

L'APPARECCHIO A MODULAZIONE DI FREQUENZA

Caratteristiche generali.

Gli apparecchi radio a modulazione di frequenza differiscono da quelli a modulazione di ampiezza per essere adatti a funzionare in una banda ad onde ultracorte, e per essere provvisti di un particolare stadio rivelatore.

Non vi è alcuna altra differenza tra gli apparecchi funzionanti con una o con l'altra modulazione. Caratteristica basilare degli apparecchi a modulazione di frequenza è quella di funzionare ad *onde ultracorte*.

La differenza non consiste nella ricezione del segnale radio a modulazione di frequenza, anzichè di ampiezza, bensì nella ricezione di segnali radio ad onde ultracorte, quindi a frequenze elevatissime, dagli 87 ai 105 megacicli. Gli apparecchi ad onde cortissime sono generalmente adatti per ricezioni sino a 24 megacicli, pari a 12,5 metri; quelli a modulazione di frequenza sono adatti per la ricezione di onde radio da 4 a 2,85 metri. Sono provvisti di organi di sintonia particolari, con caratteristiche proprie. Mentre i circuiti accordati ad onde medie possono venir adattati alla ricezione delle onde cortissime, sino a 12,5 metri, non possono venir adattati per quella delle onde ultracorte.

La ricezione di tali onde richiede una tecnica particolare, poichè alle frequenze elevatissime, intorno ai 100 megacicli, le perdite del segnale sono fortissime, mentre l'amplificazione da parte dei transistor diminuisce molto. Sono necessari apparecchi più complessi, di costruzione più accurata, e funzionanti con un maggior numero di transistor.

TERMINOLOGIA.

Sono in uso le seguenti abbreviazioni:

OM	onde medie	AM	modulazione di ampiezza
OC	onde corte	FM	modulazione di frequenza
OCS	onde cortissime	MF	media frequenza
OUC	onde ultracorte	MF/FM	media frequenza FM.

Gli apparecchi ad onde medie, corte e cortissime sono sempre AM; poichè spesso gli apparecchi sono ad onde medie (AM) e ad onde ultracorte (FM), la

sigla AM equivale a quella OM. Non si costruiscono apparecchi commerciali per le sole emittenti FM; gli apparecchi FM consentono sempre anche la ricezione AM; sono quindi apparecchi AM/FM, a modulazione di ampiezza (OM, OC e OCS) e a modulazione di frequenza (OUC).



Fig. 15.1. - Apparecchio radio a modulazione di ampiezza e di frequenza.

Gli apparecchi AM/FM.

Gli apparecchi a modulazione di ampiezza e di frequenza sono indicati con la sigla AM/FM.

Essi hanno la sezione audio in comune. Tutta la sezione radio è distinta in due parti, una per il segnale AM e l'altra per il segnale FM.

Per l'amplificazione a media frequenza FM sono necessari almeno tre transistor, mentre per quella AM sono sufficienti due transistor. Non viene utilizzato un terzo transistor per la MF/FM, viene bensì utilizzato il transistor convertitore AM in modo da funzionare anche da primo amplificatore MF/FM.

I circuiti d'entrata e di conversione sono distinti e separati. Quelli relativi alla FM comprendono due transistor, uno amplificatore del segnale FM e l'altro convertitore; i circuiti FM d'entrata e di conversione, con i due transistor formano l'UNITA' FM, detta anche GRUPPO FM.

La media frequenza FM è simile ma distinta da quella AM. La MF/FM è di 10,7 megacicli nella maggior parte degli apparecchi. Sono in uso trasformatori MF doppi, con i circuiti AM più quelli FM.

Il rivelatore FM è di tipo particolare, con due diodi. Un commutatore all'entrata della sezione radio consente il collegamento all'uscita del rivelatore AM oppure a quella del rivelatore FM.

L'unità FM di amplificazione e di conversione.

Il segnale FM captato dall'antenna viene anzitutto amplificato da un primo transistor, quindi viene convertito in frequenza, con un secondo transistor. Il segnale radio, all'entrata, può avere una frequenza compresa, in media, tra 87 e 105 megacicli; quello dopo la conversione ha la frequenza di 10,7 megacicli.

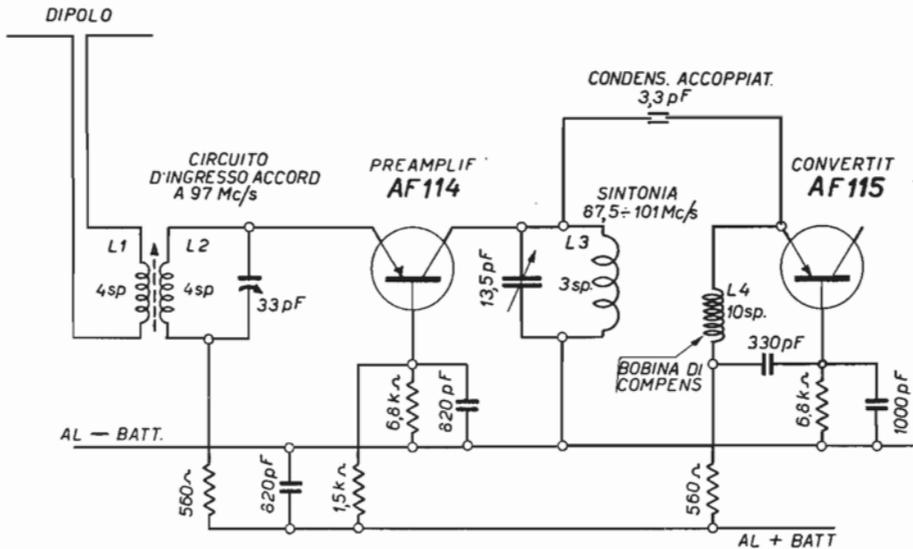


Fig. 15.2. - Stadio d'entrata di apparecchio FM.

Vi sono due circuiti accordati, ciascuno provvisto di una sezione del condensatore variabile, quello alla frequenza del segnale in arrivo, al quale corrisponde la gamma di ricezione da 87 a 105 megacicli, e quello alla frequenza d'oscillatore, corrispondente a tale frequenza più o meno quella di 10,7 megacicli, ossia in grado di ricoprire la gamma da 97,7 a 115,7 megacicli, oppure da 76,3 a 104,3 megacicli.

I due transistor funzionano in circuito con base comune, quindi hanno l'entrata all'emittore, e l'uscita al collettore; corrispondono alle valvole con griglia a massa, utilizzate per la stessa gamma di frequenze, la cui entrata è al catodo, e l'uscita alla placca.

LO STADIO AMPLIFICATORE AD ALTA FREQUENZA.

È indicato dalla fig. 15.2. Può essere del tipo a condensatore variabile, o a induttore variabile; quello indicato è a condensatore variabile. La capacità è di 13,5 pF o poco diversa; a volte è opportuno un condensatore variabile di capacità più elevata, per ragioni costruttive, ad es. di 22 o di 25 pF; in tal caso, la variazione di capacità viene ridotta con un condensatore padding in serie, uno per ciascuna delle due sezioni.

Il circuito d'antenna è semiaperiodico, in quanto non risulta opportuno utilizzare un terzo circuito accordato, data la scarsa efficienza. È detto *traslatore*. Nell'esempio, il circuito consiste di due avvolgimenti accoppiati, di 4 spire ciascuno, su nucleo ferromagnetico di 6 mm di spessore. I due avvolgimenti sono indicati con L1 e L2. Sono strettamente accoppiati, con avvolgimento bifilare. L1 è collegato all'antenna a dipolo; L2 è in parallelo con un compensatore di 33 pF, e viene tarato alla frequenza di 97 megacicli.

In serie all'avvolgimento L2 vi è la resistenza di 560 ohm, per la polarizzazione dell'emittore del primo transistor. La sua base è collegata al centro di un partitore di tensione. Il collettore comprende il primo circuito accordato, costituito dall'avvolgimento L3, di 3 spire di filo smaltato di 0,5 mm, diametro di 8 mm, spaziate di circa 2 mm, e dal condensatore variabile di 13,5 picofarad massimo.

Questo primo circuito accordato esplora, come detto, la gamma di ricezione; nell'esempio essa va da 87,5 a 101 megacicli.

LO STADIO CONVERTITORE.

È illustrato dalla fig. 15.3. Anche in questo caso il transistor è fatto funzionare in circuito a base comune, per cui il segnale radio, amplificato dal primo transistor, giunge all'emittore del transistor convertitore. Esso funziona da *auto-oscillatore additivo*, nella gamma di frequenze da 98,2 a 111,7 megacicli.

Il circuito d'entrata, costituito dall'emittore, comprende una bobina di compensazione (L4), di circa 12 spire di filo smaltato da 0,3 mm, avvolte strettamente su supporto di 8 mm di spessore; è in serie con la resistenza di emittore, di 560 ohm, collegata alla linea positiva. In alcuni apparecchi, la linea positiva corrisponde al telaio, nella maggior parte però è isolata dal telaio, il quale è invece collegato al polo negativo della batteria.

Il circuito accordato d'oscillatore comprende una sezione del condensatore variabile di 11 pF massimi, in parallelo con la bobina di accordo, L5, costituita da 2 spire e 1 quarto, filo 0,8 mm smaltato, diametro 8 mm, spaziate di 2 mm. La bobina è provvista di una presa ad 1 spira ed 1 ottavo, per il collegamento con il collettore, tramite il condensatore di 68 pF.

L'accoppiamento reattivo tra il collettore e l'emittore del transistor è ottenuto con un compensatore di 7,75 pF.

Tra lo stadio amplificatore ad alta frequenza e lo stadio oscillatore vi è un condensatore di 3,3 picofarad; esso collega il collettore del primo transistor con l'emittore del secondo.

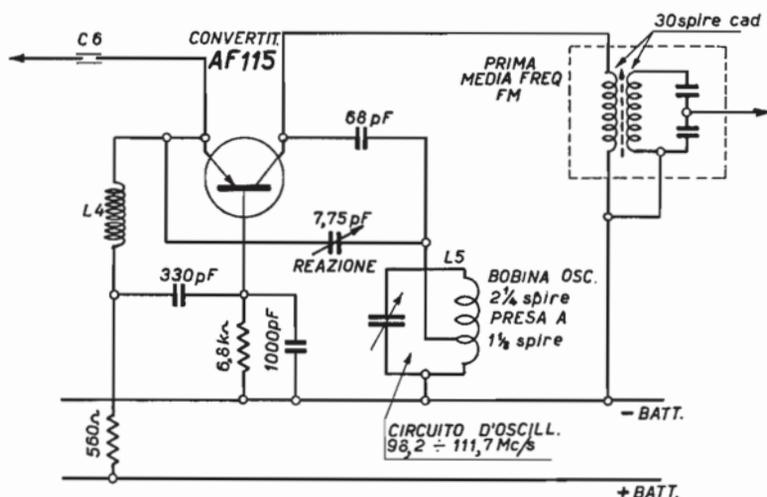


Fig. 15.3. - Stadio convertitore di apparecchio FM.

Il collettore del transistor convertitore va all'entrata del primo trasformatore di media frequenza. Quest'ultimo è ad un solo circuito accordato, il primario. Il condensatore di 68 pF appartiene a tale circuito accordato MF, e nello stesso tempo consente il passaggio della tensione oscillante al circuito accordato d'oscillatore, separandolo dalla tensione negativa di alimentazione.

SCHEMA DI UNITA' FM.

La fig. 15.4 riporta lo schema complessivo di una unità FM di amplificazione e di conversione di frequenza, come risulta in pratica. All'entrata vi è il trasformatore a due circuiti accordati, ciascuno su una sola frequenza, ma in grado di consentire il passaggio dell'intera gamma delle frequenze di ricezione FM, senza determinare attenuazioni.

I due circuiti accordati, quello d'entrata e quello d'oscillatore, sono inseriti, anche in questo esempio, nel circuito di collettore del primo e del secondo transistor. È utilizzato un condensatore variabile a due sezioni di eguale capacità; la capacità massima è superiore a due sezioni di eguale capacità; la capacità massima è superiore a quella necessaria anche per il circuito d'entrata, essa è ridotta al valore esatto mediante un condensatore correttore (padding) di 82 picofarad.

Per poter adoperare una bobina di accordo di induttanza sufficiente per un

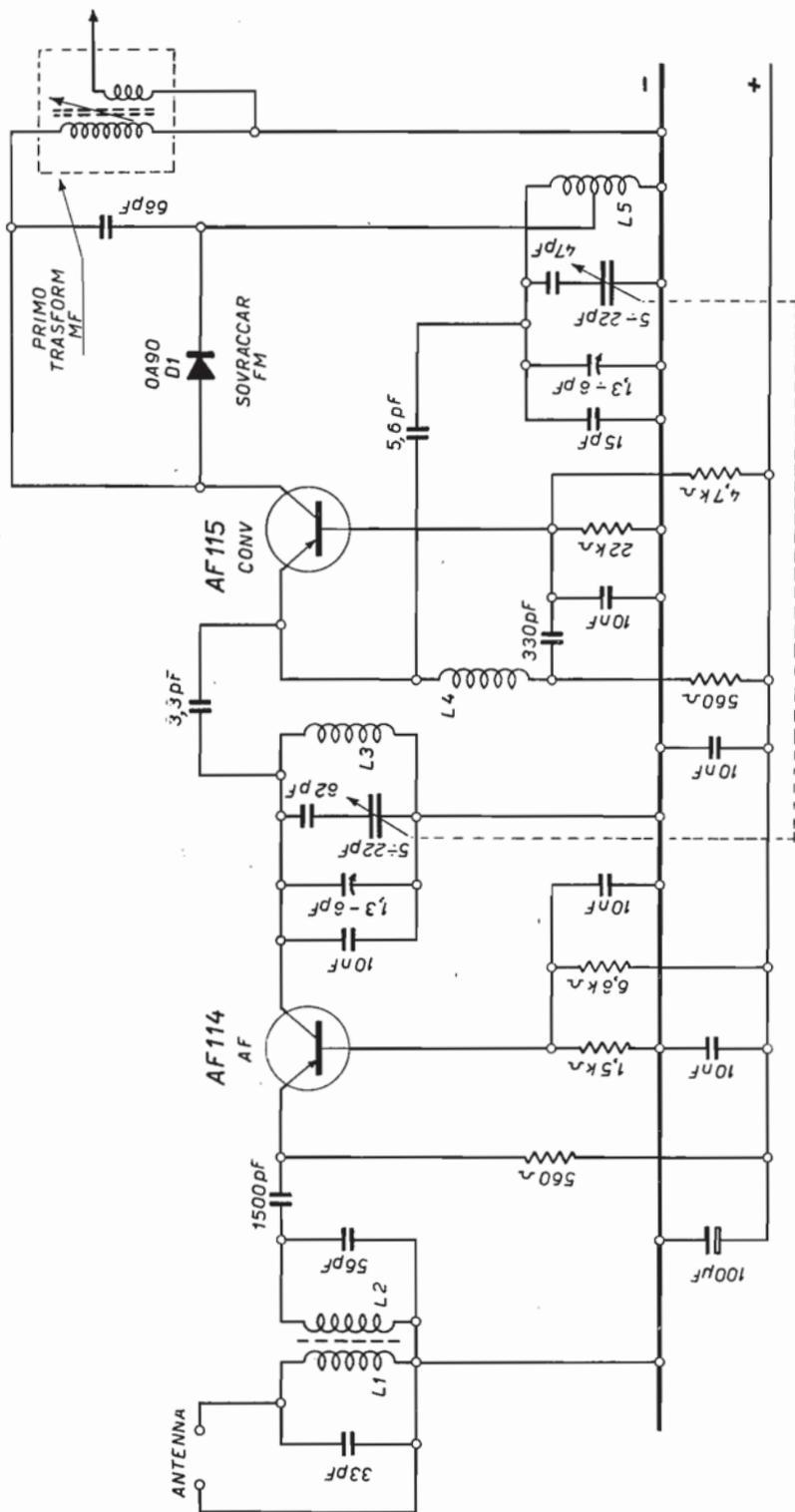


Fig. 15.4. - Schema di unità FM d'entrata e di conversione.

buon rapporto L/C , vi è un condensatore di fondo di 10 picofarad, in parallelo al variabile, insieme con un compensatore di allineamento, di capacità compresa tra 1,3 e 8 pF.

