

## - CAPITOLO XVI -

### TUBO A RAGGI CATODICI

#### 162. Tubo a raggi catodici.

a) Questo è un tipo speciale di tubo a vuoto in cui gli elettroni emessi da un catodo che si muovono ad altissima velocità, vengono concentrati in uno stretto fascio, colpiscono uno schermo chimicamente preparato che diventa *fluorescente* o luminoso, nel punto ove batte il fascio elettronico. Poichè lo stretto fascio o pennello di elettroni mobili è *negativo* in polarità e non ha praticamente peso o inerzia, esso può essere facilmente deflesso da una carica *positiva*. La carica positiva che può essere di carattere elettromagnetico o di carattere elettrostatico, è applicata al fascio a mezzo di placche deflettenti, usualmente poste entro il tubo. Poichè la deflessione elettrostatica è più comunemente usata nei moderni tubi a raggi catodici, sarà qui discusso questo tipo di deflessione.

b) La costruzione di un tipico tubo a raggi catodici è mostrata dalla figura 251. Il catodo rilascia elettroni liberi quando è riscaldato da un filamento che esso racchiude. Una griglia cilindrica circonda il catodo e controlla l'intensità del fascio controllando il numero di elettroni che passano attraverso l'estremità aperta della griglia. Questa azione di controllo è compiuta variando la tensione negativa sulla griglia. Dopo di aver lasciato la griglia, il flusso elettronico passa attraverso due o più anodi cilindrici di focalizzazione, che concentrano gli elettroni in uno stretto fascio e li mettono a fuoco.

Gli anodi  $A_1$  e  $A_2$  (fig. 251) sono rappresentativi di un tipo di focalizzazione. Altri tipi e forme di anodi sono usati nei vari tipi di tubi a raggi catodici, ma il loro effetto sul fascio di elettroni ha funzione identica. Riferendoci ancora alla figura 251, il primo anodo  $A_1$  concentra gli elettroni liberi in un fascio, mentre il secondo anodo  $A_2$  accelera la loro velocità. Gli elettrodi descritti sino a questo punto costituiscono il cannone elettronico che pro-

duce elettroni liberi e quindi li proietta in un fascio sottile e mobilissimo sullo schermo fluorescente posto all'altra estremità del tubo.

c) Il cannone elettronico produce da solo soltanto una piccola macchia o punto luminoso sullo schermo. Tuttavia, quando il fascio di elettroni è deflesso o da un campo elettrostatico o da un campo elettromagnetico, la macchia si muove sullo schermo eseguendo spostamenti proporzionali alla forza esercitata dal campo deflettente. Quando il movimento del fascio elettronico è sufficien-

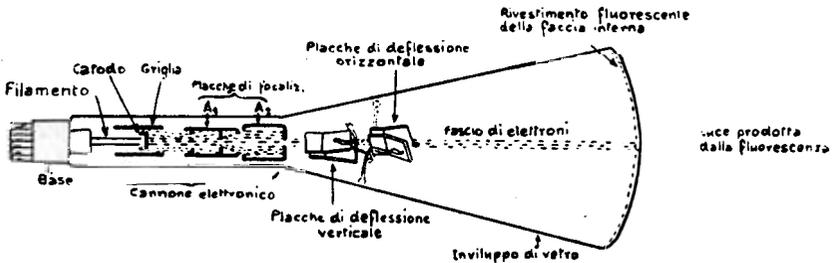


Fig. 251 - Costruzione semplificata di un tubo a raggi catodici tipico

temente rapido la persistenza della immagine fa sì che il cammino, o traccia, della macchia mobile appaia come una linea continua. Il tipo più comune di tubi a raggi catodici impiega la deflessione elettrostatica di una coppia di placchette per esercitare una forza sul fascio in *un piano verticale* e la deflessione di un'altra coppia di placche per esercitare una forza nel *piano orizzontale*. Queste placchette deflettenti si chiamano rispettivamente placche verticali e placche orizzontali e sono montate ad angolo retto fra di loro. I campi elettrostatici sono creati applicando convenienti tensioni fra le placche di ciascuna coppia. Una placca di ciascuna coppia è usualmente connessa al secondo anodo del cannone elettronico per stabilire le polarità appropriate dei campi rispetto al fascio e rispetto all'altra placchetta. Così, per muovere il fascio elettronico, è soltanto necessaria l'applicazione di una tensione positiva o negativa (rispetto a massa) alla placchetta deflettente

isolata o libera. Se la tensione è positiva rispetto alla massa, il fascio elettronico sarà attratto dalla placchetta deflettente; se negativa, sarà respinto. L'importo di deflessione è direttamente proporzionale alla tensione applicata alla placca deflettente libera.

d) Lo schermo fluorescente consiste in certi preparati chimici depositati sulla parete interna all'estremità del tubo. Quando questo rivestimento chimico è colpito da un pennello elettronico in rapido movimento, esso emette una luce verde o gialla o blu o bianca, a seconda del materiale con cui è costituito lo schermo. Dopo l'impatto, l'emissione di luce persiste per un breve intervallo, usualmente soltanto una frazione di secondo. La persistenza dello schermo di un tubo a raggi catodici è data dalla durata della luminosità che permane dopo lo spostamento del fascio elettronico. Gli schermi sono pure classificati a seconda del colore emesso: verde o bianco, essendo questi i colori più comuni incontrati nella generalità dei lavori radio.

