

D. E. RAVALICO

# L'APPARECCHIO RADIO

RICEVENTE E TRASMITTENTE

ASPETTI FONDAMENTALI – APPARECCHI RADIO  
PER DILETTANTI COSTRUTTORI – APPARECCHI  
RADIO A MODULAZIONE DI AMPIEZZA – APPA-  
RECCHI RADIO A MODULAZIONE DI FREQUENZA –  
APPARECCHI RADIO DI ALTA CLASSE – APPA-  
RECCHI AUTORADIO – APPARECCHI A RICERCA  
AUTOMATICA – APPARECCHI PROFESSIONALI  
AD ONDE CORTE – APPARECCHI RADIO TRA-  
SMETTITORI IN GRAFIA E FONIA – APPARECCHI  
TRASMITTENTI PER DILETTANTI

QUARTA EDIZIONE AGGIORNATA

Con 325 fig. nel testo  
e 12 tavole fuori testo

EDITORE ULRICO HOEPLI MILANO

1968

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

*Copyright 1968 by Utrico Hoepli - Milan (via Hoepli 5)*



Industrie Grafiche Italiane Stucchi - Milano - Via Salomone, 61

*(Printed in Italy)*

# INDICE DEI CAPITOLI

|                                       |    |
|---------------------------------------|----|
| Indice analitico-alfabetico . . . . . | XV |
|---------------------------------------|----|

## CAPITOLO PRIMO ASPETTI FONDAMENTALI

### 1° - SCOPERTA E PRIME APPLICAZIONI DELLE ONDE RADIO

|   |    |
|---|----|
| Da Galvani a Marconi . . . . .                                | 1  |
| Il problema della sintonia ed il circuito accordato . . . . . | 6  |
| Prime trasmissioni ad onde persistenti . . . . .              | 10 |
| Calcolo della frequenza del circuito accordato . . . . .      | 13 |

### 2° - PRINCIPIO DELLA TRASMISSIONE RADIOFONICA

|   |    |
|---|----|
| Modulazione e segnale . . . . .                   | 15 |
| Frequenza e ampiezza dell'onda portante . . . . . | 17 |

### 3° - PRINCIPIO DELLA RICEZIONE RADIOFONICA

|  |    |
|--|----|
| La rivelazione . . . . .                                 | 18 |
| Esempi di ricevitori a cristallo di galena . . . . .     | 20 |
| Apparecchi a cristallo di germanio . . . . .             | 22 |
| Principio della riproduzione sonora con cuffia . . . . . | 26 |
| La cuffia telefonica d'ascolto . . . . .                 | 26 |
| Cuffia bilanciata o Baldwin . . . . .                    | 27 |
| Cuffia a bobina mobile . . . . .                         | 27 |
| Cuffia a cristallo piezoelettrico . . . . .              | 28 |

## CAPITOLO SECONDO

### APPARECCHI RADIO AD 1, 2 E 3 VALVOLE

|   |    |
|---|----|
| Categorie di apparecchi radio . . . . .       | 29 |
| Semplice apparecchio ad una valvola . . . . . | 30 |
| Intercontinentale due . . . . .               | 34 |

## INDICE DEI CAPITOLI

|   |    |
|---|----|
| Due valvole in alternata . . . . .  | 36 |
| Apparecchi in reazione a 2 valvole . . . . .  | 39 |
| Apparecchio a 2 valvole e 1 diodo . . . . .   | 40 |
| Ricevitore per tre bande dilettantistiche . . . . .                                       | 41 |
| Apparecchio a due valvole, ad amplificazione diretta. . . . .                             | 45 |
| Apparecchio per la ricezione delle principali emittenti ad onda corta del mondo . . . . . | 49 |
| Ricevitore per la banda dei due metri . . . . .   | 59 |
| Apparecchio a 2 valvole doppie . . . . .  | 62 |

## CAPITOLO TERZO

### PRINCIPIO DI FUNZIONAMENTO DELL'APPARECCHIO RADIO

|  |    |
|--|----|
| Compiti dell'apparecchio radio . . . . .                         | 68 |
| Organi di sintonia . . . . .                                     | 68 |
| Applicazione del segnale radio . . . . .                         | 69 |
| Necessità della conversione di frequenza . . . . .               | 70 |
| La media frequenza . . . . .                                     | 72 |
| L'oscillazione locale . . . . .                                  | 72 |
| Principio fisico della conversione di frequenza . . . . .        | 74 |
| Principio della valvola convertitrice di frequenza . . . . .     | 78 |
| Principio dell'amplificazione a media frequenza . . . . .        | 82 |
| Scelta della MF . . . . .  | 83 |
| Diodo <sup>*</sup> rivelatore . . . . .                          | 85 |
| Il controllo di volume sonoro . . . . .                          | 85 |
| Ricezione distante locale . . . . .                              | 86 |
| Valvole ad amplificazione variabile . . . . .                    | 87 |
| Il controllo automatico di volume . . . . .                      | 87 |
| L'amplificazione del segnale audio . . . . .                     | 89 |
| Schema di piccola supereterodina a 3 valvole e 2 diodi . . . . . | 90 |
| La riproduzione delle voci e dei suoni . . . . .                 | 92 |
| Il trasformatore d'uscita . . . . .                              | 93 |
| Sistemazione dell'altoparlante . . . . .                         | 95 |

## CAPITOLO QUARTO

### L'APPARECCHIO RADIO AD ONDE MEDIE E CORTE

#### 1° - APPARECCHI PER ONDE MEDIE

|   |     |
|---|-----|
| Esempio di apparecchio OM a quattro valvole più rettificatore a selenio . . . . . | 99  |
| Dati per l'autotrasformatore . . . . .  | 101 |
| Esempio di apparecchio OM con valvole di tipo americano . . . . .                 | 104 |
| Esempio di apparecchio radio di produzione commerciale . . . . .                  | 107 |
| Esempio di apparecchio portatile pile-rete, di produzione commerciale . . . . .   | 111 |

## INDICE DEI CAPITOLI

### 2° - APPARECCHI PER ONDE MEDIE E CORTE

|  |     |
|--|-----|
| Il commutatore di gamma . . . . .  | 113 |
| Suddivisione della gamma onde corte . . . . .  | 117 |
| Il condensatore variabile per la gamma onde corte . . . . .  | 117 |
| Riduzione di capacità con divisore dello statore . . . . .   | 118 |
| Riduzione della variazione di capacità con condensatore fisso . . . . .                            | 121 |
| Divisione delle gamme onde medie e corte . . . . .   | 122 |
| Commutazione di gamma con bobine in serie . . . . .  | 123 |
| Esempio di apparecchio radio per onde medie e corte . . . . .                                      | 126 |
| Onde corte e bande allargate . . . . .   | 126 |
| Esempio di commutazione con condensatore di fondo . . . . .  | 131 |
| Esempio di apparecchio a onde medie e due bande in onde corte, di produzione commerciale . . . . . | 131 |

### 3° - APPARECCHI A INDUTTORE VARIABILE

|   |     |
|---|-----|
| Sintonia a permeabilità variabile . . . . .                                 | 134 |
| Bobine riduttrici e bobine correttrici . . . . .                            | 135 |
| Allineamento dei circuiti d'entrata e di oscillatore . . . . .              | 135 |
| Accoppiamento capacitativo di antenna . . . . .                             | 136 |
| Esempio di commutazione con circuiti a permeabilità variabile . . . . .     | 136 |
| Schema di apparecchio radio a induttore variabile . . . . .                 | 139 |
| Apparecchio radio a 5 valvole, con sintonia a induttori variabili . . . . . | 139 |

## CAPITOLO QUINTO

### LA MODULAZIONE DI FREQUENZA

|  |     |
|--|-----|
| Necessità della modulazione di frequenza . . . . .                                 | 146 |
| Bande delle onde ultracorte . . . . .  | 148 |
| Abbreviazioni in uso . . . . .   | 148 |
| Svantaggi delle onde ultracorte . . . . .  | 148 |
| Principio della modulazione di frequenza . . . . .                                 | 149 |
| Ricezione della modulazione di frequenza . . . . .                                 | 151 |
| La funzione delle valvole negli apparecchi AM/FM . . . . .                         | 153 |
| Esempio di valvole per apparecchio a modulazione di ampiezza e frequenza . . . . . | 153 |
| Esempio di valvole di tipo americano per apparecchio AM/FM . . . . .               | 155 |
| Principali caratteristiche degli apparecchi AM/FM . . . . .                        | 157 |
| L'unità FM ad onde ultracorte . . . . .  | 159 |
| Unità FM con due valvole EC92 . . . . .  | 161 |
| Unità FM con una sola valvola EC92 . . . . .                                       | 163 |
| Unità FM con triodo-eptodo ECH81 . . . . .   | 166 |
| Unità FM con valvola UCC85 . . . . .   | 168 |
| Unità FM con valvola 6BK7A e sintonia a permeabilità variabile . . . . .           | 170 |
| Unità FM con doppio triodo 12AT7 . . . . .   | 170 |
| Principio del rivelatore FM . . . . .  | 172 |
| Il rivelatore fuori sintonia . . . . .   | 172 |

## INDICE DEI CAPITOLI

|   |     |
|---|-----|
| Principio del rivelatore FM, fuori fase . . . . .                               | 175 |
| Conversione del segnale FM in segnale AM. . . . .                               | 176 |
| Principio del rivelatore FM a rapporto . . . . .                                | 180 |
| Il rivelatore con diodi in serie . . . . .                                      | 181 |
| Il rivelatore a rapporto di tipo non bilanciato . . . . .                       | 183 |
| Il filtro di deenfasi . . . . .   | 184 |
| La valvola rivelatrice AM/FM . . . . .  | 186 |
| Esempi pratici di rivelatori a modulazione di ampiezza e di frequenza . . . . . | 187 |
| Rivelatore a modulazione di frequenza con diodi al germanio . . . . .           | 190 |
| Convertitori di frequenza FM e audio TV . . . . .                               | 191 |

## CAPITOLO SESTO

### APPARECCHI RADIO A MODULAZIONE DI AMPIEZZA E DI FREQUENZA

|   |     |
|---|-----|
| Gruppi d'apparecchi radio . . . . .   | 192 |
| Apparecchio a modulazione d'ampiezza e di frequenza, ad onde medie e ultracorte . . . . . | 193 |
| Esempio di apparecchio AM/FM a cinque valvole, della serie americana . . . . .            | 196 |
| Apparecchio AM/FM ad induttori variabili . . . . .  | 200 |
| Apparecchio AM/FM ad onde medie e corte, da 2 watt . . . . .                              | 202 |
| Apparecchio AM/FM a 5 valvole, di produzione commerciale . . . . .                        | 204 |
| Apparecchio a onde medie, corte ed ultracorte (FM) di produzione commerciale . . . . .    | 206 |
| Esempio di radiofonografo AM/FM, per onde medie, corte e ultracorte . . . . .             | 208 |
| Apparecchio AM-FM, con onde lunghe e filodiffusione . . . . .                             | 210 |
| Esempio di radiofonografo a onde medie, modulazione di frequenza e TV . . . . .           | 211 |
| Esempio di apparecchio a 5 valvole OM - FM - TV - Fono . . . . .                          | 213 |
| Apparecchio a modulazione d'ampiezza e di frequenza a 4 valvole e 3 diodi . . . . .       | 214 |

## CAPITOLO SETTIMO

### L'ALIMENTATORE DELL'APPARECCHIO RADIO

|  |     |
|--|-----|
| Caratteristiche generali . . . . .   | 216 |
| Principio della valvola rettificatrice o raddrizzatrice . . . . .              | 217 |
| Il trasformatore di alimentazione . . . . .                                    | 219 |
| Alimentatore ad onda intera . . . . .  | 220 |
| Esempio di alimentatore con valvola raddrizzatrice biplacca . . . . .          | 221 |
| Autotrasformatore e filamenti in serie . . . . .                               | 222 |
| Esempio di alimentatore ad autotrasformatore . . . . .                         | 224 |
| Alimentatori per apparecchi a modulazione di ampiezza e di frequenza . . . . . | 225 |
| Principio del rettificatore a selenio . . . . .                                | 228 |
| Caratteristiche dei rettificatori a selenio . . . . .                          | 231 |
| Principio dell'alimentatore con rettificatore a selenio . . . . .              | 232 |

## INDICE DEI CAPITOLI

|  |     |
|--|-----|
| Alimentatori con rettificatori a selenio . . . . .                       | 234 |
| Principio di funzionamento degli alimentatori a duplicazione di tensione | 236 |
| Esempio di alimentatore duplicatore di tensione . . . . .                | 239 |

### CAPITOLO OTTAVO

#### I CONTROLLI DI VOLUME E DI TONALITÀ DELL'APPARECCHIO RADIO

|   |     |
|---|-----|
| Il controllo di volume . . . . .  | 240 |
| Il controllo di tono . . . . .  | 242 |
| Reattanza capacitativa . . . . .  | 243 |
| I controlli all'estremo alto ed all'estremo basso della gamma . . . . . | 247 |
| Controllo di volume fisiologico . . . . .                               | 251 |
| Principio della compensazione di tono . . . . .                         | 252 |
| Controlli di tonalità per apparecchi di alta classe . . . . .           | 254 |
| Principio e caratteristiche della reazione inversa . . . . .            | 256 |
| Reazione inversa limitata ai soli toni alti . . . . .                   | 260 |
| Miglioramento della curva di risposta dell'apparecchio . . . . .        | 261 |
| Reazione inversa dalla bobina mobile dell'altoparlante . . . . .        | 264 |
| L'inconveniente dell'instabilità . . . . .                              | 268 |
| Il controllo della reazione inversa . . . . .                           | 269 |
| Reazione inversa e commutatore di tonalità . . . . .                    | 273 |

### CAPITOLO NONO

#### LO STADIO FINALE DELL'APPARECCHIO RADIO

|  |     |
|--|-----|
| Esempio di stadio finale . . . . .                                     | 276 |
| Valvole finali in controfase . . . . .                                 | 278 |
| L'inversione di fase . . . . .   | 281 |
| Inversione di fase a circuito catodina . . . . .                       | 283 |
| Catodina con triodo separato . . . . .                                 | 283 |
| Esempio di stadio finale in controfase . . . . .                       | 284 |
| Esempio di schema di apparecchio radio di produzione tedesca . . . . . | 286 |
| Valvola a doppio triodo . . . . .                                      | 286 |
| Valvola invertitrice di fase . . . . .                                 | 286 |
| I circuiti d'entrata e di conversione . . . . .                        | 288 |

### CAPITOLO DECIMO

#### APPARECCHI RADIO AD ALTA FEDELITÀ

|                                      |     |
|--------------------------------------|-----|
| Caratteristiche principali . . . . . | 289 |
| Controlli di tonalità . . . . .      | 292 |

## INDICE DEI CAPITOLI

|   |     |
|---|-----|
| Stadio finale con due altoparlanti . . . . .                            | 292 |
| L'altoparlante elettrostatico . . . . .                                 | 295 |
| I registri di tonalità con comandi a tastiera . . . . .                 | 297 |
| Esempio di sezione audio di apparecchio di alta classe . . . . .        | 298 |
| Controllo volume con filtri passa alto . . . . .                        | 298 |
| Circuiti di controreazione e di de-enfasi . . . . .                     | 302 |
| Esempio di stadio finale di apparecchio AM/FM, con quattro altoparlanti | 302 |
| Apparecchio AM/FM con audio stereofonico . . . . .                      | 302 |

## CAPITOLO UNDICESIMO

### L'APPARECCHIO AUTORADIO

|  |     |
|--|-----|
| Caratteristiche generali . . . . .                     | 304 |
| Il vibratore asincrono . . . . .                       | 304 |
| Il vibratore sincrono . . . . .                        | 306 |
| Principio del vibratore sincrono . . . . .             | 306 |
| Caratteristiche del vibratore . . . . .                | 308 |
| Efficienza di contatto . . . . .                       | 308 |
| Il buffer . . . . .                                    | 309 |
| Soppressione dei radio disturbi . . . . .              | 310 |
| Silenziamento del sistema d'accensione . . . . .       | 311 |
| Esempi di apparecchi e di impianti autoradio . . . . . | 312 |

## CAPITOLO DODICESIMO

### L'APPARECCHIO RADIO CON RICERCA AUTOMATICA

|   |     |
|---|-----|
| Caratteristiche generali . . . . .  | 316 |
| Ricerca automatica con meccanismo a molla . . . . .                         | 316 |
| Il commutatore ricerca-ricezione e la valvola trigger . . . . .             | 319 |
| Il controllo di sensibilità dei dispositivi di ricerca automatica . . . . . | 320 |
| Principio del dispositivo elettronico per la ricerca automatica . . . . .   | 320 |
| Il problema della sintonia durante la ricerca automatica . . . . .          | 322 |
| Dispositivo di ricerca della emittente preferita . . . . .                  | 323 |
| Comando a distanza . . . . .  | 324 |
| Autoradio Condor a ricerca automatica delle emittenti . . . . .             | 324 |
| Autoradio Phonola-Becker a ricerca automatica delle emittenti . . . . .     | 325 |
| Dispositivi di ricerca automatica azionati a motore . . . . .               | 327 |
| Alimentazione anodica a 12 volt . . . . .                                   | 332 |
| Controllo volumetrico . . . . .   | 333 |
| Il circuito di ricerca automatica . . . . .                                 | 333 |
| Autoradio con ricerca automatica, Condor mod. K2 . . . . .                  | 335 |



