

D. E. RAVALICO

APPARECCHI RADIO A TRANSISTOR



D. E. RAVALICO

APPARECCHI RADIO A TRANSISTOR

ASPETTI FONDAMENTALI - CARATTERISTICHE
DI FUNZIONAMENTO DEI TRANSISTOR - APPA-
RECCHI A TRANSISTOR DI FACILE COSTRUZIONE
- APPARECCHI SUPERETERODINA PER DILET-
TANTI - APPARECCHI TASCABILI E PORTATILI
- APPARECCHI A PIÙ GAMME D'ONDA - APPA-
RECCHI A MODULAZIONE DI FREQUENZA

Con 262 fig. nel testo
e 8 tavole fuori testo.

EDITORE ULRICO HOEPLI MILANO

1965

Progetto di pre stampa a cura dello studio editoriale
xedizioni.it per conto di “Le Radio di Sophie”

“Le Radio di Sophie” è disponibile ad assolvere i propri impegni nei
confronti dei titolari di eventuali diritti sui testi pubblicati

© 2019 leradiodisophie.it

INDICE DEI CAPITOLI

Indice analitico-alfabetico	XIII-XX
---------------------------------------	---------

CAPITOLO PRIMO

ASPETTI FONDAMENTALI DELL'APPARECCHIO RADIO A TRANSISTOR

I transistor e le valvole	1
La corrente di dispersione dei transistor	9
Efficienza dei transistor	10
Il condensatore di accoppiamento	12
Amplificazione con più transistor	14
Influenza della temperatura sul funzionamento dei transistor	16
Il circuito stabilizzatore	16
Il fattore di stabilità	19
Corrente di saturazione	21
Il disegno degli schemi degli apparecchi a transistor	22

CAPITOLO SECONDO

CARATTERISTICHE DI FUNZIONAMENTO DEI TRANSISTOR

Il guadagno di corrente. Il valore beta	25
Punto di lavoro e retta di carico	28
La caratteristica corrente di collettore-corrente di base	31
Caratteristica corrente di base-tensione di polarizzazione	35
Caratteristica tensione di polarizzazione-tensione di collettore	36
La potenza massima di collettore in funzione della temperatura	38

CAPITOLO TERZO

SEMPLICI APPARECCHI RADIO

Caratteristiche basilari dell'apparecchio radio	40
Apparecchio molto semplice, a 2 transistor e 1 diodo	41

INDICE DEI CAPITOLI

Apparecchio ad 1 transistor e 1 diodo, in circuito reflex (RS-101)	47
Cautele per l'uso dei transistor	51
Apparecchio reflex a 2 transistor e 2 diodi (RS-205)	52
Apparecchio a 2 transistor e 1 diodo, in circuito reflex con reazione (RS-211)	57
Apparecchio reflex-reazione di tipo componibile (RS-346)	61
Apparecchio ad 1 transistor e 1 diodo, di tipo sperimentale (RS-705)	69
Apparecchio da polso, a 3 transistor e 2 diodi (RS-745)	72
Apparecchio per onde corte e cortissime (RSC-801)	73
Apparecchio con stadio ad alta frequenza, a 5 transistor e 1 diodo (TRF-75)	77

CAPITOLO QUARTO

PRINCIPIO DI FUNZIONAMENTO DELL'APPARECCHIO RADIO

L'antenna ricevente	82
La scala di sintonia	83
Il condensatore variabile	85
La conversione di frequenza del segnale radio.	88
Il compito del primo transistor	90
Le due sezioni del condensatore variabile	92
La bobina d'antenna e la bobina d'oscillatore	93
Resistenze e condensatori fissi dello stadio finale	94
Il trasformatore a media frequenza	94
Esempi di stadi convertitori	96
Circuiti di conversione e di media frequenza	98
Allineamento dei circuiti accordati	99
Controllo dell'oscillatore	100
Stadi convertitori a due transistor	100
Lo stadio d'amplificazione in alta frequenza	104

CAPITOLO QUINTO

GLI STADI A MEDIA FREQUENZA DELL'APPARECCHIO RADIO

L'interferenza d'immagine	106
Selettività della media frequenza	108
Fattore di merito dei circuiti di MF.	109
Il trasformatore ad un solo circuito accordato	109
Stadio MF d'entrata	113
Il secondo stadio MF	115
Media frequenza con un solo transistor	116
Oscillazioni parassite a media frequenza	117
Neutralizzazione degli stadi MF	118
Trasformatori MF a due circuiti accordati	121

INDICE DEI CAPITOLI

Stadio a media frequenza con correttore di tensione.	123
L'amplificatore MF con transistor in circuito a base comune.	124
La curva di selettività	128

CAPITOLO SESTO

LO STADIO RIVELATORE DELL'APPARECCHIO RADIO

Funzione del diodo rivelatore	127
Stadio rivelatore e primo stadio audio	129
Esempi di secondo stadio MF e di stadio rivelatore	130
Il rivelatore polarizzato.	132
Stadio rivelatore a polarizzazione regolabile	133

CAPITOLO SETTIMO

IL CONTROLLO DEL SOVRACCARICO DELL'APPARECCHIO RADIO

L'inconveniente del sovraccarico	134
Il diodo smorzatore	134
Circuiti smorzatori d'uso pratico	135
Diodo smorzatore ad azione controllata	137
Diodo smorzatore con partitore di tensione	138
Il diodo smorzatore nel circuito d'antenna	139
Il controllo di sovraccarico con transistor	142

CAPITOLO OTTAVO

IL CONTROLLO AUTOMATICO DI VOLUME DELL'APPARECCHIO RADIO

Principio del controllo automatico di volume	144
La linea CAV	146
Semplice circuito CAV	146
Stadio rivelatore e circuito CAV	147
Il CAV a doppio circuito	148
CAV a diodo separato	150
CAV amplificato	151

CAPITOLO NONO

LA SEZIONE AUDIO DEGLI APPARECCHI RADIO A TRANSISTOR

Esempio di stadio finale con un solo transistor OC72	154
Dati d'impiego per l'OC74	154

INDICE DEI CAPITOLI

Dati d'impiego di un solo transistor finale	155
Stadio finale con un solo transistor di potenza	158
Il trasformatore d'uscita per stadio finale ad un solo transistor	158
Esempio di apparecchio radio ad un solo transistor finale	160
Stadio finale in controfase	163
Amplificazione in classe B	165
La tensione di polarizzazione dei transistor finali	166
Coppie di transistor finali	167
Lo stadio pilota	167
Transistor pilota	169
Transistor preamplificatore	169
Esempio di stadio audio e stadio finale in controfase	170
Polarità della massa	173
Sezione audio di apparecchio con negativo a massa	174
Compensazione termica	176
Il punto di lavoro dei transistor finali	179
Correzione della risposta in frequenza	182
Messa a punto dello stadio finale	183
Retta di carico di transistor in controfase	184
Distorsione e controeazione	185
Il collegamento diretto	189
Il trasformatore pilota	191
Esempi di trasformatore pilota	195
Il trasformatore d'uscita	197
Dati d'impiego tipici per una coppia di OC72	201
Esempi di sezione audio di apparecchio AM/FM	203

CAPITOLO DECIMO

STADI FINALI SENZA TRASFORMATORI D'USCITA

Quattro tipi di stadi finali senza trasformatore d'uscita	204
Stadio finale senza trasformatore d'uscita, con bobina mobile provvista di presa al centro	204
Esempio di apparecchio radio senza trasformatore d'uscita (Radiomarelli mod. RD 304)	205
Lo stadio finale a due batterie	206
Esempio pratico di stadio finale a due batterie	210
Apparecchio di produzione americana, a due batterie	212
Stadio finale « single ended » ad una batteria di 9 volt	212
Esempio di apparecchio a sei transistor e 1 diodo, con stadio finale « single ended »	216
Esempio di sezione audio con stadio « single ended »	214
Esempio di apparecchio a sei transistor e 1 diodo, con stadio finale « single ended »	216

INDICE DEI CAPITOLI

Lo stadio finale a simmetria complementare.	218
Schema di apparecchio a 7 transistor e 2 diodi, senza trasformatori pilota e d'uscita.	229

CAPITOLO UNDECIMO

IL PANNELLO A CIRCUITI STAMPATI

I collegamenti stampati dell'apparecchio radio	226
Linee di alimentazione	228
Esempio di pannello a circuiti stampati	232
Pannello con componenti e circuiti stampati	237
Piastra con cablaggi stampati di sezione audio	241
Piastrina porta componenti a circuiti stampati	244

CAPITOLO DODICESIMO

APPARECCHI SUPERETERODINA A TRANSISTOR PER IL COSTRUTTORE DILETTANTE

Esempio di « personale » a tre transistor e 1 diodo	245
Supereterodina a 5 transistor e 2 diodi, per dilettanti costruttori	255
Apparecchio per onde medie e lunghe della Heathkit « Oxford » mod. UXR-2, in scatola di montaggio	265
Le supereterodine reflex	267
Apparecchio supereterodina reflex a 3 transistor e 1 diodo	270
Apparecchio supereterodina reflex a 4 transistor e 1 diodo	275
Verifica delle tensioni di lavoro	279
Allineamento dell'apparecchio con oscillatore modulato	280

CAPITOLO TREDICESIMO

ESEMPIO DI APPARECCHI RADIO TASCABILI E PORTATILI, AD ONDE MEDIE

Tascabile a 6 transistor e 1 diodo, di produzione giapponese Sanyo mod. (6C-022)	283
Tascabile a 6 transistor e 1 diodo di produzione giapponese (Sony mod. TR 610)	287
Portatile a 6 transistor e 3 diodi, di produzione nazionale (Voxson mod. 753)	290

INDICE DEI CAPITOLI

Tascabile a 6 transistor e 2 diodi produzione Geloso mod. Polaris . . .	293
Portatile a 7 transistor e 2 diodi produzione Geloso mod. Orione . . .	295
Portatile a 7 transistor e 2 diodi, di produzione americana.	299
Portatile a 7 transistor e 1 diodo, di produzione nazionale (Radiomarelli mod. RD 302)	301
Autoradio con resa d'uscita di 3 watt, di produzione nazionale (Voxson 801)	303

CAPITOLO QUATTORDICESIMO

APPARECCHI RADIO A PIÙ GAMME D'ONDA

Premessa	305
Lo stadio convertitore OM, OC e OCS	310
Esempio di stadio d'entrata di apparecchio a 7 bande corte e cortissime . .	314
Apparecchio per onde medie e lunghe	316
Apparecchio a 7 transistor e 2 diodi ad onde medie e corte, Tourist mod. RT 371 della CGE	319
Schema di apparecchio di produzione giapponese, a 6 transistor per OM e OC	321
Portatile a 6 transistor e 2 diodi, per onde medie e lunghe, di produzione tedesca	324
Apparecchio ad onde medie e corte, di produzione giapponese (Sanyo mod. 8S-P2)	325

CAPITOLO QUINDICESIMO

L'APPARECCHIO A MODULAZIONE DI FREQUENZA

Caratteristiche generali	329
Gli apparecchi AM/FM.	330
L'unità FM di amplificazione e di conversione	331
La bobina di compensazione dell'unità FM	335
Unità FM ad induttori variabili	335
Il circuito accordato d'antenna OM negli apparecchi AM/FM	337
Lo stadio convertitore OM degli apparecchi AM/FM	338
L'amplificatore a media frequenza AM/FM	339
Stabilizzazione dello stadio MF in posizione FM.	341
Trasformatori di media frequenza AM/FM con avvolgimento terziario . . .	344
Trasformatore di media frequenza AM/FM ad alta efficienza	345
La banda passante dei trasformatori MF/FM	346
Caratteristica tipica di accordo FM	348

INDICE DEI CAPITOLI

Curva di risposta totale dell'apparecchio in FM	349
Il rivelatore a modulazione di frequenza	350
Esempi di stadi rivelatori a modulazione di frequenza	352
I circuiti di rivelazione degli apparecchi AM/FM	353
Stadio rivelatore FM con controllo di bilanciamento	357
Il rivelatore FM e il CAV	358
Il controllo automatico di frequenza FM.	358
Gruppo FM con transistor convertitore e amplificatore MF	363

CAPITOLO SEDICESIMO

ESEMPI DI APPARECCHI A MODULAZIONE DI FREQUENZA

Apparecchio a modulazione di frequenza Siemens Elettra mod. RRT 1421	366
Apparecchio AM/FM a 9 transistor e 5 diodi con controllo automatico di frequenza, Voxson Symphony FM mod. 754	369

INDICE ANALITICO-ALFABETICO

(I numeri indicano le pagine)

A

Accoppiamento, condensatore di, 12.
Accoppiamento reattivo, 333.
AF, 60.
Alfa, angolo, 32.
Allineamento degli apparecchi radio, 99, 250, 254, 280.
Allineamento dei circuiti accordati, 99, 280.
Altoparlante, 40.
AM/FM, 329.