e) I potenziali di funzionamento per i vari elettrodi di un tubo a raggi catodici variano da 500 volt per i tipi miniatura a parecchie migliaia di volt per i tipi più grandi. Poichè la corrente erogata è molto piccola, il risultante consumo di potenza è pure piccolo. Deve essere notato che gli alimentatori di potenza per i tubi a raggi catodici hanno sempre il terminale *positivo* di uscita messo a massa. Pertanto, l'aliquota maggiore dell'alta tensione sviluppata è di polarità negativa (sotto il potenziale di massa), anzichè di polarità positiva come nella maggior parte degli alimentatori di potenza. L'ultimo anodo del cannone elettronico è generalmente al potenziale di massa o ad un potenziale vicino a questo. Le varie tensioni degli elettrodi intermedi, necessari per far funzionare il tubo a raggi catodici, sono usualmente ottenute a mezzo di un circuito divisore di tensione a resistenze, come indicato nel circuito di potenza tipico della figura 252. Poichè il catodo di un tubo a raggi catodici è usualmente ad un potenziale relativamente alto (rispetto alla massa), questo elemento deve essere ben isolato.

f) La manopola contrassegnata *intensità* (fig. 252) è un potenziometro che varia la tensione sulla griglia, ossia sull'elettrodo di controllo. Una diminuzione nella tensione negativa di polarizzazione di griglia, determina un aumento di flusso elettronico. Ciò fa aumentare il numero di elettroni che colpiscono lo schermo, producendo così un aumento dell'intensità luminosa della macchia sullo schermo. Al contrario un aumento nella tensione negativa di

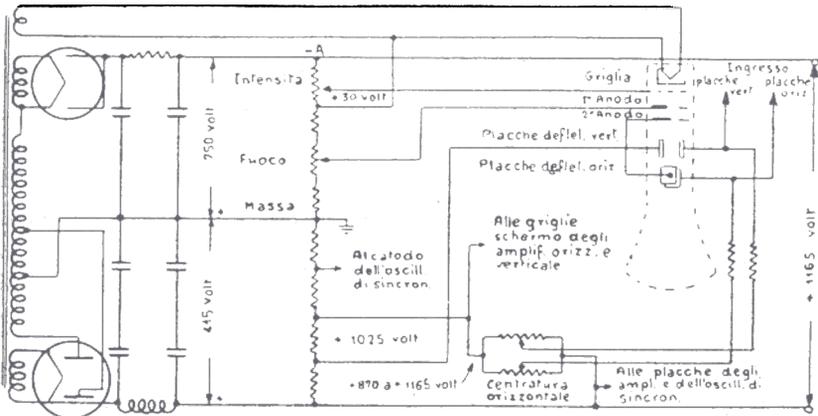


FIG. 252 - Diagramma circuitale semplificato di un alimentatore di potenza tipico per un tubo a raggi catodici e tensioni rappresentative.

griglia, determina una diminuzione dell'intensità luminosa della macchia. Il controllo dell'intensità è pure chiamato controllo della luminosità.

g) La manopola contrassegnata *fuoco* è un potenziometro che varia la tensione sul primo anodo del cannone elettronico. Ciò altera il rapporto di tensione fra gli anodi 1 e 2 e pertanto permette una variazione nel loro effetto di messa a fuoco. Quando l'immagine sullo schermo è nitida e chiara, la macchia o immagine è a fuoco.

h) È possibile che, per occasionali imperfezioni di fabbricazione, il cannone elettronico non proietti il flusso di elettroni sul centro esatto dello schermo. Questo può essere vero quando

nessuna differenza di potenziale esiste su ciascun complesso di placche deflettenti. Per correggere questa deviazione, o per porre intenzionalmente la macchia in una posizione di fuori centro, sono previste due manopole, il *centramento verticale* ed il *centramento orizzontale*. Queste manopole variano l'importo di tensione continua esistente fra le due placchette deflettenti libere. Un metodo per variare la tensione fissa o *stazionaria* applicata a ciascuna delle due placchette deflettenti libere è mostrato nella figura 252.

i) Il principale impiego del tubo a raggi catodici è nell'*oscillografo* che fornisce un mezzo visivo di esame e misura delle forme d'onda di tensioni e correnti alternative. Poichè gli elettroni hanno massa piccolissima, il fascio risponde alle più alte frequenze meglio di qualunque altro dispositivo di indicazione, e la gamma di applicazioni dell'oscillografo è pertanto praticamente illimitata. Il cannone elettronico del tubo a raggi catodici è usato, in forma modificata, in molti altri tubi elettronici, tali come l'indicatore di accordo a raggio elettronico, i tubi di televisione e i tubi radar.