CAPITOLO TREDICESIMO  
RICEVITORI PROFESSIONALI AD ONDE CORTE

|  |     |
|--|-----|
| Caratteristiche generali . . . . .   | 336 |
| Caratteristiche circuitali degli apparecchi professionali . . . . .            | 338 |
| Doppia conversione . . . . .   | 338 |
| Oscillatore di nota . . . . .  | 338 |
| Variazione di sensibilità . . . . .  | 338 |
| Variazione di selettività . . . . .  | 338 |
| « S » Meter, CAV e antidisturbi . . . . .                                      | 339 |
| Ricezione in SSB . . . . .   | 339 |
| Stabilizzatrice di tensione . . . . .  | 339 |
| Posizione di stand by . . . . .  | 339 |
| Ricevitore professionale per onde corte e cortissime, per dilettanti . . . . . | 339 |
| Caratteristiche generali . . . . .   | 339 |
| Comandi del ricevitore . . . . .   | 340 |
| Schema di principio . . . . .  | 340 |
| Circuiti ad alta e media frequenza . . . . .                                   | 342 |
| Accoppiamento Link . . . . .   | 344 |
| Limitatore disturbi . . . . .  | 344 |
| Riproduzione sonora e alimentazione . . . . .                                  | 345 |
| Telaio e disposizione dei componenti . . . . .                                 | 345 |
| Dati per le bobine . . . . .   | 346 |
| Allineamento e messa a punto . . . . .   | 346 |
| Ricevitore ad onde corte per dilettanti . . . . .                              | 349 |
| Dati per le bobine . . . . .   | 350 |
| Oscillatore di nota . . . . .  | 350 |
| Ricevitore professionale Allocchio Bacchini OC 11 . . . . .                    | 350 |
| Ricevitore professionale Siemens . . . . .                                     | 353 |
| Ricevitore Geloso G207 per il traffico dilettantistico su OC . . . . .         | 354 |
| Ricevitore professionale Marelli mod. RR1/A . . . . .                          | 355 |
| Ricevitore Geloso G 4/126 per AM-CW-SSB. . . . .                               | 357 |

CAPITOLO QUATTORDICESIMO  
L'APPARECCHIO TRASMETTENTE

1° - PRINCIPI BASILARI

|  |     |
|--|-----|
| Premessa . . . . .   | 361 |
| Frequenza di lavoro e portata della trasmissione . . . . . | 362 |
| Parti dell'apparecchio trasmettente . . . . .              | 363 |
| Potenza resa AF e consumo del trasmettitore . . . . .      | 365 |

2° - GENERAZIONE ED AMPLIFICAZIONE DELLA CORRENTE AD ALTA FREQUENZA

|                                 |     |
|---------------------------------|-----|
| Lo stadio oscillatore . . . . . | 366 |
| Tipi di oscillatori . . . . .   | 367 |

INDICE DEI CAPITOLI

|   |     |
|---|-----|
| Circuito Hartley . . . . .  | 367 |
| Circuito Colpitts . . . . .   | 368 |
| Circuito Ultra-Audion . . . . .                                       | 368 |
| Circuito Hartley modificato (VFO) . . . . .                           | 368 |
| Circuito Colpitts modificato (VFO CLAPP) . . . . .                    | 369 |
| Oscillatori con cristallo di quarzo . . . . .                         | 370 |
| Stabilità di frequenza . . . . .                                      | 370 |
| Il cristallo di quarzo . . . . .                                      | 370 |
| Assi del cristallo . . . . .  | 372 |
| Tipi di oscillatori controllati a cristallo . . . . .                 | 372 |
| Circuiti oscillatori e moltiplicatori . . . . .                       | 373 |
| Circuito Eco . . . . .  | 373 |
| Circuito Tritet . . . . .   | 374 |
| Circuito Pierce modificato . . . . .                                  | 375 |
| Circuito Colpitts-Pierce . . . . .                                    | 375 |
| Amplificatori AF, duplicatori e moltiplicatori di frequenza . . . . . | 375 |
| Duplicatori . . . . .   | 376 |
| Polarizzazione degli amplificatori AF . . . . .                       | 376 |
| Circuito accordato di placca . . . . .                                | 376 |
| Messa a punto dell'amplificatore AF . . . . .                         | 377 |
| Neutralizzazione dell'amplificatore AF . . . . .                      | 378 |

**3° - LO STADIO FINALE DEL TRASMETTITORE**

|   |     |
|---|-----|
| L'amplificazione di potenza AF . . . . .  | 378 |
| Amplificazione in classe C. . . . .   | 380 |
| Sistemi di modulazione . . . . .  | 381 |
| Modulazione di placca . . . . .   | 381 |
| Modulazione di soppressione . . . . .   | 383 |
| Modulazione di catodo e griglia controllo . . . . .                             | 383 |
| Modulazione telegrafica . . . . .   | 384 |
| Trasmissione telegrafica e stabilità di frequenza . . . . .                     | 385 |
| Modulazione Clamp . . . . .   | 385 |
| Modulazione a portante controllata . . . . .                                    | 385 |
| Caratteristiche dello stadio finale di potenza . . . . .                        | 386 |
| Potenza di pilotaggio . . . . .   | 386 |
| Sensibilità di potenza dello stadio finale . . . . .                            | 386 |
| Determinazione della sensibilità di potenza . . . . .                           | 387 |
| Rendimento anodico. . . . .   | 387 |
| Determinazione del rendimento anodico . . . . .                                 | 387 |
| Misura della potenza output . . . . .   | 387 |
| Dissipazione anodica massima . . . . .  | 387 |
| Carico e potenza dissipata . . . . .  | 388 |
| Dati di funzionamento di valvola finale 807 con modulazione di placca . . . . . | 388 |
| Circuito accordato di placca . . . . .  | 388 |
| Induttanza e capacità del circuito accordato di placca . . . . .                | 389 |
| Numero di spire della bobina . . . . .  | 391 |
| Oscillazioni parassite . . . . .  | 393 |

## INDICE DEI CAPITOLI

### 4° - ANTENNE PER TRASMETTORI

|  |     |
|--|-----|
| L'antenna e la linea di trasmissione . . . . . | 393 |
| Tipi di linee di trasmissione . . . . .        | 396 |
| Direttività dell'antenna Hertziana . . . . .   | 398 |
| Antenne ad alta direttività . . . . .          | 399 |
| Adattamento d'impedenza . . . . .              | 399 |

### CAPITOLO QUINDICESIMO

#### ESEMPI DI APPARECCHI TRASMITTENTI PER DILETTANTI

|   |     |
|---|-----|
| Piccolo ed efficiente trasmettitore per prove iniziali di emissioni telegrafiche                  | 401 |
| Messa a punto del trasmettitore . . . . .   | 401 |
| Trasmettitore di minima potenza per prove iniziali di trasmissione in grafia e in fonìa . . . . . | 403 |
| Trasmettitore ad una valvola, di media potenza, per collegamenti in telegrafia                    | 404 |
| Messa a punto . . . . .   | 406 |
| Piccolo trasmettitore da 2 watt, per fonìa e grafìa . . . . .                                     | 408 |
| Semplice trasmettitore da 10 watt . . . . .   | 411 |
| Stadio oscillatore . . . . .  | 411 |
| Stadio finale . . . . .   | 411 |
| Alimentatore . . . . .  | 413 |
| Messa a punto . . . . .   | 413 |
| Trasmettitore da 15 watt con modulazione di griglia di soppressione . . . . .                     | 414 |
| Stadio alta frequenza . . . . .   | 414 |
| Stadio modulatore . . . . .   | 416 |
| Stadio alimentatore . . . . .   | 416 |
| Messa a punto del TX. . . . .   | 416 |
| Trasmettitore da 10 watt, con modulazione anodo-griglia-schermo . . . . .                         | 418 |
| Trasmettitore da 70 watt fonìa e 100 watt grafìa . . . . .  | 420 |
| Oscillatore e moltiplicatore di frequenza . . . . .   | 422 |
| Amplificatore finale AF . . . . .   | 423 |
| Il modulatore . . . . .   | 425 |
| L'alimentatore . . . . .  | 425 |
| Messa a punto . . . . .   | 425 |
| Trasmettitore da 70 watt con modulazione a portante controllata . . . . .                         | 427 |
| Sezione alta frequenza . . . . .  | 428 |
| Sezione modulatrice . . . . .   | 430 |
| Sezione alimentatrice . . . . .   | 430 |
| Verifica preliminare . . . . .  | 431 |
| Messa a punto . . . . .   | 431 |
| Trasmettitore Collins mod. 32 V-3 . . . . .   | 434 |

### APPENDICE

|   |     |
|---|-----|
| Norme per la licenza di radioamatore . . . . .                      | 436 |
| Principali sigle in uso nel traffico dilettantistico . . . . .      | 439 |
| Tipi di trasmissione . . . . .                                      | 439 |
| Codice RST e RSM usato nelle comunicazioni tra dilettanti . . . . . | 440 |
| Frequenze assegnate agli OM e ai vari servizi . . . . .             | 441 |



# INDICE ANALITICO - ALFABETICO

(I numeri indicano le pagine)

## A

- Abbreviazioni nel traffico dilettantistico, 440.  
Accordo, compensatore di, 116.  
Accoppiamento capacitivo d'antenna, 136.  
Accoppiamento a pi-greco, 404.  
Accoppiamento tipo Collins, 418.  
Accoppiamento link, 344.  
Accordato, circuito (v. Circuito accordato).  
Adattamento di impedenza, 399.
- ALIMENTATORE** (v. cap. VII):  
— a autotrasformatore, 92, 124.  
— ad onda intera, 220.  
— a duplicatore di tensione, 234.  
— anodico, 217.  
— a valvola, 217.  
— a trasformatore, 219.  
— a semionda, 217, 225.  
— a vibratore, 306.  
— con rettificatore a selenio, 226, 232.  
— con valvola raddrizzatrice biplacca, 221.  
— con filtro di livellamento dell', 217.  
— per apparecchi AM/FM, 203, 234.  
— principio di funzionamento dell', 216.
- ALIMENTAZIONE:**  
— anodica, 216.  
— con tensione della rete luce, 217.  
— con alimentatore a selenio, 226.  
— per apparecchi di piccola potenza, 222.
- ALLINEAMENTO:**  
— dei circuiti accordati, 116.  
— dei circuiti d'entrata, 116, 135.  
— dei circuiti d'oscillatore, 116, 135.  
— e messa a punto, 346.
- Alimentazione degli apparecchi di piccola potenza (v. cap. VII).  
Allochio Bacchini OC11, ricevitore professionale, 350.  
Alta fedeltà, apparecchi a (v. cap. X).  
Alta frequenza, 19.
- ALTOPARLANTE:**  
— a magnete permanente, 90.  
— bobina mobile dell', 91.  
— centratore dell', 91.
- cestello metallico dell', 90.  
— cono diffusore dell', 90.  
— sistemazione dell', 93.  
— elettrostatico, 295.  
— traferro dell', 90.  
— cassa armonica dell', 292.
- AM** (v. modulazione d'ampiezza).  
Amplificatore finale AF, 422.  
Amplificatore a media frequenza, 72, 82.
- AMPLIFICATRICI, VALVOLE:**  
— ad alta frequenza, 18, 36, 70.  
— di potenza (v. cap. IX).  
— a media frequenza, 72.  
— AF con griglia a massa, 161.  
— MF/FM, 193.
- AMPLIFICAZIONE:**  
— ad alta frequenza, 19, 45, 69.  
— a MF, 72, 82.  
— audio, 89.  
— diretta, 45.  
— radio, 69.  
— di corrente in classe C, 380.  
— di potenza (v. cap. IX).  
— di potenza AF, 378.  
— di tensione, 284.  
— di tensione classe A, 380.  
— variabile, valvola a, 87.  
— finale, 240.
- AMPLIFICAZIONE FINALE** (v. cap. IX):  
— ad alta fedeltà, 289.  
— con reazione inversa, 256.  
— in controfase, 278.
- AMPLIFICATORE:**  
— audio, 89, 276.  
— di tensione del segnale audio, 284.  
— finale AF, 422.
- Anodo, 11.
- ANODICA**, dissipazione, 384.  
— tensione, 216.
- ANTENNA:**  
— accoppiamento capacitativo dell', 136.  
— ad alta direttività, 396.

**ANTENNA:**

- a dipolo, 193.
- bobina d', 20, 43, 54, 116.
- in ferrite, 63, 104.
- magnetica, 193.
- per trasmettitori, 393.
- trasmittente, 393.
- Zeppelin, 396.

- Ancoraggio a massa, 58.
- Ancoretta del relè, 319.

**APPARECCHI RADIO:**

- a cristallo, 20.
- ad alta fedeltà, 289.
- a duplicatore di tensione, 236.
- a banda allargata, 126.
- AM, 148.
- AM/FM 148.
- AM/FM - HI/FI - 3D, 289.
- AM/FM, con valvole di tipo americano, 196.
- AM/FM, con valvole di tipo europeo, 202.
- a modulazione di frequenza (v. cap. VI).
- a onde corte, 49, 336.
- a onde medie e corte, 206.
- a onde ultracorte, 148.
- con duplicazione di tensione, 236.
- Hi-Fi, 289.
- professionali a onde corte, 336.
- supereterodina, 75.
- taratura degli, 116.
- stereofonici, 302.

**APPARECCHI RADIO AD ALTA FEDELTA':**  
(v. cap. X).

- a tre D, 302.
- con registri di tonalità, 297.
- di tipo Hi-Fi, 302.
- sezione audio, degli, 298.

- Apparecchi radio ad onde corte (v. cap. II).
- Apparecchi radio ad onde medie e corte (v. cap. IV).

**APPARECCHI PER DILETTANTI COSTRUTTORI:**

- a due valvole, 34, 36.
- a cinque valvole con valvola rettif., 104.
- ad onde medie e ultracorte, 193.
- a 4 valvole, 99.
- ad una valvola, 30.
- con cristalli di germanio, 22.
- con valvola doppia, 62.
- portatile a pile, 111.
- per la banda dei due metri, 59.
- a selenio, 226.

**APPARECCHI PROFESSIONALI A OC:** (v. cap. XIII).

- Allocchio Bacchini OC11, 350.

- CAV degli, 339.
- caratteristiche generali degli, 336.
- per dilettanti, 336.
- Geloso G207, 354.
- Geloso G 4/126, 357.
- Marelli mod. RR1/A, 355.
- « S » meter, 339.
- Siemens, 353.

**Apparecchi trasmettenti per dilettanti (v. capitolo XV).**

**APPARECCHI AUTORADIO:**

- caratteristiche generali degli, 304 (v. capitolo XI).
- caratteristiche del vibratore degli, 304.
- Condor, 323.
- Condor, mod. K2, 335.
- Phonola Becker, 324.
- servizio degli, 312.
- silenziamento del sistema d'accensione per gli, 311.
- soppressione dei disturbi degli, 310.
- vibratore asincrono degli, 304.
- vibratore sincrono degli, 306.

**Armstrong, modulazione, 381.**

**Asincrono, vibratore, 304.**

**Asse del cristallo di quarzo, 372.**

**Audio 89.**

**Autoradio (v. capp. XI e XII).**

**Autoradio con ricerca automatica, 316.**

- azionati a motore, 327.
- con meccanismo a molla, 316.
- ricerca della emittente preferita, 326.

**AUTOTRASFORMATORE:**

- dati per, 224.
- e filamenti in serie, 222.
- esempio di, 224.

**Auricolari, 26.**

**Avvolgimento terziario del trasformatore, 184.**

**B**

**Baffle (schermo acustico), 93.**

**BANDA DI RICEZIONE:**

- allargata, 126.
- dei due metri, 59.
- delle onde ultra-corte, 148.
- dilatata, 126.
- espansa, 126.
- e frequenza, 442.
- stretta, ricezione su, 337.

**Barriera, pellicola di, 226.**

**BANDE:**

- da 15 m e 31 m, 30.

**BANDE:**

- da 25 m, e 50 m, 35, 36.
- da 15 m, 40 m e 80 m, 43.
- da 10 m a 80 m, 427.

Bandspread, 32.

Bassa frequenza, 19.

Batteria anodica, 34.

Battimento, oscillatore di, 338.

Battimenti, 75.

Beat, controllo di, 340.

Bel, 240.

Bilanciato, rivelatore FM a rapporto, 183.

— rivelatore a rapporto di tipo non, 183.

Biplacca, valvola raddrizzatrice, 221.

**BOBINA:**

— corretrice, 135.

— d'antenna FM, 23, 137.

— d'impedenza, 33.

— di oscillatore, 144, 146.

— d'induttanza, 9, 20, 32, 68.

— di reazione, 33.

— di sintonia, 32.

— di reazione inversa, 264.

— mobile dell'altoparlante, 90.

— per onde corte e cortissime, 43.

— riduttrice, 135.

Bormite, 19.

Buffer, 309, 425.

**C**

**CALCOLO:**

— del valore della resistenza di griglia, 376.

— della frequenza, 13.

— numero di spire per bobina, 391.

— del rapporto del trasformatore d'uscita, 91.

— della reattanza capacitativa, 243.

Cambiamento di frequenza (v. conversione di frequenza), 70.

Cambio d'onda, 113.

**CAPACITÀ:**

— distribuita, 34.

— del circuito accordato, 8.

— indicazione della, 100.

— massima del condensatore variabile, 117.

— minima del condensatore variabile, 117.

— riduzione di, con condensatore fisso, 121.

— riduzione di, con divisore dello statore, 118.

Capacitiva, reattanza, 2 3.

**CATODO:** 11.

— capacità di, 389.

— modulazione di, 384.

**CATODINA**, circuito, 42, 283.

— con triodo separato, 283.

Carborundum, 19, 21.

CAV, 87.

Centratore dell'altoparlante, 90.

Cestello metallico dell'altoparlante, 91.

**CIRCUITO:**

— accordato d'entrata, 13, 32.

— autobilanciato, 282.

— catodina, 42, 283.

— CAV, 87.

— di assorbimento, 21.

— di conversione, 75.

