

## CAPITOLO XI

### TRASMETTITORI AD ONDE CONTINUE

#### 101. Trasmissione in onde continue.

a) La funzione di un trasmettitore radio è di fornire potenza ad una antenna ad una definita radiofrequenza ed a convogliare « l'intelligenza » a mezzo del segnale irradiato. I trasmettitori radio irradiano onde che possono essere di due tipi. Un tipo è dato dall'*onda continua* o *onda non modulata* di cui la forma d'onda è simile a quella della corrente oscillante a radiofrequenza nel circuito accordato di un oscillatore con tubo a vuoto. In questo tipo, le punte di tutti i cicli sono uguali ed uniformemente intervallate e non vi è alcuna distinzione fra un ciclo ed il successivo. L'altro tipo di radioonda è l'*onda modulata* (descritta nei Capitoli XII e XIV), in cui le ampiezze delle punte variano da ciclo a ciclo. Le onde continue sono usate soltanto per la radiotelegrafia, cioè nella trasmissione di impulsi corti e lunghi di radiofrequenza per formare i punti ed i tratti del codice Morse.

b) I quattro componenti essenziali di un trasmettitore radiotelegrafico in onde continue sono:

- 1) un generatore di oscillazioni a radiofrequenza;
- 2) un mezzo per amplificare queste oscillazioni a radiofrequenza;
- 3) un sistema di inserzione e di disinserzione dell'uscita a radiofrequenza in accordo con il codice da trasmettere (chiamato *manipolazione*);
- 4) un'antenna per irradiare l'uscita ad onda continua manipolata dal trasmettitore.

#### 102. Amplificatori di potenza.

a) Se un oscillatore con tubo a vuoto è connesso direttamente ad un'antenna vi sarà della radiazione di radioonde. Tuttavia, poichè le correnti a radiofrequenza nel circuito oscillatore sono

relativamente deboli, può essere fornita all'antenna pochissima potenza. L'onda irradiata sarà pertanto molto debole. Inoltre ponendo sull'oscillatore un forte carico, come quello di un'antenna, varierà la frequenza su cui esso è accordato. Per questa ragione è necessario inviare le oscillazioni attraverso un amplificatore a radiofrequenza prima che il segnale sia radiato dalla antenna. Gli amplificatori a radiofrequenza usati nei trasmettitori ad onde continue sono generalmente amplificatori di potenza di classe *B* o di classe *C*, poichè un'antenna che irradia potenza richiede un amplificatore di potenza per sopperire all'energia irradiata.

b) Un circuito trasmettitore comprendente un oscillatore accoppiato ad un amplificatore è chiamato un circuito oscillatore-pilota amplificatore di potenza. Tale circuito trasmettitore è mostrato dalla figura 168. Partendo dalla sorgente del segnale dell'amplificatore, si vede che le oscillazioni del segnale sono applicate alla griglia del tubo amplificatore attraverso il condensatore  $C_2$ . Questo condensatore serve per due scopi. Esso trasferisce la energia a radiofrequenza e blocca la tensione continua del circuito serbatoio dell'oscillatore dalla griglia dell'amplificatore. La bobina d'arresto per la radiofrequenza  $L_1$  impedisce all'energia a radiofrequenza di andare a massa. Il resistore  $R$  è il resistore di polarizzazione di griglia. La placca fornisce le correnti del segnale amplificato al circuito accordato  $L_2 C_2$  nella forma di corti impulsi o punte di corrente alla frequenza del segnale, ciò che è caratteristico di tutti gli amplificatori in classe *C*. Se non vi fosse circuito accordato di placca, questi impulsi produrrebbero un'uscita che è presente soltanto per la parte del ciclo del segnale corrispondente alle punte della corrente di placca e così distorta da sembrare completamente differente dal segnale originale. Dalla discussione del circuito oscillante nel Capitolo X, sarà ricordato che quando il circuito serbatoio  $L_2 C_2$  è accordato alla frequenza risonante, le punte di corrente di placca rinforzeranno nel giusto istante la corrente del circuito accordato, provocando in questo circuito la formazione di correnti fluenti in un senso e nell'altro, in sincronismo con il segnale di ingresso. A qualunque altra frequenza che non sia quella di risonanza, ciò non accade. La for-

mazione di queste correnti nel circuito accordato si può considerare dovuta al suo, così chiamato, effetto volano; queste correnti creano la porzione dell'onda sinoidale mancante negli impulsi della corrente di placca. Il tubo agisce fornendo semplicemente la potenza necessaria nei giusti istanti.

c) Se l'amplificatore di figura 168 è regolato per amplificare la frequenza del segnale dell'oscillatore, i circuiti accordati di placca dell'oscillatore e dell'amplificatore saranno entrambi accordati alla stessa frequenza. Lo stadio amplificatore ha un circuito di ingresso accordato (quello di placca dell'oscillatore) ed un circuito d'uscita accordato (il suo circuito accordato di placca) regolati sulla stessa frequenza; quindi l'amplificatore assomiglia all'oscillatore con placca e griglia accordata. Se non sono prese delle precauzioni, l'amplificatore potrà entrare in oscillazione determinando una condizione di funzionamento molto instabile. Dalla discussione

relativa all'oscillatore rigenerativo, sarà ricordato che deve esistere una corretta relazione di fase fra i circuiti d'ingresso e d'uscita. Ma se la bobina di placca è invertita, la tensione riportata all'ingresso sarà fuori fase provocando degenerazione e quindi la cessazione delle oscillazioni. Da notare che nella figura 168,  $L_2$  è a presa centrale. L'alta tensione è applicata al circuito accordato attraverso la bobina di arresto per la radiofrequenza che è sciuntata dal condensatore  $C_3$ , ponendo così la presa centrale a potenziale di massa per la radiofrequenza. Quando le correnti a radiofrequenza fluiscono attraverso la metà superiore dell'avvolgimento di  $L_2$ ,  $C_3$  e quindi a massa, le linee di forza del campo magnetico inducono una tensione nella metà più bassa di  $L_2$  che è sempre in opposizione di fase con quella della metà superiore. Così è presa una piccola tensione dal punto più basso di  $L_2$  che, attraverso il condensatore  $C_N$ , va ad alimentare la griglia. Variando il

