

L'APPARECCHIO TRASMITTENTE

1. - PRINCIPI BASILARI

Premessa.

Il trasmettitore consente di far giungere a distanza voci, suoni e segnali acustici mediante onde radio modulate; l'energia radioelettrica diffusa dalla sua antenna ricopre una parte o l'intera superficie terrestre, a seconda della sua potenza e della caratteristica di propagazione delle onde elettromagnetiche.

La potenza del trasmettitore equivale alla sensibilità del ricevitore. Trasmettitore e ricevitore possono trovarsi agli antipodi; affinché risultino collegati è necessario che il trasmettitore sia in grado di far giungere al ricevitore una parte della sua energia radioelettrica valicando l'intero arco terrestre. Tutta l'energia radioelettrica necessaria a tale scopo, è presente nello stadio finale del trasmettitore, il quale può essere costituito anche di una sola valvola *amplificatrice finale di potenza*.

Il compito principale del trasmettitore consiste nell'*amplificazione di potenza ad alta frequenza*, esattamente come il compito essenziale del ricevitore è l'*amplificazione di tensione ad alta frequenza*. Da ciò la diversità delle due tecniche, quella dei trasmettitori volta all'*amplificazione di potenza*, e quella dei ricevitori volta all'*amplificazione di tensione*.

Il trasmettitore amplifica la corrente oscillante ad alta frequenza prodotta dallo stadio oscillatore, compito del quale è di generare la corrente oscillante AF a frequenza costante, da amplificare con gli stadi successivi e da irradiare nello spazio sotto forma di onde radio. La captazione delle onde radio da parte della lontana antenna ricevente, determina la presenza di una *tensione oscillante AF* all'entrata dell'apparecchio ricevente.

L'informazione, la comunicazione o il messaggio da far giungere a distanza, può venir fatta a voce parlando davanti al microfono, o mediante i segni del codice telegrafico Morse, ottenuti manipolando un tasto.

Il microfono fornisce una *tensione ad audiofrequenza*, ossia una tensione alternativa la cui forma d'onda corrisponde esattamente a quella delle onde sonore costituenti la voce. Tale tensione ad audiofrequenza viene amplificata convenientemente.

mente da una sezione del trasmettitore, affinché possa modulare la corrente oscillante amplificata dall'altra sezione del trasmettitore stesso, col risultato di far variare l'ampiezza della corrente oscillante in modo esattamente corrispondente alla propria forma d'onda, come indicato nella fig. 14.2. La forma d'onda della corrente oscillante inviata all'antenna trasmittente, risulta in tal modo simile a quella della



Fig. 14.1. - Aspetto di tipico apparecchio trasmettente da 100 watt fonia. L'apparecchio è provvisto di un solo strumento di misura, nei diversi circuiti mediante un commutatore.

tensione ad audiofrequenza, ossia a quella delle voci e dei suoni raccolti dal microfono.

L'apparecchio ricevente provvede alla rivelazione, ossia all'inverso della modulazione; esso converte le onde radio modulate, captate dall'antenna, in onde sonore riprodotte dall'altoparlante.

FREQUENZA DI LAVORO E PORTATA DELLA TRASMISSIONE.

La portata dei trasmettitori, ossia la distanza del collegamento effettuabile dipende, oltre che da vari altri fattori, dalla *potenza* e dalla *frequenza di lavoro*. Le frequenze più basse, quelle da 2 a 28 megacicli ($150 \div 10$ metri) sono adatte per collegamenti a distanze dell'ordine di qualche decina di chilometri in onda diretta, mentre con favorevoli condizioni di propagazione è possibile, per mezzo dell'onda riflessa, effettuare collegamenti a grandissima distanza (DX), sino agli antipodi.

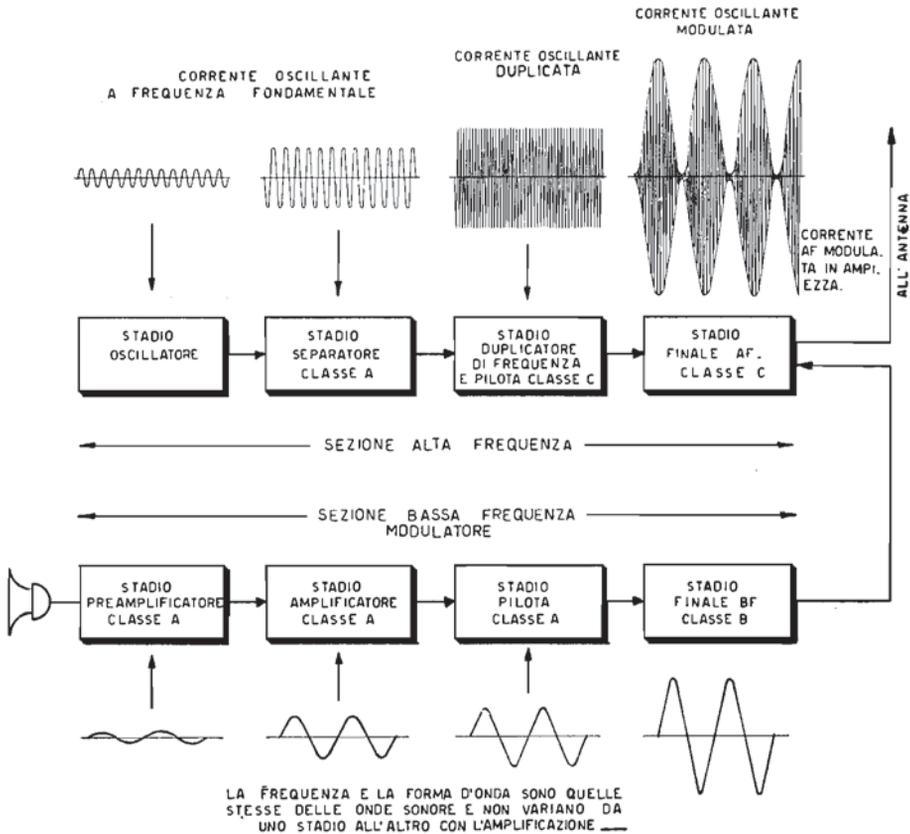
Su frequenze di 144 megacicli (2 metri) sono generalmente possibili collegamenti a qualche decina di chilometri, in onda diretta.

Parti dell'apparecchio trasmittente.

La parte principale dell'apparecchio trasmittente è quella che provvede a generare e amplificare la corrente oscillante ad alta frequenza, con la quale alimentare l'antenna. È questa la sezione ad alta frequenza ossia a radiofrequenza del trasmettitore. La frequenza della corrente oscillante in essa presente è dell'ordine di alcuni megacicli al secondo (Mc/s) ossia di alcuni milioni di cicli al secondo.

GENERAZIONE ED AMPLIFICAZIONE DI CORRENTE OSCILLANTE AF

LA FREQUENZA E LA FORMA D'ONDA POSSONO VARIARE DA UNO STADIO ALL'ALTRO DELL'AMPLIFICATORE



AMPLIFICAZIONE DI TENSIONE AD AUDIOFREQUENZA MODULANTE

Fig. 14.2. - Principio generale di funzionamento degli apparecchi trasmittenti.

Segue, per importanza, quella parte del trasmettitore che provvede ad amplificare la tensione ad audiofrequenza fornita dal microfono, collegato alla sua entrata. La sua uscita è collegata all'ultimo stadio della sezione ad alta frequenza. È detta sezione a *bassa frequenza* o ad *audiofrequenza*; è nell'uso per indicarla, il termine *modulatore*. La frequenza della tensione microfonica presente in questa sezione va generalmente da 50 a 5 000 cicli al secondo.

Terza parte dell'apparecchio trasmettente è quella che provvede a convertire la corrente alternata della rete-luce nella corrente continua, ad alta tensione, necessaria per il funzionamento delle altre due sezioni. È detta *sezione alimentatrice* o *alimentatore*. Nei trasmettitori portatili consiste in batterie di pile o di accumulatori.

Nell'esempio fatto, in fig. 14.2, la frequenza della corrente oscillante generata dallo stadio oscillatore è metà di quella della corrente oscillante presente nello stadio finale, essendo più stabile e sicuro il funzionamento dell'oscillatore a frequenza più bassa.

Per assicurare la stabilità del collegamento tra il trasmettitore e l'apparecchio ricevente, è di grande importanza che la frequenza generata dall'oscillatore rimanga quanto più costante possibile. A tale scopo, allo stadio oscillatore segue lo *stadio separatore*, ossia uno stadio d'amplificazione alla stessa frequenza dell'oscillatore.

Ad esso segue il terzo stadio, ossia lo *stadio duplicatore di frequenza*, il quale provvede ad una ulteriore amplificazione della corrente oscillante nonchè al raddoppiamento della sua frequenza; se, ad es., essa era di 3,5 megacicli, viene elevata a 7 megacicli. Questo terzo stadio ha anche il compito di pilotare lo stadio d'amplificazione finale, nel quale circola una corrente relativamente intensa. Mentre nei tre primi stadi le valvole funzionano con tensione di placca da 200 a 300 volt, quella o quelle dello stadio finale funzionano con tensione compresa tra 600 e 1200 volt, a seconda della potenza del trasmettitore, da qualche watt a cento watt, per ciò che si riferisce ai trasmettitori da dilettanti.

All'uscita dello stadio finale vi è un circuito accordato a bobina intercambiabile; esso consente la sintonia entro le ristrette bande dilettantistiche dei 3,5 Mc/s, 7 Mc/s, 14 Mc/s e 21 Mc/s. In complesso, i circuiti accordati del trasmettitore sono pochi, da uno a quattro in media; la stabilità della frequenza generata dell'apparecchio trasmettente equivale in certo modo alla selettività dell'apparecchio ricevente.

Potenza, resa AF e consumo del trasmettitore.

La potenza del trasmettitore viene espressa in watt, ed è data dal prodotto della tensione continua di placca della valvola o delle valvole finali per l'intensità di corrente anodica di alimentazione. È questa la *potenza nominale* del trasmettitore; nell'uso pratico essa viene denominata POTENZA INPUT, ossia *potenza di entrata*.

La potenza input si riferisce alla tensione ed alla corrente continua dello stadio finale; nel circuito di antenna vi è soltanto tensione e corrente oscillante ad alta fre-

quenza: il loro prodotto indica quale sia la POTENZA OUTPUT, ossia la resa di uscita AF del trasmettitore.

La potenza output è inferiore alla potenza input; la differenza tra queste due potenze dipende dal rendimento dello stadio finale; essa è convertita in calore ed è detta *potenza dissipata* del trasmettitore.

Il consumo del trasmettitore viene espresso in voltampere ed è dato dal prodotto della tensione della rete-luce per l'intensità di corrente assorbita.

La potenza di un trasmettitore, ossia la sua potenza input, può essere, ad es., di 50 watt; la sua resa d'uscita AF, ossia la potenza output, può essere di 35 watt, infine il suo consumo può essere di 150 voltampere.

2. - GENERAZIONE ED AMPLIFICAZIONE DELLA CORRENTE AD ALTA FREQUENZA

Lo stadio oscillatore.

In tutti i trasmettitori la tensione oscillante AF è generata da una valvola oscillatrice presente nello *stadio oscillatore*. Esso costituisce la parte iniziale del trasmettitore. Le caratteristiche dell'oscillatore possono variare molto da un trasmettitore all'altro e dipendono essenzialmente dalla frequenza generata e dalla stabilità di funzionamento del trasmettitore. In linea generale l'oscillatore è sempre di piccola potenza, in quanto l'energia AF generata viene gradatamente amplificata dagli stadi successivi.

Gli oscillatori si distinguono in due grandi categorie:

a) oscillatori la cui frequenza è determinata unicamente dalla capacità ed induttanza del circuito accordato; sono detti *oscillatori autocontrollati*;

b) oscillatori la cui frequenza è determinata da un cristallo di quarzo, il quale oscilla ad una frequenza fissa e costante che dipende dalle sue dimensioni fisiche; oscillatori di questo tipo vengono detti *oscillatori controllati a cristallo* o *piezo-oscillatori*.

Gli *oscillatori autocontrollati* presentano il vantaggio di consentire la variazione continua della frequenza di trasmissione entro i limiti di ciascuna banda, sono cioè oscillatori a frequenza variabile (VFO) e vengono spesso usati nei trasmettitori dilettantistici.

Gli *oscillatori controllati a cristallo* sono presenti in tutti i trasmettitori di grande e grandissima potenza ed in genere in tutti i trasmettitori funzionanti ad una frequenza fissa e costante. La frequenza fondamentale di questi oscillatori dipende dallo spessore del cristallo impiegato, e può giungere al massimo a 50 megacicli.

Sono pure usati in trasmettitori di minima e piccolissima potenza adatti per principianti, data la semplicità costruttiva, di stabilità e di messa a punto.

Il circuito degli oscillatori a cristallo può essere quello stesso degli oscillatori autocontrollati, con l'aggiunta del cristallo piezoelettrico.

Tipi di oscillatori.

CIRCUITO HARTLEY. — La reazione, ossia la retrocessione della tensione AF di placca, è ottenuta applicando tale tensione ad una parte della bobina del circuito accordato di ingresso. A tale scopo la bobina è divisa in due parti, una collegata tra griglia e catodo e l'altra collegata tra catodo e placca, come in A di fig. 14.3; in tal modo la bobina funziona da autotrasformatore AF.

Il grado di reazione dipende dalla posizione della presa di catodo sulla bobina; la posizione migliore si trova generalmente verso il centro della bobina stessa.

