

CAPITOLO XIX

STRUMENTI COMMERCIALI

Voltohmmetro Electrical Meters 945, fig. 216.

Per le misure di corrente continua di 1-10-50-100-500 V il regolatore R è portato nella posizione di escluso: in tal modo lo strumento ha la sensibilità massima, regolata dalla derivazione D_{cc} . Per le misure di tensioni in c.a., la sensibilità dello strumento è aumentata, a mezzo di D_{ca} in modo che le stesse resistenze in serie siano adatte a far ottenere una deviazione in fondo scala con le identiche tensioni (efficaci), pur avendo inserito il raddrizzatore a ponte e pur misurando lo strumento il valore medio della corrente raddrizzata.

Nella posizione di ohmmetro 1 la batteria risulta in serie alla resistenza da misurare, di basso valore, alle resistenze AB e D ; lo strumento, per la chiusura di C , risulta in parallelo a queste ultime resistenze.

Nella posizione di ohmmetro 2 si realizza un normale circuito in serie. Lo zero è regolato a mezzo di R , per entrambe le portate.

Voltmetro Simpson 260, fig. 217.

Consente le misure:

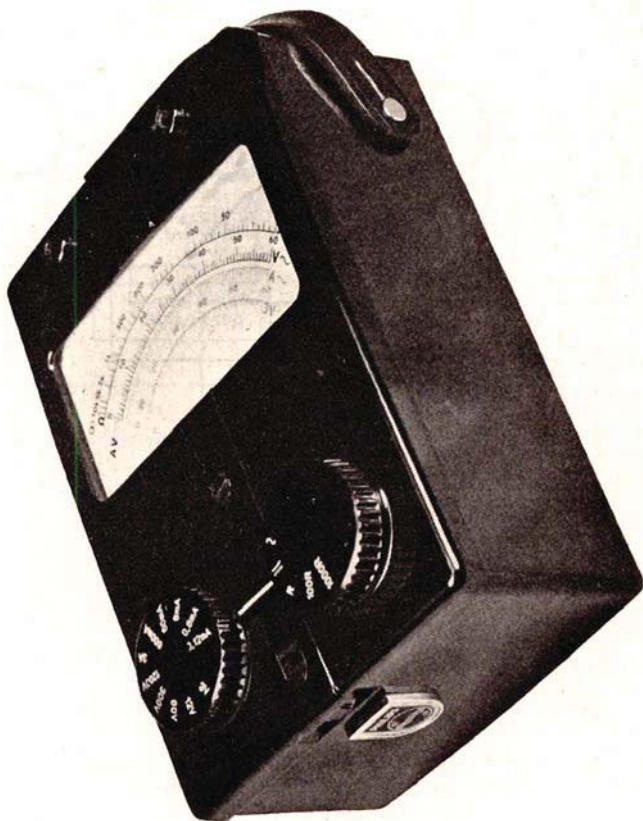
- di tensioni continue da 2,5-10-50-250-1000-5000 V;
- di tensioni alternate da 2,5-10-50-250-1000-5000 V;
- di correnti continue di 0,1-10-100-500 mA, 10 A;
- di resistenze da 1 Ω a 20 M Ω .

La sua resistenza interna per le misure di tensioni continue è di 20 000 Ω/V e per quelle alternate di 1000 Ω/V .

Può essere adoperato anche come misuratore di uscita ed è previsto il condensatore in serie allo strumento.

Le varie portate come ohmmetro sono ottenute con un deviatore multiplo e lo zero è regolato con una resistenza che regola la sensibilità dello strumento.

Il costruttore fornisce anche un puntale per la misura di EAT fino a 25 000 V.



Voltoohmmetro Philips.

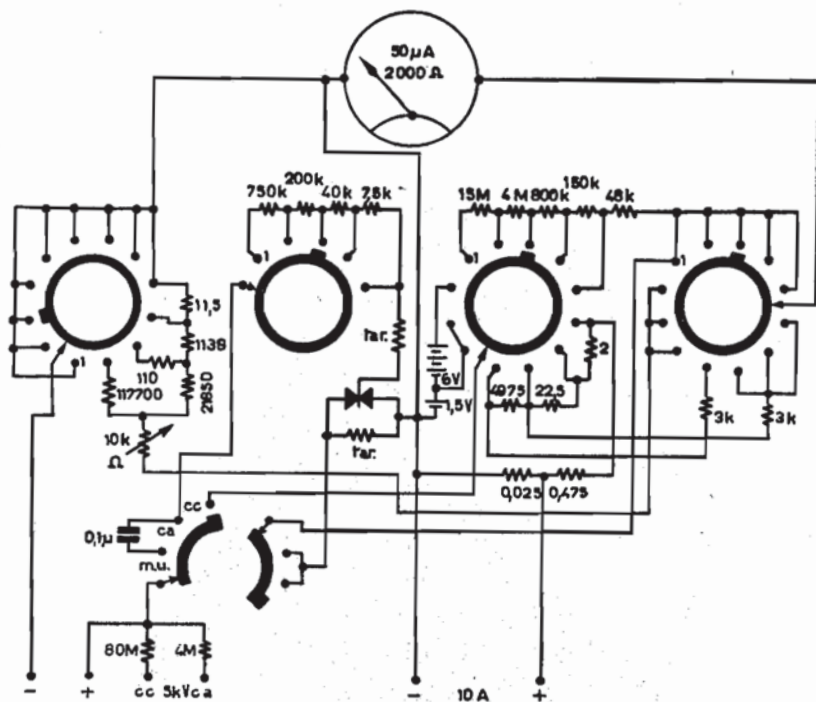


Fig. 217. - Voltohmmetro Simpson 260.

Voltmetro Simpson 269, fig. 218.

Consente la misura:

di tensioni continue con le portate 1,6-8-40-160-400-1600 V e 4000 V con un puntale con resistenza addizionale; la sensibilità è di 100 000 Ω/V ;

di tensioni alternate con le portate 3-8-40-160-800 V con sensibilità di 5000 Ω/V di correnti continue con le portate 0,016-0,0160-1,6-16-160 A e di 1,6-16 A;

di resistenze da 1 Ω a 200 M Ω .

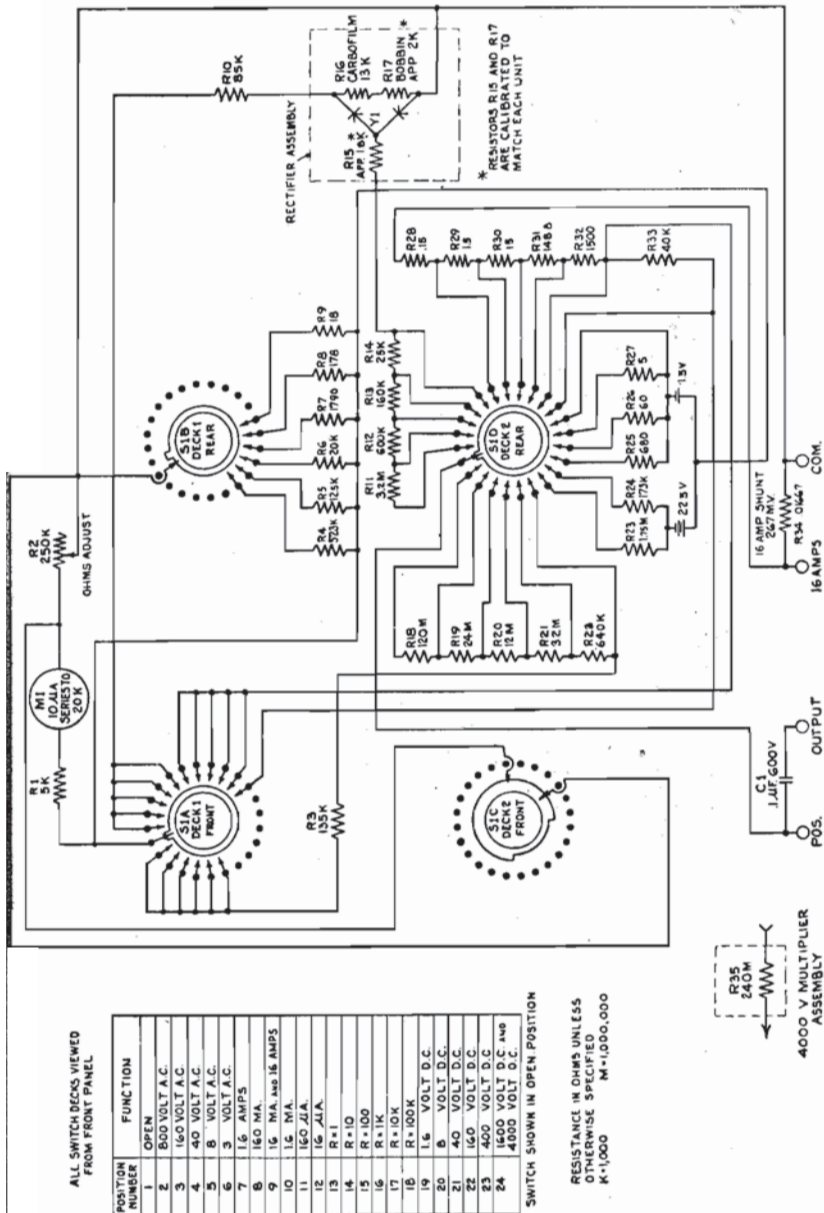


Fig. 218. — Volt-ohmmetro Simpson 269.

È previsto un condensatore in serie allo strumento per l'uso come misuratore di uscite.

Questo voltmetro consente le misure di tensioni continue con un'impedenza di entrata simile a quella di un voltmetro elettronico.



Voltohmmetro Simpson 269.

Per la misura delle capacità con sufficiente approssimazione si costruisca il semplice dispositivo di fig. 219.

Il voltmetro va inserito fra i due morsetti *V*, dopo averlo predisposto per la misura di tensioni alternate con portate 40 V.

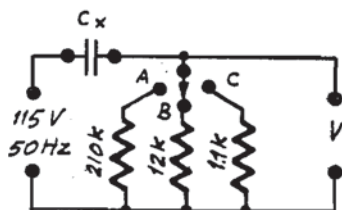


Fig. 219. — Misura delle capacità con il voltmetro Simpson 260.

Tensione V	Capacità in μF Portate		
	A	B	C
4	0,001	0,01	0,1
8	0,002	0,02	0,2
12	0,003	0,03	0,3
16	0,004	0,04	0,4
20	0,005	0,05	0,5
24	0,006	0,06	0,6
28	0,007	0,07	0,7
32	0,008	0,08	0,8
36	0,009	0,09	0,9
40	0,010	0,1	1

Voltohmometro Triplett 840, fig. 220.

Consente le seguenti misure:

di tensioni continue 3-12-60-300-1200-6000 V;

di tensioni alternate 3-12-60-300-1200-6000 V;

di correnti continue 60 μA 1,2-12-120 mA, 12 A;

di resistenze da 1 Ω a 100 M Ω (con batterie di 1,5 e 30 V).

