

IL CAMBIAMENTO DI FREQUENZA

PRINCIPIO DEI RICEVITORI SUPERETERODINA

112. Ricevitori ad amplificazione diretta e ricevitori supereterodina.

La tensione oscillatoria dovuta al segnale in arrivo deve venir amplificata prima di giungere alla valvola rivelatrice. L'amplificazione di tale tensione a radiofrequenza può avvenire in due modi: alla *frequenza del segnale* o ad una frequenza diversa, detta *frequenza intermedia*.

Gli apparecchi radio nei quali l'amplificazione della tensione a radiofrequenza avviene senza modificare la frequenza iniziale, vengono detti *ad amplificazione diretta*, mentre quelli che provvedono a tale amplificazione solo dopo averla convertita in una frequenza diversa, vengono detti a *conversione di frequenza*, od anche a *cambiamento di frequenza*, o più brevemente a *supereterodina*, e nell'uso *supereterodina*.

Supponendo che la frequenza del segnale in arrivo sia di 1200 kHz, nei ricevitori ad amplificazione diretta la tensione oscillatoria amplificata che giunge alla valvola rivelatrice è pure a 1200 kHz. La frequenza del segnale in arrivo non ha subito variazioni. Nei ricevitori supereterodina invece la frequenza di 1200 kHz viene mutata in un'altra frequenza, per esempio 470 kHz, ed è quindi una tensione oscillatoria alla frequenza di 470 kHz che si presenta all'entrata della valvola rivelatrice.

Mentre alla valvola rivelatrice dei ricevitori ad amplificazione diretta non giunge sempre la stessa frequenza, ma tale frequenza varia accordando il ricevitore da un emit-

tente all'altra, ossia varia con il variare della emittente ricevuta, nei ricevitori supereterodina la frequenza che giunge alla rivelatrice è sempre costante, ossia non muta passando da una emittente all'altra.

In qualsiasi apparecchio radio quella parte che precede la valvola rivelatrice e che provvede all'amplificazione a radiofrequenza viene detta *amplificatore a radiofrequenza*. Negli apparecchi ad amplificazione diretta questo amplificatore a radiofrequenza può essere costituito da una valvola amplificatrice, oppure da due o anche da tre valvole amplificatrici. Generalmente non è possibile usare più di tre valvole amplificatrici, ed occorre notare che apparecchi simili non sono più nell'uso. Sono quasi completamente scomparsi dal 1934. Vi sono attualmente gli apparecchi Radiobalilla che appartengono alla classe dei ricevitori ad amplificazione diretta, ma nel loro caso è la stessa valvola rivelatrice che provvede sia all'amplificazione a radiofrequenza che a quella a bassa frequenza.

Mentre nei ricevitori ad amplificazione diretta è l'amplificatore a radiofrequenza che viene adattato al segnale in arrivo, nei ricevitori supereterodina è il segnale che viene adattato all'amplificatore a radiofrequenza.

I ricevitori supereterodina presentano la caratteristica di produrre delle *oscillazioni*, ossia delle tensioni oscillatorie simili a quelle dovute al segnale in arrivo, ma sprovviste di modulazione. È il segnale in arrivo che provvede alla modulazione di tali oscillazioni, che vengono dette *oscillazioni locali*. Esse possono venir prodotte con una apposita valvola, detta *oscillatrice* (nei ricevitori moderni è generalmente una 76 od una 6C5G) ed inviate alla valvola a cui pervengono le oscillazioni dovute al segnale. Questa valvola vien detta *modulatrice* o *sovrappositrice* o *mescolatrice* o *cambiatfrequenza*. Questi termini sono pressochè sinonimi.

Da questa valvola si ottiene la nuova oscillazione a frequenza costante detta a *media frequenza* o a *frequenza intermedia*. I due termini si equivalgono. È la frequenza intermedia che viene amplificata e quindi giunge all'entrata della valvola rivelatrice per subire la conversione in *frequenza fonica*, o *bassa frequenza*, o *frequenza musicale*. Anche questi termini si equivalgono.

Gli apparecchi radio moderni sono in gran parte adatti per la ricezione di onde medie, corte e lunghe, ossia possono venir accordati entro una gamma vastissima di frequenze, la quale per lo più si estende da 540 a 18.000 kHz. Ora, essendo questi ricevitori a cambiamento di frequenza, ossia supereterodine, la frequenza di tutti i segnali compresi entro la gamma ricevibile viene tradotta nella frequenza intermedia di valore costante. Tale valore varia da costruttore a costruttore, ma per la maggioranza dei ricevitori è compreso tra 450 kHz e 500 kHz. Il valore più diffuso è quello di 470 kHz. Sicchè quando l'apparecchio viene accordato su una emittente a 10.000 kHz, questa frequenza dei segnali in arrivo viene tradotta in quella, per esempio di 470 kHz; passando da questa emittente ad un'altra a 1000 kHz, anche questa frequenza viene tradotta in quella di 470 kHz. Qualunque sia la frequenza del segnale in arrivo, purchè essa sia compresa nella gamma delle frequenze ricevibili, viene convertita nella frequenza costante di 470 kHz; ossia è il segnale, qualunque sia la sua frequenza, che viene adattato alla frequenza dell'amplificatore a radiofrequenza, e non è la frequenza dell'amplificatore che viene adattata a quella del segnale, come avveniva prima dell'avvento della supereterodina.

113. Il cambiamento di frequenza.

Negli apparecchi moderni, particolarmente in quelli di tipo medio, il cambiamento di frequenza non viene ottenuto con due valvole separate (l'oscillatrice per produrre le oscillazioni locali e la sovrappositrice per produrre la sovrapposizione di tali oscillazioni con quelle del segnale in arrivo) bensì viene ottenuta con una sola valvola, alla quale sono affidate queste due distinte funzioni.

Tale valvola usata per la conversione di frequenza vien detta *oscillatrice-convertitrice*, oppure *oscillatrice-modulatrice* o semplicemente *convertitrice* o *cambiafrequenza*. Un tempo veniva chiamata *prima rivelatrice*.

Le valvole usate per questo scopo sono provviste di cinque o sei griglie. Nel primo caso si chiamano *eptòdi* (o anche *pentagriglie*) e nel secondo caso *ottòdi*. Vi sono poi delle valvole particolari, usate pure per il cambiamento di

frequenza, a quattro griglie, e perciò dette *esòdi*, le quali contengono nello stesso bulbo di vetro anche un *triòdo*. L'*esòdo* funziona da sovrappositore, ed il *triòdo* da oscillatore. Queste valvole vengono dette *esòdi-triòdi*.

114. Cambiamento di frequenza con l'*eptodo*.

La fig. 175 indica una valvola a cinque griglie, un *eptodo*, usata per la conversione di frequenza. La bobina L_1 è collegata all'antenna, ed ai suoi capi è perciò presente la tensione a radiofrequenza dovuta ai segnali in arrivo.

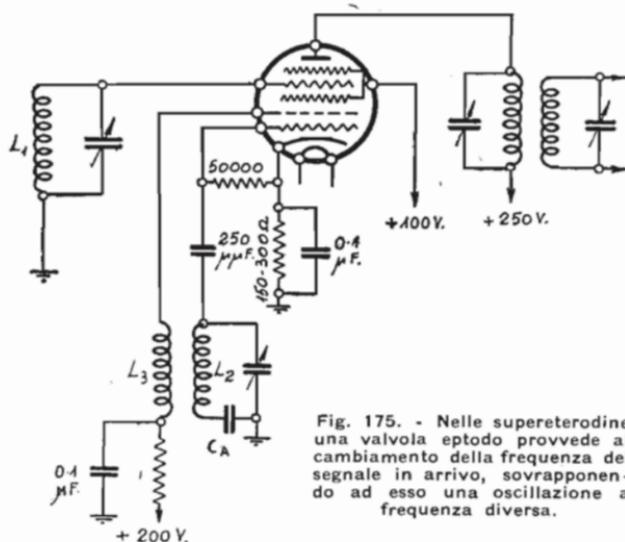


Fig. 175. - Nelle supereterodine una valvola *eptodo* provvede al cambiamento della frequenza del segnale in arrivo, sovrapponendo ad esso una oscillazione a frequenza diversa.

È collegata alla quarta griglia dell'*eptodo*, ossia alla *griglia controllo*.

Tale griglia si trova tra due griglie, dette *griglie schermo*. Esse hanno il compito di evitare che la griglia controllo possa venir influenzata dalla placca della valvola o dalle due prime griglie.

La prima griglia, quella più vicina al catodo, è detta

griglia oscillatoria mentre la seconda, quella sopra di essa, è detta *griglia anodica*. Questa seconda griglia si comporta come una placca forata. Essa, la griglia oscillatoria e il catodo formano un triodo oscillatore, e provvedono alla produzione delle oscillazioni locali.

