

D. E. RAVALICO

L'APPARECCHIO RADIO

ELEMENTI BASILARI E BREVI CENNI STORICI
PRINCIPI DI FUNZIONAMENTO DELL'APPAREC-
CHIO RADIO * APPARECCHI A ONDE MEDIE E
CORTE * APPARECCHI A ONDE ULTRACORTE,
A MODULAZIONE DI FREQUENZA * APPARECCHI
PORTATILI A VALVOLE * APPARECCHI PORTATILI
A TRANSISTORI * APPARECCHI AD ALTA FE-
DELTA' MUSICALE * APPARECCHI DA AUTOMO-
BILE * APPARECCHI PROFESSIONALI * APPA-
RECCHI RADIOTRASMITTENTI PER DILETTANTI

Con 293 fig. nel testo
e 7 tavole fuori testo



EDITORE ULRICO HOEPLI MILANO

1958

TUTTI I DIRITTI SONO RISERVATI A NORMA DI LEGGE
E A NORMA DELLE CONVENZIONI INTERNAZIONALI

Copyright 1957 by Ulrico Hoepli, Milan



Industrie Grafiche Italiane Stucchi - Milano, Via Marcona 50

(Printed in Italy)

INDICE DEI CAPITOLI

| | |
|---------------------------------------|-----|
| Indice analitico-alfabetico | XIX |
|---------------------------------------|-----|

CAPITOLO PRIMO

LE ONDE RADIO

| | |
|---|----|
| Premessa | 1 |
| Metri, chilocicli e megacicli | 2 |
| Lo spettro delle radiofrequenze | 4 |
| Gamme d'onda e canali di frequenza | 5 |
| Gamme e bande di ricezione | 6 |
| Formazione dell'onda radio. | 9 |
| L'onda spaziale | 14 |
| La ionosfera | 15 |
| Evanescenza. | 17 |
| Lunghezza del salto | 18 |
| Caratteristiche di propagazione delle onde radio | 20 |
| Onde lunghissime da 3000 a 30.000 m e di frequenza da 100 a 10 kc/s | 20 |
| Onde lunghe da 3000 a 1500 metri e di frequenza da 100 a 500 kc/s | 20 |
| Onde medie da 600 a 200 m e di frequenza da 500 a 1500 kc/s | 20 |
| Onde corte da 200 a 100 m e di frequenza da 1,5 a 30 Mc/s | 20 |
| Onde ultracorte da 10 a 1 m e di frequenza da 30 a 300 Mc/s | 21 |

CAPITOLO SECONDO

ASPETTI FONDAMENTALI DELLA RADIOTRASMISSIONE E DELLA RADIO-RICEZIONE

1° - SCOPERTA E PRIME APPLICAZIONI DELLE ONDE RADIO

| | |
|--|----|
| Come si producono le onde radio | 22 |
| Prime trasmissioni ad onde persistenti | 31 |
| Calcolo della frequenza del circuito accordato | 34 |

INDICE DEI CAPITOLI

2° - PRINCIPIO DELLA TRASMISSIONE RADIOFONICA

| | |
|---|----|
| Modulazione e segnale | 36 |
| Frequenza e ampiezza dell'onda portante | 38 |

3° - PRINCIPIO DELLA RICEZIONE RADIOFONICA

| | |
|--|----|
| La rivelazione | 39 |
| Esempi di ricevitori a cristallo | 40 |
| Principio della riproduzione sonora con cuffia | 43 |
| La cuffia telefonica d'ascolto | 43 |
| Cuffia bilanciata o Baldwin | 44 |
| Cuffia a bobina mobile | 45 |
| Cuffia a cristallo piezoelettrico | 45 |