Il condensatore e la resistenza di griglia sono scelti in modo che la loro co-

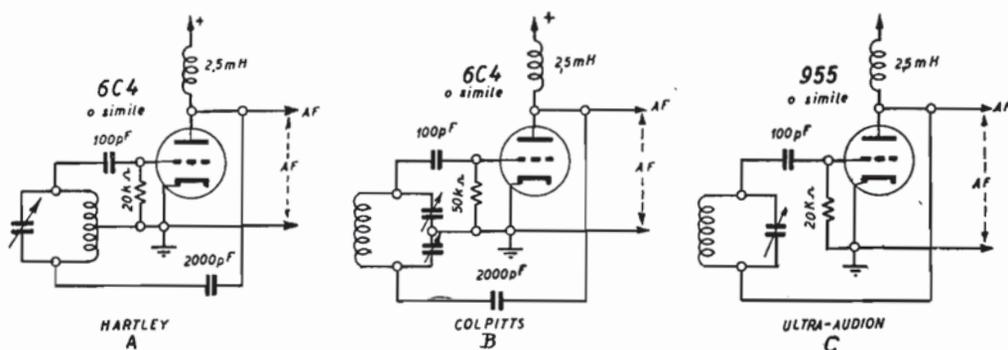


Fig. 14.3. - Schemi di principio di tipici oscillatori autoeccitati (Hartley, Colpitts, Ultra-Audion).

stante di tempo sia proporzionata alla frequenza del circuito accordato. Generalmente per frequenze di alcuni megacicli, la capacità del condensatore di griglia è di 100 pF, mentre la resistenza di griglia è di 20 000 ohm; per frequenza intorno ai 100 Mc/s la capacità scende a 15 pF, mentre la resistenza scende a 10 000 ohm.

Il condensatore di accoppiamento di placca è di capacità tale da presentare la minima reattanza alla corrente AF presente nel circuito, ed in genere di 2 000 pF, a mica.

Al disaccoppiamento del circuito di placca da quello di alimentazione provvede una impedenza AF di 2,5 millihenry.

La tensione AF può venir prelevata tra la placca della valvola e massa.

Vantaggi dell'oscillatore Hartley sono: rendimento elevato e pressochè costante entro una estesa gamma di frequenze, possibilità di funzionare con tutti i tipi di valvole, notevole semplicità costruttiva e facile messa a punto.

Svantaggi: la frequenza generata è suscettibile di notevole variazione, ossia è poco stabile; richiede generalmente l'uso di condensatore variabile con perno isolato.

Dato che genera numerose frequenze armoniche è particolarmente usato nei trasmettitori con uno o più stadi moltiplicatori di frequenza.

Per l'elevato rendimento può venir usato anche in trasmettitori ad una valvola.

CIRCUITO COLPITTS. — È simile al circuito Hartley con la differenza che anziché sulla bobina, la presa è fatta su di un divisore capacitativo, costituito da due condensatori variabili in serie tra di loro ed in parallelo alla bobina, come in *B* di fig. 14.3.

L'entità dell'effetto reattivo è dato dal rapporto delle due capacità; generalmente il miglior risultato è raggiunto quando le due capacità sono dello stesso valore. I due condensatori, dato che si trovano in serie, sono di capacità doppia di quella necessaria per l'accordo del circuito oscillante sulla frequenza di lavoro. I criteri di scelta per i valori del condensatore e resistenza di griglia sono gli stessi di quelli per il circuito Hartley.

Vantaggi del circuito Colpitts: notevole stabilità di frequenza, particolarmente nel caso di basso rapporto LC , e scarsa generazione di armoniche.

Svantaggi: maggior complessità del circuito, necessità di isolare i variabili, necessità di alimentazione in parallelo e basso rendimento, specie con basso rapporto LC , opportuno questo per sfruttare le doti di stabilità di frequenza.

Si presta bene per tutti i tipi di trasmettitori per dilettanti ad esclusione di quelli ad una sola valvola, autoeccitati.

La tensione AF va prelevata preferibilmente con una presa sulla bobina.

CIRCUITO ULTRA-AUDION. — È molto simile al circuito Colpitts, dal quale differisce solo per il fatto che il divisore capacitativo anziché essere ottenuto con due capacità esterne, è invece ottenuto con le due capacità interelettrode della valvola; capacità placca-catodo e griglia-catodo. È indicato in *C* di fig. 14.3.

In parallelo alla capacità griglia-placca vi è un condensatore variabile per consentire la variazione di frequenza.

Vantaggi dell'oscillatore Ultra-Audion: massima semplicità del circuito, buona stabilità di funzionamento anche alle frequenze molto alte, da 50 a 300 megacicli, possibilità di funzionare in circuiti trasmettenti ad una sola valvola.

Svantaggi: non è possibile variare l'entità dell'effetto reattivo, funziona bene solo con determinati tipi di valvole, ad es., la 6C4, CV6, 954, 9002 ed altre simili.

CIRCUITO HARTLEY MODIFICATO (VFO). — Il principio è quello Hartley illustrato in *A* di fig. 14.4. La valvola è sempre un pentodo e i circuiti accordati sono due: uno all'ingresso e l'altro all'uscita. Il circuito è diviso in due parti, una oscillatrice e l'altra amplificatrice. La sezione griglia-catodo funziona in circuito Hartley; quella di placca amplificatrice alla stessa frequenza del circuito di griglia, o meglio a frequenza multipla.

Poiché la tensione AF viene prelevata dal circuito accordato di placca, la variazione di carico o di sintonia, non altera praticamente la frequenza della tensione AF prodotta dal circuito accordato di entrata: è assicurata così la stabilità di frequenza del circuito generatore.

Come per il circuito Hartley classico, l'entità dell'effetto reattivo può venir variata spostando la presa di catodo sulla bobina. Con elevato grado di reazione, e

quindi elevato numero di armoniche, è possibile accordare il circuito di placca su frequenze multiple della fondamentale, ottenendo così la moltiplicazione di frequenza.

Allo scopo di aumentare la stabilità di frequenza dell'oscillatore, in parallelo al condensatore verniero di 150 pF vi è un condensatore fisso di 500 picofarad. La frequenza del circuito di entrata è generalmente la più bassa tra quelle di lavoro, ossia di 3,5 Mc/s o talvolta di 1,75 megacicli.

Il prelievo di tensione AF può venir effettuato con un condensatore di 50 pF o con qualche spira di accoppiamento. Tutti i condensatori fissi sono a mica o cera-

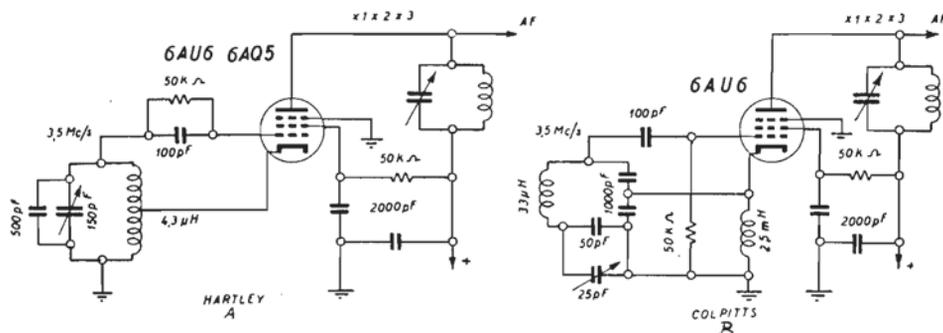


Fig. 14.4. - Tipici schemi di oscillatori autoeccitati a moltiplicazione di frequenza.

mici, mai a carta, ciò per le elevate correnti AF di lavoro. Le tensioni di alimentazione è opportuno siano stabilizzate.

Vantaggi dell'oscillatore Hartley modificato: elevato rendimento, buona stabilità di frequenza, ampia regolazione della frequenza generata, facilità di effettuare i cambi di banda, possibilità di usare valvole di molti tipi.

È il circuito oscillatore più usato nei trasmettitori per dilettanti, data la sua sicurezza di funzionamento; non è però molto adatto per frequenze elevatissime. Per indicare questo circuito ed altri circuiti simili, è nell'uso l'abbreviazione VFO (Variable Frequency Oscillator), oppure ECO (Electron Coupled Oscillator).

CIRCUITO COLPITTS MODIFICATO (VFO CLAPP). — È indicato in B di fig. 14.4. Il principio di funzionamento è simile a quello del precedente; differisce solo per il fatto che al posto dell'oscillatore Hartley vi è l'oscillatore Colpitts. Nell'esempio di figura vi è un circuito accordato in serie all'entrata della valvola; in parallelo ad esso vi è un divisore di tensione costituito da due condensatori di 1000 pF ciascuno.

Dato che il catodo è collegato al centro del partitore capacitativo, alla chiusura del circuito di alimentazione provvede una impedenza di 2,5 mH collegata tra il catodo e la massa. Il piccolo verniero di 25 pF in parallelo al condensatore fisso di 50 pF consente di variare la frequenza del circuito oscillante. Il circuito di placca

può venir accordato alla frequenza del circuito di ingresso, ossia alla frequenza fondamentale, oppure ad una frequenza multipla, per due o per tre.

Vantaggi del VFO Clapp: notevole stabilità di frequenza e possibilità di duplicare o anche di triplicare la frequenza fondamentale.

Svantaggi: rendimento notevolmente basso, necessità di più stadi amplificatori, necessità di usare valvole adatte ad elevata potenza, quale ad es. la 6AU6.

Oscillatori con cristallo di quarzo.

STABILITÀ DI FREQUENZA. — Caratteristica essenziale del circuito oscillatore, e per conseguenza del trasmettitore, è di mantenere inalterata la frequenza dell'energia AF da esso prodotta, ossia di funzionare con la massima *stabilità di frequenza* possibile.

La frequenza propria di un circuito accordato può subire notevoli variazioni con la temperatura, l'umidità ambiente, le tensioni di lavoro, il carico, ecc. Per evitare le variazioni di frequenza durante il funzionamento, è necessario che il circuito accordato presenti le minime perdite, elettriche, magnetiche, dielettriche, ciò che si ottiene con l'impiego di adatti materiali. È pure indispensabile che la costruzione sia meccanicamente rigida per assicurare la costanza dei valori capacitativi e induttivi. A tale scopo vengono usati sostegni di materiale ceramico, avvolgimenti argentati, condensatori ceramici o a mica, collegamenti brevi e con filo di notevole spessore.

Nonostante tutte le possibili cautele è però difficile ottenere stabilità di frequenza inferiori al $\pm 0,1\%$; è difficile, ad es., evitare che alla frequenza di 7 000 kc/s non si verificino durante il funzionamento variazioni di frequenza sino a 700 cicli in più o in meno. Per questa ragione in molti trasmettitori la frequenza del circuito oscillatore è resa stabile con un cristallo di quarzo, posto in parallelo al suo circuito accordato.

IL CRISTALLO DI QUARZO. — I cristalli di quarzo hanno la notevole particolarità di vibrare meccanicamente alla frequenza della tensione elettrica ad essi applicata, purchè tale frequenza corrisponda a quella propria di risonanza del cristallo. La frequenza propria del cristallo è inversamente proporzionale al suo spessore, ossia è tanto più elevata quanto più esso è sottile. La frequenza massima, corrispondente allo spessore più sottile possibile, di alcuni decimi di millimetro, è di 22 megacicli.

È così possibile controllare, ossia mantenere inalterata, la frequenza di lavoro del circuito accordato, collegando in parallelo ad esso un cristallo di quarzo di spessore tale da corrispondere esattamente alla frequenza del circuito stesso. Per passare da una frequenza ad altra diversa, è necessario sostituire il cristallo con altro di diverso spessore, adatto alla nuova frequenza. Il cristallo impedisce il verificarsi di piccole variazioni di frequenza di risonanza del circuito accordato in quanto trascina il circuito stesso ad oscillare alla sua propria frequenza.

Qualora la sintonia del circuito accordato venga regolata oltre la frequenza di risonanza del cristallo, si determina un graduale aumento della corrente di placca e una corrispondente diminuzione della resa di uscita, sino a determinare lo sganciamento di sincronismo, al quale corrisponde il disinnescamento del cristallo.

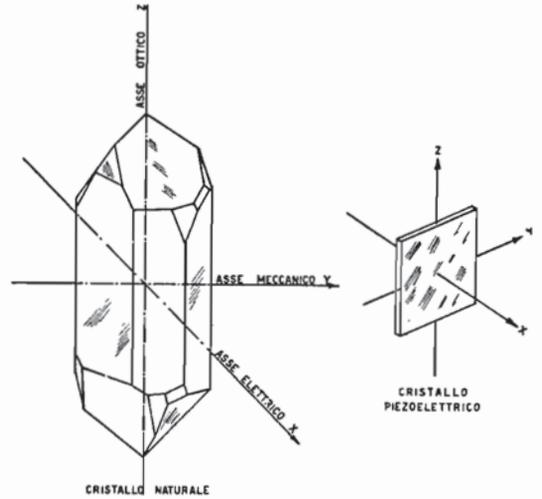


Fig. 14.5. - Assi del cristallo di quarzo.

Il cristallo di quarzo si innesca non appena la frequenza del circuito accordato è quella stessa di risonanza del cristallo; ciò risulta evidente dalla brusca caduta di corrente nel circuito di placca.

La tensione AF applicabile al cristallo è limitata dal suo spessore, ossia dalla frequenza di funzionamento del cristallo stesso. Cristalli per 14 Mc/s possono venir impiegati in circuiti di griglia di oscillatori di potenza non superiore ai 10 watt.

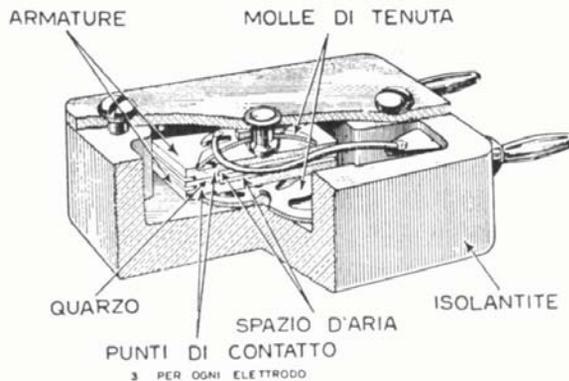


Fig. 14.6. - Aspetto del cristallo di quarzo e relativo portacristallo.

