

DOTT. ING. GAETANO MANNINO-PATANÈ

LA
TECNICA ELETTRONICA
E SUE APPLICAZIONI
(DALL'ELETTRONE ALLA TELEVISIONE A COLORI)

TERZA EDIZIONE INTERAMENTE RIFUSA

VOLUME PRIMO

di pagine XXXII-705, con 558 illustrazioni e XXIII tabelle

Nozioni di fisica atomica ed elettronica - Ottica elettronica - Emissioni ed effetti elettronici - Circuiti oscillatori a costanti concentrate e distribuite - Linee di Lecher - Cavi coassiali - Risonatori a cavità - Guide d'onda - Antenne irradianti e riceventi - Radiatori a tromba - Filtri elettrici di banda - I tubi elettronici per usi normali e speciali - Tiratroni - Lighthouses - Megatroni - Magnetroni - Klystrons - Transistori - Tubi ad onde progressive - Radrizzatori a tubi, a strato di arresto, a contatto puntiforme, a gas, a catodo liquido - Teoria delle oscillazioni modulate in ampiezza, in fase ed in frequenza - La conversione della corrente e della frequenza - Determinazioni varie mediante la retta di carico - Stadi di classi A, A-B, B e C; in controfase e ad inversione di fase - Accoppiamenti interstadiali - Le costanti di tempo R-C e L/R - Vari sistemi di amplificazione - La reazione negativa - Oscillatori a regime continuativo ed impulsivo - Modulazione ad impulsi - Moltiplicatori elettronici - Trasduttori elettroacustici - Regolazione, compressione ed espansione della dinamica dei suoni - Correttori di tonalità, ecc.

EDITORE **ULRICO HOEPLI** MILANO

DOTT. ING. GAETANO MANNINO-PATANÈ

LA

TECNICA ELETTRONICA

E SUE APPLICAZIONI

(DALL'ELETTRONE ALLA TELEVISIONE A COLORI)

TERZA EDIZIONE INTERAMENTE RIFUSA

VOLUME PRIMO

di pagine XXXII 705, con 558 illustrazioni e XXIII tabelle

Nozioni di fisica atomica ed elettronica - Ottica elettronica - I semiconduttori - Emissioni ed effetti elettronici - Circuiti oscillatori a costanti concentrate e distribuite - Linee di Lecher - Cavi coassiali - Risonatori a cavità - Guide d'onda - Antenne irradianti e riceventi - Radiatori a tromba - Filtri elettrici di banda - I tubi elettronici per usi normali e speciali (principii teorici, parametri, caratteristiche, funzioni, ecc.) - Tiratroni - Lighthouses - Megatroni - Magnetroni - Klystrons - Transistori - Tubi ad onde progressive - Raddrizzatori a tubi, a strato di arresto, a contatto puntiforme, a gas, a catodo liquido - Teoria delle oscillazioni modulate in ampiezza, in fase ed in frequenza - La conversione della corrente e della frequenza - Determinazioni varie mediante la retta di carico - Stadi di classi A, A-B, B e C; in controfase e ad inversione di fase - Accoppiamenti interstadiali - Le costanti di tempo R-C e L/R - Vari sistemi di amplificazione - La reazione negativa - Oscillatori a regime continuativo ed impulsivo - Sistemi di modulazione in ampiezza di oscillazioni armoniche e di rivelazione di oscillazioni modulate in ampiezza - Modulazione ad impulsi - Moltiplicatori elettronici - Trasduttori elettroacustici (microfoni, altoparlanti, magnetofonia, ecc.) - Regolazione, compressione ed espansione della dinamica dei suoni - Correttori di tonalità - ecc.

EDITORE ULRICO HOEPLI MILANO

1953

INDICE TEMATICO

PARTE PRIMA

Nozioni varie

CAPITOLO I. — NOZIONI DI FISICA ATOMICA	1
1. L'atomo - Elettrone, protone e neutrone - Gli strati elettronici - Livelli energetici	1
2. L'elettrone-volt	3
3. L'elettrone rotante e gli effetti Zeeman-Lo spin	3
4. Stati quantici nella meccanica quantistica - Il quanto d'azione del Planck - La costante di Planck - Il fotone	4
5. Stati quantici degli elettroni	5
6. La lunghezza d'onda degli elettroni sotto l'azione di un campo elettrico - Il diffrattografo elettronico	6
7. Gli elementi e la tavola di Mendelejeff	7
8. Il numero atomico ed il numero di massa	8
9. Il simbolo chimico degli elementi	8
10. L'unità di massa nucleare	9
11. La teoria della relatività	9
12. L'equivalenza fra massa ed energia	10
13. Il difetto di massa	11
14. Gli isotopi - La pletade - La scala chimica e la scala fisica	11
15. Le radioattività naturali ed artificiali - Il neutrino - Raggi α , β e γ - I mesoni	12
16. La vita media ed il periodo di dimezzamento degli isotopi radioattivi	14
17. Alcuni particolari sulla radioattività artificiale - Il positone - La materializzazione e la dematerializzazione della coppia positone-elettrone	15
18. Le equazioni nucleari	16
19. L'importanza degli elettroni periferici	16
20. Semiconduttori puri, di tipo N e di tipo P	17
21. La barriera di potenziale - Il potenziale intrinseco - Emissione elettronica a freddo - La trasparenza	19
22. Correnti elettriche di conduzione, di convenzione, di ionizzazione e di spostamento	21
23. Comportamento degli elettroni in un campo elettrico - La velocità dell'elettrone in base alla teoria di Einstein	22
24. Comportamento degli elettroni sotto l'azione di un campo magnetico e di un campo elettrico	23
CAPITOLO II. — LE EMISSIONI ELETTRONICHE - EFFETTI VARI	25
25. Specie di emissioni elettroniche (termoelettronica, elettrostatica, fotoelettrica, secondaria)	25
26. Particolari sull'effetto termoelettronico - La costante di emissione primaria - La costante di evaporazione elettronica - Il lavoro di estrazione - Il potenziale intrinseco di metalli e composti - L'emissione elettrostatica (a catodo freddo)	25