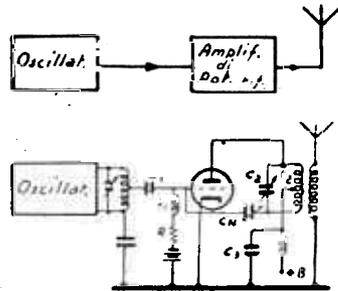


Fig. 168 - Trasmettitore con oscillatore-pilota ed amplificatore di potenza.

relativa all'oscillatore rigenerativo, sarà ricordato che deve esistere una corretta relazione di fase fra i circuiti d'ingresso e d'uscita. Ma se la bobina di placca è invertita, la tensione riportata all'ingresso sarà fuori fase provocando degenerazione e quindi la cessazione delle oscillazioni. Da notare che nella figura 168,  $L_2$  è a presa centrale. L'alta tensione è applicata al circuito accordato attraverso la bobina di arresto per la radiofrequenza che è sciuntata dal condensatore  $C_3$ , ponendo così la presa centrale a potenziale di massa per la radiofrequenza. Quando le correnti a radiofrequenza fluiscono attraverso la metà superiore dell'avvolgimento di  $L_2$ ,  $C_3$  e quindi a massa, le linee di forza del campo magnetico inducono una tensione nella metà più bassa di  $L_2$  che è sempre in opposizione di fase con quella della metà superiore. Così è presa una piccola tensione dal punto più basso di  $L_2$  che, attraverso il condensatore  $C_N$ , va ad alimentare la griglia. Variando il

condensatore regolabile  $C_N$  può essere prelevato il giusto importo di tensione fuori fase da mandare alla griglia per bilanciare la tensione che è normalmente inviata indietro alla griglia attraverso la capacità infraelettronica del tubo, impedendo così ogni possibile oscillazione. Questo procedimento è chiamato *neutralizzazione* e  $C_N$  è conosciuto con il nome di *condensatore neutralizzante*.

d) L'uscita dell'amplificatore di potenza è usualmente accoppiata induttivamente al circuito d'antenna a mezzo di un trasformatore a radiofrequenza (*vedere* fig. 168).

### 103. Amplificatore separatore.

a) L'amplificatore di potenza mostrato dalla figura 168 è un amplificatore in classe C, il che significa che deve essere fornita della potenza dell'oscillatore per pilotare o eccitare l'amplificatore. Se è desiderato manipolare l'amplificatore, si determinerà una variazione di carico sull'oscillatore con conseguente instabilità di frequenza.

b) Per evitare questo inconveniente, quando è richiesta una estrema stabilità di frequenza, si aggiunge un amplificatore separatore nel circuito del trasmettitore (*vedi* fig. 169). Lo scopo di

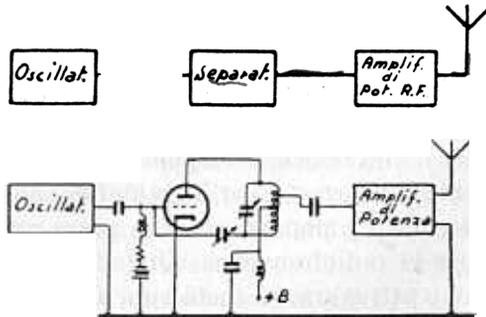


FIG. 169 - Diagramma di un trasmettitore che impiega un amplificatore-separatore.

questo stadio separatore è di isolare l'oscillatore dal carico variabile causato dalla manipolazione. Da questo stadio separatore è

desiderata piccolissima amplificazione, essendo il principale requisito la separazione e non l'amplificazione. Lo stadio separatore ideale sarebbe un amplificatore in classe *A*, poichè dalla sua griglia è richiesta soltanto tensione. Ma può essere usato qualunque tipo di amplificatore; quello mostrato nella figura 169 è di classe *B*, o di classe *C*, poichè impiega un resistore per la polarizzazione di griglia.

#### 104. Metodi di polarizzazione.

*a)* Tutti i metodi di polarizzazione impiegati nei ricevitori possono essere usati nei trasmettitori. Tuttavia, data la forte potenza d'uscita richiesta, sono usati più frequentemente gli amplificatori in classe *B* ed in classe *C*. L'impiego degli amplificatori in classe *B* ed in classe *C* permette l'uso del resistore di polarizzazione di griglia. Questo tipo di polarizzazione non è usualmente usato nei ricevitori, giacchè il maggior numero di stadi di ricevitori opera in classe *A*, nel cui caso non fluisce corrente di griglia.

*b)* La polarizzazione con resistore di griglia è invariabilmente usata negli stadi amplificatori dei radiotrasmettitori. Il circuito griglia-catodo del tubo amplificatore agisce nello stesso modo del circuito placca-catodo di un diodo ordinario. La corrente fluirà quando la griglia è resa positiva durante le punte della tensione-segnale. La tensione sviluppata ai capi del resistore di polarizzazione di griglia consiste in una serie di impulsi di corrente continua e, se un condensatore filtro è connesso ai capi di questo resistore, una tensione continua di valore abbastanza costante sarà disponibile. La polarità di questa tensione renderà positiva l'estremità del resistore dalla parte del catodo e negativa l'estremità dalla parte della griglia. Pertanto si può dire che la griglia ha una polarizzazione negativa e allorchè le punte positive del ciclo del segnale d'ingresso, eccedono la tensione di polarizzazione, la griglia assorbirà corrente durante queste punte e la polarizzazione verrà mantenuta.