Nei normali apparecchi radio vi è un condensatore variabile diviso in due sezioni della stessa capacità. Queste due sezioni sono appunto quelle che servono all'accordo dei due circuiti della valvola cambiafrequenza. Nel caso della fig. 175 essi si trovano in parallelo alle bobine L_1 ed L_2 . La bobina L_1 ed il relativo condensatore variabile costituiscono il *circuito accordato d'entrata*, mentre la bobina L_2 ed il relativo condensatore costituiscono il *circuito oscillatore*.

Il circuito accordato d'entrata va accordato alla frequenza delle oscillazioni in arrivo, mentre il *circuito oscillatore* va accordato ad una frequenza corrispondente a quella delle oscillazioni in arrivo più il valore della frequenza intermedia. Se, ad es., la frequenza delle oscillazioni in arrivo (ossia del segnale) è di 1000 kHz, e se il valore della frequenza intermedia è di 470 kHz, la frequenza delle oscillazioni locali è di 1470 kHz, ossia 1000 kHz più 470 kHz.

I due condensatori variabili sono monocomandati, sicchè ad un qualsiasi valore della frequenza delle oscillazioni in arrivo corrisponde una frequenza il cui valore è sempre eguale a quello delle oscillazioni in arrivo più la frequenza intermedia.

Se la frequenza intermedia è di 470 kHz, la frequenza delle oscillazioni locali è costantemente superiore a quella delle oscillazioni in arrivo di 470 kHz. In tal modo, dalla sovrapposizione delle oscillazioni locali con le oscillazioni in arrivo si ottiene la frequenza intermedia.

Affinchè il circuito oscillatore possa trovarsi costantemente ad una frequenza superiore a quella dell'oscillatore accordato d'entrata, nel circuito dell'oscillatore è inserito un condensatore, il quale serve a diminuire la capacità del variabile ed a consentire al circuito di trovarsi alla necessaria frequenza superiore. Questo condensatore, indicato con C_A nella figura è detto *allineatore*, o *compensatore in serie* o *padding*. Tali termini si equivalgono.

Le due prime griglie ed il catodo dell'eptodo si com-

portano quindi come un triodo in reazione. Immaginando non esistenti le altre griglie, lo spazio compreso tra la seconda griglia e la placca dell'eptodo è attraversato da una corrente elettronica oscillante alla frequenza delle oscillazioni locali.

Mentre nelle normali valvole amplificatrici le oscillazioni in arrivo agiscono su una corrente elettronica continua, nel caso dell'eptodo agiscono invece su una corrente elettro-

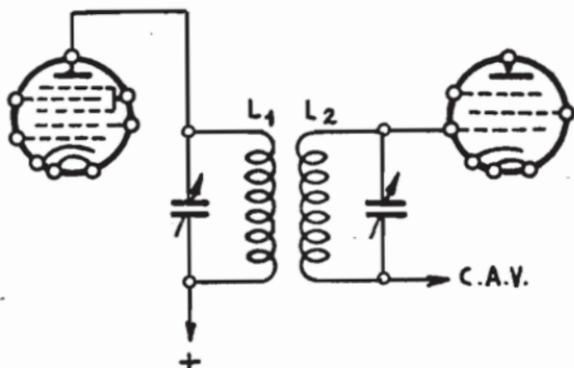


Fig. 176. - La valvola che provvede alla conversione di frequenza è accoppiata alla seguente mediante un trasformatore di media frequenza.

nica oscillante ad una frequenza che è costantemente superiore alla loro del valore della frequenza intermedia.

La placca dell'eptodo è collegata con il primario (L_1 della fig. 176) del trasformatore di media frequenza, il quale serve per trasferire le oscillazioni a frequenza intermedia dall'uscita dell'eptodo all'entrata della valvola amplificatrice di media frequenza, ossia al secondario (L_2) del trasformatore. Il trasformatore di media frequenza è tarato su una frequenza fissa e costante, che è indipendente dalla frequenza delle oscillazioni in arrivo, e che corrisponde alla frequenza delle oscillazioni in arrivo meno quella delle oscillazioni locali. Essendo questa differenza costante, il valore della frequenza intermedia è necessariamente costante.

115. Circuiti relativi al cambiamento di frequenza.

Condizione essenziale per il funzionamento dei ricevitori supereterodina è che la differenza tra la frequenza del circuito accordato d'entrata e quella del circuito oscillatore rimanga costante.

Un tempo le supereterodine erano provviste di due comandi di sintonia, uno per il condensatore del circuito d'entrata, C della fig. 177, ed uno per il condensatore del circuito oscillatore C_0 . Occorreva regolare prima la sintonia del circuito d'entrata sulla stazione emittente, e quindi

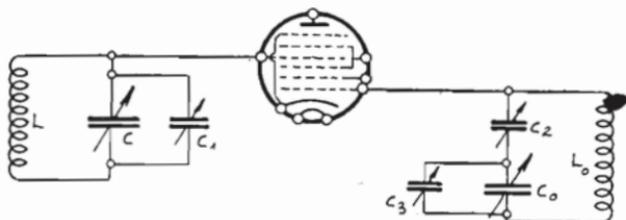


Fig. 177. - Ottodo usato per il cambiamento di frequenza provvisto del circuito d'entrata $L C$, e del circuito oscillatore $C_0 L_0$.

quella del circuito oscillatore sino a raggiungere la necessaria differenza. Tale differenza era generalmente di 175 kHz; ossia il valore della frequenza intermedia nelle prime supereterodine era di 175 kHz.

Con il comando unico i due condensatori vengono comandati contemporaneamente. Per mantenere la necessaria differenza di frequenza vi sono due modi: quello di sagomare opportunamente le lamine mobili del condensatore del circuito oscillatore e quello di usare condensatori di eguale capacità, collocando in serie a quello dell'oscillatore una capacità adeguata, in modo da ridurre la capacità complessiva del circuito oscillatore. Questo compensatore in serie, ossia l'allineatore (*padding*) è indicato con C_2 nella fig. 177.

L'allineatore può essere costituito da un condensatore semifisso, oppure, da un condensatore fisso con in parallelo

un compensatore. I due condensatori variabili sono provvisti del relativo compensatore (C_1 e C_2).

La valvola indicata nella figura è un ottodo. Differisce dall'eptodo della fig. 175 per essere provvista di 6 griglie anzichè 5. La sesta griglia, detta *griglia catodica* o *griglia di soppressione*, è collegata al catodo, internamente, ed è posta tra la quinta griglia (griglia schermo) e la placca. Ha lo stesso compito della griglia di soppressione nei pentodi. Mentre l'eptodo è costituito dal catodo e dalle due prime griglie, nonchè da un tetrodo, l'ottodo è provvisto di un pentodo. L'ottodo è più adatto dell'eptodo particolarmente per la ricezione delle onde corte.

116. Allineamento.

Per *allineamento* s'intende l'operazione di taratura dell'allineatore e dei compensatori variabili necessaria per allineare il circuito d'entrata e quello dell'oscillatore ad una differenza costante su tutta la gamma di ricezione. Se l'apparecchio può ricevere le frequenze comprese nella gamma delle onde medie, da 550 kHz a 1500 kHz, significa che il circuito d'entrata può venir accordato appunto da 550 kHz a 1500 kHz.

Supponendo che la media frequenza sia di 470 kHz, il circuito oscillatore dovrà poter passare da $550 + 470$ kHz a $1500 + 470$ kHz, cioè da 1020 kHz a 1970 kHz. Ossia, quando il circuito d'entrata sarà accordato a 550 kHz quello dell'oscillatore dovrà trovarsi accordato alla frequenza di 1020 kHz, e quando il circuito d'entrata sarà accordato a 1500 kHz, quello dell'oscillatore dovrà trovarsi accordato alla frequenza di 1970 kHz.

Nelle posizioni intermedie della gamma ricevibile dovrà avvenire la stessa cosa. Così, quando l'apparecchio sarà accordato alla frequenza di 1000 kHz, il circuito d'entrata dovrà trovarsi accordato a 1000 kHz e quello dell'oscillatore dovrà trovarsi accordato alla frequenza di 1470 kHz.

L'allineatore serve per allineare i due circuiti solo per il lato più basso della gamma di frequenza, ossia, nell'esempio fatto, a 550 kHz. I compensatori di cui sono provvisti i condensatori variabili, ossia C_1 e C_2 , servono per allineare

Dalla fig. 178 si può notare che il circuito accordato d'entrata è collegato alla prima griglia dell'esodo, la quale funziona da griglia controllo, ed è separata da una griglia schermo dalla griglia d'iniezione. Mentre negli eptodi e negli ottodi la corrente elettronica viene comandata prima dalle oscillazioni locali e quindi da quelle in arrivo, nelle valvole mescolatrici-oscillatrici vien comandata prima dalle oscillazioni in arrivo e poi da quelle locali. Il risultato è identico.