27. L'effetto mitraglia	29
28. L'effetto termoionico	29
29. L'emissione fotoelettrica	29
A) Atomi ed ioni adsorbiti - Teoria delle emissioni termoelettro-	
nica e fotoelettrica - Ionizzazione di atomi adsorbiti e neutraliz-	
zazione di ioni adsorbiti - Forze di van der Waals e loro azione, 29;	
B) Leggi dell'effetto fotoelettrico, 30; C) Tipi di emissione foto-	
elettrica (normale e selettiva) - Composti per catodi di fotocel-	
lule - Adsorbimento - Neutralizzazione, 31; D) Massimo effetto se-	
lettivo e soglia fotoelettrica, 32.	
30. L'emissione elettronica secondaria - Coefficiente di emissione se-	
condaria e metodi per determinarlo	34
A) Principi teorici dell'emissione secondaria, 37.	
 CAPITOLO III. — NOZIONI DI OTTICA ELETTRONICA	38
31. Principi teorici dell'ottica elettronica e dei tubi a raggi catodici	38
32. Applicazioni di ottica elettronica - Principio dei tubi di Braum,	
del microscopio elettronico e dello spettrografo di massa	41
33. Le aberrazioni elettronottiche	45
A) L'aberrazione cromatica, 45; B) L'aberrazione sferica, 46;	
C) L'astigmatismo, 46; D) La curvatura di campo, 47; E) La di-	
storsione, 47; F) Il coma (effetto virgola), 47; G) Aberrazione do-	
vuta alla carica spaziale, 47.	
 CAPITOLO IV. — PIEZOELETTRICITA' - PIROELETTRICITA' -	
LUMINESCENZA	48
34. Cenni sulla piezoelettricità - Costituzione, assi, tagli, proprietà	
e principali applicazioni dei sali di Rochelle e dei cristalli di quarzo	
- L'elemento bimorfo	48
A) Barrette per risonatori, 54; B) I quarzi a taglio « V » a basso	
coefficiente di temperatura, 56.	
35. La piroelettricità	57
36. Specie di luminescenze - Preparati per schermi luminescenti - Flu-	
orescenza e fosforescenza - Applicazioni dell'analisi della fluore-	
scenza - I fluorofori - Sostanze per tubi fluorescenti	57

PARTE SECONDA

Circuiti oscillatori e loro derivati
Propagazione delle onde elettromagnetiche

 CAPITOLO I. — CIRCUITI OSCILLATORI A COSTANTI CONCEN-	
TRATE	63
37. Teorie e caratteristiche principali dei circuiti oscillatori a costanti	
concentrate semplici, smorzati o forzati	63
A) I circuiti oscillatori semplici - Resistenza critica, periodo, lun-	
ghezza d'onda e costante oscillatoria di un circuito risonante sem-	
plice smorzato e non smorzato, 63; B) Il decremento logaritmico -	
Importanza del rapporto L/C, 68; C) Circuiti oscillatori semplici	
forzati a risonanza di corrente (con elementi in serie) - Impedenza	
e coefficiente di risonanza di un circuito oscillatorio a risonanza di	
corrente, 69; D) Circuiti oscillatori semplici forzati a risonanza di	
tensione (elementi in parallelo) - Resistenza dinamica, coefficiente	
di risonanza e selettività di un circuito oscillatorio a risonanza	
di tensione, 73; E) Impedenza fuori risonanza di un circuito oscil-	
latorio semplice forzato con elementi in parallelo, 76; F) Circuiti	
oscillatori semplici forzati a frequenza variabile - Il rapporto di	

frequenza - Determinazione sperimentale delle costanti di un circuito oscillatorio - Messa a punto dei valori di L e di C , 77; G) Frequenza f_0 di un circuito oscillatorio comprendente la resistenza interna di un tubo, 79.	
38. Oscillazioni libere nei circuiti accoppiati privi di perdite	80
39. Il fenomeno dei battimenti - Le bande laterali di frequenza	81
40. Oscillazioni libere nei circuiti accoppiati con perdite - Il coefficiente di trasferimento - Eccitazione per impulso	83
41. Oscillazioni forzate nei circuiti accoppiati - Fenomeno delle due frequenze di risonanza	84
42. Il coefficiente apparente di risonanza ed il coefficiente di trasferimento nei circuiti oscillatori accoppiati sottoposti ad oscillazioni forzate	91
43. Altri sistemi di accoppiamento fra due circuiti oscillatori	92
44. Capacità distribuita e induttanza apparente delle bobine induttive	93
45. I principali inconvenienti delle bobine d'induttanza a prese intermedie con spire appese	95
CAPITOLO II. — CIRCUITI OSCILLATORI A COSTANTI DISTRIBUITE	
46. Circuiti oscillatori costituiti da linee di Lecher o da cavi coassiali - Impedenza caratteristica e costanti varie	97
47. Onde stazionarie nei cavi coassiali.	101
48. I risonatori a cavità - Tipi più comuni e distribuzione delle frequenze di risonanza	102
49. Il coefficiente di risonanza dei risonatori a cavità	104
50. Frequenza di risonanza dei risonatori a cavità	106
51. Sistemi per variare la frequenza di risonanza dei risonatori a cavità	107
52. Resistenza cosiddetta di « shunt » dei risonatori a cavità	107
53. Accoppiamenti con i risonatori a cavità	108
54. Considerazioni varie sui risonatori a cavità	110
CAPITOLO III. — LE GUIDE D'ONDA	
55. Onde elettromagnetiche - Vettori elettrico e magnetico - Campi di induzione, di radiazione ed elettrico - Polarizzazione di un'onda elettromagnetica	111
56. Propagazione delle microonde lungo tubi metallici (guide d'onda)	115
57. Rappresentazione fisica della propagazione nelle guide d'onda	115
58. Considerazioni sulla frequenza di taglio delle guide d'onda	124
59. Sistemi di eccitazione delle guide d'onda	124
60. Attenuazione delle guide d'onda	125
CAPITOLO IV. — LE ANTENNE IRRADIANTI	
61. Alcune nozioni sulle antenne irradianti e sul loro accoppiamento al circuito finale del trasmettitore	127
A) La velocità di propagazione di una perturbazione elettrica in una linea di lunghezza infinita o chiusa sulla sua impedenza caratteristica, 127; B) Le onde stazionarie, 128; C) Principio delle antenne irradianti del tipo marconiano o hertziano, 129; D) Proprietà direttrici e guadagno delle antenne irradianti - Il riflettore - Eccitazioni, 131; E) Sistemi di alimentazione delle antenne irradianti, 133; F) Frequenza fondamentale e rendimento di un'antenna irradiante, 136; G) Antenne per onde lunghe, medie, corte ed ultracorte, 138.	
62. Elementi di progetto di un'antenna irradiante a T	142
CAPITOLO V. — CLASSIFICAZIONE E PROPAGAZIONE DELLE ONDE ELETTROMAGNETICHE	
63. Propagazione dell'energia elettromagnetica attorno alla terra e nello spazio libero	145