AMPLIFICATORE A MEDIA FREQUENZA:

- curva di selettività dell', 128.
- neutralizzazione dell', 118.
- principio dell', 78.
- selettività dell', 108.
- stadi dell', 113, 115.
- trasformatori dell', 94.

AMPLIFICATORE FINALE:

- a due batterie, 206.
- a simmetria complementare, 218.
- compensazione termica dell', 176.
- con un solo transistor, 155.
- di potenza, 158.
- in classe B, 165.
- in controfase, 163.
- messa a punto dell', 183.
- senza trasformatore d'uscita, v. cap. X.
- single ended, 212.

AMPLIFICAZIONE:

- a bassa frequenza, 40, 41.
- ad alta frequenza, 40, 41, 79, 104.
- a simmetria complementare, 219.
- con più transistor, 14.
- finale di potenza, 62.
- in classe B, 145.

Angolo alfa, 32.

Antenna, 13.

APPARECCHI RADIO:

- a controeazione, 185, 187.
- ad alta frequenza, 77.
- ad onde medie e corte, v. cap. XIV.

- ad onde medie e lunghe, 265, 316.
- ad onde medie, v. cap. XIII.
- allineamento degli, 256, 264.
- alta frequenza degli, 77.
- AM/FM, v. capp. XV e XVI.
- a più gamme d'onda, v. cap. XIV.
- a reazione, 41.
- commerciali ad onde medie, v. cap. XIII.
- commerciali a modulazione di frequenza, v. cap. XIV.
- controllo di volume degli, 128, 247, 253.
- da automobile, 303.
- messa a punto degli, 72, 81, 250.
- per dilettanti costruttori, v. capp. III e XII.
- per onde corte e cortissime, 73.
- personali, 245.
- portatili, v. cap. XIII.
- principio di funzionamento degli, v. capp. I, III e IV.
- reflex, 47, 52.
- reflex - reazione, 61.
- selettività degli, 40, 109, 129.
- senza trasformatori d'uscita, v. cap. X.
- sezione audio degli, v. cap. IX.
- supereterodina-reflex, 270, 275.
- tascabili, v. cap. XIII.

APPARECCHI RADIO COMMERCIALI:

- CGE mod. Tourist, 319.
- Geloso mod. Orione, 295.
- Geloso mod. Polaris, 293.
- Heatkit Oxford, 265.
- Philco mod. T 901, 212.
- Radiomarelli mod. RD 302, 301.
- Radiomarelli mod. RD 304, 205.
- Sanyo mod. 63-O22, 283.
- Sanyo mod. 8X-P2, 325.
- Siemens Eletra mod. RRT 1421, 336.
- Voxson mod. 753, 290.
- Voxson mod. FM 754, 369.
- Voxson mod. 801, 303.

APPARECCHI RADIO A MODULAZIONE DI FREQUENZA:

- amplificatore MF degli, 339.
- banda passante degli, 346.
- controllo automatico di frequenza degli, 358.
- esempi di, v. cap. XVI.

INDICE ANALITICO-ALFABETICO

- principio di funzionamento degli, 329.
 - rivelatore degli, 350, 352, 354.
 - stadio convertitore degli, 338.
 - unità FM degli, 335.
- Audio, sezione dell'apparecchio, v. cap. IX.
Automatico controllo di frequenza, 358.
Automatico controllo di volume, v. cap. VIII.
Avvolgimento terziario, 344.

B

- Bacchetta ferrite, 83.
Banda passante, 346.
Bandspread, 74.
Base comune, 124.
Base, corrente di, v. cap. I.
Base del transistor, 1, 31.
Bassa frequenza, 40, 41.
Batteria di pile, 46, 51, 71.
— con positivo a massa, 97.
— con negativo a massa, 174, 332.
- B, classe, 165.
Beta del transistor, 25.
Beta valore, 25.
Bobina d'antenna, 82, 93, 257, 293.
Bobina di sintonia, 71.
Bobina d'oscillatore, 93, 259, 293.
Bobina di compensazione, 335.
Bobina mobile dell'altoparlante, 197, 205, 208, 214.
Bobina su ferrite, 60.

C

- Cablaggio stampato, 228, 237, 241.
CAF, 358.
- CALCOLO:**
- del fattore di stabilità, 20.
 - della corrente di picco, 199.
 - della corrente di saturazione inversa, 11.
 - della potenza primaria, 200.
 - della tensione di polarizzazione, 166.
 - del rapporto di capacità, 307.
 - del rapporto di trasformazione, 200.
- Cambiamento di frequenza, 88.
- CAPACITÀ:**
- aggiuntiva, 306.
 - collettore-emettitore, 118.
 - di reazione, 118.
 - variabile, 361.
 - zero, 305.
- Capacitanza collettore-emittore, 118.

CARATTERISTICHE DEI TRANSISTOR, v. cap. II.

- Catodina, circuito, 191.
Cautele per l'uso dei transistor, 216.
CAV, v. cap. XIII.
Chilocicli, 83.
Circuiti, allineamento del, 99.
Circuiti stampati, v. cap. XI.

CIRCUITO:

- a base comune, 124.
 - accordato, 42, 337.
 - di controreazione, 215.
 - ad emittore comune, 124.
 - a media frequenza, v. cap. V.
 - basilare, 40.
 - catodina, 191.
 - convertitore, 310.
 - d'antenna, 82.
 - di emittore, 6.
 - d'entrata, 86.
 - di sintonia, 42, 75, 86.
 - fattore di merito del, 109.
 - reflex, 46, 49.
 - rivelatore AM, v. cap. VI.
 - rivelatore FM, 354.
 - smorzatore, 135, 136, 140.
 - stabilizzatore, 16.
 - stampato, v. cap. XI.
- Coefficiente d'amplificazione, 25.
Collegamenti stampati, v. cap. XI.
Collegamento diretto, 222.

COLLETTORE:

- capacità del, 118.
 - corrente di, 39, 155.
 - curva di, 25.
 - potenza massima del, 38.
 - resistenza di carico di, 157.
 - tensione di, 8.
- Comando di reazione, 73.
Comando di sintonia, 73.
Compensatore di allineamento, 86, 99.
Compensazione termica, 16, 176.
Compensazione con termistore, 177.
Complementare, simmetria, 218.
Complementari transistor, 220.
Componenti stampati, v. cap. XI.

CONDENSATORE:

- accoppiatore, 214.
- correttore, 303, 333.
- di accoppiamento, 12.
- di disaccoppiamento, 10.
- di fondo, 265, 308.
- di rivelazione, 128.
- neutralizzatore, 116, 118.
- padding, 308, 332.
- volano, 351.

CONDENSATORE VARIABILE:

- a due sezioni, 92.
- di accordo, 113.
- doppio, 81.
- rotore del, 86.
- statore del, 86.
- verniero del, 74.

Conduttività unilaterale, 127.

Controfase, amplificazione in, 163.

CONTROLLO AUTOMATICO DI FREQUENZA:

- con diodo, 358.
- principio del, 358.
- con transistor, 360.

CONTROLLO AUTOMATICO DI VOLUME:

- a diodo separato, 150.
- amplificato, 151.
- doppio, 148.
- linea del, 146.
- principio del, 144.
- semplice, 146.

Controllo dell'oscillatore, 100.

CONTROLLO DEL SOVRACCARICO:

- ad azione controllata, 137.
- con diodo smorzatore, 134.
- con partitore di tensione, 138.
- necessità del, 134.
- sul circuito d'antenna, 139.

Controreazione, 185, 187, 189.

Conversione di frequenza, 88.

Convertitore transistor, 90.

Controllo di bilanciamento, 357.

Controllo di sensibilità, 253.

Controllo di tono, 203.

Controllo di volume, 128, 247, 253.

Controllo di volume fisiologico, 203.

CORRENTE:

- assorbita dall'apparecchio, 303.
- di base del transistor, 1, 4, 8, 157.
- di collettore, 8, 31, 39, 155.
- di cresta, 221.
- di riposo, 4.
- di saturazione inversa, 11, 21.
- negativa di polarizzazione, 35, 144.
- di dispersione, 9.
- di polarizzazione, 35, 144.
- di emittore, 8.
- di picco nel primario, 194.

Corrente del transistor, 7.

Correttore, condensatore, 308, 333.

CURVA:

- asimmetrica, 347.

- caratteristiche dei transistor, v. cap. II.
- di risposta dell'amplificatore, MF, 346, 350.
- di selettività, 128.
- ginocchio della, 26.

D

Damping, diodo, 116, 134.

Deboli segnali, caratteristiche, 34.

Decibel, 108.

Dimensioni del trasformatore pilota, 193.

Dimensioni del trasformatore d'uscita, 197.

Diodi rivelatori FM, 350.

Dilettanti, apparecchi per, v. cap. III e XVI.

Diodo, 77.

- a germanio, 40, 44.

— CAF, 359.

— damping, 116, 134.

— di sovraccarico, 135.

— rivelatore, 42, 44, 53, 127.

— smorzatore, 122, 134, 335.

— smorzatore su bobina d'antenna, 139.

— stabilizzatore, 134.

DIODO SMORZATORE: 134, 335.

— ad azione controllata, 137.

— con partitore di tensione, 138.

— nel circuito d'antenna, 139.

— sul primario d'entrata, 139.

Dispersione, corrente di, 9.

Distorsione e controreazione, 115.

Divisore capacitativo, 337.

Dropping, resistenza, 134, 142.

E

Efficienza d'amplificazione, 11.

Efficienza del transistor, 10.

EMITTORE:

— circuito di, 6, 9.

— corrente di, 7, 8.

— del transistor, 1.

— resistenza di, 16, 20, 21.

— tensione di, 17, 18, 35.

Entrata semiaperiodica, 348.

Estensione di gamma, 306.

F

Fattore di merito a carico, 109.

Fattore di merito a vuoto, 109.

Fattore di merito dei circuiti MF, 109.

INDICE ANALITICO-ALFABETICO

FATTORE DI STABILITÀ: 19.

— calcolo del, 20.

Fedeltà di riproduzione sonora, 41.

Ferro al silicio dei lamierini, 192, 198.

FINALE AMPLIFICAZIONE:

— ad un solo transistor, 155.

— a simmetria complementare, 218.

— audio, 40.

— con transistor di potenza, 156.

— single ended, 214.

Filtri di banda, 340.

Filtro per le frequenze disturbo, 354.

Fisiologico, controllo di volume, 203.

FREQUENZA:

— alta, 40, 104.

— bassa, 40.

— cambiamento di, 88.

— del segnale radio, 40.

— in chilocicli, 44.

— media, 106.

— modulazione di, 329.

— slittamento di, 310.

Frequenza AM/FM, controllo automatico, 369.

Frequenza elevatissima, 329.

Frequenza FM controllo automatico, 369.

Frequenza intermedia, 89.

G

GAMMA DI FREQUENZA: 51, 88.

— del circuito oscillatore, 91.

— del segnale in arrivo, 91.

GAMMA DI RICEZIONE: 51, 88.

— estensione di, 306.

Giapponesi apparecchi, 283, 287, 321, 325.

GRUPPO FM, 331.

— amplificatore MF, 363.

— con transistor convertitore, 363.

Guadagno degli stadi, 375.

Guadagno di corrente, 25.

Guadagno di corrente nello stadio, 195.

I

Immagine, interferenza di, 106.

IMPEDEENZA:

— ad alta frequenza, 51, 76.

— della bobina di arresto, 51, 76.

— della bobina mobile, 214.

XVI

INDUTTANZA:

— della bobina di sintonia, 43.

— dell'avvolgimento primario, 197.

Induttori variabili, per FM 335.

Intensità della corrente di riposo, 194.

Interferenza d'immagine, 106.

Intermedia frequenza, v. cap. V.

L

Lamierini di ferro al silicio, 198.

Linea CAV, 146, 148.

Linea di alimentazione, 216, 226.

Linea di alimentazione negativa, 146.

Linea di alimentazione positiva, 232.

Lunghezza d'onda, 42, 84.

M

Manopola di sintonia, 90.

MASSA:

— metallica, 231.

— negativo a massa, 146.

— polarità della, 173.

MEDIA FREQUENZA: 89, 94, 106, 245.

— amplificatore, a, 247.

— con transistor a base comune, 124.

— con un solo transistor, 116.

— interferenza d'immagine della, 106.

— neutralizzazione della, 118.

— oscillazioni parassite nella, 117.

— principio della, 88.

— primo stadio a, 113.

— secondo stadio a, 115.

