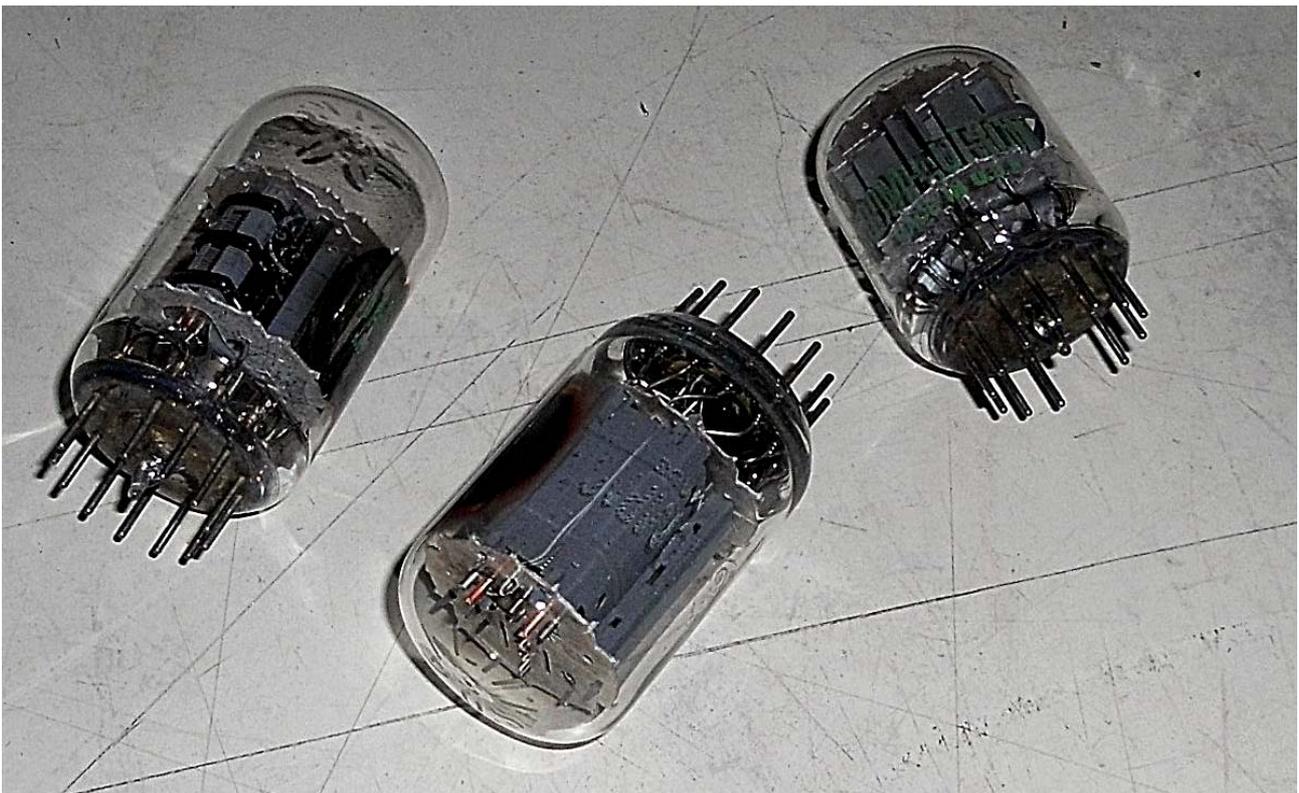


I TUBI “COMPACTRON”

Agli inizi degli anni '60 la tecnica e la tecnologia del tubo a vuoto hanno toccato l'apice dell'arte con l'introduzione sul mercato di un nuovo tipo di involucro, in cui è stato raggiunto il massimo possibile d'integrazione delle funzioni attive in uno spazio il più limitato possibile.