A) Onde riflesse ed onde dirette, 145; B) Intensità di campo delle radioonde - Costituzione della ionosfera, 146; C) Classificazione e caratteristiche delle radioonde per radiocomunicazioni, 148; D) Nozioni sulla irradiazione e sulla propagazione delle microonde - Lenti radio, 152.	
CAPITOLO VI. — LE ANTENNE DI RICEZIONE	154
64. Proprietà delle antenne di ricezione	154
A) L'evanescenza, 157.	
CAPITOLO VII. — I RADIATORI A TROMBA	158
65. I radiatori a tromba in generale	158
66. Radiatori a tromba a settore	159
67. Radiatori a tromba tronco-piramidale	162
68. Radiatori a tromba tronco-conica	162
69. Radiatori a tromba bionica	163
70. Radiatori a tubo	163
CAPITOLO VIII. — I FILTRI ELETTRICI DI BANDA	165
71. Proprietà ed impiego dei filtri elettrici	166
72. Le celle filtranti ad elementi capacitivi ed induttivi - Denominazione dei filtri di banda	165
73. Attenuazioni e frequenze limiti delle celle filtranti	167
74. Le celle a K costante	168
75. Le celle derivate ad m	168
76. Filtri a più celle	168
77. Elementi per il progetto dei filtri non dissipativi	169
78. Calcolo di C e di L di un filtro passa-alto	173
79. Filtri di banda con cristalli piezoelettrici	173
80. Collegamento dei filtri di banda - I canali	175

PARTE TERZA

Teorie delle oscillazioni modulate

CAPITOLO I. — LA SERIE DI FOURIER ED IL FATTORE DI DISTORSIONE	177
81. Il periodo e la frequenza di una funzione periodica - Lo sviluppo in serie di Fourier - Armonici di una serie di Fourier - L'ordine, l'ampiezza e la costante di fase di ciascun armonico - Coefficiente di Fourier - Spettri di righe, di ampiezza e di fase della serie di Fourier - Componenti delle radiotrasmissioni	177
82. L'espressione analitica del fattore di distorsione	180
CAPITOLO II. — LE MODULAZIONI DI AMPIEZZA, DI FASE E DI FREQUENZA	181
83. Nozioni sulle oscillazioni modulate	181
84. La modulazione di ampiezza - Percentuale e bande laterali di modulazione - L'indice di modulazione (o massima variazione) di ampiezza - Distribuzione delle potenze in un'onda modulata di ampiezza - Rappresentazione vettoriale di un'onda modulata in ampiezza	181
85. La sovramodulazione di ampiezza	186
86. Azione mutua (interazione) fra radioonde (effetto Lussemburgo)	186
87. La modulazione di fase - L'indice di modulazione (o massima de-	

viazione) di fase - Deviazione massima di frequenza dovuta alla modulazione di fase	189
88. La modulazione di frequenza - L'indice di modulazione di frequenza - La deviazione massima di frequenza - La profondità o percentuale della modulazione di frequenza	190
89. Costituzione spettrale di una oscillazione modulata armonicamente in fase oppure in frequenza	192
90. Significato della percentuale di modulazione nelle modulazioni di fase e di frequenza	196

PARTE QUARTA

Moltiplicatori elettronici e trasduttori elettroacustici

CAPITOLO I. — I MOLTIPLICATORI ELETTRONICI	197
91. Generalità sui moltiplicatori elettronici	197
92. Moltiplicatori elettronici a campi elettrostatici	199
93. Moltiplicatori elettronici a campi magnetostatici ed elettrostatici	200
94. Moltiplicatori elettronici a gradiente di potenziale	201
95. Moltiplicatori elettronici a radiofrequenza	202
96. Traiettorie degli elettroni nei moltiplicatori elettronici a campi magnetostatici ed elettrostatici ortogonali	203
97. Utilità dei moltiplicatori elettronici	203
CAPITOLO II. — I MICROFONI	204
98. I trasduttori - Funzione del trasformatore di adattamento	204
99. L'effetto Larsen e la reazione acustica - L'effetto microfonico ...	205
100. Classificazione, caratteristiche e proprietà dei microfoni	205
A) Generalità - I riflettori acustici, 205; B) Microfoni a pressione ed a gradiente di pressione - Microfoni di velocità e di spostamento, 209; C) Microfoni omnidirezionali, bidirezionali ed unidirezionali (direttivi e non direttivi), 209; D) Microfoni reversibili e non reversibili - Sensibilità ed indice elettroacustico dei microfoni - Distorsioni, 210; E) Frequenza di risonanza e parametri vari dei microfoni, 211.	
101. I microfoni a carbone (a resistenza), a semplice od a doppia scatoletta, oppure a corrente trasversa	212
102. I microfoni a nastro	213
103. I microfoni elettrostatici	215
104. I microfoni elettrodinamici o magnetodinamici a bobina mobile ..	218
105. I microfoni piezoelettrici	221
106. I microfoni termoelettronici	223
107. La telefonia fra ambienti rumorosi - Gli osteofoni ed i laringofoni - Il sistema enfasizzato	223
CAPITOLO III. — DEGLI ALTOPARLANTI A BOBINA MOBILE ...	226
108. Gli altoparlanti elettrodinamici o magnetodinamici	226
A) Costruzione e funzionamento degli altoparlanti a bobina mobile, 226; B) Comportamento degli altoparlanti ad irradiazione diretta - Impedenza, resistenza e reattanza di radiazione, 228; C) Comportamento degli altoparlanti a tromba con camera di compressione, 230; D) Funzione della camera di compressione degli altoparlanti a tromba - L'unità pilota, 231; E) Lunghezza delle trombe - Trombe ripiegate, 232; F) I corrugamenti dei coni - Sistemi a bobina mobile suddivisa ad uno o più coni coassiali, 233.	
109. I sistemi bifonici, trifonici, ad immersione o senza membrana ...	234
A) Le due categorie ed i vari tipi dei sistemi bifonici, 234; B) Altoparlanti trifonici, 239; C) Altoparlanti e microfoni per funzionamento in immersione, 239; D) L'altoparlante ionico, 239.	