— selettività della, 108.

Messa a punto dell'apparecchio MF, v. cap. V,
72, 81, 250, 264.

Multivolmetro, 280.

Misuratore d'uscita, 264.

Modulazione, 127.

MODULAZIONE DI FREQUENZA: v. capp. XV
e XVI.

— banda passante a, 346.

— convertitore a 331, 363.

— esempi di apparecchi a, v. cap. XVI.

— esempi di stadi rivelatori a, 352.

— rivelatore a, 350.

— stabilizzazione della MF, a, 341.

— trasformatori MF a, 345.

— unità d'entrata e di conversione a, 331, 363.

INDICE ANALITICO-ALFABETICO

N

NEUTRALIZZAZIONE:

- condensatore di, 118.
- della deriva termica, 16.
- della media frequenza, 118.
- delle oscillazioni parassite, 118.
- dello stadio MF/FM, 341.

Nuclei dei trasformatori MF, 94.

Nucleo della bobina d'oscillatore, 93.

Nucleo ferromagnetico, 91, 100, 111.

Nucleo di mumetal, 261.

O

OC, 310, 329.

OCS, 310, 329.

OM, 83, 283, 310, 329.

Onde radio, 40, 82.

Onde sonore, 40.

Onde ultracorte, 329.

OSCILLATORE:

- bobina 94.
- controllo del, 100.
- dell'unità FM, 331, 338, 363.
- di conversione, 88.
- modulato, 280.
- per OM, OC e OCS, 310.
- separato, 101.

Oscillazione del transistor, 49.

Oscillazione parassite nelle MF, 117.

OUC, 329.

P

Padding, 308, 333.

Pannello a circuiti stampati, 226, 232, 237.

PARTITORE DI TENSIONE: 17, 45, 132, 277.

- con termistore, 178, 179.
- di polarizzazione, 156.
- del rivelatore, 132, 133.
- doppio nello stadio finale, 110, 210, 214, 215.
- esempio pratico, 18, 20.
- principio del, 17.
- resistenze del, 17.
- valori del, 18, 20.
- valori delle resistenze del, 18.

Pendenza della caratteristica, 32.

Personalì apparecchi, 245.

Piano di cablaggio, 226.

Piastra con cablaggi stampati, 241.

Piastrina isolante di pertinax, 232.

Piastrina di fer-rite, 42.

Piastrina porta componenti a circuiti stampati, 244.

Picco, corrente di, 199.

Picco, tensione di, 200.

Pilotaggio di corrente, 192.

PILOTA:

- a due secondari, 208.
 - con OC71, 195.
 - con OC75, 196.
 - correnti nel trasformatore, 194, 195.
 - dimensioni del trasformatore, 192.
 - transistor, 68, 169, 76.
 - trasformatore, 168, 176, 191, 192, 195.
 - stadio pilota, 168, 176, 191, 192, 195.
- Polarità della massa, 113.
- Polarità dei condensatori elettrolitici, 13.

POLARIZZAZIONE:

- corrente di, 6.
- del diodo smorzatore, 128.
- del rivelatore, 132, 150.
- modulata dello stadio finale, 187.
- partitore di, 156.
- regolabile, 133, 150.
- tensione di, 35, 36, 166.

Potenza al primario del trasformatore d'uscita, 200.

Potenza dell'apparecchio radio, 153.

Potenza dello stadio finale, 153, 200.

Potenza d'ingresso, 128.

Potenza di pilotaggio, 191.

Potenza d'uscita, 153, 155.

Potenza massima di collettore, 38, 157.

Potenza sonora, 41.

Potenza, transistor di, 66, 158.

Preamplificatore audio, 152, 216.

Preamplificatore transistor, 169.

Presa auricolare, 156.

Presa di terra, 42, 44.

Primo transistor MF, circuito, 232.

Punto di lavoro dei transistor finali, 179.

Punto di lavoro sulla caratteristica, 29.

Punto di riposo sulla caratteristica, 30.

Q

Q carico, 109.

Q dei circuiti MF, 109.

Q zero, 109.

R

RADIO:

— frequenza, onde, 40, 82.

— segnali, 82, 88.

Rame dei cablaggi stampati, 241.

Rapporto di frequenza, 307.

INDICE ANALITICO-ALFABETICO

Rapporto primario-secondario, 193.
Rapporto segnale-rumore, 117.
Reattanza capacitativa, 13.

REAZIONE:

— a reflex, 61.
— bobina di, 72, 73, 74.
— circuito di, 57, 72.
— comandi di, 73.
— condensatore di, 55, 58.
— inversa, 186.
— principio della, 49.
— regolabile, 55, 58.

REFLEX:

— apparecchi radio, 47, 52, 57.
— a reazione, 61.
— a supereterodina, 267, 270.
— a circuito, 49, 67.
— principio, 48.
Resa d'uscita dell'apparecchio, 153.

RESISTENZA:

— di caduta, 134.
— di carico, 5, 128, 200.
— di controreazione, 177.
— d'ingresso del transistor, 35.
— di rivelazione, 128.
— di stabilizzazione, 177.
— dropping, 134, 142.
— in serie al circuito di base, 194.
— limitatrice, 131.
— NTC, 178.

RESISTENZE:

— codice delle, 51.
— del partitore di tensione, 17, 18, 45.
— valore delle, 50.

Retta di carico, 184.
Ritorno comune, 87.

RIVELATORE:

— a diodo, 41, 44, 71, 77, 127, 129.
— a due diodi, 53, 56.
— a modulazione di frequenza, 350.
— con controllo di bilanciamento, 357.
— discriminatore, 350.
— funzione del, 127.
— polarizzato, 132, 133.
— principio del, 40, 127, 129.
— stadio, 127, 129.

Rotore del cond. variabile, 46.

S

Saturazione, corrente di, 22.

SCALA DI SINTONIA: 83.

— graduata, 74, 84.
— in chilocicli, 83.
— trattino della, 83.

SEGNALE:

— a bassa frequenza, 127.
— all'entrata, 1.
— audio, 4, 40, 127.
— cambiamento di frequenza, 88.
— frequenza del, 84.
— gamma di frequenza, 91.
— interferente, 90.
— radio, 3, 40, 42, 82.
Selettività, 40, 109, 129.
Sensibilità, dell'apparecchio, 117.
Simmetria complementare, 218, 219, 220.
Single ended, stadio finale a, 213.

SMORZATORE:

— ad azione controllata, 137.
— a diodo, 134.
— a transistor, 142.
— circuito, 135.
— con partitore di tensione, 138.
— nel circuito d'antenna, 139.

STABILIZZAZIONE:

— circuito di, 16.
— condensatore di, 119.
— con neutralizzazione, 117, 118.
— con partitore di tensione, v. cap. I.
— degli stadi a MF, 117, 118.

STADIO A MEDIA FREQUENZA, 106, 130.

— con correttore di tensione, 123.
— d'entrata, 116.
— fattore di merito della, 109.
— neutralizzazione dello, 118.
— stabilizzazione dello, 341.

STADIO CONVERTITORE: 97, 319, 332, 338.

— a due transistor, 100, 102.
— a bande OC e OCS, 314.
— componenti dello, 94.
— esempio di, 96.
— OM, OC, OCS, 310.
— resistenze e condensatori del, 94.

STADIO FINALE: 154, 196, 254, 270.

— a due batterie, 210.
— a simmetria complementare, 218, 220.
— audio, 129, 170.
— in controfase, 163, 170, 257.
— messa a punto dello, 183.

INDICE ANALITICO-ALFABETICO

- potenza erogata dello, 200.
- rivelatore reflex, 270.
- senza trasformatore d'uscita, 204, 208.
- single-ended, 212, 283.

STADIO RIVELATORE: 127, 130, 270.

- a modulazione di frequenza, 352.
- a polarizzazione regolabile, 133.
- FM con controllo di bilanciamento, 357.

Statore del cond. variabile, 46.

Strisciolina di ancoraggio, 232.

SUPERETERODINA, APPARECCHI A: 88, 245.

- per dilettanti, 245, 255.
- personale, 245.
- reflex, 267.

T

Tappo luce, 44.

Tascabili apparecchi, v. cap. XIII.

Temperatura, influenza della, 13, 35.

Temperatura e potenza, 38.

TENSIONE:

- base-emittore, 17.
- della batteria e corrente di collettore, 155.
- di collettore, 8, 36, 37.
- di ginocchio, 21, 199.
- di lavoro del transistor, 303, 369.
- di picco sul secondario, 194.
- di polarizzazione, 33, 35, 36, 166.
- di polarizzazione negativa, 3.
- di riposo del collettore, 27.
- partitore di, 17, 45, 132, 138.
- Tensione di collettore, 8, 37.
- Tensione di lavoro, verifica della, 279.
- Termica deriva, 176.
- Termica stabilizzazione, 16.

TERMISTORE: 178.

- compensazione con, 177, 179.
- Terra, presa di, 44.
- Tester, 280.
- Tipi di stadi finali, 294.
- Toni acuti, 203.
- Toni bassi, 203.
- Tono, controllo di, 203.

TRANSISTOR:

- a bassa frequenza, 47.
- amplificatore CAV a, 151.
- amplificatore di corrente a, 1.
- a media frequenza, 268.

- angolo alfa del, 52.
- audio, 48.
- base del, 1.
- beta del, 25.
- CAF, 361.
- caratteristiche del, v. cap. II.
- collettore del, 1.
- complementari PNP-NPN, 220, 221.
- convertitore, 89, 90, 232.
- corrente di dispersione del, 9.
- corrente di riposo del, 199.
- corrente media per, 199.
- correnti del, 7.
- di controllo del sovraccarico, 142.
- di potenza, 66, 158.
- dispersione nel, 9.
- efficienza del, 10.
- emittore del, 21.
- finale, 162.
- finali complementari, 220.
- guadagno di corrente del, 25.
- influenza della temperatura sul, 15.
- mescolatore, 100.
- oscillatore, 90, 100, 362.
- punto di lavoro del, 23.
- pilota, 168, 169, 176, 191, 195.
- principio di funzionamento del, 215.
- radio, 48.
- resistenza d'ingresso del, 35.
- saturazione del, 21.
- sovrappositore, 100.
- tensione di collettore del, 36.

TRASFORMATORE:

- caratteristiche del, 197, 199.
- d'alta frequenza, 89, 104.
- forma e dimensioni del, 194.
- intertransistoriale, 55.
- per stadio finale ad un solo transistor, 156.
- pilota, 169, 176, 191, 195.
- rapporto del, 201.

Trasformatore a bassa frequenza, 55.

TRASFORMATORE A MEDIA FREQUENZA:

- a due circuiti accordati, 121, 122.
- ad un solo circuito accordato, 109.
- aspetto esterno del, 110.
- banda passante del, 346.
- con avvolgimento terziario, 344.
- costruzione del, 259.
- caratteristiche costruttive del, 111.
- coppetta ferromagnetica del, 111.
- di tipo commerciale, 115.
- nucleo di ferrite del, 111.
- numero spire primarie del, 112.
- parti componenti del, 111.
- schermo metallico del, 111, 191, 195.
- supporto del, 110.

INDICE ANALITICO-ALFABETICO

TRASFORMATORE D'USCITA: 45, 176, 197.

- caratteristiche del, 197.
- cartoccio del, 100.
- costruzione del, 159, 197.
- lamierini del, 159.
- nucleo del, 198.
- per un solo transistor, 158.
- rapporto del, 200.
- stadio finale senza, v. cap. X.

TRASFORMATORE PILOTA:

- costruzio. e del, 261.
 - dimensioni del, 193.
 - lamierini del, 192.
 - rapporto del, 193.
 - rocchetto del, 192.
- Traslatore d'entrata, 366.
Trimmer, 99.

U

UNITÀ DI CONVERSIONE FM: 331.

- ad induttori variabili, 335.
- amplificazione MF, 331, 363.
- caratteristiche della, 331, 363.

— schermo dell', 338.

Unidirezionale conduttività, 127.

Uscita, potenza di, 153, 155.

Uscita, resa d', 153.

Uscita, trasformatore d', 45, 100, 159, 176, 197, 200.

V

Valore beta, 25, 195.

Valore della media frequenza, 106.

Variabile, condensatore, 54, 74, 81, 85, 86, 92.

Variatione controllata, potenziometro a, 356.

Variatione di capacità, 305.

— del CAF, 362.

Vary - cap., condensatore, 359.

VCE, 8.

Volume, controllo, di, 128, 247, 253.

Volume, controllo automatico di, v. cap. VII.

VL, 45.

Volt-lavoro, 45.

Voltmetro elettronico, 280.

Z

Zero capacità, 305.