E' stata l'ultima sfida dell'elettronica del vuoto spinto alla nuova, incalzante e vincente elettronica dello stato solido. Questo nuovo tipo di tubo fu chiamato “*Compactron*” ed era basato su uno zoccolo “tutto vetro” a dodici piedini. La sua forma era tozza e cilindrica, molto professionale e gradevole a vedersi. L'utilizzo di dodici piedini permetteva di introdurre nell'ampolla svariate funzioni di valvola. Era facile trovare ampole con due pentodi all'interno, oppure due triodi e un pentodo, oppure due diodi e due triodi, oppure tre triodi, e così via... Purtroppo fu il “canto del cigno” dell'elettronica del vuoto spinto. Dopo le “*compactron*” non vi fu più nessun ulteriore sviluppo: lo stato solido aveva stravinto la battaglia e, ormai libero da argini tecnologici, ha dilagato. Ne osserviamo oggi i frutti e le conseguenze.



Nella foto sono mostrati alcuni esemplari di tubi “Compactron”. Vediamo, partendo dalla sinistra: una 6AR11, una 6AL11, una 6AF11.

Nella foto sono riportati alcuni tipi di Compactron” della G.E. Essi sono, da sinistra a destra di chi guarda: la **6AR11**, la **6AL11**, la **6AF11**. Riportiamo, in breve, le loro caratteristiche essenziali e i collegamenti degli elettrodi ai piedini:

6AR11:

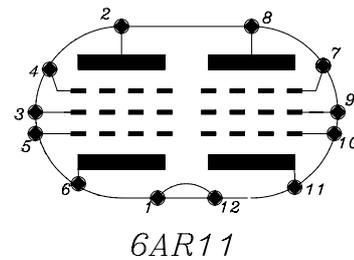
Doppio pentodo R.F. (due pentodi uguali)

$V_f = 6,3V$ $I_f = 0,8A$

$V_{amax} = 330V$

$V_a = 125V$

$P_{max} = 3,1W$ $V_s = 125V$
 $V_{smax} = 330V$ $R_k = 56\Omega$
 $P_{smax} = 0,65W$ $I_a = 11mA$
 $C_g = 10pF$ $I_s = 3,5mA$
 $C_a = 2,8pF$ $R_p = 200.000\Omega$
 $C_{ga} = 0.026pF$ $g_m = 10,5mA/V$



6AL11:

Doppio pentodo B.F. (due pentodi dissimili: un pentodo amplificatore a pendenza fissa e un pentodo di potenza)

$V_f = 6,3V$ $I_f = 0,9A$

Pentodo di potenza (piedini 9,8,10,11):

$P_{max} = 10W$

$P_{smax} = 2W$

$V_{amax} = 330V$

$V_{smax} = 330V$

Funzionamento in Classe A:

$V_a = 250V$ $I_a = 35mA$

$V_s = 250V$ $I_s = 2,5mA$

$R_a = 100.000\Omega$ $R_p = 5000\Omega$

$g_m = 6,5mA/V$ $P_u = 4,4W$

$V_g = -8V$

Pentodo Amplificatore (piedini 2,3,7,4,6):

$P_{max} = 1,7W$

$V_{amax} = 330V$

$P_{smax} = 1,1W$

$V_{smax} = 330V$

Funzionamento in Classe A:

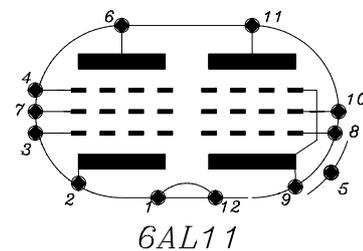
$V_a = 150V$ $I_a = 1,3mA$

$V_s = 100V$ $I_s = 2,1mA$

$R_a = 150.000\Omega$

$g_m = 1mA/V$

$R_k = 560\Omega$



6AF11:

Pentodo, doppio triodo (I triodi sono dissimili)

$V_f = 6,3V$ $I_f = 1,05A$

Pentodo amplificatore

$P_{max} = 5,0W$

$V_{amax} = 330V$

$P_{smax} = 1,25W$

$V_{smax} = 330V$

Funzionamento in Classe A:

