

filtro: essa fornisce un accoppiamento fra i tubi in quanto una variazione di tensione, dovuta, ad esempio, dalla maggior richiesta di corrente dal finale, si ripercuote su tutti i precedenti e poichè una tale variazione può avvenire ad una frequenza che viene ancora amplificata, perchè il sistema di accoppiamento è ancor efficiente, si ha in un primo momento amplificazione poi la saturazione del sistema con distorsione notevolissima e quindi innesco dell'oscillazione. La frequenza di questa può essere anche di pochi periodi al secondo, risultando inferiore al limite delle frequenze udibili. Data però la saturazione del complesso si producono delle armoniche in numero ed ampiezza notevoli per cui si ha la riproduzione da parte dell'altoparlante di un suono grave e si ha la modulazione delle altre frequenze da amplificare.

Nei ricevitori alimentati da batterie si ha più difficilmente un tale tipo di instabilità perchè una batteria efficiente presenta una resistenza interna molto bassa, tale cioè da non permettere un sufficiente accoppiamento fra i vari stadi anche se l'amplificatore ha un elevato guadagno alle frequenze più basse. L'invecchiamento della batteria anodica porta però in alcuni casi all'innesco delle oscillazioni. È bene in tali ricevitori inserire un condensatore a carta di qualche microfarad fra positivo e negativo della batteria anodica.

L'impedenza comune sul circuito anodico è costituita dall'induttanza e dal condensatore di uscita del filtro: quest'ultimo dovrebbe essere di capacità molto elevata per offrire una piccola reattanza capacitiva alle frequenze basse.

Trattando dell'amplificazione uniforme anche di queste frequenze si è detto della capacità e dell'efficienza di questo condensatore, paragr. 159 b).

Se l'amplificatore o radiorecettore ha sempre funzionato bene l'oscillazione va attribuita ad un deterioramento o distacco dal circuito del condensatore di filtro (45) (fig. 14.00). Misurando questa capacità e possibilmente verificandone il fattore di potenza si ha la conferma della causa del difetto. Molto più semplicemente si ha l'eliminazione del difetto ponendo in parallelo ad esso un altro condensatore di elevata capacità.

Se sul circuito anodico si fa uso di una resistenza per la caduta di tensione agli stadi precedenti il finale, convenientemente seguita da un condensatore di filtro e disaccoppiamento,

questa resistenza può essere cortocircuitata od il condensatore che la segue interrotto. In amplificatori facenti uso di trasformatori di bassa frequenza si può trovare facilmente il modo di eliminare tali oscillazioni invertendo gli attacchi di uno dei trasformatori. Questa pratica è tutt'altro che raccomandabile perchè invece di togliere la causa producente la condizione di oscillazione porta ad un collegamento a controreazione, che naturalmente fa sentire il suo effetto.

Per ottenere l'eliminazione delle oscillazioni occorre in qualche caso disporre un gruppo resistenza e condensatore di disaccoppiamento fra stadio e stadio. Si ha così per il primo stadio bassa frequenza un filtraggio anche maggiore della corrente anodica venendosi a realizzare due cellule di filtro, purchè la reattanza capacitativa del condensatore alla frequenza da eliminare sia sufficientemente piccola.

Il grado di disaccoppiamento e di filtraggio viene quindi aumentato proporzionalmente al prodotto della resistenza per la capacità e tale valore dovrà essere tanto più grande quanto più elevata è l'amplificazione fornita dal preamplificatore.

È impossibile dare dei valori esatti da adoperare in ogni caso dipendendo come si vede da diversi fattori non sempre concordanti, come il valore della resistenza che se molto elevato permette un buon funzionamento dal lato filtraggio e disaccoppiamento ma non da quello alimentazione anodica che può risultare troppo scarsa. L'aumento della capacità è sempre raccomandabile invece.

Ad una frequenza di 80 periodi un prodotto della resistenza in ohm per la capacità in μF del valore di 40 000 dà una percentuale di circa il 5 % della tensione alternata presente agli estremi di (45), mentre con un prodotto di 100 000 si scende al 2 % e con uno di 200 000 all'1 %. Dal lato disaccoppiamento bassa frequenza in un amplificatore fornito di un solo tubo finale e di uno stadio precedente con non troppo elevata amplificazione, un prodotto di 80 000 dà degli ottimi risultati. Così adoperando un condensatore elettrolitico di 8 μF , la resistenza ha un valore di 10 000 Ω . Se la caduta di tensione risulta troppo notevole, dato l'assorbimento di corrente da parte dei tubi con 6500 Ω e 12 μF o con 5000 Ω e 16 μF otteniamo gli stessi risultati, solo con una maggiore tensione anodica.

Questo condensatore aggiunto prima che il tubo preamplificatore sia riscaldato, è sottoposto a tutta la tensione anodica come (45) e come questo deve avere delle caratteristiche di isolamento adatte.

Se l'amplificatore è composto da un altro stadio precedente quello suddetto per questo si dovrà avere un valore del prodotto di circa 200 000. Facendo uso di cellule di filtro in serie i prodotti di ogni cellula si sommano alla successiva, quindi basta aggiungere un gruppo resistenza capacità il cui prodotto sia di 120 000.

Il montaggio in controfase è largamente adoperato negli oscillatori A.F. per la facilità d'innescò e la stabilità di funzionamento. In determinate condizioni riesce perciò possibile l'innescò di oscillazioni a frequenze basse o non udibili e ciò per le capacità di circuiti di griglia e di placca, per le perdite magnetiche dei trasformatori di entrata e di uscita, per eccessiva lunghezza dei fili di collegamento fra tubi e trasformatori. Molte volte si hanno oscillazioni solo durante periodi brevissimi in funzionamento, ad es. solo dopo aver oltrepassata una determinata potenza fornita dallo stadio finale. Le oscillazioni continue sono rilevabili misurando le tensioni e le correnti sugli elettrodi, oppure inserendo un milliamperometro sul circuito anodico e notando le variazioni di corrente che si hanno cortocircuitando il secondario del trasformatore di entrata. Oscillazioni a determinati livelli di potenza possono solo essere osservate con un osciloscopio collegato all'uscita dell'amplificatore. Metodi normali per l'eliminazione di tali oscillazioni sono oltre che la revisione del circuito per rintracciare la causa l'introduzione fra ogni estremo del secondario e le griglie di resistenze di un migliaio di ohm, oppure resistenze da 50 000 a 500 000 Ω in parallelo su ogni metà del secondario o infine resistenze di qualche centinaio di ohm su ogni placca, fra questa e un estremo del primario. Si può anche far uso di una resistenza di alcune decine di migliaia di ohm fra presa centrale del secondario del trasformatore di entrata e la massa. Se il controfase è formato con due pentodi è utile porre in parallelo ad ogni metà del primario un condensatore da 5000 $\mu\mu\text{F}$ per evitare che il carico alle frequenze alte cresca in modo troppo notevole; lo stesso espediente è da adoperare in amplificatori in classe AB_2 o B sia per il trasformatore di uscita che per

quello dello stadio pilota. Si può anche mettere in parallelo su ogni metà del secondario di questo una resistenza di 10 000 Ω con in serie un condensatore da 5000 $\mu\mu\text{F}$.

f) *Migliorie nella B.F.*

Le miglierie da apportare in un ricevitore nella sezione B.F. possono essere di natura molto diversa a seconda delle cause che hanno determinato la loro attuazione. Così si potrà migliorare la riproduzione ottenuta sia dal lato qualità che da quello intensità massima. Anche in questo caso le miglierie vanno considerate solo dopo che il ricevitore risulti in perfetta efficienza.

Primi tentativi da fare sono quelli riflettenti la sostituzione di qualche organo di accoppiamento con uno di migliore qualità, come i trasformatori B.F. (uso di un tipo con nucleo al ferro-nichel, accoppiato con lo stadio precedente con resistenza capacità per evitarne la saturazione con la corrente anodica) o la modifica del circuito (sostituzione di un triodo accoppiato con un scadente trasformatore con un triodo ad alto μ a resistenza capacità, o anche uso di un pentodo con lo stesso sistema di accoppiamento).

Una tonalità eccessivamente bassa è prodotta in alcuni ricevitori di vecchio modello da un'alta selettività dei trasformatori di M.F. e peggiorata da capacità elevate inserite fra l'anodo del tubo finale e massa e sul controllo di tono.

La riduzione del loro valore può già migliorare sufficientemente la riproduzione. In qualche caso si ha effetto di risonanza eccessivo alle frequenze più basse prodotto o dal dinamico con cono grande o dal mobile del ricevitore. Per ridurre l'amplificazione a queste frequenze unica soluzione è quella di inserire o un'adatto controllo delle note basse secondo uno degli schemi di fig. 15.09 o di ridurre l'impedenza del primario del trasformatore di uscita (riduzione del numero di spire del primario e del secondario per mantenere sempre lo stesso rapporto di trasformazione, aumento del traferro) o di sostituire il dinamico con un altro con cono più piccolo.