CAPITOLO TERZO

PRINCIPIO DI FUNZIONAMENTO DELL'APPARECCHIO RADIO

| | |
|--|----|
| Parti principali dell'apparecchio radio | 46 |
| Onde e segnali | 46 |
| La conversione di frequenza | 47 |
| Principio fisico della conversione di frequenza | 51 |
| Principio della supereterodina | 52 |
| Come si produce la corrente oscillante per il cambiamento di frequenza | 54 |
| Principio della valvola convertitrice di frequenza | 55 |
| Principio dell'amplificazione a media frequenza | 59 |
| Scelta della MF | 60 |
| Lo stadio rivelatore e CAV delle supereterodine | 62 |
| La riproduzione delle voci e dei suoni | 65 |
| L'altoparlante | 65 |
| Il trasformatore d'uscita | 68 |
| Principio di funzionamento dell'alimentatore | 70 |
| Alimentatore ad onda intera | 74 |
| Esempio di alimentatore con valvola biplacca | 79 |
| Alimentazione degli apparecchi di piccola potenza | 79 |
| Esempio di alimentatore ad autotrasformatore | 79 |
| Alimentazione con tensione della rete luce di 125 o 160 volt | 80 |
| Apparecchio a cinque valvole Noval | 81 |
| Alimentatore con resistenza di caduta | 81 |
| Consumo dell'apparecchio | 83 |
| Esempio di apparecchio di piccola potenza a 5 valvole miniatura | 83 |
| Resistenza di caduta | 84 |
| Lampadina-scala | 84 |
| Massa fantasma | 84 |
| Controlli | 86 |
| Taratura | 87 |

INDICE DEI CAPITOLI

| | |
|--|-----|
| Principio del rettificatore a selenio | 87 |
| Caratteristiche dei rettificatori a selenio | 90 |
| Principio dell'alimentatore con rettificatore a selenio. | 93 |
| Alimentatori con rettificatori a selenio | 95 |
| Apparecchio a quattro valvole Noval | 96 |
| Dati per l'autotrasformatore | 98 |
| Gruppo alta frequenza | 100 |
| Massa fantasma | 100 |
| Sostituzione di una 35Z5 con rettificatore a selenio | 100 |
| Principio di funzionamento degli alimentatori a duplicazione di tensione | 101 |
| Esempio di alimentatore duplicatore di tensione | 103 |
| Esempio di apparecchio di media potenza con duplicatore di tensione | 104 |

CAPITOLO QUARTO

LA COMMUTAZIONE DI GAMMA E LA MODULAZIONE DI FREQUENZA

1° - LA COMMUTAZIONE DI GAMMA

| | |
|---|-----|
| Sintonia e condensatore variabile | 106 |
| Capacità massima e capacità minima | 107 |
| Gamma onde medie divisa | 108 |
| Semigamma onde medie spostata | 110 |
| Gamma onde medie intera | 111 |
| Gamma onde medie divisa | 111 |
| Gamma onde medie divisa e spostata | 111 |
| Suddivisione della gamma onde corte | 111 |
| Il condensatore variabile per la gamma onde corte | 111 |
| Riduzione di capacità con divisore dello statore | 112 |
| Riduzione della variazione di capacità con condensatore fisso | 114 |
| Divisione delle gamme onde medie e onde corte | 115 |
| Commutazione di gamma con bobine in serie | 116 |
| Onde corte e bande allargate | 117 |
| Principio | 117 |
| Apparecchio ad una banda allargata | 117 |
| Apparecchio a tre bande allargate | 119 |
| Esempio di commutazione di una gamma onde medie ed otto bande onde corte | 119 |
| Esempio di commutazione con condensatore di fondo | 119 |
| Sintonia a permeabilità variabile | 122 |
| Bobine riduttrici e bobine correttrici | 123 |
| Allineamento dei circuiti d'entrata e di oscillatore | 123 |
| Accoppiamento capacitativo di antenna | 124 |
| Esempio di commutazione con circuiti a permeabilità variabile | 124 |

2° - LA MODULAZIONE DI FREQUENZA

| | |
|---|-----|
| Necessità della trasmissione FM | 124 |
| Banda delle onde ultracorte | 128 |