$V_a = 200V$ $I_a = 24mA$

$V_s = 150V$ $I_s = 4,8mA$

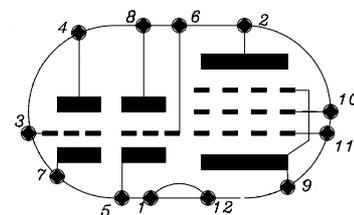
$R_a = 68.000\Omega$

$g_m = 11mA/V$

$R_k = 100\Omega$

Triodo N°1 (piedini 5,6,8)

$P_{max} = 1,1W$



$V_{amax} = 330V$

Funzionamento in Classe A:

$V_a = 200V$ $I_a = 7,0mA$

$V_g = -2V$

$R_a = 12.400\Omega$

$g_m = 5,5mA/V$

$\mu = 68$

Triodo N2 (piedini 7,3,4)

$P_{amax} = 2,0W$

$V_{amax} = 330V$

Funzionamento in Classe A:

$V_a = 200V$ $I_a = 9,2mA$

$R_k = 220\Omega$

$R_a = 9.400\Omega$

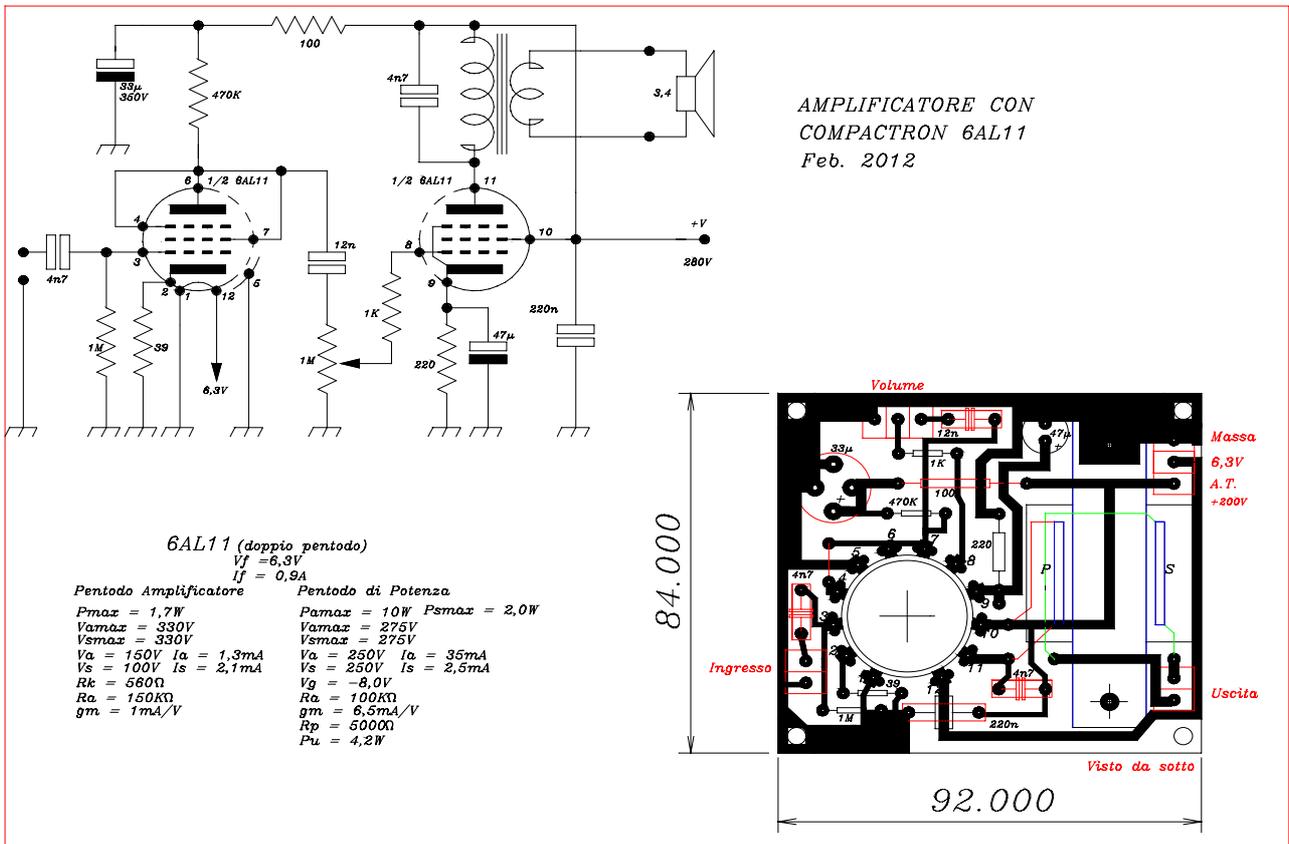
$g_m = 4,4mA/V$

$\mu = 41$

----*----

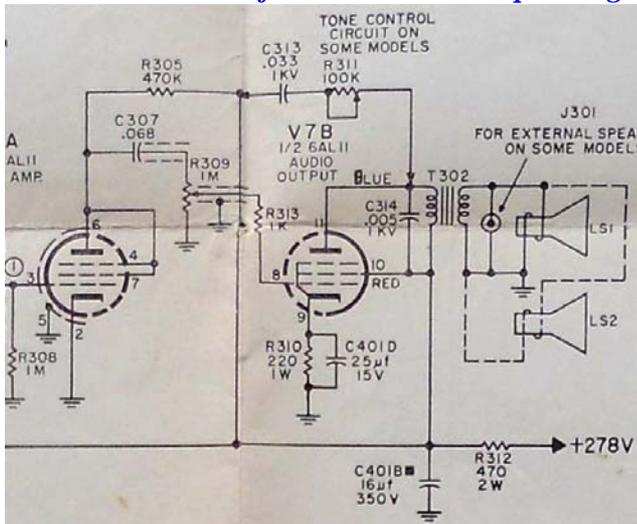
Amplificatore B.F. di potenza con una 6AL11

La disponibilità di una **6AL11** mi ha invogliato a costruire un Amplificatore di Bassa Frequenza, comprensivo di circuito preamplificatore e circuito finale, tutto in un solo tubo.



Schema dell'Amplificatore e basetta del circuito stampato.

Lo schema segue molto da vicino quello dello stadio finale audio di un vecchio televisore "DUMONT" (Chassis MX), con alcune piccole e inessenziali modifiche apportate. **La valvola, il suo zoccolo e il trasformatore d'uscita provengono dalla demolizione del televisore.**

