

LE VALVOLE CONVERTITTRICI DI FREQUENZA UN'INCONSUETA PANORAMICA

Parte Seconda: OTTODI E PENTAGRIGLIA

Luca Dal Passo
IW2 LJE – Milano
lu.dp@tiscali.it

Come già preannunciato nella prima parte di questo articolo, prenderemo in esame, in questa seconda parte, le valvole pentagriglia e gli ottodi. Anche in questo caso si tratta di valvole convertittrici di frequenza per impieghi radio, ma a differenza delle valvole composte, analizzate nella prima parte, queste sono valvole costituite da una sola unità, sebbene dotata di molti elettrodi.



Anche in queste valvole il fenomeno della conversione di frequenza avviene per mezzo di una doppia modulazione della corrente elettronica emessa dal catodo: una prima modulazione è rappresentata dal segnale dell'oscillatore locale, mentre la seconda, dal segnale RF da convertire.

La peculiarità di queste valvole è che l'oscillazione necessaria per la conversione (oscillatore locale) non è ottenuta per mezzo di un triodo separato, ma avviene nella sezione mescolatrice stessa per via della particolare forma e polarizzazione delle griglie di cui essa è dotata.

Il catodo funge sia da catodo della funzione mescolatrice, sia da catodo della funzione oscillatrice.

Ne consegue che la griglia n° 1, cioè la griglia più vicina al catodo, è sempre la griglia oscillatrice, cioè la griglia che svolge la medesima funzione della griglia in un triodo oscillatore.

L'ulteriore conseguenza è che la griglia successiva, cioè la n° 2, ha sempre, anche se in modi diversi nelle varie famiglie, una funzione paragonabile all'anodo di un triodo oscillatore.

Analizzando le varie famiglie scopriremo però che, pur essendo sempre valido quanto detto poco sopra, il principio di funzionamento è profondamente diverso tra famiglia e famiglia.

Ecco quindi l'elenco delle famiglie di queste valvole classificate in base alla loro conformazione ed alla relativa modalità di funzionamento. Anche in questo caso ho scelto di indicare ciascuna famiglia con la sigla di una delle valvole che meglio la rappresenta.

- **famiglia della EK2;**
- **famiglia della DK40;**
- **famiglia della 6A7;**
- **famiglia della 6SA7;**
- **famiglia della 6BE6;**
- **famiglia della 6L7;**
- **famiglia della 6CS6.**

Le ultime due famiglie, indicate solo per completezza, sono un po' differenti e non sono (o non solamente) previste per impieghi radio.

FAMIGLIA della EK2

“Ottodo convertitore”

Appartengono a questa famiglia molti tubi, tra cui: **AK1, AK2, CK1, CK3, KK2, WE21, WE32, EK1, EK2, EK3, EK32, 7A8**, oltre a numerosi altri tipi simili.

Si nota subito che si tratta di valvole piuttosto anziane, tipicamente degli anni 30.

Non vi sono valvole analoghe nella produzione degli anni successivi.

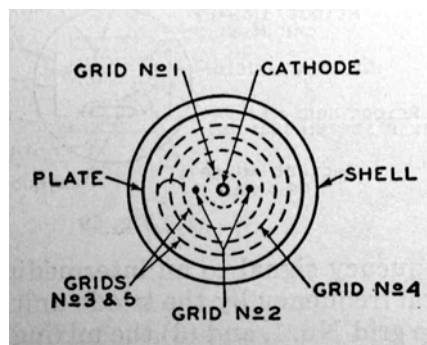
Molte hanno la solita schermatura con vernice conduttiva, spesso connessa ad un piedino separato dello zoccolo.



Gli ottodi hanno 6 griglie. La prima griglia (g1) è la griglia della funzione oscillatrice ed è chiamata appunto griglia oscillatrice. La seconda griglia (g2) svolge la funzione di anodo per l'oscillatrice ed è infatti chiamata “griglia anodica”.

L'insieme del catodo, della griglia g1 e della griglia anodica, si comportano esattamente come un triodo oscillatore. La tensione da applicare sulla griglia anodica è elevata, proprio come se si trattasse dell'anodo del triodo.

