

Nonostante le numerose pubblicazioni di articoli sulla costruzione di amplificatori a valvole vorrei cercare di avvicinare altre persone, come me, all'autocostruzione ritenendola una caratteristica fortemente legata al termine radioamatore.

Non dico che sia facile, ma nemmeno impossibile, riuscire a costruire un amplificatore a valvole, sicuramente bisogna avere un minimo di basi di elettronica e di strumentazione e seguire alcune regole fondamentali per la progettazione, consultabili su pubblicazioni specifiche (manuale degli amplificatori RF di potenza) o su un'inesauribile fonte di informazioni quale è internet.

Per una migliore analisi di progetto dividerò l'amplificatore in quattro blocchi principali:

- 1) scelta del tubo, classe di funzionamento e configurazione;
- 2) alimentatore
- 3) polarizzazione, bias
- 4)  $\pi$  greco d'uscita

Analizziamo ora punto per punto:

La scelta del tubo è legata direttamente alla potenza di uscita dell'amplificatore, ottenibile con uno o più tubi in parallelo. Quando si sceglie un tubo è molto importante conoscere i parametri di funzionamento indispensabili per la giusta polarizzazione e alimentazione. Io personalmente preferisco triodi russi quali Gi7b, GS31b o GS35b molto robusti e abbastanza economici se confrontati con triodi americani come 3CX1500A7, 3CX800.

La configurazione con griglia massa semplifica notevolmente lo schema e la ritengo un'ottima scelta.

Per comprendere meglio il funzionamento bisogna anche dare uno sguardo ad altri particolari non direttamente legati alla costruzione ma alla progettazione. La scelta della classe di funzionamento determina la variazione di molti parametri di progetto basandosi sullo stesso tubo, quali la **Pout** (potenza di uscita), la **Iamax** (corrente anodica massima), **Igmax** (corrente di griglia massima), la **Ip** (corrente di riposo) e **Pd** (potenza anodica dissipata) e molto importante la Rout (impedenza di uscita del tubo).

Le classi di funzionamento sono la **A**, **B**, **AB**, **C** :

Nella classe **A** la Ia è praticamente la stessa della Ip quindi in assenza di segnale di griglia, il tubo deve dissipare in calore l'intera potenza assorbita e ogni variazione della tensione di griglia si traduce in una variazione della Ia con conseguente potenza in uscita e minore dissipazione. In questa classe il rendimento non supera mai il 20-25%.

Nella classe **B**, a differenza della A, in assenza di segnale non vi è alcuna corrente in circolo, la variazione della griglia porta una brusca variazione della Ia portando il rendimento ottenibile intorno al 60%; in assenza di segnale non vi è potenza dissipata.

Esiste una classe detta **AB** che, essendo una via di mezzo tra la A e la B, unisce i vantaggi delle due cioè un alto rendimento con una bassa distorsione del segnale. A sua volta la AB si divide in **AB1**, dove Ig non è mai presente e la **AB2** dove, in presenza di segnale, abbiamo anche la Ig. In queste classi la corrente Ia non va mai a zero in assenza di segnale e prende il nome di Ip. La Ip deve avere un valore compreso tra il 10-20% della Ia Max.

Infine la classe **C** è ottenuta facendo lavorare il tubo in una zona di interdizione tale da avere corrente Ia solo nei picchi più forti del segnale questo porta ad intuire che il rendimento aumenta ancora essendo un rapporto fra potenze, ma a scapito della qualità del segnale in uscita infatti si toccano punte dell'80% di resa. Vista la distorsione del segnale non è però adatta a trasmissioni quali AM,SSB ed è dedicata per CW,RTTY.

Per calcolare Rout del tubo le formule che possono essere adottate sono queste:

per la classe A  $R_{out} = U_a / (1.3 \times I_a)$

per la classe AB  $R_{out} = U_a / (1.6 \times I_a)$

per la classe C  $R_{out} = U_a / (2 \times I_a)$

Portando un esempio riferito al triodo GI7B  $U_a=2200$  Volt  $I_a=0.35$ A  $P_{dmax}=350$ W si ha per la classe :