In molti casi è il mobile del ricevitore che influisce sulla riproduzione con la sua risonanza per alcune frequenze, sempre molto basse. Questa risonanza può essere dovuta o ad oscil-

lazioni di tutta la massa di aria contenuta nel mobile o a vibrazione di qualche parete di questo.

Nel primo caso occorre adoperare tavolette di materiali antifonici (celotex, masonite, ecc.) con cui suddividere l'interno mobile in un modo qualsiasi per ridurne la cavità interna in vari scompartimenti. Le tavolette vanno incollate o fissate con squadrette di metallo e viti. Si possono preparare anche tavolette di un centimetro di spessore incollando vari fogli sovrapposti di cartone ondulato rigido.

Nel secondo caso è sufficiente incollare internamente alle

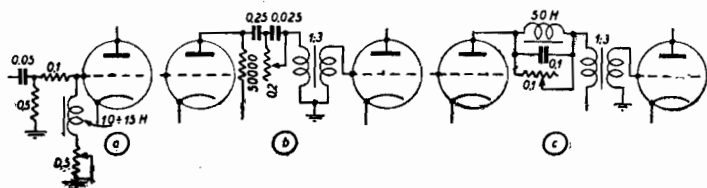


Fig. 15.09. - Circuiti per il controllo delle note basse.

pareti dei fogli di cartone ondulato, delle strisce di pochi millimetri di spessore di materiale antifonico o di feltro o rinforzando le pareti sottili con pezzi di compensato accuratamente incollato.

Nei casi più difficili di risonanza del mobile va considerata la possibilità di effettuare delle aperture sui lati immediatamente vicini al pannello anteriore da camuffare con del tessuto.

A volte nella riproduzione si nota una particolare vibrazione prodotta da parti del ricevitore o del mobile poco fissate, come la mascherina del quadrante, vetri o lastre di cellulide, lampadine o porta-lampade, l'indice della scala parlante, ecc.

In tutti i casi di vibrazioni violente è bene osservare il modo come è fissato l'altoparlante al mobile. Nella maggior parte dei casi quattro viti ne bloccano rigidamente l'incastellatura alla tavola di legno di supporto: l'anello di feltro anteriore risulta schiacciato. Per una buona sospensione elastica occorre che sotto la testa delle viti di fissaggio vi sia anzitutto una rondella di metallo e quindi una di gomma o di grosso feltro, che la vite stessa sia infilata in un tubetto di gomma per non toccare in

nessun punto l'incastellatura metallica e che l'anello di feltro o di sughero anteriore non risulti eccessivamente schiacciato.

160. Rivelatore.

I rivelatori per primi introducono distorsioni in B.F. nella riproduzione. Ottimi risultati si hanno da quelli a diodo e da quelli per caratteristica di griglia, che altro non sono che un diodo, il cui anodo è costituito dalla griglia, ma che contemporaneamente controlla l'amplificazione del tubo.

L'anodo del diodo, fig. 15.10, è collegato ad un estremo del secondario dell'ultimo trasformatore di M.F. mentre l'altro

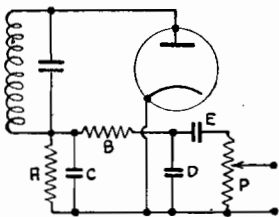


Fig. 15.10. - Rivelatore a diodo con circuito filtro.

estremo di questo termina al catodo attraverso la resistenza A ed il condensatore C ; questo condensatore la cui capacità non deve superare i $100 \mu\mu\text{F}$ per ottenere una buona riproduzione offre un facile passaggio alla tensione M.F. da applicare fra catodo e anodo per ottenere la rettificazione. La resistenza A , di valore sufficientemente elevato, per non offrire un carico troppo basso al circuito accordato (ch'è la metà del

suo valore in ohm), permette al flusso di elettroni attirati sull'anodo di ritornare al catodo. La tensione agli estremi di A varia a frequenza acustica, la stessa che ha modulato la portante del trasmettitore. Non possiamo aumentare eccessivamente il valore di A altrimenti il condensatore C tende ad attenuare maggiormente le frequenze alte. Per le frequenze basse C presenta una reattanza tanto elevata da essere trascurabile in parallelo ad A ed il valore del carico è dato solo da questa; il suo valore si deve aggirare sui $0,25 \text{ M}\Omega$. Prendendo direttamente la tensione B.F. su A si introduce sulla griglia dell'amplificatore che segue un'elevata tensione A.F. con possibilità di distorsioni per il sovraccarico del tubo e di innesco di oscillazioni A.F. Occorre quindi disporre di un filtro costituito da un'impedenza A.F. o da una resistenza B di $0,1 \text{ M}\Omega$ circa e del condensatore D da $100 \mu\mu\text{F}$. Segue quindi il potenziometro P il cui valore sarà molto elevato rispetto ad A anzitutto perchè il complesso

$B D P$ che risulta in parallelo ad A non abbassi sensibilmente il valore del carico poi perchè si possa adoperare per B un valore alquanto elevato, ottenendo una buona eliminazione di A.F. senza perder troppo della tensione B.F. che si suddivide fra B e P . Il valore di quest'ultimo sarà di $1 M\Omega$.

Il condensatore E di cui non abbiamo tenuto conto sino ad ora ha una capacità elevata, $0.01 \mu F$ o più, perchè la sua introduzione non produca una diminuzione della tensione disponibile su D . Attenendosi a valori simili a quelli suaccennati si può ottenere un'ottima rivelazione anche con profondità di modulazione dell'80 %.

Dalle caratteristiche di un diodo è facile rilevare il comportamento di esso con un determinato carico: la distorsione ottenuta è dello stesso ordine di grandezza di quella che si ottiene dai tubi amplificatori, cioè di qualche unità per cento. Il diodo presenta una minima distorsione quanto più ampia è la portante e quanto più piccola è la percentuale di modulazione di essa, in modo che sull'anodo si abbia sempre una tensione superiore ad alcuni volt. Infatti se col 50 % di modulazione si ha una distorsione inferiore al 2 %, in determinate condizioni, si sale a circa il 6 % con il 100 % di modulazione.

Nei rivelatori a caratteristica di griglia, la cui tensione di entrata deve anche essere elevata per non avere distorsioni, il condensatore e la resistenza di griglia avranno gli stessi valori indicati per il diodo: $100 \mu\mu F$ e $0,25 M\Omega$. Esso risulta accoppiato direttamente col triodo o pentodo e quindi non si ha il filtro nè il potenziometro P di fig. 15.10. Il triodo o pentodo deve però essere portato a lavorare in buone condizioni per offrire un'amplificazione senza distorsione e cioè bassa tensione di entrata, alta resistenza di carico anodico ed alta tensione di alimentazione. La bassa tensione di entrata sulla griglia è in diretto contrasto con l'alta tensione da applicare ad essa per una buona rivelazione e si deve quindi giungere ad un compromesso per il cui mantenimento occorrerebbe dover disporre di un potenziometro prima del rivelatore ed un milliamperometro sulla placca di questo. Ottimi risultati si ottengono quando il segnale fa diminuire la corrente anodica di circa il 20 % del suo valore normale.

Con i rivelatori a caratteristica di placca i migliori risultati si ottengono regolando la resistenza catodica sino ad avere una corrente anodica da 0,1 a 0,2 mA.

161. Amplificatore in A.F.

a) Amplificazione.

L'amplificazione in A.F. può essere scarsa per varie ragioni e cioè, tenendo presente il circuito di fig. 15.11:

per deficiente qualità del circuito oscillatorio $L C$;

per insufficiente accoppiamento fra L e P .

Il circuito di fig. 15.11 è quello normalmente adoperato in tutti i ricevitori moderni perchè meglio di altri (accoppiamento ed impedenza o trasformatore A.F. aperiodico) permette di ottenere una buona amplificazione e la selettività voluta.

L'introduzione di un amplificatore in A.F. prima dello stadio convertitore offre numerosi vantaggi. Oltre al guadagno più

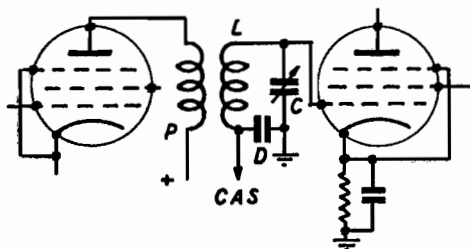


Fig. 15.11. - Trasformatore di accoppiamento in A. F.

o meno elevato che lo stadio presenta si ha riduzione del rumore di fondo, perchè il soffio prodotto dal convertitore scompare quasi totalmente se l'amplificazione fornita dallo stadio in A.F. supera le 15 o 20 volte. Resta il fruscio prodotto dallo stadio in A.F., molto minore di quello del convertitore, e quello dovuto all'agitazione termica del circuito accordato di aereo. Il rapporto di immagine, cioè l'ampiezza che deve avere un segnale, che differisce da quello ricevuto di due volte il valore della M.F., rispetto allo stesso segnale ricevuto, è aumentata notevolmente.