110. Il bifonico coassiale Aulos Duodinamico	240
A) Descrizione del Duodinamico, 240; B) Il trasformatore acustico del Duodinamico, 242; C) Mutuo accoppiamento fra le due bobine mobili del Duodinamico, 243; D) Cella filtrante del Duodinamico, 243; E) Resa acustica e responso del Duodinamico, 244.	
111. Curva dell'impedenza della bobina mobile - Eccitazione del campo degli altoparlanti elettrodinamici	244
112. Accoppiamento ed ubicazione degli altoparlanti	245
113. Altoparlanti con o senza trasformatore sulla bobina mobile, oppure con trasformatore per linee a media impedenza	246
114. I complessi elettromagnetici e piezoelettrici	247
115. Sospensione antivibrante degli altoparlanti	248
116. Gli altoparlanti pensili	248
 CAPITOLO IV. — DELLA REGISTRAZIONE E DELLA RIPRODUZIONE DEI SUONI PER VIA ELETTROMAGNETICA O PIEZOELETTRICA	
117. I fonoincisorì, i rilevatori e i dischi	249
A) Generalità, 249; B) Principali caratteristiche dei fonoincisorì e delle incisioni, 249; C) Dischi normali e dischi a microscolco, 252; D) Dischi a passo variabile e dischi stereofonici, 252; E) Altri sistemi di incisione, 253; F) I vari tipi di rilevatori, 253; G) I rilevatori elettromagnetici a ferro mobile, 253; H) Normali impedenze interne dei rilevatori elettromagnetici a ferro mobile, 255; I) Distorsioni della tensione d'uscita dei fonorilevatori elettromagnetici a ferro mobile, 256; J) I rilevatori piezoelettrici e loro connessione con l'amplificatore, 256; K) Altri tipi di rilevatori, 260; L) Equalizzatori per rilevatori, 260; M) Traiettoria del braccio dei rilevatori - Allacciamento di una fotocellula e di un rilevatore all'amplificatore - Accorgimenti vari, 262.	
118. La registrazione e la riproduzione dei suoni per via elettromagnetica (magnetofonia)	263
A) Le 3 categorie dei registratori magnetici, 263; B) Registrazione e riproduzione mediante filo di acciaio, 263; C) Registrazione e riproduzione mediante nastri magnetici, 266.	

PARTE QUINTA

I tubi elettronici per usi normali e speciali

CAPITOLO I. — DEI TUBI ELETTRONICI IN GENERALE		269
119. Cenni sommari sui tubi elettronici		269
120. Classificazione ed impiego dei tubi elettronici		271
121. Un po' di storia del tubo elettronico		272
122. Tendenze e concezioni in materia di tubi elettronici		274
A) Criteri costruttivi dei tubi tipo americano e tipo europeo, 274; B) Progressi fatti nei riguardi dei tubi elettronici, 274; C) Caratteristiche tecniche dei moderni tubi per l'amplificazione delle alte e delle altissime frequenze, 275.		
123. Del filamento e del catodo dei tubi elettronici		276
A) Generalità, 276; B) Emissione massima dei filamenti, 279; C) Filamenti di tungsteno a pellicola superficiale, 280; D) Catodi ad ossido di minerali alcalino-terrosi, 280; E) Esaurimento del catodo - Impiego dei catodi - Difetti meccanici - Microfonicità, 281; F) Particolari dei catodi a riscaldamento diretto ed indiretto, 282.		
124. Dimensioni, forma e costituzione della placca (anodo) - Potenza anodica da dissipare		284

