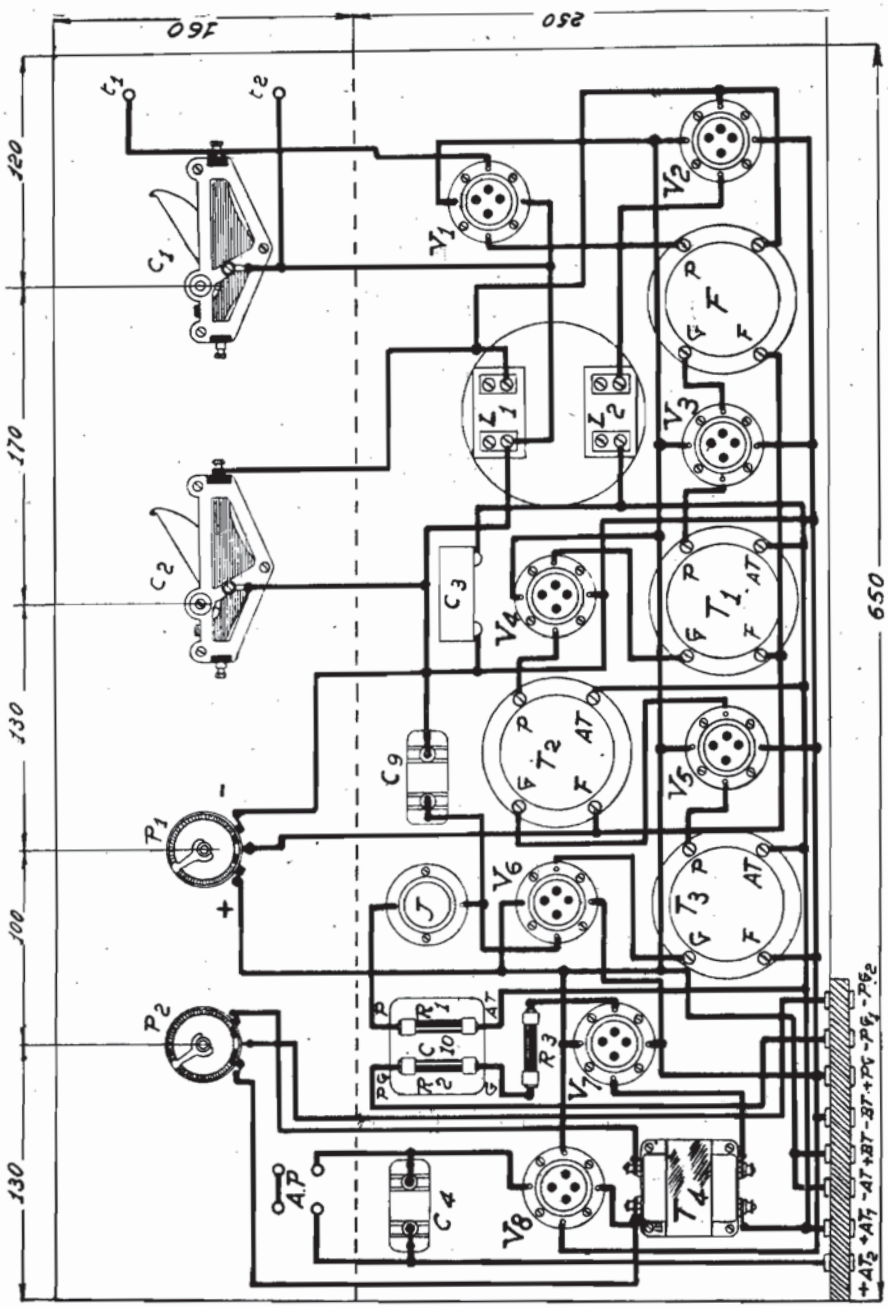


Fig. 550. — Schema costruttivo del N. 28.

29. Ricevitore a 6 valvole a variazione di frequenza con tetrodo modulatore.

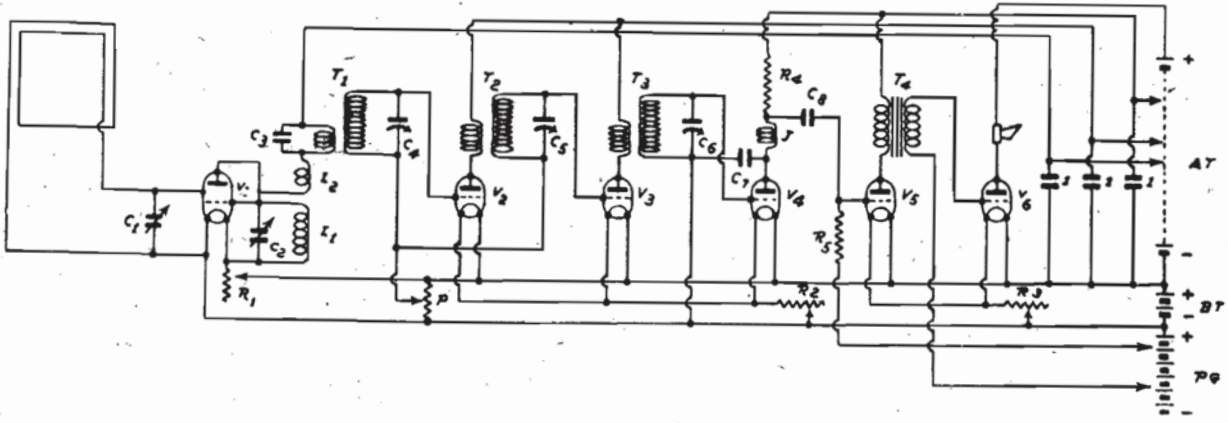


Fig. 551. - Schema teorico del ricevitore.

Questo ricevitore consiste di un tetrodo V_1 per la variazione di frequenza, di un amplificatore di frequenza intermedia formato delle valvole V_2 e V_3, di una valvola rettificatrice con corrente di placca V_4 e di due valvole amplificatrici BF V_5 e V_6. La valvola rettificatrice V_4 è accoppiata alla prima valvola amplificatrice BF col sistema resistenza-capacità.

Facendo uso di trasformatori non schermati occorre collocarli a 90° l'uno rispetto all'altro e così pure occorre che non vi sia accoppiamento induttivo tra gli avvolgimenti L_1 L_2 e i trasformatori di frequenza intermedia. Usando invece trasformatori di frequenza intermedia schermati questi possono essere collocati come si vede nello schema costruttivo.

Il collegamento degli avvolgimenti L_1 e L_2 avviene come si vede nella figura 553. L_1 ha 60 spire rame 0.5-2 cotone su diametro 70 mm. e L_2 40 spire dello stesso filo.

La tensione da dare al tetrodo V_1 dipende dal tipo usato ma non è generalmente superiore a 50 volt. Alle val-

vole di frequenza intermedia V_2 e V_3 converrà dare una tensione di circa 80 volt, a V_4 e V_5 una tensione di 100 volt e a V_6 una tensione di circa 150 volt con un corrispondente potenziale negativo di griglia.

Nell'effettuare i collegamenti occorre badare che gli statori dei condensatori variabili C_1 e C_2 vengano collegati alle griglie e i rotori al filamento per evitare l'effetto capacitivo della persona dell'operatore.

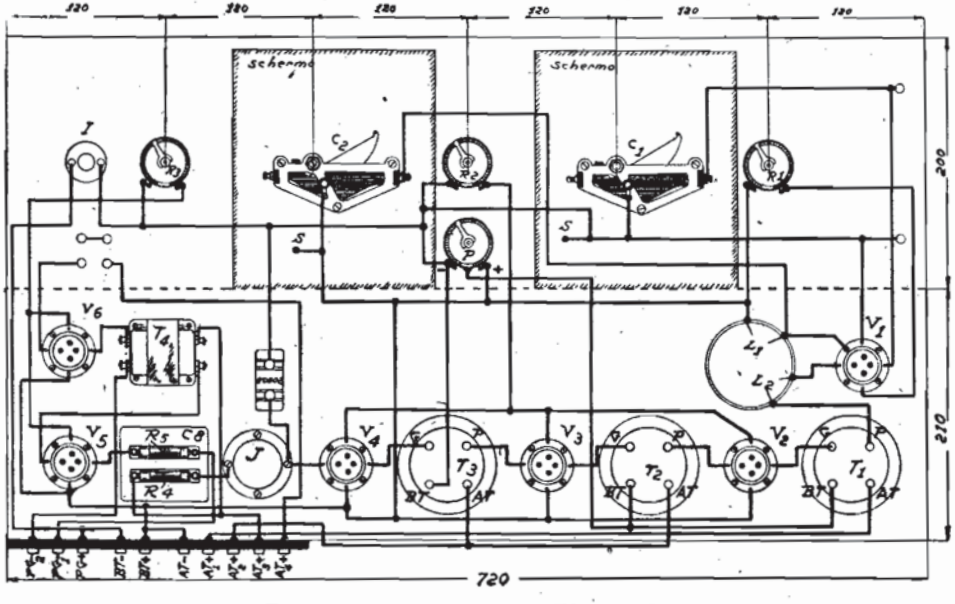


Fig. 552. - Schema costruttivo del ricevitore.

La valvola V_1 è una bigriglia. Le valvole V_2 e V_3 possono essere di qualunque tipo di media impedenza. La valvola V_4 deve essere una valvola per accoppiamento resistenza-capacità e quindi di altissima impedenza. V_5 può essere una valvola di media impedenza e V_6 una valvola di potenza.

L'amplificatore di frequenza intermedia è qui formato di due valvole. Volendo una maggiore sensibilità si può aggiungere una terza valvola prima della rettificatrice mediante un trasformatore uguale a T_2 e T_3.

Per verificare il funzionamento dell'amplificatore di frequenza intermedia, si gira il contatto mobile del potenziometro verso il negativo e se si produce l'innesco delle oscillazioni nell'amplificatore è segno che questo è in ordine.

Per la messa a punto dell'amplificatore di frequenza intermedia si procede nel modo seguente. Si prenda un cacciavite con un manico isolante lungo circa 20 centimetri per la regolazione dei condensatori regolabili. Si regoli dapprima i condensatori C_4 C_5 C_6 a circa metà della loro capacità. Si verifichi ora se l'amplificatore di frequenza intermedia si innesca spostando il contatto mobile del potenziometro verso il negativo. Se ciò non avviene si lasci il contatto mobile del potenziometro sul negativo e si regolino lentamente uno a uno, i condensatori C_4 C_5 C_6 sino a ottenere l'innesco delle oscillazioni. Ottenuto ciò si prova a variare lentamente i condensatori C_1 e C_2 sino a che si sentono i segnali di una stazione e si cerca di ottenere la massima intensità regolando i condensatori C_1 C_2 e il potenziometro P. A questo punto tenendo il ricevitore sintonizzato sui segnali di una stazione si regolano lentamente uno a uno i condensatori C_4 C_5 C_6 sino a ottenere la massima intensità. Se facendo ciò l'amplificatore di frequenza intermedia si innesca occorre naturalmente spostare il contatto mobile del potenziometro verso il positivo. Per avere la miglior messa a punto del ricevitore conviene effettuare questa operazione prima per i segnali di un diffusore vicino e potente e in seguito perfezionarla per quelli di un diffusore lontano e debole.

Parti occorrenti:

C_1 C_2 2 condensatori a variazione logaritmica di 0.0005 μF.
T_1 1 filtro.
T_2 T_3 2 trasformatori di frequenza intermedia.
T_4 1 trasformatore BF 1/5
C_3 1 condensatore regolabile di 0.001 μF.
C_4 C_5 C_6 3 condensatori regolabili di 0.0003 μF.
C_7 1 condensatore fisso di 0.0002 μF
C_8 1 condensatore fisso di 0.005 μF.
3 condensatori fissi di 1 μF (1).
R_1 1 reostato 25 ohm
R_2 1 reostato 10 ohm
R_3 1 reostato 10 ohm
R_4 1 resistenza fissa di 1 megohm
R_5 1 resistenza fissa di 2 megohm
P 1 potenziometro 400 ohm
J 1 impedenza AF
6 zoccoli portavalvole.
6 valvole
1 telaio,

(1) Occorrono solo usando pile per la tensione anodica.

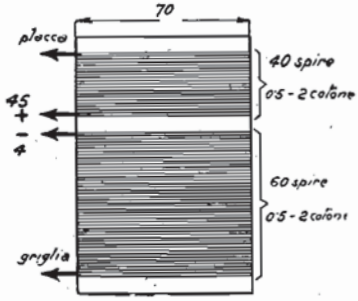


Fig. 553. - Gruppo oscillatore.

30. Ultradina con amplificatore di frequenza intermedia neutralizzato per onde da 200 a 550 metri.

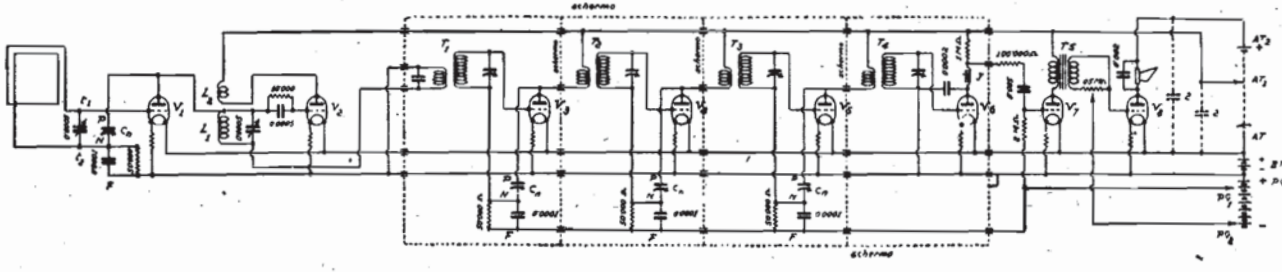


Fig. 554. - Schema teorico del ricevitore.

In un complesso variatore Ultradina il circuito accordato sui segnali in arrivo, formato dal telaio e dal condensatore variabile trovasi inserito tra griglia e filamento della prima valvola V_1 mentre il circuito accordato dell'oscillatore locale trovasi inserito tra placca e filamento della stessa valvola. Quindi molto facilmente la capacità interna fra placca e griglia della valvola V_1 fa sì che ha luogo fra i due circuiti un accoppiamento capacitivo molto analogo a quello che si verifica nei comuni amplificatori AF con circuito accordato di placca. Tale accoppiamento ha per conseguenza un effetto reattivo che risulta positivo quando il circuito di griglia dell'oscillatore è accordato su un'onda più corta di quella dei segnali in arrivo e risulta invece negativo nel caso contrario. Ciò spiega come si ha generalmente una ricezione più forte usando l'onda più corta dell'oscillatore, quella cioè per cui l'onda intermedia è uguale alla lunghezza d'onda dei segnali in arrivo meno quella delle oscillazioni locali. Se la sintonia dei due circuiti si avvicina si verifica talvolta l'innesco del circuito di entrata e quindi si ha una ricezione distorta. Tale inconveniente può essere eliminato neutralizzando la capacità placca-griglia della valvola V_1 mediante il sistema Difarad, come si vede nella fig. 554. L'equilibrio viene ottenuto regolando il condensatore Cn sino a che un milliamperometro inserito nel circuito di placca della valvola oscillatrice V_2 segna un minimo di deviazione quando il circuito del telaio e quello di griglia dell'oscillatore entrano in sintonia.

Se si innescano oscillazioni nel circuito di entrata si sentirà un fischio la cui tonalità varia girando il condensatore variabile del circuito di entrata.

La valvola oscillatrice V_2 deve essere una valvola di potenza giacchè essa deve fornire con le sue oscillazioni la potenza necessaria per la placca della valvola V_1.

In questo ricevitore anche l'amplificatore di frequenza intermedia è neutralizzato secondo il sistema Difarad. Tale neutralizzazione presenta il vantaggio di abolire il comando del potenziometro e essenzialmente quello di permettere il funzionamento delle valvole nelle condizioni migliori per ottenere il massimo rendimento nell'amplificazione. Perchè tale neutralizzazione possa effettuarsi è però necessario schermare i singoli stadi di frequenza intermedia come si vede a fig. 555 badando a evitare qualunque accoppiamento tra i singoli stadi e tra l'uscita e l'entrata dell'amplificatore. Infatti dato l'alto grado di amplificazione ottenibile con tre stadi basta una capacità minima come per esempio quella tra due fili di collegamento per riportare dall'uscita all'entrata l'energia occorrente per produrre l'innesco dell'amplificatore di frequenza intermedia.

La rettificazione avviene naturalmente in un apparecchio di elevata sensibilità come questo col sistema di corrente di placca. L'amplificazione a bassa frequenza è costituita da due stadi di cui il primo con accoppiamento a resistenza-capacità e il secondo con accoppiamento a trasformatore.

Come telaio può servire qualunque tipo per il campo d'onda da 200 a 550 m. Anche un piccolo telaio di 22 spire con passo di 7 mm. avvolte a spirale solenoide su un diametro di 30 cm. potrà bastare.

Il gruppo oscillatore L_1 L_2 è costituito come al solito da 60 risp. 30 spire di filo 0,5-2 cotone avvolte su diametro di 70 mm.

I due condensatori variabili vanno schermati rispetto all'operatore, ma con due schermi separati giacchè i loro sistemi girevoli non sono allo stesso potenziale causa la caduta di potenziale dovuta alla resistenza di 50.000 ohm dell'equilibratore e al primario del trasformatore T_1. Oppure meglio ancora si collocano due schermi sulla parete esterna del pannello sotto le manopole dei condensatori e si collegano a terra. La regolazione di C_n avviene a orecchio in modo da eliminare qualunque innesco nella valvola V_1 oppure mediante un milliamperometro inserito sulla placca della valvola oscillatrice il cui indice non deve deviare quando il circuito del telaio è in sintonia con il circuito accordato dell'oscillatore.

Come schermo per i singoli stadi di amplificazione della frequenza intermedia conviene usare una scatola unica di lamierino di rame dello spessore di 0,5 mm. delle dimensioni circa 600 (lunghezza) × 130 (larghezza) × 150 mm. (altezza) suddivisa in quattro comparti mediante lamierino dello stesso spessore e chiusa da un unico coperchio. Occorre tenere presente che tanto i condensatori regolabili dei trasformatori come i neutralizzatori degli equilibratori vanno regolati dall'esterno a schermo chiuso e perciò tanto il trasformatore come l'equilibratore debbono essere sollevati mediante uno spessore di legno in modo da poter essere messi a punto mediante un cacciavite attraverso un forellino (più piccolo che sia possibile) praticato nel coperchio dello schermo.

Come trasformatori di frequenza intermedia può servire qualunque tipo già posseduto. La messa a punto dell'amplificatore *FM* viene effettuata in due tempi. Si sintonizza dapprima mediante il condensatore regolabile tutti i circuiti *FM* su una sola frequenza. Non disponendo di una eterodina ciò può essere effettuato empiricamente ricevendo prima i segnali di una stazione forte e poi di stazioni più deboli regolando i condensatori in modo da ottenere la massima intensità. Se l'amplificatore si innesca coi tre neutrocondensatori al minimo, il valore capacitivo di questi viene aumentato sino a che ogni tendenza all'innesco sparisce.

Il funzionamento della rivelatrice e della bassa frequenza non richiede alcuna spiegazione. Il trasformatore a bassa frequenza deve essere di rapporto 1|5 circa.

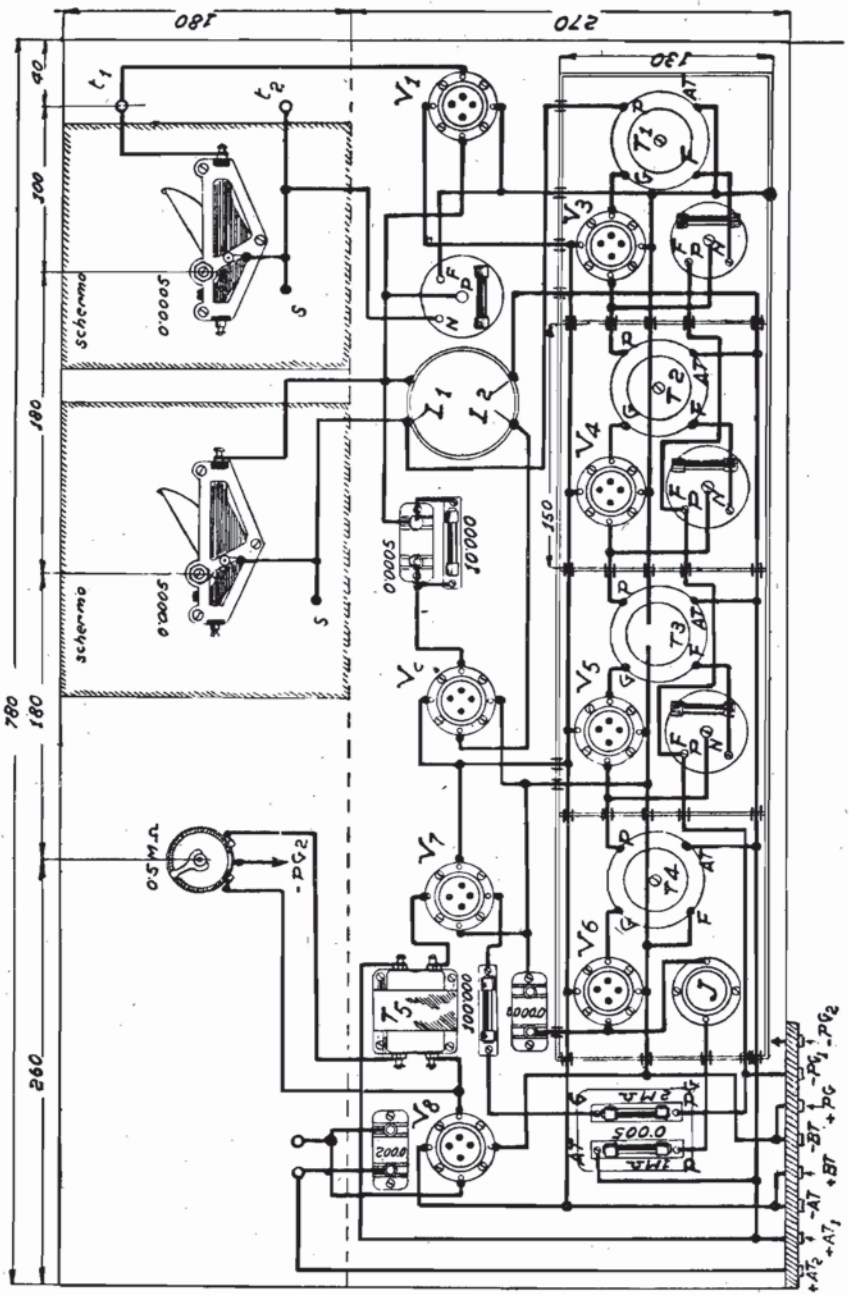


Fig. 555. - Schema costruttivo del ricevitore.

Le valvole da usare sono le seguenti:
Per V_1 una valvola di media impedenza.
Per V_2 una valvola di potenza.
Per V_3 V_4 V_5 valvole di media impedenza.
Per V_6 una valvola per accoppiamento a resistenza capacità.
Per V_7 una valvola di media impedenza.
Per V_8 una valvola di potenza.

Nello schema teorico sono previsti dei reostati autolimitatori. Con valvole per 4 volt se ne può anche fare a meno come si vede nello schema costruttivo nel quale per semplicità furono omessi.

Le tensioni AT_2, AT_1 sono rispettivamente di 150 e 100 volt circa a seconda delle valvole usate. Così anche PG_1 e PG_2 sono rispettivamente di — 4 e di — 9 a — 30 volt a seconda della valvola usata.

Se l'apparecchio funziona con pile a secco occorrono i condensatori di 2 μF segnati tratteggiati mentre essi possono essere omessi facendo uso di accumulatori o di alimentatori.

Parti occorrenti:

1 telaio per il campo d'onda da 200 a 550 m.; 2 condensatori variabili di 0.0005 μF; L_1 L_2 1 gruppo oscillatore (fig. 556); T_1 1 filtro; T_2 T_3 T_4 3 trasformatori di frequenza intermedia; 4 equilibratori S.I.T.I. (Cn, 0.0001 μF 50.000 ohm); J 1 impedenza ad alta frequenza; 1 gruppo accoppiatore (1 MΩ, 2 MΩ, 0.005 μF); 1 resistenza fissa 100.000 ohm; 1 resistenza fissa 10.000 ohm; 1 condensatore fisso 0.0005 μF; 1 condensatore fisso 0.0002 μF; 1 condensatore fisso 0.002 μF; 1 potenziometro 0.5 $M\Omega$; 8 zoccoli portavalvole; 8 valvole; 1 alimentatore di placca; 1 batteria di accensione; 1 batteria di griglia; 1 pannello isolante di 780 × 180 mm.; 1 basetta di legno di 780 × 270 mm.; 1 striscia isolante per capofili batteria 180 × 20 mm.

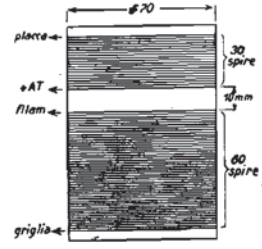


Fig. 556. - Gruppo oscillatore L_1 L_2.

31. Radiomodulatore bigriglia a 8 valvole con oscillatore separato e amplificatore di frequenza intermedia neutralizzato (per onde da 200 a 550 m.).

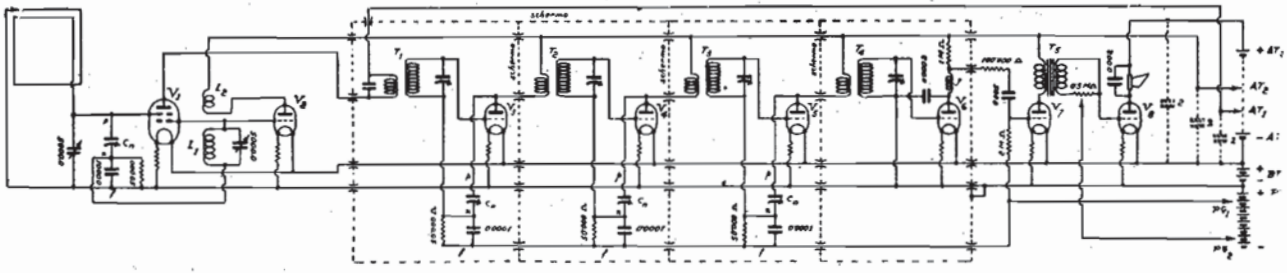


Fig. 557. - Schema teorico del ricevitore.

Il rendimento di un radiomodulatore bigriglia non è mai così grande come nei variatori di frequenza che fanno uso di un oscillatore separato. Infatti le oscillazioni locali debbono essere di rilevante ampiezza mentre quelle fornite da una valvola bigriglia che funziona con tensione di placca molto ridotta sono generalmente piuttosto deboli. D'altra parte su un totale di 7-8 valvole l'aggiunta di una valvola oscillatrice non comporta nè un sensibile aumento di costo nè di manutenzione e tale aggiunta è d'altra parte più che compensata dall'aumento notevole del rendimento.

Lo schema del circuito è visibile a fig. 557 nella quale si vede che la valvola V_1 è la bigriglia alla cui griglia interna è collegato il circuito accordato dell'oscillatore, mentre a quella esterna è collegato il circuito di entrata costituito dal telaio e dal condensatore variabile. Invece del telaio potrebbe anche essere inserito un circuito accordato costituito dal secondario di un trasformatore di placca e da un condensatore variabile nel caso che si volesse far precedere al variatore di frequenza una valvola amplificatrice ad alta frequenza. V_2 è la valvola oscillatrice che deve essere una valvola di media potenza. Per evitare inconvenienti la capacità tra le due griglie del tetrodo viene neutralizzata col sistema Difarad e precisamente col noto equilibratore S.I.T.I. il quale comprende il neutralizzatore C_n, la resistenza fissa di 50000 ohm e il condensatore fisso di 0.0001 μF. Alla placca della valvola bigriglia viene applicata una tensione di 45 volt circa attraverso il primario del filtro.

L'amplificatore di frequenza intermedia è neutralizzato col sistema Difarad. Tale neutralizzazione presenta il vantaggio di abolire il comando del potenziometro e, essenzialmente quello di permettere il funzionamento delle valvole nelle condizioni migliori per ottenere il massimo rendimento nell'amplificazione. Perchè tale neutralizzazione possa

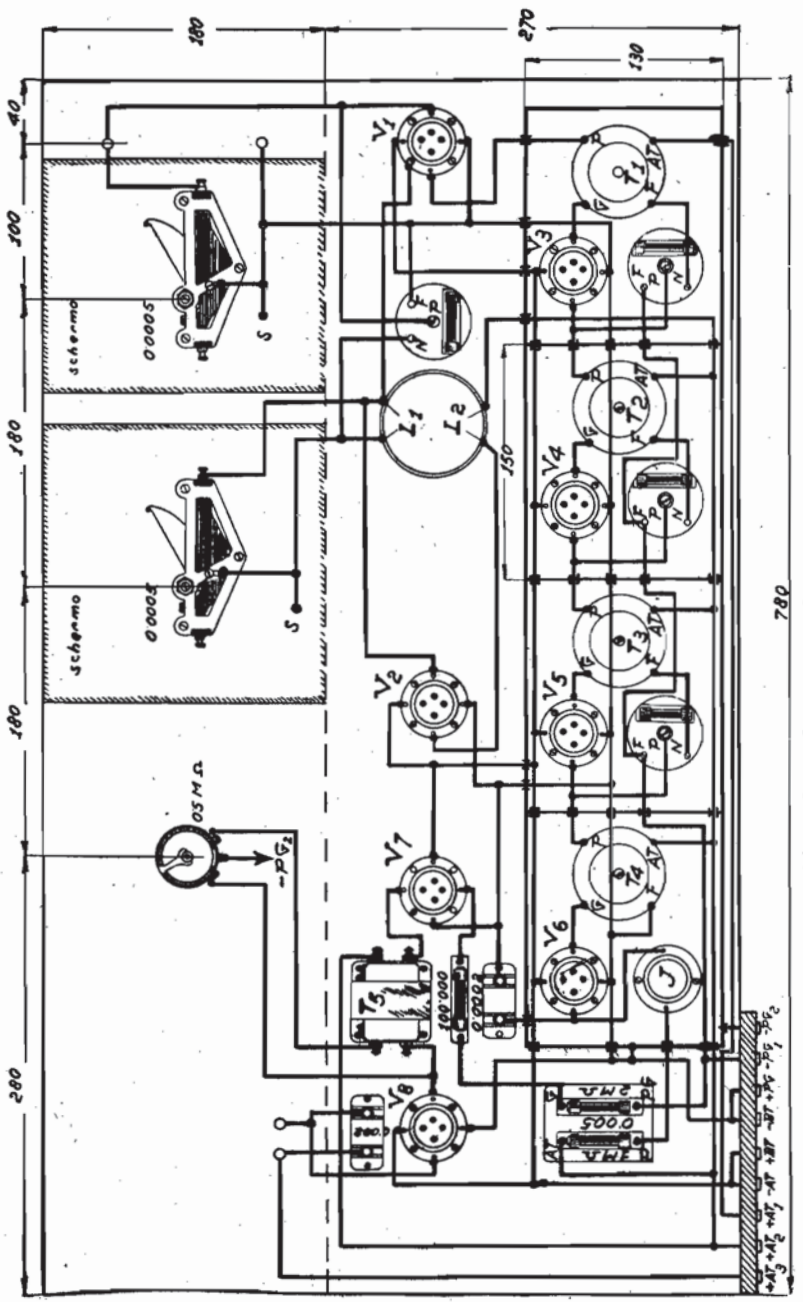


Fig. 558. - Schema costruttivo del ricevitore.

effettuarsi è però necessario schermare i singoli stadi di frequenza intermedia come lo mostra molto chiaramente lo schema costruttivo di fig. 558.

La rettificazione avviene col sistema di corrente di placca. L'amplificazione a bassa frequenza è costituita da due stadi di cui il primo con accoppiamento a resistenza-capacità e il secondo con accoppiamento a trasformatore.

Il gruppo oscillatore L_1 L_2 è costituito come al solito da 60 risp. 30 spire di filo 0,5-2 cotone avvolte su diametro di 70 mm.

I due condensatori variabili vanno schermati rispetto all'operatore, ma con due schermi separati giacchè i loro sistemi girevoli non sono allo stesso potenziale causa la resistenza di 50.000 ohm dell'equilibratore. La regolazione di Cn avviene a orecchio in modo da eliminare qualunque innesco nella bigriglia.

Come schermo per i singoli stadi di amplificazione di frequenza intermedia conviene usare una scatola unica di lamierino di rame dello spessore di 0,5 mm. delle dimensioni circa 600 (lunghezza) × 130 (larghezza) × 150 mm. (altezza) suddivisa in quattro comparti mediante lamierino dello stesso spessore e chiusa da un unico coperchio. Occorre tenere presente che tanto i condensatori regolabili dei trasformatori come i neutralizzatori degli equilibratori vanno regolati dall'esterno a schermo chiuso e perciò tanto il trasformatore come l'equilibratore debbono essere sollevati mediante uno spessore di legno in modo da poter essere messi a punto mediante un cacciavite attraverso un forellino (più piccolo che possibile) praticato nel coperchio dello schermo.

Come trasformatori di frequenza intermedia può servire qualunque tipo già posseduto. La messa a punto dell'amplificatore MF viene effettuata in due tempi. Si sintonizza dapprima mediante il condensatore regolabile tutti i circuiti MF su una sola frequenza. Non disponendo di una eterodina ciò può essere effettuato empiricamente ricevendo prima i segnali di una stazione forte e poi di stazioni più deboli regolando i condensatori in modo da ottenere la massima intensità. Se l'amplificatore si innesca coi neutrocondensatori al minimo, il valore capacitivo di questi viene aumentato sino a che ogni tendenza all'innesco sparisce.

Le valvole da usare sono le seguenti:

Per V_1 una buona bigriglia.
Per V_2 una valvola di potenza.
Per V_3 V_4 V_5 valvole di media impedenza.
Per V_6 una valvola per accoppiamento a resistenza capacità.
Per V_7 una valvola di media impedenza.
Per V_8 una valvola di grande potenza.

Nello schema teorico sono previsti dei reostati autolimitatori. Con valvole per 4 volt se ne può anche fare a meno come si vede nello schema costruttivo nel quale per semplicità furono omessi.

Le tensioni AT_3, AT_2, AT_1 sono rispettivamente di 150, 100 e 50 volt circa a seconda delle valvole usate. Così anche PG_1 e PG_2 sono rispettivamente di — 4 e di — 9 a — 30 volt a seconda della valvola usata.

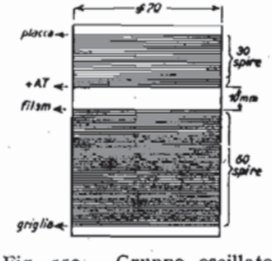


Fig. 559. - Gruppo oscillatore L_1 L_2.

Se l'apparecchio funziona con pile a secco occorrono i condensatori di 2 μF. segnati tratteggiati mentre essi possono essere omessi facendo uso di accumulatori o di alimentatore.

Parti occorrenti:

1 telaio per il campo d'onda da 200 a 550 m.: 2 condensatori variabili di 0.0005 μF; L_1 L_2 1 gruppo oscillatore (fig. 559); T_1 1 filtro; T_2 T_3 T_4 3 trasformatori di frequenza intermedia; 4 equilibratori S.I.T.I. (C_n, 0.0001 μF, 50.000 ohm); 1 impedenza ad alta frequenza; 1 gruppo accoppiatore (1MΩ, 2MΩ, 0.005 μF); 1 resistenza fissa 100.000 ohm; 1 condensatore fisso di 0.0002 μF; 1 condensatore fisso di 0.002 μF; 1 potenziometro 0.5 MΩ, 8 zoccoli portavalvole; 8 valvole (1 bigriglia e 7 triodi): 1 alimentatore di placca: 1 batteria di accensione: 1 batteria di griglia; 1 pannello isolante di 780 × 180 mm.; 1 basetta di legno di 780 × 270 mm.; 1 striscia isolante per capofili batteria 180 × 20 mm.

32. Ultradina neutralizzata preceduta da una valvola AF per onde da 200 a 550 metri.

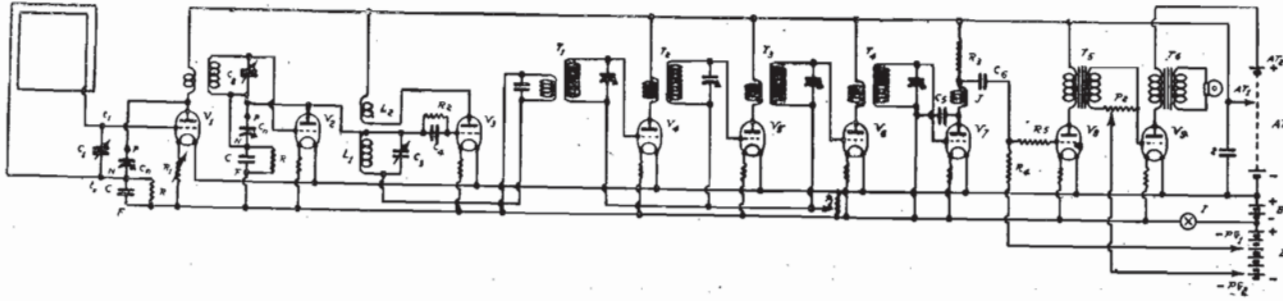


Fig. 560. - Schema teorico del ricevitore.

Questo circuito è analogo a quello di fig. 548 con l'aggiunta però di una valvola neutralizzata AF che precede il variatore di frequenza ultradina. La neutralizzazione avviene tanto per la prima valvola V_1 come per la modulatrice V_2 con il sistema Difarad, regolando i neutrocondensatori *Cn* degli equilibratori.

La rivelatrice V_7 funziona col sistema di rettificazione di placca con accoppiamento per resistenza-capacità alla prima valvola BF V_8. L'accoppiamento dell'ultima valvola all'altoparlante avviene mediante trasformatore di uscita. V_1 V_2 V_4 V_5 V_6 V_8 sono valvole di media impedenza (10000-20000 ohm); V_3 è una valvola di potenza a forte emissione; V_7 è una valvola di elevatissima impedenza (oltre 20.000 ohm); V_9 è una valvola finale di grande potenza.

Parti occorrenti: C_1 C_2 C_3, 3 condensatori variabili di 0,0005 μF.; *Cn*, *C*, *R*, 2 equilibratori SITI per Difarad; *T*, 1 trasformatore AF per onde da 200 a 550 m.; C_4 1 condensatore fisso di 0,0005 μF; C_5 1 condensatore fisso di 0·0002 μF; C_6 1 condensatore fisso di 0·005 μF; T_1 filtro; T_2 T_3 T_4 trasformatori di frequenza intermedia; T_5 trasformatore BF $^1/_5$: T_6 trasformatore d'uscita; P_1 potenziometro 200 ohm; P_2 potenziometro 500.000 ohm; R_1 reostato 25 ohm; R_2 resistenza fissa di 10·000 ohm; R_3 resistenza fissa di 1 megohm; R_4 resistenza di 2 megohm; R_5 resistenza di 250.000 ohm.; alimentatore anodico; alimentatore di filamento; batteria di griglia.

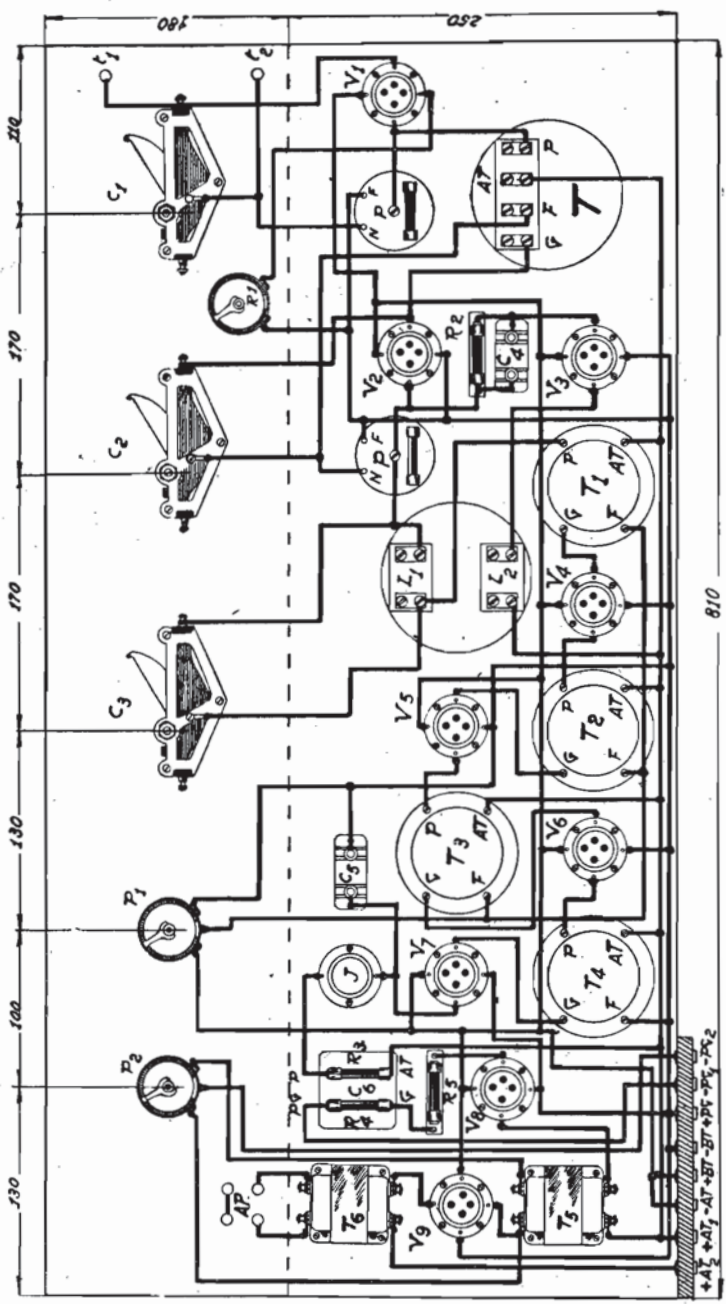


Fig. 561. - Schema costruttivo del ricevitore.

33. Ricevitore ultradina neutralizzato con frequenza intermedia a valvole schermate.

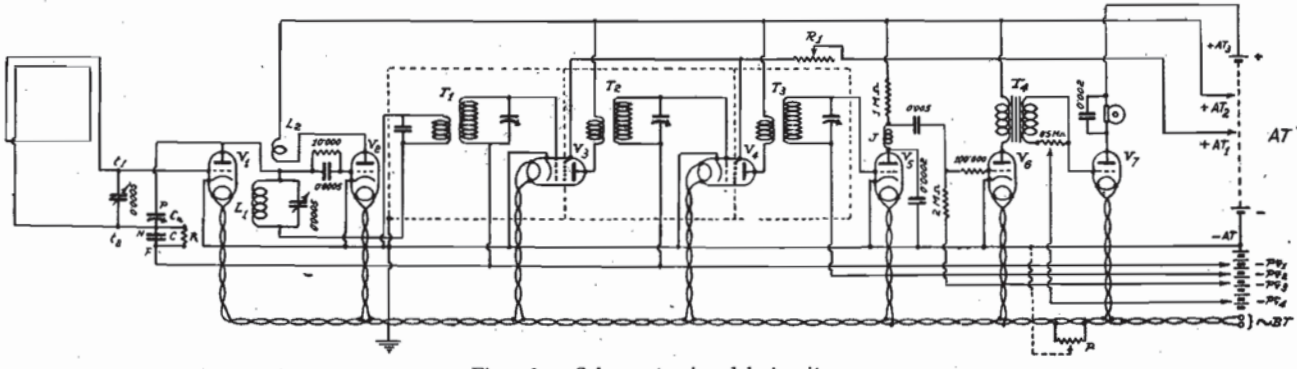


Fig. 562 - Schema teorico del ricevitore.

I ricevitori a variazione di frequenza hanno su tutti gli altri tipi di ricevitori il vantaggio di una grande selettività. Purtroppo però il numero rilevante di valvole fa sì che essi riescono eccessivamente costosi e che non sono quindi alla portata di tutti.

Perciò il fatto di poter ridurre di uno o due il numero di valvole di questi ricevitori presenta un reale interesse. Tale riduzione è possibile usando per l'amplificatore di frequenza intermedia valvole schermate invece dei comuni triodi.

L'uso delle valvole schermate per la frequenza intermedia è particolarmente indicato per il fatto che il loro rendimento è maggiore per l'amplificazione nel campo delle onde lunghe che in quello delle onde medie.

Nella figura 562 vediamo lo schema del circuito in cui V_1 è la valvola modulatrice neutralizzata secondo il sistema Difarad e V_2 è la valvola oscillatrice. V_3 e V_4 sono due valvole schermate per l'amplificazione di frequenza intermedia. Esse sono accoppiate per trasformatori invece che per circuiti accordati di placca per ottenere una maggiore selettività a scapito della amplificazione. I comuni trasformatori di frequenza intermedia possono servire, ma essi hanno generalmente un rapporto di trasformazione S/P troppo elevato e, data l'altissima impedenza delle valvole schermate è più conveniente usare un rapporto minore. Invece del rapporto 2/1 comunemente usato sarebbe conveniente usare quello 4/3 o 5/4. Naturalmente non è facile trovare attualmente tali trasformatori sul mercato e perciò è soltanto colui che li costruisce da sè che può tenerne calcolo nella costruzione. Usando i trasformatori di frequenza intermedia indicati a tab. XXVIII sarà bene avvolgere nei trasformatori intervalvolari (T_2 T_3) 420 spire al primario invece di 280. Usando i comuni trasformatori l'amplificazione è notevolmente inferiore a quella che la valvola può dare.

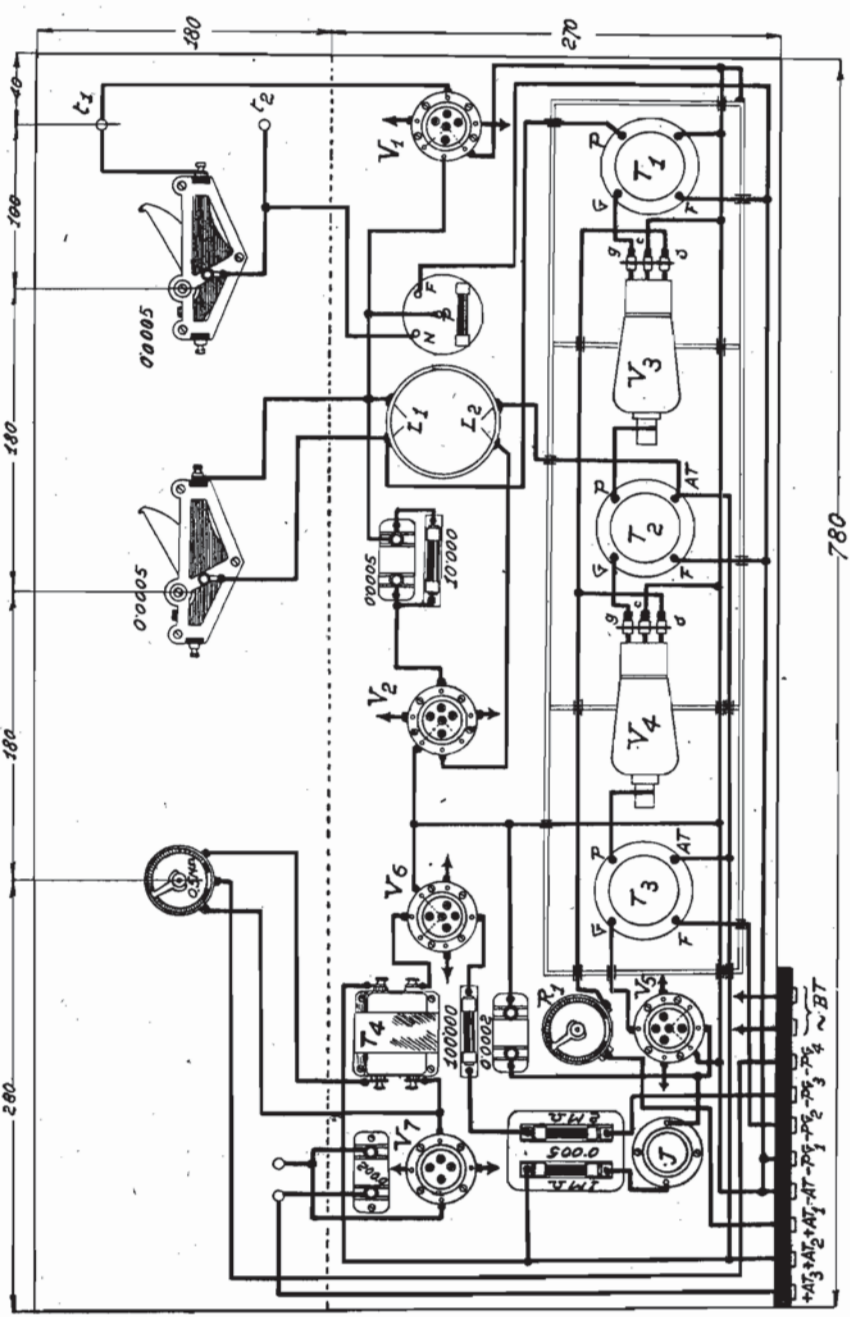


Fig. 563 - Schema costruttivo del ricevitore.
(I collegamenti per l'accensione del filamento non sono segnati e vanno effettuati sotto la basetta con treccia flessibile).

Incidentalmente sarà interessante notare che l'uso di valvole schermate nell'amplificatore di frequenza intermedia offre anche il vantaggio di eliminare il potenziometro risp. i dispositivi di neutralizzazione comunemente usati per la stabilizzazione dell'amplificatore. Naturalmente ciò è solo possibile mediante un rigoroso schermaggio come si vede nella fig. 563. Il reostato R_1 di 25000 ohm inserito nell'alimentazione delle griglie schermanti permette di dare la tensione più conveniente per ottenere la massima amplificazione e tale regolazione dovrebbe essere effettuata una volta per sempre.

La valvola rivelatrice V_5 funziona con corrente di placca ed è accoppiata per resistenza-capacità alla prima valvola amplificatrice BF V_6. Questa a sua volta è accoppiata per trasformatore alla valvola finale V_7.

Tutte le valvole usate in questo ricevitore funzionano con accensione indiretta del filamento. V_1 deve essere una valvola di media impedenza (10000 a 20000 ohm), V_2 una valvola di piccola potenza, V_3 e V_4 valvole schermate, V_5 una valvola di elevata impedenza (20000 - 30000 ohm), V_6 una valvola di media impedenza, V_7 una valvola di potenza.

La realizzazione costruttiva di questo ricevitore non presenta particolari difficoltà all'infuori dello schermaggio che va eseguito con grande cura ed accorgimento. Come materiale conviene usare lamierino di alluminio o rame dello spessore di 0,5-1 mm.

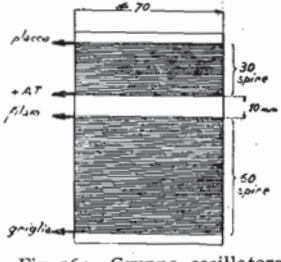


Fig. 564 - Gruppo oscillatore L_1 L_2.

Il gruppo oscillatore L_1 L_2 è costituito di 60 risp. 30 spire di filo 0.5. 2 cotone avvolte su diametro di 70 mm. L'equilibratore *Cn C R* è quello *Siti*. La regolazione di *Cn* avviene ad orecchio in modo da eliminare qualunque innesco nella valvola V_1.

I condensatori regolabili dei trasformatori di frequenza intermedia vanno regolati dall'esterno a schermo chiuso e questo deve perciò avere un'apposito forellino per consentire il passaggio di un piccolo cacciavite.

La messa a punto della frequenza intermedia viene effettuata sintonizzando mediante il condensatore regolabile tutti i circuiti accordati sulla medesima frequenza. Non disponendo di una eterodina ciò può essere effettuato empiricamente ricevendo prima i segnali di una stazione forte e poi di stazioni più deboli regolando i condensatori in modo da ottenere la massima intensità.

Se l'amplificatore si innesca si regola il reostato R_1 sino a eliminare qualunque tendenza all'innesco e se anche ciò non basta si varia la tensione AT_1.

Per quanto riguarda il funzionamento della rivelatrice e della bassa frequenza sarà bene rammentare che sono alquanto critici i potenziali di griglia e in proposito sarà bene attenersi scrupolosamente ai dati prescritti dalle case costruttrici in relazione, naturalmente, alle tensioni di placca usate.

Parti occorrenti:

1 telaio per campo d'onda da 200 a 550 m.; 2 condensatori variabili di 0.0005 μF. ;L_1 L_2 1 gruppo oscillatore; T_1 1 filtro; T_2 T_3 2 trasformatori di frequenza intermedia (possibilmente con rapporto 4/3); *Cn C R* 1 equilibratore S.I.T.I.; *J* 1 impedenza *AF*; 1 gruppo accoppiatore *RC* (1 megohm 2 megohm, 0.005 μF); 1 resistenza fissa 10.000 ohm; 1 resistenza fissa 100.000 ohm; 1 potenziometro 0.5 megohm; 1 potenziometro 200 ohm; 1 reostato 25.000 ohm; 1 condensatore fisso 0.0005 μF; 1 condensatore fisso 0.0002 μF; 1 condensatore fisso 0.002 μF; 6 zoccoli per valvole c. a.; 1 zoccolo per valvola finale; 7 valvole; 1 alimentatore di placca griglia e filamento; 1 pannello isolante 180 × 780 mm.; 1 basetta di legno 280 × 780 mm.; 1 schermo.

34. Ricevitore a variazione di frequenza per onde medie, lunghe e corte (da 10 a 2000 m.).

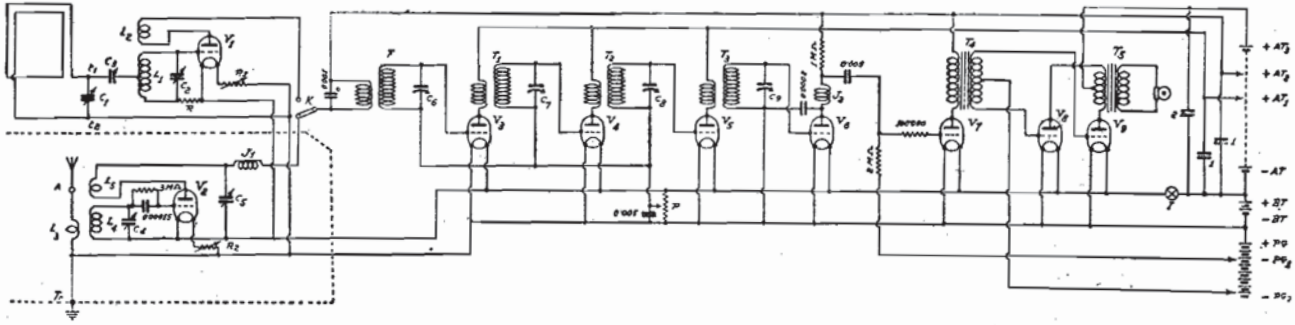


Fig. 565. - Schema teorico del ricevitore.

Questo ricevitore consta di due variatori di frequenza separati e cioè una tropadina (V_1) per le onde medie e lunghe e una semplice valvola rettificatrice-oscillatrice (V_2) per le onde corte. Questi due variatori di frequenza possono, a turno, essere collegati con un amplificatore di frequenza intermedia (V_3 V_4 V_5) seguito da una valvola rivelatrice (V_6) con corrente di placca e di due stadi BF (V_7 V_8 V_9) di cui l'ultimo con due valvole in opposizione.