Con l'esodo-triodo viene evitato il fenomeno di *trascinamento* che può verificarsi nella gamma delle onde corte con valvole convertitrici in cui le due funzioni non sono separate, come nel caso degli eptodi ed ottodi. Per effetto di questo fenomeno, la frequenza delle oscillazioni in arrivo, dovute al segnale, riesce a *trascinare* il circuito dell'oscillatore, il quale invece di rimanere accordato sulla propria frequenza assume quella dell'oscillazioni in arrivo. Essendo eguali le due frequenze la sovrapposizione non può più aver luogo, e il ricevitore non funziona.

118. Vantaggi dei ricevitori supereterodina.

Le supereterodine presentano alcuni importanti vantaggi rispetto i ricevitori ad amplificazione diretta un tempo usati, ma presentano pure alcuni inconvenienti.

I vantaggi delle supereterodine sono i seguenti:

- 1°) migliore amplificazione a radiofrequenza;
- 2°) maggiore selettività;
- 3°) migliore rendimento del rivelatore.

Il primo vantaggio è dovuto alla possibilità di amplificare una sola frequenza, ossia un solo canale di frequenze, appunto la frequenza intermedia. Ciò sia per il fatto che l'amplificazione agisce su due frequenze diverse, quella in arrivo (quando vi è una valvola amplificatrice a radiofrequenza che precede quella di conversione di frequenza, come avviene in qualche ricevitore a molte valvole) e quella intermedia, ottenuta dalla conversione di frequenza. Negli apparecchi ad amplificazione diretta occorre amplificare la sola frequenza in arrivo, ed in tal modo si determinava la possibilità di accoppiamenti e quindi di oscilla-

zioni parassite. Nelle supereterodine questo inconveniente è diminuito data la presenza di due frequenze diverse.

Il vantaggio fondamentale è però costituito dal fatto che nelle supereterodine l'amplificatore di media frequenza viene tarato su una sola frequenza, e quindi il suo rendimento può venir portato al massimo; inoltre la sua taratura viene ottenuta in modo da ridurre al minimo la soppressione delle bande laterali, ossia in modo da lasciar passare la maggior parte delle frequenze acustiche che costituiscono tali bande. Il secondo vantaggio, ossia la maggiore selettività dei ricevitori supereterodina, è anch'esso dovuto alla presenza dell'amplificatore a frequenza intermedia, accuratamente tarato su una frequenza costante.

La maggiore selettività è dovuta anche al cambiamento di frequenza. Ciò avviene perchè lo scarto di frequenza tra la frequenza del segnale desiderato ed il segnale disturbatore, aumenta dopo il cambiamento di frequenza. Questo aumento è tanto maggiore quanto più basso è il valore della media frequenza.

Supponendo che la frequenza del segnale in arrivo (f_s) sia di 900 kHz e che la frequenza della emittente disturbatrice (f_d) sia di 891 kHz, lo scarto di frequenza prima della conversione sarà:

$$\frac{f_s - f_d}{f_s} = \frac{900 - 891}{900} = 1 \text{ ‰}$$

invece lo scarto di frequenza dopo la conversione sarà:

$$\frac{f_s - f_d}{f_i} = \frac{900 - 891}{100} = 9 \text{ ‰}$$

dove f_i è la frequenza intermedia, il cui valore è, nell'esempio, di 100 kHz. Osservando la formula si nota che aumentando la media frequenza diminuisce lo scarto.

Il beneficio di questo scarto di frequenza è però parzialmente annullato dal fatto che attualmente il valore della media frequenza è piuttosto elevato, aggirandosi da 450 a 500 kHz, nonchè dalla necessità di amplificare non una sola frequenza (100 kHz nell'esempio) ma tutta una banda

di frequenze costituenti il segnale. L'eccessiva selettività eliminerebbe gran parte di tali frequenze, restringerebbe cioè la banda passante, e la riproduzione riuscirebbe sgradevole per mancanza di frequenze elevate.

119. Svantaggi della supereterodina.

Il cambiamento di frequenza si ottiene, come già detto, sovrapponendo alle oscillazioni in arrivo delle oscillazioni locali, prodotte dal ricevitore. È necessario che tra queste oscillazioni vi sia una differenza di frequenza corrispondente alla frequenza intermedia. Si è detto che sono le oscillazioni locali ad avere costantemente una frequenza superiore a quella delle oscillazioni in arrivo. Si otterrebbe lo stesso risultato se la frequenza delle oscillazioni locali fosse costantemente inferiore a quella delle oscillazioni in arrivo. È sufficiente che questa differenza esista. Le oscillazioni locali hanno sempre frequenza superiore a quelle in arrivo perchè costruttivamente ciò riesce più vantaggioso.

Se all'entrata dell'apparecchio radio sono presenti due oscillazioni in arrivo, una alla necessaria frequenza inferiore a quella delle oscillazioni locali, ed una alla necessaria frequenza superiore a quella delle locali, evidentemente tutte e due queste oscillazioni vengono tradotte nella frequenza intermedia e tutte e due vengono contemporaneamente ricevute. Si ottiene in tal caso una speciale interferenza, caratteristica dei ricevitori supereterodina, e che vien detta *interferenza di immagine*.

Supponendo che il valore della frequenza intermedia sia di 470 kHz si ottiene:

$$825 \text{ kHz} + 470 \text{ kHz} = 1295 \text{ kHz}$$

$$825 \text{ kHz} - 470 \text{ kHz} = 355 \text{ kHz}$$

dove 825 kHz sono quelli delle oscillazioni locali, mentre le due oscillazioni contemporaneamente ricevibili sono quelle di 1295 kHz e di 355 kHz.

In pratica questa interferenza non può verificarsi data la fortissima distanza tra le due frequenze contemporaneamente ricevibili. Un solo circuito accordato d'entrata è sufficiente per impedire la presenza di una delle due oscillazioni quando è accordato sull'altra.

L'interferenza d'immagine può invece verificarsi facilmente quanto la media frequenza è bassa, per esempio 100 kHz. Infatti, nell'esempio precedente si avrebbe avuto:

$$825 \text{ kHz} + 100 \text{ kHz} = 925 \text{ kHz}$$

$$825 \text{ kHz} - 100 \text{ kHz} = 725 \text{ kHz}$$

in tal caso le due oscillazioni in arrivo contemporaneamente ricevibili sono molto più vicine, e non basta un solo circuito accordato d'entrata per separarle, ma ne occorrono due disposti a preselettore. È per questa ragione che i ricevitori costruiti sino a pochi anni or sono, nei quali era usata una frequenza intermedia di basso valore, era presente il preselettore di entrata. Negli apparecchi attuali, con media frequenza relativamente alta, è sufficiente un solo circuito d'entrata.

Dai due esempi fatti si può notare che la frequenza delle oscillazioni che possono interferire distano tra di loro del doppio del valore della media frequenza.

Può avvenire che all'entrata del ricevitore oltre al segnale desiderato vi sia un altro segnale la cui frequenza corrisponda a quella delle oscillazioni locali. Supponendo che il segnale desiderato sia a 1200 kHz e che le oscillazioni locali siano a 1670 kHz (essendo la frequenza intermedia a 470 kHz), può avvenire che vi sia pure un segnale a 1670 kHz. In tal caso la sovrapposizione avviene anche tra i due segnali in arrivo, e ne risulta una particolare forma di interferenza, per la quale si sente anche il secondo segnale. È detta *interferenza di battimento*.

Anche questa interferenza è presente quasi esclusivamente nei ricevitori a frequenza intermedia di valore basso (100, 125 o 175 kHz o circa) ed anche questa è una delle ragioni per cui attualmente si preferisce la frequenza intermedia di valore elevato.

Anche con la frequenza intermedia elevata si può verificare l'interferenza di battimento per la emittente locale. In tal caso la locale si sente insieme con le emittenti la cui frequenza differisce, da quella della locale, del valore della frequenza intermedia.

Supponendo che la frequenza intermedia sia di 470 kHz e che quella della locale sia di 1000 kHz, le emittenti disturbate dalla locale saranno quelle a 1470 kHz ed a 530 kHz, o circa.

120. L'amplificazione a media frequenza.

L'amplificazione a media frequenza rappresenta il vantaggio più saliente dei ricevitori supereterodina. Ciò perchè l'amplificazione di questa frequenza costante viene ottenuta con un amplificatore nel quale ogni parte è predisposta per tale amplificazione.

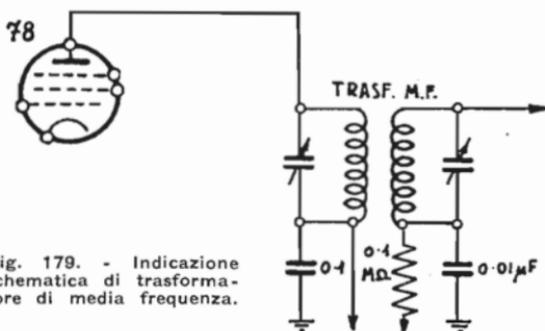


Fig. 179. - Indicazione schematica di trasformatore di media frequenza.