CAPITOLO II. — DEI DIODI	286
125. Caratteristiche statiche e dinamiche del diodo - La carica spaziale - Superficie virtuale del catodo - Espressione di Langmuir	286
126. Resistenza apparente e resistenza e conduttanza interne del diodo	289
127. Vari tipi di diodo: a vuoto, a gas (a catodo caldo o freddo) ed a vapore di mercurio	290
128. Nozioni sui diodi a gas ed a vapore di mercurio - Massima tensione inversa di cresta - Il diagramma di Seeliger - Fase di Townsed, scarica a bagliore e arco - I diodi tungar - Tipi di catodi per diodi	292
129. Distribuzione del potenziale fra catodo e placca in un diodo a vuoto	296
130. Caratteristica anodica statica di un diodo a riempimento gassoso	297
131. Distribuzione del potenziale fra catodo e placca in un diodo a riempimento gassoso	298
132. Elementi teorici del diodo in funzione di raddrizzatore	298
133. Potenze istantanee di alimentazione, utile e dissipata, nonchè rendimento del diodo raddrizzatore	300
134. Corrente di emissione teorica di un diodo a vuoto	300
135. Inerzia di un diodo - Funzioni del diodo quale rivelatore	301
136. Costanti di riposo del diodo a riscaldamento indiretto nei rapporti della rivelazione	302
137. Comportamento del diodo alle alte frequenze e sotto l'influenza di campi magnetici - Principio del magnetrone	303
138. I diodi luminescenti (a gas) stabilizzatori e partitori	303
CAPITOLO III. — DEI TRIODI	305
139. Circuiti del triodo - La griglia pilota	305
140. L'influenza della griglia nella distribuzione del potenziale fra catodo ed anodo di un triodo	307
141. Caratteristiche mutue statiche del triodo	308
142. Caratteristiche mutue dinamiche del triodo	309
143. La corrente di griglia	310
144. Nocivi effetti della corrente di griglia - La corrente inversa - Caratteristiche di griglia	310
145. Resistenza e conduttanza interne (o differenziali) e resistenza interna di griglia del triodo	312
146. Pendenza anodica del triodo e relativa unità di misura (mho) ...	313
147. Coefficiente o fattore di amplificazione interna del triodo	314
148. Il coefficiente di amplificazione del triodo in funzione degli elementi costruttivi - Potenziale e caratteristica globali - Il diodo equivalente - Superficie caratteristica del triodo - Parametri di due triodi in parallelo	316
149. Sensibilità di potenza del triodo	319
150. Intraeffetto o coefficiente di attraversamento - Equazione interna del triodo - Tensioni equivalenti (o risultanti) anodica e di griglia	319
151. Le caratteristiche anodiche del triodo - La tensione di comando	320
152. Funzione del triodo quale amplificatore	320
153. Principii teorici del triodo	321
A) La corrente totale del diodo virtuale - Equazione di Vallauri - La corrente ed i potenziali residui - L'effetto retroattivo di anodo - Equazioni differenziali dei parametri di un triodo, 321; B) Il triodo in funzione di amplificatore in classe A - Pendenza ed amplificazione dinamiche - Adattamenti di corrente, di tensione e di potenza, 323.	
154. Potenziali d'interdizione del triodo	324
155. Scelta del coefficiente di amplificazione di un triodo - Relazione fra pendenza e resistenza interna e fra pendenza ed elettrodi di un triodo	325
156. Determinazione pratica di alcune grandezze del triodo	326

157. Le capacità interelettrodeiche, la resistenza e la capacità dinamiche d'ingresso del triodo	328
158. Effetti e neutralizzazione della capacità griglia-placca (neutrodina) - Triodo oscillatore	330
159. Neutralizzazione a risonanza della capacità griglia-placca	332
160. Quando la R_i di un triodo può diventare negativa - Il dinatron	333
161. Il triodo generatore di microonde - Oscillatore di Barkhausen-Kurz	334
162. La distorsione totale del triodo in funzione della resistenza di carico	335
163. Il triodo a gas (tiratrone) e sue proprietà - Tempo di ionizzazione e di disionizzazione - Il trigatron	335
164. Applicazioni del tiratrone - Il thy-mo-trol	338
CAPITOLO IV - TUBI CON PIÙ DI TRE ELETTRDI	339
165. Il tetrodo	339
166. Il tetrodo bigriglia	339
167. Il tetrodo a griglia di campo	340
168. Il tetrodo a griglia schermo - S , μ , R_i e potenziali d'interdizione del tetrodo schermato	341
169. Elementi teorici del tetrodo	343
A) I coefficienti di amplificazione parziali, 343; B) Il diodo virtuale - Potenziali d'interdizione - Valori della pendenza e del coefficiente di amplificazione, 345.	
170. Il pentodo - Caratteristica di placca del pentodo - Funzioni della griglia catodica - Pentodi per l'amplificazione di alte e di basse frequenze e potenziali d'interdizione relativi - S , μ , R_i e $V_{\theta_{1,i}}$ del pentodo	346
171. La distorsione totale del tetrodo e del pentodo in funzione della resistenza di carico - Neutralizzazione delle autooscillazioni del tetrodo e del pentodo	351
172. Elementi teorici del pentodo - Resistenza e capacità dinamiche d'ingresso del pentodo	352
173. Tubi a fasci elettronici per regime continuo - Loro costituzione e loro proprietà peculiari - I tubi a fasci elettronici per regime impulsivo	352
174. Scopo del controllo di sensibilità - Tubi a pendenza variabile (multimu)	356
175. Il tiratrone a griglia schermo	357
176. Esodi, eptoni ed ottodi	358
177. I tubi a minimo soffio	359
178. I tubi oscillatori a fasci elettronici	360
179. Tubi ad emissione secondaria ed a fasci elettronici	362
180. Tubi multipli	365
CAPITOLO V. — TUBI PER ALTE ED ALTISIME FREQUENZE ..	366
181. Alcuni tubi per alte ed altissime frequenze	366
182. Alcuni tubi per altissime frequenze di recente ideazione (lighthouse e megatrone) - Regime continuativo e regime impulsivo	371
CAPITOLO VI. — NOZIONI VARIE SUI TUBI ELETTRONICI	375
183. I tubi convertitori di frequenza ad eccitazione indipendente od autoeccitati	375
184. Il rumore di fondo dei tubi	376
185. La resistenza equivalente di fruscio dei tubi	377
186. La corrente residua nei triodi, nei tetrodi a griglia schermo e nei pentodi - Funzioni della griglia schermo	378
187. Fluttuazioni della corrente anodica	380
188. Rendimento totale dei tubi amplificatori - Dissipazione complessiva dei tetrodi e dei pentodi	380