Quando le super adoperavano una M.F. di 175 kHz erano necessari due circuiti accordati prima del convertitore. Essi costituivano un filtro di banda ma interpenndovi uno stadio amplificatore si otteneva il vantaggio della maggiore seletti-

vità ed amplificazione e minore rumore di fondo. Con le supercon M.F. intorno a 465 kHz il rapporto d'immagine risulta già sufficientemente elevato con un solo circuito oscillatorio fra antenna e convertitore; l'introduzione di uno stadio in A.F. apporta sempre utilmente i vantaggi suddetti oltre ad una maggiore efficienza del C.A.S.

Il trasformatore di aereo ha una notevole importanza nel funzionamento del ricevitore sia per il guadagno che per la selettività, ma da esso dipende anche la costanza di amplificazione per la gamma di frequenze ricevute, come del resto da tutti gli altri trasformatori in A.F. fra i vari stadi.

Un ricevitore è allineato per la gamma di onde medie con un'antenna fittizia che presuppone una capacità dell'aereo da adoperare di 200 pF. Variando il tipo di aereo si varia la capacità in parallelo al circuito di entrata del ricevitore e quindi si perde l'allineamento effettuato: occorre per ogni aereo allineare nuovamente il circuito oscillatorio di entrata. Tale inconveniente è stato notevolmente ridotto nei moderni ricevitori a comando unico effettuando un avvolgimento primario con induttanza notevolmente maggiore di quella del secondario.

In tali condizioni, mantenendo l'accoppiamento fra i due avvolgimenti sufficientemente lasco, non si ha più influenza dalla capacità dell'aereo sull'allineamento. Se vi è uno stadio amplificatore in A.F. si farà uso per esso di un trasformatore con caratteristiche simili a quelle per l'aereo.

Per evitare il disallineamento alle onde corte, a cui l'impedenza dell'aereo varia grandemente con la frequenza, l'accoppiamento con l'aereo deve essere molto lasco.

Per ottenere la massima amplificazione da un tubo occorre che il trasformatore abbia un accoppiamento fra L e P tale che il carico riflesso sul primario risulti uguale alla resistenza interna del tubo stesso (condizione in cui il tubo fornisce la massima potenza al carico anodico). Per i pentodi la cui resistenza interna è elevatissima, non conviene costruire un trasformatore in discesa con rapporto così elevato da ottenere il risultato suddetto, altrimenti si verificano vari inconvenienti, fra cui riduzione della gamma copribile con un dato condensatore variabile, riduzione della selettività e instabilità dell'amplificatore per il guadagno molto elevato realizzato.

Per queste ragioni l'accoppiamento è scelto in modo tale

che sull'anodo del tubo si presenti un carico uguale all'incirca all'impedenza del circuito oscillatorio secondario, quindi dal guadagno teorico massimo dato da

$$G = \frac{\mu}{2} \sqrt{\frac{Z_0}{R_a}} = \frac{\mu}{2}$$

in cui: μ = coefficiente di amplificazione del tubo; Z_0 = impedenza del carico anodico; R_a = resistenza interna del tubo si passa al guadagno realizzabile praticamente

$$G = S \omega M Q$$

in cui S = la pendenza del tubo; ω la pulsazione, $2\pi f$; M = la mutua induzione fra P e L ; Q = il fattore di merito o di sovratensione del circuito LC e praticamente di L soltanto. Poichè la mutua induzione M influisce sulla impedenza risultante come carico anodico del tubo essa fa variare corrispondentemente il guadagno realizzato, quindi si è portati ad aumentare quanto più è possibile l'accoppiamento fra P ed L ma con ciò si peggiora la selettività. Come prima approssimazione per la costruzione di un trasformatore A.F. per onde medie si adotta per P un'induttanza di valore tale che essa, con la capacità propria e con quella che le viene inserita in parallelo dall'anodo del tubo e dalla filatura, risuoni ad una frequenza che sia di 0,6 o 0,7 la frequenza più bassa a cui è sintonizzabile il circuito LC . Il coefficiente di accoppiamento fra P ed L può essere del 10 al 15%.

Nella formula ora riportata appare subito evidente che fattori ugualmente importanti nella determinazione del guadagno sono la pendenza del tubo, e si cercherà di adottarne uno con la maggior pendenza possibile, ed il coefficiente di merito Q del circuito.

Il condensatore variabile può facilmente avere un fattore di merito molto elevato per cui questo non è quasi mai considerato nel calcolo di un circuito, mentre solo con adatti accorgimenti costruttivi si può ottenere un fattore di merito elevato per l'induttanza.

Questo fattore, dato da $\frac{\omega L}{r}$, in cui r è la resistenza in serie o in A.F. dell'induttanza, non è influenzato solo da questa

resistenza dell'avvolgimento ma da varie cause come le perdite dei dielettrici (di supporto dell'avvolgimento, dei contatti del commutatore e dello zoccolo del tubo), le perdite nel tubo, le perdite dovute alle correnti indotte nelle parti metalliche comprese nel campo prodotto dalla bobina (schermatura, incastellatura). Facilmente il Q di una bobina è ridotto del 25 al 30 % quando se ne effettuano i collegamenti nel ricevitore. Ma occorre anzitutto che il fattore di merito della bobina sia quanto più elevato è possibile. Per la gamma delle onde medie (500 ÷ 1500 kHz) l'uso dei fili di litz e dei nuclei di ferro è indispensabile per ottenere un buon rendimento da bobine di piccole dimensioni. Il litz permette una notevole riduzione dell'effetto di pelle sino a 3 MHz; al disotto di 150 kHz non offre alcun vantaggio rispetto ad un conduttore unico.

Il nucleo di ferro può essere adoperato per elevare al massimo il valore di Q di una bobina, ed i migliori risultati si ottengono in tal caso con nuclei completamente chiusi. Più comunemente i nuclei sono adoperati per ottenere anche la regolazione dell'induttanza di una bobina e sono costituiti da un cilindretto di ferro. È necessario che il supporto della bobina in cui scorre il nucleo abbia il minimo spessore possibile, che il flusso magnetico scorra per la massima parte nel nucleo stesso. La massima induttanza è ottenuta quando il nucleo sporge ugualmente dai due lati della bobina.

Per le bobine per onde corte il nucleo di ferro se di tipo adatto permette di realizzare buoni valori di Q , ma nei sintonizzatori a permeabilità variabile è facile controllare che per frequenze oltre i 10 MHz il nucleo diminuisce sensibilmente il valore di Q quanto più è introdotto. Alle frequenze molto elevate, dai 40 MHz in su si fa uso normalmente di nuclei di rame o di ottone che con la loro introduzione nell'interno della bobina ne fanno diminuire l'induttanza pur non alterandone troppo il fattore di merito.

Le bobine per onde corte vanno avvolte col filo distanziato. Se si stabilisce il passo dell'avvolgimento il diametro del conduttore da adoperare sarà da 0,7 a 0,5 tale passo. Se non si può effettuare un avvolgimento a spire distanziate è preferibile far uso di un conduttore con doppia copertura di cotone, invece che in seta.

Lo schermo di una bobina non deve essere di diametro in-

feriore a due volte quello esterno dell'avvolgimento e questo deve essere lontano con i suoi estremi dal fondo dello schermo e dal piano dell'incastellatura di una lunghezza uguale al proprio diametro esterno.

I collegamenti delle bobine, specie quelle per onde corte, debbono essere quanto più brevi è possibile, con il commutatore di gamma ed il condensatore variabile.

I condensatori di disaccoppiamento del C.A.S. debbono anche essi essere disposti in modo da rendere il circuito oscillatorio quanto più è possibile con conduttori brevi, in quanto essi ne fanno parte.

Per uno stadio amplificatore di M.F., costituito da un pentodo ed un trasformatore di M.F. con i circuiti del primario e secondario sintonizzati ed accoppiati criticamente, cioè con curva di risonanza con un massimo ben definito, l'amplificazione è data da

$$G = \frac{SZ}{2}$$

In cui Z è l'impedenza di carico offerta dal circuito primario accoppiato col secondario. Se l'accoppiamento è un po' maggiore di quello critico come si fa normalmente per ottenere una maggiore banda passante l'amplificazione diminuisce.

Fra le due bobine del trasformatore ed i relativi fili di uscita esiste una capacità che provvede anch'essa ad un accoppiamento induttivo fra i due circuiti. Questa capacità è di pochi picofarad ma l'accoppiamento induttivo dei due circuiti è tanto piccolo che essa può costituire un accoppiamento capacitivo di grandezza paragonabile a quello induttivo e quindi può ridurre notevolmente l'amplificazione ottenuta: i due accoppiamenti si sommano se le due bobine sono avvolte in senso inverso. Per una bobina a nido d'ape non basta specificare il filo inferiore e superiore dell'avvolgimento ma occorre tener presente il senso in cui esso è avvolto per ottenere i risultati voluti.