Qualora venga tolto il carico all'oscillatore, ossia esso funzioni senza prelievo dell'energia AF, la lastrina del cristallo subisce elevate sollecitazioni meccaniche che possono incrinarla ed anche spezzarla; ciò può verificarsi in oscillatori di potenza superiore ai 10 watt.

ASSI DEL CRISTALLO. — Come indica la fig. 14.5, nel cristallo di quarzo sono individuabili tre assi: l'asse ottico che passa attraverso il centro del cristallo, da un estremo all'altro nel senso della lunghezza; e gli assi elettrico e meccanico, giacenti in un piano perpendicolare all'asse ottico, ed a 90° tra di loro.

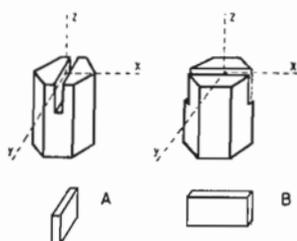


Fig. 14.7. - A) Piastrina piezoelettrica ricavata secondo il sistema di taglio detto taglio X. B) Piastrina piezoelettrica ricavata secondo il sistema di taglio detto taglio Y.

Il cristallo può venir tagliato secondo l'asse meccanico o secondo quello elettrico. Nel primo caso ha forma di bacchetta, nel secondo di lastrina. La tensione AF è applicata agli estremi della bacchetta oppure sulle facce della lastrina.

Il cristallo è collocato sopra un supporto provvisto di due piedini per consentire l'intercambiabilità, e porta segnata la frequenza di vibrazione.

Tipi di oscillatori controllati a cristallo.

In A di fig. 14.8 è illustrato il tipo più semplice di oscillatore a cristallo di quarzo; il cristallo è collegato tra placca e griglia e sostituisce completamente il circuito accordato sia di entrata che di uscita; la valvola oscilla alla frequenza propria del cristallo. La tensione AF generata è prelevata tra la placca e il catodo della valvola. Un'impedenza di 2,5 mH disaccoppia il circuito di placca da quello di alimentazione.

Vantaggi di questo oscillatore sono: massima semplicità costruttiva, assenza di circuiti accordati, massima stabilità di frequenza, notevole purezza della tensione AF generata (nota CC).

Svantaggi: impossibilità di variare la frequenza, impossibilità di superare la frequenza di 50 Mc/s, bassissimo rendimento. La valvola è sempre di minima potenza, inferiore ad 1 watt, dato il basso rendimento e la notevole dissipazione anodica in calore; deve essere opportunamente scelta per la frequenza di lavoro.

In B della stessa figura è riportato un altro esempio di oscillatore controllato a quarzo. Differisce dal precedente per il fatto che la placca è a potenziale AF di massa; ciò è possibile data la presenza dell'impedenza AF tra catodo e massa.

In C della stessa figura è fatto l'esempio di un oscillatore a cristallo con accoppiamento elettronico; è provvisto di un circuito accordato di placca, la cui frequenza di accordo è quella stessa del cristallo.

Rispetto ai due oscillatori precedenti presenta il notevole vantaggio di consentire elevato rendimento e ampia escursione di frequenza con il cambio del cristallo,

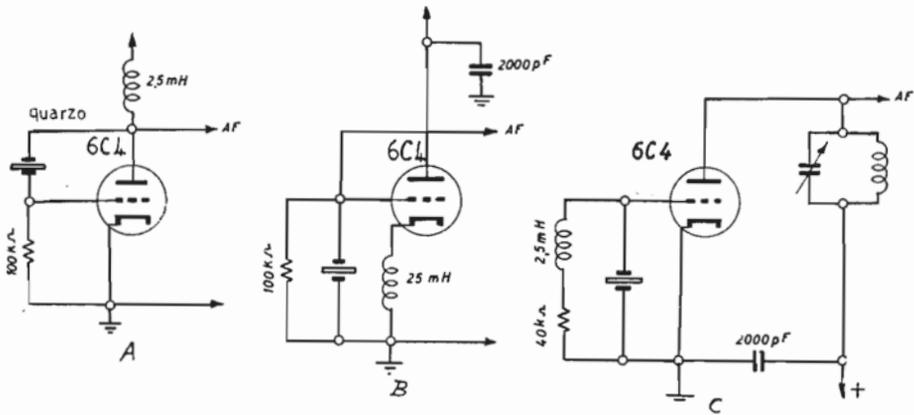


Fig. 14.8. - Tre tipici circuiti di oscillatori controllati a cristallo.

e di non richiedere valvole particolari. Può venir omessa l'impedenza AF di 2,5 mH in serie alla resistenza di polarizzazione.

CIRCUITI OSCILLATORI E MOLTIPLICATORI. — Allo scopo di estendere il campo di frequenza degli oscillatori controllati a cristallo sono stati studiati diversi tipi di circuiti moltiplicatori di frequenza con cristallo. Oscillatori di questo tipo sono particolarmente adatti al dilettante, soprattutto per il fatto che con un solo cristallo di 3,5 Mc/s è possibile ricavare dalla valvola oscillatrice il segnale a frequenza fondamentale di 3,5 Mc/s, o moltiplicando le frequenze per 2, per 3 e per 4, ottenere le frequenze di 7, 10,5 e 14 Mc/s dalla stessa valvola. Il circuito moltiplicatore consente inoltre l'impiego di cristalli su frequenze basse di notevole robustezza, e quindi adatti a sopportare elevate correnti senza alterarsi o incrinarsi. Alle frequenze basse i circuiti sono inoltre poco critici e la messa a punto risulta notevolmente semplificata.

CIRCUITO ECO. — Un circuito largamente diffuso tra i dilettanti è quello di fig. 14.9 A. Impiega un pentodo 6AU6 quale oscillatore ad accoppiamento elettronico denominato ECO (electron coupled oscillator). Vi sono tre circuiti a frequenza diversa: quello di griglia alla frequenza propria del quarzo, quello di griglia schermo, costituito da un circuito accordato con condensatore variabile su di una prima frequenza di moltiplicazione, ed infine il circuito di placca o di uscita, accordato su

una frequenza multipla della precedente. In tal modo è possibile raggiungere, con ottimo rendimento, le varie frequenze armoniche, dalla quarta alla nona.

Per ottenere elevati rendimenti è opportuno l'impiego di un cristallo a taglio particolarmente adatto alla generazione di armoniche.

CIRCUITO TRITET. — È illustrato in B di fig. 14.9. Anch'esso è costituito da un circuito di griglia controllo funzionante alla frequenza del cristallo, e da due altri a frequenze multiple. Differisce dal precedente per avere il circuito accordato di prima

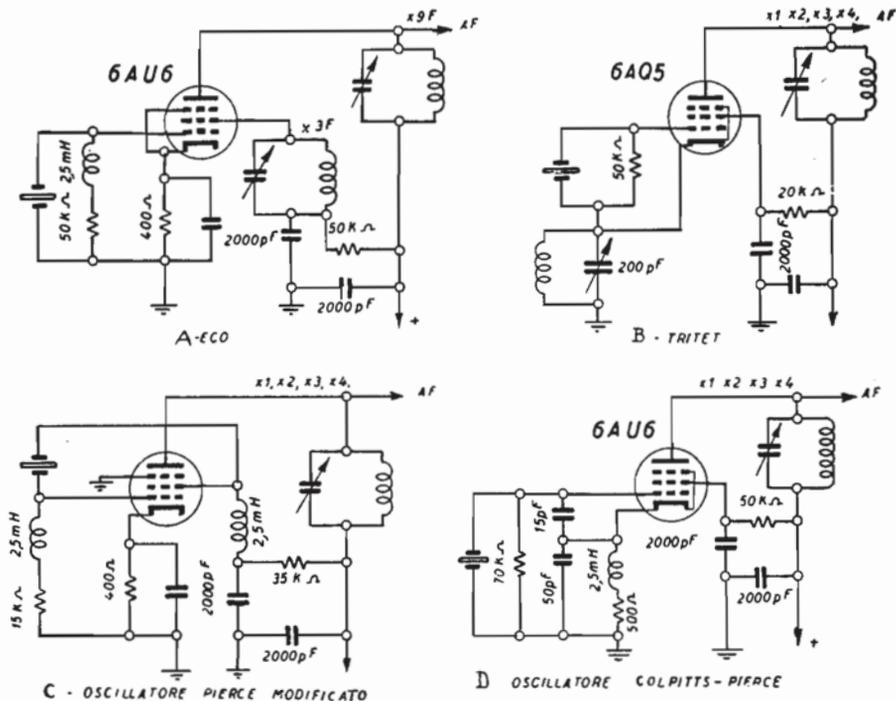


Fig. 14.9. - Quattro tipici circuiti di oscillatori a moltiplicazione di frequenza, controllati a cristallo.

moltiplicazione collegato in serie al catodo della valvola anzichè alla griglia schermo. La funzione di placca per la sezione oscillatrice è affidata alla griglia schermo. È opportuno che le oscillazioni siano ottenute con il condensatore di griglia controllo di 200 pF alla massima capacità necessaria per la migliore stabilità di funzionamento. Con capacità troppo basse ed elevate tensioni di alimentazione, il cristallo corre il pericolo di frantumarsi. La valvola non è di tipo critico: possono essere usate con buoni risultati la 6AQ5, la 6V6 o altre simili.

CIRCUITO PIERCE MODIFICATO. — In C della stessa figura è illustrato un oscillatore moltiplicatore controllato a cristallo. È una semplificazione dei precedenti in quanto vi sono due soli circuiti, quello del cristallo e quello di uscita, accordato sulla frequenza fondamentale o sulle armoniche fino alla quarta. Il circuito del cristallo è simile al Pierce classico, con la variante che la placca è sostituita dalla griglia schermo; il cristallo è infatti collegato tra la griglia controllo e la griglia schermo che funziona da placca. Le due impedenze di AF di 2,5 mH provvedono a disaccoppiare il circuito oscillante da quello di alimentazione. La frequenza del segnale di uscita determinata da quella multipla di accordo del circuito di placca può essere doppia, tripla, quadrupla di quella del cristallo. È di facile messa a punto. La moltiplicazione può essere ottenuta regolando la capacità del variabile, quella per 3 e per 4, sostituendo la bobina di placca.

Spostamenti di frequenza in ogni banda dilettantistica vanno effettuati con il solo cambio del cristallo ed un eventuale ritocco del condensatore variabile.

CIRCUITO COLPITTS-PIERCE. — Un circuito simile al precedente, con la reazione ottenuta sul circuito di catodo anziché su quella di griglia-schermo, è riportato in D; è questo il circuito Colpitts-Pierce. L'oscillatore comprendente il cristallo è di tipo Colpitts. L'impedenza AF serve a disaccoppiare il catodo ed i due condensatori in serie costituiscono il divisore di tensione AF. Anche in questo caso la griglia schermo rappresenta la placca della sezione d'oscillatore. Il circuito di placca può essere accordato alla frequenza fondamentale o ad una armonica del cristallo.

Amplificatori AF, duplicatori e moltiplicatori di frequenza.

In tutti i trasmettitori di media e grande potenza vi sono uno o più stadi amplificatori in alta frequenza, posti tra l'oscillatore e l'amplificatore finale. Essi differiscono sostanzialmente dagli amplificatori AF dei radioricevitori per il fatto che provvedono all'amplificazione di potenza anziché alla sola amplificazione di tensione; tale amplificazione di potenza è necessaria per il funzionamento in classe C dello stadio finale, e la conseguente notevole corrente di griglia nel suo circuito di entrata, detto anche *circuito di eccitazione* o *circuito pilota*. Le valvole degli stadi di amplificazione sono di conseguenza valvole ad elevata corrente di placca e bassa resistenza interna, ossia valvole di potenza. Altra caratteristica essenziale degli amplificatori AF è quella di poter essere accordati alla stessa frequenza del circuito oscillatore o ad una frequenza multipla. Sono detti *stadi duplicatori* quelli che provvedono al raddoppiamento della frequenza della tensione AF presente alla loro entrata. Sono detti *stadi moltiplicatori* quelli che provvedono a triplicare, quadruplicare la frequenza di entrata.

Nei trasmettitori vi possono essere solo duplicatori di frequenza, oppure solo moltiplicatori od ambedue i tipi. La moltiplicazione di frequenza è indispensabile ogni qual volta sia richiesta elevata stabilità di frequenza dei trasmettitori, in particolare in quelli con VFO.

DUPLICATORI. — Come detto, i circuiti trasmettenti possono funzionare da duplicatori; a questo scopo è sufficiente che la valvola amplificatrice AF abbia il circuito di uscita accordato su una frequenza doppia di quella di entrata. È sempre vantaggioso adottare circuiti duplicatori di frequenza nonostante la loro resa sia alquanto inferiore che sulla frequenza fondamentale, essendo in tal modo possibile realizzare l'oscillatore generatore su frequenze relativamente basse, dove le piccole variazioni di capacità non influenzano praticamente la frequenza di trasmissione, e trasformare successivamente la frequenza prodotta in frequenze multiple fino a quella desiderata; è quindi di più facile messa a punto e meno influenzato dalla variazione di carico.

POLARIZZAZIONE DEGLI AMPLIFICATORI AF. — Per il funzionamento in classe C dello stadio duplicatore e moltiplicatore, è necessario che la valvola sia polarizzata con tensione negativa di valore tale da interdire completamente la corrente di placca in assenza di segnale all'ingresso. Tale elevata tensione negativa è generalmente compresa tra — 50 e — 100 volt, e può essere ottenuta in uno dei seguenti modi:

- a) per corrente di griglia controllo;
- b) per corrente anodica;
- c) con sorgente esterna.

La polarizzazione per corrente di griglia è conseguente alla caduta di tensione ai capi della resistenza di griglia, data la relativamente elevata corrente che la percorre. In assenza del segnale AF all'entrata viene a mancare la corrente di griglia con conseguente riduzione a zero della tensione di polarizzazione, aumento di corrente e pericolo di avaria della valvola. Nonostante ciò, questo sistema di polarizzazione è molto diffuso per la sua semplicità.