In un variatore di frequenza per onde corte la differenza percentuale di frequenza tra il circuito ricevente e quello oscillante è così piccola che questi due circuiti possono praticamente essere considerati in sintonia e conseguentemente si può usare una sola e medesima valvola e un solo e medesimo circuito per la prima rivelatrice e l'oscillatore. In questo caso, per produrre i battimenti di frequenza intermedia, il circuito sarà sintonizzato alla frequenza dell'oscillatore e sarà perciò leggermente fuori sintonia rispetto alla frequenza dei segnali, ma la percentuale relativa sarà molto piccola specialmente alle frequenze più elevate. Per es. a una lunghezza d'onda di 50 m, pari alla frequenza di 6.000.000 cicli/sec. la percentuale di disintonizzazione per una frequenza intermedia di 50.000 cicli ($\lambda = 6000$ m.). sarà di circa 0,83 %.

Per passare dalle onde medie alle onde lunghe, occorre sostituire il telaio e l'oscillatore L_1 L_2. Per passare dalle onde medie e lunghe alle onde corte, basta commutare K. Il gruppo oscillatore L_1 L_2 per onde medie e lunghe

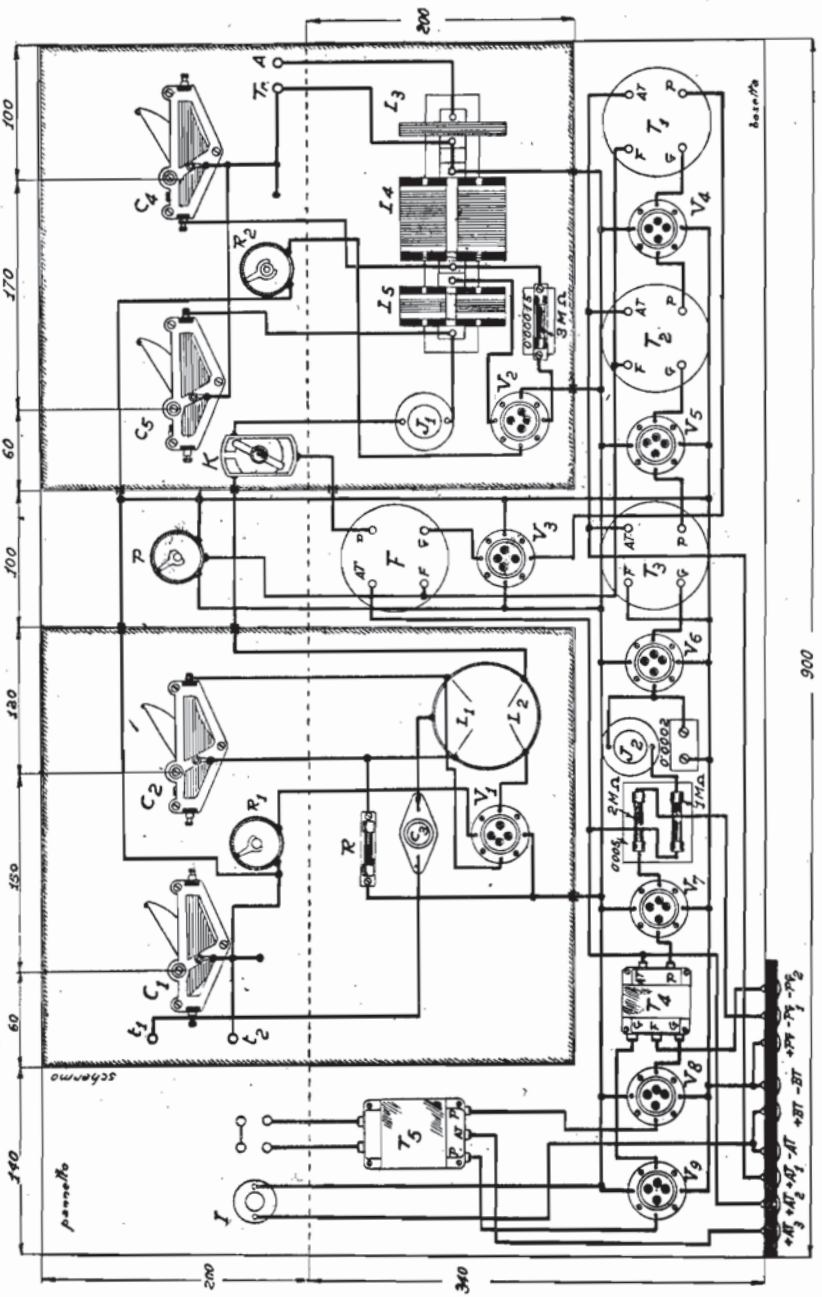


Fig. 566. - Schema costruttivo del ricevitore.

è il medesimo come per il circuito tropadina (N. 27) e così pure i dati per gli altri componenti del circuito. I componenti del circuito variatore di frequenza par le onde corte sono i medesimi come per il ricevitore a onde corte (N. 17).

Per la ricezione di segnali telegrafici occorre soltanto far oscillare l'amplificatore di frequenza intermedia mediante una opportuna regolazione del potenziometro *P*. Lo stesso risultato potrebbe essere ottenuto accoppiando all'amplificatore MF un oscillatore di frequenza differente da quella dell'amplificatore di un ammontare corrispondente a una frequenza musicale.

Parti occorrenti: C_1 C_2, 2 condensatori variabili di 0·0005 μF; C_3, condensatore regolabile di 0·0003 μF; C_4, condensatore variabile di 0.00015 μF; C_5, condensatore variabile di 0·00025 μF; C_6 C_7 C_8 C_9, 4 condensatori regolabili di 0·0003 μF: L_1 L_2, gruppo oscillatore per onde medie e lunghe; L_3 L_4 L_5, induttanze a poca perdita per onde corte (vedi circuito N. 17); *K*, commutatore; J_1, impedenza AF per onde corte; J_2, impedenza AF per onde lunghe; *F*, filtro MF; T_1 T_2 T_3, trasformatori MF; T_4, trasformatore push-pull di entrata; T_5, trasformatore push-pull di uscita; *R*, 1 resistenza di 0·25 megohm; R_1 R_2, 2 reostati di 25 ohm; *P*, 1 potenziometro 200 ohm; 1 resistenza fissa di 1 megohm; 1 resistenza fissa di 2 megohm; 1 resistenza fissa di 100.000 ohm; 1 resistenza fissa di 3 megohm; 1 condensatore fisso di 0·00015 μF; 1 di 0·001 μF; 2 di 0·005 μF; 1 di 0·0002 μF; 1 di 2 μF; 2 di 1 μF; 1 sorgente AT; 1 sorgente BT; 1 batteria di griglia; V_1 V_2 V_3 V_4 V_5 V_7, 6 valvole di media impedenza; V_6, valvole di alta impedenza; V_8 V_9, valvole di potenza; 9 zoccoli per valvole.

35. Trasmettitore portatile per onde da 20 a 50 m. con radiatore a quadro.

Questo circuito rappresenta all'incirca il trasmettitore usato da Biagi sul pack con la sola differenza che, mentre in questo la radiazione avviene mediante il telaio *T*, in quello essa avveniva per mezzo di un aereo spaziale semplicemente accoppiato all'induttanza *L*.

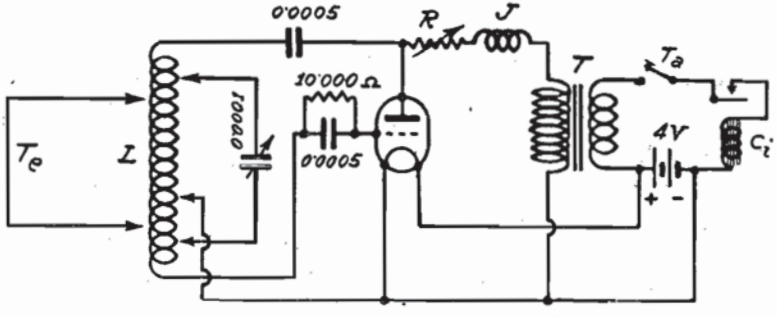


Fig. 567 - Schema teorico del trasmettitore.

Questo circuito può ottimamente funzionare con una semplice valvola a bassa impedenza come la Philips B 403 che abbiamo preso come base per il nostro calcolo.

L'accumulatore di 4 volt, inserito in serie con la cicalina *Ci*, il primario del trasformatore *T* e il tasto di manipolazione *Ta*, serve tanto per alimentare il filamento della valvola come per fornire la corrente che, commutata in corrente alternata dalla cicalina, viene trasformata dal trasformatore *T* alla tensione necessaria per alimentare la placca della valvola. È importante che la cicalina *Ci* sia costruita in modo da sopportare la corrente che passa attraverso le spire.

Usando una Philips B 403 può servire per *T* un trasformatore costruito secondo i seguenti dati:
Sezione 17 × 17 mm. (*) (lamierino di ferro al silicio);
Primario: 40 spire filo rame 1,2 smaltato;
Secondario: 1575 spire filo rame 0,015 smaltato,

La corrente massima che scorre attraverso il primario del trasformatore, il tasto e l'avvolgimento della cicalina è di circa 1,75 ampère, e la batteria di accumulatori deve essere di capacità tale da erogare la corrente necessaria. L'induttanza *L*, il telaio *T* e l'impedenza *J* vanno dimensionati secondo la lunghezza d'onda che si vuole irradiare. La resistenza variabile *R* ha lo scopo di diminuire la tensione massima fornita dal trasformatore *T* quando essa risulta eccessiva. Il suo valore è di circa 10.000 ohm.

Parti occorrenti:
1 condensatore variabile di 0.0001 μF; 2 condensatori fissi di 0.0005 μF; *L* 1 induttanza di trasmissione per onde corte; *J* 1 impedenza per onde corte; *R* 1 resistenza variabile di 10.000 ohm; 1 resistenza fissa di 10.000 ohm; *T* trasformatore elevatore di tensione; *Ci* 1 cicalina; *Ta* 1 tasto manipolatore; 1 valvola di bassa impedenza; 1 accumulatore di 4 volt.

(*) Ditta Vanossi e Fantini, Milano, lamierino da 17 mm.

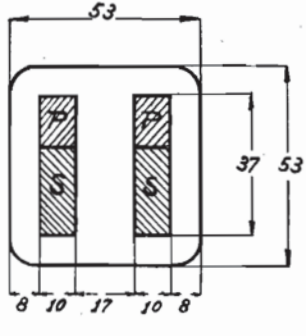


Fig. 568 - Il trasformatore T.

36. Trasmettitore radiotelegrafico con alimentazione di placca con corrente alternata.

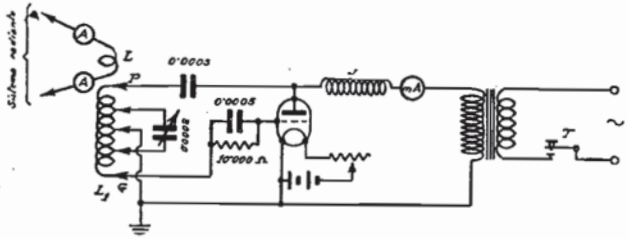


Fig. 569

Questo trasmettitore è composto di un oscillatore Hartley alimentato con corrente alternata convenientemente trasformata. L'accoppiamento con l'aereo avviene in modo indiretto ciò che garantisce la emissione di un'onda acuta e costante. È opportuno che l'induttanza L di aereo sia formata di non più di una o due spire per onde al disotto di 50 metri.

La manipolazione avviene interrompendo col tasto T l'alimentazione del primario del trasformatore.

Per quanto riguarda l'induttanza L vedansi i dati costruttivi a tabella XXV, per l'impedenza J tabella VIII.

La portata di questa stazione dipende quasi esclusivamente dalla lunghezza d'onda usata (vedasi tabella II) e pochissimo dalla potenza usata. Conviene quindi usare valvole a bassa tensione di placca (vedi tabella LIX).

Attualmente l'uso della corrente alternata per trasmettitori di dilettanti è proibito e quindi è più consigliabile il circuito N. 38.

Parti occorrenti: Valvola di trasmissione e zoccolo; induttanze L e L_1; condensatore variabile a poca perdita di 0,0002 μF; 2 condensatori fissi di 0,0005 μF (quello di placca deve sopportare almeno il doppio della tensione anodica); 1 impedenza J; 1 milliamperometro per corrente continua (scala 0-100 mA per valvole a bassa tensione di placca); 1 resistenza fissa di 10.000 ohm; 1 reostato, 1 batteria di accensione; 1 trasformatore di tensione; 1 tasto.

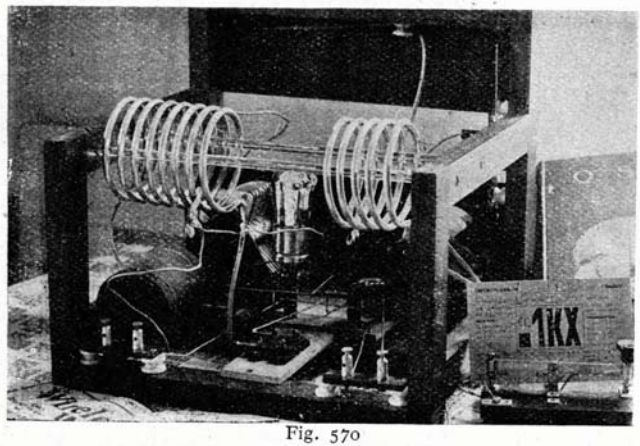


Fig. 570

37. Trasmettitore radiotelegrafico e radiotelefonico per onde corte (10 a 100 m.) (con modulazione di griglia).

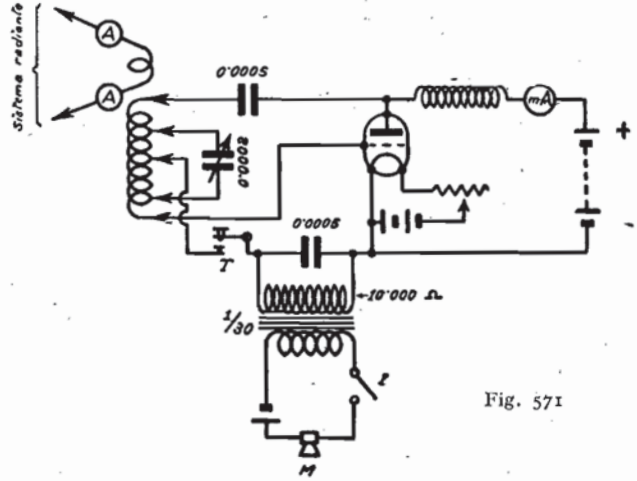


Fig. 571

Circuito analogo ai precedenti, nel quale però la manipolazione avviene mediante inserimento del tasto nel circuito di griglia e di placca della valvola. Anche la modulazione avviene mediante inserimento del secondario del trasformatore microfonico nel circuito di griglia e di placca. Quando si modula occorre naturalmente chiudere il tasto.

Questo sistema di modulazione può dare ottimi risultati se il trasformatore microfonico è di costruzione conveniente.

Parti occcorrenti: Valvola di trasmissione e zoccolo; induttanze L e L_1; condensatore variabile a poca perdita di 0,0002 μF; 2 condensatori fissi di 0.0005 μF (quello di placca deve sopportare il doppio della tensione anodica); 1 impedenza ad alta frequenza J (tab. VIII); 1 milliamperometro per corrente continua (scala 0-100 mA per valvole a bassa tensione di placca); 1 reostato; 1 tasto; 1 microfono; 1 trasformatore microfonico (rapporto circa 1 a 50); 1 piletta per microfono; 1 batteria di accensione; 1 batteria anodica di accumulatori.

38. Trasmettitore radiotelegrafico e radiotelefonico per onde corte (10 a 100 m.) (con modulazione di placca).

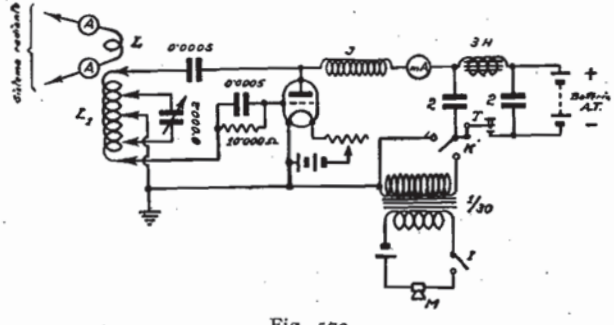


Fig. 572

Tra la batteria di accumulatori e l'oscillatore vi è un filtro di manipolazione il cui scopo è quello di evitare la variazione di frequenza dell'onda emessa per effetto della manipolazione. Scopo del filtro di manipolazione è quello di rallentare il crescere dell'ampiezza delle oscillazioni a ogni chiusura del tasto per evitare disturbi nei ricevitori vicini. Esso è formato di una impedenza a nucleo di ferro di 3 henry e di due condensatori fissi di 2 μF.

Nel lato negativo della alimentazione di placca vi è un commutatore che serve per passare dalla trasmissione in telegrafia a quella in telefonia. Per quest'ultima occorre chiudere il tasto di manipolazione e inserire il secondario del trasformatore microfonico. La modulazione così ottenuta è generalmente buona e profonda.

Parti occorrenti: Valvola di trasmissione e zoccolo; induttanze L e L_1; condensatore variabile a poca perdita di 0,0002 μF; 2 condensatori fissi di 0·0005 μF (quello di placca deve sopportare il doppio della tensione anodica); 1 impedenza ad alta frequenza J; 1 milliamperometro per corrente continua (scala 0-100 mA per valvole a bassa tensione di placca); 1 resistenza fissa di 10.000 ohm; 1 reostato; 1 trasformatore microfonico (rapporto circa 1 a 30); 1 impedenza a nucleo di ferro di 3 henry; 2 condensatori fissi di 2 μF; 1 tasto; 1 microfono; 1 piletta per microfono; 1 batteria di accensione; 1 batteria anodica di accumulatori.

39. Trasmettitore radiotelegrafico e radiotelefonico per onde corte con modulazione di placca sistema Heising.

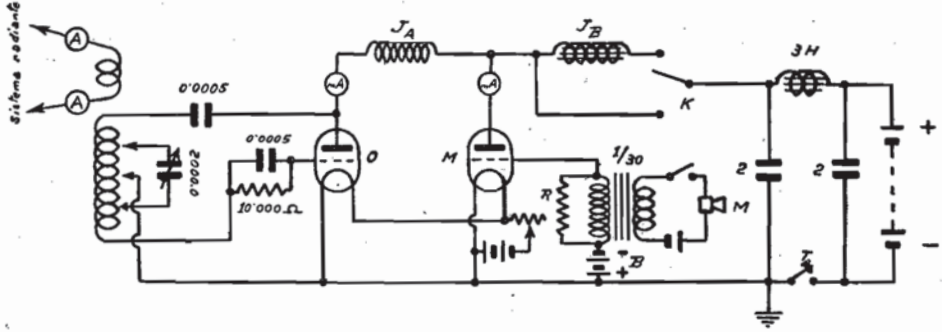


Fig. 573.

Il funzionamento teorico di questo circuito è stato spiegato nel capitolo che tratta della trasmissione in generale. Nel circuito si vede chiaramente che vi sono due valvole *O* e *M* collegate in parallelo, di cui *O* è la valvola oscillatrice e *M* è la valvola modulatrice, e che la corrente di alimentazione di placca per ambedue

deve passare attraverso un'impedenza a nucleo di ferro J_B di 50 H. La corrente totale fornita dalla sorgente di corrente si divide tra la valvola modulatrice *M* e la valvola oscillatrice *O*. Il valore della corrente assorbita dalla valvola modulatrice *M* può essere regolato a ogni valore desiderato regolando il potenziale base dato alla griglia attraverso il secondario del trasformatore microfonico. Il valore della corrente assorbita dall'oscillatore è determinato dalla valvola e dalla regolazione del circuito oscillante. Generalmente conviene effettuare la regolazione in modo che la corrente assorbita dalla valvola modulatrice sia del 20% minore di quella assorbita dalla valvola oscillatrice quando non avviene modulazione. Per avere una buona qualità di modulazione è necessario però che i potenziali applicati alla griglia della valvola modulatrice non oltrepassino il tratto diritto della caratteristica della valvola e per ottenere il grado di modulazione voluto conviene usare una valvola oscillatrice e una o più valvole uguali all'oscillatrice in parallelo per la modulazione.

Per la messa a punto del trasmettitore conviene dapprima regolare l'oscillatore staccando la valvola modulatrice e regolare il potenziale di griglia in modo che i valori segnati dai due milliamperometri siano nella proporzione indicata. Conviene generalmente che le valvole modulatrici abbiano una bassa impedenza e funzionino quindi con potenziale-base di griglia considerevolmente negativo.

Quando si parla nel microfono l'amperometro di aereo segnerà un leggero aumento o diminuzione, ma ciò non costituisce una norma sicura per la messa a punto del trasmettitore e il miglior modo di controllare la propria emissione sarà quello di stare in ascolto con un ricevitore a valvola anche a breve distanza dal trasmettitore.

Parti occorrenti: 2 valvole trasmittenti (1 oscillatrice e una modulatrice); 2 zoccoli per dette; 1 induttanza L_1 (tabelle XXIV e XXV); 1 impedenza J_A (tabella VIII); 1 amperometro per radiofrequenza con scala sino a 0,5 amp.; 2 milliamperometri per c. c. con scala sino a 200 mA.; 1 condensatore fisso 0,0005 μF (per tensione anodica); 1 condensatore fisso di 0·0002 μF; 2 condensatori fissi di 2 μF (per tensione anodica); 1 batteria di accensione; 1 batteria di griglia di 50 volt; 2 impedenze a nucleo di ferro 50 H e 3 H (tabella XXXII); 1 trasformatore microfonico $^1/_{50}$; 1 microfono; 1 batteria microfonica (3 pile a secco); 1 reostato; 1 gruppo convertitore o una batteria anodica; resistenza di griglia 10.000 ohm.

40. Trasmettitore radiotelegrafico e radiotelefonico per onde medie (200 a 1000 m.) con modulazione di placca.

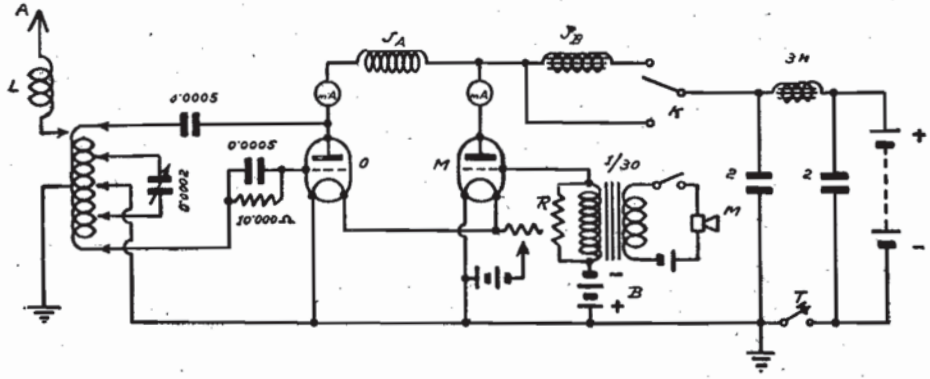


Fig. 574.

Questo schema è analogo a quello N. 39 salvo che l'accoppiamento tra oscillatore e sistema radiante avviene in modo diretto. L'onda fondamentale del circuito di aereo (antenna Marconi) è determinato dalla lunghezza dell'aereo e dai valori induttivi della bobina *L* e delle spire dell'induttanza principale inserite. È bene che la presa di terra coincida all'incirca con quella del filamento. Lo scopo della bobina *L* è quello di portare il circuito di aereo in risonanza con il circuito dell'oscillatore. Usando un aereo molto lungo invece della bobina *L* sarà necessario inserire un condensatore variabile.

Parti occorrenti: come per il circuito N. 39.

41. Trasmettitore radiotelegrafico e radiotelefonico con controllo a cristallo (per onde da 20 a 50 m.).

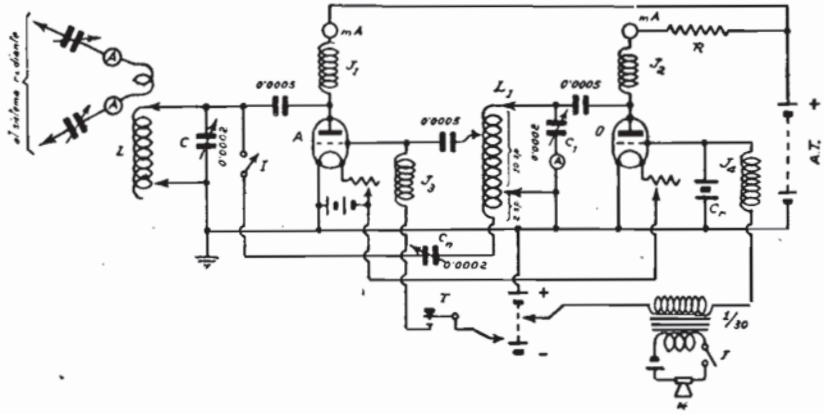


Fig. 575.

Questo trasmettitore è costituito da una valvola oscillatrice *O* nel cui circuito di griglia trovasi il cristallo di quarzo *Cr* e di una valvola amplificatrice *A* che ha il solo scopo di amplificare l'ampiezza delle oscillazioni prodotte dalla valvola oscillatrice.

Il fatto che il cristallo può oscillare solo nella frequenza propria fa sì che il trasmettitore può irradiare sempre soltanto segnali aventi l'onda fondamentale del cristallo o un'armonica di questa. Anche variazioni del circuito d'aereo o variazioni nell'alimentazione non possono influire che nella potenza emessa e non sulla frequenza e perciò i segnali sono assolutamente costanti. Anche alimentando con corrente alternata raddrizzata si otterrà una nota pura alla emissione.

I cristalli di quarzo vengono generalmente forniti in sottili piastrine di 20 × 20 mm. e lo spessore è funzione dell'onda fondamentale. Per onde di 100 m. lo spessore è di circa 1 mm.; per onde di 50 m. di solo circa 0,5 mm. Volendo usare il controllo a cristallo per onde di 20, 30, 40 m. non conviene usare cristalli con tale onda fondamentale, perchè il loro spessore risulterebbe così esiguo da rendere troppo fragile il cristallo. Ne risulta quindi che per tali onde conviene usare un cristallo avente una onda fondamentale doppia o tripla di quella desiderata e amplificare le debolissime armoniche con un amplificatore di potenza.

Usando un cristallo la cui fondamentale sia di 90 metri è possibile usarlo per la trasmissione su 45 metri senza l'uso di amplificatori intermedi che generalmente sono costosi e di difficile messa a punto. E' quindi solo necessaria una valvola oscillatrice che oscilla sulla fondamentale del cristallo e una valvola amplificatrice il cui circuito viene accordato sulla armonica della frequenza del cristallo corrispondente all'onda da irradiare. La valvola oscillatrice non deve avere una tensione di placca superiore a 400 volt, quella amplificatrice potrà essere una valvola di maggiore potenza, ma anche una valvola uguale alla oscillatrice potrà dare buoni risultati. La sorgente di placca può essere la stessa: se la tensione di placca della oscillatrice è minore di quella della amplificatrice occorrerà naturalmente ottenere per mezzo di una resistenza R la caduta di tensione necessaria.

Si noterà nello schema che invece di usare le solite resistenze, il potenziale di griglia viene dato da un'apposita batteria di griglia; la tensione necessaria dipende dalla tensione di placca e sarà all'incirca il 10% di questa. Per l'amplificatore la tensione sarà inoltre maggiore per le lunghezze d'onda più corte. Usando per l'oscillatore una tensione di griglia molto negativa esso tende a produrre forti armoniche.

Nel circuito di placca della valvola oscillatrice (che è accordato alla frequenza del cristallo) è inserito un amperometro a radiofrequenza (scala 3 amp.): il condensatore C_1 va variato sino ad ottenere la massima deviazione.

L'amplificatore di potenza viene sintonizzato sulla onda che si vuol emettere accordando il circuito LC su tale onda. Alla griglia della valvola amplificatrice vengono applicate le oscillazioni del circuito L_1 C_1. Trasmettendo sulla 2ª e 3ª armonica della frequenza del cristallo non è necessario alcun stadio di amplificazione intermedia tra la valvola oscillatrice e la valvola amplificatrice. Trasmettendo sulla 4ª armonica (22,5 m.) sarà invece conveniente usare uno stadio di amplificazione intermedio accordato sulla 2ª armonica del cristallo (45 m.).

La presa di griglia della valvola oscillatrice sulla bobina L_1 viene generalmente effettuata a una o due spire dalla presa di placca della oscillatrice. Tanto più vicina tale presa è rispetto alla presa di placca, tanto maggiore è la potenza assorbita ma oltre un certo punto essa diminuisce.

Volendo trasmettere su 45 m. si inserisca come bobina di placca L della valvola amplificatrice una induttanza per 45 m. Si tolga l'alimentazione di placca alla valvola amplificatrice per essere prima sicuri che la valvola oscillatrice funziona bene. Si regoli C_1 e il potenziale di griglia sino a che l'ondametro si accende alla massima distanza da L_1. Si applichi ora la tensione anodica alla valvola amplificatrice e si regoli C e il potenziale di griglia sino a ottenere la massima ampiezza delle oscillazioni. Si misuri la lunghezza d'onda che dovrebbe essere la metà di quella fondamentale del cristallo. Si provi ora a ricevere la propria emissione con un ricevitore collocato a qualche decina di metri

dal trasmettitore (senza antenna e presa di terra) e si verifichi se l'onda è pura. Se l'oscillatore funziona bene, disintonizzando il condensatore C del circuito di placca dell'amplificatore non si dovrebbe verificare una variazione dell'onda emessa.

L'alimentazione di placca deve essere effettuata con corrente alternata raddrizzata oppure con corrente continua.

Il tasto di manipolazione va inserito come si vede nello schema. Questo metodo consente alla valvola oscillatrice di oscillare quando il tasto è alzato e non essendo il tasto nella parte a radiofrequenza del circuito i collegamenti del tasto possono essere della lunghezza voluta.

Ottimi risultati si hanno modulando la emissione con una cicalina o con un interruttore, oppure, anche con segnali telefonici. In tal caso è semplicemente necessario inserire il secondario di un trasformatore microfonico nel circuito di griglia della valvola oscillatrice come si vede nello schema.

Questo sistema non si presterebbe bene in un comune trasmettitore del tipo *master oscillator*, ma in un oscillatore con cristallo, causa la resistenza che il cristallo presenta alle variazioni di frequenza, esso dà ottimi risultati. Naturalmente in questo caso non si ha una modulazione di frequenza ma bensì una modulazione di potenza ossia dell'ampiezza delle oscillazioni.

Il circuito LC deve essere accordato sull'onda di emissione. L e L_1 debbono naturalmente essere del tipo a poca perdita. Nel circuito L_1 C_1 conviene tenere l'induttanza L_1 grande e la capacità C_1 piccola.

Le impedenze J_3 e J_4 sono costituite da tre avvolgimenti a uno strato lunghi 25 mm. cadauno separati di 3 mm. (per diminuire la self-capacità) con filo 0,3-2 seta su un tubo di 12 mm.

Il neutrocondensatore deve avere una capacità di circa 0,0002 μF. Esso è indispensabile trasmettendo sulla fondamentale del cristallo per evitare l'autooscillazione della valvola amplificatrice, ma può generalmente essere omesso per la trasmissione su armonica.

Tutti i collegamenti debbono essere molto brevi e disposti in modo da non produrre effetti capacitivi dannosi. Le induttanze debbono essere ad almeno 5 cm. di distanza da qualunque altro oggetto.

Il cristallo va trattato con grande cura e va accuratamente pulito di tanto in tanto. La potenza di alimentazione dell'oscillatore a cristallo non deve superare i 20 watt perchè altrimenti il cristallo molto facilmente si spezza.

Il grande vantaggio di questo trasmettitore è dovuto al fatto che qualunque ondeggiamento del sistema radiante o dei collegamenti, e l'avvicinarsi dell'operatore non producono una variazione apprezzabile della frequenza il che permette una emissione purissima e costante molto piacevole da ricevere.

Parti occorrenti: 2 valvole e 2 zoccoli; induttanze L e L_1; 2 condensatori variabili a poca perdita di 0,0002 μF; impedenze ad alta frequenza J_1 J_2 J_3 J_4; cristallo di quarzo; 2 milliamperometri per corrente continua; 1 amperometro a radiofrequenza (scala 0-3 amp); 3 condensatori fissi di 0,0005 μF; 1 neutrocondensatore; 1 interruttore I; 1 trasformatore microfonico; 1 tasto; 1 piletta per microfono; 1 microfono; 1 sorgente di corrente anodica; 1 batteria di accensione; 1 batteria di griglia.

42. Trasmettitore radiotelegrafico e radiotelefonico con eccitazione separata di griglia (master oscillator) neutralizzato secondo il sistema Difarad.

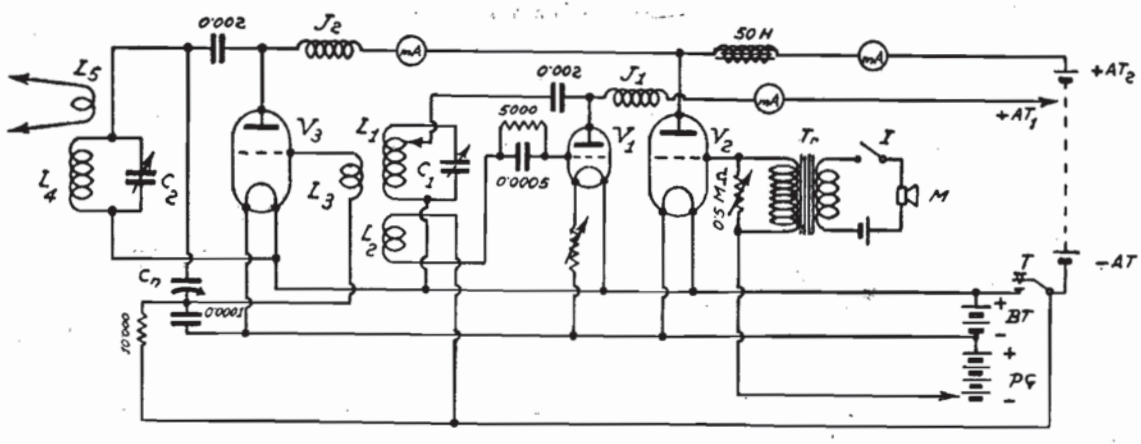


Fig. 576.

Questo trasmettitore è costituito di una valvola oscillatrice V_1 il cui oscillatore è costituito da un circuito accordato inserito sulla placca ed accoppiato all'induttanza non accordata di griglia. Per rendere stabile la frequenza occorre usare nei circuiti accordati relativamente piccole induttanze e grandi capacità e far funzionare la valvola sotto condizioni tali che la potenza da essa assorbita sia alquanto sotto al limite massimo indicato dal costruttore. La valvola amplificatrice V_3 è neutralizzata col sistema Difarad e la modulazione avviene col ben noto metodo Heising per mezzo di una valvola modulatrice V_2 che agisce sulla valvola amplificatrice.

Naturalmente i singoli circuiti dell'amplificatrice e della oscillatrice debbono essere accuratamente schermati.

Per V_1 basta una valvola di potenza di ricezione. La valvola amplificatrice V_3 deve avere una potenza circa 5 volte quella della oscillatrice e la modulatrice V_2 deve avere una potenza uguale a quella della amplificatrice.

43. Trasmettitore radiotelegrafico (per onde da 1 a 10 m. e oltre).

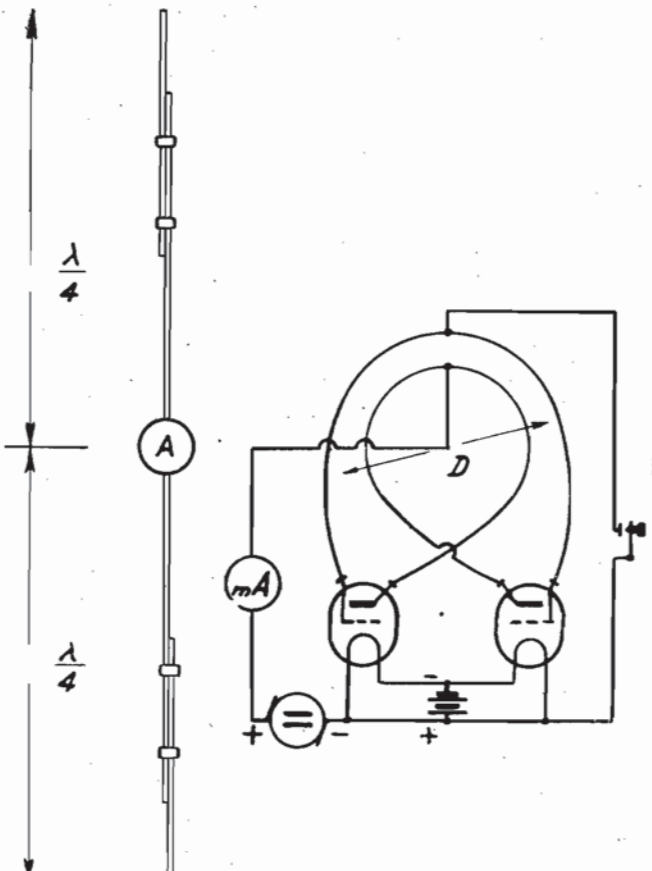


Fig. 577

Per la trasmissione di onde cortissime sotto i 10 m. è preferibile servirsi del montaggio Eccles-Mesny che ha il vantaggio di non richiedere bobine di impedenza, difficilissime a costruire per queste altissime frequenze. E' indispensabile perchè il circuito possa funzionare che i collegamenti tra i filamenti siano i più brevi possibili e che venga tenuta rigorosamente la disposizione simmetrica mostrata nello schema. Per l'alta tensione si può usare una

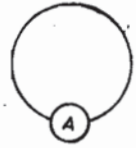


Fig. 578

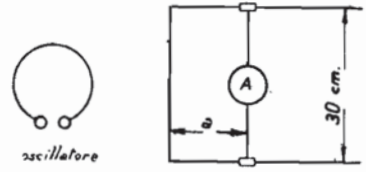


Fig. 579

dinamo, una batteria oppure un trasformatore. L'accoppiamento delle spire di placca e di griglia deve essere il più stretto possibile: il limite è dato dalla distanza alla quale scoccherebbe un arco tra le due spire. Conviene preferibilmente usare per questo circuito delle valvole a corna, oppure delle valvole comuni con un alto coefficiente di amplificazione e un vuoto perfetto.

In generale conviene usare piccole valvole spingendo tanto l'accensione come la tensione di placca. Le due spire di placca e griglia vanno costruite di diametro uguale e la proporzione tra il diametro D delle spire e la lunghezza d'onda è la seguente.

diam. D 13 cm. λ = 3 m. circa.
» D 25 cm. λ = 5 m. »

Costruito l'oscillatore si potrà constatare se esso oscilla avvicinando un circuito formato di una spira e di un amperometro termico (fig. 579).

Per misurare la lunghezza d'onda di tale oscillatore, ciò che risulta particolarmente importante per la trasmissione con antenna oscillante alla mezza lunghezza d'onda si potrà utilizzare il sistema dei fili di Lecher come si vede a fig. 578. Si tendono due fili lunghi 5 m. e facendo scorrere su questi fili un ponte costituito da un filo rigido avente alla sua metà una piccola lampadina o un amperometro termico, si constaterà il passaggio di una corrente a radiofrequenza in determinati punti. Al primo accendersi della lampadina (o al primo deviare dell'indice dell'amperometro) a partire dal lato dell'oscillatore lo sviluppo periferico totale del circuito a rettangolo è di una lunghezza d'onda, al secondo di due lunghezze d'onda, all'ennesimo di *n* lunghezze d'onda.

Com'è noto una delle migliori antenne che esistano dal punto di vista della radiazione per qualunque lunghezza d'onda è l'antenna verticale di lunghezza uguale alla metà della lunghezza d'onda. Questa viene nel nostro caso formata da due grossi fili di rame aventi ognuno una lunghezza all'incirca uguale al quarto della lunghezza d'onda, con un amperometro a radio-frequenza nel centro com'è visibile a fig. 577. Conviene però che la lunghezza dell'antenna sia regolabile, ciò che si ottiene usando due pezzi di filo scorrevoli per ogni lato. L'antenna viene situata in modo da essere verticale e viene accoppiata all'oscillatore avvicinandola semplicemente a questo nel modo visibile a fig. 577.

Se l'oscillatore si rifiuta di oscillare, ciò può dipendere da una mancanza di simmetria nel montaggio, oppure dal fatto che le due valvole non sono perfettamente uguali. In tal caso converrà provare con altre valvole. Si noti che i fili di ritorno della placca e della griglia rispettivamente alla sorgente di alta tensione e al filamento non devono essere accoppiati e devono essere brevi pur non occorrendo che siano simmetrici. Nello schema si vede come va inserito il tasto di manipolazione. Usando corrente continua per l'alimentazione è altresì possibile modulare le onde prodotte con uno dei soliti metodi.

Questo circuito può servire non soltanto per la produzione di onde cortissime, ma anche per onde sino a 100 m. e oltre.

Parti occorrenti: 2 valvole a corna; 1 batteria di accensione; 1 sorgente di alta tensione; 1 milliamperometro di placca; 1 amperometro di aereo; 1 tasto di manipolazione; 2 spire di dimensioni corrispondenti alla lunghezza d'onda.

44. Trasmettitore a fascio (per onde da 1 a 5 m.).

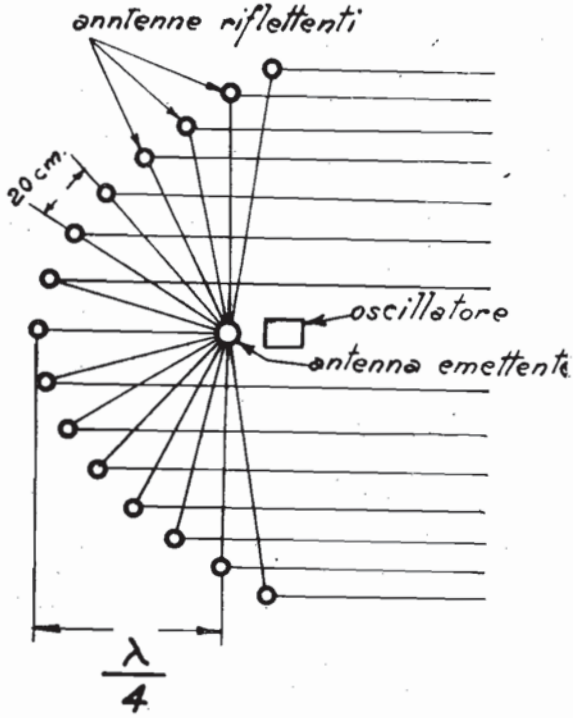


Fig. 580.

Le onde cortissime dell'ordine da 1 a 5 m. possono essere facilmente riflesse per mezzo di riflettori piani o parabolici. I riflettori piani presentano però l'inconveniente di non concentrare il fascio riflesso mentre ciò avviene con il riflettore parabolico come si vede a fig. 580. Il riflettore può essere costituito da una superficie metallica, preferibilmente di lamierino di rame, disposta in forma parabolica. Il riflettore può però anche essere costituito da una serie di antenne verticali uguali alla antenna di emissione (lunghezza uguale a metà della lunghezza d'onda) disposte in modo da formare con la loro proiezione verticali una parabola. La distanza tra ogni singola antenna riflettente sarà di circa 20 cm. e l'apertura del riflettore può essere uguale alla lunghezza d'onda. Come oscillatore può servire molto convenientemente quello descritto al numero precedente.

45. Trasmettitore portabile radiotelegrafico e radiotelefonico con aereo a telaio (per onde da 10 a 100 m.)

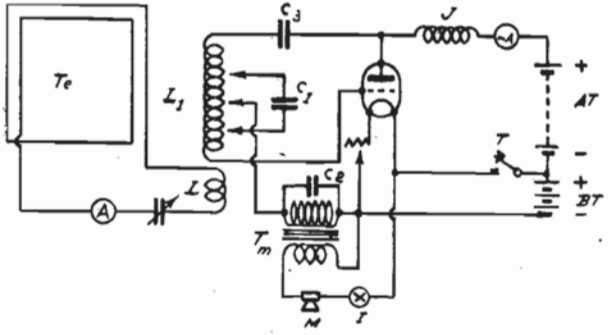


Fig. 581. - Schema teorico del trasmettitore.

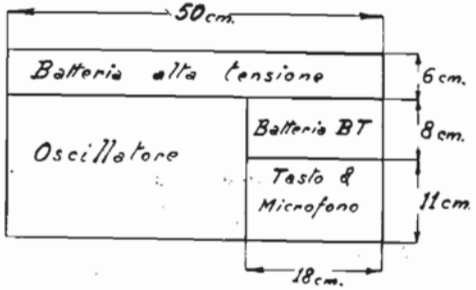


Fig. 582. - Disposizioni delle parti.

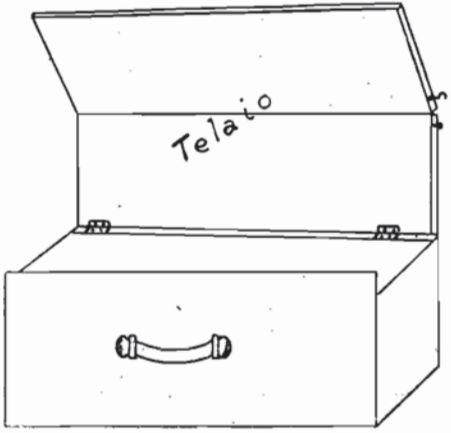


Fig. 583. - Cassetta e telaio.

Questo trasmettitore, presentato da ei 1 GC al concorso della ARI 1928, può essere contenuto — completo — in una cassetta di 50 × 25 × 20 cm. Il quadro è avvolto nell'interno del coperchio cui è aggiunto un telaietto pieghevole (fig. 583). Il peso complessivo non supera 15 kg. Questo ricevitore ha potuto essere ricevuto in grafia anche a distanza di qualche diecina di chilometri con potenza 8 watt-alimentazione.

Filamento, circuito microfonico e placca sono alimentati da pile a secco risp. di 4 e 200 volt.

Il quadro è accoppiato induttivamente mediante tre spire all'induttanza del circuito oscillante.

Non occorre presa di terra.

C_1 è un condensatore di 0.0002 μF; C_2 di 0.0002 μF; C_3 di 0.001 μF.

Il telaio è di circa 50 × 50 cm.

SCHEMI DI TRASMETTITORI DI RADIOCULTORI ITALIANI

46. Circuito usato da da il MA.

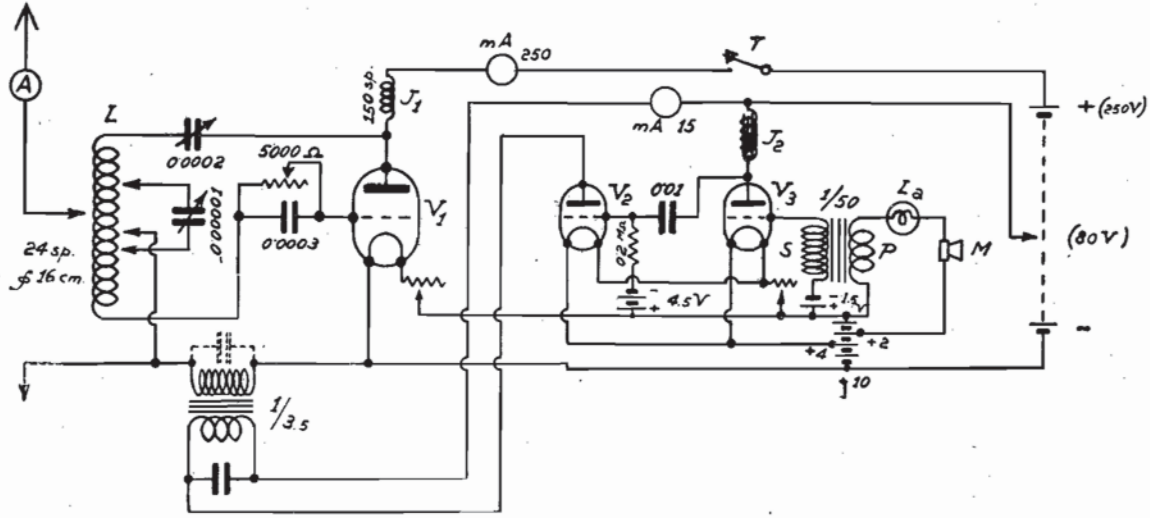


Fig. 584. - Schema del trasmettitore radiotelegrafico e radiotelefonico di 1MA.

Onda 44 m.; V_1 = Philips TB 04/10; V_2 = RE 154; V_3 = RE 144.

47. Circuito usato da 1 NO.

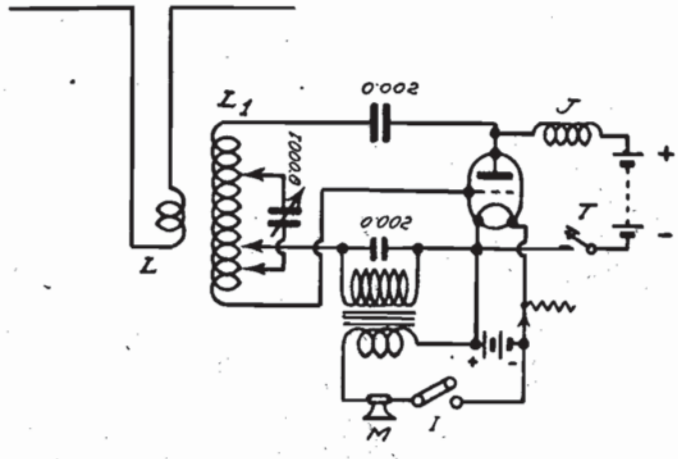


Fig. 585. - Schema teorico del trasmettitore radiotelegrafico e radiotelefonico di 1NO.

L 5 spire.
L_1 = 17 spire di filo rame 10/10 su diametro 60 mm. con passo 8 mm. e presa alla 0 - 7 - 11 - 14 - 17.ma spira.
Trasformatore microfonico: Primario 250 spire filo rame 0,2 (resistenza 10,5 ohm), secondario 20000 spire filo rame 0.15 (resistenza 4000 ohm). Nucleo rettilineo a fili di ferro smaltati di 1.6 mm. di diametro lungo 10 cm.
J 150 spire filo rame 0.6 su diametro 30 mm. passo 1 mm.
Antenna Levy per 32 m. Linea di alimentazione: due fili di 14 metri. Parte radiante: due tratti di 7,12 m.
Tensione anodica: 300 volt. Valvole usate: ux — 210 o W10M.
Onda di lavoro: 32 m.

48. Circuito usato da il AU.

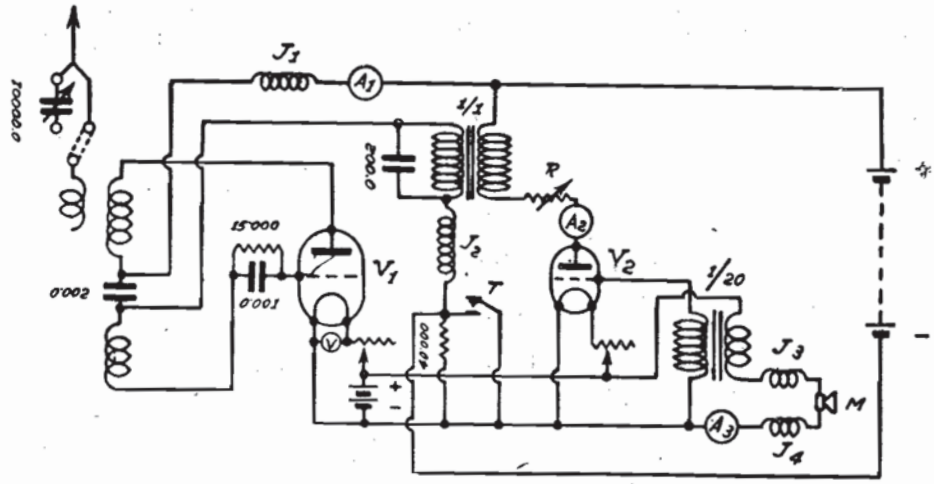


Fig. 586. - Circuito teorico del trasmettitore di 1AU.

R resistenza variabile 100000 ohm (per 10 mA).
V_1 = Metal E_4N
V_2 = Philips Z1.
Trasformatore di modulazione: Primario: 300 spire filo rame 0.3 smaltato; Secondario: 6000 spire filo rame 0.1-2 seta.

49. Circuito usato da il FP.

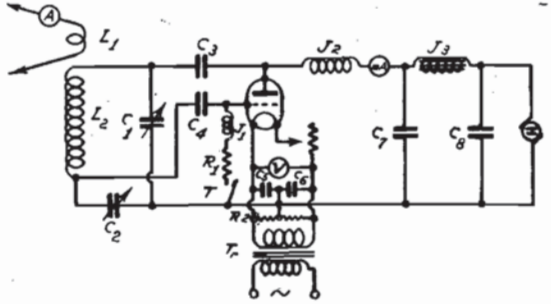


Fig. 587. - Circuito del trasmettitore usato da 1 FP.

L_1 = 4 spire diam. 6 cm.: L_2 = 3 spire per 10,20 e 30 m., 6 spire per 50 m. (diam. 6 cm.): C_1 = 0.0005 μF; C_2 = 0.0005 μF; C_3 = 0.001 μF; C_4 = 0.001 μF; C_5 C_6 = 0.005 μF; C_7 C_8 = 2 μF: R_1 = 5000 ohm; R_2 = 200 ohm; J_1 J_2 = impedenze AF; J_3 = impedenza di 30 henry; Tr = trasformatore per filamento.

50. Alimentatore per filamento griglia e placca dalla rete di corrente alternata.

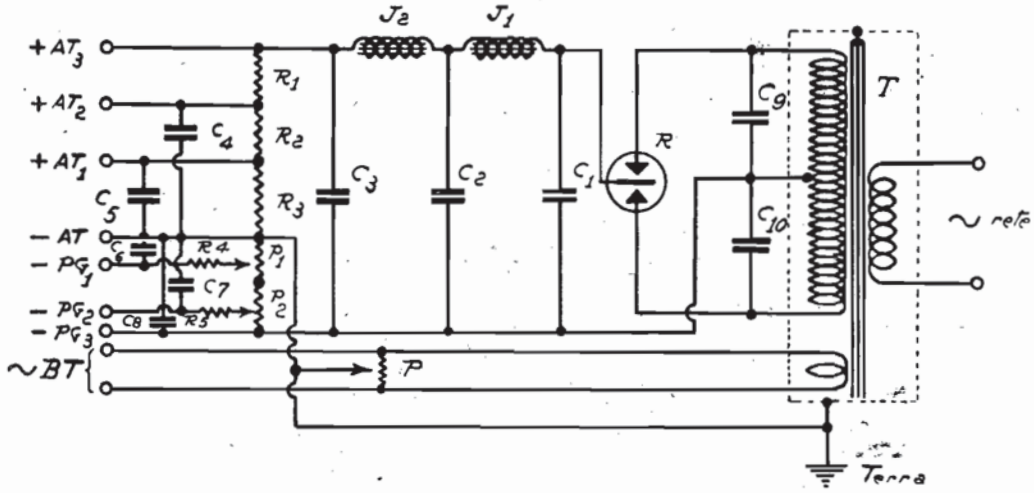


Fig. 588 - Schema teorico dell'alimentatore.

Questo alimentatore è costituito da un trasformatore T, da un tubo raddrizzatore R a due alternanze, da un complesso filtrante formato dalle impedenze J_1, J_2 e dai condensatori C_1, C_2, C_3, da un partitore formato dalle resistenze intercambiabili R_1, R_2, R_3 e dai potenziometri P_1 e P_2. Il trasformatore T ha inoltre un secondario grosso e di poche spire che serve a fornire la potenza necessaria per l'accensione dei filamenti delle valvole con corrente alternata.