Nei ricevitori normali a 5 o 6 valvole vi è una sola valvola amplificatrice a media frequenza. Un *trasformatore di media frequenza* l'accoppia alla valvola cambiafrequenza, ed un altro trasformatore di media frequenza l'accoppia alla valvola rivelatrice (fig. 176). I due trasformatore sono accordati alla frequenza costante scelta, che varia da costruttore a costruttore, ma che si aggira intorno i 470 kHz, benchè vi siano apparecchi recenti con frequenza intermedia di valore basso, ossia 125,25 kHz.

La fig. 179 indica una valvola amplificatrice di media frequenza seguita dal relativo trasformatore. La fig. 180 indica due trasformatore di media frequenza, del tipo più semplice. Ciascun trasformatore è costituito da due bobine e da due compensatori. La bobina collegata alla placca è

detta *avvolgimento primario* (quella a sinistra nella fig. 179), l'altra è detta *avvolgimento secondario*.

I due compensatori hanno generalmente capacità variabile da 60 a 160 pF. In alcuni trasformatori di media frequenza sono sostituiti da condensatori fissi, essendo variabile l'induttanza delle bobine. In altri trasformatori sono di piccola capacità, ma collegati in parallelo con condensatori fissi.

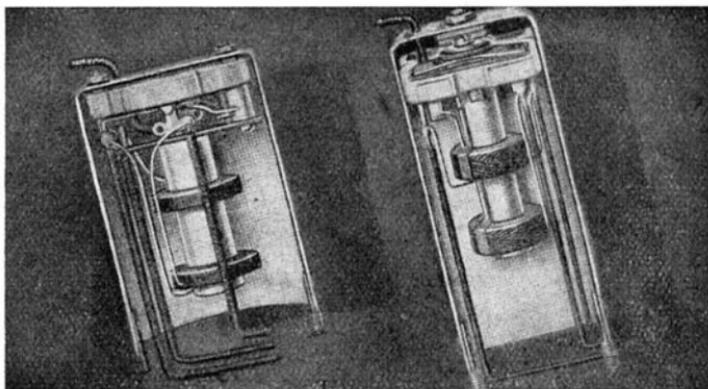


Fig. 180. - Due esempi di trasformatori di media frequenza.

Il primario ed il secondario dei trasformatori di media frequenza non sono altro che dei *circuiti accordati accoppiati*. L'accoppiamento di tali circuiti ha grande importanza, dato che la selettività, ossia l'ampiezza della banda di frequenze che può passare, dipende da tale accoppiamento, oltre che dalla taratura dei circuiti. È perciò che i due circuiti accordati accoppiati costituiscono un *filtro di banda a frequenza intermedia*. Nell'uso, il trasformatore di media frequenza è detto anche *filtro di banda*.

L'ampiezza della banda passante determina la fedeltà della riproduzione sonora. Le emissioni radio occupano un canale di 9 kHz, ossia l'emittente la cui frequenza è, per esempio, di 1000 kHz, non irradia questa sola frequenza, ma un canale di frequenze, ossia una banda di frequenze,

compresa entro i limiti: $1000 - 4,5$ e $1000 + 4,5$, ossia la banda di frequenze va da 995,5 kHz a 1004,5 kHz. L'amplificatore di media frequenza deve consentire il passaggio di questa intera banda di frequenze, affinché l'apparecchio possa riprodurre tutte le frequenze musicali. Se, per eccesso di selettività, l'amplificatore di media frequenza lascia passare una banda più ristretta, le frequenze musicali più alte non potranno più venir riprodotte, e la riproduzione risulterà cupa.

L'amplificazione uniforme dell'intera banda di frequenze musicali è tanto più difficile quanto più basso è il valore della frequenza intermedia, dato che lo scarto tra l'ampiezza della banda (9 kHz) e la frequenza intermedia diventa sempre minore. (Se la media frequenza è di 900 kHz, i 9 kHz, sono appena l'1 %, ma se la media frequenza è di 90 kHz i 9 kHz sono il 10 %). Anche questa è una delle ragioni a favore del valore alto della frequenza intermedia.

121. Caratteristiche di trasformatori di media frequenza.

I trasformatori di media frequenza indicati dalla fig. 180 hanno le bobine sistemate sopra un supporto di materiale dielettrico a basse perdite (ipertrolitul o ceramica). Sono detti *trasformatori a nucleo d'aria*. La fig. 181 indica un altro tipo di trasformatore di media frequenza, provvisto di bobine montate su nucleo ferromagnetico e provviste di compensatori ad aria. La quasi totalità dei moderni trasformatori di media frequenza presenta queste due caratteristiche.

I nuclei ferromagnetici sono ottenuti con finissima polvere di ferro, composta di granelli dell'ordine di alcuni micron, e con del materiale agglomerante, in modo da consentirne lo stampaggio. Nel caso del trasformatore di figura 181, le due bobine sono montate su cilindretti di materiale ferromagnetico. Le bobine avrebbero potuto essere sistemate entro coppe di materiale ferromagnetico, in modo da risultare completamente racchiuse. In altri trasformatori,

gli avvolgimenti sono fatti su rocchetti di materiale ferromagnetico.

Con l'uso dei materiali ferromagnetici, le bobine possono essere più piccole, ossia la lunghezza del filo impiegato è minore di circa il 30 % rispetto le bobine su nucleo di aria. Il coefficiente di bontà (detto anche *fattore di merito*, o Q) delle bobine viene migliorato notevolmente per la presenza dei nuclei ferromagnetici. I nuclei ferromagnetici consentono inoltre di variare l'induttanza delle bobine, per cui i compensatori possono venir sostituiti con dei condensatori fissi, generalmente del tipo a mica metallizzata.

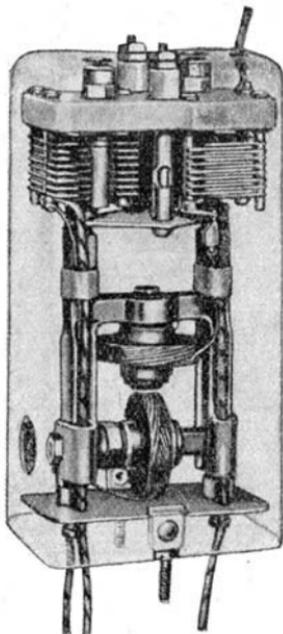


Fig. 181. - Trasformatore di media frequenza con nuclei magnetici e compensatori ad aria.

122. Trasformatori di media frequenza ad accoppiamento variabile.

In alcuni trasformatori di media frequenza uno degli avvolgimenti può venir spostato rispetto l'altro, in modo da consentire la variazione dell'accoppiamento dei due circuiti accordati. Variando l'accoppiamento varia la ampiezza della banda passante e varia la selettività. Si ottiene così la possibilità di variare la selettività, adattandola alla emittente. Quando l'apparecchio è accordato sulla emittente locale la sua selettività può venir ridotta allo scopo di lasciar passare una banda di maggiore ampiezza, e quindi consentire una migliore riproduzione. Quando invece è accordato su una emittente lontana, affiancata da altre emittenti, occorre che la sua selettività sia elevata, allo scopo di impedire la ricezione contemporanea di due o più emittenti.

123. Esempio di ricevitore supereterodina con eptodo.

Lo schema completo di un ricevitore supereterodina a quattro valvole più la raddrizzatrice, adatto per la sola gamma delle onde medie, è indicato dalla fig. 182.

In alto a sinistra sono indicate le due prese d'antenna, A_1 e A_2 . Di esse va usata una sola, secondo l'antenna disponibile. Segue un compensatore per adattare il ricevitore all'antenna. Viene quindi il primario del trasformatore d'entrata, ossia la bobina d'antenna, e poi il primo circuito accordato composto di un avvolgimento, da un condensatore variabile e dal relativo compensatore. Una tratteggiata indica che il variabile è unito a quello del circuito oscillatore. Si tratta quindi di un variabile a due sezioni. La capacità di ciascuna sezione è di 475 pF.

Il primo circuito accordato è collegato alla griglia controllo dell'eptodo cambiafrequenza, ossia alla sua quarta griglia.

La prima griglia dell'eptodo è collegata al circuito oscillatorio accordato alla frequenza delle oscillazioni locali. È composto dal condensatore variabile e relativo compensatore, dall'avvolgimento in serie al quale si trovano due condensatori, uno fisso ed uno semifisso. Essi costituiscono il complesso *allineatore*, ossia il *padding*. Si può notare che questo circuito oscillatorio è collegato alla griglia attraverso un condensatore fisso di 50 pF, e che la griglia è collegata a massa attraverso una resistenza di 50.000 ohm.

La seconda griglia dell'eptodo, ossia la griglia anodica, è collegata all'avvolgimento di reazione, accoppiato a quello del circuito oscillatorio, in modo da far oscillare la parte inferiore dell'eptodo alla frequenza delle oscillazioni locali.