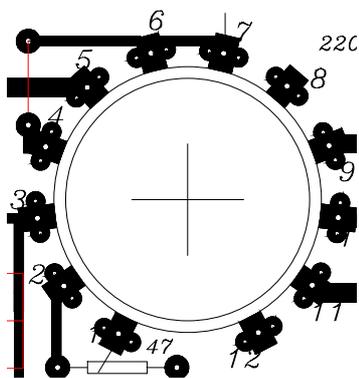
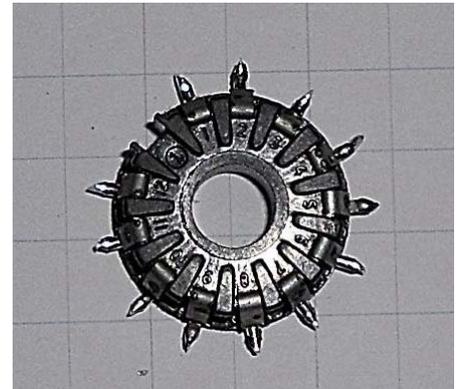


Controllando lo schema originale, si nota come il pentodo amplificatore sia stato fatto funzionare come triodo, con la placca, la griglia schermo e la griglia suppressore collegati insieme.

Questa nuova configurazione, purtroppo, non è contemplata nelle specifiche del tubo, perciò ho dovuto accettare il circuito della "DUMONT". Io ho solamente tolto il controllo di tono e aggiunto un leggero filtro riduttore di tensione formato da una resistenza da 100Ω e da un condensatore da 33 μF, per separare meglio i due stadi ed evitare così eventuali ma poco probabili pericoli di inneschi indesiderati. Ho posto una resistenza di piccolo valore (39Ω) sul

circuito di catodo per creare una leggera polarizzazione di griglia con una leggera controreazione, per migliorare la qualità dell'audio. Nello schema originale il catodo è collegato direttamente a massa.