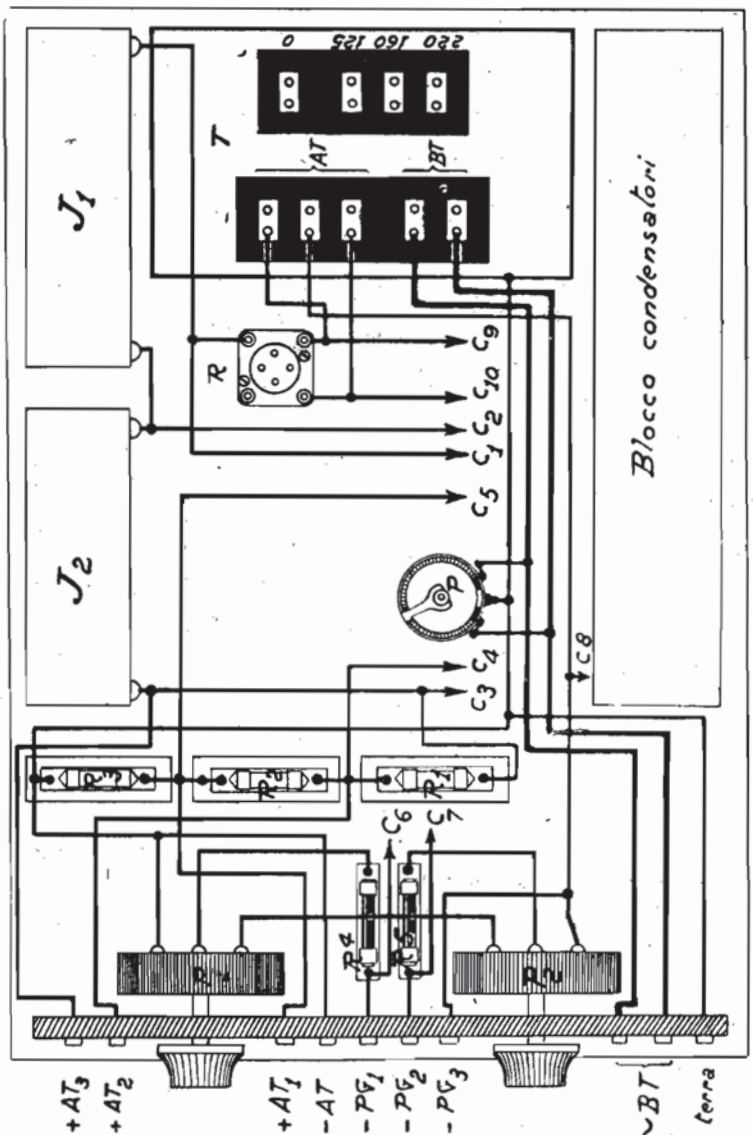


Fig. 589 - Schema costruttivo dell'alimentatore.

Supponiamo che sia necessaria per AT_3 una tensione V_3 (non superiore a 300 volt) con una corrente i_3, per AT_2 una tensione V_2 e una corrente i_2, per AT_1 una tensione V_1 e una corrente i_1, per PG_1, un potenziale p_1 per PG_2 un potenziale p_2, per PG_3 un potenziale p_3.

Se il tubo raddrizzatore è il Raytheon BH che dà 300 volt e 125 mA, sarà necessario che il secondario AT del trasformatore T dia complessivamente 650 volt.

Per il calcolo del trasformatore rimandiamo a quanto è detto nel capitolo « Trasformatori » e passiamo senz'altro al calcolo del partitore.

Se la tensione massima di c. c. data dal tubo è di V volt possiamo subito calcolare V_3 tenendo conto della resistenza di J_1 e di J_2 e della corrente totale che attraversa le due impedenze. Siano r_1 e r_2 le rispettive resistenze ohmiche di J_1 e J_2 e i_p la corrente che attraversa tutte le resistenze del partitore.

Abbiamo:

$$V_3 = V - (i_1 + i_2 + i_3 + i_p) \cdot (r_1 + r_2)$$

Possiamo ora passare a calcolare le resistenze del partitore. Naturalmente i valori di R_1 e R_2 variano a seconda delle tensioni e delle correnti necessarie. Si potrebbe, come fanno molti costruttori, usare delle resistenze variabili, ma queste non sono mai abbastanza perfette e quindi è preferibile servirsi di resistenze intercambiabili, oggi molto facili a trovarsi sul mercato. Il valore di R_3 deve essere scelto in modo che la corrente che scorre attraverso R_1 R_2 R_3, P_1 P_2 allo stato di riposo non sia troppo grande. In generale si può ammettere per i_p un valore di 15 mA. P_1 e P_2 sono potenziometri di ottima costruzione.

Il calcolo di R_1 si effettua nel modo seguente. Attraverso R_1 scorre la corrente $(i_1 + i_2 + i_p)$ che provoca la caduta di tensione $V_3 - V_2$. Quindi secondo la legge di ohm

$$R_1 = \frac{V_3 - V_2}{i_1 + i_2 + i_p}$$

Analogamente attraverso R_2 scorre la corrente $i_1 + i_p$ che provoca la caduta di tensione $V_2 - V_1$. Quindi

$$R_2 = \frac{(V_2 - V_1)}{(i_1 + i_p)}$$

In queste due equazioni tutte le grandezze sono note all'infuori di R_1 e R_2. Infatti V_1, V_2 e V_3 sono le tensioni prescritte per i diversi gruppi di valvole del ricevitore; i_1, i_2 e i_3 sono le correnti necessarie che vengono calcolate moltiplicando il consumo medio di corrente di una valvola per il numero di valvole che vengono alimentate alla medesima tensione. i_p come abbiamo visto è stato supposto uguale a 15 mA.

Siano p_1, p_2 e p_3 i valori deipotenziali di griglia necessari. Attraverso P_1 e P_2 scorre la corrente totale $(i_1 + i_2 + i_3 + i_p)$.

Quindi la resistenza in ohm di P_1 e P_2 può essere così calcolata:

$$P_1 = \frac{p_1}{(i_1 + i_2 + i_3 + i_p)}$$

$$P_2 = \frac{p_2}{i_1 + i_2 + i_3 + i_p} - P_1$$

Per consentire un certo campo di regolabilità è bene inserire per p_1 e per p_2 valori alquanto maggiori a quelli medi necessari.

Ora che conosciamo il valore di R_1, R_2, P_1 e P_2 possiamo calcolare il valore di R_3 nel modo seguente

$$(R_1 + R_2 + R_3 + P_1 + P_2)\ 0.015 = V_3$$

quindi

$$R_3 = \frac{V_3 - 0.015\,(R_1 + R_2 + P_1 + P_2)}{0.015}$$

Le impedenze J_1 e J_2 non devono avere una resistenza superiore a 300-400 ohm e devono essere costruite in modo da sopportare la corrente totale $(i_1 + i_2 + i_3 + i_p)$ senza scaldarsi troppo e senza che venga saturato il nucleo. Esse devono avere una induttanza ciascuna di circa 30 henry. I condensatori C_1, C_2 e C_3 sono rispettivamente di 2, 4, 8 μF e debbono sopportare una tensione uguale almeno a 2 V. C_9 e C_{10} debbono sopportare ciascuno almeno il doppio della tensione alternata ai loro capi e sono di 0,1 μF.

La resistenza R_1 deve sopportare senza scaldarsi eccessivamente la corrente $(i_1 + i_2 + i_p)$ ossia deve dissipare la potenza $(i_1 + i_2 + i_p)^2 . R_1$.

Analogamente la resistenza R_2 deve dissipare la potenza $(i_1 + i_p)^2 . R_2$.

La resistenza R_3 deve dissipare solo la potenza $i_p^2 . R_3$.

Il potenziometro P_1 deve dissipare la potenza $(i_1 + i_2 + i_3 + i_p)^2 . P_1$.

Il potenziometro P_2 deve dissipare la potenza $(i_1 + i_2 + i_3 + i_p)^2 . P_2$.

Il potenziometro P deve avere un valore di 200 ohm circa.

I condensatori C_4, C_5, C_6, C_7 e C_8 sono di 2 μF cadauno.

Il trasformatore T è schermato da un lamierino di ferro dello spessore di 1 mm. circa che viene collegato a terra.

Parti occorrenti:

T 1 trasformatore con un primario e due secondari; R 1 tubo raddrizzatore senza filamento; C_1 1 condensatore fisso di 2 μF (700 volt); C_2 1 condensatore fisso di 4 μF (700 volt); C_3 1 condensatore fisso di 8 μF (700 volt); C_4 C_5 2 condensatori fissi 2 μF (500 volt); C_6 C_7 C_8 3 condensatori fissi 2 μF.; C_9 C_{10} 2 condensatori fissi 0.1 μF (1000 volt); J_1 J_2 2 impedenze 30 henry (resistenza inferiore a 400 ohm); R_1 R_2 R_3 3 resistenze intercambiabili di potenza; P_1 P_2 2 potenziometri di potenza; P 1 potenziometro 200 ohm.

51. Alimentatore di placca e griglia dalla rete di corrente continua.

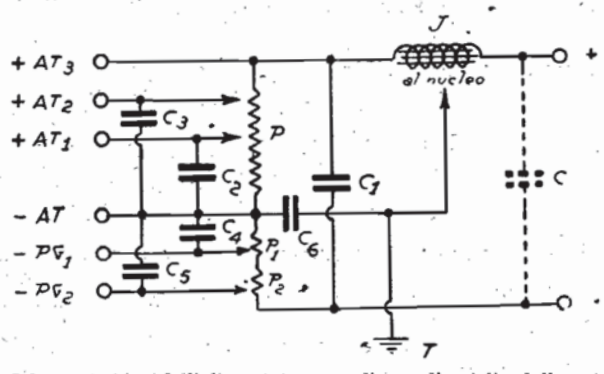


Fig. 590 - Schema teorico dell'alimentatore anodico e di griglia dalla rete di c. c.

Questo alimentatore di placca e di griglia dalla rete di corrente continua consente di prendere tre tensioni anodiche e due potenziali di griglia. Esso ha in serie con il potenziometro P due altri potenziometri P_1 e P_2. Il calcolo delle resistenze di P_1 e P_2 avviene nel modo seguente. Siano i_1 i_2 i_3 le correnti che passano rispettivamente attraverso AT_1, AT_2 e AT_3 e ip la corrente di perdita attraverso il potenziometro P. Se vogliamo che $-PG_1$ sia uguale a $-4{,}5$ volt (come generalmente si richiede per la griglia della prima valvola BF) avremo

$$P_1 = \frac{4{,}5}{i_1 + i_2 + i_3 + i_p}$$

giacchè attraverso P_1 la caduta di tensione viene appunto provocata dal passaggio di tutte le correnti suddette.

Analogamente calcoleremo P_2. Generalmente per l'ultima valvola di potenza occorre con le elevate tensioni oggi in uso un potenziale negativo sino a 40 volt circa. Avremo quindi

$$P_2 = \frac{35{,}5}{i_1 + i_2 + i_3 + i_p}$$

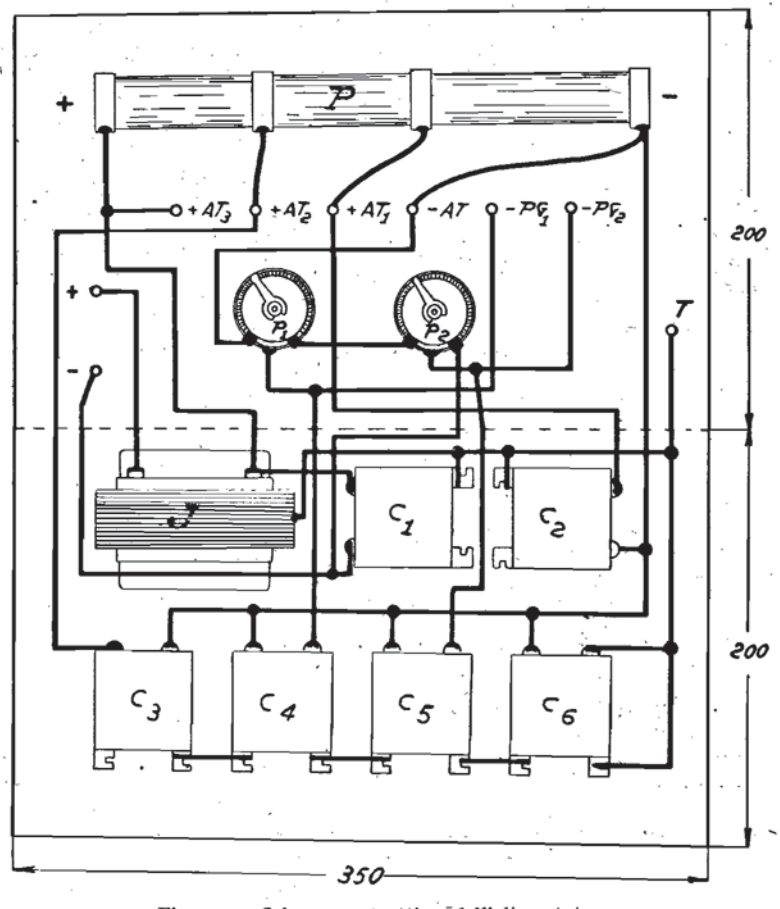


Fig. 591 - Schema costruttivo dell'alimentatore.

Praticamente P_1 avrà una resistenza massima di circa 200 ohm e P_2 di circa 2000 ohm. Tanto P come P_1 e P_2 debbono naturalmente poter sopportare la corrente che li attraversa ossia l'intera corrente anodica $i_1+i_2+i_3$ più la corrente di perdita i_p. Questo alimentatore è fatto per funzionare dalla rete di 220 volt. Con tensioni di rete minori le tensioni ottenibili risultano corrispondentemente diminuite. Con una rete di 110 volt è preferibile usare tutta la tensione disponibile per l'alimentazione anodica e servirsi di pile per il potenziale di griglia.

Per evitare effetti capacitivi nocivi risulta conveniente collegare alla terra tanto il nucleo della bobina di impedenza come gli involucri dei condensatori. La fig. 591 mostra come l'alimentatore può essere realizzato costruttivamente.

Parti occorrenti;

1 condensatore fisso C_1 di 8 μF (provato a 500 volt)
1 condensatore fisso C_2 di 2 μF (provato a 500 volt)
1 condensatore fisso C_3 di 2 μF (provato a 500 volt)
1 condensatore fisso C_4 di 4 μF (provato a 100 volt)
1 condensatore fisso C_5 di 4 μF (provato a 100 volt)
1 condensatore fisso C_6 di 0.005 μF (provato a 100 volt)
1 potenziometro P di 12000 ohm (per 10 watt)
1 potenziometro P_1 di 200 ohm (per 10 watt)
1 potenziometro P_2 di 2000 ohm (per 10 watt)
1 impedenza J di 50 H (per 50 mA).

52. Ricevitore per le immagini.

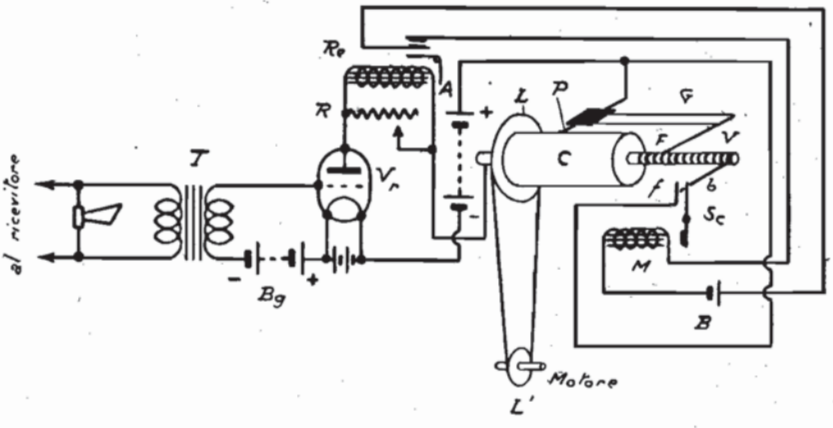


Fig. 592. - Schema teorico-costruttivo del ricevitore per immagini.

Questo apparecchio è destinato alla ricezione di immagini trasmesse per radio e benchè la sua costruzione richieda la più intelligente attenzione, la sua semplicità è tale che, acquistando le parti più difficili da costruire, esso è alla portata di qualunque dilettante.

È necessario per il funzionamento dell'apparecchio un ricevitore altrettanto sensibile come per ricevere le comuni radiodiffusioni. Qualunque sia il ricevitore occorre usare per l'ultimo stadio una valvola di potenza capace di fornire all'uscita 3-5 mA, cioè quanto generalmente è necessario per far funzionare con buona intensità un altoparlante.

Il sistema col quale funziona questo apparecchio è quello Baker-Fulton. Tanto nel trasmettitore come nel ricevitore un cilindro rotante viene «esplorato» da una punta metallica in fini spirali. Sul cilindro di trasmissione viene stesa l'immagine preparata per la trasmissione. Sul cilindro di ricezione viene steso un foglio di carta impregnato di colla d'amido al joduro di potassio. Se nel trasmettitore la punta scorre su una linea della immagine, una corrente passerà attraverso la punta nel ricevitore e il tratto di carta sul quale essa scorre verrà colorato di marron

causa la formazione di jodio. Quando la punta è passata su tutto il cilindro si può togliere l'immagine positiva fi-

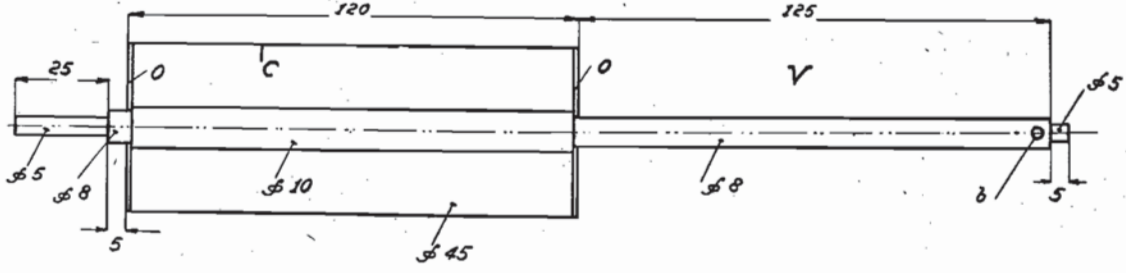


Fig. 593. - Asse con cilindro.

nita del cilindro. Ciò rappresenta naturalmente un grande vantaggio rispetto ai complicati sistemi fotochimici nei quali l'immagine ricevuta deve ancora essere trattata chimicamente.

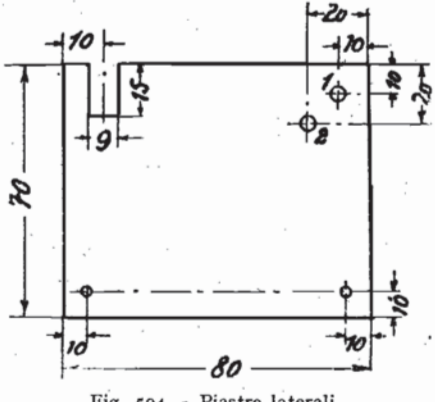


Fig. 594. - Piastre laterali.

Per assicurare una perfetta uguaglianza tra immagine trasmessa e immagine ricevuta occorre naturalmente una perfetta sincronizzazione per assicurare che la punta di trasmissione e quella di ricezione si trovino sempre nello stesso punto rispetto al rispettivo cilindro. Per assicurare l'uniformità di funzionamento dei due apparecchi, trasmettente e ricevente, è necessario controllare e portare in sincronismo la rotazione dei cilindri almeno una volta ogni giro. Nel sistema Baker-Fulton ciò avviene nel modo seguente. Il cilindro ricevente dopo ogni giro completo viene arrestato sino a che il cilindro trasmettente comincia il prossimo giro. Ciò viene ottenuto facendo emettere dalla stazione trasmettente dopo ogni giro un impulso che nel ricevitore provoca un impulso di corrente che, passando attraverso un relais Re, libera lo scatto del cilindro. In tal modo si ottiene di correggere le irregolarità che si verificano dopo ogni giro e di portare in sincronismo i cilindri.

Lo schema di principio di fig. 592 servirà a far comprendere meglio la nostra spiegazione. Sia C il cilindro, P la punta scrivente con il suo carrello di guida G e la vite di guida V, S_c lo scatto e R_e il relais.

I segnali dell'immagine in arrivo vengono captati da un ricevitore radiofonico comune purchè di sensibilità sufficiente e le correnti pulsanti a bassa frequenza, all'uscita dall'ultima valvola di potenza invece di passare attraverso l'altoparlante vengono applicate al primario di un trasformatore *T* che conduce attraverso una valvola rettificatrice *Vr* alla punta *P*. Il relais *Re* viene regolato in modo da essere azionato solo dagli impulsi di sincronizzazione. In questo caso il relais *Re* attira l'ancorina a perno *A* che fa toccare i contatti delle due molle e chiude così il circuito locale della batteria *B* che fa aprire lo scatto *Sc*.

Nello schema teorico di fig. 592 noi possiamo già distinguere benissimo il cilindro *C* col suo asse, la punta scrivente *P* con il suo equipaggio di guida *G*, il dispositivo di scatto *Sc*, il relais *Re* e il raddrizzatore *Vr*. Per far girare il cilindro ricevente serve un motorino a molla che, come pure la vite di guida, sarà più conveniente acquistare già fatto. Il motore deve avere una capacità di funzionamento abbastanza grande, deve essere molto solido e dotato di una buona regolazione della velocità. A tale uso possono servire molto bene i motori fonografici a molla, o per chi non badi alla spesa quelli elettrici (i primi costano circa 50-100 lire, il secondo 300 lire). Il motore completo di regolazione viene montato sulla faccia inferiore di una basetta di circa 20 × 35 cm. sulla cui superficie superiore viene montato il cilindro, l'equipaggio, la guida, il relais, ecc.

Il cilindro e l'asse di ferro devono essere della massima precisione e sarà perciò bene che essi vengano torniti da un buon meccanico secondo le misure indicate in fig. 593. Sulle estremità dell'asse di diametro 10 mm. vengono avvitati due dischi di ottone *O* di 1 mm. di spessore e torniti in modo che un tubo *C* di ottone del diametro di 45 mm. e avente una parete dello spessore di 0.5 mm. si lasci appena infilare a forza. In seguito il tubo viene sal-

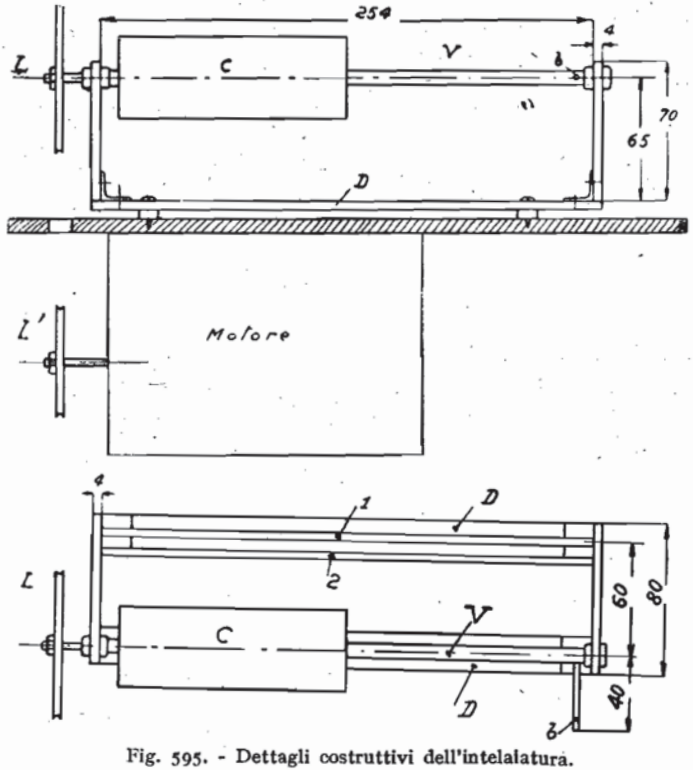


Fig. 595. - Dettagli costruttivi dell'intelalatura.

dato con i dischi. Sulla parte dell'asse designata con *V* viene fresata la spirale che serve per la guida del carrello *G*. Il passo della spirale deve essere esattamente di 0,5 mm. Qualunque inesattezza in questa misura porta come conseguenza una deformazione dell'immagine. Nel foro filettato *b* viene avvitata un'astina lunga 40 mm., il cui scopo verrà spiegato in seguito parlando dello scatto.

Come piastre-supporto servono due piastre uguali di ottone dello spessore di 4 mm. le cui dimensioni risultano da fig. 594. Esse vengono montate per mezzo di squadre su due guide di ottone *D* lunghe 26 cm. e di sezione 20 × 5 mm. come si vede a fig. 595. Conviene munire due di queste squadre con fori oblunghi per poter regolare esattamente la interdistanza delle due piastre frontali. Come cuscinetti servono bussole di ottone le cui dimensioni risultano da fig. 596. Si provvedano ora due sbarre di ottone (1 e 2) del diametro di 5 mm. e della lunghezza di 270 mm. Si può ora dare inizio al montaggio della intelaiatura. Si comincia coll'avvitare le piastre frontali con robuste viti alle guide di ottone *DD* in modo che l'asse recante i sopporti infilati possa essere collocato nelle aperture apposite. L'interdistanza tra le due piastre frontali va regolata in modo che sia possibile girare facilmente l'asse che però non deve avere troppo giuoco lateralmente.

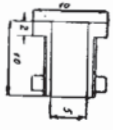


Fig. 596. - Cuscinetto per l'asse rotante.

Occorre fare questo lavoro con precisione perchè solo se le piastre sono esattamente parallele è poi possibile fissare solidamente i supporti senza che l'asse rimanga incagliata. Diversamente si può procedere nel modo seguente. Si fissa soltanto il supporto che si trova sul lato della vite *V* mentre l'altro viene avvolto con un po' di carta e lo si forza nell'apertura senza avvitarlo completamente. In tal modo esso si piegherà alquanto lateralmente e potrà orizzontarsi secondo l'asse. Per la trazione esercitata dalla trasmissione che passa sulla puleggia *L*, esso verrà mantenuto nell'apertura. Come cinghia di trasmissione serve un filo di seta piegato doppio che viene teso sino al punto in cui il motore può continuare a girare tenendo fermo il cilindro *C*. La puleggia *L* ha un diametro alquanto maggiore della puleggia *L'*. A questo punto vengono infilate nei fori le due sbarre di ottone 1 e 2, e saldate con le piastre frontali in modo da impedire un successivo spostamento.

Per la guida della punta scrivente serve il cosidetto carrello *G* i cui dati costruttivi risultano da figg. 597 e 598. La lama *S* che scorre nel solco della vite deve essere di acciaio e corrispondere all'incirca alla forma dell'incavo. Il braccio *F* che porta la lama *S* viene appesantito con un peso di piombo che impedisce alla lama di saltare fuori dal solco della vite. Il carrello passa con le due piastre di ottone sulla sbarra 1. Le cavità per la sbarra 1 devono essere accuratamente limate e smerigliate con carta smeriglio in modo che il carrello possa essere facilmente spostabile senza giuoco. Sull'altro lato del carrello viene fissata una spessa piastra di ebanite *P* che porta isolato dal carrello il braccio scrivente con il reggipunta e l'attacco per la presa di corrente. Il reggipunta deve essere facilmente movibile e deve posare sulla carta solo col suo peso proprio. La punta viene fissata con una vite tra due piastrine di ottone. Per non dover fare tutta la punta di platino (che è molto caro), si fa la sola punta di filo di platino lungo 3-4 mm. e grosso 0,5 mm. che viene affilato in modo che il contatto con la carta avviene su una piccola superficie. L'immagine risulta in tal caso più omogenea che con una punta acuta giacchè le spire della spirale di guida si integrano tra di loro.

Per la sincronizzazione del cilindro *C* serve lo scatto raffigurato a fig. 599 che funziona nel modo seguente. La astina di ottone *b* lunga 40 mm. che trovasi radialmente avvitata sulla vite *V* (fig. 595) viene a ogni giro a trovarsi nella stretta *H* come si vede nel dettaglio *b*) della figura 599. L'astina può solo liberarsi quando l'elettromagnete *M* viene eccitato dalla corrente prodotta dal segnale di sincronizzazione (proveniente dal trasmettitore) giacchè in tal caso esso attira l'ancorina come si vede nel dettaglio *c*) della fig. 599. L'elettromagnete *M* viene avvolto con 2500 spire per rocchetto di filo di rame 0,2 mm. Non conviene usare filo maggiore perchè diminuendo la resistenza dell'avvolgimento aumenta l'intensità della corrente ciò che potrebbe avere per conseguenza la bruciatura del relais R_e e quindi il funzionamento irregolare di tutto il dispositivo di scatto. L'astina *b* viene limata a quadro come si vede nel dettaglio *a*) di fig. 599 per poter entrare comodamente nell'intaglio dell'ancorina. In questa posi-

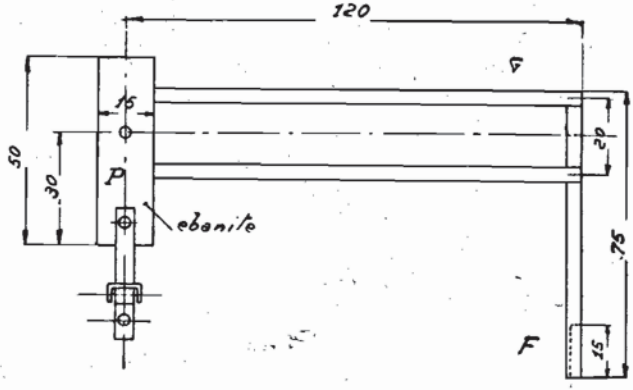


Fig. 597. - Anello e punta scrivente.

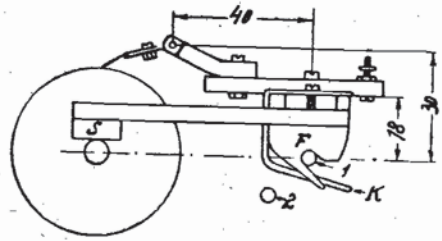


Fig. 598. - Punta scrivente con carrello di guida.

zione essa viene a contatto con la molla *f* che è elettricamente collegata con la punta scrivente. Con ciò viene a chiudersi il circuito seguente: punta, carta, cilindro. Si annulla così la resistenza della carta; il relais R_e riceve una corrente più forte e può solo ora entrare in azione. Per regolare l'intensità di corrente si collega in derivazione con esso una resistenza variabile *R* di 1000 ohm.

Il relais R_e deve avere solo una piccolissima inerzia ed essere molto sensibile. Esso deve poter reagire in modo sicuro a una intensità di corrente di 1 a 2 mA. Parecchi tipi che si trovano sul mercato, costruiti specialmente da Ditte telefoniche, si prestano bene. Il loro prezzo è generalmente abbastanza elevato e quindi non sarà fuori di posto indicare qui alcuni dati costruttivi che possono però servire solo per dilettanti molto esperti. Il relais rappresentato in fig. 600 ha un rocchetto avvolto con 20.000 spire di filo rame 0,05 smaltato. I contatti *K* debbono assolutamente essere di platino e la loro saldatura sulle molle deve essere effettuata senza acido. La distanza tra i contatti deve essere così piccola che già soffiando sull'ancorina *A* il circuito si chiude.

La resistenza variabile e il relais vengono montati sul pannello del complesso raddrizzatore.

Il raddrizzatore è assolutamente indispensabile giacchè la corrente fornita dall'ultima valvola del ricevitore usato è una corrente alternata sovrapposta a una corrente continua e le variazioni di corrente oscillano intorno a una grandezza media, la corrente di riposo. Tale corrente di riposo ha da sola un valore tale che la punta scrive continuamente e perciò la carta viene coperta di una tonalità uniforme. Le variazioni di corrente prodotte dai potenziali variabili di griglia della valvola non hanno importanza rispetto a questa corrente di riposo. Se però si dà alla griglia della valvola *Vr* un potenziale-base così negativo per mezzo della batteria *Bg* che la corrente di riposo diventa zero, attraverso la punta scrivente scorrerà una corrente anodica solo quando vengono applicati alla griglia i semicicli positivi della tensione alternata e la carta verrà solo allora colorata. La tensione di griglia necessaria (*Bg*) è di 20 a 40 volt a seconda del tipo di valvola usato. Usando una RE154 e 100 volt di placca *Bg* dovrà essere di 30 volt. Naturalmente invece di montare una valvola raddrizzatrice extra, si può anche far funzionare come raddrizzatrice la valvola di potenza di un comune ricevitore applicando soltanto una tensione di griglia molto più negativa.

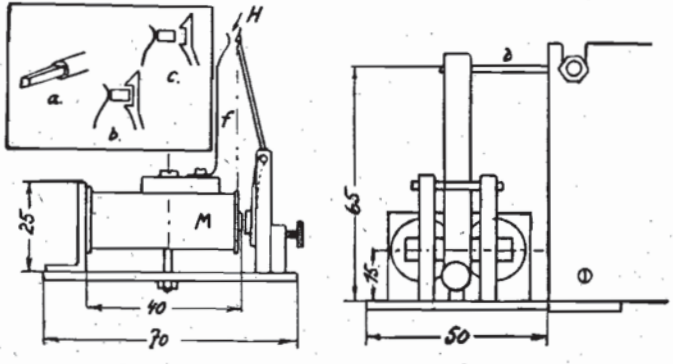


Fig. 599. - Magnete e dispositivo di scatto.

Il complesso raddrizzatore viene montato in una cassetta a parte sul cui pannello vengono montati capofili per la corrente di accensione per la tensione anodica, per la tensione di griglia, per l'attacco al ricevitore, alla penna scrivente, allo scatto e alla batteria *B*. Tale complesso contiene inoltre il trasformatore di entrata *T*, la valvola *Vr*, la resistenza variabile *R* e il relais *Re*.

Il montaggio avviene collocando inferiormente alla basetta il motore e superiormente il complesso ricevente e il dispositivo di scatto. Montando lo scatto occorre badare che l'astina *b* venga ancora tenuta prigioniera dal fermo *H* quando l'ancorina del magnete *M* si trova a circa 0,5 mm. dai poli. Quando il relais *Re* chiude il circuito del magnete *M* l'astina *b* deve poter riprendere a girare liberamente senza toccare il fermo. La molla *f* viene collegata con il serrafilo che porta la corrente alla punta scrivente *P*. La corrente viene applicata alla punta scrivente *P* per mezzo di una sottile trecciola isolata che viene collegata con una spina al serrafilo corrispondente onde poter togliere completamente il carrello *G*. Per tenere ferma la carta sul cilindro serve una laminetta elastica di ottone che da un lato viene tenuta da un pezzo di laminetta saldata sul cilindro e dall'altra va a conficcarsi in un intaglio sotto il cilindro. La sua forma risulta da fig. 601.

La carta usata per la riproduzione deve avere lo spessore della solita carta da lettere e essere porosa dovendo essere prima dell'uso impregnata con colla d'amido al joduro di potassio. Si ottiene la più bella tonalità di colora-

zione usando una soluzione di un grammo di joduro di potassio in 5 grammi di amido solubile bollito in 50 grammi d'acqua. Questa soluzione può durare circa una settimana a patto che venga rigorosamente protetta dalla luce e dall'aria. Quando la soluzione non è più fresca, essa dà una colorazione sporca e giallognola. Immediatamente prima dell'uso si passa rapidamente la carta nella soluzione per impregnarla e la si asciuga leggermente tra due fogli di carta per filtro.

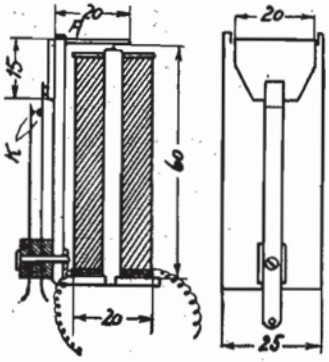


Fig. 600. - Relais di sincronizzazione.

Effettuati i collegamenti si collegano le parti e le batterie e si inserisce un altoparlante in derivazione con il primario del trasformatore di entrata *T* per ascoltare e controllare la trasmissione. Prima della trasmissione si accorda il ricevitore sull'onda portante del diffusore e si stende la carta (preparata come si è detto) sul cilindro *C*.

Ricevendo p. es. la stazione di Vienna che trasmette generalmente immagini nel pomeriggio (escluso il sabato) dalle 15,15 alle 15,35 si sentiranno dapprima alcune lettere *v* in Morse (... —) e in seguito un breve fischio ritmico che non è altro che il segnale di sincronizzazione. Allora si regola la resistenza *R* del relais R_e in modo che questo funzioni appena si mette il motore in movimento. La sua velocità va regolata in modo che il cilindro venga fermato solo per brevissimo tempo dallo scatto. Quindi si colloca la lama di guida sulla vite *V* e si fa posare la penna scrivente *P* sulla carta e si vedrà l'immagine comparire lentamente. Dopo il termine della trasmissione viene ripetuto lo stesso segnale come all'inizio. Si toglie ora la carta dal cilindro e mettendo un nuovo foglio l'apparecchio è nuovamente pronto per l'uso.


Fig. 601.
Cilindro e dispositivo per il fissaggio della carta.

Parti occorrenti:

1 motore fonografico; 1 cassetta per il motore (circa 35 × 20 × 15 cm.); 1 astina di ferro (fig. 593); un tubo di ottone (lungo 120 mm., diam. 45 mm.); 2 piastre laterali (fig. 594) di ottone spesso 4 mm.; 2 supporti; 1 e 2 sbarre d'ottone lunghe 27 cm. diametro 5 mm.; 2 guide d'ottone lunghe 26 cm. sezione 25 × 5 mm.; 4 squadre di lamiera spesse 2 mm.; 8 robuste viti con madreviti; 1 piastra d'ottone di base per il magnete *M* e lo scatto di 50 × 70 mm.; 2 bobine di 2500 spire ciascuna per il magnete *M*; 1 bobina del relais di circa 20.000 spire filo rame 0,05 smaltato; 1 nucleo del relais; 2 contatti di platino per il relais; *R* 1 resistenza variabile 1000 ohm; V_r 1 valvola raddrizzatrice di pendenza elevata; *T* 1 trasformatore d'entrata ¼ e accessori.

24. - Dati tabellari

TABELLA XXXIX. — DISTRIBUZIONE DELLE FREQUENZE (LUNGHEZZE D'ONDA) Compilata dalla Conferenza Radiotelegrafica di Washington.

Frequenza in chilocicli/sec.	Lunghezza d'onda in metri	SERVIZI
10-100	30000-3000	Servizi fissi.
100-110	3000-2725	Servizi fissi e servizi mobili
110-125	2725-2400	Servizi mobili
125-150 (1)	2400-2000 (1)	Servizi mobili marittimi aperti alla corrispondenza pubblica
150-160	2000-1875	Servizi mobili
160-194	1875-1550	*a*) Radiodiffusione *b*) Servizi fissi *c*) Radiodiffusione Le condizioni di utilizzazione di questa gamma sono sottoposte ai seguenti accordi regionali: Tutte le regioni dove esistono già stazioni di radiodiffusione che lavorano su frequenze inferiori a 300 kc/s (superiori a 1000 m.) - Radiodiffusione. Altre regioni { Servizi fissi / Servizi mobili
194-285	1550-1050	*a*) Servizi mobili *b*) Servizi fissi *c*) Radiodiffusione Le condizioni di utilizzazione di questa gamma sono sottoposte ai seguenti accordi regionali: Europa { *a*) Servizi mobili aerei esclusivamente / *b*) Servizi fissi aerei esclusivamente / *c*) Nella gamma 250-285 kc/s (1200-1050 m.): Servizi fissi non aperti alla corrispondenza pubblica / *d*) Radiodiffusione nella gamma 194-224 kc/s (1550-1340 m.) Altre regioni: servizi mobili non pubblici - servizi fissi aerei e servizi fissi non pubblici
285-315	1050-950	Radiofari
315-350 (2)	950-850 (2)	Servizi mobili aerei esclusivamente
350-360	850-830	Servizi mobili non aperti alla corrispondenza pubblica
360-390	830-770	*a*) Radiogoniometria *b*) Servizi mobili, a condizione di non disturbare la radiogoniometria
390-460	770-650	Servizi mobili
460-485	650-620	Servizi mobili (con esclusione onde smorzate e radiotelefonia)
485-515 (3)	620-580 (3)	Servizi mobili (soccorso, chiamata, ecc.)
515-550	580-545	Servizi mobili non aperti alla corrispondenza pubblica (con esclusione onde smorzate e radiotelefonia)
550-1300 (4)	545-230 (4)	Radiodiffusione
1300-1500	230-200	*a*) Radiodiffusione *b*) Servizi mobili marittimi (onde di 1365 kc/s - 220 m. esclusivamente)
1500-1715	200-175	Servizi mobili
1715-2000	**175-150**	Servizi mobili Servizi fissi **Radioamatori**
2000-2250	150-133	Servizi mobili e servizi fissi
2250-2750	133-109	Servizi mobili
2750-2850	109-105	Servizi fissi
2850-3500	105-85	Servizi mobili e servizi fissi
3500-4000	**85-75**	Servizi mobili Servizi fissi **Radioamatori**
4000-5500	75-54	Servizi mobili e servizi fissi
5500-5700	54-52,7	Servizi mobili

Frequenza in chilocicli/sec.	Lunghezza d'onda in metri	SERVIZI
5700-6000	52,7 -50	Servizi fissi
6000-6150	50 -48,8	Radiodiffusione
6150-6675	48,8 -45	Servizi mobili
6675-7000	45 -42,8	Servizi fissi
7000-7300	**42,8 -41**	**Radioamatori**
7300-8200	41 -36,6	Servizi fissi
8200-8550	36,6 -35,1	Servizi mobili
8550-8900	35,1 -33,7	Servizi mobili e servizi fissi
8900-9500	33,7 -31,6	Servizi fissi
9500-9600	31,6 -31,2	Radiodiffusione
9600-11000	31,2 -27,3	Servizi fissi
11000-11400	27,3 -26,3	Servizi mobili
11400-11700	26,3 -25,6	Servizi fissi
11700-11900	25,6 -25,2	Radiodiffusione
11900-12300	25,2 -24,4	Servizi fissi
12300-12825	24,4 -23,4	Servizi mobili
12825-13350	23,4 -22,4	Servizi mobili e servizi fissi
13350-14000	22,4 -21,4	Servizi fissi
14000-14400	**21,4-20,8**	**Radioamatori**
14400-15100	20,8 -19,85	Servizi fissi
15100-15350	19,85-19,55	Radiodiffusione
15350-16400	19,55-18,3	Servizi fissi
16400-17100	18,3 -17,5	Servizi mobili
17100-17750	17,5 -16,9	Servizi mobili e servizi fissi
17750-17800	16,9 -16,85	Radiodiffusione
17800-21450	16,85-14	Servizi fissi
21450-21550	14 -13.9	Radiodiffusione
21560-22300	13,9 -13,45	Servizi mobili
22300-23000	13,45-13,1	Servizi mobili e servizi fissi
23000-28000	13,1 -10,7	Da destinare
28000-30000	**10,7 -10**	**Radioamatori e esperienze**
30000-56000	10 -5,35	Da destinare
56000-60000	**5,35-5**	**Radioamatori e esperienze**
al di sotto di 60000	al di sotto di 5	Da destinare

(1) L'onda di 143 kc/s (2100 m.) è l'onda di chiamata delle stazioni mobili impieganti onda lunga continua.

(2) L'onda di 333 kc/s (900 m.) è l'onda internazionale di chiamata dei servizi aerei.

(3) L'onda di 500 kc/s (600 m.) è l'onda di chiamata e di soccorso. Tale onda può essere impiegata per altri scopi a condizione di non disturbare i segnali di chiamata o di soccorso.

(4) I servizi mobili possono utilizzare la gamma 550-1300 kc/s (545-230 m.) alla condizione di non disturbare i servizi di un paese che utilizza la stessa gamma esclusivamente per la radiodiffusione.

NOTA — È riconosciuto che le onde corte (frequenze da 6000 a 23000 kc/s circa - lunghezza d'onda da 50 a 13 m. circa) sono molto efficaci per le comunicazioni a grande distanza. Si raccomanda di riservare preferibilmente tale gamma di onde per tale scopo nei servizi fra punti fissi.

TABELLA XL. — LE NUOVE LUNGHEZZE D'ONDA DELLE STAZIONI EUROPEE SECONDO IL PIANO DI BRUXELLES.

Chilocicli	Lunghezza d'onda m.	LOCALITÀ	NAZIONE
		ONDE ESCLUSIVE	
		ONDE LUNGHE	
162	1852	Huizen	Olanda
172	1744	Radio-Paris	Francia
182	1648	Zeesen	Germania
192	1562.5	Daventry 5XX	Gran Bretagna
202	1485.1	Mosca	Russia
212	1415.1	Varsavia	Polonia
222	1351.3	Motala	Svezia
		ONDE MEDIE (200 - 555 m.)	
541	554.5	Budapest	Ungheria
550	545.5	Sundsvall	Svezia
559	536.7	Monaco	Germania
568	528.2	Riga	Lituania
577	519.9	Vienna	Austria
586	511.9	Bruxelles	Belgio
595	504.2	Milano	Italia
604	496.7	Oslo	Norvegia
613	489.4	Zurigo	Svizzera
622	482.3	Daventry 5GB	Gran Bretagna
631	475.4	Berlino	Germania
640	468.8	Lione P. T. T.	Francia.
649	462.2	Langenberg	Germania
667	449.8	—	Francia
676	443.8	Roma	Italia
685	438	Stoccolma	Svezia
694	432.3	Brno	Cecoslovacchia
703	426.7	Siviglia	Spagna
712	421.3	Francoforte	Germania
721	416.1	Kattowitz	Polonia
730	411	Dublino	Irlanda
739	406	Berna	Svizzera
748	401.1	Glasgow	Gran Bretagna
757	396.3	Bucarest	Rumania
766	391.6	Amburgo	Germania
775	387.1	—	Italia e Norvegia
784	382.7	Tolosa	Francia
793	378.3	Manchester	Gran Bretagna
802	374.1	Stoccarda	Germania
811	369.9	Madrid	Spagna
820	365.9	Bergen	Norvegia
829	391.9	Lipsia	Germania
838	358	Londra	Gran Bretagna
847	354.2	Graz	Austria
856	350.5	Barcellona	Spagna
865	346.8	—	Svezia
874	343.2	Praga	Cecoslovacchia
883	339.8	Copenaghen	Danimarca
892	336.3	Petit Parisien	Francia
901	333	Napoli	Italia
910	329.7	Bruxelles	Belgio
919	326.4	Gleiwitz	Germania
928	323.2	Cardiff	Gran Bretagna
937	321.2	Breslavia	Germania
946	317.1	—	Bulgaria
955	314.1	—	Polonia

Chilocicli	Lunghezza d'onda m.	LOCALITÀ	NAZIONE
964	311.2	Aberdeen	Gran Bretagna
973	308.3	Zagabria	Jugoslavia
982	305.5	—	Francia
991	302.7	Belfast	Gran Bretagna
1000	300	—	Olanda
1010	297	—	Portogallo
1020	294.1	—	Estonia
1030	291.3	Lione	Francia
1040	288.5	Relais e Bournemouth	Gran Bretagna
1050	285.7	Viborg	Finlandia
1060	283	Innsbruck	Austria e Lituania
1070	280.4	Königsberg	Germania
1080	277.8	Kosice	Cecoslovacchia
1090	275.2	Torino	Italia
1100	272.7	—	Groenlandia
1110	270.3	—	Spagna
1120	267.8	—	Polonia
1130	265.5	—	Albania
1140	263.2	Colonia	Germania
1150	260.9	—	Jugoslavia
1160	258.6	Malmö	Svezia
1170	256.4	—	Italia
1180	254.2	Mähr.-Ostrau	Cecoslovacchia
1190	252.1	—	Francia
1210	247.9	—	Spagna
1220	245.9	—	Polonia
1230	243.9	Newcastle	Gran Bretagna
1240	241.9	—	Norvegia
1250	240	Norimberga	Germania
1260	238.1	—	Danimarca
1270	236.2	Bordeaux	Francia
1280	234.4	—	Norvegia
1290	232.6	Bratislava	Cecoslovacchia
1300	230.8	—	Francia
1310	229	Umea	Svezia
1320	227.3	—	Spagna
1330	225.6	—	Jugoslavia
1340	223.9	Bucarest	Rumania
1350	222.2	Cork	Irlanda
1360	220.6	—	Lussemburgo
1400	214.3	—	Finlandia
1410	212.8	—	Polonia
1420	211.3	—	Francia
1430	209.8	—	Italia
1440	208.3	—	Rumania
		ONDE COMUNI	
658	455.9	—	
1200	250	Linz	
1370	219	Klagenfurt	
1380	217.4	—	
1390	215.8	—	
1450	206.9	—	
1460	205.5	—	
1470	204.1	—	
1480	202.7	—	
1490	201.3	—	
1500	200	—	

La ripartizione delle lunghezze d'onda europee prevede uno scarto di 9 chilocicli. Lei onde esclusive sono quelle destinate ai più potenti diffusori mentre i piccoli diffusori e ritrasmettitori (relai) sono raggruppati in onde comuni.

TABELLA XLI. — PRINCIPALI DIFFUSORI NORD-AMERICANI

Secondo una ordinanza del 4 novembre 1928 vi sono negli Stati Uniti complessivamente 633 diffusori in funzione tra 200 e 545 m. distanziati di 10 chilocicli e raggruppati per 8-10 per ogni lunghezza d'onda. I più potenti diffusori hanno le seguenti lunghezze d'onda.

