

Il tubo ECLL800

Il tubo ECLL800 è nato nel 1963. Esso rappresenta un esempio limite di massima integrazione nel campo dei tubi a vuoto a nove piedini e ne fissa lo stato dell'arte.

Di fatto, nell'involucro di vetro è racchiuso un intero stadio finale di potenza, costituito da due pentodi preceduti dal triodo invertitore di fase. E' evidente che il numero degli elettrodi dei tre elementi attivi porta ad un numero di collegamenti con l'esterno che sovrasta alquanto il numero dei



piedini a disposizione. Perciò qualche soluzione intelligente doveva essere attuata dalla casa costruttrice.

Innanzitutto le due griglie schermo sono state collegate insieme ad un unico piedino e le due griglie soppressore sono state collegate, anch'esse insieme, all'elemento catodico, senza alcun problema. Ma la soluzione coraggiosa di unire i tre catodi ha imposto necessariamente una comune tensione di polarizzazione di griglia per i tre elementi attivi.

Il tubo ECLL800

Ancor più complicata ma ingegnosa è stata la soluzione per le tre griglie controllo. Infatti, poiché i segnali devono entrare in opposizione nello stadio finale controfase, è stato possibile collegare la griglia controllo del triodo con quella del primo pentodo, rispettando così la fase 0° su questo, lasciando libera su un altro piedino la griglia controllo del secondo pentodo, dove il segnale dovrà entrare sfasato di 180° e di ampiezza uguale a quella del primo.

Il problema perciò si è spostato al circuito del triodo dove, come già sappiamo, si verifica sulla sua uscita una rotazione di 180° del segnale. Però in questo caso l'amplificazione deve essere obbligatoriamente unitaria.

In previsione di ciò la casa costruttrice ha già progettato il triodo con un coefficiente d'amplificazione μ molto basso (1,2).

Comunque, il risultato di queste geniali idee ha portato alle connessioni ai piedini della **ECLL800** come riportato nella Fig.1 (zoccolo noval).

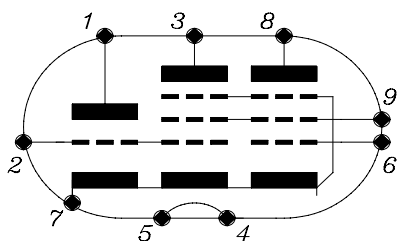


Fig.1

Qui di seguito sono descritte le caratteristiche essenziali del tubo:

ECLL800

Triodo

$$V_a = 100V$$

$$I_a = 4mA$$

$$g_m = 50 \mu A/V$$

$$\mu = 1,2$$

$$V_g = -9V$$

Pentodo

$$V_a = 250V$$

$$I_a = 24mA$$

$$V_{g2} = 250V$$

$$I_{g2} := 4,5mA$$

$$g_m = 6mA/V$$

$$V_g = -9V$$

$$R_a = 100K\Omega$$

$$P_a = 2x6W_{max}$$

$$R_{aa} = 11K\Omega$$

Si può notare dalle caratteristiche come le tensioni di griglia controllo del triodo e dei pentodi debbano avere inevitabilmente lo stesso valore (-9V).

UN AMPLIFICATORE B.F. IN CONTROFASE CON LA ECLL800

Proponiamo ora in Fig.2 un amplificatore in controfase costruito intorno alla ECLL800. Esso, in fondo, non si discosta dalla comune circuiteria se non per il collegamento tra il triodo e i due pentodi. Un piccolo condensatore (5,6p) tra la placca del triodo e la placca del secondo pentodo crea una leggera controeazione alle frequenze alte, in modo da aumentare la frequenza di taglio superiore della banda passante.