Se quindi si ripara un trasformatore di M.F. occorre annotare i particolari suddetti prima di smontarlo oppure dopo il montaggio nel ricevitore effettuare una misura di sensibilità e invertiti i capi di una bobina ripetere tale misura: in uno dei due casi si ha un'uscita maggiore.

b) *Selettività.*

Nel paragrafo 138 si sono esaminate alcune cause di interferenze, da parte di stazioni non desiderate, nei ricevitori super. La maggior parte di queste interferenze sono possibili sempre che il circuito oscillatorio precedente il convertitore non possieda una selettività sufficiente ad attenuare notevolmente i segnali interferenti. Un solo circuito, molte volte in condizioni di disallineamento, non può fornire una selettività troppo elevata, quindi nei ricevitori di classe vi sono sempre due circuiti oscillatori precedenti il convertitore: fra essi è lo stadio amplificatore in A.F.

Oltre queste particolari condizioni in cui la sensibilità di un ricevitore si rivela insufficiente, abbiamo le condizioni per così dire normali di selettività, che interessano l'eliminazione delle stazioni adiacenti a quella che si vuol ricevere. Per ottenere una perfetta eliminazione ed una riproduzione di tutte le frequenze facenti parte della modulazione al trasmettitore la curva di selettività dovrebbe essere rettangolare: essa dovrebbe essere larga 9 kHz, con la parte superiore perfettamente piana e con i lati perpendicolari.

Ad una tale curva ci si può avvicinare sufficientemente ma quella realizzata nei comuni ricevitori se ne discosta più o meno notevolmente a causa del prezzo.

Con un notevole numero di singoli circuiti oscillatori fra altrettanti tubi amplificatori in A.F. si può ottenere una curva con i lati molto ripidi e quindi molto selettiva, ma essa ha anche l'inconveniente di avere la parte superiore molto appuntita e quindi non risulta adatta per la riproduzione delle frequenze elevate. Agli stessi risultati conduce l'introduzione della reazione, più o meno spinta. Forse il sistema più semplice per ottenere una curva con la parte superiore pianeggiante è quello di adoperare fra i vari stadi amplificatori circuiti singoli o coppie di circuiti accoppiati criticamente, o quasi e coppie di circuiti sovraccoppiati o accoppiati a frequenze leggermente differenti. L'amplificazione fornita da questi ultimi risulta ridotta ma si realizza il risultato voluto. È questo il metodo adoperato nei ricevitori a modulazione di frequenza ed ancor più in quelli per televisione, in cui inoltre la banda passante risulta un'elevata percentuale del valore della M.F.

Va ricordato che per l'allineamento di circuiti sovrapposti il miglior sistema di controllo è quello del generatore modulato in frequenza e dell'oscilloscopio accoppiato all'uscita del rivelatore. Ma si può ricorrere più semplicemente all'inserzione di una resistenza in parallelo ad un circuito mentre si allinea l'altro, o, quando il ricevitore lo permetta, al distacco del condensatore di accordo mentre si tara l'altro e all'inversione del procedimento.

Come già si è visto nelle pagine precedenti la selettività e l'amplificazione sono due fattori non concordabili fra di loro e generalmente si deve venire ad un compromesso fra essi per ottenere dei risultati accettabili, su cui incide notevolmente anche la riproduzione dei segnali ricevuti. È molto facile ed economico ottenere una determinata larghezza di banda ad una frequenza: è questa la principale ragione per cui il circuito super ha completamente sostituito i ricevitori a circuiti accordati.

Nelle vicinanze di un trasmettitore di potenza più o meno rilevante si possono verificare fenomeni di interferenze che necessitano una particolare esposizione. Il trasmettitore può introdurre nel circuito di aereo una tensione così elevata da saturare il primo tubo amplificatore o convertitore: ne deriva una notevole modulazione incrociata o addirittura bloccaggio della ricezione desiderata, cioè scomparsa della stazione da ricevere. È necessario introdurre una maggiore selettività fra aereo e primo tubo ed anche l'introduzione di un circuito reietto accordato alla frequenza del trasmettitore locale (circuito costituito dal parallelo di una bobina e di un condensatore, collegato fra il morsetto di aereo e il primario del trasformatore di aereo).

Un trasmettitore telegrafico che lavori ad una frequenza uguale a quella della M.F. è ricevuto per l'influenza diretta sui conduttori non schermati del ricevitore: la sua influenza può essere ridotta o eliminata solo con adatte schermature, anche del fondo del telaio del ricevitore.

A volte un trasmettitore telegrafico, lavorante anche fuori della gamma delle onde medie o lunghe, può essere ricevuto su una banda di frequenze sufficientemente ampia. Durante la trasmissione i segnali telegrafici producono una banda di frequenze larga 100 kHz, a causa della loro particolare configu-

razione rettangolare e solo un adatto filtro sul trasmettitore può impedire questa particolare forma di interferenza.

Trasmettitori ad onde corte, come quelli di dilettanti possono creare notevoli interferenze influenzando direttamente il rivelatore di un ricevitore e quindi resi udibili senza che intervenga in alcun modo la selettività dei circuiti in A.F. Inoltre la portante di un tale trasmettitore può battere con le armoniche dell'oscillatore locale del ricevitore, introducendosi direttamente sul convertitore ed in tal caso se ne ode la trasmissione in numerosi punti della scala, in quei punti cioè a cui corrisponde una frequenza di cui un'armonica differisce dalla portante del trasmettitore di quanto è il valore della M.F.

c) *Oscillazioni in A.F.*

Uno dei più delicati problemi da risolvere allorchè si procede alla riparazione di un ricevitore è l'eliminazione di oscillazioni in A.F. che si possono generare sia su tutta la gamma coperta dal condensatore sia su di una sola zona di essa, ch'è generalmente quella delle frequenze più alte. In ogni caso l'oscillazione è prodotta da un accoppiamento fra due parti del circuito fra cui vi è l'amplificazione dovuta ad uno o più tubi. Ed è appunto il grado di amplificazione che determina la maggiore o minore possibilità di oscillare per una zona più o meno vasta, come pure per una data amplificazione il maggiore o minore accoppiamento, variabile con la frequenza, determina la stessa possibilità. In un radioricevitore ove lo spazio è limitato e i tubi sono alimentati da un'unica sorgente esistono numerose cause di accoppiamento fra le varie parti del circuito ed occorre un accurato esame per riconoscere la causa dell'oscillazione.

Accoppiamenti che danno luogo ad oscillazioni possono essere causati in genere o da un'impedenza in comune fra due punti del circuito o da un accoppiamento elettromagnetico fra le bobine ed i fili o da un accoppiamento elettrostatico, che può avvenire anche internamente ad un tubo.

Nei moderni radioricevitori non si sfrutta generalmente tutta l'amplificazione ch'è possibile avere dai tubi impiegati per assicurare una buona stabilità. Con un buon trasformatore di M.F. accoppiato ad un pentodo si può ottenere un'amplificazione di 200 o 300.

La capacità anodo griglia è molto ridotta, una piccola fra-

zione di picofarad, ma la tensione alternata sull'anodo risulta anche molto elevata rispetto quella applicata alla griglia, quindi attraverso alla capacità interna del tubo si ha facilmente ritorno di energia in misura sufficiente a far innescare le oscillazioni.

I tubi della serie *S* hanno l'uscita della griglia e dell'anodo sullo zoccolo per cui la capacità, esternamente al tubo, può essere aumentata notevolmente dalla filatura. Occorre una schermatura fra i piedini dello zoccolo.

Per evitare l'innescio di oscillazioni quando il guadagno ottenuto da un tubo è elevato non si può far altro che ridurre il guadagno stesso dalla griglia all'anodo. Se si effettua una presa centrale sul circuito anodico accordato, a cui si collega il positivo di alimentazione, si ha una riduzione ad un quarto del carico sull'anodo del tubo e così pure dell'amplificazione della tensione fra griglia e catodo.

Quando l'amplificazione di più stadi comincia a diventare di qualche decina di migliaia di volte anche in un montaggio ordinato ed accurato si può avere accoppiamento capacitivo fra punti a differente tensione e quindi innescio delle oscillazioni. È necessario in tal caso adottare delle divisioni metalliche dell'incastellatura, schermare i conduttori di griglia e di anodo, adottare dei cappellotti di schermo per i collegamenti alle griglie.

Per un apparecchio facente uso di un solo tubo amplificatore in M.F. si può portare l'amplificazione totale, comprendente due trasformatori M.F., a 5000, nel caso di apparecchio con tre trasformatori in M.F. l'amplificazione totale viene mantenuta a meno di 10 000 in media.