— di controreazione, 256.

— di risonanza, 10.

— di spegnimento, 61.

— d'oscillatore, 10, 32.

— Pierce modificato, 375.

— Tritet, 374.

— rivelatore, 33, 40, 175.

— supereterodina, 72, 73, 76.

— sintonico, 10, 32.

— trappola, 21.

— ultra audion, 368.

— volano, 406.

**CIRCUITO ACCORDATO:**

— a frequenza variabile, 73.

— a permeabilità variabile, 121.

— Colpitts, 368.

— Colpitts modificato (VFO CLAPP), 369.

— Colpitts Pierce, 375.

— d'entrata, 26, 70, 83, 88, 266.

— Eco, 373.

Clamp, modulazione, 385.

Codice RST e RSM, 440.

— Morse, 364.

Coherer, 4.

Collins, mod. 32 V-3, 434.

**COLPITTS:**

— modificato, 369.

— oscillatore, 368.

— Pierce, 375.

Comando di sintonia, 68.

Comando a tastiera, 141, 144.

Commutatore, AM/FM audio, 276.

Commutatore ricerca-ricezione, 320.

**COMMUTAZIONE DI GAMMA: 113:**

— a bande allargate, 126.

— a onde medie e bande onde corte, 126.

— con bobine in serie, 123.

— con condensatore di fondo, 131.

— con circuiti a permeabilità variabile, 136.

Commutatore di tonalità, 273.

Compensatore di accordo, 116.

Contro-elettrodo, 232.

**CONTROFASE:**

- valvole finali in, 278.
- principio di funzionamento, 277.

**CONDENSATORE, 1:**

- correttore, 80.
- di accoppiamento, 87.
- di fondo, 131.
- di spostamento, 128.
- espansore, 128.
- reattanza del, 243.
- riduttore, 121.
- volano, 182.

**CONDENSATORE VARIABILE:**

- a due sezioni, 120.
- d'entrata, 77.
- doppio, 25.
- per la gamma onde corte, 117.

Cono diffusore, 90.

Controreazione, 256, 302.

**CONTROLLO:**

- all'estremo alto della gamma, 247.
- all'estremo basso della gamma, 247.
- automatico di volume (CAV), 87.
- della reazione inversa, 269.
- di beat, 340.
- di guadagno AF, 338.
- di reazione, 61.
- di responso all'estremo alto, 247.
- di responso all'estremo basso, 247.
- di sensibilità, 320.
- di tonalità, 289.
- di tono, 242.
- di volume, 85, 240.
- di volume fisiologico, 251.

**CONTROLLO DI TONALITÀ (v. cap. VIII):**

- nel circuito di placca, 247.
- nel circuito di griglia, 247.
- principio del, 242.
- passivo, 255.
- all'estremo alto, 247.
- reattanza induttiva del, 245.

**CONTROLLO DI VOLUME (v. cap. VIII):**

- fisiologico, 251.
- principio del, 85, 240.

**CONVERSIONE DI FREQUENZA:**

- apparecchi a, 68.
- da FM in AM, 176.
- doppia, 315, 338.
- delle onde ultracorte, 148.
- FM con due EC92, 163.
- FM con ECH81, 166.
- FM con UCC85, 168.
- FM con 12AT7, 170.
- degli apparecchi FM, 157.

- principio della, 70, 78.
- valvola per la, 78.

Convertitrice di frequenza, stadio, 78.

Convertitrice, valvola, 77.

- principio della, 72, 77, 78.

**CORRENTE:**

- alternativa ad onde quadre, 304.
- di reazione inversa, 269.
- ventre di, 393.

**CORRENTE OSCILLANTE: 10.**

- produzione della, 77.

Correttore, del condensatore, 80.

Correttrice, bobina, 135.

**CRISTALLO:**

- rivelatore a, 20.
- oscillatore a, 370.
- apparecchi a, 22.

**CUFFIA TELEFONICA D'ASCOLTO, 26:**

- a bobina mobile, 27.
- a cristallo piezoelettrico, 28.
- bilanciata (Baldwin), 27.
- impedenza della, 27.
- resistenza della, 26.
- a membrana di mica, 27.

**D**

DB, 240.

Decibel, 240.

- amplificazione di tensione espressa in, 241.

**DEENFASI:**

- controllo di, 184.
- filtro di, 184.
- regolazione della, 302.

Diffusore, cono del, 90.

Diodo rivelatore, 23, 85.

Diodo a cristallo, 22.

Discriminatore di frequenza, 172.

Dipolo, antenna a, 193.

Dipolo di Hertz, 393.

Direttività dell'antenna hertziana, 398.

Discriminatore di fase, 180.

- di Foster Seeley, 180.

Distorsione armonica, 256.

Divisione della gamma OM, 122.

Doubling, 296.

Doppia conversione di frequenza, 338.

Duplicatori di frequenza, 338.

Duplicatore ad una semionda, 236.

Duplicazione di tensione, 239.

**E**

Eccitazione, circuito di, 375.

ECO, circuito di, 373.

Entrata, potenza di, 365.



**F**

Falla di griglia, circuito di rivelazione a, 33.  
 Fantasma, massa, 101, 103.

**FASE:**

- discriminatore di, 180.
- inversione di, 281.
- inversione di, a circuito catodina, 283.
- opposizione di, 278.

Ferrite, antenna in, 63, 65, 68.

Filodiffusione, 210.

**FILTRO:**

- di deenfasi, 184.
- di livellamento dell'alimentatore, 219.
- Collins, uscita a, 403.
- passa alto, del controllo di volume, 247.
- per il rinforzo dei toni bassi, 298.
- radio disturbati, 310.

FM (v. modulazione di frequenza).

Fondo, condensatore di, 131.

**FREQUENZA:**

- assegnata agli OM e ai vari servizi, 442.
- conversione di, 68.
- dell'onda portante, 81.
- del segnale in arrivo, 72.
- di battimento, 338.
- di lavoro del trasmettitore, 362.
- di nota, 338.
- Intermedia (v. media frequenza).
- moltiplicatori di, 373.
- modulazione di, 193.
- stabilità di, 385.

**G**

Galena (ricevitori a), 20.

Geloso G207, ricevitore, 354.

Grid-dip-meter, 431.

**GRIGLIA:**

- d'entrata, 80.
- d'iniezione, 80.
- mescolatrice, 80.
- schermo, 34.
- di controllo, 34.
- di soppressione, 34.

Gruppo FM, onde ultracorte, 159.

Gruppo di conversione AM/FM, 159.

**H**

Heising, modulazione, 384.

Hertz Enrico, 2.

Hertziana, antenna, 398.

**HARTLEY:**

- circuito modificato, 367.
- circuito, 368.

HI-FI (v. cap. X).

Hughes D. E., 5.

**I**

IF (v. media frequenza).

Immagine interferenza di, 82.

**IMPEDEENZA:**

- alta frequenza, 33.
- della discesa, 396.
- della linea di trasmissione, 398.

Indicatrice ottica di sintonia, 299.

Indicazione delle capacità, 111.

Indicazione delle resistenze, 111.

Indice scala, 99.

**INDUTTANZA:**

- rapporto di, 134.
- variazione totale di, 134.

Induttiva, reattanza, 250.

Induttore variabile, 134.

Iniezione, griglia d', 80.

Input, potenza d', 364.

Instabilità dell'apparecchio radio, 268.

Interferenza d'immagine, 83.

Intervallolare, trasformatore, 83.

Intensità sonora, 240.

Induttori variabili, apparecchio a, 134.

**INVERSIONE DI FASE: 281.**

- a circuito catodina, 283.
- con triodo separato, 283.
- principio della, 281.
- di tipo autobilanciato, 282.

**L**

Limitatori disturbati, 344.

**LINEA:**

- di trasmissione, 396.
- sintonizzata, 396.

Link, accoppiamento di, 344.

**LIVELLAMENTO DELL'ALIMENTATORE: 219.**

— filtro di, 219.

Livello sonoro, 240.

**M**

Magnete permanente dell'altoparlante, 91.

Marconi Guglielmo, 4.

Marelli, mod. RR1/A, 355.

**MASSA:**

— fantasma, 101, 103.

**MESSA A PUNTO:**

— del trasmettitori di vario tipo, 403, 406, 416.  
— dell'amplificatore AF, 377.

**MEDIA FREQUENZA: 72.**

— amplificazione di, 82.  
— interferenza d'immagine della, 82.  
— primo trasformatore della, 80, 97.  
— principio d'amplificazione a, 82.  
— secondo trasformatore della, 97.  
— scelta della, 85.  
— stadio amplificatore a, 72.  
— trasformatore di, 80, 97.  
— valori della, 83.

Meter « S », 339.

MF (v. Media frequenza).

Micromicrofarad, 14.

Milliamperometro, 33.

Modulatore, 19, 381.

**MODULAZIONE: 15, 29.**

— a corrente costante, 381.  
— a portante controllata, 385.  
— Armstrong, 381.  
— Clamp, 385.  
— di ampiezza, 149.  
— di catodo e griglia controllo, 384.  
— di frequenza, 149.  
— di griglia controllo e catodo, 385.  
— di placca, 381.  
— Helsing, 381.  
— sistemi di, 381.  
— soppressione, 384.  
— telegrafica, 385.

**MODULAZIONE DI FREQUENZA (v. capitolo quinto):**

— apparecchi a, 216.  
— principio della, 149.  
— rivelatore a, 172.  
— unità AF a, 159.

Modulatore del trasmettitore, 415, 424,

Modulatrice, sezione, 415,

Moltiplicatori, stadi, 373.

Moltiplicatori di frequenza del trasmettitore, 373.

Morse, codice, 364.

**N**

NBFM, 339.

Nominale, potenza del trasmettitore, 365.

Nota, oscillatore di, 338.

**O**

OC, 148.

OCS, 148.

OM, 148.

**ONDE RADIO:**

— captazione della, 68.  
— corte, 54.  
— lunghe, 192.  
— medie, 19.  
— ultracorte, banda delle, 148.  
— ultracorte, ricezione delle, 148.

**ONDE CORTE:**

— apparecchio ad 1 valvola, 30.  
— apparecchio a due valvole, 34.  
— apparecchio a valvola doppia, 62.  
— apparecchio in alternata, 36, 216.

**ONDE ultracorte:**

— banda delle, 148.  
— circuito accordato ad, 61.  
— convertitrice di frequenza, valvola, 78.  
— apparecchio per, 193.

Oscillatore locale, 72.

**OSCILLATORE:**

— autocontrollato, 367.  
— con controllo a cristallo, 372.  
— con cristallo di quarzo, 372.  
— Clapp, 418.  
— Clapp a frequenza variabile, 385.  
— locale, 72.  
— di Hertz, 3.  
— di nota, 338.  
— Pierce, 375.  
— moltiplicatore di frequenza, 373.  
— del TX, 341, 347.  
— circuito d', 10, 32.

Oscillatrice valvola, 77.

OUC, 148.

Output, potenza, 365.

**P**

Parassite, oscillazioni, 393.

Parallelo, valvole finali in, 275.

Pellicola di barriera, 226.

Pentagriglia, valvola, 79.

**PERMEABILITÀ VARIABILE:**

— apparecchi radio a, 134.  
— circuiti a, 136.  
— sintonia a, 134.

PIERCE-COLPITTS: circuito, 375.

— modificato, circuito, 375.

Pilota, valvola, 425.

## INDICE ANALITICO-ALFABETICO

Piezooscillatori, 370.  
Pilotaggio, potenza di, 386.  
Pilota, circuito, 375.

### POLARIZZAZIONE:

— degli amplificatori AF, 376.  
— per corrente anodica, 376.  
— per corrente di griglia, 376.  
Portante controllata, modulazione, 385.  
Portata del trasmettitore, 362.  
Posizione di stand-by, 339.

### POTENZA:

— di lavoro, 387.  
— di pilotaggio, 386.  
— sonora, 240.

### POTENZA DEL TRASMETTITORE:

— di entrata, 365.  
— dissipata, 365.  
— input, 364, 387.  
— nominale 364.  
— output, 365, 387.  
— misura della, 387.

Preamplificatore, ad alto guadagno, 276  
Pulsante, tensione, 221.

## Q

### QUARZO:

— asse elettrico del, 372.  
— asse meccanico, 372.  
— asse ottico del, 372.  
— cristallo di, 19, 370.  
— oscillatori a, 370.

## R

Raddrizzatore a selenio, 231.  
Raddrizzatore biplacca, 221.

### RADIOFONOGRAMMA:

— AM-FM per onde medie corte e ultracorte, 208.  
— per onde medie, modulazione di frequenza e TV, 211.  
— Radiomarelli mod. RD, 209.  
— Hi-Fi, 289.

Radiofrequenza, 19.

Reattanza capacitativa, 243.  
— induttiva, 250.

### REAZIONE:

— apparecchi a, 33, 35, 39, 43, 63.  
— controllo di, 52.  
— esempio di, 33, 258.

— bobina di, 33, 35, 39.  
— negativa, 256.  
— positiva, 260.

### REAZIONE INVERSA: 256.

— controllo della, 265, 267.  
— dalla bobina mobile dell'altoparlante, 264.  
— esempio della, 258.  
— fattore di, 260.  
— instabilità della, 268.  
— limitata ai toni alti, 260.  
— percentuale di, 260.  
— principio della, 256.  
— stadio finale con, 258.

### REGISTRI DI TONALITÀ: 297.

— con comando a tastiera, 297.

### RELÈ:

— della ricerca automatica, 318.  
— di blocco, 318.

Resa sonora d'uscita, 240.

### RESISTENZA:

— di caduta, 222.  
— di carico, delle valvole finali, 276.  
— di iniezione, 265.  
— indicazioni della, 68.  
— limitatrice, 265.  
— logaritmica, 85.  
— variabile del controllo di volume, 85, 240.

### RETTIFICATORE A SELENIO: 226.

— ad onda intera, 234.  
— alimentatore a, 232.  
— caratteristiche, 230.  
— principio, 226.

Rettificatrice, valvola, 217.

Ricevitori a super-reatzione, 61.

### RICEVITORI PROFESSIONALI (v. cap. XIII):

— Allocchio Bacchini OC11, 350.  
— ad onde corte, 336.  
— Geloso G 207, 354.  
— comandi dei, 338.  
— Marelli mod. RR1/A, 355.  
— Marelli RP32, 355.  
— Siemens, 353.

Ricevitori a cristallo, 20.

Ricevitori a galena, 20.

Riduttore, condensatore, 121.

Riduttrici bobine, 135.

Riduzione di capacità con divisione dello statore, 118.

Riduzione della variazione di capacità con condensatore fisso, 121.

Riduzione della distorsione armonica, 256.

Risposta, curva di, 261.

Risonanza, circuito di, 10.

**RIVELATORE:**

- a diodo, 85.
- AM e FM, 185.
- a rapporto di tipo non bilanciato, 183.
- circuito, 33.
- FM a rapporto principio del, 180.
- FM a rapporto non bilanciato, 183.
- FM a due diodi al germanio, 190.
- FM bilanciato, 183.
- FM « fuori fase », principio del, 175.
- FM principio del, 172.
- « fuori sintonia », 172.

Rivelatrice, valvola, 85.

**RIVELAZIONE:**

- resistenza di, 33.
- a modulazione d'ampiezza, 85.
- principio della, 18.

**RICERCA AUTOMATICA:**

- azionata a motore, 323.
- controllo di sensibilità della, 320.
- delle emittenti, 316.
- principio della, 316.
- valvola trigger della, 319.

**S**

S meter, 339.

Scala di sintonia, 68.  
— parlante, 68.

Schermo acustico, 93.

**SEGNALE:**

- AF, 19, 69.
- audio, 69.
- d'oscillatore locale, 72.
- radio, 69.

Selettività,

— curva di, 173.

Selenio, 226.

Separatore, stadio, 365.

Sensazione sonora, 228.

Sensibilità, controllo di, 320.

Servizio autoradio, 310.

Sigle, 439.

Silenziamento, vibratore, 310.

**SEZIONE:**

- alimentatrice, 216.
- audio, 276.
- modulatrice, 298.
- filtrante, (dell'alimentatore), 220.

Sincrono, vibratore, 306.

**SINTONIA:**

- a permeabilità variabile, 134.
- bobina di, 32, 37.

- circuiti di, 32.
- comando di, 97.
- problema della, 6.

Sintonizzatore radio, 289.

Sistemazione dell'altoparlante, 93.

« S » meter, 339.

Soppressione dei radiodisturbi, 310.

Soppressione, modulazione di, 414.

Sovrappositore, 78.

Spostamento, condensatore di, 131.

Spegnimento, circuito di, 61.

Stabilità di frequenza, 370.

**STADIO:**

- alimentatore, 216.
- di rivelazione AM/FM, 185.
- amplificatore a MF, 72.
- alta frequenza, 366.
- duplicatore di frequenza, 365.
- duplicatore, 365.
- finale di potenza, 286, 385.
- finale di potenza, sensibilità di, 386.
- finale del trasmettitore, 378.
- modulatore, 415, 424.
- moltiplicatore, 373.
- oscillatore, 366.
- sensibilità di potenza dello, 386.
- rivelatore FM, 172.
- rivelatore non bilanciato, 183.
- separatore del trasmettitore, 365.

Stand-by, posizione di, 339.

Statore, 118.

**STADIO FINALE** (v. cap. IX):

- a transistor di potenza, 332.
- con due altoparlanti, 292.
- di apparecchio AM/FM con 4 altoparlanti, 300.
- in controfase, 284.

**SUPERETERODINA:**

- a modulazione d'ampiezza, 71
- CAV della, 87.
- principio della, 71.

Super-reazione, ricevitori a, 59.

**T**

Taratura dell'apparecchio radio, 403, 406, 413.