189. S , μ ed R_i di più tubi in parallelo - Indicazioni di S , μ ed R_i esposte nei cataloghi	381
190. Distribuzione del potenziale nei filamenti a riscaldamento diretto a c.c.	382
191. La corrente di ionizzazione, o corrente inversa, in rapporto al vuoto dei tubi	383
192. L'effetto Hull	383
193. L'emissione elettronica di griglia	383
194. Effetti della corrente inversa - Massima resistenza di griglia	384
195. Vuotatura dei tubi elettronici - Il getter - Potere di assorbimento dello zirconio	385
196. Vetri per bulbi e conduttori di collegamento - La reddite e la kowar	386
197. Zoccoli per tubi elettronici	387
198. I vari tipi di bulbo dei tubi elettronici	388
<i>A</i>) I primi tubi in vetro, 388; <i>B</i>) I primi tubi interamente metallici, 388; <i>C</i>) I tubi metallici con base di vetro, 389; <i>D</i>) I tubi completamente in vetro - La serie FIVRE GT., 390; <i>E</i>) I più recenti tubi interamente metallici, 391.	
199. Tensioni di accensione e sigle dei tubi termoelettronici	392
 CAPITOLO VII. — I TUBI A RAGGI CATODICI	393
200. Il funzionamento del tubo a raggi catodici - La postaccelerazione - Tipi fondamentali	393
201. Il tubo a raggi catodici a pennelli multipli	400
202. Le applicazioni dei tubi a raggi catodici	401
203. Classificazione delle sostanze luminescenti per tubi a raggi catodici - Specie di schermi luminescenti	401
204. I principali indicatori di sintonia	403
205. Gli indicatori di sintonia a raggi catodici (occhio magico).....	404
 CAPITOLO VIII. — LE CELLULE FOTOELETTRICHE	408
206. Nozioni varie sulle cellule fotoelettriche	408
<i>A</i>) La teoria dei quanti - I fotoni - Estrazione degli elettroni dai metalli, 408; <i>B</i>) Costituzione delle cellule fotoelettriche, 409; <i>C</i>) Cellule a vuoto ed a gas ed alcune loro proprietà, 409; <i>D</i>) Parametri e caratteristiche delle cellule fotoemissive , 411; <i>E</i>) Le cellule fotoresistenti o ad effetto fotoelettrico interno - Le cellule fotovoltaiche o fotochimiche - Le cellule a strato di sbarramento, 413; <i>F</i>) Cellule a tre o più elettrodi e ad emissione secondaria , 415; <i>G</i>) Principali applicazioni delle comuni fotocellule, 416; <i>H</i>) Stabilizzatore a cellule fotoelettriche , 417.	
 CAPITOLO IX. — MAGNETRONI E KLYSTRONS	419
207. Magnetroni dinatroni e magnetroni a tempo di transito	419
208. Magnetroni a cavità multiple.....	420
209. Il tubo a modulazione di velocità (klystron)	422
210. Il klystron reflex	425
 CAPITOLO X. — ALCUNI TUBI SPECIALI	427
211. Tubi ad anodo mobile - Il vibrotrone.....	427
212. Tubi interruttori, contattori e commutatori	427
213. I tubi ad effluvio senza vuoto	429
214. Tubi per la produzione dei raggi X - Alcune applicazioni dei raggi X - Controllo magnoscopico	429
215. Tubi contatori	432
216. Tubi amplificatori ad onde progressive e ad interazione - Tubo acceleratore lineare	434
217. Diodi raddrizzatori a strato di arresto o a contatto puntiforme..	436

218. I raddrizzatori a catodo liquido o a gas rarefatto monoanodici o polianodici	442
219. Ignitroni, cenotroni ed eccitroni	458
220. Lo strobotron ed i tubi a catodo freddo	462
221. I transistori a punte e a giunzione - Il Fototransistore	463
222. Il resnatrone	465
223. Il triodo-elettrometro e il negatrone	468

PARTE SESTA

La conversione della corrente e la polarizzazione delle griglie dei tubi

CAPITOLO I. — LA CONVERSIONE DELLA CORRENTE MEDIANTE TUBI NORMALI	469
224. Le tre categorie dei tubi convertitori di corrente	469
225. Il filtraggio della corrente raddrizzata - Alcuni schemi elettrici di raddrizzatori - L'ondulazione percentuale	470
226. La conversione delle correnti alternate in continue con i normali diodi o doppi-diodi	476
227. Raddrizzatori senza trasformatore di alimentazione	482
228. Diodi e doppi diodi duplicatori di tensione raddrizzata	483
229. Raddrizzatori per ricevitori alimentabili con c.c. oppure con c.a. ...	484
230. Diodi raddrizzatori per apparati trasmettenti	485
231. La resistenza equivalente di un complesso raddrizzatore e sua determinazione - Nozioni per il calcolo di alcuni elementi di un alimentatore a diodo	487
232. La regolazione della tensione di uscita di alcuni raddrizzatori ...	489
233. L'alimentazione a vibratore	492
CAPITOLO II. — DELLA POLARIZZAZIONE DELLE GRIGLIE DEI TUBI	496
234. Della polarizzazione delle griglie dei tubi	496
235. Cenni sulla polarizzazione della griglia schermo e di quella di soppressione dei pentodi	499
236. La polarizzazione fissa	500
237. Valori della resistenza di griglia indicate dalle Case costruttrici di tubi - La polarizzazione semifissa - La percentuale di polarizzazione automatica	501

PARTE SETTIMA

Determinazioni varie mediante la retta di carico

238. Funzionamento di un tubo quale amplificatore - Le componenti variabili della corrente e della tensione anodiche	503
239. Delle distorsioni in generale - Gli analizzatori d'onda ed i distorsimetri	505
240. La distorsione di 2 ^a e di 3 ^a armonica del triodo e del pentodo e rispettive percentuali - Moltiplicazione della frequenza	506
241. La retta di carico - Espressione analitica, pendenza e proprietà della retta di carico - Confronti fra il triodo ed il pentodo	508
242. Determinazione di alcune costanti e di talune distorsioni di armoniche dei tubi mediante la retta di carico - Tracciamento delle caratteristiche mutue (statiche e dinamiche) da quelle anodiche statiche A) Carico anodico resistivo, 514; B) Carico anodico costituito da	514