Il valore della resistenza di griglia necessario è dato da:

$$\frac{\text{Tensione negativa richiesta}}{\text{Corrente di griglia controllo.}}$$

I due dati variano a seconda del tipo di valvola e le condizioni di lavoro e sono indicati nelle caratteristiche.

La polarizzazione per corrente anodica è ottenuta con una resistenza di catodo di adeguato valore. Con tale polarizzazione la messa a punto risulta più difficoltosa per il fatto che variazioni di sintonia del circuito di placca e quindi di carico della valvola, influenzano la polarizzazione. Una ridotta polarizzazione di questo tipo è usata insieme con la polarizzazione di griglia a scopo protettivo. La polarizzazione con sorgente esterna è ottenuta con una sezione dell'alimentatore; con essa è possibile l'interdizione della corrente anodica in assenza di eccitazione.

CIRCUITO ACCORDATO DI PLACCA. — L'amplificatore AF è provvisto generalmente di un circuito di placca, il quale permette a mezzo di un condensatore variabile la risonanza sulla frequenza fondamentale o armonica. L'alimentazione della

valvola può essere in serie (A) o in parallelo (B), come indica la fig. 14.10. È in serie quando la corrente di alimentazione anodica fluisce lungo la bobina del circuito volano; ciò presenta l'inconveniente che il condensatore variabile e tutto il circuito accordato si trovano nella stessa tensione di placca. L'alimentazione è in parallelo quando la corrente di placca fluisce in una impedenza di alta frequenza, e la corrente AF viene trasferita al circuito volano tramite un condensatore di accoppiamento. Questa disposizione viene generalmente adottata per gli stadi finali del trasmettitore, per evitare che le operazioni di accoppiamento all'antenna risultino pericolose per l'operatore.

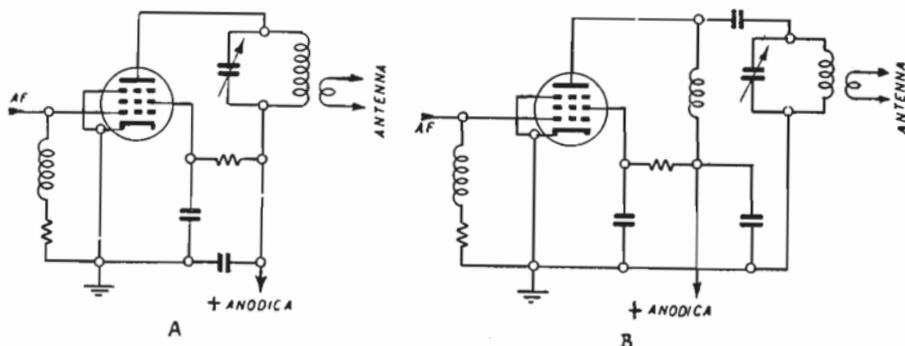


Fig. 14.10. - Alimentazione anodica di valvola amplificatrice AF in serie (A) ed in parallelo (B).

MESSA A PUNTO DELL'AMPLIFICATORE AF. — Negli stadi separatori di media potenza è opportuna l'applicazione di uno strumento indicatore della corrente anodica in modo da facilitare le operazioni di accordo e messa a punto. Durante queste operazioni, la corrente anodica non deve oltrepassare quella massima prevista dal costruttore.

La ricerca dell'accordo degli stadi va fatta con tensioni ridotte o comunque rapidamente, poichè il funzionamento continuativo a corrente anodica ridotta, causa la mancanza di carico, provoca eccessiva corrente di griglia schermo, tale da poter avariare in breve tempo la valvola.

L'accordo, oltre che con gli strumenti di placca, ed eventualmente di griglia, può essere fatto con indicatori a luminescenza, quali la sondospira e la lampadina al neon. È sufficiente avvicinare alle induttanze di accordo una spira portante alle estremità una lampadina da scala parlante, per constatare con l'accensione della medesima la presenza di corrente ad alta frequenza, oppure avvicinare semplicemente una lampadina al neon per provocarne la luminescenza interna. Una lampadina ad incandescenza strettamente accoppiata alla induttanza di accordo può costituire un carico dissipatore utile durante le operazioni di messa a punto. Così facendo è possibile eliminare l'inconveniente dell'arrossamento della griglia-schermo. Può sostituire il carico d'antenna qualora si desideri effettuare prove di trasmissione senza creare con l'irradiazione disturbi di interferenza con altre stazioni.

Il rapporto della capacità ed induttanza impiegate nei circuiti accordati dei trasmettitori va scelto in modo da ottenere un favorevole compromesso tra rendimento e percentuale di armoniche. In circuiti amplificatori il fattore di merito, determinato principalmente da questo rapporto, è 10. Si realizza praticamente questa condizione adottando una capacità di accordo del valore in picofarad sensibilmente eguale alla lunghezza d'onda in metri sulla quale si desidera sintonizzarsi. Su 40 metri si useranno ad es., 40 pF, su 20 metri 20 pF, ecc.

La necessità di restare in questi limiti comporta talvolta la sostituzione delle induttanze qualora la frequenza di lavoro venga variata, in modo da riportare il rapporto LC al valore necessario.

NEUTRALIZZAZIONE DELL'AMPLIFICATORE AF. — I circuiti di entrata dell'amplificatore AF devono essere accuratamente separati da quelli di uscita allo scopo di evitare accoppiamenti retroattivi che possono causare l'autoscillazione dello stadio. Utilizzando pentodi o tetrodi a griglia schermo, non è generalmente necessario provvedere la valvola di circuito di neutralizzazione, poichè un accurato schermaggio ed una attenta disposizione dei ritorni a massa, è sufficiente. È invece indispensabile per i triodi. La verifica della neutralizzazione degli stadi amplificatori può essere fatta togliendo la valvola oscillatrice e accoppiando allo stadio in esame la sonda-sondra; la rotazione completa del condensatore di sintonia non deve causare alcuna luminosità della lampadina. La verifica può essere fatta anche osservando lo strumento di placca, l'indice del quale deve rimanere immobile durante tutta la rotazione.

3. - LO STADIO FINALE DEL TRASMETTITORE

L'amplificazione di potenza AF.

Gli stadi d'amplificazione ad alta frequenza dei trasmettitori sono caratterizzati dalla bassa amplificazione di tensione e dall'elevata amplificazione di corrente. L'amplificazione di tensione dell'intera sezione AF del trasmettitore può essere di 10 volte, mentre quella di un ricevitore può essere di 100 000 volte; all'entrata della sezione AF di un trasmettitore vi possono essere una decina di volt, mentre a quella di un ricevitore vi può essere qualche microvolt.

In fig. 14.11, in alto, è indicato lo schema di uno stadio di amplificazione di tensione AF; la tensione AF modulata all'entrata è amplificata ed appare all'uscita dello stadio senza distorsione, conservando esattamente la stessa forma d'onda. È questa l'*amplificazione di tensione di classe A*. L'intero ciclo della tensione AF di griglia pilota la valvola, per cui la forma della tensione AF di uscita è esattamente la stessa di quella di entrata, ossia l'amplificazione avviene senza distorsione.

Nell'esempio sottostante, all'entrata della valvola vi è una tensione AF sinusoidale, non modulata e di elevata ampiezza; all'uscita della valvola sono presenti soltanto guizzi di corrente, i quali non riproducono affatto la forma d'onda della tensione AF di entrata.

Ai capi del circuito accordato, accoppiato alla placca vi è una tensione AF completa di ambedue le semionde, la quale ha la stessa frequenza della tensione AF di ingresso ma non la stessa forma d'onda; l'amplificazione avviene con forte distorsione. È questa l'amplificazione di corrente, ossia in classe C.

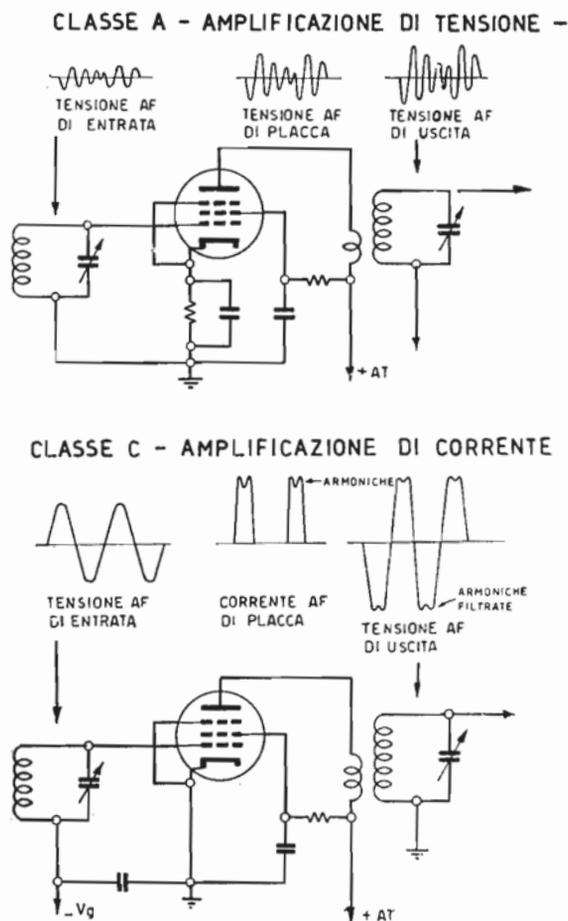
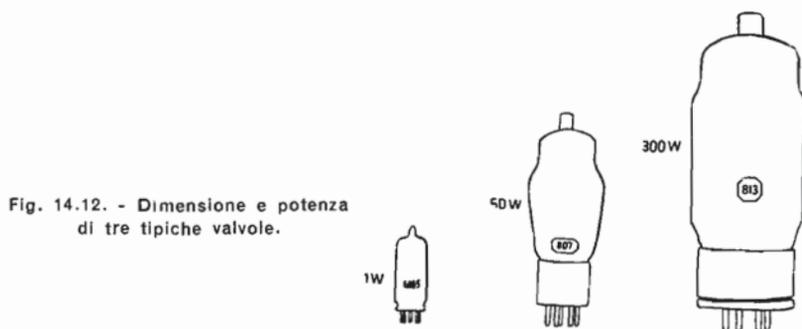


Fig. 14.11. - Tipici circuiti di amplificazione di alta frequenza, di tensione in classe A, di corrente in classe C.

Nel circuito di placca della valvola amplificatrice di tensione in classe A, il carico è molto elevato, ad es., di $1\text{ M}\Omega$; ai suoi capi vi sono variazioni di tensione relativamente assai ampie rispetto alle variazioni di tensione all'entrata della valvola, generalmente di minima ampiezza. Per il carico molto elevato, l'intensità della corrente di placca e le variazioni della stessa sono di valore ridottissimo.

Nel circuito di placca della valvola amplificatrice di corrente in classe C il carico è invece minimo, ad es., di 5 000 ohm; è percorso da correnti assai ampie e variazioni di tensioni relativamente piccole rispetto a quelle di entrata della valvola.

La potenza AF è data dal carico in ohm per il quadrato della corrente AF in ampere. Per cui se il carico è ad es. di 5 000 ohm e la variazione di corrente efficace è di 100 mA, la potenza di uscita è di $0,1^2 \times 5\,000 = 50$ watt.



Le valvole amplificatrici di tensione sono generalmente di piccole dimensioni, provviste di catodo a debole emissione elettronica; le valvole amplificatrici di corrente sono di dimensioni maggiori e provviste di catodo a forte emissione elettronica. Un esempio di rapporto di dimensione tra valvole amplificatrici di potenza è illustrato dalla fig. 14.12.

AMPLIFICAZIONE IN CLASSE C.

Con il termine amplificazione in classe C si suole indicare l'amplificazione di corrente, ossia di potenza, usata quasi esclusivamente nella sezione ad alta frequenza dei trasmettitori. Benchè questo tipo di amplificazione introduca forte distorsione in quanto produce armoniche della frequenza fondamentale, ciò non disturba la trasmissione, poichè le stesse sono in gran parte eliminate dall'azione filtrante dei circuiti accordati.

Le valvole amplificatrici in classe C funzionano con il punto di lavoro completamente fuori dalla curva caratteristica, oltre il ginocchio inferiore, come indicato dalla fig. 14.13. La tensione di polarizzazione è assai elevata, circa il doppio di quella necessaria per annullare completamente la corrente anodica, ossia oltre il punto di interdizione. Come si può notare in figura, in classe A il punto di lavoro si trova invece al centro del tratto rettilineo della caratteristica.

All'entrata della valvola funzionante in classe C vi è una tensione AF di notevole ampiezza, tale da annullare l'intera elevata tensione negativa di polarizzazione e pilotare la valvola sino oltre il punto di saturazione di corrente anodica. La griglia controllo della valvola è positiva in corrispondenza a ciascun massimo della tensione AF di entrata; in tale istante assorbe elettroni, per cui vi è corrente di griglia.

Solo una parte della semionda positiva all'entrata determina corrente anodica; in altri termini l'angolo di circolazione della corrente è inferiore ai 180° ; in pratica è compreso tra 120° e 150° . Nelle valvole in classe A l'angolo di circolazione è invece di 360° .

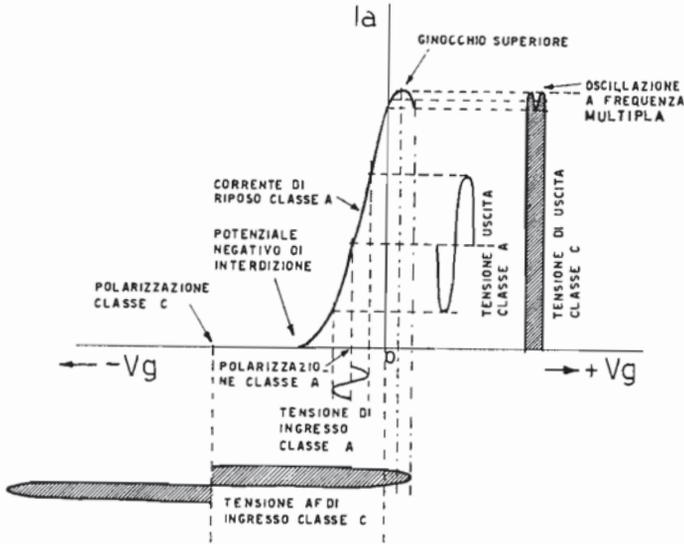


Fig. 14.13. - Principio di funzionamento delle valvole amplificatrici in classe A ed in classe C.