Il circuito accordato d'oscillatore è nelle stesse condizioni circuitali, essendo provvisto di condensatore correttore e di condensatore di fondo. Poichè, in questo caso è necessaria una più ampia riduzione di capacità, il correttore è di 47 pF anzichè di 82 pF, e quello di fondo è di 15 pF anzichè di 10.

Il primo circuito accordato MF consiste di 30 spire di filo, su nucleo di 6 mm, in parallelo ad un condensatore fisso di 68 pF, collegato alla presa dell'avvolgimento d'oscillatore.

La presenza di segnale troppo forte fa entrare in funzione il diodo smorzatore D1; esso provvede a caricare il circuito accordato di media frequenza, riducendone l'efficienza ed eliminando l'eccedenza del segnale.

La bobina di compensazione dell'unità FM.

Un compito particolare è affidato alla bobina L4 (v. figg. 15.2, 15.3 e 15.4); essa si trova nel circuito d'emittore del transistor convertitore. È detta bobina di compensazione, in quanto provvede a compensare, con la propria induttanza, l'effetto nocivo determinato dal condensatore di accoppiamento e da quello di reazione, nonchè dalle capacità aggiuntive, dovute ai contatti, collegamenti, ecc. L'induttanza della bobina dipende dai valori dei condensatori indicati; in genere è di 0,6 o 0,7 microhenry, a volte è maggiore; consiste di un certo numero di spire, avvolte su supporto, o anche senza supporto.

Altro compito della bobina di compensazione è quello di sostenere l'oscillazione dello stadio; l'effetto reattivo è determinato dall'apposito condensatore, posto tra una presa della bobina d'oscillatore e l'emittore, ma esso non sarebbe possibile senza la bobina indicata. Inoltre, il condensatore di reazione potrebbe essere fisso, e la bobina variabile. Si utilizza il condensatore semifisso solo perchè esso risulta più pratico.

Infine, essa ha anche il compito di offrire un facile passaggio, nel circuito di ritorno, al segnale a media frequenza, tramite il condensatore tra di essa e la base del transistor, di 330 pF o di capacità prossima.

In alcuni apparecchi, vi è la possibilità di regolare l'induttanza della bobina di compensazione, in modo da assicurare l'assorbimento della prescritta intensità di corrente, da parte del transistor convertitore. Viene regolata all'atto della messa a punto dello stadio.

Unità FM ad induttori variabili.

Alle frequenze della banda FM si prestano bene gli *induttori variabili*, i quali non sono altrettanto adatti nella gamma delle onde medie (AM). Avviene perciò che in numerosi apparecchi AM/FM, la sintonia sia ottenuta mediante induttori variabili, per la banda di frequenze FM, ed a condensatori variabili per la gamma OM.

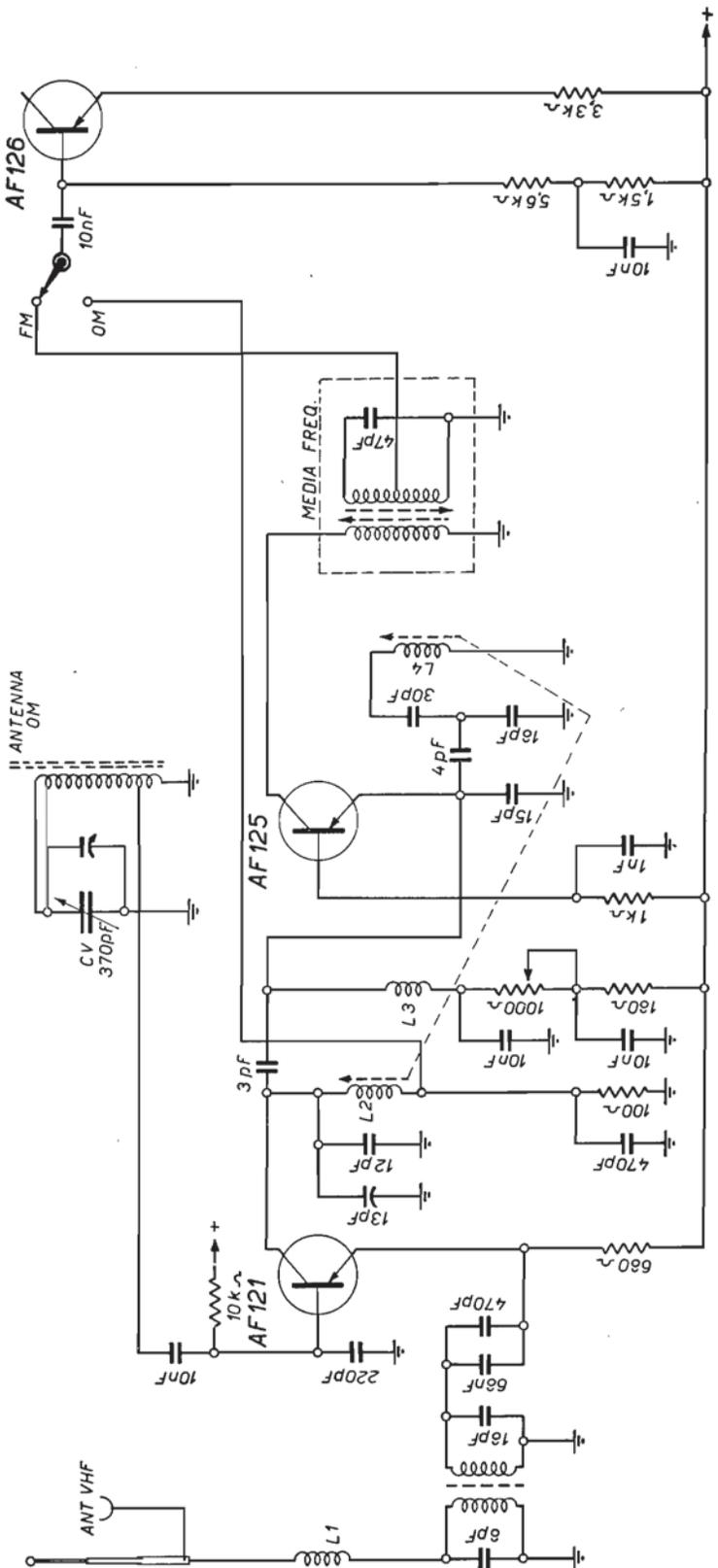


Fig. 15.5. - Schema di unità FM ad induttori variabili.

Un esempio di unità FM a induttori variabili è quello di fig. 15.5. I due circuiti accordati FM comprendono i due induttori L2 ed L4; durante la manovra di sintonia, i loro nuclei ferromagnetici si muovono rispetto agli avvolgimenti, per cui varia l'induttanza di questi ultimi due e la frequenza d'accordo dei circuiti stessi.

L'induttore del circuito d'oscillatore, L4, non ha la solita presa per il collegamento all'emittore del transistor; è invece in parallelo con un divisore capacitativo, formato da un condensatore di 30 pF e da uno di 18 pF, in serie. La capacità risultante è quella utile per l'accordo del circuito, mentre il rapporto di capacità fornisce la presa intermedia.

La bobina di compensazione L3 è in serie con una resistenza semifissa, di 1 000 ohm, con la quale è possibile regolare la corrente di emittore del secondo transistor. Nel circuito di collettore di tale transistor vi è il primario del primo trasformatore MF/FM, a 10,7 Mc/s. Il telaio è al negativo della batteria.

Una caratteristica notevole di questa unità FM è che essa provvede all'amplificazione AF anche delle onde medie. L'antenna onde medie è, infatti, collegata alla base del primo transistor; il segnale radio OM in arrivo viene prima amplificato dal primo transistor, un AF 121, e quindi giunge all'entrata del transistor convertitore OM (in funzione anche di primo amplificatore MF in FM). Nell'esempio è un AF126.

In tal modo, il primo transistor dell'unità FM funziona:

- a) in posizione FM, con base a massa, ed entrata all'emittore,
- b) in posizione AM, con emittore a massa, ed entrata alla base.

Il circuito accordato d'antenna OM negli apparecchi AM/FM.

Il TERZO transistor degli apparecchi AM/FM provvede a due diverse funzioni:

- a) in posizione FM, funziona da primo amplificatore alla media frequenza di 10,7 megacicli, quella del segnale MF/FM;
- b) in posizione OM, funziona da convertitore di frequenza del segnale radio OM, captato dall'antenna magnetica.

La sua base è perciò collegata ad un commutatore. Un esempio è quello di fig. 15.6. Il commutatore è in posizione OM (onde medie), per cui la base del primo transistor è collegata alla bobina L2, avvolta sulla bacchetta di ferrite, insieme con la bobina del circuito d'entrata OM. Alla sintonia nella gamma OM provvede il condensatore variabile CV3.

Alla bobina L2 è collegata la L3, appartenente al circuito di controllo del sovraccarico (CCS), insieme con il diodo D1. Esso è collegato ad una tensione di polarizzazione, ad es. quella del CAV; non appena il segnale supera un certo limite, la tensione si eleva sino a far condurre il diodo, causando in tal modo lo smorzamento del circuito d'entrata, e l'attenuazione del segnale.

I due partitori di tensione indicati provvedono alla polarizzazione del transistor, ed a quella del diodo smorzatore.

Quando il commutatore viene posto in posizione FM, il circuito d'entrata OM risulta completamente escluso; la base del transistor va alla presa intermedia capacitativa del secondario del primo trasformatore MF/FM, posto all'uscita dell'unità FM. In tal modo, il transistor funziona da primo amplificatore a media frequenza FM.

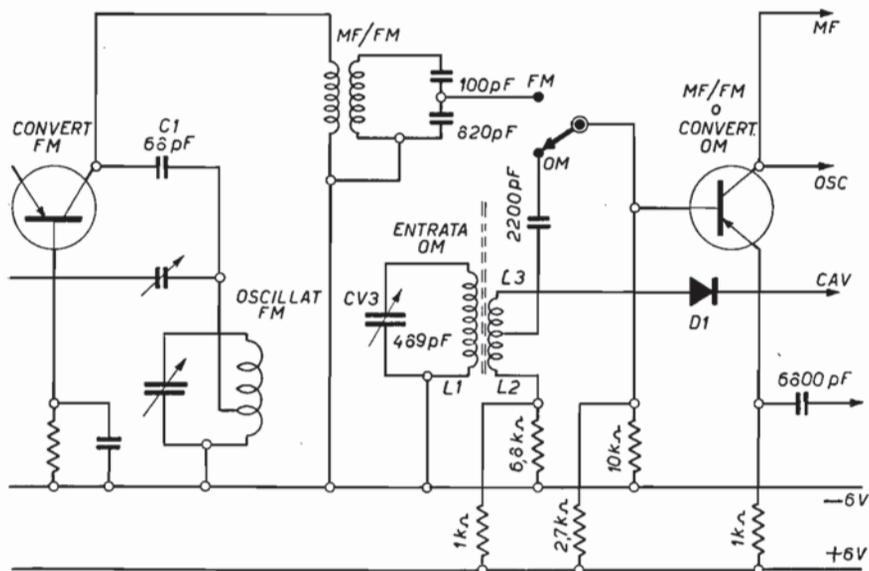


Fig. 15.6. - Uscita dell'unità FM ed entrata OM.

Lo stadio convertitore OM degli apparecchi AM/FM.

Non differisce da quello degli apparecchi a sola modulazione di frequenza se non per la presenza del commutatore a due posizioni, FM e OM. L'esempio di figura 15.7 è quello della figura precedente, completato con il circuito d'oscillatore OM e del primo trasformatore comune FM/OM.

Il condensatore variabile OM è a due sezioni, una di 489 pF per il circuito d'antenna, e l'altra di 160 pF per quello d'oscillatore. Ciascuna sezione è provvista di un compensatore, di circa 10 pF, non indicato in figura.

L'emittore del transistor va, tramite un condensatore di 10 nanofarad, ad una sezione del commutatore. In figura il commutatore è in posizione OM, per cui è inserito il circuito accordato d'oscillatore. In posizione FM, tale circuito è staccato, ed il condensatore di 10 nanofarad è a massa.

Il trasformatore a media frequenza è sempre collegato al collettore del transistor; non è necessaria la commutazione dei due filtri di banda primari, essendo gli stessi posti in serie; in posizione FM, la frequenza del segnale essendo di 10,7 megacicli, interessa soltanto il trasformatore MF/FM, disegnato in alto; in posizione

OM, la frequenza del segnale è di 460 kc/s ed interessa soltanto il trasformatore OM, disegnato in basso. Il collegamento dei circuiti secondari MF sarà descritto più avanti.

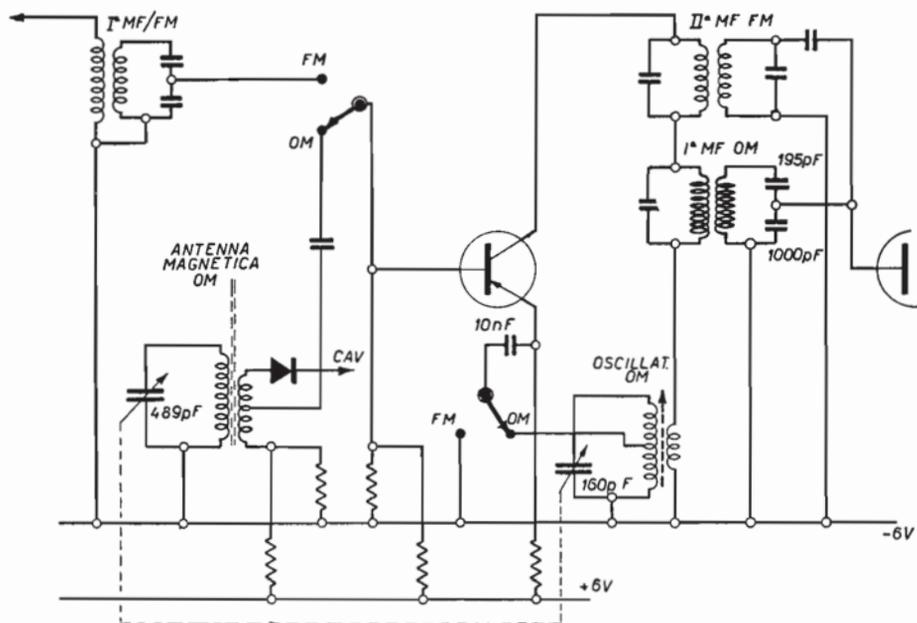


Fig. 15.7. - Circuiti d'entrata e d'oscillatore OM.

L'amplificatore a media frequenza AM/FM.

L'amplificatore a media frequenza dell'apparecchio AM/FM è uno solo, tanto per il segnale MF a modulazione di ampiezza quanto per il segnale MF a modulazione di frequenza.

La fig. 15.8 riporta lo schema della prima parte dell'amplificatore a media frequenza, come usato in molti apparecchi AM/FM. Il primo transistor, un AF116; esso ha i due compiti ben noti:

- a) in posizione FM, funziona da primo amplificatore a media frequenza,
- b) in posizione AM, funziona come convertitore di frequenza.

Nella posizione FM, esso è il terzo transistor, essendo preceduto dai due transistor nell'unità FM; nella posizione AM è il primo.

Per semplicità, in figura sono indicati soltanto i circuiti relativi all'amplificatore MF. Il commutatore è in posizione FM. La base del primo transistor indicato è collegata all'uscita dell'unità FM, per cui ad essa perviene il segnale radio captato dall'antenna, e la cui frequenza è stata mutata in quella di 10,7 megacicli.

I due trasformatori MF indicati con T1 e T2, sono doppi, ossia contengono i circuiti accordati (detti anche *filtri di banda*) tanto FM, a 10,7 Mc/s, quanto AM, a 460 kc/s, o altra frequenza prossima.

I circuiti FM sono indicati in alto, quelli AM in basso. I due circuiti primari sono in serie; i secondari sono anch'essi in serie; ciascun secondario FM è provvisto di presa intermedia capacitativa. Ciascun avvolgimento è provvisto del proprio nucleo ferromagnetico regolabile, in modo da consentirne l'allineamento.

I condensatori in parallelo ai primari FM sono di 160 pF; quelli dei secondari FM sono di 200 pF (in alto) e di 800 pF (in basso); i quattro condensatori dei circuiti accordati AM sono tutti di 1 500 pF.