INDICE DEI CAPITOLI

| | |
|--|-----|
| Abbreviazioni in uso | 128 |
| Svantaggi delle onde ultracorte | 128 |
| Principio della modulazione di frequenza | 128 |
| Ricezione delle onde ultracorte | 131 |
| Diversità tra apparecchi AM e apparecchi FM | 132 |
| La funzione delle valvole negli apparecchi a M/FM | 133 |
| L'unità FM ad onde ultracorte | 135 |
| Unità FM con due valvole EC92 | 137 |
| Dettaglio delle bobine dell'unità FM con due EC92 | 138 |
| Dettaglio delle bobine del primo trasformatore FM | 139 |
| Unità FM con una sola valvola EC92 | 139 |
| Dettaglio della bobina dell'unità FM di fig. 4.23 | 141 |
| Unità FM con triodo-eptodo ECH81 | 142 |
| Unità con valvola 6BK7A a sintonia variabile | 146 |
| Unità FM con doppio triodo 12AT7 | 146 |
| Principio del rivelatore FM | 148 |
| Il rivelatore « fuori sintonia » | 148 |
| Principio del rivelatore FM fuori fase | 151 |
| Conversione del segnale FM in segnale AM. | 152 |
| Esempio di conversione da FM ad AM | 152 |
| Principio del rivelatore FM a rapporto | 156 |
| Il rivelatore con diodi in serie | 156 |
| Il rivelatore a rapporto, di tipo non bilanciato | 159 |
| Esempi di rivelatori a modulazione d'ampiezza e di frequenza | 160 |
| Il filtro di deenfasi | 161 |
| Esempio di apparecchio AM/FM con valvole di tipo americano | 164 |
| Esempio di apparecchio AM/FM con valvole di tipo europeo | 166 |
| Bobine dello stadio rivelatore FM. | 169 |

CAPITOLO QUINTO

APPARECCHI RADIO PORTATILI

1° - APPARECCHI A VALVOLE

| | |
|---|-----|
| Categorie di apparecchi portatili a valvole | 170 |
| Caratteristiche generali degli apparecchi portatili | 170 |
| Valvole per apparecchi portatili. | 171 |
| Apparecchi tascabili con valvole subminiatura | 172 |
| Esempio di tascabile con quattro valvole subminiatura | 173 |
| Esempio di tascabile a quattro valvole subminiatura | 176 |
| Esempio di apparecchio portatile alimentato con sole pile | 178 |
| Alimentatori in alternata per apparecchi a pile | 178 |
| Alimentatore a due sezioni rettificatrici | 178 |
| Alimentatore a due sezioni rettificatrici | 180 |
| Il commutatore pile-rete | 181 |
| Esempio di portatile a pile-rete. | 183 |

INDICE DEI CAPITOLI

| | |
|---|-----|
| Apparecchi a pile-rete con alimentatore ad un solo rettificatore a selenio | 183 |
| Tensione di polarizzazione | 186 |
| Inconvenienti del collegamento in serie dei filamenti e resistenze equilibratrici | 187 |
| Esempi di alimentatore a tre vie (B/CA/CC) | 188 |
| Esempio di portatile a tre vie (B/CA/CC) | 191 |
| Apparecchio portatile accumulatore-rete da campeggio | 194 |
| Apparecchi a pile-rete, con alimentatore a due sezioni | 196 |
| Alimentatore anodico | 198 |
| Esempio di apparecchio portatile pile-rete con unità amplificatrice separata | 199 |
| Alimentatore CA-amplificatore finale | 199 |
| Funzionamento con pile | 199 |
| Esempio di apparecchio portatile a modulazione di ampiezza e di frequenza | 201 |

2° - APPARECCHI PORTATILI A TRANSISTORI

| | |
|--|-----|
| Caratteristiche degli apparecchi a transistori | 203 |
| Esempio degli apparecchi a transistori | 204 |
| Lo stadio convertitore a transistoro | 205 |
| Gli stadi di media frequenza a transistori | 207 |
| Lo stadio rivelatore degli apparecchi a transistori | 207 |
| Lo stadio amplificatore a bassa frequenza, a transistoro | 207 |
| Lo stadio finale degli apparecchi a transistori | 208 |
| Portatile a transistori Siemens mod. SM B18 T | 208 |

CAPITOLO SESTO

L'AMPLIFICATORE A BASSA FREQUENZA DELL'APPARECCHIO RADIO

1° - ELEMENTI GENERALI

| | |
|---|-----|
| Amplificazione di tensione e amplificazione di potenza | 212 |
| L'amplificazione del segnale ad audiofrequenza | 213 |
| Caratteristiche di funzionamento della valvola amplificatrice | 214 |

