



# Un valvolare di tutto rispetto

*Analizzando il funzionamento di questo amplificatore di potenza, "rispolveriamo" il funzionamento delle valvole a riscaldamento indiretto, cercando, per quanto possibile, di trovare delle similitudini con i circuiti a transistori*

**Flavio Criseo**

**Q**uando un appassionato audiofilo si presenta nel nostro laboratorio con un finale stereofonico valvolare, come quello visibile in foto di apertura, la nostra passione per i circuiti audio non può che spingerci ad accettare l'intervento.

Il cliente ci informa che di tanto in tanto sono udibili delle oscillazioni indesiderate e che un canale è afflitto da problemi di amplificazione.

## Apertura del mobile e analisi visiva

Per poter accedere ai componenti, è necessario capovolgere l'apparato e farlo poggiare sui tre trasformatori visibili in foto; posto sottosopra, asportiamo il pannello inferiore in MDF, in modo piuttosto agevole, dato che è fissato solamente tramite delle spinette in legno; il mobile è in legno verniciato in colore nero.



Gli otto tubi che compongono il progetto sono esposti all'esterno tramite dei fori circolari di adeguato diametro.

La **Foto 1** mostra uno degli zoccoli relativi a uno dei finali di potenza, mentre nella **Foto 2** è possibile vedere uno dei due piloti.

L'interno dell'apparato appare con la cavetteria ordinata e i componenti sono ben disposti. Il tecnico che ha montato il kit, prodotto dall'azienda bolognese Nuova Elettronica, si è preoccupato di porre i resistori anti-fiamma sullo chassis distanziandoli di circa 3 mm, 4 mm dalla basetta, in modo da salvaguardarla nel tempo dal calore dissipato.

Nella **Foto 3** è possibile notare come lo stadio di alimentazione sia stato posto al centro del telaio (precisamente sotto il proprio trasformatore). Ai lati, è possibile notare i due condensatori principali C16 e C17, che assolvono allo spianamento della tensione di placca dei finali, del pilota e della sezione "pre".

In alto, nella parte centrale della Foto 3, abbiamo una doppia bobina (Z1 A-B) a basso profilo, eredita al filtraggio della tensione sopradetta (vedremo fra breve i particolari sulla sua funzione). Si notino la presenza di altri condensatori elettrolitici orizzontali, posti nei pressi dei tubi V1 e V2, il loro scopo è sempre quello di stabilizzare la tensione di placca.

Le **Foto 4** e **5** ne mostrano in dettaglio le loro posizioni.

## Lo schema elettrico e una possibile similitudine

Così come visibile in **Fig. 1**, lo schema elettrico mostra i quattro tubi che compongono questo stadio di potenza. Essendo un finale stereofonico, lo stadio risulta raddoppiato, quindi, complessivamente, abbiamo due circuiti identici allo schema appena visto.

Le valvole che compongono lo schema sono siglate V1, V2, V3 e V4. Le V1 e V2 sono dei doppi triodi ECC82, mentre i finali di potenza V3 e V4 sono delle KT88 (il costruttore prevede la possibilità di impiego anche di una coppia alternativa con delle EL34).

Tanto per rendere più agevole la comprensione ai nostri lettori, sicuramente più abituati ai transistori che alle valvole, consideriamo per un istante il triodo come se fosse un BJT.

È possibile considerare la placca (pin 6 della V1) equivalente al collettore, mentre la griglia (pin 7 della V1) equivalente alla base.

Risulta "immediato" considerare che l'emettitore non potrà che non essere il catodo (pin 8 della V1).

Dato che la valvola V1 è doppia (lo schema infatti mostra la presenza di due catodi, due griglie e due anodi), è come se nella nostra ECC82 fossero presenti al suo interno due "BJT".

Al fine di assicurarsi una buona stabilità nelle fasi di funzionamento, il sistema è retroazionato (la così detta feedback) da una rete passiva composta da R4, R17, R16 e C11. Così come abbiamo avuto modo di accennare in passato sia nei TVC sia in altri finali audio di potenza, questa rete permette di aumentare o diminuire il guadagno dello stadio, a discapito della banda passante. A tale proposito, è utile ricordare che maggiore è la banda passante, minore potrà essere il così detto "guadagno statico" del sistema mentre, minore sarà la banda passante, maggiore potrà essere tale guadagno. Tutto questo è stabilito da alcuni criteri (si ricordi quando qualche tempo fa abbiamo accennato al criterio di Nyquist e a quello di Routh).