### 105. Tubi a vuoto per i trasmettitori.

a) Pochissima differenza esiste fra i tubi a vuoto usati nei ricevitori e quelli usati nei trasmettitori, ad eccezione delle dimensioni. Poichè il maggior numero di tubi dei trasmettitori sono tubi di potenza, progettati per amplificare alte tensioni e forti correnti, essi debbono essere più grandi e più robusti.

b) La dissipazione di placca di un tubo è la differenza fra la potenza d'ingresso di placca e la potenza d'uscita. Se questa dissipazione è più grande della normale, la placca si riscalderà eccessivamente, diventando qualche volta di colore rosso. Se questo riscaldamento è intenso, possono svilupparsi dei gas entro il tubo rendendolo inefficiente. Un trasmettitore non dovrebbe essere fatto funzionare per nessun periodo di tempo se le placche del tubo divengono rosse, a meno che l'istruzione di impiego non preveda che queste siano le condizioni normali di funzionamento. La perdita della polarizzazione, l'insufficiente eccitazione della griglia, o il disaccordo, possono provocare il sovrariscaldamento di un tubo trasmittente.

### 106. Neutralizzazione.

a) La neutralizzazione è il procedimento con cui si bilancia la tensione di reazione dovuta alla capacità infraelettroica del tubo con una tensione uguale ma di polarità opposta. Dividendo il circuito di placca in modo che la tensione di neutralizzazione sia sviluppata attraverso una parte di esso, si effettua la *neutralizzazione di placca*. Sviluppando la tensione neutralizzante nel circuito di griglia si ha la *neutralizzazione di griglia*. La necessità di neutralizzazione degli amplificatori a radiofrequenza per evitarne l'oscillazione, è stata spiegata nel paragrafo 102 c).

b) Un trasmettitore tipico con un amplificatore neutralizzato è mostrato nella figura 170, dove la capacità infraelettroica del tubo amplificatore è indicata con linea punteggiata. Il procedimento effettivo di neutralizzazione può essere eseguito in diversi modi.

c) Quando è possibile togliere la tensione di placca dallo stadio amplificatore, la neutralizzazione può essere compiuta nel seguente modo. Con eccitazione presente nel circuito di griglia, si toglia la tensione di placca nello stadio. Se vi è un milliamperometro nel circuito di griglia dell'amplificatore, il condensatore di neutralizzazione è regolato sino a che non vi è variazione della corrente di griglia quando l'accordo del circuito di placca dell'amplificatore è spostato attorno alla risonanza. Se non vi è un milliamperometro nel circuito di griglia, una prova per la neutralizzazione può essere

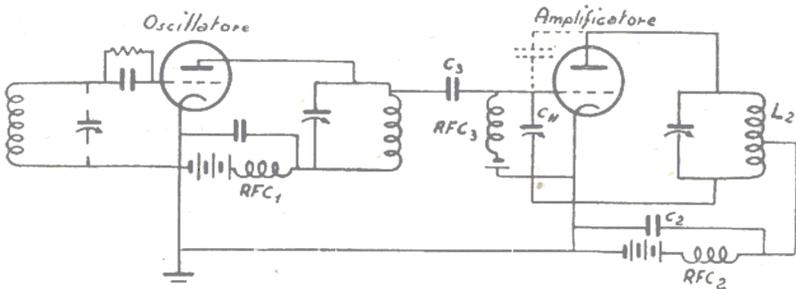


FIG. 170 - Trasmettitore con amplificatore neutralizzato.

fatta determinando se è o non è presente della tensione a radiofrequenza nel circuito di placca dell'amplificatore. Un bulbo luminescente al neon, una spira di filo connessa ad una piccola lampadina, o un galvanometro sensibile a radiofrequenza accoppiato lascamente al circuito serbatoio, non mostrerà la presenza di tensione a radiofrequenza quando lo stadio è appropriatamente neutralizzato. Inoltre se non vi è reazione sulle correnti di placca e di griglia dello stadio di eccitazione quando l'amplificatore è accordato alla risonanza, lo stadio è appropriatamente neutralizzato.

d) In alcuni circuiti di trasmettitori è più conveniente disinserire la tensione del filamento sullo stadio amplificatore invece di togliere la tensione di placca. Se ciò è fatto, il procedimento di neutralizzazione può essere effettuato come sopra.

e) Per ottenere la completa neutralizzazione, il trasmettitore deve essere progettato in modo che non vi sia accoppiamento fra

il circuito di ingresso (griglia) e quello d'uscita (placca) degli stadi amplificatori, tranne che attraverso la capacità elettrodica dei tubi. Gli induttori di ingresso e di uscita debbono essere elettromagneticamente schermati l'un dall'altro, o posti fra di loro ad angolo retto in modo che i loro campi non possono influenzarsi. La distribuzione dei conduttori e la disposizione delle parti debbono essere tali che le capacità disperse e gli accoppiamenti induttivi siano ridotti ad un minimo.

f) La *neutralizzazione trasversale* di un amplificatore in « push-pull » è effettuata come mostrato dalla figura 171 (1). La placca del tubo 1 è connessa alla griglia del tubo 2 attraverso un condensatore di neutralizzazione; la placca del tubo 2 è connessa alla griglia del tubo 1 attraverso un altro condensatore di neutralizzazione. La tensione a radiofrequenza attraverso ciascun condensatore di neutralizzazione bilancia la tensione a radiofrequenza attraverso la capacità infraelettrodica del tubo alla cui griglia è connesso il condensatore.

g) Un metodo speciale di neutralizzazione di amplificatore conosciuto con il nome di *sistema Rice* è mostrato dalla figura 171 (2). Questa disposizione è simile a quella della figura 170, con l'eccezione che il sistema Rice impiega un circuito d'ingresso spezzato invece di un circuito d'uscita spezzato.

h) L'impiego di un ben schermato tetrodo o di un pentodo elimina la necessità della neutralizzazione, poichè in questi tubi la placca e la griglia sono schermate l'una dall'altra. Tuttavia, il rendimento complessivo di questi tubi non è così grande come quello dei triodi, poichè vi è perdita di potenza nella griglia schermo. L'alta impedenza di tali tubi li rende più convenienti quali amplificatori di tensione che come stadi finali d'uscita, in cui la potenza d'uscita è il primo fattore. Data la bassa eccitazione occorrente per i tetrodi e per i pentodi, essi sono invece specialmente convenienti come stadi intermedi di un trasmettitore.

