

PARTE SECONDA

# LE VALVOLE ELETTRONICHE



## PRINCIPI DI FUNZIONAMENTO DELLE VALVOLE ELETTRONICHE

**Elettroni.**

La corrente elettrica è costituita da un passaggio di elettroni lungo un filo conduttore. Gli elettroni sono particelle elementari di elettricità, atomi di elettricità negativa. La corrente elettrica è formata da questi atomi di elettricità negativa, mai da quelli di elettricità positiva.

La corrente elettronica è costituita da un passaggio di elettroni in una ampolla di vetro o metallo nel cui interno sia stato fatto un alto vuoto, e che sia adeguatamente chiusa in modo da poter conservare tale vuoto. Mentre la corrente elettrica fluisce lungo un filo conduttore, la corrente elettronica fluisce nel vuoto.

Affinchè nell'interno vuoto di un'ampolla si produca una corrente elettronica è necessario che in essa vi sia un dispositivo emettitore di elettroni, generalmente costituito da un filamento incandescente oppure da un cilindretto metallico pure incandescente. Il filamento viene riscaldato direttamente dal passaggio della corrente elettrica, come nelle lampadine elettriche, e viene anche detto *catodo a riscaldamento diretto*. Il cilindretto metallico viene invece riscaldato indirettamente, per la presenza nel suo interno di un filamento incandescente, e viene detto *catodo a riscaldamento indiretto*. Per evitare confusione vien detto *emettitore a filamento* il primo, ed *emettitore a catodo* il secondo.

L'emettitore a filamento è utile quando l'accensione avviene con corrente fornita da pile o accumulatori; l'emettitore a catodo è usato quando per l'accensione viene utilizzata la corrente alternata o continua della rete-luce.

**Filamenti.**

Il filamento è un conduttore che si riscalda al passaggio della corrente elettrica. L'emissione di elettroni non è dovuta però al passaggio della corrente elettrica, bensì al fatto stesso del riscaldamento. Il filamento emetterebbe elettroni anche se venisse riscaldato in altro modo, in quanto gli elettroni sono presenti nel filamento liberi o vincolati alla struttura degli atomi della materia del filamento.

Non tutti i metalli sono egualmente adatti per filamenti emettitori di elettroni. Adatto è il tungsteno. I filamenti di tungsteno sono usati per valvole di trasmissione e per scopi particolari. Vengono accesi al colore bianco, a temperatura molto elevata, intorno ai 2500° C. Richiedono una notevole corrente di accensione. Molto usati sono perciò i filamenti di toriato di tungsteno, ai quali è sufficiente l'incandescenza al colore giallo, intorno ai 1700° C. Richiedono una minore intensità di corrente d'accensione. Nelle valvole riceventi sono usati filamenti di nichelio ricoperti da uno strato di ossido

di bario. Essi consentono una buona emissione di elettroni a temperatura relativamente molto bassa, intorno ai  $700^{\circ}\text{C}$ , quando la loro incandescenza è al colore rosso. Bastano correnti d'accensione molto ridotte. Per es. le valvole per apparecchi portatili, con accensione a pile, richiedono la tensione di  $1,4\text{ V}$  e la corrente di circa  $50\text{ mA}$ .

### Catodi.

La corrente alternata non può venir utilizzata per la diretta accensione del filamento emettitore poichè l'emissione segue le alternanze della corrente, ciò che determina la riproduzione di un forte ronzio. Può venir usata solo per l'accensione del *filamento riscaldatore*, ossia del filamento rinchiuso nell'interno del sottile cilindretto di nichelio che viene in tal modo riscaldato al colore rosso. La parte esterna del cilindretto, ossia del catodo, è coperta da uno strato di materiale adatto all'emissione elettronica. La parte interna è provvista di uno strato isolante, per evitare il contatto diretto con il filamento. Il filamento stesso, di tungsteno o di lega di tungsteno, è avvolto sopra un bastoncino isolante e refrattario. Il riscaldamento indiretto richiede un maggiore consumo di energia. Le valvole con emettitore a catodo, generalmente impiegate in tutti gli apparecchi radio esclusi solo quelli portatili a batteria, richiedono in media la tensione di  $6,3\text{ V}$  e la corrente di  $0,3\text{ A}$ .

### Anodi.

Gli elettroni emessi dal catodo incandescente non formano una corrente, bensì una nube intorno al catodo stesso. Affinchè formino una corrente è necessario che

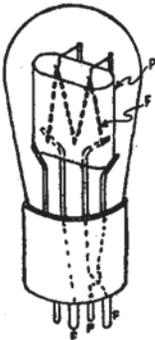


Fig. 11.1.

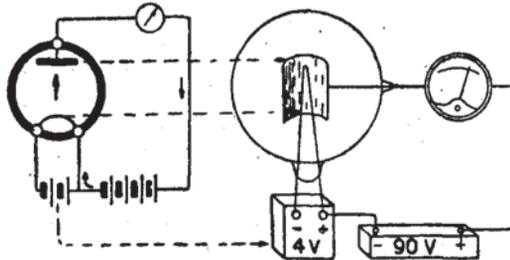


Fig. 11.2.

nell'interno dell'ampolla vi sia un altro elettrodo, in grado di raccogliere gli elettroni emessi dal catodo. Poichè gli elettroni sono negativi il secondo elettrodo è costituito da una superficie metallica circondante il catodo, fig. 11.1. Ad esso è costantemente applicata una tensione positiva mediante il collegamento al polo positivo di una batteria di pile. Il polo negativo della batteria è collegato al catodo, come indica la fig. 11.2.

L'elettrodo raccogliatore di elettroni deve essere positivo; se è negativo esso respinge gli elettroni emessi dal catodo, e la corrente elettronica non ha luogo. Vien

detto *anodo* o *placca*. In alcune valvole l'anodo è formato da un cilindretto a reticella metallica, per consentire la rapida dispersione del calore prodotto dal continuo urto contro di essa di miliardi di elettroni. Nelle valvole trasmittenti, data l'intensissima corrente elettronica, gli anodi vengono raffreddati con circolazione d'acqua onde evitare il loro eccessivo riscaldamento.

### Diodi.

Un'ampolla a vuoto spinto, nel cui interno sia presente un filamento incandescente emettitore di elettroni con intorno ad esso un cilindretto metallico a tensione positiva costituisce la più semplice *valvola elettronica*. Il termine di *valvola* è dovuto al fatto che la corrente di elettroni può fluire soltanto dal filamento incandescente al cilindretto positivo, l'anodo, e mai viceversa. È una *corrente unidirezionale*, come appunto avviene nelle valvole per i liquidi e per i gas.