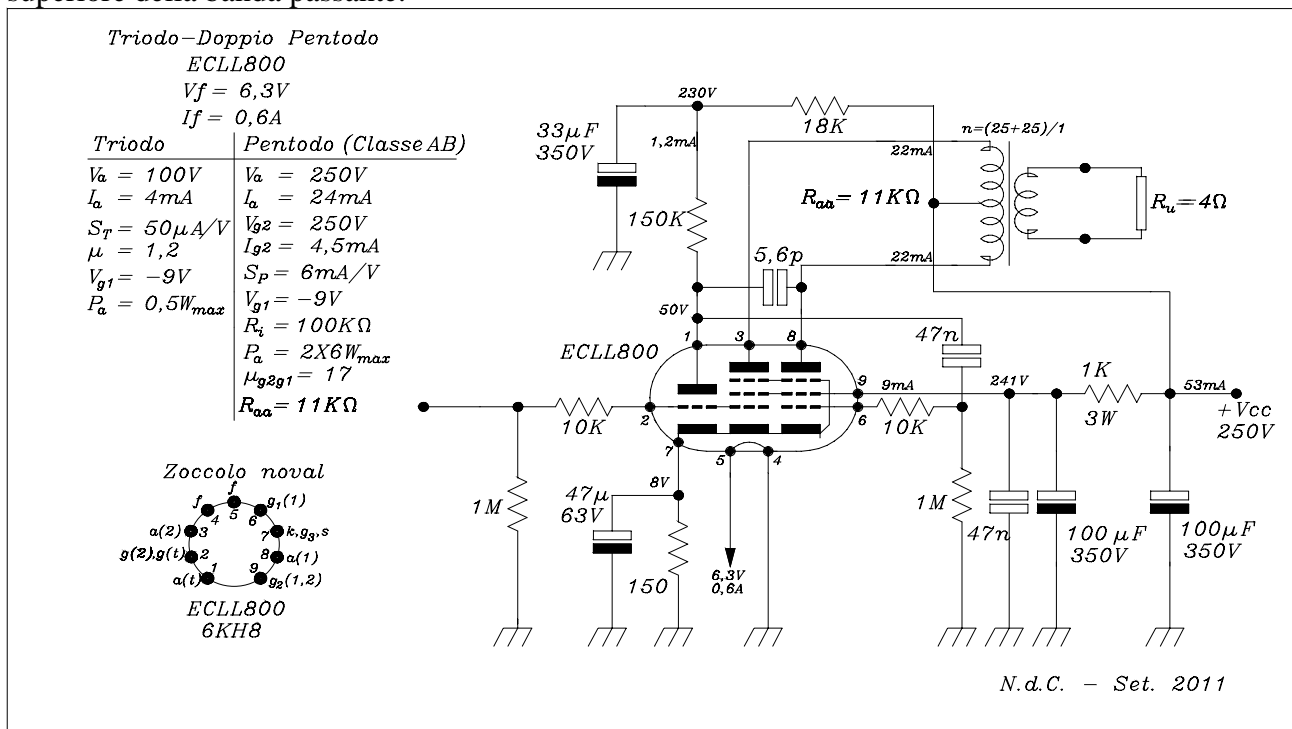


Fig.2

Qualche frammento di calcolo:

Sviluppiamo ora qualche calcolo che ci sembra più degno di attenzione.

1) Calcolo della resistenza di carico del triodo

E' importante determinare la resistenza di carico R_c del triodo, perché dal suo valore dipende l'amplificazione dello stadio che, come sappiamo, deve essere unitaria.

La resistenza interna R_a del triodo è data dalla relazione fondamentale:

$$R_a = \frac{\mu}{g_m}$$

Sostituendo in essa i valori forniti nelle caratteristiche otteniamo: $R_a = \frac{1,2}{50} \cdot 10^6 = 24.000\Omega$.

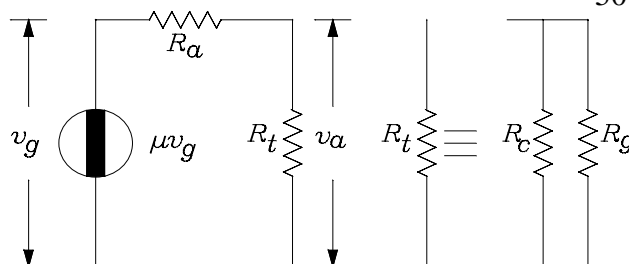
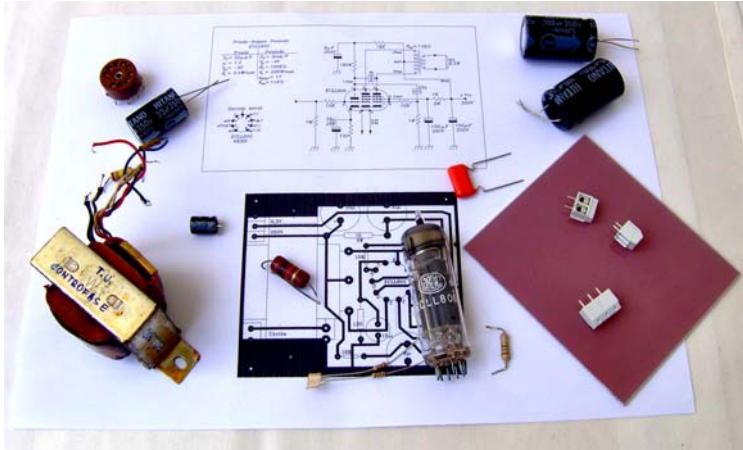