i) Un tipico oscillatore controllato a cristallo, seguito da un amplificatore separatore impiegante un tetrodo e da un ampli-

cattore di potenza a triodo, è mostrato dalla figura 172. L'oscillatore a cristallo è un circuito convenzionale a pentodo che fornisce sufficiente energia d'uscita per eccitare l'amplificatore intermedio a tetrodo. L'eccitazione è prelevata da una presa sull'induttore dell'oscillatore, poichè il tetrodo è comparativamente facile ad eccitare per una piena uscita. In tal modo viene posto un piccolo carico sull'oscillatore che lo rende stabile pur manipolando lo

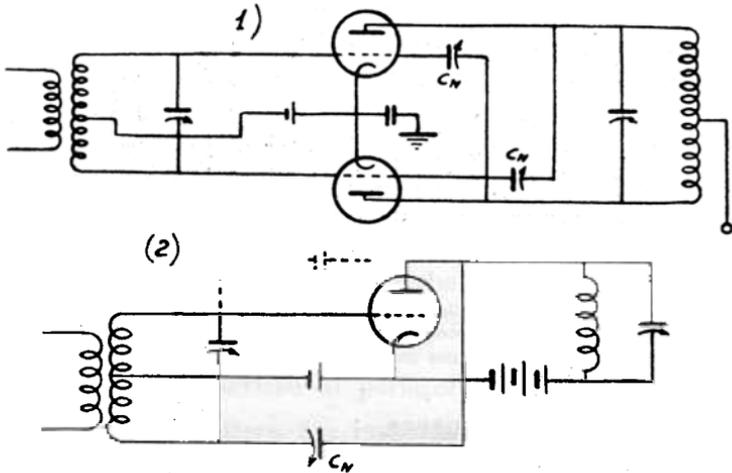


FIG. 171 - Circuiti neutralizzati.

(1) Neutralizzazione di uno stadio in « push-pull ».

(2) Neutralizzazione sistema Rice.

stadio intermedio. Il condensatore  $C_1$  sciunta il catodo a massa. Ciò impedisce lo sviluppo di tensioni a radiofrequenza nei conduttori del tasto di manipolazione, che possono provocare reazione e possibili oscillazioni. Il resistore  $R_1$  è un resistore di caduta che riduce la tensione al valore appropriato per la griglia schermo. Il condensatore  $C_2$  è il condensatore di disaccoppiamento per la griglia schermo ponendola a potenziale di massa (per la radiofrequenza), schermando così elettrostaticamente la griglia dalla placca. Ciò impedisce qualunque trasferimento di energia attraverso il tubo ed elimina la necessità di neutralizzare questo stadio. L'amplificatore finale è neutralizzato dal condensatore  $C_N$ , utiliz-

zante un circuito di neutralizzazione di griglia. Con l'eccitazione applicata alla griglia dell'amplificatore finale,  $C_N$  è regolato ad una posizione tale che lo spostamento dell'accordo del condensatore del circuito di placca  $C_3$  attraverso la risonanza non provochi deflessione nell'indicazione della corrente di griglia sul milliamperometro  $A_3$ .

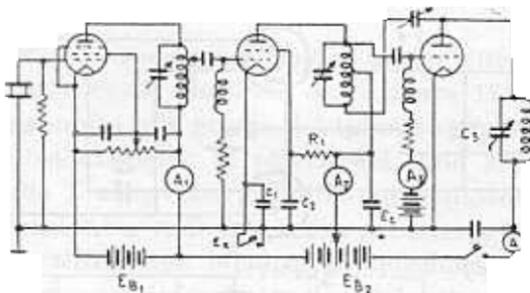


FIG. 172 - Oscillatore controllato a cristallo con amplificatore-eccitatore a tetrodo ed amplificatore finale a triodo.

## 107. Moltiplicatori di frequenza.

a) Poichè la frequenza di risonanza naturale di un cristallo è inversamente proporzionale alle dimensioni e allo spessore del cristallo (cioè più è sottile il cristallo e più alta è la frequenza) vi è un limite fisico nella riduzione dello spessore del cristallo e pertanto un limite nella frequenza di risonanza più alta che può ottenersi con un cristallo. Se è necessario che il radiotrasmettitore operi ad una frequenza più alta di quella ottenibile con un cristallo, occorre usare i moltiplicatori di frequenza.

b) La moltiplicazione di frequenza è resa possibile dal fatto che se un tubo a vuoto è fatto funzionare in un certo modo, si sviluppa distorsione armonica nel circuito di placca.

Un'armonica è un multiplo della frequenza originale o fondamentale. Così, la seconda armonica è di frequenza doppia della fondamentale; la terza armonica è di frequenza tripla della fondamentale e così via di seguito. Ordinariamente la distorsione

armonica deve essere evitata in un circuito amplificatore, giacchè la distorsione altera la forma d'onda del segnale originale. Tuttavia, quando è richiesta la moltiplicazione di frequenza, il segnale è deliberatamente distorto per formare forti armoniche, e la frequenza armonica desiderata è selezionata con un circuito accordato appropriato.

c) Poichè l'uscita di un amplificatore in classe *C* è grandemente distorta, i moltiplicatori di frequenza sono generalmente fatti operare in questo modo. In effetti i tubi di certi moltiplicatori di frequenza sono polarizzati molto più negativamente di un ordinario amplificatore in classe *C* affinchè possano introdurre la più grande distorsione possibile. Tuttavia, più alta è la polarizzazione di griglia e più grande è la eccitazione di griglia richiesta. Il circuito serbatoio di placca è accordato all'armonica desiderata, mentre il circuito di griglia è accordato alla frequenza fondamentale. L'effetto volano del circuito serbatoio di placca provvederà a generare la rimanente porzione dell'onda sinoidale completando le punte di frequenza armonica fornite dal tubo a vuoto. Questo è lo stesso effetto descritto al paragrafo 102 b).