Questa valvola elettronica a due elettrodi vien detta *diodo*. Per effetto della tensione positiva della placca del diodo, gli elettroni emessi dal filamento formano una corrente elettronica che fluisce dal filamento alla placca, e che ritorna al filamento attraverso il circuito esterno di placca e la batteria. La corrente presente nel circuito esterno di placca vien detta *corrente anodica* o *corrente di placca*. Mentre nell'interno del diodo vi è una corrente elettronica, all'esterno vi è la corrispondente corrente elettrica, ossia la corrente anodica.

L'intensità di questa corrente dipende da due fattori: l'incandescenza del filamento e la tensione anodica. Aumentando l'incandescenza aumenta, sino ad un certo punto, l'intensità della corrente elettronica. Per una data incandescenza, la corrente elettronica aumenta con l'aumentare della tensione di placca, e anche ciò sino ad un certo punto, al quale corrisponde la massima corrente elettronica detta *corrente di saturazione*. Essa dipende dalla costruzione del diodo, ossia all'uso per il quale è progettato. In alcuni piccoli diodi la corrente di saturazione è raggiunta con la tensione anodica di 50 V, in altri con quella di 500 V, 1000 V e più. La corrente di saturazione può essere di qualche decina di mA nei piccoli diodi, di qualche centinaio di mA nei diodi medi, e di qualche migliaio di mA nei grandi, ciò senza tener conto dei diodi per applicazioni industriali.

### Rettificazione.

Vi è una corrente elettronica nel diodo solo quando la sua placca è positiva. Se è negativa, non vi è corrente. Rendendo la placca del diodo alternativamente positiva e negativa, la corrente elettronica fluisce solo durante il tempo in cui la placca è positiva. Applicando una tensione alternata, la corrente elettronica è presente durante le alternanze positive. Nel circuito esterno del diodo vi è allora una *corrente pulsante*, ossia una *corrente rettificata*, una corrente alternata alla quale mancano le alternanze negative.

La fig. 11.3 indica come avviene la rettificazione della tensione alternata della rete-luce mediante un diodo. Un capo della rete-luce è collegato alla placca del

diodo, l'altro capo è collegato al catodo tramite una resistenza  $R$ . Mentre alla presa di corrente vi è una tensione alternata, ai capi della resistenza  $R$  vi è una *tensione pulsante*, ossia *rettificata*. Essa è positiva dal lato del catodo e negativa da quello della placca. Ciò avviene per il fatto che nell'interno del diodo la corrente elettronica

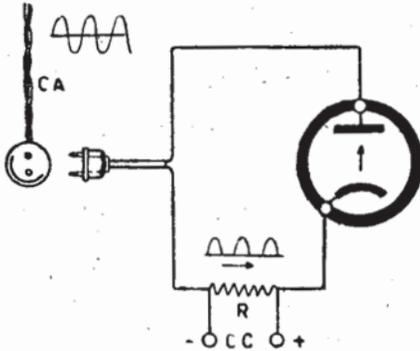


Fig. 11.3.

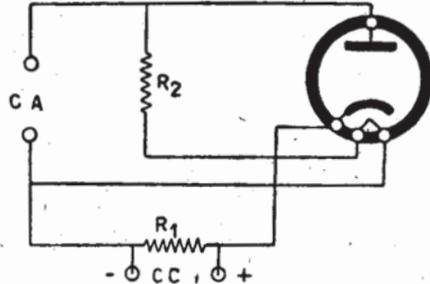


Fig. 11.4.

va dal catodo (elettrodo negativo) alla placca (elettrodo positivo). All'esterno del diodo deve continuare nello stesso senso, quindi la corrente che passa attraverso la resistenza va verso il catodo, passa sempre nello stesso senso, quindi è sempre positiva da un lato e negativa dall'altro.

La resistenza  $R$  è necessaria per consentire di prelevare la tensione rettificata. Se non esistesse questa resistenza, non sarebbe possibile prelevare la tensione rettificata.

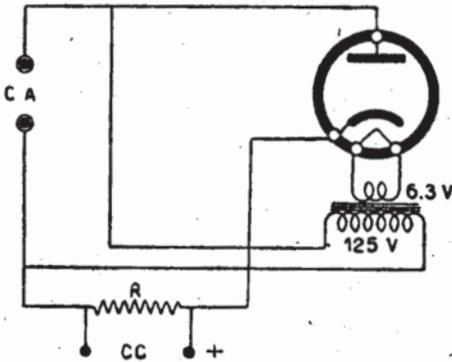


Fig. 11.5.

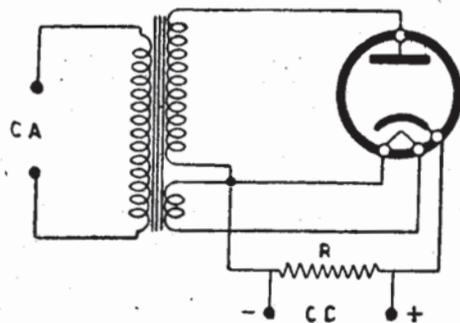


Fig. 11.6.

È detta *resistenza di carico*. Negli apparecchi radio è costituita da tutto l'insieme delle resistenze e delle valvole dell'apparecchio stesso.

La tensione rettificata, presente ai capi della resistenza di carico, dipende dalla tensione della rete-luce; l'intensità della corrente che fluisce nella resistenza dipende dal diodo, ossia dalla emissione elettronica del catodo.

Nella fig. 11.3 non è stato segnato il filamento riscaldatore, per rendere più semplice lo schema. Il filamento del diodo richiede una tensione molto minore di quella della rete-luce, per es. 6,3 V. La tensione della rete-luce può venir ridotta in due modi,  $\rho$  con una resistenza di caduta o con un trasformatore. La fig. 11.4 indica lo schema completo di un diodo rettificatore; è identico a quello di fig. 11.3 con in più la resistenza  $R_2$  necessaria per ridurre la tensione della rete-luce a quella di accensione del diodo. Poichè occorre una grossa resistenza per ottenere una caduta di tensione tanto forte (per es. da 125 V a 6,3 V), conviene sostituirla con un trasformatore di tensione, come indica la fig. 11.5.

Rettificando la tensione della rete luce, come nelle tre figure indicate, si ottiene una tensione rettificata troppo bassa per gli apparecchi normali, mentre è sufficiente per i piccolissimi apparecchi, come ad esempio il Marelli Fido. Per gli apparecchi normali occorre aumentare la tensione della rete-luce prima di rettificarla, per es. da 125 V a 350 V. Ciò si ottiene con un altro trasformatore. I due trasformatori quello a bassa tensione per l'accensione del diodo, e quello ad alta tensione per la tensione da rettificare, vengono uniti insieme, come indica la fig. 11.6.