La sensibilità di questo voltmetro è di 20 000 Ω/V per le tensioni continue e di 5000 Ω/V per quelle alternate. Un con-

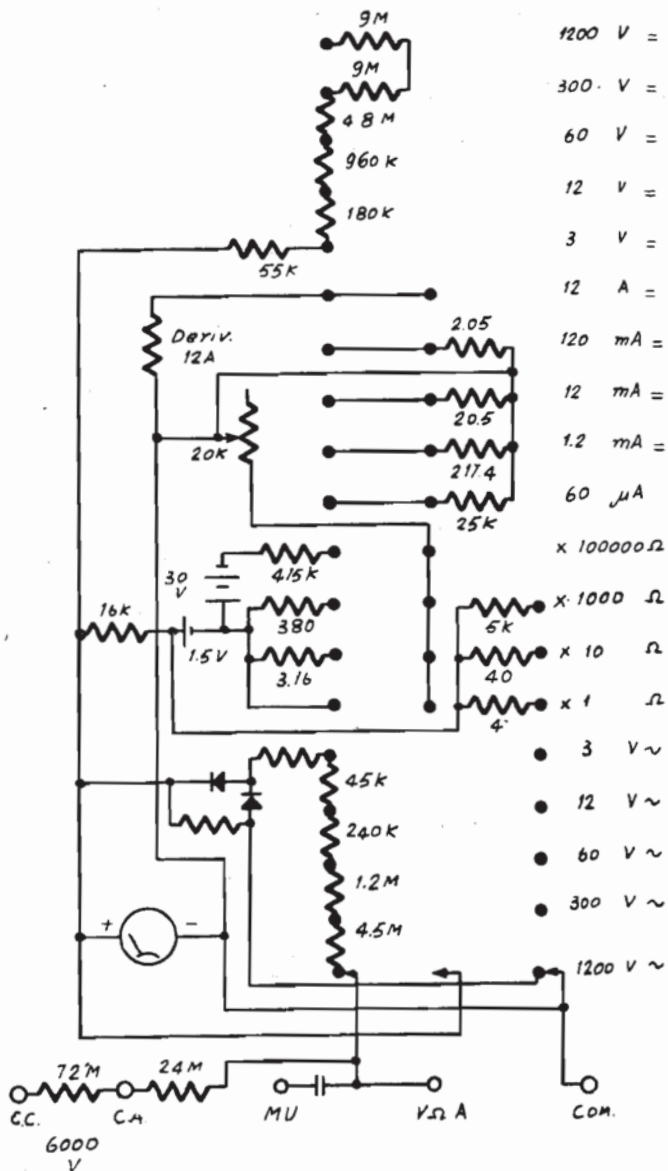


Fig. 220. - Volt-ohmmetro Triplett.

densatore è collegato su un morsetto dello strumento per poterlo adoperare come misuratore di uscita.

Misuratore di uscita General Radio 583A, fig. 221.

Un trasformatore con prese multiple al primario ed al secondario permette di realizzare qualsiasi valore di carico dello stadio finale di un ricevitore o amplificatore, da 2,5 a 20 000 Ω , ed ottenere indicazioni di potenza da 0,1 a 5000 mW.

Le frequenze a cui si hanno indicazioni precise entro 0,6 db sono comprese fra 20 a 10 000 Hz.

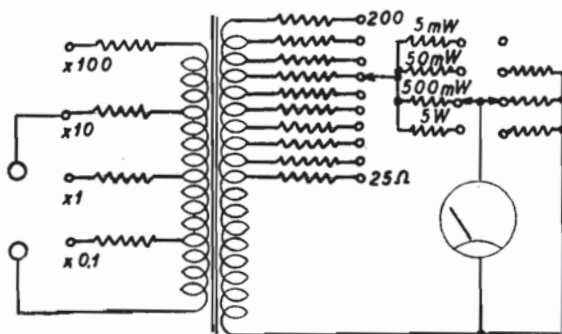


Fig. 221. - Misuratore di uscita General Radio tipo 583 A.

Può essere adoperato come misuratore dell'impedenza di un circuito in quanto, inseritolo e variandone l'impedenza, si ottiene la massima indicazione di potenza quando assume la stessa impedenza di quella incognita del circuito.

Voltmetro elettronico EICO 221, fig. 222.

Portate in c.c. e c.a. 5-10-100-500-1000 V.

Portata in c.c. con puntale per EAT massima 30 000 V.

Ohmmetro da 0,1 Ω a 1000 M Ω .

Questo voltmetro fa uso di un ponte costituito da una 6SN7 e da un milliamperometro da 1 mA/f.s., inserito fra due resistenze di carico sui circuiti catodici.

Il commutatore di misura permette di effettuare queste, sia con il negativo che con il positivo a massa. La tensione è suddivisa sul partitore P ; una resistenza di $15\text{ M}\Omega$ è inserita nel puntale con cui si effettua la misura della tensione nel punto voluto del circuito. Le resistenze inserite dal commutatore P_1

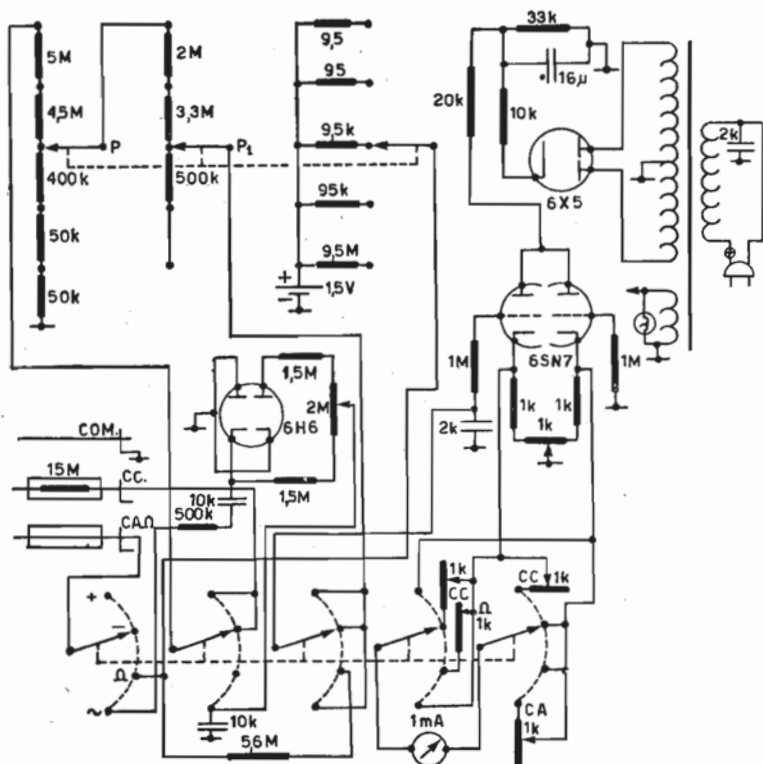


Fig. 222. — Voltmetro elettronico EICO 221.

mantengono costante il valore delle resistenze fra ogni griglia della 6SN7 e massa per la stabilizzazione dello zero. Per le misure delle tensioni alternate si fa uso di una sezione del diodo 6H6; l'altra sezione serve a fornire, senza segnale, una

tensione uguale e contraria fornita dalla precedente per gli elettroni che cadono sull'anodo per la loro velocità iniziale.

La misura delle resistenze è ottenuta col normale schema di ohmmetro elettronico.

Voltmetro elettronico General Radio 1800 A, fig. 223.

Consente la misura di tensioni continue da 0,01 a 150 V su sei portate, 0,5-1,5-5-15-50 e 150 V; di tensioni alternate da 0,1 a 150 V ugualmente su sei portate; dei moltiplicatori permettono di raggiungere 1500 V f.s.

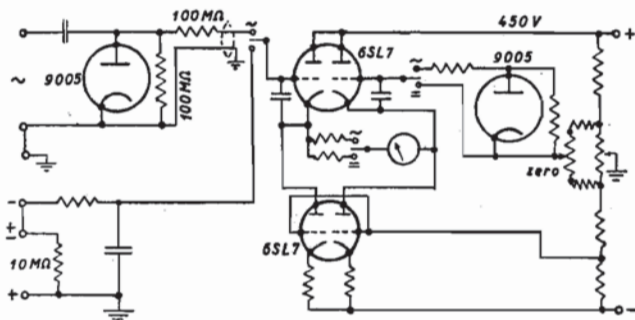


Fig. 223. — Schema di principio del voltmetro elettronico General Radio tipo 1800 A.

Si fa uso di un diodo 9005 come raddrizzatore: con esso si hanno letture esatte sino a 100 MHz, e si possono ottenere indicazioni della presenza di tensioni sino a 2500 MHz. La 6SL7 superiore dello schema è quella di cui il diodo varia la tensione di griglia per squilibrare il ponte e far deviare lo strumento, l'inferiore è adoperata per ottenere un'elevata controreazione (effetto reflex) senza adoperare resistenze di valore troppo elevato pur essendo la tensione anodica di alimentazione di 450 V.

Il diodo 9005 collegato alla griglia di destra della 6SL7 superiore è utilizzato per creare su questa sezione del doppio triodo le stesse condizioni prodotte dal diodo di sinistra, e cioè la stessa polarizzazione prodotta dalla velocità iniziale degli elettroni che raggiungono l'anodo pur non essendovi applicata

della prima amplificatrice, la 6AU6. Una seconda amplificatrice, la 6AT6 è accoppiata al raddrizzatore a cristallo per le due semionde, collegato allo strumento di misura. Il ritorno del circuito dello strumento è effettuato sul circuito catodico della prima amplificatrice per ottenere una controreazione che rende molto più costanti le indicazioni dello strumento malgrado le variazioni delle tensioni di alimentazione del voltmetro e dello

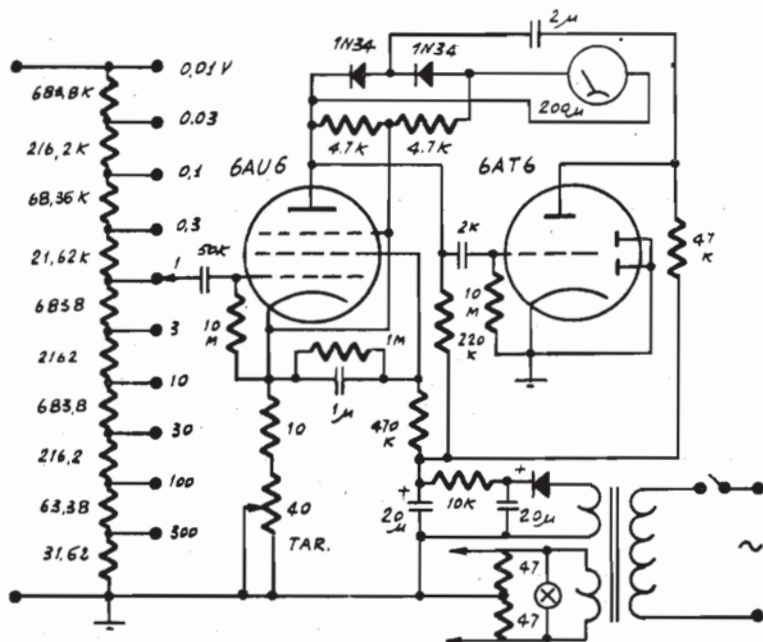


Fig. 225. - Voltmetro elettronico Heath AV2.

stato delle valvole, oltre ad allargare la gamma di frequenze per cui lo strumento risulta utilizzabile ed a rendere più lineare la scala. L'alimentatore fa uso di due raddrizzatori al selenio collegati per la duplicazione della tensione raddrizzata.

Nel modello AV1 la taratura dello strumento, da effettuare applicando all'entrata dello strumento una tensione nota a qualsiasi frequenza audio, è ottenuta regolando la resistenza

dai bracci ABC e D , di cui quest'ultimo comprende l'amplificatrice 6K6.

La polarizzazione di questa valvola è alterata dalla tensione applicata alla sua griglia dal partitore collegato fra i due morsetti d'ingresso e lo strumento indica lo squilibrio del ponte, sia che avvenga in un senso che nell'altro (positivo o negativo a massa) e per tale scopo il predispositore inverte i collegamenti dello strumento. Nel caso di commutazione come ohmmetro è la frazione di tensione della batteria che applicata alla griglia della 6K6 squilibria il ponte.

Per le misure di tensioni alternate queste sono applicate al partitore relativo, con capacità in parallelo per ottenere una suddivisione della tensione costante anche alle frequenze acustiche elevate; il predispositore inserisce anche la 7N7 di cui la sezione a destra funziona da triodo amplificatore e quella a sinistra da diodo rettificatore: la tensione pulsante fornita da questo viene filtrata a mezzo del gruppo RC ed applicata alla griglia della 6K6 altera l'equilibrio del ponte. Le quattro resistenze di 8000Ω regolabili, servono per portare la sensibilità dello strumento ad un valore tale da ottenere la deviazione fondo scala con la massima tensione di ogni portata. Il potenziometro E regola lo zero dello strumento, F lo zero per le misure in c.a.

Come milliamperometro lo strumento è inserito direttamente sul derivatore universale, collegato ai due morsetti mA. Una lampada regolatrice al ferro idrogeno mantiene costante la corrente assorbita dal primario malgrado le variazioni della tensione di rete.

Voltmetro elettronico Philips GM 6004, fig. 227.

Consente la misura di tensioni continue ed alternate con le portate: 3-10-30-100 e 300 V a frequenze da 50 Hz a 100 MHz. L'impedenza d'ingresso oltre i 40 MHz risulta di circa 9 pF e $0,1 M\Omega$.