La placca dell'eptodo è collegata al primario del trasformatore di media frequenza, costituito da due avvolgimenti e da due condensatori fissi con in parallelo un compensatore (*trimmer*) ciascuno. Il secondario del trasformatore di media frequenza è collegato all'entrata della valvola amplificatrice di media frequenza, un pentodo. La placca di tale valvola è collegata al primario del secondo trasformatore di media frequenza, simile al primo.

Segue quindi la valvola rivelatrice. Uno dei suoi diodi

è usato per la rivelazione (quello in alto, collegato al secondario del trasformatore di m. f.) mentre l'altro diodo è usato per fornire la tensione per il controllo automatico di volume, ossia per fornire la tensione di polarizzazione alle due valvole precedenti. Si può notare che le griglie controllo di tali valvole sono collegate, attraverso una resistenza di 1 megaohm, alla placchetta del secondo diodo.

L'uscita del secondario del trasformatore di media frequenza è collegata all'entrata del potenziometro di 450.000 ohm che agisce da *regolatore di intensità sonora*, comunemente detto *controllo manuale di volume*. Alla griglia controllo giunge la tensione a frequenza musicale, che viene amplificata e trasferita all'entrata della valvola finale, ossia ai capi della resistenza di 0,25 megaohm.

La placca della valvola finale è collegata al primario del trasformatore di uscita, il cui secondario è collegato alla bobina mobile del diffusore dinamico.

La valvola raddrizzatrice provvede a raddrizzare la tensione alternata della rete luce. La tensione raddrizzata viene livellata dall'avvolgimento di campo del diffusore dinamico (è indicato sotto la valvola 42) e dai due condensatori elettrolitici di 8 μ F. Le tre resistenze in serie, rispettivamente di 20,5 ohm, 25,5 ohm e 185 ohm servono per fornire la tensione di polarizzazione alla valvola rivelatrice ed alla valvola finale.

124. Esempio di ricevitore supereterodina con esodo-triodo.

Un altro esempio di ricevitore supereterodina a quattro valvole più la raddrizzatrice è indicato dalla fig. 183. In questo caso tra l'antenna e l'entrata della valvola cambia-frequenza vi sono due circuiti accordati. Ciò denota che la media frequenza impiegata è di valore basso. I due circuiti accordati sono accoppiati induttivamente, ossia le rispettive bobine sono disposte in modo che le oscillazioni in arrivo possano passare dalla prima alla seconda.

La placca del triodo oscillatore è collegata, attraverso un condensatore di 20.000 pF al circuito oscillatorio, il quale è accoppiato all'avvolgimento posto all'ingresso del triodo.

In tal caso il circuito oscillatorio è incluso nel circuito di placca anzichè in quello di griglia, ma il risultato non cambia.

La griglia del triodo è collegata alla griglia di iniezione dell'esodo. La placca dell'esodo è collegata al primario del trasformatore di media frequenza. La tratteggiata esistente tra i due avvolgimenti indica che essi sono disposti su nuclei ferromagnetici. La valvola amplificatrice a media frequenza è del tipo normale. La sua placca è collegata al primario del secondo trasformatore di media frequenza. Segue la valvola rivelatrice, provvista di un solo diodo e di un triodo. Il diodo provvede alla rivelazione. La tensione a frequenza musicale che ne risulta serve in parte a venir amplificata dal triodo, ed a tale scopo viene trasferita ai capi del regolatore d'intensità sonora costituito da un potenziometro di 1 megaohm; mentre un'altra parte, alquanto minore, serve a variare la polarizzazione di griglia delle due prime valvole, in funzione al segnale in arrivo, per ottenere il controllo automatico di volume.

La valvola finale è del tipo a riscaldamento diretto. La tensione di polarizzazione è ottenuta da una presa dell'avvolgimento di campo del diffusore dinamico, il quale è incluso nella parte a tensione negativa del raddrizzatore.

REGOLATORI DI SENSIBILITÀ, DI INTENSITÀ SONORA E DI TONO

125. Controlli, comandi e regolatori.

Nei normali apparecchi radio, vi è da considerare l'amplificazione prima della rivelazione e l'amplificazione dopo la rivelazione, ossia l'amplificazione a radiofrequenza e l'amplificazione a frequenza fonica, o a bassa frequenza. L'amplificazione a radiofrequenza viene regolata, l'amplificazione a frequenza fonica non viene regolata.

Il dispositivo che serve a variare l'amplificazione a radiofrequenza vien detto *controllo*, o *comando* o *regolatore di sensibilità*. Questi tre termini sono sinonimi.

Il dispositivo che serve a variare la tensione della frequenza fonica, fornita dalla rivelatrice e presentata all'entrata dell'amplificatore a bassa frequenza (il quale può essere costituito anche da una sola valvola finale) vien detto *controllo*, o *comando*, o *regolatore d'intensità sonora*. Anche questi tre termini sono sinonimi.

Il *regolatore di sensibilità* determina il grado di amplificazione a radiofrequenza, portandola al massimo quando il segnale in arrivo è debolissimo, portandola al minimo quando invece è fortissimo (emittente locale). Il *regolatore d'intensità sonora* non ha alcun effetto sull'amplificazione a frequenza fonica, ma varia invece la tensione a tale frequenza presentata all'ingresso dell'amplificatore che segue la rivelatrice (fig. 185 e par. 130).

Nei ricevitori antichi esisteva solo il regolatore di sensibilità. Il suo effetto era però quello di variare l'intensità

sonora della riproduzione, sicchè venne chiamato *controllo di volume sonoro*, o semplicemente *controllo di volume*. Esso veniva ottenuto mediante regolazione a mano, ossia si trattava di un *regolatore manuale*. (Consisteva in un *reostato* per variare l'accensione dei filamenti o in un *potenziometro*, in seguito, per variare la tensione applicata alle griglie schermo).

Nei moderni apparecchi radio il *regolatore manuale di sensibilità* non esiste più, e ciò perchè tale regolazione avviene automaticamente. È lo stesso segnale in arrivo che controlla l'amplificazione a radiofrequenza, mediante un dispositivo detto *regolatore automatico di sensibilità*. Dato che il regolatore di sensibilità si chiamava un tempo *controllo di volume*, il regolatore automatico di sensibilità (abbr. r. a. s.) viene comunemente chiamato *controllo automatico di volume* (abbr. c.a.v.). Occorre tener presente che questi due termini sono sinonimi; il primo è più esatto mentre il secondo è più nell'uso.

Invece del termine *regolatore automatico di sensibilità*, si usa anche quello equivalente di *controllo automatico di sensibilità* o *comando automatico di sensibilità*.

A volte viene usato il termine *controllo di volume* per indicare il *regolatore d'intensità sonora*. Non è esatto, ma è nell'uso.

126. La regolazione di sensibilità.

La regolazione di sensibilità, ossia la regolazione del grado di amplificazione a radiofrequenza, si ottiene variando la tensione di polarizzazione delle valvole che precedono la rivelatrice. Nei normali apparecchi a 5 valvole in tutto, le valvole che precedono la rivelatrice sono due, la *cambiafrequenza* (eptodo o ottodo) e l'*amplificatrice a media frequenza* (pentodo).

La fig. 184 indica le due prime valvole di un normale ricevitore, la *cambiafrequenza* e l'*amplificatrice a m. f.* Il catodo di ciascuna di queste valvole è collegato a massa mediante una resistenza di polarizzazione, la quale determina la tensione negativa applicata alla griglia controllo di ciascuna di tali valvole. (Si veda il par. 127).

Il grado di amplificazione è determinato dalla tensione

di polarizzazione (pag. 55) e varia modificando tale tensione. Basterebbe rendere variabili le due resistenze R_1 e R_2 , per ottenere in tal modo la possibilità di regolare la sensibilità del ricevitore, ossia per regolare il guadagno dell'amplificatore a radiofrequenza. In tal caso però l'appa-

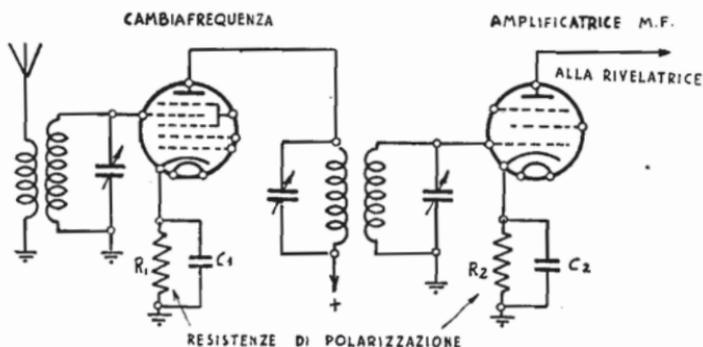


Fig. 184. - Esempio di valvole ad amplificazione fissa.

recchio verrebbe provvisto di due comandi in più, quindi la sua regolazione riuscirebbe più difficoltosa. In pratica, le due resistenze di polarizzazione sono fisse, mentre la regolazione della sensibilità, ossia la regolazione della tensione di polarizzazione avviene automaticamente.