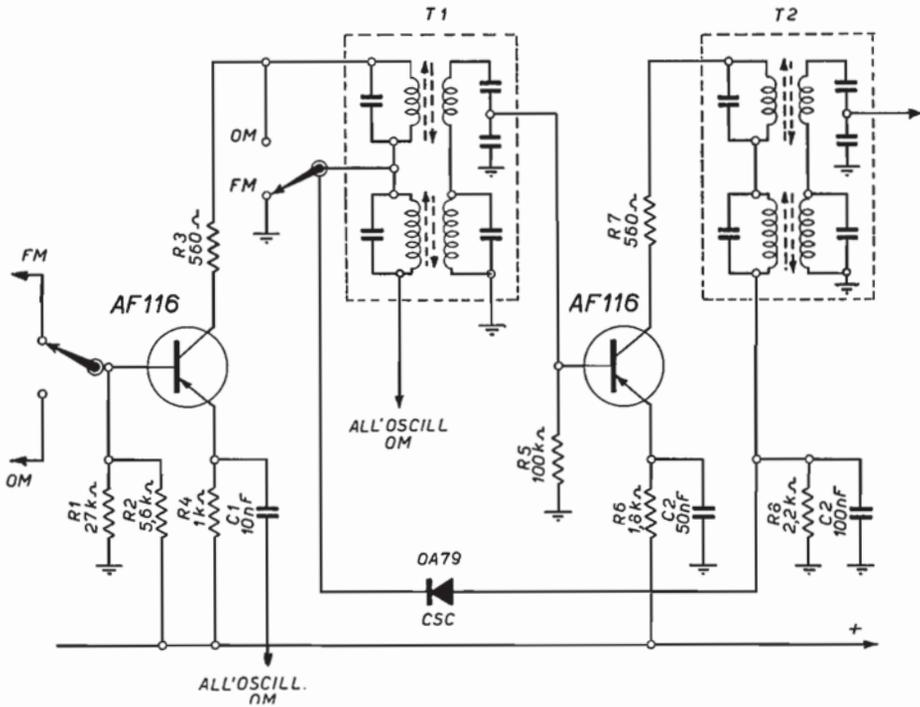


Fig. 15.8. - I due primi trasformatori doppi a media frequenza.

Nell'esempio, l'apparecchio è con il telaio al negativo.

Nella posizione OM è inserito il *circuito smorzatore*, costituito da un diodo OA79 in funzione di controllo del sovraccarico (CSC); è polarizzato dalla resistenza R6, posta in serie al circuito di alimentazione del collettore del secondo transistor. Nella posizione FM, il CSC è escluso, e il primario AM del primo trasformatore MF, è collegato a massa, in modo da escludere il funzionamento dell'oscillatore OM.

Stabilizzazione dello stadio MF in posizione FM.

Il primo stadio d'amplificazione MF, in posizione modulazione di frequenza, può entrare in oscillazione, determinando instabilità di funzionamento. Il metodo più semplice, e più comune, per ovviare a questo inconveniente è quello di ridurre l'efficienza dei due circuiti accordati FM, ossia dei due filtri di banda accoppiati, elevando la capacità di accordo, e diminuendo l'induttanza degli avvolgimenti.

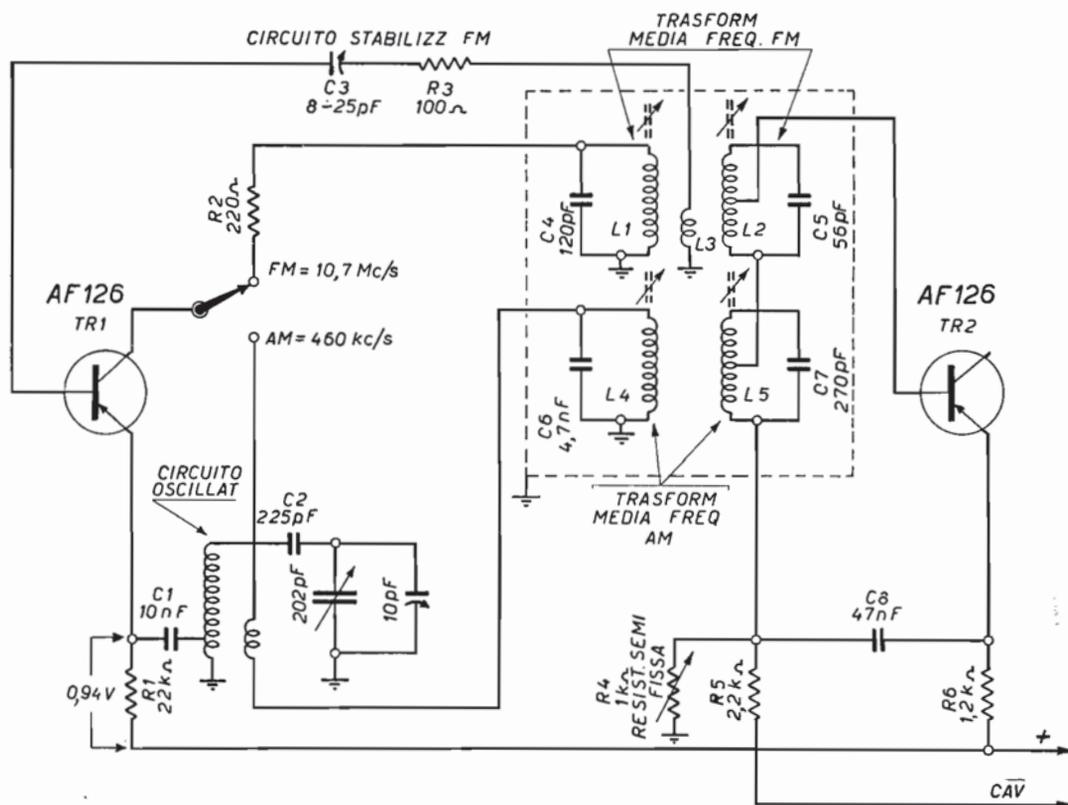


Fig. 15.9. - Schema di stadio amplificatore a media frequenza AM/FM.

Poichè, però, questo sistema di stabilizzazione comporta il doppio svantaggio di ridurre la sensibilità e la selettività del ricevitore, in posizione FM, a volte viene preferito un altro sistema di stabilizzazione, quello con apposito circuito di neutralizzazione della capacità interna del primo transistor. Tale circuito non può venir collegato al circuito primario FM, ossia al primo filtro di banda FM, poichè ne ridurrebbe l'efficienza; deve venir accoppiato ad esso induttivamente, mediante alcune spire.

La fig. 15.9 illustra un esempio pratico. Il trasformatore MF/FM consiste degli

avvolgimenti $L1$ e $L2$, collegati ai condensatori $C4$ e $C5$, uno di 120 e l'altro di 56 pF. il circuito di neutralizzazione consiste del compensatore $C3$, di capacità compresa tra 5 e 25 pF, in serie con la resistenza $R3$, e collegato al primario FM con la bobina $L3$.

L'esempio si riferisce ad una serie di apparecchi Grundig.

Transistor in comune per la media frequenza AM/FM.

In tutti gli apparecchi riceventi vengono usati gli stessi transistor per l'amplificazione a media frequenza, sia AM che FM, con particolari accorgimenti.

Non è possibile adoperare commutatori per il passaggio dalla media frequenza AM a quella FM, poichè essi dovrebbero trovarsi in immediata vicinanza dei transistor MF, ciò che riuscirebbe di realizzazione troppo difficile. Non è neppure possibile

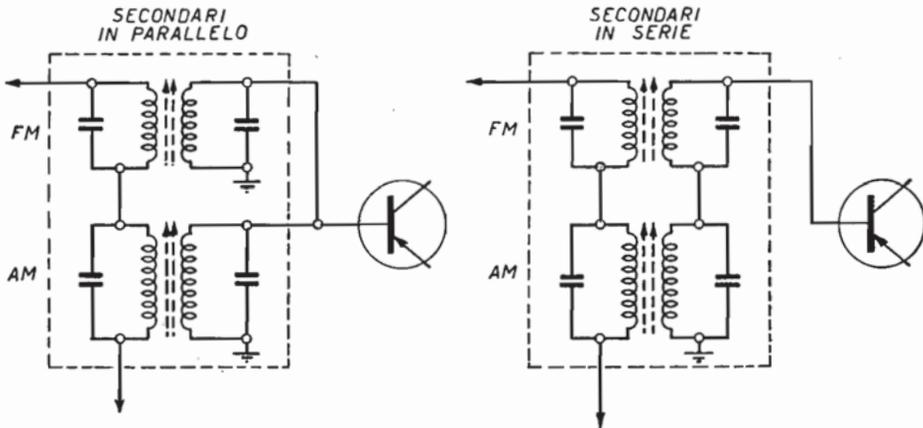


Fig. 15.10. - Secondari MF in serie e secondari MF in parallelo. Non possono venir collegati come indicati.

che i commutatori si trovino lontano, per l'inconveniente delle connessioni lunghe, difficilmente schermabili in modo adeguato; determinerebbero reazione tra l'entrata e l'uscita dell'amplificatore MF.

È necessario adoperare trasformatori di media frequenza provvisti tanto dei circuiti accordati AM quanto di quelli FM, contenuti o no entro una stessa custodia. Nella maggior parte degli apparecchi essi sono contenuti entro un'unica custodia; solo in qualche tipo di ricevitore, i due trasformatori, quello AM e quello FM, sono divisi, pur essendo sempre collegati stabilmente agli stessi transistor.

SECONDARI IN PARALLELO E SECONDARI IN SERIE.

I circuiti primari dei due trasformatori sono facilmente collegabili allo stesso collettore, poichè basta disporli in serie, prima il circuito accordato FM e poi quello

AM, come indica la fig. 15.10. Difficile riesce invece, se non si prendono opportuni accorgimenti, collegare i due circuiti secondari. La figura indica i due collegamenti più semplici, quello con i secondari in parallelo, e quello con i secondari in serie.

Ambedue presentano inconvenienti gravi, e non possono venir utilizzati come indicato. Con i circuiti accordati secondari in parallelo, nella posizione FM il circuito accordato secondario viene reso praticamente inefficiente dalla simultanea presenza di quello AM; nella posizione AM, il corrispondente circuito accordato è quasi in cortocircuito per la presenza dell'altro circuito.

È possibile collegare i due circuiti secondari in serie, essendo ciascun circuito assai disturbato dalla presenza dell'altro. L'impedenza dei due circuiti risulta troppo elevata rispetto quella del transistor, ma prese non se ne possono fare, come invece sarebbe necessario. Se vien fatta una presa all'avvolgimento secondario AM, risulta disturbato il circuito secondario FM, con conseguenti perdite e instabilità. Per tale ragione, i trasformatori a media frequenza AM/FM sono spesso provvisti di prese intermedie capacitive; esse sono ottenute con due condensatori, la presa tra di essi sostituisce la presa sull'avvolgimento.

TIPICI TRASFORMATORI MF PER AM/FM.

La fig. 15.11 indica in A) un tipo di trasformatore MF per AM/FM provvisto di presa intermedia capacitativa sul secondario accordato AM. I due circuiti accordati primari sono costituiti dal condensatore C1 e dalla bobina L1 per la modulazione di

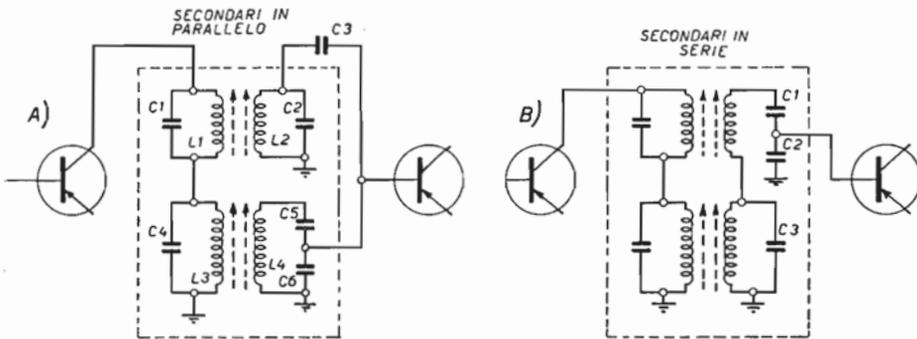


Fig. 15.11. - Esempi di collegamento dei secondari MF.

frequenza, e dal condensatore C4 con la bobina L3 per la modulazione di ampiezza. Essi sono collegati in serie, senza che ciò determini alcun inconveniente apprezzabile. Il primario AM è collegato a massa, essendo la stessa a polarità negativa.

I due circuiti accordati secondari sono invece in parallelo, data la presenza della presa capacitativa formata dai condensatori C5 e C6. La base del transistor è collegata tra di essi. Il condensatore C5 può essere di 220 pF, e C6 di 1 600 pF. La capacità complessiva forma quella di accordo del circuito; il rapporto tra una capacità e l'altra determina la presa.

I due circuiti secondari possono trovarsi in parallelo anche per la presenza del condensatore C3, il quale provvede ad una sufficiente separazione tra di essi. Il condensatore C6 del secondario AM viene a trovarsi in parrallelo con i condensatori C2 e C3 del secondario FM. Ciò non determina inconvenienti; è sufficiente tener conto della loro presenza nel stabilire la capacità di C6.

Il valore dei due condensatori C2 e C3 può essere di 140 pF e di 33 pF rispettivamente; la loro capacità risultante è poca cosa di fronte a quella di C6, e può anche venir trascurata.

Nella stessa figura in B) è indicata un'altra disposizione circuitale; la presa intermedia capacitativa è ottenuta sul secondario FM, anzichè su quello AM. I due condensatori C1 e C2 consentono il collegamento dei secondari in serie, anzichè in parallelo. I condensatori C1 e C2 possono essere rispettivamente di 200 e di 800 pF; si trovano ambedue in parallelo con il condensatore C3, sul secondario A. Tale condensatore può essere di 1500. È necessario che la capacità complessiva di C1 e di C2 sia circa la decima parte di C3, ciò che effettivamente avviene.

Le due disposizioni circuitali indicate in figura, con secondari in parallelo e con secondari in serie, sono ampiamente utilizzate in pratica, nella maggior parte degli apparecchi a transistor AM/FM.

Trasformatori di media frequenza AM/FM con avvolgimento terziario.

Un trasformatore di media frequenza AM/FM di tipo diverso da quelli indicati, con un avvolgimento terziario per il collegamento alla base del transistor, in posizione FM, è quello di fig. 15.12. Poichè il transistor determina una forte diminuzione nell'efficienza del circuito accordato secondario FM, esso è accoppiato induttivamente con un avvolgimento di 4 o 5 spire, indicato con L3.

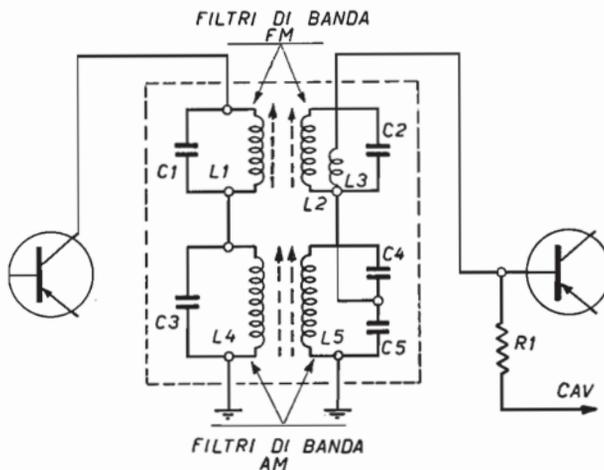


Fig. 15.12. - Esempio di trasformatore MF con terziario per FM.

Il secondario AM va alla base del transistor tramite L3, ciò che risulta possibile data la presa intermedia capacitativa formata da C4 e C5.

I valori dei condensatori indicati sono i seguenti:

- | | | |
|----------------------------|-------------------|-------------------|
| a) primario FM | C1 | 100 pF |
| b) primario AM | C3 | 1 600 pF |
| c) secondario FM | C2 | 100 pF |
| d) secondario AM | C4 e C5 | 1 600 e 16 000 pF |

I rapporti di capacità sono quelli necessari per stabilire la presa e per determinare l'accordo.

Trasformatori di questo tipo presentano però l'inconveniente della maggior amplificazione e quindi del pericolo di instabilità in posizione FM; sono utilizzati solo in apparecchi di classe; la stabilizzazione è ottenuta con un circuito neutralizzatore comprendente un condensatore di 20 pF, in serie con una resistenza di 180 ohm. Il circuito è accoppiato induttivamente al primario FM, con un altro avvolgimento, non indicato in figura. In tal modo il trasformatore FM risulta formato da quattro avvolgimenti, e quello AM da due.