La griglia anodica non è in realtà una griglia, ma è costituita da due barrette verticali. La relativa azione è quindi soltanto quella di costituire il punto di arrivo della corrente triodica, ma non influisce sulla modulazione della corrente catodica (vedi la sezione stilizzata tratta da un manuale RCA; qui in realtà manca la griglia soppressione, ma le considerazioni non cambiano):

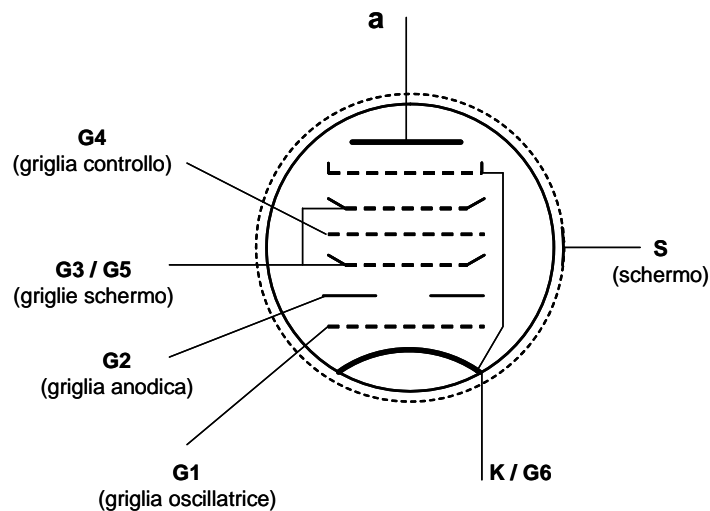


La terza griglia (g3) è una griglia schermo, così come la quinta (g5), ed infatti esse sono elettricamente collegate insieme.

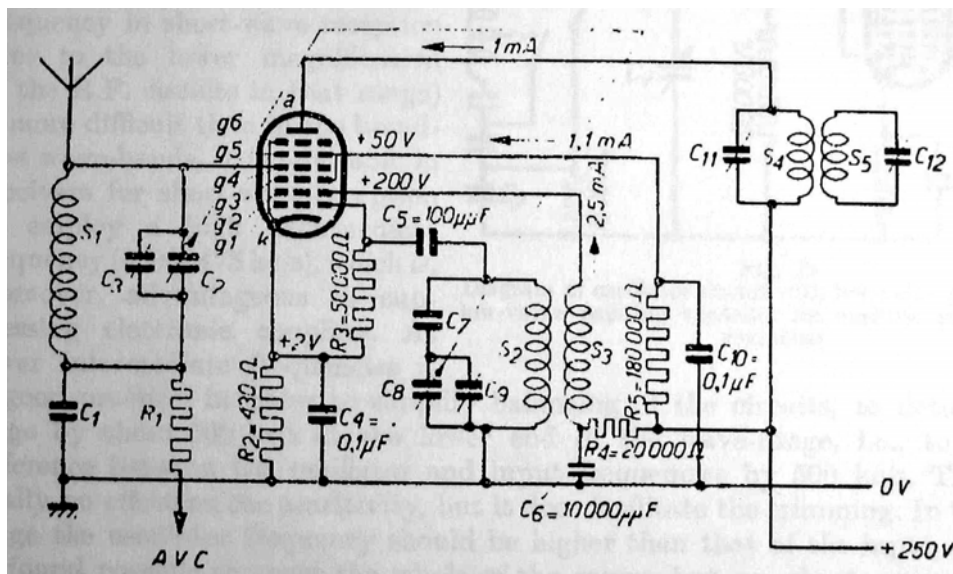
In mezzo tra la g3 e la g5 è interposta la g4, che è la griglia controllo sulla quale applicare il segnale RF da convertire. Essa ha la caratteristica a pendenza variabile.

Infine la sesta griglia, cioè la g6, è semplicemente la griglia soppressione, utile per eliminare gli effetti nocivi dell'emissione secondaria.

Ma dove viene applicato il segnale dell'oscillatore locale? Abbiamo visto che il "triordo" oscillatore è qui rappresentato dal catodo, dalla g1 e dalla g2. Ebbene, posto che la g2 non influenza granché il fascio elettronico, è proprio la griglia g1 a modulare il fascio con la tensione di oscillazione locale. E' proprio come per i triodi-eptodi, dove la tensione oscillante veniva applicata all'eptodo connettendo elettricamente la griglia del triodo con la griglia iniezione del'eptodo. Qui la griglia del triodo è rappresentata dalla g1, ma essa è anche la griglia di iniezione. Semplice!



Lo schema applicativo di uno stadio convertitore con ottodo è rappresentato nella seguente figura tratta da un databook Philips.