Sistemi di modulazione.

La tensione a bassa frequenza può venir applicata a quella ad alta frequenza in diversi modi, per cui esistono più sistemi di modulazione. In genere la tensione BF può venir applicata ad uno qualsiasi degli elettrodi della valvola finale AF.

MODULAZIONE DI PLACCA.

La potenza fornita dal modulatore è applicata alla placca della valvola finale AF tramite una impedenza o un trasformatore, come indica la fig. 14.14. Nel primo caso si tratta di *modulazione Heising*; nel secondo si tratta di *modulazione Armstrong*.

La modulazione Heising è la più antica ed ancora la più diffusa; è anche denominata *modulazione a corrente costante*.

La placca della valvola finale BF è collegata in serie al circuito volano. La corrente di modulazione percorre l'impedenza di carico della valvola BF, quindi la bobina del circuito volano. La tensione anodica applicata alla valvola finale AF è in tal modo variabile a seconda della modulazione BF, allo scopo di consentire ele-

vata percentuale di modulazione con bassa distorsione. La resistenza di carico delle due valvole finali AF e BF è la stessa.

Le due valvole sono alla stessa tensione anodica di alimentazione per consentire la modulazione al 100%. Una resistenza regolabile permette di diminuire la tensione di alimentazione dello stadio AF. Un condensatore di capacità adeguata ($1 \mu\text{F}$), posto in parallelo alla resistenza regolabile, permette il facile passaggio della tensione BF modulante.

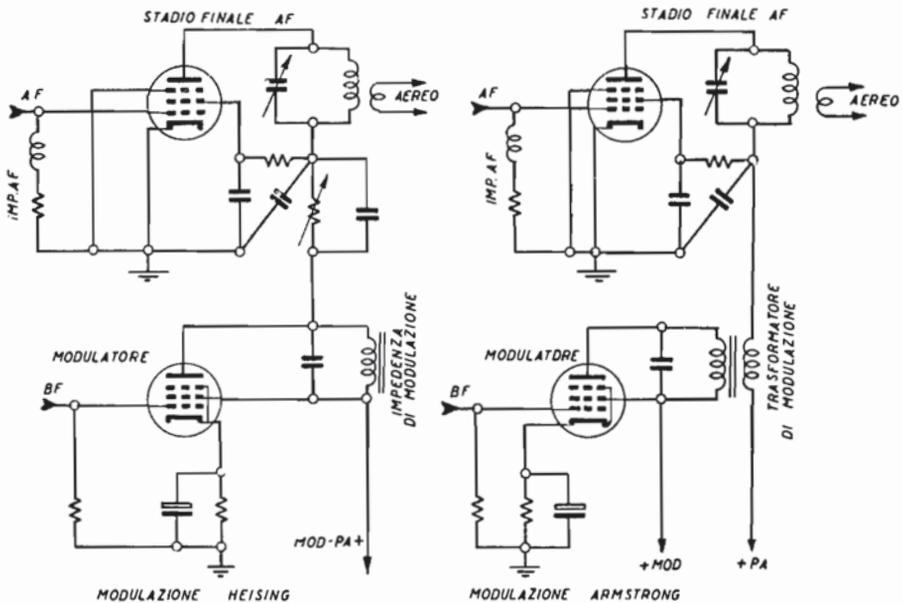


Fig. 14.14. - Due tipici esempi di circuiti di modulazione; a sinistra il circuito Heising, a destra il circuito Armstrong.

Questo sistema di modulazione presenta lo svantaggio di richiedere una impedenza BF ampiamente dimensionata, diversamente si introducono distorsioni per la facilità della saturazione magnetica del nucleo di ferro.

Il sistema di modulazione Armstrong utilizza un trasformatore BF per trasferire la tensione BF modulante alla placca della valvola finale AF. È illustrato nella stessa figura. Non è necessario in tal caso alcuna resistenza in serie al circuito volano; l'eventuale diversità di impedenza di carico è compensata con un adeguato rapporto del trasformatore BF. La presenza di due avvolgimenti percorsi da correnti pressochè uguali e di fase opposta, evita il pericolo della saturazione magnetica del nucleo, il quale può così essere di piccole dimensioni. Altro vantaggio di questo sistema consiste nella possibilità di separare i due circuiti di alimentazione anodica.

Qualora la valvola finale AF sia un pentodo, come nell'esempio di figura, per ottenere il 100% di modulazione è sempre opportuno che alle modulazioni di placca si accompagni quella di griglia schermo, collegando semplicemente la resistenza griglia schermo al ritorno del circuito volano. Il valore del condensatore collegato tra la griglia schermo e la massa è generalmente di 1000 picofarad.

La potenza BF necessaria, fornita dal modulatore per modulare al 100% l'onda portante AF, è metà della potenza di alimentazione dello stadio finale AF. Ad es., se la potenza input dello stadio AF è di 50 watt, quella del modulatore è di 25 watt.

MODULAZIONE DI SOPPRESSIONE.

La disposizione è simile a quella del sistema a modulazione di placca Armstrong, con la differenza che la tensione BF è applicata alla griglia di soppressione della valvola finale AF anziché alla sua placca. Questo sistema è indicato in fig. 14.15.

Vantaggio principale di questo sistema consiste nella minima potenza del modulatore, la quale può essere circa il 5% di quella CC di alimentazione dello stadio finale AF, per cui, se ad es. la potenza è di 25 watt, quella BF del modulatore può essere di soli 1,25 watt. Trasmettitori con questo tipo di modulazione possono essere di piccole dimensioni, e perciò portabili. Questo sistema richiede l'uso di una valvola finale AF con adatte caratteristiche, ad es., il pentodo Philips PC 1,5/100.

Per poter ottenere la modulazione con buona linearità, prossima al 100%, nonostante la modesta potenza del modulatore, è necessario che la valvola finale AF sia in grado di quadruplicare la potenza nei picchi di modulazione. A tale scopo la potenza CC di alimentazione anodica della valvola finale AF è ridotta a circa un quarto di quella normale; ne consegue che viene sfruttata una minima parte della potenza ricavabile dalla valvola. Nell'esempio fatto, è necessario usare una valvola della potenza di circa 100 watt.

MODULAZIONE DI CATODO E GRIGLIA CONTROLLO.

Lo schema di principio di questo sistema di modulazione è illustrato dalla figura 14.16. La tensione BF è trasferita dall'uscita del modulatore al catodo ed alla griglia controllo della valvola finale AF. Con tale sistema di modulazione la potenza di uscita del modulatore è circa il 20% della potenza CC di alimentazione anodica della valvola finale AF. La tensione BF è applicata simultaneamente al catodo della valvola finale ed alla griglia controllo della stessa, mediante un trasformatore di modulazione. La tensione BF applicata alla griglia controllo è inferiore a quella applicata al catodo ed è ricavata da una presa sul secondario del trasformatore di modulazione. I risultati migliori si ottengono quando la percentuale di modulazione di catodo è compresa tra il 40 e il 45%. La percentuale di modulazione di griglia va regolata variando la presa sul secondario sino ad elevare la percentuale di modulazione in prossimità del 100%. L'onda portante risulta modulata simultaneamente per effetto del segnale applicato al catodo e alla griglia di controllo e la modulazione complessiva risulta dalla somma delle due percentuali.

Con questo tipo di modulazione è necessaria alta tensione anodica e bassa corrente, in modo che la potenza CC di alimentazione della valvola AF sia circa il 60% di quella ottenibile con la sola modulazione di placca. È pure necessario che la tensione di polarizzazione di griglia controllo della valvola finale sia fissa.

Questo sistema di modulazione è uno dei più recenti; presenta il vantaggio di consentire profondità di modulazione prossima al 100% con modulatore di piccola potenza. La linearità della modulazione risulta ottima purchè l'eccitazione AF di griglia non sia eccessiva.

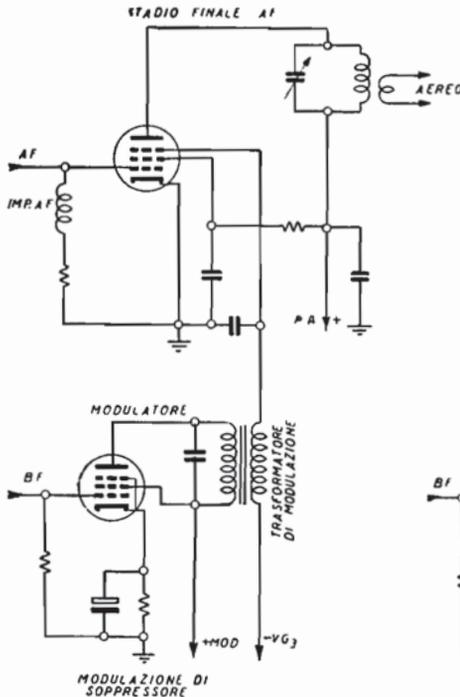


Fig. 14.15. - Esempio di circuito di modulazione del tipo a griglia di soppressione. La tensione modulante BF è applicata alla griglia di soppressione del pentodo finale AF.

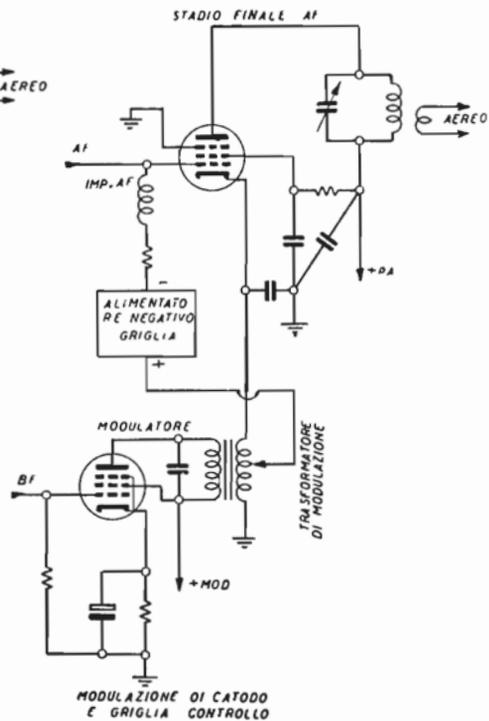


Fig. 14.16. - Esempio di circuito di modulazione di catodo e di griglia controllo.

MODULAZIONE TELEGRAFICA.

I segni Morse possono venir trasmessi in due modi principali:

- a) con la soppressione dell'onda portante;
- b) con la modulazione dell'onda portante mediante un cicalino.

Nel primo caso il tasto manipolatore chiude e apre ritmicamente un circuito di alimentazione di uno stadio AF; nel secondo caso l'antenna irradia senza interruzione, e l'onda portante è modulata con una nota acustica, presente a tasto abbassato.

TRASMISSIONE TELEGRAFICA E STABILITÀ DI FREQUENZA.

I canali assegnati alle trasmissioni telegrafiche sono molto ristretti dell'ordine di 50 kc/s, per cui è spesso necessario spostare la frequenza di lavoro del trasmettitore onde evitare interferenze con altre emittenti, o per mettersi in isofrequenza con la stazione corrispondente. Non è conveniente l'impiego di oscillatori controllati a quarzo per l'eccessivo numero di cristalli necessari; è generalmente impiegato allo scopo un VFO stabilizzato, con più stadi separatori, realizzato in modo da evitare derive di frequenza ed il cosiddetto pigolio telegrafico, inconvenienti questi assai frequenti, dovuti alle brusche variazioni di carico causa la manipolazione telegrafica.

MODULAZIONE CLAMP.

È un tipo particolare di modulazione di griglia schermo, simile alla modulazione di placca tipo Heising, con la variante che l'impedenza di carico all'uscita del modulatore è sostituita con una resistenza il cui valore è due volte quello necessario per il carico di placca della valvola finale BF.

Una resistenza variabile consente di regolare la tensione di griglia schermo della valvola finale AF ad un valore tale da consentire la modulazione al 100%. In parallelo alla resistenza vi è un condensatore di circa 0,1 μ F per il facile passaggio delle frequenze di modulazione. Il condensatore di griglia schermo non deve essere superiore ai 2 000 picofarad.

Per la verifica della linearità e percentuale di modulazione è opportuno l'uso di un oscilloscopio.

MODULAZIONE A PORTANTE CONTROLLATA.

Si basa sul principio di variare la resa di uscita della valvola finale AF in corrispondenza all'ampiezza della tensione BF modulante. Ciò si ottiene generalmente mediante variazione della tensione di griglia schermo controllata dall'ampiezza della tensione BF.

La tensione di griglia schermo della finale AF è ottenuta da una valvola la cui tensione di polarizzazione di griglia controllo è ottenuta dalla rettificazione di una parte della tensione BF fornita dal modulatore, come indicato in fig. 14.17.

In assenza della tensione modulante, la tensione di griglia schermo della valvola finale AF è bassissima, e l'ampiezza della portante pressochè nulla. In presenza di tensione BF modulante, aumenta la tensione di polarizzazione della valvola di controllo, la cui resistenza interna aumenta in proporzione. In tal modo la corrente anodica della valvola diminuisce e diminuisce pure la caduta di tensione ai capi della sua resistenza di carico e si eleva la tensione di griglia schermo della finale AF con conseguente aumento dell'ampiezza della portante.

L'aumento dell'ampiezza della portante è proporzionale all'aumento dell'ampiezza della modulante; esse devono variare con la stessa legge. A tale scopo vi

è una resistenza regolabile sul catodo della valvola di controllo; un'altra resistenza variabile posta all'entrata della valvola di controllo serve per regolare la profondità di modulazione fino al 100%.