- un circuito oscillatorio accordato o da resistenza ohmica trasferita mediante trasformatore (aperiodico), 516; *C*) Carico anodico induttivo o capacitivo, 518; *D*) Amplificazioni di tensioni a radiofrequenza, 518; *E*) Determinazioni delle caratteristiche dinamiche anodica e mutua e di altre costanti di un tubo in caso di amplificazione non lineare (classi B e C), 519; *F*) Altro metodo per la determinazione delle percentuali di 2^a e di 3^a armonica mediante la retta di carico, 521.
243. La retta di carico effettiva di uno stadio accoppiato al successivo col sistema a resistenza a capacità - Importanza del rapporto R_g/R_c 522

PARTE OTTAVA

Degli stadi delle classi A, A-B, B e C

CAPITOLO I. — GLI STADI DELLE CLASSI A, A-B, B e C SEMPLICI O IN CONTROFASE	525
244. Generalità degli stadi in controfase	525
245. Stadi di classi A e A'	526
A) Definizione delle classi A e A', 526; B) Funzionamento in classi A e A' e tensioni d'interdizione relative - Funzionamento dei trasformatori di entrata e di uscita di uno stadio in contro- fase di classe A' - Controfasi in classe A ₂ , 529.	
246. Stadi di classe B	532
A) Definizione degli stadi di classe B, 532; B) Controfasi di classe B - Funzionamento dei trasformatori di entrata e di uscita di uno stadio in controfase in classe B, 533.	
247. Stadi di classe A-B	535
248. Stadi di classe C	537
249. Considerazioni generali sulle classi A, B, C ed A-B - Caratteristiche principali degli stadi di classe A-B	538
250. Equazioni generali dei controfasi	541
251. Condizioni di linearità, potenza media, e potenza massima d'uscita dei controfasi di classe A	543
252. Potenza d'uscita, potenza fornita dall'alimentatore e dissipazione anodica di un controfase di classe B	546
253. Influenza della corrente di griglia, pendenza della caratteristica di griglia, resistenza interna di griglia e impedenza d'entrata dei controfasi di classe B	548
254. Potenza d'entrata di un controfase di classe B e potenza necessaria dello stadio pilota in classe A - Rapporto di trasformazione di en- trata di un controfase di classe B	549
255. Controfasi di classe B con polarizzazione di griglia nulla - Deter- minazioni varie	550
256. Corrente media erogata dall'alimentatore nel controfase di classe A-B e B	552
257. Applicazioni dei controfasi - Circuiti semisimmetrici	552
258. Cenni sull'alimentazione dei controfasi	553
259. Potenza d'uscita di uno stadio ad audiofrequenza (di classe A) e di uno stadio a radiofrequenza (di classi B o C) - Soluzioni grafiche mediante la retta di carico	554
260. Rendimento di conversione degli amplificatori di classi A, B e C	557
261. Moltiplicazione di frequenza, mediante stadi in classe C	560
262. Sensibilità di potenza di tubi in controfase od in parallelo	561
CAPITOLO II. — CENNI SUGLI STADI PILOTA AD INVERSIONE DI FASE	562
263. Il pilotaggio degli stadi in controfase col sistema ad inversione di fase	562

PARTE NONA

Nozioni sui vari sistemi di amplificazione

CAPITOLO I. — LE COSTANTI DI TEMPO	565
264. Le costanti di tempo $R\text{-}C$ ed L/R e loro significato	565
CAPITOLO II. — ESAME DEI VARI ACCOPPIAMENTI INTERSTADIALI	569
265. La resistenza di bloccaggio	569
266. Risonanza degli avvolgimenti induttivi - Funzione delle resistenze di smorzamento	570
267. Il coefficiente di amplificazione dinamico di uno stadio accordato su un circuito a risonanza di tensione e nell'accoppiamento a resistenza e capacità - Valori ottimi di R_g e del condensatore di accoppiamento	571
268. Coefficiente di riduzione di un accoppiamento a resistenza e capacità	573
269. Coefficiente di riduzione di un accoppiamento diretto - Valori ottimi del carico ohmico di un tubo - L'amplificazione di frequenze elevate	576
270. L'amplificazione nell'accoppiamento a resistenza e capacità - Curva di frequenza complessiva	579
271. Sfasamenti della tensione prodotti da un accoppiamento a resistenza capacità od a trasformatore	579
272. L'amplificazione di frequenze acustiche nell'accoppiamento mediante trasformatore	580
273. L'amplificazione selettiva nell'accoppiamento a resistenza e capacità	582
274. L'amplificazione selettiva nell'accoppiamento con trasformatore, ovvero per mutua induzione	584
A) Generalità, 584; B) Amplificazione propriamente selettiva, 586.	
275. L'amplificazione con circuiti a filtro di banda	588
276. Amplificazione delle ultrafrequenze con griglia a terra	591
277. Amplificazione costante a larga banda	592

PARTE DECIMA

Della reazione negativa od inversa

278. Cos'è la reazione negativa (o inversa) e come viene attuata - Reazione negativa proporzionale alla corrente anodica (o catodica), oppure alla tensione anodica	593
279. La reazione negativa proporzionale alla tensione anodica in caso di accoppiamento a resistenza e capacità	596
280. La reazione negativa proporzionale alla corrente di uscita oppure alla tensione di uscita	597
281. Principii teorici della reazione negativa	598
A) La reazione negativa proporzionale alla corrente catodica e fattore di reazione relativo, 598; B) La reazione negativa proporzionale alla tensione anodica e fattore di reazione relativo, 601; C) La reazione negativa proporzionale alla tensione d'uscita e fattore di reazione relativo, 602.	
282. Deduzioni sui vari sistemi di reazione negativa	603
283. L'accoppiamento dinamico a reazione negativa del tubo 6B5	607
284. Amplificatore finale reso a larga banda mediante la reazione negativa	608
285. La controreazione catodica ed i suoi effetti	608

PARTE UNDICESIMA

La regolazione (manuale), la compressione e l'espansione della sensibilità (volume) - La regolazione (manuale) del tono