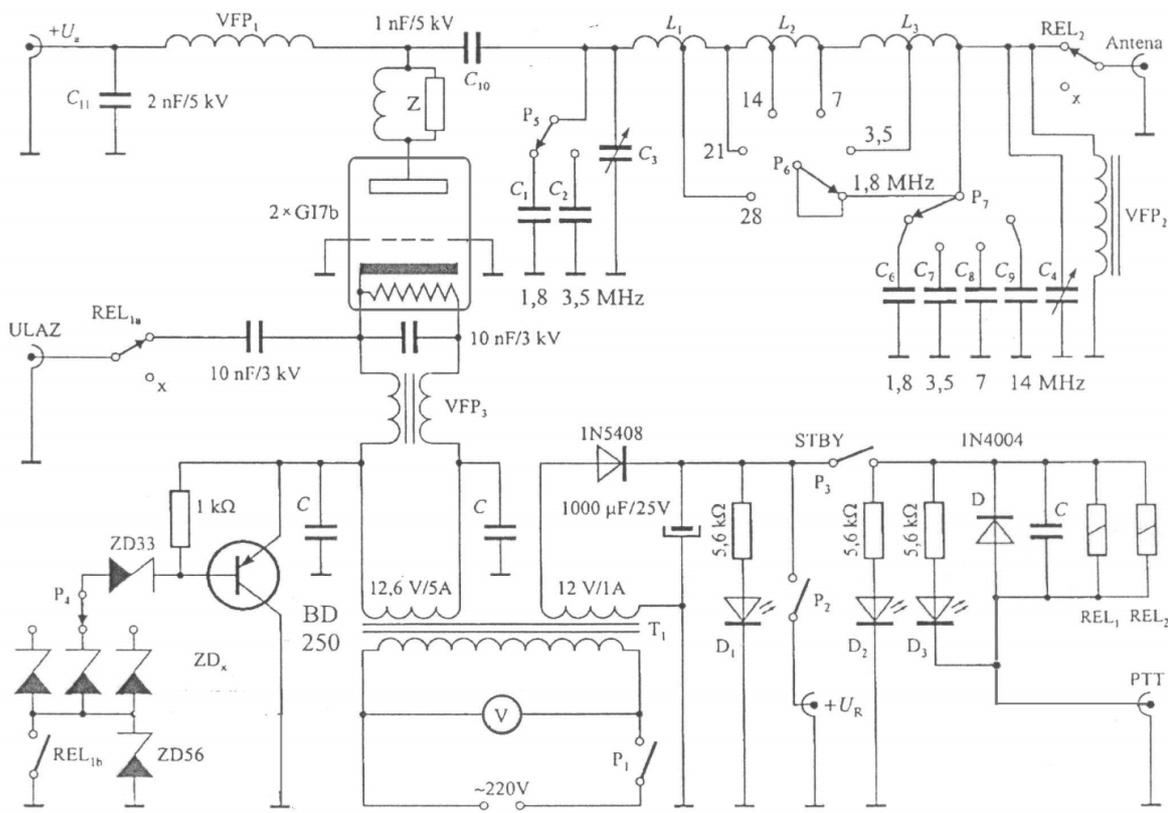
- A  $R_{out}=2200/(1.3 \times 0.35) = 4800\Omega$
- AB  $R_{out}=2200/(1.6 \times 0.35) = 3900\Omega$
- C  $R_{out}=2200/(2 \times 0.35) = 3150\Omega$

Come si vede l'impedenza di uscita del tubo cambia parecchio in base alla classe di funzionamento e la potenza dissipata segue la stessa strada, in classe C avremo una potenza in ingresso al tubo di  $P_{in}=U_a \times I_{amax}$  quindi  $P_{in}=2200 \times 0.35=770W$  considerando il 75% di resa e non l'80% teorico si ha  $P_{out}=575W$  con una  $P_d=P_{in}-P_{out}$   $P_d=770-575=195W$  ampiamente entro il limite di 350W con la classe AB con lo stesso tubo le potenze cambiano. Con il 55% di resa si ha  $P_d=770-425=345W$  dissipati dall'anodo e 425W di potenza utile in antenna, la classe A non è attuabile se non abbassando i valori di  $U_a$  e  $I_a$ .

Come ho letto su molti siti internet la vita della valvola si accorcia anche di dieci volte se non utilizzata entro i parametri, in particolar modo va rispettata la tensione Max di filamento e la corrente di griglia, mentre per la tensione anodica e la potenza dissipata si può anche sfiorare con le dovute accortezze.

La corrente di griglia  $I_{gmax}$  per i triodi russi ho visto che può arrivare fino al 30% della  $I_{amax}$  pur ritenendo che il 20-25% sia più che sufficiente essendo legata anche alla potenza di pilotaggio.