Tastiera, 141, 144.

**TENSIONE:**

- ad audiofrequenza, 361.
- amplificazione di, 262.
- anodica di lavoro, 216.
- d'inserzione, 303.
- di reazione inversa, 256.
- duplicazione di, 236, 239.
- negativa richiesta, 376.

**TENSIONE:**

- massima, 200.
- pulsante, 221.
- Telegrafica, modulazione, 385.
- Trasmittente, linea, 396.

**TONO:**

- alto, 247.
- basso, 242.
- compensazione di, 242.
- commutatore di, 273.
- controllo di, 242.
- Traferro dell'altoparlante, 90.

**TONI ALTI:**

- esaltazione dei, 247.
- attenuazione dei, 247.

**TONI BASSI:**

- attenuazione dei, 242.
- esaltazione dei, 242.
- Trappola, circuito, 21.

**TRASFORMATORE:**

- d'alimentazione, 219.
- a MF, 80, 97.
- cambio di tensioni del, 220.
- d'uscita, 89.
- elevatore di tensione, 219.
- intervalvolare, 279.
- di modulazione, 424.

Trasformatore di media frequenza, 80, 97.

- 77 (figura), 175.
- avvolgimento terziario, 172.
- d'uscita, 89.

**TRASMETTITORE:**

- ad una valvola, 401.
- antenna per il, 393.
- circuito accordato di placca del, 376.
- Collins mod. 32V-3, 434.
- Colpitts-Pierce, 375.
- consumo del, 365.
- da 10 watt, 411.
- da 15 watt, 414.
- da 70 watt con modulazione a portante controllata, 420.
- in grafia e fonìa, 401.
- da 70 watt fonìa e 100 watt grafìa, 420.
- frequenza di lavoro del, 370.
- messa a punto del, 313.
- modulatore del, 415, 424.
- moltiplicatore di frequenza del, 375.
- oscillazioni parassite del, 393.
- parti del, 366.
- per dilettanti, esempi di, 401.
- portata del, 362.
- Pierce modificato, 375.

- potenza del, 365, 387.
- potenza d'entrata del, 365.
- potenza dissipata del, 366.
- potenza input del, 365.
- potenza nominale del, 366.
- potenza output del, 366.
- rendimento anodico del, 360.
- resa AF del, 366.
- verifica preliminare, 431.

**TRASMISSIONE RADIOFONICA: 15.**

- principio della, 17.

Trappola, circuito, 21.

Trigger, 319.

Tritet, circuito, 374.

**U**

Ultra-audion, circuito, 368.

Ultracorte, onde, 148, 193.

Ultracorte onde, ricevitore a, 193.

**UNITÀ FM: 157.**

- con valvola UCC85, 157.
- con sintonia a permeabilità variabile, 170.
- con triodo 12AT7, 170.

**USCITA:**

- resa di uscita, 89.
- riduzione della, 258.
- trasformatore di, 89.
- a filtro Collins, 404.

**V**

Valore della resistenza di griglia, calcolo, 376.

**VALVOLA:**

- a coefficiente variabile d'amplificazione, 87.
- ad amplificazione variabile, 87.
- a doppio triodo, 286.
- amplificatrice, 97.
- amplificatrice finale di potenza, 89.
- amplificatrice a media frequenza FM, 153.
- amplificatrice FM con griglia a massa, 161.
- ad amplificazione fissa, 89.
- amplificatrice a media frequenza, 82.
- convertitrice di frequenza, 78.
- convertitrice, principio della, 78.
- dell'alimentatore, 217.
- di potenza, 380.
- doppia a due triodi, 286.
- finale di potenza, 320.
- finale in controfase, 278.
- finale in parallelo, 278.
- invertitrice di fase, 286.

**VALVOLA:**

- pentagriglia, 79.
- pentodo di potenza, 38.
- pilota (buffer), 425.
- raddrizzatrice, 221.
- relè, 320.
- rettificatrice dell'alimentatore, 217, 221.
- rivelatrice, 85.
- rivelatrice AM/FM, 172.
- trigger, 319.
- triodo eptodo, 146, 181.
- triodo rivelatore, 30.

**VARIABILE CONDENSATORE:**

- a due sezioni, 120.
  - per gamma onde corte, 117.
  - con statore suddiviso, 118.
- Verifica preliminare del trasmettitore, 401.  
VFO, stabilizzato, 368, 369.

**VIBRATORE:**

- alimentatore a, 304.
  - asincrono, 304.
  - buffer del, 309.
  - caratteristiche del, 304.
  - principio del, 304.
  - sincrono, 306.
  - soppressione dei radio disturbi del, 310.
- Volano, circuito, 406.  
Volumetrico, controllo, 333.  
Volume, controllo compensato, 298.  
Volume fisiologico, controllo di, 251.

**Z**

- Zeppelin, antenna di, 396.  
Zero decibel, 240.

## ASPETTI FONDAMENTALI

## 1. - SCOPERTA E PRIME APPLICAZIONI DELLE ONDE RADIO

## Da Galvani a Marconi.

Le onde radio si diffondono dall'antenna trasmittente a cui giunge la corrente elettrica oscillante, per il fatto che tale corrente elettrica oscilla rapidamente. Per intendere come ciò sia possibile basta pensare ad una corda metallica tesa tra due punti. Essa raffigura l'antenna trasmittente. Se la corda viene fatta vibrare lentamente, per es. 10 volte al secondo, nessun suono si diffonde da essa, ma se viene fatta vibrare rapidamente, per es. 1000 volte al secondo, come avviene per le corde del violino, allora la corda diffonde un suono, diffonde onde sonore che il nostro orecchio può « captare » e il nostro cervello percepire.

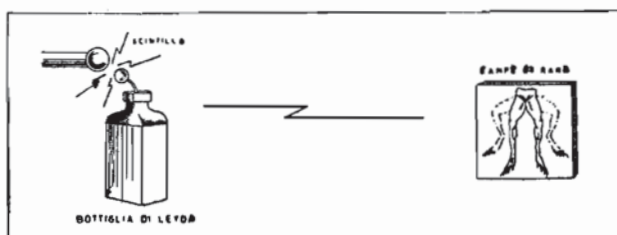


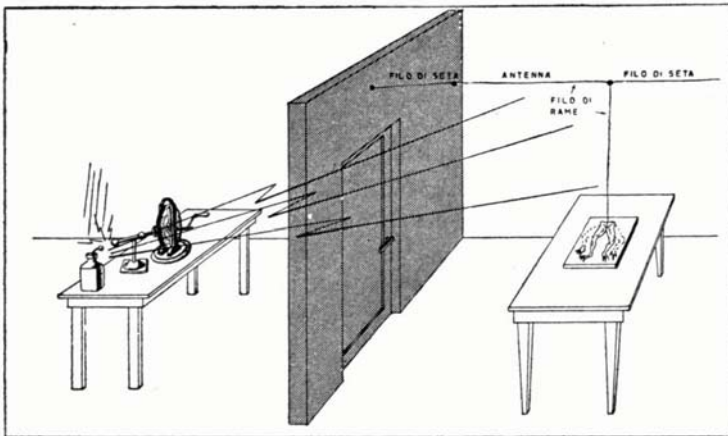
Fig. 1.1. - SCINTILLE E ONDE RADIO. La scintilla è il mezzo più semplice per produrre oscillazioni elettriche e quindi onde radio. La rana di Galvani è stata il primo apparecchio radio ricevente.

Il compito principale della radiotecnica è dunque quello di far oscillare rapidamente la corrente elettrica, poichè è da essa che si ottengono le onde radio. Questo compito è stato molto facilitato da un fenomeno naturale, generatore di oscillazioni elettriche. È la *scintilla elettrica*.

Già nel 1780, cento anni prima della scoperta delle onde radio, Luigi Galvani notò che ogni qualvolta girando una macchinetta a strofinio faceva scoccare una scintilla elettrica tra di essa e una bottiglia di Leyda — antico condensatore in cui il dielettrico è costituito dal vetro della bottiglia e le armature da fogli di stagnola incol-

lati all'esterno e all'interno — si verificavano rapide contrazioni delle zampe posteriori di una rana uccisa e scorticata, messa ad asciugare sopra una tavoletta di legno. Ad ogni scintilla corrispondeva una contrazione, la quale era tanto più forte quanto più la scintilla scoccava vicino alla rana. Ciò avveniva poichè le scintille producevano oscillazioni elettriche, e quindi onde radio, le quali raggiungevano i nervi crurali della rana e determinavano in essi analoghe oscillazioni elettriche che causavano le contrazioni muscolari. Nello stesso modo, la corda di violino che vibra produce onde sonore le quali, a loro volta, mettono in vibrazione gli esilissimi filamenti contenuti nella coclea del nostro orecchio, che ci consentono di sentire i suoni.

Anche i lampi ed i fulmini determinano oscillazioni elettriche poichè non sono che enormi scintille elettriche, e perciò anch'essi producono onde radio, le quali sono



**Fig. 1.2. - PRIMISSIMA ANTENNA RADIO-RICEVENTE.** Le onde radio prodotte facendo scoccare scintille superano la parete e raggiungono l'antenna sistemata nella stanza attigua e collegata alle zampe di una rana. (Esperienza di Galvani).

per tale ragione sempre esistite. Fu lo stesso Galvani a pensare che le contrazioni delle zampe di rana avrebbero dovuto verificarsi anche per effetto di lampi e di fulmini. Tese all'esterno un filo di rame, isolandolo con della seta, e collegandone una estremità ai nervi crurali della rana, ai quali collegò un secondo filo di rame che fece scendere nel pozzo sottostante. In tal modo la rana venne provvista di antenna esterna e di presa di terra. Quando sopraggiunse il temporale, ad ogni fulmine e ad ogni lampo corrispose una contrazione delle zampe di rana.

Le onde radio furono scoperte tra il 1887 e il 1888 da Enrico Hertz facendo scoccare delle scintille elettriche. Per poter constatare la presenza di tali onde nel suo laboratorio era necessario che la loro lunghezza non fosse eccessiva. Il laboratorio era lungo 15 metri, occorreva che le onde radio fossero meno lunghe. Se fossero state più lunghe avrebbero oltrepassato le pareti del laboratorio e non sarebbe stato possibile a Hertz di constatarne la presenza. È molto importante il fatto che la frequenza



delle oscillazioni elettriche prodotte dipende, tra l'altro, dalla capacità del condensatore; minore è la capacità, più alta è la frequenza delle oscillazioni, più corte sono le onde prodotte. È un po' ciò che avviene anche per le corde del pianoforte, più esse sono corte, più la loro vibrazione è rapida e più acuta è la nota prodotta.

Con la scarica di una comune bottiglia di Leyda si ottenevano oscillazioni elet-

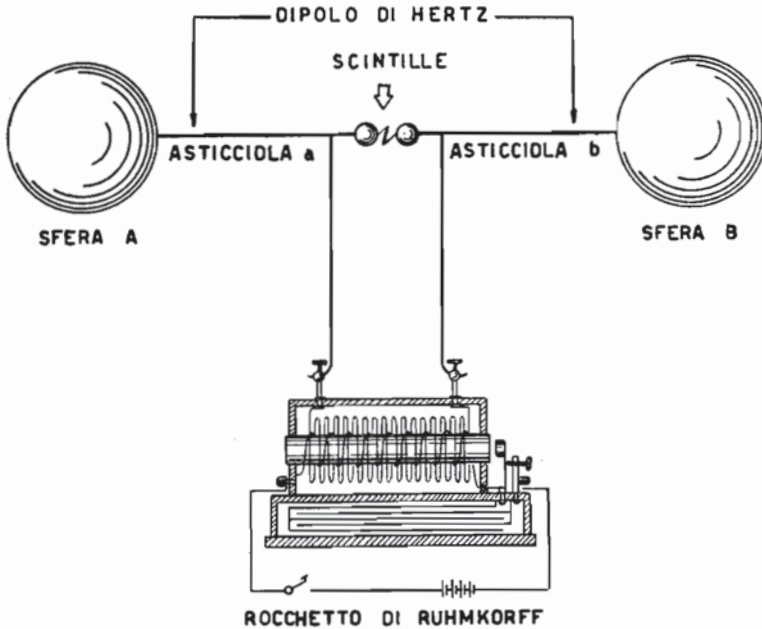


Fig. 1.3. - OSCILLATORE DI HERTZ. La bottiglia di Leyda venne sostituita da un condensatore di minima capacità, le cui armature sono le sfere A e B. Le asticciolate a e b sono le due braccia dell'antenna trasmittente, detta antenna a dipolo.

triche alla frequenza di circa 50 000 al secondo, alla quale frequenza corrispondono onde di 6 000 metri. Onde troppo lunghe queste per poter venir rivelate.

Poichè la capacità del condensatore diminuisce col distanziare le sue armature, Hertz prese due sfere di rame e le collocò addirittura ad 1,5 metri di distanza. Collegò ciascuna sfera ad un'asticciola, come in fig. 1.3, terminante con due sferette. Faceva scoccare le scintille tra le due sferette, poste a 7,5 mm l'una dall'altra, mediante un comune rocchetto di Ruhmkorff. Il condensatore così ottenuto si scaricava attraverso ciascuna scintilla determinando oscillazioni elettriche assai deboli ma di frequenza enorme, circa 100 milioni di cicli al secondo, che diffondevano nel laboratorio onde radio di 3 metri molto adatte per essere misurate, riflesse e rifratte.

Per poter constatare l'esistenza delle onde radio nel suo laboratorio, Hertz adoperò un semplicissimo dispositivo, costituito da un cerchietto di filo di rame con una

brevissima interruzione, minore di un decimo di millimetro. Il cerchietto captava onde radio e in esso si producevano oscillazioni elettriche le quali, a loro volta, producevano piccolissime scintille nel punto dell'interruzione, scintille visibili nell'oscurità e con l'aiuto di una lente. Le due asticcioline costituiscono l'*antenna di Hertz*, ossia l'*antenna a dipolo*, la quale è attualmente utilizzata per la trasmissione delle onde ultracorte,

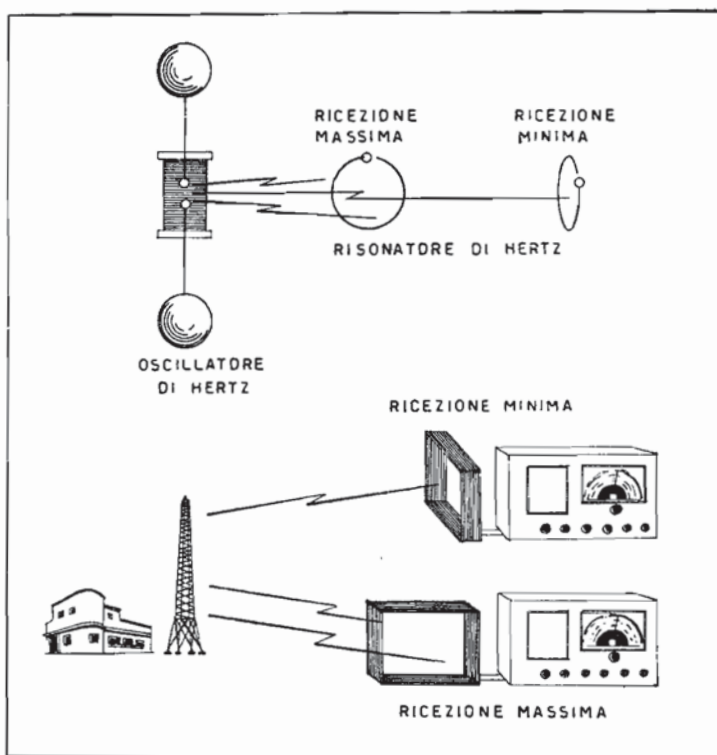


Fig. 1.4. - Alto: oscillatore e risonatore di Hertz; affinché la ricezione sia possibile e la scintilla scocchi nel cerchietto ricevente deve prodursi in esso una tensione elettrica. Basso: posizione del telaio per la ricezione con moderni apparecchi FM.

nonchè per la loro ricezione, ed impiegate per la televisione e per la radiofonia a frequenza modulata (FM).

Facendo scoccare scintille elettriche tra un'antenna esterna e una presa di terra, Guglielmo Marconi diede inizio, nel 1895, alla prima applicazione delle onde radio, il telegrafo senza fili. La stazione trasmittente era estremamente semplice: un rocchetto di Ruhmkorff collegato da un lato all'antenna esterna e dall'altro alla presa di terra. Le oscillazioni elettriche prodotte da ciascuna scintilla nell'antenna, causavano la diffusione da essa d'onde radio. Esse raggiungevano un'altra antenna collegata all'apparecchio ricevente — il coherer, v. fig. 1.5.

Il coherer è stato inventato da Temistocle Calzecchi-Onesti tra il 1884 e il 1886, dieci anni prima dell'applicazione di Marconi, utilizzando un fenomeno scoperto dal fisico inglese D. E. Hughes nel 1879. Hughes notò che la polvere metallica la quale non lascia passare la corrente elettrica diventa conduttrice se vicino ad essa viene fatta scoccare una scintilla elettrica. Al solo scopo di poter segnalare le scariche elettriche atmosferiche, Calzecchi-Onesti pose della limatura in un tubetto di vetro e la collegò tra un'antenna esterna e una presa di terra, come Galvani aveva collegato la sua rana. Ad ogni lampo o fulmine la limatura diveniva conduttrice e lasciava passare la corrente di una pila che faceva squillare un campanello.