### Raddrizzatrici.

Lo schema di fig. 11.6 può venir ulteriormente perfezionato. Ai capi dell'avvolgimento secondario che eleva la tensione, essa è alternativamente positiva e negativa. Quando la placca del diodo è positiva, l'altra estremità dell'avvolgimento è negativa. Quando la placca del diodo è negativa, l'altra estremità dell'avvolgimento è positiva.

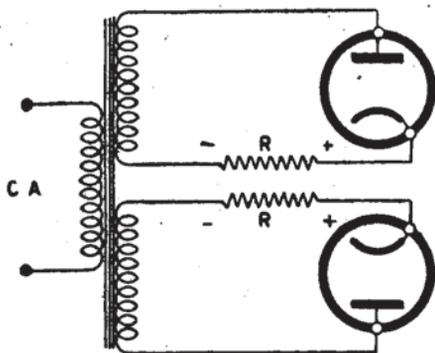


Fig. 11.7.

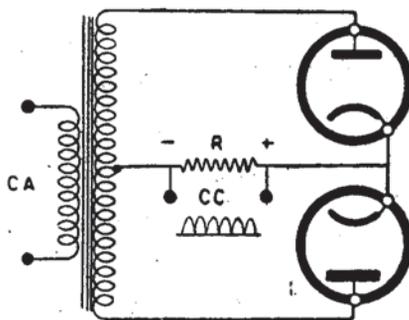


Fig. 11.8.

Conviene dunque adoperare un secondo diodo, la cui placca sarà positiva quando la placca dell'altro diodo sarà negativa.

Il principio è indicato dalla fig. 11.7, nella quale per semplicità non sono stati segnati i filamenti. Quando la placca di uno dei diodi è negativa, quella dell'altro diodo è positiva. Il funzionamento dei due diodi si alterna. Quando non funziona uno, funziona l'altro. Quando la corrente non scorre in una delle due resistenze di carico, scorre nell'altra. Allora tanto vale riunire le due resistenze in una sola, come in fig. 11.8.

La corrente fluirà continuamente attraverso questa resistenza. Ai suoi capi non vi sarà più una corrente pulsante, come in fig. 11.3 bensì una *corrente raddrizzata*.

In pratica non conviene adoperare due valvole a diodo; è opportuno adoperare una valvola con due diodi, ossia con due placche e un catodo, dato che il catodo può essere in comune, come in fig. 11.9. Una valvola di questo tipo vien detta *raddrizzatrice biplacca* o *raddrizzatrice a due diodi*. In alcune valvole raddrizzatrici di questo tipo non c'è il catodo; c'è il solo filamento. Che l'emettitore di elettroni sia uno o l'altro non ha importanza. Il principio di funzionamento rimane sempre lo stesso. La corrente raddrizzata viene prelevata da un lato dal filamento anzichè dal catodo.

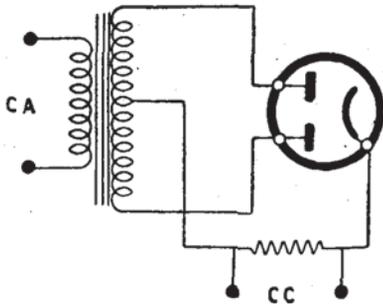


Fig. 11.9.

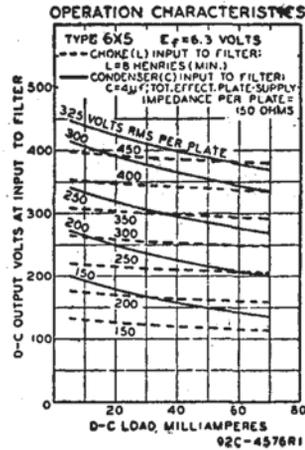


Fig. 11.10.

ALCUNE VALVOLE RADDRIZZATRICI

MARCA	TIPO	CARATTERISTICA	EMETTITORE
Fivre . . . . .	35Z4 GT	un diodo	catodo
» . . . . .	5Y3 G	due diodi	filamento
Philips . . . . .	1832	un diodo	filamento
» . . . . .	AZ1	due diodi	filamento
Telefunken . . . . .	CY1	un diodo	catodo
» . . . . .	WE 54	due diodi	filamento
RCA . . . . .	12Z3	un diodo	catodo
» . . . . .	5T4	due diodi	filamento

Valvole amplificatrici.

Poichè la corrente elettronica fluisce nel vuoto, tra il catodo e la placca, è molto facile controllarla. Basta sistemare tra il catodo e la placca un terzo elettrodo, fatto in modo da non impedire il passaggio degli elettroni. Tra il filamento e la placca a

cilindretto, viene collocato un filo avvolto a spirale cilindrica, come in fig. 11.11. Le spire sono relativamente distanti, tanto da non costituire alcun ostacolo al passaggio della corrente elettronica. A questo terzo elettrodo vien dato il nome di *griglia*. La valvola a tre elettrodi, catodo griglia e placca, vien detta *triodo*.

L'azione di controllo che la griglia può svolgere sulla corrente elettronica dipende dalla sua tensione elettrica. Può venir collegata al polo negativo di una batteria di pile, come in fig. 11.11. In tal caso essa ostacola il passaggio della corrente elettronica, in quanto la tensione negativa respinge gli elettroni, pure negativi, diretti

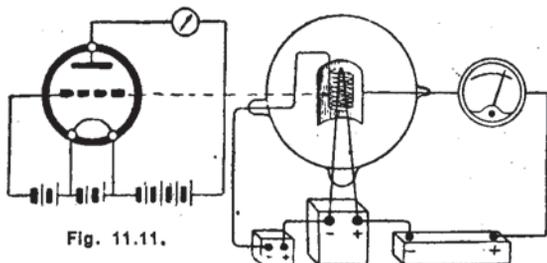


Fig. 11.11.

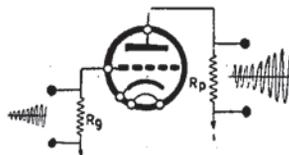


Fig. 11.11 bis.

verso la placca positiva che li attira. Se la tensione negativa è abbastanza elevata, la griglia impedisce qualsiasi passaggio di corrente elettronica.

Vi è un dato valore della *tensione negativa di griglia* la cui variazione ha notevole effetto sull'intensità della corrente elettronica. Basta che questa tensione diminuisca di poco affinché la corrente elettronica aumenti di molto, e basta che questa tensione aumenti di poco affinché la corrente elettronica diminuisca di molto. Piccole variazioni della tensione negativa di griglia determinano allora grandi variazioni nella corrente elettronica. In tal modo si può ottenere l'*amplificazione*. Le piccole variazioni di tensione presentate all'ingresso della valvola, ossia tra la griglia e il catodo, appaiono amplificate all'uscita della valvola, ossia tra la placca e il catodo. Un segnale radio o un segnale a BF applicato al circuito di griglia di un triodo determina variazioni della tensione negativa della griglia, e in tal modo varia la corrente elettronica. Il segnale è presente, amplificato, nella corrente elettronica che fluisce nell'interno della valvola, ed è presente nel circuito esterno ossia nel circuito di placca della valvola stessa.