Per l'elevata potenza ricavabile dalla valvola finale AF con questo tipo di modulazione, esso si è notevolmente diffuso tra i dilettanti in questi ultimi anni. Nel capitolo seguente è illustrato un esempio di trasmettitore a portante controllata.

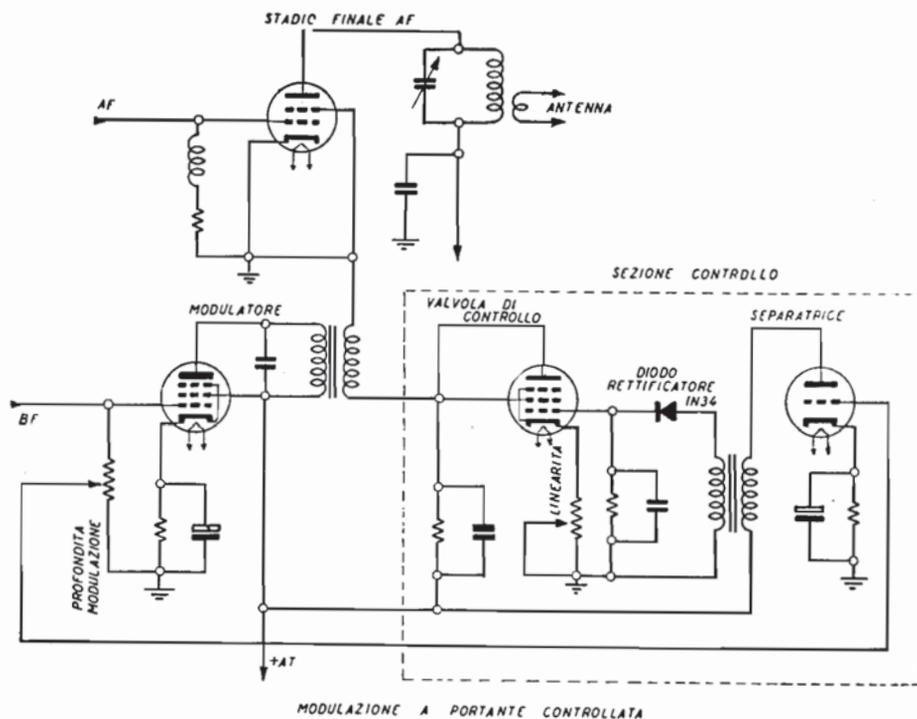


Fig. 14 17. - Esempio di modulazione a portante controllata.

Caratteristiche dello stadio finale di potenza.

POTENZA DI PILOTAGGIO. — Viene detta *potenza di pilotaggio* la potenza AF assorbita dal circuito di griglia controllo della valvola finale funzionante in classe C. Nei trasmettitori di piccola e media potenza è compresa tra 0,1 e 5 watt.

SENSIBILITÀ DI POTENZA DELLO STADIO FINALE. — Essa indica il rapporto tra la potenza output AF (assorbita dall'antenna e irradiata) e la potenza di pilotaggio. Per i trasmettitori di tipo medio tale sensibilità di potenza è dell'ordine di 80 per gli stadi finali con pentodi, e di circa 12 per quelli con triodi.

DETERMINAZIONE DELLA SENSIBILITÀ DI POTENZA. — È data dalla potenza output AF divisa per la potenza di pilotaggio di griglia.

Se, ad es., la output AF è di 35 watt e quella di griglia è di 0,46 watt, la sensibilità di potenza è di 80.

RENDIMENTO ANODICO. — Con tale termine si suole indicare il rapporto tra la potenza output e la potenza input. I termini *efficienza di conversione*, *efficienza di placca* e *rendimento anodico* hanno lo stesso significato e perciò si equivalgono.

Il rendimento anodico dipende da numerosi fattori, tra i quali la frequenza di lavoro; in generale esso decresce con l'aumentare della frequenza. È ad es. del 70% a 7 Mc, mentre può scendere al 45% a 28 megacicli.

DETERMINAZIONE DEL RENDIMENTO ANODICO. — Qualora siano note la potenza output e la potenza input, il rendimento anodico è dato dalla potenza input diviso per la potenza output.

Se ad es. l'output è di 35 watt e l'input di 50, il rendimento anodico è di 0,7, ossia del 70%.

MISURA DELLA POTENZA OUTPUT. — Va fatta con uno strumento a termocoppia inserito nel circuito di antenna, oppure in serie ad una resistenza anti-induttiva in sostituzione dell'antenna, e dello stesso valore della impedenza della discesa di antenna che può essere di 75, 150 o 300 ohm. La lettura fornita dallo strumento va moltiplicata per se stessa e per la resistenza della discesa. Se ad es. l'antenna è alimentata con una linea di trasmissione di 75 ohm di impedenza e la lettura dello strumento è di 0,68 A, la potenza output è di $0,68^2 \times 75 = 35$ watt.

DISSIPAZIONE ANODICA MASSIMA. — La dissipazione anodica consiste in potenza convertita in calore. La valvola o le valvole finali possono sopportare il riscaldamento solo entro un certo limite; vi è un limite alla dissipazione anodica oltre il quale il riscaldamento risulta tale da causare il deterioramento delle valvole. Poichè la dissipazione anodica dipende a sua volta dal rendimento anodico e dalla potenza di alimentazione di placca, qualora le valvole finali funzionino con tensione e correnti tali da determinare dissipazione massima o vicino ad essa, il rendimento anodico non deve scendere sotto un certo *livello di sicurezza*.

Il rendimento anodico non è costante, ma varia notevolmente al variare della frequenza di lavoro; per una data valvola finale il rendimento può essere ad es. del 70% alla frequenza di 7 Mc/s e può scendere al 40% passando dalla frequenza di 7 a quella di 28 Mc/s. Si intende che la diminuzione del rendimento all'aumentare della frequenza dipende dal tipo di valvola; alcune valvole di vecchio tipo non sono adatte a funzionare a frequenze superiori ai 10 Mc/s, poichè il loro rendimento scende molto rapidamente oltrepassando tale frequenza. Particolari valvole consentono elevati rendimenti anche ad alcune centinaia di Mc/s. Le valvole finali di uso più comune funzionano con buon rendimento sino a frequenze che possono giungere a 30 Mc/s ed a volte 60 megacicli.

All'aumentare della frequenza occorre diminuire la potenza di alimentazione anodica, diminuendo la tensione di lavoro, affinché, al diminuire del rendimento, la dissipazione di calore da parte della placca, non raggiunga valori pericolosi. Nel caso che la valvola funzioni in prossimità della *frequenza limite* di lavoro, cioè della frequenza per la quale il rendimento si avvicina a zero, è necessario che la potenza input non superi la dissipazione anodica della valvola.

CARICO E POTENZA DISSIPATA. — La dissipazione anodica supera il limite di sicurezza ogni qualvolta lo stadio finale viene privato del proprio carico, ad es. se il circuito accordato di placca viene posto fuori di sintonia; in tal caso il carico scende bruscamente a valore molto basso e di conseguenza la dissipazione anodica sale oltre il massimo ammissibile, con arrossamento della placca della valvola e conseguente pericolo di avaria. Per questa ragione i trasmettitori funzionano in condizioni normali di dissipazione anodica solo quando sono perfettamente accordati.

Durante le operazioni di messa a punto e di allineamento, i trasmettitori vanno perciò fatti funzionare con tensioni ridotte.

DATI DI FUNZIONAMENTO DI VALVOLA FINALE 807 CON MODULAZIONE DI PLACCA.

La valvola amplificatrice di potenza 807 viene fatta funzionare con 600 volt di placca, 275 volt di griglia schermo, — 90 di griglia controllo.

Alla sua entrata può essere presente la tensione AF di 115 volt. La corrente anodica ha inizio a — 50 volt di griglia e raggiunge 500 mA alla massima tensione positiva di griglia di 25 volt, ossia 115 — 90. In questo istante la tensione di placca è scesa da 600 volt a 90 volt, per caduta ai capi del carico anodico, costituito dal circuito accordato di placca. La potenza di entrata, ossia di pilotaggio è di 0,4 watt, quella di uscita è di 42,5 watt, per cui la sensibilità di potenza è di $42,5 : 0,4 = 100$.

La resistenza di griglia è percorsa da una tensione continua e costante di 4 mA, dovuta alla rettificazione di griglia.

Il valore della resistenza di griglia è determinato dalla tensione continua di polarizzazione richiesta divisa per la corrente continua di griglia, ossia $90 : 0,004 = 22\,500$ ohm.

Circuito accordato di placca.

Il circuito accordato presente all'uscita dello stadio finale ha il compito di costituire il carico della valvola o delle valvole finali, ed è accoppiato al circuito d'antenna. Consta di un condensatore variabile e di una induttanza fissa; il condensatore è di tipo particolare a lamine spaziate e arrotondate, adatto per sopportare le elevate tensioni anodiche generalmente in gioco, ed evitare la formazione di scariche ed effluvi; è generalmente a variazione lineare di capacità per consentire la facile determinazione delle costanti del circuito finale.

La bobina di induttanza è di tipo adatto per sopportare le elevate correnti a

radio frequenza. L'avvolgimento è generalmente con numero limitato di spire, con diametro notevole e argentate allo scopo di diminuire le perdite per effetto pelle. In generale la bobina si sostiene da sola ed è sistemata su basetta isolante munita di spinotti come negli esempi di fig. 14.18.

Per indicare il circuito accordato di placca è in uso il termine *circuito volano anodico* od anche quello di *circuito tank di placca*.

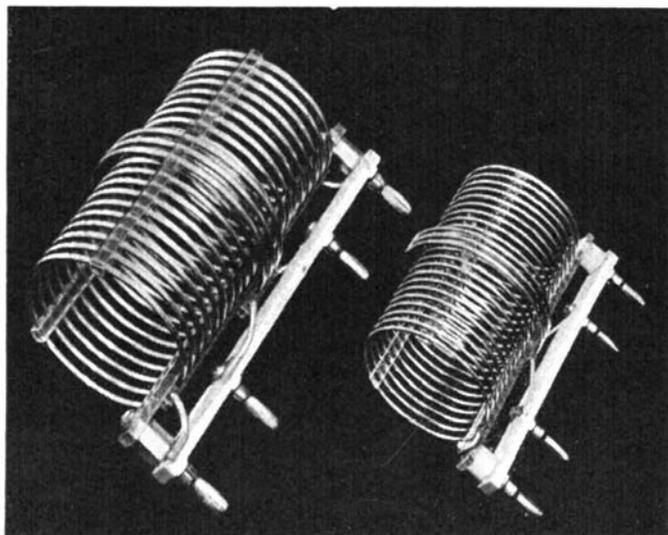


Fig. 14.18. - Esempi di bobine di induttanza per apparecchi trasmettenti. Dato il notevole spessore del filo, non è necessario alcun supporto. Le basette provviste di supporti sono di materiale ceramico.

INDUTTANZA E CAPACITÀ DEL CIRCUITO ACCORDATO DI PLACCA.

Affinchè la potenza trasferita dal circuito anodico a quello di antenna sia massima, è necessario che il carico offerto dal circuito volano anodico sia almeno 10 volte superiore all'impedenza di carico ottima delle valvole.

A tale scopo è necessario anzitutto tenere basse le perdite del circuito volano con l'uso di supporti ceramici, conduttori argentati, razionale disposizione dei componenti nonchè con adatto rapporto L/C del circuito accordato.

Per stabilire tale rapporto, è necessario anzitutto determinare la capacità totale del circuito, la quale consiste nella capacità residua (quella interelettrodica della valvola e quella aggiuntiva degli altri componenti) sommata alla capacità del variabile.

Essa risulta dal grafico di fig. 14.19, per l'uso del quale occorre stabilire il rapporto tra tensione anodica di alimentazione in volt e corrente di alimentazione in milliampere, nonchè la frequenza di lavoro. Se ad es. il rapporto suddetto è di 4

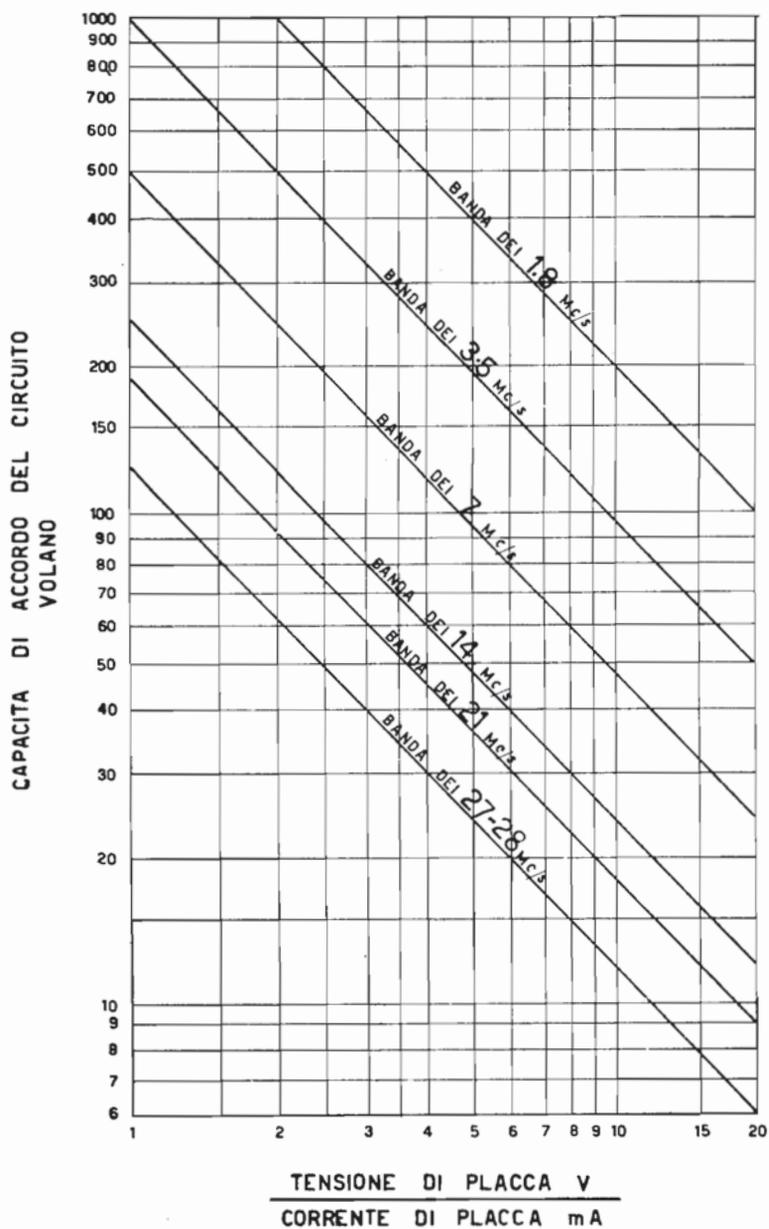


Fig. 14.19. - Grafico per la determinazione della capacità del circuito volano.