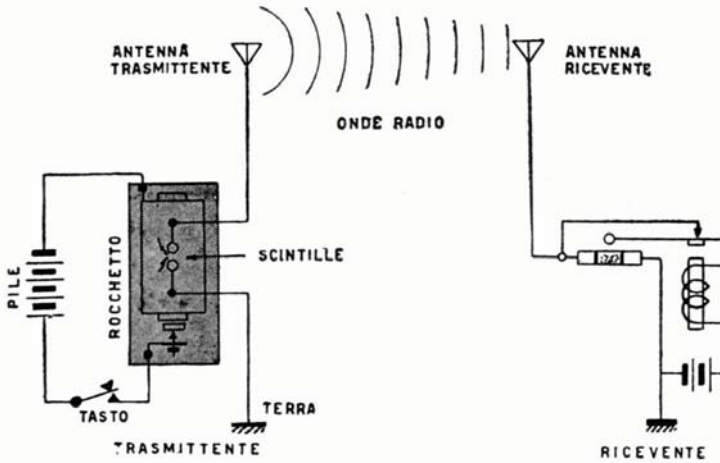


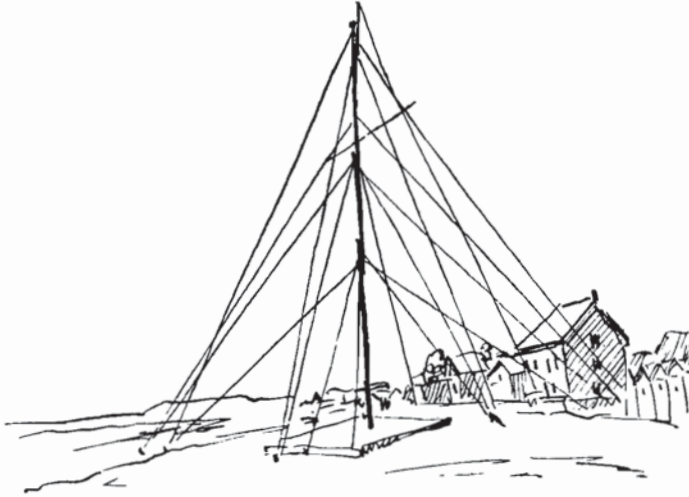
Fig. 1.5. - APPARECCHI DI MARCONI. L'idea di far scoccare scintille elettriche tra un'antenna esterna e una presa di terra costituì il punto di partenza dell'invenzione del telegrafo senza fili.

Con le scintille del rocchetto di Ruhmkorff ed il segnalatore di fulmini di Calzecchi-Onesti, nonchè con enormi antenne esterne ed abbondanti prese di terra, Guglielmo Marconi riuscì a comunicare a distanze sempre maggiori, superando, nel 1899, il Canale della Manica, tra Vimereux presso Boulogne s.m. e il faro di South Foreland presso Dover, distanti 51 chilometri. Facendo scoccare grandi scintille elettriche e utilizzando quale ricevitore una goccia di mercurio in un tubetto di vetro collegata ad un'antenna sostenuta da un'aquilone e una presa di terra, nonchè ascoltando con una cuffia telefonica, Marconi riuscì a ricevere qualche segnale attraverso l'oceano Atlantico nel dicembre 1901.

Tutte le prime stazioni radiotelegrafiche ebbero per base la scintilla elettrica, e ciò per oltre 25 anni. La scintilla venne sostituita dalle moderne valvole elettroniche, nelle quali le oscillazioni elettriche sono ottenute tra due elettrodi presenti nel vuoto di un'ampolla — la placca e la griglia.

Mentre le oscillazioni prodotte dalla scintilla decrescono di ampiezza sino ad

estinguersi — ad ogni scintilla corrisponde un gruppo di oscillazioni elettriche ad ampiezza decrescente (v. fig. 1.10 a pag. 11), come le onde sull'acqua dopo la caduta di un sassolino — quelle ottenute con l'arco elettrico e con le valvole elettroniche



**Fig. 1.6. - ANTENNA TRASMITTENTE E RICEVENTE DI MARCONI.**  
Con antenne sempre più grandi e scintille sempre più robuste, Marconi raggiunse distanze sempre maggiori, sino a superare l'Atlantico.  
(Antenna di Vimereux).

sono invece di ampiezza costante, ossia sono oscillazioni persistenti. Ciò ha consentito di « mettere in onda » la voce ed i suoni, cosa che non sarebbe stato possibile con le oscillazioni elettriche prodotte mediante scintille.

### **Il problema della sintonia ed il circuito accordato.**

Durante le trasmissioni radiotelegrafiche attraverso la Manica, Marconi, che sino allora aveva fatto semplicemente scoccare scintille elettriche tra l'antenna e la presa di terra, si accorse che qualsiasi ulteriore progresso era condizionato alla soluzione di un importante problema, quello della sintonia. Le trasmissioni attraverso la Manica disturbavano quelle fatte tra due punti della costa inglese. I segnali si sovrapponevano e la ricezione diventava impossibile. Dovette, in un primo tempo, far funzionare una sola trasmittente per volta, disponendo turni di trasmissione ad ore fisse.

Sarebbe stato necessario che ciascuna delle due stazioni trasmittenti avesse irradiato una propria lunghezza d'onda, in modo da non disturbare l'altra. A quell'epoca non si sapeva come fare per ottenere che ciascuna trasmittente irradiasse una data lunghezza d'onda, ed era anche impossibile misurare tale lunghezza. Sarebbe anche stato necessario che ciascun apparecchio ricevente avesse potuto mettersi in sintonia, in accordo, con la propria stazione trasmittente.

Va ricordato che Hertz aveva ottenuto onde di 3 metri con le scariche di un condensatore di ridottissima capacità. Occorreva dunque inserire in qualche modo un condensatore tanto nelle trasmettenti quanto nei ricevitori. Oltre al condensatore era necessario utilizzare anche un avvolgimento di filo di rame isolato, poichè anch'esso influisce sulla frequenza della corrente e quindi sulla lunghezza d'onda.

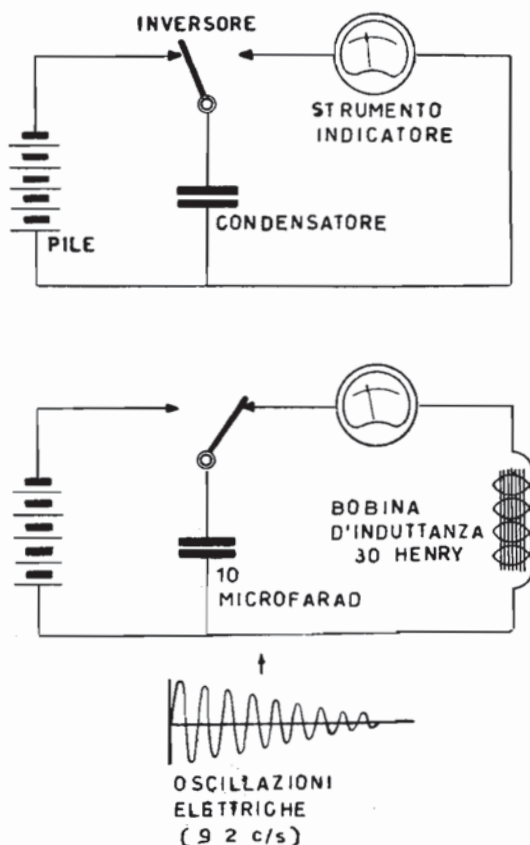


Fig. 1.7. - PRINCIPIO DEL CIRCUITO ACCORDATO. Con condensatore di 10 microfarad e bobina d'induttanza di 30 henry si ottengono 9.2 oscillazioni elettriche, indicate dal movimento dell'indice dello strumento. Senza la bobina di induttanza non si ottengono oscillazioni elettriche.

Per poter avere una prima idea del comportamento di un condensatore e di un avvolgimento riesce utile un semplice esperimento, come indicato dalla fig. 1.7. In alto è indicato un condensatore che può venir caricato collegandolo ad una batteria di pile, come indicato in figura. Se il condensatore viene staccato dalle pile e viene messo in cortocircuito con un filo di rame, esso si scarica. Se è presente, in serie, uno stru-

mento di musica adatto, con l'indice al centro, si può vedere che l'indice ha un sobbalzo.

In basso è indicato lo stesso condensatore, ai capi del quale può venir collegato un avvolgimento di filo conduttore intorno ad un nucleo di ferro. Se dopo la carica, il condensatore viene collegato all'avvolgimento, l'indice dello strumento compie numerose rapide oscillazioni, le quali diminuiscono di ampiezza sino a tanto che l'indice ritorna immobile. Se il condensatore viene nuovamente collegato, con un movimento dell'inversore, alla batteria di pile per la ricarica, e se poi viene nuovamente collegato all'avvolgimento si rivede l'indice compiere le stesse oscillazioni.

Ciò denota che ad ogni scarica del condensatore, nel circuito comprendente il condensatore stesso, l'avvolgimento e lo strumento indicatore, sono presenti delle

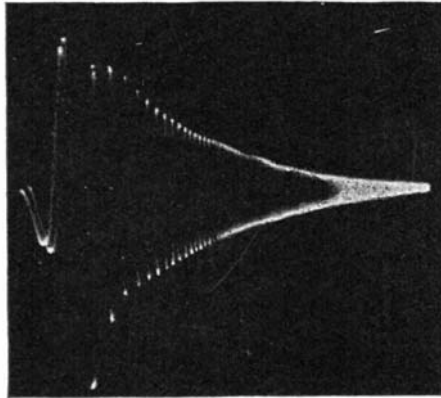


Fig. 1.8. - L'oscillogramma indica la scarica di un condensatore in un circuito accordato.

oscillazioni elettriche. La scarica del condensatore, anziché avvenire attraverso l'aria dando luogo ad una scintilla, avviene nell'avvolgimento di filo, con il risultato che le oscillazioni elettriche sono egualmente presenti. È possibile, con la seguente semplice formula, conoscere quale sia la frequenza di queste oscillazioni:

$$\text{Frequenza (in cicli)} = 159 : \sqrt{\text{Induttanza (in henry)} \times \text{Capacità (in microfarad)}}.$$

Affinché il movimento dell'indice risulti visibile è necessario che la frequenza sia molto bassa, e perciò che il condensatore sia di capacità assai elevata, per es. 10 microfarad, e che sia pure assai elevata l'induttanza dell'avvolgimento, per es. 30 henry. Dovrà trattarsi di un avvolgimento di parecchie migliaia di spire su nucleo di ferro. Con questi due valori, la frequenza delle oscillazioni elettriche è di:

$$159 : \sqrt{30 \times 10} \quad \text{ossia} \quad 159 : 17,32 = 9,8 \text{ cicli al secondo.}$$

Nella pratica radiotecnica non si ha mai a che fare con frequenze così estremamente basse, bensì con frequenze che vengono espresse in chilocicli, e per ottenere

le quali bastano capacità piccolissime, indicate in milionesimi di microfarad ( $\mu\mu\text{F}$ ) ossia in picofarad (pF), nonchè avvolgimenti di induttanza altrettanto piccola, espressa in milionesimi di henry, ossia in *microhenry* ( $\mu\text{H}$ ). La formula che si adopera è la seguente:

$$\text{Frequenza (in chilocicli)} = 159\,155 : \sqrt{\text{Induttanza (in } \mu\text{H}) \times \text{Capacità (in pF)}}.$$

Se, per es., la capacità del condensatore è di 500 pF e l'induttanza dell'avvolgimento di 300  $\mu\text{H}$ , la frequenza delle oscillazioni è di:

$$159\,155 : \sqrt{300 \times 500} = 159\,155 : 387 = 419 \text{ chilocicli circa,}$$

alla quale corrisponde la lunghezza d'onda di 716 metri.

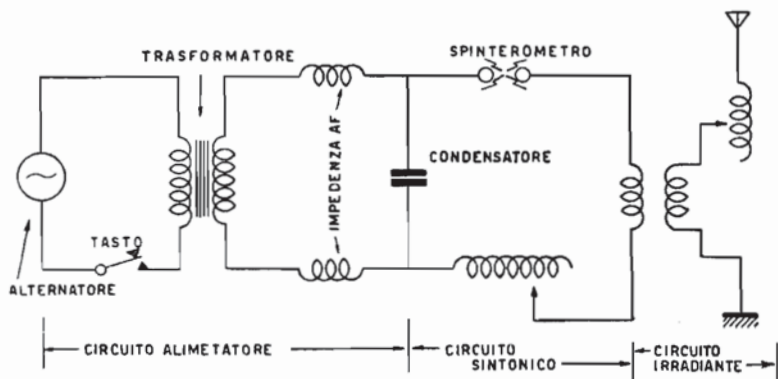


Fig. 1.9. - SCHEMA DI TRASMITTENTE MARCONI DI GRANDE POTENZA. (Prima trasmittente di Poldhu). Le scintille non scoccano più tra l'antenna e la presa di terra, come in fig. 1.5, ma in un circuito sintonico, accoppiato a quello irradiante di antenna. È possibile l'alimentazione con corrente alternata poiché il tempo di carica e scarica del condensatore è molto piccolo rispetto a ciascun ciclo della corrente alternata.

Marconi aggiunse alle sue stazioni radiotelegrafiche trasmettenti un condensatore e un avvolgimento di nastro di rame nudo sostenuto da isolatori. Una presa a molla gli consentiva di inserire tutto l'avvolgimento oppure soltanto una parte di esso, e in tal modo variava la lunghezza d'onda irradiata, in quanto variava l'induttanza del circuito. In seguito si accorse che l'efficienza del circuito condensatore-avvolgimento aumentava molto se lo accoppiava indirettamente all'antenna, come in fig. 1.9. Ne risultò il tipico schema delle trasmettenti di Marconi. Quelle terrestri, di grande potenza, disponevano di un alternatore e di un trasformatore per far scoccare le scintille, quelle sulle navi adoperavano a tale scopo il solito rocchetto di Ruhmkorff. Gli apparecchi riceventi vennero anch'essi provvisti di condensatore fisso e di avvolgimento variabile. Il radiotelegrafista spostava un cursore sopra un avvolgimento cilindrico di filo di rame dell'apparecchio ricevente e in tal modo lo metteva in sintonia con una trasmittente o con l'altra.

In seguito Marconi constatò che particolarmente negli apparecchi riceventi il risultato era migliore se l'induttanza era fissa e la capacità variabile, per cui l'avvolgimento di filo, ossia la *bobina d'induttanza*, rimase fissa mentre il condensatore divenne variabile. Il circuito comprendente una bobina d'induttanza fissa e un condensatore variabile diventò di basilare importanza per la radiotecnica. Nei primissimi tempi venne chiamato *circuito sintonico*, poi venne preferito il termine *circuito oscillante*. Ma questo termine non è esatto, poichè non è il circuito che oscilla ma la corrente elettrica presente in esso. Il circuito rimane fermo, perciò va chiamato *circuito oscillatorio*. Viene chiamato anche *circuito risonante* per il fatto che risuona elettricamente ad una data frequenza, come un diapason il quale entra in vibrazione in presenza di un suono alla sua stessa frequenza, detta *frequenza di risonanza*. In pratica si preferisce il termine *circuito accordato*, per cui si dice che gli apparecchi moderni possiedono sei circuiti accordati, due circuiti accordati a frequenza variabile e quattro a frequenza fissa. Gli apparecchi a cristallo sono provvisti di un solo circuito accordato ed eccezionalmente di due.

Nelle prime trasmissioni, provviste di circuito sintonico, il condensatore costituiva uno dei componenti più importanti. Era costituito da una o più bottiglie di Leyda, ciascuna delle quali era formata da due tubi di rame di diametro diverso, posti uno all'interno e l'altro all'esterno di un tubo di vetro, alto circa 2 metri. Il vetro presenta però il difetto di offrire notevoli *perdite dielettriche*, dissipando energia radioelettrica in calore, ciò che determinava il riscaldamento dei tubi di vetro e la loro frequente rottura. In seguito il vetro venne sostituito dall'aria o dalla mica, ed i condensatori assunsero aspetto completamente diverso. Erano, e sono tuttora, costituiti da lastre di rame affacciate, separate da strati d'aria o da fogli di mica, e collocati entro custodie rettangolari.

### **Prime trasmissioni ad onde persistenti.**

Nel 1903 il fisico danese Valdemar Poulsen (1869-1942) ideò un nuovo sistema di trasmissione, nel quale la generazione della corrente oscillante era ottenuta mediante un *arco elettrico*. L'arco elettrico è una scintilla continua, che si forma tra due elettrodi di carbone, a cui è applicata una corrente continua. I due elettrodi vengono messi in contatto, e poi allontanati; si forma allora, tra le loro estremità, un arco elettrico luminosissimo, un tempo utilizzato per la illuminazione stradale, ed ora impiegato per la proiezione cinematografica.

La corrente che alimenta l'arco presenta la caratteristica di aumentare d'intensità se la tensione diminuisce, all'opposto di quanto avviene per la legge di Ohm; poichè in un circuito oscillatorio la corrente tende ad estinguersi per effetto della resistenza incontrata, la presenza dell'arco in esso consente di mantenere costante l'ampiezza delle oscillazioni. Mentre con le scintille normali si ottengono gruppi di oscillazioni smorzate, a cui corrispondono gruppi di onde radio altrettanto smorzate, con l'arco elettrico si ottiene una continua oscillazione, come in B) di fig. 1.10, senza nessun



smorzamento, ossia si ottengono *oscillazioni persistenti*, alle quali corrisponde una diffusione continua di onde radio esse pure non smorzate, ossia *onde radio persistenti*. Queste onde radio continuamente presenti, non più irradiate a gruppi, ebbero grandissima importanza per la diffusione delle radiocomunicazioni.