Quando l'oscillazione si verifica solo su di una zona della gamma d'onda ricevuta, quasi sempre essa avviene in quella delle frequenze più elevate sia perchè si ha per esse la maggior amplificazione dal circuito e sia perchè ad esse le capacità fra i vari organi aumentano l'accoppiamento esistente. Gli accoppiamenti elettromagnetici aumentano anch'essi con la frequenza ma possono in tale effetto essere più che bilanciati dalla maggiore efficienza che vengono ad assumere gli schermi. In questa zona la terza causa che può far generare oscillazioni, e cioè la presenza di un'impedenza in comune, produce più difficilmente la sua azione data la presenza di

capacità distribuite fra i vari organi e l'incastellatura metallica e che danno naturalmente un disaccoppiamento maggiore col crescere della frequenza.

Come già detto nel caso del ronzio non sempre uno schermo funziona effettivamente come tale, sebbene nel caso di induzioni elettrostatiche è ben difficile che la sua resistenza di contatto con la massa dell'apparecchio divenga di valore tale da renderlo inefficiente, anzi dannoso. Ma nel caso di campi elettromagnetici l'efficienza di uno schermo è solo data dal perfetto contatto di tutte le parti che lo costituiscono. Consideriamo un unico schermo rettangolare con una divisione a metà in cui siano montate parallele, in modo da risultare centrali ai due schermi quadrati risultanti, due bobine. Uno schermo affacciato ad una bobina agisce come una spira in cortocircuito che quindi diventa sede di correnti di senso tale, sotto l'influenza del campo della bobina, da produrre un campo in ogni istante opposto a quello della bobina. Se ora immaginiamo di avvicinare a questa spira chiusa, sede di correnti, un'altra bobina: avremo la produzione di correnti indotte in essa, e quindi l'accoppiamento delle due bobine. Si usa perciò disporre uno schermo separato per ogni bobina che si trova così maggiormente sottratta dall'influenza di esso.

Lo schermo di una comune bobina per onde medie riduce il campo esterno di questa da 15 a 20 volte in media ed è quindi indispensabile che ogni bobina abbia il suo schermo perchè in tal modo l'effetto di una bobina sull'altra sarà nel migliore dei casi suddetti di appena 1/400 di quello che si avrebbe se le due bobine fossero senza schermo e ciò mostra come un accoppiamento magnetico sia sempre presente. Un campo magnetico creato intorno a loro anche i fili che conducono la corrente in A.F. ed è quindi necessario ch'essi siano quanto più corti è possibile e lontani dagli altri conduttori. E non basta in tal caso considerare che un filo finisce collegato alla massa o va a massa attraverso ad un condensatore di elevata capacità: esso è sempre sede di un campo magnetico che può dar luogo ad accoppiamenti. Così possiamo avere accoppiamenti dai fili di uscita di bobine che terminano in condensatori di disaccoppiamento e resistenze sia nei circuiti a controllo automatico di sensibilità, secondari dei trasformatori, sia nei circuiti anodici, dopo il primario del trasformatore.

Da ciò si vede come sia necessario che i fili di collegamento sia della griglia che della placca di un tubo debbono essere mantenuti quanto più corti è possibile e schermati per evitare effetti di accoppiamento sia capacitivo che magnetico. Generalmente si tende più facilmente a mantenere corti i fili di collegamento alle griglie che quelli alle placche non considerando come questi se non sono seguiti dall'amplificazione del tubo sul cui anodo sono collegati, lo sono invece da quella del seguente terminando infatti a mezzo dell'organo di collegamento sulla griglia di questo.

Molte volte si trascura di schermare sufficientemente il variabile da altre parti non tenendo conto ch'esso è sede di campi elettrostatici molto intensi e di cui una parte è dispersa e quindi atta ad influenzare parti vicine. Si usa disporre degli schermi di una certa grandezza fra le varie sezioni del condensatore appunto per limitare l'influenza dei campi delle varie armature fisse.

La protezione data ai tubi dagli schermi sovrapposti non è completa, può anzi diventar dannosa, se questi non sono bene a massa; molte volte lo schermo è infilato su di un bordino fissato all'incastellatura. Ma se fra essi vi è della vernice può mancare il contatto fra le parti metalliche, quindi lo schermo risulta isolato. La miglior pratica per evitare accoppiamenti è quella di stabilire un'unica presa di terra, almeno per l'A.F., a cui fanno capo tutti i circuiti accordati e le lamine elastiche di contatto col rotore del variabile, e collegata al morsetto di terra con un grosso conduttore diretto.

In un tetrodo la griglia schermo perde tale sua funzione quando l'impedenza del suo collegamento alla massa acquista un valore apprezzabile: alle frequenze elevate occorre che il condensatore di fuga sia collegato alla massa ed allo zoccolo con i fili quanto più corti è possibile. Nei pentodi le griglie interposte fra griglia controllo ed anodo sono due e si ha una migliore schermatura, ma occorre che la griglia di soppressione sia collegata ad un piedino esterno, e non al catodo. Alle frequenze più elevate abbiamo due capacità anodo soppressore e griglia-catodo accoppiate da un'induttanza costituita dal conduttore del soppressore al catodo. Per tale ragione il soppressore ha il suo piedino che va collegato direttamente alla massa e non al catodo.

Molti ricevitori divengono instabili per l'allentamento di viti che stringevano contro l'incastellatura metallica terminali a cui sono saldati sia fili di massa che condensatori di disaccoppiamento. Un aumento di resistenza dello stesso contatto, dovuto ad ossidazione delle superfici sia per variazione sotto l'azione degli agenti atmosferici dello strato superficiale del metallo sia per azione chimica prodotta da una pasta per saldare contenente sostanze corrosive, specie del tipo inorganico, e quindi esercitanti la loro azione in presenza di umidità atmosferica, porta ad una diminuzione dell'efficienza di detti condensatori o masse e quindi del loro effetto di disaccoppiamento, facilitando invece la formazione d'impedenza in comune fra varie parti del circuito e la produzione d'oscillazioni.

I condensatori multipli hanno il rotore che può essere collegato con un unico conduttore a massa, specie nei casi in cui il variabile è montato su rondelle di gomma per evitare, per quanto è possibile, effetti microfonicici. Questo unico filo di collegamento anche se molto corto offre un'impedenza in comune fra i vari circuiti accordati e nel caso di apparecchi con amplificazioni in A.F. quest'impedenza, specie se accresciuta per un cattivo contatto con la massa, può dar luogo ad oscillazioni. Possibilmente ogni sezione del variabile, che è munita in quasi tutti i casi di una molla in similoro di contatto col rotore, sarà collegata alla bobina con cui costituisce il circuito oscillatorio non solo dal lato di griglia ma anche da quello di massa effettuando la presa sullo stesso terminale della bobina messo a massa.

Causa di impedenze in comune fra varie parti del circuito sono i disaccoppiamenti a mezzo di resistenze e di capacità che non sono accuratamente valutate o disposte o, nel caso di condensatori, che si rendono difettosi col tempo. E ciò s'intende sia per i circuiti di griglia, C.A.S., che per quelli anodici e delle griglie schermo. I condensatori di disaccoppiamento debbono essere del tipo normalmente chiamato antinduttivo o tipo equivalente, e di essi si deve conoscere il lato a cui fa capo il foglio di stagnola esterno che va collegato alla massa. Volendo effettuare dei disaccoppiamenti in A.F. fra i vari stadi, bastano delle resistenze di poche migliaia di ohm accoppiate a condensatori da 0.01 a 0,1 μ F, e ciò in contrasto con le varie decine di migliaia di ohm e i parecchi microfarad necessari per

i circuiti in B.F., perchè in A.F. i condensatori delle capacità suddette offrono una resistenza di pochi ohm e quindi la loro reattanza risulta di valore molto piccolo rispetto alle resistenze di disaccoppiamento. Nei circuiti con C.A.S. vengono adoperate resistenze di valore molto più elevato pur mantenendo le capacità nel limite già detto per A.F.; il prodotto della capacità per la resistenza adoperata dà in genere un valore di circa 1/10 ad 1/5 di secondo che è il tempo migliore perchè il controllo automatico non agisca nè troppo rapidamente nè troppo lentamente, rendendo in tal caso difficile l'accordo.

Con amplificazioni notevoli a frequenze di lavoro elevate molte parti dei ricevitori permettono accoppiamenti con conseguenti oscillazioni. Così l'asse o i supporti metallici di un condensatore variabile multiplo, l'asse di un commutatore o di un tamburo, i fili di collegamento di filamenti o di catodi, possono dar luogo ad accoppiamenti la cui presenza è difficile da individuare e che possono essere eliminati solo con una serie di tentativi.

Da un rivelatore abbiamo, oltre alla componente in B.F., anche una componente in A.F. o M.F. che può essere ridotta ad un valore molto basso facendo uso di un filtro costituito da un'impedenza a nido d'ape e da due condensatori da 100 pF, altrimenti questa componente può essere ancora amplificata dal primo tubo in B.F., accoppiato a resistenza capacità con il finale.

Se il regolatore di volume è montato vicino al commutatore della gamma d'onda o il filo di collegamento ad esso non è tenuto lontano dai collegamenti dell'A.F. o M.F., si può avere facilmente la produzione di oscillazioni.