Con il puntale per EAT tipo GM 4578 ($880 M\Omega$) si ottengono misure di tensioni cento volte maggiori, cioè fino a 30 000 V.

Schiacciando il bottone centrale al pannello dello strumento si applica alla griglia del pentodo EF6, a sinistra, la tensione

negativa di 1 V che determina una deviazione stabilita dell'indice. Commutando a 10 V sulla boccola a destra, indicata con taratura, si ha una tensione negativa di 3 V; commutando su 100 V una di 37 V. Innestando il puntale del diodo (portato su tensioni continue), si hanno deviazioni corrispondenti dell'indice. In caso contrario si ritoccano le due viti in alto sul pannello, sotto cui sono indicate le due portate suddette.

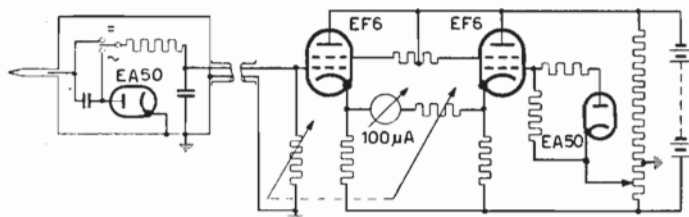


Fig. 227. — Voltmetro elettronico Philips 6004.

Voltmetro Philips GM 7635, fig. 228.

Consente la misura di:

tensioni continue 3-10-30-100-300-1000 V e con il puntale per EAT tipo GM 4579 di 3-10-30 kV; tensioni alternate 3-10-30-100-300 V, da 50 Hz a 100 MHz; correnti continue 3-30-300 mA;

resistenze da 10 Ω a 10 M Ω .

L'impedenza d'ingresso a 40 MHz è di 20 k Ω ed 11 pF; per le tensioni continue di 9 M Ω .

Lo strumento di misura, con sensibilità di 100 μ A f.s., è inserito sulla diagonale di un ponte, di cui la resistenza interna della EF6 costituisce un braccio.

È possibile applicare alla griglia della valvola una tensione nota che permette di controllare la taratura dello strumento. Le tensioni continue da misurare sono applicate, a mezzo del partitore, alla griglia del pentodo, quelle alternate sono raddrizzate dal diodo e poi applicate al partitore. Le resistenze sono misurate con lo strumento collegato secondo lo schema usuale del partitore di tensione.

I valori delle correnti sono indicati inserendo delle derivazioni sullo strumento di misura distaccato dal ponte.

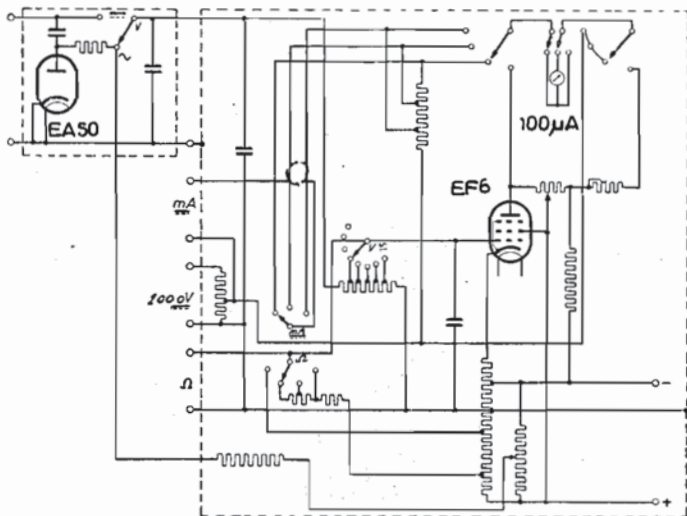


Fig. 228. — Voltmetro elettronico Philips 7635.

Voltmetro elettronico Pontremoli R 228, fig. 229.

Per ottenere un'elevata stabilità dello zero dello strumento indicatore si fa uso di un amplificatore a ponte costituito da due triodi; alla griglia di uno è applicata la tensione raddrizzata dal diodo EA50. Le due griglie ricevono una polarizzazione negativa, di cui una è regolabile, per ottenere un buon equilibrio del ponte e quindi l'azzeramento dello strumento. Questa regolazione è utile per le portate basse su cui influiscono in particolar modo le caratteristiche delle valvole ed è possibile effettuarla dall'esterno della cassetta del voltmetro. Poichè nel diodo si ha una corrente anodica anche senza tensione di entrata, prodotta dagli elettroni che raggiungono l'anodo, si ha una polarizzazione supplementare del triodo a destra, il cui valore dipende essenzialmente dalla temperatura a cui è portato il catodo del diodo. Un'altra 6Q7, collegata come diodo, è

prevista per fornire una simile corrente producendo la polarizzazione supplementare dell'altro triodo. Il ponte risulta così stabilizzato contro le variazioni della tensione di rete. Le due resistenze catodiche introducono un'elevata controreazione che allarga notevolmente l'ampiezza di ogni campo di lettura ed

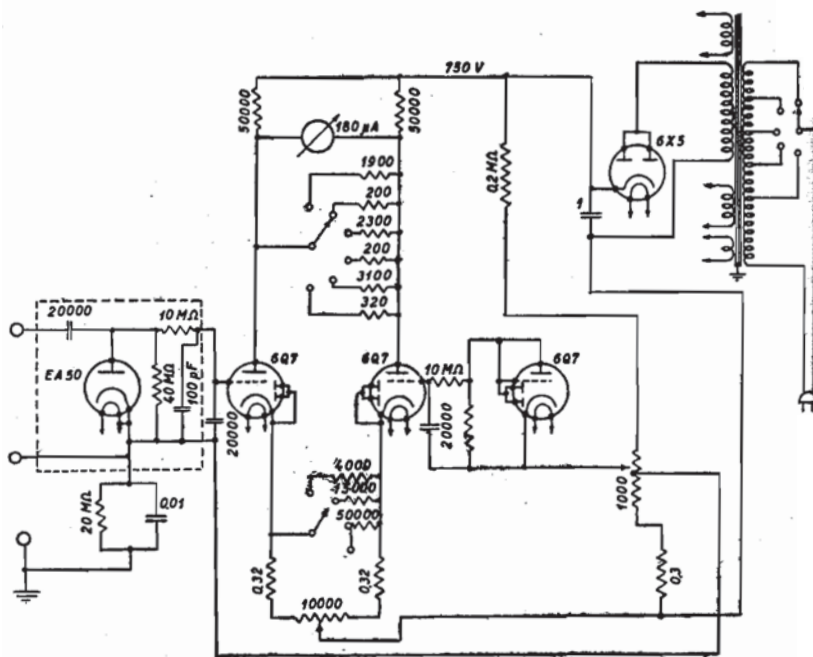


Fig. 229. — Voltmetro elettronico Pontremoli tipo R 228.

il cui valore è variato per ogni portata inserendo resistenze differenti fra i catodi. Il potenziometro inferiore è previsto per ottenere la correzione dello zero passando da una portata all'altra, se ve n'è necessità.

Voltmetro elettronico Silver Vomax 900, fig. 230.

Questo strumento consente misure di tensioni continue ed alternate, di correnti continue e di resistenze.

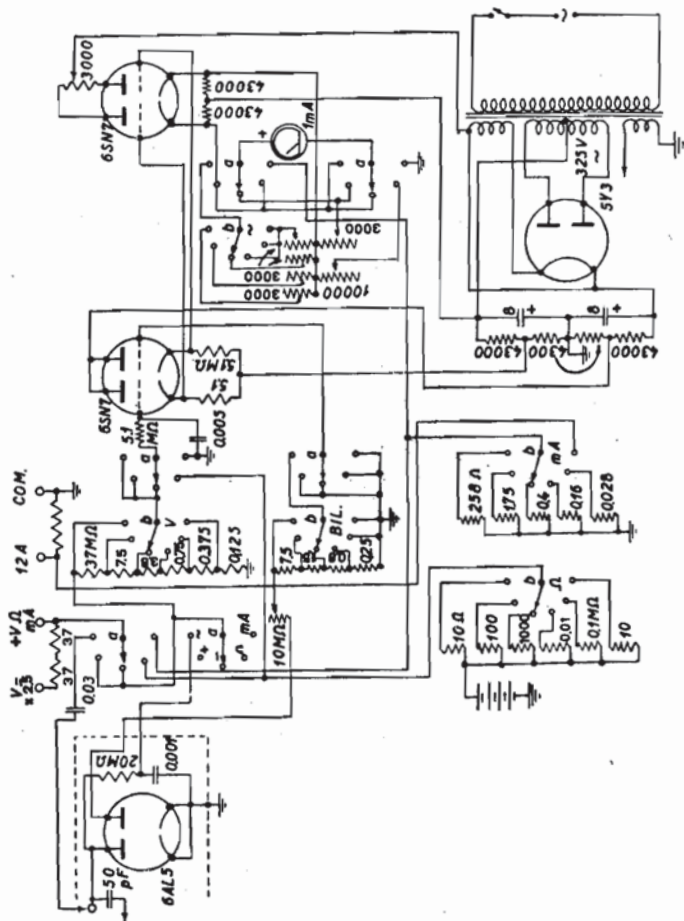


Fig. 230. — Strumento universale Silver Vomax 900.

Il ponte è costituito dalla 6SN7 a sinistra e dalle resistenze di $5,1 \text{ M}\Omega$ sui relativi catodi.

Queste resistenze introdurrebbero una controreazione troppo spinta ma ai catodi dei due triodi sono collegate le griglie della seconda 6SN7, fra i cui catodi è introdotto lo strumento di misura.

La tensione continua da misurare è applicata al partitore collegato al commutatore bV; quella alternata lo è alla sezione sinistra del doppio diodo 6AL5 che la raddrizza e l'applica allo stesso partitore suddetto. La funzione della sezione a destra del diodo è di stabilizzazione, con il partitore collegato al commutatore bBil, della 6SN7. Per la misura di correnti lo strumento di misura è collegato alle relative derivazioni da mA.

Per la misura delle resistenze si fa uso del partitore collegato alla batteria.

Misuratore di uscita elettronico Allocchio e Bacchini, fig. 231.

Questo misuratore di uscita fa uso di una serie di 40 resistenze che consentono di scegliere il carico voluto fra $2,5$ e $20\,000 \Omega$ a mezzo del commutatore coassiale $R_1 R_2$ con cui si ha un rapporto costante fra resistenza inserita come carico e quella su cui si preleva la tensione da applicare al commutatore di portata. Su queste resistenze di carico si può avere una dissipazione massima di 10 W .

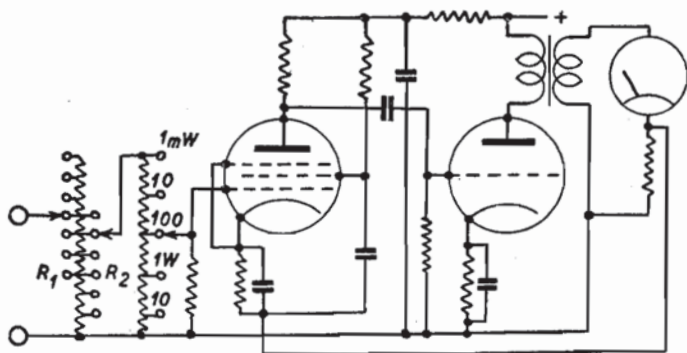


Fig. 231. — Misuratore di uscita Allocchio Bacchini.
Il commutatore di R_1 ed R_2 ha 40 posizioni.

Per le portate dello strumento indicatore si varia la tensione applicata all'entrata dell'amplificatore, con elevata controrazione, ottenuta collegando il secondario del trasformatore di uscita al catodo della prima valvola. Lo strumento è con raddrizzatore ad ossido.

Oscilloscopio ARS tipo ORC 459, fig. 232.

L'amplificatore verticale consente un'amplificazione uniforme, entro il 10 %, di una banda di frequenze da 20 Hz a 5 MHz (sensibilità 70 mV/mm) con la sola amplificatrice EL83, e per una banda da 20 Hz a 1 MHz (sensibilità 1,5 mV/mm) con le tre amplificatrici.