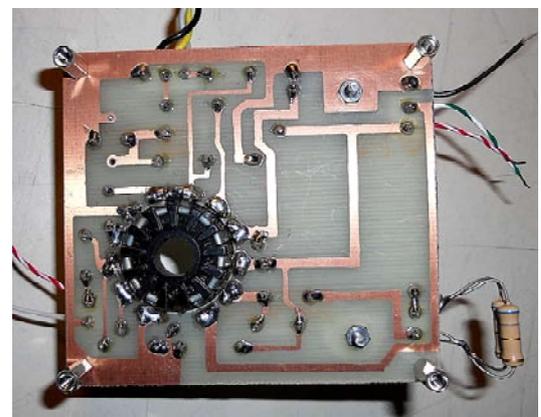
Sul circuito di alimentazione ho posizionato un condensatore di soli 220nF, poiché tutto il circuito sarà alla fine alimentato da un alimentatore stabilizzato, dove il ronzio d'alternata è ridotto a valori bassissimi. Ho modificato i valori del condensatore catodico e del condensatore di accoppiamento (nello schema originale vi erano rispettivamente: 25μF e 68nF).



Una certa difficoltà è apparsa nell'utilizzare lo zoccolo della 6AL11, di fattura molto particolare. Infatti i piedini sono ripiegati all'indietro e poi a 90 gradi, per essere saldati al rame, con la conseguenza finale di avere il tubo dalla parte del circuito stampato. Ciò ha comportato anche la foratura circolare della basetta, necessaria per far passare lo zoccolo.

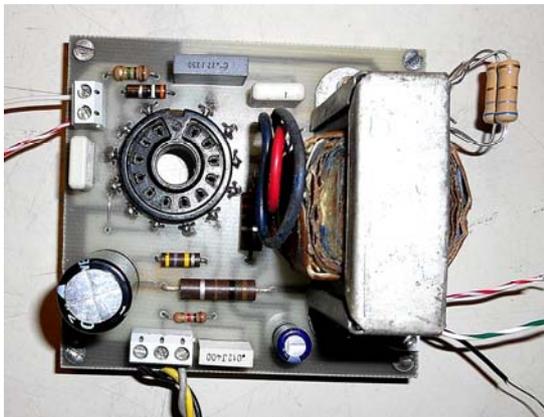
Al mio personale gusto estetico non piaceva affatto vedere la valvola a testa in giù, con la componentistica dall'altra parte (così era montata su una basetta verticale del televisore!).

Perciò, per avere la valvola posizionata dalla parte dei componenti, sono stato costretto a creare sul circuito stampato delle zone di contatto ai pedini piuttosto larghe e con due buchi laterali in cui far passare, in fase di montaggio, un filo piegato a "U". Questo filo a cappio è tale da bloccare il terminale a spillo del piedino posto dalla parte dei componenti al corrispondente punto del circuito stampato sottostante, mediante saldatura.



Il buco centrale su ogni appoggio che si nota nel disegno non serve ma è rimasto come "refuse" di una prima versione dello stampato.

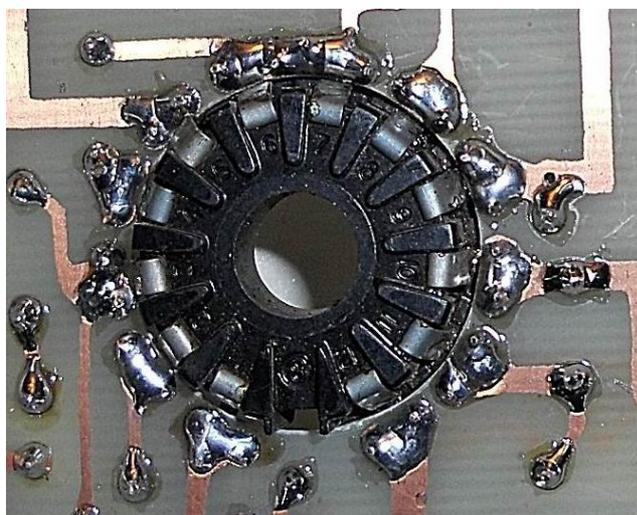
Il foro di 2,6cm per far passare lo zoccolo è stato realizzato utilizzando un seghetto a traforo, da anni ormai non più adoperato, nascosto e dimenticato in mezzo alle cianfrusaglie e qui utilmente recuperato.