ASPETTI FONDAMENTALI DELL'APPARECCHIO RADIO A TRANSISTOR

I TRANSISTOR E LE VALVOLE. — Benchè i transistor funzionino in modo completamente diverso da come funzionano le valvole, vi è una certa analogia tra gli uni e le altre. Il segnale da amplificare giunge all'entrata dei transistor, ed esce amplificato alla loro uscita, come avviene per le valvole. C'è un elettrodo di controllo tanto nelle valvole quanto nei transistor; nelle valvole è la *griglia*, nei transistor è la *base*.

Oltre alla *griglia* controllo, nelle valvole c'è l'elettrodo al quale giunge la corrente elettronica, la *placca*; nei transistor c'è il *collettore*.

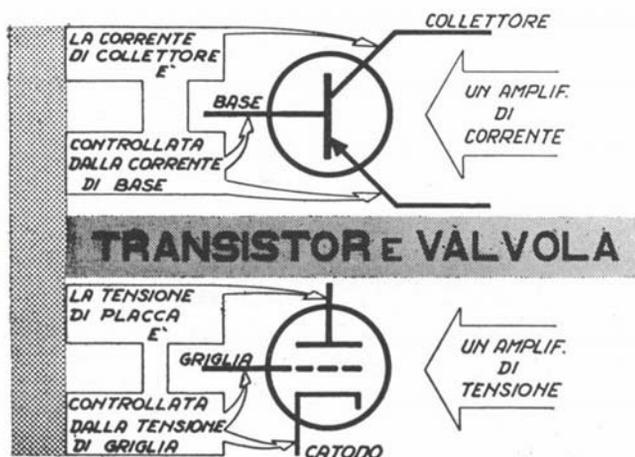


Fig. 1.1. — Raffronto tra valvola e transistor.

L'elettrodo che fornisce la corrente elettronica è il *catodo* nelle valvole, ed è l'*emittore* nei transistor. Poichè però il funzionamento dei transistor è diverso da quello delle valvole, sia per il modo come viene ottenuta la corrente elettronica, sia per come viene controllata, l'analogia regge poco, e può generare confusione. La corrispondenza tra i tre elettrodi non va presa alla lettera; una effettiva corrispondenza tra transistor e valvole non esiste.

La differenza basilare tra valvole e transistor è che le prime sono dei dispositivi elettronici adatti per amplificare tensioni alternative, mentre i transistor sono dei dispositivi elettronici adatti per amplificare correnti alternative. La valvola è un'amplificatrice di TENSIONE; il transistor è un amplificatore di CORRENTE.

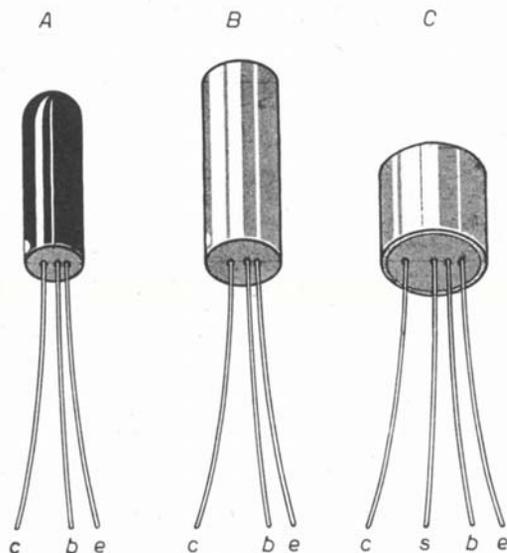


Fig. 1.2. - Aspetto esterno dei principali transistor per apparecchi radio. Il transistor di tipo A) è adatto per amplificazioni audio precedenti lo stadio finale, come ad es. OC71 e l'OC75. Il tipo B) è adatto per stadi finali, come l'OC72 e l'OC74. Infine, il tipo C) è il transistor per la sezione radio, come ad es. l'AF114, l'AF115, l'AF116, ecc.

Ciò avviene perchè nell'interno delle valvole, tra i suoi elettrodi vi è un alto vuoto, mentre nell'interno dei transistor vi è un cristallo semiconduttore, ossia un solido.

Il segnale è sempre formato da due parti: tensione e corrente; che venga amplificata la sua tensione, oppure la sua corrente, è la stessa cosa; il risultato non cambia, cambiano invece i circuiti. Quelli degli apparecchi a valvole sono adatti per l'amplificazione di tensione; quelli degli apparecchi a transistor sono adatti per l'amplificazione di corrente.

IL SEGNALE ALL'ENTRATA. — La fig. 1.3 indica, in alto, un segnale da amplificare. Supponendo che esso debba venir amplificato da una valvola, va considerata la sua tensione; il segnale in questo caso è una tensione alternativa, formata da semionde positive e da semionde negative. In figura sono indicate due semionde positive, e una negativa. La tensione varia da più a meno 6 volt, supponendo che si tratti di un segnale audio.

La valvola che lo deve amplificare è provvista di una certa *tensione negativa*

di griglia, detta anche *tensione di polarizzazione negativa*. Tale tensione, nell'esempio è di -6 volt.

Il segnale in arrivo fa variare la tensione di griglia, come indicato in basso nella stessa figura. Le semionde positive « incidono » nella tensione di griglia, in quanto annullano una sua parte; le semionde negative si sommano alla tensione negativa di griglia. La tensione negativa di griglia di riposo era di -6 volt; ora, per la presenza del segnale, varia tra 0 e -12 volt.

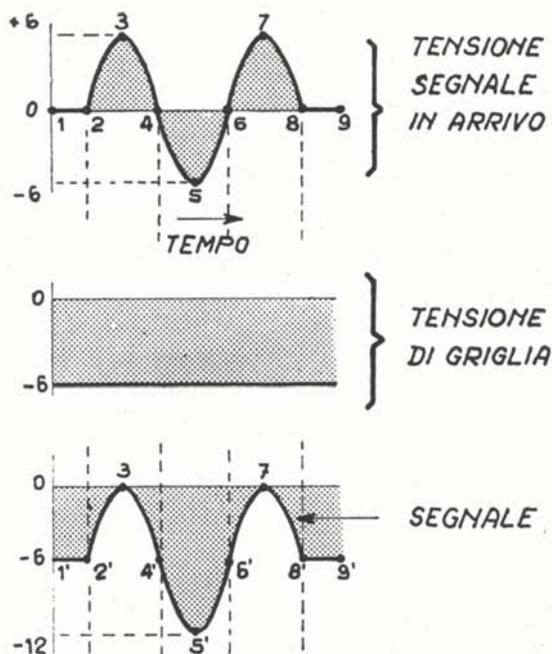


Fig. 1.3. - Le valvole amplificano la tensione del segnale.

La variazione della tensione di griglia determina quella più ampia della tensione di placca della valvola. In tal modo il segnale si presenta amplificato all'uscita. Questa è la nozione basilare nell'elettronica delle valvole.

All'entrata di un transistor, lo stesso segnale anziché variare la tensione negativa di griglia, varia la corrente negativa di base, come indicato dalla fig. 1.4. Come detto, il segnale è sempre costituito da due parti, una variazione di tensione e una corrispondente variazione di corrente. È come dire che se vi è una corrente che percorre una resistenza, vi è pure una tensione ai capi della resistenza stessa; l'una provoca l'altra; non vi può essere una corrente in una resistenza senza che vi sia una tensione ai suoi capi, e viceversa.

Le onde radio captate dall'antenna provocano nel circuito d'entrata una tensione alternativa e una corrente alternativa; l'insieme forma il segnale radio in ar-

rivo. Nello stesso modo il fonorivelatore del giradischi fornisce una tensione alternativa e una corrente alternativa, ossia un segnale audio.

LA CORRENTE DI BASE DI RIPOSO. — All'entrata del transistor vi è una corrente continua, sempre presente; anche se non vi è nessun segnale, e l'apparecchio, pure funzionando, non riproduce voci e suoni, vi è tale corrente, detta di riposo. Non appena inizia la trasmissione, e l'apparecchio capta onde radio, e vi è perciò un segnale, allora alla corrente continua si aggiunge quella del segnale.

Nella figura, in alto, è indicata la corrente di base di riposo, è una corrente

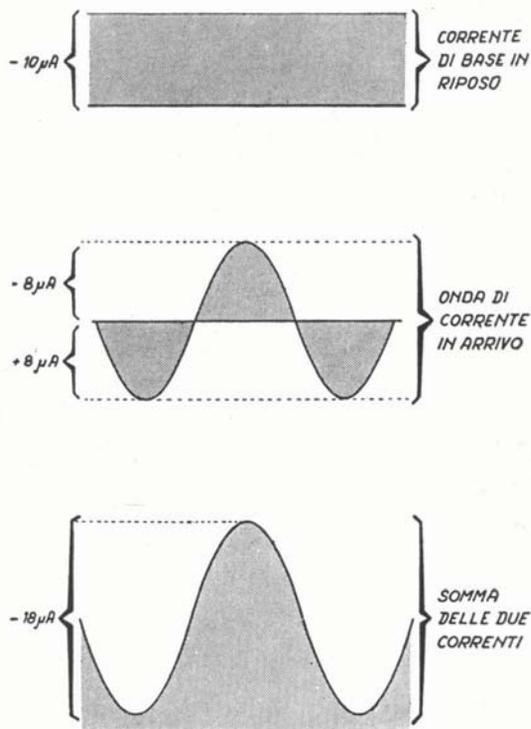


Fig. 1.4. — I transistor amplificano la corrente del segnale.

negativa; vien detta *corrente negativa di polarizzazione*. È detta negativa perché alla base del transistor è applicata una tensione negativa. In figura è di 10 microampere, abbr. $-10 \mu A$. Essa viene stabilita secondo criteri che saranno indicati in seguito.

Al centro, nella figura, vi è il segnale in arrivo. È indicato con un'onda sinusoidale, per semplicità. È formato da una corrente ondeggiante; nell'esempio ciascuna delle semionde è di 8 microampere; vi è la semionda negativa di $-8 \mu A$, e vi è la semionda positiva di $+8 \mu A$.

Le due correnti, quella di base e quella del segnale, si sommano. Supponendo

che la prima ad arrivare sia la semionda positiva, à destra, essa annulla una parte della corrente di base; sono due correnti eguali e contrarie, e non possono far altro che annullarsi. La semionda positiva si « incide » nella corrente di base del transistor.

Segue poi la semionda negativa del segnale, quella al centro. Essendo negativa, essa si somma a quella di base; ne risulta una corrente più ampia.

La seconda semionda positiva determina un secondo avvallamento. Ne risulta la corrente ondeggiante, indicata in basso in figura. Vi è una differenza notevole tra la corrente del segnale, e la corrente che risulta dalla somma del segnale più quella di riposo. La prima è alternativa, ossia positiva e negativa; la seconda è soltanto negativa; è una corrente negativa *modulata*.

Se il segnale all'entrata fosse stato di ampiezza superiore, ad es. formato da semionde di 15 microampere, anzichè di 8, la corrente di riposo non sarebbe stata sufficiente. Oltre alla corrente negativa modulata ci sarebbero state delle punte di corrente positiva; la modulazione sarebbe stata eccessiva. In tal caso sarebbe stato necessario elevare la corrente di riposo, portarla ad almeno 16 microampere. Con corrente di base di 10 microampere si sarebbe ottenuta una forte distorsione, dovuta alla sovr modulazione.

La corrente modulata di base provoca il passaggio di un'altra corrente simile ad essa, di ampiezza maggiore, all'uscita del transistor, ossia nel circuito di collettore. La corrente modulata di base determina quella modulata di collettore.

CIRCUITI BASILARI. — In fig. 1.5 è indicato il circuito basilare a valvola; si tratta di un circuito adatto per l'amplificazione di segnali audio. Può dare un'idea del funzionamento generale dei circuiti amplificatori.

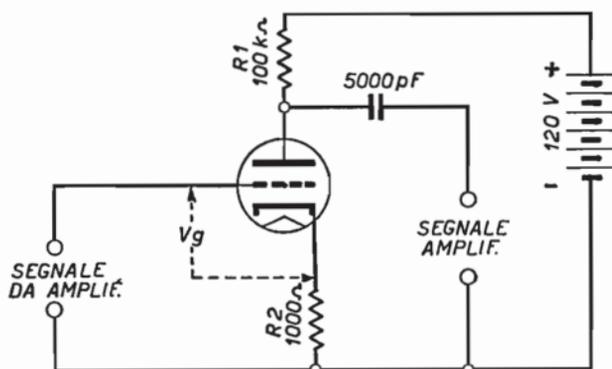


Fig. 1.5. — La valvola funziona con una tensione negativa di polarizzazione.