Trasformatore di media frequenza AM/FM ad alta efficienza.

Il trasformatore MF per FM dovrebbe risultare più efficiente di quello AM, in quanto è necessaria una maggior amplificazione del segnale FM, affinché fornisca una resa d'uscita pari a quella del segnale AM. Ma l'aumento di efficienza comporta sempre il pericolo dell'instabilità, per cui ogni miglioramento nell'efficienza richiede un aumento nella stabilizzazione, ossia della neutralizzazione.

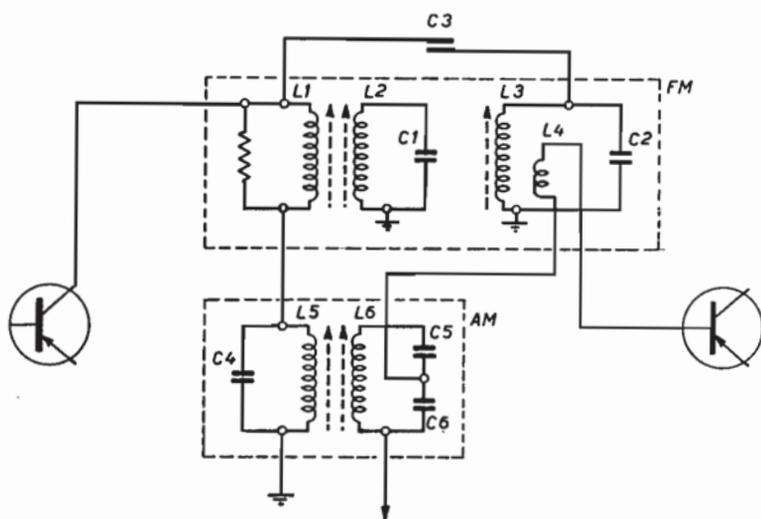


Fig. 15.13. - Esempio di trasformatore MF ad alta efficienza.

La fig. 15.13 riporta lo schema di uno stadio a media frequenza AM/FM, progettato allo scopo di assicurare la massima efficienza, ossia il più alto Q dei circuiti accordati, la massima selettività, insieme con l'accurata stabilizzazione. Il circuito d'entrata è formato dall'avvolgimento L1 con in parallelo una resistenza di 6,8 chiloohm; in tal modo risulta semiaperiodico, adatto per lasciar passare una vasta banda di frequenze. È accoppiato al primo circuito accordato, formato da L2 e C1, a sua volta accoppiato al secondo circuito accordato, L3 e C2. Quest'ultimo è accoppiato all'avvolgimento L4 collegato alla base del transistor. L4 si trova in serie con il secondario MF/AM, formato da L6 e dal partitore capacitativo C5 e C6.

I valori dei condensatori sono i seguenti:

- | | | | | |
|-----------------|-------------|-------------|----------------|--|
| a) FM | C1 = 62 pF | C2 = 10 pF | | |
| b) AM | C4 = 300 pF | C5 = 560 pF | C6 = 18 000 pF | |

La stabilizzazione dello stadio è assicurata dal condensatore C3 di neutralizzazione, di capacità adeguata alla capacità interna del transistor.

Trasformatori MF per AM/FM di questo tipo sono usati in diversi apparecchi della Grundig.

La banda passante dei trasformatori MF/FM.

Il segnale FM a media frequenza è modulato entro una certa estensione di banda di frequenze; non modulato, ha un solo valore preciso, quello di centrobanda, generalmente a 10,7 megacicli; modulato, si sposta ai due lati della frequenza di centrobanda. La banda delle frequenze di modulazione deve poter passare attraverso l'amplificatore a media frequenza; però, la selettività dell'apparecchio è principalmente affidata ai circuiti a media frequenza; i circuiti MF devono lasciar passare la banda di frequenze di modulazione, e non lasciar passare i segnali interferenti. Ne risulta la necessità di un compromesso; la selettività dei circuiti MF deve essere elevata quanto necessario per la buona ricezione dei segnali, ma non troppo elevata, affinché essa non « spogli » il segnale di una parte delle frequenze di modulazione, corrispondenti alle voci e ai suoni.

I circuiti accordati MF vengono allineati in modo da consentire una banda passante, ossia una certa banda di frequenze intorno a quella di centrobanda.

Quale sia la banda passante di un dato apparecchio risulta da un grafico, nel quale sono indicate le varie frequenze e le corrispondenti attenuazioni.

La fig. 15.14 indica un grafico di questo tipo; esso riporta la curva di risposta dell'amplificatore a media frequenza. Da tale curva risulta visibile quale sia la banda passante dell'amplificatore MF, ossia come esso provveda ad amplificare le varie frequenze di modulazione. Quella indicata in figura è una curva ideale, teorica; la curva pratica deve essere quanto più possibile simile a quella teorica, affinché la riproduzione sonora dell'apparecchio risulti la migliore possibile.

La curva è ottenuta applicando all'entrata dell'amplificatore MF un segnale FM, la cui frequenza viene variata ai due lati di quella di centrobanda; alla sua uscita (o all'uscita del rivelatore o a quella dell'apparecchio) vi è uno strumento misuratore

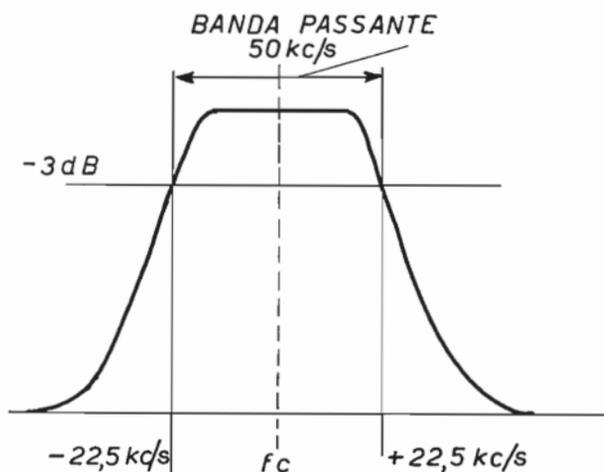


Fig. 15.14. - Curva di risposta dell'amplificatore MF.

adatto. Alla frequenza centrale, di 10,7 Mc/s, la resa d'uscita è massima; spostando leggermente la frequenza del segnale di qualche chilociclo in più o in meno, la resa rimane inalterata, in quanto la sommità della curva è appiattita; anche spo-

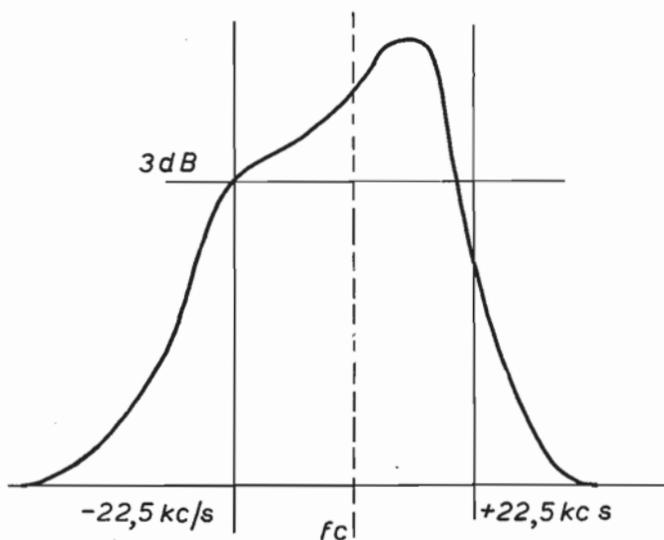


Fig. 15.15. - Curva di risposta asimmetrica.

stando la frequenza di 10 chilocicli, la resa rimane inalterata. A 22,5 chilocicli è scesa di circa un terzo; spostandola di più la resa deve scendere rapidamente.

Utilizzando un generatore sweep a 10,7 Mc/s, con spostamenti di frequenza di più e meno 300 kc/s, è possibile vedere la curva sullo schermo dell'oscilloscopio. Il generatore fornisce un segnale la cui frequenza è automaticamente, e rapidamente, spostata ai due lati di quella di centrobanda; la resa d'uscita risulta visibile sullo schermo dell'oscilloscopio.

In fabbrica, la messa a punto dell'amplificatore MF/FM viene effettuata in questo modo, poichè esso consente di vedere eventuali distorsioni, da un lato o dall'altro della curva. La fig. 15.15 mostra una curva di risposta anormale.

La curva di risposta può essere simmetrica ma non essere adeguata perchè troppo stretta; è ciò che avviene quando la riga orizzontale, a -3 dB, viene raggiunta con frequenze più basse di 22,5 kc/s. Se, ad es., tale linea viene raggiunta con frequenza di 10 kc/s, si ottiene una attenuazione troppo rapida; la sommità della curva risulta appuntita. L'amplificatore MF è troppo selettivo, a tutto scapito della banda passante, per la eliminazione di parte delle frequenze di modulazione. La riproduzione sonora risulta, in tal caso, cupa.

All'opposto, se la sommità della curva è troppo appiattita, e la linea a -3 dB viene raggiunta solo a 30 o a 40 kc/s, l'amplificatore MF consente il passaggio di tutte le frequenze di modulazione, la riproduzione sonora risulta fedele, ma la sua selettività è insufficiente. È il caso della banda passante troppo larga.

Caratteristica tipica di accordo FM.

Lo stadio d'entrata dell'unità FM è semiaperiodico, essendo accordato ad una sola frequenza fissa, in genere di 94 o di 98 Mc/s; il circuito accordato d'entrata, all'uscita del transistor amplificatore AF/FM, è a frequenza variabile, generalmente da 87 a 104,5 Mc/s. L'accordo alle varie frequenze del segnale radio non risulta perciò uniforme, benchè del tutto appropriato alla ricezione delle emittenti FM. La presenza dell'entrata semiaperiodica ha l'effetto di appiattire la curva di selettività del complesso FM, adeguandolo all'ampiezza della banda passante dell'amplificatore MF. Tale banda è notevolmente più larga di quella dell'amplificatore MF in posizione AM.

Quale possa essere la caratteristica tipica di accordo dell'unità FM è indicato dalla curva di fig. 15.16. All'entrata dell'apparecchio è applicato un segnale alla frequenza fissa di 98 Mc/s, ottenuto da un generatore, quindi la sintonia dell'apparecchio è variato sino a 600 chilocicli in più e in meno. La resa d'uscita varia secondo le due curve indicate; quella a tratto pieno si riferisce ad un segnale forte, di 550 microvolt, l'altra, la tratteggiata, ad un segnale debole, di 55 microvolt.

Le due curve hanno l'andamento indicato, con tre punte, per effetto dell'accoppiamento stretto tra l'avvolgimento d'antenna e quello d'entrata.

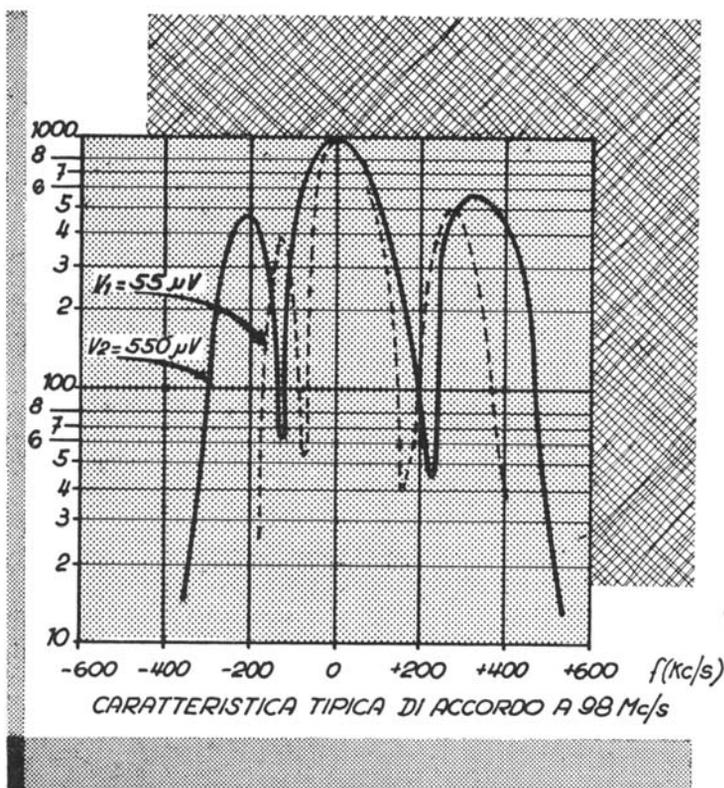


Fig. 15.16. - Caratteristica tipica di accordo FM.

Curva di risposta totale dell'apparecchio in FM.

La curva di risposta totale indica come vengano amplificate le varie frequenze di modulazione dall'intero apparecchio; anche l'amplificatore ad audio frequenza ha una sua curva di risposta; così altre parti del ricevitore. Qualora le varie curve siano corrette, si ottiene una *curva di risposta totale* bene adeguata. Essa dimostra che l'apparecchio è in grado di fornire buone riproduzioni sonore.

Un esempio di curva totale di apparecchio AM/FM, in corrispondenza alla frequenza di 98 Mc/s, è quello di fig. 15.17.

Viene generalmente scelta la frequenza a 98 Mc/s poichè essa rappresenta un punto di riferimento appropriato. Dalla curva risulta che l'apparecchio incomincia ad amplificare frequenze sonore da 40 cicli. Il tratto rettilineo della sommità della curva va da 200 a 1000 cicli; i suoni compresi fra questi due limiti vengono amplificati uniformemente. La attenuazione è rapida verso le frequenze sotto i 200

cicli; oltre i 1 000 cicli, sino a 2 000 cicli, la riproduzione è ancora adeguata. Scende rapidamente dopo i 3 000 cicli.

La curva sottostante indica come varia la distorsione al variare delle frequenze acustiche; è maggiore verso i due estremi della banda delle frequenze audio.

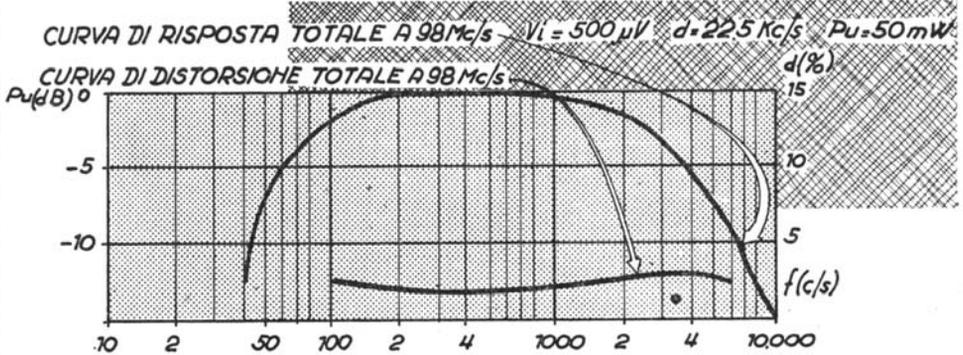


Fig. 15.17. - Esempio di curva di risposta totale di apparecchio FM.

Il rivelatore a modulazione di frequenza.

Gli apparecchi a modulazione di frequenza sono provvisti di un particolare stadio rivelatore, diverso da quello adatto per la rivelazione dei segnali a modulazione di ampiezza.

Il vantaggio principale del rivelatore FM, rispetto a quello AM, è che esso rivela solo il segnale radio, escludendo i disturbi, mentre l'AM rivela i segnali e anche i disturbi, esso non fa altro che rettificare ciò che perviene alla sua entrata; se vi sono segnali e disturbi, lascia passare gli uni e gli altri, non avendo alcuna possibilità di discriminazione.

Il rivelatore FM può invece lasciar passare i soli segnali radio, ed escludere i disturbi, ciò perchè i segnali radio sono a modulazione di frequenza, mentre i disturbi sono di ampiezza. I disturbi non sono che tensioni alternative ad ampiezza variabile; non possono essere mai a frequenza variabile.