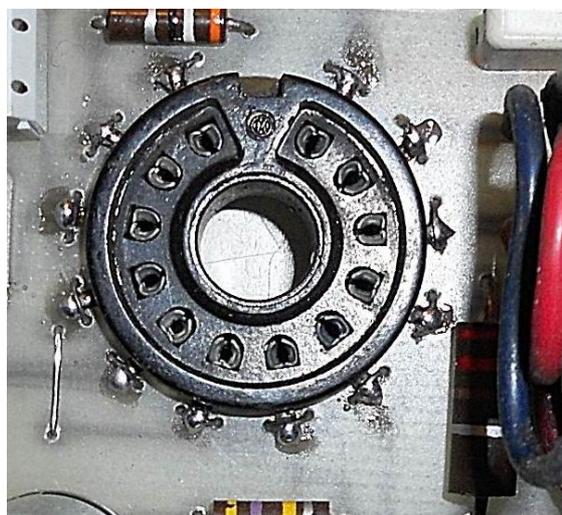
Il lavoro, quindi, è stato notevole e il senso della precisione anche, per avere alla fine un risultato appena discreto. Il tutto è stato montato e adattato su una basetta di vetronite già disponibile con le dimensioni di 9,2x8,4cm.

Nelle foto qui sotto riportate si può osservare come è stato risolto il problema del fissaggio dello zoccolo: infilato un pezzetto di filo rigido stagnato da 0,5mm (il filo per collegamenti telefonici è ottimo) in uno dei due buchi lo si salda e si procede a tirare l'altro capo, già infilato nell'altro buco, con una pinzetta a becchi fissandolo con la stagnatura. Indi si passa dalla parte dei

componenti e si salda l'occhiello che si è prodotto al piedino dello zoccolo, con l'accortezza di osservare prima se il piedino è dentro l'occhiello (osservare le fotografie).



Il montaggio dello zoccolo visto da sotto...



.... e da sopra

Questo delicato impegno si è ripetuto per tutti i dodici piedini. Tutto il resto è stato di ordinario e consueto lavoro.

-----*-----

COLLAUDO

Terminato il montaggio dei componenti sullo stampato, abbiamo preparato il circuito per il collaudo.

Per eccesso di sicurezza abbiamo inizialmente sottoalimentato l'amplificatore con una tensione anodica di 140V e abbiamo constatato con piacere il suo perfetto funzionamento. Alimentato con una tensione di 250Vcc, l'amplificatore ha fornito all'uscita una potenza di 1,83W su 3,4Ω.

Alimentato infine con una tensione di pieno regime pari a 280Vcc ha assorbito una corrente di 38mA.

Con un segnale d'ingresso di 135mV a 1000Hz e con il potenziometro di volume al massimo ha erogato una tensione B.F. di 2,85Veff su un carico ohmico di 3,4Ω, fornendo una potenza d'uscita indistorta pari a $2,85^2/3,4 = 2,39W$.

Nelle foto che seguono vediamo il circuito sotto collaudo.