Nominativo	Località	Lunghezza d'onda m.	Potenza kW.
KF	Los Angeles	269	50
WSM	Nashville	462	50
WSW	Mason	429	50
WGN	Chicago	417	15
WIZ	New York	396	30
WBBM	Chicago	390	25
WGY	Schenectady	380	50
WBAP	Fot Wooth	375	50
KWKH	Kamonwood	353	20
WCFL	Chicago	309	50
WBZ	Springfield	303	15
WFAA	Dallas	290	50
WFBM	Indianapolis	286	25
WTIC	Hartford	283	50
WIID	Mooseheart	254	20

TABELLA XLII. — PRINCIPALI STAZIONI RADIOTELEGRAFICHE IN ORDINE DI LUNGHEZZA D'ONDA

Località	Nazione	Nominativo	Lunghezza d'onda
Parigi (Eiffel)	Francia	F L	115
Genova	Italia	I C B	594
Anversa	Belgio	O S A	600
Bergen	Norvegia	L G N	600
Blaavand	Danimarca	O X B	600
Copenhagen	Danimarca	O X A	600
Cullercoats	Gran Bretagna	C G C	600
Fishguard	Gran Bretagna	G R L	600
Kiel	Germania	K B K	600
Napoli	Italia	I Q H	600
Trieste	Italia	I Q X	600
Land 's End	Gran Bretagna	G L D	600
Malin Head	Bran Bretagna	G M H	600
Niton	Gran Bretagna	G N I	600
North Foreland	Gran Bretagna	G N F	600
Ostenda	Belgio	O S T	600
Valencia	Gran Bretagna	G C R	600
Wick	Gran Bretagna	G K R	600
Genova	Italia	I C B	641
Roma	Italia	I R H	780
Morrasale	Russia	R C K	750
Memel	Russia	R Y M	800
Genova	Italia	I C B	800
Genova	Italia	I C B	825
Galveston	Stati Uniti	W G V	830
Londra (Air Ministry)	Gran Bretagna	G F A	900
Milano	Italia	I G M	900
Torino	Italia	I G T	900
Firenze	Italia	I G F	900
Danzica	Danzica	K Z A	975
Faleiras	Azorre	P Q T	1000
Lisbona	Portogallo	P Q L	1000
Monsanto	Portogallo	C T V	1000

Località	Nazione	Nominativo	Lunghezza d'onda
Nordeich	Germania	K A V	1000
St. Vincent	Capo Verde	C R F	1000
Swinemunde	Germania	K A W	1000
Dudinskoe	Russia	R F X	1100
Losanna	Svizzera	H B 2	1100
Novi Port	Russia	Y F Y	1100
Rame Head	Gran Bretagna	B R O	1100
Swinemunde	Germania	K A W	1100
Ust Yenisei	Russia	R F W	1100
Cramwell	Gran Bretagna	G F C	1130
Leuchars	Gran Bretagna	G F D	1130
Renfrew	Gran Bretagna	G E R	1130
Sealand	Gran Bretagna	G F O	1130
Ancona	Italia	I Q W	1220
Atene	Grecia	S X A	1200
Digione	Francia	F N D	1200
Larache	Spagna	E G F	1200
Livorno	Italia	I D K	1200
Malaga	Spagna	E G M	1200
Obdorsk	Russia	R A N	1200
Taranto	Italia	I C T	1200
Felixstowe	Gran Bretagna	G F F	1220
Borkum	Germania	K B M	1210
List	Germania	K A L	1250
Tours	Francia	Y G	1250
Wilhelmshaven	Germania	K A N	1250
Calshot	Gran Bretagna	G F L	1300
Guernsey	Gran Bretagna	G E Y	1300
Plymouth	Gran Bretagna	G F M	1300
Strasburgo	Francia	F N S	1300
Jupiter	Stati Uniti	N A Q	1304
Filadelfia	Stati Uniti	N A I	1304
Biserta	Francia	F U A	1350
Digione	Francia	F N D	1350
Lione	Francia	F N L	1350
Porquerolles	Francia	F U Q	1350
Boston	Stati Uniti	N A D	1363
Norfolk	Stati Uniti	N A M	1363
Londra (Air Ministry)	Gran Bretagna	G F A	1400
Amburgo	Germania	H M	1400
Le Bourget	Francia	F N B	1400
Riga	Lettonia	K C A	1400
Romilly	Francia	F N R	1400
Savannah	Stati Uniti	N E V	1428
Key West	Stati Uniti	N A R	1463
Andover	Gran Bretagna	G F I	1500
Bilbao	Spagna	E G H	1500
Cadice	Spagna	E B Y	1500
Coruna	Spagna	E G J	1500
Dickson	Russia	R F V	1500
Granada	Spagna	E C L F	1500
Kieff	Russia	R A G	1500
Matochkin Shar	Russia	R F U	1500
Mediouna	Marocco	C N M	1500
Melilla	Spagna	E G B	1500
Minorca	Spagna	E G I	1500
Siviglia	Spagna	E C L E	1500
Teneriffa	Canarie	E A T	1500
Tetuan	Spagna	E G K	1500
Valencia	Spagna	E G G	1500
Bordeaux	Francia	F N X	1525
Marignane	Francia	FOM, FNM	1525

Località	Nazione	Nominativo	Lunghezza d'onda
Perpignano	Francia	F N P	1525
Tolosa	Francia	F N T	1525
New York	Stati Uniti	N A H	1538
Breslavia	Germania	B U	1550
Nancy	Francia	F N C	1550
Barcellona	Spagna	E G E	1600
Bermuda		B Z B	1660
Spitzbergen	Norvegia	L F G	1600
Kiel	Germania	K B K	1560
Pillau	Germania	K A P	1650
Londra (Air Ministry)	Gran Bretagna	G F A	1680
Bruxelles	Belgio	OPO, OPVH	1680
Colonia	Germania	G E K	1680
Le Bourget	Francia	N B F	1680
Lindenberg		L I	1680
Ostenda	Belgio	O P V O	1680
Romilly	Francia	F N R	1680
Soesterberg	Germania	K N M I	1680
Casablanca	Marocco	C N P	1800
Napoli	Italia	I Q H	1800
Fauske	Norvegia	L D W	1800
Heliopolis	Gran Bretagna	G H K	1800
Murmansk	Russia	R E E	1818
Reykjavik	Islanda	T F A	1818
Scheveningen	Paesi Bassi	P C H	1818
Theodosia	Russia	R E K	1818
Abbeville	Francia	F N I	1825
Ajaccio	Francia	F N J	1825
Antibes	Francia	F N K	1825
Le Bourget	Francia	F N B	1825
Montelimar	Francia	F N Q	1825
Nimes	Francia	F N N	1825
St. Inglevert	Francia	F N G	1825
Valenciennes	Francia	F N V	1825
Algeri	Francia	F O A	1850
Bergen	Norvegia	L G N	1850
Soesterberg	Germania	K N M I	1900
Danzica	Danzica	D G	1950
Dubendorf	Svizzera	H B K	1980
Le Bourget	Francia	F N B	2000
Orano	Francia	F O O	2000
Sandhamn	Finlandia	O J A	2000
Stoccarda	Germania	S X	2000
Devizes	Gran Bretagna	G K U	2100
Napoli	Italia	I Q H	2100
Genova	Italia	I C B	2100
Parigi (Eiffel)	Francia	Y A 2	2100
Chatham	Stati Uniti	W C C	2200
Magonza	Germania	L U X	2200
Roma Centocelle)	Italia	I C D	2250
Honolulu	Hawai	N P M	2254
Brownsville	Stati Uniti	N A Y	2255
Colombo	Terranova	V P B	2300
St. Augustine	Stati Uniti	N A P	2342
Genova	Italia	I C B	2400
Napoli	Italia	I Q B	2400
Bar Harbour	Stati Uniti	N B D	2400
Norddeich	Germania	K A V	2400
San Francisco	Stati Uniti	N P G	2400
Galveston	Stati Uniti	W G V	2425
Konigsberg	Germania	K O	2450
Arcangelo	Russia	R E A	2500

Località	Nazione	Nominativo	Lunghezza d'onda
Karlsborg	Svezia	S A J	2500
Parigi (Eiffel)	Francia	F L	2600
Charleston	Stati Uniti	N A O	2607
New Orleans	Stati Uniti	N A T	2607
Libau	Germania	K C Q	2650
Madrid	Spagna	E G C	2650
Parigi	Francia	F L	2650
Massaua	Eritrea	I C X	2650
Arlington	Stati Uniti	N A A	2655
Rho	Italia	I Q S	2700
Konigswurterhausen	Germania	A F M	2700
San Francisco	Stati Uniti	N P G	2725
Brest	Francia	F U E	2800
Mogadiscio	Somalia	I S G	2855
San Juan	Stati Uniti	N A U	2855
Metz	Francia	Y C	2900
Parigi (Eiffel)	Francia	F L	2900
Metz	Francia	Y C	3000
Monsanto	Portogallo	C T V	3000
Tirana	Albania	R W T	3000
Rho	Italia	I Q N	3000
Parigi (Eiffel)	Francia	F L	3000
Deutsch	Germania	O H O	3050
Nauen	Germania	P O Z	3100
Danzica	Danzica	K A Z	3125
Sofia	Bulgaria	F F	3250
Roma	Italia	I R D	3250
Berlino	Germania	D L	3300
Brest	Francia	F U E	3300
Cherbourg	Francia	F U C	3300
Orano	Francia	F U X	3300
New Orleans	Stati Uniti	W N U	3331
Konigswusterhausen	Germania	A F O	3350
Berna	Svizzera	H B B	3400
Charkow	Russia	R A J	3500
Tallin	Estonia	A Z I	3500
Parigi (Eiffel)	Francia	F L	3500
Haapsalu	Estonia	A Z I	3600
Mediouna	Marocco	C N M	3600
Parigi (Eiffel)	Francia	F L	3600
Atene	Grecia	S X G	3600
Dingby	Danimarca	O X E	3650
Parigi (Eiffel)	Francia	F L	3800
Gibilterra	Gran Bretagna	B W W	3900
Parigi (Eiffel)	Francia	F L	3925
Londra (Air Ministry)	Gran Bretagna	G F A	4100
San Francisco	Stati Uniti	N P G	4325
Parigi (Eiffel)	Francia	F L	4350
Budapest	Ungheria	H B	4400
Porquerolles	Francia	F U Q	4500
Guantanamo	Stati Uniti	N A W	4543
Belgrado	Jugoslavia	H F B	4600
Danzica	Danzica	K A Z	4650
San Francisco	Stati Uniti	N P G	4650
Rho	Italia	I Q A	4700
Parigi (Eiffel)	Francia	F L	4750
Malta		G H A	4800
San Francisco	Stati Uniti	N P G	4836
San Juan	Stati Uniti	N A U	4836
San Francisco	Stati Uniti	N P G	4850
Nauen	Germania	A G N	4900
Brownsville	Stati Uniti	N A Y	4997

Località	Nazione	Nominativo	Lunghezza d'onda
Atene	Grecia	S X A	5000
Parigi (Eiffel)	Francia	F L	5000
Rho	Italia	I Q M	5100
Biserta	Francia	F U A	5150
Sandhamn	Finlandia	O I A	5200
Koenigswusterhausen	Germania	A F R	5200
Copenhagen	Danimarca	O X E	5250
Parigi (Eiffel)	Francia	F L	5400
Oslo	Norvegia	L C H	5430
Rho	Italia	I Q T	5500
Key West	Stati Uniti	N A R	5657
Koenigswusterhausen	Germania	A F S	5700
Messico	Messico	X D A	5800
Coltano	Italia	I C I	5800
Parigi (Eiffel)	Francia	F L	5900
Arlington	Stati Uniti	N A A	5959
Parigi (Eiffel)	Francia	F L	6000
Berent		U A B	6100
Praga	Cecoslovacchia	O K P	6120
Koenigswusterhausen	Germania	A F T	6250
Roma	Italia	I R E	6350
Nauen	Germania	A F Z	6500
Balboa	Stati Uniti	N B A	6663
Parigi (Eiffel)	Francia	F L	7000
San Francisco	Stati Uniti	N P S	7005
Leningrado	Russia	R E T	7100
Mosca	Russia	R A I	7480
Koenigswusterhausen	Germania	A F V	6500
San Francisco	Stati Uniti	N P S	7900
Parigi (Eiffel)	Francia	F L	8150
Bucarest	Rumenia	B U C	8300
Malabar	Giava	P K X	8800
Nantes	Francia	U A	9000
Parigi (Eiffel)	Francia	F L	9250
Parigi (Eiffel)	Francia	F L	9750
San Diego	Stati Uniti	N P L	9798
Lione	Francia	Y N	10000
Roma	Italia	I R A	10000
Grundjadz	Polonia	A X K	10300
San Francisco	Stati Uniti	N P G	10500
Parigi (Eiffel)	Francia	F L	10500
Roma (San Paolo)	Italia	I D O	10850
Abri Zabal	Egitto	S U C	11000
Massaua	Eritrea	I C X	11150
Parigi (Eiffel)	Francia	F L	11300
Bucarest	Rumenia	B U C	11300
Honolulu	Stati Uniti	N P M	11490
Roma	Italia	I R A	12700
Roma	Italia	I R A	12850
Nauen	Germania	A G S	13000
Roma	Italia	I R A	13480
Roma	Italia	I R B	14450
Eilvese	Germania	A G X	14600
Coltano	Italia	I C C	14815
Lione	Francia	Y N	15000
Lione	Francia	Y N	15300
Roma	Italia	I R C	17000
Annapolis	Stati Uniti	N S S	17130
Nauen	Germania	P O Z	18075
Bordeaux	Francia	L Y	18940
Coltano	Italia	I D G	19970
Saigon	Indocina	H Z Z	20800

TAB. XLIII. — ELENCO DI TRASMETTITORI COMMERCIALI A ONDA CORTA RICEVIBILI IN EUROPA (per la taratura di ondametri e ricevitori)

In grassetto sono segnate le lunghezze d'onda precise, le altre sono quelle per le quali può esservi uno scarto massimo del 0.7 %

Nominativo	Frequenza in megacicli	Onda in metri	LUOGO
AFK	**3,98**	**75,36**	Döberitz, Germania (fonia)
AGA	**20,06**	**14,96**	Nauen, Germania
AGB	**11,43**	**26,25**	Nauen, Germania
AGJ	**9,88**	**30,36**	Nauen, Germania
AND	15,70	19,1	Tjililin, presso Malabar, Giava
AND	10,42	28,8	Tjililin, presso Malabar, Giava
ANE	**18,83**	**15,93**	Bandoeng, Giava (fonia)
ANF	14,78	20,3	Tjililin, presso Malabar, Giava
ANH	17,24	17,4	Malabar, Giava (fonia)
APV	19.04	15,76	Giava
BIH	**8,88**	**33,78**	Issy les Moulineaux, Francia
CJ	**12,05**	**24,89**	Drummondville, Canadà
CRHA	**16,34**	**18,36**	Laurenzo Marquez, Africa Orientale, Portog.
CRHB	**16,58**	**18,09**	Praia, Isole del Capo Verde
CRHC	**16,50**	**18,18**	Loanda, Angola
EAM	**9,77**	**30,7**	Madrid, Spagna
EATH	8,11	37,0	Vienna, Austria (fonia)
FL	**4,08**	**73,5**	Parigi (Torre Eiffel) Francia
FQE	12,16	24,67	St. Assise, Francia
FRO	19,44	15,43	St. Assise, Francia
FTA	**11,75**	**25,53**	St. Assise, Francia
FTB	7,49	40,03	St. Assise, Francia
FW2	9,65	31,10	St. Assise, Francia
FY	13,16	22,8	Beyrut, Palestina
FY	7.98	37,59	Beyrut, Palestina
GBH	**11,58**	**25,91**	Grimsby, Gran Bretagna
GBI	8,78	34,17	Grimsby, Gran Bretagna
GBJ	8,82	34,01	Bodmin, Gran Bretagna
GBK	9,26	32,39	Bodmin, Gran Bretagna
GBO	11,32	26,50	Ongar, Gran Bretagna
GLC	19,07	15,73	Gran Bretagna
GLG	13,55	22,14	Dorchester, Gran Bretagna
GLH	**13,58**	**22,09**	Dorchester, Gran Bretagna
GLK	**8,00**	**37,48**	Ongar, Gran Bretagna
GLL	**13,72**	**21,87**	Dorchester, Gran Bretagna
GLQ	11,30	26,5	Ongar, Gran Bretagna
GLW	19,10	15,71	Dorchester, Gran Bretagna
GLY	11,32	26,50	Ongar, Gran Bretagna
HJO	**13,62**	**22,02**	Bogota, Columbia
JAN	18,41	16,30	Osaka, Giappone
JAN	12,12	24,76	Osaka, Giappone
JES	12,14	24,71	Osaka, Giappone
KDKA	**11,68**	**25,68**	Pittsburg, U.S.A. (fonia)
KDKA	**4,80**	**62,5**	Pittsburg, U.S.A. (fonia)
KZIM	9,92	30,24	Manilla, Filippine
KZOR	9,92	30,24	Manilla, Filippine
LCC	9,58	31,3	Stavanger, Norvegia
LCK	9,67	31,02	Stavanger, Norvegia
LP1	**8,76**	**34,25**	Buenos Aires, Argentina
LP2	20,70	14,49	Buenos Aires, Argentina
LP3	19,51	15,38	Buenos Aires, Argentina
LP4	19,87	15,10	Buenos Aires, Argentina
LP5	11,45	26,20	Buenos Aires, Argentina
LP6	9,96	30,12	Buenos Aires, Argentina

Nominativo	Frequenza in megacicli	Onda in metri	LUOGO
NAA	**16,06**	**18,68**	Washington, U.S.A.
NAA	**12,04**	**24,91**	Washington, U.S.A.
NAA	**8,03**	**37,36**	Washington, U.S.A.
NAA	**4,02**	**74,72**	Washington, U.S.A.
ORU	11,15	26,9	Bruxelles, Belgio
PCJJ	**9,55**	**31,4**	Eindhoven, Olanda (fonia)
PCLL	16,60	18,07	Kootwijk. Olanda (fonia)
PCLL	7,73	38,8	Kootwijk. Olanda (fonia)
PCMM	10,65	28,17	Kootwijk, Olanda
PCPP	18,69	16,05	Kootwijk, Olanda
PCPP	9,32	32,2	Kootwijk, Olanda
PCRR	14,56	20,6	Kootwijk Olanda
PCRR	8,29	36,2	Kootwijk, Olanda
PCTT	10,35	29,0	Kootwijk, Olanda
PQW	**19,18**	**15,64**	Lisbona Alfragide, Portogallo
SPP	20,69	14,50	Rio de Janeiro, Brasile
SPU	**19,26**	**15,58**	Rio de Janeiro, Brasile
SPW	10,56	28,4	Rio de Janeiro, Brasile
SPX	13,74	21,84	Rio de Janeiro, Brasile
SPX	6,86	43,71	Rio de Janeiro, Brasile
SUW	11,84	25,34	Abu Zabal, presso Cairo, Egitto
SUX	7,82	38,36	Abu Zabal, presso Cairo, Egitto
SUZ	14,00	21.43	Abu Zabal, presso Cairo, Egitto
UOK	**7,41**	**40,50**	Deutsch-Altenburg, presso Vienna, Austria
VIY	**12,01**	**24,98**	Melbourne, Australia
VIZ	**11,66**	**35,73**	Melbourne, Australia
VWZ	8,70	34,48	Kirkee, Bombay, India
WAJ	**13,48**	**22,24**	Rocky-Point. U.S.A.
WEFX	**19,00**	**15,79**	Rocky-Point, U.S.A.
WEM	**7,39**	**40,6**	Rocky-Point, U.S.A.
WFOP	13,90	21,58	Rocky-Point, U.S.A.
WFPE	13,86	21,64	Rocky-Point, U.S.A.
WEQY	**13,88**	**21,61**	Rocky-Point, U.S.A.
WGT	**13,79**	**21,75**	San Juan, Portorico
WIK	**13,93**	**21,54**	New Brunswick, U.S.A.
WIR	4,07	73,7	New Brunswick, U.S.A.
WIZ	**6,92**	**43,35**	New Brunswick, U.S.A.
WLL	18,13	16,57	Rocky-Point, U.S.A.
XGA	15,00	20,00	Mukden, Cina
XGA	**10,10**	**29,70**	Mukden, Cina
2NM	9,23	32,5	Caterham, Gran Bretagna (fonia)
2XAD	**13,66**	**21,96**	Schenectady, U.S.A. (fonia)
2XAF	**9,55**	**31,4**	Schenectady, U.S.A. (fonia)
2XAL	9,70	30,91	Coytesville, U.S.A. (fonia)
3LO	9,38	32,0	Melbourne, Australia (fonia)
5SW	**12,50**	**24,0**	Chelmsford, Gran Bretagna (fonia)
7RL	**3,56**	**84,25**	Copenhagen, Danimarca (fonia)

TABELLA XLIV. — STAZIONI CHE TRASMETTONO COMUNICATI DI STAMPA "A TUTTI"

Stazione	Stato	Nominativo	Lunghezza d'onda	Onda *	ORA Tempo Europa Centrale	Chiamata	Lingua del testo
Atene	Grecia	S X G	5000 3600	p	1600	cq	fran.-ingl.
Awanui	Nuova Zelanda	V L A	600	s	—	cq	—
Balboa	Stati Uniti	N B A	6663	p	1100	qst	inglese
Bar Harbour	Stati Uniti	N B D	2400 (2100)	p	0900	qst	inglese
Belgrado	Jugoslavia	H F B	4600	p	0900	cq	francese
Berna	Svizzera	H B A	4600	p	1325, 1525 2115	cq	tedesco
Bordeaux	Francia	L Y	19110 (23450)	p	1430, 2130	cq	1430 ingl. 2130 fran.
Bucarest	Rumania	B U C	11300	p	1900	cq	francese
Carnarvon	Gran Bretagna	MUU, GLC	14000	p	1730	cq	inglese
Cavite	Stati Uniti	N P O	5260	p	0700, 2000	cq	inglese
Charkow	Russia	R A Z	4000	s	0300	wsem	russo
Colon	Stati Uniti	N A X	1817	s	1055	cq	inglese
Graudenz	Polonia	A X K	10300	p	1800	cq	francese
Grimeton	Svezia	S A Q	18600	p	1045	cq	inglese
Helsingfors	Finlandia	O J A	2000	p	1000, 2000	cq	inglese
Karlsborg	Svezia	S A J	2500	s	2300	cq	—
Key West	Stati Uniti	N A R	1463	p	0400	qst	inglese
Libau	Lettonia	K C Q	—	p	1515	cq	inglese
Louisburg	Stati Uniti	V A S	2800	p	0400	—	—
Lyngby	Danimarca	O X E	3760 (5600)	p	1200	cq	inglese
Mosca-Chodynka	Russia	R A I	5000, 7480	s p	0700,1900, 0000	wsem	russo
Mosca-Morasowo	Russia	R D W	4250	p	0100	cq	francese
Nauen	Germania	P O Z	—	—	—	—	—
Nowo-Nicolaiewsk	Russia	R A L	5700	p	0400	wsem	russo
Oslo	Norvegia	L C H	5450	p	1140	sp, cq	inglese
Oxford	Gran Bretagna	G B L	8750	p	—	cq	inglese
Parigi (Eiffel)	Francia	F L	3200 8000 6500	s p p	1305 0530,2110, 1005	cq cq cq	francese francese tedesco
Praga	Cecoslovacchia	O K P	4500 4600	p p	1300 1420,2030	cq	francese
Roma (Centocelle)	Italia	I C D	2250	s	0730	cq	italiano
Roma (S. Paolo)	Italia	I D O	10750 (11000)	p	0700, 1045 0900	cq	italiano francese
Rugby	Gran Bretagna	G B R	18750	p	0100,1300 2100	cq	inglese
San Diego	Stati Uniti	N P L	9798	p	1100	qst	inglese
San Francisco	Stati Uniti	N P G	4836	p	1015	qst	inglese
Scheveningen	Paesi Bassi	P G H	—	—	—	cq	inglese
Taschkent	Russia	R A U	3400	s	—	wsem	russo
Varsavia	Polonia	A X L	2100 18280	s p	1110,2045 0400	cq	francese
Washington	Stati Uniti	N A A	2655	p	0400	qst	inglese
Washington-Annapolis	Stati Uniti	N S S	16150	p	0800	qst	inglese

(*) s = onde smorzate; p = onde persistenti.

Tabella XLV. - Tabella di conversione per il tempo.

Est. 180	Isole Fiji	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
» 165	Nuova Zelanda (1)	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
» 150	Australia Orientale	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
» 135	Giappone	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	0	1	2	3	4	5	6	7	8
» 120	Cina, Filippine	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	0	1	2	3	4	5	6	7
» 105	Indocina	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	0	1	2	3	4	5	6
» 90	Calcutta (2)	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	0	1	2	3	4	5
» 75		5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	0	1	2	3	4
» 60	Mauritius	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	0	1	2	3
» 45	Aden, Somalia, Madagascar	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	0	1	2
» 30	Sud Africa	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	0	1
» **15**	**Germania, Italia, Norvegia, Svezia (T.E.C.)**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**13**	**14**	**15**	**16**	**17**	**18**	**19**	**20**	**21**	**22**	**23**	**0**
» 0	Inghilterra, Francia (G. M. T.)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
» 15		23	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
» 30		22	23	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
» 45	Brasile orientale	21	22	23	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
» 60	Argentina, Porto Rico	20	21	22	23	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
» 75	Washington (E. S. T.)	19	20	21	22	23	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
» 90	Chicago (C. S. T.)	18	19	20	21	22	23	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
» 105	Denver (M. S. T.)	17	18	19	20	21	22	23	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
» 120	S. Francisco (P. S. T.)	16	17	18	19	20	21	22	23	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
» 135		15	16	17	18	19	20	21	22	23	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
» 150	Alaska	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
» 165	Samoa, Hawaii (3)	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
» 180		12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11

(1) Aggiungere mezz'ora per la Nuova Zelanda.
(2) Tempo locale. Sottrarre mezz'ora per l'India Standard Time.
(3) Sottrarre mezz'ora per l'Hawaian Standard Time.

TAB. XLVI. TRASMISSIONI PERIODICHE DI ONDE TARATE (SEGNALI U.R.S.I.)

Lungh. d'onda m.	STAZIONE	GIORNO	Ora G.M.T.	Nominativo	Segnale speciale emesso	*Note*
900	Air Ministry	tutti	0750	G F A	• — — — —	
900	Le Bourget	tutti, meno la domenica	0844	F N B	CQ V FNB	
1400	Air Ministry	tutti	0765	G F A	• • — — — —	
1400	Le Bourget	tutti, meno la domenica	0847	F N B	CQ V FNB	
1680	Air Ministry	tutti	0800	G F A	• • • — —	
1680	Le Bourget	tutti, meno la domenica	0850	F N B	CQ V FNB	
2100	Devizes	tutti	0044, 0444, 0844, 1244, 1644, 2044,	G K U	— durata 1 minuto	
2600	Torre Eiffel	tutti	1034	F L	Ursi de FL	
5000	Torre Eiffel	al 1° e al 15 d'ogni mese *	1630	F L	• —	
7000	Torre Eiffel	al 1° e al 15 d'ogni mese*	1640	F L	— • • •	
9000	Nantes	tutti	1415	U A	Ursi de UA	
10000	Lione	al 1° e al 15 d'ogni mese*	1650	Y N	— • — •	
10850	Roma (S. Paolo)	tutti	1700	I D O	Ursi de IDO	
15000	Lione	al 1° e al 15 d'ogni mese*	1700	Y N	— • •	
18940	Bordeaux	tutti	1955	L Y	Ursi de LY	

N. B. — Generalmente dopo il segnale viene indicata la lunghezza d'onda esatta del giorno antecedente e la corrente di aereo della trasmissione in corso.

* Eccetto il 1° gennaio e il 15 agosto.

TAB. XLVII. — PRINCIPALI DATE NEI PRIMI DX SU ONDE CORTE.

Data	DX effettuato
fine 1921	Dilettanti Nord Americani vengono ricevuti in Scozia su 100 m.
25 - XI - 1923	ef8AB (Deloy) è ricevuto in teleg. da nulMO su 100 m.
27 - XI - 1923	ef8AB (Deloy) comunica bil. in teleg. con nulMO su 100 m.
25 - I - 1924	eiACD (Ducati) comunica bil. in teleg. con nulMO su 109 m.
V - 1924	ef8AB (Deloy) è ricevuto in teleg. nel Brasile su 100 m.
21 V - 1924	saCB8 (Braggios) è ricevuto in teleg. da eg2OD su 125 m.
16 - X - 1924	oz4AG (Slade) è ricevuto in teleg. da eg2OD.
18 - X - 1924	eg2SZ (Goyder) comunica bilateralmente con oz4AA (Bell).
23 - III - 1925	ei1NO (Marietti) è ricevuto in teleg. nella Nuova Zelanda su 90 m.
20 - V - 1925	ei1RG (Montù) è ricevuto in teleg. da saCB8 su 40 m.
31 - V - 1925	ei1RG (Montù) e ei1ER (Santangeli) comunicano bil. con la Nuova Zelanda su 40 m.

TABELLA XLVIII. — CONVERSIONE TRA MISURE AMERICANE (BROWN E SHARPE) E METRICHE PER CONDUTTORI.

N. B. & S.	Diametro in mm.	Area della sezione mm.²	Numero spire per centimetro con copertura			Corrente massima ammissibile amp.
			2 cotone	1 cotone	smaltato	
0000	11.68	107.2	—	—	—	211.6
000	10.40	85.03	—	—	—	167.8
00	9.266	67.43	—	—	—	133.1
0	8.252	53.48	—	—	—	105.5
1	7.348	42.41	—	—	—	83.7
2	6.544	33.63	—	—	—	66.4
3	5.827	26.67	—	—	—	52.6
4	5.189	21.15	—	—	—	41.7
5	4.621	16.77	—	—	—	33.1
6	4.115	13.3	2.14	2.20	—	26.3
7	3.665	10.55	2.40	2.45	—	20.8
8	3.264	8.36	2.68	2.83	—	16.5
9	2.906	6.63	3.01	3.02	—	13.1
10	2.588	5.26	3.35	3.37	—	10.4
11	2.305	4.17	3.77	3.78	—	8.2
12	2.053	3.31	4.18	4.25	—	6.5
13	1.828	2.62	4.68	4.75	—	5.2
14	1.628	2.08	5.16	5.30	5.50	4.1
15	1.450	1.65	5.78	5.87	6.30	3.3
16	1.291	1.31	6.30	6.55	7.10	2.6
17	1.150	1.04	7.40	7.17	8.25	2.0
18	1.024	0.82	7.85	7.95	9.05	1.6
19	0.9116	0.65	8.60	8.90	10.60	1.3
20	0.8118	0.52	9.40	10.00	11,40	1.0
21	0.7230	0.41	10.30	11.30	12.60	0.81
22	0.6438	0.33	11.25	12.20	14.20	0.64
23	0.5733	0.26	12.25	13.50	15.80	0.51
24	0.5106	0.20	13.25	14.85	17.70	0.41
25	0.4547	0.16	14.25	16.30	19.70	0.32
26	0.4049	0.13	15.75	17.80	22.50	0.25
27	0.3606	0.10	16.80	19.45	25.20	0.20
28	0.3211	0.08	17.90	21.20	28.00	0.16
29	0.2859	0.064	18.90	23.20	32.00	0.13
30	0.2546	0.051	20.20	25.40	34.70	0.10
31	0.2268	0.040	22.40	27.20	41.00	0.079
32	0.2019	0.032	23.70	29.60	47.30	0.063
33	0.1798	0.0254	25.30	31.90	51.20	0.050
34	0.1601	0.0201	27.00	34.50	55.00	0.039
35	0.1426	0.0159	28.80	37.00	63.00	0.032
36	0.1270	0.0127	31.00	39.80	75.00	0.025
37	0.1131	0.0100	33.00	42.50	77.00	0.020
38	0.1007	0.1007	35.00	45.30	81.00	0.016
39	0.0897	0.0063	37.40	48.20	84.70	0.012
40	0.0799	0.0050	40.40	51.20	90.50	0.009
41	0.0711	0.0040	44.00	60.30	94.50	0.008
42	0.0633	0.0032	48.80	66.20	99.50	0.006
43	0.0564	0.0025	55.00	75.00	100.45	0.005
44	0.0502	0.0020	60.30	82.50	108.00	0.004

TABELLA XLIX. — CONDUTTORI (misure metriche).

Diametro filo nudo m/m	Diametro cop. 1 seta m/m	Diametro cop. 2 seta m/m	Diametro cop. 1 cotone m/m	Diametro cop. 2 cotone m/m	Diametro smalt. cop. seta m/m
0.05	0.09	0.12	—	—	0.11
0.06	0.10	0.13	—	—	0.12
0.07	0.11	0.14	—	—	0.13
0.08	0.12	0.15	—	—	0.14
0.09	0.13	0.16	—	—	0.15
0.10	0.14	0.17	0.22	0.27	0.16
0.11	0.15	0.18	0.23	0.28	0.17
0.12	0.16	0.19	0.24	0.29	0.18
0.13	0.17	0.20	0.25	0.30	0.19
0.14	0.18	0.21	0.26	0.31	0.20
0.15	0.19	0.22	0.27	0.32	0.21
0.16	0.20	0.23	0.28	0.33	0.22
0.17	0.21	0.24	0.29	0.34	0.23
0.18	0.22	0.25	0.30	0.35	0.24
0.20	0.24	0.27	0.32	0.37	0.26
0.25	0.29	0.32	0.37	0.42	0.31
0.30	0.34	0.37	0.42	0.47	0.36
0.35	0.39	0.42	0.47	0.52	0.41
0.40	0.44	0.47	0.52	0.57	0.46
0.45	0.49	0.52	0.57	0.62	0.51
0.50	0.55	0.57	0.62	0.70	0.56
0.60	0.65	0.67	0.70	0.80	0.66
0.70	0.75	0.78	0.80	0.90	0.78
0.80	0.85	0.88	0.90	1.—	0.88
0.90	0.95	0.98	1.—	1.10	0.98
1.—	1.05	1.08	1.10	1.20	1.08
1.10	1.15	1.18	1.20	1.30	—
1.20	1.25	1.28	1.30	1.40	—
1.30	1.35	1.38	1.40	1.55	—
1.40	1.45	1.48	1.50	1.60	—
1.50	1.55	1.58	1.63	1.75	—
1.60	1.67	1.70	1.73	1.85	—
1.70	1.77	1.80	1.83	1.95	—
1.80	1.88	1.90	1.93	2.05	—
1.90	1.98	2.—	2.03	2.15	—
2.—	2.08	2.10	2.13	2.25	—

Le dimensioni dei conduttori vengono espresse col diametro del filo nudo in mm. seguito dalla specifica della copertura.

Tabella L. — Conversione tra misure inglesi e metriche per conduttori (misure SWG e BWG).

SWG Standard wire gage *SSC (single silk covering) 1 copertura seta* *SCC (single cotton covering) 1 cop cotone*
BWG Birmingham wire gage *DSC (double „ „ 2 coperture „* *DCC (double „ „ 2*

N.	Diam. filo nudo mm.		Diam. SSC mm.	Diam. DSC mm.	Diam. SCC mm.	Diam. DCC mm.	Resistenza per 1000 m. in ohm		
	SWG mm.	(BWG) mm.					Rame	Manganina	Eureka
14	2·032	2·108	2·11	2·27	2·29	2·52	5,262	132	147,29
16	1·626	1·651	1·67	1·91	1·75	1·95	8,226	204	230,34
18	1·219	1·245	1·26	1·33	1·45	1·54	14,61	365	408,98
20	·9144	·889	0·97	1·03	1·12	1.20	25,98	650	727,43
22	·7112	·711	0·78	0·92	0·94	1·01	42,95	1073	1203
24	·5588	·559	0·62	0·67	0·75	0·94	69 56	1735	1947
26	·4572	·457	0·50	0·55	0·63	0·72	103,72	2598	2909
28	·3759	·356	0·40	0·45	0·53	0·63	154,78	3844	4305
30	·3149	·305	0·34	0·38	0·45	0·58	219,01	5474	5132
32	·2743	·229	0·29	0·32	—	—	288,75	7218	3085
34	·2337	·178	9·26	0·28	—	—	397,87	9946	11104
36	·1930	·102	0·23	—	—	—	583,00	14575	16324
38	·1524	—	0·21	—	—	—	935,33	23382	26188
40	·1219	—	0·16	—	—	—	1460,80	3752	40902
42	·1016	—	0·14	—	—	—	2170,40	53750	58920
44	·0813	—	—	—	—	—	3286,80	82117	92030
46	·0610	—	—	—	—	—	5844,30	146107	—
48	·0406	—	—	—	—	—	—	333300	—
50	·0254	—	—	—	—	—	—	—	—

Tabella LI. — Resistenza Specifica di Metalli

Metallo	Resistenza in microohms per cm.³ a 20° C.
Alluminio	2.828
Ottone	7.0
Costantana	49.0
Rame (ricotto)	1.7241
Rame (crudo)	1.771
Manganina	44.0
Nichel	7.8
Bronzo fosforoso	7.8
Platino	10.0
Zinco	5.8

Tabella LII. — Costanti Dielettriche.

Sostanza	
Vetro	4-10
Mica	4-8
Ebanite	2-4
Paraffina	2-3
Carta	1.5-4
Seta	4-6
Celluloide	7-10
Legno	3-6.5
Bakelite	5-7
Olio di ricino	4-7
Olio per trasformatori	2-5
Acqua distillata	81

Tabella LIII. — Unità elettriche

INTENSITÀ DI CORRENTE

L'unità è 1 ampère (A).

$$1 \text{ milliAmpère } (\text{mA}) = \frac{1}{1000} \text{ A} = 10^{-3} \text{ A}$$

$$1 \text{ microAmpère } (\mu\text{A}) = \frac{1}{1'000'000} \text{ A} = 10^{-6} \text{ A}$$

TENSIONE O POTENZIALE

L'unità è 1 volt (V).

$$1 \text{ millivolt } (\text{mV}) = \frac{1}{1000} \text{ V} = 10^{-3} \text{ V}$$

$$1 \text{ microvolt } (\mu\text{V}) = \frac{1}{1'000'000} \text{ V} = 10^{-6} \text{ V}$$

QUANTITÀ DI ELETTRICITÀ

L'unità è 1 coulomb (C).

RESISTENZA

L'unità è 1 ohm (Ω)

$$1 \text{ megohm } (\text{M}\Omega) = 1'000'000\ \Omega = 10^{6}\ \Omega$$

$$1 \text{ microhm } (\mu\Omega) = \frac{1}{1'000'000}\ \Omega = 10^{-6}\ \Omega$$

ENERGIA

L'unità è 1 joule (J).

EFFETTO

$$\text{L'unità è 1 watt } (\text{W}) = \frac{1}{736} \text{ HP} = 0.00136 \text{ HP}$$

$$1 \text{ kilowatt } (\text{kW}) = 1000 \text{ W} = 10^{3} \text{ W}$$

$$1 \text{ microwatt } (\mu\text{W}) = \frac{1}{1'000'000} \text{ W} = 10^{-6} \text{ W}$$

CAPACITÀ

L'unità è 1 farad (F).

$$1 \text{ microfarad } (\mu\text{F}) = \frac{1}{1'000'000} \text{ F} = 10^{-6} \text{ F} = 900.000 \text{ cm.}$$

$$1 \text{ cm.} = \frac{1.11}{1'000'000}\ \mu\text{F}$$

INDUTTANZA

L'unità è 1 henry (H)

$$1 \text{ millihenry } (\text{mH}) = \frac{1}{1000} \text{ H} = 10^{-3} \text{ H}$$

$$1 \text{ microhenry } (\mu\text{H}) = \frac{1}{1'000'000} \text{ H} = 10^{-6} \text{ H} = 1000 \text{ cm.}$$

$$1 \text{ cm} = \frac{1}{1000}\ \mu\text{H}$$

TABELLA LIV. — LUNGHEZZA D'ONDA IN METRI E FREQUENZA IN CHILOCICLI. — 1 chilociclo = 1000 cicli.

Metri	chilocicli	Metri	chilocicli	Metri	chilocicli	Metri	chilocicli	Metri	chilocicli	Metri	chilocicli	Metri	chilocicli
10	29982	370	810,3	730	410,7	1090	275,1	1450	206,8	1810	165,6	2170	138,2
20	14991	380	789,0	740	405,2	1100	272,6	1460	205,4	1820	167,4	2180	137,5
30	9994	390	768,8	750	399,8	1110	270,1	1470	204,0	1830	163,8	2190	136,9
40	7496	400	749,6	760	394,5	1120	267,7	1480	202,6	1840	162,9	2200	136,3
50	5996	410	731,3	770	389,4	1130	265,3	1490	201,2	1850	162,1	2210	135,7
60	4997	420	713,9	780	384,4	1140	263,0	1500	199,9	1860	161,2	2220	135,1
70	4283	430	697,3	790	379,5	1150	260,7	1510	198,6	1870	160,3	2230	134,4
80	3748	440	681,4	800	374,8	1160	258,5	1520	197,3	1880	159,5	2240	133,8
90	3331	450	666,3	810	370,1	1170	256,3	1530	196,0	1890	158,6	2250	133,3
100	2998	460	651,8	820	365,6	1180	254,1	1540	194,7	1900	157,8	2260	132,7
110	2726	470	637,9	830	361,2	1190	251,9	1550	193,4	1910	157,0	2270	132,1
120	2499	480	624,6	840	356,9	1200	249,9	1560	192,2	1920	156,2	2280	131,5
130	2306	490	611,9	850	352,7	1210	247,8	1570	191,0	1930	155,3	2290	130,9
140	2142	500	599,6	860	348,6	1220	245,8	1580	189,8	1940	154,5	2300	130,4
150	1999	510	587,9	870	344,6	1230	243,8	1590	188,6	1950	153,8	2310	129,8
160	1874	520	576,6	880	340,7	1240	241,8	1600	187,4	1960	153,0	2320	129,2
170	1764	530	565,7	890	336,9	1250	239,9	1610	186,2	1970	152,2	2330	128,7
180	1666	540	555,2	900	333,1	1260	238,0	1620	185,1	1980	151,4	2340	128,1
190	1578	550	545,1	910	329,5	1270	236,1	1630	183,9	1990	150,7	2350	127,6
200	1499	560	535,4	920	325,9	1280	234,2	1640	182,8	2000	149,9	2360	127,0
210	1428	570	526,0	930	322,4	1290	232,4	1650	181,7	2010	149,2	2370	126,5
220	1363	580	516,9	940	319,0	1300	230,6	1660	180,6	2020	148,4	2380	126,0
230	1304	590	508,2	950	315,6	1310	228,9	1670	179,5	2030	147,7	2390	125,4
240	1249	600	499,7	960	312,3	1320	227,1	1680	178,5	2040	147,0	2400	124,9
250	1199	610	491,5	970	309,1	1330	225,4	1690	177,4	2050	146,3	2410	124,4
260	1153	620	483,6	980	305,9	1340	223,7	1700	176,4	2060	145,5	2420	123,9
270	1110	630	475,9	990	302,8	1350	222,1	1710	175,3	2070	144,8	2430	123,4
280	1071	640	468,5	1000	299,8	1360	220,5	1720	174,3	2080	144,1	2440	122,9
290	1034	650	461,3	1010	296,9	1370	218,8	1730	173,3	2090	143,5	2450	122,4
300	999,4	660	454,3	1020	293,9	1380	217,3	1740	172,3	2100	142,8	2460	121,9
310	967,2	670	447,5	1030	291,1	1390	215,7	1750	171,3	2110	142,1	2470	121,4
320	936,9	680	440,9	1040	288,3	1400	214,2	1760	170,4	2120	141,4	2480	120,9
330	908,5	690	434,5	1050	285,5	1410	212,6	1770	169,4	2130	140,8	2490	120,4
340	881,8	700	428,3	1060	282,8	1420	211,1	1780	168,4	2140	140,1	2500	119,9
350	856,6	710	422,3	1070	280,2	1430	209,7	1790	167,5	2150	139,5	2510	119,5
360	832,8	720	416,4	1080	277,6	1440	208,2	1800	166,6	2160	138,8	2520	119,0

Metri	chilocicli	Metri	chilocicli	Metri	chilocicli	Metri	chilocicli	Metri	chilocicli	Metri	chilocicli	Metri	chilocicli
2530	118,5	2890	103,7	3500	85,66	4220	71,05	4940	60,69	6650	45,09	8450	35,48
2540	118,0	2900	103,4	3520	85,18	4240	70,71	4960	60,45	6700	44,75	8500	35,27
2550	117,6	2910	103,0	3540	84,69	4260	70,38	4980	60,20	6750	44,42	8550	35,07
2560	117,1	2920	102,7	3560	84,22	4280	70,05	5000	59,96	6800	44,09	8600	34,86
2570	116,7	2930	102,3	3580	83,75	4300	69,73	5050	59,37	6850	43,77	8650	34,66
2580	116,2	2940	102,0	3600	83,28	4320	69,40	5100	58,79	6900	43,45	8700	34,46
2590	115,8	2950	101,6	3620	82,82	4340	69,08	5150	58,22	6950	43,14	8750	34,27
2600	115,3	2960	101,3	3640	82,37	4360	68,77	5200	57,66	7000	42,83	8800	34,07
2610	114,9	2970	100,9	3660	81,92	4380	68,45	5250	57,11	7050	42,53	8850	33,88
2620	114,4	2980	100,6	3680	81,47	4400	68,14	5300	56,57	7100	42,23	8900	33,69
2630	114,0	2990	100,3	3700	81,03	4420	67,83	5350	56,04	7150	41,93	8950	33,50
2640	113,6	3000	99,94	3720	80,60	4440	67,53	5400	55,52	7200	41,64	9000	33,31
2650	113,1	3020	99,28	3740	80,17	4460	67,22	5450	55,01	7250	41,35	9050	33,13
2660	112,7	3040	98,62	3760	79,74	4480	66,92	5500	54,51	7300	41,07	9100	32,95
2670	112,3	3060	97,98	3780	79,32	4500	66,63	5550	54,02	7350	40,79	9150	32,77
2680	111,9	3080	97,34	3800	78,90	4520	66,33	5600	53,54	7400	40,52	9200	32,59
2690	111,5	3100	96,72	3820	78,49	4540	66,04	5650	53,07	7450	40,24	9250	32,41
2700	111,0	3120	96,10	3840	78,08	4560	65,75	5700	52,60	7500	39,98	9300	32,24
2710	110,6	3140	95,48	3860	77,67	4580	65,46	5750	52,14	7550	39,71	9350	32,07
2720	110,2	3160	94,88	3880	77,27	4600	65,18	5800	51,69	7600	39,45	9400	31,90
2730	109,8	3180	94,28	3900	76,88	4620	64,90	5850	51,25	7650	39,19	9450	31,73
2740	109,4	3200	93,69	3920	76,48	4640	64,62	5900	50,82	7700	38,94	9500	31,56
2750	109,0	3220	93,11	3940	76,10	4660	64,34	5950	50,39	7750	38,69	9550	31,39
2760	108,6	3240	92,54	3960	75,71	4680	64,06	6000	49,97	7800	38,44	9600	31,23
2770	108,2	3260	91,97	3980	75,33	4700	63,79	6050	49,56	7850	38,19	9650	31,07
2780	107,8	3280	91,41	4000	74,96	4720	63,52	6100	49,15	7900	37,95	9700	30,91
2790	107,5	3300	90,85	4020	74,58	4740	63,25	6150	48,75	7950	37,71	9750	30,75
2800	107,1	3320	90,31	4040	74,21	4760	62,99	6200	48,36	8000	37,48	9800	30,59
2810	106,7	3340	89,77	4060	73,85	4780	62,72	6250	47,97	8050	37,24	9850	30,44
2820	106,3	3360	89,23	4080	73,49	4800	62,46	6300	47,59	8100	37,01	9900	30,28
2830	105,9	3380	88,70	4100	73,13	4820	62,20	6350	47,22	8150	37,79	9950	30,13
2840	105,6	3400	88,18	4120	72,77	4840	61,95	6400	46,85	8200	36,56	10000	29,98
2850	105,5	3420	87,67	4140	72,42	4860	61,69	6450	46,48	8250	36,34		
2860	104,2	3440	87,16	4160	72,07	4880	61,44	6500	46,13	8300	36,12		
2870	104,8	3460	86,65	4180	71,73	4900	61,19	6550	45,77	8350	35,91		
2880	104,1	3480	86,16	4200	71,39	4920	60,94	6600	45,43	8400	35,69		

TABELLA LV. — LUNGHEZZA D'ONDA (λ), FREQUENZA (f) E COSTANTE OSCILLATORIA (C. L.) - λ IN M.; C IN μF; L IN μH.

λ	f.	C. L	λ	f.	C. L	λ	f.	C. L
100	3000000	0,00281	600	500000	0,101	1100	272700	0,341
110	2727000	0,00341	610	491800	0,105	1110	267300	0,347
120	2500000	0,00405	620	485300	0,108	1120	267900	0,353
130	2308000	0,00476	630	476200	0,111	1130	265500	0,359
140	2143000	0,00552	640	468700	0,115	1140	263100	0,366
150	2000000	0,00633	650	461500	0,119	1150	260900	0,372
160	1875000	0,00721	660	454500	0,123	1160	258600	0,379
170	1765000	0,00813	670	447800	0,126	1170	256400	0,385
180	1667000	0,00912	680	441200	0,130	1180	254200	0,392
190	1579000	0,01016	690	434800	0,134	1190	252100	0,399
200	1500000	0,0113	700	428600	0,138	1200	250000	0,405
210	1429000	0,0124	710	422500	0,142	1210	247900	0,412
220	1364000	0,0136	720	416700	0,146	1220	235900	0,419
230	1304000	0,0149	730	411000	0,150	1230	243900	0,426
240	1250000	0,0162	740	405400	0,154	1240	241900	0,433
250	1200000	0,0176	750	400000	0,158	1250	240000	0,440
260	1154000	0,0190	760	394600	0,163	1260	238100	0,447
270	1111000	0,0205	770	389600	0,167	1270	236200	0,454
280	1071000	0,0221	780	384600	0,171	1280	234400	0,461
290	1034000	0,0237	790	379800	0,176	1290	232600	0,468
300	1000000	0,0253	800	375000	0,180	1300	230800	0,476
310	967700	0,0270	810	370400	0,185	1310	229000	0,483
320	930500	0,0288	320	365900	0,189	1320	227300	0,490
330	909100	0,0307	830	361400	0,194	1330	225600	0,498
340	882400	0,0326	840	357100	0,199	1340	223900	0,505
350	858100	0,0345	850	325900	0,203	1350	222200	0,513
360	833300	0,0365	860	348800	0,208	1360	220600	0,521
370	810800	0,0385	870	344800	0,213	1370	218900	0,529
380	789500	0,0406	880	340900	0,218	1380	214700	0,536
390	769200	0,0428	890	337100	0,223	1390	215800	0,544
400	750000	0,0450	900	333300	0,228	1400	214300	0,552
410	731700	0,0473	910	329700	0,233	1410	212800	0,559
420	714300	0,0496	920	326100	0,238	1420	211300	0,567
430	697700	0,0520	930	322600	0,243	1430	209800	0,576
440	681806	0,0545	940	319100	0,249	1440	208300	0,584
450	666700	0,0570	950	315900	0,254	1450	206900	0,592
460	652200	0,0596	960	312500	0,259	1460	205500	0,600
470	638300	0,0622	970	309300	0,265	1470	204100	0,608
480	625000	0,0649	980	306100	0,270	1480	202700	0,617
490	612200	0,0676	990	303000	0,276	1490	201300	0,625
500	600000	0,0704	1000	300000	0,281	1500	200000	0,633
510	588200	0,0732	1010	297000	0,287	1510	198700	0,642
520	576900	0,0761	1020	294100	0,293	1520	197400	0,650
530	566000	0,0791	1030	291300	0,299	1530	196100	0,659
540	555600	0,0821	1040	288400	0,305	1540	194800	0,668
550	545500	0,0851	1050	285700	0,310	1550	193600	0,676
560	535700	0,0883	1060	283600	0,316	1560	192300	0,685
570	526300	0,0915	1070	280400	0,322	1570	191100	0,694
580	517200	0,0947	1080	277800	0,328	1580	189900	0,703
590	508500	0,0981	1090	275200	0,335	1590	188700	0,712

λ	f.	C. L	λ	f.	C. L	λ	f.	C. L
1600	187500	0,721	2000	150000	1,13	6000	50000	10,1
1610	186300	0,730	2100	142900	1,24	6100	49180	10,5
1620	185200	0,739	2200	136400	1,36	6200	48550	10,8
1630	184100	0,748	2300	130400	1,49	6300	47620	11,1
1640	182900	0,757	2400	125000	1,62	6400	46870	11,5
1650	181800	0,766	2500	120000	1,76	6500	46150	11,9
1660	180700	0,776	2600	115400	1,90	6600	45450	12,3
1670	179600	0,785	2700	111100	2,05	6700	44780	12,6
1680	178600	0,794	2800	107100	2,21	6800	44120	13,4
1690	177500	0,804	2900	103400	2,37	6900	43480	13,6
1700	176500	0,810	3000	100000	2,53	7000	42860	13,8
1710	174500	0,823	3100	96770	2,70	7100	42250	14,2
1720	174400	0,833	3200	93750	2,88	7200	41670	14,6
1730	173400	0,842	3300	90910	3,07	7300	41100	15,0
1740	172400	0,852	3400	88240	3,26	7400	40540	15,4
1750	171400	0,862	3500	85910	3,45	7500	40000	15,8
1760	170500	0,872	3600	83330	3,65	7600	39740	16,3
1770	169400	0,882	3700	81080	3,85	7700	38960	16,7
1780	168500	0,892	3800	78950	4,06	7800	38460	17,1
1790	167600	0,902	3900	79920	4,28	7900	37980	17,6
1800	166700	0,912	4000	75000	4,50	8000	37500	18,0
1810	165700	0,923	4100	73170	4.73	8100	37040	18,5
1820	164700	0,933	4200	71430	4,96	8200	36590	18,9
1830	163900	0,943	4300	69770	5,20	8300	36140	19,4
1840	163000	0,953	4400	68180	5,25	8400	35710	19,9
1850	162000	0,963	4500	66670	5,45	8500	35290	20,3
1860	161300	0,974	4600	65220	5,96	8600	34880	20,8
1870	160400	0,985	4700	63830	6,22	8700	34480	21,3
1880	159600	0,995	4800	62500	6,49	8800	34990	21,8
1890	158700	1.006	4900	61220	6,76	8900	33710	22,3
1900	157900	1,016	5000	60000	7,04	9000	33330	22,8
1910	157100	1,026	5100	58820	7,32	9100	32970	23,3
1920	156300	1,037	5200	57690	7,61	9200	32610	23,8
1930	155400	1,048	5300	56600	7,91	9300	32260	24,3
1940	154600	1,059	5400	55560	8,21	9400	31910	24,9
1950	153800	1,070	5500	54550	8,51	9500	31590	25,4
1960	153100	1,080	5600	53570	8,83	9600	21250	25,9
1970	152300	1,092	5700	52630	9,15	9700	30930	26,5
1980	151500	1,103	5800	51720	9.45	9800	30610	27,0
1990	150800	1,114	5900	50850	9,81	9900	30310	28,1
						10000	30000	28,1

TABELLA LVI. — LUNGHEZZA D'ONDA (λ) CAPACITÀ (C) E INDUTTANZA (L). C IN μF; L IN μH; λ IN METRI.

C	L 1	2	3	4	5	6	7	8
0,0001	19	27	33	38	42	46	50	53
0,0002	27	38	46	53	60	64	71	75
0,0003	33	46	57	65	73	80	96	92
0,0004	38	53	65	75	84	92	100	107
0,0005	42	60	73	84	94	103	112	119
0,0006	46	65	80	92	103	113	122	131
0,0007	50	71	86	100	112	122	132	141
0,0008	53	75	92	107	119	131	141	151
0,0009	57	80	98	113	126	139	150	160
0,0010	60	84	103	119	133	146	158	169
0,0011	63	88	108	125	140	153	165	177
0,0011	65	92	113	131	146	160	173	185
0,0013	68	96	118	136	152	166	180	192
0,0014	70	100	122	141	158	173	187	199
0,0015	73	103	126	146	163	179	193	206
0,0016	75	107	131	150	169	185	199	213
0,0017	78	110	135	155	174	190	206	220
0,0018	80	113	139	160	179	196	212	226
0,0019	82	116	142	164	184	201	217	232
0,0020	84	119	146	169	188	206	223	238
	9	10	12	14	16	18	20	25
0,0001	57	60	65	71	75	80	84	94
0,0002	80	84	92	100	107	113	119	133
0,0003	98	103	113	122	131	139	146	163
0,0004	113	119	131	141	151	160	169	188
0,0005	126	133	146	158	169	179	188	211
0,0006	139	146	160	173	185	196	206	231
0,0007	150	158	173	187	199	212	223	249
0,0008	160	169	185	199	213	226	238	267
0,0009	170	179	196	212	226	240	253	283
0,0010	179	188	206	223	238	253	267	298
0,0011	188	198	217	234	250	265	280	313
0,0012	196	206	222	244	261	277	292	326
0,0013	204	215	235	254	272	288	304	340
0,0014	212	223	244	264	282	299	315	353
0,0015	129	230	253	273	292	310	326	365
0,0016	226	238	261	282	302	320	337	377
0,0017	233	246	269	291	311	330	348	389
0,0018	240	253	277	299	320	339	358	400
0,0019	246	260	285	304	329	349	367	411
0,0020	253	267	292	315	337	358	377	421
	30	40	50	60	70	80	90	100
0,0001	103	119	133	146	154	169	179	188
0,0002	146	169	188	206	223	238	253	267
0,0003	179	206	231	253	273	292	310	326
0,0004	206	238	267	292	315	317	358	377
0,0005	231	267	298	326	353	377	400	421
0,0006	253	292	326	358	386	413	438	462
0,0007	273	315	353	386	417	446	473	499
0,0008	292	337	377	413	446	477	506	533
0,0009	310	358	400	438	473	506	536	565
0,0010	326	300	421	462	499	533	565	596

C	L 30	40	50	60	70	80	90	100
0,0011	342	395	442	484	523	559	593	625
0,0012	358	413	462	506	546	584	619	653
0,0013	372	430	481	526	569	611	645	680
0,0014	386	446	499	546	590	631	669	705
0,0015	400	462	516	565	611	653	690	730
0,0016	413	477	533	584	631	674	715	754
0,0017	426	491	550	602	650	695	737	777
0,0018	438	506	565	619	669	715	759	800
0,0019	450	520	581	637	687	735	780	822
0,0020	462	533	596	653	705	754	800	843
	120	140	160	180	200	250	300	400
0,0001	206	223	238	253	267	298	326	377
0,0002	292	315	337	358	377	421	462	533
0,0003	358	386	413	438	562	516	566	653
0,0004	413	446	477	506	533	596	653	754
0,0005	462	499	533	565	596	666	730	843
0,0006	506	546	584	619	653	730	800	923
0,0007	546	590	631	669	705	789	864	997
0,0008	584	631	674	715	754	843	923	1066
0,0009	619	669	715	759	800	894	979	1131
0,0010	653	705	754	800	843	942	1032	1192
0,0011	685	740	791	839	884	975	1083	1250
0,0012	715	772	826	846	923	1032	1131	1306
0,0013	744	804	859	912	961	1075	1177	1359
0,0014	772	834	892	946	997	1115	1221	1410
0,0015	800	864	923	979	1032	1154	1264	1460
0,0016	826	892	954	1011	1066	1192	1306	1509
0,0017	851	920	983	1042	1099	1229	1346	1554
0,0018	876	946	1011	1073	1131	1264	1385	1599
0,0019	900	972	1041	1102	1162	1299	1423	1643
0,0020	923	997	1066	1131	1192	1233	1460	1686
	500	600	700	800	900	1000	1200	1400
0,0001	421	462	499	533	565	596	653	705
0,0002	596	653	705	754	800	843	923	997
0,0003	730	800	864	920	979	1032	1131	1221
0,0004	843	923	977	1066	1131	1192	1306	1410
0,0005	942	1032	1115	1192	1264	1333	1460	1577
0,0006	1032	1131	1221	1306	1385	1460	1599	1727
0,0007	1115	1221	1320	1410	1446	1577	1727	1886
0,0008	1192	1306	1410	1509	1686	1686	1846	1995
0,0009	1264	1385	1496	1599	1696	1788	1959	2116
0,0010	1333	1460	1577	1686	1788	1885	2065	2230
0,0011	1396	1531	1654	1768	1875	1977	2165	2339
0,0012	1460	1599	1727	1846	1959	2065	2262	2443
0,0013	1520	1665	1798	1922	2039	2149	2354	2543
0,0014	1597	1727	1866	1995	2116	2230	2443	2639
0,0015	1632	1788	1932	2065	2190	2308	2529	2732
0,0016	1686	1846	1995	2133	2262	2384	2612	2821
0,0017	1777	1904	2056	2198	2332	2457	2692	2908
0,0018	1788	1954	2126	2262	2399	2529	2770	2992
0,0019	1837	2012	2174	2324	2465	2598	2846	3074
0,0020	1885	2065	2230	2384	2529	2665	2920	3154

C	L 1600	1800	2000	2500	3000	4000	5000
0,0001	754	800	843	942	1032	1192	1333
0,0002	1066	1131	1192	1333	1460	1686	1885
0,0003	1306	1385	1460	1632	1788	2065	2308
0,0004	1509	1599	1686	1825	2065	2384	2665
0,0005	1626	1788	1885	2108	2308	2665	2980
0,0006	1486	1959	2065	2308	2529	2920	3264
0,0007	1995	2116	2230	2493	2732	3154	3526
0,0008	2133	2262	2384	2665	2910	3372	3770
0,0009	2262	2399	2529	2827	3097	3576	4000
0,0010	2384	2529	2665	2980	3264	3770	4214
0,0011	2500	2652	2795	3125	3424	3953	4420
0,0012	2617	2770	2920	3264	3576	4129	4617
0,0013	2718	2883	3039	3398	3722	4298	4805
0,0014	2821	2992	3154	3526	3863	4460	4987
0,0015	2920	3097	3264	3650	3998	4617	5161
0,0016	3016	3199	3372	3770	4129	4768	5331
0,0017	3108	3297	3475	3885	4256	4915	5495
0,0018	3199	3392	3576	3998	4379	5057	5654
0,0019	3206	3485	3674	4108	4500	5196	5809
0,0020	3372	3576	3770	4114	4617	5331	5960
	6000	7000	8000	9000	10000	12000	14000
0,0001	1460	1577	1686	1788	1885	2065	2230
0,0002	2065	2230	2364	2529	2529	2665	2920
0,0003	2529	2732	2920	3097	3264	3576	3863
0,0004	2920	3154	3372	3576	3770	4129	4460
0,0005	3264	3526	3770	3998	4214	4617	4987
0,0006	3578	3863	4129	4379	4617	5057	5462
0,0007	3863	4172	4460	4731	4987	5462	5900
0,0008	4129	4460	4678	5057	5331	5840	6306
0,0009	4379	4731	5057	5364	5654	6192	6692
0,0010	4617	4987	5331	5654	5960	6295	7052
0,0011	4842	5230	5591	5910	6251	6848	7396
0,0012	5057	5462	5840	6129	6529	7152	7724
0,0013	5264	5685	6019	6449	6796	7444	8040
0,0014	5462	5900	6306	6693	7052	7724	8344
0,0015	5454	6109	6529	6902	7299	7996	8677
0,0016	5840	6306	6741	7152	7539	8261	8922
0,0017	6020	6502	6949	7373	7771	8411	9196
0,0018	6192	6693	7152	7587	7996	8761	9459
0,0019	6365	6872	7348	7796	8215	9000	9721
0,0020	6529	7052	7539	7996	8429	9230	9973
	16000	18000	20000	25000	30000	40000	50000
0,0001	2384	2529	2665	2980	3264	3770	4214
0,0002	3372	3576	3770	4214	4617	3331	5960
0,0003	4129	4379	4617	5161	5659	6529	7299
0,0004	4768	5057	5331	5960	6529	7539	8429
0,0005	5331	5654	5960	6663	7299	8429	9423
0,0006	5864	6192	6329	7299	7996	9233	10320
0,0007	6306	6693	7052	7885	8637	9973	11150
0,0008	6741	7152	7539	8429	9233	10660	11920
0,0009	7152	7587	7996	8940	9794	11310	12640
0,0010	7539	7996	8429	9423	10320	11920	13330

C	L 16000	18000	20000	25000	30000	40000	50000
0,0011	7909	8386	8840	10150	10830	13500	13980
0,0012	8261	8761	9233	10320	11710	13060	14600
0,0013	8594	9119	9611	10750	11770	13590	15900
0,0014	8922	9459	9973	11150	12210	14100	15770
0,0015	9233	9794	10320	11540	12640	14640	16320
0,0016	9536	10110	10660	11920	13060	15090	16860
0,0017	9829	10420	10990	12290	12290	15540	17370
0,0018	10110	10730	11310	12640	13850	15990	17880
0,0019	10410	11020	11620	12990	14230	16430	18370
0,0020	10660	11310	11920	13330	14600	16860	18850

	60000	70000	80000	90000	100000	120000	140000
0,0001	4617	4987	5331	5654	5960	6529	7952
0,0002	6529	7052	7539	7996	8429	9233	9973
0,0003	7996	8637	9233	9794	10320	11310	12210
0,0004	9233	9973	10660	11310	11310	13060	14100
0,0005	10320	11150	11920	12640	13330	14600	15770
0,0006	11310	12210	13060	13850	14600	15990	17270
0,0007	12210	13200	14100	14960	15770	17270	18660
0,0008	13060	14100	15090	15990	16860	18460	19950
0,0009	13850	14960	15990	16960	17880	19590	21160
0,0010	14600	15770	16860	17880	18850	20650	22300
0,0011	15310	16540	17680	18760	19770	21650	23390
0,0012	15990	12770	18640	19590	20650	22620	24430
0,0013	16650	17980	19920	20390	21480	23540	25430
0,0014	17270	18660	19950	21160	22300	24430	26390
0,0015	17880	19320	20650	21900	23080	25290	27320
0,0016	18460	19950	21330	22620	23840	26120	28210
0,0017	19040	20560	21980	23330	24570	26920	29080
0,0018	19590	21160	22620	23000	25290	27700	29920
0,0019	20120	21740	23240	24650	25980	28460	30740
0,0020	20650	22300	23870	25240	26650	29200	31540

	160000	180000	200000	250000	300000	400000	500000
0,0001	7539	7996	8429	9423	10320	11920	13330
0,0002	10660	11310	11920	13330	14600	16860	18850
0,0003	13060	13850	14600	16320	17880	20650	23080
0,0004	15090	15990	16860	18850	20650	23840	26850
0,0005	16860	17880	18850	21080	23080	26650	29800
0,0006	18640	19590	20650	23080	25290	29200	32640
0,0007	19950	21160	22300	24930	27320	31540	35260
0,0008	21230	22620	23640	26650	29200	33720	37700
0,0009	22620	23990	25290	28270	30970	35760	39980
0,0010	23840	25290	26650	29800	32640	37700	42140
0,0011	25000	26520	27950	31250	34240	39530	44200
0,0012	25120	27700	29200	32640	35760	41290	46170
0,0013	27180	28830	30390	33980	37220	42980	48050
0,0014	28210	29920	31540	35260	38630	44600	49870
0,0015	29200	30970	32640	36500	39980	46170	51610
0,0016	30160	31990	33720	37700	41290	47685	53310
0,0017	31080	32800	34750	38850	42560	49150	54950
0,0018	31990	33720	35760	39980	43790	50570	56540
0,0019	32680	34850	36740	41080	45000	51960	54090
0,0020	33720	35760	37770	42140	46170	53310	59600

CARTA DELLE DISTANZE IN MIGLIAIA DI CHILOMETRI DA ROMA.