Numerose grandi stazioni trasmettenti vennero costruite con il sistema ad arco. In esse, l'arco di grande potenza era presente tra un elettrodo positivo (anodo) di rame, internamente cavo e raffreddato con circolazione ad acqua, e un elettrodo

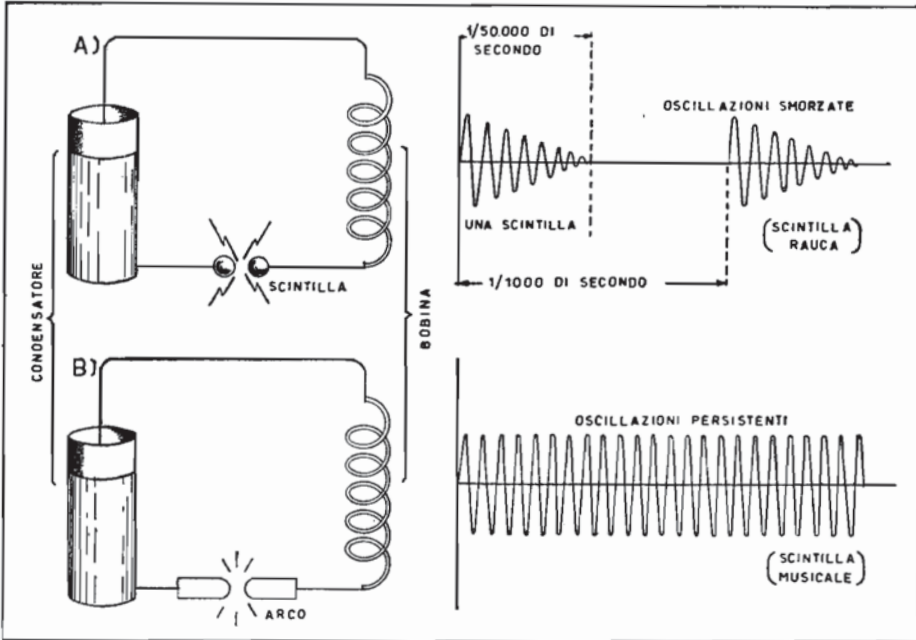


Fig 1.10. - Alto: ad ogni scintilla corrisponde un gruppo di oscillazioni d'ampiezza decrescente. Vi è grande distanza tra un gruppo e l'altro. Basso: l'arco elettrico è una scintilla continua, senza interruzioni, a cui corrispondono oscillazioni d'ampiezza costante, ossia persistenti.

negativo (càtodo) di carbone in continua rotazione intorno al proprio asse, allo scopo di mantenere l'arco quanto più uniforme possibile. I due elettrodi si trovavano in un'apposita custodia, contenente idrogeno o un idrocarburo, anch'essa raffreddata con circolazione d'acqua. L'arco era presente tra le espansioni polari di un potente elettromagnete.

Poichè l'arco non può venir acceso e spento in modo da seguire la manipolazione del tasto, come invece avveniva per le scintille, rimaneva sempre acceso, durante tutta la trasmissione. Il tasto provvedeva a mettere in cortocircuito alcune spire dell'avvolgimento, come in fig. 1.11, ciò che determinava una variazione della lunghezza di onda. Le lunghezze d'onda erano, in tal modo, due: quella di lavoro, corrispondente al tasto abbassato, e quella di riposo corrispondente al tasto alzato.

Gli apparecchi riceventi venivano accordati sull'onda di lavoro. In Italia vennero costruite due grandi stazioni ad arco, quella di Roma San Paolo e quella di Coltano Nuova.

L'idea di produrre correnti alternate ad elevatissima frequenza con apposite macchine elettriche molto veloci, anziché con scintille, archi elettrici, ecc., ebbe conseguenze assai importanti, tanto che gran parte delle stazioni trasmettenti transcontinentali e transatlantiche funzionarono per molti anni, e alcune funzionano ancora, con *alternatori ad alta frequenza*. Dopo alcuni tentativi poco fruttuosi effettuati da Reginald Aubrey Fessenden, grandi alternatori ad alta frequenza furono progettati dall'ing. Ernst F. W. Alexanderson, tra il 1910 e il 1925.

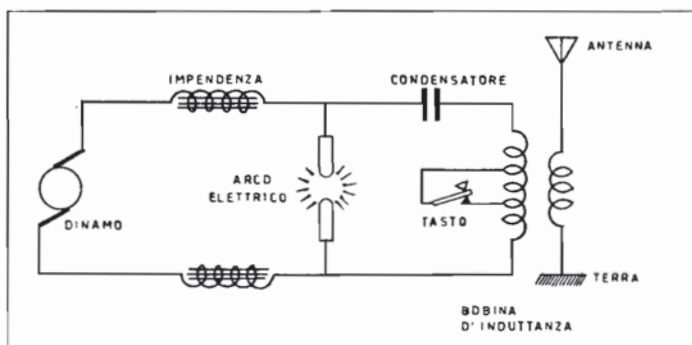


Fig. 1.11. - TRASMETTENTE AD ARCO. L'arco rimane sempre acceso, e la trasmissione avviene cortocircuitando alcune spire della bobina d'induttanza del circuito sintonico (onda di lavoro).

In essi vi è un disco di ferro che ruota a velocità elevatissima, quella di circa 3 000 giri al minuto, pari a 50 giri al secondo. A tale scopo esso è foggiato in modo particolare, largo al centro e sottile alla periferia. Sull'orlo superiore porta numerosissimi denti, in media un migliaio, oppure sono praticate in esso altrettante feritoie. Ogni sua parte è studiata in modo da limitare al massimo la resistenza dell'aria e la produzione di calore.

La parte fissa, disposta intorno all'orlo superiore del disco, è costituita da numerosissimi poli magnetici, ciascuno dei quali è provvisto di due avvolgimenti, v. figura 1.12, quello di campo percorso da corrente continua, e quello secondario in cui, durante la rotazione del disco, si producono le onde di corrente oscillante. Davanti a ciascuno dei poli si presentano, uno dopo l'altro, i denti del disco, e ciascuno di essi determina una variazione nel campo magnetico, la quale variazione produce a sua volta un'onda di corrente nell'avvolgimento secondario.

Poiché davanti a ciascun polo si presentano, uno dopo l'altro, 50 000 denti durante ciascun secondo (ossia i 1 000 del disco moltiplicati per i 50 giri al secondo),

in ciascun avvolgimento secondario si producono 50 000 onde di corrente al secondo, ossia si produce una corrente oscillante alla frequenza di 50 000 cicli al secondo.

I numerosissimi avvolgimenti secondari sono collegati insieme in modo da ottenere un'unica corrente oscillante, dalla sovrapposizione delle varie correnti prodotte, di intensità e di tensione adeguati alla alimentazione dell'antenna trasmittente. Il rendimento dell'alternatore è assai elevato, circa il 75%, molto più di qualsiasi altro sistema di produzione di corrente oscillante, e bene adatto per sviluppare correnti assai intense, quindi irradiare potenze cospicue. È stato utilizzato in numerose stazioni tra-

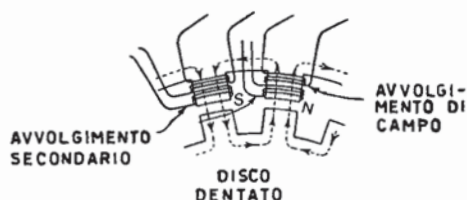


Fig. 1.12. - PRINCIPIO DEGLI ALTERNATORI AD ALTA FREQUENZA

smittenti di grande e grandissima potenza, tutte irradianti onde molto lunghe, da 6 000 a 20 000 metri.

Alla manipolazione del tasto corrisponde la variazione della lunghezza d'onda, come nei sistemi ad arco. È necessario che la velocità dell'alternatore sia mantenuta costante, poichè da essa dipende la lunghezza d'onda.

### Calcolo della frequenza del circuito accordato.

Quando siano note la capacità e l'induttanza di un circuito accordato, la sua frequenza si calcola con la formula (4). Questa formula pratica risulta dalla seguente formula teorica:

$$(1) \quad \text{Frequenza (in cicli)} = \frac{1}{2\pi \sqrt{\text{Induttanza (in henry)} \times \text{Capacità (in farad)}}$$

la quale corrisponde a quella del pendolo, poichè la capacità del condensatore è analoga al peso del pendolo e l'induttanza della bobina alla lunghezza del filo che lo sostiene. Dato che le due unità di misura, l'henry per l'induttanza e il farad per la capacità, sono assai grandi, si adopera la loro milionesima parte, ossia il microhenry ( $\mu\text{H}$ ) e il microfarad ( $\mu\text{F}$ ) e la formula risulta la seguente:

$$(2) \quad \text{Frequenza (in cicli)} = \frac{1\ 000\ 000}{2\pi \sqrt{\text{Induttanza (in } \mu\text{H})} \times \text{Capacità (in } \mu\text{F)}}$$

Ma in radiotecnica la frequenza si esprime in chilocicli, migliaia di cicli, e la capacità

si esprime in micromicrofarad, milionesimo di microfarad, ossia in picofarad (pF), e allora la formula diventa la seguente:

$$(3) \quad \text{Frequenza (in chilocicli)} = \frac{1\,000\,000}{2\pi \sqrt{\text{Induttanza (in } \mu\text{H}) \times \text{Capacità (in pF)}}$$

Questa formula può venir semplificata dividendo 1 000 000 per  $2\pi$ , ossia poichè  $1\,000\,000 : 6,283 = 159\,155$ , si può scrivere:

$$(4) \quad \text{Frequenza (in chilocicli)} = \frac{159\,155}{\sqrt{\text{Induttanza (in } \mu\text{H}) \times \text{Capacità (in pF)}}$$

la quale è la nota formula pratica già indicata.

Per le frequenze molto elevate, espresse in megacicli, conviene valersi della formula seguente:

$$(5) \quad \text{Frequenza (in megacicli)}^2 = \frac{25\,330}{\text{Induttanza (in } \mu\text{H}) \times \text{Capacità (in pF)}}$$

Se, per es., l'induttanza è di 0,1 microhenry e la capacità è di 10 picofarad, la frequenza del circuito accordato è di:

$$f^2 = \frac{25\,330}{0,1 \times 10} = 25\,330 \quad \text{da cui} \quad f = \sqrt{25\,330} = 159 \text{ megacicli.}$$

Conosciuta la frequenza del circuito accordato è facile conoscere quale sia la lunghezza dell'onda radio ad essa corrispondente, basta consultare la tabella di ragguaglio, oppure adoperare la formula  $300\,000 : \text{frequenza in chilocicli} = \text{lunghezza d'onda in metri}$ . Così ad esempio se dalla formula indicata risulta che la frequenza è di 800 chilocicli, la corrispondente lunghezza d'onda è di  $300\,000 : 800 = 375$  metri. Se è espressa in megacicli, allora si adopera la formula  $300 : \text{frequenza in megacicli} = \text{lunghezza d'onda in metri}$ . Se, per es., la frequenza è quella di 159 megacicli, ad essa corrisponde la lunghezza d'onda di  $300 : 159 = 1,8$  metri.

Comunque, si può trovare una formula per la lunghezza d'onda (indicata con  $\lambda = \lambda$ ) corrispondente a dati valori di induttanza e di capacità, utilizzando la formula della frequenza. Si parte dalla seguente relazione:

$$\text{Lunghezza d'onda (in metri)} = \text{Velocità (in metri)} : \text{Frequenza (in cicli)}$$

poi al posto della frequenza si mette la formula corrispondente, la (2), con valori di induttanza in microhenry e di capacità in microfarad. Poichè la velocità è di 300 000 000 di metri al secondo, risulta:

$$\lambda \text{ (in metri)} = 300\,000\,000 : \frac{1\,000\,000}{2\pi \sqrt{\text{Induttanza (in } \mu\text{H}) \times \text{Capacità (in } \mu\text{F)}}$$

la quale si può anche scrivere così:

$$\lambda \text{ (in m)} = \frac{2\pi \times 300\,000\,000 \times \sqrt{L \text{ (in } \mu\text{H}) \times \text{Capacità (in } \mu\text{F)}}}{1\,000\,000}$$

$$= 1885 \sqrt{L \text{ (in } \mu\text{H}) \times C \text{ (in } \mu\text{F)}}$$

dove  $\lambda$  indica la lunghezza d'onda, L l'induttanza e C la capacità.

Se, per es., l'induttanza è di 405 microhenry e la capacità è di 2 000 pF, ossia 0,002 microfarad, la lunghezza d'onda risulta la seguente:

$$1885 \sqrt{405 \times 0,002} = 1885 \times 0,9 = 1\,696 \text{ metri circa.}$$

## 2. - PRINCIPIO DELLA TRASMISSIONE RADIOFONICA

### Modulazione e segnale.

Le stazioni radiofoniche trasmettono voci e suoni modulando le onde radio che diffondono dalle loro antenne. Il termine *modulazione* delle onde radio equivale a quello di *incisione* dei dischi fonografici — si suol dire che l'onda radio è modulata e che il disco fonografico è inciso. Tutto l'insieme delle voci e dei suoni, che possono venir diffusi nello spazio, modifica la forma delle onde radio e costituisce il segnale.

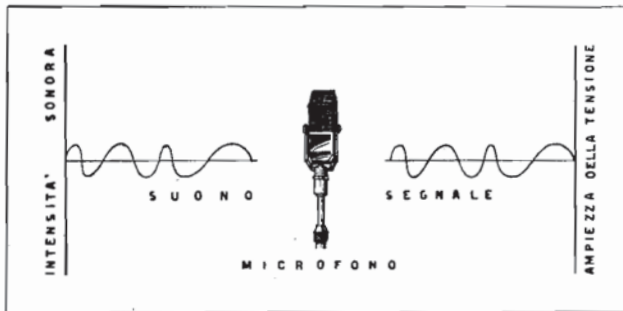


Fig. 1.13. - Alle variazioni della pressione d'aria (suoni e rumori) che pervengono al microfono, esso fa corrispondere analoghe variazioni di tensione elettrica. Il microfono è un trasduttore.

Il termine *segnale* è generico e serve ad indicare tanto il contenuto della trasmissione radiofonica quanto quello delle trasmissioni telegrafiche, televisive, ecc. Per *segnale* s'intende ciò che è stato applicato all'onda radio; può essere *segnale a bassa frequenza* (suono) o *segnale a videofrequenza* (visione).

È evidente che non è possibile applicare un suono direttamente ad un'onda radio,

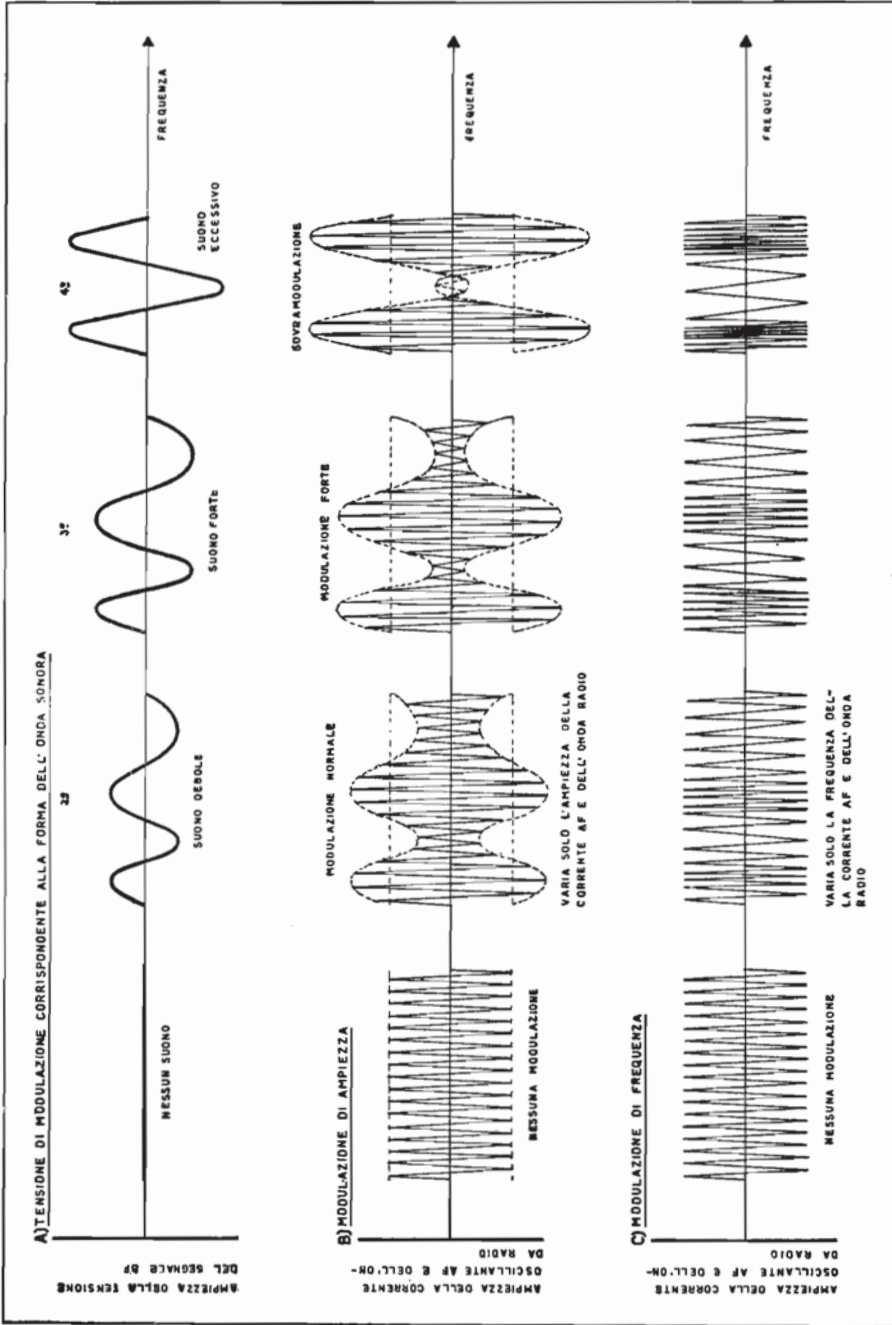


Fig. 1.14. - In alto: segnali a bassa frequenza. In mezzo: esempi di onde radio ad ampiezza modulata (AM). In basso: esempi di onde radio a frequenza modulata (FM).

sicchè in realtà il segnale non viene applicato all'onda radio bensì alla corrente oscillante che la determina. In genere si vuol dire che il segnale viene messo in onda, e per onda si intende tanto l'onda della corrente oscillante quanto la corrispondente onda radio vera e propria.