d) Debbono prevalere tre importanti condizioni affinchè si possa ottenere un efficiente moltiplicatore di frequenza: alta tensione di eccitazione di griglia, alta tensione di polarizzazione di griglia ed un circuito serbatoio di placca accordato all'armonica desiderata. Se è scelta la seconda armonica, il circuito si chiama un *duplicatore di frequenza*; se è usata la terza armonica, il circuito si chiama un *triplicatore di frequenza* e così di seguito.

e) Se un amplificatore è fatto funzionare sulla frequenza fondamentale, esso deve essere neutralizzato, giacchè i circuiti di placca e di griglia sono accordati alla stessa frequenza. Tuttavia, se il circuito è fatto funzionare come moltiplicatore di frequenza, esso non richiede neutralizzazione, giacchè i circuiti di placca e di griglia non sono accordati alla stessa frequenza.

f) Certi circuiti amplificatori sono convenienti per la generazione di armoniche pari ed altri per la generazione di armoniche dispari.

Un circuito in « push-pull » ha l'abilità di produrre soltanto armoniche dispari (terza, quinta, settima, e così su). Le armoniche di ordine pari possono essere prodotte da un amplificatore simile ad un « push-pull », come quello mostrato nella figura 173. Quando la tensione di eccitazione su una griglia raggiunge il valore di punta positivo, l'altra griglia è al valore di punta negativo, e la seconda alternanza del ciclo inverte i rispettivi potenziali di griglia. Così, la corrente pulsante di placca fluisce prima in un tubo e dopo nell'altro. Connettendo le placche in parallelo, gli impulsi d'uscita sono nella stessa direzione, ed il circuito serbatoio riceve due impulsi per ciascun ciclo di eccitazione. Il funzionamento dei dupli-

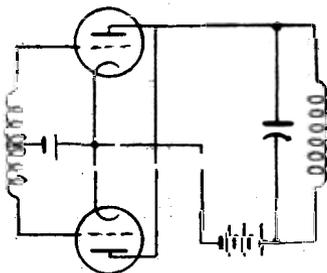


FIG. 173 - Amplificatore armonico in « push-pull ».

catori del tipo simile al « push-pull » non dipende dalle caratteristiche di distorsione del tubo. Tali duplicatori sono capaci di una uscita più grande e di un rendimento di placca più alto dell'amplificatore del tipo a distorsione usato per la duplicazione. La potenza d'uscita normale di un amplificatore, quando opera come moltiplicatore di frequenza, è inferiore di quella che si ha quando opera alla frequenza fondamentale.

### 108. Oscillazioni parassite.

Le condizioni di un circuito di un oscillatore o di un amplificatore possono essere tali da far generare oscillazioni secondarie a frequenze diverse da quella desiderata. Tali oscillazioni sono chiamate appropriatamente *oscillazioni parassite* e debbono essere eliminate. L'energia richiesta per mantenere le oscillazioni parassite è perduta nei riguardi della potenza utile d'uscita. Un circuito che ha oscillazioni parassite ha un basso rendimento ed opera frequentemente in condizioni errate. La figura 174 mostra qualcuno dei circuiti occasionali che può dar luogo ai parassiti nel circuito del trasmettitore di figura 170. Le linee tratteggiate di

figura 174 (1) delimitano un circuito ad ultra alta frequenza. Quella parte del trasmettitore che costituisce un possibile circuito per parassiti di bassa frequenza è mostrata in (3). Le oscillazioni parassite possono essere sopresse ponendo dei resistori e delle bobine di arresto per radiofrequenza in posizioni appropriate nei

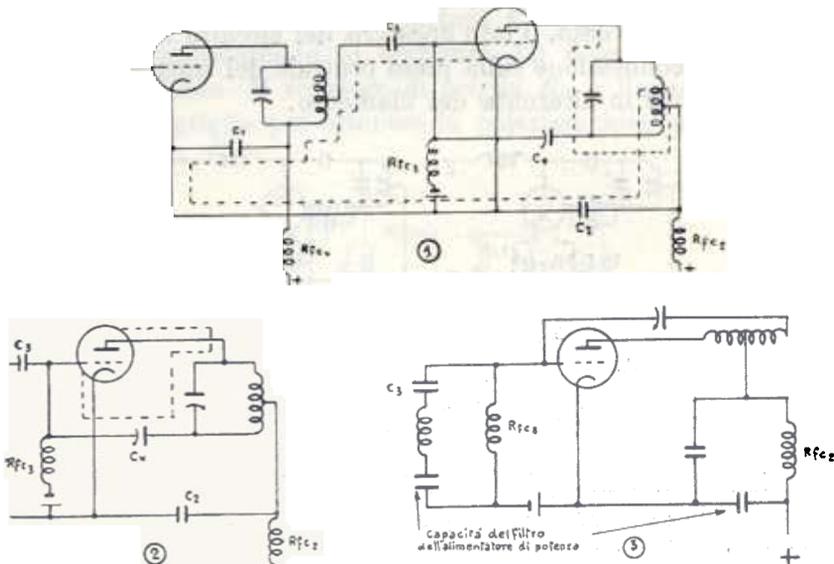


FIG. 174. - Circuiti di oscillazioni parassite nel trasmettitore mostrato dalla fig. 170. (1) Alta frequenza. — (2) Ultra alta frequenza. — (3) Bassa frequenza.

circuiti oppure modificando leggermente i valori esistenti di alcuni elementi dei circuiti. Inoltre, deve essere posta molta cura nella disposizione fisica e nella filatura delle parti.

### 109. Sistemi di manipolazione.

a) La manipolazione di un trasmettitore ad onde continue determina la radiazione di un segnale a radiofrequenza soltanto quando sono chiusi i contatti del tasto o della chiave di manipolazione. Quando il tasto è aperto, il trasmettitore non irradia ener-

gia. La manipolazione è eseguita o nell'oscillatore o in uno stadio amplificatore del trasmettitore. Differenti sistemi di manipolazione sono impiegati nei trasmettitori militari.

b) I due circuiti (1) e (2) di figura 175 mostrano il metodo più comune di manipolazione di un trasmettitore quando essa è effettuata nell'oscillatore. Se il filamento del tubo è riscaldato da una corrente alternata, il lato negativo del circuito anodico corrisponde alla connessione sulla presa centrale del trasformatore per l'alimentazione in alternata del filamento.