All'entrata di questo amplificatore è un attenuatore a tre posizioni, compensato per le frequenze alte, con impedenza di 1,5 M Ω e 25 pF. La regolazione con continuità dell'ampiezza verticale è introdotta sul carico catodico della 6C4.

L'amplificatore orizzontale, costituito dalla 6AH6, consente una sensibilità di 9 mV/mm per una banda di frequenze da 10 Hz a 800 kHz. Ad esso va applicata l'uscita del multivibratore con la 12AU7 (tensioni a denti di sega da 20 Hz a 50 kHz).

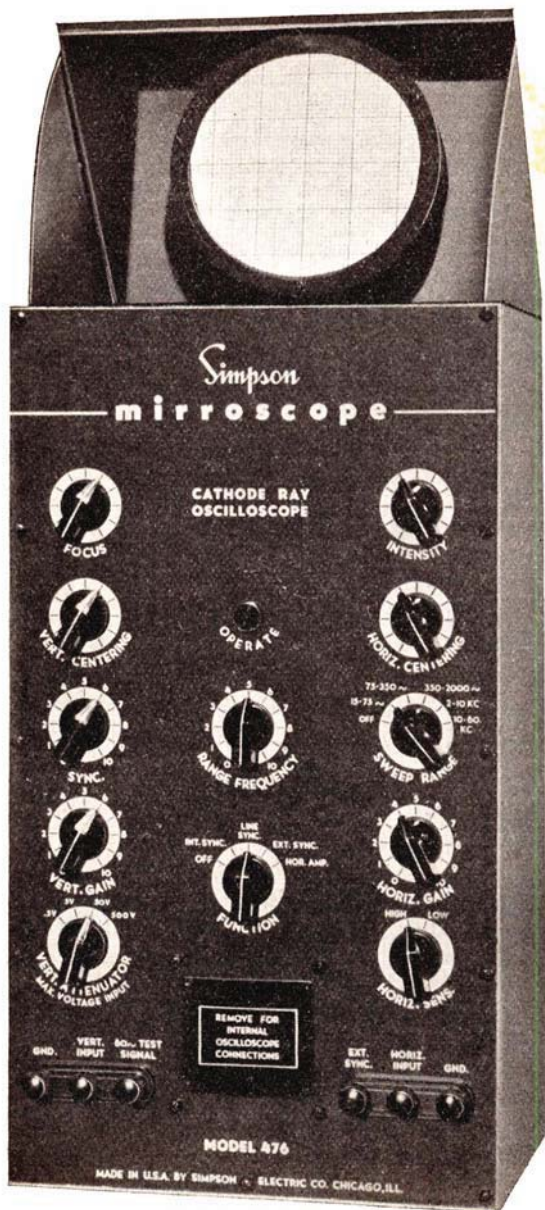
Il sincronismo può essere ottenuto sia dalla tensione da osservare che dall'esterno o dalla tensione di rete.

Con un morsetto *Z* si può applicare alla griglia del tubo catodico una tensione di modulazione dell'intensità della traccia luminosa.

Il commutatore di sincronismo ha una posizione di calibratura a mezzo di una tensione di 3,55 V (10 V picco a picco).

Oscilloscopio Philips 5655, fig. 233.

La sensibilità verticale, collegandosi direttamente alle placche del tubo catodico, è di 12 V eff/cm, con amplificatore di 30 mV eff/cm. La banda di frequenze uniformemente amplificata, entro 3 db, è da 3 a 50 000 Hz. L'entrata ai due amplificatori può avvenire attraverso due attenuatori fissi (1 : 13) o direttamente sui potenziometri regolatori dell'ampiezza di deviazione. La tensione massima applicabile è di 300 V (50 V sui potenziometri) e l'impedenza è di 1,1 M Ω (non attenuata 0,1 M Ω) e 30 pF. Gli amplificatori a due stadi fanno uso delle



Oscilloscopio Simpson 476.

due sezioni di una ECH21, del triodo come preamplificatore e dell'eptodo come valvola finale, con un guadagno totale di 500.

Il generatore della tensione a denti di sega è un oscillatore bloccato che adopera la sezione eptodo di una ECH21, collegata come un pentodo; per la sincronizzazione è utilizzata la sezione triodo della stessa valvola. La tensione a denti di sega può essere prelevata dalla boccia Bu6 per essere applicata ad un modulatore di frequenza elettronico per poter osservare con l'oscilloscopio la caratteristica di selettività di un ricevitore.

L'alimentatore fa uso di due raddrizzatrici bipiacca collegate in serie; una alimenta, a 250 V, le valvole preamplificatrici e l'oscillatrice, entrambe, a 630 V, le finali ed il tubo catodico. Il raddrizzatore al selenio fornisce il negativo di griglia a tutte le valvole eccetto l'oscillatrice.

Questo oscilloscopio ha posteriormente un innesto, Bu7, per l'inserzione del puntale per RF: in esso è contenuto un pentodo rimlock EF41, montato per lavorare come rivelatrice per caratteristica di griglia. L'uscita di questo pentodo è inviata, a mezzo del conduttore nel cavetto schermato, all'entrata dell'amplificatore verticale e permette di osservare la tensione di modulazione del segnale presente su ciascuno stadio a RF o FI di un ricevitore, consentendo così la ricerca dei guasti con il metodo del radiolocalizzatore (signal tracing). Alla griglia della EF41 sono collegate due capacità, di cui si può introdurre una nel circuito avvitando su la punta di metallo del puntale. Questo presenta così un'impedenza di ingresso di 0,8 M Ω ed una capacità di 2 o di 10 pF: nei due casi risultano due sensibilità massime dell'oscilloscopio di 650 e di 65 mV/cm (con una modulazione della portante del 30 %).

Oscilloscopio RCA tipo WO-60C, fig. 234.

L'amplificatore verticale è a larga banda per poter esaminare tensioni a frequenze molto elevate, con stadio finale in controfase per ottenere la deviazione simmetrica. All'entrata vi sono tre attenuatori compensati, commutabili, ma vi è anche entrata diretta sulla griglia della preamplificatrice 6AG7, che sfasa il segnale amplificato per applicarlo alle griglie delle due valvole finali. Queste sono anch'esse dello stesso tipo, con circuito anodico compensato per le frequenze alte e basse. Non vi è regolazione continua della tensione amplificata.

È previsto solo il collegamento per il sincronismo esterno, regolabile. Si può effettuare la modulazione di griglia del fascetto del tubo catodico.

Ponte universale British Physical Laboratories UB 202, fig. 235.

Questo ponte universale è collegato come ponte di Wheatstone per la misura di resistenze in c.e. e comprende a tale scopo sia la sorgente di c.c. che il galvanometro con zero centrale (25-0-25 μA) per l'azzeramento del ponte. Consente la misura di resistenze da 0,1 Ω ad 1 M Ω .

Per la misura di capacità da 10 pF a 1000 μF , lo schema dei collegamenti è realizzato secondo il ponte di Wien modificato; l'alimentazione del ponte è ottenuta da un oscillatore a 1000 Hz; l'azzeramento per le perdite è ottenuto con una decade ed una resistenza variabile. L'azzeramento è controllato a mezzo di uno strumento di misura collegato all'uscita di un amplificatore a due stadi, con circuiti accordati a 1000 Hz e reazione positiva per aumentare la sensibilità. La capacità in misura può essere sottoposta ad una tensione di polarizzazione, fino a 600 V, applicata a due morsetti esterni.

La misura dell'induttanza da 10 μH a 1000 H è ottenuta collegando il ponte secondo lo schema di Hay, con misura del Q della bobina (0,1 a 1000). Si può inviare una corrente fino a 100 mA nell'avvolgimento nel caso abbia un nucleo di ferro.

Capacimetro a RF General Radio 1612A, fig. 236.

Una valvola doppia, la 117N7 è adoperata come raddrizzatrice per l'alimentazione della sezione pentodo della stessa. Questo pentodo, collegato come triodo, funziona da oscillatore Hartley a 1000 kHz. Al suo circuito oscillatorio è lasciamente accoppiata una bobina collegata ad un potenziometro, con cui si regola la tensione applicata ad un'altra bobina. Questa è a sua volta accoppiata alla bobina che fa parte del circuito oscillatorio di misura comprendente un condensatore variabile campione di 1200 pF ed un piccolo variabile.

Entrambi questi condensatori sono mantenuti alla massima capacità per ottenere l'accordo a 1000 kHz del circuito oscillatorio; in questa condizione si ha la massima indicazione dallo

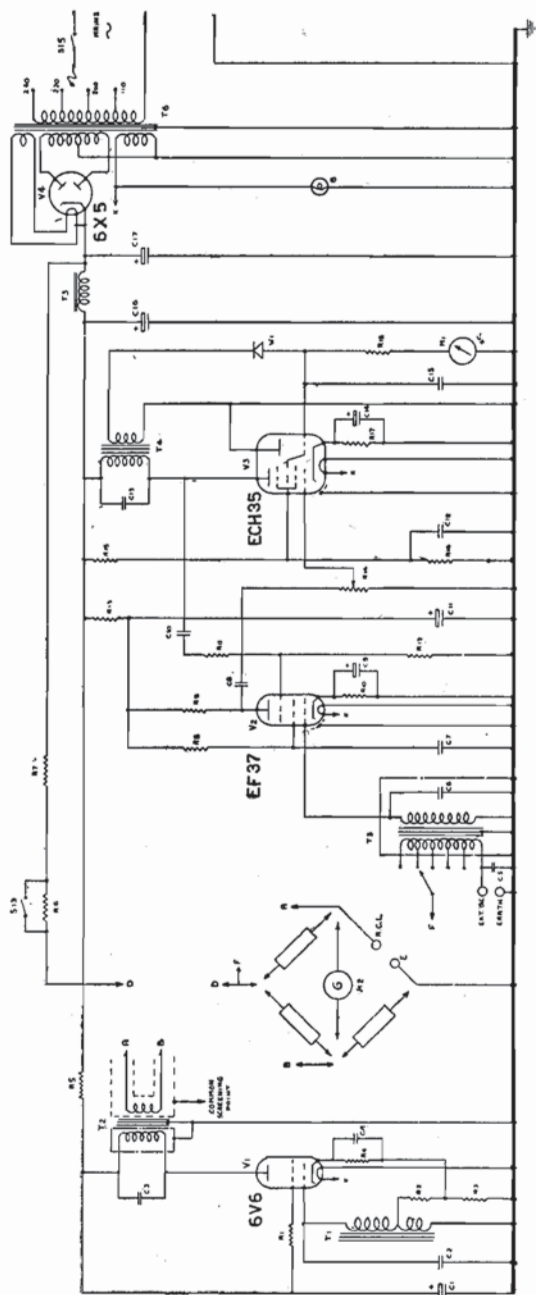


Fig. 235. - Ponte universale della B.P.L. UB-302.

strumento di misura collegato all'ultima bobina, attraverso un raddrizzatore al germanio 1N34. Quando in *X* si collega una capacità occorre ridurre quella del variabile campione per ottenere nuovamente la risonanza ed il quadrante graduato di questo indica direttamente il valore della capacità incognita. Il piccolo variabile consente di ottenere la sintonia anche quan-

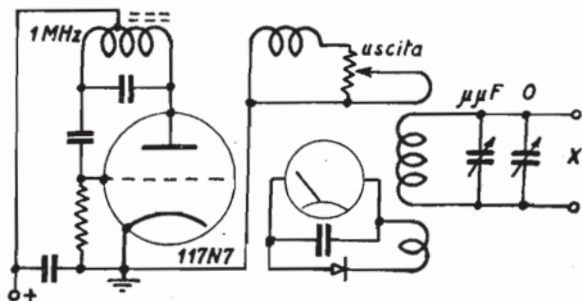


Fig. 236. — Schema di principio del capacimetro a R.F. della General Radio tipo 1512 A.

do si collegano ai morsetti dei fili o un cavetto di collegamento che non fanno parte della capacità da misurare. Si collegano questi conduttori e si sintonizza con il piccolo variabile; si collega la capacità incognita e si misura con la regolazione del condensatore campione.

Ponte universale Heath 1B-2, fig. 237.