(400 V, 100 mA) e la frequenza di lavoro è di 14 Mc, la capacità che risulta dal grafico è di 60 pF. Nota la capacità del circuito, il valore dell'induttanza è quello necessario per la risonanza. Nell'esempio fatto essa è di:

$$L = \frac{25\,330}{f^2 C} = \frac{25\,330}{14 \times 14 \times 60} = 2,15 \text{ microhenry}$$

Lo stesso risultato si ottiene utilizzando la formula pratica seguente:

$$\text{Capacità circuito anodico in pF} = \frac{12 \times \text{Lungh. d'onda in m} \times \text{Corr. anodica in mA}}{\text{Tensione anodica in V}}$$

Nel caso dell'esempio precedente risulta la capacità totale:

$$C = \frac{12 \times 20 \times 100}{400} = 60 \text{ picofarad}$$

Supponendo che la capacità residua sia di 15 pF, quella del variabile sarà di 45 pF.

Un altro esempio è il seguente: si cerchi la capacità del variabile per la frequenza di 28 Mc/s con una valvola che assorba, alla tensione di 700 volt, 70 mA. Dalla formula risulta:

$$C = \frac{12 \times 10 \times 70}{700} = 12 \text{ picofarad}$$

Supponendo la capacità anodica della valvola, cioè la capacità tra placca e catodo, sommata alle capacità residue del circuito, inferiore a quella trovata, è possibile realizzare le condizioni desiderate aggiungendo la capacità del variabile.

NUMERO DI SPIRE DELLA BOBINA. — Una volta stabilita l'induttanza richiesta, in base alla formula precedente, sono da determinare le dimensioni della bobina e il numero di spire.

Le dimensioni risultano da considerazioni di ordine pratico, ossia in dipendenza delle dimensioni dell'apparecchio, della potenza e degli eventuali supporti e basette disponibili.

Non è generalmente opportuno tener conto del fattore frequenza, perchè per ragioni pratiche conviene dare la stessa dimensione a tutta la serie di bobine, sia per utilizzare lo stesso tipo di basette, sia per rendere più rapido il calcolo delle spire.

Stabilite ora le dimensioni, cioè diametro e lunghezza dell'avvolgimento in centimetri, il numero di spire risulta dalla seguente formula:

$$\begin{aligned} &\text{Numero di spire} = \\ &= \sqrt{\frac{3 \times \text{Diam. dell'avvolg. in cm} + 9 \times \text{Lungh. dell'avvolg. in cm} \times \text{Indutt. in } \mu\text{H}}{0,08 \times \text{Diametro dell'avvolgimento in cm}^2}} \end{aligned}$$

Lo spessore del filo risulta determinato da due considerazioni: la potenza applicata e la frequenza; è tanto maggiore quanto maggiori sono la potenza e la fre-

quenza; aumenta con la potenza per limitare le perdite per resistenza, ed aumenta con la frequenza per ridurre gli inconvenienti dell'effetto pelle. Per frequenze basse, sino a circa 14 Mc/s, è usato filo di rame a sezione tonda, con o senza argentatura, mentre per frequenze più elevate è opportuno il tubetto di rame argentato.

Supponendo di dover realizzare la bobina dell'esempio precedente, la cui induttanza risultò essere di 2,15 μH , ed essendo la potenza di 40 watt, si possono stabilire le seguenti dimensioni: diametro 4 cm; lunghezza 8 cm.

Dalla formula risulta il numero di spire:

$$N = \sqrt{\frac{12 + 72}{1,28}} \times 2,15 = 12 \text{ spire}$$

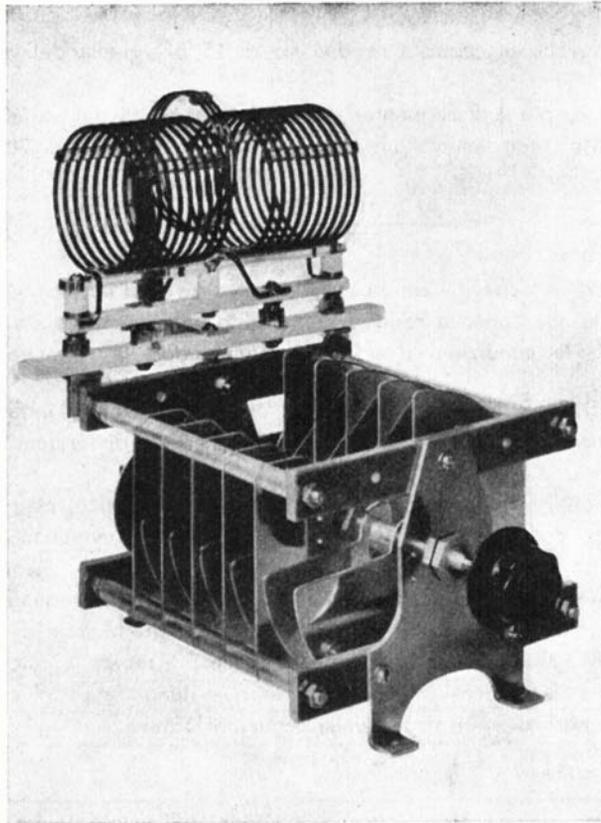


Fig. 14.20. - Circuito volano per stadio finale a due valvole in controfase. Il condensatore variabile è a forte spaziatura, e la bobina è a due sezioni; tra le due sezioni vi è la bobina di accoppiamento d'aereo.

Oscillazioni parassite.

Nei trasmettitori possono talvolta prodursi oscillazioni a particolari frequenze, indipendenti da quelle di lavoro, e tali da disturbare notevolmente il loro funzionamento. Possono essere continue o intermittenti, a frequenza acustica o a frequenza molto elevata.

Sono dette *oscillazioni parassite* o *oscillazioni spurie*; è pure in uso il termine generico di *parassiti*.

È molto facile che tali oscillazioni parassite si formino negli stadi dei trasmettitori, data la presenza in essi di intensi campi elettromagnetici dovuti alle elevate correnti AF di lavoro. Causa principale è la capacità interelettrodica della valvola che accoppia il circuito di entrata con quello di uscita provocando l'autoscillazione dello stadio. Parassiti a frequenza molto elevata si producono in circuiti risonanti che si possono formare tra componenti, o tra un componente e il relativo collegamento; ad es. un condensatore di disaccoppiamento ed il suo reoforo. Parassiti a frequenza udibile possono generarsi per battimento tra la frequenza di trasmissione e le oscillazioni parassite.

La presenza di oscillazioni spurie è resa evidente dalle note acustiche di frequenza e intensità variabili che accompagnano la sintonia del trasmettitore, e da irregolare indicazione degli strumenti di controllo. La verifica può anche venir fatta con un radioricevitore controllando la purezza della modulazione telefonica in trasmissione, la stabilità della frequenza di trasmissione, la eventuale presenza di fischiettamenti che accompagnano i picchi di modulazione.

4. - ANTENNE PER TRASMETTITORI

L'antenna e la linea di trasmissione.

Il più semplice e diffuso tipo di antenna è il dipolo hertziano, detto anche antenna a semionda. È costituito da un solo filo teso orizzontalmente o verticalmente, e di lunghezza corrispondente a 0,475 volte la lunghezza d'onda di trasmissione. I trasmettitori funzionanti su 14 Mc/s pari a 21 metri con antenna a dipolo sono perciò provvisti di antenna lunga circa 10 metri.

La tensione AF applicata all'antenna a dipolo si distribuisce lungo il conduttore in modo che risulta massima ai due estremi e minima al centro; ai due estremi la polarità della tensione si inverte ad ogni ciclo. La corrente AF è distribuita lungo l'antenna in modo da risultare in quadratura di fase rispetto alla tensione; agli estremi dell'antenna l'intensità della corrente è minima, ed è massima al centro, come illustrato in fig. 14.22.

Si suol dire che al centro vi è un *ventre di corrente* ed un *nodo* a ciascun estremo; per la tensione avviene l'inverso, ossia vi è un *nodo* al centro ed un *ventre* a ciascun estremo.

Resta da determinare il diametro del filo, il quale, data la potenza e la frequenza di 14 Mc/s, potrà essere scelto intorno ai due millimetri. Il diametro del filo ha valore di orientamento, in quanto può variare entro limiti abbastanza grandi senza notevole influenza sul rendimento.

In ogni caso, per limitare le perdite dielettriche, è bene che le basette siano di ceramica o di polistirolo (la bachelite, il plexiglas e gli altri materiali plastici diversi dal polistirolo sono meno adatti, specie per frequenze alte); è raccomandabile in mancanza di ceramica o di polistirolo, l'ebanite, che ha qualità dielettriche AF migliori del plexiglas. Un esempio di circuito accordato di placca costituito da un condensatore variabile e bobina per stadio finale in controfase, è quello riportato dalla fig. 14.20.

Per le gamme a frequenza più bassa si prestano bene i supporti ceramici a bassa perdita ad alette, mentre per le frequenze elevate è opportuno che gli avvolgimenti siano autosostenuti.

Quanto detto vale soprattutto per lo stadio finale. Le bobine degli stadi precedenti possono essere di filo più sottile e avvolte su supporti di tipo più comune. Fa eccezione però la bobina dell'oscillatore, la quale deve essere di ottima qualità e meccanicamente molto robusta, e ciò per evitare instabilità di frequenza.

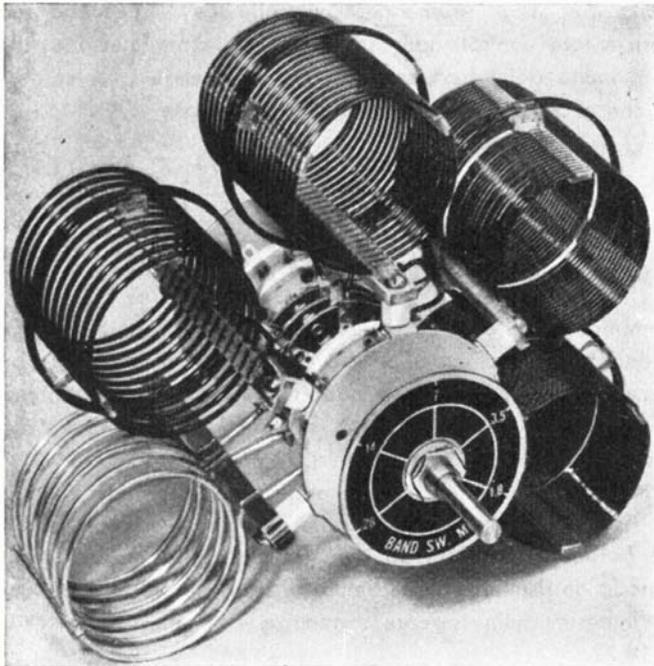


Fig. 14.21. - Gruppo di bobine commutabili mediante inseritore rotante, adatte per 5 gamme di frequenze e per potenza fino a 100 watt.

Una estremità dell'antenna può essere collegata direttamente al trasmettitore, e in tal caso viene detta antenna ad *alimentazione diretta*. Poichè però è necessario che l'antenna sia sufficientemente elevata dal suolo e distanziata da eventuali ostacoli, l'antenna di questo tipo è usata solo in alcuni casi.

L'antenna è collegata al trasmettitore con una discesa, detta *linea di trasmissione*, la quale non fa parte dell'elemento irradiante. Suo scopo essenziale è di trasferire

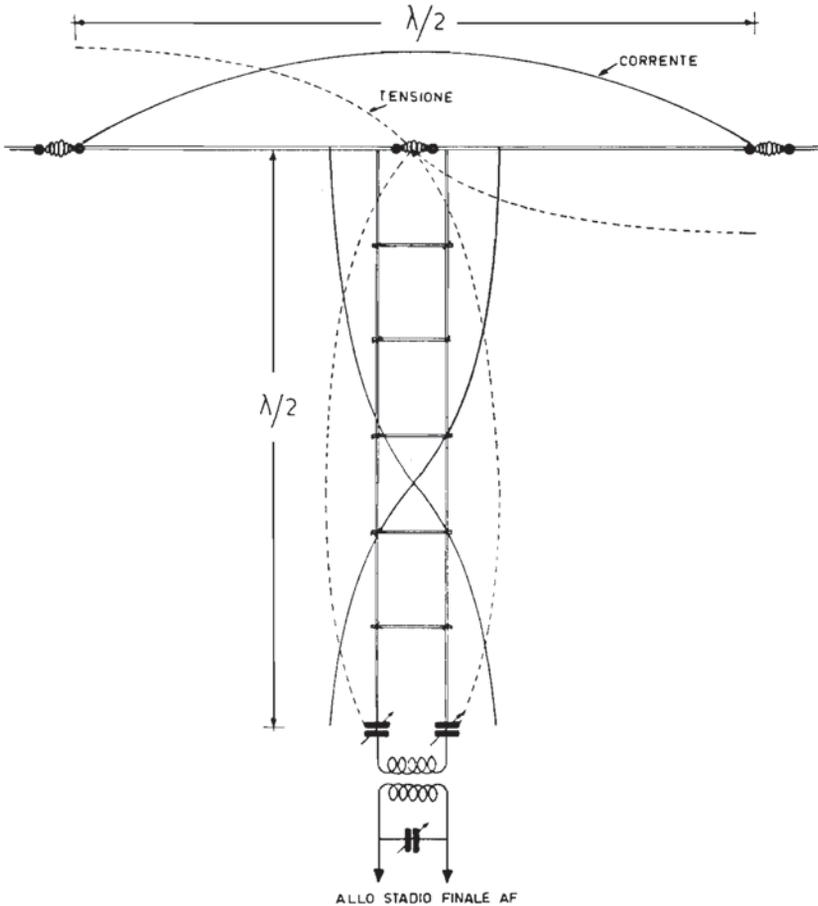


Fig. 14.22. - Distribuzione dell'onda di corrente e dell'onda di tensione lungo l'elemento radiante e la linea di trasmissione di una antenna di tipo Levy.

l'energia AF del trasmettitore all'elemento irradiante con minima perdita; non deve perciò nè dissipare nè irradiare energia AF. È opportuno che la discesa sia collegata in un punto del sistema irradiante in cui vi sia un ventre di corrente, ossia al suo centro; risulta così ridotto l'irradiamento della discesa.