Alcuni dei triodi attualmente più in uso sono i Fivre 45,76 e 6C5 G, il Philips AC2, i Telefunken WE 27, WE 28 e WE 39, nonché molti altri.

### Tetrodi.

L'amplificazione che è possibile ottenere con un dato triodo dipende dalla sua costruzione e dall'uso pratico; però essa non può venir elevata oltre un certo limite. Per es. l'amplificazione ottenibile con il triodo 6C5 G è di 20 volte. Non si può aumentare l'amplificazione poichè essendo la placca molto vicina alla griglia, si stabilisce un effetto reattivo dell'una sull'altra. Si comportano come due lamine di un condensatore. Per poter elevare l'amplificazione è necessario ridurre la possibilità che i due elettrodi reagiscano l'uno sull'altro, ossia è necessario ridurre la *capacità*

interelettrodica del triodo. Tale capacità griglia-placca è, nel caso del triodo 6C5 G, di 1,8 pF.

Per diminuire la capacità interelettrodica e ottenere una maggiore amplificazione venne collocato un elettrodo apposito tra la griglia e la placca, anch'esso fatto in modo da lasciar passare la corrente elettronica e di agire nello stesso tempo da schermo elettrostatico tra la placca e la griglia. Ha forma simile alla griglia, ossia è

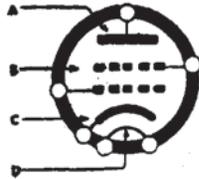


Fig. 11.12.  
A = anodo  
B = griglia schermo  
C = catodo  
D = filamento

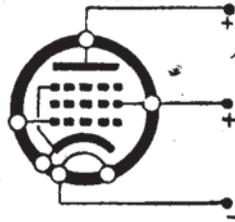


Fig. 11.13.

costituito da una spirale cilindrica, ed ha una tensione positiva. Vien detto schermo, o griglia schermo, griglia schermante, ecc.

Per effetto di questo quarto elettrodo la capacità tra placca e griglia venne fortemente diminuita. Nella valvola Fivre 24A, di questo tipo, la capacità è di appena 0,007 pF ossia circa 250 volte minore quella della Fivre 6C5 G. Le valvole con griglia schermo vengono dette *fetrodi*.

Mentre l'amplificazione ottenibile con il triodo 6C5 G è di 20 volte, quella ottenibile con la 24A, data la minore capacità griglia-placca, è di 630, oltre 30 volte maggiore.

### Pentodi.

Anche i tetrodi presentano un inconveniente abbastanza grave. Gli elettroni giungono contro la placca con violenza tale da determinare il rimbalzo, e la partenza dalla placca di altri elettroni. Avviene in tal modo che anche dalla placca vengono emessi elettroni. Nei diodi e nei triodi ciò non ha alcuna importanza, poichè gli elettroni rimbalzati dalla placca dopo essersi allontanati dalla placca stessa, vengono da essa riattirati e ritornano indietro. Non c'è che un leggero movimento di elettroni

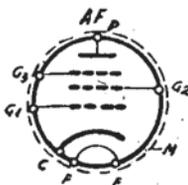
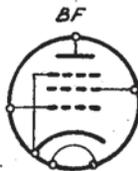


Fig. 11.14.



intorno alla placca. Nei tetrodi invece c'è lo schermo positivo; gli elettroni rimbalzati dalla placca, mentre si allontanano da essa sentono l'azione attrattiva dello schermo, e si dirigono su di esso.

Ne risulta che una parte degli elettroni va a finire sullo schermo, a detrimento della corrente elettronica.

Questo inconveniente, detto *emissione secondaria*, può venir eliminato con un altro elettrodo, posto tra la placca e la griglia schermo. È anch'esso costituito da una

spirale cilindrica, come la griglia di controllo e la griglia schermo. Viene collegata al catodo. È detto *soppressore* o *griglia di soppressione*. Ha l'effetto di impedire agli elettroni dell'emissione secondaria di raggiungere la griglia schermo, obbligandoli a ritornare sulla placca. Le valvole con questo quinto elettrodo vengono dette *pentodi*.

Un pentodo è la valvola Fivre 6K7 G, simile al tetrodo 24A, ma con la griglia di soppressione in più. Mentre nella 24A la corrente elettronica è di 4 mA, nella 6K7 G, per effetto della griglia di soppressione, la corrente elettronica è di 7 mA. E mentre l'amplificazione con la 24A è di 630, con la 6K7 G è di 1450. Per queste

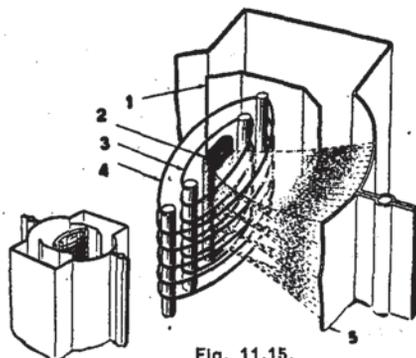


Fig. 11.15.

1 = placchetta deviatrice - 2 = catodo  
3 = griglia controllo - 4 = griglia schermo

ragioni i tetrodi non sono più usati, salvo in alcuni casi particolari. Uno di questi casi è quello dei *tetrodi a fascio elettronico* nei quali l'emissione secondaria è annullata distanziando notevolmente la griglia schermo dalla placca. Gli elettroni rimbalzanti dalla placca risentono l'azione repulsiva degli stessi elettroni che si trovano davanti ad essi e che formano la cosiddetta *carica spaziale*. L'emissione secondaria è annullata per effetto elettronico: inoltre le spire della griglia schermo sono disposte esattamente sopra quelle della griglia controllo, in modo da far fluire la corrente elettronica lungo fasci relativamente stretti. A questo tipo appartengono le valvole 6L6 G e 6V6 G.

### Applicazioni pratiche delle valvole elettroniche.

**CATEGORIE DI VALVOLE.** — Le valvole elettroniche presenti negli apparecchi radio hanno ciascuna un compito diverso. Sono particolarmente studiate e costruite per svolgere quel dato compito, perciò negli apparecchi a 5 o 6 valvole, esse sono tutte diverse. Negli apparecchi maggiori, a 7 o più valvole, è possibile che due di esse siano identiche, in quanto provvedono insieme a compiere la stessa funzione.