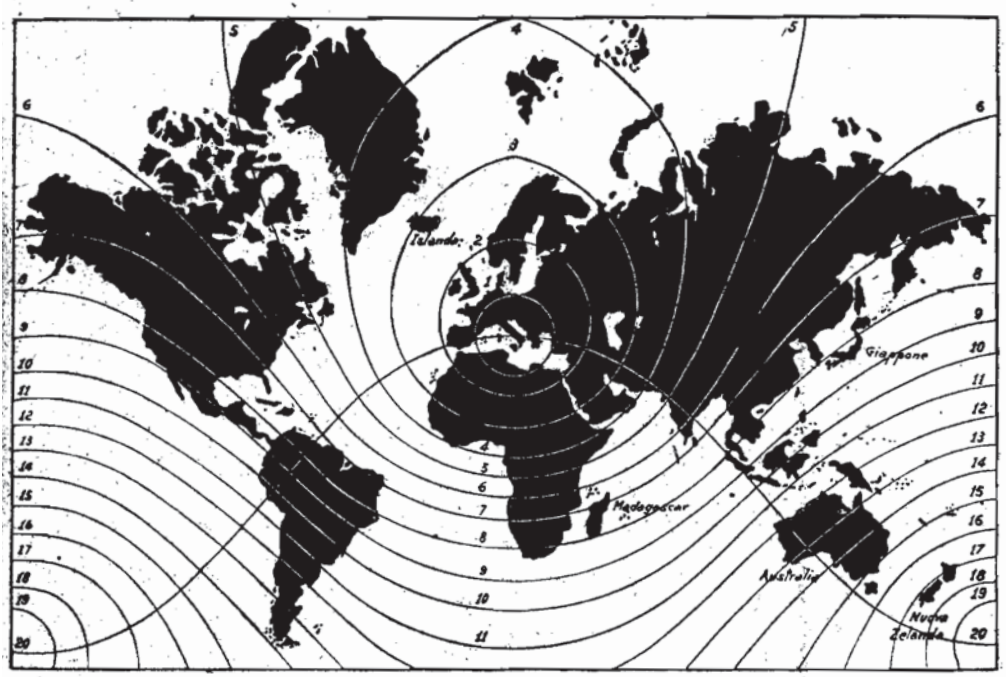


Fig. 600.

CARTA ORARIA DELLA TERRA.

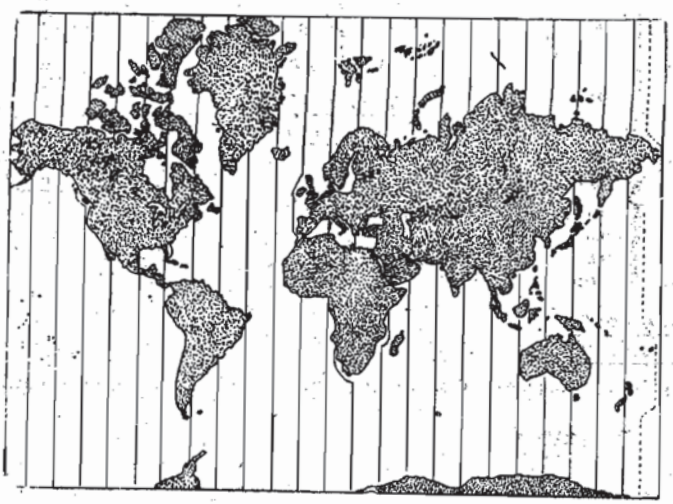


Fig 601. - Lo spazio tra due verticali rappresenta l'intervallo di un'ora.

ABACO N. 1.

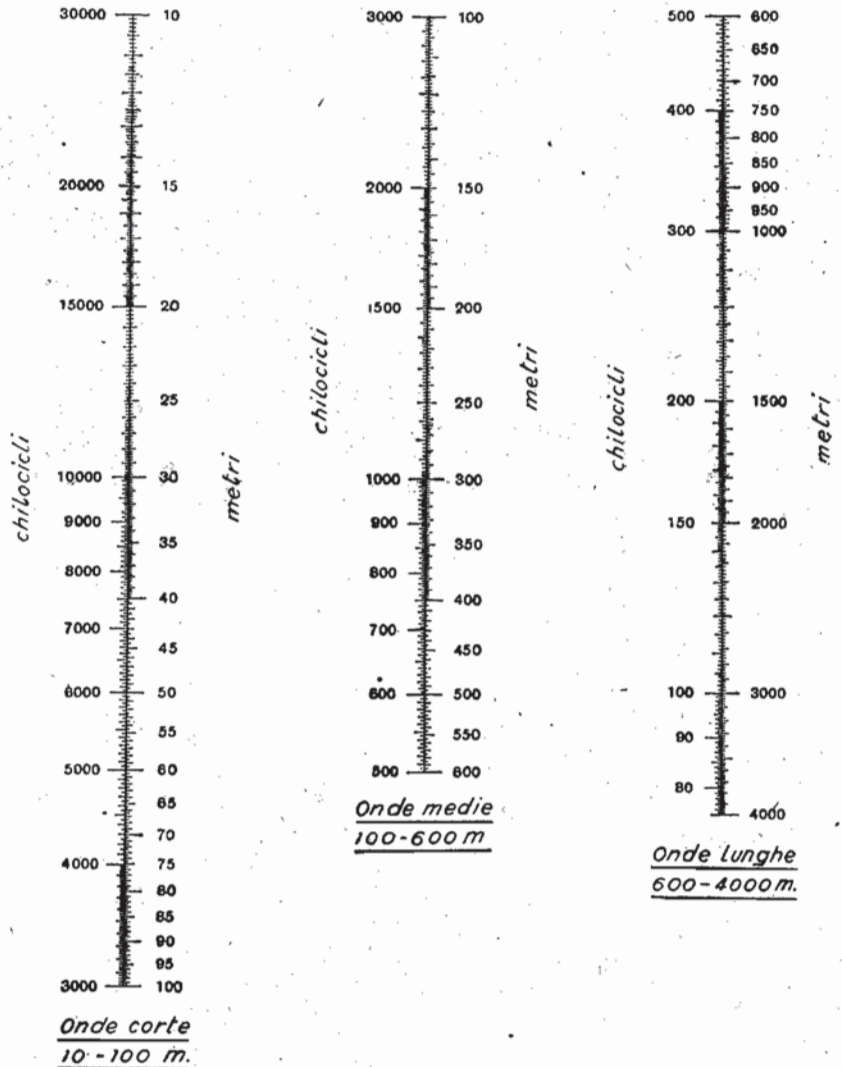


Fig. 602, - Lunghezza d'onda e frequenza per onde corte, medie e lunghe.

ABACO N. 2.

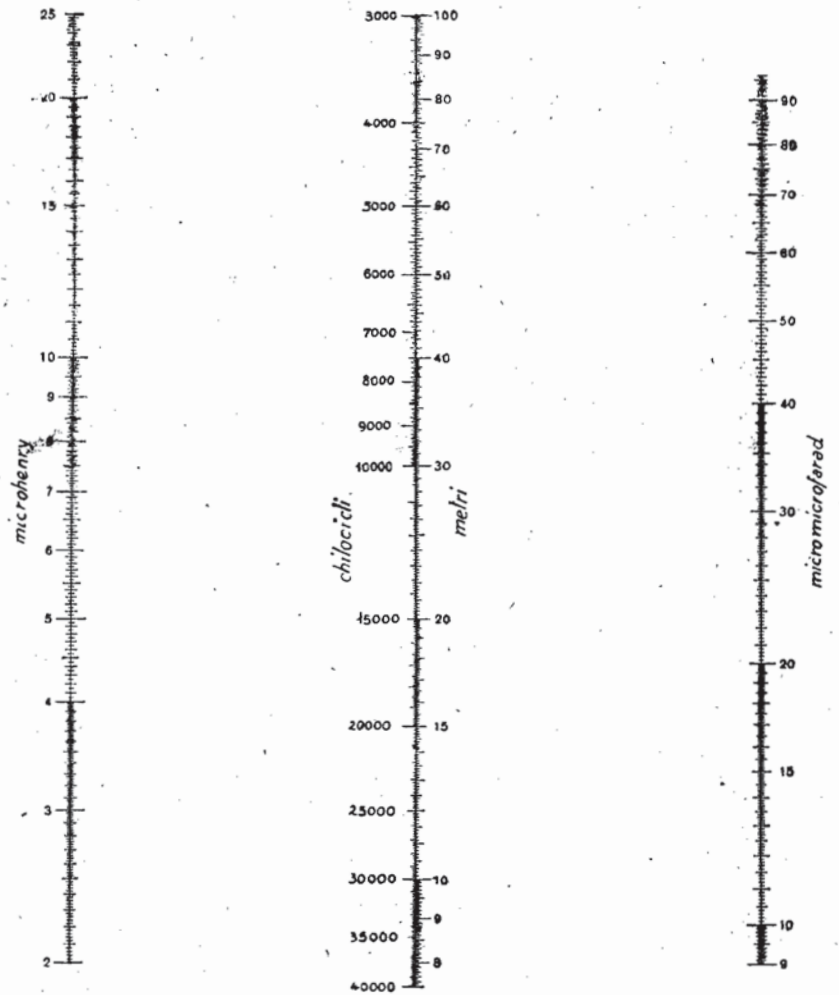


Fig. 603. - Induttanza, capacità, frequenza e lunghezza d'onda per onde corte (10-100 m.).

ABACO N. 3.

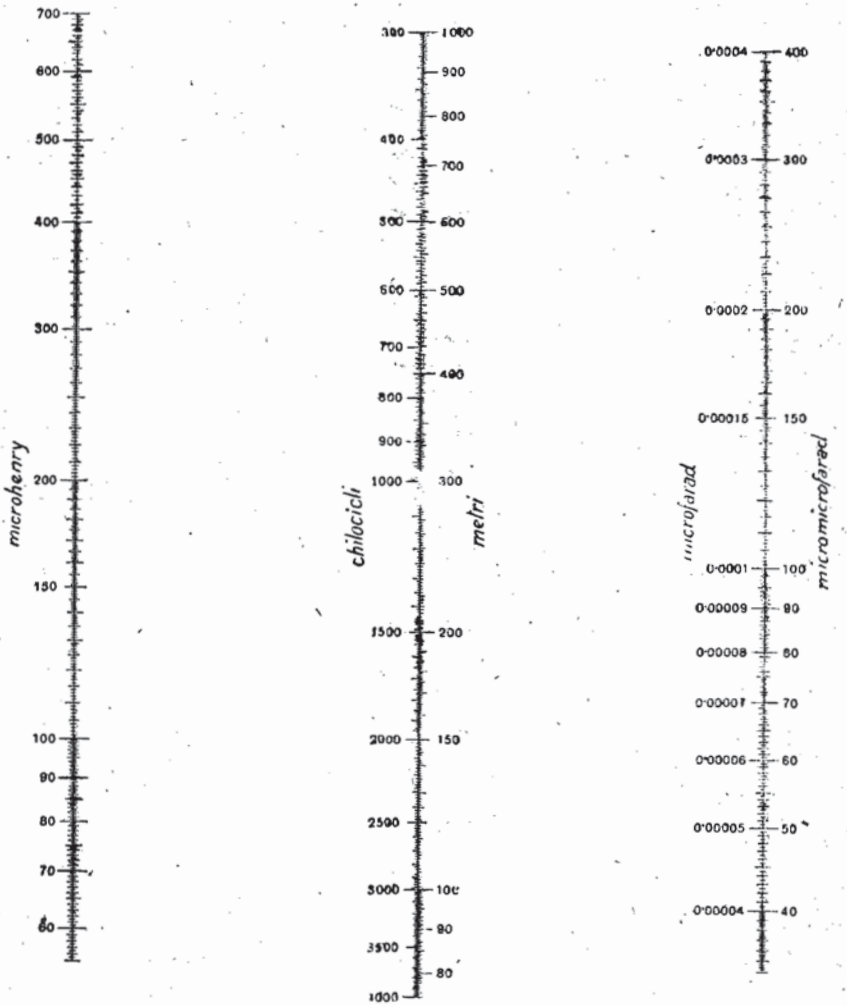


Fig. 604. - Induttanza, capacità, frequenza e lunghezza d'onda per onde medie (100-1000 m.).

ABACO N. 4.

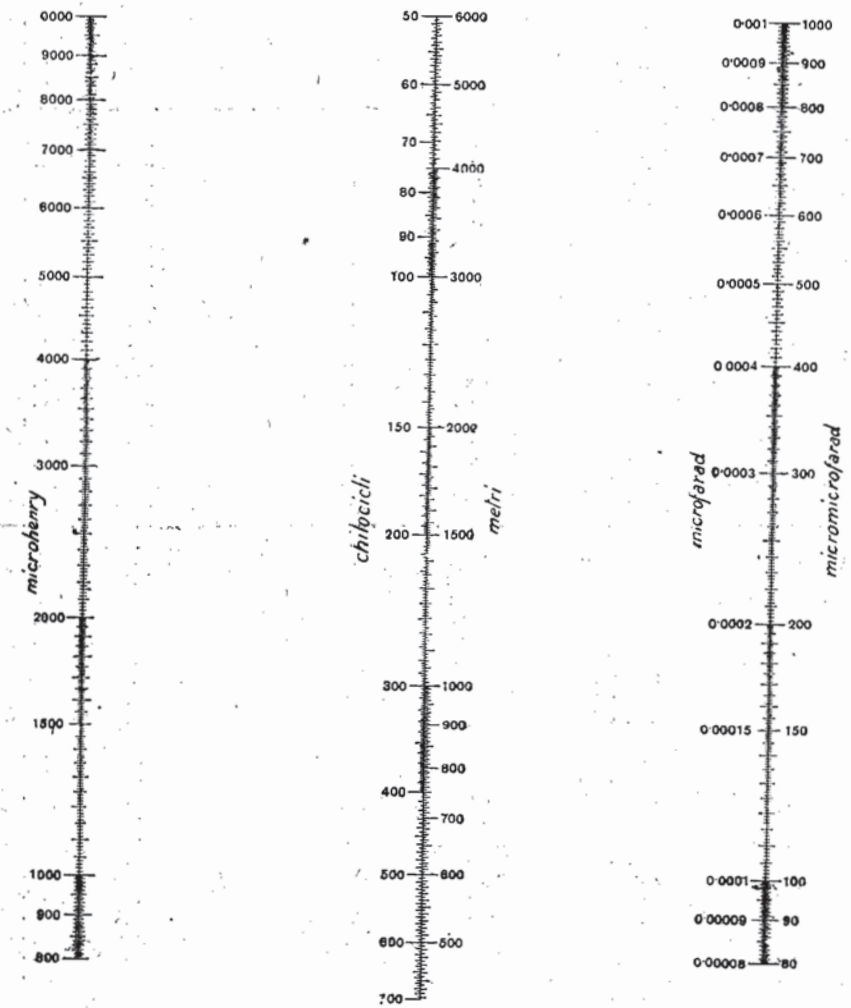


Fig. 605. - Induttanza, capacità, frequenza e lunghezza d'onda per onde lunghe (1000-6000 m.).

Ditta	Tipo		Uso	Filamento tensione V	Filamento corrente A
CUNNINGHAM	triodo	CX 112-A	P	5.0	0.25
	triodo	CX 301-A	AF, R, BF	5.0	0.25
	triodo	CX 371-A	P	5.0	0.25
	tr. scherm.	CX 322	AF	3.3	0.132
EDISON	triodo	VI 100	AF, R, BF	3.8-4.0	0.7
	triodo	VI 100 A	AF, R, BF, P	3.6-4.0	0.48
	triodo	VI 202	AF, R	3.0-3.5	0.06
	triodo	VI 101	AF, R, BF, P	5.0-5.5	0.25
	triodo	VI 102	AF, R	3.0-3.5	0.06
	triodo	VI 102 AR	R_p BF_r	3.0-3.5	0.06
	triodo	VI 102 A	AF, R	3.0-3.5	0.12
	triodo	VI 103	AF, R, BF, O, P	3.0-3.5	0.28
	triodo	VI 103 AR	AF, R, BF, P	3.0-3.5	0.28
	triodo	VI 104	AF, R, BF	1.8	0.38
	triodo	VI 105	AF, R, BF, O	1.8	0.44
	triodo	VI 106	AF, R, BF, P	3.8-4.0	0.30
	triodo	VI 120	AF, R, BF, P	3.0-3.5	0.12
	tetrodo	VI 402	AF, R, BF	3.0-3.5	0.06
	tetrodo	VI 403	P, V	3.0-3.5	0.28
	tetrodo	VI 406	P, V	3.0-6.4	0.35
	tr. doppio	VI 502	AF, R, BF	3.0-3.5	0.12
	tr. doppio	VI 503	AF, R, BF, P	3.0-3.5	0.60
	tr. doppio	VI 506	AF, R, BF, P	3.6-4.0	0.35
MARCONI	tr. scherm.	S 215	AF	2.0	0.15
	triodo	DEH 210	BF_r, R_p	2.0	0.1
	triodo	DEL 210	AF, R, BF	2.0	0.1
	triodo	HL 210	AF, R, BF	2.0	0.1
	triodo	DEP 215	P	2.0	0.15
	triodo	DEP 240	P	2.0	0.4
	tr. scherm.	S 410	AF	4.0	0.1
	triodo	DEH 410	BF_r, R_p	4.0	0.1
	triodo	DEL 410	AF, R, BF	4.0	0.1
	triodo	DEP 410	P	4.0	0.1
	triodo	P 425	P	4.0	0.25
	tr. scherm.	S 610	AF	6.	0.1
	tr. scherm.	S 625	AF	6.0	0.25
	triodo	DEH 610	R_p, BF_r	6.0	0.1
	triodo	DEL 610	AF, R, BF	6.0	0.1
	triodo	HL 610	AF, R, BF	6.0	0.1
	triodo	DEP 610	P	6.0	0.1
	triodo	P 625	P	6.0	0.25
	triodo	P 625 A	P	6.0	0.25
	triodo	DE 5	BF, P	5.0-6.0	0.25
	triodo	DE 5 A	P	5.0-6.0	0.25
	triodo	DE 5 B	BF_r	5.0-6.0	0.25
	triodo	LS 5	P, O	4.25-5.25	0.8
	triodo	LS 5 A	P, O	4.25-5.25	0.8
	triodo	LS 5 B	P, O	4.25-5.25	0.8
	triodo	LS 6 A	P, O	6.0	1.6
	* triodo	KH 1	AF, R, BF	3.5	2.0
	* triodo	KL 1	AF, R, BF	3.5	2.0
	† triodo	S Point 8	AF	0.8	0.8
	† triodo	H Point 8	R_p, BF_r	0.8	0.8
	† triodo	HL Point 8	AF, R_p, BF	0.8	0.8
	† triodo	P Point 8	BF, P	0.8	0.8
	† pentodo	PT Point 8	P	0.8	1.5
	pentodo	PT 235	P	2.0	0.35

Placca			Griglia		Pend. mass.	Coefficiente di amplificaz.	Imped. minima	Intra-effetto	Capacità placca griglia	Potenza resa massima
tens.	corr. saturaz.	corr. normale	potenziale negativo	pot. griglia ausiliaria						
V	*mA*	*mA*	*V*	*V*	$\frac{mA}{V}$	%	ohm	%	$\mu\mu F$	watt
157	—	—	— 10.5	—	—	—	—	—	—	—
90-135	—	—	— 9	—	—	—	—	—	—	—
135-180	—	20	— 40.5	—	—	—	—	—	—	—
135	—	—	— 1.5	45	—	—	—	—	—	—
20-100	15	—	—	—	0.25	8	18000	—	—	—
20-100	50	—	—	—	0.72	10	19000	—	—	—
20-100	18	—	—	—	0.30	8	20000	—	—	—
40-135	50	—	—	—	1.10	9	15000	—	—	—
20-100	15	—	—	—	0.30	7.8	20000	—	—	—
80-120	15	—	—	—	0.40	10	35000	—	—	—
20-100	30	—	—	—	1.00	9	16500	—	—	—
20-100	43	—	—	—	0.90	10	15000	—	—	—
80-120	43	—	—	—	0.50	10	30000	—	—	—
20-100	22	—	—	—	0.50	7	25000	—	—	—
20-120	35	—	—	—	0.40	8	25000	—	—	—
40-135	65	—	—	—	0.90	10	15000	—	—	—
40-135	35	—	—	—	0.50	3.5	6600	—	—	—
4-25	15	—	—	4-25	0.25	9	35000	—	—	—
4-25	60	—	—	4-25	0.25	10	30000	—	—	—
4-25	75	—	—	4-25		10	30000	—	—	—
20-120	31	—	—	—	0.80	10	30000	—	—	—
20-100	60	—	—	—	1.10	10	25000	—	—	—
20-135	75	—	—	—	1.00	12	20000	—	—	—
100-150	—	—	— 1.0	60-90	0.85	170	200000	—	—	—
150	—	—	— 1.5	—	0.7	35	50000	—	—	—
150	—	—	— 7.5	—	0.9	11	12000	—	—	—
150	—	—	— 4.0	—	—	20	23000	—	—	—
150	—	8.5	— 12.0	—	1.4	7	5000	—	—	—
150	—	17.0	— 24.0	—	1.6	4	2500	—	—	—
100-150	—	—	— 1.0	60-90	0.9	180	200000	—	—	—
150	—	—	— 1,5	—	0.66	40	60000	—	—	—
150	—	—	— 4.5	—	1.76	15	8500	—	—	—
150	—	9.0	— 10.5	—	1.5	7.5	5000	—	—	—
150	—	17.0	— 16.5	—	1.95	4.5	2300	—	—	—
150	—	—	— 1.0	60-90	1.05	210	200000	—	—	—
100-180	—	—	—	50-120	—	—	—	—	—	—
150	—	—	— 1.5	—	0.67	40	60000	—	—	—
150	—	—	— 4.5	—	2.0	15	7500	—	—	—
150	—	—	— 1.5	—	1.0	30	30000	—	—	—
150	—	9.5	— 9.0	—	2.28	8	3500	—	—	—
250	—	24.0	— 24.0	—	2.5	6	2400	—	—	—
180	—	28.0	— 30.0	—	2.3	3.7	1600	—	—	—
140	—	—	—	—	—	7	7000	—	—	—
120	—	—	— 20.0	—	—	3.5	4000	—	—	—
160	—	—	— 3.0	—	—	20	30000	—	—	10
400	—	—	—	—	—	5	6000	—	—	10.5
400	—	—	—	—	—	2.5	2750	—	—	10
400	—	—	—	—	—	20	25000	—	—	25
400	—	62.5	—	—	1.85	2.5	1350	—	—	—
150	—	—	— 2.0	—	1.33	40	33000	—	—	—
150	—	—	— 10,5	—	2.0	7.5	3750	—	—	—
100-150	—	—	— 1.5	60-90	0.8	160	200000	—	—	—
150	—	—	— 1.5	—	0.73	40	55000	—	—	—
150	—	—	— 4.5	—	1.00	17	17000	—	—	—
150	—	10.0	— 12.0	—	1.0	6	6000	—	—	—
150	—	14.0	— 9.0	150	1.65	75	45000	—	—	—
150	—	16.0	— 9.0	150	1.65	90	55000	—	—	—

Ditta	Tipo		Uso	Filamento tensione *V*	Filamento corrente *A*
PHILIPS	triodo	A 109	R, BF	1.0-1.3	0.06
	tetrodo	A 141	AF, R, BF	1.0-1.3	0.08
	triodo	B 105	R, BF, P, O	1.0-1.3	0.15
	triodo	A 209	R, BF	2.0	0.06
	tetrodo	A 241	AF, R, BF	2.0	0.08
	triodo	B 205	R, BF, P, O	2.0	0.15
	triodo	B 203	BF, P	2,0	0.19
	triodo	A 435	AF, R_p	4.0	0.06
	triodo	A 410	AF, R, MF	4.0	0.06
	triodo	A 415	R, BF	4.0	0.08
	triodo	A 409	R, BF	4.0	0.06
	triodo	A 425	R_p, BF_r	4.0	0.06
	tetrodo	A 441	AF, R, BF, V	4.0	0.08
	triodo	B 406	R, BF, P, O	4.0	0.10
	triodo	B 409	P	4.0	0.15
	triodo	B 403	P	4.0	0.15
	triodo	B 405	P	4.0	0.15
	tr. scherm.	A 442	AF	4.0	0.06
	pentodo	B 443	P	4.0	0.15
	triodo	A 609	R, BF	6.0	0.06
	triodo	B 605	BF, P	6.0	0.12
	triodo	A 635	AF	6.0	0.06
	triodo	A 630	AF	6.0	0.06
	triodo	C 603	BF, P	6.0	0.25
	triodo	TB 04/10	P	6.0-7.5	1.25
	† triodo	C 125	AF	1.0	0.25
	† triodo	C 135	AF	1.0	0.25
	†tr. scherm.	C 142	AF	1.0	0.25
	† triodo	D 105	BF, P	1.0	0.6
	† pentodo	D 143	P	1.0	0.6
	† triodo	C 109	R, BF	1.0	0.25
	† triodo	F 109	R, BF	1.5	1.25
	* triodo	F 215	AF, R, BF	2,5	1.5
	† triodo	F 209	AF, R	2.5	1.75
	† pentodo	C 443	P	4.0	0.25
	* triodo	E 415	AF, R, BF, MF	4.0	0.9
	* triodo	E 430	AF, R_p, BF_r	4.0	0.9
	* triodo	E 435	R_p, BF_r	4.0	0.9
	*tr. scherm.	E 442	AF	4.0	0.9
	* triodo	E 409	MF, BF	4.0	0.9
	* triodo	E 424	AF, R, BF	4.0	0.9
	* triodo	E 441	AF	4.0	0.9
RADIO CORPORATION of AMERICA (Radiotron)	triodo	WD 11	AF, R, BF	1.1	0.25
	triodo	WX 12	AF, R, BF	1.1	0.25
	triodo	UX 112 A	AF, R, BF	5.0	0.25
	triodo	UV 199	AF, R, BF	3.3	0.063
	triodo	UX 199	AF, R, BF	3.3	0.063
	triodo	UX 200 A	R	5.0	0.25
	triodo	UX 201 A	AF, R, BF	5.0	0.25
	tr. scherm	UX 222	AF	3.3	0.132
	tr. scherm	UX 222	BF_r	3.3	0.132
	triodo	UX 240	AF, R, BF	5.0	0.25
	† triodo	UX 226	AF, BF	1.5	1.05
	* triodo	UY 227	R	2.5	1.75
	triodo	UX 112 A	P	5.0	0.25
	triodo	UX 120	P	3.3	0.132
	triodo	UX 171 A	P	5.0	0.25
	triodo	UX 210	P	7.5	1.25
	triodo	UX 250	P	7.5	1.25

Placca			Griglia		Pend. mass.	Coefficiente di amplificaz.	Imped. minima	Intra-effetto	Capacità placca griglia	Potenza resa massima
tens.	corr.saturaz.	corr. normal.	potenziale negativo	pot. griglia ausiliaria						
V	*mA*	*mA*	*V*	*V*	$\frac{mA}{V}$	%	ohm	%	$\mu\mu F$	watt
20-105	10	2	— 9	—	0.45	9	20000	—	2	—
2-20	10	1.5	— 3	2-20	1.00	4.5	4500	—	2	—
50-150	25	8	— 18	—	1.00	5	5000	—	—	—
20-150	10	2.5	— 9	—	0.60	9	15000	—	3	—
2-20	10	1.2	— 3	2-20	1.00	4.5	4500	—	2	—
50-150	30	7	— 18	—	1.20	5	4200	—	—	—
50-150	—	1.2	— 30	—	1.5	3	2000	—	0.3	—
50-150	20	1.2	—	—	1.20	35	29000	—	0.3	—
20-150	10	5.5	—	—	0.50	10	20000	—	1.2	—
20-150	30	3	— 4.5	—	2.00	15	7500	—	2.5	—
20-150	20	3.5	— 9	—	1.20	9	7500	—	2.5	—
50-150	20	0.8	— 3	—	1.20	25	20800	—	2.5	—
2-20	20	0.9	— 4.5	2-20	1.00	4.5	4500	—	2.0	—
50-150	40	7.5	— 15	—	1.40	6	4300	—	—	—
50-150	50	6.5	— 9	—	2.00	9	4500	—	—	—
50-150	50	15	— 30	—	1.50	3	2000	—	—	—
50-150	50	10	— 18	—	2.00	5	2500	—	—	—
50-150	20	4	—	25-75	1.00	150	150000	—	0.05	—
50-150	50	12	— 15	50-150	1.2	60	50000	—	—	—
20-150	30	4.0	— 9	—	1.50	9	6000	—	3	—
50-150	60	12	— 18	—	1.80	5	2780	—	—	—
50-150	—	1.2	—	—	1.5	35	23300	—	0.3	—
50-150	—	0.7	— 1.5	—	1.5	30	20000	—	3	—
50-150	—	15	— 30	—	2.0	3	1500	—	—	—
400	500	—	— 25	—	2.50	7.5	4000	—	—	2.0
50-150	—	0.75	— 3	—	0.6	25	31000	—	—	—
50-150	—	0.8	— 1.5	—	0.8	35	59000	—	0.3	—
50-150	—	1.7	— 1.5	25-75	0.8	150	188000	—	0.01	—
50-150	—	8	— 18	—	2.0	5	2500	—	—	—
50-150	—	12	— 15	50-150	1.2	60	50000	—	—	—
50-150	—	4	— 9	—	1.0	9	9000	—	2.5	—
50-150	—	5.5	— 9	—	1.2	9	7500	—	3	—
50-150	—	6.5	— 6.0	—	2.0	15	7500	—	2.5	—
20-150	—	7.0	— 9	—	1.0	9	9000	—	3	—
150-300	—	20	— 1.8	100-300	1.5	60	40000	—	—	—
50-150	—	6.5	— 6.0	—	2.0	15	7500	—	2.5	—
50-150	—	4.0	— 3	—	2.0	30	15000	—	2.5	—
100-150	—	1.5	— 1.0	—	0.8	35	44000	—	0.3	—
150-200	—	1.8	— 0.75	60-100	1.0	1000	830000	—	0.001	—
50-150	—	9	— 9	—	3.0	9	3000	—	—	—
50-150	—	3.5	— 4.5	—	3.0	24	8000	—	2.5	—
2-20	—	0.9	—	2-20	2.5	24	6900	—	2.5	—
22-135	—	3.5	— 10.5	—	0.44	6.6	15000	—	—	0.035
22-135	—	3.5	— 10.5	—	0.44	6.6	15000	—	—	0.035
45-135	—	7	— 9	—	1.60	8	5000	—	—	0.120
45-90	—	2.5	— 4.5	—	0.42	6.6	15500	—	—	0.007
45-90	—	2.5	— 4.5	—	0.42	6.6	15500	—	—	0.007
45	—	1.5	—	—	0.66	20	30000	—	—	—
45-135	—	3	— 9	—	0.80	8	10000	—	—	0.055
135	—	1.5	— 1.5	—	0.35	300	850000	—	—	—
180	—	0.3	— 1.5	—	0.40	60	150000	—	—	—
135-180	—	0.2	— 3	—	0.20	30	150000	—	—	—
90-180	—	7.5	— 13.5	—	1.17	8.2	7000	—	—	0.160
45-90	—	—	—	—	0.80	8	10000	—	—	—
135-157	—	9.5	— 10.5	—	1.70	8	4700	—	—	0.195
135	—	5.6	— 22.5	—	0.52	3.3	6300	—	—	1.001
90-180	—	20	— 40.5	—	1.50	3	2000	—	—	0.7
250-425	—	18	— 35	—	1.60	8	5000	—	—	1.54
250-450	—	55	— 84	—	2.10	3.8	2100	—	—	4.65

Ditta	Tipo		Uso	Filamento tensione *V*	Filamento corrente *A*
RADIOTECHNIQUE	triodo	R 36	AF, MF,	3.2-3.8	0.06
	triodo	R 63	AF, R*p*, BF*r*	3.2-3.8	0.07
	triodo	R 56	P	3.2-3.8	0.1
	tetrodo	R 43 O	AF	3.2-3.8	0.07
		R 43 M	O	3.2-3.8	0.07
		R 43 P	AF, R, BF	3.2-3.8	0.07
	triodo	R 64	P	3.2-3.8	0.5
	triodo	R 42	AF, MF	3.4-4.0	0.06
	triodo	R 75	R, BF, MF	3.4-4.0	0.06
	triodo	R 76	R, AF, BF, O	3.4-4.0	0.08
	triodo	R 77	BF, P	3.4-4.0	0.15
	triodo	R 78	R*p*, BF*r*	3.4-4.0	0.06
	trigriglia	R 79	P	3.4-4.0	0.15
	† triodo	R 636	AF, MF	0.6	1.0
	† triodo	R 655	BF	0.6	1.0
	† triodo	R 656	P	0.6	1.5
	† tetrodo	R 643	O	0.6	1.0
	† triodo	R 662	R, BF*r*	0.6	1.0
	† triodo	R 663	BF*r*, R*p*	0.6	1.0
TELEFUNKEN	triodo	RE 052	Rp, BF*r*	1.7-2.0	0.06
	triodo	RE 062	AF, R, BF, O	1.7-2.0	0.06
	triodo	RE 122	BF, P	1.9-2.0	0.15
	triodo	RE 352	BF, P	1.9-2.0	0.3
	tetrodo	RE 072 d	R, BF	1.9-2.0	0.07
	triodo	RE 054	BF*r*, R*p*	3.5-4.0	0.06
	triodo	RE 064	AF, R, BF	3.5-4.0	0.06
	triodo	RE 074	AF, R, BF, O	3.8-4.0	0.06
	triodo	RE 084	R, BF, O	3.8-4.0	0.08
	triodo	RE 144	AF, R, BF, O	3.5-4.0	0.17
	triodo	RE 124	BF, P	3.8-4.0	0.15
	triodo	RE 134	P	3.8-4.0	0.15
	triodo	RE 154	BF, P	3.5-4.0	0.17
	triodo	RE 604	P	3.8-4.0	0.65
	tr. doppio	REZ 364 s	AF, R, BF	3.5-4.0	0.17
	tr. doppio	REZ 404 s	AF, R, BF	3.8-4.0	0.20
	tetrodo	RE 074 d	R, BF	3.8-4.0	0.07
	tr. scherm.	RES 044	AF	3.5-4.0	0.06
	tr. scherm.	RES 164 d	P	3.8-4.0	0.15
	triodo	RV 218	P	7.5	1.10
	† triodo	REN 501	Rp, BF*r*	1.0	0.50
	† triodo	REN 511	AF, R, BF	1.0	0.50
	† triodo	REN 601	BF*r*, P	1.0	0.60
	* triodo	REN 1004	Rp, BFr	3.5	1.10
	* triodo	REN 1104	AF, R, BF, O	3.5	1.10
	* triodo	REN 2204	BF, O	3.5	2.20
	* tr.doppio	RENZ 2104	AF, R, BF	3.5	1.10
	* tr.scherm.	RENS 1204	AF	3.5	1.10
TUNGSRAM	triodo	R 406	R, BFr	4	0.06
	triodo	G 405	AF, R, BF	3.4-4	0.06
	triodo	G 407	AF, R, BF	4	0.06
	triodo	G 409	AF, R, BF	4	0.08
	triodo	L 414	BF, P	4	0.14

Placca			Griglia		Pend. mass.	Coefficiente di amplificaz.	Imped. minima	Intra-effetto	Capacità placca griglia	Potenza resa massima
tensione *V*	corr. saturazio. *mA*	corr. normale *mA*	potenziale negativo *V*	pot. griglia ausiliaria *V*	$\frac{mA}{V}$	%	ohm	%	$\mu\mu F$	watt
20-800	—	—	—	—	0.45	11.5	15000	—	—	—
80-16	—	—	—	—	0.3	50	150000	—	—	—
60-120	—	—	— 8.5	—	1.5	9	6000	—	—	—
5-25	—	—	—	5-25	—	—	—	—	—	—
40	—	—	—	40	—	—	—	—	—	—
5-80	—	—	—	5-80	—	—	—	—	—	—
40-120	—	—	— 30	—	—	3	2500	—	—	—
80-120	—	—	— 7	—	0.7	10	15000	—	—	—
80-120	—	—	— 6	—	1	9	9000	—	—	—
80-160	—	—	— 3	—	2	15	7500	—	—	—
80-160	—	—	— 22	—	2.3	5	2200	—	—	—
80-160	—	—	—	—	1.1	25	22000	—	—	—
50-150	—	—	—	50-150	1.8	100	55000	—	—	—
20-160	15	4	— 6	—	0.55	10	18000	—	—	—
40-160	15	2	—	—	0.6	15	25000	—	—	—
20-200	25	18	—	—	1.2	7	6000	—	—	—
40-80	15	—	—	40-80	—	—	—	—	—	—
40-160	15	1,6	— 3	—	—	30	50000	—	—	—
100-500	15	1	—	—	0.4	80	200000	—	—	—
40-200	4	0.04	—	—	0.02	33	—	3	—	—
40-100	8	2	— 3	—	0.70	10	14000	10	—	—
70-120	25	5	— 9	—	1.00	5	5000	20	—	0.1
40-200	45	8	— 10.5	—	2.00	10	5000	10	—	0.5
6-20	10	2	—	6-20	0.80	4.5	6000	23	—	—
40-200	5	0.04	—	—	0.02	33	—	3	—	—
40-100	7	2	— 3.0	—	0.45	10	20000	10	—	—
40-120	20	3	— 4.5	—	1.10	10	10000	10	—	—
40-150	30	4	— 4.5	—	2.00	16	8000	6	—	—
50-120	20	3	— 4.5	—	0.65	10	17000	10	—	—
40-150	50	9	— 10.5	—	2.00	5	2500	20	—	0.5
40-200	50	8	— 10.5	—	2.00	10	5000	10	—	0.5
70-120	20	4	— 9	—	0.65	5	8000	20	—	0.1
70-200	200	50	— 25	—	3.50	3.5	1000	27	—	2.0
40-120	20	3	—	—	0.65	10	17000	10	—	—
40-120	25	5	— 4.5	—	1.20	10	8000	10	—	—
8-20	10	2	—	8-20	0.80	4.5	6000	23	—	—
100-200	8	1	—	60	0.40	500	700000	0.2	—	—
100-200	50	10	— 10	80	2.00	100	50000	1	—	—
440	200	50	— 40	—	2.00	7	3500	14	—	3.0
100-200	10	0.04	—	—	0.02	33	—	3	—	—
60-120	10	3	— 4.5	—	0.50	10	20000	10	—	—
40-150	40	6	— 9	—	1.20	6	5600	15	—	—
100-200	40	0.04	—	—	0.02	33	—	3	—	—
70-200	40	5	— 9	—	1.50	10	7000	10	—	—
100-200	80	10	— 9	—	3.00	10	3500	10	—	0.5
40-200	40	5	—	—	1.50	10	7000	10	—	—
100-200	40	4	—	60	1.00	250	400000	0.4	—	—
50-150	20	4	—	—	1.4	30	18.000	4	—	—
40-100	15	7	—	—	0.5	30	20.000	10	—	—
20-150	40	10	—	—	1.8	20	8.000	10	—	—
50-150	60	16	—	—	2.4	10	7.000	6	—	—
50-150	60	35	—	—	3.0	10	3,300	10	—	—

Ditta	Tipo		Uso	Filamento tensione *V*	Filamento corrente *A*
TUNGSRAM	triodo	P 410	BF, P	4	0.10
	triodo	P 414	P	4	0.14
	triodo	P 415	P	4	0.15
	tetrodo	MR 51	AF, R, BF	3-3.5	0.06
	triodo	G 210	AF, R, BF	1.6-2	0.10
	triodo	P 215	P	2	0.15
	tetrodo	MR 5	AF, R, BF	1.8-2	0.15
	triodo	P 6 15	AF, R, BF	5.5-6	0.15
	triodo	P 6 14	P	5.5-6	0.15
ZENITH	triodo	L 4	R, AF, MF, O	3.5-4	0.06
	triodo	Z 4	R, BF, MF, O	3.5-4	0.06
	triodo	L 412	AF, R. MF*	3.5-4	0.10
	triodo	C 412	AF, R, BF	3.5-4	0.10
	triodo	U 412	R, BF, P	3.5-4	0.10
	triodo	U 420	P,	3.5-4	0.25
	triodo	V 525	AF, R, BF	5	0.25
	triodo	U 525	R, BF,	5	0.25
	triodo	C 400	AF, BF, R, MF, O	4	0.06
	triodo	L 408	R, BF, MF, AF	4	0.08
	triodo	U 415	R, BF, P, O	4	0.15
	triodo	U 418	R, BF, P, MF	4	0.18
	† triodo	C 1.100	AF, BF	1	1
	† triodo	W 450	BF, O, P	4	0.50
	† triodo	P 720	P	7	2
	tetrodo	D 4	AF, R, BF	3.5-4	0.15
	tr. scher.	DA 406	AF, MF	4	0,06
	tr. scher.	DU 415	P	4	0.15

AF amplificazione ad alta frequenza; R rivelazione; R rettificazione di griglia; Rp rettificazione di placca; BF amplificazione a bassa frequenza; P potenza (stadio finale); V variazione di frequenza; O produzione di oscillazioni; BFr amplificazione par resistenza capacità; MF media frequenza.

Placca			Griglia		Pend. mass.	Coefficiente di amplificazione	Imped. minima	Intra-effetto	Capacità placca griglia	Potenza resa massima
tens. *V*	corr. saturaz. *mA*	corr. normal. *mA*	potenziale negativo *V*	pot. griglia ausiliaria *V*	$\frac{mA}{V}$	%	ohm	%	$\mu\mu F$	watt
50-150	50	32	—	—	1.5	10	3300	20	—	—
50-150	60	50	—	—	3.0	10	1700	20	—	—
20-120	60	50	—	—	1.5	10	2200	30	—	—
3-20	8	1,5	—	—	0.6	30	5000	35	—	—
50-150	20	14	—	—	1.0	10	10000	10	—	—
50-150	35	32	—	—	1.5	10	3300	20	—	—
2-20	5	1.5	—	—	0.4	5	7000	35	—	—
50-200	80	32	—	—	3.0	10	3300	10	—	—
50-150	80	55	—	—	2.6	10	1900	20	—	—
40-100	10	2.5	—	—	0'55	12-13	22000	—	—	—
40-100	10	5.5	—	—	0.55	7-8	13000	—	—	—
40-170	15	3.0	—	—	1.2	25	21000	—	—	—
25-120	20	7	—	—	1.2	12-13	10000	—	—	—
25-120	30	14	—	—	1.2	5-6	5000	—	—	—
25-120	60	30	—	—	1.6	3	2000	—	—	—
25-120	50	8	—	—	1.2	9	8000	—	—	—
25-120	50	14	—	—	1.1	5-6	8800	—	—	—
20-150	25	10	—	—	1.6	14	9000	—	—	—
20-150	30	12	—	—	2.6	17	6400	—	—	—
20-150	50	30	—	—	3,2	10	3500	—	—	—
20-150	70	—	—	—	4.0	7	1700	—	—	—
50-150	50	17	—	—	1.6	10	6300	—	—	—
50-200	200	75	—	—	3.5	6	1800	—	—	—
200-500	700	—	—	—	3.5	4	1200	—	—	—
8-25	12	18	—	8-25	1.0	5	5000	—	—	—
100-150	25	3	—	75	1.1	400	150000	—	—	—
100-200	50	—	—	—	2.5	100	40000	—	—	—

† a alimentazione diretta del catodo con corrente alternata; * a alimentazione indiretta del catodo con corrente alternata.

TABELLA LVIII. - DATI DI VALVOLE.

Casa	Tipo	N. alternanze	Accensione tens. V	Accensione corren. A	Tensione alternata massima applicata V	Emissione A
Anotron	B	2	—	—	2 × 210	—
	C	2	—	—	—	—
	D	2	—	—	—	—
Cunningham	CX-380	2	5.0	2.0	2 × 300	—
Edison	VI R 1	1	4.5	0.5	80-220	—
	VI R 2	2	5.0	0.55	80-220	—
Kuprox	12 elementi	2	—	—	14	—
	8 elementi	2	—	—	11	—
Marconi	U 4	1	5.6-6.0	0.25	220	—
	U 8	2	7.5	2.4	2 × 500	—
	U 5	2	5.0	1.6	2 × 400	—
	U 9	2	4.0	1.0	2 × 250	—
Philips	328	2	1.8	3.5	2 × 28	—
	451	2	1.8	3.5	2 × 16	—
	1010	2	1.8	3.5	2 × 85	—
	367	2	1.8	8.0	2 × 45	—
	1002	1	1.8	2.8	160	—
	509 a	1	2.0	4.0	28	—
	509 *b*	1	2.0	4.0	160	—
	373	1	2.0-4.0	0.6-1.0	220	—
	505	1	4.0	1.0	400	—
	506	2	4.0	1.0	2 × 220	—
	DA 04/5	1	5.0	1.6	200-400	—
	DA 08/10	1	5.7	1.9	500-800	—
Radio Corporation of America (Radiotron)	UX-213	2	5.0	2.0	2 × 220	—
	UX-280	2	5	2.0	2 × 300	—
	UX-281	1	7.5	1.25	750	—
	UV-216	1	7.5	2.35	550	—
	UX-216 B	1	7.5	1.25	550	—
	UV-217 A	1	10	3.25	1500	—
	UV-217 C	1	10	3.25	3000	—
Radiotechnique	W 655	1	0.6	1.5	—	—
	V 70	2	—	—	2 × 220	—
	V 71	2	—	—	2 × 280	—
Raytheon	BH	2	—	—	2 × 325	—
	BA	2	—	—	2 × 300	—
	A	1	—	—	—	—
	RX-280	1	5.0	2.0	300	—
Telefunken	RGN 1503	2	2.5	1,5	2 × 300	2 × 0.150
	RGN 1203	1	2.3	1.1	500	0.250
	RGN 1304	1	3.8-4.0	1.1	500	0.300
	RGN 1504	2	3.5-4.0	1.5	2 × 300	2 × 0.150
	RGN 2004	2	3.8-4.0	2.0	2 × 300	2 × 0.400
	RGN 1500	2	—	—	2 × 300	—
Zenith	R 10 M	1	7.0	1.2	—	—
	R 20 M	1	7.0	2.5	—	—
	R 50 M	1	10	3.2	—	—
	R 4050	1	4.0	—	—	—
	R 4100	2	4.0	—	—	—
	R 7200	2	7.0	—	—	—

AT - Alta tensione; BT - Bassa tensione; AT (trasm. - Alta tensione per trasmissione.

TUBI ED ELEMENTI RADDRIZZATORI.

Potenza resa (c. c.)		Impedenza	Pot. dissip. watt	Note	Tipo valvola regolatrice	Uso
Tensione massima *V*	Corrente massima *A*	ohm				
180	0.080	—	—	a gas inerte	—	AT (alim.)
500	0.200	—	—	»	—	AT (radd.)
1000	0.250	—	—	»	—	AT (trasm.)
350	0.125	—	—	vuoto spinto	—	AT
—	0.065	15000	—	vuoto spinto	—	AT
—	0.080	18000	—	»	—	AT
8	1.25	—	—	a secco	—	BT
5,5	1.25	—	—	»	—	BT
—	0.015	1200	—	vuoto spinto	—	AT
—	0.120	150	—	»	—	AT
—	0.060	300	—	»	—	AT
—	0.075	220	—	»	—	AT
18	1.3		—	atm. gasosa	329	BT (radd.)
9	1.3	—	—	»	452	BT (radd.)
90	1.3	—	—	»	1011	AT (radd.)
36	6.0	—	—	»	340	AT (radd.)
90	0.1	—	—	»	1003	AT (radd.)
18	1.3	—	—	»	329	BT (radd.)
180	0.07	—	—	»	1003	AT (radd.)
—	0.04	—	—	vuoto spinto	—	AT (alim.)
—	0.06	—	—	»	—	AT (alim.)
—	0.06	—	—	»	—	AT (alim.)
200-400	0.015	2000	5	»	—	AT (trasm.)
500-800	0.015	2000	10	»	—	AT (trasm.)
170	0.065	—	—	—	—	AT
260	0.125	—	—	—	—	AT
620	0.110	—	—	—	—	AT (trasm.)
—	0.060	—	—	—	—	AT (trasm.)
470	0.065	—	—	—	—	AT (trasm.)
—	0.200	—	—	—	—	AT (trasm.)
—	0.200	—	—	—	—	AT (trasm.)
150	0.020	—	—	vuoto spinto	—	AT
190	0.040	3500	—	a gas inerte	—	AT
200	0.125	—	—	a gas inerte	—	AT
300	0.125	—	—	a gas inerte	—	AT
200	0.350	—	—	»	—	AT
6	2.5	—	—	a secco	—	BT
—	0.125	—	—	vuoto spinto	—	AT
—	0.075	—	—	a gas inerte	—	AT
500	0.050	—	—	vuoto spinto	—	AT (trasm.)
500	0.100	—	—	»	—	AT (trasm.)
300	0.125	—	—	»	—	AT
200	0.125	—	—	»	—	AT
250	0.100	—	—	a gas inerte	—	AT
700	0.5	250	10	vuoto spinto	—	AT (trasm.)
1000	1.0	250	20	»	—	AT (trasm.)
1200	2.0	200	50	»	—	AT (trasm.)
—	—	190	—	»	—	—
—	—	95	—	»	—	—
—	—	250	—	»	—	—

TABELLA LIX. - DATI DI VALVOLE DI TRASMISSIONE PER DILETTANTI.