### 163. Oscillografo a raggi catodici.

a) L'oscillografo è uno dei più importanti e rispondenti strumenti di prova usato per la manutenzione degli apparati radio, giacchè esso permette un esame visivo di vari fenomeni elettrici e radio che non sarebbe possibile ottenere con altri mezzi. Giusto come l'altoparlante costituisce l'anello di collegamento fra le onde elettriche e le onde sonore udibili, l'oscillografo a raggi catodici costituisce l'anello di collegamento fra le onde elettriche e la riproduzione visiva delle onde.

b) Un oscillografo è essenzialmente un tubo a raggi catodici operante con un appropriato alimentatore di potenza ed un qualche dispositivo per fornire una tensione di deflessione o tensione escursiva che è generalmente applicata alle placche deflettenti orizzontali. Esso è pure equipaggiato di amplificatori con tubi a vuoto per accrescere l'ampiezza di piccole tensioni alternative, che sono generalmente applicate alle placche deflettenti verticali.

Il diagramma a blocchi di un tipico oscillografo a raggi catodici è mostrato dalla figura 253. Esso comprende un tubo a raggi catodici, amplificatori di segnale per ciascuno dei due complessi di placche deflettenti, un circuito oscillatore per la tensione escursiva ed un adeguato alimentatore di potenza per il funzionamento di tutte queste varie parti componenti. Sono previsti dei commutatori per la disinserzione degli amplificatori sia delle placche verticali che di quelle orizzontali, nel caso in cui il segnale di arrivo è

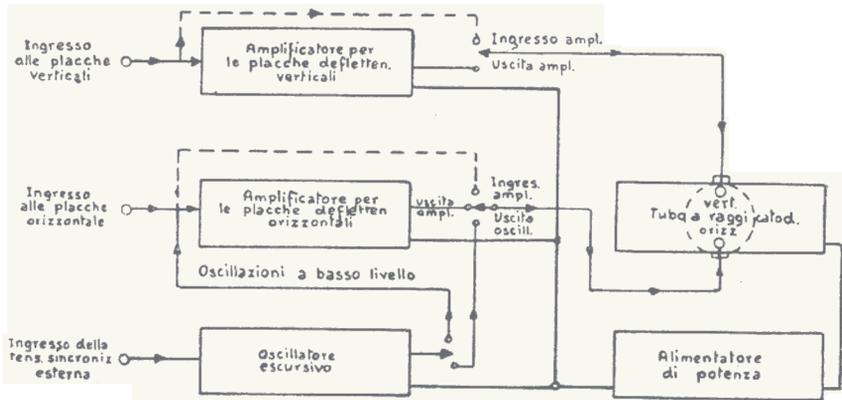


FIG. 253 - Diagramma a blocchi mostrandole parti componenti di un oscillografo a raggi catodici.

così alto da non richiedere amplificazione (fig. 253). Benchè sia disponibile una connessione di ingresso in entrambe le coppie di placchette deflettenti attraverso gli amplificatori, il segnale sotto osservazione è usualmente applicato alle placche verticali e la tensione escursiva proveniente dall'oscillatore, alle placche orizzontali.

#### 164. Formazione delle figure oscillografiche.

a) Le varie tensioni su uno o entrambi i complessi di placche deflettenti provocheranno deflessioni proporzionali del fascio elettronico e corrispondenti movimenti della macchia luminosa sullo schermo. Per illustrare la posizione ed il movimento della macchia sullo schermo, riferiamoci alla figura 254 che mostra un semplice

circuito il quale fornisce tensioni continue a ciascuno dei due complessi di placchette deflettenti. Da questo circuito sarà notato che varie tensioni continue possono essere applicate ad una placchetta appartenente alla coppia verticale od a un'altra placchetta appartenente alla coppia orizzontale. I potenziometri sono usati per controllare i differenti valori di tensione necessari per muovere la macchia sullo schermo del tubo a raggi catodici. La figura 255 mostra la posizione della macchia per varie tensioni applicate alle placche deflettenti. La figura 255 (1) mostra la posizione della macchia quando la tensione  $E_1$  è positiva ed  $E_2$  è zero. Se  $E_1$  ed  $E_2$  fossero entrambi zero, la macchia sarebbe al centro dello schermo. La figura 255 (2) mostra la macchia quando la tensione  $E_1$  è zero ed  $E_2$  è positiva. In ciascun caso lo spostamento della macchia è proporzionale alla tensione continua. Le deflessioni verticale ed orizzontale ottenute sono ad angolo retto fra di loro essendo ciò dovuto alla posizione fisica dei due complessi di placchette deflettenti del tubo a raggi catodici. In (3) la posizione della macchia dipende dal fatto che  $E_1$  ed  $E_2$  sono eguali in ampiezza e la polarità positiva. Poichè le tensioni sono della stessa ampiezza, la forza deflettente è la stessa in entrambe le direzioni verticale ed orizzontale; quindi la macchia si sposta in una posizione giacente su una linea immaginaria che è a  $45^\circ$  sia con l'asse verticale che con l'asse orizzontale. Se sono applicate alle placche tensioni di valori differenti, la macchia può apparire in una qualunque posizione giacente entro il quadrante superiore di sinistra dell'area tratteggiata di (4). In modo simile, se  $E_2$  è cambiata di polarità, la macchia può apparire in una qualunque posizione giacente entro il quadrante superiore di destra dell'area tratteggiata di (4). Se  $E_1$  è pure cambiata di polarità, la macchia può apparire in una qualunque posizione giacente entro il quadrante più basso di destra dell'area tratteggiata (4). Se  $E_2$  è un'altra volta cambiata riportandola alla sua polarità originale, la macchia