Tipi di linee di trasmissione.

Vi sono due diversi modi di realizzare la linea di trasmissione affinché trasferisca all'antenna la totalità dell'energia AF:

- a) linea sintonizzata;
- b) linea aperiodica.

La *linea sintonizzata* è costituita da due fili conduttori paralleli o coassiali, dei quali uno solo è collegato ad una estremità dell'elemento irradiante, come in fig. 14.23: è questa l'antenna Zeppelin, assai diffusa tra i dilettanti per la facilità di impiego sulle armoniche. Come indica la figura, il secondo filo è collegato ad un capo della bobina di antenna, mentre non è collegato dal lato dell'elemento irradiante. Lungo

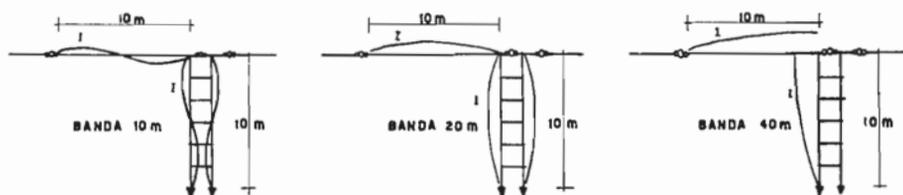


Fig. 14.23. - Distribuzione dell'onda di corrente lungo l'antenna Zeppelin alle bande di 10, 20 e 40 metri.

i due fili la tensione è in opposizione di fase; in ciascun punto di essi la tensione è di ampiezza eguale e di polarità inversa; il campo elettromagnetico attorno ai due conduttori si elide e l'irradiazione dell'energia AF è in tal modo evitata.

Come indica la figura, lungo la discesa è presente un certo numero di quarti d'onda; nel punto in cui la discesa è collegata all'elemento irradiante vi è un massimo di tensione AF, ossia vi è un ventre di tensione.

È detta linea sintonizzata, essendo la discesa, assieme all'antenna, accordata con un condensatore variabile in parallelo o in serie alla bobina di antenna. I due fili della discesa sono distanziati tra di loro di circa 10 cm con adatti isolatori.

L'altro sistema per evitare l'irradiazione dell'energia AF, consiste nell'usare una *linea aperiodica*. Mentre lungo la linea sintonizzata la tensione e la corrente sono in quadratura di fase, lungo la linea aperiodica sono invece in fase. Il rapporto tra la tensione e la corrente è quindi costante lungo tutta la linea. Tale rapporto viene detto impedenza della discesa.

Lungo l'elemento irradiante la tensione e la corrente sono in quadratura di fase, per cui il rapporto tra la tensione e la corrente, ossia l'impedenza, non è costante in tutti i suoi punti, ma varia da un massimo di 2 400 ohm ad un minimo di 72 ohm.

Il trasferimento dell'energia AF dalla linea di alimentazione dell'elemento irradiante è massimo quando la linea è collegata ad un punto dell'elemento irradiante,

nel quale il rapporto tensione-corrente è eguale al rapporto tensione-corrente lungo la linea; ossia quando le due impedenze sono dello stesso valore.

Se, ad es., l'impedenza della linea è di 72 ohm, essa va collegata al centro del dipolo irradiante, dato che in questo punto il rapporto tensione-corrente è sempre 72.

La linea di trasmissione può essere di foggia diversa e variare a seconda del costruttore; l'impedenza è chiaramente indicata e può essere di 72, 150 e 300 ohm. Esse sono tutte bifilari e talvolta schermate.

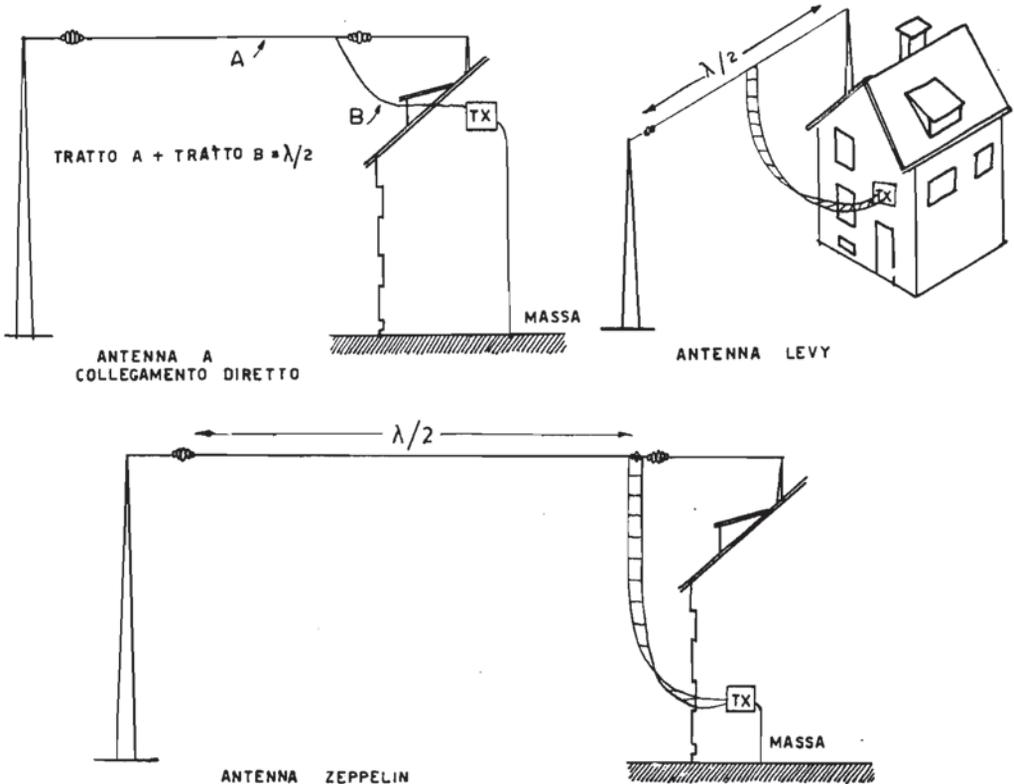


Fig. 14.24. - Esempi di realizzazione pratica di antenne trasmettenti relative a tre diverse posizioni del trasmettitore.

Al posto del conduttore bifilare è possibile utilizzare un solo filo conduttore per la linea di alimentazione. Il rapporto tensione corrente, ossia la sua impedenza, è di 400 ohm, qualora esso si trovi in posizione verticale rispetto al suono. Va collegato ad una distanza dal centro dell'elemento irradiante, corrispondente ad un settimo della lunghezza dell'elemento stesso.

Alcuni esempi di realizzazione pratica di antenne trasmettenti sono illustrati in fig. 14.24.

Direttività dell'antenna hertziana.

L'energia AF non viene irradiata uniformemente intorno all'antenna hertziana, ma è distribuita verso particolari direzioni a seconda del rapporto tra la lunghezza d'onda di trasmissione e quella dell'elemento irradiante e della presenza di ostacoli circostanti.

Un esempio di distribuzione teorica di energia AF di una antenna orizzontale a dipolo è disegnato in A di fig. 14.25. La diffusione avviene sfericamente per cui i

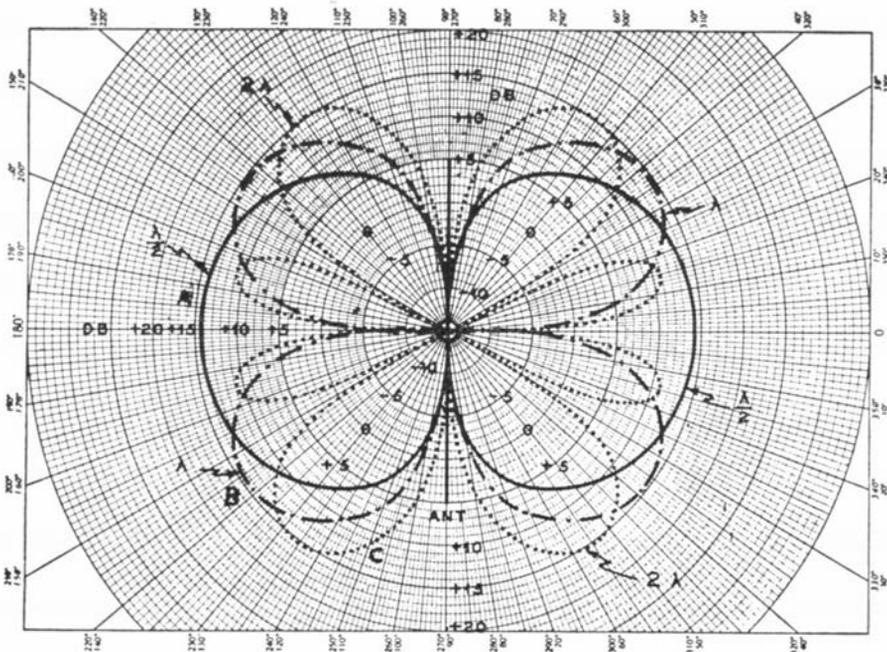


Fig. 14.25. - Lobi di direttività di antenna a dipolo, con risonanza in fondamentale e su armoniche.

due lobi di figura vanno visti nello spazio tridimensionale intorno all'elemento irradiante. L'irradiazione è massima nel senso normale dell'antenna, ossia a 90° dal suo asse ed è nulla nel senso della sua lunghezza.

Nel caso di antenna ad onda intera, i lobi di propagazione diventano quattro, come in B di figura, ossia vi sono quattro sensi massimi di irradiazione.

In C è illustrato un esempio di direzionalità di antenna lunga due volte la lunghezza d'onda; i lobi maggiori sono ancora quattro ai quali sono aggiunti altri quattro minori.

L'antenna a semionda viene usata per collegamenti a grande distanza in direzioni determinate, verso le quali è orientata; le antenne ad onda intera e ad onda doppia sono usate per collegamenti a breve distanza, per trasmissioni non direttive.

ANTENNE AD ALTA DIRETTIVITÀ.

È possibile eliminare parzialmente uno dei lobi di irradiazione del dipolo a vantaggio dell'altro con l'aggiunta di un elemento riflettore costituito da un'asticciola metallica posta parallela all'elemento irradiante e sul suo stesso piano, distante 0,2 volte la lunghezza d'onda di trasmissione. La lunghezza del riflettore è quella dell'elemento irradiante più il 15%.

Per aumentare ulteriormente la caratteristica di direzionalità dell'antenna può venir posto un secondo elemento all'altro lato dell'elemento irradiante; esso è leggermente più corto e viene detto *elemento direttore*.

Gli elementi aggiunti al dipolo non sono direttamente alimentati, per cui possono essere elettricamente isolati. L'antenna di questo tipo è perciò chiamata *antenna ad elementi parassiti*, *antenna Jagi*, o anche *rotary beam*.

ADATTAMENTO D'IMPEDENZA.

Con un adattatore d'impedenza è possibile utilizzare una linea di alimentazione d'impedenza caratteristica diversa da quella del sistema irradiante nel punto di collegamento.

Con un adattatore d'impedenza è possibile ad es. collegare una linea di 300 ohm di impedenza al centro di una antenna in cui l'impedenza è di 72 ohm.

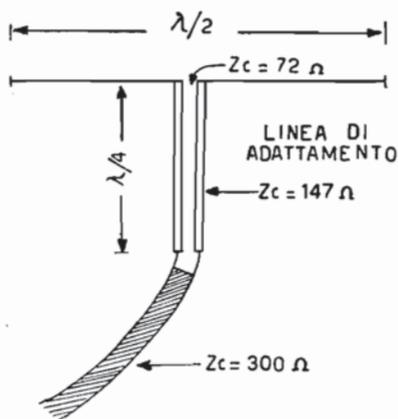


Fig. 14.26. - Esempio di adattatore a quarto d'onda per collegare una linea di 300 ohm ad un dipolo di 72 ohm.

L'adattatore di impedenza può essere di diverso tipo. Quello con linea a quarto d'onda, con trasformatore AF, con linea a delta, con linea a T, ed altri.

Il più noto è l'adattatore con linea a quarto d'onda che consiste di un tratto di linea bifilare di lunghezza corrispondente alla quarta parte della lunghezza d'onda di trasmissione.

Se, ad es., la frequenza di trasmissione è di 14 Mc/s, pari a 21 metri, e se la linea di trasmissione è quella comune di 300 ohm di impedenza, da collegare al centro di un dipolo semplice, con l'impedenza di 72 ohm, è necessario collegare tra il dipolo e la linea un tratto di conduttore bifilare o di cavo coassiale, la cui impedenza caratteristica è di:

$$\begin{aligned} \text{Impedenza caratteristica dell'adattatore} &= \sqrt{\text{Impedenza linea} \times \text{Impedenza aereo}} = \\ &= \sqrt{300 \times 72} = 147 \text{ ohm,} \end{aligned}$$

e della lunghezza di $21 \text{ m} : 4 = 5,25$ metri.