Fig.3

Adoperiamo la configurazione con generatore di tensione (Fig.3) per calcolare l'amplificazione e scriviamo:

$$A = \mu \frac{R_t}{R_a + R_t} = 1$$



Schema, circuito e parte del materiale utilizzato

da cui:

$$R_t = \frac{R_a}{\mu - 1} = \frac{24 \cdot 10^3}{0,2} = 120 K\Omega$$

Ma R_t è il parallelo tra R_g e R_c , dove R_g è la resistenza d'ingresso del pentodo. Se poniamo $R_g = 1 M\Omega$ avremo la R_c :

$$R_c = \frac{R_g R_t}{R_g - R_t} \cong 136 \cdot 10^3 \Omega \rightarrow 150 K\Omega$$

approssimata per eccesso.

2) Calcolo del rapporto di trasformazione del trasformatore d'uscita

E' importante anche conoscere il valore della resistenza di carico R_{aa} anodo-anodo dei due pentodi per poter determinare il rapporto di trasformazione del trasformatore d'uscita. Nelle caratteristiche troviamo il valore $R_{aa} = 11000 \Omega$, che rappresenta la resistenza di carico ottimale proposta dalla casa costruttrice. Se pensiamo di dover caricare lo stadio con un altoparlante da 4Ω il rapporto di trasformazione avrà il valore:

$$n = \sqrt{\frac{R_{aa}}{R_u}} = \sqrt{\frac{11000}{4}} = 52,4$$

quindi avremo bisogno di un trasformatore con presa centrale il cui rapporto effettivo sarà:
 $(26,2 + 26,2) / 1$

Il trasformatore (di recupero) utilizzato ha un rapporto di $(25+25)/1$ e si adatta benissimo al nostro circuito.

----*----

Le foto che seguono mostrano vari aspetti del circuito amplificatore, completamente montato su basetta di vetronite.



L'amplificatore visto di lato.



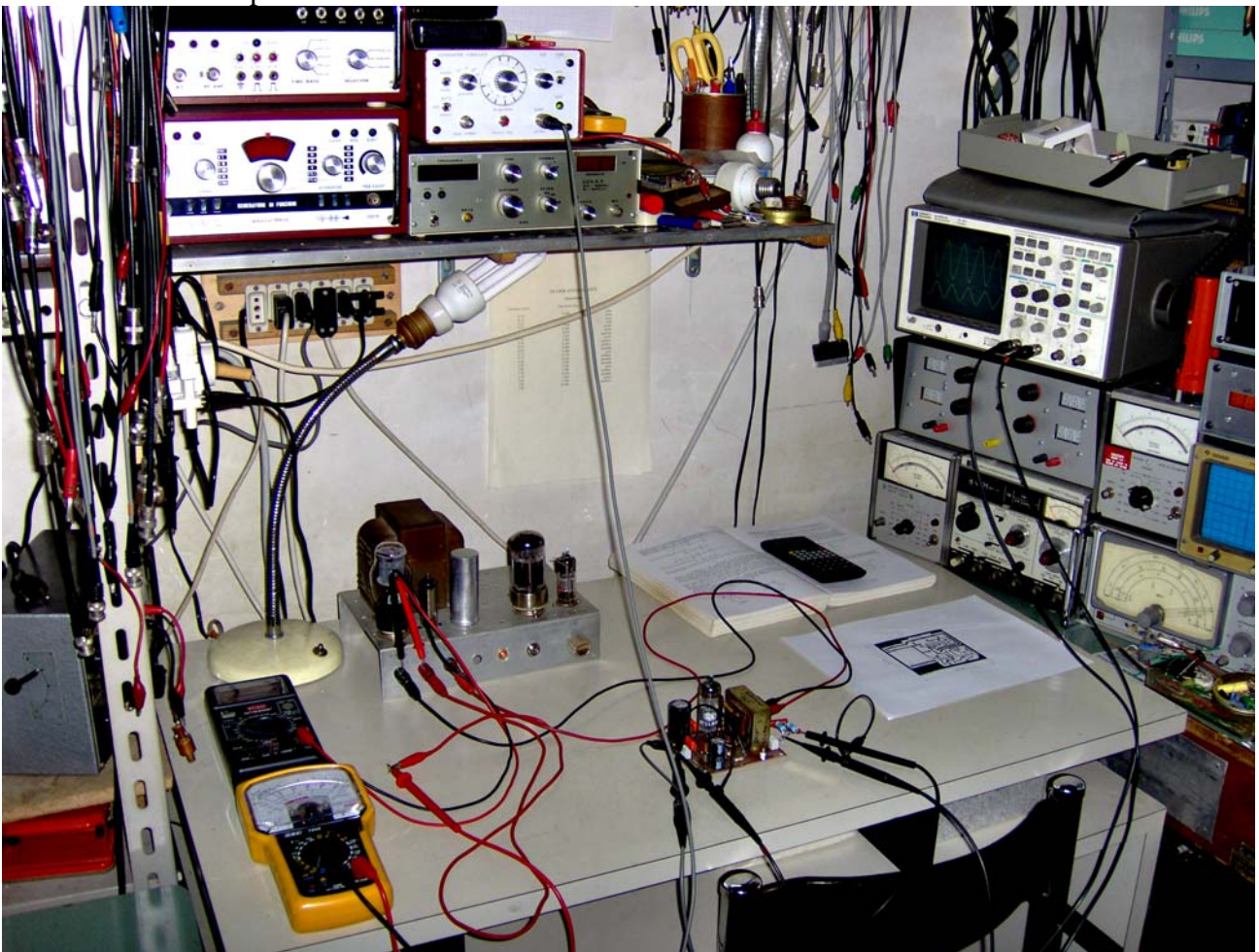
L'amplificatore visto dall'alto.