2° - IL CONTROLLO DI VOLUME ED IL DECIBEL

| | |
|---|-----|
| Il controllo di volume dell'apparecchio radio | 219 |
| Livello sonoro e potenza sonora | 219 |
| Il decibel | 219 |
| Dinamica dell'apparecchio radio | 221 |

3° - L'AMPLIFICAZIONE AD AUDIOFREQUENZA

| | |
|---|-----|
| Lo stadio amplificatore ad audiofrequenza | 221 |
| Coefficiente d'amplificazione | 222 |
| Resistenza di carico esterno | 222 |
| Tensioni di lavoro | 223 |

INDICE DEI CAPITOLI

| | |
|--|-----|
| Resistenza interna della valvola | 223 |
| Calcolo dell'amplificazione di tensione con triodo | 223 |
| Effetto Miller | 223 |

4° - CARATTERISTICHE DI FUNZIONAMENTO DELLO STADIO AMPLIFICATORE AD AUDIOFREQUENZA

| | |
|---|-----|
| La retta di carico | 225 |
| Le caratteristiche anodiche | 225 |
| La retta di carico | 225 |
| Uso della retta di carico | 226 |
| Triodi e pentodi. | 227 |
| Conversione dei dati di funzionamento | 229 |

CAPITOLO SETTIMO

L'AMPLIFICAZIONE FINALE

| | |
|--|-----|
| Polarizzazione di griglia delle amplificazioni finali | 234 |
| Caratteristiche anodiche e retta di carico | 234 |
| Retta di carico per valvola finale | 234 |
| Resistenza di carico | 236 |
| Dissipazione anodica e resa d'uscita | 236 |
| Efficienza di placca | 238 |
| Condizione di funzionamento di valvola finale a triodo | 239 |
| Dissipazione anodica e resa d'uscita della valvola finale | 241 |
| Caratteristiche anodiche e caratteristica tensione di griglia corrente di placca | 243 |
| Conversione dei dati di funzionamento | 243 |
| Valvole finali in controfase. | 244 |
| L'inversione di fase | 246 |
| Principio generale. | 246 |
| Esempi pratici. | 247 |
| Inversione di fase a circuito catodina | 248 |
| Catodina con triodo separato | 249 |
| Stadio finale per apparecchio a sei valvole | 251 |
| Finale con griglia a massa | 252 |
| Esempio di stadio finale, con reazione inversa di apparecchio AM/FM | 252 |
| Esempio di stadio finale con altoparlante magnetodinamico e altoparlante elettrostatico | 254 |
| Esempio di stadio finale di apparecchio AM/FM con quattro altoparlanti | 254 |

CAPITOLO OTTAVO

IL CONTROLLO DI TONALITÀ DELL'APPARECCHIO RADIO

| | |
|---|-----|
| Principi basilari | 258 |
| Reattanza capacitativa | 258 |
| Principio del calcolo di tono | 261 |

INDICE DEI CAPITOLI

| | |
|---|-----|
| Controllo della tonalità mediante la variazione della capacità di accoppiamento | 263 |
| Esempi pratici. | 265 |
| Il regolatore dei toni alti. | 265 |
| Alla frequenza di 5000 cicli | 265 |
| Con controllo dei toni alti completamente inseriti | 266 |
| I controlli all'estremo alto ed all'estremo basso della gamma | 267 |
| Il controllo all'estremo alto | 270 |
| Il controllo all'estremo basso | 271 |
| Controllo del volume a compensazione di tono | 271 |
| Principio della compensazione di tono | 272 |
| Determinazione dei valori del compensatore di tono | 273 |

CAPITOLO NONO

IL MIGLIORAMENTO DELLA QUALITÀ DELLA RIPRODUZIONE SONORA MEDIANTE LA REAZIONE INVERSA

| | |
|--|-----|
| Principio e caratteristiche della reazione inversa | 275 |
| Retrocessione del segnale in opposizione di fase | 275 |
| Riduzione della resa d'uscita | 277 |
| Esempio della reazione inversa | 277 |
| Reazione inversa limitata ai soli toni alti | 280 |
| Miglioramento della curva di risposta dell'apparecchio | 281 |
| Reazione inversa della bobina mobile dell'altoparlante | 283 |
| Esempio di fig. 9.6 | 284 |
| Esempio di fig. 9.7 | 285 |
| Esempio di fig. 9.8 | 286 |
| I due tipi di reazione inversa. | 287 |
| L'inconveniente dell'instabilità | 288 |
| Il contrasto della reazione inversa | 289 |
| Esempio di fig. 9.9 | 290 |
| Esempio di fig. 9.10 | 291 |
| Reazione inversa e controllo di tonalità | 292 |
| Reazione inversa e commutatore di tonalità | 294 |
| Reazione inversa applicata a controlli di volume e di tono | 297 |
| Reazione inversa e circuito catodina | 300 |