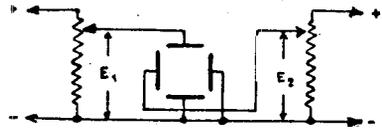


FIG. 254 - Circuito per spostare la macchia luminosa a mezzo di tensioni continue.

apparirà in una qualunque posizione giacente entro il quadrante più basso di sinistra dell'area tratteggiata. Si comprende quindi che per fare assumere alla macchia una posizione qualunque entro l'area racchiusa dai quattro quadranti di (4) occorre prima scegliere le polarità di  $E_1$  ed  $E_2$  e quindi variare le tensioni a mezzo dei due potenziometri. Ammettiamo adesso che una tensione alternativa di due cicli per secondo (escludendo la tensione continua) sia impressa attraverso  $E_1$  e che  $E_2$  sia zero. La macchia si sposterà orizzontalmente sullo schermo avanti ed indietro quattro volte per secondo, come indicato in (7). Se la tensione alternativa impressa è sinusoidale la macchia si muoverà rapidamente quando attraversa il centro, mentre si muoverà più lentamente verso le estremità della sua traccia. Se la frequenza della tensione impressa è accresciuta a 20 cicli per secondo o più, non si vedrà più la macchia, ma in sua vece si avrà una traccia orizzontale, come mostrato in (5). Sia la tensione alternativa applicata  $E_1$ , con  $E_2$  nulla, la traccia sarà verticale, come mostrato in (6). A 20 cicli per secondo o meno, il movimento della macchia può essere seguito con l'occhio. Tuttavia a frequenze più alte di 20 cicli per secondo, il movimento della macchia non può essere più seguito. Se l'immagine viene tracciata approssimativamente 20 o più volte per secondo, essa appare continua e, nel caso di macchia fluorescente, si mostrerà come una linea di spessore uniforme. La caratteristica chimica dello schermo sarà pure di aiuto nella persistenza della traccia. Quando tensioni sinusoidali identiche sono applicate contemporaneamente alle placche orizzontali e verticali, i campi risultanti determineranno una traccia secondo una linea inclinata, come mostrato in (8). Sono tensioni identiche quelle tensioni che hanno eguali ampiezze, frequenze e fasi. Le stesse tensioni di (8) sono mostrate in (9), ad eccezione che esse ora sono esattamente  $180^\circ$  fuori fase.

b) La traccia della macchia mobile mostrata nella figura 255 (8) risulta dall'applicazione contemporanea di tensioni sinusoidali di eguale ampiezza, fase e frequenza sulle placche verticali ed orizzontali. Lo sviluppo geometrico completo della traccia è

mostrato nella figura 256. In questo caso la frequenza escursiva (onda *B*) ha la stessa frequenza della tensione sulle placche verticali (onda *A*). La tensione sulle placche verticali (onda *A*) è la forma d'onda sotto osservazione. La figura risultante *C* è utile

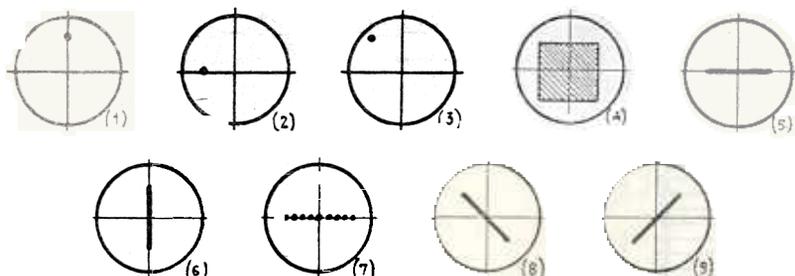


FIG. 255 - Posizione della macchia sullo schermo per varie tensioni applicate alle placche deflettenti impiegando i circuiti e le tensioni di figura 254.