Casa	Tipo	Uso	Filamento		Placca			Pendenza massima	Coefficiente di amplificazione	Impedenza minima	Pot. dissip. massima	Potenza utile
			tensione V	corrente A	tensione V	corrente saturazione mA	corrente normale mA	mA/V	%	ohm	watt	watt
Edison	VI T 1	O	3.8-4.0	1.12	100-300	110	—	2	15	20000	16	-
Marconi	T 50	O	7.0	2.5	1500	—	—	—	30	35000	—	50
	T 250	O	12.5	5.5	2000-4000	—	—	—	20	17000	—	250
	T 30	O	7.0	1.8	1000	—	—	—	35	40000	—	30
	DET 1 SW	O	6,0	2.0	800	—	—	—	8.5	5000	—	—
	DET 1	O	6.0	1.0	1000	—	—	—	11	6000	—	40
	T 15	O	5.5-6.0	1.0	600	—	—	—	25	50000	—	15
Philips	TA 04/5	O	5.0	1.6	400	75	—	0.9	10	11000	10	5
	TA 08/10	O	5.7	1.9	800	100	—	1.4	50	36000	20	10
	TB 04/10	O, M, P	6-7.5	1.25	400	500	50-75	2.5	7.5	4000	10	10
	TB 1/50	O, P	10	3.25	700-1000	1500	100-150	3.0	25	8000	50	—
	MB 1/50	O, M, P	10	3.25	700-1000	1500	100-150	3.0	12	4000	50	—
Radio Corporation of America (Radiotron)	UX-171	O, P	5.0	0.5	180	—	20	1.2	3	2500	—	0,7
	UV-202	O	7.5	2.35	350	—	45	1.87	400	4000	—	5
	UX-210	O, P	6.0-7.5	1.1-1.25	350-425	—	60	1.5	7.6	3500	—	7,5
	UV-203	O, P	10.0	6.5	1000	—	150	3.0	15	3300	—	50
	UV-203 A	O, P	10.0	3.25	1000	—	125	5.0	25	5000	—	50
	UV-211	O, M	10.0	3.25	1000	—	125	6.3	12	1900	—	50-100
	UX-852	O	10.0	3.25	2000	—	75	2.0-1.3	12	6000-9000	—	75-100
	UV-204	O	11.0	14.75	2000	—	250	5.0	25	3000	—	250
	UV-204 A	O	11.0	3.85	2000	—	200	5.0	25	5000	—	250
	UV-851	O	11.0	15.5	2000	—	875	23,5	20	850	—	1000
Telefunken	RV 218	O, M	7.5	1.1	440	200	50	2.0	7	3500	20	8-10
	RE 352	O	1.9-2	0.3	40-200	50	8	2.0	10	5000	—	0,5
	RE 134	O, OC	3.8-4	0.15	40-200	50	8	2.0	10	5000	—	0,5
Zenith	W 10 M	O, M, P	7.0	1.2	400	500	60	2.5	7-8	3000	10	15
	W 10 M spec.	O, M, P	7.0	0.7	700	300	60	2.3	20	8700	10	30
	W 20 M	O, M, P	7.0	2.5	800	1000	80	3.5	15	4000	20	45
	W 50 M	O, M, P	10.0	3.2	1000	2000	120	5	20	4000	50	70
	P 720	O, M, P,	7.0	2.0	200-500	700	40	3.5	4	1200	20	—

O produzione di oscillazioni; M modulazione; P amplificazione di potenza; OC produzione di oscillazioni col cristallo.

TABELLA LX. — COSTO APPROSSIMATIVO DI PARTI PER RADIOCIRCUITI E STAZIONI COMPLETE DI RICEZIONE. — (al 1° gennaio 1929).

Accoppiatore variabile per 3 induttanze	al pezzo L.	50 —
Alimentatore di filamento dalla rete c. a.	» »	500 —
Alimentatore di placca	» »	400 e più
Alimentatore di placca e griglia	» »	600 e più
Alimentatore di placca filamento e griglia	» »	1300 —
Altoparlanti elettrodinamici	» »	500-1200
Altoparlanti grandi	» »	500 e più
Altoparlanti piccoli	» »	200 —
Amperometri *AF* 0,1-10 ampère	» »	350 —
Amperometri corrente continua 100-250 mA	» »	300 —
Batteria anodica accumulatori 100 V 1 amperora	» »	400 —
Batteria anodica pile 100 V - 1,5 amperore	» »	150 —
» » » 100 » - 4,5 »	» »	240 —
» » » » - 7,5 »	» »	300 —
» » » » - 13,5	» »	900 —
Batteria di accumulatori 4 Volt-60 Amperore	» »	200 —
Bobine a nido d'ape	» »	5 a 15
Commutatore antenna-terra	» »	10 —
Condensatori fissi 0.0005-0.001 μF 2000 volt	» »	50 —
Condensatori fissi	» »	10 —
Condensatori variabili	» »	50-100
Condensatori 2 μF (400 volt)	» »	15 —
Condensatori 2 μF 2000 volt esercizio per trasmissione	» »	60 —
Cristalli di quarzo tagliati di qualunque spessore a partire da 1.5 mm.	» »	100 —
Cuffie di ricezione con cordone e spine	» »	40 e più
Gruppi convertitori (mot.-dinamo) 100 watt 2000 volt.	» »	2000 —
Resistenze Dublier	» »	10 —
Induttanze per trasmissione	» »	50 —
Isolatori	» »	1 —
Jack	» »	5 a 10
Microfono per trasmissione	» »	120 —
Potenziometri	» »	30 —
Raddrizzatori per la carica degli accumulatori	» »	200 e più
Reostati	» »	15 —
Resistenze silite 100.000 ohm. a 5MΩ	» »	2 —
— Ricevitori a cristallo completi per la ricezione di telefonia e segnali di onde smorzate (lunghezza d'onda da 250 a 600 metri circa)	» »	70 —
Ricevitori a 3 valvole completi per la ricezione di telefonia e segnali di onde smorzate da 300 a 3000 m.	» »	800 —
Ricevitori neutrodina a 5 valvole per onde da 250 a 600....	» »	1000 e più
Ricevitori supereterodina a 6-8 valvole per onde da 250 a 3000 m.	» »	2000 e più
Ricevitori neutrodina a 5-6 valvole complete di alimentatore dalla rete	» »	3000 e più
Ricevitori supereterodina a 6-8 valvole complete di alimentatore dalla rete	» »	5000 e più
Rivelatori a cristallo	» »	15 —
Saldatore elettrico	» »	40 —
Serie 1 filtro e 3 trasformatori per frequenza intermedia ..	» »	300 —
Serrafili per tavolo di montaggio	» »	4 —
— Stazioni trasmettenti-riceventi complete per la trasmissione di segnali telegrafici e telefonici a onda corta	» »	5000 —
Tasti di trasmissione	» »	50 —
Telaio di ricezione	» »	200 —
Trasformatori a bassa frequenza	» »	80 —
Trasformatori ad alta frequenza (onde medie)	» »	30 —
Trasformatori 100 volt - 200 volt 100 watt	» »	200 —
Treccia per antenna	100 m. »	45 —
Valvole ricezione (a cons. ridotto)	al pezzo »	30-50
Valvole di trasmissione 10-100 watt	» »	100 a 500
Voltmetri a resistenza 1000-2000 volt	» »	300 e più

Tab. LXI — Ore più favorevoli alle emissioni europee per i grandi DX

REGIONE	Onda m.	Stagione in Europa - Ora italiana		
		Inverno	Primavera Autunno	Estate
Africa del Sud	20 30 40	1700 — 2400 1700 — 0200 1700 — 0200	1700 — 2400 1700 — 0200 1700 — 0200	1900 — 0200 1900 — 0200 1900 — 0200
Argentina e Cile	20 30 40	1800 — 0900 2100 — 0600 2200 — 0400	2000 — 0800 2200 — 0600 2300 — 0400	2200 — 0600 2400 — 0400 0200 — 0400
Australia	20 30 40	1500 - 2200 e 0500 — 1000 1600 - 2100 e 0600 — 0900 1600 - 2100 e 0600 — 0900	2000 - 2400 e 0500 — 0900 2100 - 2300 e 0600 — 0800 2100 - 2300 e 0600 — 0800	2000 - 2400 e 0500 — 0900 2200 - 2300 e 0500 — 0700 2200 - 2300 e 0500 — 0700
America del Nord Orientale	20 30 40	1700 — 0900 2100 — 0800 2100 — 0800	1800 — 0800 2200 — 0700 2300 — 0600	2400 — 0600 2400 — 0600 2400 — 0500
America del Nord Occidentale	20 30 40	— — —	0500 — 0800 — —	0600 — 0800 — —
America Centrale	20 30 40	0500 — 0900 0600 — 0800 0600 — 0800	0400 — 0900 0500 — 0800 0500 — 0800	0400 — 0800 0500 — 0700 0500 — 0700
Brasile	20 30 40	2000 — 0700 2100 — 0600 2100 — 0600	2100 — 0600 2200 — 0500 2200 — 0500	2200 — 0500 2300 — 0400 2300 — 0400
Cina Giappone Indocina Filippine Malesia	20 30 40	1600 — 0700 1700 — 2400 1800 — 2200	1600 — 1800 1800 — 2400 1900 — 2100	1600 — 2200 1900 — 2400 1900 — 2100
India	20 30 40	1700 — 0400 1800 — 0300 1900 — 0200	1700 — 0400 1800 — 0300 1900 — 0200	1800 — 0400 1900 — 0300 2000 — 0200
Nuova Zelanda	20 30 40	0600 - 1000 e 1600 — 2200 0700 - 0900 e 1700 — 2100 0700 - 0800 e 1800 — 2100	0400 - 0800 e 1800 — 2100 0500 - 0700 e 1900 — 2000 0500 - 0700 e 1900 — 2000	0400 — 0800 0500 — 0700 0500 — 0600

25. - Radiotrasmissione per dilettanti

Elenco delle abbreviazioni internazionali usate anche nelle radiocomunicazioni tra dilettanti.

QRA? - Che nome ha la vostra stazione?
QRAR? - È esatto il vostro indirizzo nell'elenco?
QRB? - A che distanza vi trovate?
QRC? - Quale è la vostra posizione esatta?
QRH? - Quale è la vostra lunghezza d'onda?
QRHH? - Su quale onda devo ricevere?
QRJ? . Quante parole avete da trasmettere?
QRK? - Come ricevete?
QRL? - Ricevete male? Devo trasmettere 20 volte... — affinchè possiate regolare il vostro apparecchio?
QRLL? - Posso provare per .... minuti?
QRM? - Siete disturbato?
QRN? - Sono molto forti gli atmosferici?
QRO? - Devo aumentare la mia potenza?
QRP? - Devo diminuire la mia potenza?
QRQ? - Devo trasmettere più presto?
QRS? - Devo trasmettere più lentamente?
QRT? - Devo interrompere la mia trasmissione?
QRU? - Avete qualche cosa da trasmettermi?

QRA - Questa stazione è...
QRAR - Il mio indirizzo nell'elenco è esatto.
QRB - La distanza che ci separa e di... miglia marine.
QRC - La mia esatta posizione è... gradi.
QRH - La mia lunghezza d'onda è di... m.
QRHH - Ricevete su... m.
QRJ - Ho... parole da trasmettere.
QRK - Ricevo bene.
QRL - Vi ricevo male. Trasmettete 20 volte... affinchè possa regolare il mio apparecchio.
QRLL - Provate per... minuti.
QRM - Sono disturbato.
QRN - Gli atmosferici sono molto forti.
QRO - Aumentate la vostra potenza.
QRP - Diminuite la vostra potenza.
QRQ - Trasmettete più presto.
QRS - Trasmettete più lentamente.
QRT - Interrompete la vostra trasmissione.
QRU - Non ho nulla da trasmettervi.

QRV? - Siete pronto?

QRW? - Siete occupato?

QRX- Posso attendere?

QRY? - Quale è il mio turno?
QRZ? - Sono deboli i miei segnali?
QSA? - Sono forti i miei segnali?
QSB? - È cattiva la mia nota?
QSC? - Sono mal distanziati i miei segnali?
QSD? - Compariamo i nostri orologi. Il mio segna le ore... Cosa marca il vostro?
QSF? - Devo trasmettere i telegrammi in serie o alternativamente?
QSG? —

QSH? -

QSK? - È annullato l'ultimo radiogramma?
QSL? - Avete ricevuto conferma di ricezione?
QSLL? —

QSO? - Siete in comunicazione con un'altra stazione (con...)?
QSP - Devo avvisare... che lo chiamate?
QSQ? - Sono io chiamato da?...
QSR? - Volete transitare il telegramma?
QSRM? - Volete transitare il messaggio N°... per posta se non potete farlo subito per radio?
QSS? - Presenta fading (evanescenza) la mia trasmissione?
QSSS? - Oscillano i miei segnali?
QST? - Avete ricevuto una chiamata generale?
QSU? - Prego chiamarmi quando avrete finito oppure alle ore...
QSUF? —

QSYI? —

QSYU —

QSY? - Devo trasmettere con lunghezza di onda di ... metri?
QSZ-MSG?

QRV - Sono pronto. Tutto è a posto.
QRW - Sono occupato con... Preghiera di non interrompermi.
QRX - Aspettate. Vi chiamerò alle ore... (o al bisogno).
QRY - Voi avete il N°...
QRZ - I vostro segnali sono deboli.
QSA - I vostri segnali sono forti.
QSB - La vostra nota è cattiva.
QSC - I vostri segnali sono mal distanziati.
QSD - Il mio orologio segna...

QSF - Trasmettete alternativamente.

QSG - Trasmettete per serie di 5 telegrammi.
QSH - Trasmettete per serie di 10 telegrammi.
QSK - L'ultimo radiogramma è annullato.
QSL - Prego darmi conferma di ricezione.
QSLL - Prego confermare i miei segnali per lettera. Contraccambierò.
QSO - Sono in comunicazione con... (per mezzo di...).
QSP - Avvisate... che lo sto chiamando.
QSQ - Siete chiamato da...
QSR - Sono disposto a transitare il telegramma.
QSRM. - Ritransiterò il messaggio N°... per posta se non potrò farlo per radio entro 12 ore.
QSS - Avete fading.

QSSS - I vostri segnali oscillano.
QST - Chiamata generale a tutte le stazioni.
QSU - Vi chiamerò quando avrò finito.
QSUF - Favorite chiamarmi subito per telefono.
QSYI - Porto la mia lunghezza d'onda a m...
QSYU - Favorite portare la vostra onda a m...
QSY - Trasmettete su... metri di lunghezza di onda.
QSZ-MSG - Trasmettete ogni messaggio due volte, le parole una volta sola.

QSZ? - Volete che vi trasmetta ogni parola due volte?	QSZ - Trasmettete due volte ogni parola. Vi ricevo con difficoltà.
QTA? —	QTA - Trasmettete due volte ogni telegramma. Vi ricevo con difficoltà. Oppure: Ripetete l'ultimo telegramma: ricezione dubbia.
QTB? -	QTB - Il numero delle parole non corrisponde. Ripeterò la prima lettera di ogni parola e la prima cifra di ogni gruppo.
QTC? - Avete qualcosa da trasmettere?	QTC - Ho qualcosa da trasmettere.
QTZ? - Usate controllo a cristallo?	QTZ - Uso controllo a cristallo,
QWX? - Com'è il tempo da voi?	QWX - Il tempo qui è...
QWU? - Qual'è la mia lunghezza d'onda?	QWU - La mia lunghezza d'onda e di... m.
QVA - Volete ascoltarmi in telefonia?	QVA - Vi ascolto in telefonia.
QVB - Come è la mia modulazione?	QVB - La modulazione è...
QVC - È forte la mia onda portante?	QVC - La vostra onda portante è forte.
QVD - È debole la mia onda portante?	QVD - La vostra onda portante è debole.

Abbreviazioni più usate dai dilettanti.

AA (*all after*) tutto dopo.
AB (*all before*) tutto prima.
ABL (*able*) capace, in grado di.
ABT (*about*) circa.
AC corrente alternata.
ACCW onda persistente dicorrente alternata.
ADS (*address*) indirizzo.
AER (*aerial*) aereo.
AGN (*again*) di nuovo.
AHD (*ahead*) avanti.
AMP ampère.
AMT (*amount*) quantità.
ANI (*any*) qualche.
ANT antenna.
ARL (*aerial*) aereo.
ART (*all right*) tutto bene.
AST (*Atlantic Standard Time*) ora dell'Atlantico.
AUD (*audible*) udibile.
AUSSIE Australiano,
B (*be*) essere.
B4 (*before*) prima.
BCL (*broadcast listener*) dilettante di ricezione radiofonica.
BD (*bad*) cattivo.
BI (*by*) presso, da.
BK (*break, back*) rompere, indietro.
BLV (*believe*) credere.
BN (*been*) stato.
BND (*bound*) diretto a...
BTR (*better*) meglio, migliore.
BUG tasto manipolatore, tifo.
C (*see*) vedere.
CANS cuffia.
CHGS (*charges*) cariche.
CK (*check*) verificare.
CKS (*chokes*) impedenza.
CKT (*circuit*) circuito.
CL (*call*) chiamare.
CLG (*calling*) chiamando.
CLD (*called*) chiamato.
CM (*communication*) comunicazione
CN (*can*) potere.
CNT (*can't*) non potere.
COND (*condenser*) consendatore.
CONGRATS (*congratulations*) congratulazioni.
CP-CPSE (*counterpoise*) contrappeso.
CRD (*card*) cartolina, lettera.
CST (*Central Standard Time*) Ora Centrale.
CUD-CD (*could*) potrei.
CUL (*see you later*) arrivederci.
CUM (*come*) venire.

CW (*continuous wave*) onda persistente.
CY (*copy*) registrare.
DA (*day*) giorno.
DC (*direct current*) corrente continua.
DLD (*delivered*) consegnato.
DLY (*delivery*) consegna.
DN (*done*) fatto.
DNT (*do'nt*) non fare.
DSTN (*destination*) destinazione.
DUPE (*duplicate*) duplicato.
DX distanza, record.
ERE (*here*) qui.
EM (*them*) essi.
ES e.
EST (*Eastern Standard Time*) ora Orientale.
EVBDI (*everybody*) ciascuno.
EVY (*every*) ogni.
EZ (*easy*) facile.
FB (*fine business*) buon lavoro, eccellente.
FIL (*filament*) filamento.
FLD (*filed*) compilato.
FM (*from*) da.
FONE telefonia.
FONES cuffia.
FR (*for*) per.
FREQ (*frequency*) frequenza.
GA (*go ahead*) andate avanti.
GB (*good bye*) addio.
GBA (*give better address*) date un indirizzo migliore.
GE (*good evening*) buona sera.
GEN (*generator*) generatore dinamo.
GES (*guess*) ritenere.
GG (*going*) andando.
GM (*good morning*) buon giorno.
GMT (*Greenwich Mean Time*) Ora del Meridiano di Greenwich.
GN (*gone*) andato.
GND (*ground*) terreno.
GQA (*get quick answer*) fatevi dare una pronta risposta.
GUD (*good*) buono.
GV (*give*) dare.
GVG (*giving*) dando.
HA (*hurry answer*) pronta risposta.
HAM (*amateur*) dilettante.
HD (*had*) avuto.
HI (*high*) alto.
HR (*here*) qui.
HRD (*heard*) udito.
HV (*have*) avere.
HVY (*heavy*) pesante.
HW (*how*) come.
HWM (*hot wire meter*) strumento a filo caldo.
ICW (*interrupted continuous wave*) onda persistente modulata.
IMPT (*important*) importante.
INPT (*input*) alimentazione.
KNW (*know*) sapere, conoscere.
LD (*long distance*) grande distanza (anche un cattivo operatore).
LITE (*light*) leggero, luce.
LTR (*later, letter*) più tardi, lettera.
LW (*low*) basso.
MA milliampère.
MANI (*many*) molti.
MG (*motor generator*) gruppo convertitore.
MGR (*manager*) dirigente.
MILS milliàmpère.
MI (*my*) mio.
MIN minuto.
MIM esclamazione.
MITY (*mighty*) potente.
MK (*make*) fare.
MO (*month*) mese.
MSG (*message*) messaggio.
MST (*Mountain Standard Time*).
MTR (*meter*) strumento di misura.
ND (*nothing doing*) niente.
NG (*no good*) non buono.
NIL (*nothing*) niente.
NITE (*night*) notte.
NM (*no more*) non più.
NO (*know*) sapere, conoscere.
NR (*number, near*) numero, vicino.
NSA (*no such address*) altro indirizzo.
NT (*not*) non.
NTG (*nothing*) niente.
NW (*now*) ora.
NZ Nuova Zelanda.
OB (*old boy*) vecchio mio.
OFS (*office*) ufficio.
OK bene, in ordine.
OM (*old man*) vecchio mio.
OO (*official observer*) osservatore ufficiale.
OPN (*operation*) operazione.
OP-OPR (*operator*) operatore.
ORS (*official Realy Station*) Stazione Ufficiale di relai.
OSC (*oscillate, oscillations*) oscillare, oscillazione.
OW (*old womau*) vecchia mia.
PRI (*primary*) primario.

PSE (*please*) per favore.
PST (*Pacific Standard Time*) Ora del Pacifico.
PT (*point*) punto.
PUNK cattivo operatore.
PUR (*poor*) mediocre.
PWR (*power*) potenza.
PX (*press*) notizie, stampa.
R (*are*) essere.
RAC (*rectified alternating current*) corrente alternata rettificata.
RCD (*received*) ricevuto.
RCVR (*receiver*) ricevitore.
RDO radio.
RES resistenza.
RHEO reostato.
RITE (*write*) scrivere.
RPT (*repeat, report*) ripetere, rapporto.
RUF (*rough*) grezzo.
SA (*say*) dire.
SEC secondo.
SED (*said*) detto.
SEZ (*says*) dice.
SHUD (*should*) condizionale e futuro di un verbo.
SIG-SG (*signature*) firma.
SIGS (*signals*) segnali.
SINE (*sign*) segno.
SINK sincrono.
SITE (*sight*) vista.
SKED (*schedule*) orario.
SORRI-SRI (*sorry*) spiacente.
SPK (*spark, speak*) scintilla, parlare.
SUM (*some*) alcuni.
TC (*thermocouple*) coppia termoelettrica.
TFC (*traffic*) traffico.
TKS-TNX (*thanks*) grazie.
TNG (*thing*) cosa.
TMW (*to morrow*) domani.
TR (*there*) là.
TRI (*try*) provare.
TRUB (*trouble*) disturbo.
TS (*this*) questo.
T (*the*) il, la.
TT (that) quello.
U (*you*) voi.
UNDLD (*undelivered*) non consegnato.
UNKN (*unknown*) sconosciuto.
UR (*your*) vostro.
V volt.
VAR (*variable*) variabile.
VC (*variable condenser*) condensatore variabile.
VT (*vacuum tube*) valvola termoionica.
VY (*very*) molto.
WA (*word after*) la parola seguente.
WB (*word before*) la parola precedente.
WD (*word, would*) parola; condizionale o futuro di un verbo.
WD-WEN (*when*) quando.
WI-WID (*with*) con.
WK (*work, weak, week, wellknown*) lavoro, debole, settimana, noto
WKD (*worked*) lavorato.
WKG (*working*) lavorando.
WL (*will*) futuro d'un verbo.
WN (*when*) quando.
WO (*who*) chi, il quale.
WT (*what, wait, watt*) cosa, attendere, watt.
WUD (*would*) condizionale o futuro di un verbo.
WV-WL (*wave, wavelenght*) onda, lunghezza d'onda.
WX (*weather*) tempo.
XMTR (*Transmitter*) trasmettitore
XCUSE (*excuse*) scusare.
XPLN (*explain*) spiegare.
XTRA extra.
YL (*young lady*) signorina.
YR (*your*) vostro.
ZEDDER Neo Zelandese.
73 i migliori saluti.
88 affettuosità.
99 togliersi di mezzo.
2 (*two, to, too*) due, a, anche.
2DA (*to day*) oggi.
4 (*for, four*) per, quattro.

Nuovi prefissi di nazionalità stabiliti dalla Conferenza di Washintgon in vigore dal 1 Gennaio 1929 tanto per categorie commerciali che per quelle dilettantistiche.

CI Cile.
CL Canadà.
CM Cuba.
CN Marocco
CP Bolivia.
CR Colonie Portoghesi.
CS Rumenia
CT Portogallo
CW Uruguay.
CZ Monaco
D Germania.
EA Spagna.
EI Irlanda.
EL Liberia.
ES Etiopia.
F Francia e Colonie.
S Gran Bretagna.
HA Ungheria
HC Equatore.
HH Haiti.
HI Repubb. Dominicana.
HJ Columbia.
HP Honduras.
HS Siam.
I Italia
J Giappone.
K Stati Uniti (Colonie).
LA Norvegia.
LO Argentina.
LZ Bulgaria.
N Stati Uniti.
OA Perù.
OH Finlandia.
OK Cecoslovacchia.
ON Colonie belghe.
OU Danimarca.
PA Paesi Bassi.
PJ Curacao.
PK Indie Olandesi.
PP Brasile.
PZ Surinam.
RA Russia.
RV Persia.
RX Panama.
RY Lituania.
SM Svezia.
SP Polonia.
SU Egitto.
SV Grecia.
TF Islanda.
TG Guatemala.
TI Costarica.
UH Hegiaz.
UI Indie Olandesi.
UN Jugoslavia.
UO Austria.
VE Canadà.
MH Australia.
VO Terranuova.
VP Colonie Inglesi.
VT Indie Britanniche.
W Stati Uniti.
X Messico.
XG Cina.
YA Afganistan.
YH Ebridi.
YI Irak
YL Lettonia.
YM Danzica.
YN Nicaragua.
YS San Salvador.
YV Venezuela.
ZA Albania.
ZK Nuova Zelanda.
ZP Paraguay.
ZS Sud Africa.

Come si effettuano le comunicazioni fra dilettanti.

Ecco ora come avvengono generalmente le chiamate tra i dilettanti Se il dilettante (supponiamo ilRG) desidera ottenere una comunicazione con un altro dilettante qualsiasi, e questo è il caso più frequente, egli farà una chiamata generale nel modo seguente:

cq de i1RG

e cioè farà seguire il segnale CQ (chiamata a tutti) dal segno « de » (de significa da), dal proprio prefisso di nazionalità (i) e dal suo nominativo (1RG). Praticamente ciò deve avvenire ripetendo dapprima il solo segnale

CQ tre volte, affinchè qualche eventuale ascoltatore possa accorgersi della sua chiamata a tutti, quindi de e dopo tre volte i1RG ripetendo il tutto tre volte e chiudendo col segnale AR che significa: sospendo la mia trasmissione, non sono ancora in comunicazione con alcuno, vi prego di trasmettere. Dunque:

CQ CQ CQ de i1RG i1RG i1RG... AR

Se per le risposte si esplora solo un determinato campo di lunghezza d'onda p. es. 30-50 m. si chiuderà così:

CQ CQ CQ de i1RG i1RG i1RG... AR 30-50

Colui che riceve i suoi appelli (supponiamo l'americano 1CMP) — talvolta sono parecchi — risponderà i1RG (tre volte) de (1 volta) n1CMP (tre volte).

i1RG i1RG i1RG de n1CMP n1CMP n1CMP...K

K significa in questo caso: sospendo la mia trasmissione, rimango in ascolto per voi, Vi prego di trasmettere.

1RG risponderà ora: n1CMP de i1RG

e quindi potrà domandare come viene ricevuto: QRK? il nominativo e l'indirizzo dell'altra stazione: QRA?, intervallando col segno di separazione —...— (linea tre punti, linea). Dunque:

n1CMP n1CMP n1CMP de i1RG i1RG i1RG—...—QRK?—...—QRA?—...—

1CMP potrà ora rispondere così:

i1RG i1RG i1RG de n1CMP n1CMP n1CMP —...— ROK —...— QRK R6 —...— QRA e qui farà seguire il suo indirizzo. La cifra che segue R indica l'intensità colla quale vengono ricevuti i segnali secondo la scala seguente:

R1 = segnali udibili, ma non intelligibili
R2 = segnali deboli, appena intelligibili
R3 = segnali deboli, ma intelligibili
R4 = segnali chiari, facilmente intelligibili
R5 = segnali abbastanza forti
R6 = segnali forti
R7 = segnali forti intelligibili anche con forte QRN e QRM
R8 = segnali fortissimi anche a distanza dalla cuffia
R9 = segnali estremamente forti.

Siccome però i disturbi e gli affievolimenti possono menomare la comprensibilità dei segnali specialmente in telefonia, per indicare il grado di bontà della modulazione conviene far seguire alla prima cifra dopo R che, come abbiamo detto, riguarda la sola intensità, una seconda cifra che valuta la comprensibilità secondo questa tabella:

9 —	comprensibilità	100 %
8 —	»	80 »
7 —	»	70 »
6 —	»	60 »
5 —	»	50 »
4 —	»	40 »
3 —	»	30 »
2 —	»	20 »
1 —	»	10 »

Una osservazione importante è quella della qualità dell'onda portante. Le denominazioni ac (corrente alternata), rac (corrente alternata rettifi-

cata), dc (corrente continua) sono troppo generiche e quindi è preferibile definire il carattere dell'onda portante secondo la scala seguente:

T1 = corrente alternata 25-50 periodi che copre un vasto campo d'onda.

T2 = corrente alternata 1000-5000 periodi (nota musicale)

T3 = corrente alternata raddrizzata di 100 periodi, non spianata

T4 = corrente alternata raddrizzata, mal spianata

T5 = corrente alternata ben filtrata, nota quasi di corrente continua, ma instabile

T6 = corrente alternata ben filtrata, nota quasi di corrente continua, stabile

T7 = corrente continua pura, instabile

T8 = corrente continua pura, stabile

T9 = corrente continua purissima, controllo a cristallo.

Queste abbreviazioni sono molto pratiche perchè dicendo p. es. a un corrispondente «ur sigs R6 T5» si dice molto in pochissimi segni.

Anche per i disturbi atmosferici (qrm) e per le interferenze vi è una scala di intensità:

R1 = disturbi deboli che disturbano appena

R2 = disturbi deboli che non disturbano molto

R3 = disturbi abbastanza forti che ostacolano la ricezione

R4 disturbi piuttosto forti che rendono difficile la lettura dei segnali

R5 = disturbi forti; lettura dei segnali solo possibile con grande pena

R6-7 disturbi fortissimi, ricezione quasi impossibile

R8-9 disturbi della massima intensità, ricezione assolutamente impossibile.

Queste intensità si riferiscono alla ricezione con una valvola rivelatrice e una BF. Se gli stadi di amplificazione sono di più, occorre tenerne conto nella stima, cioè indicando in meno.

La cosa più importante è di dare segnali molto chiari spaziando bene e tenendo la proporzione giusta tra punti e linee. Durante la trasmissione se si debbono forzatamente fare delle pause si diano dei punti .. .. oppure dei segnali v ...—...—, ma non si lasci il tasto inoperoso senza di che il corrispondente può credere che abbiate ultimato la vostra trasmissione e trasmettere a sua volta.

A sua volta egli potrà chiedere QRK? —...— QRA? e fare eventuali domande chiudendo poi con K.

Quando si voglia chiudere la comunicazione si segnalerà QRU che significa: non ho più nulla per voi e si faranno i soliti saluti: Best 73 OM chiudendo poi con SK o VA (che è lo stesso) e significa: Chiudo la comunicazione avuta con Voi. Sto in ascolto per chiunque altro mi chiami.

Essenziale è non esagerare nella lunghezza delle chiamate e agire con grande senso di responsabilità e cameratismo sportivo.

Ecco riassunte in breve le norme da seguire per il traffico tra dilettanti:

1° Quando si chiama CQ (chiamata a tutti) si ripeta questo segnale 3 volte, una volta de e 3 volte il proprio nominativo e si ripeta il tutto 3 volte. CQ non deve essere usato quando si compiono delle prove o quando non si attende una risposta. Dopo il CQ cercare accuratamente per una risposta.

Esempio: CQ CQ CQ de i1RG i1RG i1RG (l'italiano 1RG fa una chiamata a tutti).

2° Quando vi sia da trasmettere qualche messaggio in una nazione voluta si chiami CQ seguito dal prefisso della nazione con cui desiderate trasmettere. Un semplice CQ indica sempre che non avete alcun messaggio da trasmettere e che siete liberi per qualunque comunicazione.

3° Quando si chiama un'altra stazione si ripete 3 volte il suo nominativo, 3 volte il proprio nominativo.

n1CMP n1CMP n1CMP de i1RG i1RG i1RG (l'italiano 1RG chiama l'americano 1CMP).

4° Quando rispondete a una chiamata, chiamate 3 volte, date 3 volte il vostro nominativo e quando la comunicazione bilaterale è stabilita diminuite a una o due volte.

5° Quando interrompete una comunicazione bilaterale chiamate una o due volte, date il vostro nominativo una o due volte e finite con SK. Non lanciate mai CQ dopo SK fintanto che non avete verificato se vi sono stazioni che vi chiamano.

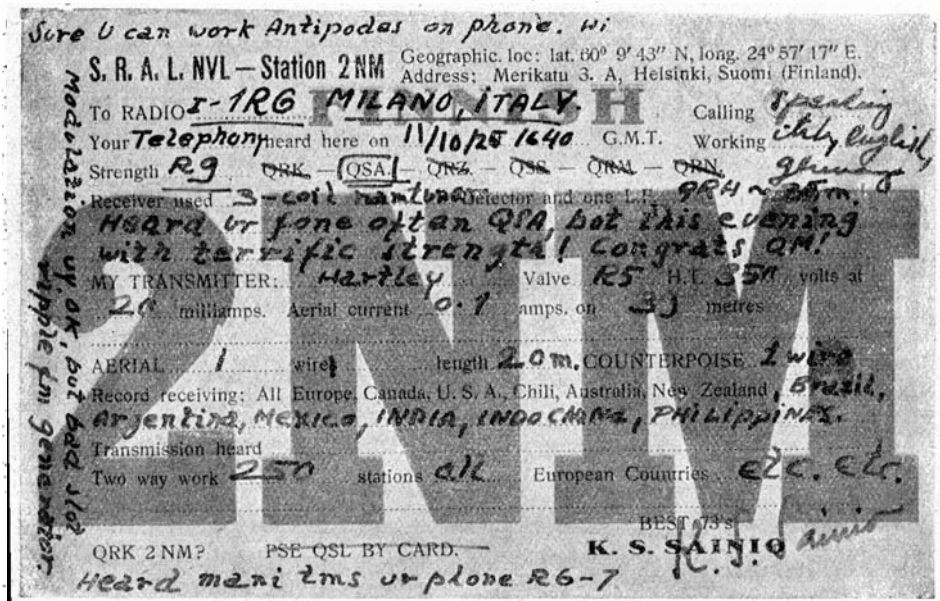


Fig. 606. — Una interessante conferma di ricezione dei segnali radiotelefonici della stazione sperimentale del Radiogiornale (1 RG) dalla Finlandia (Ottobre 1925).

6° Dopo CQ o dopo una chiamata terminate sempre con AR; terminate con K alla fine di ogni trasmissione quando rispondete o comunicate con qualcuno e finite con SK quando la comunicazione è ultimata.

7° Non trasmettete due o più volte ogni parola a meno che ciò non vi venga richiesto.

8° Badate che il vostro trasmettitore dia dei segnali costanti che possano essere facilmente ricevuti.

9° Trasmettete adagio e spaziate bene ogni lettera e ogni parola tenendo la giusta proporzione tra punti e linee.

10° Tenete un diario di tutte le trasmissioni e ricezioni da Voi compiute.

Norme per ottenere la licenza di trasmissione.

(al 1 Gennaio 1929)

In aggiunta alle norme indicate dall'art. 57 del R. Decreto 13 agosto 1926 N. 1559 va tenuto presente quanto segue per la richiesta della licenza di trasmissione:

1° la domanda deve essere compilata su carta da bollo da L. 3;

2° l'atto di sottomissione va pure compilato su carta da bollo da Lire 3;

3° il vaglia di L. 100 non va inviato che dietro richiesta del Ministero delle Comunicazioni;

4° quando venga richiesto dal Ministero verrà inviato un secondo atto di sottomissione pure in carta da bollo da L. 3;

5° la proposta del nominativo di trasmissione viene effettuata dalla Associazione Radiotecnica Italiana.

N.B. Dal 1 Gennaio 1928 non sono più state concesse licenze di trasmissione.

Elenco corrispondenti per l'invio qsl.

ARGENTINA: (*lo*) Radio Revista, Lavalle 1268, *Buenos Aires*.
AUSTRALIA: (*vh*) Radio, 31 Castlereagh Street, *Sydney*, New South Wales.
AUSTRIA: (*uo*) « Radiowelt », III, Rudengasse 11, *Wien*.
BELGIO: (*on*) Reseau Belge, 11 Rue du Congrès, *Bruxelles*.
BERMUDE: (*vp*) M. W. F. Horsington, Paget West, Hamilton, *Bermuda*.
BRASILE: (*pp*) M. Alvaro S. Freire, 46 Rua Oswaldo Cruz, *Ecarahy-Nichteroy*, Estado do Rio.
CANADA: (*cl*) Major W. C. Borret, 14 Sinclair Street, *Dartmouth*, Nuova Scozia.
CHILE: (*ci*) M. Luis M. Desmaras, Casilla 50 d., *Santiago*.
CINA: (*xg*) Mr. M. W. G. Fisk, 303 Victoria Road, *Tientsin*, North China,
CECOSLOVACCHIA: (*ok*) Ceskoslovensky Radiosvazpostovni schranke N. 531 - *Praga*.
DANIMARCA: (*ou*) Experimenting Danish Radioamateurs, 5 Holmens Kanal, *Copenhagen K*.
ESTONIA: (*et*) Olof Leesment, Aja tän., *Pärnu*.
FILIPPINE: Lieutnant Roberts, Fort Mc Kinley, *Rizal*, Philippine Islands.
FINLANDIA: (*oh*) SRAL - QSL °/₀ Pohsola, *Helsinski Suomi*.
FRANCIA: (*f*) Robert Larcher, REF, Boîte Postale 11, *Boulogne Billancourt*, Seine.
— Journal des 8, *Rugles* (*Eure*).
GERMANIA: (*d*) QSL-Sektion D. A. S. D., Blumenthalstrasse 19, *Berlin* W 57.
GIAPPONE: (*j*) Iwatsuki-Radio. *Saitamaken*, Giappone.
GRAN BRETAGNA: (*g*) BRRL - 2 Chepstow Road, *Croydon*, *Surrey*.
INDIA: (*vt*) Mr. R. J. Drudge-Coates, (vt-2kx), Cambridge Barraks, *Rawalpindi*, British-India.
IRLANDA: (*ei*) Irish Radio Transmitter Society, Solent Villa, Kimmage Road, *Terenure*, Co Dublin.
ITALIA: (*i*) Segreteria Generale dell'ARI, Viale Bianca Maria 24, *Milano*.
JUGOSLAVIA: (*un*) U. J. R. A., Tuskanac 15 B, 22, *Zagabria*.
LETTONIA: (*yl*) T. Lapin, Enkuru 9, *Rigd*.
— Latvijas Radio Biedriba, Isu Vilnu Sekeija, Pasta Kaste 773, *Riga*.
LUSSEMBURGO: M. Jean Wolf, 61 Avenue de Bois, *Luxemburg*.

MALACCA: (Malay): Mr. J. P. C. Bell, F. M. S. Railwaus, *Kuala Lumpur*, Malay.
NORVEGIA: (*la*) Norvegian Radio Relay League, Voksenlia, *Oslo*.
NUOVA ZELANDA: (*zk*) (anche Australia): M. F. D. Bell (zk-1aa), *Palmerston-South, New-Zealand*.
OLANDA: (*pa*) Bouwman, Voorschoten (Olanda).
PALESTINA: Radio 6ZK, *Raf-Ramlech*.
POLONIA: (*sp*) Polish Wireless Trasmitters Club P. K. R. N., Narbutta 30, *Varsavia*.
PORTOGALLO: (*ct*) Lieutnant Eugenio de Avillez, Costa do Castello 15, *Lisbona*.
PORTO-RICO: Mr. Jes. J. Augusty. Box 868, *San Juan de Porto-Rico*.
RUMANIA: (*cs*) Radio Roman, Bul. Domnitei 3, *Bucaresti*.
RUSSIA: (*ra*) S. K. W., Politeknika Muzeo, num. 124, *Moskwo-centro*, ODR de SSSR.
— George Anikin, 51 Swerdlowa, *Nishni-Novgorod*.
SPAGNA: (*ea*) Asociacion EAR, Mejia Lequerica 4, *Madrid*.
SVEZIA: (*sm*) S. R. K., Bruno Rolf, Hamngatan la, *Stockholm*.
SVIZZERA: Dr. W. Merz. *Bern-Bumplitz*.
STATI UNITI: (*n*) American Radio Relay League, 1711 Park-street, *Hartford*, Connecticut U. S. A.
SUDAFRICA: (*zs*) Mr. Heywood 91, Berea Park Road, *Durban, Natal*, Sud Africa.
UNGHERIA: (*ha*) MRAE, Buday Laslo utca 5-c, *Budapest* II.

Elenco trasmettitori italiani al 1 Dicembre 1927.

1AA - Soc. Amici di Radiocomunicazioni, Via Gorgadello n. 19, Ferrara.
1AB - Ing. Giuseppe Ramazzotti, Via Beretta, 2, Milano.
1AC - Magg. Giovanni Fava, 11° Regg. Artigl. Camp., Alessandria.
1AD - Fiorenzo Capecchi, Via Arnolfo, 46, Firenze.
1ACD - Adriano Ducati, Viale Guidotti, 51, Bologna.
1ACM - Accademia Militare, Via Arsenale, 22, Torino.
1AE - Ferruccio Piscia, Borgomanero (Novara).
1AF - Ing. Antonio Fiorenzi, Osimo (Marche).
1AG - Emiliano Bassano junior, Via Frugoni, 15-7, Genova.
1AH - Nicola Mannarelli, Dep. Locomotive FF. SS., Palermo.
1AI - Cap. Adolfo Pesaro, Villa Pesaro, Varese.
1AJ - Enzo Pasoli, Via S. Paolo, 21, Verona.
1AK - Giovanni Sala - Borghetto 26, Piacenza.
1AL - Renzo Minerbi, Casella postale 301, Venezia.
1AM - Arnaldo Melzi, Via Durini, 24, Milano.
1AN - Ing. Nicola Novelletto, Via Garibaldi, 95, Rieti.
1AO - Ing. Leonello Boni, Via Ariosto, 64, Ferrara.
1AP - Giuseppe Sella, Via Ospedale, 51, Torino.
1APT - Laboratorio Aeronautica, R. Politecnico, Torino.
1AQ - Luigi Dagnino, Radio Torino, Gall. Nazionale, Scala B, Torino.
1AR - Luigi Scotti, Corso Ponte Mosca, 15, Torino.
1AS - Dott. Silvio Pozzi, Corso della Vittoria, 12, Novara.
1AT - Giuseppe Balsamo, Via Domenico Morelli, 27, Napoli.
1AU - Federico Strada, Via Ospedale, 14, Torino.
1AV - Ing. Giovanni Lo Bue, Via Cavour, 123, Palermo.
1AZ - Ettore Pesenti, Alzano Maggiore, Bergamo.
1AY - Pippo Fontana, Corso Garibaldi, 34, Piacenza.
1AX - Dott. Ing. Umberto Martini, Via Savoia, 80, Roma.
1AW - Roberto Nessi, Via Giuseppe Verdi, 13, Milano.

1BA - Rag. Sigfrido Finotti, Piazzale Vitt. Eman., 1, Rovigo.
1BB - Francesco Leskovic, Via Caterina Percoto, 6-2, Udine.
1BC - G. Paolo Grigolato, Via Felice Bellotti, 8, Milano.
1BD - Enrico Pirovano, Viale Varese, 11, Como.
1BE - Gianni Luciolli, Via Bezzecca, 3, Borgo Trento, Verona.
1BF - Orfeo Santini, Viale Cavour, 48, Ferrara.
1BG - Piero Della Valle, Corso Vitt. Eman. III, 67, Piacenza.
1BH - Sezione A. R. I. Alzano Maggiore, Bergamo.
1BI - Gio. Battista Tommasi, Via Napoleone, 70, Roma.
1BJ - Aldo Cigna, Salita Cappuccini, Biella.
1BK - Renato Spinotti, Piazza Vitt. Eman., 5, Udine.
1BL - Ten. Mario Tanferna, Viale Angelico, 10, Roma.
1BM - Mario Bisi, Via Silvestri, 25, Rovigo.
1BO - Conte Galeazzo Boschetti, Via S. Spirito, 14, Milano.
1BP - Francesco Piccolo, Via Maddalena, 29, Piacenza.
1BS - Fausto Luise, Piazza Manzi, 10, Piacenza.
1BT - Ing. Angelo Filipponi, Via Mozart, 7, Milano.
1BU - Ing. Pietro Lana, Via Colombara, 22, Ferrara.
1BV - Prof. Giovanni Saggiori, Corso Vitt. Eman., 6, Padova.
1BZ - Alfredo Simeoni, Via S. Ruffo, 19, Rieti.
1BX - Ing. Mario Colognesi, Stienta (Rovigo).
1BY - Prof. Quirino Majorana, R. Università, Bologna.
1BW - Giovanni Fracarro, Castelfranco Veneto.
1CA - Francesco Righetti, Via Mazzini, Verona.
1CB - Augusto Spinelli, Via Kramer, 32, Milano.
1CC - Italo Zampini, Via Savoia, 44, Roma (34).
1CD - Alberto Barbiani, Via in Lucina, 17, Roma.
1CE - Egide Candiani, Badia Polesine (Rovigo).
1CG - Diego Stringher, Via Mazzarino, 12, Roma (3).
1CH - Elio Fagnoni, Via Ghibellina, 63, Firenze (16).
1CI - Gino Ferroni, Via Podesti, 26, Ancona.
1CL - Ezio Volterra, Via Loggia, Ancona.
1CN - Ezio Gervasoni, Iseo (Brescia).
1CO - Gian Luigi Colonnetti, Via Maria Vittoria, 24, Torino.
1CP - Erso Zampini, Esanatoglia (Macerata).
1CQ - Giovanni Caponi, Via Alfieri, 14 p. p., Firenze (22).
1CR - Ing. Vincenzo Quasimodo, Via Alvarez, 20, Gorizia.
1CS - Rag. cav. Giuseppe Pluda, Piazza Castello, 18, Milano.
1CT - Camillo Tacconis, Via Perrone, 14, Torino.
1CU - Alfonso Marullo, Via XX Settembre, 89, Roma (20).
1CV - Pietro Cerri, Viale Premuda, 34, Milano.
1CZ - Giovanni Galli, Piazza Pestalozzi, 177, Chiavenna.
1CX - Gabriello Giannini, Lungotevere Mellini, 24, Roma.
1CY - Francesco Saverio Salimei, Piazza S. Salvatore in Lauro, n. 15, Roma (11).
1CW - Servizi Elettrici, Governo Tripoli (Libia).
1DA - Enrico Momo, Corso Galileo Ferraris, 82, Torino (10).
1DB - Ing. Bruno Trevisan, Barriera della Rocchetta, Vicenza.
1DC - Amleto Gaudenzi, Corso Buenos Ayres, 17, Milano.
1DD - Carlo Ricchiardi, Corso Vitt. Eman., 4, Torino.
IDE - Gino Selenati, Via Sergia, 9, Pola.
1DG - Wenceslao Savignoni, Via Alessandria, 112, Roma.
1DH - Vieri Guadagni, Via Gino Capponi, 17, Firenze.
1DI - Guido Nardini, Via U. Polonio, 4, Trieste.
1DJ - Giovanni Gabba, Via Beverora, 33, Piacenza.
1DK - Carlo Bernatzky, Piazza Cernaia, 13-6, Genova (9).
1DM - Rag. Antonio Caselli, Via Mario Ruini, 2, Modena.

1DN - Alessandro Cantalini, Piazza del Duomo, Aquila.
1DO - Gian Pietro Ilardi, Via Savoia, 84, Roma.
1DP - Gustavo Grimaldi, Via Goffredo Mameli, 7, piano 1°, Cagliari.
1DQ - Augusto Hugony, Via Notarbartolo, 5, Palermo (37).
1DR - Giulio Dionisi, Via Taranto, 26, Roma (40).
1DS - Ferdinando Morillo di Trabonella, Via Notarbartolo, 6, Palermo.
1DT - Antonio Ruffo, Villa Ruffo Scaletta, Piazzale Flaminio, Roma (10).
1DU - Giuseppe Piazza, Corso Dogali, 7, Genova (104).
1DV - Tommaso Sampieri, Linguaglossa (Catania).
1DZ - Carlo Tagliabue, Via Gustavo Modena, 26, Milano.
1DX - Ing. Franco Magni, Corso V. E. 84, Torino.
1DY - Co. Alberto Ancillotto, Borgo Cavour, 39, Treviso.
1DW - Federico Dodero, Via Principe Amedeo, 16, Torino.
1EA - Camillo Pratolongo, Via Assarotti, 14-10, Genova.
1EB - Giulio Fabricatore, Via Frattina, 81, Roma.
1EC - Alfonso Alessandrini, Via Palestro, 87, Roma.
1ED - Ing. Vincenzo Cipriani, Via G. Bruno, 20, Genova.
1EF - Giovanni Musizza, Via Gioberti, 48, Torino.
1EG - Rodolfo Cegani, Via Sagliano Micca, 4, Torino.
1EH - Geom. Giuseppe Scolastici Narducci, Pollenza (Marche)
1EK - Barone Ermanno Kanzler, Piazza S. Nicola Cesarini, 3, Roma.
1EL - Mario Mazzetti Witting, Corso V. Em., 445, Napoli.
1EN - Pompeo Veronesi, Bondeno (Ferrara).
1EO - Dr. Ing. Mario Boella, Loranzè Canavese (Aosta).
1EP - Paolo Mitis, Piazza Ospedale, 3, Trieste.
1EQ - Aldo Scomparini, Barcola Riviera, 185, Trieste.
1ER - Ing. Mario Santangeli, Via S. Eufemia, 19, Milano.
1ES - Ettore Rastelli, Viale Carducci, 11, Bologna (18).
1ET - Geom. Cav. Ugo Castelli, Viale Ippodromo, 43, Varese.
1EU - Arrigo Mazzantini, presso Soc. Ilva, Via J. d'Aste, 5, Genova.
1EV - Edgardo Varoli, Verzuolo (Cuneo).
1EW - Vincenzo Brunelli, Via Farini, 14, Bologna.
1FA - Francesco Arnold, Via Milano, 2, Fiume.
1FB - Francesco Bassi, Via Luccherini, 12, Siena.
1FC - R. Scuola F. Cesi, Roma.
1FD - Francesco Deregibus, Via del Carmine, 6, Torino.
1FE - Eugenio Rivolta, Corso Brescia, 6, Torino.
1FF - Giuseppe Boella, Via Franco Bonelli, 12, Torino.
1FG - Zanon Piero, Via Mazzini, 67-15, Genova-Nervi.
1FK - Aldo Romanin, Via di Scorcola, 2, Trieste.
1FL - Erminio Flori, Viale Coni Zugna, 1, Milano.
1FM - Francesco Paolo Pagliari, Via Linneo, 14, Milano.
1FN - Comando II Zona D. A. T., Via M. Pagano, 22, Milano.
1FO - Franco Silvano Orefice, Muro Palamaio, 40, Vicenza.
1FP - Franco Pugliese, Via Borgonuovo, 21, Milano.
1FQ - Cesare Mazzocchi, Via Cerva, 23, Milano.
1FR - Ing. Aldo Marzot, Soc. del Linoleum, Narni (Terni).
1FS - Filippo Volta, S. Concordio, Lucca.
1FT - Roberto Melillo, Via Calabritto, 20 - Napoli.
1FU - 97° Legione M. V. S. N., Siena.
1FW - Renato Raimondi, Capo Stazione, Cura (Viterbo).
1FZ - Rag. Mario Vitali, Piazza Croggi, 4, Como.
1GA - Andrea Pinciroli, Via Cimabue, 11, Milano.
1GB - Giulio Baglioni, Piazza Gualdi, 3, Vicenza.
1GC - Gian Giacomo Caccia, Villaggio Giornalisti, Milano.
1GD - Dante Grisafi, Via Fortunato Calvi, 51, Firenze.
1GE - Gervasoni, presso Carraresi, Via S. Jacopo, 13, Firenze.

1GF - Ing. Francesco Corradini, Via Dante Alighieri, 5 *A*, Ravenna.
1GG - Eugenio Annicelli, Corso Umberto I, 70, Salerno.
1GH - Dott. Cesare Fava, Via Caracciolo, 1, Salerno.
1GK - Mario Minghelli, Via N. Mazza, 24, Verona.
1GL - Gioacchino Loreti, Via Properzio, 22, Roma.
1GM - Domenico Springolo, Viale C. C. Felissent, Treviso.
1GN - Ing. Eugenio Gnesutta, Via Donizetti, 45, Milano.
1GO - Giuseppe Gallo, Via Settala, 45, Milano.
1GP - Geom. Giuseppe Pellegatta, Via Torricelli, 10, Novara.
1GQ - Cesare d'Armi, Via Cavour, 9, Aquila.
1GR - Ing. Eugenio Parrilli, Salerno.
1GS - Giovanni Serra, Via Legnano, 45, Torino.
1GT - Rag. Bruno Amedeo, Via Andrea Sabatino, 18, Salerno.
1GU - Vasco Formica, Via Saffi, Ancona.
1GV - Giovanni Gardoncini, Via Larga, 6, Milano.
1GZ - Rag. Armando Notari, Vietri sul Mare (Salerno).
1GX - Leopoldo Franzini, Vicolo S. Giorgio, 3, Brescia.
1GY - Giovanni Calcaterra, Via Verdi, 6, Trecate.
1GW - Bruno Brunacci, Via Oslavia, 37, Roma.
1HA - Ing. Francesco Bonvicini, Dir. Gen. Cementi Istriani, Pola.
1HB - E. Caveglia, Via Passalacqua, 6, Torino.
1HC - Dott. Vito Abbruzzese, Bitetto (Bari).
1HD - Rag. Armando Notari, Vietri sul Mare (Salerno).
1HE - Carlo Nicola, Via Palestro, Vicolo Cerai, Ivrea (Aosta).
1HF - Guglielmo Paoletti, Via S. Giovanni Decollato, 24, Ancona.
1HG - Ing. Lorenzo Petrucciani, Benevento.
1HH - Enzo Ciampellini, Palazzo Angelozzi. Villa Comunale, Chieti.
1HI - Michele Tossi, Giaveno.
1HL - Carmelo Carpentieri, Via Duomo, 6, Avellino.
1HN - Edoardo dal Molin - Paj sul Garda (Verona).
1HP - Mario Colini, Via Clitunno, 40, Roma.
1HQ - Giovanni Scandura, Via Donatello, 16, Padova.
1HR - R.º Istituto Tecnico di Chiavari (Genova).
1HS - Dott. Vincenzo Cottinelli, Via Battaglia, 16, Brescia (11).
1HT - Ing. Giuseppe Cadile, Via Crocefisso, Palazzo Ferrante, Reggio Calabria.
1IN - Istituto Nautico C. Colombo, Fiume.
1JR - Nino Ottone Jerace, Via Melchiorre Gioia, 11, Torino.
1KR - Ing. Adriano Palmi, Via Ennio Quirino Visconti. 20 - Roma.
1KX - Ascanio Niutta, Piazza Mondragone, 24, Napoli.
1KZ - Ruggero Caenazzi, Via Cappuccini, 13, Gorizia.
1LP - Luigi Ponzio, Via XX Settembre, 50, Torino.
1LS - Leo Stefanelli, Milano.
1LT - Ing. Luigi Tomassini, Via Muzio Clemente, 90, Roma.
1MA - Armando Marzoli, Via Bramante, 3, Roma.
1MB - Scuola Aeronautica, Roma.
1MG - Ing. Giovanni Manni, Via Principe Umberto, 205, Roma.
1MM - Don Edmondo Ruspoli, Via del Campidoglio, 1, Roma.
1MP - Mario Pandimiglio, Via Francesco Crispi, 99, Roma.
1MT - Giulio Salom, Palazzo Spinelli, Venezia.
1MV - Marcello Via, Villini Serbucci, Tivoli (Roma).
1MZ - Arturo Magrini, Via Marengo, 4, Torino.
1NA - Giulio Salom, Palazzo Spinelli, Venezia.
1NC - Nino Cillo, Via Francesco Ferccuccio 1-6, Genova.
1NM - Alessandro Muzio, Via Babbuino, 186, Roma.
1NO - Ing. Franco Marietti, Corso Vinzaglio, 83, Torino.
1OR - Officine Radio, Viale Angelico, 19, Roma.