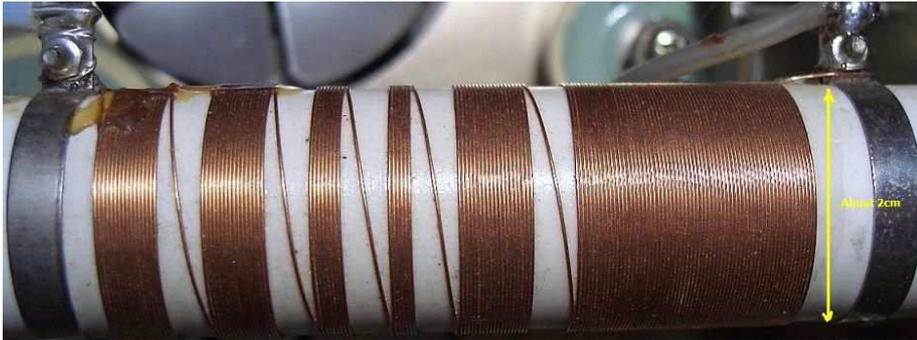
Qui di seguito allego uno schema con 2 GI7B  $P_{out}$  800 W, che può essere preso come base per tutti i triodi in configurazione griglia a massa. **(fig.1)**.



**Fig.1** (schema)

Come si vede dallo schema si può cominciare ad analizzare alcuni componenti direi fondamentali per una buona riuscita dell'amplificatore, nonostante le cattive sorprese nella costruzione di un amplificatore siano sempre dietro l'angolo, quindi armatevi di tanta pazienza perché dovrete modificare e cambiare spesso la vostra progettazione, ma questo fa parte del divertimento a costruire.

Partendo dalla tensione anodica  $U_a$  la prima cosa che si incontra è la choke anodica qui VFP1 (**fig.2**). L'induttanza varierà in base alle bande coperte dal P.A., ma dovrà avere un valore compreso tra 70 e 200  $\mu\text{H}$  circa e dovrà essere divisa in più sezioni per diminuire le auto oscillazioni che la farebbero arrostire; ha il compito di bloccare la R.F. in uscita e di far passare la tensione e corrente anodica. Più si lavorano le bande basse più deve essere alto il valore in  $\mu\text{H}$ .



**Fig.2** (choke anodica)

Altro componente subito dopo è il condensatore C10 10nF/5 KV tassativamente di buona qualità e ceramico. Esistono i centralab a bottone o anche surplus russo se si può scegliere è sempre meglio abbondare con la tensione max di lavoro teoricamente almeno 2 o 3 volte la  $U_a$  (tensione anodica).



**Centralab 850 type**



**condensatore russo**

Subito dopo troviamo C3, L1, L2, L3, C4 che formano il circuito  $\pi$  di uscita il quale ha il compito di adattare l'impedenza  $R_{out}$  del tubo con l'impedenza di uscita RL solitamente  $50\Omega$  canonici.

C3 e C4 dovranno essere variabili, C3 (350-500pF) dovrà avere una tensione di lavoro superiore alla  $U_a$  isolato ad aria o meglio ancora se sottovuoto.

C4 (1000-1500pF) dovrà avere capacità molto più elevata di C3, ma una tensione di isolamento inferiore, 1-1.5 KV sono sufficienti a patto che si inserisca l'impedenza di uscita VFP2 di valore dal mH in su, in questo caso il valore non è critico. VFP2 ha proprio il compito di proteggere e fugare a massa da extra tensioni che si potrebbero generare a causa di qualche guasto ai componenti mentre per la R.F. è inesistente.

L1, L2, L3 sono bobine di accordo avvolte in aria e con un  $\varnothing$  del filo inversamente proporzionale alla frequenza. Più si scende e minore è il  $\varnothing$  del filo maggiore della bobina perché aumenta l'induttanza di accordo (**fig. 3**).

Spesso con potenze dell'ordine del KW si utilizzano tubetti di rame da 5-8 mm di  $\varnothing$ .