A seconda dell'applicazione che ne vien fatta, le valvole elettroniche si possono

distinguere nei seguenti 7 gruppi:

- 1° - Rettificatrici e raddrizzatrici.
- 2° - Amplificatrici d'alta o media frequenza.
- 3° - Amplificatrici di bassa frequenza.
- 4° - Rivelatrici.
- 5° - Oscillatrici.
- 6° - Convertitrici di frequenza.
- 7° - Indicatrici di sintonia.

Delle valvole rettificatrici e raddrizzatrici è già stato accennato. È necessario un ulteriore accenno alle altre.

### **Amplificatrici di alta e media frequenza.**

Le amplificatrici d'AF e MF sono dei pentodi di costruzione particolare, nei quali l'amplificazione varia inversamente all'ampiezza del segnale in arrivo. Maggiore è il segnale, minore è l'amplificazione. Vengono detti *pentodi ad amplificazione variabile*, o anche a *pendenza variabile*, a *mu variabile*, a *super controllo* (dato il termine americano di *super-control pentodes*). Questi termini sono equivalenti.

Le prime valvole a grande amplificazione, tetrodi e pentodi, erano ad amplificazione fissa. Ciò determinava l'inconveniente della *modulazione incrociata* (*cross modulation*), consistente in una particolare interferenza delle emittenti adiacenti dovuta alla caratteristica di funzionamento di queste valvole. Determinava anche l'inconveniente della *distorsione di modulazione*, dovuta alla soppressione delle bande laterali di modulazione.

Prodotte per grandi amplificazioni, queste valvole non risultavano adatte per l'amplificazione di segnali forti. Vennero sostituite con gli attuali *pentodi ad amplificazione variabile*, che sono in grado di funzionare con forti variazioni della tensione negativa di griglia. È un *pentodo ad amplificazione fissa* per es. la valvola 6J7 G, ed è un *pentodo ad amplificazione variabile* per es. la valvola 6K7 G. Mentre la 6J7 G funziona nei limiti da 0 a circa —4 V di tensione negativa di griglia, la 6K7 G funziona da 0 sino a circa —20 V. E mentre la 6J7 G non può amplificare un segnale molto forte, in quanto non funziona con variazioni molto forti della tensione negativa di griglia, determinando fortissime distorsioni; la 6K7 G può ridurre la propria amplificazione e funzionare con tensioni negative molto ampie.

La variazione dell'amplificazione è dovuta alla particolare struttura della griglia controllo. Nei pentodi ad amplificazione fissa le spire della griglia controllo si trovano a distanza uniforme; in quelli ad amplificazione variabile sono invece più distanziate verso il centro.

Le stesse valvole usate per l'AF vengono generalmente usate anche per la MF, salvo alcune eccezioni.

### Amplificatrici di bassa frequenza.

Si distinguono in due categorie:

- a) amplificatrici BF di tensione;
- b) amplificatrici BF di potenza, o finali.

L'amplificatrice di tensione precede la valvola finale di potenza, e provvede ad amplificare il segnale BF in modo da renderlo adeguato per far funzionare quest'ultima.

Mentre la valvola amplificatrice di tensione deve far funzionare un'altra valvola, che è appunto la finale di potenza, quest'ultima deve far funzionare l'altoparlante. Ora, mentre per far funzionare una valvola basta applicare al suo ingresso delle variazioni di tensione, essendo trascurabile la corrente che viene assorbita, per far funzionare un altoparlante è necessario che le variazioni di tensione siano accompagnate da variazioni di corrente. Tensione e corrente, ossia potenza espressa in watt.

Nelle valvole amplificatrici di tensione conta molto che le variazioni di tensione presenti all'uscita siano notevolmente maggiori di quelle presenti all'entrata. Il rapporto tra le variazioni di tensione all'uscita e quelle all'entrata costituisce l'amplificazione di tensione ossia il guadagno della valvola (*gain*).

Nelle valvole amplificatrici finali di potenza (le finali sono tutte di potenza), l'amplificazione di tensione conta invece poco, mentre conta molto che vi sia forte variazione di corrente elettronica, e quindi considerevole potenza d'uscita.

È un triodo amplificatore di tensione quello contenuto nella valvola Fivre 6Q7 G o GT. Consente un'amplificazione, ossia un guadagno, di 70. La corrente anodica è di 1,1 mA, mentre la tensione negativa di griglia è di  $-3$  V. Non vi è, praticamente, potenza d'uscita.

Il triodo Fivre 45 è invece amplificatore finale, e perciò di potenza. L'amplificazione che consente è di appena 3,5, ossia 20 volte meno dell'altro, mentre la sua corrente anodica è di 34 mA, richiede una tensione negativa di griglia di  $-50$  V, e fornisce una potenza d'uscita di 1,6 watt. L'altro triodo della Fivre, il 2A3, ha un'amplificazione di 4,2, una corrente anodica di 60 mA, richiede la tensione di griglia di  $-45$  e fornisce la resa d'uscita di 3,5 watt.

Nei ricevitori normali la valvola finale è un pentodo e non un triodo. Ciò per il fatto che i triodi richiedono tensioni negative troppo alte, ossia richiedono una forte amplificazione di tensione. Per es. l'amplificazione di tensione che può fornire la valvola 6Q7 G non è sufficiente per far funzionare il triodo 45. Sarebbe necessaria una seconda valvola amplificatrice di tensione, come avveniva molti anni or sono. È invece presente un pentodo o un tetrodo a fascio elettronico.

La valvola Philips EL3 è un pentodo finale che richiede  $-6$  V, è percorso dalla corrente anodica di 36 mA, e fornisce 4,5 watt di potenza d'uscita. Le stesse caratteristiche ha la valvola Fivre 6PZ8 G, che è pure un pentodo finale, provvista di due diodi.

La valvola finale 6V6 G o GT è invece un tetrodo a fascio elettronico, che si comporta circa come i pentodi finali. Richiede una tensione negativa di griglia maggiore,  $-12,5$  V, è percorso dalla corrente anodica di 45 mA, e fornisce 4,5 watt

d'uscita. A parità di resa d'uscita, la 6PZ8 G è migliore in quanto assorbe una corrente minore, e richiede pure una minore amplificazione di tensione.

Quando è necessario ottenere delle potenze d'uscita maggiori, come avviene per es. per i grandi radiofonografi e per gli amplificatori vengono impiegate due valvole finali, le quali possono venir collegate in parallelo oppure in controfase (push pull).