Si può notare che il catodo è polarizzato dalla sua resistenza R2 che è bypassata dal relativo condensatore C4: quindi il catodo è “freddo” da un punto di vista del segnale.

Sulla griglia oscillatrice è presente il circuito oscillante LC dell'oscillatore locale esattamente come si trattasse di un triodo.

Sulla griglia anodica è presente l'avvolgimento di reazione (S3) necessario per l'oscillazione.

Sulla griglia controllo (g4) è applicato il segnale RF. Ed infine sull'anodo è presente il primo trasformatore IF.

Le valvole di questa famiglia hanno prestazioni abbastanza buone per l'epoca, ma inferiori in generale alle valvole con triodo oscillatore separato. L'inferiorità di prestazioni non è tanto nella trasconduttanza di conversione, quanto per il fatto che i segnali RF di forte intensità possono determinare il trascinarsi e quindi l'instabilità della frequenza di oscillazione locale, tanto da renderne problematico l'uso per la parte alta delle onde corte.

Altro problema che affligge le valvole convertitrici di questo tipo è lo spostamento di frequenza in caso di azione della tensione di AGC. Essa inevitabilmente agisce anche sul sistema oscillatore, alterandone le condizioni di funzionamento.

Proprio per questo motivo, spesso queste valvole erano impiegate in circuiti più complessi, radio con molte valvole, ove la tensione di AGC non era applicata alla valvola convertitrice, ma ad una valvola aggiuntiva preamplificatrice RF, la cui presenza era giustificata esclusivamente per questo motivo. In molti ricevitori di classe elevata (es. Philips) della seconda metà degli anni 30, l'ottodo convertitore veniva usato solo come mixer, con oscillatore separato. In questi casi il ricevitore aveva 7 o 8 valvole e le prestazioni complessive erano eccellenti.

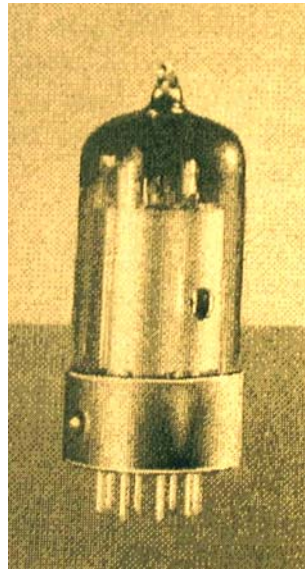
E' curioso notare che nella produzione americana, questa classe di valvole non è mai stata presente tranne che per il modello 7A8 che è comunque più recente delle altre.

Interessante anche la circostanza che gli ottodi della serie EK1, EK2, EK3, possono essere direttamente sostituiti dalla ECH3 senza modificare le connessioni allo zoccolo, ma soltanto variando un poco le tensioni ad alcuni elettrodi e la resistenza catodica. Sembra strano, ma è vero! Lascio al lettore il divertimento di capire come ciò sia possibile.

FAMIGLIA della DK40

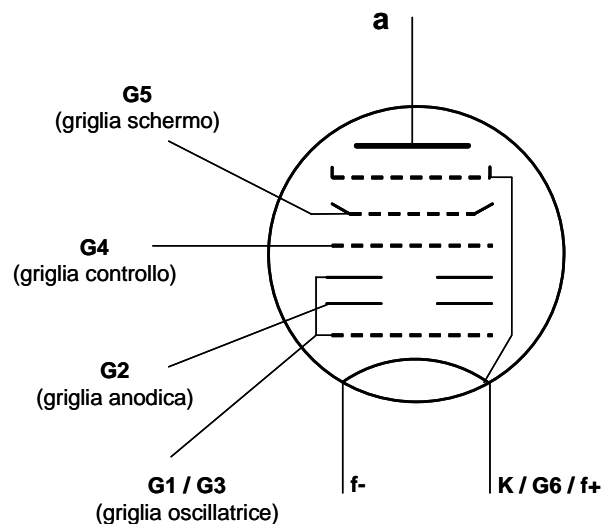
“Ottodo convertitore *Antinduttivo*”

Le uniche valvole che ho trovato e che possono essere accomunate in questa famiglia sono la **DK40** e la **DK21**.



Gli ottodi di questa famiglia sono piuttosto diversi da quelli della famiglia precedente. Anche qui abbiamo il catodo, la griglia oscillatrice (g1) e la griglia anodica (g2) che agiscono esattamente come se si trattasse di un triodo oscillatore.