È il rivelatore FM che, potendo discriminare i segnali dai disturbi, costituisce il pregio principale degli apparecchi FM. Non appena fu possibile costruire apparecchi radio con il rivelatore FM, la diffusione delle stazioni FM fu immediata, poiché fu possibile installare molte stazioni di potenza ridottissima. I primi apparecchi radio FM disponevano di un rivelatore non adatto per la eliminazione dei disturbi; veniva denominato *rivelatore a discriminatore*; quello attualmente in uso, adatto per la eliminazione dei disturbi, è detto *rivelatore a rapporto*.

La differenza essenziale tra i due tipi di rivelatori consiste nella disposizione

dei due diodi; in quello a discriminatore essi erano disposti in parallelo, con i catodi dallo stesso lato; in quello a rapporto, essi sono disposti in serie, uno con il catodo da un lato, e l'altro con il catodo in senso opposto. Il primo rivelatore funzionava in base alla *differenza* tra i due segnali ottenuti dalla rivelazione; il secondo rivelatore funziona in base al *rapporto* tra i due segnali.

SEMPLICE CIRCUITO RIVELATORE FM.

La fig. 15.18 indica come può essere costituito il rivelatore FM a rapporto. Consiste di due diodi rivelatori OA79, disposti in opposizione, collegati ai due secondari dell'ultimo trasformatore MF.

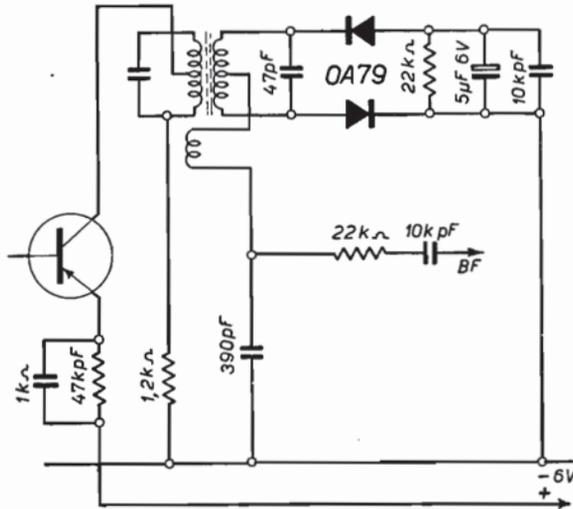


Fig. 15.18. - Esempio di semplice rivelatore FM.

I due secondari sono indispensabili, per poter ottenere due segnali di polarità opposta. Essi sono riuniti e formano un avvolgimento con la presa al centro. Il segnale audio, dovuto alla rivelazione FM, viene prelevato da tale presa al centro. La resistenza di 22 chilohm rappresenta il carico del rivelatore. Ad essa segue un condensatore elettrolitico di 5 microfarad, 6 volt-lavoro; è questo il condensatore volano.

Compito del condensatore volano è di « restaurare » il segnale audio qualora esso venisse, in parte, « demolito » da disturbi molto forti. Ha lo scopo di fornire potenza, come un volano, in modo da consentire la compensazione del segnale audio. Qualora, ad es. un disturbo dovesse incidere in una semionda del segnale audio, l'« incisione » verrebbe compensata dal condensatore volano, in modo da farla quasi scomparire.

Il condensatore volano è inutile nel circuito di rivelazione AM, in quanto se-

gnali e disturbi sono presenti insieme, e non si può far altro che eliminare tutti quei segnali che sono accompagnati da disturbi troppo intensi, come avviene quando la frequenza è elevata, sopra i 5 000 cicli/secondo.

Parte essenziale del circuito rivelatore FM è l'avvolgimento terziario dell'ultimo trasformatore MF/FM. È derivato dalla presa centrale, ed è strettamente accoppiato all'avvolgimento primario, come indicato in figura. Consente di ottenere un segnale a modulazione di frequenza la cui ampiezza non è costante, ma è modulata; in tal modo il segnale a media frequenza FM, che non sarebbe utilizzabile per la rivelazione, in quanto fornirebbe una tensione continua, diventa adatto per la rivelazione.

La rivelazione del segnale è sempre del tipo AM, ossia il segnale viene rettificato, come viene rettificato quello a modulazione di ampiezza. Però, il circuito di rivelazione provvede affinché il segnale FM risulti modulato anche in ampiezza, appunto con la sovrapposizione di due segnali, quello d'entrata e quello d'uscita. La modulazione di ampiezza risulta per effetto della differenza di fase tra i due segnali. (Il processo di sovrapposizione e di modulazione del segnale FM è descritto nel volume L'APPARECCHIO RADIO, capitolo quinto, dedicato alla modulazione di frequenza).

Dall'avvolgimento terziario è prelevato il segnale audio; il segnale FM/MF ancora presente in tale circuito viene eliminato mediante il condensatore di 390 picofarad, collegato a massa.

Esempi di stadi rivelatori a modulazione di frequenza.

Nell'esempio fatto, la massa metallica è al negativo della batteria; il primario del trasformatore FM/MF è perciò collegato a massa.

Uno stadio rivelatore simile al precedente, ma un po' più complesso, è quello di fig. 15.19. Appartiene all'apparecchio Philips mod. L3XO2.

L'ultimo trasformatore MF/FM è a due circuiti accordati, più l'avvolgimento terziario. Il secondario è provvisto di presa al centro. Il primario ha una presa collegata all'alimentazione negativa a massa.

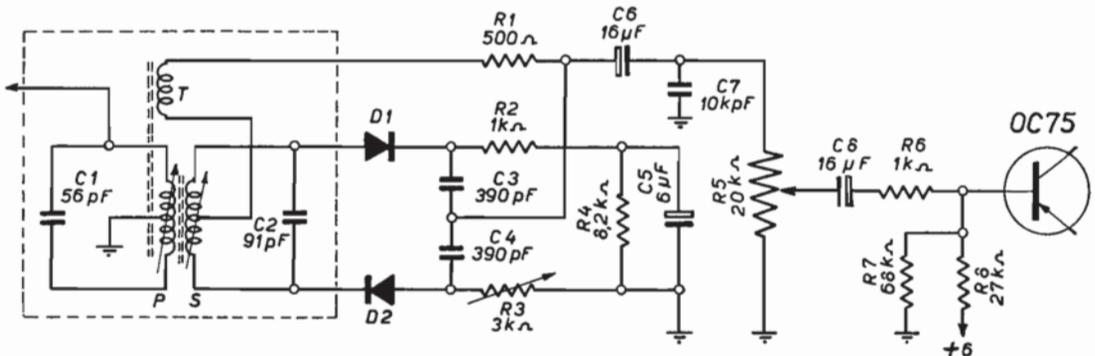


Fig. 15.19. - Schema di rivelatore FM e di entrata audio.

Vi sono due resistenze e due condensatori di rivelazione, $R1$ ed $R3$, $C3$ e $C4$. La resistenza $R3$ è semifissa, regolabile all'atto della messa a punto dell'apparecchio; con tale regolazione è possibile ottenere un accurato bilanciamento, con conseguente ottima linearità del rivelatore, e buona eliminazione dei disturbi. Funziona da condensatore volano l'elettrolitico $C5$, di 6 microfarad.

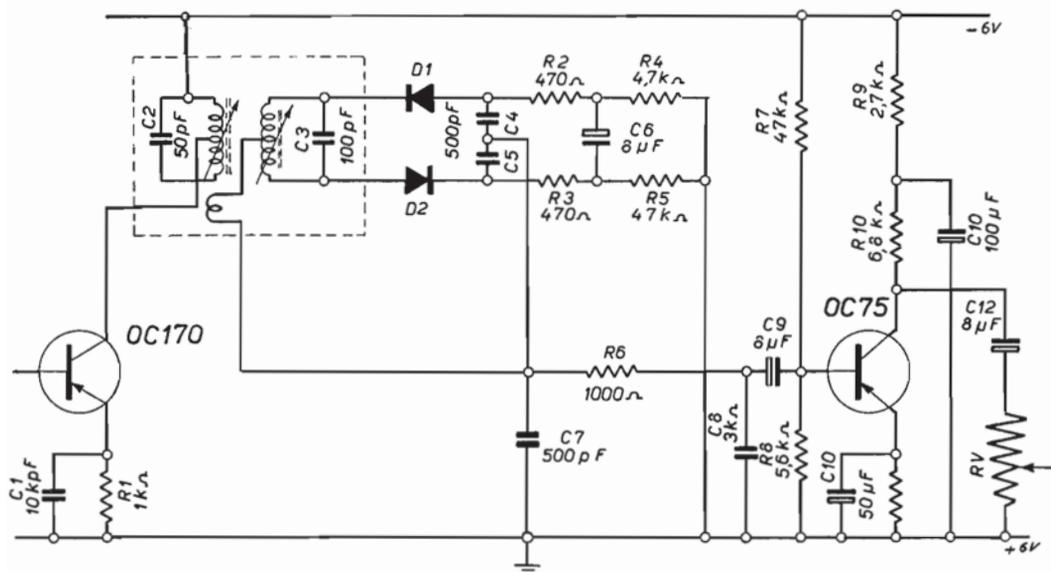


Fig. 15.20. - Rivelatore FM e primo transistor preamplificatore audio.

Il segnale audio viene trasferito alla base del primo transistor BF tramite due condensatori elettrolitici, $C6$ e $C8$, di 16 microfarad ciascuno. Per la loro presenza, la resistenza variabile del controllo di volume può essere di valore elevato, 20 mila ohm.

I due condensatori fissi di rivelazione, $C3$ e $C4$, sono collegati al circuito esterno, quello in cui è presente il segnale audio.

Un altro esempio di stadio rivelatore FM è quello riportato dalla fig. 15.20. Il segnale audio è trasferito alla base del primo transistor BF tramite l'elettrolitico $C9$ di 8 microfarad; la resistenza variabile del controllo di volume è sistemata all'uscita di questo transistor, e si trova perciò all'entrata del transistor pilota.

I circuiti di rivelazione degli apparecchi AM/FM.

La fig. 15.21 illustra i circuiti di rivelazione, a modulazione di ampiezza e di frequenza, di un tipico apparecchio, 9 transistor e 5 diodi, il mod. RRT 1421 della Siemens Eletra.

L'apparecchio è con il telaio al negativo della batteria di pile. L'ultimo trasfor-

matore MF consiste di due parti, una MF/AM e l'altra MF/FM. Quest'ultima consiste dei due circuiti accordati e dell'avvolgimento terziario. Alla rivelazione FM provvedono due diodi OA79 in serie; alla rivelazione AM provvede un altro diodo OA79. I condensatori di rivelazione sono due, C1 e C2; vi sono le due resistenze di rivelazione, R2 ed R3; R2 è semifissa per consentire l'esatta messa a punto del rivelatore FM, all'atto della taratura del ricevitore.

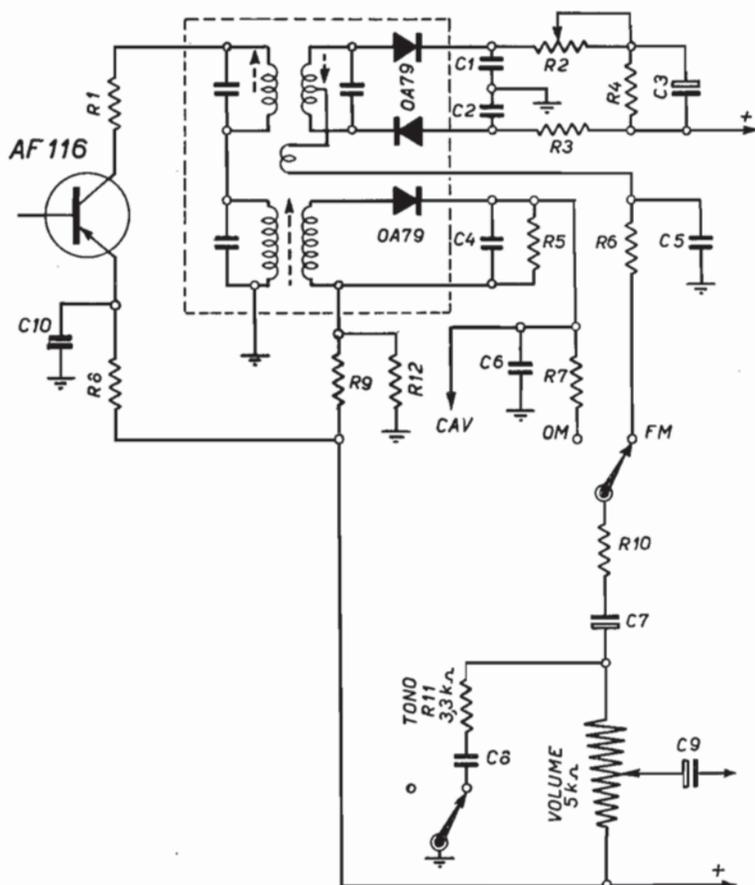


Fig. 15.21. - Rivelatori AM e FM dell'apparecchio Siemens Eletra mod. RRT 1421.

Il rivelatore AM consiste della resistenza e del condensatore di rivelazione, R5 e C4, ed è leggermente polarizzato con la resistenza R9, collegata alla linea di alimentazione positiva, e la R12 al negativo.

La sezione audio può venir collegata ad uno o all'altro dei due rivelatori. Ciascuno di essi è provvisto di un filtro per le frequenze-disturbo. Nel circuito del rivelatore FM vi è il filtro costituito da R6 e C5; in quello AM vi è il filtro formato da R7 e C6.

L'APPARECCHIO A MODULAZIONE DI FREQUENZA

I valori dei componenti indicati sono i seguenti:

R1	560 ohm	C1	330 pF
R2	10 chiloohm	C2	330 pF
R3	1 chiloohm	C3	2 μ F
R4	18 chiloohm	C4	10 nF
R5	2,2 chiloohm	C5	10 nF
R6	330 ohm	C6	10 nF
R7	4,7 chiloohm	C7	5 μ F
R8	1,5 chiloohm	C8	50 nF
R9	180 ohm	C9	2,5 μ F
R10	4,7 chiloohm	C10	50 nF
R11	3,3 chiloohm		
R12	4,7 chiloohm		

Un altro esempio di stadio di rivelazione AM/FM è riportato dalla fig. 15.22. Appartiene ad una serie di apparecchi della Grundig. Mentre negli altri esempi, un lato del circuito FM va direttamente a massa, in questo la massa è raggiunta tramite due condensatori elettrolitici di 500 microfarad ciascuno. Il condensatore volante, C5, è di 2 microfarad.

Il primario del trasformatore MF non è accordato con un condensatore fisso; è provvisto di induttore variabile; sono invece accordati con condensatore fisso il secondario (con C4) e il terziario (con C3). Inoltre, il segnale audio non è prelevato da un lato dell'avvolgimento terziario, come avviene nella maggior parte dei circuiti di rivelazione, bensì da uno dei diodi; per tale ragione vi è il doppio elettrolitico di 500 microfarad. L'avvolgimento terziario è al telaio, e quindi al negativo della batteria.

Lo stadio rivelatore AM è del tipo a polarizzazione automaticamente controllata. Essa è ottenuta con la resistenza R6 di 27 chiloohm, al negativo, e con il semiconduttore a resistenza interna variabile E25C5, al positivo. Questo semiconduttore aumenta la propria resistenza con l'aumentare dell'intensità di corrente, per cui, in presenza di segnale forte, con corrente più intensa, determina una polarizzazione più elevata del diodo rivelatore OA90. Lo stadio risulta in tal modo stabilizzato; è una specie di CAV applicato al rivelatore. La tensione di polarizzazione è ampiamente livellata dal condensatore elettrolitico C4 di 50 microfarad, e dal condensatore a carta C6 di 6,8 nanofarad.

Il condensatore C10 di 1 000 pF e la resistenza R7 di 10 chiloohm appartengono al circuito di rivelazione. La tensione CAV è prelevata all'uscita del diodo rivelatore. La tensione audio è trasferita al commutatore AM/FM tramite due resistenze di 4,7 chiloohm in serie, tra le quali vi è il condensatore C7, di 470 pF per la eliminazione delle frequenze eccessive.

Il controllo di volume è ottenuto con una resistenza variabile R10 di 100 kilohm, data la presenza del condensatore di accoppiamento C9 di 0,1 microfarad.