L'altro lato dell'amplificatore.

Collaudo del circuito.

La foto mostra l'amplificatore sotto collaudo.



L'amplificatore sotto collaudo sul mio disordinatissimo banco.

Si può notare, sulla destra, l'oscilloscopio dove sono visualizzati i segnali d'ingresso e d'uscita; a sinistra il voltmetro digitale che misura la tensione A.T. di lavoro e il voltmetro analogico che rileva



la corrente assorbita. In alto, sulla mensola, il generatore che dà il segnale all'ingresso dell'amplificatore. In fondo al tavolo è posizionato l'alimentatore che fornisce sia la tensione anodica in V_{cc} che la tensione per i filamenti (6,3V) in V_{ca} .

Per rimanere totalmente nel campo dei tubi a vuoto, anche la sorgente della tensione A.T. è costituita da un alimentatore stabilizzato a valvole montato, un po' rozzamente, su un vecchio chassis.

Le valvole utilizzate per l'Alim. Stabilizzato sono, nell'ordine: 5V4 (raddrizzatrice biplacca), 0B2 (stabilizzatrice di tensione), 6080 (tubo regolatore in serie), EF80 (valvola di controllo).

----*----

All'accensione, l'amplificatore ha funzionato immediatamente ed egregiamente.

Alimentato da una tensione di $250V_{cc}$, ha assorbito una corrente di $53mA$. La tensione letta sulle griglie-schermo è stata di $241V$, da cui si deduce che la loro corrente assorbita è di $9mA$. Il valore adottato per la resistenza di catodo che deve fornire una tensione di polarizzazione di $-9V$ è stato calcolato in base ad una presunta corrente totale di $60mA$. Cioè:

$$R_K \cdot I_{tot} = 150 \cdot 60 \cdot 10^{-3} = 9V$$

Al collaudo la tensione di catodo è risultata di circa $8V$. Infatti il calcolo ci fornisce:

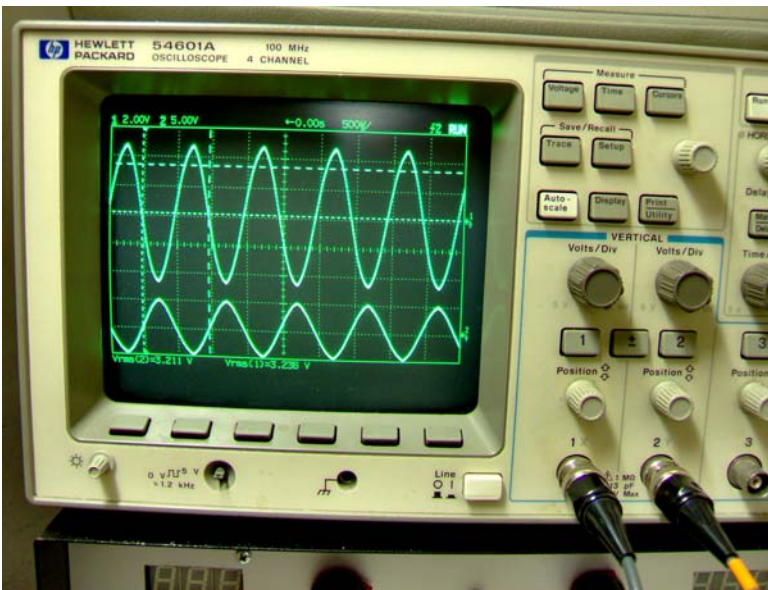
$$V_K = R_K \cdot I_t = 150 \cdot 10^3 \cdot 53 \cdot 10^{-3} \cong 8V$$

come deve essere, per una corrente di stadio pari a $53mA$.