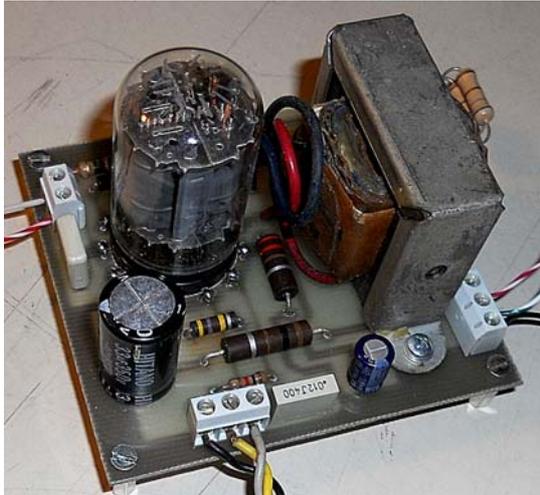
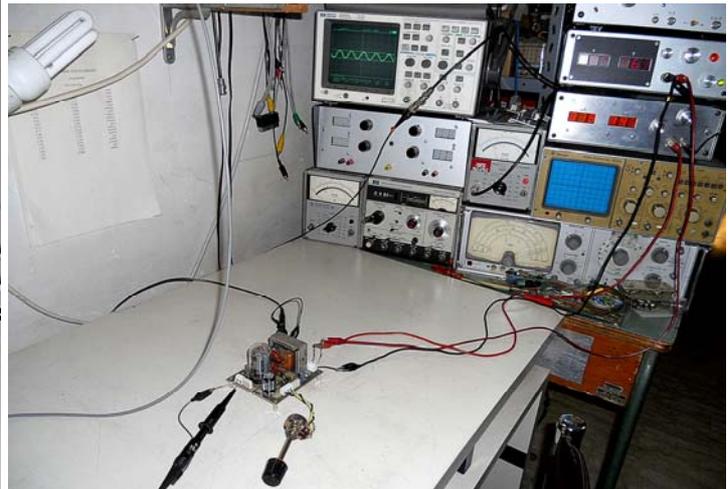
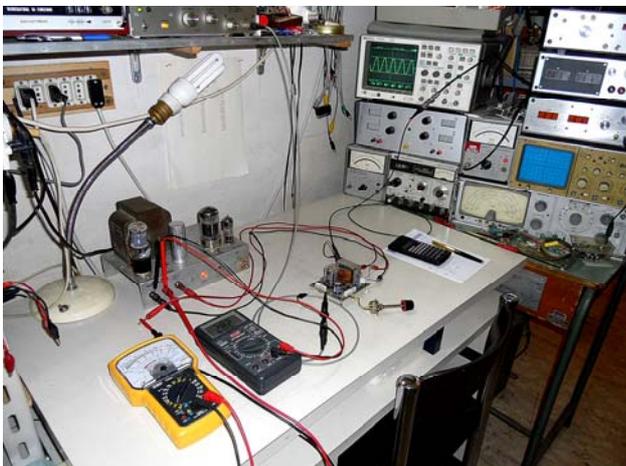


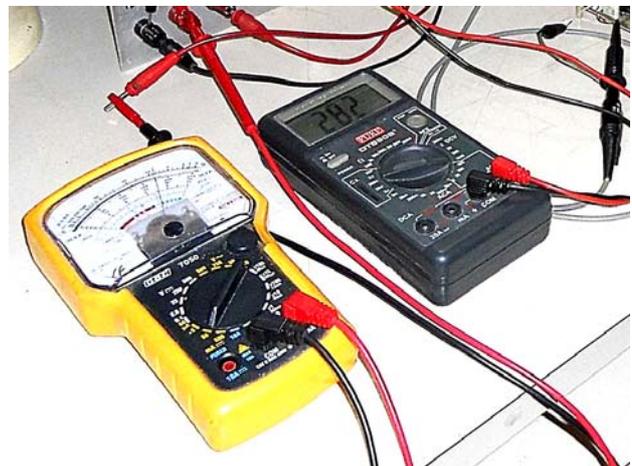
Foto del circuito terminato e pronto per essere collaudato.