- (1) Posizione della macchia quando  $E_1$  è positivo ed  $E_2$  è zero.
- (2) Posizione della macchia per  $E_1$  zero e  $E_2$  positivo.
- (3) Posizione della macchia per  $E_1$  e  $E_2$  entrambe positive e di valori uguali.
- (4) Area in cui la macchia può apparire per varie combinazioni di ampiezze di tensione e polarità.
- (5) Traccia ottenuta applicando una tensione alternativa ai capi  $E_2$  con  $E_1$  zero.
- (6) Come (3), ma con  $E_1$  e  $E_2$  invertite.
- (7) Come può apparire la macchia a frequenze estremamente basse con le tensioni come in (5).
- (8) Traccia ottenuta applicando tensioni in fase ai capi di  $E_1$  e  $E_2$ .
- (9) Traccia ottenuta applicando tensioni in opposizione di fase ai capi di  $E_1$  e  $E_2$ .

per la determinazione della relazione di fase fra le due tensioni applicate ma non dà alcuna indicazione per quanto riguarda i valori istantanei di *A*.

c) Per riprodurre sullo schermo la forma d'onda *A* di figura 256, onde esaminare dettagliatamente ampiezza e forma, occorre applicare una forma d'onda *B* completamente differente da quella sinusoidale di figura 256. La nuova forma d'onda, chiamata onda di sincronizzazione, o frequenza di escursione, deve avere una variazione uniforme di tensione, come mostrata nell'onda a dente di sega di figura 258. L'onda di sincronizzazione deve partire da un

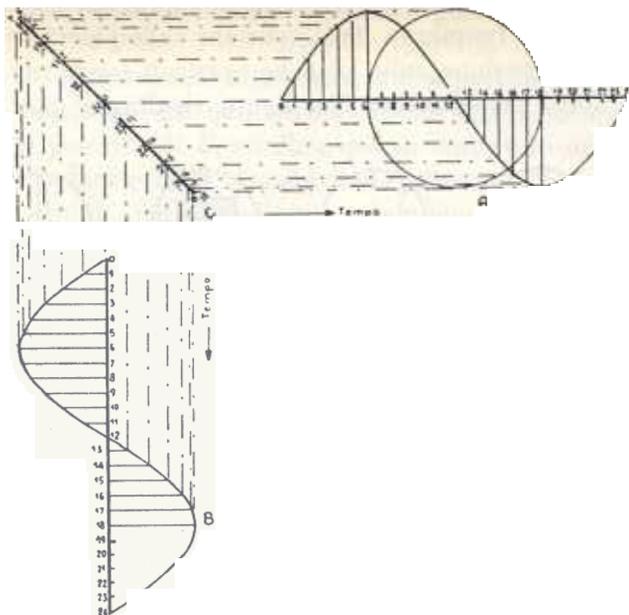


FIG. 256 - Diagramma *C* risultante dall'applicazione di tensioni in fase, con rapporto di frequenze 1 a 1, alle placche deflettenti orizzontali e verticali.

punto prestabilito sullo schermo, viaggiare attraverso lo schermo, a *velocità costante* e successivamente ritornare al punto di partenza per iniziare un nuovo ciclo. Il periodo di ritorno del fascio non è di speciale interesse e, pertanto, esso è ugualmente mantenuto il più breve possibile. Se l'onda sincronizzante a dente di sega è applicata alle placche deflettenti orizzontali e l'onda sinusoidale da esaminare è applicata alle placche verticali, la figura risultante tracciata sullo schermo dal pennello mobile di elettroni sarà quasi identica alla tensione sinusoidale originale d'ingresso. La figura 257 mostra la forma geometrica dell'onda *C* prodotta applicando l'onda sinusoidale *A* sulle placche verticali e sincronizzando essa con l'onda a dente di sega *B*. La necessità di dover impiegare un'onda sincronizzante a dente di sega, ossia lineare, è evidente.

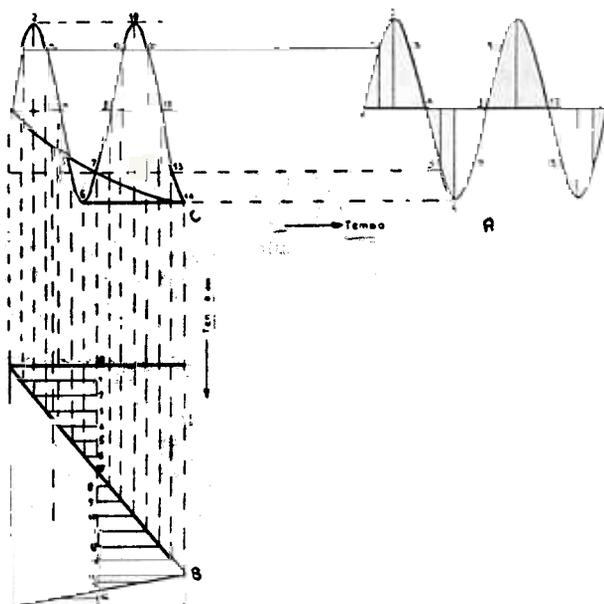


FIG. 257 - Diagramma C risultante dall'applicazione di tensioni in fase aventi rapporto di frequenze 2 a 1. Una tensione sinusoidale è applicata alle placche deflettenti verticali; la tensione dell'onda di sincronizzazione (a dente di sega) a frequenza più bassa è applicata alle placche deflettenti orizzontali.