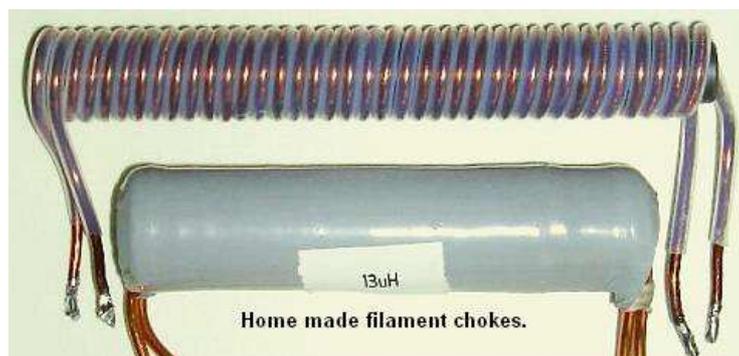
**Fig.3** (esempio di bobina di accordo  $\pi$ )

Come circuito di accordo in ingresso la soluzione più semplice è quella dell'ingresso aperiodico catodico (2 condensatori da 10nf/3Kv ceramico o a mica) che permette di avere un buon compromesso (ros 1.5 Max) su quasi tutto lo spettro delle HF con una modesta perdita di potenza in uscita dell'ordine del 5%.

Più complesso ma con possibilità di ros 1:1 in tutte le bande coperte dall'amplificatore è l'ingresso con  $\pi$  commutabile uno per ogni banda. Tenendo presente che un triodo con griglia a massa trasferisce parte del segnale in ingresso in uscita, migliore è l'adattamento e più lineare sarà l'uscita con bassi livelli di spurie.

VFP3 è la choke di filamento (**fig.4**); anche questa bobina ha il compito di bloccare la R.F. catodica dalla tensione di filamento necessaria al riscaldamento del tubo e inoltre tramite i componenti ZD33, ZD56, BD250 si forma il circuito di BIAS che serve a dare la giusta polarizzazione al tubo cioè a portare al catodo una tensione positiva, di conseguenza la griglia, anche se a massa, ad un potenziale negativo tale da far lavorare il tubo nella regione che più interessa.

Normalmente si sceglie la corrente di riposo  $I_p$  circa 10-15% della corrente anodica max( $I_a$ ). Con questa scelta si lavora in classe AB2 la più usata da tutti gli amplificatori.



**Fig.4** (esempio di choke di filamento)

Come si vede le choke di filamento per aumentare l'induttanza e renderle meno ingombranti sono avvolte su ferriti in spire bifilari. Il filo va dimensionato in base alla corrente di filamento e come ferrite si possono usare le

classiche a bacchetta; con 20-25 spire si raggiunge un valore di induttanza quasi sempre sufficiente per l'intero spettro delle HF.

Z è una resistenza antinduttiva (33-56Ω 2-5W a carbone) con la relativa bobina in parallelo e forma una choke soppressore (fig.5) che serve ad eliminare le possibili auto oscillazioni spesso generate proprio dallo stesso tubo dovute alle sue capacità ed induttanze intrinseche, spesso le oscillazioni cadono nella regione delle VHF.



Fig.5 (soppressore anodico)

Adesso abbiamo a grandi linee un'idea di come funzionano e a cosa servono i vari componenti, ma se fosse finita qui sarebbe troppo bello, purtroppo vi sono ancora molti aspetti da analizzare come le commutazioni RX-TX, il commutatore di banda, gli strumenti di lettura della  $U_a$ ,  $I_a$ ,  $I_g$ , le temporizzazioni di accensione, la ventilazione della valvola e da non trascurare minimamente l'alimentatore particolare non evidenziato nello schema ma importantissimo per la buona riuscita.

Per quanto riguarda strumenti di lettura, commutazioni ed altro, chi volesse approfondire consiglio di scaricare da internet e consultare il manuale "TRIODE BOARD" dal sito di GM3SEK veramente ben fatto e dettagliato.

Per la parte di alimentazione spendo ancora due parole, perché effettivamente, oltre ad avere moltissime variabili nella costruzione tutte legate ai componenti che si riescono a reperire, bisogna sempre ricordare che si lavora con **TENSIONI e CORRENTI LETALI** quindi prestare sempre la massima attenzione e lavorare sempre in condizioni di sicurezza.

Molte volte, anzi direi spesso, non si riescono a trovare tutti i componenti necessari alla propria realizzazione quindi bisogna apportare modifiche al progetto iniziale in base a quello che si trova. Questo spesso succede con il trasformatore anodico che non ha mai la tensione richiesta ecco perché saltano in gioco questi circuiti quali duplicatori, triplicatori e quadruplicatori (fig.6) di tensione fermo restando che il classico raddrizzatore ad onda intera resta il migliore.