127. La regolazione automatica di sensibilità.

Per variare la tensione di polarizzazione applicata alle valvole a radiofrequenza si approfitta dello stesso segnale in arrivo. Una parte della tensione ottenuta dalla rivelatrice viene usata per variare la tensione di polarizzazione, variando quella normale applicata.

La fig. 185 indica lo schema della figura precedente nel quale è stato segnato anche il regolatore automatico di sensibilità. Esso consiste delle resistenze R_3 , R_4 , R_5 e del condensatore C_3 . Della tensione a frequenza fonica presente ai capi del potenziometro che agisce da regolatore d'intensità sonora (par. 59) viene prelevata una parte. Viene quindi livellata, mediante la resistenza R_3 ed il condensa-

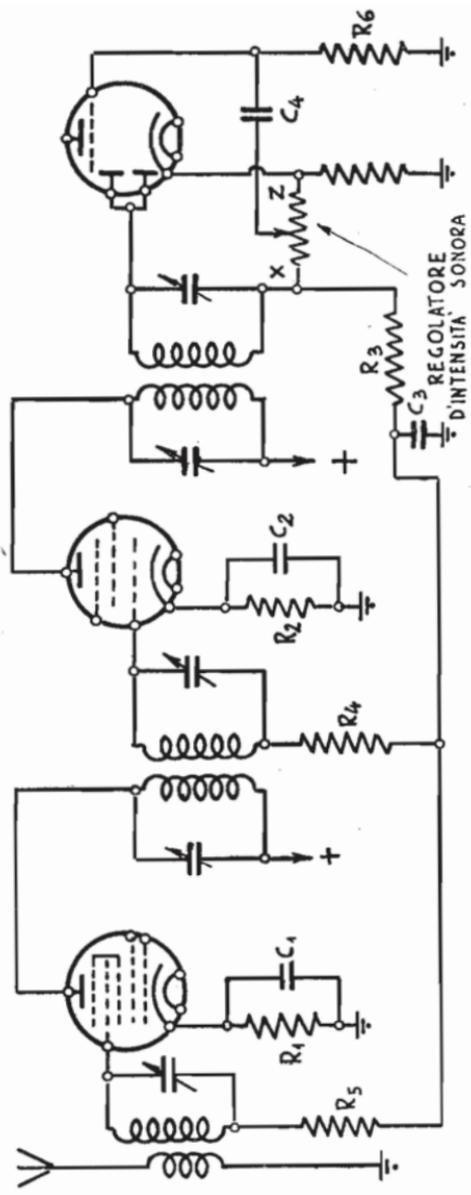


Fig. 185. - Come viene ottenuta la regolazione automatica di sensibilità (ossia il c. a. v.).

tore C_3 , e quindi applicata alla griglia controllo di ciascuna delle due prime valvole, mediante le resistenze R_4 , R_5 .

Quando l'apparecchio è accordato su una emittente debole e lontana, e perciò il segnale in arrivo è debole, la tensione ai capi del regolatore di intensità sonora è pure debole, ed è quindi debole anche la tensione che da esso viene prelevata per la regolazione automatica di sensibilità. Alla normale tensione di polarizzazione delle due prime valvole, dovuta alle resistenze R_1 ed R_2 , viene aggiunta una tensione assai ridotta, perciò il grado di amplificazione delle valvole rimane elevato.

Quando invece l'apparecchio viene accordato su una emittente vicina e potente, il segnale in arrivo è molto forte, ed è pure tale la tensione ai capi del regolatore d'intensità sonora. Ne risulta che l'aumento della tensione di polarizzazione è forte, per cui il grado di amplificazione delle due prime valvole viene assai ridotto.

Il grado di amplificazione a radiofrequenza è in tal modo inversamente proporzionale all'intensità del segnale in arrivo, essendo massimo quando la intensità del segnale in arrivo è minima e viceversa. Si ottiene così la *regolazione automatica di sensibilità*, ossia il *controllo automatico di volume*.

Ne risulta che l'apparecchio amplifica di più i segnali provenienti da emittenti deboli e lontane, e meno quelli delle emittenti forti e vicine. Ma avviene anche che se improvvisamente il segnale subisce una diminuzione di intensità, l'apparecchio provvede immediatamente ad amplificarlo di più, compensando l'improvvisa evanescenza. Per questa ragione tale dispositivo è detto anche *compensatore di evanescenza*, o *antifading*.

In ogni caso il regolatore automatico di sensibilità serve soltanto a *diminuire* il grado di amplificazione a radiofrequenza, il quale è massimo solo quando il regolatore automatico non funziona, ossia quando l'apparecchio non è accordato su alcuna emittente. Non essendo alcun segnale presente, la tensione di polarizzazione applicata alle valvole a radiofrequenza è quella determinata dalle resistenze di polarizzazione, ossia è minima, per cui il grado di amplificazione è massimo.

In tal caso sono presenti all'entrata del ricevitore i soli

radiodisturbi, per cui essi vengono amplificati al massimo in assenza di segnale. È perciò che *durante il passaggio da una emittente all'altra i radiodisturbi sono più intensi*. È questo un inconveniente del regolatore automatico di sensibilità.

L'intensità del segnale in arrivo è massima quando l'apparecchio è perfettamente accordato sulla emittente. Quando l'apparecchio non è bene accordato l'intensità del segnale è ridotta, ma in tal caso l'amplificazione a radiofrequenza è maggiore, sicchè è difficile seguire ad orecchio la messa in sintonia del ricevitore, non corrispondendo ad accordo raggiunto la massima intensità sonora. Se il regolatore automatico di sensibilità non esiste, è possibile accordare l'apparecchio seguendo l'intensità sonora. A intensità sonora massima corrisponde la migliore sintonia del ricevitore. La presenza del regolatore automatico di sensibilità elimina questo vantaggio, per cui gli apparecchi che ne sono provvisti sono anche muniti di *indicatore ottico di sintonia*. In tal modo la sintonia viene seguita ad occhio anzichè ad orecchio.

128. Regolatore automatico di sensibilità con valvola separata.

Ove occorra ottenere un'azione particolarmente energica da parte del regolatore automatico di sensibilità, anzichè prelevare una parte della tensione rettificata dalla rivelatrice, si provvede ad amplificare una parte della tensione a radiofrequenza, e quindi a rettificarla, per così poter disporre di tutta la tensione. Ciò si ottiene con una valvola bidiodo-pentodo, come in fig. 186.

La valvola 2B7 o 6B7 segnata in alto serve per la rivelazione, la 2B7 o 6B7 segnata in basso serve per fornire la tensione al regolatore automatico di sensibilità. La tensione a radiofrequenza viene prelevata mediante il condensatore di 300 pF e presentata all'entrata della apposita valvola. Viene amplificata e quindi si presenta ai capi del primario del trasformatore di media frequenza di cui questa valvola è provvista. Passa ai capi del secondario, e quindi

viene rettificata. La tensione rettificata è presente ai capi della resistenza di 1 megohm. Viene livellata dalla resistenza di 0,5 megohm e dal condensatore di 0,2 μ F, e quindi applicata alle varie valvole da controllare.

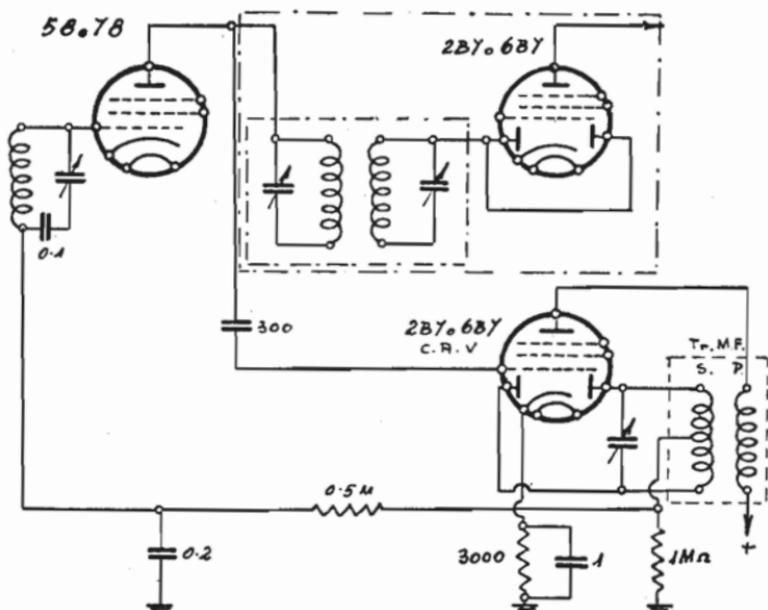


Fig. 186. - Uso di una valvola demodulatrice multipla per ottenere il c. a. v. amplificato.