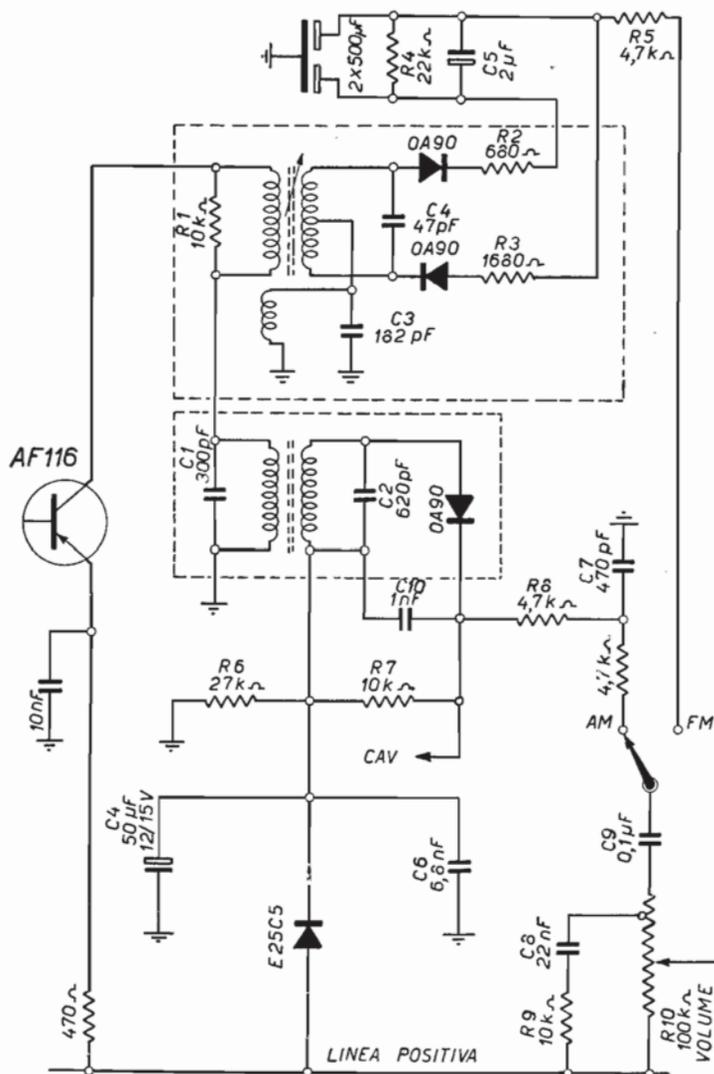


Fig. 15.22. - Rivelatori AM e FM di una serie di apparecchi Grundig. La polarizzazione del rivelatore AM è a variazione controllata.

Il controllo di volume è provvisto di circuito per il rinforzo delle frequenze basse, collegato ad una sua presa, e costituito dalla resistenza R9 di 10 kilohm, in serie con il condensatore C8 di 22 nanofarad.

Stadio rivelatore FM con controllo di bilanciamento.

In alcuni apparecchi AM/FM vi sono due transistor MF per i segnali AM, e tre transistor MF per i segnali FM; ne risulta che il rivelatore AM si trova all'uscita del secondo transistor MF, e che il rivelatore FM si trova all'uscita del terzo transistor MF. La fig. 15.23 illustra un esempio di rivelatore FM, presente all'uscita del terzo transistor MF, e quindi separato dal rivelatore AM.

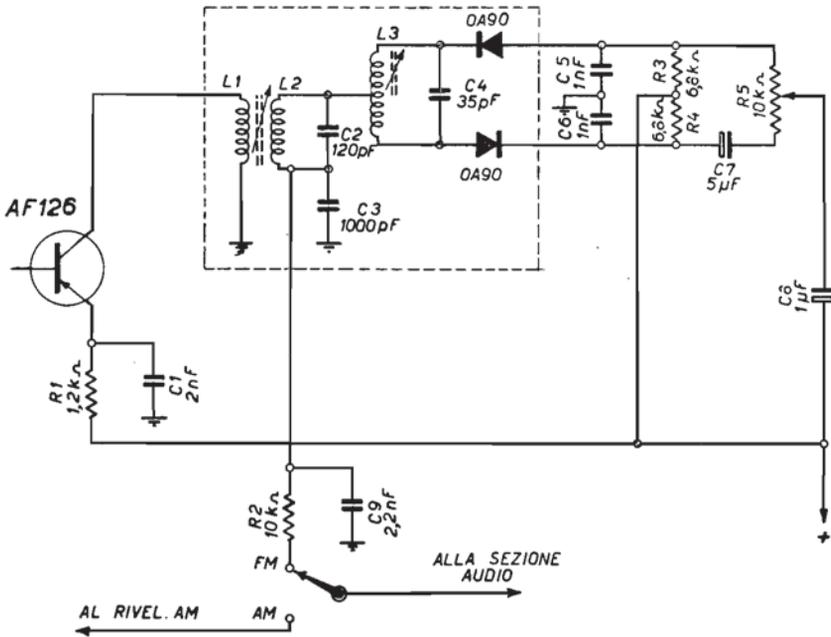


Fig. 15.23. - Rivelatore FM con controllo di bilanciamento.

Nell'esempio, $L1$ è l'avvolgimento primario, senza condensatore di accordo, $L2$ è l'avvolgimento terziario, con il condensatore di accordo $C2$, $L3$ è, infine, l'avvolgimento secondario, provvisto di presa al centro, e collegato al proprio condensatore $C4$.

I diodi rivelatori sono due OA90; sono posti in serie; le loro uscite sono collegate al circuito di rivelazione, comprendente i due condensatori $C5$ e $C6$, e le resistenze $R3$ e $R4$. Il condensatore volano è $C7$. La resistenza semifissa $R5$ di 10 kilohm, e il condensatore elettrolitico $C8$, di 1 microfarad, formano il controllo di bilanciamento dello stadio rivelatore. Ha lo scopo di consentire la linearità della caratteristica del rivelatore.

Il rivelatore FM e il CAV.

Il CAV non viene prelevato dal rivelatore FM, benchè un lato del circuito sia sempre negativo. Sarebbe possibile derivare la linea CAV da tale lato del circuito di rivelazione FM, ma ciò non vien fatto poichè il prelievo di corrente per il CAV determinerebbe lo sbilanciamento del circuito.

A volte, eccezionalmente, il CAV è prelevato dal rivelatore FM, il quale, in tal caso, è provvisto di un regolatore di bilanciamento, in modo da far assorbire anche al lato positivo, un'intensità di corrente pari a quella richiesta dal lato negativo.

Generalmente, il CAV è prelevato dal primario, anzichè dal secondario dell'ultimo trasformatore MF, utilizzando un apposito diodo rettificatore. Il segnale MF viene prelevato dal circuito primario, o dal collettore dell'ultimo transistor amplificatore MF/FM, tramite un condensatore di piccola capacità, e quindi rettificato dal diodo; la tensione così ottenuta viene livellata e utilizzata per il controllo automatico di volume della sezione FM del ricevitore.

Il controllo automatico di frequenza FM.

In ricezione FM, l'apparecchio tende a slittare di frequenza, ad « uscire di sintonia », a causa dell'elevata frequenza a cui funziona l'oscillatore locale. Piccole variazioni della tensione di alimentazione, o dell'ampiezza del segnale radio in arrivo, o della temperatura ambiente, o dell'umidità sono sufficienti per causare una

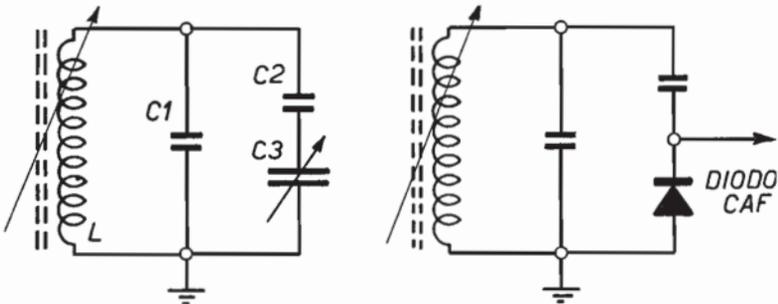


Fig. 15.24. - Il diodo CAF (a destra) si comporta come un condensatore variabile (a sinistra) controllato dalla tensione proveniente dal rivelatore.

deriva di frequenza dell'oscillatore; quando tale deriva è ampia, l'apparecchio è fuori sintonia; è allora necessario provvedere ad agire sul comando di sintonia, e riportarlo alla frequenza corretta, quella della emittente FM.

Questo grave inconveniente della ricezione FM con transistor, può venir ovviato con un particolare circuito di correzione, detto *controllo automatico di frequenza* (CAF). Il suo principio di funzionamento è simile a quello del controllo automatico di volume (CAV), poichè utilizza anch'esso una tensione di controllo prelevata dal-

l'uscita del rivelatore. Anzichè variare l'amplificazione del transistor AF o del primo transistor MF, tale tensione di controllo varia la capacità di un particolare diodo, collegato in parallelo al condensatore variabile d'oscillatore, oppure quella dello stesso transistor oscillatore FM.

Però, mentre il CAV può venir collegato stabilmente, in quanto non offre nessun inconveniente, il CAF non può venir sempre inserito, poichè presenta l'inconveniente di rendere difficile la manovra di sintonia. Occorre poterlo escludere durante la ricerca della emittente, per poi inserirlo dopo aver accuratamente regolato la sintonia del ricevitore. Il CAF provvede a rendere stabile la sintonia raggiunta a mano.

Ciò è vero per le emittenti non locali; per quelle locali, la presenza del CAF può, al contrario, rendere più facile la sintonia, in quanto le locali occupano tratti più ampi sulla scala di sintonia. L'inclusione e l'esclusione del CAF dipendono perciò dalla zona in cui funziona l'apparecchio.

PRINCIPIO DI FUNZIONAMENTO DEL CAF CON DIODO VARY-CAP.

La capacitanza del diodo al silicio BA102, detto diodo vary-cap, varia ampiamente, entro certi limiti, con il variare della tensione ad esso applicata; variando tale tensione varia la sua capacità; è simile ad un condensatore la cui capacità possa venire variata da una tensione di controllo. Collegando opportunamente un diodo BA102 al circuito d'oscillatore FM, è possibile ottenere il controllo di frequenza dell'oscillatore, purchè sia disponibile una tensione di controllo.

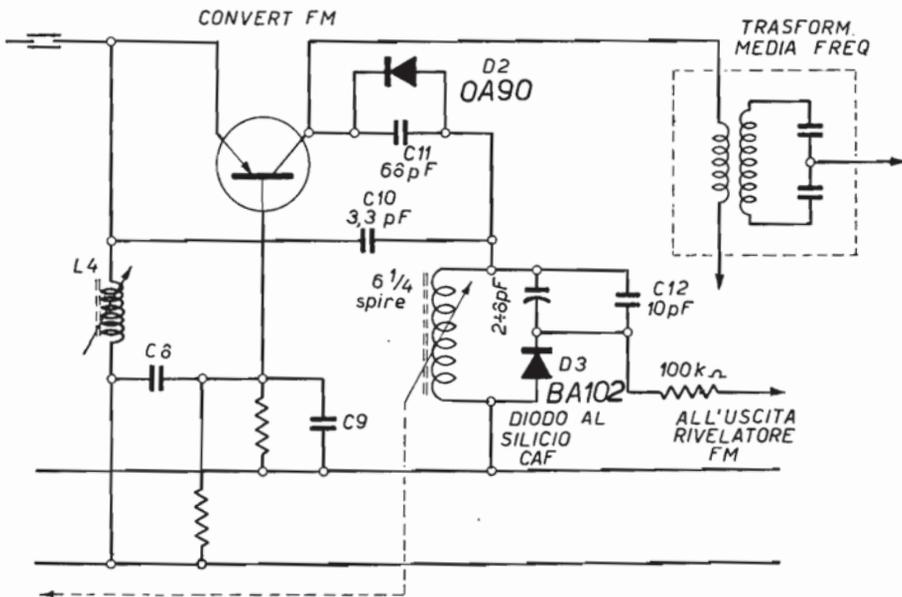


Fig. 15.25. - Diodo CAF in circuito accordato d'oscillatore.

Il diodo CAF non può venir collegato direttamente ai capi dell'induttore variabile; è in serie con un condensatore di accoppiamento, come indicato dalla fig. 15.24. La tensione di controllo giunge ai capi del diodo. La capacità del diodo è determinata dalla tensione di controllo di riposo; al variare in più o in meno della tensione varia in meno o in più quella del diodo, e quindi quella complessiva del circuito accordato.

In pratica, per poter effettuare la messa in passo dell'oscillatore, la capacità di accoppiamento è semifissa. La fig. 15.26 indica un esempio di stadio oscillatore FM del tipo ad induttore variabile. In parallelo all'induttore vi sono quattro capacità, le tre indicate in figura più quella aggiuntiva, dovuta ai collegamenti, di circa 6 pF.

La tensione di controllo è prelevata dal terziario del rivelatore a rapporto bilanciato, adeguatamente predisposto.

L'azione del diodo vary-cap non è però lineare, rispetto all'ampiezza dei segnali in arrivo; mentre può riuscire adeguata per emittenti deboli, può risultare eccessiva, e quindi determinare inconvenienti, in presenza di emittenti locali. Per ovviare a questo inconveniente è necessario un secondo diodo, adatto per rivelazione, ad es. un OA90, inserito come indicato in figura.

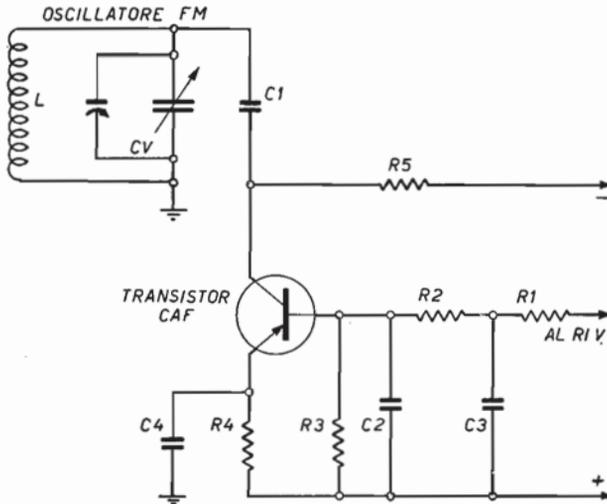


Fig. 15.26. - Controllo automatico di frequenza ottenuto con transistor.

PRINCIPIO DI FUNZIONAMENTO DEL CAF A TRANSISTOR.

Anzi che con un diodo al silicio, la variazione di capacità necessaria per la compensazione della deriva di frequenza, da parte dell'oscillatore locale, può essere ottenuta con un transistor. In tal caso è un transistor che viene inserito nel circuito di sintonia d'oscillatore, in serie con un condensatore fisso, in modo da variarne la capacità totale, e stabilizzarne la frequenza.

L'APPARECCHIO A MODULAZIONE DI FREQUENZA

La capacità collettore-emittore di tutti i transistor varia con il variare della tensione di lavoro; quella dei transistor amplificatori ad audiofrequenza varia notevolmente, ciò che non ha importanza, essendo ben più grandi le capacità del circuito. È possibile utilizzare quelle variazioni di capacità per il CAF.