ALCUNE VALVOLE FINALI

Valvola	Tipo	Tensione di griglia	Corrente di piacca	Amplificazione	Potenza d'uscita
45 2A3	triordo	- 50 V	34 mA	3,5	1,6 W
	triordo	- 45 V	60 mA	4,2	3,5 W
EL3 6PZ8 G EL6 6F6 G	pentodo	- 6 V	36 mA	—	4,5 W
	pentodo	- 6 V	36 mA	600	4,5 W
	pentodo	- 7 V	72 mA	—	6,5 W
	pentodo	- 16,5 V	34 mA	200	3,2 W
1Q5 GT 25L6 G 6V6 G 6L6 G	tetrodo a f.	- 4,5 V	9,5 mA	—	0,27 W
	tetrodo a f.	- 7,5 V	49 mA	82	2,2 W
	tetrodo a f.	- 12,5 V	45 mA	218	4,5 W
	tetrodo a f.	- 14 V	72 mA	—	6,5 W

Due valvole finali collegate in parallelo (fig. 11.16) forniscono una potenza doppia, assorbono una doppia corrente anodica, e richiedono la stessa tensione di polarizzazione.

Se due 6V6 G vengono collegate in parallelo si ottiene la resa d'uscita di 9 watt, con la negativa di griglia di -12,5 V, ossia con la tensione del segnale d'entrata di 12,5 V, come se si trattasse di una valvola sola. Basta in tal caso l'amplificazione di tensione ottenibile con triordo, per es. con quello della 6Q7 G.

Due valvole finali collegate in controfase (fig. 11.16) forniscono una potenza superiore alla doppia, ma richiedono anche una doppia tensione negativa di griglia, ossia una maggiore amplificazione di tensione. Hanno però il notevole vantaggio di consentire una resa d'uscita meno distorta di quella ottenibile con una sola valvola. Ne risulta una più alta fedeltà di riproduzione. Nel caso della 6V6 G se due di queste valvole vengono collegate in controfase si ottiene la resa di 10 W, ma è neces-

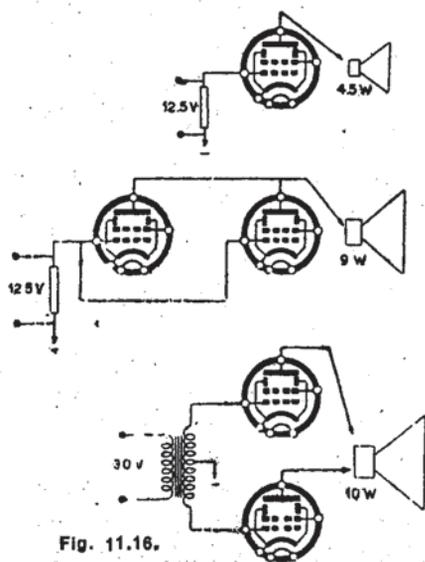


Fig. 11.16.

saria la tensione di griglia di  $-15$  V e la tensione del segnale di  $30$  V, mentre se vi è una valvola sola, o due in parallelo, è sufficiente che la tensione del segnale sia di  $12,5$  V. Data la maggior amplificazione di tensione in tal caso necessaria, non basta il solo triodo della  $6Q7$  G, è necessaria un'altra valvola tra la  $6Q7$  G e le due  $6V6$  G in controfase.

### Rivelatrici.

La rivelazione consiste nella separazione del segnale a bassa frequenza dalla portante ad alta frequenza. Nel trasmettitore avviene l'unione del segnale a BF con l'AF, nel ricevitore avviene la separazione della BF dall'AF. La componente ad AF

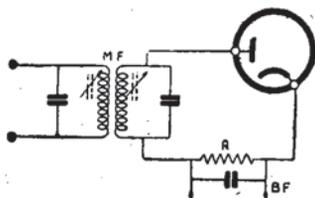


Fig. 11.17.

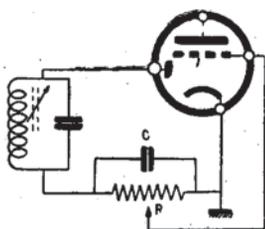


Fig. 11.18.

viene eliminata, mentre quella a BF viene amplificata e inviata all'altoparlante.

La rivelazione si ottiene mediante la rettificazione del segnale ad AF. Rettificando il segnale ad AF si ottiene il segnale a BF. Come si rettifica la tensione alternata della rete-luce mediante un diodo, così si ottiene la rettificazione della tensione oscillante che costituisce il segnale ad AF.

La valvola rivelatrice consiste, essenzialmente, in un diodo, ossia in un catodo e in un anodo. Le oscillazioni del segnale d'AF sono costituite da semionde positive e da semionde negative. Il diodo funziona solo quando alla sua placca sono presenti le semionde positive, poichè solo allora è presente la corrente elettronica. In tal modo nel circuito esterno del diodo, ossia ai capi della sua resistenza di carico, detta anche resistenza di rivelazione, è presente una tensione oscillante pulsante, rettificata, che fluisce in un senso solo. Si comporta praticamente come una tensione continua modulata, ossia come una corrente a BF, una corrente microfonica.

Il valore della resistenza è compreso tra  $0,25$  e  $0,6$  megohm. Si trova in parallelo con un condensatore fisso di circa  $100$  pF.

Le più semplici valvole rivelatrici sono a due diodi, uno per la rivelazione e l'altro per rettificare la tensione AF onde ottenere quella necessaria per il controllo automatico di volume. Si tratta di due circuiti di rivelazione, uno che fornisce la tensione a BF da amplificare, e l'altro che fornisce la tensione con la quale effettuare il controllo dell'amplificazione delle valvole ad AF e MF.

La tensione BF fornita dal diodo rivelatore è insufficiente per far funzionare la valvola amplificatrice finale. È necessario amplificarla con una amplificatrice BF di

tensione, costituita da un triodo o da un pentodo. Poichè i due diodi occupano poco spazio, nello stesso involucro di vetro è presente anche la parte amplificatrice di tensione. Così la valvola Fivre 6Q7 G e GT contiene i due diodi e il triodo amplificatore. Lo stesso avviene per la Philips EBC3. La Fivre 2B7 contiene i due diodi e un pentodo BF, ma questo tipo di valvola è in disuso. Sono generalmente impiegate valvole con due diodi e un triodo.

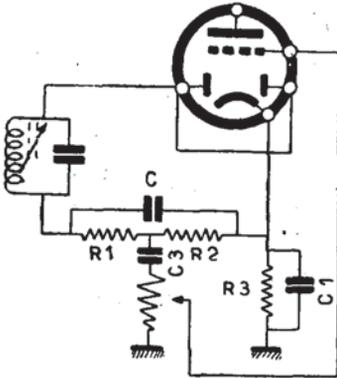


Fig. 11.19.

Mentre in fig. 11.18 il triodo funziona con tensione negativa di griglia zero, in fig. 11.19 è applicata una tensione negativa per la presenza della resistenza di polarizzazione R3. È in parallelo al condensatore C1, che ha il compito di livellare la tensione di polarizzazione. Data la presenza di tale tensione, è necessario il condensatore C3, di capacità tale da impedire il passaggio della tensione continua di polarizzazione, e da non costituire un ostacolo a quello della tensione alternata di BF.