1PL - Dottor Luigi Carlo Picchioni, Via Ripetta, 80, Roma.
1PN - Nicola Palma, Direttore Scuola Radio, Riva Castello, 30, Gorizia.
1PP - Giusto Pianzola, Corso Peschiera, 18, Torino.
1RG - Radiogiornale, Milano.
1RM - Officina Radio Montatori, Viale Angelico, 19, Roma.
1RR - Giovanni Bargilli, Via Gino Capponi, 6, Firenze (14).
1RT - Istituto Radiotelegrafico Militare, Viale Mazzini, 8, Roma.
1SF - Ten. Spadaro, Piazza Pollarola, 30, Roma.
1SS - Silvio Sandri, S. Bonifacio Veneto (Verona).
1TR - Luigi Manca di Villahermosa, Laconi (Sardegna).
1TU - Dante Bolaffi, Via Roma, 31, Torino.
1UA - G. E. Campia, Corso Palestro, 7, Torino.
1UB - On. Dott. Umberto Bianchi, Via Scipioni, 145, Roma.
1UU - Agostino Criscuoli, Piazza Denina, 1. Torino.
1VR - Ruggero Visconti, Via S. Secondo, 46, Torino.
1WD - Walfredo Brancadori, Viale del Re, 56, Roma.
1WW - Mario d'Amelio, Via Cesare Rosaroll, 77, Napoli.
1ZR - Ing. Adriano Pulini, Via E. Visconti, 20, Roma.

Nominativi di ricezione (onde corte).

i0001 Mario Rust, Lendinara (Rovigo).
i0002 rag. Cornelio Coppi, via Vallazze 26, Milano (132)
i0003 Alfredo Baum, corso Italia 49, Milano
i0004 Leo Oreni, viale Abruzzi 66, Milano.
i0005 Alberto Plossi, via S. Nicolò 34, Trieste.
i0006 Ettore Rastelli, Villa Rastelli, Rimini.
i0007 Mario Gianni, Sott'Ufficiale R. T. di Finanza, R. Nave Quarnaro, Venezia.
i0008 Rocco Lentini, Foro Bonaparte 48, Milano.
i0009 Salvatore Silvestri Emanuele, Via Paganini 9, Milano (119).
i0010 dott. Giampaolo, Via De Cesare 15, Taranto.
i0011 Ottavio Richelmi, via Cuniberti, Ivrea (Aosta).
i0012 nob. ing. Edmondo Ulrich, via Tasso 28, Bergamo.
i0014 Alberto Gaudenzi, Via Nicolò Tommaseo 76, Padova.
i0015 Massimo Ronco, via 4 Novembre 16, Chieri (Torino).
i0016 Ing. Roberto Ognibene, Corso Magenta, 45, Milano (116).
i0017 Francesco Cerchio, Viale del Littorio, 105, Torino.
i0021 Renato Rizzio, Via Danzica 2, Torino.
i0022 Francesco Batagina.
i0023 Davide Scano.
i0024 Carmelo Carpentieri, via Duomo 6, Avellino.

26. - Il Codice Morse

Qualunque sia la velocità di trasmissione, debbono essere strettamente seguite le norme seguenti:

Un tratto ha la durata di tre punti:

Uno spazio tra due punti, due tratti, una linea e un tratto di una stessa lettera, ha la durata di un punto.

Uno spazio tra due lettere in una stessa parola ha la durata di tre punti.

Uno spazio tra due parole in una frase ha la durata di cinque punti.

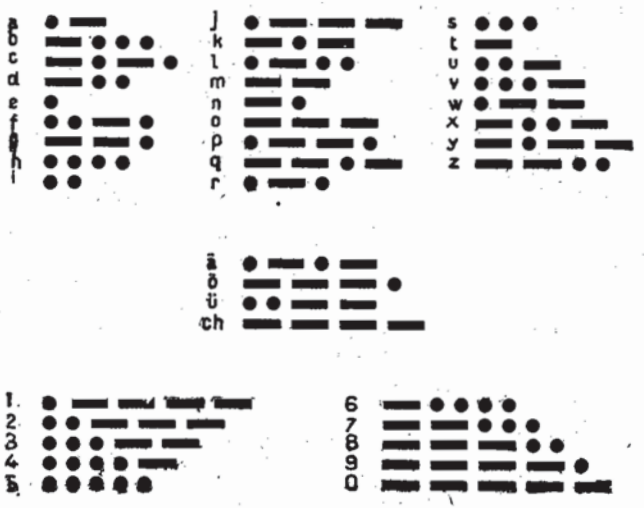


Fig. 607.

Nei preamboli di telegrammi e nei telegrammi cifrati (nel qual caso il telegramma porta l'indicazione «in cifre») si usano i seguenti segnali:

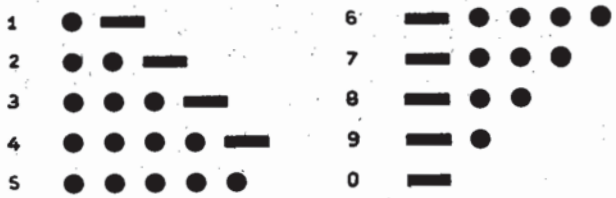


Fig. 608.

La punteggiatura e i segnali più comuni sono rappresentati come segue:

Fig. 609.

Come s'impara il Codice Morse.

La trasmissione e la ricezione per dilettanti sulle onde da 1 a 100 m. presenta un grandissimo interesse ma richiede da parte dell'operatore la capacità di trasmettere e ricevere in codice Morse, poichè queste comunicazioni avvengono prevalentemente in radiotelegrafia.

Diciamo subito che trasmettere è relativamente facile poichè avendo davanti agli occhi una tabella del codice si può con un po' d'attenzione, sia pure lentissimamente, trasmettere — diremo così — di primo acchito.

Ma la prima volta che il dilettante si dispone a ricevere e mette la cuffia in capo, rimane alquanto mortificato. Ovunque sono trilli di punti e di linee che sgomentano e rendono perplesso il principiante. Ricevere i segnali Morse è dunque indubbiamente più difficile che trasmetterli e occorre una certa dose di pazienza e di perseveranza che saranno peraltro ben ricompensate dal piacere di poter poi effettuare comunicazioni interessanti.

Indispensabile per imparare la lettura al suono dei segnali Morse è l'esercizio colla cicalina a tasto ma per compiere questo esercizio bisogna essere almeno in due. Non è infatti assolutamente sufficiente imparare a trasmettere: i comuni operatori del telegrafo con filo ricevono generalmente molto male a orecchio (essendo abituati all'uso delle macchine scriventi) e ciò perchè si tratta di un lavoro mentale completamente differente.

L'esercizio di ricezione consiste dunque in ciò: Una delle due persone farà lentamente dei segnali e l'altra li tradurrà scrivendoli. A poco a poco ripetendo questo esercizio anche per pochi istanti tutti i giorni il principiante fa rapidi progressi e può passare ben presto alla ricezione coll'apparecchio. Occorre però che egli si sforzi di imparare la lettura a orecchio puramente e semplicemente e senza far lavorare la memoria, perchè se si pensa si perdono le lettere successive!

Naturalmente gli esercizi vanno compiuti a gradi. Si comincierà colle lettere formate di soli punti, poi con quelle formate di sole linee, poi quelle composte di punti e linee, quindi si passerà ai numeri e in ultimo alla punteggiatura e ai segni speciali. In principio non si dovrà andare oltre i 10 segnali al minuto, in seguito si accelera progressivamente e solo quando si arriva ai 30 segnali al minuto, si potrà passare all'esercizio della punteggiatura.

Quando il principiante avrà acquistato un po' di pratica si faranno esercizi di dettato, preferibilmente in una lingua a lui sconosciuta perchè l'intelligenza deve rimanere nella ricezione assolutamente inattiva e non si devono indovinare le parole invece di leggerle a orecchio. Il dettato va fatto da un testo per poter in seguito constatare gli errori.

Nella trasmissione si badi sopratutto a mantenere la debita proporzione tra punti e linee e a spaziare in modo esatto le singole lettere e parole. Meglio trasmettere adagio e chiaro che velocemente e confusamente.

27. - Disturbi nella ricezione

Anche negli impianti di ricezione che funzionano con buoni ricevitori costruiti in modo perfetto dal punto di vista elettrico e meccanico possono verificarsi disturbi che influenzano fortemente la ricezione e talvolta la rendono impossibile. Tali disturbi possono suddividersi in:

1. Disturbi atmosferici;
2. Disturbi dovuti a macchine elettriche;
3. Disturbi dovuti a linee ad alta tensione;
4. Disturbi dovuti alle linee tramviarie;
5. Disturbi dovuti a trasmettitori telegrafici;
6. Disturbi vari;
7. Disturbi dovuti al cattivo stato delle batterie.

L'intensità di questi disturbi non è uguale per tutte le lunghezze di onda. E quindi si osserva che per esempio nel caso della ricezione delle radiodiffusioni che avvengono su onde medie si hanno a lamentare essenzialmente disturbi atmosferici e dovuti al movimento tramviario, mentre nella ricezione da 1000 a 4000 metri si verificano tutti i disturbi summenzionati.

In via generale si può dire che conviene costruire un'antenna lontana da tutto ciò che è a terra e possibilmente situare l'impianto a una certa distanza da elettromotori, apparecchi telegrafici e centrali telefoniche; così pure è conveniente evitare che il conduttore di aereo sia parallelo a linee telegrafiche o ad alta tensione, ma queste precauzioni non escludono che si verifichino disturbi fortissimi che possono ostacolare la ricezione. Naturalmente i disturbi si verificano tanto più intensamente quanto più grande è la sensibilità dell'apparecchio ricevente e perciò sono tanto più difficili da eliminare quanto maggiore è la sensibilità dell'apparecchio. Questo è un punto di vista troppo sovente trascurato da quei dilettanti i quali credono che la ricezione migliori coll'aumentare il numero delle valvole.

Esamineremo qui separatamente le singole specie di disturbi cominciando da quelli più difficili da eliminare.

I. — Disturbi atmosferici. Essi sono dovuti alla elettricità atmosferica e sono più forti all'avvicinarsi di temporali, nel qual caso essi si manifestano con scariche irregolari e brusii: ma questi disturbi non si verificano solo per la formazione di temporali, ma sono anche talvolta prodotti da nuvole che influenzano l'antenna durante la ricezione.

Le scariche atmosferiche possono essere suddivise nelle tre classi seguenti:

1. Colpi secchi e forti originati da lampi lontani e vicini.
2. Brusìo continuo che si verifica specialmente quando vi sono

nuvole basse o nere elettricamente caricate in prossimità dell'aereo. Sembra prodotto da correnti unidirezionali intermittenti nell'antenna.

3. Rumore tambureggiante continuo che impedisce talvolta del tutto la ricezione.

I disturbi atmosferici raggiungono un massimo d'intensità verso sera e un minimo al mattino al levare del sole.

Come recenti esperimenti hanno dimostrato, questi disturbi si propagano a grandi distanze per cui non sono soltanto le condizioni atmosferiche nel luogo di ricezione che determinano questi rumori così fastidiosi. In generale essi si fanno più manifesti nei luoghi montuosi, specialmente nelle città poste in fondo a valli.

Per queste scariche dell'elettricità atmosferica non si conosce attualmente alcun mezzo per renderle senza influenza sull'antenna. Anche gli esperimenti fatti da parecchi anni con antenne di compensazione non ebbero alcun successo poichè lo stato elettrico dell'atmosfera varia da un punto all'altro. Alle condizioni elettriche dell'atmosfera va pure attribuito il cosidetto fenomeno di affievolimento della ricezione senza alcuna ragione plausibile. L'intensità rimane talvolta per qualche tempo così debole da far dubitare di qualche guasto nell'impianto ricevente.

Questo fenomeno ha luogo in seguito alle variazioni delle condizioni di propagazione delle onde elettromagnetiche nell'atmosfera e dipende generalmente da un assorbimento maggiore nell'atmosfera o da interferenze tra onde spaziali e onde superficiali.

2. — Gran parte dei disturbi derivano da macchine elettriche e specialmente dagli elettromotori, e dalle reti di luce, forza, ecc. ecc.

Le cause di questi disturbi sono generalmente due.

In primo luogo i campi di dispersione delle macchine possono indurre nei conduttori del ricevitore o nei suoi avvolgimenti delle correnti, oppure a causa delle scintille del collettore si stabiliscono nelle macchine elettriche stesse oscillazioni più o meno stabili.

Essendo questo fenomeno ad alta frequenza, la sua eliminazione presenta maggiori difficoltà poichè si propaga più lontano.

Si può cercare di eliminare questi disturbi in diversi modi. Il mezzo più semplice è di inserire un condensatore di capacità adatta nel conduttore di terra e perciò è consigliabile servirsi di un condensatore variabile. Regolando questo condensatore variabile e sintonizzando ogni volta il ricevitore, si cerca il punto in cui i disturbi sono un minimo. L'azione del condensatore si può spiegare col fatto che per una data capacità esso arresta o quasi le correnti disturbatrici a bassa frequenza mentre lascia passare le correnti ad alta frequenza di ricezione. Questo metodo pure essendo semplice non è però molto efficace, perchè raramente i disturbi sono di natura semplice e unica. Il mezzo radicale è quello di usare il contrappeso invece della presa di terra e cioè un'antenna bassissima.

Adoperando un contrappeso ben isolato e ben direzionato le correnti che provengono attraverso la terra vengono eliminate e i campi di dispersione evitati.

Queste misure però non proteggono dalle oscillazioni ad alta frequenza di un motore poichè queste hanno una propagazione abbastanza estesa.

Per eliminare questi disturbi conviene inserire in parallelo alle spazzole della macchina una batteria di condensatori di circa 20 microfarad.

La capacità più conveniente va trovata sperimentalmente, poichè le costanti oscillatorie della macchina e le frequenze possono essere molto diverse. Invece della batteria di condensatori si può anche inserire parallelamente alle spazzole una resistenza, che ha il vantaggio di essere meno costosa dei condensatori ma che finisce per essere poco economica, perchè le correnti che attraversano la resistenza rappresentano una perdita.

Dove vi sono molti motori in funzione i loro disturbi possono essere

singolarmente eliminati facendoli funzionare uno ad uno e controllando i disturbi con un ricevitore.

I motori che producono forte scintillìo dànno quasi sempre molti disturbi ma questi possono essere notevolmente diminuiti mettendo in buon ordine il collettore e le spazzole. Generalmente per questa ragione le macchine che dànno più disturbo sono quelle a corrente continua mentre i motori a corrente alternata e trifase disturbano più raramente.

3. — Disturbi dovuti a linee di luce e di forza. Causa di disturbo non sono soltanto le macchine elettriche ma anche le reti di luce e di forza. Questi disturbi vengono portati per così dire dalla rete stessa lungo la quale si propagano facilmente e possono perciò agire a notevole distanza; in generale i rumori dovuti ai collettori si propagano lungo le linee come pure anche gli altri disturbi di cui abbiamo detto precedentemente. Questi disturbi si verificano per lo più nel caso di reti di vecchia data nelle quali si verificano quasi sempre dispersioni a terra, ed in qualche caso è anzi possibile scoprire questi difetti di isolamento appunto colla ricezione. Nell'impianto di ricezione occorre perciò evitare generalmente la vicinanza di linee elettriche tanto per quanto riguarda l'impianto di antenna come del contrappeso e dell'apparecchio ricevente.

Se ciò malgrado si verificano ugualmente disturbi nei ricevitori sarà opportuno stabilire attraverso quale parte dell'impianto essi vengono captati.

A questo scopo si stacchi antenna e terra dal ricevitore lasciando invece le prese alle batterie.

Se i disturbi persistono questo è un segno che vengono direttamente influenzate le bobine e i conduttori del ricevitore e perciò occorre scegliere un altro luogo d'impianto.

Se però i rumori spariscono conviene collegare separatamente antenna e terra o contrappeso per identificare il punto di passaggio dei disturbi e prendere le misure necessarie.

Molto disturbo viene prodotto dagli interruttori di luce, dai raddrizzatori a vapori di mercurio e a lamina vibrante usati per la carica di accumulatori, dai dischi combinatori dei telefoni automatici, dagli apparecchi radio e infine da tutto ciò che produce scintille. Tali disturbi sono talvolta sensibili a parecchie diecine di metri e la loro eliminazione è impossibile a meno di rimuovere la causa stessa del disturbo.

Attualmente coll'uso degli alimentatori di placca, filamento e griglia per le valvole i disturbi di questa indole sono ancora più sensibili nell'apparecchio ricevente, giacchè i trasformatori degli alimentatori agiscono come condensatori per la capacità che esiste tra primario e secondario se non si prendono speciali precauzioni (almeno tra primario e secondario).

4. — I disturbi delle linee tramviarie. Questi disturbi sono talvolta straordinariamente intensi e difficili da eliminare.

Si sono fatte in proposito specialmente in Germania ricerche interessantissime, dalle quali è risultato che questi disturbi aumentano verso sera ed anzi cominciano repentinamente quando le vetture tramviarie vengono illuminate. Si è poi constatato che sono quasi esclusivamente le piccole correnti che servono per la illuminazione delle vetture quelle che producono i maggiori disturbi e cioè solo quando la vettura è in moto e il motore non è inserito.

Venne pure constatato che le intensità di corrente superiori a circa 2 ampère non producono disturbi notevoli. Ciò si può spiegare col fatto che la rotella del trolley non è mai perfettamente rotonda e perciò nello scorrere sul filo di presa di corrente si producono piccole scintille quando la corrente di illuminazione passa dal filo conduttore alla rotella.

Il contatto di presa agisce perciò come uno spinterometro e produce nelle parti metalliche vicine oscillazioni ad alta frequenza che seguono

molto volentieri il filo aereo. Se però viene inserito il motore, data la forte intensità di corrente, si producono tra la rotella del trolley e il filo aereo archi elettrici che, causa la loro piccola resistenza rendono impossibili le oscillazioni. Il limite ,come già è stato detto, è a 2 ampère. Se si mantiene la corrente a una intensità superiore a quella indicata può facilmente essere eliminata la causa principale dei disturbi.

I disturbi dovuti alle linee tramviarie sono molto difficilmente eliminabili col variare il solo impianto ricevitore benchè una variazione della direzione dell'antenna e del contrappeso possano avere una certa influenza.

5. — Disturbi dovuti a trasmettitori estranei. Avviene sovente durante la ricezione di essere disturbati da trasmettitori che hanno la stessa lunghezza di onda o una lunghezza d'onda approssimativamente uguale. La eliminazione di tali stazioni specialmente se a onde smorzate è molto difficile ed è intimamente collegata colla selettività dell'apparecchio ricevente.

Buoni risultati si possono ottenere coll'uso di circuiti-filtro, e precisamente di un circuito oscillante sintonizzato alla frequenza della stazione disturbante inserito nel circuito di antenna. Per ottenere la massima efficacia da questo circuito, formato da una bobina a nido d'ape e da un condensatore regolabile, occorre che esso abbia un piccolissimo smorzamento Occorre inoltre che la sintonia primaria del ricevitore sia abbastanza acuta, ciò che si ottiene abbastanza facilmente usando un contrappeso e un'antenna di dimensioni adatte. Se il trasmettitore è molto vicino è quasi impossibile qualsiasi rimedio perchè il campo dell'antenna di trasmissione influenza direttamente le bobine e gli avvolgimenti del ricevitore se questi non sono schermati.

6. — Disturbi di varia natura. Sovente si possono avere disturbi da linee telefoniche e telegrafiche. Nel primo caso disturbano particolarmente i segnali di chiamata e inoltre i fili telefonici possono agire come schermo per l'antenna, e in tale caso occorre costruire un'antenna più elevata. Occorre naturalmente che l'antenna non venga tesa parallelamente alle linee telefoniche. I disturbi dovuti a linee telegrafiche sono molto più rari ma dove queste linee sono vicine essi sono molto difficili da eliminare.

7. — Disturbi dovuti al cattivo stato delle batterie. Quando le batterie sono esaurite, esse producono fischi, fruscii paragonabili a quelli dei disturbi atmosferici. Per conoscerne esattamente la provenienza basterà staccare l'antenna. Se essi durano ciò malgrado, sono causati dal cattivo stato delle batterie.

Innumerevoli sono naturalmente le cause che possono disturbare la ricezione e difficile sarebbe il menzionarle tutte. Ci basti avere accennato alle principali.

Decreto-Legge sulle Radiocomunicazioni
N. 1559 del 13 Agosto 1926

La *Gazzetta Ufficiale* n. 216 del 16 settembre 1926, pubblica il seguente Regio Decreto 13 agosto 1926, n. 1559:

VITTORIO EMANUELE III
PER GRAZIA DI DIO E PER VOLONTÀ DELLA NAZIONE
RE D'ITALIA

Visto il R. decreto-legge n. 1917 del 23 ottobre 1925, convertito in legge il 18 marzo 1926, n. 562;

Visto il R. decreto n. 1226 del 10 luglio 1924;

Visto il R. decreto-legge n. 520 del 23 aprile 1925, convertito in legge il 31 aprile 1926, n. 597;

Visto l'art. 56 del nuovo testo unico delle leggi postali approvato con R. decreto 24 dicembre 1899, n. 501;

Riconosciuta la necessità di emanare le norme regolamentari per la esecuzione del R. decreto-legge n. 1917 del 23 ottobre 1925;

Sentito il Consiglio di Stato;

Udito il Consiglio di amministrazione per le Poste e pei Telegrafi;

Sentito il Consiglio dei Ministri;

Sulla proposta del Nostro Ministro Segretario di Stato per le comunicazioni di concerto coi Ministri per le colonie, per le finanze, per la guerra, per la marina e per l'economia nazionale;

Abbiamo decretato e decretiamo:

Articolo unico.

Il capo II del regolamento sulle comunicazioni senza filo approvato con R. decreto n. 1226 del 10 luglio 1924, è abrogato e sostituito con il capo II e III, annesso al presente decreto, visto, d'ordine Nostro, dal Ministro proponente.

Ordiniamo che il presente decreto, munito del sigillo dello Stato, sia inserto nella raccolta ufficiale delle leggi e dei decreti del Regno d'Italia, mandando a chiunque spetti di osservarlo e di farlo osservare.

Dato a Racconigi, addì 13 agosto 1926.

VITTORIO EMANUELE

MUSSOLINI - CIANO - LANZA DI SCALEA - VOLPI - BELLUZZO.
Visto, *il Guardasigilli*: ROCCO.
Registrato alla Corte dei conti, addì 14 *settembre* 1926.
Atti del Governo, registro 252, *foglio* 91 - COOP.

E. MONTÙ. — 38.

Modificazioni ed aggiunte al regolamento sulle comunicazioni senza filo

CAPO II.

Disposizioni speciali pei servizi di radiotelegrafia e radioaudizione circolare.

STAZIONI TRASMITTENTI.

Art. 21. — Per la concessione delle stazioni radiotelegrafiche adibite alla trasmissione o alla ricezione a mezzo di segnali telegrafici di notizie d'interesse generale e di carattere commerciale destinate al pubblico o a speciali abbonati (servizio di radiotelegrafia circolare) come per la concessione di stazioni trasmittenti radiotelefoniche destinate al servizio di radioaudizione circolare contemplate dall'art. 1 del R. decreto-legge n. 1917, del 23 ottobre 1925, valgono le norme stabilite dall'art. 3 all'art. 6 del capo I del presente regolamento.

Art. 22. — I servizi di radioaudizione circolare possono essere regionali e nazionali.

Il servizio regionale comprende più Provincie, quello nazionale è esteso a tutto il territorio del Regno e alle Colonie che l'Italia possiede nel bacino del Mediterraneo.

Il numero delle stazioni trasmittenti e ripetitrici dovrà essere tale da assicurare la regolare ricezione nelle varie regioni d'Italia e nelle Colonie italiane del Mediterraneo.

Art. 23. — La concessione dei servizi di radioaudizione circolare sia nazionale che regionale è accordata dal Ministero delle comunicazioni alla ditta che accetta le condizioni che saranno stabilite nel bando di concorso e che offre le maggiori garanzie di capacità tecnica e finanziaria.

Art. 24. — Le notizie di carattere circolare predisposte dal concessionario per la diramazione dovranno ottenere il visto preventivo dell'autorità politica locale. A tale uopo, esclusivamente a spese del concessionario, un funzionario competente sarà distaccato presso la stazione trasmittente.

Non occorre il visto preventivo della autorità politica per la trasmissione delle suddette notizie allorquando queste siano fornite dall'agenzia che sarà all'uopo designata dalla Presidenza del Consiglio dei Ministri.

Il concessionario ha l'obbligo di tenere un registro sul quale dovrà essere presa nota di tutte le trasmissioni effettuate giornalmente.

Tale registro dovrà essere, a richiesta, esibito ai funzionari incaricati del controllo.

Art. 25. — Le stazioni trasmittenti adibite al servizio di radioaudizione circolare non possono trasmettere, all'infuori della pubblicità, notizie per conto di privati.

Il ministro delle comunicazioni potrà, per scopi culturali, educativi e per altri fini sociali, autorizzare trasmissioni per conto di Comuni o di altri enti.

Nessun compenso, spetterà alla società concessionaria dei servizi radioauditivi nel caso in cui le trasmissioni suddette dovessero effettuarsi nelle ore riservate alle comunicazioni gratuite per conto dello Stato di cui all'art. 1 del R. decreto-legge del 23 ottobre 1925, n. 1917.

Art. 26. — Gli orari delle comunicazioni gratuite di cui all'articolo precedente potranno, su richiesta del Ministro delle comunicazioni, essere opportunamente variati, compatibilmente con le esigenze del servizio ordinario di radioaudizione circolare. In caso di urgenza però dette comunicazioni gratuite potranno essere effettuate anche nelle ore stabilite per le diramazioni al pubblico.

Il tempo impiegato per queste trasmissioni urgenti sarà detratto dalle due ore stabilite per le comunicazioni governative.

Art. 27. — Il concessionario dei servizi radioauditivi circolari dovrà garantire un servizio regolare ed avrà l'obbligo di introdurre nelle stazioni trasmettenti concessegli i perfezionamenti necessari per mantenere in efficienza le stazioni stesse secondo i progressi della tecnica.

Qualora non siasi ottemperato a quanto sopra l'Amministrazione postale telegrafica potrà, a seconda dei casi, infliggere al concessionario delle ammende ovvero procedere alla sospensione o alla revoca della concessione.

Le modalità relative alle suddette sanzioni saranno stabilite nel decreto di concessione.

Art. 28. — Qualora il concessionario di stazioni di radioaudizione circolare effettui corrispondenza privata per conto proprio o di terzi, trasmetta quotazioni di borsa non ufficiali, ovvero eseguisca trasmissioni di notizie false o tendenziose, le quali perturbino l'ordine pubblico o siano comunque dannosi allo Stato o agli interessi di privati cittadini, potrà essere temporaneamente sospeso con decreto del Ministro delle comunicazioni dall'esercizio delle stazioni, e, nei casi più gravi, dichiarato decaduto dalla concessione stessa, senza pregiudizio delle penalità cui potrà andare incontro e dei risarcimenti cui possa essere eventualmente tenuto direttamente verso i terzi e verso l'Amministrazione concedente.

Art. 29. — La potenza e la lunghezza di onda da assegnarsi a ciascuna stazione trasmittente destinata al servizio di radioaudizione circolare, saranno fissate nel decreto di concessione e potranno essere variate solo in seguito ad autorizzazione del Ministro delle comunicazioni.

Licenze abbonamento per uso delle stazioni riceventi.

Art. 30. — Gli utenti privati di apparecchi destinati alla ricezione delle radiotrasmissioni circolari, non che i commercianti rivenditori di apparecchi radio-elettrici atti o adattabili alla ricezione devono pagare a mezzo degli uffici postali del Regno il diritto di licenza e la tariffa normale di abbonamento previsti dall'art. 7 del R. decreto-legge n. 1917 del 23 ottobre 1925.

Il diritto di licenza e la tariffa di abbonamento di cui sopra dovranno dai commercianti e ricevitori essere pagati subito per intero.

In caso di trasferimento gli utenti che hanno conseguito la licenza abbonamento pagando subito tutta la tassa annuale e che hanno stipulato speciali contributi di abbonamento con la società concessionaria dovranno comunicare sollecitamente a quest'ultima il nuovo indirizzo.

Per gli utenti con pagamento rateale la comunicazione suddetta dovrà invece essere fatta all'ufficio postale che provvede alla esazione delle quote di abbonamento mensili.

Art. 31. — La partecipazione al concessionario dei servizi radioauditivi circolari del rilascio di licenze abbonamenti e la notificazione delle mancate riscossioni mensili potranno dagli uffici postali essere effettuate senza francatura in via ordinaria rispettivamente con lettera o con cartolina a stampa, nel quale caso saranno sottoposte a carico del destinatario ad una tassa pari a quella che avrebbe dovuto essere pagata per la loro francatura.

Art. 32. — Per il servizio di riscossione delle tasse di licenza e delle tariffe di abbonamento l'Amministrazione postale telegrafica lascia a favore dei titolari degli uffici secondari e delle ricevitorie una quota di centesimi 60 sul diritto fisso di licenza nei casi di pagamento annuale immediato ed una quota di centesimi 40 sulla prima rata nel caso di pagamento rateale.

In questo ultimo caso ai titolari degli uffici secondari e delle ricevitorie non succursali viene inoltre corrisposto un compenso di centesimi 5 per ciascuna delle rate mensili riscosse dopo la prima.

All'agente di detti stabilimenti che effettua l'esazione a domicilio spetta per ogni riscossione la quota di centesimi 15. Se l'esazione è fatta dal ricevitore compete al medesimo anche la quota di centesimi 15.

Ai portalettere degli uffici delle raccomandate nelle località sede di Direzione provinciale postale telegrafica e a quelli addetti ad uffici provinciali viene corrisposta la quota di centesimi 25 per ogni ricevuta effettivamente riscossa.

Art. 33. — Col rilascio delle licenze di esercizio delle stazioni riceventi lo Stato non assume alcuna responsabilità per danni di qualsiasi natura od entità che potessero determinarsi in confronto di chicchessia per l'impianto e l'esercizio o comunque per fatti derivanti dalle stazioni riceventi concesse.

Licenze per costruttori e commercianti.

Art. 34. — La domanda per ottenere la licenza di costruzione di apparecchi radioriceventi o di parti di essi soggetti a tassa è da presentarsi al Ministero delle comunicazioni accompagnata dal certificato della camera di commercio di cui all'art. 4 del citato Regio decreto legge e dalla bolletta dell'ufficio del registro comprovante il pagamento del canone annuo di L. 500.

Per la rinnovazione annuale occorre che la licenza sia sottoposta al visto del Ministero delle comunicazioni entro il mese della sua scadenza.

La domanda di rinnovazione deve essere corredata della ricevuta del pagamento del canone di L. 500.

Col rilascio delle licenze per costruzione il Ministero delle comunicazioni non assume alcuna responsabilità per le eventuali infrazioni di brevetti nelle quali i costruttori potessero incorrere.

Art. 35. — La domanda di licenza di vendita di apparecchi radioelettrici o di parti di essi deve essere inoltrata al Ministero delle comunicazioni insieme con la bolletta dell'ufficio del registro attestante l'avvenuto pagamento della tassa annua di licenza di L. 1000. Tale licenza è valida solo per l'anno in cui viene rilasciata. Per la sua rinnovazione occorre che essa venga trasmessa non oltre il mese della sua scadenza al Ministero delle comunicazioni unitamente alla domanda e alla ricevuta della tassa annuale.

La licenza per la vendita e la licenza abbonamento di cui al precedente art. 31 sono obbligatorie per ogni magazzino di vendita al pubblico anche quando si tratti di magazzini appartenenti a ditte munite di licenza per la costruzione.

Perciò nel chiedere la licenza di vendita o la sua rinnovazione i commercianti di apparecchi atti o adattabili alla ricezione dovranno indicare il numero progressivo della licenza abbonamento nonchè quello della Provincia in cui la medesima è stata rilasciata.

Art. 36. — Nelle domande di cui agli articoli 34 e 35 dovranno essere indicati il domicilio del richiedente, l'ubicazione degli stabilimenti di produzione o dei locali di vendita o di deposito e dovrà dichiararsi se la vendita viene fatta in grosso o al minuto.

Art. 37. — I commercianti di cui all'art. 35 dovranno tenere esposta

al pubblico una targa sormontata dallo stemma Reale con la scritta « Radiotelefonia - Negozio Autorizzato ».

Art. 38. — Ai fini delle licenze di cui agli articoli 34 e 35 debbono essere compresi rispettivamente tra i commercianti o i costruttori tutte le persone fisiche, società, od altri enti qualsiasi che costruiscano o vendano abitualmente gli apparecchi o parti di essi, contemplati dal precitato Regio decreto-legge n. 1917.

Art. 39. — I rappresentanti di commercio debbono dimostrare questa loro qualità per mezzo di un certificato rilasciato dalla Camera di commercio nel quale è da dichiararsi che la rappresentanza risulta loro conferita con mandato espresso a norma dell'art. 869 del Codice di commercio o con altro documento autentico.

Essi debbono anche essere muniti di copia della licenza concessa alla ditta da loro rappresentata. Per ottenere tale copia occorre farne richiesta al Ministero delle comunicazioni unendo alla domanda un vaglia di servizio di L. 3 intestato al cassiere provinciale delle poste e dei telegrafi di Roma, per diritti di segreteria.

Art. 40. — Le licenze per costruzione, vendita od uso di apparecchi riceventi per radioaudizione, possono essere sospese o revocate senza diritto ad alcun indennizzo quando a carico del detentore di una di dette licenze siano state accertate e definite in via giudiziaria o in via amministrativa due contravvenzioni con la condanna del contravventore.

Norme per l'applicazione delle tasse sul materiale radioricevitore. Contabilità relativa.

Art. 41. — Agli effetti dell'applicazione delle tasse previste dal Regio decreto legge n. 1917 del 23 ottobre 1925, sono considerate filiali e succursali di una fabbrica quegli stabilimenti od esercizi che agiscono in nome e per conto della ditta di cui fanno parte e risultino da regolare atto pubblico o da altro documento autentico.

Art. 42. — Nel registro di carico e scarico prescritto dall'art. 5 del Regio decreto-legge n. 1917, il costruttore porterà a carico gli apparecchi completi e gli organi essenziali da esso costruiti tenendo distinti i materiali a seconda delle tasse da cui sono gravati.

Per lo scarico delle partite esitate dovranno nel registro medesimo essere indicati i materiali spediti o consegnati, la loro quantità, ed ove trattasi di vendita, il numero della relativa fattura, le date di consegna o di spedizione ed infine il nome, cognome, paternità e domicilio del consegnatario o destinatario.

Art. 43. — Il registro che ai sensi dell'art. 6 del menzionato Regio decreto-legge è obbligato a tenere chiunque eserciti il commercio di apparecchi radioelettrici o di parti di essi, deve contenere l'indicazione dei materiali di cui all'art. 15 del detto Regio decreto distinti a seconda delle rispettive tasse, la quantità dei materiali stessi, il numero e la data della fattura e l'importo delle tasse pagate.

Art. 44. — I registri di cui agli articoli precedenti debbono prima del loro uso essere numerati e vidimati dall'ufficio tecnico di finanza e sottoposti alle normali tasse di bollo a mezzo dell'ufficio del registro.

Entro il mese di gennaio di ciascun anno i registri predetti sono vidimati dall'ufficio tecnico di finanza con la dichiarazione dei fogli usati e di quelli rimasti ancora in bianco.

I registri debbono essere conservati per un periodo di cinque anni.

Art. 45. — Per ogni vendita di apparecchi o di parti sottoposte a tasse, i costruttori debbono, in base all'art. 5 del Regio decreto-legge n. 1917 del 23 ottobre 1925, redigere e rilasciare all'atto della consegna o della spedizione dei materiali, regolare fattura in duplice esemplare. Su tale

fattura devono essere indicati distintamente a seconda delle tasse di cui sono gravati i materiali venduti e la loro quantità.

Può tenere luogo del secondo esemplare la registrazione sul libro di carico e scarico.

Art. 46. — Il passaggio di merce tra la casa centrale e le proprie filiali e succursali non dà luogo al pagamento di tassa. Deve però il passaggio risultare da apposita distinta in doppio esemplare e dalle annotazioni sul registro di carico e scarico.

Art. 47. — Le tasse di cui all'art. 15 del menzionato Regio decreto-legge sono corrisposte mediante apposite marche a doppia sezione da applicarsi e da annullarsi a cura della parte creditrice.

L'applicazione delle marche deve essere fatta in modo che la sezione della marca con l'effigie Sovrana aderisca alla fattura destinata all'acquirente, mentre l'altra sezione deve apporsi sulla copia della fattura o sul registro di carico e scarico.

L'annullamento delle marche deve farsi con la perforazione o con la scritturazione od impressione ad inchiostro grasso di identica data per ciascuna sezione della marca nei due esemplari.

Per le merci importate dall'estero, la tassa è corrisposta mediante versamento diretto alla dogana.

A tale scopo gli importatori hanno l'obbligo di specificare nella prescritta dichiarazione doganale il numero e la qualità degli apparecchi radioelettrici e delle loro parti soggette alle tasse di cui al suindicato art. 15.

Art. 48. — Sono esenti dalle tasse di cui all'art. 15 del Regio decreto-legge n. 1917, i materiali esportati all'estero direttamente dai costruttori.

Sono del pari esenti le esportazioni alle quali i fabbricanti nazionali provvedono con l'intervento di esportatori a condizione che i detti materiali vengano spediti con fattura o polizza intestata all'esportatore in un deposito franco o punto franco del Regno o esportati con bolletta di esportazione.

Le suddette esenzioni si applicano altresì agli apparecchi ed accessori destinati ad uso militare od altri usi che non siano quelli della radioaudizione circolare. Tali circostanze dovranno risultare da documenti probatori. I casi controversi saranno risolti inappellabilmente dall'Amministrazione delle poste e telegrafi.

Art. 49. — I materiali tassabili in transito attraverso il Regno, o che provenienti dall'estero siano in viaggio verso porti italiani, ovvero depositati nei luoghi soggetti a vigilanza doganale sono esenti dalle tasse.

Ove però i detti materiali vengano importati, all'atto della loro importazione o della loro uscita dai luoghi soggetti in vigilanza doganale per la introduzione nel Regno, dovrà essere redatta regolare fattura da assoggettarsi a tassa a cura dell'effettivo importatore.

Art. 50. — Entro il mese successivo alla chiusura dell'esercizio finanziario, accertato l'ammontare delle tasse riscosse a mezzo di marche e quello riscosso dalle dogane, il Ministero delle finanze emetterà apposito mandato per la parte che su di esse tasse spetta alla società concessionaria.

Norme tecniche relative agli impianti radioriceventi.

Art. 51. — Nell'impianto e nell'uso degli aerei delle stazioni radioelettriche destinate alla ricezione delle radio-trasmissioni circolari gli utenti sono tenuti ad attuare sotto la loro responsabilità tutti i provvedimenti consigliati dalla tecnica e dalla pratica, atti a garantire la incolumità delle persone e l'uso delle cose e ad osservare inoltre le seguenti disposizioni:

a) gli aerei non potranno essere tesi sopra aree pubbliche o di uso

pubblico, salvo casi di assoluta necessità e con l'osservanza delle disposizioni e dei regolamenti locali;

b) i fili dell'aereo non dovranno passare al di sopra o al di sotto delle linee telegrafiche, telefoniche o di trasporto di energia elettrica e comunque non dovranno incrociare con le stesse linee;

c) la distanza fra i sostegni dell'aereo non potrà superare i 30 metri nel caso di aerei a più fili, nè i 50 nel caso di aerei monofilari;

d) i sostegni dell'aereo non dovranno avere un'altezza maggiore di cinque metri se sistemati su tetti di edifici o su terrazze. Per l'impianto di tali sostegni ed aerei l'utente dovrà ottenere il consenso del proprietario dello stabile o dei condomini;

e) i sostegni dovranno essere disposti nel modo meno pregiudizievole alla proprietà servente ed essere tali da presentare in sè stessi e nel loro punto di appoggio la necessaria resistenza;

f) è inibito l'attacco ai sostegni delle linee telegrafiche e telefoniche ed in massima ai sostegni adibiti ad altri usi;

g) deve essere predisposto il collegamento dell'aereo alla terra in caso di temporale;

h) non può essere collocato che un solo aereo esterno per ogni licenza di abbonamento.

Nessuna restrizione è posta per gli aerei interni o a telaio.

Art. 52. — Gli apparecchi destinati alla ricezione delle radiotrasmissioni circolari dovranno soddisfare alle seguenti condizioni:

1° gli schemi degli apparecchi a cristallo, anche se seguiti da uno o più stadi di amplificazione a bassa frequenza, non sono soggetti ad alcuna restrizione;

2° lo stesso dicasi per gli apparecchi a valvola facenti uso di antenna o di telaio;

3° nella ricezione con aereo esterno gli utenti dovranno per evitare disturbi agli altri apparecchi riceventi, usare soltanto quei dispositivi che non diano luogo a sensibili oscillazioni sull'aereo. In caso contrario il Ministero delle comunicazioni su ricorso degli interessati o del concessionario dei servizi di radioaudizione circolare potrà, in forza di decreto prefettizio, ordinare la rimozione dell'aereo esterno.

Per gli apparecchi destinati alla ricezione delle radioaudizioni circolari non è necessaria l'approvazione da parte dell'Istituto superiore postale-telegrafico.

Contravvenzioni.

Art. 53. — Anche per i casi di infrazione a quanto è stabilito nel presente capo II, sono applicabili, senza pregiudizio delle altre sanzioni cui il contravventore è passibile, le disposizioni dell'art. 21 del R. decreto-legge n. 1917 del 23 ottobre 1925.

Art. 54. — Per le contravvenzioni accertate da tutti i funzionari e da agenti civili di cui all'art. 16 del suddetto Regio decreto-legge, spetta agli scopritori la quota corrispondente ai due terzi dell'ammontare netto delle pene pecuniarie riscosse.

Le quote sulle pene pecuniarie per contravvenzioni accertate dai militi della Regia guardia di finanza, devono nei modi consueti essere dal contabile versate alla fine di ogni mese in tesoreria con imputazione al capitolo del bilancio della massa della Regia guardia di finanza.

CAPO III.

NORME PER L'IMPIANTO ED USO DI STAZIONI RADIOELETTRICHE TRASMITTENTI E RICEVENTI A SCOPI DI ESPERIMENTI E STUDIO.

Domande di licenze e norme relative.

Art. 55. — Chiunque a scopo di studio, ricerche scientifiche, prove od esperienze intende impiantare od usare una stazione radioelettrica trasmittente, deve ottenere regolare licenza dal Ministero delle comunicazioni.

Art. 56. — Le stazioni considerate nell'articolo precedente sono soggette ad una tassa annua di L. 100. Il pagamento di tale tassa deve effettuarsi mediante vaglia di servizio intestato al cassiere provinciale delle poste e dei telegrafi di Roma.

Non è ammessa la concessione di licenze di stazioni trasmittenti a scopo di semplice diletto.

Le licenze di cui trattasi sono concesse per un periodo non superiore ad un anno e vengono rilasciate soltanto a coloro che possono dimostrare, mediante esibizione di titoli di studio, di possedere cultura e competenza tali da dare sicuro affidamento di serietà nella esecuzione degli esperimenti.

Art. 57. — Le domande per ottenere le dette licenze devono essere indirizzate al Ministero delle Comunicazioni (Direzione generale delle poste e dei telegrafi) al quale saranno trasmesse per il tramite della Prefettura della Provincia in cui il richiedente risiede, la quale le munirà del proprio parere e del nulla osta dell'autorità militare.

Le domande saranno corredate oltre che dei titoli indicati nel precedente art. 2, dei seguenti documenti:

a) certificato di cittadinanza italiana;

b) *certificato generale del casellario giudiziario*;

c) certificato di buona condotta rilasciato dal sindaco del Comune in cui il richiedente ha la sua residenza;

d) atto di sottomissione di cui all'allegato *B* completato e firmato dal richiedente;

e) vaglia di L. 100.

I certificati di cittadinanza italiana, del casellario giudiziale e di buona condotta devono essere legalizzati e di data non anteriore ai tre mesi a quella della presentazione della domanda.

Qualora il richiedente sia minorenne, la domanda o l'atto di sottomissione devono recare la firma del padre o di chi ne fa le veci, i quali saranno tenuti civilmente responsabili del regolare uso della licenza. Comunque tali licenze non saranno accordate a coloro la cui età sia inferiore ai 18 anni.

Condizioni da osservarsi per l'impianto e l'uso delle stazioni.

Art. 58. — Le stazioni radioelettriche trasmittenti di cui al presente art. 1 devono essere del tipo ad onde persistenti.

La potenza non dovrà superare i 200 watt alimentazione. Per scopi di studi e ricerche particolari, da esaminare caso per caso, il Ministero delle comunicazioni potrà accordare licenze per l'impianto di stazioni di maggiore potenza.

La lunghezza d'onda da usarsi dovrà essere compresa in una delle seguenti gamme:

3 a 4.50 — 17 a 19 — 42 a 45 — 75 a 78 — 96.

Art. 59. — Gli indicativi di dette stazioni saranno assegnati dal Ministero delle comunicazioni, ed annotati nel foglio di licenza.

Le prescrizioni concernenti la potenza delle stazioni radioelettriche trasmittenti a scopo di studio o diletto riportate al 3° comma dell'art. 9 del capo I del regolamento approvato con R. decreto n. 1226 del 10 luglio 1924, sono abrogate.

Art. 60. — I concessionari delle stazioni di cui all'art. 1 del presente regolamento, sono tenuti alla osservanza di tutte le disposizioni legislative e regolamentari di qualsiasi genere esistenti o che potranno essere, in seguito, emanate in merito alla radiotelegrafia e radiotelefonia.

Art. 61. — Il testo dei messaggi trasmessi dalle stazioni considerate nel presente regolamento dovrà contenere unicamente notizie relative agli esperimenti. È quindi severamente vietata la trasmissione di notizie di carattere attuale, commerciale o personale.

I concessionari di stazioni trasmittenti dovranno trascrivere su apposito registro le trasmissioni effettuate.

Le ore di trasmissione saranno stabilite nel foglio di licenza.

Art. 62. — Le stazioni radioelettriche riceventi a scopo di esperimento o di studio, sono soggette al solo pagamento del diritto di licenza e canone di abbonamento alle radioaudizioni circolari di cui agli articoli 7 e 8 del Regio decreto-legge n. 1917 del 23 ottobre 1925.

Art. 63. — Le autorità governative preposte alla sorveglianza ed al controllo potranno accedere presso le stazioni autorizzate onde assicurarsi della osservanza da parte del concessionario delle disposizioni di cui agli articoli precedenti e della regolare tenuta dei registri di cui al precedente articolo.

Licenze a favore dei Regi istituti scientifici e di istruzione.

Art. 64. — Le licenze per l'impianto e l'uso di stazioni radioelettriche trasmittenti e riceventi a scopo di studio e di esperienze possono essere accordate alle Università, agli Istituti superiori, di cui all'art. 1 del R. decreto 30 settembre 1923, n. 2102, ai Regi Istituti scientifici, agli Istituti medi di istruzione, Regi e pareggiati ed ai Regi istituti nautici.

Tali Istituti saranno designati con decreto del Ministero delle comunicazioni di concerto coi Ministeri interessati. La licenza sarà intestata al direttore dell'Istituto, il quale sarà tenuto personalmente responsabile dell'uso della stazione.

Le Università ed Istituti suddetti sono esonerati dall'obbligo del pagamento della tassa annua di L. 100, nonchè del diritto di licenza e del canone di abbonamento alle radioaudizioni circolari.

È fatto obbligo agli istituti medesimi di ottemperare a tutte le prescrizioni di cui agli articoli 5, 6 e 7 del presente regolamento.

Visto, d'ordine di Sua Maestà il Re:

Il Ministro per le comunicazioni: CIANO.

ALLEGATO *B*.

ATTO DI SOTTOMISSIONE

Al sig. ..... con domicilio in ..... è accordata l'autorizzazione di impiantare ed usare una stazione radioelettrica trasmittente e ricevente (a seconda i casi) in (1) ..... a scopo sperimentale di studio, alle seguenti condizioni:

1° Egli si obbliga di osservare tutte le disposizioni legislative e re-

golamentari esistenti o che potranno essere, in seguito, emanate in merito alla radiotelegrafia e radiotelefonia;

2° Gli ispettori del Ministero delle comunicazioni ed i delegati militari debitamente autorizzati dall'autorità militare, avranno diritto di esercitare anche mediante visite domiciliari, un controllo permanente o saltuario sull'impianto;

3° L'impianto sarà costituito in conformità al progetto che si allega al presente atto .....

4° Qualsiasi modificazione che dovesse eventualmente apportarsi all'impianto sarà partecipata preventivamente al Ministero delle comunicazioni per la necessaria approvazione;

5° È facoltà del Ministero delle comunicazioni, su reclamo degli enti governativi interessati, di variare la lunghezza d'onda, come pure l'orario delle trasmissioni, qualora la stazione producesse dannose interferenze;

6° Il Ministero delle comunicazioni, anche a richiesta dell'autorità militare o politica, potrà in qualsiasi momento sospendere il funzionamento della stazione senza diritto da parte del concessionario a qualsiasi indennizzo;

7° Egli si impegna di trasmettere unicamente le notizie necessarie ai fini degli esperimenti;

8° Egli dovrà provvedere sotto la sua responsabilità a che non siano divulgate o portate a conoscenza di chicchessia notizie non dirette alla stazione che potranno percepirsi mediante gli apparecchi costituenti l'impianto e non dovrà fare alcun uso delle medesime (tale clausola dovrà essere sottoscritta nel caso in cui la stazione sia dotata di apparecchi trasmittenti e riceventi);

9° In ogni caso egli assume la completa responsabilità di qualsiasi danno potesse derivare alle persone ed alle cose in dipendenza dell'impianto da esso effettuato.

Il Ministro per le comunicazioni: CIANO.

Modificazioni ed aggiunte alle norme regolamentari sul servizio di radioaudizione circolare approvate coi Regi decreti 10 luglio 1924, n. 1226, e 13 agosto 1926, n. 1559.

La *Gazzetta Ufficiale* n. 254 pubblica il Regio Decreto 3 agosto 1928, n. 2295.

VITTORIO EMANUELE III
PER GRAZIA DI DIO E VOLONTÀ DELLA NAZIONE
RE D'ITALIA

Visto il R. decreto-legge n. 1917 del 23 ottobre 1925, convertito in legge il 18 marzo 1926, n. 562;

Visto il R. decreto n. 1226 del 10 luglio 1924;

Visto il R. decreto-legge n. 520 del 23 aprile 1925, convertito in legge il 21 marzo 1926, n. 597.

Visto l'art. 56 del nuovo testo unico delle leggi postali approvato con R. decreto 24 dicembre 1899, n. 501;

Visto il R. decreto 13 agosto 1926, n. 1559;

Visto il R. decreto-legge 17 novembre 1927, n. 2207, convertito nella legge 17 maggio 1928, n. 1350, che reca nuove norme per il miglioramento e lo sviluppo del servizio delle radioaudizioni circolari;

Riconosciuta la necessità di emanare in sostituzione delle norme regolamentari approvate con R. decreto 13 agosto 1926, numero 1559, per i servizi di radiotelegrafia e di radioaudizione circolare, delle nuove disposizioni per l'attuazione del R. decreto-legge del 17 novembre 1927, n. 2207, e di aggiungere al capo I del regolamento approvato con R. decreto n. 1226 del 10 luglio 1924 le norme che si riferiscono al servizio di radiotelegrafia circolare;

Sentito il Consiglio di amministrazione per le poste e telegrafi;

Sentito il Consiglio di Stato;

Sentito il Consiglio dei Ministri;

Sulla proposta del Nostro Ministro Segretario di Stato per le comunicazioni; di concerto col Ministro Segretario di Stato per le finanze;

Abbiamo decretato e decretiamo:

Art. 1. — Le modificazioni ed aggiunte al regolamento sulle comunicazioni senza filo approvate con R. decreto 13 agosto 1926, n. 1559, sono abrogate e sostituite con le norme per i servizi di radioaudizione circolare annesse al presente decreto.

Art. 2. — Il titolo del capo I del regolamento sulle comunicazioni senza filo approvato con R. decreto n. 1226 del 10 luglio 1924 è modificato come in appresso:

CAPO I.

Disposizioni di carattere generale.

Al capo I suddetto viene inoltre apportata l'aggiunta che segue:

Art. 21. — S'intende per servizio di radiotelegrafia circolare quello che viene effettuato per mezzo di stazioni radioelettriche destinate a comunicare al pubblico o a speciali abbonati per mezzo di segnali telegrafici notizie di interesse generale e di carattere commerciale.

Per la concessione di tali stazioni radiotelegrafiche trasmittenti e riceventi valgono tutte le norme stabilite nel capo I del presente regolamento, salvo per quanto concerne i canoni.

Ordiniamo che il presente decreto, munito del sigillo dello Stato, sia inserto nella raccolta ufficiale delle leggi e dei decreti del Regno d'Italia, mandando a chiunque spetti di osservarlo e di farlo osservare.

Dato a S. Anna di Valdieri, addì 3 agosto 1928 - Anno VI.

VITTORIO EMANUELE

MUSSOLINI — CIANO — MOSCONI.

Visto, *il Guardasigilli*: ROCCO.

Registrato alla Corte dei Conti, addì 26 ottobre 1928 - *Anno VI — Atti del Governo, registro* 277, *foglio* 150. — SIROVICH.

CAPO II.

Disposizioni speciali per i servizi di radioaudizione circolare.
Stazioni trasmittenti.

Art. 22. — Le stazioni trasmittenti dovranno essere utilizzate soltanto per trasmettere concerti musicali, audizioni teatrali o riflettenti importanti cerimonie, avvenimenti sportivi, ecc., conferenze, prediche, discorsi, lezioni e simili nonchè notizie, queste ultime però sotto le garanzie determinate nell'articolo seguente.

La pubblicità è accordata, ma a condizione che sia mantenuta nelle forme più convenienti, per non recare pregiudizio alla bontà e qualità dei programmi e purchè la trasmissione delle frasi aventi carattere esclusivo di pubblicità non occupi più del 10 per cento del tempo riservato al concessionario per la esecuzione dei programmi.

Il concessionario dovrà predisporre, tenendo conto delle esigenze di ordine generale e locale, il piano di massima dei programmi da svolgersi durante l'anno e i relativi orari, chiedendo su ciò l'approvazione del Ministero delle comunicazioni (Direzione generale poste e telegrafi) il quale deciderà su parare del Comitato superiore di vigilanza.

Le stazioni predette non potranno trasmettere all'infuori della pubblicità notizie per conto di privati.

Art. 23. — La trasmissione di comunicati di carattere politico e di notizie di carattere economico è subordinata al preventivo visto dell'autorità politica locale, salvo il caso di notizie fornite da agenzia autorizzata dal Governo.

A tale uopo, esclusivamente a spese del concessionario, un funzionario competente potrà essere distaccato presso la stazione trasmittente.

L'ente concessionario ha l'obbligo di tenere un registro sul quale dovrà essere presa nota di tutte le trasmissioni effettuate giornalmente.

Tale registro dovrà essere, a richiesta, esibito ai funzionari incaricati del controllo.

È vietato al concessionario di prendere accordi con Stati, enti o privati stranieri su questioni interessanti il servizio delle radiodiffusioni, senza la preventiva autorizzazione dell'Amministrazione postale telegrafica.

Art. 24. — Il Ministero delle comunicazioni potrà, per scopi culturali, educativi o per altri fini sociali, autorizzare trasmissioni per conto di Comuni o di altri enti.

Le stazioni gestite dall'ente concessionario dovranno per due ore al giorno essere tenute a disposizione del Governo per i suoi comunicati. Dette ore verranno stabilite dal Ministero delle comunicazioni e saranno scelte all'infuori di quelle riservate ai programmi serali.

Però in caso di urgenza detti comunicati potranno essere effettuati anche nelle ore serali.

Il tempo impiegato per ciascuna di queste trasmissioni sarà detratto dalle due ore destinate alle comunicazioni governative.

Inoltre il concessionario è tenuto, su richiesta del Governo, a prestare la sua opera in qualunque momento ove trattisi di manifestazioni eccezionali di interesse generale o collettivo.