129. Esempio di regolatore automatico di sensibilità in moderno radoricevitore.

La fig. 187 indica un ricevitore a 5 valvole, di tipo moderno, per onde medie. La prima valvola, V_1 , è la sovrappositrice-oscillatrice, ossia la cambiafrequenza. La sua placca è collegata al primario del trasformatore di m. f. Il secondario dello stesso trasformatore fornisce la tensione a radiofrequenza all'entrata della valvola amplificatrice di m. f.

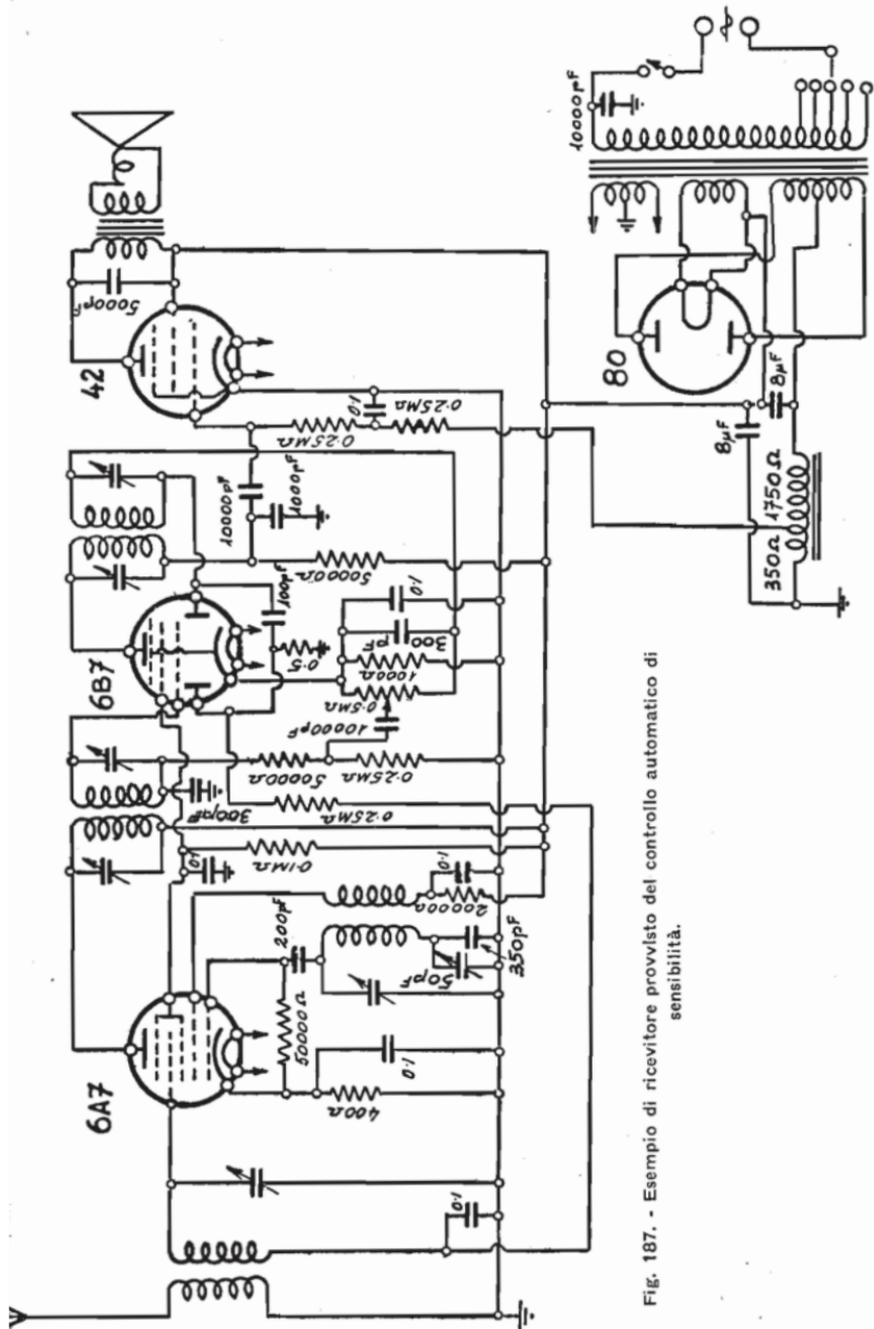


Fig. 187. - Esempio di ricevitore provvisto del controllo automatico di sensibilità.

Il secondo trasformatore di media frequenza accoppia questa valvola con la rivelatrice.

Uno dei diodi della rivelatrice, quello a sinistra nello schema, serve per la rivelazione. La tensione rettificata, a frequenza fonica, si presenta ai capi del regolatore d'intensità sonora, costituito da un potenziometro di 0,3 megaohm, e viene quindi trasferita all'entrata del triodo amplificatore contenuto nella valvola rivelatrice.

Il secondo diodo, quello a destra nello schema, serve per ottenere la tensione regolatrice, da applicare alle griglie delle due prime valvole, V_1 e V_2 . Una parte della tensione a radiofrequenza viene trasferita dal diodo rivelatore a questo secondo diodo, mediante il condensatore di 100 pF, che collega le placchette dei diodi. La tensione rettificata appare ai capi della resistenza di 1 megaohm, segnata subito sotto il diodo di destra. Tale tensione viene livellata mediante una seconda resistenza di 1 megaohm, (segnata sotto il secondo trasformatore di m. f.) e quindi applicata alla griglia controllo delle due prime valvole, mediante due resistenze di 0,25 megaohm ciascuna.

Il circuito accordato d'entrata della prima valvola, V_{11} , comprende anche un condensatore di 0,05 μ F. Data l'alta capacità, tale condensatore rappresenta un corto circuito per le oscillazioni in arrivo, quindi per esse è come se non esistesse. Per la tensione continua di polarizzazione, fornita dal regolatore automatico di sensibilità, questo condensatore rappresenta una interruzione di circuito. Il condensatore serve al solo scopo di poter collegare a massa il variabile, come indicato. Senza di esso il variabile dovrebbe venir isolato, mentre in tutti i ricevitori esso viene fissato sulla base metallica, ossia sullo chassis, perchè ciò semplifica la costruzione.

130. Regolatore d'intensità sonora.

Il regolatore d'intensità sonora è costituito da un partitore di tensione, cioè da un potenziometro, con il quale è possibile applicare all'entrata della parte amplificatrice della valvola rivelatrice tutta o una parte della tensione a frequenza fonica.

La fig. 185 illustra un esempio assai semplice di re-

golatore d'intensità sonora. La tensione a frequenza fonica, dovuta alla rivelazione, è presente ai capi del potenziometro. Quando il cursore del potenziometro si trova nel punto X, la riproduzione sonora è della massima intensità; quando invece si trova nella posizione Z, l'intensità è minima.

Il condensatore C_4 serve per accoppiare il circuito rivelatore con quello amplificatore della valvola. R_a è la resistenza di griglia della valvola.

La fig. 85 indica un esempio pratico di regolatore di intensità sonora. Il potenziometro è di 0,5 megaohm. Il catodo della valvola rivelatrice è provvisto di una resistenza di polarizzazione di 5000 ohm. Questa resistenza serve a fornire la necessaria tensione di polarizzazione alla griglia controllo del triodo presente nella rivelatrice. Il condensatore di 100 pF, posto tra l'entrata del potenziometro e il catodo della valvola, serve per lasciar passare eventuali tracce di radiofrequenza al catodo, in modo da evitare che possano giungere all'entrata del triodo amplificatore. Un condensatore di 10.000 pF serve per l'accoppiamento. La resistenza di griglia è di 1 megaohm. Ai capi di questa resistenza può venir collegato il fonorivelatore.

131. Indicatore ottico di sintonia.

Uno dei tipi più semplici di *indicatore ottico di sintonia*, è costituito da un piccolo quadrante sul quale è segnata una freccia e lungo il quale si sposta un indice nel senso indicato dalla freccia: al massimo spostamento dell'indice corrisponde la maggior amplificazione. Può essere formato anche da uno schermo di alluminio che intercetta più o meno la luce proveniente da una lampadina, creando in tal modo una zona d'ombra sopra un rettangolo di vetro opaco. Lo strumento funziona in entrambi i casi come un milliamperometro, indica cioè il passaggio della corrente che lo attraversa. È perciò incluso nel circuito catodico delle valvole in a. c. m. frequenza (fig. 188) o in quello anodico. Nei piccoli ricevitori a cinque o sei valvole, nei quali è presente una sola valvola amplificatrice in media frequenza, l'indicatore ottico di sintonia si trova invariabilmente incluso nel circuito ano-

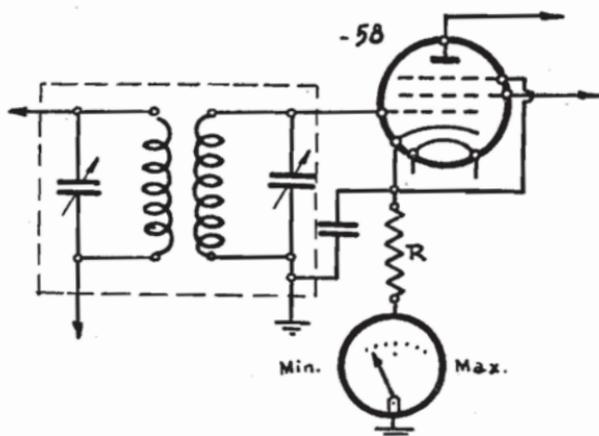


Fig. 188. - Indicatore ottico di sintonia inserito nel circuito catodico della valvola amplificatrice m. f.