## 165. Circuiti oscillatori per la tensione escursiva.

a) La forma d'onda desiderata in un oscillografo per la sincronizzazione deve partire da tensione zero, aumentare linearmente fino ad un massimo e successivamente cadere a zero per completare il ciclo. Questa forma d'onda di tensione (fig. 258) è chiamata tensione a *dente di sega*. Essa è pure chiamata una escursione lineare perchè la variazione di tensione è direttamente proporzionale al tempo. Riferendoci alla figura 258, quando la tensione cresce dal punto A al punto B, il pennello elettronico si sposta orizzontalmente da sinistra a destra. Quando l'onda cade dalla tensione massima nel punto B a tensione zero nel punto C

il pennello scatta indietro alla sua posizione di partenza e prontamente inizia la escursione successiva.

b) Le forme d'onda a dente di sega possono essere prodotte in diversi modi. Il metodo più frequentemente usato è quello che impiega un *oscillatore a rilassamento*, con un triodo a gas. Il circuito di un oscillatore generatore della tensione escursiva di un oscillografo tipico è mostrato nella figura 259. Il tubo usato in tale oscillografo è il VT 222 (sigla commerciale: 884). Il funzionamento di questo tipo di tubo a gas nel circuito generatore della tensione escursiva è reso possibile dal fatto che una tensione negativa sulla griglia porta all'interdizione della corrente di placca del tubo, oppure gli fa perdere quasi istantaneamente il controllo, verificandosi l'una o l'altra condizione in dipendenza del valore della tensione di placca. Dopo che la griglia ha perduto il controllo, esso può essere ripreso soltanto riducendo la tensione

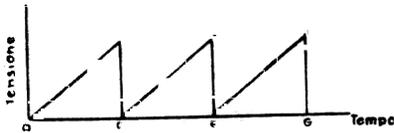


FIG. 258 - Forma d'onda ideale a dente di sega per oscillatore dell'asse dei tempi

di placca ad un valore inferiore al potenziale di ionizzazione del gas nel tubo. Questa azione può essere controllata a mezzo di un condensatore posto in parallelo al circuito di placca e caricato attraverso un dispositivo limitatore di corrente. Quando la tensione di placca raggiunge il potenziale di rottura il condensatore si scarica attraverso il tubo (poichè il gas è ionizzato e diviene conduttore), la tensione di placca cade, la griglia riassume il controllo e si inizia un nuovo ciclo. Il tubo VT 222 è caratterizzato dal suo basso tempo di deionizzazione, che permette di essere impiegato per funzionare alle alte frequenze. La caduta di tensione fra la placca ed il catodo, mentre il tubo conduce corrente è approssimativamente di 16 volt. Nel circuito oscillatore semplice o a dente di sega, mostrato dalla figura 259, il condensatore  $C$  è caricato dalla batteria  $B$  attraverso il resistore  $R$ . La tensione polarizzante di griglia  $E_1$  impedisce alla corrente di fluire attraverso il tubo sino a che la tensione ai capi del condensatore e del circuito di placca non abbia raggiunto il valore

di placca ad un valore inferiore al potenziale di ionizzazione del gas nel tubo. Questa azione può essere controllata a mezzo di un condensatore posto in parallelo al circuito di placca e caricato attraverso un dispositivo limitatore di corrente. Quando la tensione di placca raggiunge il potenziale di rottura il condensatore si scarica attraverso il tubo (poichè il gas è ionizzato e diviene conduttore), la tensione di placca cade, la griglia riassume il controllo e si inizia un nuovo ciclo. Il tubo VT 222 è caratterizzato dal suo basso tempo di deionizzazione, che permette di essere impiegato per funzionare alle alte frequenze. La caduta di tensione fra la placca ed il catodo, mentre il tubo conduce corrente è approssimativamente di 16 volt. Nel circuito oscillatore semplice o a dente di sega, mostrato dalla figura 259, il condensatore  $C$  è caricato dalla batteria  $B$  attraverso il resistore  $R$ . La tensione polarizzante di griglia  $E_1$  impedisce alla corrente di fluire attraverso il tubo sino a che la tensione ai capi del condensatore e del circuito di placca non abbia raggiunto il valore

di rottura. A questo punto il condensatore si scarica attraverso il tubo e perde il suo potenziale. Ben presto la tensione del condensatore cade sotto il potenziale di ionizzazione del tubo, la griglia negativa attrae a sè gli ioni positivi e respinge gli elettroni degli altri elementi del tubo, deionizzando così lo spazio tra il catodo e la placca. Durante il periodo di deionizzazione, cessa il flusso della corrente di scarica, la griglia riassume il controllo ed il condensatore ricomincia a caricarsi per un nuovo ciclo.

c) La frequenza di oscillazione del circuito mostrato dalla figura 259 è determinata dai valori di  $R$  e  $C$ . Aumentando il valore di  $C$ , deve fluire più corrente per innalzare il suo potenziale

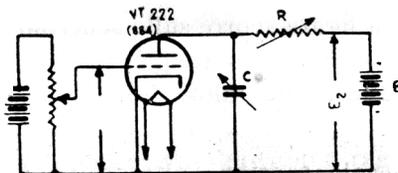


FIG. 259 - Circuito di un oscillatore a dente di sega che impiega il tubo VT-222.

fino al punto di rottura e conseguentemente il tempo richiesto per eseguire la traccia sullo schermo è più grande. Quindi, la frequenza è più bassa. Brevemente, più è alto il valore di  $C$  e più è bassa la frequenza. Inoltre, per un dato valore di  $C$ , il periodo di carica può essere aumentato aumentando il valore di  $R$ , ciò che è equivalente ad abbassare la frequenza. Brevemente: decrescendo  $R$  aumenta la frequenza; aumentando  $R$ , diminuisce la frequenza. Giacchè la polarizzazione di griglia controlla il potenziale di placca a cui avviene la scarica, essa determina pure la frequenza. Con un potenziale di rottura più basso, è richiesto meno tempo per caricare il condensatore  $C$ , quindi la frequenza diviene più alta.