Il circuito, sottoposto ad un primo collaudo, è sottoalimentato, per sicurezza, con tensione anodica di 140Vcc

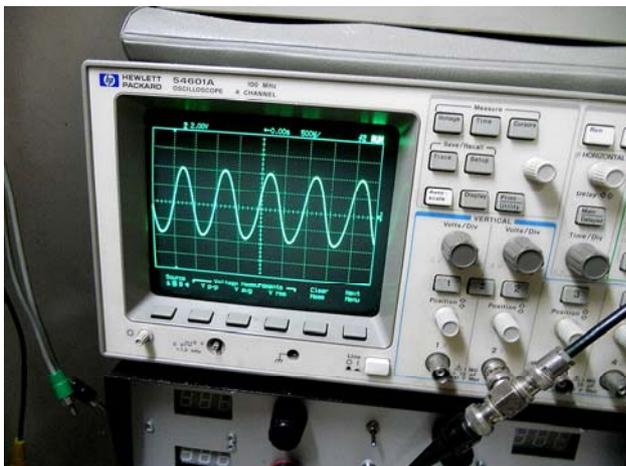


L'amplificatore alimentato a piena tensione



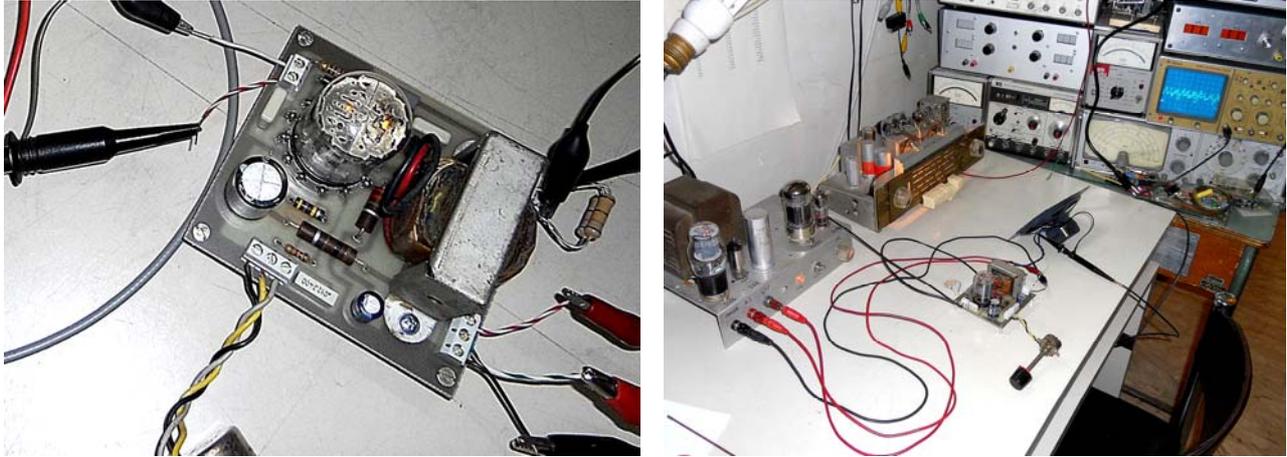
Sui tester si leggono 38mA e 282V

Sul tester digitale si legge la tensione anodica; su quello analogico si legge la corrente assorbita. Sul fondo del tavolo è posizionato l'alimentatore stabilizzato a valvole.



Si può osservare sull'oscilloscopio come la forma d'onda sia ancora accettabilmente sinusoidale alla massima potenza d'uscita. Nella foto si osserva anche un giunto a "T" collegato

all'oscilloscopio da cui parte un cavo coassiale che termina su un millivoltmetro (foto a destra) dove abbiamo letto la tensione del segnale d'uscita ($2,85V_{eff}$).



Nella foto di sinistra qui sopra è visibile anche il carico fittizio di $3,4\Omega$, formato dal parallelo di due resistenze di $6,8\Omega$ 1W, ai capi del quale abbiamo “pinzato” il puntale dell'oscilloscopio per osservare il segnale e misurarne la potenza erogata.

La foto a destra mostra il nostro amplificatore collegato al sintonizzatore G537 della Geloso. Il carico fittizio è stato tolto e sostituito da un altoparlante. Sullo schermo dell'oscilloscopio si può osservare la forma elettrica del segnale audio.

Aprile 2012

Nicola del Ciotto