Nello stesso modo per segnale non si intende il suono vero e proprio — che non potrebbe venir applicato nè all'onda di corrente nè all'onda radio — bensì la tensione elettrica che il suono stesso ha prodotto tramite il microfono, e che vien detta tensione di modulazione. Essa è molto simile all'onda sonora che l'ha prodotta, e se non vi fosse nessuna distorsione sarebbe identica. All'ampiezza dell'onda sonora corrisponde l'ampiezza della tensione di modulazione, ossia tanto più forte è il suono tanto maggiore è la tensione prodotta, come indica la fig. 1.13.

### Frequenza e ampiezza dell'onda portante.

L'onda radio ha una certa frequenza ed una certa ampiezza. La sua frequenza è quella propria della stazione trasmittente, e dipende dalla lunghezza d'onda trasmessa. L'ampiezza dipende dall'energia AF irradiata, ossia dipende dalla potenza della trasmittente. Tanto più potente è l'emittente, tanto più ampia è l'onda radio diffusa.

In assenza di modulazione la frequenza e l'ampiezza dell'onda radio non variano. Non appena ha inizio la modulazione, ossia non appena è presente il segnale, l'ampiezza dell'onda portante — tanto quella di corrente quanto quella radio — varia in perfetta corrispondenza con le variazioni d'ampiezza della tensione di modulazione e quindi con quelle dell'onda sonora. La frequenza invece non varia. In fig. 1.14 sono indicati tre esempi — nella prima riga orizzontale sono segnate

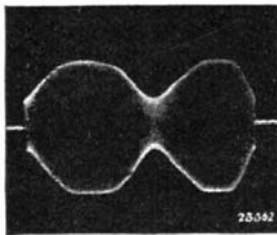


Fig. 1.15. - Oscillogramma di corrente oscillante ad ampiezza modulata. Le due curve chiare opposte costituiscono la forma dell'onda sonora applicata alla corrente oscillante.

le tensioni di modulazione, ossia i segnali; nella riga sottostante sono segnate le variazioni d'ampiezza d'onda. Nel primo esempio nessun suono è presente e l'ampiezza dell'onda non varia; nel secondo esempio è presente un suono debole, il quale determina deboli aumenti e diminuzioni nell'ampiezza dell'onda portante. Gli aumenti di tensione positiva fanno aumentare l'ampiezza sopra il livello normale, quelli di tensione negativa fanno diminuire l'ampiezza sotto il livello normale, come nel caso di una superficie d'acqua. Se il suono è forte, come nel terzo esempio, le variazioni d'ampiezza dell'onda portante sono più forti. Dalla figura si può constatare che non è possibile trasmettere suoni di qualsiasi intensità poichè ad un

certo punto l'ampiezza dell'onda portante diventa insufficiente; è questo il caso del quarto esempio, nel quale l'ampiezza della tensione di modulazione è maggiore dell'ampiezza dell'onda portante con conseguente *sovramodulazione*, ossia riproduzione sonora molto forte ma distorta.

Quando era in uso l'incisione verticale dei dischi, la profondità dell'incisione corrispondeva all'intensità dei suoni, ed essa non poteva superare lo spessore dei dischi, poichè alla sovraincisione sarebbe corrisposta la foratura dei dischi, come alla sovrarmodulazione corrisponde l'interruzione dell'onda portante. Attualmente è in uso l'incisione orizzontale dei dischi, e l'intensità dei suoni incisi è limitata dalla larghezza del solco. Più stretto è il solco, più ridotta è l'intensità sonora dei suoni incisi.

Quando il suono è tanto forte da utilizzare tutta l'ampiezza dell'onda portante si suol dire che la modulazione è al 100 per cento.

### 3. - PRINCIPIO DELLA RICEZIONE RADIOFONICA

#### La rivelazione.

Mentre la modulazione consiste nell'applicare il segnale — ossia la tensione a frequenza acustica ottenuta dal microfono e convenientemente amplificata — alla corrente oscillante con la quale alimentare l'antenna trasmittente, la *rivelazione* consiste nel procedimento opposto, ossia nel prelevare dalla corrente oscillante in arrivo il segnale a frequenza acustica da amplificare e ritradurre in suoni.

La rivelazione è necessaria per il fatto che voci e suoni vengono riprodotte da

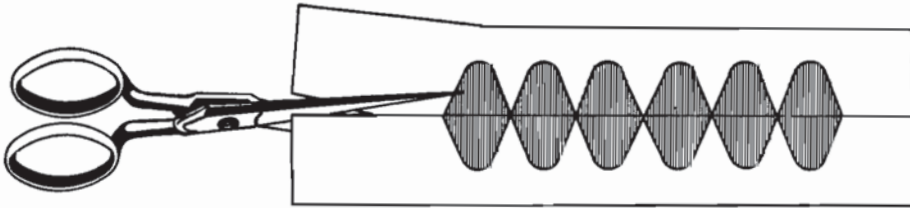


Fig. 1.16 - Tagliando per metà il segnale radio si ottiene il segnale audio. Il rivelatore lascia passare solo metà del segnale radio.

vibrazioni meccaniche del riproduttore sonoro, per es. quelle di una lamina metallica (cuffia telefonica) oppure di un cono di carta (altoparlante). Non è possibile ottenere vibrazioni meccaniche alla frequenza della corrente oscillante, poichè essa è dell'ordine di milioni e di miliardi di cicli al secondo, mentre la frequenza acustica è dell'ordine di centinaia o di migliaia di cicli al secondo. Non si ottiene alcun suono se ad una cuffia telefonica o ad un altoparlante si invia una corrente oscillante modulata. Affinchè ciò avvenga è necessario provvedere anzitutto alla rivelazione.



La rivelazione consiste nel *rettificare* la corrente oscillante modulata, ossia nell'eliminare le sue semi-onde positive oppure — ed è la stessa cosa — quelle negative. Ne risulta una corrente continua pulsante ad ampiezza variabile, v. fig. 1.17, la quale si comporta come se fosse una semplice corrente continua ad ampiezza variabile, simile a quella ottenuta dal microfono, nella stazione emittente.

Nella stazione trasmittente vi è il *modulatore*, atto a sovrapporre le due correnti, quella a frequenza acustica e quella ad alta frequenza, in modo da ottenerne una sola. Nell'apparecchio ricevente vi è il *rivelatore*, atto a ricavare la frequenza ac-

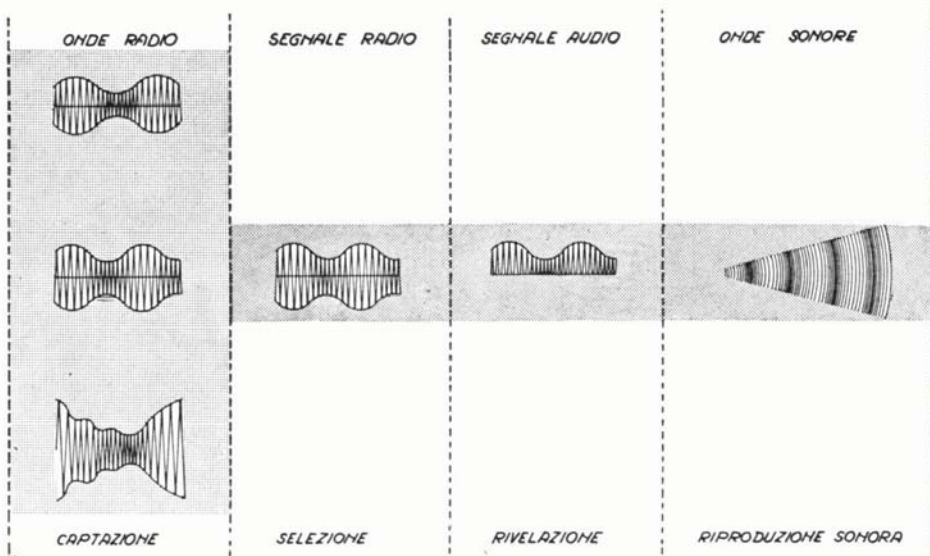


Fig. 1.17 - Principio dell'apparecchio radio e, in modo particolare, della rivelazione.

stica dall'alta frequenza della corrente oscillante. Si può dire che l'emittente provvede a convertire la *bassa frequenza* in *alta frequenza* (radio frequenza) e che l'apparecchio ricevente provvede a convertire l'alta frequenza in bassa frequenza.

Per questa ragione tutta la parte dell'apparecchio radio che si trova tra l'antenna e il rivelatore vien detta *ad alta frequenza*, mentre l'altra parte, quella tra il rivelatore e l'altoparlante, vien detta a *bassa frequenza*.

La rivelazione può essere ottenuta in diversi modi, il più semplice dei quali consiste nell'adoperare uno dei tanti cristalli a conduttività unilaterale, ossia *cristalli rivelatori*, quale ad esempio la zincite (ossido di zinco), la bormite (solfuro di rame e ferro), la molibdenite, il carborundum (silicio e carbonio) e la galena (solfuro di piombo). Per quasi venti anni il carborundum fu utilizzato negli apparecchi riceventi a bordo di navi, mentre la galena è stata ed è tuttora utilizzata per la ricezione della stazione locale in cuffia telefonica.

### Esempi di ricevitori a cristallo di galena.

Il ricevitore a galena di fig. 1.18 può venir approssimativamente accordato con la frequenza di trasmissione, variando l'induttanza della sua bobina, la quale è perciò provvista di un certo numero di prese. Il ricevitore di fig. 1.19 è invece provvisto a

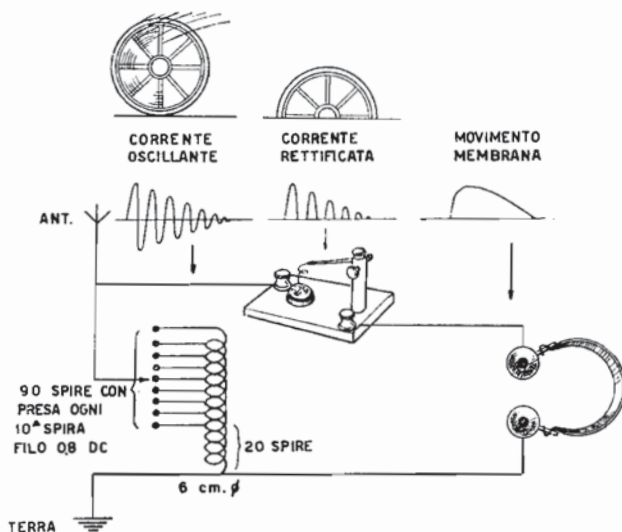


Fig. 1.18. - PRINCIPIO DELLA RIVELAZIONE. La separazione del segnale dalla corrente oscillante modulata, ottenuta per la captazione delle onde radio, si ottiene semplicemente rettificando tale corrente con un cristallo rivelatore o con valvola elettronica.

tale scopo di un condensatore variabile, posto in parallelo alla bobina, la quale perciò può essere fissa, senza prese. Nello schema, la bobina è invece provvista di doppie prese, ma esse servono a due scopi diversi. Uno di questi è di poter utilizzare una

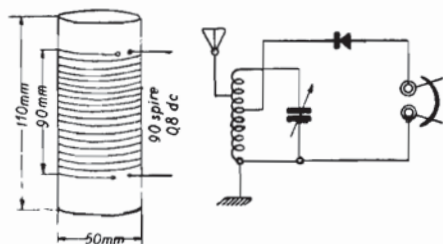


Fig. 1.19. - TIPICO SCHEMA DI RICEVITORE A CRISTALLO.

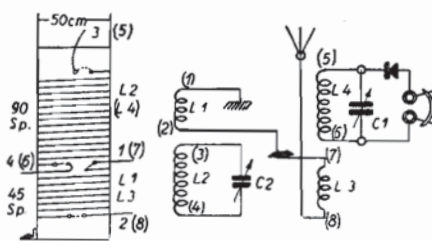


Fig. 1.20. - SCHEMA DI RICEVITORE A CRISTALLO A CIRCUITO DI ASSORBIMENTO (L2-C2). È adatto per ricezioni in città con due emittenti, una da ricevere e l'altra da eliminare.

sola bobina e di ottenere nello stesso tempo che il circuito d'antenna sia accoppiato a quello di sintonia.

Il secondo scopo è di variare l'intensità di ricezione, ciò che è utile se l'emittente è vicina. Il cristallo può venir collegato alle prese della bobina, e quindi prelevare una parte della tensione AF presente ai capi della bobina stessa. Più il collegamento è verso terra, minore è la tensione prelevata e minore è anche l'intensità di ricezione.

La capacità del variabile non ha molta importanza, può essere da 350 pF sino a 500 pF. Se la ricezione risulta stridente, un condensatore fisso va posto ai capi della cuffia, affinché consenta il passaggio a eventuali tracce di alta frequenza e alle frequenze acustiche più elevate. La capacità deve essere la minore possibile, da 2 000 pF sino ad un massimo di 10 000 pF. Maggiore è la capacità, maggiori sono le perdite di frequenze elevate, e più cupa diviene la riproduzione sonora.

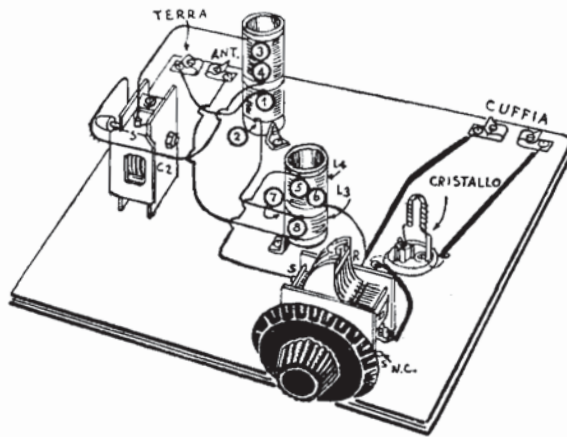


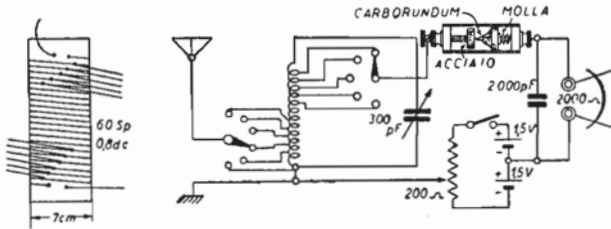
Fig. 1.21. - Esempio di realizzazione pratica, su tavoletta di legno, del circuito di fig. 1.20.

Lo schema di fig. 1.20 è utilizzato quando le emittenti locali trasmettono a frequenze vicine, difficilmente separabili. I due circuiti, quello d'antenna e quello accordato, sono nettamente separati; inoltre al circuito d'antenna è accoppiato un secondo circuito accordato, identico a quello di sintonia, e detto di *assorbimento* o anche *trappola*. Sono necessari due condensatori variabili, C-1 da accordare con la stazione che si intende ricevere, e C-2 da accordare con l'altra stazione, in modo da assorbirla, impedire cioè che si presenti ai capi di L-3 e passi nel circuito rivelatore. Le due bobine vengono poste ad angolo retto, un po' distanti, per evitare accoppiamenti che possono rendere inutile il circuito d'assorbimento. I due condensatori variabili sono eguali e separati, la loro capacità è la solita, 350 pF o 500 pF. Ove occorra, va aggiunto il condensatore fisso.

Il cristallo di carborundum offre il vantaggio di una notevole stabilità di funzionamento. Una piastrina di acciaio è pressata contro una punta del cristallo; la pressione

è in media di 2 kg e può venir regolata con una vite. Inoltre al cristallo è applicata una debole tensione di polarizzazione, che a volte conviene sia positiva altre negativa. È ottenuta con due pile a secco di 1,5 V. La sensibilità dipende oltre che dalla struttura del cristallo anche dalla pressione della piastrina e dalla tensione di polarizzazione. Quest'ultima è perciò variabile mediante un potenziometro. Il valore del potenziometro dovrebbe essere basso per evitare attenuazione dei segnali, e alto per evitare l'esaurimento delle pile. In media è di 200 ohm.

Lo schema di fig. 1.22 è tipico. La bobina è provvista di prese per il cristallo e di altre prese per il circuito d'antenna. Può venir utilizzato anche lo schema a due con-



**Fig. 1.22. - SCHEMA DI RICEVITORE A CARBORUNDUM.**  
È stato usato, per diversi anni, per ricevitori installati a bordo di piroscafi.

densatori, con circuito d'antenna separato. Nello stesso modo va usato pure il cristallo di perikon.

Va notato che il carborundum è un cristallo ad alta resistenza, per il quale è meglio adatto un elevato rapporto tra il valore dell'induttanza e quello della capacità del circuito accordato, con conseguente opportunità di usare un variabile di capacità poco elevata, al massimo 300 pF, ciò che però restringe la gamma di ricezione. Al contrario, il cristallo di galena è a bassa resistenza, e si presta a rapporti bassi di induttanza-capacità, quindi all'impiego di variabili di capacità elevata, con conseguente vasta gamma di sintonia.

### Apparecchi a cristallo di germanio.

Negli apparecchi radio a transistor è utilizzato un cristallo rivelatore, detto *diodo a cristallo*. Il cristallo è di germanio, anziché di galena o carborundum, ed ha una punta d'acciaio fissa, con la punta fusa nel cristallo stesso. L'insieme è racchiuso entro una custodia di vetro molto piccola, a tenuta ermetica.