Una tensione negativa di polarizzazione più grande richiede una tensione di placca più grande per determinare la conduzione e quindi occorre un intervallo di tempo maggiore per caricare il condensatore  $C$  e perciò la frequenza diventa più bassa. Conseguentemente, per poter coprire una larga gamma di frequenze, è

necessario impiegare un certo numero di condensatori fissi di valori appropriati e commutabili, cosicchè uno qualunque di essi possa essere posto in serie nel circuito in congiunzione con un resistore variabile. Il resistore variabile serve per ottenere una variazione fine di frequenza, con una sufficiente zona di sovrapposizione fra le adiacenti sottogamme ottenute connettendo i vari condensatori.

d) La procedura usuale per l'osservazione delle forme d'onda alternative consiste nel far funzionare il generatore della tensione escursiva con una frequenza sottomultipla della frequenza da osservare, in modo da far apparire sullo schermo parecchi cicli completi. Per esempio, una tensione escursiva di 100 cicli per secondo mostrerà tre cicli completi di un'onda avente la frequenza di 300 cicli per secondo. Poichè la figura scorre sullo schermo quando il rapporto fra la frequenza osservata e la frequenza della tensione escursiva non rimane costante ad un valore definito, è necessario sincronizzare le tensioni.

e) Se una piccola tensione alternativa è applicata in serie con la polarizzazione negativa sulla griglia del triodo a gas generatore della tensione escursiva, l'oscillatore avrà la tendenza ad «agganciarsi» con la tensione applicata quando la frequenza di oscillazione (determinata dal rapporto  $R/C$  del circuito di carica) si avvicina a quella della tensione sincronizzante o ad un sottomultiplo di essa. Questa tensione sincronizzante è usualmente iniettata nella griglia del triodo a mezzo di una resistenza variabile. Se è applicata una insufficiente tensione sincronizzante al triodo a gas, «l'agganciamento», ossia il trascinarsi della frequenza dell'oscillatore, non potrà esercitare un'azione positiva. Se è applicata una tensione sincronizzante troppo forte, la forma d'onda della tensione escursiva sarà distorta. Ordinariamente è sufficiente per la sincronizzazione una frazione di volt.

## 166. Amplificatori oscillografici.

Si ottiene la completa utilità di un oscillografo dotandolo di amplificatori sia per la tensione delle placche deflettenti orizzontali come per quella delle placche deflettenti verticali, assicurando

così la disponibilità di una sufficiente tensione-segnale per produrre sullo schermo un diagramma di conveniente grandezza. Gli amplificatori usati nei circuiti oscillografi convenzionali sono generalmente del tipo con accoppiamento a resistenza e possono consistere in uno, due o tre stadi di amplificazione. L'amplificatore per le placche deflettenti orizzontali amplifica normalmente soltanto la tensione escursiva proveniente dallo stadio oscillatore. L'amplificatore per le placche deflettenti verticali deve operare sopra una larga gamma di tensioni, dovendo amplificare onde di molte forme, sia semplici che molto complesse. La tensione da osservare o da misurare è immessa in questo amplificatore. Se il segnale sconosciuto è di sufficiente intensità, esso può essere applicato direttamente alle placche deflettenti verticali senza sottoporlo ad amplificazione.

#### 167. Indicatore di sintonia a raggio elettronico.

a) Un'applicazione ingegnosa del tubo a raggi catodici è stata sviluppata per agevolare l'operazione di sintonia dei radioricevitori. Questo tubo è conosciuto con il nome di indicatore di sintonia a raggio elettronico. La costruzione interna del dispositivo è mostrata dalla figura 260. Il tubo è una combinazione di un triodo ordinario, più due elettrodi speciali: lo schermo e il deflettore o elettrodo di controllo del raggio. Lo schermo del tubo è connesso all'alta tensione (placca) del ricevitore. Gli elettroni provenienti dal catodo sono attratti dallo schermo. Quando questi elettroni colpiscono la superficie interna dello schermo, essi provocano la fluorescenza del rivestimento con emissione di luce verdastra. L'elettrodo di controllo del raggio è una sottile barra verticale posta tra il catodo e lo schermo. Poichè questa barra ripara parte dello schermo, una parte di elettroni non può colpire lo schermo lasciandone così una zona non fluorescente. L'estensione della superficie in ombra, dipende dalle tensioni relative sullo schermo e sull'elettrodo di controllo del raggio. Quando quest'ultimo è meno positivo dello schermo gli elettroni non possono colpire quella parte dello schermo che è bloccata dall'elettrodo di con-

trollo del raggio. Con una tensione fortemente negativa sull'elettrodo di controllo del raggio (rispetto allo schermo) l'angolo d'ombra è grande [fig. 261 (1)]. Quando l'elettrodo di controllo del raggio è allo stesso potenziale dello schermo l'angolo d'ombra è piccolo [fig. 261 (2)]. Per valori intermedi di tensione dell'elettrodo di controllo del raggio (rispetto allo schermo) l'angolo