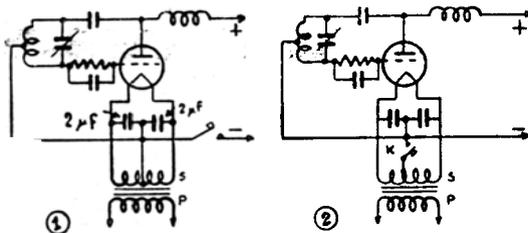


FIG. 175 - Due metodi di manipolazione di un oscillatore.

Nella figura 175 (1) il circuito di griglia è sempre chiuso ed il tasto apre e chiude il lato negativo del circuito di placca. Questo sistema è chiamato manipolazione di placca. Quando il tasto è aperto, non fluisce corrente di placca ed il tubo non oscilla. Nella figura 175 (2) i circuiti di griglia e di placca sono entrambi aperti quando il tasto è aperto, ed entrambi chiusi quando il tasto è chiuso. Benchè i circuiti di figura 175 possono essere usati anche per manipolare gli amplificatori, per questi sono generalmente impiegati altri metodi di manipolazione giacchè si incontrano valori più grandi di corrente di placca e tensioni più elevate.

c) Il funzionamento del circuito di manipolazione di figura 176 (1) è simile a quello del metodo di polarizzazione di griglia con resistore catodico. Quando il tasto è aperto, la corrente di placca fluisce attraverso il resistore  $R_1$  in una direzione che rende negativa l'estremità di esso connessa al resistore di griglia  $R_G$  rispetto all'estremità connessa al catodo.

Se  $R_1$  è di valore abbastanza alto, la polarizzazione sviluppata è sufficiente a provocare l'interdizione della corrente di placca. Con questo sistema non è possibile l'interdizione completa, poichè la polarizzazione sviluppata ai capi di  $R_1$  dipende dal flusso della corrente che l'attraversa. Tuttavia, il bloccaggio è sufficiente per poter praticamente effettuare la manipolazione. Premendo il tasto, viene cortocircuitato il resistore  $R_1$ , togliendo così la polarizzazione e consentendo lo stabilirsi del flusso normale della corrente di placca. Il resistore di griglia  $R_G$  è l'usuale resistore dispersore di griglia per ottenere la polarizzazione nel funzionamento normale.

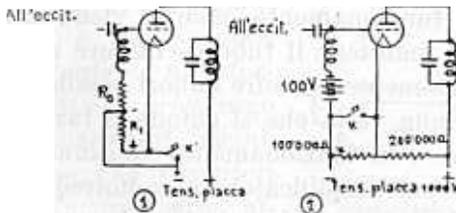


Fig. 176 - Due metodi di manipolazione per bloccaggio griglia.

d) La manipolazione per bloccaggio di griglia di figura 176 (2) consente la completa interdizione della corrente di placca ed è uno dei migliori metodi di manipolazione degli stadi amplificatori nei trasmettitori militari. Con il tasto aperto, due terzi di 1000 volt, ossia 667 volt, si trovano ai capi del resistore di 200.000 ohm (cioè 667 volt sono applicati alla placca) ed un terzo di 1000 volt, ossia 333 volt, si trovano ai capi del resistore di 100.000 ohm, cosicchè  $333 + 100$ , ossia 433 volt di polarizzazione negativa sono applicati alla griglia.

Sotto queste condizioni non può fluire corrente di placca. Con il tasto abbassato, viene cortocircuitato il resistore di 100.000 ohm e l'intera tensione di 1000 volt dell'alimentazione di placca appare fra placca e catodo, mentre la polarizzazione di griglia è ridotta a 100 volt. In queste condizioni, l'amplificatore opera normalmente.

e) Nei trasmettitori aventi un oscillatore seguito da uno o più stadi di amplificazione di potenza, la manipolazione può essere effettuata a mezzo della disposizione che meglio soddisfa alle necessità. In qualche complesso campale portatile, il tasto trasmettitore apre e chiude i circuiti di placca di tutti i tubi usati nel trasmettitore. Con ciò si toglie l'intero carico dell'alimentazione di placca mentre il tasto è aperto. L'alimentazione è usualmente ottenuta da batterie di accumulatori o da generatori azionati a mano.

Nei piccoli trasmettitori installati permanentemente, dove il costo di alimentazione non è di primaria importanza, e dove si vuole una più grande stabilità di frequenza, l'oscillatore rimane continuamente in funzionamento, mentre viene impiegato il trasmettitore. Questo mantiene il tubo oscillatore alla normale temperatura di funzionamento ed offre minori possibilità di variazioni di frequenza ciascuna volta che si chiude il tasto.

Se l'oscillatore è in funzionamento continuo e la manipolazione è effettuata nell'amplificatore a radiofrequenza, il circuito oscillatore deve essere accuratamente schermato per impedire radiazione ed interferenza sulla ricezione.

f) Nei trasmettitori che impiegano un oscillatore controllato a quarzo, la manipolazione è quasi sempre effettuata nei circuiti amplificatori di potenza. Nei trasmettitori più grandi (75 watt o più), l'ordinario tasto di manipolazione a mano non può interrompere la corrente di placca senza eccessivo scintillamento.