Consente la misura in c.c. di resistenze da $0,1 \Omega$ a $10 \text{ M}\Omega$; in c.a. di capacità da 18 pF a $100 \mu\text{F}$ e di induttanze da $10 \mu\text{H}$ a 100 H . È possibile determinare il valore di $\text{tg } \delta$ dei condensatori, per valori da $0,002$ a 1 , e del fattore di merito Q , da $0,1$ a 1000 . Per le resistenze lo schema che si realizza è quello del ponte di Wheatstone e l'azzeramento è controllato con un microamperometro da $100-0-100$; per le capacità quello di Wien, per le induttanze con fattore di merito inferiore a 10 quello di Maxwell, per quelle con Q da 10 a 1000 quello di Hay. L'azzeramento del ponte in c.a., alimentato da un oscillatore a 1000 Hz , è controllato a mezzo dello stesso strumento, collegato ad un

raddrizzatore e preceduto da un amplificatore a due stadi. L'oscillatore è del tipo a sfasamento, con un compensatore variabile per regolarne la frequenza al valore esatto di 1000 Hz se si dispone di un campione di laboratorio.

Le valvole adoperate sono del tipo a batteria per non dover attendere il riscaldamento dei catodi quando si mette in funzione il ponte. La precisione delle misure si aggira sul $\pm 3\%$ per R e C e sul $\pm 10\%$ per L .

Per la misura di C ed L si deve regolare il bottone AC Zero finchè l'indice del microamperometro si sposti su 100 μA a sinistra della scala, mantenendo il controllo dell'uscita del generatore a zero. Si sposta quindi questo controllo sino ad avere la deviazione a metà scala. Si regola il commutatore Range per ottenere la massima deviazione dell'indice verso sinistra, cioè verso lo zero fittizio ottenuto con la regolazione di AC Zero. Si regolano quindi i quadranti $CR L$ e DQ per ottenere una massima deviazione a sinistra, quindi si aumenta al massimo l'uscita del generatore per avere la massima sensibilità e si perfeziona l'azzeramento.

Ponte per condensatori Jackson 650 A, fig. 238.

È montato secondo lo schema del ponte di Wien.

Con dei pulsanti si inserisce la capacità campione e quindi si varia il moltiplicatore della lettura fornita dal quadrante del potenziometro di azzeramento del ponte; questo è controllato a mezzo dell'indicatore elettronico 6E5. La raddrizzatrice fornisce sia l'AT per questa valvola che la tensione di polarizzazione, nel caso si misurino la capacità e le perdite di condensatori elettrolitici. La tensione di polarizzazione può essere di 20, 100, 200, 300, 400 o 500 V.

Ponte universale RCA tipo TMV 132A, fig. 239.

Il ponte consente le misure di resistenze, capacità ed induttanze in c.a. Il triodo oscillatore a 1000 Hz invia la tensione di uscita a tale frequenza al trasformatore con primario bilanciato per applicarla al ponte. Campioni di resistenza, capacità ed induttanza sono inseriti su di un braccio del ponte, per realizzare lo schema di Wien. Due resistenze regolabili di 55 e

10 000 Ω in serie fra loro possono essere inserite sia sui campioni di capacità e induttanza, che sul condensatore o la bobina in misura, per poter realizzare l'azzeramento perfetto del ponte. La tensione presente su questo, durante l'azzeramento, è applicata ad un pentodo amplificatore, con circuito anodico accordato a 1000 Hz, seguito da un triodo con trasformatore di uscita per l'inserzione di una cuffia.

Provalvole Simpson 1000, fig. 240.

Agli elettrodi di ogni valvola sono applicate tensioni normali di lavoro che determinano la corrente anodica misurata da uno strumento.

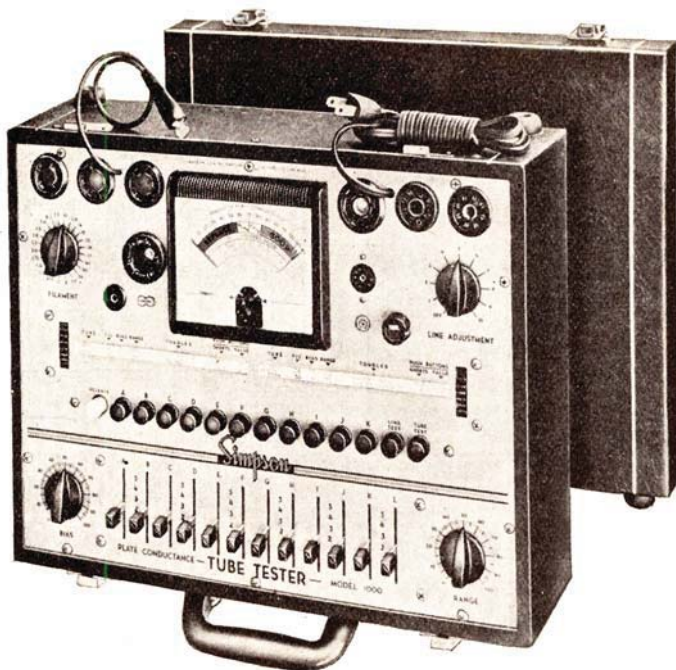
L'isolamento fra i vari elettrodi non deve risultare inferiore a 250 k Ω : il suo valore è indicato dallo strumento di misura adoperato come ohmmetro ed inserito successivamente fra ciascun elettrodo e tutti gli altri.

Quattro comandi frontali sono richiesti per scegliere la tensione di accensione, la polarizzazione, la gamma di sensibilità dello strumento e per regolare la tensione di rete. Il commutatore per i filamenti è portato nella posizione *S* quando si controllano valvole con il catodo freddo, come la OZ4: in tale posizione la massima tensione di accensione dei filamenti, 117 V, è collegata in serie alla tensione anodica di 180 V per ottenere la tensione di innesco della valvola. Una resistenza di 3 k è inserita in questo circuito per limitare la corrente. Durante la regolazione della tensione di rete lo strumento è inserito sulla tensione secondaria di 25 V. Quando il regolatore della polarizzazione è spostato completamente a sinistra un interruttore cortocircuito la resistenza di 400 Ω in serie ad esso.

Alla settima divisione la polarizzazione è zero, le altre divisioni indicano la percentuale di polarizzazione applicata alla valvola, che può avere un valore massimo di 5,15 o 45 V, valore determinato dalla posizione del commutatore *K* ed applicato alla valvola solo quando si preme il bottone.

I dodici commutatori a leva, da *A* ad *L*, hanno sei posizioni, eccetto *K*, e collegano ogni piedino di uno zoccolo alla tensione adatta al collaudo della valvola. Solo il commutatore *L* sceglie la derivazione adatta da inserire sullo strumento. Dei quattordici pulsanti quelli da *A* ad *J* servono per il collaudo del-

l'isolamento rispetto agli altri. Il pulsante rosso libera i pulsanti che siano rimasti ingaggiati; il pulsante *K* inverte la polarità dello strumento. Il pulsante *line test* applica le tensioni di funzionamento alla valvola ed inserisce lo strumento per indicare la tensione di linea. Il pulsante *tube test* inserisce lo strumento sul circuito anodico della valvola.



Provavalvole Simpson 1000.

Generatore AF LAEL 253, fig. 241.

Questo generatore, costituito da un oscillatore *RC* con due valvole 6AG7 ed un'amplificatrice 6V6, fornisce tensioni sinusoidali da 10 Hz a 1 MHz, con un'ampiezza massima di 10 V. La prima valvola funziona da amplificatrice con accoppia-

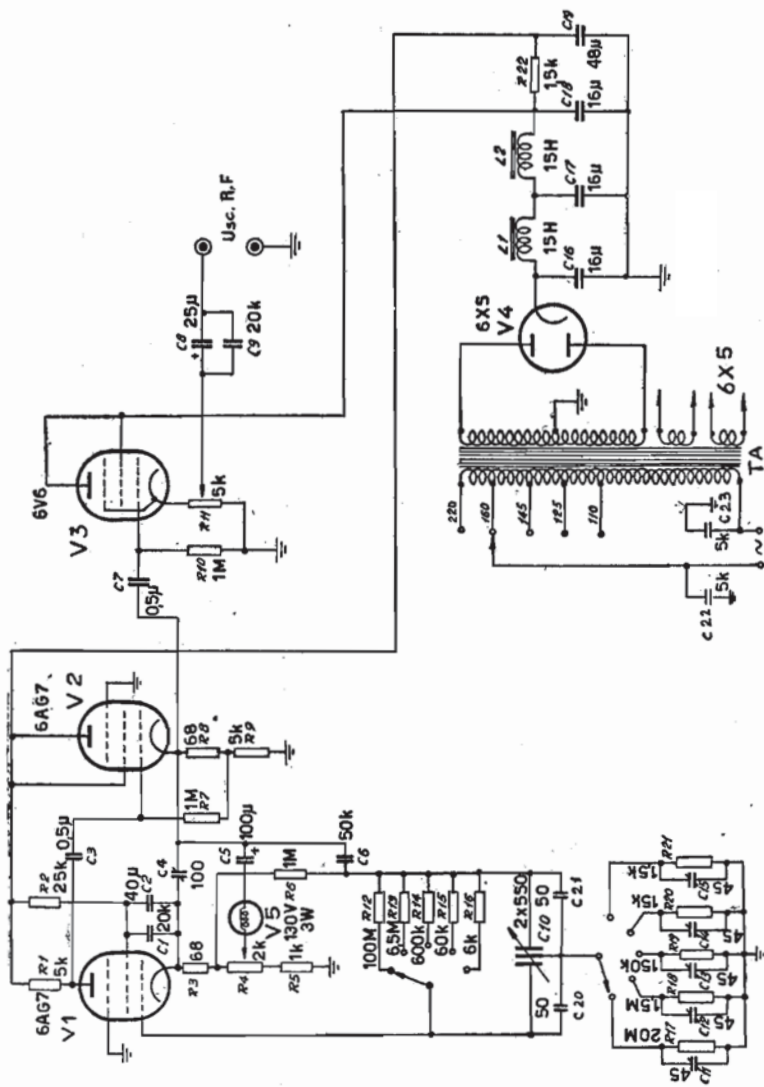


Fig. 241. — Generatore A.F. Lnel 253.

mento a RC con la seconda valvola la cui uscita catodica è rinviata alla griglia della prima ed in parte applicata, attraverso una lampada elettrica V_5 , al catodo di V_1 per ottenere una controreazione stabilizzatrice dell'ampiezza dell'oscillazione prodotta. La frequenza di questa è variata a mezzo della capacità C_{10} .

La tensione di uscita è regolabile a mezzo del potenziometro R_{11} . La distorsione massima è dell'1 % e la precisione di taratura delle scale migliore del 3 %.

Generatore AF Jackson 655, fig. 242.

La 6V6, collegata come triodo, è un'amplificatrice il cui anodo è accoppiato alle griglie della 6SL7, a sua volta accoppiata a RC con la griglia della 6V6. Un tale complesso costituisce un multivibratore la cui frequenza di oscillazione è regolabile a mezzo di un commutatore, che sceglie le resistenze inserite sul circuito di accoppiamento alle griglie della 6SL7, ed a mezzo del condensatore variabile doppio.

Una lampada di 3 W la cui resistenza varia con la temperatura e quindi con la tensione ad essa applicata, stabilizza l'ampiezza delle oscillazioni ottenute regolando la tensione applicata ad una delle griglie della 6SL7. La tensione presente sul catodo della 6V6 è applicata alla griglia della preamplificatrice 6G6 e dell'anodo di questa, attraverso un regolatore di uscita alla griglia del pentodo finale 6V6.

Questo può fornire una resa a mezzo di un carico resistivo o a mezzo di un trasformatore con uscita per impedenze di 10, 250, 500 e 5000 Ω .

Generatore AF Philips GM 2307, fig. 243.