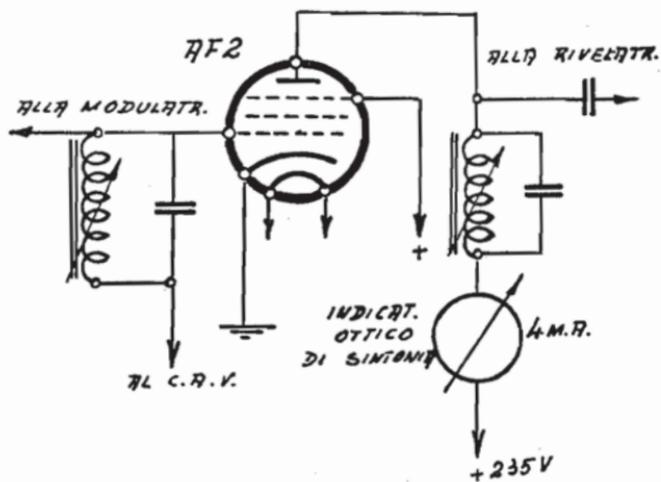


Fig. 189. - Indicatore ottico di sintonia nei ricevitori Phonola serie « Ferrosite ».

dico di questa valvola, come indica la fig. 189. La sua portata è di 4 mA.

Un altro tipo di indicatore di sintonia è quello basato sull'accensione del gas neon contenuto in un tubicino. Questa accensione segue le variazioni di tensioni applicate quindi è massima quando la sintonia è raggiunta. Vi sono altri indicatori di sintonia, tra i quali quelli a raggi catodici. (Si veda la terza edizione de *La Moderna Supereterodina*).

132. Indicatore ottico di tono.

Molti ricevitori moderni possiedono un indicatore ottico di tono che completa quello di sintonia. La sua reale importanza pratica è però alquanto limitata, perchè non si tratta di un dispositivo elettrico come l'indicatore di sintonia, ma di un semplice dispositivo meccanico messo in azione dal controllo manuale di tono. Girando questo controllo di tono si vede spostarsi dietro la finestrina dell'indicatore ottico di tono, una zona oscura che chiude tutta la finestrina quando la tonalità dell'audizione è la più bassa. A volte avviene che l'indicatore di tono si trovi vicino al controllo di tono, a volte invece che si trovi dal lato opposto, ma in tutti i casi è il controllo di tono che comanda il relativo indicatore ottico.

133. Il regolatore di tono.

Il regolatore di tono è un dispositivo che serve a eliminare le frequenze troppo alte e ad attutire la presenza dei disturbi atmosferici e industriali. Dovrebbe servire anche per eliminare i toni troppo bassi, ma in pratica si limita alla eliminazione di quelli alti. È costituito da una resistenza variabile in serie con un condensatore fisso. Può essere incluso nel circuito di placca della valvola finale, come indica la fig. 190; oppure in quello di griglia, come indica la fig. 191. Nel primo caso la resistenza deve essere bassa (30.000 ohm) e la capacità grande (50.000 pF), nel secondo caso invece la resistenza deve essere grande (0,25 megaohm o più) e la capacità piccola (500 pF o meno). Quando il regolatore di tono è incluso nel circuito di griglia, se la valvola finale è un pentodo, occorre portare la sua placca al catodo me-

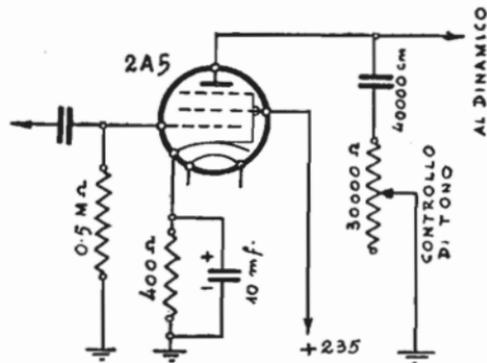


Fig. 190. - Il controllo di tono è generalmente sistemato all'uscita della valvola finale di potenza.

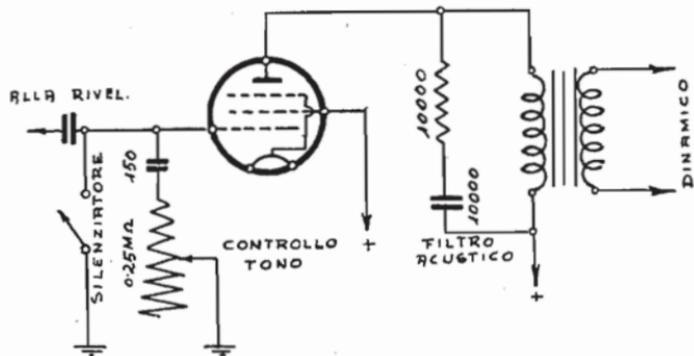


Fig. 191. - Regolatore di tono all'entrata della valvola finale, con reostato a variazione logaritmica.

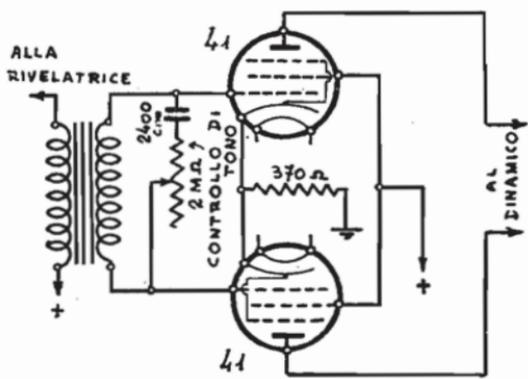


Fig. 192. - Regolatore di tono all'entrata di due valvole finali in contropase.

diante un condensatore di 5000 pF, oppure provvedere all'inserzione di un filtro acustico, costituito da una resistenza fissa di circa 10.000 ohm, in serie con un condensatore di 10.000 pF o circa, come indica la fig. 191, e ciò perchè i pentodi tendono ad amplificare maggiormente le frequenze più elevate.

La fig. 192 illustra l'inserzione del regolatore di tono nel caso di due valvole finali in controfase.

134. Controllo automatico di tono.

Il controllo automatico di tono (abbr. c. a. t.) funziona senza alcuna valvola speciale, ed ha lo scopo di compensare

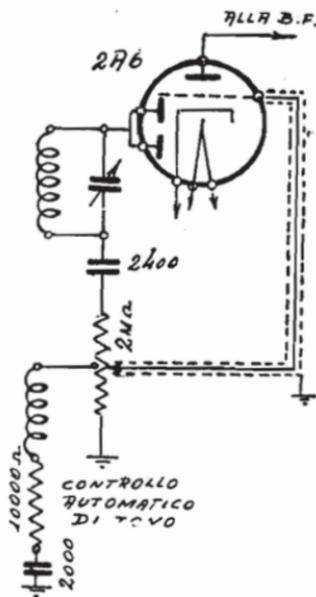


Fig. 193. - Principio di funzionamento del controllo automatico di tono.

le variazioni di tonalità provocate dall'azione del c. a. v., ed anche a quelle provocate tutte le volte che si ottiene,

manualmente o automaticamente, una forte riduzione del volume sonoro normale. La migliore ricezione si ottiene con il volume sonoro al massimo: quando tale volume è ridotto viene alterata l'amplificazione delle frequenze acustiche più basse e più alte, sicchè è necessaria una compensazione che si ottiene appunto con il c. a. t. Si trova applicato quasi esclusivamente sui ricevitori di lusso, dove è necessario ottenere una riproduzione acustica impeccabile.

È costituito da una induttanza, da una impedenza e da una capacità poste in serie. Ha lo scopo di attenuare l'amplificazione delle frequenze acustiche medie e compensare in tal modo la perdita di quelle laterali, in modo da ottenere una riproduzione acustica uniforme per tutta la gamma di frequenze. L'impedenza e la capacità in serie formano un circuito risonante ad una certa frequenza acustica, la quale può facilmente passare. Occorre perciò adattare l'impedenza e la capacità in modo tale da risuonare alla frequenza che si vuol attutire non appena essa soverchia le altre. La resistenza serve a determinare l'ampiezza della banda di frequenze che può essere ridotta. Un esempio di c. a. t. è dato dalla fig. 193.