Qui però, la terza griglia (g3) non è una griglia schermo, ma è un elettrodo costituito da barrette verticali poste in posizione opportuna. Questa “griglia” ha una geometria tale da controbilanciare l’effetto di accoppiamento dannoso che si verificherebbe tra la griglia oscillatrice (g1) e la griglia controllo (g4).

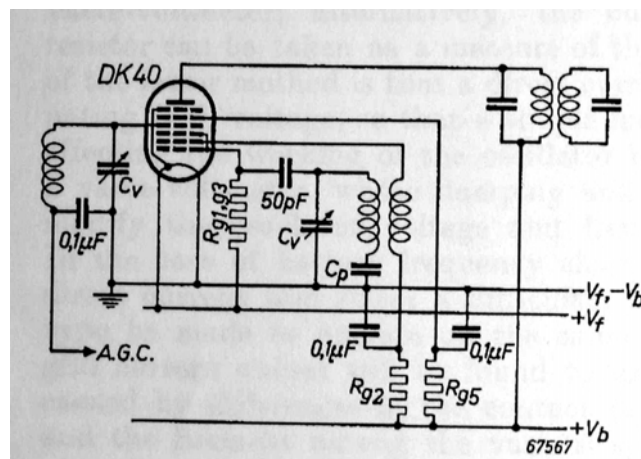


Il fenomeno è un po' complesso, ma si può spiegare in questo modo: il segnale oscillante presente sulla g1, produce un accoppiamento sulla g4 a causa della capacità interelettrodica e a causa dell'accoppiamento elettronico. L'accoppiamento che ne deriva ha carattere "induttivo" e per controbilanciarlo (similmente alla tecnica di "neutralizzazione" che molti conoscono) viene appositamente creato un ulteriore accoppiamento tra la g4 e la g3, la quale è collegata alla g1 e quindi è sottoposta al segnale oscillatorio. Questo effetto annulla l'accoppiamento "induttivo" evitando fenomeni di riduzione della trasconduttanza di conversione e instabilità della frequenza.

Seguono in successione le altre griglie (analoghe a quelle degli ottodi della famiglia precedente):

- g4 (griglia controllo a pendenza variabile);
- g5 (griglia schermo);
- g6 (griglia soppressione).

Il circuito applicativo è identico a quello degli ottodi della famiglia della EK2 (tranne che per il fatto che qui la g3 è internamente connessa alla g1 come spiegato prima, anziché alla g5).



Queste valvole erano state progettate per fornire prestazioni elevate (secondo lo standard di allora, cioè anni 40-50) nei ricevitori con alimentazione a batteria. Non sono state molto utilizzate.

FAMIGLIA della 6A7

“Pentagriglia convertitrice vecchio tipo (pentagrid converter)”

Appartengono a questa famiglia moltissimi tubi, tra cui: **1A6, 1A7GT, 1B7GT, 1C6, 1C7G, 1D7G, 1LA6, 1LC6, 2A7, 6A7, 6A7S, 6A8, 6D8, 7B8, 12A8, 14B8**, e molte altre.

E' la classica pentagriglia convertitrice usata per moltissimi anni soprattutto nella produzione radio americana (molto meno in Europa).



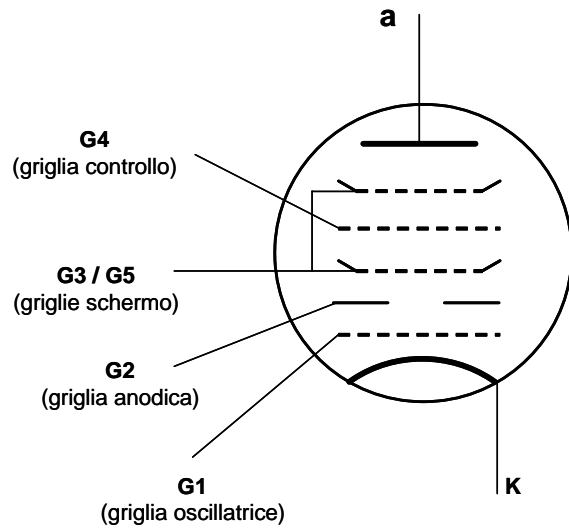
Le pentagriglia di questa famiglia sono del tutto simili agli ottodi (tipo EK2) tranne che per l'assenza della griglia soppressione (g6).