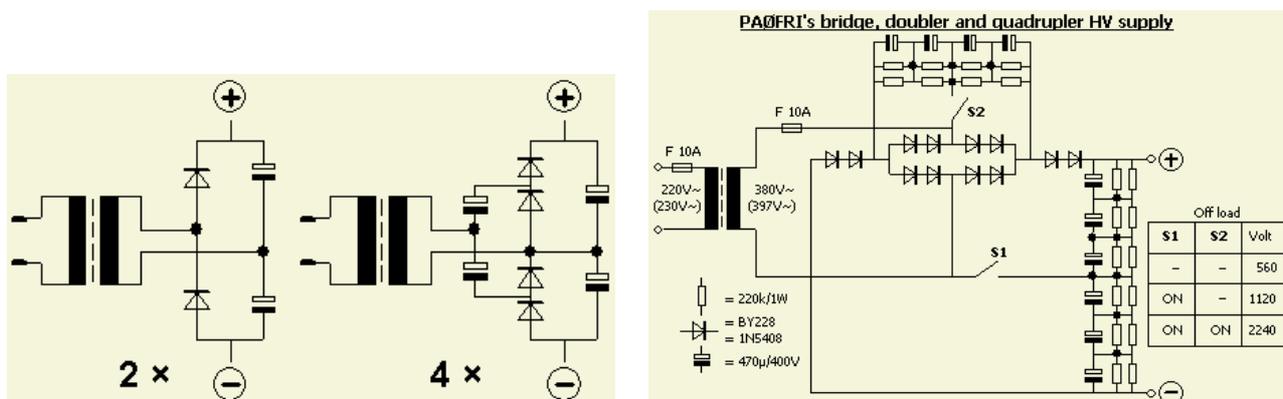


Fig.6

Queste soluzioni sono valide, ma bisogna tenere presente che raddoppiando la tensione dimezziamo la corrente quindi fate i calcoli in modo da non avere un'eccessiva caduta di tensione a pieno carico, 3-400 volt sono ancora

accettabili, oltre si introduce anche distorsione nella modulazione a causa del cambiamento dell'impedenza di accordo.

Come diodi molto utilizzati sono i BY255 (1300 Volt 3A) usati in serie di 4-6 per ogni ramo con in parallelo la resistenza di equalizzazione ed il condensatore. Per i condensatori di filtro anche in questo caso le soluzioni sono tante; la più economica è fare una serie di condensatori, si trovano a prezzi onesti gli snap-in 450V 270 $\mu$ F ed altri valori maggiori sono ancora meglio, nulla vieta di comprare i grossi condensatori da 30-50  $\mu$ F 4-5 Kv sicuramente validi. Ricordiamoci di inserire una resistenza sul primario del trasformatore anodico da 47 $\Omega$  50W (soft start) che dopo un 3-4 secondi venga bypassata da un relè temporizzato per limitare le forti correnti iniziali di carica dei condensatori e le extra-tensioni. Inserite sempre delle resistenze di scarica sui condensatori in modo da avere 3-5 mA di corrente, questo serve anche a dare un minimo di carico all'alimentatore.

Personalmente trovo alcune difficoltà a reperire molti componenti in Italia, quindi mi rivolgo sempre a venditori di surplus esteri molto forniti ed affidabili. Ve ne elenco un paio nel caso vi "scattasse la molla":

- materiale russo da UR4LL Alex Gawa ha il sito internet ma bisogna ordinare via E-mail,
- da un sito olandese [www.surpluselectronics.nl](http://www.surpluselectronics.nl),
- in Italia qualcosa si trova dalla Esco di Perugia.

Qui di seguito allego alcune foto della mia prima realizzazione:



Come si vede dalla foto abbiamo circa 750W in uscita Key-down (portante fissa) FM, in SSB si sfiora il KW P.E.P. e non i 1500W che solo teoricamente si dovrebbero avere, ma mai praticamente.



Sperando di aver chiarito qualche dubbio e aver stimolato qualcuno alla costruzione, torno alla continuazione del mio nuovo progetto questa volta con una GS31b sempre un triodo russo ma da 1.2 KW in uscita.



**Alimentatore 3KV 0.8A**

Stefano IK1XEY  
RCT 045.

E-mail charly3@inwind.it