CAPITOLO DECIMO

L'APPARECCHIO RADIO DA AUTOMOBILE

| | |
|--|-----|
| Caratteristiche generali | 301 |
| Il vibratore asincrono | 301 |
| Il vibratore sincrono | 303 |
| Principio del vibratore sincrono | 303 |

INDICE DEI CAPITOLI

| | |
|---|-----|
| Caratteristiche del vibratore | 305 |
| Efficienza di contatto | 305 |
| Il buffer | 306 |
| Soppressione dei radio-disturbi. | 307 |
| Silenziamento del sistema d'accensione | 308 |
| Cofano e blocco motore | 309 |
| Servizio autoradio | 309 |
| Non vi è tensione anodica il vibratore funziona | 309 |
| Il vibratore non funziona | 310 |
| Tensione anodica troppo bassa. | 310 |
| Funzionamento intermittente | 310 |
| Vibrazioni meccaniche | 310 |
| Roncio dell'altoparlante | 310 |

CAPITOLO UNDICESIMO

RICEVITORI PROFESSIONALI A ONDE CORTE

| | |
|---|-----|
| Caratteristiche generali | 314 |
| Caratteristiche circuitali degli apparecchi professionali | 318 |
| Oscillatore di nota | 318 |
| Variazione di sensibilità | 318 |
| Variazione di selettività | 318 |
| Ricezione di banda stretta | 319 |
| Stabilizzatrice di tensione | 319 |
| Posizione di stand by | 319 |
| Ricevitore professionale per onde corte e cortissime per dilettanti | 319 |
| Caratteristiche generali | 319 |
| Comandi del ricevitore | 320 |
| Schema di principio | 320 |
| Circuiti ad alta e media frequenza | 322 |
| Accoppiamento Link | 324 |
| Limitatore disturbi | 324 |
| Riproduzione sonora e alimentazione | 325 |
| Telaio e disposizione dei componenti | 325 |
| Dati per le bobine | 326 |
| Allineamento e messa a punto | 326 |
| Ricevitore ad onde corte per dilettanti | 329 |
| Dati per le bobine | 329 |
| Oscillatore di nota | 329 |
| Ricevitore professionale Allocchio Bacchini | 330 |
| Ricevitore professionale Siemens | 333 |
| Ricevitore Geloso G207 per il traffico dilettantistico su OC | 334 |
| Ricevitore professionale Marelli mod. RR1/A | 335 |
| Schema elettrico fig. 11.14. | 336 |
| Ricevitore professionale Marelli mod. RP32 | 337 |

CAPITOLO DODICESIMO
L'APPARECCHIO TRASMETTENTE

1° - PRINCIPI BASILARI

| | |
|--|-----|
| Premessa | 338 |
| Frequenza di lavoro e portata della trasmissione | 339 |
| Parti dell'apparecchio trasmettente | 340 |
| Potenza resa AF e consumo del trasmettitore | 341 |

2° - GENERAZIONE ED AMPLIFICAZIONE DELLA CORRENTE AD ALTA FREQUENZA

| | |
|---|-----|
| Lo stadio oscillatore | 343 |
| Tipi di oscillatori | 344 |
| Circuito Colpitts | 345 |
| Circuito Ultra-Audion | 345 |
| Circuito Hartley modificato (VFO) | 345 |
| Circuito Colpitts modificato (VFO CLAPP) | 346 |
| Oscillatori con cristallo di quarzo | 347 |
| Stabilità di frequenza | 347 |
| Il cristallo di quarzo | 347 |
| Assi del cristallo | 349 |
| Tipi di oscillatori controllati a cristallo | 349 |
| Circuiti oscillatori e moltiplicatori | 350 |
| Circuito Eco | 350 |
| Circuito Tritet | 351 |
| Circuito Pierce modificato | 352 |
| Circuito Colpitts-Pierce | 352 |
| Amplificatori AF, duplicatori e moltiplicatori di frequenza | 352 |
| Duplicatori | 353 |
| Polarizzazione degli amplificatori AF | 353 |
| Circuito accordato di placca | 353 |
| Messa a punto dell'amplificatore AF | 353 |
| Neutralizzazione dell'amplificatore AF | 355 |