Con un segnale d'ingresso di $3,2V_{eff}$ a $1000Hz$ il sistema ha fornito in uscita una potenza di $2,4W$ su un carico di 4Ω .

La foto a fianco ci indica i segnali in ingresso e in uscita, visualizzati sullo schermo dell'oscilloscopio.

Un esame superficiale delle forme d'onda non fa notare né distorsioni evidenti né sfasamenti.



Alla verifica della banda passante si sono ottenuti i seguenti risultati:

L'amplificazione è apparsa incredibilmente piatta (entro $0,2dB$) da $3000Hz$ a $23000Hz$, è scesa a $-1dB$ a $28000Hz$ per toccare i $-3dB$ (frequenza di taglio superiore) a $31000Hz$. In questo campo non si sono notate visivamente distorsioni apprezzabili.

Nella parte bassa della gamma abbiamo letto sul voltmetro un aumento d'amplificazione di $+1dB$ a $1000Hz$ con un picco di $+2dB$ tra $100Hz$ e $50Hz$. La frequenza di taglio inferiore ($-3dB$) è stata rilevata a $8Hz$ (gli strumenti utilizzati per la misura sono stati l'oscilloscopio HP54601 e il voltmetro a larga banda HP400E).

La forma d'onda del segnale da $50Hz$ in giù è però alquanto alterata, per arrivare ad una distorsione molto forte e non più accettabile al di sotto dei $20Hz$.

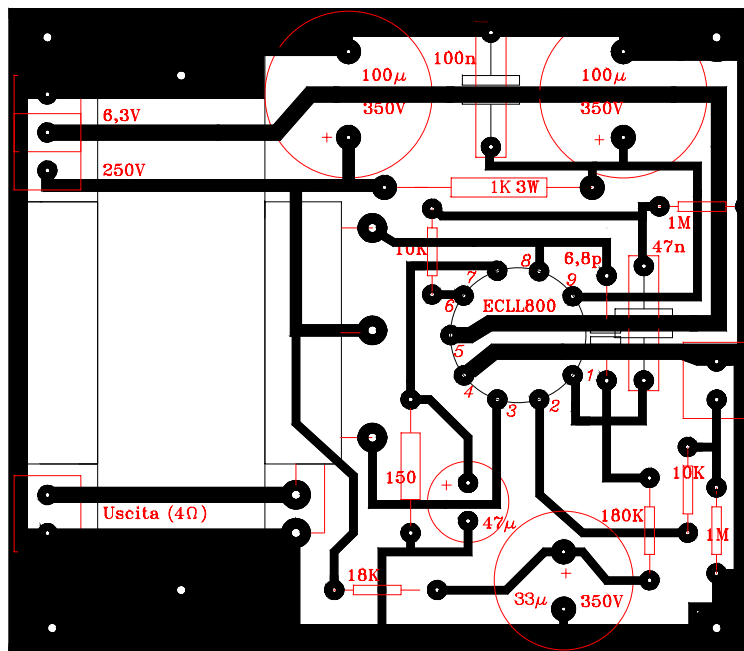
Possiamo quindi concludere che il sistema risponde bene alle note medio-alte ed alte ed ha un leggero aumento di amplificazione intorno ai 1000Hz, che non guasta per ottenere un leggero “effetto presenza”.

Il comportamento alle note basse e bassissime è, invece, molto deludente. Questo, però, era da prevedersi poiché la quantità di ferro nel trasformatore adoperato è piuttosto piccola.

E’ da tener conto anche che la configurazione circuitale intrinseca del tubo, con la connessione diretta della griglia del triodo con quella di uno dei pentodi, implica necessariamente che una via di segnale del controfase è a frequenza di taglio di 0Hz (collegamento in continua) mentre l’altra è dipendente dal filtro RC che collega l’anodo del triodo alla griglia dell’altro pentodo. Ciò porta ad uno squilibrio dell’amplificazione alle basse frequenze, sia per quanto riguarda l’ampiezza dei due segnali, sia per quanto riguarda la loro fase. Può darsi che la cattiva risposta alle frequenze basse sia il risultato congiunto di questi due fattori, insieme alla insufficiente quantità di ferro del trasformatore (nucleo troppo piccolo).

----*----

Viene riportato, infine, anche il circuito stampato visto dal lato delle connessioni, le cui dimensioni effettive sono 86x99mm. Può essere utile.



Settembre. 2011

Nicola del Ciotto