Questo generatore a battimenti impiega una EF6N, collegata come triodo, come oscillatore a frequenza variabile da 85 000 a 100 000 Hz, e la sezione triodo della ECH42 come oscillatore fisso, la cui frequenza di 100 000 Hz può però essere variabile sino a 101 000 Hz. Le uscite dei due oscillatori sono applicate alla griglia controllo ed alla griglia d'iniezione della sezione eptodo della ECH42: sull'anodo di questa risultano correnti alle due frequenze suddette e alla frequenza somma

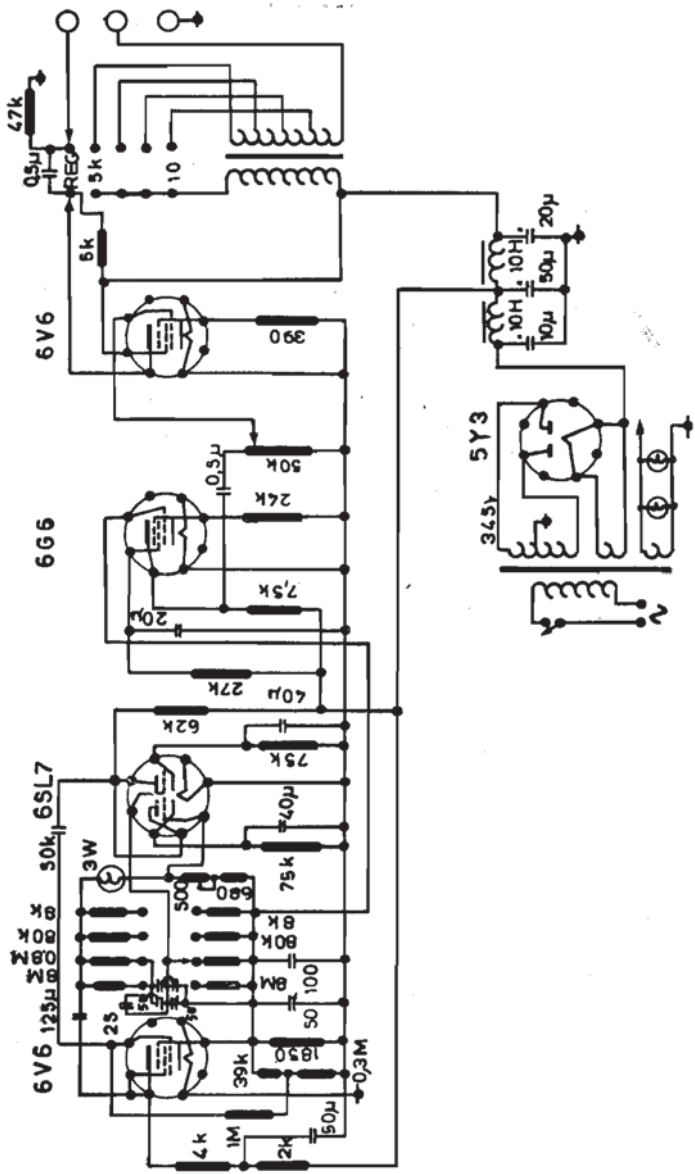


Fig. 242. - Generatore A.F. Jackson 655.

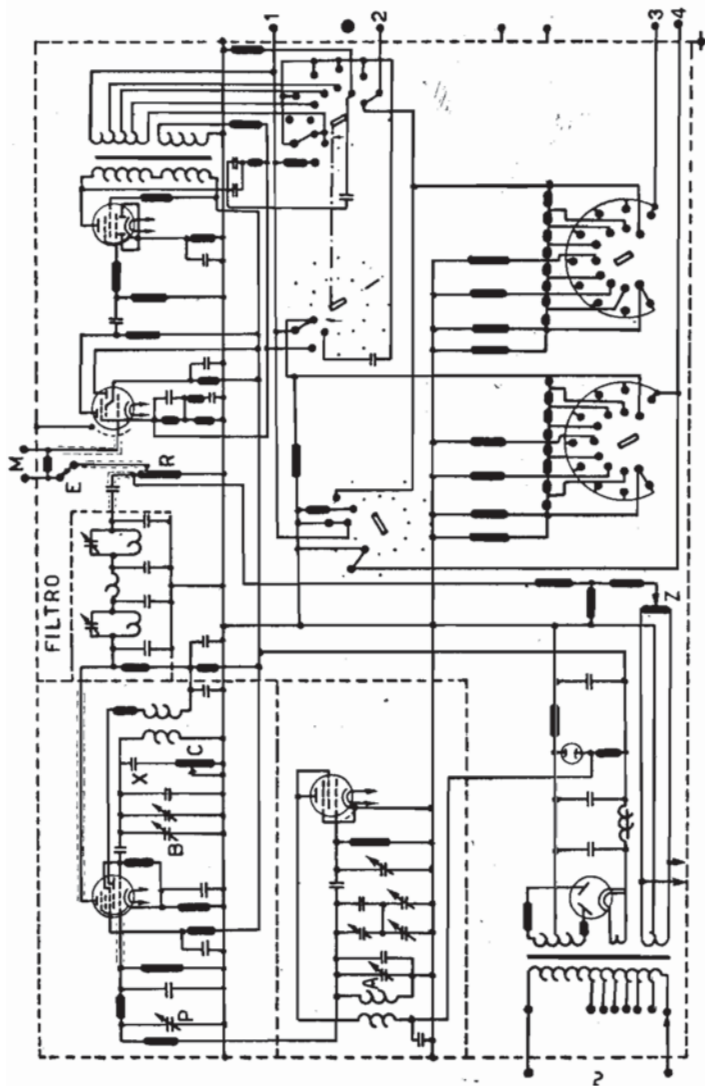


Fig. 243. — Generatore A.F. Philips GM 2307.

e differenza di esse. Un filtro passa basse provvede all'eliminazione delle prime tre correnti lasciando che solo quella dovuta alla differenza sia applicata al potenziometro *R*. Al cursore di questo fa capo la griglia della preamplificatrice EFM1 accoppiata al pentodo finale EBL21. Dal trasformatore di uscita è possibile ottenere uscite a 5, 250, 500, 1000 Ω simmetriche oppure no rispetto massa. L'attenuatore tarato (10 db per contatto) consente un'attenuazione massima di 100 000:1. La gamma di frequenze prodotte va da 1000 a 15 000 Hz con la scala a sinistra del generatore, corrispondente al variabile *A* dell'oscillatore variabile; da 30 a 1000 Hz si ottengono regolando il variabile *B* dell'oscillatore fisso. La resistenza regolabile *C* permette l'azzeramento dell'oscillatore, visibile a mezzo dell'occhio magico, introducendo più o meno la capacità di *X* nel circuito. Si possono spostare contemporaneamente *A* e *B* e si ottiene la somma delle frequenze indicate dai rispettivi quadranti. La tensione di uscita può essere di 15, 50 ed anche 100 V (regolando con il condensatore *P* il valore della tensione applicata alla mescolatrice) con una distorsione massima del 2,5 %. Il ronzio di fondo del generatore è portato ad un livello molto basso a mezzo del potenziometro *Z* che introduce un ronzio di ampiezza e fase adatta a neutralizzare quello dovuto all'alimentazione. L'amplificatore AF del generatore è utilizzabile separatamente dagli oscillatori a mezzo dei morsetti *M* e del commutatore *E*. Sul trasformatore di uscita vi è un avvolgimento che applica una tensione di fase adatta sul catodo della preamplificatrice per ottenere la controreazione che rende più costante la resa.

Generatore AF della RCA 154, fig. 244.

Due oscillatori a RF, ad accoppiamento elettronico con due 6J7 collegate come tetrodi, applicano le tensioni prodotte alla griglia ed al catodo di un triodo mescolatore.

Sull'anodo di questo vi è un filtro passa basse che consente l'applicazione al potenziometro regolatore dell'uscita solo della tensione a frequenza differenza fra le due applicate alla mescolatrice. L'oscillatore fisso è accoppiato al catodo della 6C5 a mezzo di un circuito anodico accordato, per l'eliminazione delle armoniche presenti nella tensione del circuito oscillatorio

di griglia. Sul circuito dell'oscillatore variabile vi è, oltre al condensatore variabile corrispondente al quadrante graduato in Hz, un compensatore di correzione dello zero.

L'azzeramento è ottenuto a mezzo della lampada al neon che funziona normalmente da lampada spia: spostandone il commutatore relativo su *calibrate* (taratura) ad un elettrodo della lampada è applicata la tensione di uscita della finale all'altro quella alternata presente su di un anodo della raddrizzatrice, distorta per il raddrizzamento operato dalla valvola e pertanto comprendente frequenze armoniche di quella di rete. Si possono azzerare i battimenti, avvalendosi di questa frequenza come campione, a 50, 100, e 150 Hz.

Generatore RF Philips 2883/02, fig. 245.

Questo generatore copre con il variabile *C* e le bobine montate su un tamburo, le frequenze da 100 kHz a 30 MHz in cinque gamme, ed ha una gamma ulteriore da 400 a 500 kHz che permette l'allineamento molto accurato degli amplificatori di FI ed il rilievo della relativa caratteristica di selettività. L'uscita dell'oscillatrice, ottenuta a mezzo di una bobina di accoppiamento, è applicata alla griglia della modulatrice, alla cui griglia di soppressione è inviata la tensione dell'oscillatrice ad AF (400 o 2500 Hz) o la tensione di uscita di questa stessa valvola adoperata come amplificatrice della tensione di modulazione applicata al morsetto *M*. La tensione AF è regolata al valore adatto ad ottenere il 30 % di modulazione. Per ottenere la stessa percentuale di modulazione applicando al morsetto *M* una tensione alla frequenza voluta ($30 \div 10\,000$ Hz) occorrono circa 0,4 V.

La modulatrice è accoppiata all'attenuatore semilogaritmico, le cui graduazioni sono valide mantenendo l'entrata all'attenuatore a 100 mV: questa tensione è indicata dal voltmetro elettronico collegato all'entrata suddetta.

La tensione in misura è applicata alla rivelatrice per caratteristica di griglia; l'AF risultante è amplificata dalla seconda valvola accoppiata con il catodo al voltmetro con raddrizzatore ad ossido. Questo strumento indica l'ampiezza della tensione AF di modulazione, ma poichè questa rappresenta una percentuale costante rispetto alla RF, esso è tarato per indicare 100 mV: a tale valore si riporta l'indice regolando la tensione

applicata all'oscillatrice RF a mezzo di *P*. Il voltmetro è graduato sino ad 1 V e può essere adoperato come misuratore di uscita di un radiorecettore che si va allineando. Collegando la bobina mobile dell'altoparlante di questo fra il morsetto *M* e la massa, poichè la resistenza catodica della valvola amplificatrice del voltmetro è di 5000 Ω , la bobina mobile rappresenta un cortocircuito a tale carico e pertanto il voltmetro indicherà solo la tensione presente su questa.

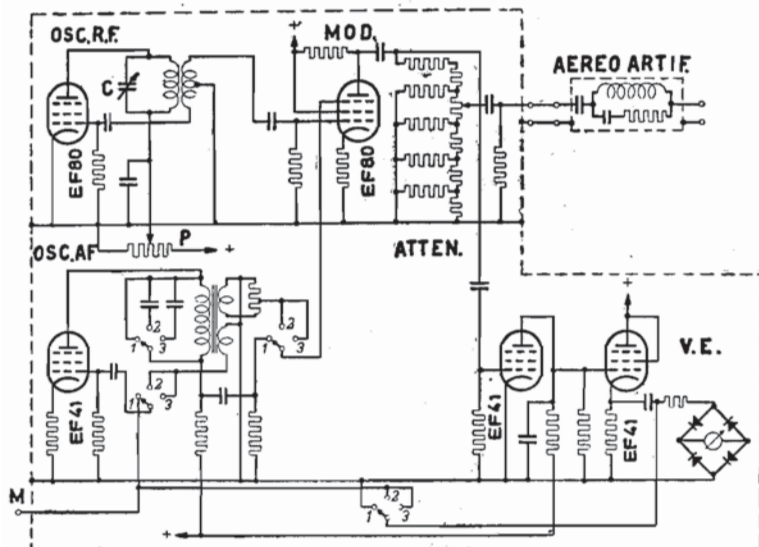
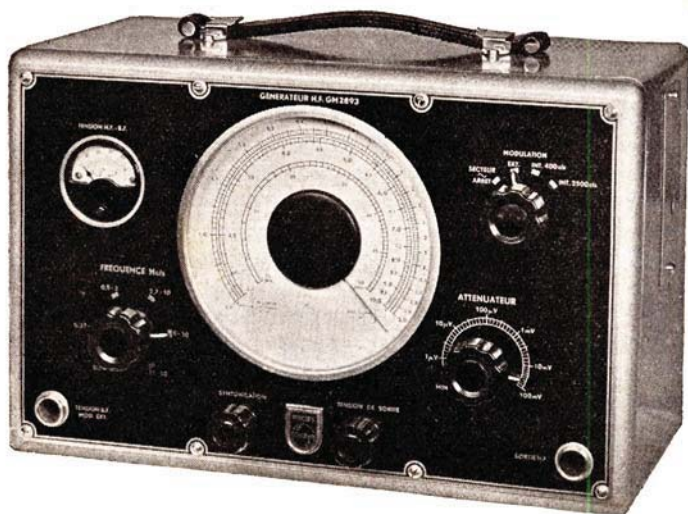


Fig. 245. — Generatore a R.F. della Philips, GM 2883.