Affinchè la valvola funzioni da amplificatrice, è necessario sia inserita in un circuito, comprendente due resistenze, la R1 e la R2. La resistenza R1, di 100 chiloohm, è la resistenza di carico. Il segnale amplificato viene prelevato dalla placca della valvola tramite un condensatore di 5 000 pF.

L'altra resistenza, la R_2 , di 1000 ohm, ha il compito di fornire la tensione negativa di griglia, indicata con V_g , è presente tra la griglia e il catodo. Senza tale resistenza, non vi sarebbe tensione negativa di griglia.

In fig. 1.6 è indicato il circuito amplificatore a transistor. La resistenza di carico R_1 ha lo stesso compito: essa consente la formazione del segnale amplificato. Il suo valore è più basso, è di 3,3 kilohm, anziché di 100 kilohm. Il segnale viene prelevato tramite il condensatore elettrolitico di 5 microfarad, 6 volt-lavoro. Perchè sia necessario un condensatore di capacità tanto maggiore, sarà detto in seguito.

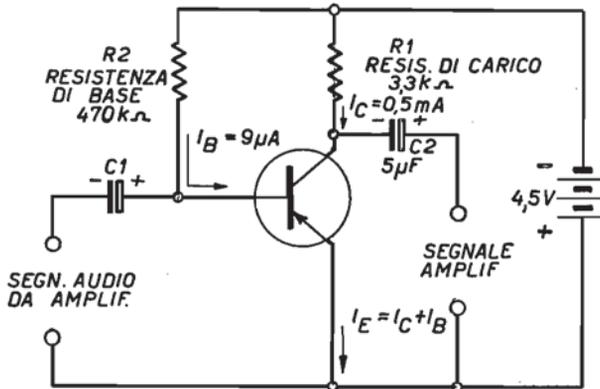


Fig. 1.6. - Circuito basilare a transistor.

La resistenza R_2 anziché essere collegata nel circuito di emittore, corrispondente al catodo, è invece inserita tra la base e il polo negativo della batteria di pile da 4,5 volt. È per la presenza di tale resistenza che la base ha una corrente negativa di riposo, ossia di polarizzazione, indicata con I_B .

L'intensità della corrente di base dipende dal valore della resistenza R_2 , e dalla tensione della batteria.

Alla corrente di base del transistor corrisponde una certa corrente di collettore; è come dire che ad una certa corrente d'entrata ne corrisponde una d'uscita. Quale sia questa corrispondenza dipende dal tipo di transistor. Supponendo che si tratti di un transistor audio, adatto per la preamplificazione del segnale, la corrente di base di riposo può essere di 9 microampere, come indicato in figura; in tal caso, la corrente di collettore di riposo è di 500 microampere, ossia 0,5 milliampere, come indicato.

È anzitutto necessario, quindi, che nel circuito di base vi sia una corrente d'intensità di 9 microampere. Affinchè ciò avvenga occorre che la resistenza R_2 abbia un valore adatto; è da tale resistenza che dipende l'intensità della corrente di base.

Il valore della resistenza R_2 viene indicato in kilohm, ossia in migliaia di ohm ($k\Omega$). Esso risulta molto semplicemente dal seguente rapporto:

$$\begin{aligned} \text{Resistenza di base} &= \frac{\text{Tensione della batteria in volt}}{\text{Corrente di base in microampere}} \times 1\,000 = \\ &= (4,5 : 9) \times 1\,000 = 500 \text{ chiloohm} \end{aligned}$$

In pratica non si può utilizzare una resistenza di 500 k Ω , è necessario adoperare la resistenza di valore più prossimo, di produzione normale, ossia quella di 470 k Ω .

Il valore della resistenza di carico, R_1 , non va calcolato; esso dipende dal tipo di transistor e dalla tensione della batteria; essendo la batteria di 4,5 volt, il suo valore è di 3,3 chiloohm.

LE TRE CORRENTI DEI TRANSISTOR. — Le correnti indicate dalla figura, nel circuito del transistor, sono tre:

I_c = corrente di collettore,

I_b = corrente di base,

I_e = corrente di emittore.

Esse corrispondono, all'incirca, alle correnti di placca, di griglia e di catodo delle valvole.

La corrente di collettore viene modulata dal segnale amplificato, la corrente di base ospita il segnale da amplificare; la corrente di emittore non è altro che il ritorno delle due correnti.

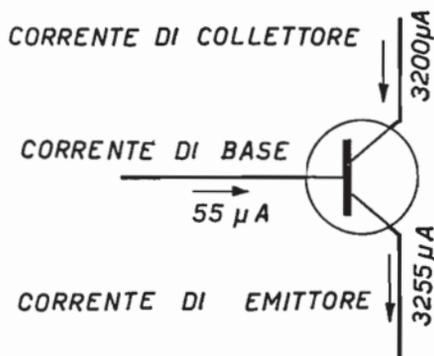


Fig. 1.7. — Le tre correnti del transistor.

LA CORRENTE DI COLLETTORE. — È la corrente principale del transistor; la sua intensità varia da un transistor all'altro, a seconda del tipo, e quindi dell'impiego. Per un transistor audio, di piccola potenza, come l'OC71 essa può essere di 0,7 mA, qualora la corrente di base sia minima, ad es. 10 microampere; sale a 4,3 mA se la corrente di base sale a 100 microampere.

Però, la corrente di collettore, anche per transistor dello stesso tipo, può va-

riare entro certi limiti. I transistor OC71 sono normali tanto se la loro corrente di collettore è di 0,7 mA, come indicato, quanto se essa è inferiore, ad es. 0,5 mA, oppure maggiore, ad es. 1 mA, sempre alla stessa corrente di base di 10 microampere, ciò per la notevole diversità delle caratteristiche dei transistor, anche dello stesso tipo.

Un altro transistor, simile all'OC71, e cioè l'OC75, ha una corrente di collettore un po' maggiore; in media essa è di 1,1 mA per corrente di base di 10 microampere. Per la stessa corrente di base, quella di collettore può essere compresa tra 0,8 e 1,8 mA.

I transistor impiegati in coppia nello stadio finale degli apparecchi radio sono percorsi da una corrente di collettore di intensità adeguatamente più ampia. Anche la corrente di base che la determina è proporzionatamente maggiore, e non può essere paragonata a quella dei transistor audio preamplificatori. Per il transistor finale OC72, la corrente di collettore è, in media, di 9 mA con corrente di base di 100 microampere, in assenza di segnale, e in classe A. Negli apparecchi radio, i transistor finali funzionano in classe B, per cui la corrente di collettore dipende fortemente dall'ampiezza del segnale all'entrata.

Per i transistor di potenza, da autoradio, la corrente di collettore è molto intensa, per cui viene indicata in ampere. Ad es. per l'OC26, la corrente di collettore media è di 1,8 ampere, con 60 milliampere di corrente di base, ciò che consente la resa d'uscita di 4 watt, con un solo transistor finale, in classe A.

LA CORRENTE DI BASE. — È la corrente che provvede al pilotaggio del transistor, e che con la propria variazione d'ampiezza applica il segnale in arrivo nel circuito amplificatore. È proporzionata all'intensità del segnale in arrivo, quindi è minima nei transistor radio, media in quelli audio e massima in quelli finali di potenza. Viene indicata in microampere per i transistor radio e audio di piccola potenza, e in milliampere per quelli finali. Per un transistor AF116, da media frequenza, può essere di 6 μ A, per un OC71 di 50 μ A, per un transistor finale OC72 può essere di 1 mA, mentre per un transistor di potenza come l'OC26, può essere, come detto, di 60 mA.

LA CORRENTE DI EMITTORE. — È la corrente di ritorno delle correnti di collettore e di base; la sua intensità è perciò la somma di queste due correnti. Essa ha senso opposto a quello delle due correnti di collettore e di base.

TENSIONE DI COLLETORE. — È la tensione negativa applicata al collettore del transistor, e misurata tra il collettore e l'emittore. È indicata con VCE.

Essa corrisponde alla tensione della batteria di pile meno la tensione di caduta ai capi della resistenza di carico. Tale tensione di caduta è data da:

$$(\text{Corrente di collettore in mA} \times \text{Resistenza di carico in } \Omega) : 1\ 000.$$

Se la resistenza di carico è 3 300 ohm e la corrente di collettore è di 0,5 milliampere, come nell'esempio fatto, la caduta di tensione è di

$$(0,5 \times 3\ 300) : 1\ 000 = 1,65 \text{ volt.}$$

In tal caso, se la tensione della batteria è di 4,5 volt, quella di collettore è di
 $4,5 - 1,65 = 2,85$ volt.

Affinchè la tensione di collettore non risulti troppo bassa, la resistenza di carico non può superare un certo valore; i valori normalmente utilizzati sono: 3,3 k Ω , 3,9 k Ω e 4,7 k Ω .

L'accoppiamento offre il vantaggio di poter far funzionare il transistor con maggior tensione di collettore, essendo più basso il valore della resistenza a corrente continua dell'avvolgimento primario del trasformatore. Esso può essere di 200 ohm. In tal caso la caduta di tensione ai suoi capi sarebbe stata, nell'esempio fatto, con corrente di collettore di 0,5 mA, di appena 0,1 volt, e la tensione di collettore sarebbe stata di 4,4 volt.

La corrente di dispersione del transistor.

Oltre alle tre correnti indicate, è da considerare una quarta corrente, distinta dalle precedenti, perchè misurata « fuori circuito ». È una corrente caratteristica del transistor. È la corrente che circola nel transistor quando ad esso viene applicata una tensione tra il collettore e l'emittore, mentre il terminale di base è staccato. È detta *corrente di dispersione* o di fuga, o anche *corrente di saturazione inversa*; quest'ultimo termine è usato perchè è la corrente più bassa del transistor .

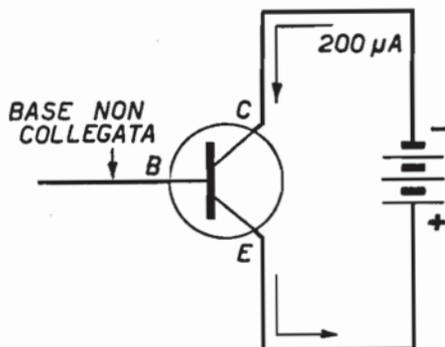


Fig. 1.8. - La corrente di dispersione del transistor.

La fig. 1.8 indica un transistor collegato ad una batteria di pile; il suo collettore è collegato al polo negativo, l'emittore a quello positivo. La base del transistor è staccata. In queste condizioni vi è una certa corrente, che è appunto la corrente di dispersione, la minima corrente che passa nel transistor con quella data tensione.

Nell'esempio la corrente di dispersione è di 200 microampere.

La corrente di dispersione dipende dal transistor e dalla sua efficienza. Nel caso del transistor OC71 essa può andare da un minimo di 150 microampere, ad un massimo di 325 microampere. Il transistor si considera in buone condizioni di fun-

zionamento tanto se presenta una dispersione minima, di 150 μA , quanto se presenta una dispersione di 325 μA . Ciò non sarebbe possibile per una valvola di qualsiasi tipo, poichè le valvole hanno caratteristiche precise, mentre i transistor hanno caratteristiche incerte.

Non è la stessa cosa che il transistor abbia bassa o alta corrente di conduzione; se la corrente è bassa, minore di 150 μA , esso risulta poco efficiente, di scarsa potenza; se la corrente è alta, ad es. di 300 μA o più, tende a deteriorarsi con maggior facilità, in quanto risente di più delle variazioni di temperatura. Tutti i transistor risentono tali variazioni, e tutti si deteriorano se la temperatura è eccessiva; però i transistor ad alta corrente di dispersione si deteriorano prima degli altri.

È opportuno effettuare la misura della corrente di dispersione dei transistor all'atto della loro utilizzazione, con un tester.

Valori di corrente di dispersione per tre diversi transistor audio:

OC71	150 μA min.	200 μA medio	325 μA mass.
OC72	50 μA min.	125 μA medio	300 μA mass.
OC75	350 μA min.	425 μA medio	550 μA mass.

Come si vede, la corrente di dispersione varia notevolmente da un tipo all'altro di transistor; i valori medi sono indicati nelle caratteristiche di funzionamento dei transistor. Una corrente di dispersione di 425 microampere può essere esorbitante per un OC71, tale da farlo scartare, e può essere media per un OC75.

DUE CORRENTI DI DISPERSIONE. — La corrente di dispersione collettore-emittore non è sempre indicata; a volte, al suo posto è indicata un'altra corrente di dispersione, la collettore-base, con emittore staccato. È la corrente che scorre nel transistor quando la tensione viene applicata tra il suo collettore e la sua base, soltanto tra di essi.