Anche qui abbiamo in sequenza:

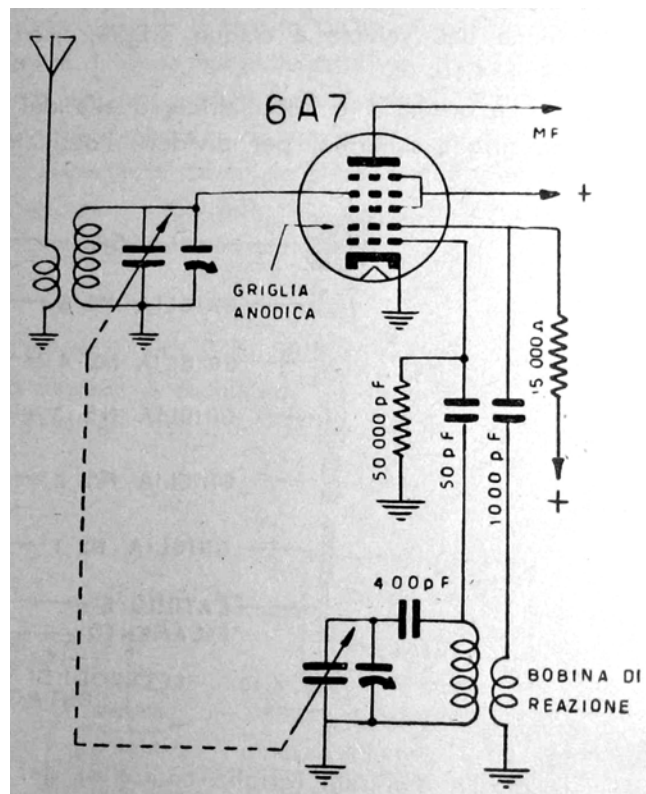
- g1: griglia oscillatrice;
- g2: griglia anodica (costituita da barrette verticali);
- g3: griglia schermo;
- g4: griglia controllo (a pendenza variabile);
- g5: griglia schermo.

Il segnale RF da convertire viene quindi applicato alla g4.

Nel caso vengano utilizzate con oscillatore separato, il segnale dell'oscillatore deve essere applicato alla g1.



Il circuito applicativo è identico a quello dell'ottodo (vedi esempio tratto dal Radio Libro).
 Da notare solo che l'assenza del soppressore potrebbe provocare fenomeni dannosi da emissione secondaria in caso di incisiva azione dell'AGC.



Questi tipi di valvole hanno avuto molto successo negli anni 40 e 50, ma sostanzialmente non sono state prodotte (tranne che dalla Fivre) dai produttori europei di valvole, i quali erano ancorati sulle ottime valvole triodo-eptodo e triodo-esodo di cui abbiamo già parlato.

FAMIGLIA della 6SA7

“Pentagriglia convertitrice *nuovo tipo* con soppressore separato (pentagrid converter)”

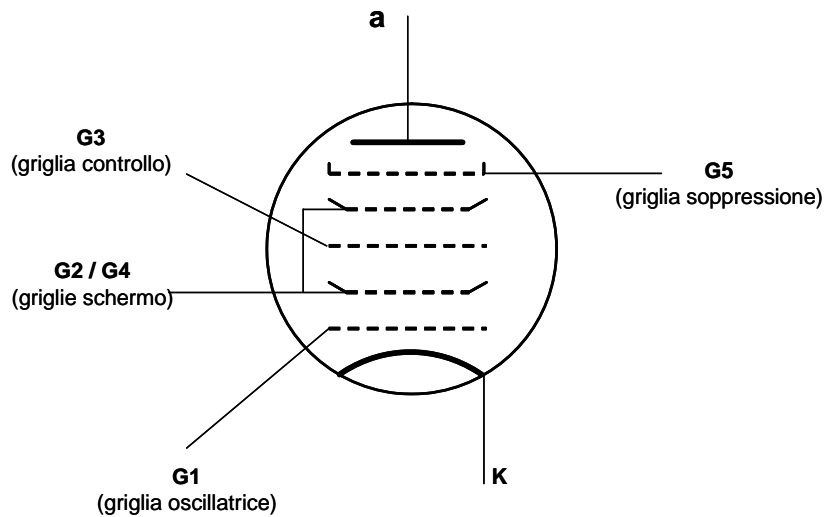
Appartengono a questa famiglia i seguenti modelli: **6SA7, 6SA7Gd, 7Q7, 12SA7, 6SB7Y, 6EA7G/GT, 12EA7, 6BA7, 12BA7, 12SY7**, oltre ad altre versioni similari.