Per di più, dati gli alti potenziali di placca usati, è pericoloso operare con un tasto manuale nel circuito di placca. Un leggero movimento della mano sotto la manopola del tasto può causare una forte scossa; oppure, nel caso di bobine d'arresto difettose per la radiofrequenza del circuito di placca, si può incorrere in una forte bruciatura prodotta dalla radiofrequenza. In questi trasmettitori più potenti, è usata una batteria locale a bassa tensione in serie con il tasto manipolatore per aprire e chiudere un circuito attraverso la bobina di un relè. I contatti del relè, a sua volta, aprono e chiudono i circuiti di manipolazione dei tubi amplificatori. Lo schema di un tipico sistema di manipolazione azionato

a relè, è mostrato dalla figura 177. Il tasto manipolatore chiude il circuito dell'alimentazione di bassa tensione attraverso la bobina  $L$  del relè di manipolazione. L'elettromagnetismo di questa bobina attira a sè l'armatura metallica  $A$  vincendo la tensione della molla  $S$ . Questa armatura, quando è attratta verso il nucleo della bobina, chiude i punti di contatto  $C$ , che sono nel circuito di manipolazione dell'amplificatore di potenza. Quando il tasto è aperto la bobina si diseccita e consente ai punti di contatto di staccarsi per effetto della tensione della molla.

g) Teoricamente, la manipolazione, in un trasmettitore, dovrebbe fare istantaneamente iniziare e cessare la radiazione della portante. Tuttavia, l'istantanea inserzione e disinserzione della potenza dà origine alla formazione di correnti che provocano interferenze nei ricevitori vicini. Pur pensando che tali ricevitori siano accordati a frequenze alquanto differenti da quella del

trasmettitore, l'interferenza sarà presente nella forma di click o colpi. Per impedire tali interferenze, sono usati speciali filtri nei sistemi di manipolazione dei radiotrasmettitori.

Due tipi di tali filtri sono mostrati nella figura 178. I condensatori e le bobine d'arresto per radiofrequenza in entrambi i circuiti di figura 178 impediscono la formazione delle correnti. L'induttore o bobina d'arresto  $L$  provoca un leggero ritardo nella corrente quando si chiude il tasto e così la corrente si forma gradualmente anzichè istantaneamente. Il condensatore  $C$  restituisce l'energia lentamente quando il tasto è aperto. Il resistore  $R$  controlla l'andamento della curva di carica e scarica del condensatore  $C$  ed impedisce pure lo scintillamento ai contatti del tasto che sarebbe provocato dalla scarica istantanea di  $C$  quando si chiude il tasto.

h) Un'altra difficoltà che si può incontrare manipolando un trasmettitore è la presenza di un'onda di ritorno. Questa è dovuta

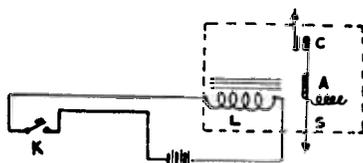


FIG. 177 - Circuito per sistema di manipolazione azionato da relè.

a della energia che si disperde dall'antenna pur essendo il tasto aperto. Si ha un effetto come se i punti ed i tratti del codice fossero una porzione più intensa di una portante continua. In queste condizione può essere difficile distinguere i punti dai tratti. La radiazione dell'onda di ritorno è usualmente conseguenza di neutralizzazione incompleta.

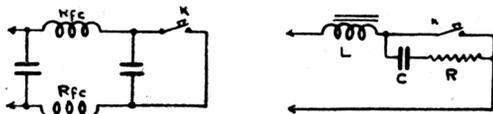


FIG. 178 - Due tipi di filtri per tasto di manipolazione.

## 110. Circuito di un trasmettitore ad onde continue.

a) Il circuito di un trasmettitore completo, comprendente un oscillatore pilota ed un amplificatore di potenza, è mostrato dalla figura 179. Il circuito consiste solo in due tubi, un tubo funzionante in un circuito oscillatore Hartley e l'altro operante come un amplificatore in classe *C*.

b) L'oscillatore è un convenzionale circuito Hartley alimentato in parallelo che impiega un tubo VT-62 (corrispondente al tipo commerciale 801) con 350 volt sulla placca. Questa tensione pone il tubo in condizione di poter fornire una potenza d'uscita di 7,5 watt. Per effetto di questa esuberanza di potenza, una porzione dell'uscita dell'oscillatore può essere direttamente applicata alla griglia dell'amplificatore in classe *C* con risultati abbastanza buoni.

c) La bobina d'arresto per la radiofrequenza  $L_1$  consente il passaggio della corrente continua alla placca del tubo oscillatore, ma impedisce alle correnti a radiofrequenza di andare nell'alimentazione. Le correnti a radiofrequenza vanno, attraverso il condensatore  $C_1$ , al circuito oscillante  $L_2 C_2$ . Il resistore  $R_1$  è

il resistore di polarizzazione di griglia ed è sciuntato dal condensatore filtro  $C_3$ .

L'eccitazione di griglia per l'amplificatore è prelevata da una presa sul lato placca del circuito oscillante, e la tensione impressa alla griglia dell'amplificatore è la tensione esistente fra questa presa e la connessione di massa. Se è richiesta più eccitazione sulla griglia, la posizione della presa è spostata verso la placca. Il condensatore  $C_4$  blocca la tensione continua ma consente alla tensione a radiofrequenza di apparire sulla griglia dell'amplificatore. La bobina d'arresto per la radiofrequenza  $L_3$  impedisce il flusso delle

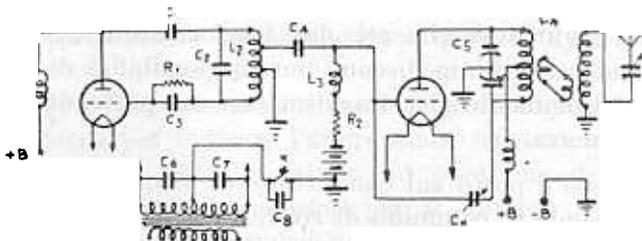


FIG. 179 - Circuito completo oscillatore-pilota e amplificatore di potenza.

correnti a radiofrequenza ma permette il flusso della corrente di griglia rettificata. È prevista una batteria per fornire una polarizzazione di protezione. La polarizzazione di griglia totale quando lo stadio è in funzione (questo è un amplificatore in classe  $C$ ) sarà data dalla tensione della batteria più la tensione sviluppata dal resistore di polarizzazione di griglia. L'induttore  $L_4$  ed il condensatore  $C_5$  formano il circuito serbatoio di placca dell'amplificatore.