CAPITOLO I. — I REGOLATORI DELLA SENSIBILITA'	611
286. I regolatori della sensibilità (del volume) in generale	611
CAPITOLO II. — LA COMPRESSIONE E L'ESPANSIONE DELL'INTENSITA' DEI SUONI (VOLUME)	614
287. Caratteristiche di regolazione, sistemi e dispositivi per la compressione e l'espansione dell'intensità dei suoni	614
<i>A) Generalità, 614; B) Un apparecchio di controllo, 616; C) La curva più favorevole per la compressione, 617; D) Contrasto - Periodi transitori iniziale e finale, 617; E) Intervalli soggettivi di accomodamento - Ritardo di aggiustamento e ritardo di regolazione inversa - Costante di tempo degli espansori, 618; F) Sistemi e complessi di compressione e di espansione automatiche, 620; G) Compressione ed espansione con dispositivi a ponte, 622; H) Espansione di sensibilità controllata mediante segnale pilota, 624; I) Considerazioni generali sull'espansione di sensibilità, 624.</i>	
CAPITOLO III. — I CORRETTORI DI TONALITA'	626
288. Azione dei correttori di tonalità - La distorsione di frequenza (lineare)	626
289. Alcuni tipi di correttori di tonalità	627

PARTE DODICESIMA

Gli oscillatori

CAPITOLO I. — OSCILLATORI A COSTANTI CONCENTRATE	635
290. Oscillatori e loro classificazione - I quarzi a taglio X	635
291. Polarizzazione della griglia pilota di uno stadio oscillatore	642
292. Alcuni schemi di oscillatori	643
293. Oscillatori <i>R-C</i>	645
CAPITOLO II. — OSCILLATORI CON ELEMENTI A COSTANTI DISTRIBUITE	648
294. Oscillatori per iperfrequenze	648
295. Circuiti oscillatori a cavità regolabili con griglia a terra	654
CAPITOLO III. — OSCILLATORI PER TENSIONI IMPULSIVE	657
296. Generalità, ciclo di funzionamento e fattore di cresta delle tensioni impulsive	657
297. Generatori di tensioni impulsive	658
<i>A) Oscillatori di rilassamento, 659; B) Circuiti integratori o integranti, e derivatori o differenziatori, 662; C) Circuiti duplicatori d'impulsi, 667; D) Circuiti moltiplicatori di frequenza, 667; E) Oscillatori generatori di tensioni a dente di sega, 668; Oscillatori autointerruttori, 670; G) Sistemi per l'affinamento degli impulsi - Alcuni schemi di oscillatori per tensioni impulsive, 671.</i>	
298. Oscillatori a battimenti	674

PARTE TREDICESIMA

I vari sistemi di modulazione e di demodulazione (in ampiezza)

299. Modulazione per assorbimento	681
300. Modulazione sulla griglia	682
301. Modulazione sulla placca	683
302. Modulazione in serie o per variazione della corrente anodica	684
303. Modulazione a corrente di alimentazione anodica costante o di Heising	685
304. Modulazione dei pentodi sulla griglia di soppressione	688
<i>A) L'angolo di circolazione, 688; B) Il controllo della corrente anodica per mezzo del soppressore - Vantaggi della modulazione sulla griglia di soppressione, 688; C) Potenza e rendimento di un pentodo modulato sulla griglia di soppressione, 689.</i>	
305. La rivelazione o demodulazione delle oscillazioni modulate di ampiezza	689
<i>A) La rivelazione con diodo - Il rendimento di rivelazione, 690; B) La rivelazione anodica per mezzo di tubi a più di due elettrodi, 692; C) La rivelazione di griglia - Rivelazione quadratica, 693; D) Rivelazione eterodina, 694; E) Il processo supereterodina, 694; F) La superreazione, 695; G) Rivelatori mediante semiconduttori, 696; H) Rivelazione di onde smorzate o di onde persistenti modulate e non modulate, 697; I) Principi teorici della demodulazione delle oscillazioni modulate in ampiezza, 697.</i>	

PARTE QUATTORDICESIMA

Le modulazioni ad impulsi

306. Sistemi di trasmissione e di ricezione ad impulsi	699
307. La modulazione delta	704

INDIRIZZO DI CASE EUROPEE FABBRICANTI TUBI ELETTRONICI

(In ordine alfabetico)

- FIVRE** ⁽¹⁾ (Fabbrica Italiana Valvole Radio Elettriche) - Via Guastalla, 2 - MILANO: **Tubi riceventi** G, GT, miniatura e sub-miniatura per amplificatori, ricevitori e televisione. **Tubi trasmettenti** per potenze fino a 100 kW (con raffreddamento naturale, acqua o aria soffiata). **Tubi per applicazioni industriali** - triodi a mercurio ed a gas inerte (thyratrons). - **Tubi rettificatori** - a vuoto per altissime tensioni (fino a 250 kV), a mercurio e a gas inerte. - **Cinescopi** con schermo sferico o cilindrico di 17 e 21 pollici (con focalizzazione elettromagnetica o elettrostatica).
- MARCONI ITALIANA** - Via Hermada, 2 - GENOVA SESTRI: **Tubi riceventi** G, GT e miniatura. **Tubi trasmettenti** fino alle massime potenze.
- MAZDA** (Compagnie des Lampes) - Agenzia per l'Italia: **RADIO & FILM** - Via S. Martino, 7 - MILANO; Via Andrea Provana, 7 - TORINO: **Tubi riceventi** G, GT e miniatura per amplificatori, ricevitori e televisione. **Tubi trasmettenti, speciali, professionali e rettificatori.**
- PHILIPS-RADIO** - Piazza IV Novembre, 3 - MILANO: **Tubi riceventi** G, GT, miniatura, sub-miniatura per amplificatori, ricevitori e televisione. **Tubi trasmettenti, professionali, industriali, a raggi catodici e per raggi X.**
- TELEFUNKEN** (Compagnia Radioricevitori) - Piazza Bacone, 3 - MILANO: **Tubi riceventi** G.

⁽¹⁾ Va ricordata la Consociata **STAR** - Via Guastalla 2, MILANO: *produzione quarzi piezoelettrici.*