Pur mantenendo la medesima denominazione americana di “pentagrid-converter”, sono in realtà assai diverse dalle pentagriglia vecchio tipo. La costituzione degli elettrodi, il principio di funzionamento ed il circuito di impiego sono completamente differenti.



La valvola è così composta:

- g1: griglia oscillatrice;
- g2: griglia schermo;
- g3: griglia controllo (a pendenza variabile);
- g4: griglia schermo;
- g5: griglia soppressione.



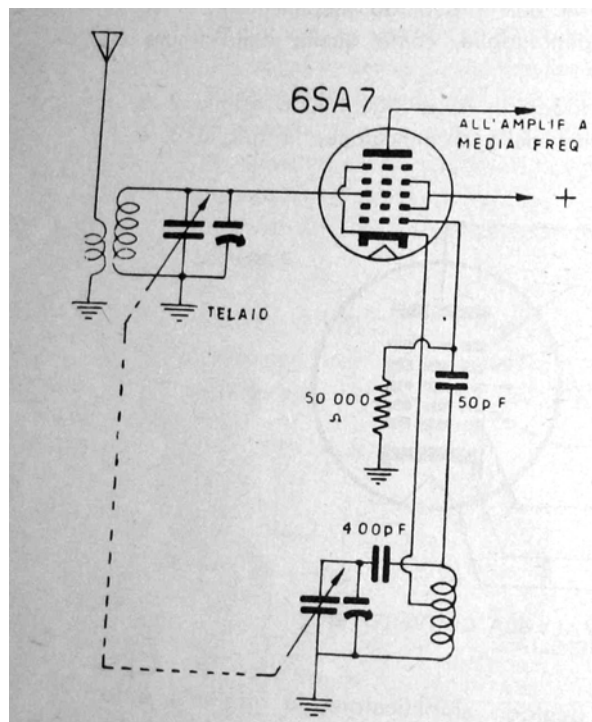
Anche in questa valvola, similmente alle pentagriglia vecchio tipo, la prima griglia funziona da griglia oscillatrice. Qui però non è presente la famosa griglia anodica, infatti la griglia successiva (g2) è una griglia schermo.

Ma se la g2 è una griglia schermo, significa che è by-passata a massa per il segnale. Ci troviamo cioè in una situazione analoga a quella di un triodo ove l'anodo è "freddo" nei confronti del segnale. In tal caso come è possibile ottenere la reazione necessaria per l'innescò delle oscillazioni?

Posto che sulla griglia sia presente il circuito oscillante LC, da dove viene la reazione? La reazione non può altro che essere ottenuta collegando il catodo al circuito oscillante!

In questo caso quindi, il catodo non è by-passato a massa per il segnale, ma interviene nell'oscillazione essendo esso collegato ad una presa bassa (lato massa) del circuito oscillante.

Si noti al proposito lo schema tratto da una pagina di una vecchia edizione del Radio Libro:



Le valvole di questa famiglia hanno costituito un'ottima soluzione tecnica e hanno avuto un considerevole impiego negli anni 40 e 50 particolarmente nella produzione americana.

Poco diffuse, ma interessanti sotto il profilo prestazionale, sono le 6SB7Y e 6BA7, sostanzialmente equivalenti tra loro, la prima Octal e la seconda più recente Noval, sono convertitrici adatte alla gamma della FM.

E' opportuno commentare il particolare caso della 6SA7.

Generalmente le valvole octal serie "S" (cioè "single-ended") erano equivalenti alle similari valvole normali, ma non avevano alcun contatto alla sommità del tubo (es. 6K7 e 6SK7 sono elettricamente uguali, ma la prima ha la griglia in testa, mentre la seconda ha tutti i collegamenti allo zoccolo).

Per la 6SA7 il discorso non vale. Infatti la 6A7 e la 6SA7 sono diverse: la prima è un pentagriglia vecchio tipo, mentre la seconda è un pentagriglia nuovo tipo.

Ma c'è di più: la 6SA7 (cioè quella metallica) ha il soppressore separato dal catodo, mentre la 6SA7GT (glass tubular) in vetro, ha il soppressore connesso al catodo (infatti la ritroviamo nella famiglia della 6BE6).