d) L'induttore è a presa centrale per fornire la tensione neutralizzante che è alimentata alla griglia, attraverso il condensatore di neutralizzazione  $C_N$ . Un condensatore con statore ad elementi suddivisi viene usato per l'accordo; il suo rotore è posto a massa. Questo ha il vantaggio di poter fornire lo stesso rapporto di tensione di neutralizzazione per qualunque frequenza. Pertanto,

una volta che lo stadio è neutralizzato,  $C_N$  non dovrà più normalmente essere regolato, a meno che esso non sia stato spostato dalla sua posizione da vibrazioni o scosse. La bobina d'arresto  $L_5$  serve ad impedire che le correnti a radiofrequenza fluiscano nell'alimentatore di potenza.

e) In questo circuito, i catodi dei tubi sono filamenti riscaldati direttamente. Per togliere ogni eventuale ronzio, il trasformatore del filamento è a presa centrale. La griglia è allora sempre a potenziale zero per quanto riguarda la tensione alternativa sul filamento. I condensatori  $C_6$ ,  $C_7$  e  $C_8$  forniscono un cammino con ritorno a massa per le correnti a radiofrequenza, mantenendole così fuori dagli avvolgimenti del trasformatore del filamento. Questi condensatori impediscono pure la possibilità di danneggiamento dell'isolamento del trasformatore da parte delle correnti a radiofrequenza.

f) Il tasto è posto sul conduttore di ritorno del filamento, ed apre e chiude il cammino di ritorno a massa per la corrente continua ai tubi. L'oscillatore e l'amplificatore sono manipolati insieme per impedire al trasmettitore di oscillare quando il tasto è aperto. Il vantaggio di questo tipo di manipolazione è che esso fornisce un metodo di funzionamento ad interruzione.

Per esempio, un operatore alla stazione  $A$  sta trasmettendo un messaggio alla stazione distante  $B$ . Assumiamo che durante il corso della trasmissione l'operatore in  $B$  non riceve una parte del messaggio. Sarà allora possibile per lui far interrompere la trasmissione inviando una rapida successione di punti. Poiché il trasmettitore in  $A$  è silenzioso fra i punti ed i tratti della sua trasmissione, egli può sentire i segnali di interruzione della stazione  $B$  e ripetere tutto o una parte del messaggio.

g) L'accoppiamento ad anello è usato per trasferire la potenza dal trasmettitore all'antenna. L'accoppiamento ad anello consiste in un paio di fili con un cappio di due o tre spire a ciascuna estremità. Ciascun cappio deve essere posto in un punto di bassa tensione a radiofrequenza (il punto dove il +  $B$  entra nel circuito serbatoio) per impedire un accoppiamento capacitivo fra

la bobina dell'anello ed il circuito serbatoio di placca. Esso è una forma molto efficiente d'accoppiamento ed è usato in molti complessi. Esso può essere usato fra gli stadi o da uno stadio finale all'antenna. Il suo principale vantaggio è dato dal fatto che può avere una qualunque ragionevole lunghezza necessaria per accoppiare stadi abbastanza distanti, in cui un altro tipo di accoppiamento sarebbe non pratico e non conveniente.

### 1. Accordo dei trasmettitori.

a) È importante che tutti i radiotrasmettitori siano accordati appropriatamente per assicurare un efficiente funzionamento sulla frequenza assegnata.

Sono generalmente usati strumenti, per la misura della corrente di placca per indicare l'appropriata regolazione degli stadi a radiofrequenza. Tutti gli stadi, ad eccezione dell'oscillatore, sono sempre regolati ed accordati per il minimo della corrente di placca. Se uno stadio non è accordato alla risonanza, la corrente di placca sarà elevata, con conseguente alta dissipazione e quindi basso rendimento anodico.

Quando uno stadio è caricato da un altro stadio o da una antenna, la corrente di placca dello stadio in questione deve essere ricontrollata per la risonanza del circuito (minima corrente di placca) dopo l'applicazione del carico.

b) Se sono disponibili strumenti di misura per la corrente di griglia, gli stadi d'ingresso debbono essere accordati in modo che vi sia il massimo assorbimento di corrente di griglia. Se questi strumenti non sono disponibili la risonanza del circuito di griglia può essere indicata da un rapido accrescimento della corrente di placca dello stadio precedente.

c) Se nel complesso è presente un tubo che abbia sprigionato dei gas, la corrente di placca di quello stadio non può essere portata all'appropriato minimo e la corrente di griglia rimarrà troppo bassa. Il tubo agirà come se vi fosse un cortocircuito fra la griglia ed il catodo e la massima parte dell'energia fornita allo stadio

sarà scaricata a massa e perduta. Questa condizione può essere riconosciuta, oltre che da una delle indicazioni ora menzionate, da un bagliore di colore violetto fra gli elementi del tubo. Il solo rimedio per questa condizione è di sostituire il tubo con un nuovo tubo.

## 12. Possibilità del trasmettitore ad onde continue.

Data la relativa lentezza e difficoltà della manipolazione, potrebbe sembrare che la radiotelegrafia sia superata dalla radiotelegrafia che impiega onde modulate.

Tuttavia la trasmissione ad onde continue ha quattro distinti vantaggi sulla radiotelegrafia.

a) I trasmettitori radiotelegrafici hanno una maggiore portata di trasmissione di quelli radiotelefonici della stessa potenza d'uscita, poichè la parola incorporata nella portante proveniente da una stazione lontana può essere udibile ma non intelligibile.

b) I segnali ad onde continue possono essere raccolti dai ricevitori per telegrafia che sono capaci di respingere la maggior parte dei disturbi caratteristici di tutte le radioonde.

c) Il trasmettitore radiotelegrafico è più piccolo e di più semplice funzionamento di quello radiotelefonico della stessa potenza.

d) Con una data banda di frequenza, possono operare senza interferenze un numero di trasmettitori radiotelegrafici molto più grande di quello di trasmettitori radiotelefonici.