3° - LO STADIO FINALE DEL TRASMETTITORE

| | |
|---|-----|
| L'amplificazione di potenza AF | 355 |
| Amplificazione in classe C | 357 |
| Sistemi di modulazione | 358 |
| Modulazione di placca | 358 |
| Modulazione di soppressione | 360 |
| Modulazione di catodo e griglia controllo | 360 |
| Modulazione telegrafica | 361 |
| Trasmissione telegrafica e stabilità di frequenza | 362 |
| Modulazione Clamp | 362 |
| Modulazione a portante controllata | 362 |

INDICE DEI CAPITOLI

| | |
|---|-----|
| Caratteristiche dello stadio finale di potenza | 363 |
| Potenza di pilotaggio | 363 |
| Sensibilità di potenza dello stadio finale | 363 |
| Determinazione della sensibilità di potenza | 364 |
| Rendimento anodico. | 364 |
| Determinazione del rendimento anodico | 364 |
| Misura della potenza output | 364 |
| Dissipazione anodica massima | 364 |
| Carico e potenza dissipata | 365 |
| Dati di funzionamento di valvola finale 807 con modulazione di placca A | 365 |
| Circuito accordato di placca | 365 |
| Induttanza e capacità del circuito accordato di placca | 366 |
| Oscillazioni parassite | 371 |

4° - ANTENNE PER TRASMETTITORI

| | |
|--|-----|
| L'antenna è la linea di trasmissione | 371 |
| Tipi di linee di trasmissione | 372 |
| Direttività dell'antenna Hertziana | 375 |
| Antenne ad alta direttività | 376 |
| Adattamento d'impedenza | 376 |

CAPITOLO TREDICESIMO

ESEMPI DI APPARECCHI TRASMETTENTI PER DILETTANTI

| | |
|--|-----|
| Piccolo ed efficiente trasmettitore per prove iniziali di emissioni telegrafiche | 378 |
| Messa a punto del trasmettitore | 378 |
| Trasmettitore di minima potenza per prove iniziali di trasmissione in grafia e in fonia. | 380 |
| Trasmettitore ad una valvola, di media potenza, per collegamenti in grafia | 381 |
| Trasmettitore ad una valvola, di media potenza, per collegamenti in telegrafia | 381 |
| Messa a punto | 383 |
| Semplice trasmettitore da 10 watt | 385 |
| Stadio oscillatore | 385 |
| Stadio finale | 385 |
| Alimentatore | 387 |
| Messa a punto | 387 |
| Trasmettitore da 15 watt con modulazione di griglia di soppressione | 389 |
| Stadio alta frequenza | 389 |
| Stadio modulatore | 390 |
| Messa a punto del TX. | 391 |
| Trasmettitore da 70 watt fonia e 100 watt grafia | 392 |
| Oscillatore e moltiplicatore di frequenza | 392 |
| Amplificatore finale AF | 394 |
| Il modulatore | 395 |
| L'alimentatore | 397 |
| Messa a punto | 397 |

INDICE DEI CAPITOLI

| | |
|---|-----|
| Trasmittitore da 70 watt con modulazione a portante modulata. | 399 |
| Sezione alta frequenza | 399 |
| Sezione modulatrice | 401 |
| Sezione alimentatrice | 402 |
| Verifica preliminare | 402 |
| Messa a punto | 404 |
| Trasmittitore Collins mod. 32 V-3 | 405 |
| Codice RST e RSM usato nelle comunicazioni tra dilettanti | 408 |
| Principali sigle in uso nel traffico dilettantistico | 409 |
| Tipi di trasmissione. | 409 |
| Frequenze assegnate agli OM e ai vari servizi | 410 |