La fig. 1.23 mostra un diodo a cristallo. C'è una minima quantità di cristallo, la quale forma il catodo, e una punta metallica. La lunghezza del rivelatore (A) è di appena 12,5 millimetri. Da ciascun suo lato escono due fili terminali. La lunghezza complessiva (B) è di 95 mm. La parte in cui si trova il cristallo è indicata con un punto bianco, o in altro modo.

L'apparecchio a cristallo di germanio non differisce per nulla da quelli a galena. La galena può venir sostituita con il cristallo di germanio, senza alcuna modifica.

È possibile utilizzare due cristalli di germanio, e ottenere un segnale più ampio.

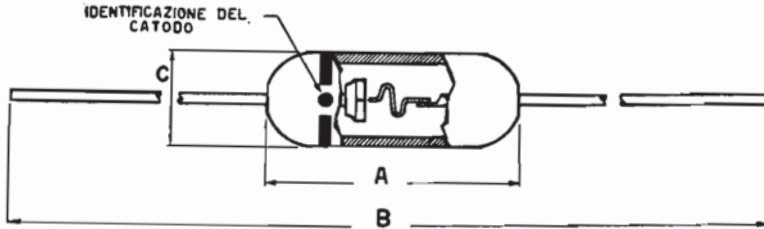


Fig. 1.23 - Diodo rivelatore a germanio; è parzialmente aperto per mostrare la disposizione interna.

La fig. 1.24 riporta lo schema di un apparecchio a due diodi a cristallo. La selettività, insufficiente con un solo circuito accordato, è ottenuta con due circuiti accordati, accoppiati tra di loro con un compensatore di 30 pF.

Le due bobine sono eguali. Sono due trasformatori ad alta frequenza, del tipo

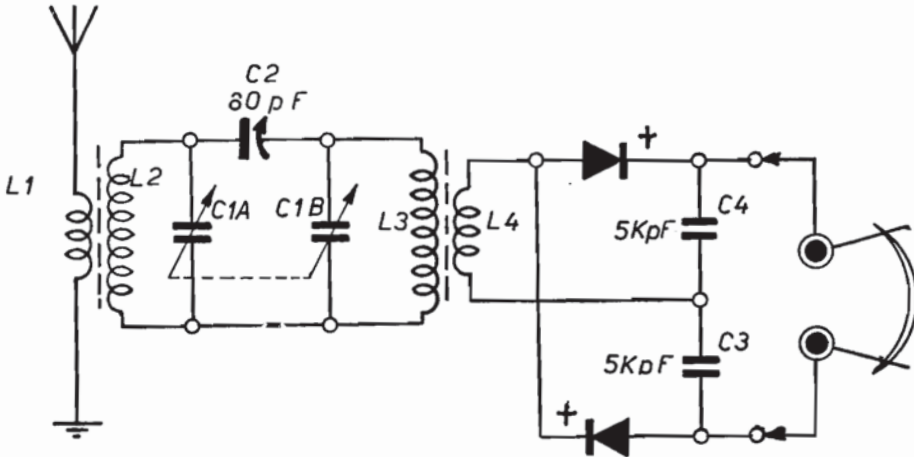


Fig. 1.24 - Apparecchio a due circuiti accordati e a due cristalli di germanio.

di ricambio per apparecchi radio; sono due bobine d'antenna. Gli avvolgimenti L1 e L4 sono eguali, ossia sono i primari; così pure per gli avvolgimenti L2 e L3. In tal modo l'apparecchio è provvisto di due circuiti di sintonia, uno formato dalla bobina L2 e dalla sezione del variabile C1A, e l'altro formato dalla bobina L3 e dall'altra

sezione del variabile, C1B. Il condensatore variabile deve essere provvisto di due sezioni eguali, della stessa capacità, e con le lamine sagomate nello stesso modo, in quanto sono monocomandate da una sola manopola.

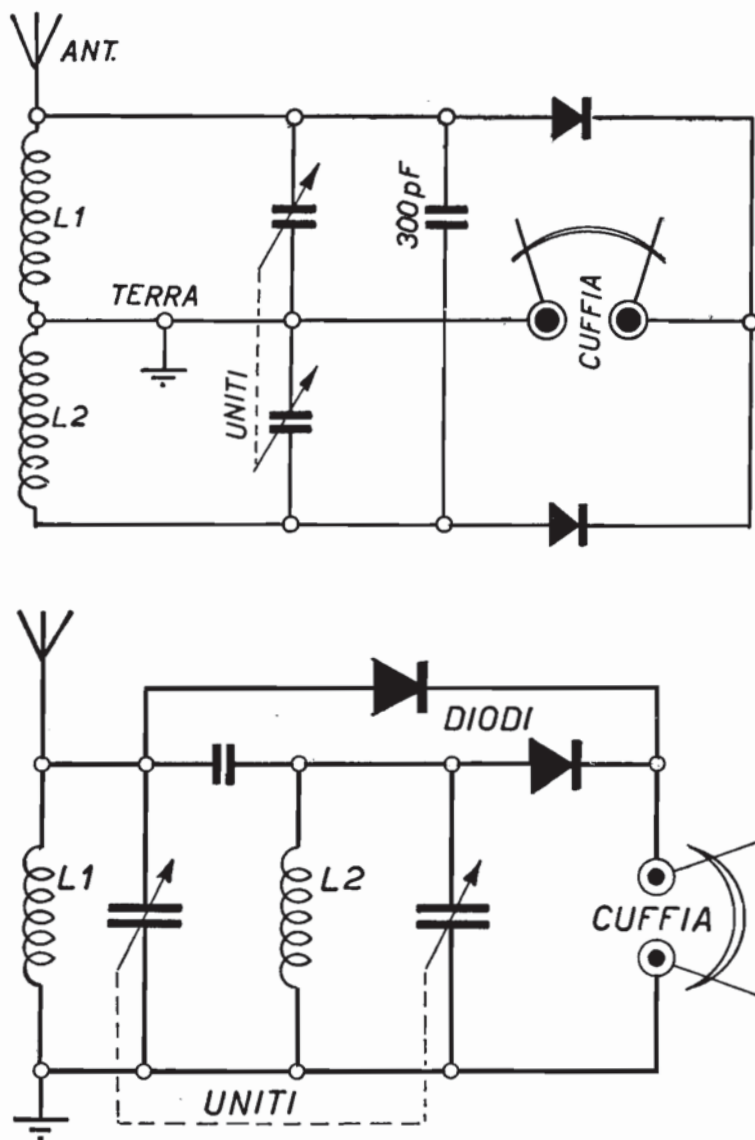


Fig. 1.25 - Altro esempio di apparecchio a due circuiti accordati e a due cristalli di germanio. I due schemi sono identici; sono soltanto disegnati in modo diverso.

I due diodi rivelatori vengono disposti in opposizione, come indicato dalla figura.

Un altro schema, molto simile, è quello di fig. 1.25. In questo esempio al posto dei due trasformatori AF vi sono due bobine, L1 e L2. Formano i due circuiti di sintonia insieme alle due sezioni del condensatore variabile doppio. I due circuiti sono accoppiati con un condensatore fisso di 300 pF. Nella figura sono riportati due schemi; gli schemi sono identici. I due schemi mostrano al lettore come uno stesso schema possa venir disegnato in due modi diversi.

Le due bobine, L1 e L2, sono costituite da un avvolgimento di 90 spire, di filo da 3 decimi doppio cotone, sopra un tubo isolante di 3 centimetri di diametro

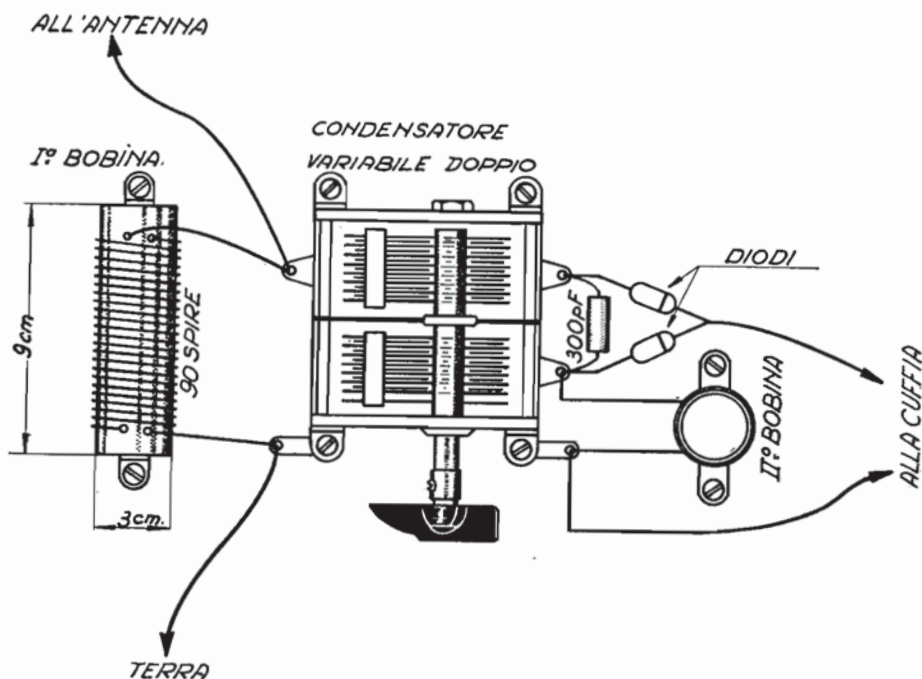


Fig. 1.26 - Esempio di componenti e collegamenti per l'apparecchio di cui la figura precedente.

esterno. Il condensatore fisso può essere di capacità minore, se è necessaria una selettività più spinta, può scendere anche a 10 o 20 picofarad.

La fig. 1.26 mostra come possono venir disposti i componenti dell'apparecchio. La sola cautela necessaria è che le bobine non si trovino troppo vicine e affiancate; è necessario siano distanti e ad angolo retto. È anche necessario che non si trovino troppo vicine a parti metalliche, ad es. il telaio metallico, oppure il condensatore variabile.

### Principio della riproduzione sonora con cuffia.

LA CUFFIA TELEFONICA D'ASCOLTO. — Il principio è quello del telefono di Meucci, di cui la fig. 1.27. Sopra una delle estremità di un cilindretto d'acciaio magnetizzato è infilato un rocchetto di sottilissimo filo di rame isolato, e davanti ad esso è posto un dischetto di ferro dolce, la *membrana*. L'insieme è contenuto in una custodia di materiale plastico. Se una corrente fluisce nel rocchetto, essa determina l'accrescimento della forza di attrazione del magnete sulla membrana, che perciò si piega verso di esso. Se l'intensità della corrente varia rapidamente, la membrana segue tali variazioni e riproduce un suono.

La cuffia telefonica d'ascolto è costituita da due auricolari, appoggiabili contro

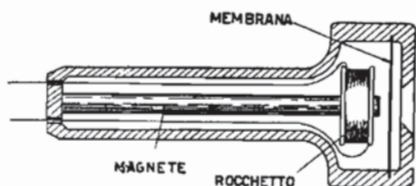


Fig. 1.27. - PRINCIPIO DELLA RIPRODUZIONE DELLA VOCE E DEI SUONI.

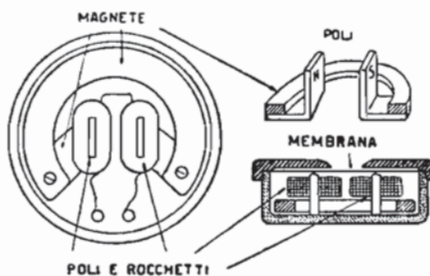


Fig. 1.28. - ELEMENTI DELLA CUFFIA TELEFONICA NORMALE.

ciascuna orecchia, nell'interno dei quali è presente un magnete permanente a ferro di cavallo, fig. 1.28, con le estremità piegate verso l'alto, che ne costituiscono i poli. Essi portano i rocchetti. La membrana è in tal modo sollecitata da due poli, e la corrente fluisce nei due rocchetti, collegati in serie, entro ciascun auricolare. Il magnete permanente è necessario poichè la forza di attrazione esercitata sulla membrana è proporzionale al quadrato della densità di flusso presente nell'intercapedine tra la membrana e i poli sottostanti.

La *sensibilità* della cuffia d'ascolto è molto elevata, tanto da rivelare la presenza di tensioni di qualche milionesimo di volt. Per una buona ricezione è sufficiente una corrente di appena 5 microampere, ma una buona cuffia deve poter rivelare correnti molto più deboli. La sensibilità dipende dall'intensità del campo magnetico, dal numero di spire di ciascun rocchetto (alcune migliaia), dalla distanza tra la membrana e i poli, nonchè da altri fattori. La membrana non deve però trovarsi troppo vicina ai poli per evitare di toccarli durante la vibrazione. A volte la distanza della membrana dai poli è regolabile.

La *resistenza della cuffia* può essere bassa, da 75 a 100 ohm per auricolare, oppure alta, da 1000, 2000 o 3000 ohm per auricolare. Quelle a bassa resistenza sono utilizzate per la telefonia, sono provviste di rocchetti di filo relativamente grosso, in quanto vengono percorsi da correnti abbastanza intense. Quelle ad alta resistenza



sono adatte per l'ascolto dei segnali radio, ed il filo dei loro rocchetti è molto sottile. L'elevata resistenza è necessaria sia per evitare un carico eccessivo ai capi del circuito, sia perchè cristallo e cuffia si comportano come un divisore di tensione, per cui se la resistenza della cuffia è bassa, è bassa anche la tensione che si determina ai suoi capi.

L'impedenza della cuffia differisce dalla resistenza in quanto quest'ultima si riferisce alla opposizione che il filo dei suoi rocchetti presenta al passaggio della corrente continua, mentre l'impedenza si riferisce all'opposizione presentata dai rocchetti stessi, in quanto avvolti, a variazioni di corrente, quindi alle correnti a bassa frequenza. Essa non è costante, ma varia con la frequenza, ed è proporzionale ad essa, per cui a frequenze assai elevate anche l'impedenza è altrettanto elevata. È perciò che la corrente oscillante non può passare attraverso i rocchetti; qualora sia presente trova una via di fuga attraverso la capacità distribuita, esistente tra uno strato e l'altro dei rocchetti stessi.

**CUFFIA BILANCIATA O BALDWIN.** — Nelle cuffie di tipo normale, la membrana metallica è costantemente piegata verso il magnete sottostante, in quelle di tipo bilanciato vi è invece una membrana di mica, simile a quella dei fonografi, ed il suo movimento è comandato da un ago che fa capo ad un apposito equipaggio mobile, fig. 1.29. Esso è costituito da una sottile e leggera armatura di ferro mobile intorno ad un fulcro centrale, e disposta tra i poli affacciati del magnete. In assenza di corrente, l'azione dei poli sull'armatura risulta bilanciata e la membrana è in posi-

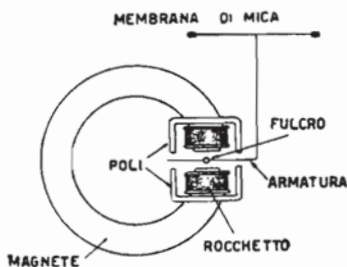


Fig. 1.29. - PRINCIPIO DELLA CUFFIA BILANCIATA E DEL DIFFUSORE MAGNETICO.

zione normale. Non appena è presente una corrente, ha luogo l'attrazione dell'armatura che si muove intorno al proprio fulcro, e comunica il suo movimento alla membrana. Sono possibili forti riproduzioni sonore senza eccessiva distorsione.

**CUFFIA A BOBINA MOBILE.** — In questo tipo, la membrana è di leggera lega di alluminio ed è curvata a duomo verso il centro, come in fig. 1.30. Al posto dei due rocchetti vi è una leggerissima bobina di filo, collocata sotto l'orlo della membrana,

e libera di muoversi tra le espansioni polari del magnete permanente. In presenza di corrente BF, la bobina è sollecitata a muoversi per la presenza del campo magnetico, e determina il movimento della membrana. Il movimento della bobina mobile è proporzionato al prodotto dell'intensità della corrente per quella del campo magnetico. La membrana è fissata, mediante supporti elastici, alla calotta metallica. Cuffie di questo

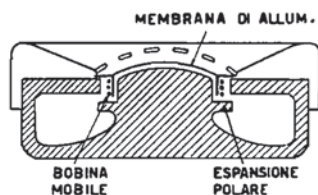


Fig. 1.30. - PRINCIPIO DELLA CUFFIA A BOBINA MOBILE. È questo pure il principio degli altoparlanti, con la differenza che la bobina mobile è collegata alla sommità di un cono di carta

tipo sono ad alta fedeltà di riproduzione, in quanto riproducono con notevole uniformità le frequenze entro una vasta gamma. Sono adatte per riproduzioni musicali.

**CUFFIA A CRISTALLO PIEZOELETTRICO.** — Alcuni cristalli, tra cui il sale di Rochelle, il quarzo, la tormalina, ecc., si contraggono e si dilatano a seconda del senso della tensione che ad essi viene applicata. È questo un aspetto del fenomeno della piezoelettricità. Di esso si approfitta per la costruzione di particolari cuffie d'ascolto, nelle quali al posto del magnete e dei rocchetti vi è un cristallo piezoelettrico, disposto con una delle punte in contatto con il centro della membrana, e con l'altro in contatto con la custodia. A variazioni della tensione applicata corrispondono variazioni delle dimensioni del cristallo, ossia dilatazioni e contrazioni che vengono comunicate alla membrana, la quale in tal modo vibra. Presentano impedenza elevatissima e sono utili in casi particolari.