Questa corrente di dispersione è minore di quella di collettore-emittore, e non va confusa con essa. Ad es. per il transistor audio OC74, adatto per stadi finali in controfase, essa è compresa tra 10 e 20 microampere. È normale se è di 15 microampere.

È questa la corrente di dispersione indicata per tutti i transistor impiegati negli stadi a radio o a media frequenza degli apparecchi. Ad es. per il transistor AF116, usato per la media frequenza, essa è di 1,2 microampere, se il transistor è in condizioni normali; può raggiungere gli 8 microampere, ma se li supera, il transistor è da scartare.

Ciò vale anche per gli altri transistor utilizzati nei primi stadi dell'apparecchio radio, come ad es. l'AF115 e l'AF117.

Efficienza del transistor.

Una piccola variazione nella corrente di base deve provocare una forte variazione nella corrente di collettore del transistor, affinché esso sia in grado di amplificare, e sia perciò utilizzabile. Il principio fondamentale del transistor è appunto

nella sua capacità di fornire un'ampia variazione nella corrente di collettore, in corrispondenza ad una piccola variazione in quella di base. È in tal modo che la corrente del segnale da amplificare provoca il passaggio della corrente del segnale amplificato.

Per constatare quale sia l'efficienza del transistor, è sufficiente controllare prima la corrente di dispersione, applicando una tensione tra il collettore e l'emittore, come già indicato dalla fig. 1.8, e poi controllare quale sia l'aumento della corrente di collettore se alla base viene fatta giungere una debole corrente.

In A di fig. 1.9 è indicato un transistor audio di tipo qualsiasi, ad es. un OC71, al quale è applicata la tensione di 4,5 volt fornita da una batteria di pile. Alla sua base giunge una corrente di 10 microampere, ottenuta con una resistenza di 450 chiloohm. In queste condizioni la corrente di collettore è di 650 microampere.

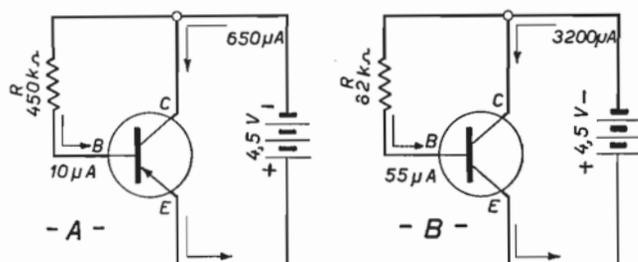


Fig. 1.9. - Principio di funzionamento del transistor; l'aumento della corrente di base provoca il passaggio di una più intensa corrente del collettore.

Se, staccando la resistenza R , la corrente di collettore scende notevolmente, ad es. da 650 passa a 200 microampere, il transistor è da considerarsi di normale efficienza.

Per avere un'idea approssimativa di quale possa essere il suo grado di amplificazione, basta sostituire la resistenza di 450 chiloohm con altra di valore minore, ad es. di 82 chiloohm. In tal caso la corrente di base aumenterà da 10 a 55 microampere.

Nell'esempio fatto, la corrente di collettore passa da 650 a 3 200 microampere, come indicato in B) della figura.

L'efficienza di amplificazione del transistor è data in questo caso dal rapporto tra la variazione della corrente di collettore per quella di base, ossia:

$$\begin{aligned} \text{Amplificazione} &= \frac{\text{Variazione nella corrente di collettore}}{\text{Variazione nella corrente di base}} = \\ &= \frac{(3\,200 - 650)}{(55 - 10)} = \frac{2\,250}{45} = 48 \text{ circa.} \end{aligned}$$

L'amplificazione consentita dal transistor è in questo caso di 48; è un'amplificazione normale per un transistor audio; essa sarebbe del tutto inadeguata per un transistor radio; l'amplificazione ottenibile con transistor radio può superare i 200.

Come varî la corrente di collettore in un normale transistor audio, del tipo OC71, al variare della corrente di base, è riassunto come segue:

Corrente di base (in microampere)	Corrente di collettore (in milliampere)
0	0,2
10	0,6
20	1,2
30	1,8
40	2,4
50	3,0
60	3,6
70	4,2
80	4,8
90	5,5
100	6,2
110	6,7
120	7,3
130	7,9

Il condensatore di accoppiamento.

Negli apparecchi a transistor, il condensatore di accoppiamento tra uno stadio audio e il seguente è di valore elevato, da 3 a 10 microfarad, per cui è un elettrolitico. Negli apparecchi a valvole, esso è di 10 000 picofarad.

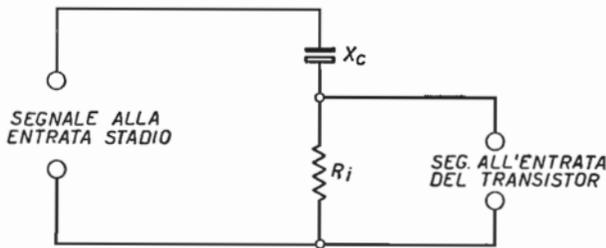


Fig. 1.10. - Effetto del condensatore di accoppiamento.

La necessità dell'alto valore del condensatore di accoppiamento risulta evidente se si tiene conto del basso valore della resistenza d'ingresso dei transistor, ossia della resistenza tra la loro base e la massa. Tale resistenza è dell'ordine di 1 000 ohm. La resistenza di griglia delle valvole amplificatrici audio è invece, in media, di 500 000 ohm.

Il segnale da amplificare, all'entrata dello stadio a transistor, si trova applicato tra il condensatore di accoppiamento e la massa, ossia ai capi del circuito formato dal condensatore e dalla resistenza d'ingresso, in serie, come indica la fig. 1,10. Il segnale audio è una tensione alternativa la cui frequenza è compresa tra 50 e 10 000 cicli; il condensatore di accoppiamento gli oppone una resistenza inversamente proporzionale alla frequenza, detta *reattanza capacitativa*.

Tale reattanza varia ampiamente a seconda della frequenza, essendo determinata da

$$1\ 000\ 000$$

$$2\pi \times \text{frequenza in cicli} \times \text{capacità in microfarad}$$

Se il condensatore è di 0,1 microfarad, la reattanza è di 32 000 ohm alla frequenza di 50 cicli, e di 1 600 ohm a quella di 10 000 cicli.

Utilizzando un condensatore di 0,1 microfarad in uno stadio a transistor, solo le frequenze più alte del segnale verrebbero amplificate, poichè in corrispondenza di esse sole, la reattanza del condensatore non sarebbe sproporzionata rispetto la resistenza d'ingresso.

Per le capacità di alto valore, la reattanza, alla frequenza di 50 cicli, è la seguente:

Capacità	Reattanza
0,1 μF	32 000 ohm
1 μF	3 200 ohm
5 μF	630 ohm
10 μF	320 ohm

Come si vede, le reattanze di 630 e di 320, corrispondenti alle capacità di 5 e di 10 microfarad, sono bene adatte per gli stadi a transistor, in cui la resistenza d'ingresso e, come detto, di circa 1 000 ohm.

In pratica sono impiegati condensatori di accoppiamento di 3, 5, 6 e 10 microfarad, con tensioni di lavoro di 3, 6, 8, 10 e 12 volt. Nei piccoli apparecchi, di tipo tascabile, in cui la riproduzione delle frequenze basse non ha importanza, la capacità può essere di 3 o di 5 microfarad; negli apparecchi a modulazione d'ampiezza e di frequenza è sempre di 10 microfarad.

I condensatori elettrolitici presentano l'inconveniente della corrente di dispersione, non essendo il loro isolamento molto accurato; tale corrente può costituire un danno notevole, poichè si somma alla corrente di base del transistor, alterandola. Per questa ragione non è opportuno utilizzare condensatori elettrolitici a tensione di lavoro molto bassa, di 3 o di 6 volt, data la maggior corrente di dispersione, a meno che non sia indispensabile il minimo ingombro.

POLARITA' DEI CONDENSATORI Elettrolitici DI ACCOPPIAMENTO. — È opportuno che l'elettrolitico d'entrata, quello collegato al primo transistor, abbia il polo negativo collegato alla base, mentre tutti gli altri elettrolitici abbiano il polo

positivo collegato alla base. La tensione al collettore è elevata rispetto quella della base, per cui essendo il collettore più negativo, va collegato al polo negativo dell'elettrolitico.

Amplificazione con più transistor.

Il segnale amplificato da un transistor può venir successivamente ancora amplificato da un secondo transistor; è sufficiente che i due transistor siano collegati in modo che il segnale amplificato dal primo si trasferisca all'entrata del secondo come in fig. 1.11. Occorre disporre il circuito in modo che vi sia una adeguata intensità di correnti nei due transistor; nel primo vi deve essere una corrente di base ridotta, nel secondo essa deve essere d'intensità superiore; a ciò si provvede riducendo adeguatamente il valore della resistenza di carico.

Se il segnale audio da amplificare è debole, proveniente ad es. dal circuito rivelatore, i due transistor possono essere dello stesso tipo, ad es. due OC71 o altri simili.

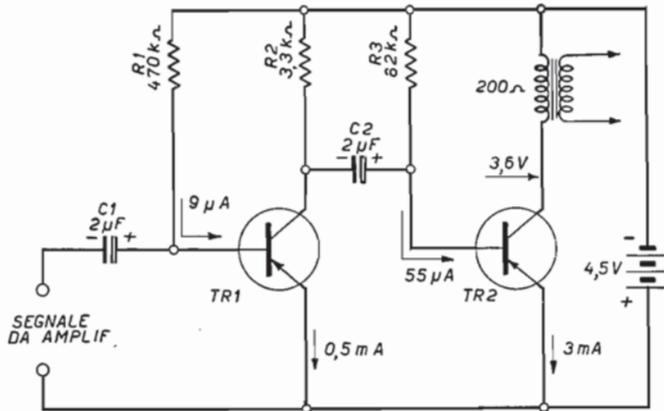


Fig. 1.11. - Due transistor collegati a capacità-resistenza.

Il primo di essi è collegato all'entrata con un condensatore elettrolitico di 2 microfarad, 6 volt-lavoro (C1). La corrente di base è di circa 9 microampere, affinché la corrente di collettore possa essere di 0,5 milliampere. La resistenza di base R1 è perciò di 470 chiloohm. Tale valore è quello normalmente disponibile; gli altri due valori più vicini sono: 390 e 560 chiloohm. Tra questi tre valori, quello che si presta meglio è quello di 470 chiloohm.

La resistenza di carico del primo transistor, R2, è di 3,3 kΩ; resistenze di 3,9 o di 4,7 kΩ, sono egualmente bene adatte; esse determinano una maggior caduta di tensione.

La resistenza di base del secondo transistor, R3, è di 82 kΩ affinché la corrente di base possa essere di 55 microampere, e quindi quella di collettore di 3 milliampere.

Nel circuito di collettore del secondo transistor vi è l'avvolgimento primario di

un trasformatore; esso serve a collegare il terzo transistor, finale, oppure l'auricolare da otophone per l'ascolto. La resistenza alla corrente continua è di 200 ohm, perciò la caduta di tensione ai suoi capi è:

$$\begin{aligned} \text{Caduta di tensione (in volt)} &= (\text{Tensione batteria} \times \text{Resistenza in ohm}) : 1\,000 = \\ &= (4,5 \times 200) : 1\,000 = 0,9 \text{ volt.} \end{aligned}$$

In tal modo, la tensione di collettore risulta di $4,5 - 0,9 = 3,6$ volt. La potenza dissipata dal collettore è data dall'intensità della sua corrente moltiplicata per la sua tensione. È espressa in milliwatt. Risulta: $3,6 \times 3 = 10,8$ milliwatt, in assenza di segnale.

Le resistenze sono tutte da $1/8$ o di $1/4$ di watt. La loro tolleranza è generalmente del 10 per cento, per cui possono risultare di valore diverso da quello indicato. Anche i transistor però possono avere caratteristiche alquanto diverse, fra quelli dello stesso tipo. Ne risulta che per far funzionare ciascuno dei due transistor nel modo migliore, con le correnti indicate, è necessario disporre di uno strumento di misura e di effettuare il controllo delle intensità di corrente.

Influenza della temperatura sul funzionamento dei transistor.

I transistor devono venir protetti contro l'aumento della temperatura ambiente, ciò che invece non è necessario per le valvole. Tale protezione è necessaria poichè i transistor vengono percorsi da correnti la cui intensità aumenta con l'aumentare della temperatura ambiente.

Se le valvole degli apparecchi radio provvedessero all'emissione elettronica alla temperatura ambiente, anzichè a quella necessaria per rendere incandescente il cilindretto metallico che forma il loro catodo, presenterebbero lo stesso grave inconveniente dei transistor. Se venissero costruite per l'emissione elettronica normale alla temperatura di 25°C , esse risentirebbero notevolmente di qualsiasi variazione di temperatura; la loro corrente di placca aumenterebbe fortemente per un aumento di 10°C .