La Fivre poi ne ha prodotto un'ulteriore versione: la 6SA7Gd, anch'essa in vetro, ma con soppressore separato. Insomma: a quei tempi si sbizzarrirono con questa valvola. Probabilmente ciò è dovuto al fatto che la valvola ha dato prova di possedere ottime caratteristiche e quindi valeva la pena disporre di varie versioni per i vari possibili utilizzi.

Ne è prova anche il fatto che venne progettata e realizzata una versione miniatura, denominata 6BE6, il cui vastissimo impiego è noto a tutti e che troviamo nella successiva famiglia.

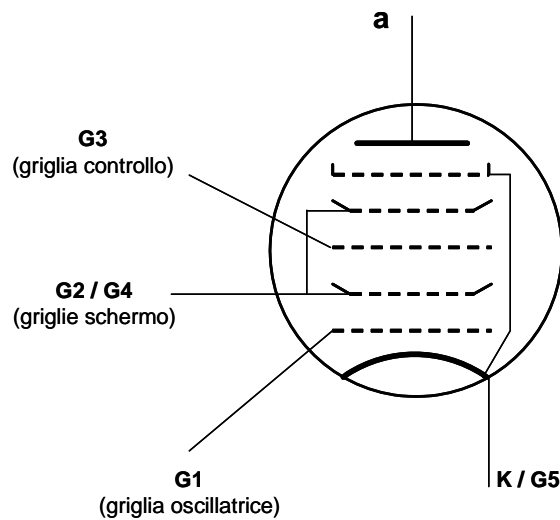
FAMIGLIA della 6BE6

“Pentagriglia convertitrice *nuovo tipo* (pentagrid converter)”

Appartengono a questa famiglia: **6BE6, 12BE6, 6SA7GT, 12SA7GT, 1R5, 1AB6, 1AC6, 14Q7, DK91, DK92, DK96, EK90, 26D6.** (l'elenco non è completo).

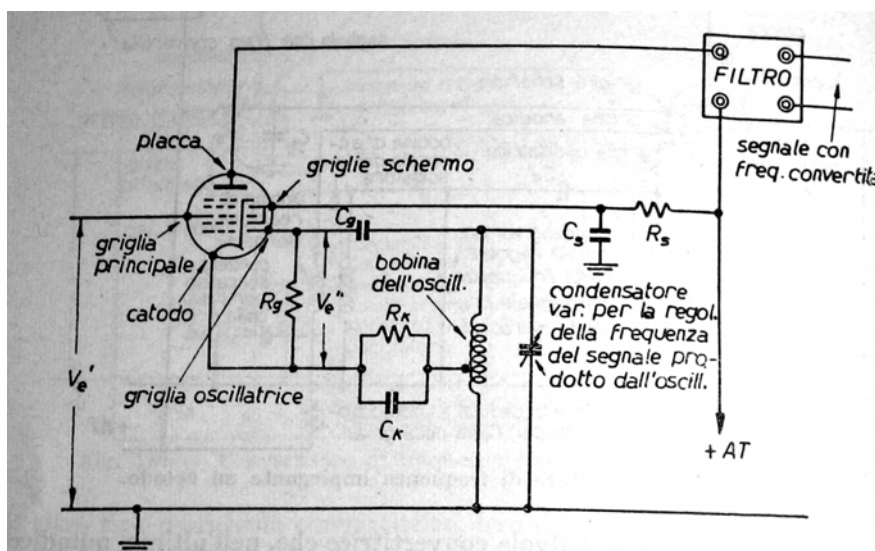


Sono valvole molto simili a quelle della famiglia precedente, con l'unica differenza che qui il soppressore è internamente connesso al catodo. Per questo motivo sono poste in una famiglia separata.



Da notare che nelle versioni a riscaldamento diretto per ricevitori a batteria, le valvole tipo DK92 (=1AC6) e DK96 (=1AB6) hanno le griglie schermo collegate a piedini indipendenti. Questo accade perché le due griglie schermo erano previste per funzionare a tensioni diverse tra loro! Ciò introduceva la necessità di almeno un resistore ed un condensatore in più.

Gli schemi applicativi sono identici a quelli della famiglia precedente. Riporto qui uno schema tratto da un vecchio testo di radiotecnica (Giovanni Mazzoli):



Si noti come il catodo è connesso ad una presa della bobina oscillatrice per ottenere la reazione necessaria al funzionamento dell'oscillatore.