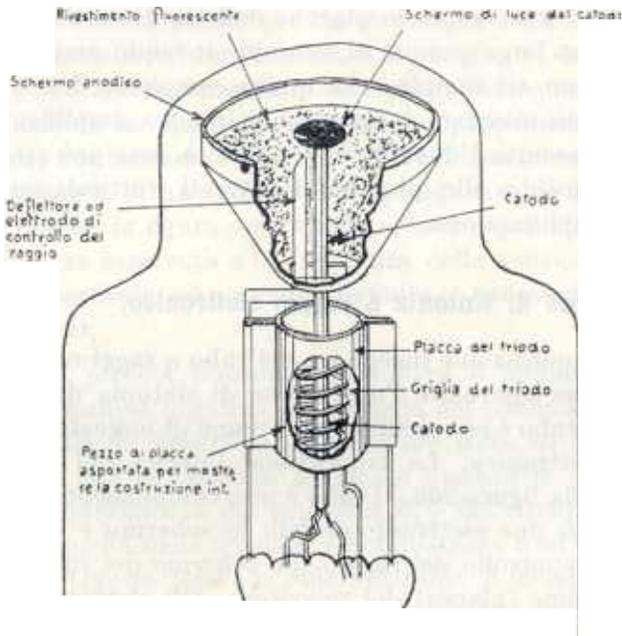


FIG. 260 - Tubo a raggio elettronico.

d'ombra ha dimensioni intermedie fra quelle esterne di cui sopra [fig. 261 (3)]. La macchia circolare nera che si trova nel centro dello schermo nel maggiore numero di tubi a raggio elettronico è provocata da uno schermo catodico, allo scopo di rendere l'importo di deflessione più avvertibile.

b) Il funzionamento del tubo a raggio elettronico in un circuito dipende dalla tensione fornita dal controllo automatico del

volume. Un circuito fondamentale è mostrato dalla figura 262. Se non si sta ricevendo alcun segnale dal ricevitore, la tensione del controllo automatico di volume è zero, e la polarizzazione sulla griglia del triodo è pure zero, permettendo così un flusso relativamente alto di corrente di placca nel tubo. Questa alta corrente di placca produrrà un'alta caduta di tensione di capi di  $R$ . Conseguentemente, le tensione di placca del tubo è molto meno positiva della tensione di alimentazione  $B$  per la placca. Da notare che lo schermo è direttamente connesso alla tensione di alimentazione  $B$  e che l'elettrodo di controllo del raggio è internamente connesso alla placca del triodo. Pertanto, l'elettrodo di controllo del raggio è negativo rispetto allo schermo e l'angolo d'ombra è grande [fig. 261 (1)]. Quando il ricevitore è accordato esattamente su di una stazione radio, la tensione del controllo automatico del volume è fortemente negativa, pertanto la griglia del triodo è negativa. La corrente di placca del triodo è minima e la caduta di potenziale ai capi di  $R$  è anche minima. Per questa condizione, la placca e quindi l'elettrodo di controllo del raggio hanno una tensione positiva quasi uguale a



FIG. 261 - Vista superiore del tubo a raggio elettronico.

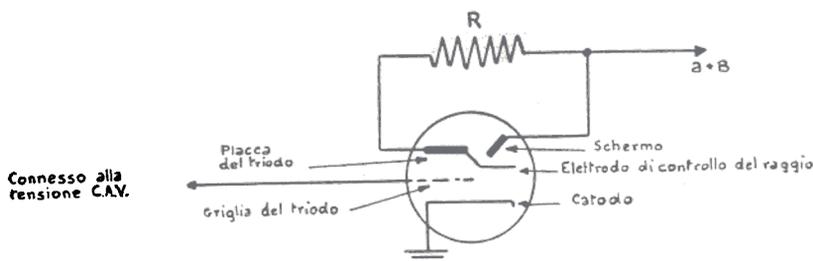


FIG. 262 - Circuito mostrante il metodo di connessione del tubo a raggio elettronico alla linea del C.A.V.

quella dello schermo e pertanto l'angolo d'ombra è molto piccolo [fig. 261 (2)]. L'angolo d'ombra del tubo varia con l'importo della tensione del controllo automatico di volume svilup-

pata dal rivelatore, e questa tensione a sua volta dipende dall'intensità del segnale. La tensione del controllo automatico di volume varierà pure spostando l'accordo del ricevitore dalla condizione di risonanza. Pertanto l'indicatore di sintonia a raggio elettronico serve quale indicatore visivo sia dell'intensità del segnale che della condizione di risonanza.