Il funzionamento delle valvole è indipendente dalle variazioni di temperatura dell'ambiente, perchè l'emissione elettronica avviene a temperatura molto alta, per la quale sono trascurabili 10°C in più o in meno. Il funzionamento dei transistor dipende dalle variazioni di temperatura dell'ambiente, appunto perchè sono costruiti per funzionare a bassa temperatura, quella di 25°C . L'« emissione » elettronica dei transistor avviene a « freddo », alla temperatura ambiente normale.

Un esempio pratico è fornito dal transistor audio OC71. La sua corrente di dispersione, ossia quella tra il collettore e l'emittore in assenza della corrente di base, ha un'intensità che dipende dalla temperatura ambiente nel seguente modo:

Corrente di dispersione	Temperatura
150 microampere	25°C
350 »	35°C
1 200 »	45°C
2 400 »	55°C

Come si può notare, il transistor OC71 non può più funzionare a 45 °C, in quanto la corrente di dispersione è già di 1,2 milliampere; a 55 °C tale corrente è al massimo, e satura il transistor. Se la temperatura aumenta ancora, il transistor viene distrutto per l'eccessiva corrente che lo percorre.

Le correnti sopra indicate sono quelle in assenza della corrente-base; poichè negli apparecchi radio i transistor hanno sempre una certa corrente-base, quando sono in funzione, è facile intendere come le correnti di lavoro possano raggiungere valori intollerabili anche con aumenti poco elevati di temperatura.

Avviene però una certa compensazione automatica, in quanto gli aumenti di corrente determinano maggiori cadute di tensione ai capi della resistenza di carico, e quindi minor tensione di collettore.

In pratica essa non è sufficiente, per cui occorre proteggere i transistor con un circuito stabilizzatore.

Il circuito stabilizzatore.

In fig. 1.6 è indicato un transistor amplificatore in circuito non stabilizzato; la fig. 1.12 illustra lo stesso transistor, in circuito stabilizzato, protetto contro gli aumenti di temperatura. La resistenza R2 di fig. 1.6 è stata sostituita con due resistenze (R1 e R2), e in più vi è la resistenza R4, inserita nel circuito di emittore.

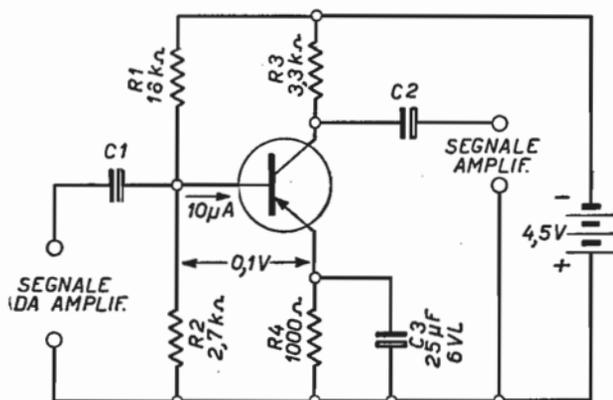


Fig. 1.12. - Transistor collegato in modo da assicurare la stabilizzazione termica.

Mentre nel circuito di fig. 1.6 la corrente di base del transistor dipende unicamente dalla resistenza R2, nel circuito di fig. 1.12 essa dipende dalla tensione esistente tra la base e l'emittore, ossia dalla differenza tra la tensione di base e la tensione di emittore. La tensione di base è determinata dalle resistenze R1 e R2, le quali si trovano ai capi della batteria di alimentazione di 4,5 volt. La tensione di emittore è determinata dal valore della resistenza R4; poichè tale resistenza è percorsa dall'intera corrente presente nel transistor, ai suoi capi si forma una tensione, la quale dipende dal valore della resistenza R4.

Mentre la tensione di base è fissa, quella di emittore è variabile. Quella di base è fissa perchè le due resistenze sono collegate alla batteria; quella di emittore è variabile, perchè dipende dalla corrente che percorre il transistor. Se la temperatura subisce un aumento, aumenta la corrente nel transistor, aumenta la tensione di emittore.

La tensione di base è sempre un po' più alta di quella di emittore. Se la tensione di emittore aumenta, diminuisce la differenza tra base e emittore. Tale diminuzione di tensione fa diminuire la corrente di base, la quale a sua volta fa diminuire la corrente che percorre il transistor, eliminando l'aumento di corrente che diversamente sarebbe stato provocato dall'aumento della temperatura.

È un po' ciò che avviene per il controllo automatico di volume, con il quale le variazioni del segnale determinano variazioni della polarizzazione delle valvole amplificatrici, in modo da compensare le evanescenze.

IL PARTITORE DI TENSIONE. — Nell'esempio di fig. 1.12 il partitore di tensione è costituito dalle resistenze R1 di 18 chiloohm, e R2 di 2,7 chiloohm. La resistenza R1 non sostituisce quella di base degli esempi precedenti, in quanto non è essa che determina la corrente di base. Quest'ultima dipende soltanto dalla tensione esistente tra la base e l'emittore.

Affinchè il dispositivo funzioni, è necessario che la tensione tra la base e l'emittore sia, in assenza di segnale, di circa 0,1 volt. Come varia la corrente di base al variare della tensione base-emittore è riassunto dalla seguente tabella:

Tensione base-emittore (in volt)	Corrente di base (in microampere)
0,1	10
0,12	15
0,14	30
0,16	48
0,18	60
0,20	100

Quanto sopra vale per i transistor audio di piccola potenza, come ad es. l'OC71.

Negli esempi precedenti, una resistenza di base di 450 chiloohm determinava una corrente di 10 microampere, con una batteria da 4,5 volt; nell'esempio di fig. 1.12, la differenza di 0,1 volt tra base e emittore determina la stessa corrente di base di 10 microampere.

La tensione di base deve essere sempre maggiore di quella di emittore, affinché la corrente di base abbia il senso corretto; se, ad es., la tensione di base è di 0,9 volt, quella di emittore deve essere di 0,8 volt, affinché la corrente sia di 10 microampere.

Le due tensioni possono essere qualsiasi, purchè tra di esse vi sia la differenza di 0,1 volt. È necessario che la tensione ai capi della resistenza di emittore sia compresa tra 0,5 e 1 volt, con tensione della batteria di 4,5 volt. Con tensione

della batteria di 3 volt, quella di emittore potrà essere tra 0,4 e 0,8 volt; con tensione della batteria di 6 volt, tra 0,6 e 1,2 volt.

La tensione di emittore non può essere troppo alta, poichè essa riduce quella di collettore, e quindi l'efficienza dello stadio; non può neppur essere troppo bassa, perchè in tal caso le variazioni di tensione non risulterebbero più adeguate alla stabilizzazione.

La resistenza di emittore va calcolata tenendo conto della corrente di emittore, e della tensione che si vuol ottenere ai suoi capi. In pratica, con l'OC71, è di 1 000 ohm se il transistor funziona da preamplificatore, ed è perciò percorso da 0,5 milliampere. La tensione di emittore è data da:

$$\begin{aligned} \text{Tensione di emittore (in volt)} &= (\text{Corrente di emittore in mA} \times \\ &\quad \times \text{Resistenza in ohm}) : 1\ 000 \\ (0,5 \times 1\ 000) : 1\ 000 &= 0,5 \text{ volt.} \end{aligned}$$

La corrente di emittore viene considerata eguale a quella del collettore, essendo trascurabile quella di base.

VALORE DELLE RESISTENZE DEL PARTITORE DI TENSIONE. — Delle due resistenze del partitore di tensione, R_1 e R_2 , quest'ultima dovrebbe essere molto bassa, per ottenere una stabilizzazione molto efficiente. In pratica ciò non è possibile, oltre un certo limite, poichè è ai suoi capi che si forma il segnale. Come si può notare dalla figura, il segnale da amplificare si forma tra il condensatore C_1 e la resistenza R_2 . Anche in questo caso vi è un partitore di tensione; se la resistenza R_2 è troppo piccola, risulta anche troppo piccolo il segnale ai suoi capi.

Inoltre, con una resistenza R_2 molto bassa, tutto il partitore di tensione risulta di valore basso, ma in tal caso la corrente assorbita risulta notevole a tutto danno della batteria di pile. Inoltre, per compensare le diversità nelle caratteristiche dei transistor, e per evitare variazioni troppo forti nella corrente di collettore, è necessario che il valore di R_2 sia almeno doppio di quello della resistenza di emittore.

Poichè la resistenza di emittore è di 1 000 ohm, nell'esempio fatto, il più basso valore di R_2 è di 2,7 chiloohm. Stabilito questo valore, quello di R_1 risulta di 18 chiloohm, affinchè la tensione di base sia quella necessaria.

ESEMPIO PRATICO. — La fig. 1.13 riporta un esempio di stadio preamplificatore audio e pilota, con OC71, come usato in un apparecchio commerciale. La tensione di alimentazione è di — 8,8 volt, data la caduta di 0,2 volt ai capi della resistenza di 220 ohm, nel circuito di alimentazione.

Ai capi del primario del trasformatore intertransistoriale la caduta di tensione è di 0,7 volt, per cui la tensione di collettore è di — 8,1 volt. La corrente di collettore è di 0,88 milliampere, per cui, essendo la resistenza di emittore di 1 000 ohm, la tensione di emittore è di 0,88 volt.

Data la piccola potenza dello stadio, la stabilità può non essere molto alta,

quindi la resistenza R2 può avere un valore relativamente alto, di 8,2 kilohm. La R1 è per conseguenza di 56 kilohm, affinché la tensione di base sia di -1 volt.

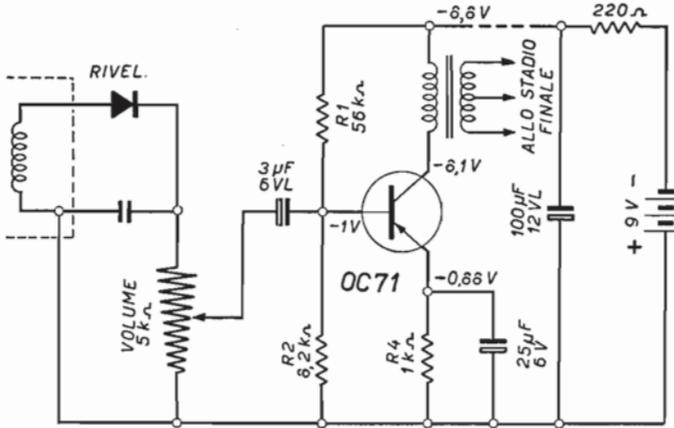


Fig. 1.13. - Esempio tipico di stadio amplificatore di segnale audio, come utilizzato in molti apparecchi radio.

Il fattore di stabilità.

Il fattore di stabilità, indicato con K o con S, consente di valutare quale sia la stabilità di uno stadio, al variare della temperatura ambiente, entro limiti generalmente compresi tra 15 e 35 °C. Esso indica quale sia la variazione della corrente di collettore, in assenza di segnale, per una certa variazione di temperatura.

Supponendo che, per effetto di un dato aumento di temperatura, la corrente di riposo di un transistor in circuito, subisca un aumento di 2,5 milliampere, in assenza di stabilizzazione, e supponendo che con stabilizzazione il fattore K sia 0,3, la variazione effettiva della corrente di collettore, anziché di 2,5 milliampere sarà:

$$\begin{aligned} \text{Variazione corr. collett. senza stab.} &= \text{Variaz. corr. collett. con stab.} \times \\ &\times \text{ Fattore di stabilità} \\ &= 2,5 \times 0,3 = 0,75 \text{ milliampere.} \end{aligned}$$

Anziché subire un aumento di 2,5 mA, per effetto della stabilizzazione di grado 0,3, il transistor subirà una variazione di soli 0,75 milliampere.

Con fattore K più basso, ad es. di 0,2, la stabilizzazione sarebbe stata ancora maggiore, poiché $2,5 \times 0,2 = 0,50$ milliampere.

Dato quanto sopra risulta che il fattore di stabilizzazione è dato da:

$$K = \frac{\text{Variazione di corrente di collettore in stadio non stabilizzato}}{\text{Variazione di corrente di collettore in stadio stabilizzato}}$$

CALCOLO DEL FATTORE DI STABILIZZAZIONE.