Per la stessa ragione i collegamenti dell'altoparlante saranno tenuti lontani dal filo d'antenna e questo non sarà fatto passare vicino al rivelatore o alla M.F.

Dobbiamo ora accennare alle possibilità da parte di un tubo amplificatore di B.F. di oscillare in A.F. e alla produzione di oscillazioni di B.F. in presenza di una portante.

Un tubo finale di potenza con elevata pendenza ha una notevole tendenza all'innescarsi di oscillazioni a radio frequenza, che si manifestano con una notevole distorsione nella riproduzione. Infatti il tubo è portato da queste oscillazioni ad alterare la propria polarizzazione di griglia. Nello schema di fig. 14.00

il tetrodo finale ha una capacità fra griglia e catodo. I fili di collegamento alla griglia ed al catodo possono essere di una lunghezza non trascurabile. I condensatori (37) e (40), quando il tono è tutto su basse, costituiscono un perfetto cortocircuito fra questi due conduttori. Sull'anodo il filo di collegamento al trasformatore di uscita ha una notevole lunghezza: esso è cortocircuitato a massa attraverso il condensatore (43) ed il positivo dell'alta tensione. I due circuiti oscillatori così individuati possono far entrare in oscillazione il tubo perchè alle frequenze elevatissime che vengono a prodursi la griglia schermo risulta collegata a massa attraverso un'impedenza apprezzabile. Un tale inconveniente si verifica specialmente con i tubi con griglia in testa, come l'EBL1, data la maggiore lunghezza del conduttore di collegamento alla griglia: una resistenza di poche migliaia di ohm collegata sul cappello di griglia elimina qualsiasi possibilità d'innesco.

Un altro esempio comune di produzioni di oscillazioni in A.F. ci è offerto da tubi collegati in parallelo o in controfase. I tubi collegati in parallelo hanno fra le griglie e fra gli anodi due induttanze costituite dai fili di collegamento. Le capacità interelettrodiche dei tubi producono l'accoppiamento necessario all'innesco di oscillazioni a frequenza elevatissime; una resistenza fra le griglie evita tale possibilità ma occorre anche che i conduttori siano quanto più brevi è possibile.

Lo stesso comportamento possono avere i tubi di uno stadio in controfase tenendo presente che le capacità distribuite del secondario del trasformatore di B.F. e del primario del trasformatore di uscita agiscono da cortocircuiti per i conduttori di collegamento alle griglie ed agli anodi.

Per la produzione di oscillazioni in B.F. in presenza di una portante, specialmente se di notevole intensità, occorre considerare ancora la presenza di un'impedenza in comune fra stadi in A.F. e B.F. Lo stadio finale fa variare la tensione di alimentazione anodica a causa del cattivo stato dell'ultimo condensatore elettrolitico di filtro. Questa variazione di tensione anodica in B.F. si ripercuote sugli anodi e sulle griglie schermo degli amplificatori in A.F. e la portante è modulata in ampiezza. Si ha rivelazione di questa modulazione, successiva amplificazione e ritorno sugli stadi in B.F. Per l'eliminazione è necessario sostituire l'elettrolitico difettoso, ma in alcuni casi

occorre inserire una cellula di filtro, con capacità molto elevata, per l'alimentazione dei tubi precedenti il finale.

Un effetto di modulazione, questa volta di frequenza, avviene quando la tensione anodica dell'oscillatore del ricevitore è fatta variare dallo stadio finale. L'oscillatore produce allora una frequenza variabile, secondo le variazioni in B.F. della tensione anodica: questa modulazione di frequenza si tramuta in una modulazione di ampiezza dalle curve di selettività dei vari circuiti e si ritorna allo stesso caso precedente per cui dopo la rivelazione si ha ritorno di essa sull'anodo dell'oscillatore e quindi nell'altoparlante si ode un urlo continuo eliminabile solo con un elettrolitico di filtro collegato in parallelo a (45).

Una causa meccanica di modulazione di frequenza è dovuta all'influenza dei suoni emessi dall'altoparlante sulle lamine del rotore del condensatore variabile. Esse debbono essere di alluminio sufficientemente ricotto, e fissate fra loro per l'estremo più lontano dall'asse. Un po' di colla di cellulosa, molto densa, posto su questo estremo, rende alcune volte il variabile meno microfonic. I variabili con le lamine di ottone o di ferro verniciato, come se ne sono trovati in commercio, sono irrimediabilmente microfonic.

Così pure i variabili con incastellatura in silumin fuso in conchiglia: col tempo il materiale si deforma sia per assestamento proprio che sotto la spinta delle molle di contatto col rotore. L'asse non è più bloccato fra le sfere ed entra facilmente in oscillazione essendo supportato da elementi elastici (in tal caso il variabile risulta anche rumoroso durante la ricerca delle onde corte).

Il condensatore può essere montato su rondelle di gomma; il tamburo della demoltiplica deve avere la boccola di fissaggio del variabile montato su una striscia di cuoio o tela gommatata; una scatoletta di metallo rivestita di feltro può ridurre l'effetto microfonic coprendo completamente il variabile; il dinamico va montato su un pannello di materiale antifonic, fissato a sua volta con altre viti al mobile; tutta l'incastellatura del ricevitore va montata su supporti di gomma, curando che gli assi dei comandi passino attraverso fori molto grandi nella cassetta di legno e che dietro i bottoni siano delle rondelle di feltro molto morbido.

Se il ricevitore è nuovo, in progetto, o è stato costruito in

modo empirico non è facile rimuovere le cause di instabilità se non con un ordinato metodo di ricerca e varie prove. Sovente le cause di instabilità sono parecchie ed il ricevitore non può essere portato ad un funzionamento normale se non eliminandole tutte. Il miglior mezzo per poter effettuare delle ricerche sistematiche è, dopo qualche primo tentativo risultato vano, di rendere in un modo qualsiasi l'apparecchio stabile, anche se ciò è ottenibile con una rilevante diminuzione dell'amplificazione.

Mezzi normali possono essere la diminuzione della tensione di griglia schermo o il far funzionare i pentodi a pendenza variabile con tensione di polarizzazione aumentata sino ad ottenere l'effetto voluto. Anche se questi pentodi sono controllati da un C.A.S. è facile ottenere la variazione della tensione di polarizzazione con l'introduzione di una resistenza sul catodo oltre quella normalmente inserita. Sia nel caso di variazione della tensione di griglia schermo che di quella di polarizzazione si farà uso di potenziometri o reostati in modo da poter portare il ricevitore appena al limite di innesco, in tale condizione sarà facile notare qualunque modifica si effettui su di esso che contribuisca in qualche modo ad aumentarne la stabilità, si potrà aumentare la tensione di schermo o diminuire quella di polarizzazione portando il ricevitore al nuovo limite di innesco continuando le prove sino a togliere tutte le cause delle oscillazioni.

È molto comodo adoperare il ricevitore di cui si è detto nel paragr. 157 per la ricerca delle oscillazioni in A.F. perchè per suo mezzo si può determinare la frequenza e la zona in cui avvengono. Un indicatore di segnale può essere ugualmente vantaggioso ma ad esso si deve inviare l'uscita di un generatore A.F. non modulato, prima della rivelazione, per ottenere i battimenti con l'eventuale oscillazione in A.F.

162. Convertitore.

a) Sezione convertitrice.

I pentodi adoperati come convertitori, pur rappresentando un notevole progresso rispetto ai tubi con minor numero di griglie, introducevano ancora troppe imperfezioni nei circuiti super. Una conduttanza di conversione troppo bassa, un'in-

fluenza elevata del circuito di aereo su quello dell'oscillatore, la produzione contemporanea di oscillazioni ad altre frequenze, la poca stabilità dell'oscillatore condussero mano a mano ad evolvere il tubo convertitore da pentodo ad eptodo.

Gli eptodi adoperano due prime griglie come sezione oscillatrice del tubo. Occorre controllare l'ampiezza delle oscillazioni presenti sulla prima griglia, misurando la corrente di griglia per ottenere la massima pendenza di conversione che si aggira intorno alla metà del valore della pendenza del tubo, come amplificatore. Al disotto dei 5 V (100 μ A con 50 000 Ω di resistenza di fuga di griglia) la pendenza di conversione si riduce notevolmente al disotto dei normali 0,5 a 0,6 mA/V; al disopra dei 10 V la pendenza si mantiene sufficientemente costante anche sino a 15 o più volt, diminuendo gradatamente poi. Con tensioni così ampie sulla griglia oscillatrice si ha la produzione di frequenze parassite.

Con gli eptodi si ha un particolare difetto che impedisce di lavorare a frequenze molto elevate, oltre i 20 MHz, cioè a quelle a cui la differenza fra le due frequenze diventa una piccola percentuale della frequenza stessa.