L'attenuatore è di tipo speciale continuo: esso presenta all'uscita un'impedenza di circa 300 Ω a 100 mV, che si riduce da 30 a 80 Ω a seconda della posizione del cursore.

Dato il basso valore dell'impedenza è necessario far uso dell'aereo artificiale fra il generatore e il morsetto di aereo del ricevitore.

Dal morsetto *M* si può prelevare la tensione ad AF prodotta dal relativo oscillatore. L'impedenza di uscita del generatore risulta di 5000 Ω e la tensione di uscita può essere regolata da 0 ad 1 V a mezzo di *P*.



Generatore R.F. Philips GM 2893.

Generatore AF e RF Supreme 561, fig. 246.

Le audiofrequenze, ottenute da un generatore a battimenti, sono comprese entro la gamma 30-15 000 Hz. L'impedenza di uscita, bilanciata o no è regolabile a mezzo di pulsanti da 50-500-5000-50 000 Ω ; la massima tensione di uscita su 5000 Ω è di 15 V.

Le due oscillatrici a RF 6SK7 sono collegate con accoppiamento elettronico con i rispettivi anodi. Su quello dell'oscillatrice a frequenza fissa, vi è un circuito oscillatorio accordato alla stessa frequenza di quello di griglia per l'eliminazione delle armoniche. Le tensioni a RF sono applicate alla griglia ed al catodo della mescolatrice 6C5, la cui uscita, filtrata, è inviata alla griglia dell'amplificatore finale 6C5.

Le cinque gamme a RF coprono le frequenze da 65 kHz a 20,5 MHz e sono inseribili a mezzo di pulsanti. L'oscillatrice 6SK7 è anch'essa ad accoppiamento elettronico (le griglie di

soppressione delle oscillatrici suddette sono collegate alla griglia schermo): la tensione anodica è variata per ottenere dalla modulatrice 6V6 successiva un'ampiezza costante, indicata dal voltmetro elettronico. La 6V6 è polarizzata con 25 V per farla lavorare nel tratto curvo inferiore della caratteristica anodica. A questa valvola può essere applicata l'audio frequenza che si desidera per ottenere la modulazione di ampiezza: il voltmetro elettronico, inserito in tal caso sull'uscita dell'amplificatrice AF misura la percentuale di modulazione.

L'uscita della 6V6 è regolabile a mezzo di un attenuatore e di un moltiplicatore inserito con pulsanti.

Il generatore con MF fa uso di una 6F8 di cui una sezione funziona come oscillatrice a RF con anodo a massa e l'altra da modulatrice di frequenza: il suo anodo è collegato al circuito oscillatorio della sezione precedente ed alla sua griglia è applicata la componente alternativa della tensione pulsante del primo condensatore del filtro dell'alimentatore. Le variazioni nella corrente anodica comportano variazioni nella capacità anodica alla frequenza di 100 Hz e quindi variazioni nella RF generata di ± 25 kHz.

Generatore RF Triplett 34.42, fig. 247.

L'oscillatore a RF è costituito dal pentodo 6SJ7 con accoppiamento elettronico. Le frequenze prodotte possono essere variate da 160 kHz a 40 MHz, in cinque gamme.

Sul quadrante del generatore vi sono altre due scale graduate con le armoniche della quinta gamma portando così la massima frequenza all'uscita a 120 MHz.

L'uscita è regolabile a mezzo di un potenziometro e di una resistenza inseribile in parallelo ad esso, per ridurla ulteriormente.

Un triodo 6J5 funziona da oscillatore ad AF a 400 Hz: la sua uscita può essere adoperata per modulare, a mezzo della griglia di soppressione, l'oscillatrice a RF, con percentuale regolabile a mezzo di P , o è resa disponibile ai morsetti di uscita. A questi può essere applicata una tensione ad AF esterna per modulare alla frequenza voluta la portante a RF.

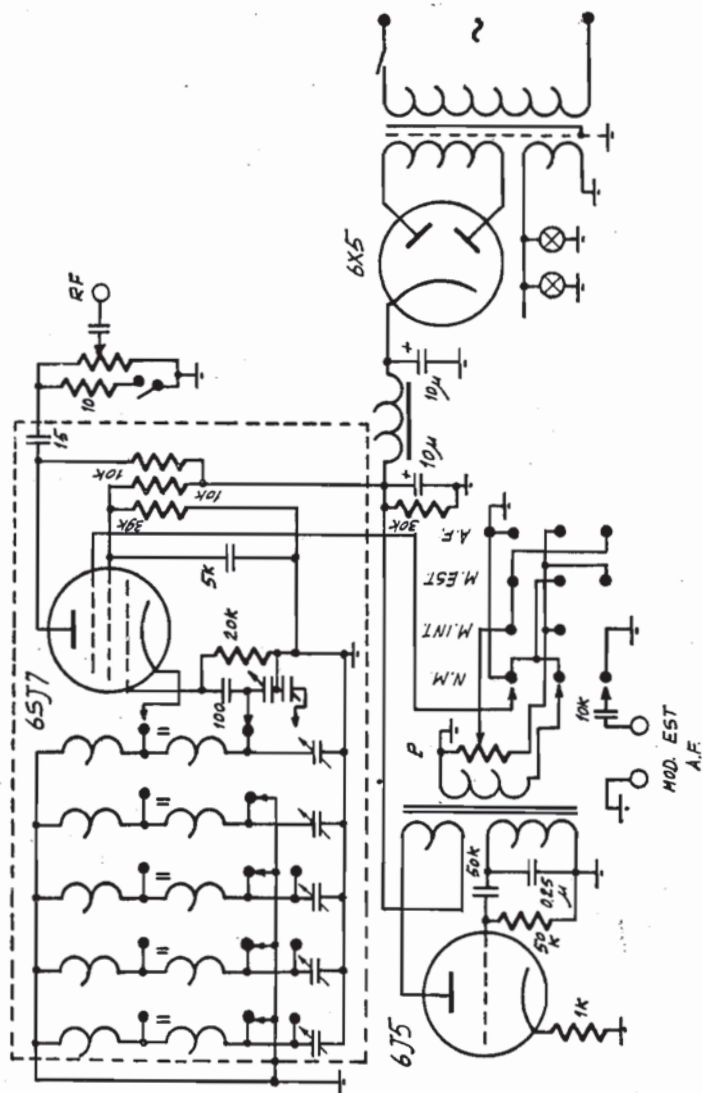


Fig. 247. — Generatore a R.F. della Triplett 5432.

Generatore modulato in frequenza Hickok 610A, fig. 248.

Questo generatore fornisce all'uscita tensioni a frequenze da 0 a 230 MHz, suddivise in quattro bande. Questa vasta gamma di frequenza è ottenuta per battimento con un oscillatore fisso a 75 MHz con un oscillatore variabile da 75 a 113 MHz.

Le gamme suddette risultano nei modi seguenti: 0÷40 MHz, battimenti differenza fra l'oscillatore fisso a 75 MHz e l'oscillatore variabile; 35÷75 MHz, battimenti fra la seconda armonica dell'oscillatore fisso e le seconde armoniche dell'oscillatore variabile; 75÷115 MHz, frequenze fondamentali dell'oscillatore variabile; 150÷230 MHz, seconde armoniche dell'oscillatore variabile.

Ogni frequenza di queste gamme può essere modulata in frequenza per una banda sino a 1,5 o 15 MHz, necessarie l'una per l'allineamento dei circuiti dei ricevitori per MF, l'altra per quelli per TV.

La valvola V_1 è l'oscillatrice a frequenza variabile, montata secondo il circuito Colpitts, il cui anodo è collegato alle griglie del doppio triodo V_2 che ha la funzione di mescolatrice. Infatti a queste griglie è applicata anche la resa dell'oscillatrice fissa V_6 , ad accoppiamento elettronico. Alla mescolatrice fa seguito la 6AK5, amplificatrice, sulla cui uscita è collegato l'attenuatore.

L'oscillatrice V_1 ha la bobina del circuito oscillatorio avvolta a spirale; affacciata ad essa, a breve distanza, vi è un dischetto di metallo fissato alla bobina mobile di un altoparlante magnetodinamico.

Alla bobina mobile è applicata una tensione, regolabile a mezzo del potenziometro W , alla frequenza di rete. Il dischetto di metallo vibra con la bobina mobile e si avvicina ed allontana a spirale facendone diminuire ed aumentare l'induttanza: quanto più ampie sono le escursioni del dischetto, tanto maggiore la variazione di frequenza in più ed in meno rispetto quella ottenuta portando a zero il potenziometro W .

Un oscillatore separato, comprendente il triodo a destra di V_7 , è regolabile da 20 a 60 MHz su tre gamme, di cui la terza è costituita dalle seconde armoniche della seconda. La sua uscita è regolabile a mezzo di M e viene applicata all'entrata dell'at-

tenuatore. Questo oscillatore molto stabile consente di avere sull'uscita del generatore una piccola tensione a frequenza nota che permette di controllare l'ampiezza della modulazione di frequenza fornita da V_1 , ed individuare la frequenza cui corrispondono i punti della caratteristica visibile sullo schermo dell'oscilloscopio. L'uscita di questo oscillatore per segnali indici deve essere mantenuta quanto più bassa è possibile per non influenzare la resa del ricevitore in esame. Quando, data la sensibilità del ricevitore, non è possibile ridurre sufficientemente l'uscita di questo oscillatore lo si esclude, e per controllare le frequenze relative ai vari punti della caratteristica, si adopera uno dei suoi circuiti oscillatori come circuito di assorbimento: alla frequenza a cui si accorda questo circuito, risulta una minore ampiezza nella tensione di uscita del generatore modulato in frequenza e sulla caratteristica risulta un picco di assorbimento.

Un'uscita a frequenze ben determinate, armoniche di quella di oscillazione di un cristallo, può essere introdotta sull'uscita del generatore a mezzo dell'oscillatore a quarzo costituito dalla sezione sinistra di V_7 : questo entra in funzione non appena si introduce un quarzo nell'innesto anteriore allo strumento. Sia questo oscillatore che quello per i segnali indici, possono essere modulati ad AF dall'oscillatore V_4 .

Modulatore di frequenza Philips GM 2881, fig. 249.

È costituito da un ottodo CK1 la cui sezione oscillatrice funziona a 4 MHz (75 m), frequenza che può essere variata di ± 25 kHz a mezzo del condensatore C . Fra i morsetti 3 e 4 va collegato il cavetto di uscita, che può essere terminato dall'attenuatore disegnato accanto allo schema.

Il secondo ottodo funziona come valvola reattanza: al suo anodo è collegato il circuito oscillatorio della valvola precedente e la tensione presente su questo circuito, debitamente sfasata, è applicata alla griglia controllo dell'ottodo.