Tranne casi speciali, le prestazioni in parola potranno però essere richieste al massimo per tre giorni della settimana.

Le trasmissioni per conto del Governo di cui ai commi precedenti debbono essere effettuate gratuitamente.

Art. 25. — L'ente concessionario dovrà mantenere sempre le stazioni in piena efficienza introducendo negli impianti i perfezionamenti consentiti dai progressi della tecnica ed effettuare un servizio soddisfacente da ogni punto di vista organizzando programmi utili, interessanti e pregevoli sia dal lato artistico che da quello culturale, educativo e patriottico.

Il Ministero delle comunicazioni controllerà gli adempimenti di cui sopra a mezzo dei suoi incaricati che dovranno avere libero accesso alle stazioni.

Su richiesta dell'Amministrazione postale telegrafica, l'ente concessionario dovrà pure consentire al personale governativo designato dalla Amministrazione stessa di assistere a scopo di istruzione all'impianto, avviamento od esercizio delle stazioni, fornendo al medesimo i chiarimenti necessari per il detto scopo.

Art. 26. — I progetti di nuove stazioni trasmittenti o ripetitrici per

il servizio di radioaudizione circolare dovranno essere preventivamente sottoposti alla approvazione dell'Amministrazione postale e telegrafica che, presi opportuni accordi con i Ministeri militari, emetterà il suo giudizio dei progetti.

Il collaudo di dette stazioni sarà pure eseguito dall'Amministrazione postale e telegrafica a mezzo di apposite Commissioni. L'approvazione dei progetti e il collaudo degli impianti non implicano alcuna responsabilità da parte dello Stato.

Ove l'ente concessionario intendesse modificare gli impianti esistenti, esso dovrà chiedere sempre la preventiva autorizzazione dell'Amministrazione postale e telegrafica.

Qualora gli impianti dessero luogo a interferenze pregiudizievoli agli altri servizi radioelettrici pubblici o militari, l'ente concessionario dovrà, nei casi di assoluta indispensabilità, attuare i provvedimenti che l'Amministrazione postale telegrafica, su conforme parere del Consiglio superiore di vigilanza, riconoscerà necessari per la rimozione delle suddette interferenze.

Art. 27. — La potenza da assegnarsi a ciascuna stazione trasmittente destinata al servizio di radioaudizione circolare sarà fissata nel decreto di concessione.

Le lunghezze d'onda dovranno essere approvate dal Ministero delle comunicazioni (Direzione generale delle poste e telegrafi) e non potranno essere variate che in seguito ad autorizzazione del Ministero stesso.

Art. 28. — Il concessionario dovrà, a decorrere dalla data stabilita nella convenzione, corrispondere allo Stato un canone pari al 3,5 per cento di tutti i suoi introiti lordi.

Il canone contemplato nel precedente comma dovrà essere versato all'Amministrazione postale telegrafica non oltre i 15 giorni successivi all'approvazione del bilancio annuale.

Se per tre anni consecutivi gli utili comunque distribuiti supereranno il 10 per cento, l'Amministrazione postale telegrafica avrà facoltà di procedere ad una congrua riduzione delle tasse e dei contributi spettanti al concessionario.

Per gli introiti realizzati nelle Colonie, il suddetto canone del 3,5 per cento sarà devoluto ai rispettivi Governi.

Il Ministero delle comunicazioni potrà fare eseguire la verifica delle scritture e atti dell'ente concessionario ai fini dell'accertamento del predetto canone.

Art. 29. — Il 10 per cento degli incassi della pubblicità al netto da qualsiasi spesa di produzione dovrà dal concessionario essere accantonato come fondo per le spese di propaganda per lo sviluppo delle radiodiffusioni.

Tale propaganda, che si svolgerà sotto il controllo del Comitato superiore di vigilanza e alla quale potranno contribuire mediante sovvenzioni i vari gruppi interessati (industriali e commercianti, radioamatori, utenti, ecc.), sarà effettuata mediante esposizioni conferenze, pubblicazioni, trattenimenti pubblici, lotterie, ecc., di cui gli utenti fruiranno gratuitamente o con speciali ribassi.

Art. 30. — Al Ministero delle finanze è riservata la facoltà di disporre verifiche sul funzionamento contabile dell'ente concessionario.

Art. 31. — È riservato al Ministero dell'interno di modificare, per motivi di ordine pubblico, quando lo ritenga opportuno e a suo giudizio insindacabile, il piano di massima dei programmi e gli orari.

Per ragioni militari o per gravi ragioni di ordine pubblico, il Governo potrà con decreto Reale, inteso il Consiglio dei Ministri, sospendere o limitare l'esercizio ed eventualmente prendere possesso degli impianti, degli uffici e dei materiali della Società.

Nei casi di assunzione del servizio, all'atto della consegna dell'impianto

sarà redatto un verbale da cui risulti lo stato di conservazione e di funzionamento dell'impianto stesso.

Un altro verbale sarà redatto al momento della riconsegna alla società concessionaria.

Al concessionario sarà accreditato l'importo delle tasse percette durante il periodo suddetto, detratte le spese. Se la sospensione dovesse durare più di sei mesi, sarà garantito dallo Stato al concessionario un utile pari alla media degli utili distribuiti dalla società nei precedenti dalla società nei precedenti tre anni di esercizio, ma limitatamente al capitale corrispondente agli impianti presi in possesso dallo Stato.

Art. 32. — Nei casi di inadempienza da parte del concessionario degli obblighi da esso assunti o di inosservanza delle disposizioni stabilite dalle leggi e dai regolamenti vigenti, come nei casi di arbitraria sospensione del servizio o di gravi e continuative irregolarità accertate e debitamente contestate alla società, saranno applicate dal Ministero delle comunicazioni ammende da un minimo di L. 5000 ad un massimo di L. 20.000.

A giudizio del Ministero, sentito il Consiglio superiore di vigilanza, l'Ente concessionario, ove fosse recidivo in gravi inadempienze, potrà incorrere nella revoca della concessione.

In quest'ultimo caso il deposito cauzionale sarà incamerato senza pregiudizio delle eventuali azioni giudiziarie per danni da intentarsi sia da parte dell'Amministrazione che da parte di terzi.

Licenze-abbonamento per uso delle stazioni riceventi.

Art. 33. — Chiunque detenga un apparecchio atto o adattabile alla ricezione delle radioaudizioni circolari è obbligato a munirsi di regolare licenza abbonamento.

Le licenze abbonamento per le radioaudizioni circolari sono rilasciati dagli uffici postali del Regno dietro pagamento delle tasse all'uopo prescritte.

L'abbonamento deve essere fatto per un anno e può essere pagato subito per intero o in dodici rate mensili.

In quest'ultimo caso insieme alle quote mensili di abbonamento e di licenza l'utente dovrà pagare un diritto di L. 1 per tasse di esazione.

In caso di cambiamento di domicilio, gli utenti che hanno conseguito la licenza abbonamento pagando subito tutta la tassa annuale e che hanno stipulato speciali contratti di abbonamento con l'ente concessionario, dovranno comunicare sollecitamente a quest'ultimo il nuovo indirizzo.

Per gli utenti con pagamento rateale la comunicazione suddetta deve invece essere fatta all'ufficio postale che provvede alla esazione delle quote di abbonamento mensili.

Qualora l'utente non intenda rinnovare l'abbonamento, egli dovrà, almeno un mese prima della scadenza, darne avviso per iscritto e in raccomandazione al concessionario del servizio per le radioaudizioni circolari indicando il numero della licenza abbonamento e l'ufficio postale che l'ha rilasciata.

Il concessionario è tenuto ad informare sollecitamente gli uffici postali interessati delle disdette da esso ricevute. In mancanza di disdetta o in caso di ritardato invio della medesima l'abbonamento si intende tacitamente rinnovato.

Art. 34. — La corrispondenza inviata senza francatura dagli uffici governativi all'ente concessionario dei servizi radioauditivi circolari, dopo d'essere stata munita del contrassegno ufficiale di esenzione, sarà sottoposta a carico del destinatario ad una tassa, pari a quella che avrebbe dovuto esser pagata per la sua francatura.

Art. 35. — Per il servizio di riscossione delle tasse di licenza e delle tariffe di abbonamento l'Amministrazione postale telegrafica lascia a fa-

vore dei titolari degli uffici secondari e delle ricevitorie una quota di centesimi 60 sul diritto fisso di licenza nei casi di pagamento annuale immediato ed una quota di centesimi 40 sulla prima rata nel caso di pagamento rateale.

In quest'ultimo caso ai titolari degli uffici secondari e delle ricevitorie non succursali viene inoltre corrisposto un compenso di centesimi venticinque per ciascuna delle rate mensili riscosse dopo la prima.

All'agente di detti stabilimenti che effettua l'esazione a domicilio spetta per ogni riscossione la quota di cent. 15. Se l'esazione è fatta dal ricevitore, compete al medesimo anche la quota di centesimi 15.

Al portalettere degli uffici delle raccomandate nelle località sede di Direzione provinciale postale telegrafica e a quelli addetti ad uffici principali, viene corrisposta la quota di centesimi 25 per ogni ricevuta effettivamente riscossa.

Art. 36. — Col rilascio delle licenze di esercizio delle stazioni riceventi per le radioaudizioni circolari lo Stato non assume alcuna responsabilità per danni di qualsiasi natura od entità che potessero determinarsi in confronto di chicchessia, per l'impianto e l'esercizio delle stazioni riceventi concesse.

Art. 37. — Il Ministero delle comunicazioni ha facoltà, nei casi di richiesta da parte degli enti assistenziali posti alla dipendenza delle Amministrazioni statali, provinciali e comunali, di accordare ai medesimi l'esonero totale o parziale del pagamento delle tasse ordinarie di abbonamento per le radioaudizioni.

Analoghe facilitazioni possono dal Ministero predetto essere accordate agli enti culturali dipendenti dallo Stato e dalle Provincie.

Art. 38. — Gli uffici postali trasmettono nei primi quindici giorni di ogni mese all'ente concessionario le bollette di esazione mensili di cui non è stata possibile l'esazione.

Le bollette che alla scadenza dell'abbonamento rimarranno insoddisfatte e per le quali il suddetto ente avrà in linea amministrativa esperito inutilmente tutti i mezzi per la loro esazione, saranno al 1° gennaio, 1° aprile, 1° luglio e 1° ottobre di ogni anno trasmesse, accompagnate da un elenco in triplice copia conforme al modulo numero 6 E.I.A.R. annesso al presente decreto, alle Intendenze di finanza per il relativo inoltro ai dipendenti uffici del registro i quali provvederanno alla esazione consegnando le bollette di cui sopra agli abbonati che ne avranno eseguito il pagamento.

Alla scadenza del trimestre successivo alla data di ricezione delle bollette, i predetti uffici del registro restituiranno all'ente concessionario una copia degli elenchi indicati al comma precedente con le annotazioni delle riscossioni effettuate, dalle somme anticipate, per gli atti esecutivi e di cui gli uffici stessi dovranno essere rimborsati, della data e numero dei versamenti eseguiti presso gli uffici postali e infine dei chiarimenti che si riteranno opportuni per le riscossioni non effettuate.

I versamenti delle somme esatte dovranno farsi presso i locali uffici postali (Servizio conti correnti), tenendo presente che di ogni singola quota mensile dovranno essere iscritte L. 6 nel conto corrente postale dell'ente concessionario e L. 1,25 nel conto corrente n. 3/12 dell'Amministrazione postale telegrafica.

Relativamente alle bollette per cui all'epoca della restituzione degli elenchi di cui sopra gli uffici del registro non avranno ancora potuto espletare le pratiche d'esazione, essi dovranno dopo altri tre mesi rimettere all'ente concessionario una seconda copia degli elenchi con le annotazioni relative alle bollette che erano giacenti presso gli uffici stessi, restituendo nel contempo al concessionario le bollette per le quali non sia stata possibile in alcun modo l'esazione.

Licenze per costruttori e commercianti.

Art. 39. — L'obbligo del conseguimento della licenza di costruzione o di vendita di cui agli articoli 3 e 6 del R. decreto-legge 23 ottobre 1925, n. 1917, spetta rispettivamente a tutti coloro, siano essi appartenenti a persone fisiche o a società o ad altri enti qualsiasi, che si occupano abitualmente della fabbricazione o della vendita degli apparecchi radioriceventi o degli organi essenziali soggetti alle tasse di cui all'art. 8 del R. decreto 17 novembre 1927, n. 2207.

Il costruttore che vende al pubblico è tenuto a munirsi tanto della licenza di costruzione che di quella di vendita.

L'obbligo della duplice licenza di cui al capoverso precedente ricorre altresì a coloro che fanno abitualmente commercio per proprio conto di apparecchi radioriceventi da essi montati.

Art. 40. — I rappresentanti di commercio che per conto di case costruttrici o di negozianti vendono al minuto gli apparecchi o le parti essenziali di cui all'articolo precedente, debbono possedere anche essi regolare licenza di vendita. Tale licenza non è invece obbligatoria per i rappresentanti incaricati del commercio all'ingrosso degli apparecchi o del relativo montaggio per conto di case costruttrici o di negozianti.

In luogo della licenza essi dovranno però poter dimostrare la loro qualità ed essere muniti di copia della licenza di costruzione o di vendita concessa alla ditta da loro rappresentata.

Art. 41. — Le domande per ottenere le licenze di costruzione o di vendita debbono essere trasmesse al Ministero delle comunicazioni (Direzione generale delle poste e dei telegrafi). Unitamente alle domande dovranno essere inviate le bollette attestanti l'eseguito pagamento all'ufficio del registro della prescritta tassa di licenza ed una marca da bollo da L. 3.

Coloro che vendono al pubblico apparecchi radioelettrici atti o adattabili alle ricezioni debbono dimostrare altresì di essere in possesso della licenza abbonamento alle radioaudizioni circolari, indicando il numero di detta licenza, nonchè quello della Provincia in cui la medesima è stata rilasciata. L'abbonamento dovrà essere pagato subito per l'intiero anno.

Le licenze di vendita hanno validità soltanto per l'anno solare in cui vengono rilasciate.

Coloro che vogliono ottenere la licenza di costruzione debbono, se iscritti al Consiglio provinciale dell'economia, unire alla domanda anche il certificato comprovante detta iscrizione.

Le licenze di costruzione durano un anno con decorrenza dal giorno in cui vengono concesse.

Col rilascio delle licenze per costruzione il Ministero delle comunicazioni non assume alcuna responsabilità in ordine alle eventuali infrazioni di brevetti nelle quali i costruttori potessero incorrere.

Art. 42. — Nelle domande di cui al precedente articolo dovranno essere indicati il domicilio del richiedente, l'ubicazione degli stabilimenti di produzione o dei locali di vendita o di deposito e dovrà dichiararsi se la vendita viene fatta all'ingrosso o al minuto.

Art. 43. — In eccezione a quanto è stabilito dall'art. 41 le domande di licenza di costruzione di coloro che risiedono nelle località delle Provincie contemplate dai Regi decreti-legge 3 settembre 1926, n. 1062, e 29 dicembre 1927, n. 2568, dovranno essere inviate al Ministero delle comunicazioni (Direzione generale delle poste e dei telegrafi) per il tramite delle Prefetture aventi giurisdizione sulle località predette.

Art. 44. — Il commerciante che possiede vari magazzini di vendita al pubblico dovrà munirsi della licenza di vendita per ogni singolo magazzino. Se la vendita concerne apparecchi radioelettrici atti o adattabili

alla ricezione, egli dovrà pure conseguire tante licenze abbonamento, quanti sono i detti magazzini.

Art. 45. — Per la rinnovazione delle licenze di costruzione e di vendita occorre che gli interessati trasmettano, non oltre il mese di scadenza, le licenze stesse al Ministero delle comunicazioni (Direzione generale poste e telegrafi) corredandole di tutti i documenti, eccezion fatta per il certificato di iscrizione al Consiglio provinciale dell'economia, indicati all'articolo 41 e fornendo tutte le notizie di cui all'art. 42.

Coloro che risiedono nelle Provincie di cui all'art. 43 dovranno fare invio della licenza a mezzo della Prefettura da cui dipendono.

Prima dell'invio della licenza per la rinnovazione gli interessati dovranno prendere nota su apposito foglio del numero e della data di emissione della licenza, indicando altresì il numero e la data della bolletta comprovante il pagamento della tassa di rinnovazione, nonchè l'ufficio del registro presso cui tale pagamento è stato eseguito.

Art. 46. — Per gli scopi di cui all'ultimo capoverso del precedente art. 40 i costruttori e i commercianti di apparecchi radioriceventi possono ottenere dal Ministero delle comunicazioni (Direzione generale delle poste e dei telegrafi) una o più copie della licenza di costruzione o di vendita ad essi rilasciata. Essi debbono all'uopo inviare domanda al predetto Ministero unendo un vaglia di servizio da L. 3 intestato al cassiere provinciale delle poste e dei telegrafi di Roma per tassa amministrativa e trasmettendo altresì tanti fogli bollati da L. 4, quante sono le copie occorrenti.

Art. 47. — I commercianti indicati al secondo capoverso dell'art. 41 dovranno tenere esposta nell'interno dei negozi o magazzini di vendita la licenza di cui sono provvisti. Durante il periodo occorrente per la rinnovazione di cui all'art. 45 dovrà in luogo della licenza essere esibito il foglio indicato all'ultimo comma dell'articolo stesso.

Ai costruttori e commercianti è fatto inoltre obbligo, nel caso che essi vogliano dare notizia a scopo di pubblicità della licenza di cui sono ogni possesso, di indicarne sempre l'oggetto (costruzione o vendita).

Art. 48. — Le licenze per costruzione, vendita od uso di apparecchi riceventi per radioaudizioni possono essere sospese o revocate senza diritto ad alcun indennizzo per ragioni di pubblica sicurezza o d'ordine militare e nel caso in cui siano state accertate e definite in via giudiziaria o in via amministrativa due contravvenzioni con la condanna del contravventore.

Norme per l'applicazione delle tasse sul materiale radioricevente e contabilità relativa:

Art. 49. — Le tasse per gli apparecchi riceventi a valvola e a cristallo stabilite ai commi *a*) e *b*) dell'art. 8 del R. decreto-legge n. 2207 del 17 novembre 1927 si applicano sui complessi già montati e che contengono i vari organi occorrenti per la completa realizzazione di determinati schemi di apparati riceventi per radioaudizioni.

Le valvole termoioniche, gli altoparlanti e i ricevitori sono però da considerarsi all'infuori di detti complessi e quindi sono soggetti, anche se uniti agli apparecchi riceventi, alle tasse prescritte per tali organi. Sono del pari tassabili a parte, anche se a corredo degli apparecchi, gli eventuali organi intercambiabili o supplementari soggetti a tassa.

Tutti gli apparecchi per i quali si applicano le tasse di cui ai predetti commi *a*) e *b*) debbono essere muniti dei relativi schemi.

Se invece degli apparecchi riceventi completi di cui ai commi *a*) e *b*) del precitato articolo trattasi di dispositivi costituiti in tutto o in parte dei materiali specificati agli altri commi del menzionato art. 8 sarà ap-

plicata per ciascuno di essi la tassa rispettivamente indicata nell'articolo stesso.

Qualora in detti dispositivi esistano complessi di condensatori variabili inseriti in differenti sezioni del circuito dovranno ad essi applicarsi, anche se comandati da un unico organo, tante tasse quanti sono i singoli condensatori costituenti.

Le eventuali contestazioni in ordine alla applicazione delle tasse sono definite dal Ministero delle finanze secondo la procedura stabilita dal testo unico della legge per la risoluzione delle controversie doganali e relativo regolamento.

Art. 50. — Nel registro di carico e scarico prescritto dall'art. 5 del R. decreto-legge 22 ottobre 1925, n. 1917, il costruttore porterà a carico gli apparecchi completi e gli organi soggetti a tassa da esso costruiti tenendo distinti i materiali a seconda delle tasse da cui sono gravati.

Nel registro stesso dovranno inoltre essere specificate a parte le quantità dei condensatori e trasformatori soggetti a tassa impiegate nella costruzione degli apparecchi riceventi.

Per lo scarico delle partite esitate dovranno nel registro medesimo essere indicati i materiali spediti o consegnati, la loro qualità, ed ove trattisi di vendita, il numero della relativa fattura, le date di consegna o di spedizione ed infine il nome, cognome, paternità e domicilio del consegnatario o destinatario.

Art. 51. — I commercianti non costruttori di materiali hanno l'obbligo di tenere soltanto il registro di carico che però dovrà risultare conforme a quanto è prescritto dall'art. 6, ultimo capoverso, del R. decreto-legge n. 1917 del 23 ottobre 1925.

Detto registro dovrà contenere la indicazione dei materiali distinti a seconda delle rispettive tasse, la quantità dei materiali stessi, il numero e la data della fattura e l'importo delle tasse pagate.

Art. 52. — I registri di cui agli articoli precedenti debbono prima del loro uso essere numerati e vidimati dall'Ufficio tecnico di finanza.

Entro il mese di gennaio di ciascun anno i registri predetti sono vidimati dall'Ufficio tecnico di finanza con la dichiarazione dei fogli usati e di quelli rimasti ancora in bianco.

I registri debbono essere conservati per un periodo di cinque anni.

Art. 53. — Per ogni vendita di apparecchi o di parti sottoposte a tasse i costruttori debbono, in base all'art. 5 del R. decreto-legge n. 1917 del 23 ottobre 1925, redigere e rilasciare, all'atto della consegna o della spedizione dei materiali, regolare fattura in duplice esemplare.

Su tale fattura devono essere indicati distintamente a seconda delle tasse da cui sono gravati i materiali venduti e la loro quantità.

Può tenere luogo del secondo esemplare della fattura la registrazione sul libro di carico e scarico.

Art. 54. — Le tasse per i metalli costruiti in Italia saranno pagate dal costruttore all'atto del passaggio della merce ai rivenditori.

Tale pagamento dovrà effettuarsi mediante apposite marche a doppia sezione da applicarsi e da annullarsi a cura della parte creditrice.

L'applicazione delle marche deve essere fatta in modo che la sezione della marca con l'Effigie sovrana aderisca alla fattura destinata all'acquirente, mentre l'altra sezione deve apporsi sulla copia della fattura o sul registro di carico e scarico.

L'annullamento delle marche deve farsi con la perforazione o con la scritturazione od impressione ad inchiostro grasso di identica data per ciascuna sezione della marca nei due esemplari.

Con le stesse modalità devono essere pagate le tasse per le eventuali vendite di apparecchi o parti di apparecchi eseguite direttamente dai fabbricanti ai privati compratori.

Art. 55. — Per le merci importate dall'estero e soggette alle tasse di cui all'articolo 8 del precitato R. decreto-legge 17 novembre 1927, numero 2207, gli importatori hanno l'obbligo di specificare nella prescritta dichiarazione doganale il numero e la qualità dei materiali e, ove trattisi degli apparecchi riceventi contemplati al 1° capov. dell'art. 49 di indicare anche il relativo prezzo di fattura.

Le tasse per le merci sopra indicate sono corrisposte mediante versamento diretto alla dogana.

Art. 56. — Le disposizioni di cui ai precedenti articoli non sono applicabili nel caso di passaggio di merce fra le ditte costruttrici e loro filiali e succursali purchè queste ultime agiscano in nome e per conto delle ditte di cui fanno parte e risultino da regolare atto pubblico o da altro documento autentico.

In tal caso basterà che il passaggio della merce sia debitamente annotato tanto nei registri a carico e scarico delle ditte costruttrici che delle rispettive filiali e succursali, spettando poi a queste ultime l'obbligo di osservare all'atto della vendita dei materiali le norme circa il pagamento delle tasse di cui sopra è menzione.

Art. 57. — Sono esenti dalle tasse prescritte dall'art. 8 del R. decreto-legge 17 novembre 1927, n. 2207, i materiali esportati all'estero direttamente dai costruttori.

Sono del pari esenti le esportazioni alle quali i fabbricanti nazionali provvedono con l'intervento di esportatori a condizione che i detti materiali vengano spediti con fattura o polizza intestata all'esportatore in un deposito franco o punto franco del Regno o esportati con bolletta di esportazione.

Le suddette esenzioni si applicano altresì agli apparecchi ed accessori destinati ad uso delle Amministrazioni statali.

Tali circostanze dovranno risultare da documenti probatori. I casi controversi saranno risolti inappellabilmente dall'Amministrazione delle poste e dei telegrafi.

Art. 58. — I materiali tassabili in transito attraverso il Regno o che provenienti dall'estero siano in viaggio verso porti italiani, ovvero depositati nei luoghi soggetti a vigilanza doganale, sono esenti dalle tasse.

Ove però i detti materiali vengano importati, all'atto della loro importazione o della loro uscita dai luoghi soggetti a vigilanza doganale per la introduzione del Regno, dovrà essere redatta regolare fattura da assoggettarsi a tassa a cura dell'effettivo importatore.

Art. 59. — Il prezzo di vendita al minuto degli apparecchi radioriceventi e relativi organi dev'essere stabilito in modo che nel prezzo siano già incluse le varie tasse da cui i materiali sono gravati.

Art. 60. — Per i casi non contemplati dai precedenti articoli potranno, in quanto siano applicabili, valere le stesse norme in vigore per le tasse sugli scambi.

Ai costruttori e agli importatori è applicabile nei casi di omesse o inesatte indicazioni circa i materiali soggetti a tassa la pena pecuniaria da L. 100 a L. 1000 stabilita dall'art. 21 del R. decreto-legge 23 ottobre 1925, n. 1917.

Norme per l'applicazione dei contributi fissi obbligatori.

Art. 61. — Il contributo annuo fisso di abbonamento obbligatorio dovuto dai Comuni viene riscosso dagli uffici del registro in base a decreti di assegnazione e ruoli compilati annualmente dalle Intendenze di finanza.

A tale scopo le Intendenze entro il mese di dicembre accertano la popolazione legale esistente in ogni comune secondo l'ultimo censimento, emettono per ciascuno di essi un decreto conforme al Mod. n. 3 E.I.A.R.

allegato al presente regolamento, con la indicazione della tassa dovuta e compilano gli appositi ruoli distintamente per ciascuna ufficio del registro esistente nella propria circoscrizione.

Ciascun ruolo deve contenere l'indicazione del Comune debitore, la categoria secondo la popolazione legale accertata e il contributo dovuto.

I decreti ed i ruoli devono essere trasmessi non più tardi della fine del mese di dicembre, agli uffici del registro per la riscossione.

Art. 62. — Agli effetti della classificazione i Comuni sono distinti nella categorie seguenti:

1ª	cat.	da	1001	a	3000	abitanti
2ª	»	»	3001	»	5000	»
3ª	»	»	5001	»	7500	»
4ª	»	»	7501	»	10000	»
5ª	»	»	10001	»	15000	»
6ª	»	»	15001	»	20000	»
7ª	»	»	20001	»	30000	»
8ª	»	»	30001	»	40000	»
9ª	»	»	40001	»	50000	»
10ª	»	»	50001	»	75000	»
11ª	»	»	75001	»	100000	»
12ª	»	»	100001	»	150000	»
13ª	»	»	150001	»	200000	»
14ª	»	»	200001	»	350000	»
15ª	»	»	350001	»	500000	»
16ª	»		oltre	i	500000	»

Art. 63. — Il contributo annuo fisso di abbonamento obbligatorio dovuto dagli alberghi di lusso di prima, seconda e terza categoria, dagli stabilimenti termali ed idroterapici, dagli stabilimenti marittimi, kursaal, cinematografi, associazioni, circoli, clubs, viene pure riscosso dagli uffici del registro in base a decreti e ruoli compilati annualmente dalle Intendenze di finanza su denuncia degli interessati controllata dagli uffici predetti.

Per le denunzie e la riscossione dei contributi si osservano le norme stabilite negli articoli seguenti.

Art. 64. — Le denunzie di cui all'articolo precedente debbono essere presentate all'ufficio del registro entro il 15 novembre e devono contenere oltre il nome, cognome e domicilio del proprietario o esercente, le seguenti indicazioni:

a) per gli alberghi, il nome, l'ubicazione e la classe alla quale appartengono;

b) per gli stabilimenti termali ed idroterapici, l'indicazione dei singoli stabilimenti e la precisa natura ed ubicazione di ciascuno di essi;

c) per gli stabilimenti balneari marittimi, il nome, la loro ubicazione e il numero delle cabine che saranno poste in uso nella stagione balneare;

d) per i cinematografi e kursaal, il nome, l'ubicazione e il reddito lordo di ricchezza mobile accertato per l'anno nel quale si fa denuncia e risultante da apposito certificato in carta libera, rilasciato dall'Ufficio distrettuale delle imposte.

e) per le associazioni, circoli e clubs, il nome, l'ubicazione, la natura e la finalità che essi si propongono.

Per gli enti indicati nel presente articolo, che abbiano già scontata la tassa nell'anno precedente, la mancata presentazione delle denunzie equivale a conferma di quella precedente.

Art. 65. — Le associazioni, i circoli e i clubs aventi scopi unicamente culturali o sportivi ed i circoli di carattere unicamente religioso, per go-

dere della esenzione del contributo fisso sancita dall'art. 14 del R. decreto-legge 17 novembre 1927, n. 2207, devono presentare all'ufficio del registro un certificato della autorità di pubblica sicurezza dal quale risulti tale loro qualità. Nel caso che i detti enti vogliano fruire del servizio di radioaudizione circolare, dovranno munirsi della ordinaria licenza abbonamento.

Art. 66. — Analogamente alle facilitazioni contemplate al precedente art. 37 il Ministero delle finanze di accordo con quello delle comunicazioni potrà concedere la esenzione dal contributo contemplato all'art. 14 del succitato R. decreto-legge 17 novembre 1927, n. 2207, oltre che alle associazioni, circoli e clubs di cui al comma 6° di detto articolo, anche alle associazioni assistenziali erette in ente morale o comunque riconosciute dallo Stato.

In tal caso, ove le associazioni che hanno ottenuto l'esonero dal contributo di cui sopra intendano fruire delle radioaudizioni, dovranno munirsi della ordinaria licenza abbonamento.

Art. 67. — Per gli alberghi, stabilimenti, cinematografi, kursaal, associazioni, circoli e clubs che si aprono durante l'anno la denuncia deve essere fatta entro il primo mese della loro apertura.

Il contributo annuo decorre dal 1° luglio dello stesso anno se l'apertura avviene nel primo semestre e in tal caso viene ridotto in ragione di sei dodicesimi.

Decorre invece dal 1° gennaio dell'anno successivo se l'apertura avviene entro il secondo semestre.

Art. 68. — Per gli stabilimenti termali ed idroterapici il contributo è dovuto per ogni stabilimento anche se due o più di essi appartengono allo stesso proprietario o sono eserciti da una sola persona.

Il contributo annuo per i detti stabilimenti e per quelli balneari è dovuto in misura intera anche se gli stabilimenti vengono aperti entro l'anno.

Art. 69. — Ricevute le denunzie, l'ufficio del registro ne controlla l'esattezza sulla base delle informazioni che potrà avere dalle Prefetture, dai Comuni, dalla Autorità di pubblica sicurezza, dalle Capitanerie di porto, dai Comandi della Regia guardia di finanza o in altro modo, compila di ufficio la denunzia per coloro che abbiano omesso di farla e trasmette subito gli atti alla Intendenza di finanza.

Qualora il procuratore del registro ritenga non accettabile la denuncia fatta, provvede alla necessaria rettifica e ne dà partecipazione all'interessato, il quale entro il termine di 20 giorni dalla notificazione può produrre apposito reclamo alla Intendenza di finanza. Tale termine vale altresì per ricorrere nel caso di denuncia fatta d'ufficio dal procuratore del registro.

In mancanza di reclamo la rettifica dell'ufficio del registro rimane definitiva.

Art. 70. — L'Intendenza di finanza, ricevute le denuncie, provvede alla emissione in conformità dell'annesso modello n. 1 E.I.A.R. dei decreti di assegnazione per coloro la cui denunzia è stata riconosciuta accettabile, per quelli i quali è stata fatta di ufficio dal procuratore del registro e per categoria di contributi (vedasi annesso modello n. 4 E.I.A.R.) i ruoli indicando, in distinte colonne, il nome, cognome, paternità e domicilio del debitore, l'albergo, lo stabilimento, ecc., soggetto al contributo e l'importo di questo.

Contemporaneamente o successivamente decide sui ricorsi presentati dandone partecipazione agli interessati, dopo di che emette anche per questi il decreto di assegnazione e li iscrive nei ruoli suddetti o in ruoli supplettivi.

La decisione dell'Intendenza, di cui al comma precedente, è definitiva, e quindi contro di essa non è ammesso ricorso gerarchico al Ministero.

Art. 71. — I decreti ed i ruoli di cui all'articolo precedente debbono

essere trasmessi non più tardi del 31 dicembre agli uffici del registro, i quali alla loro volta avvertono subito gli interessati e provvedono alla riscossione del contributo in due rate semestrali entro i mesi di gennaio e luglio con rilascio di bollette modello 72-A, prendendone nota nelle apposite colonne del ruolo.

Il provento dei contributi deve essere imputato ad apposito capitolo del bilancio.

Il decreto deve essere rilasciato all'interessato contemporaneamente al pagamento della prima rata.

In caso di mancato pagamento di una o di entrambe le rate del contributo, l'ufficio del registro, procede coattivamente a norma della legge 28 dicembre 1908, n. 797.

Art. 72. — In caso di omessa o inesatta iscrizione nei ruoli principali le intendenze procedono al ricupero dei contributi dovuti mediante ruoli supplettivi previa emissione o rettificazione degli appositi decreti.

In tale caso il contributo deve essere pagato per la metà entro il mese di luglio e per l'altra metà entro il mese di dicembre.

Eguale procedura deve seguirsi per i contributi dovuti in dipendenza di apertura di esercizio durante l'anno.

Art. 73. — Per la scritturazione dei decreti e dei ruoli le Intendenze di finanza possono giovarsi del personale dipendente dall'ente concessionario, il quale dovrà fornirlo gratuitamente.

Qualora il concessionario non abbia personale disponibile nel luogo dove risiede l'Intendenza, questa dovrà provvedervi in altro modo a spese dell'ente concessionario.

Art. 74. — I rimborsi di contributi pagati in più del dovuto per errori materiali, duplicazioni, assegnazioni a categoria diversa e simili saranno effettuati dalle Intendenze di finanza con le modalità stabilite per i rimborsi di tasse sugli affari.

Di tali rimborsi si dovrà tener conto, nei riguardi dell'ente concessionario, nel conguaglio da effettuarsi alla fine di ogni esercizio degli acconti bimestrali pagati a norma dell'art. 16 del R. decreto-legge 17 novembre 1927, n. 2207.

Art. 75. — Per le controversie che sorgessero relativamente alla applicazione del contributo fisso di abbonamento obbligatorio si applicheranno le disposizioni dell'art. 11 della legge tributaria sulle concessioni governative 30 dicembre 1923, n. 3279, e dell'art. 1 del R. decreto-legge 10 novembre 1924, n. 2107.

Art. 76. — Per la omessa o ritardata denunzia e per ogni altra trasgressione alle norme per i contributi di cui ai precedenti articoli è dovuta una pena pecuniaria da L. 100 a L. 1000.

La procedura per l'accertamento e la definizione delle contravvenzioni è regolata dal R. decreto 25 marzo 1923, n. 796, e dal R. decreto-legge 26 febbraio 1928, n. 411.

Per il riparto delle pene pecuniarie si applicano le disposizioni dell'art. 33 della legge tributaria sulle concessioni governative 30 dicembre 1923, n. 3279.

Norme per il conguaglio delle tasse sui materiali e dei contributi obbligatori.

Art. 77. — Entro il mese successivo alla chiusura dell'esercizio finanziario il Ministero delle finanze accerterà l'importo delle tasse sui materiali radioelettrici riscosse a mezzo di marche, nonchè di quello introitato dalle dogane e in base a tale accertamento il Ministero stesso eseguirà il conguaglio degli acconti bimestrali pagati a norma dell'art. 16 del R. decreto-legge 17 novembre 1927, n. 2207.

Altrettanto dicasi per il conguaglio relativo ai contributi obbligatori.

Norme tecniche relative agli impianti radioriceventi.

Art. 78. — Nell'impianto e nell'uso degli aerei delle stazioni radioelettriche destinate alla ricezione delle radiotrasmissioni circolari gli utenti sono tenuti ad adottare sotto la loro responsabilità tutti i mezzi consigliati dalla tecnica e dalla pratica ai fini della sicurezza dell'impianto e del suo regolare funzionamento e perchè, anche nel caso della vicinanza di altri impianti elettrici, non possa essere arrecato alcun danno nè alle persone, nè alle cose.

Senza pregiudizio delle altre prescrizioni di carattere generale e locale cui l'utente deve uniformarsi, egli avrà inoltre l'obbligo di attenersi alle disposizioni che seguono.

a) gli aerei non potranno essere tesi sopra aree pubbliche o di uso pubblico, salvo i casi in cui sia stato rilasciato regolare nulla osta dalle competenti autorità e dagli altri enti interessati e sempre che vengano osservate le norme imposte dai regolamenti locali;

b) l'incrocio di fili d'aereo con linee ad alta tensione o a corrente forte è proibito.

Nel caso della vicinanza di dette linee gli aerei debbono essere costruiti in modo che a causa della eventuale rottura del filo non possa assolutamente verificarsi alcun contatto.

La distanza orizzontale tra le linee e l'aereo non dovrà comunque essere inferiore a 10 metri;

c) per le linee telegrafiche e telefoniche si prescrive quanto segue:

1° gl'incroci debbono essere quanto più è possibile ad angolo retto od in ogni caso ad un angolo non inferiore a 60° e ad una distanza verticale di almeno un metro;

2° i parallelismi debbono essere evitati. Se ciò non è assolutamente possibile, l'aereo dovrà essere costruito in modo che tra esso e la linea interceda una distanza orizzontale di almeno 5 metri;

3° se a causa della rottura dei fili di aereo è possibile un contatto fra essi e la linea, l'aereo dovrà essere costituito da filo Hackethal isolato in gomma;

d) la distanza fra i sostegni dell'aereo non potrà superare i 30 metri nel caso di aerei a più fili, nè i 50 nel caso di aerei monofilari;

e) i sostegni dell'aereo non dovranno avere una altezza maggiore di 8 metri se collocati su tetti di edificio o su terrazze. I supporti, gli ancoraggi e le pennole debbono essere fissati solidamente ed essere sufficientemente robuste per resistere allo sforzo massimo cui il materiale può essere assoggettato.

Inoltre dovranno soddisfare alle condizioni che seguono:

1° i sostegni saranno sistemati in modo che essi possano conservare la loro posizione primitiva, e ciò anche nel caso che siano assoggettati ai massimi sforzi;

2° si dovrà evitare possibilmente d'impiegare sostegni in legno. Ove poi si dovesse ricorrere a tale impiego, i sostegni dovranno essere di legname duro. Usando sostegni in ferro o in acciaio si dovrà curare che essi siano ben protetti contro la ruggine.

Se, come è preferibile, vengono impiegati pali tubolori, essi dovranno avere lo spessore di almeno 1 mm. e un diametro esterno non inferiore a 20 mm.:

f) gli aerei dovranno essere costruiti in modo da non pregiudicare il funzionamento delle antenne già installate e da non impedire per quanto è possibile l'erezione di future antenne.

Se due aerei a T od a L sono vicini, la distanza delle parti contigue e parallele non deve essere inferiore a 5 metri.

Se vi sono dei punti di incrocio, la distanza fra tali punti dev'essere di almeno due metri;

g) i fili utilizzati per la costruzione degli aerei dovranno essere esenti da nodi e da giunti. Detti fili potranno essere di rame indurito, di bronzo fosforoso e d'alluminio e dovranno avere un diametro corrispodente ai valori di cui in appresso.

1° per aerei a un sol filo:

Diametro del filo di rame indurito da mm. 2 a mm. 3.

Diametro del filo di bronzo fosforoso da mm. 1,5 a mm. 3.

Diametro del filo di alluminio da mm. 3 a mm. 4.

2° per condutture a più fili:

Diametro di un filo elementare di rame indurito o di bronzo fosforoso da mm. 0,2 a mm. 0,4.

Diametro di un filo elementare di alluminio da mm. 0,4 a mm. 0,7.

La coda d'aereo dovrà seguire la via più breve. Saranno da evitarsi quanto più è possibile i tratti tortuosi e gli angoli vivi.

Inoltre dovranno osservarsi anche per la coda d'aereo le norme già indicate relativamente agli incroci e ai parallelismi;

h) gl'isolatori da impiegarsi per l'isolamento dei fili e della coda d'aereo dovranno essere adatti allo scopo ed essere sufficientemente robusti per resistere allo sforzo massimo cui il materiale può essere assoggettato.;

i) è vietato l'attacco ai sostegni delle linee telegrafiche e telefoniche ed in massima ai sostegni adibiti ad altri usi;

l) deve essere predisposto il collegamento dell'aereo alla terra servendosi all'uopo di apposito commutatore. A scopo di sicurezza dovrà inoltre essere provveduto per l'inserzione a mezzo del predetto commutatore di un fusibile a non meno di 6 ampère e di uno scaricatore per le sovratensioni;

m) non può essere collocato che un solo aereo esterno per ogni licenza abbonamento;

n) per l'impianto degli aerei l'utente dovrà ottenere il consenso del proprietario dello stabile o dei condomini.

Nessuna restrizione è posta per gli aerei interni e a telaio.

Art. 79. — Gli apparecchi destinati alla ricezione delle radiotrasmissioni circolari dovranno soddisfare alle seguenti condizioni:

1° gli schemi degli apparecchi a cristallo, anche se seguiti da uno o più stadi di amplificazione a bassa frequenza, non sono soggetti ad alcuna restrizione;

2° lo stesso dicasi per gli apparecchi a valvola facenti uso di antenna interna o di telaio;

3° nella ricezione con aereo esterno gli utenti dovranno, per evitare disturbi agli altri apparecchi riceventi, usare soltanto quei dispositivi che non diano luogo a sensibili oscillazioni sull'aereo. In caso contrario il Ministero delle comunicazioni, su ricorso degli interessati o del concessionario dei servizi di radioaudizione circolare, potrà ordinare la rimozione dell'aereo da eseguirsi in base a decreto prefettizio.

Norme circa le contravvenzioni.

Art. 80. — Per le contravvenzioni accertate da tutti i funzionari ed agenti di cui all'art. 16 del R. decreto-legge 23 ottobre 1925, n. 1917, nonchè dagli ufficiali, sottufficiali e militi della Milizia volontaria per la sicurezza nazionale, spetta agli scopritori la quota corrispondente ai due terzi dell'ammontare netto delle pene pecuniarie riscosse.

Le quote sulle pene pecuniarie per contravvenzioni accertate dai militi della Regia guardia di finanza debbono nei modi consueti essere dal

contabile versate alla fine di ogni mese in Tesoreria con imputazione al capitolo del bilancio della massa della Regia guardia di finanza.

Disposizioni transitorie.

Art. 81. — Le denunzie relative all'applicazione per l'anno 1928, dei contributi di cui agli articoli 14, 15 e 16 del R. decreto-legge 17 novembre 1927, n. 2207, dovranno essere presentate, unitamente alle denunzie per l'anno 1928, entro un mese dalla pubblicazione del presente decreto nella *Gazzetta Ufficiale* del Regno.

I contributi suddetti e quelli dovuti dai Comuni per l'anno 1928 dovranno essere pagati unitamente a quelli per l'anno 1929 nei termini fissati dall'art. 71.

Art. 82. — I commercianti di cui all'art. 51 ai quali fosse stato consentito di ritardare il pagamento delle tasse dovute su materiali riconosciuti di tipo antiquato o fuori uso esistenti nei loro magazzini all'atto della denuncia contemplata all'art. 26 del R. decreto-legge 17 novembre 1927, n. 2207, hanno l'obbligo di tenere oltre al registro di carico anche quello di scarico nel quale dovranno ai fini della corresponsione delle tasse, da effettuarsi giusta le prescrizioni di cui all'art. 54, essere annotate le eventuali vendite dei materiali sopra indicati.

Visto: d'ordine di Sua Maestà il Re:

Il Ministro per le finanze: MOSCONI.

Il Ministro per le comunicazioni: CIANO.

Ecco un

TELEFUNKEN 10

il ricevitore a 3 valvole popolarissimo,

alla portata di tutte le tasche!

Questo apparecchio possiede 10 pregi:

grazioso aspetto esterno - facile manovra - campo d'onda aumentabile a volontà - ricezione tanto della locale, quanto di stazioni lontane - buona selettività - purezza di suono - usabile come amplificatore grammofonico - facile uso con alimentazione di placca - prezzo ottimo - un vero prodotto TELEFUNKEN.

LISTINI E PROSPETTI A RICHIESTA

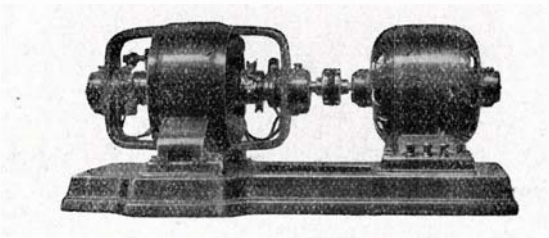
"SIEMENS" Soc. An.

Reparto Vendita Materiale Radio

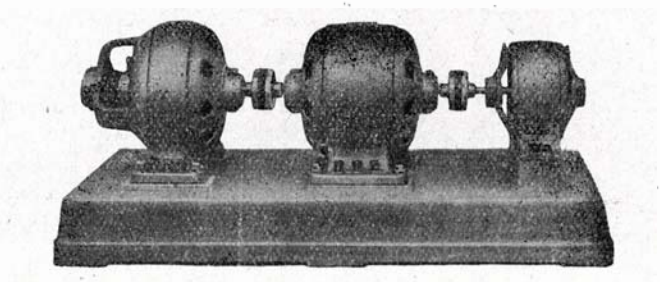
Via Lazzaretto, 3 MILANO

MARELLI

MACCHINARIO SPECIALE
PER RADIOTRASMISSIONE



GRUPPI CONVERTITORI - MOTORI
DINAMO - ALTERNATORI
GENERATORI AD ALTA TENSIONE
SURVOLTORI - TRASFORMATORI
ELETTROPOMPE - VENTILATORI



ERCOLE MARELLI & C. - S. A. - MILANO

Corso Venezia, 22 : : : Casella Postale 1254

QUALUNQUE CONSULENZA DI RADIO

QUALUNQUE PROGETTO
PER IMPIANTI DI
TRASMISSIONE E DI
... RICEZIONE ...

"Radiogiornale" - Milano

Viale Bianca Maria, 24

Presso l'

AMERICAN RADIO Co.

Soc. An. Italiana

Gall. Vitt. Emanuele, 92 - MILANO - Tel. 80-434

I migliori impianti radioriceventi Americani, ultrapotenti, alimentati direttamente dalla corrente della luce elettrica, senza aereo o telaio.

Alimentatori Kodel per elettrificare gl'impianti esistenti, sia a valvole Europee che Americane.

Unità rettificatrici **KUPROX** per la carica di accumulatori ed applicazioni industriali diverse

Parti staccate per la costruzione di alimentatori, caricatori, ecc.

UNDA

Soc. a. g. l.

DOBBIACO

Apparecchi
Condensatori
Interruttori
Reostati
Scatole di montaggio
Amplificatori
Trasformatori per media frequenza

TH. MOHWINCKEL

MILANO (112)

Fonotron

COSTRUITA IN ITALIA

Una grande orchestra senza esecutori

Una grande orchestra a buon mercato

INDISPENSABILE PER ALBERGHI, CINEMATOGRAFI, LOCALI DI DIVERTIMENTI

INTENSITÀ ENORME - NESSUN FRUSCIO - SUONI ARMONIOSI - MOBILE DI LUSSO IN RADICA - NESSUNA BATTERIA - ALIMENTAZIONE DALLA RETE

"FONOTRON,, - solo grammofono

"FONOTRON,, - radio e grammofono

Mario Allamel - Via Monte Napoleone, 29 - **Milano**

Telefono 71-182 e 71-733

PRESSO L'

ANGLO AMERICAN RADIO

VIA S. VITTORE AL TEATRO, 19
TELEFONO N. 36-266
MILANO

TROVERETE TUTTO IL MATERIALE DI CLASSE PER REALIZZARE I CIRCUITI DESCRITTI IN QUESTO VOLUME

TUTTO IL NOSTRO MATERIALE È REGOLARMENTE ESAMINATO DAL LABORATORIO DELLA **RADIO PER TUTTI**

IL CATALOGO DI CIRCA **100** PAGINE CONTENENTE **30** SCHEMI DI MONTAGGIO MODERNISSIMI CON DETTAGLIATE ISTRUZIONI E PIÙ DI **200** ILLUSTRAZIONI, VIENE SPEDITO A RICHIESTA CONTRO RIMESSA DI LIRE DUE IN FRANCOBOLLI PER SPESE POSTALI.

(mensile - fondato nel 1923)

Organo Ufficiale della Associazione Radiotecnica Italiana

Direttore: Ing. ERNESTO MONTÙ

MILANO - Viale Bianca Maria, 24 - MILANO

Il Radiogiornale fu la prima Rivista di Radio pubblicata in Italia ed è largamente diffusa tra i migliori radiodilettanti. - Tratta in modo semplice e chiaro i problemi della radiotrasmissione e ricezione ed è indispensabile a chi voglia tenersi al corrente di tutto il progresso della materia.

Abbonamento per 12 numeri: Italia e Colonie L. 30.— Estero L. 40.—

Numero separato L. 3.— - Estero L. 4.— - Arretrato L. 3,50

Associazione ARI e abbonamento accumulativo Radiogiornale - Radioorario Lire 60.— annue (per l'Italia e Colonie).

Associazione Radiotecnica Italiana

Presidente Onorario: Sen. G. MARCONI

Sezione Italiana della International Amateur Radio Union (I.A.R.U.)

MILANO

Segreteria Generale: Viale Bianca Maria N. 24

Ogni dilettante italiano, tanto di trasmissione come di ricezione ha l'obbligo e l'interesse di iscriversi a una Associazione che ha i seguenti scopi:

a) Riunire ed organizzare i dilettanti, gli studiosi, i tecnici, gli industriali e i commercianti radio;

b) Costituire un organo di collegamento tra i Soci e gli Enti Statali;

c) Tutelare gli interessi dei singoli Soci nei riguardi dei servizi delle radioaudizioni cirolari; dell'incremento degli studi scientifici promuovendo esperimenti e prove; dello sviluppo tecnico e commerciale dell'industria radio;

d) Porsi in relazione con le analoghe Associazioni estere;

e) Distribuire ai Soci l'Organo Ufficiale della Associazione.

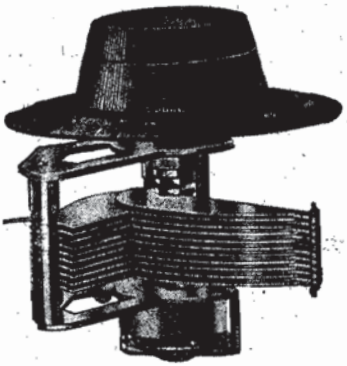
La quota di Associazione è di **L. 40** per l'Italia e di **L. 50** per l'Estero e dà diritto a ricevere per un anno l'Organo Ufficiale, il Radiogiornale, ad usufruire degli importanti sconti concessi dalle primarie Ditte, a fregiarsi del distintivo sociale, ecc.

Le Società, i Radio Club e le Ditte possono associarsi versando **L. 100** annue. I soci benemeriti versano una volta tanto almeno **L. 500.-**

Associazione ARI e abbonamento Radioorario L. 60.— annue (per l'Italia e Colonie)

DUBILIER

CONDENSER Co. Ltd. - LONDRA



Condensatore variabile K. C.

capacità massima 0,0005μ e 0,0003μ
con demoltiplicazione 200 a 1

VARIAZIONE LINEARE DI FREQUENZA - MINIMA PERDITA - COSTRUZIONE MODERNA SU CUSCINETTI A SFERE - FISSAGGIO CON UN SOLO DADO CENTRALE

Lire 75.- completo di moltiplica e manopola

CHIEDETE IL LISTINO "RD"
agli Agenti Generali per l'Italia:

ING. S. BELOTTI & C.

Corso Roma, 75-78 MILANO (114) - Telef. 52-051/052

S. A. RADIO ITALIA

ROMA - Via 2 Macelli, 9 - ROMA

Agenzia Generale per l'Italia e Colonie
della

Soc. "La Radiotechnique"

e della

Soc. Fr. "Radioelectrique"

LE DUE GRANDI MARCHE DI FIDUCIA

CHIEDETE AI VOSTRI FORNITORI le valvole DARIO - RADIOTECHNIQUE e gli apparecchi SFER

E. Montù. — 40.

Nessuna alimentazione può sostituire vantaggiosamente

LE PILE E LE BATTERIE

che assicurano **purezza di voce**
semplicità nell'uso
assenza di disturbi

È PROVATO
che le migliori batterie per Radiofonia
sono prodotte dalla

SUPERPILA

Soc. An. Capit. L. 3.000.000 versato

FIRENZE

MILANO
Via Amedei, 6

Via Verdi N. 18
NAPOLI

CONTINENTAL RADIO

G. PFYFFER, GRECO & C.

CHIEDETE GRATIS CATALOGO ILLUSTRATO
MATERIALI ED ACCESSORI

Qualunque Consulenza di Radio, qualunque progetto per impianti di trasmissione e di ricezione

RADIOGIORNALE

MILANO

Viale Bianca Maria, 24

..... Una pubblicazione indispensabile al principiante come all'amatore esperto è il nostro

INTERESSANTE OPUSCOLO ILLUSTRATO

B. 28

che vi invieremo gratis dietro semplice richiesta

GRATIS

RADIOSA

ROMA (101)

Corso Umberto, 295 B.

(presso Piazza Venezia)

CHIEDETELO OGGI STESSO

La migliore garanzia di funzionamento di un impianto Radioricevente è costituita dalla qualità delle parti staccate impiegate. Solo le Case che dispongono di lunga esperienza, di adeguata organizzazione, di valenti tecnici e di abili maestranze sono in grado di garantire la qualità delle parti componenti. Scelto lo schema che prediligete rivolgetevi alla

S·I·T·I·

MILANO - VIA G. PASCOLI, 14

che vi darà consigli e vi sottoporrà offerta delle parti staccate occorrenti per qualsiasi moderno circuito

SIRAC

SOCIETÀ ITALIANA PER RADIO - AUDIZIONE CIRCOLARE

MILANO

CORSO ITALIA, 13
TELEFONI 88.440 - 82.189

RAPPRESENTANZA DELLA

"RADIO CORPORATION OF AMERICA" DI NEW YORK

APPARECCHI RICEVENTI PER RADIOTELEGRAFIA E RADIOTELEFONIA PER ONDE CORTE ED ONDE LUNGHE

STAZIONI TRASMITTENTI PER RADIOTELEGRAFIA E RADIOTELEFONIA DI TUTTE LE POTENZE (ONDE CORTE ED ONDE LUNGHE).

VALVOLE "RADIOTRON"

Sirac

LABORATORIO
PER LA PROVA DI VALVOLE ED APPARECCHI E PER LE RIPARAZIONI

RCA

APPARECCHI ed ACCESSORI per

RADIOTELEFONIA

RADIO APPARECCHI MILANO

Ing. G. RAMAZZOTTI

Foro Bonaparte, 65 - Telef. 36-406 e 36-864

MILANO (109)

Filiali:

ROMA - Via del Traforo, 136-137-138
GENOVA - Via Archi, 4 r.
FIRENZE - Via Por S. Maria
NAPOLI - Via Roma (già Toledo) 35
TORINO - Via S. Teresa, 13

Opuscoli illustrativi e Cataloghi gratis a richiesta

ZENITH RADIO MONZA

la più importante fabbrica italiana di valvole **RICEVENTI** e **TRASMITTENTI**

PRODOTTI DI CLASSE apprezzati da tutti i radiotecnici

VALVOLE PER CORRENTE ALTERNATA della meravigliosa serie

oxyd-filament