A 20 MHz i 467 kHz della M.F. rappresentano solo il 2,4 % della frequenza di lavoro. Dopo la griglia schermo si ha un catodo virtuale la cui carica spaziale dipende dall'emissione catodica e dall'ampiezza delle oscillazioni della prima griglia. Il circuito accordato di aereo si comporta per una frequenza maggiore della propria, come quella prodotta dall'oscillatore locale, capacitivamente. Poichè alla griglia di controllo si affaccia la carica spaziale suddetta, le continue variazioni della densità di questa inducono elettrostaticamente sulla griglia stessa una tensione che risulta in opposizione di fase con la tensione della griglia oscillatrice. Abbiamo quindi un effetto contrastante sulla corrente anodica per cui la pendenza di conversione risulta notevolmente ridotta. Questo effetto può essere annullato neutralizzando l'influenza della carica spaziale con un condensatore C di 1 o 2 pF fra griglia oscillatrice e griglia controllo, fig. 15.12. Alle frequenze più elevate, per un'esatta neutralizzazione, occorre aggiungere in serie al condensatore neutralizzatore una resistenza di un migliaio di ohm.

Questo grave inconveniente dell'eptodo è stato eliminato con l'introduzione dei convertitori a due sezioni triodo esodo, in cui

però la prima griglia dell'esodo è adoperata come griglia controllo. La tensione oscillante prodotta dalla griglia della sezione triodo è inviata su una griglia che controlla ora la suddivisione del flusso di elettroni, già controllato dalla prima griglia, fra l'anodo e la griglia schermo. Non si ha più influenza dell'oscillatore sulla griglia controllo ed infatti tali convertitori sono stati adoperati con buoni risultati anche a frequenze intorno ai 50 MHz.

Ma oltre all'accoppiamento elettronico su accennato occorre tener presente che sia internamente al tubo convertitore che

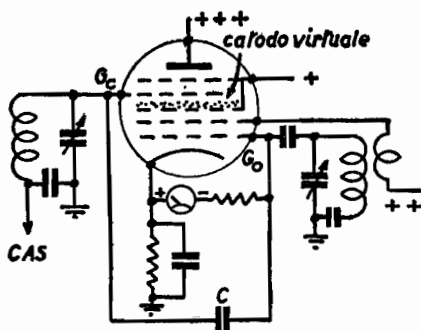


Fig. 15.12. - Eptodo convertitore.

esternamente ad esso vi sono delle capacità fra il circuito di aereo e quello dell'oscillatore per cui la regolazione di un compensatore di un circuito provoca la variazione dell'accordo dell'altro. A tale inconveniente si è già accennato nell'allineamento delle super per le gamme di onde corte, perchè per queste gamme si fa particolarmente risentire questo effetto. La sua influenza è anche maggiore quando la capacità totale di accordo è piccola e quando il fattore di merito dei circuiti oscillatori è elevato. Si è già detto anche il modo come effettuare un allineamento esatto dei circuiti. Per questo tipo di accoppiamento abbiamo inoltre la variazione della frequenza dell'oscillatore variando la tensione del C.A.S. applicata alla sezione convertitrice del tubo o variando la capacità del circuito di aereo, se non vi è stadio in A.F. (a volte si ha accoppiamento anche in questo secondo caso se il rotore del variabile non ha le varie

sezioni individualmente collegate alle rispettive bobine). In alcuni ricevitori per evitare questa influenza del C.A.S. non si controlla la sezione convertitrice del secondo tubo, ma solo gli amplificatori in A.F. e M.F.

b) *Sezione oscillatrice.*

L'oscillatore di una super necessita di varie precauzioni costruttive per ottenere la voluta ampiezza di oscillazioni, la costanza dell'ampiezza di queste oscillazioni per ogni gamma, la stabilità della frequenza prodotta.

L'ampiezza delle oscillazioni adatta a far realizzare la massima pendenza di conversione è ottenuta con una serie di prove su bobine inserite nel circuito del ricevitore, di cui si varia il numero delle spire dell'avvolgimento di reazione ed il loro accoppiamento con la bobina del circuito oscillatorio. La corrente di griglia dà un'esatta misura dell'ampiezza delle oscillazioni e del modo come questa ampiezza si mantiene costante.

Alle frequenze elevate la bobina di reazione dovrebbe essere mantenuta invariata di circa 1 μ H per varie gamme anche se la bobina del circuito oscillatorio risulta più piccola di essa. Finchè questa bobina è più grande non si ha un'influenza apprezzabile della bobina di reazione sul circuito oscillatorio, ma alle frequenze dai 20 ai 30 MHz la bobina di reazione produce un aumento della capacità minima del circuito oscillatorio, aumento variabile con la frequenza. È quindi necessario in tali condizioni curare che la capacità residua del circuito oscillatorio risulti quanto più ridotta è possibile per poter adoperare la massima induttanza; il fattore di merito di questa deve essere il massimo realizzabile potendosi adoperare in tal modo una bobina di reazione più ridotta.

Quando si deve coprire una gamma di frequenza sufficientemente ampia è necessario che la resistenza di fuga di griglia non sia troppo bassa altrimenti non si ha una sufficiente costanza nell'ampiezza delle oscillazioni.

Resistenze da 30 000 a 50 000 Ω sono i valori normalmente accoppiati a condensatori da 100 a 200 pF. Con questi valori sulle gamme di frequenze più elevate si può avere una particolare forma di oscillazioni bloccate, cioè di oscillazioni non stabili la cui ampiezza varia con un ritmo udibile o ultraudibile. Tale fenomeno è dovuto all'accumularsi di una carica ne-

gativa notevole sul condensatore di griglia, che porta la griglia molto oltre l'interdizione, tanto che le semionde positive non riescono a mantenere in oscillazione il circuito. Occorre un certo tempo perchè tale carica si riduca attraverso la resistenza di griglia sino a portare il tubo nuovamente in condizioni di poter innescare le oscillazioni. Le cause del bloccaggio sono parecchie e fra esse i valori della resistenza e del condensatore di griglia, dell'accoppiamento fra le bobine, della frequenza di oscillazione. Sovente questo difetto si verifica solo per le frequenze più elevate di una gamma e per questa zona si ha un particolare fischio nell'altoparlante o, con un notevole fruscio, sibili ed assenza di ricezione.

Per eliminare tale difetto si collega una resistenza di un centinaio di ohm fra la griglia oscillatrice e il gruppo resistenza di fuga e condensatore di griglia. Non si può molte volte ridurre l'accoppiamento della bobina di reazione per ottenere che non si abbiano oscillazioni bloccate, perchè si può avere un'ampiezza di oscillazioni troppo ridotta alle frequenze basse della gamma.

La stabilità della frequenza prodotta dipende anzitutto dalle tensioni di alimentazione del tubo e quindi dalle variazioni termiche delle costanti del circuito oscillatorio. Non occorre qui ripetere quanto si è detto nel paragr. 75. In alcuni ricevitori si fa uso di condensatori ceramici in parallelo al circuito oscillatorio la cui caratteristica è negativa con la temperatura in modo da compensare le variazioni verso le frequenze più basse dovute al riscaldamento della bobina e del condensatore di accordo. Questo metodo è applicabile solo con i circuiti preallineati inseriti a mezzo di pulsanti. Per aumentare la stabilità degli oscillatori dei ricevitori normali prima cura è di mantenere lontane dai tubi e dai trasformatori di alimentazione le parti del circuito oscillatorio e poi di adoperare queste parti in ceramica con piccolo coefficiente di dilatazione termica.

163. Controllo automatico di sensibilità.

Il controllo automatico della sensibilità è realizzato in modo che per un aumento della tensione applicata al diodo rivelatore si abbia un corrispondente aumento della tensione negativa di griglia applicata ad uno o più dei tubi precedenti il diodo.

anche variazioni maggiori che il C.A.S. tenderà ad annullare permettendo una maggiore costanza della tensione applicata al diodo rivelatore.

Le due placchette del doppio diodo compiono quindi la stessa funzione di raddrizzare il segnale in arrivo salvo la differente tensione applicata ad ognuna (la minore delle due risulta anche più libera da eventuali segnali interferenti di A.F.). Agli estremi della resistenza A abbiamo una tensione negativa pulsante la cui ampiezza varia a frequenza acustica, ciò naturalmente allorchè si riceve un segnale. Se l'apparecchio non è accordato su alcuna stazicne e per essere più precisi se anche nell'altoparlante non si ode alcun suono, con regolatore di volume portato al massimo agli estremi di A non si ha alcuna tensione.

Questa condizione la si può realizzare molto facilmente cortocircuitando antenna e terra. In tale condizione le griglie dei tubi precedenti il diodo e che sono collegate all'estremo b della resistenza B , direttamente od attraverso altre resistenze, non avranno alcuna tensione rispetto alla massa dell'apparecchio.