Un tempo la rivelazione veniva ottenuta con un triodo, fig. 11.20. In qualche caso particolare è ancora usato, specie nei ricevitori a batteria per ricezione di onde

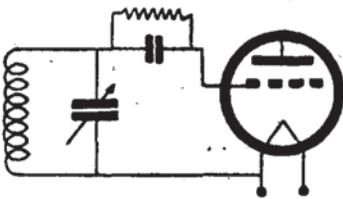


Fig. 11.20.

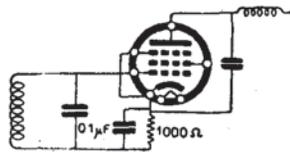


Fig. 11.21.

corte. Questo rivelatore è più sensibile del semplice diodo, in quanto amplifica il segnale rivelato. Anche in questo caso ha luogo la rettificazione del segnale AF, benchè in modo più complicato. La resistenza di rivelazione è presente nel circuito di griglia della valvola. La rivelazione avviene tra la griglia e il catodo, che in queste valvole è un filamento. Quando è impiegato il *triodo rivelatore* si ottiene la *rivelazione di griglia* (grid-leak detection).

In seguito, quando i triodi vennero sostituiti con i pentodi, la rivelazione venne

ottenuta con *pentodo rivelatore*, ancora qualche volta usato. Serve a tale scopo un *pentodo AF ad amplificazione fissa*, per es. un 6J7 G, alla cui griglia controllo viene applicata una tensione di polarizzazione molto alta, per consentire l'amplificazione delle sole semionde positive del segnale AF. Quelle negative, aumentando ancora la già alta tensione negativa di griglia impediscono al pentodo di funzionare. In questo caso non è necessaria la resistenza di griglia. La rivelazione con *pentodo* è detta anche *rivelazione anodica* o a *rivelatore polarizzato* (*biased detector*).

La fig. 11.21 indica un pentodo 6J7 G usato quale rivelatore. La resistenza catodica è di circa 1000 ohm se funziona da amplificatore AF, e di 10 000 ohm se funziona da rivelatore, in modo da ottenere una più alta tensione negativa di griglia.

Attualmente è preferita la rivelazione a diodo in quanto la tensione BF risulta meno distorta. Con il rivelatore polarizzato la distorsione è invece, relativamente, alta. Il diodo ha lo svantaggio di non amplificare il segnale rivelato, ma soprattutto quello di assorbire corrente dal circuito accordato a MF, al quale è collegato, e di ridurne in tal modo la selettività.

### Oscillatrici.

Le valvole oscillatrici possono produrre tensioni alternative a bassa, media, alta o altissima frequenza. Ciò avviene mediante l'accoppiamento del circuito d'uscita (di placca) con quello d'entrata (di griglia) della stessa valvola. L'accoppiamento può avvenire in diversi modi, può essere elettrostatico o elettromagnetico. Quando il circuito di placca riesce a cedere energia al circuito di griglia in misura tale da superare le perdite nel circuito di griglia, la valvola entra in oscillazione. La frequenza della tensione alternativa prodotta dipende dai valori d'induttanza e di capacità del circuito accordato, presente nel circuito di griglia o in quello di placca.

Una valvola *oscillatrice* era presente nelle prime supereterodine, per ottenere la conversione di frequenza dei segnali in arrivo nella frequenza fissa di ricezione, la media frequenza. Serviva a tale scopo, insieme alla valvola oscillatrice, una seconda valvola, la *mescolatrice*, alla cui entrata giungevano contemporaneamente la tensione

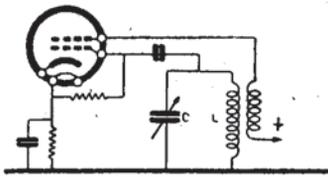


Fig. 11.22.

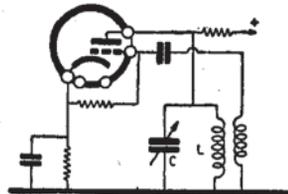


Fig. 11.23.

oscillante del segnale in arrivo e la tensione oscillante prodotta localmente. All'uscita era presente la tensione alternativa alla frequenza di ricezione, la tensione a MF. Attualmente viene usata una sola valvola per la conversione di frequenza, in quanto la oscillatrice e la modulatrice sono contenute entro un unico involucro di vetro. In alcuni casi sono ancora utilizzate due valvole separate, non però in apparecchi normali.

La parte oscillatrice delle attuali valvole convertitrici di frequenza è costituita da un triodo. La fig. 11.22 indica i circuiti relativi al triodo oscillatore, il quale ha la particolarità di possedere una *griglia anodica* al posto della placca normale. Il circuito accordato, costituito dal condensatore variabile  $C$  e dall'induttanza  $L$ , è collegato alla prima griglia, ossia alla *griglia controllo* del triodo. Esso costituisce il *circuito d'ingresso* della valvola oscillatrice. Il *circuito d'uscita* è accoppiato a quello d'ingresso mediante una seconda induttanza, detta di *reazione*, posta vicino alla prima. Avviene in tal modo una retrocessione d'energia ad AF che determina l'oscillazione della valvola.

In altre valvole il triodo oscillatore ha una placca normale, e in tal caso i circuiti relativi sono quelli di fig. 11.23. Il circuito accordato è collegato alla placca anzichè alla griglia. La griglia è collegata alla bobina di reazione. L'effetto è lo stesso.

### Convertitrici di frequenza.

Negli apparecchi normali, la prima valvola è la *convertitrice di frequenza*. Essa provvede al cambiamento della frequenza del segnale in arrivo nella *frequenza d'amplificazione* del ricevitore, detta *media frequenza*. Ciò è ottenuto sovrapponendo alla

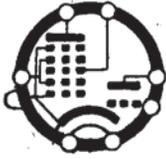


Fig. 11.24.



Fig. 11.25.

tensione del segnale in arrivo una tensione oscillante prodotta localmente, dalla valvola stessa, ed a frequenza superiore a quella del segnale in arrivo. Le due frequenze vengono amplificate insieme. All'uscita della valvola

sono presenti numerose frequenze, dovute alla sovrapposizione delle due anzidette. Il circuito di placca è però accordato ad una sola di tali frequenze, che è appunto la *media frequenza*.