Un transistor può venir posto nel circuito accordato d'oscillatore, e funzionare come *capacità variabile comandata*, ossia come *capacità CAF*, prestandosi ottimamente alla compensazione della deriva di frequenza. In fig. 15.26 è indicato un circuito d'oscillatore FM, costituito dalla bobina L e dal condensatore CV; la capacità di accordo è determinata anche da quella del condensatore C1 di 5 picofarad, e da quella del transistor in serie con C1. È questo il *transistor CAF*; la sua sola fun-

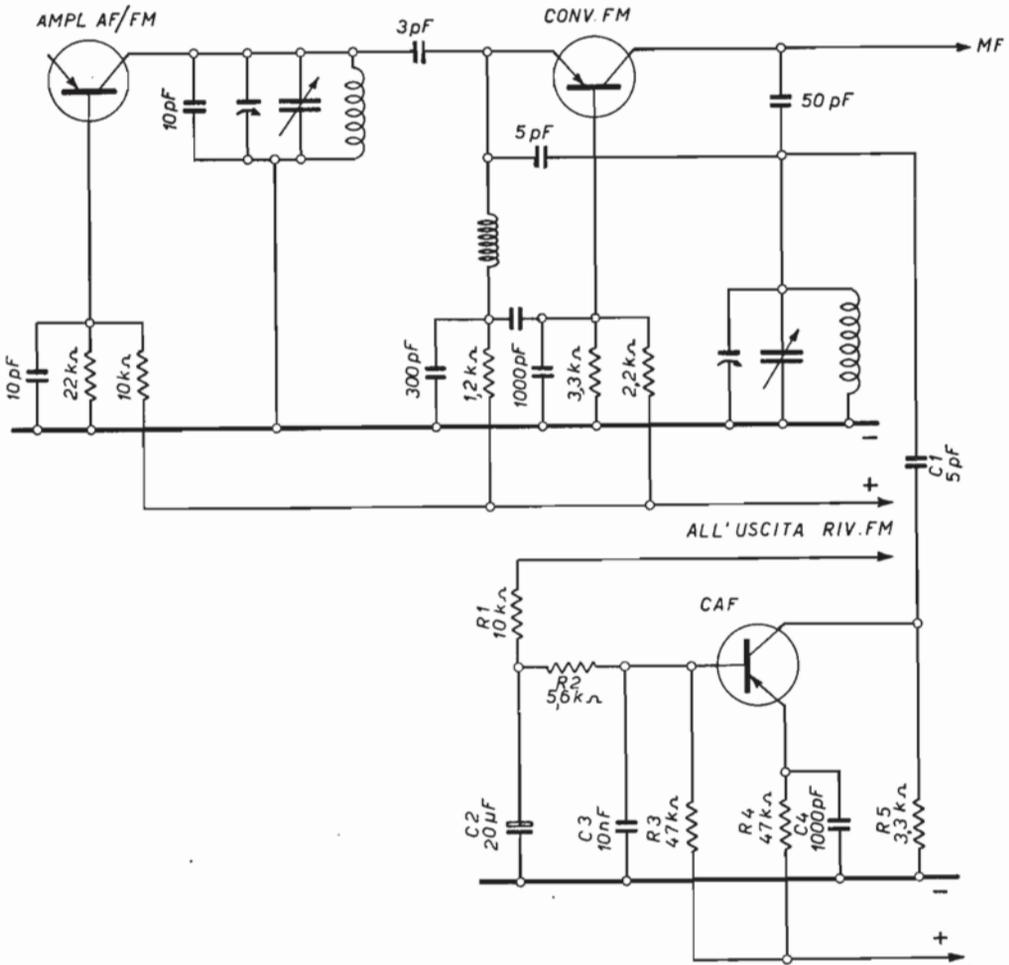


Fig. 15.27. - Stadio oscillatore FM a frequenza controllata con transistor CAF, come utilizzato in apparecchio di produzione giapponese.

zione è di fornire la propria capacità collettore-emittore a completamento di quella del circuito accordato. Se l'oscillatore tende ad uscire di frequenza, la capacità del transistor varia in modo da riportare l'oscillatore alla frequenza di sintonia. Esso stabilizza l'oscillatore sulla frequenza alla quale è stato accordato a mano.

Il circuito accordato d'oscillatore si chiude tramite C_4 , di 1 000 pF. La base del transistor è collegata, tramite reti di livellamento, all'uscita del rivelatore FM. La capacità del transistor varia a seconda della tensione che giunge alla sua base, dal rivelatore FM.

Come risulta in pratica uno stadio di conversione FM con transistor CAF separato, lo indica la fig. 15.27. Lo schema appartiene all'apparecchio a 10 transistor e 5 diodi della Standard Radio Corporation, mod. SR-J802. La tensione CAF è prelevata direttamente dall'uscita del terziario del rivelatore FM, e applicata alla base del transistor CAF tramite una resistenza R_1 di 10 chiloohm. La tensione audio viene livellata dal condensatore elettrolitico C_2 di 20 microfarad, poi dalla resistenza R_2 di 5,6 chiloohm, quindi dal condensatore C_3 di 10 nanofarad. La polarizzazione del transistor è assicurata dalle resistenze R_3 ed R_4 .

Rispetto la tensione del segnale FM, la base del transistor CAF è a massa. Il collettore dello stesso transistor è collegato al circuito d'oscillatore; in tal modo esso si trova in parallelo al condensatore variabile. Agisce come un condensatore di capacità semifissa, comandata dalla tensione prelevata dal rivelatore, e controlla la frequenza dell'oscillatore, costringendola a rimanere inalterata, entro certi limiti.

Un interruttore, posto tra la resistenza R_1 e il rivelatore FM, apre o chiude il circuito, per inserire o disinserire a mano il CAF.

CAF A VARIAZIONE DELLA CAPACITA' DEL TRANSISTOR OSCILLATORE.

Visto che la capacità di tutti i transistor varia con la tensione applicata, si può utilizzare quella dello stesso transistor oscillatore, e farla variare in modo da compensare la deriva di frequenza. Si elimina così il diodo vary-cap e il transistor CAF.

Vi è un solo inconveniente. Il transistor oscillatore è di bassa capacità collettore-base, più bassa di quella del diodo o del transistor audio in funzione di CAF. Per ottenere la stessa prestazione è necessario adoperare una più intensa corrente di correzione. Essa non può venir prelevata dall'uscita del rivelatore FM, come invece avviene con il diodo o il transistor CAF; deve venir amplificata, ossia prelevata dall'uscita del primo transistor audio, in funzione di preamplificatore.

Un esempio di convertitore FM controllato dal CAF è quello di fig. 15.28. La corrente CAF giunge alla sua base, e varia la capacità base-collettore. Essendo la base a massa, tramite il condensatore C_1 di 1 000 pF, tale capacità si trova in parallelo al circuito d'oscillatore. In serie vi è anche il condensatore C_5 , la cui capacità è però grande, di 68 pF, per cui non disturba; è praticamente inesistente, rispetto alle variazioni di capacità che interessano il CAF.

La base del transistor convertitore è collegata al collettore del transistor preamplificatore audio. Da esso viene prelevata una piccola parte del segnale audio,

amplificato; tale parte del segnale audio viene accuratamente livellata, da R3 e C3, e da R2 e C2, per poi giungere alla base del convertitore.

Un comando manuale consente di inserire o disinserire il CAF. Il partitore di tensione R4 e R5 polarizza la base del transistor convertitore, quando il CAF è disinserito.

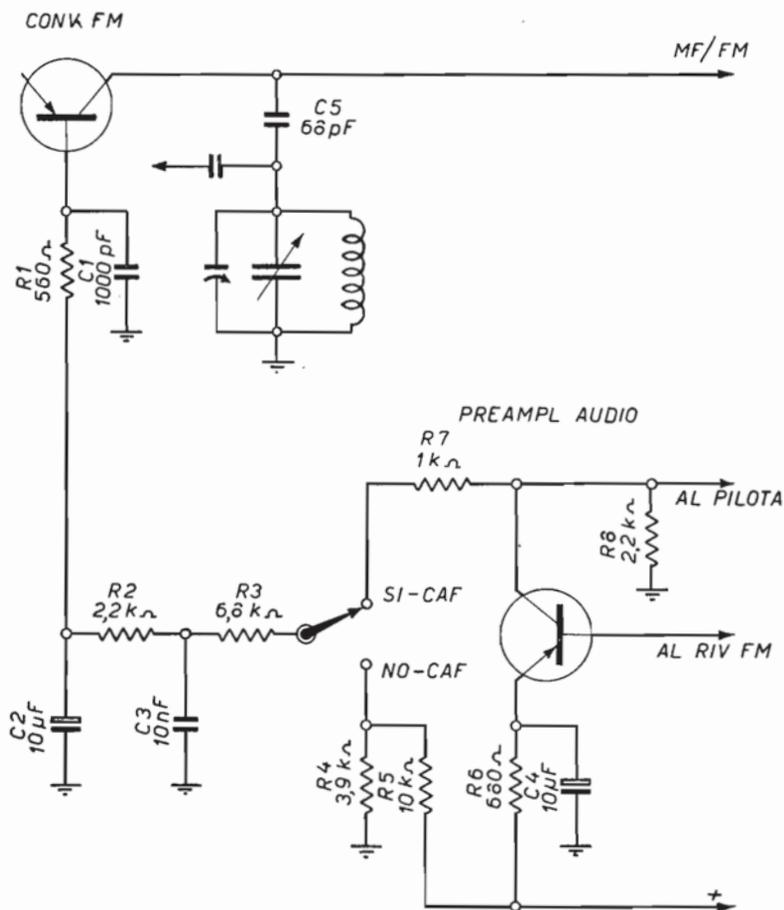


Fig. 15.28. - Controllo automatico di frequenza ottenuta per variazione di capacità del transistor oscillatore.

Gruppo FM con transistor convertitore e amplificatore MF.

È possibile far funzionare simultaneamente il transistor convertitore autooscillante anche da amplificatore a media frequenza.

Poiché un singolo transistor può venir collegato simultaneamente in circuito con base comune, e in circuito con emittore comune, si approfitta di questo fatto

per far funzionare il transistor convertitore anche con emittore comune, e fargli amplificare il segnale convertito a media frequenza.

Il segnale radio FM va da 87 a 108 megacicli, mentre il segnale a media frequenza è a 6,24 o a 10,7 megacicli; essendo i due segnali a frequenza notevolmente diversa, il transistor può venir utilizzato con base comune per quello a frequenza alta, e con emittore comune per l'altro.

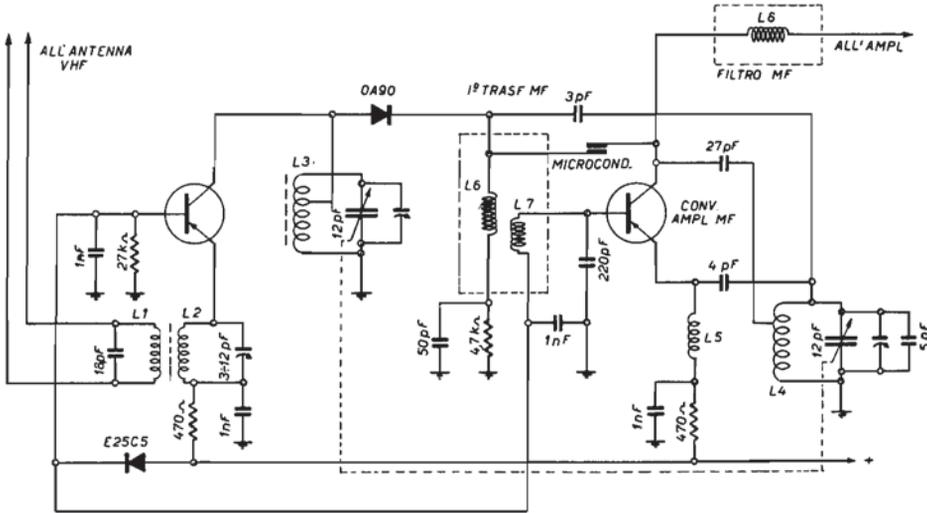


Fig. 15.29. - Il secondo transistor provvede alla conversione di frequenza e, simultaneamente, all'amplificazione a media frequenza.

Un esempio pratico di unità FM con transistor convertitore-amplificatore MF, ampiamente adoperata negli apparecchi AM/FM della Grundig, è quello di fig. 15.29. Il primo transistor è inserito nello stadio d'amplificazione AF, senza alcuna variante rispetto alle altre unità FM, salvo la utilizzazione di un diodo stabilizzatore E25C5, nel partitore di tensione per la base di tale transistor.

Il secondo transistor, invece, presenta l'importante caratteristica di essere inserito in circuito con base comune e con emittore comune, nello stesso tempo. Il circuito accordato d'oscillatore è collegato al circuito di collettore, tramite un condensatore di 27 pF, ed al circuito di emittore, con il condensatore di 4 pF. Il condensatore di reazione è di 3 pF. Il segnale oscillante viene trasferito alla base del transistor prima tramite il condensatore di 3 pF, capacitivamente, e poi tramite il trasformatore MF, formato dalle bobine L6 e L7, induttivamente.

La bobina di compensazione è, nello schema, la L5, in serie con la resistenza di emittore.

Il circuito è a base comune, come sempre avviene. La presenza della bobina L7, nel circuito di base, non altera la disposizione, poichè il condensatore di 220 pF, tra base e massa, è di capacità molto elevata rispetto alle frequenze d'oscillatore

(quelle del segnale FM più la MF). Per tali frequenze la base è a massa. Inoltre la base è polarizzata come quella del primo transistor, con la stessa disposizione circuitale; le due basi sono unite insieme, rispetto la tensione continua di polarizzazione; sono separate rispetto il segnale FM per la presenza del condensatore di 1 000 pF e della bobina L7.

Amplificato dal primo transistor, il segnale FM viene rettificato dal diodo OA90; il mezzo segnale FM viene quindi sovrapposto al segnale oscillante generato dal secondo transistor; dalla sovrapposizione risulta il segnale di battimento, a media frequenza; esso si forma ai capi del primario MF (L6) e si trasferisce ai capi del secondario (L7); giunto alla base del transistor, viene amplificato, e come tale giunge all'uscita, per formarsi ai capi del filtro MF (L8). Il filtro è necessario per evitare il passaggio del segnale oscillante alla parte seguente dell'amplificatore MF.

Rispetto al segnale MF, il transistor è con emittore comune, essendo L5 trascurabile.

In tal modo, il segnale FM in arrivo, amplificato e rettificato giunge all'emittore, mentre il segnale MF, ottenuto dal cambiamento di frequenza giunge alla base. La disposizione presenta l'inconveniente di non poter collegare ai capi del primario del primo trasformatore MF, un condensatore di accordo, poichè esso trasferirebbe a massa il segnale MF in arrivo.

ESEMPI DI APPARECCHI A MODULAZIONE DI FREQUENZA

Apparecchio a modulazione di frequenza Siemens Elettra mod. RRT 1421.

La fig. 16.1 illustra l'aspetto esterno dell'apparecchio, e la tavola VI ne riporta lo schema elettrico.

Funziona con 9 transistor e 5 diodi. Consente la ricezione nelle due gamme delle onde medie, da 510 a 1 640 kc/s, e delle onde ultracorte, da 86 a 104,5 Mc/s.

DESCRIZIONE DELLA SEZIONE RADIO AM/FM.

La sezione radio comprende 5 transistor e 5 diodi. I due primi transistor, un AF114 e un AF115, sono inseriti nell'unità FM. Essa provvede all'amplificazione del segnale radio FM con il primo transistor, e alla sua conversione di frequenza, con il secondo. Il segnale radio FM può venir captato con l'antenna telescopica, indicata in alto a sinistra (*antenna FM*), oppure con altra antenna, di tipo esterno, come può essere un'antenna collettiva di un palazzo, o quella di un automezzo; per questa seconda antenna vi è una presa; nello schema è indicata a sinistra, in basso.

L'antenna telescopica dell'apparecchio è collegata direttamente al primario del trasformatore d'entrata (*L1*); l'eventuale antenna esterna si aggiunge a quella telescopica, tramite un condensatore *C26* di 2,7 pF. Il trasformatore è accordato alla frequenza di 94 megacicli.

Il primo transistor funziona in circuito a base comune; dal secondario del trasformatore, il segnale FM giunge all'emittore; quest'ultimo è collegato alla linea di alimentazione positiva, tramite *R2*, di 560 ohm. La base del transistor è polarizzata tramite il partitore di tensione formato dalle resistenze *R3* e *R4*.

Nel circuito di collettore è inserito il circuito accordato d'entrata, costituito dalla prima sezione del condensatore variabile e dall'avvolgimento *L3*. Il variabile è provvisto di compensatore e di padding; quest'ultimo (*C6*) è di 75 pF. Il circuito accordato è accoppiato all'emittore del secondo transistor tramite *C9*, di 2,2 pF.

La bobina di compensazione è indicata con *L4*; è in serie con la resistenza di emittore *R6*.

La base del secondo transistor è polarizzata con il partitore *R7* e *R8*.

Il circuito accordato d'oscillatore è costituito dalla seconda sezione del variabile FM, e dalla bobina L5. Il padding è costituito dal condensatore C13, di 35 pF. Il collegamento con l'emittore è ottenuto con C12 di 35 pF. Tale condensatore provvede anche ad accordare il primario del primo trasformatore MF/FM, formato dagli avvolgimenti L6 e L7. Si trova, infatti, in parallelo ad L7.

Il condensatore di reazione è C11 di 8 pF. Un diodo OA79 provvede ad eliminare l'eccedenza del segnale FM in arrivo; provvede cioè al controllo del sovraccarico.