Ogni griglia può risultare di per se stessa negativa rispetto al catodo del proprio tubo per la presenza della resistenza catodica e questa tensione base di griglia sarà di valore tale da permettere la massima amplificazione; segnali deboli, che non portano ancora a funzionare il controllo automatico di volume, ch'è dilazionato, vengono quindi amplificati al massimo.

Consideriamo la placchetta del diodo collegata all'anodo del tubo precedente a mezzo di un condensatore; questa placchetta non rettifica alcuna corrente finchè non vi è un segnale applicato all'entrata dell'apparecchio e su cui questo risulti accordato. Ma non basta avere un segnale, occorre che esso abbia un'intensità minima, infatti il catodo del diodo va a massa a mezzo di una resistenza catodica R dal cui valore della corrente anodica risulterà una certa tensione positiva del catodo rispetto alla massa. La placchetta del diodo suddetta, collegata a massa attraverso la resistenza A risulterà quindi negativa rispetto al catodo: perchè si abbia un'azione rettificatrice dalla placca di un diodo occorre che questa risulti positiva rispetto al catodo per attirare gli elettroni che questo può emettere, occorre quindi che il segnale abbia un valore tale all'entrata

dell'apparecchio che dopo amplificato raggiunga sulla placchetta del diodo un valore di punta maggiore di questa tensione negativa di polarizzazione della placca stessa. In tal modo le punte di tensione positive attireranno gli elettroni sulla placca e questi scorrendo attraverso la resistenza A renderanno il punto a più o meno negativo rispetto alla massa. I segnali deboli non avranno, malgrado la massima amplificazione offerta dai tubi precedenti il diodo, la possibilità di far funzionare come rettificatrice la placca di questo e quindi di far entrare in funzione il sistema regolatore automatico e l'apparecchio presenterà un'ottima sensibilità per le stazioni lontane o deboli pur non potendo mantenere l'audizione entro un piccolo campo di variazione d'intensità. Per i segnali di una certa intensità in poi la regolazione automatica fa subito sentire i suoi effetti.

Nel punto a , della resistenza A , necessita una tensione continua che subisca delle variazioni di ampiezza molto lente, altrimenti i tubi amplificatori subendo un controllo continuo rapidissimo darebbero un'amplificazione variabile in modo tale da produrre una completa distorsione del segnale. Si avrebbe inoltre la possibilità di effetti di reazione, che porterebbero all'oscillazione dei vari stadi e impedirebbero il normale funzionamento del ricevitore. Occorre quindi effettuare un filtraggio di questa tensione variabile in modo da disporre di una tensione continua, il cui valore possa variare con lentezza, non maggiore nè minore di qualche decimo di secondo. Questo filtraggio con costante di tempo determinata si ottiene con un adatto proporzionamento di B e di C : il condensatore per caricarsi impiegherà un certo tempo se la corrente di carica è limitata da una resistenza ed allo stesso modo per variare la propria carica, variando la tensione agli estremi di A . Per evitare un possibile accoppiamento fra gli stadi controllati è bene che ognuno abbia un complesso resistenza capacità di filtro simile a quello $B C$.

Osserviamo ora le possibili cause di difetti che possono aver luogo nel sistema di controllo automatico di sensibilità e che in genere portano ad instabilità del ricevitore o poca sensibilità.

Si può anzitutto avere anche mancanza del C.A.S. per

esaurimento della sezione del catodo affacciata all'anodo adoperato a tale scopo (specialmente per distacco del materiale emittente) o per interruzione del condensatore di accoppiamento all'anodo del tubo amplificatore o infine per cortocircuito o perdite nel circuito del C.A.S. Il distacco del condensatore suddetto fa disaccordare il primario di T ma la mancanza di carico imposto a questo può eventualmente compensare il disaccordo ed il volume di uscita risulta invariato.

Valori elevati di B e C e dei filtri simili posti di seguito fra questo e la griglia dei tubi portano ad un'elevata costante di tempo, che riesce molesta allorchè dall'ascolto di una stazione di una certa potenza passiamo alla ricerca di altre stazioni più deboli. Lo stesso inconveniente si verifica se la resistenza B , o qualcun'altra con simile funzione, si altera o s'interrompe, portando il proprio valore ad uno notevolmente più alto dell'originale.

I valori delle resistenze facenti parte del dispositivo per controllo automatico di volume sono di valore molto elevato, variando da 0,5 a 1 M Ω in media abbiamo quindi bisogno che tutte le parti collegate a detto circuito abbiano un elevato isolamento. Il trasformatore di aereo, l'intervalvclare in A.F. e quelli di M.F. debbono rispondere ad un tale requisito e nell'effettuare le saldature alle bobine fornite di vari terminali molto vicini fra di loro è bene di non far uso di paste per saldare per non introdurre una facile causa di perdite. I condensatori aventi le stesse funzioni di C ed E debbono anche avere un ottimo isolamento ed occorre ricordare che non è assolutamente necessario per un condensatore di essere assoggettato ad un'elevata tensione per deteriorarsi. Se il condensatore C si deteriora, in modo che l'isolamento fra le due armature risulta di 1 M Ω , se B è di 0,5 M Ω solo i due terzi della tensione automatica di controllo verranno applicati alle griglie dei tubi controllati e quindi si avrà una molto maggiore variazione nell'intensità delle stazioni ricevute.

Va anche considerata la possibilità di perdite del condensatore di 200 pF di accoppiamento con la placchetta del diodo per il C.A.S. Senza segnale all'entrata del ricevitore nel punto a si ha una tensione positiva che fa diminuire, rendere zero o addirittura positiva la tensione delle griglie dei tubi controllati.

Con un voltmetro ad alta resistenza (1000 Ω/V , scala 500 V) è facile notare la presenza di una tensione positiva durante la mancanza di segnale. Un effetto simile di diminuzione notevole del volume è dovuto ad un tubo con corrente di griglia. Non volendo cambiarlo, accontentandosi di un funzionamento mediocre del ricevitore, basterà mettere una resistenza fra il ritorno di griglia del tubo difettoso e la massa. Ciò perturberà il controllo automatico ma eviterà il bloccaggio della ricezione.

Nei comuni ricevitori la stessa tensione ottenuta dal C.A.S. è applicata alle griglie dei tubi amplificatori ed al convertitore. Quando vi è uno stadio amplificatore in A.F. è possibile ottenere sulla griglia dell'amplificatore di M.F. una tensione molto elevata, superiore alla tensione di polarizzazione di griglia più quella automatica del C.A.S. Questa condizione di funzionamento può essere facilmente raggiunta accordandosi su un trasmettitore locale e ad essa corrisponde una corrente di griglia e notevole distorsione nello stadio. Nei ricevitori di classe l'amplificatore di M.F. o non è controllato o lo è con una frazione della tensione del C.A.S. In tal modo facendo variare maggiormente l'amplificazione dei tubi precedenti è possibile non raggiungere mai sulla griglia di questo una tensione così elevata.

La tensione del C.A.S. applicata alle griglie dei tubi in A.F. ha l'effetto di far variare la capacità fra griglia e catodo alterando il flusso di elettroni, introduce quindi un disaccordo nei circuiti accoppiati a questi tubi. La variazione di capacità ottenuta è intorno al picofarad quindi la sua influenza si fa risentire alle frequenze molto elevate ed in ogni caso dipende dal valore della capacità già presente sul circuito oscillatorio e dal fattore di merito di questo. Per evitare tale influenza in alcuni ricevitori il C.A.S. è eliminato o ridotto sul tubo convertitore quando si passa alle gamme per onde corte.

Una maggiore influenza sulla ricezione delle onde corte può avere il C.A.S. quando la variazione della corrente anodica nei tubi controllati risulta un'apprezzabile percentuale della corrente anodica assorbita da tutto il ricevitore. Se cioè abbiamo tre tubi controllati ed il tubo finale è di piccola potenza facilmente la tensione anodica di alimentazione varia in modo apprezzabile al variare della tensione del C.A.S.: questa variazione riportata sull'anodo dell'oscillatore fa spostare la fre-

quenza prodotta e disaccordare il ricevitore dalla stazione in ascolto. Un tale effetto si può risentire particolarmente durante la ricezione dei forti disturbi che azionano il C.A.S. indipendentemente dal trasmettitore ricevuto e portano quindi alla scomparsa di questo. Occorre in tal caso disporre un circuito di filtro a resistenza capacità, con condensatore di $8 \mu\text{F}$, per la tensione anodica dell'oscillatore.

La tensione del C.A.S. applicata al tubo amplificatore in A.F. riduce la possibilità di modulazione incrociata ma d'altra parte riduce anche il rapporto fra il segnale ricevuto ed i disturbi.

Dopo quanto detto risulta che l'uso del C.A.S. per ogni stadio ha un particolare comportamento che può essere favorevole o sfavorevole. Nei ricevitori comuni sono trascurate, almeno in parte tali influenze, ma in alcuni ricevitori commerciali si ha la possibilità di influire sul C.A.S. escludendolo o inserendolo sui tubi che è più opportuno controllare a seconda delle condizioni di ricezione.