In alcune valvole convertitrici la tensione oscillante locale è prodotta con un triodo (v. fig. 11.24), mentre l'amplificazione delle due tensioni a frequenza diversa è affidata ad un esodo (valvola a 4 griglie) oppure a un eptodo (valvola a 5 griglie). Queste convertitrici sono perciò dei *triodi esodi*, come le Fivre 6K8 G e 6TE8 GT, la Philips ECH3 e la Telefunken WE 20, oppure dei *triodi eptodi*, come la Philips ECH4.

Si tratta di due valvole distinte, contenute entro un unico bulbo di vetro. Nel caso dei triodi esodi, le quattro griglie dell'esodo hanno i seguenti compiti:

- |       |   |  |
|-------|---|--|
| ESODO | } | GRIGLIA 4: griglia schermo a tensione positiva   |
|       |   | GRIGLIA 3: griglia mescolatrice, collegata direttamente alla griglia del triodo oscillatore nell'interno della valvola |
|       |   | GRIGLIA 2: griglia schermo a tensione positiva, collegata alla griglia 1, nell'interno della valvola                   |
|       |   | GRIGLIA 1: griglia controllo, a cui pervengono i segnali in arrivo.  |

Nei triodi eptodi ci sono queste stesse griglie, con in più la griglia 5, ossia la griglia di soppressione collegata al catodo nell'interno della valvola. Però in questo

caso, la griglia 3, mescolatrice, va collegata alla griglia del triodo all'esterno della valvola.

In altre valvole convertitrici la tensione oscillante locale è prodotta da una parte degli elettrodi della stessa valvola mescolatrice. Si tratta delle due prime griglie, come indicato in fig. 11.25, e come è già stato detto a proposito delle valvole oscillatrici.

Nel caso di un eptodo (fig. 11.25) convertitore di frequenza, le sue griglie hanno i seguenti compiti:

- EPTODO**
- GRIGLIA 5: griglia schermo a tensione positiva
  - GRIGLIA 4: griglia controllo, a cui giungono i segnali in arrivo
  - GRIGLIA 3: griglia schermo a tensione positiva, collegata alla griglia 5
  - GRIGLIA 2: griglia anodica, che agisce come la placca del triodo oscillatore
  - GRIGLIA 1: griglia oscillatrice, che agisce come la griglia del triodo oscillatore.

Il catodo e le griglie 1 e 2 si comportano come un triodo oscillatore, con la differenza che mentre la placca del triodo raccoglie la corrente elettronica pervenuta

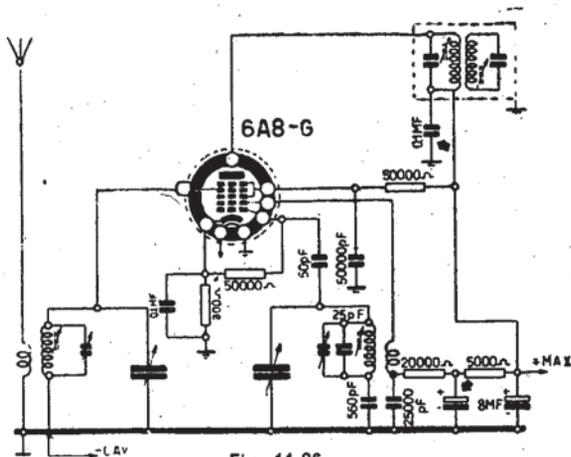


Fig. 11.26.

dal catodo, la griglia anodica lascia passare la corrente elettronica nell'altra parte della valvola. Sicchè questa seconda parte è percorsa da una corrente elettronica oscillante. Le convertitrici pentagriglia si comportano come delle valvole a tre griglie, il cui catodo fosse in grado di fornire una corrente elettronica oscillante. La griglia 3 serve per separare la parte oscillatrice della valvola dalla parte mescolatrice. La mescolazione è affidata dunque a un tetrodo. Migliori risultati si ottengono sostituendo il tetrodo con un pentodo, e in tal caso si ottiene la convertitrice a sei griglie, l'ottodo, nella quale la sesta griglia è appunto la solita griglia di soppressione dei pentodi, collegata al catodo nell'interno della valvola.

L'inconveniente maggiore delle valvole pentagriglie consiste nella difficoltà di funzionare a frequenze molto alte. Sono meglio adatte per frequenze relativamente basse.

A frequenze elevate (gamma onde cortissime) la resa d'uscita della sezione oscillatrice della pentagriglia diminuisce, mentre aumentano certi effetti fra la sezione mescolatrice e quella oscillatrice. Per questa ragione in alcune valvole pentagriglia è stata eliminata la griglia anodica. La griglia 1 è sempre oscillatrice, ma la 2 è griglia schermo, seguita dalla 3 mescolatrice, dalla 4 griglia schermo e dalla 5 griglia di soppressione. In tal modo, la sezione mescolatrice è un pentodo anziché un tetrodo. È questo il caso della Fivre 6SA7 Gd.

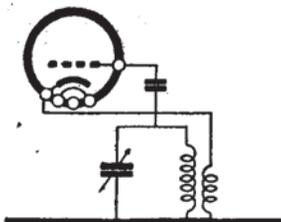


Fig. 11,27.

La bobina di reazione anziché essere collegata alla griglia 2 è collegata al catodo, ed è percorsa dalla corrente di catodo anziché da quella del circuito della griglia anodica.

### Indicatrici di sintonia.

Queste valvole hanno il compito di facilitare all'utente la manovra di sintonia. Ciascuna delle varie emittenti occupa uno stretto canale di frequenze. La sintonia è raggiunta quando l'apparecchio è accordato sulla frequenza centrale del canale, ossia sulla frequenza portante. Vengono dette « occhio magico ».

Le indicatrici di sintonia sono essenzialmente dei minuscoli tubi a raggi catodici. In assenza di segnale i raggi catodici colpiscono una targhetta circolare fluorescente e la illuminano. Non appena è presente un segnale, una parte dello stesso segnale amplificato viene utilizzato per deviare i raggi catodici. La deviazione è tanto più forte quanto più intenso è il segnale, ossia quanto più precisa è la sintonia. La deviazione forma una zona oscura visibile sulla targhetta. A volte le zone oscure sono due, ed a volte quattrò (croce luminosa).

Oltre al minuscolo tubo a raggi catodici è spesso presente un elemento amplificatore costituito da un triodo o da un pentodo. La tensione fornita dal segnale è molto debole, insufficiente per deviare i raggi catodici. È necessario amplificarla. Perciò le valvole indicatrici di sintonia sono spesso anche amplificatrici di tensione BF.

Vi sono delle indicatrici di sintonia con triodo, come le Fivre 6E5 e 6G5 e la Philips EM2, e vi sono altre con pentodo, come la Philips EFM1. Vi sono anche indicatrici con due triodi, uno per segnali deboli e l'altro per segnali forti, dette a doppia sensibilità, come la Philips EM4. Senza amplificazione è la 6AD6 G.