Queste valvole hanno avuto enorme diffusione fino agli anni 60, conosciutissime dai tecnici e dai radioamatori oltre che dai riparatori radio e tv. La 6BE6 e la sua equivalente europea EK90 sono state prodotte anche in versioni speciali, a lunga durata, irrobustite, per impieghi professionali e militari.

Nelle applicazioni di maggior valore, erano anche utilizzate con oscillatore separato. Il loro impiego si è esteso comunque anche per altre applicazioni sfruttando le ottime caratteristiche di funzionamento.

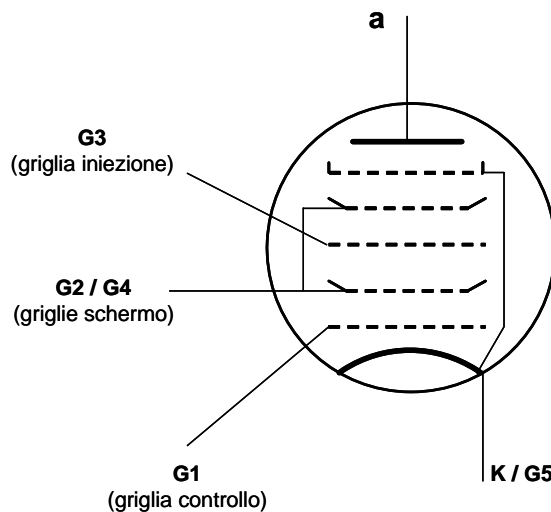
FAMIGLIA della 6L7

“Pentagriglia (eptodo) mescolatore (pentagrid mixer)”

Appartengono a questa famiglia la **6L7** e la **6L7G** oltre a qualche altra versione.

Le valvole di questa famiglia non sono previste per funzionare come convertitrici di frequenza, ma bensì come miscelatrici. Possono cioè convertire la frequenza ma necessitano di un oscillatore separato.

Lo si nota anche dalla denominazione americana “mixer” anziché “converter”.



La conformazione degli elettrodi è simile a quella della famiglia della 6BE6, ma occorre notare che nel caso di utilizzo come miscelatrice, il segnale RF deve essere applicato alla griglia n° 1 anziché alla griglia n° 3! La griglia 1 è infatti quella caratterizzata dal comportamento a pendenza variabile, mentre la griglia 3 serve per iniettare il segnale dell'oscillatore locale separato (che deve fornire una tensione oscillante di 18V!).

Sono anche previste per funzionare in bassa frequenza come regolatrici di volume (ad esempio in circuiti espansori e compressor di dinamica audio).

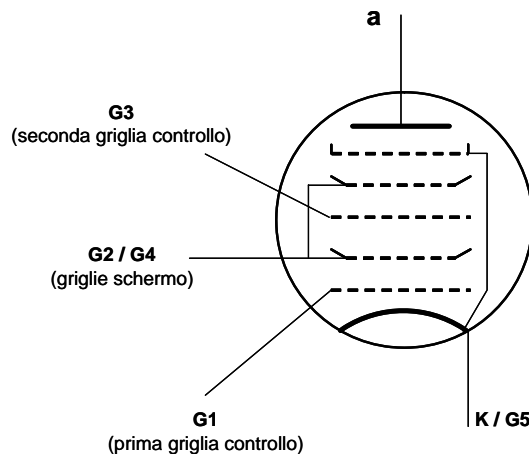
FAMIGLIA della 6CS6

“Eptodo a doppio controllo (dual control tube)”

Appartengono a questa famiglia: **6CS6, EH90, E91H**.



Non si tratta di convertitrici di frequenza per applicazioni radio, ma di valvole con doppio controllo. Cioè le due griglie g1 e g3, agiscono in uguale maniera sulla conduzione del tubo, e non hanno la caratteristica a pendenza variabile. Sono adatte come separatrici di sincronismo per televisione o per applicazioni speciali e le ho volute inserire solo per completezza di informazione. La valvola E91H era prevista per lavorare nei circuiti dei computer a valvole degli anni 60.



L'inconsueta panoramica delle famiglie di valvole convertitrici di frequenza termina qui. Il lavoro svolto vuole essere un esempio di come vi sia ancora molto da scoprire analizzando vecchi documenti e data-book e di come, a volte, le cose siano molto più articolate di quanto possa sembrare ad una prima e sommaria analisi.

Spero che le informazioni contenute nel documento possano essere utili, o almeno interessanti, per gli appassionati del settore.