Il segnale FM, convertitore alla frequenza di 10,7 megacicli, è disponibile ai capi del secondario MF/FM (L6); è utilizzata una presa intermedia capacitativa, formata da C17 e C18.

La base del terzo transistor può venir collegata all'uscita dell'unità FM, (posizione FM) oppure al circuito d'entrata onde medie (posizione AM). L'antenna onde medie è in ferrite, ed è indicata in basso; L9 è la bobina di sintonia, L10 quella di accoppiamento con la base del terzo transistor. Anche questa antenna può venir



Fig. 16.1. - Apparecchio a modulazione di frequenza Siemens Eletra mod. RRT 1421.

completata da una eventuale esterna; per evitare che quest'ultima determini differenze di sintonia, è accoppiata con un condensatore di piccolissima capacità (C7 di 2,7 pF) in serie con un'impedenza L14.

Il circuito accordato d'oscillatore è anch'esso disegnato in basso; è costituito dall'altra sezione del variabile OM e dalla bobina L11; il condensatore è provvisto di padding di 225 pF (C20), per diminuirne la variazione di capacità. Il circuito accordato è caricato con una resistenza R13 di 560 chiloohm, per appiattare leggermente la curva di selettività, e diminuire la spogliazione delle frequenze elevate di modulazione, a vantaggio della qualità della riproduzione sonora.

Le altre due bobine provvedono all'accoppiamento con l'emittore (L13), e alla reazione (L12). Quest'ultima è in serie con i primari del trasformatore MF; il telaio è al negativo della batteria, per cui tutte e tre le bobine sono collegate ad esso.

In posizione FM, la bobina L13 è cortocircuitata, e il condensatore C19, collegato a massa.

Il trasformatore di media frequenza posto tra il terzo e il quarto transistor MF (due AF116) è del tipo con primari e con secondari in serie; in posizione FM è cortocircuitato il primario AM; in posizione AM è cortocircuitato il primario FM, ed è invece inserito il diodo di controllo del sovraccarico, un OA79.

Il quarto transistor funziona da 2° amplificatore MF/FM o da 1° amplificatore MF/AM. In posizione AM è controllato dalla tensione CAV prelevata dall'uscita del rivelatore AM, tramite la resistenza di 10 chiloohm R33, e livellato dall'impedenza AF L15, e dal condensatore elettrolitico C45 di 10 microfarad.

Il quinto transistor, un altro AF 116, provvede alla terza amplificazione del segnale MF/FM oppure alla seconda del segnale MF/AM. Alla sua uscita vi è l'ultimo trasformatore MF, al quale seguono i due rivelatori.

DESCRIZIONE DELLA SEZIONE AUDIO.

Comprende quattro transistor, un OC71 quale preamplificatore, un OC75 quale pilota e una coppia di OC74 nello stadio finale. La resa d'uscita indistorta è di 400 milliwatt, con assorbimento di corrente di 11 mA in posizione AM, 16 mA in posizione FM, in assenza di segnale; l'assorbimento a resa massima è di circa 80 mA. La batteria di pile è da 9 volt.

In parallelo alla resistenza variabile del controllo di volume (R31 di 5 000 ohm) vi è un circuito di tonalità, formato dalla resistenza R30 di 3,3 chiloohm, in serie con il condensatore C43 di 50 nanofarad. Tramite l'elettrolitico C46 di 2,5 microfarad, il segnale audio giunge all'entrata del primo transistor audio, l'OC71; amplificato, viene trasferito all'entrata dell'OC75. Quest'ultimo provvede al pilotaggio dello stadio finale comprendente i due OC74. Lo stadio pilota e lo stadio finale sono controeazionati, tramite la resistenza R44 e il condensatore C55, colleganti l'uscita dell'apparecchio con il collettore di OC71. Ciò consente di eliminare parte della distorsione causata dai due stadi.

La base dei due transistor finali è polarizzata tramite il partitore di tensione formato da un lato dalla resistenza R43, in parallelo con il termistore, e dall'altro

dalla resistenza semifissa R46, in serie con la R47. La R46 consente di regolare la intensità di corrente assorbita dallo stadio finale, in assenza di segnale.

Gli emittori dei due transistor finali sono collegati alla linea di alimentazione positiva con la resistenza R46 di 3,3 ohm; la caduta di tensione che si produce ai suoi capi è bassissima, di appena 2,5 millivolt.

TENSIONI DI LAVORO.

Sono riassunte nella tabellina di fig. 16.2; sono riferite alla linea di alimentazione positiva, e sono misurate con strumento da 50 chiloohm per volt. Le tensioni indicate si considerano normali entro valori del 10 per cento in più o in meno.

		AF114	AF115	AF116	AF 116	AF116	OC71	075	2xOC74
OM	B	—	—	1,45	0,9	2,15	1,2	1,4	0,075
	E	—	—	1,30	0,78	1,95	1,15	1,3	0,0025
	C	—	—	8,1	7,5	7,8	4,1	8,45	9,25
FM	B	1,45	1,3	1,35	0,85	2	1,1	1,4	0,075
	E	1,15	1,4	1,15	0,75	1,8	1,05	1,3	0,0025
	C	7,7	8	7,6	7	7,3	3,8	8,4	9,2

Fig. 16.2. - Tensioni di lavoro dell'apparecchio Siemens Elettra mod. RRT 1421.

Apparecchio AM/FM a 9 transistor e 5 diodi, con controllo automatico di frequenza, Voxson Symphony FM mod. 754.

CARATTERISTICHE.

Presenta le seguenti caratteristiche salienti:

- a) è provvisto di controllo automatico di frequenza,
- b) funziona con uno stadio d'alta frequenza per le onde medie, e un solo stadio amplificatore MF per le stesse,
- c) ha due controlli automatici di volume, uno per l'AM e l'altro per l'FM, con diodi separati,
- d) consente la resa d'uscita indistorta di 400 milliwatt,
- e) può funzionare sia con batteria da 9 volt che con la tensione della rete, tramite un apposito alimentatore.

Altre caratteristiche generali sono:

- a) gamma onde medie da 520 a 1 600 kc/s, gamma onde ultracorte, da 87,5 a 108,5 Mc/s,

- b) media frequenza AM di 264 kc/s; media frequenza FM di 10,7 Mc/s,
- c) sensibilità a modulazione di ampiezza, con rapporto segnale/disturbo di 20 dB, per 50 milliwatt d'uscita: 120 microvolt circa,
- d) sensibilità a modulazione di frequenza, con rapporto segnale/disturbo di 20 dB, per 50 milliwatt d'uscita: 10 microvolt,
- e) corrente assorbita: 30 milliampere in assenza di segnale, 100 milliampere con potenza d'uscita di 400 milliwatt.

Lo schema elettrico complessivo dell'apparecchio è riportato dalla tavola VII; il suo aspetto esterno è quello di fig. 16.3.

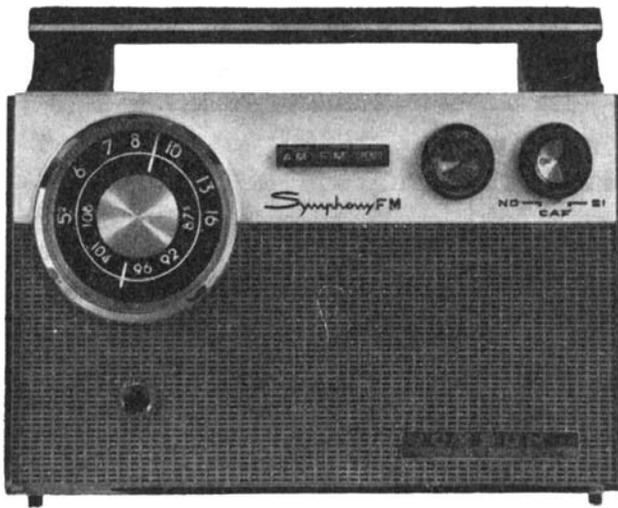


Fig. 16.3. - Apparecchio a modulazione di frequenza, con CAF, Voxson Symphony mod. 754.

FUNZIONE DEI TRANSISTOR E DEI DIODI.

I nove transistor e i cinque diodi dell'apparecchio hanno i seguenti compiti:

- | | | | | |
|-----|-------|-------|-------|--|
| TR1 | . . . | AF114 | . . . | amplificatore alta frequenza segnale FM |
| TR2 | . . . | AF115 | . . . | convertitore a modulazione di frequenza |
| TR3 | . . . | AF116 | . . . | a) primo amplif. MF a modulazione di frequenza
b) amplificatore alta frequenza onde medie |
| TR4 | . . . | AF116 | . . . | a) secondo amplificatore MF/FM
b) convertitore onde medie |
| TR5 | . . . | AF116 | . . . | a) terzo amplificatore MF/FM
b) amplificatore MF onde medie |
| TR6 | . . . | AC107 | . . . | preamplificatore segnale audio e controllo automatico di frequenza |

TR7 . . .	OC75 . . .	amplificatore pilota stadio finale
TR8 e TR9 . . .	OC74 . . .	amplificatori finali in controfase classe B
D1 . . .	OA90 . . .	rivelatore onde medie (AM)
D2 e D3 . . .	OA79 . . .	rivelatore a modulazione di frequenza
D4 . . .	OA90 . . .	controllo automatico di volume per FM
D5 . . .	OA90 . . .	controllo automatico di volume per AM

La posizione dei transistor, dei diodi e dei vari componenti sopra il pannello a circuiti stampati, è indicata dalla fig. 16.4.

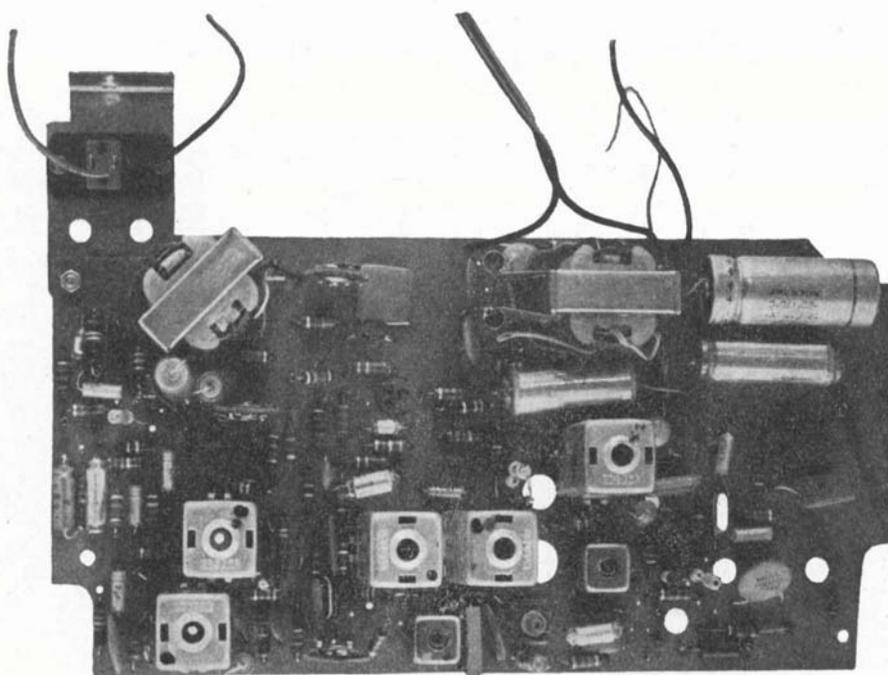


Fig. 16.4. - Pannello dell'apparecchio Voxson mod. 754.

SCHEMA DI PRINCIPIO E GUADAGNO DEGLI STADI.

La fig. 16.5 illustra lo schema di principio del ricevitore, nonchè la sensibilità all'entrata di ciascun stadio, e conseguentemente il guadagno di ciascuno di essi. Il circuito accordato disegnato a sinistra, al centro, indica quello di antenna OM, con la bobina avvolta sulla bacchetta di ferrite. Trascurando il rapporto segnale/disturbo, 100 microvolt/metro, alla frequenza di 1 000 chilocicli, consentono di ottenere la resa di uscita di 50 milliwatt, dall'altoparlante indicato nella parte sottostante.

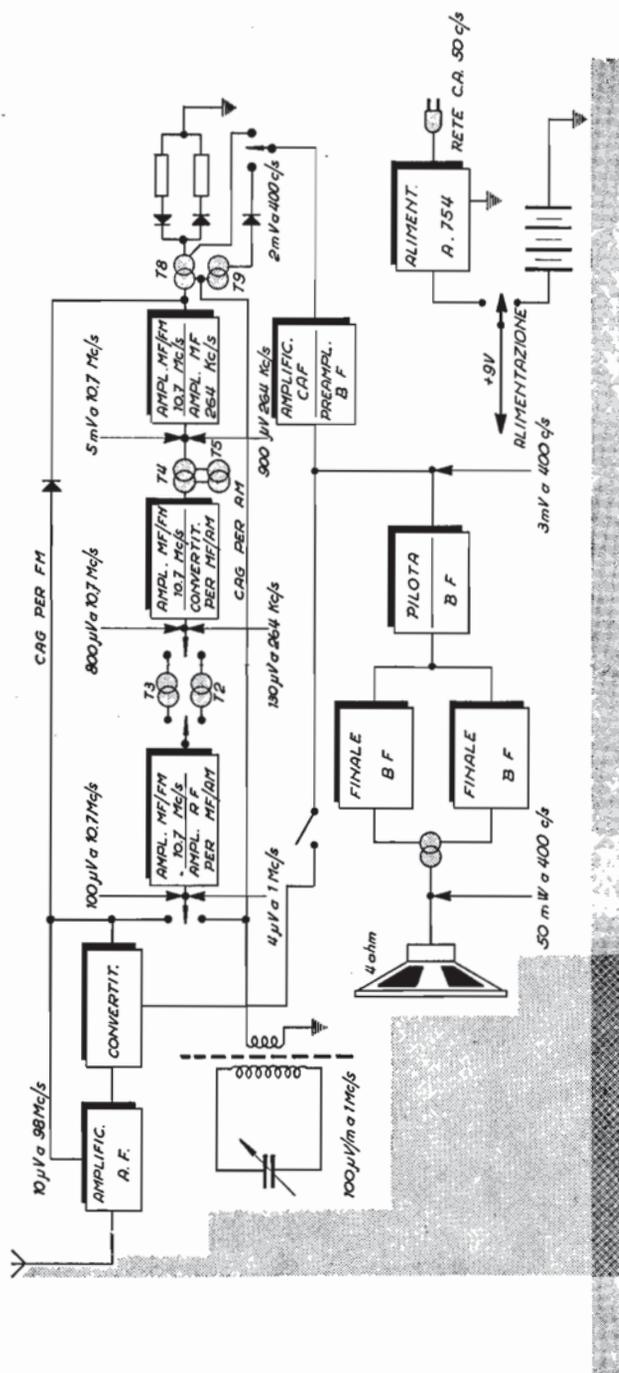


Fig. 16.5. - Guadagno degli stadi dell'apparecchio Voxson mod. 754.

Dato il rapporto discendente tra l'avvolgimento di antenna e quello di accoppiamento alla base del primo transistor, in funzione di amplificatore AF onde medie, la tensione del segnale all'entrata dello stesso è di 4 microvolt, a 1 000 chilocicli.

Il primo transistor determina un guadagno da 4 a 130 microvolt. Il secondo transistor, il convertitore, eleva il segnale a 900 microvolt, mutandone la frequenza da 1 000 a 264 chilocicli. Dopo l'amplificazione a media frequenza, e dopo la rivelazione, il segnale a 2 000 microvolt ($= 2$ mV), alla nuova frequenza di 400 cicli.

Il preamplificatore eleva il segnale audio da 2 a 3 mV; esso consente al transistor pilota di comandare lo stadio finale, in modo da ottenere da esso la potenza di 50 milliwatt, su bobina mobile di 4 ohm. Questa è la potenza con la quale vengono effettuate le misure.

Per la sezione FM, il segnale a 98 Mc/s è di 10 microvolt all'entrata dei due primi transistor, ed è di 100 microvolt all'entrata del primo transistor MF/FM, alla frequenza di 10,7 Mc/s, e di 800 microvolt all'entrata del secondo transistor MF/FM, per poi giungere a 5 millivolt all'entrata del terzo. L'uscita audio è quella stessa del segnale AM rivelato, ossia 2 millivolt a 400 c/s.

In figura, con T2, T3, T4 ecc. sono indicati i trasformatori MF, ad ampiezza ed a frequenza modulata.