La stabilizzazione K dipende dai seguenti fattori, per i quali è riportato un esempio:

- a) guadagno di corrente (beta) 50
- b) resistenza di emittore 1 kΩ
- c) resistenza nel circuito di base 9 kΩ
- d) resistenza interna di base 1 kΩ

La resistenza nel circuito di base (9 kΩ) risulta da:

$$(R1 \times R2) : (R1 + R2)$$

nell'esempio di fig. 1.14 R1 è di 100 kΩ e R2 di 10 kΩ; per cui

$$(100 \times 10) : (100 + 10) = 9 \text{ chiloohm.}$$

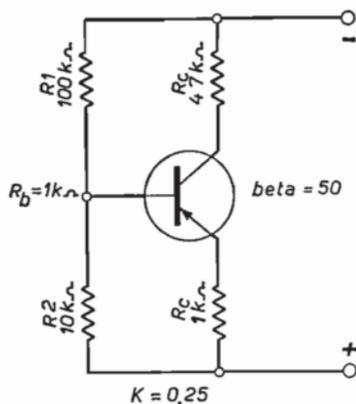


Fig 1.14. - Il fattore di stabilizzazione K.

Supponendo di utilizzare un OC71, la cui resistenza interna di base è di 1 000 ohm, e il valore beta di 50, in media, il fattore di stabilizzazione K può venir calcolato come segue. Anzitutto va calcolato il risultato di:

$$\frac{\text{beta} \times \text{resistenza emittore}}{\text{resistenza nel circuito di base} + \text{resistenza int. base}} = \frac{30 \times 1}{9 + 1} = 3$$

Dopo di ciò, K risulta da:

$$\text{Fattore di stabilizzazione} = 1 : (3 + 1) = 0,25.$$

La stabilità migliora con il diminuire della resistenza nel circuito di base, ossia con bassi valori del partitore di tensione, ma ciò comporta alcune limitazioni, tra cui

il maggior assorbimento di corrente dalla batteria, essendo il partitore collegato ai suoi capi, e la maggior perdita dello stadio, data la diminuzione dell'ampiezza del segnale in corrispondenza a bassi valori d'ingresso. È per questa ragione che la massima stabilizzazione si ottiene con il circuito con base a massa, utilizzato nello stadio convertitore a modulazione di frequenza; in tal caso la resistenza nel circuito di base è zero, ed esso può funzionare quasi indipendentemente dalle variazioni di temperatura. In pratica, la base a massa va bene solo per frequenze molto elevate, quali sono appunto quelle del segnale FM.

La tabella sottostante riporta alcuni valori del fattore di stabilizzazione, rispetto a quelli della resistenza di emittore, della resistenza in circuito base, delle resistenze del partitore, per un transistor OC71 con beta 53, corrente di collettore 1,3 mA.

Resistenza emittore	0,10	0,33	0,56	1	kΩ
Resistenza in circuito base	1,12	2,80	5,10	6,23	kΩ
Valore di R2	1,2	3,3	6,8	10	kΩ
Valore di R1	16,5	18,3	20,4	16,5	kΩ
Stabilità K	0,28	0,18	0,18	0,13	

Con l'aumentare del valore della resistenza di emittore migliora la stabilità, poichè K diminuisce; diminuisce però la tensione di lavoro ai capi del transistor; è opportuno che la tensione ai capi della resistenza di emittore sia compresa tra 0,5 volt e 1 volt.

Il fattore di stabilità di 0,2 consente ampia azione delimitante della corrente di collettore, sino alla temperatura di 45 °C; oltre tale limite di temperatura non ha più effetto, e il transistor viene distrutto. Per assicurare una stabilità sufficiente anche a 50 °C, il fattore K dovrebbe essere di 0,1, ma ciò limiterebbe alquanto l'efficienza dello stadio, in quanto esso risulterebbe sempre molto frenato. Con K di 0,3, la stabilizzazione riesce efficace tra i 15 e i 40 °C.

Corrente di saturazione.

L'aumento di temperatura può far salire di tanto la corrente di dispersione esistente tra il collettore e l'emittore, con il terminale di base staccato, della quale è stato già detto, da saturare il transistor, togliendogli la possibilità di funzionare.

Essa può venir calcolata nel modo seguente:

$$\text{Corrente di saturazione} = \frac{\text{Tensione della batteria} - \text{Tensione di ginocchio}}{\text{Resistenza di carico}}$$

La tensione di ginocchio è quella che, a causa della curvatura della caratteristica, non può venir utilizzata. Per l'OC71 essa è di 0,2 volt. La resistenza di carico è quella resistenza che collega il collettore del transistor con il — della batteria;

può essere di 3,9 chiloohm. In tal caso:

$$\frac{(6 - 0,2)}{3,9} = \frac{5,8}{3,9} = 1,5 \text{ milliamperere circa.}$$

Se la corrente di dispersione raggiunge il valore di quella di saturazione, il transistor è saturo. Il rapporto tra le due correnti è un *fattore di saturazione*.

Come già detto, la corrente normale di dispersione dell'OC71 è di 0,2 mA. Il rapporto tra le due correnti è dunque di $1,5 : 0,2 = 7,5$.

Se la corrente di dispersione fosse stata la massima considerata normale, ossia quella di 325 microampere (= 0,325 mA) il fattore di saturazione sarebbe sceso a $1,5 : 0,325 = 4,8$.

Più basso è il fattore, più facile è che il transistor si saturi; è perciò che occorre verificare la corrente di dispersione, visto che quella di saturazione è fissa.

È anche per questa ragione che non è opportuno utilizzare tensioni di batteria molto basse. Infatti, se invece della batteria da 6 volt, come indicato, viene usata una da 4,5 volt, la situazione peggiora, poichè la corrente di saturazione è di

$$\frac{(4,5 - 0,2)}{3,9} = 1,1 \text{ milliamperere.}$$

Se la corrente di dispersione è di 0,2 milliamperere, il rapporto è di $1,1 : 0,2 = 5,5$. Particolarmente se il transistor va usato in apparecchio con batteria a bassa tensione, la verifica della corrente di dispersione è indispensabile. È per questa ragione che non si costruiscono commercialmente apparecchi radio a transistor con batteria da 3 volt, poichè in tal caso la corrente di saturazione sarebbe:

$$\frac{(3 - 0,2)}{3,9} = 0,8 \text{ milliamperere circa.}$$

Con batteria da 3 volt, i transistor funzionano normalmente; è anche possibile ottenere una sufficiente resa d'uscita in altoparlante; ma i limiti di funzionamento sono troppo scarsi; i transistor possono entrare in saturazione a poco più di 30 °C. Occorrerebbe sceglierli tra quelli a bassissima corrente di conduzione, ciò che è impossibile in fase di produzione industriale.

Il disegno degli schemi degli apparecchi a transistor.

Lo stesso schema di un qualsiasi apparecchio a transistor può venir disegnato in più modi, a seconda delle preferenze dei vari Costruttori, o meglio dei loro disegnatori. Ciascun disegnatore compie il proprio lavoro in modo diverso da tutti gli altri, in quanto ha un proprio stile. Avviene così che si può riconoscere a prima vista lo schema di un dato Costruttore, ad es. della Philips o della Phonola, dal modo

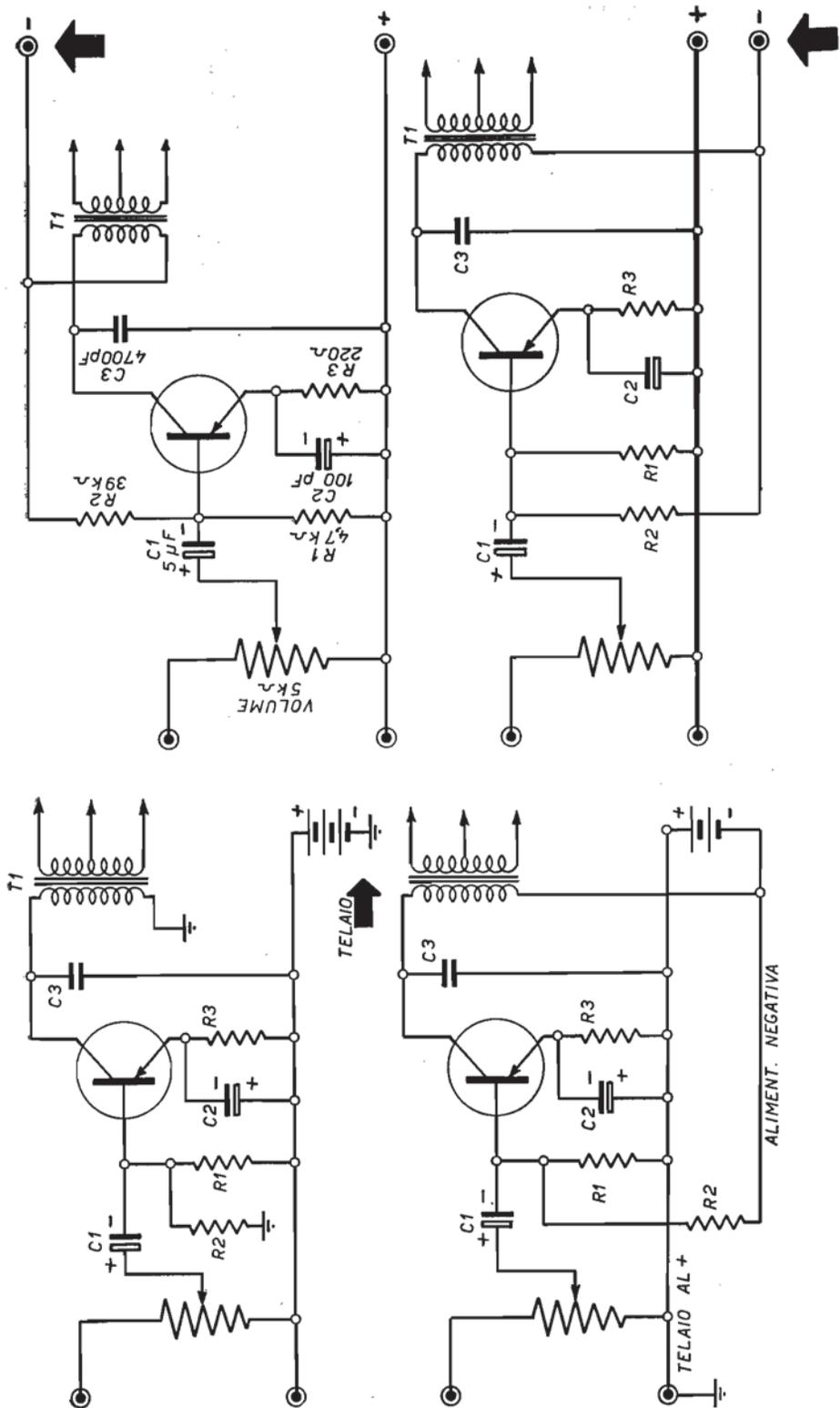


Fig. 1.15. - Lo stesso schema disegnato in quattro modi diversi.

come è disegnato; lo stesso schema può apparire completamente diverso se disegnato da un altro Costruttore, ad es. la Radiomarelli o la Siemens Elettra.

I segni grafici sono più o meno eguali in tutti gli schemi, ma non disegnati nello stesso modo. Il principiante può sorprendersi molto nell'osservare gli schemi degli apparecchi a transistor, ed incontrare difficoltà nel leggerli, soprattutto per la diversa disposizione generale, per il rapporto tra le dimensioni dei segni grafici.

Gli apparecchi, inoltre, si distinguono in due categorie, quelli con il polo positivo della batteria collegato a massa, ossia al telaio, e quelli con il polo negativo collegato a massa. Ne risulta che l'indicazione di massa può significare tensione positiva o tensione negativa. Occorre dare un'occhiata alla batteria, ed osservare quale dei suoi poli è collegato al telaio.

Anche se si tratta di un apparecchio con una data polarità di massa, vi sono due modi generali di disegnarlo. Sono indicati nella fig. 1.15 a sinistra. È disegnato un solo transistor, per semplicità, quello che provvede alla prima amplificazione del segnale audio. Tanto nello schema in alto, quanto in quello in basso, il positivo della batteria è a massa, al telaio.

Nello schema in alto, il polo della batteria è disegnato in contatto con la massa; in quello in basso, lo stesso polo negativo è disegnato unito alla linea di alimentazione negativa, però il telaio è collegato al positivo, non al negativo.

Il modo di disegnare indicato in alto risulta più facile, e gli schemi appaiono più semplici. Se si tratta di apparecchi molto complessi, come lo sono tutti quelli a modulazione di ampiezza e di frequenza, è sempre opportuno disegnare come indicato in alto, e non come indicato in basso.

Un terzo modo di disegnare lo stesso schema è quello a destra in alto. La linea positiva è di sotto, la linea negativa di sopra, non vi è possibilità di confusione.

Il quarto esempio, a destra è molto simile a quello in basso a sinistra; varia un po' la disposizione.