Alla griglia oscillatrice di questa valvola può essere applicata una tensione alternata che, sovrapposta alla polarizzazione, farà variare il flusso di elettroni nella valvola stessa e quindi la sua influenza come valvola reattanza sul circuito oscillatorio. Con il potenziometro P si regola l'ampiezza di que-

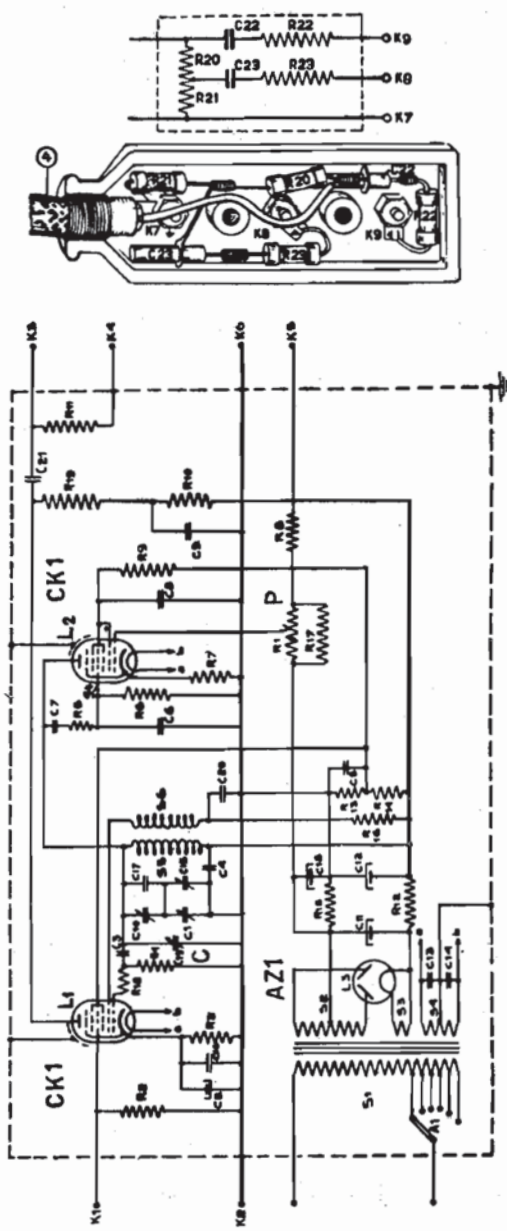


Fig. 249. - Modulatore di frequenza Philips GM 2881.

sta tensione alternata e di conseguenza la modulazione di frequenza ottenuta. Si può adoperare come tensione di modulazione quella di deviazione orizzontale di un oscilloscopio, a denti di sega. Questo metodo è comodo poichè applicando l'uscita del modulatore di frequenza ad un ricevitore, accordando questo alla stessa frequenza e collegando l'uscita del diodo rivelatore ai morsetti verticali dell'oscilloscopio, si ottiene sullo schermo la caratteristica di selettività perfettamente stabile.

Per poter esaminare la caratteristica di selettività a qualunque frequenza si accordi il radiorecettore, o quella dell'amplificatore di FI, si collega ai morsetti 1 e 2 l'uscita di un generatore RF la cui frequenza va regolata ad un valore tale da ottenere per differenza da 4000 kHz la frequenza a cui effettuare la verifica. Se si vuole controllare o effettuare l'allineamento di un amplificatore a FI, il generatore RF va regolato a 3533 kHz, questa frequenza batte nella mescolatrice CK1 e si ha sull'anodo la frequenza di 467 kHz modulata in frequenza dalla seconda CK1 per una larghezza di banda massima di ± 25 kHz.

Per la misura della larghezza di banda della curva osservata all'oscilloscopio, si può operare nel modo seguente. La caratteristica è anzitutto spostata leggermente verso sinistra disaccordando per quanto è necessario il generatore RF. Si

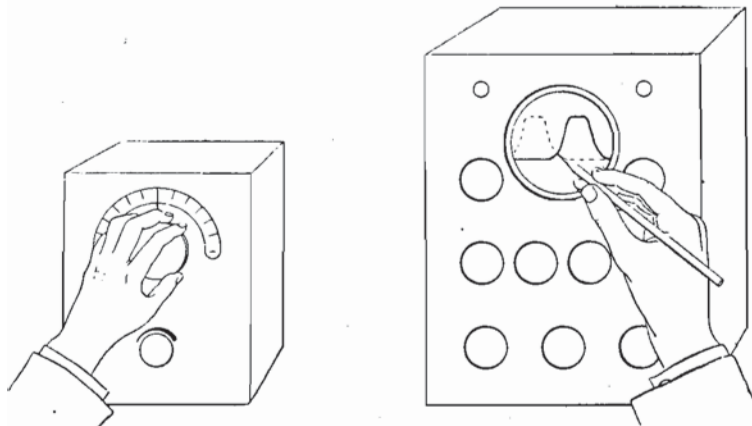


Fig. 250. - Controllo della larghezza di banda.

segna il punto in cui l'ampiezza verticale della caratteristica risulta di circa un decimo della massima, fig. 250, ad esempio appoggiando la punta di una matita sullo schermo. Si disaccorda quindi il modulatore di frequenza a mezzo di C sino a che l'altro lato della caratteristica risulti sotto la punta della matita. La larghezza di banda corrispondente a questa attenuazione è quella indicata dal disaccordo del modulatore di frequenza, letta direttamente sulla scala graduata in kHz con zero centrale.

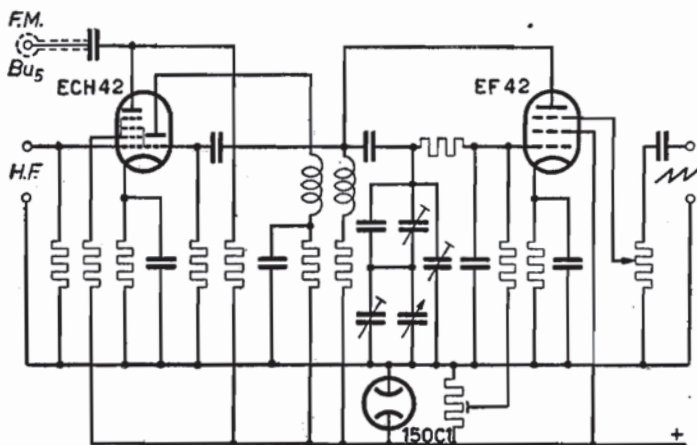


Fig. 251. — Modulatore di frequenza Philips GM 2886.

In fig. 251 è lo schema di principio del modulatore Philips GM2886 che genera la frequenza di 4 MHz, variabile di ± 25 kHz, con una modulazione di frequenza massima di ± 50 kHz se si applica una tensione alternata di 18 V circa ai morsetti d'ingresso a destra.

Generatore modulato in frequenza Silver 906, fig. 252.

Il generatore Silver modello 906 è stato realizzato per l'allineamento di tutti i tipi di ricevitori. Esso è modulato in ampiezza per otto gamme che coprono da 90 kHz a 170 MHz (le prime sette su fondamentale, e l'ottava su 2^a armonica) e la

modulazione di frequenza può essere ottenuta da 90 kHz a 210 MHz. La valvola di reattanza 3 varia la frequenza fissa di 40 MHz per una banda di 500 kHz alla frequenza di rete.

L'uscita di questo oscillatore fisso, montato nello stesso

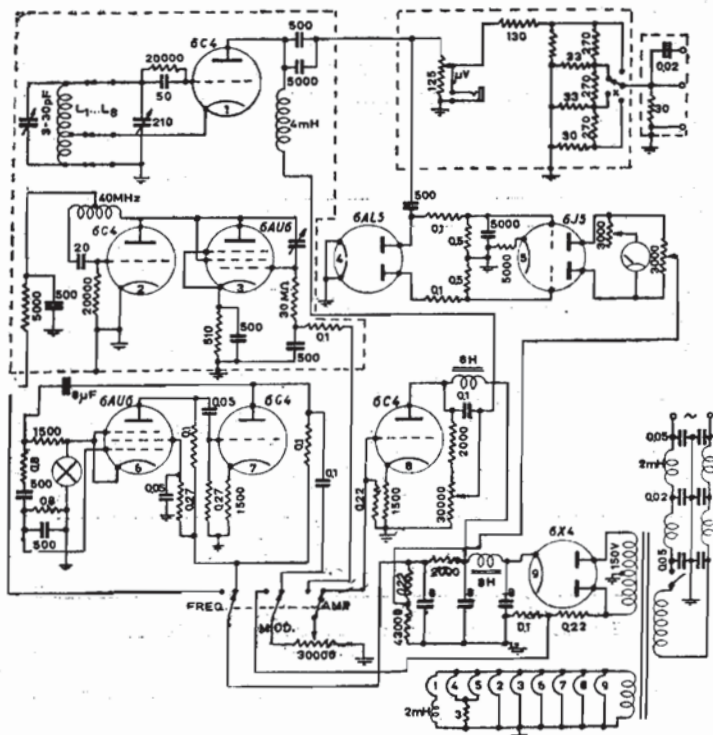


Fig. 252. — Generatore R. F. con modulazione di frequenza Silter 906.

schermo dell'oscillatore variabile, è ottenuta per irradiazione dai componenti del circuito oscillatorio sull'altro circuito: si ha la produzione di battimenti la cui frequenza è di 40 MHz più o meno la frequenza indicata sul quadrante. L'oscillatore AF di modulazione, con le valvole 6 e 7, ha una frequenza di 400 Hz determinata e stabilizzata dal ponte di Wien. La valvola 8 isola l'oscillatore da effetti di variazione del carico.



Generatore R.F. con MA e MF Simpson 479.

Generatore modulato in frequenza UST, fig. 253.

Questo generatore modulato è costruito per essere adoperato anche per l'allineamento di ricevitori per modulazione di frequenza e per televisione. Esso copre una gamma da 500 kHz a 110 MHz e l'ampiezza della MF è regolabile da 5 kHz a 10 MHz. L'oscillatore modulato in frequenza lavora mediamente a 135 MHz mentre l'altro è regolabile da 135 a 245 MHz. La frequenza di modulazione è uguale a quella della rete. I due oscillatori sono accoppiati a mezzo dei catodi con il me-

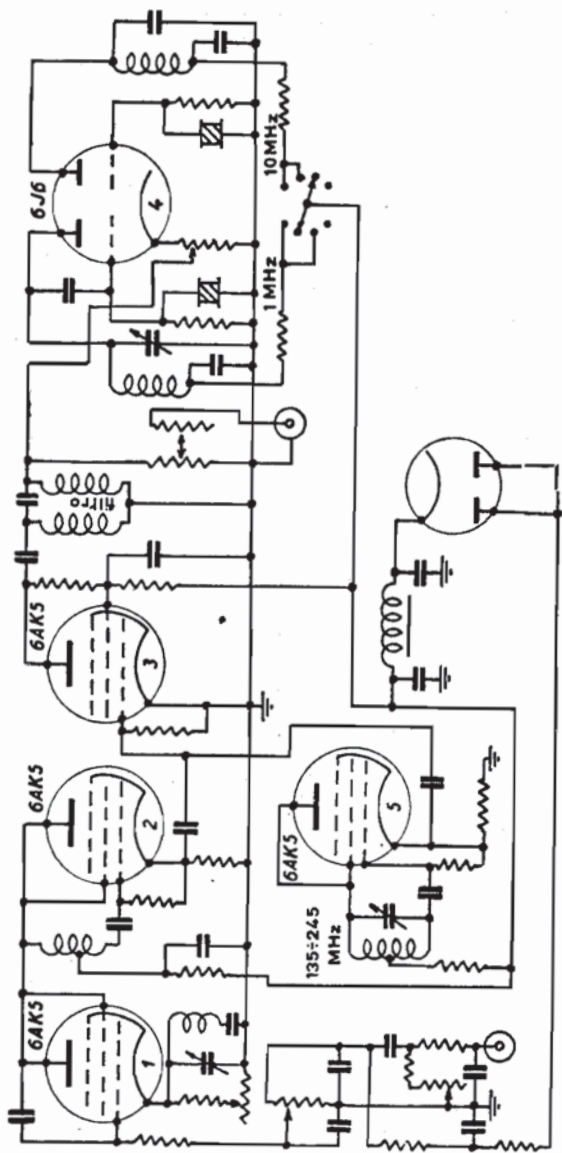


Fig. 253. - Generatore con modulazione di frequenza UST.

scolatore per ridurre le influenze sui circuiti oscillatori. Il mescolatore ha un'elevata resistenza di griglia in modo da funzionare anche da limitatore e perciò è alimentato con tensioni di schermo ed anodo al disotto delle normali. Da ciò risulta un'uscita ricca di armoniche che permette di ottenere anche 220 MHz. L'uscita è prelevata attraverso un filtro passa alte per eliminare ogni influenza dalla rete di alimentazione che potrebbe introdurre disturbi, data la sincronizzazione che si chiede ad essa del modulatore di frequenza e dell'oscilloscopio.