Lo stadio permette una riproduzione audio in fase con il segnale d'ingresso; guardando la **Fig. 2** è possibile notare come l'onda sinusoidale sulla V3 abbia la stessa fase dell'onda in ingresso. I transistori Q1a e Q1b assolvono al compito svolto dal doppio triodo V1 di Fig. 1, mentre il doppio triodo V2 è rappresentato dai due NPN Q2a e Q2b.

Il BJT Q1b non effettua alcuna azione di amplificazione, ma permette di prelevare in opposizione di fase il segnale amplificato. Il segnale è disponibile sfasato di  $\pi$  a opera del transistor Q1b.

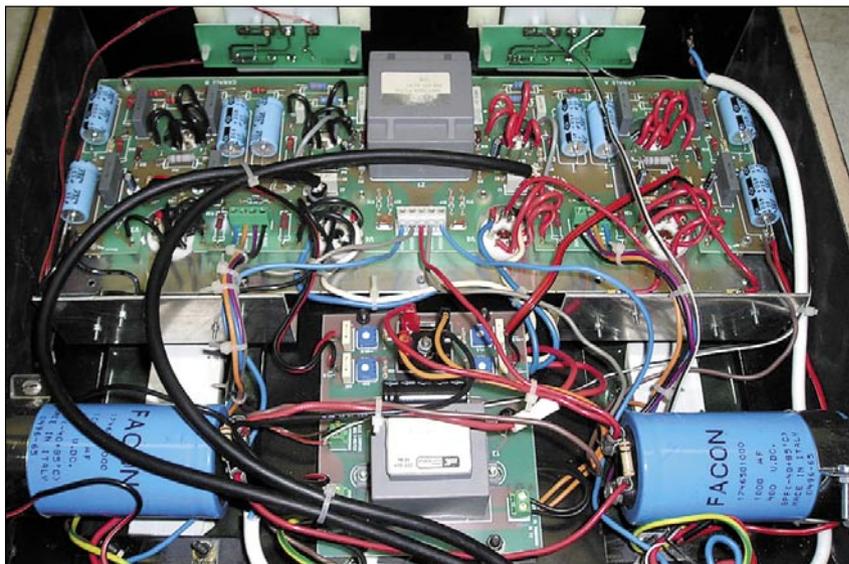
In questo modo, la coppia pilota Q2a e Q2b (che in Fig. 1 equivale alla valvola V2) dispone della stessa onda sinusoidale sfasata di  $180^\circ$ .



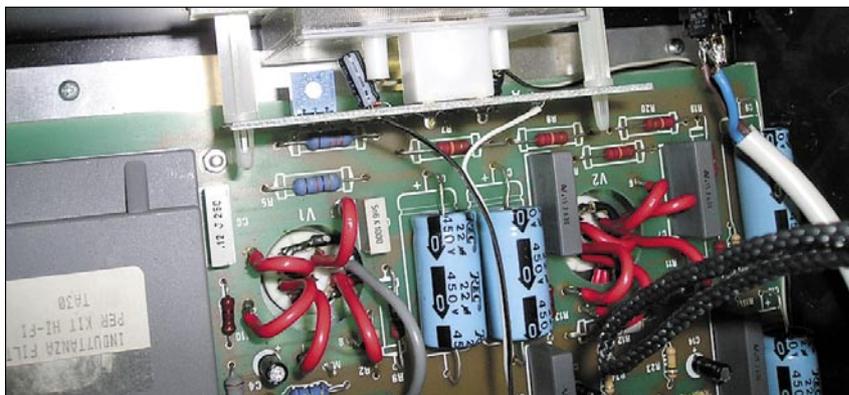
**Foto 1 - Ecco come appare uno degli zoccoli delle quattro KT88 impiegate in questo finale audio**



**Foto 2 - La ECC82 posta come pilota è situata davanti ai finali di potenza**



**Foto 3 - All'apertura del pannello inferiore, ecco come si presenta lo chassis. Si notino i due grossi condensatori elettrolitici dediti alla +HT**



**Foto 4 - Nei pressi dello stampato dei VU-Meter sono presenti gli altri elettrolitici di spianamento e disaccoppiamento**

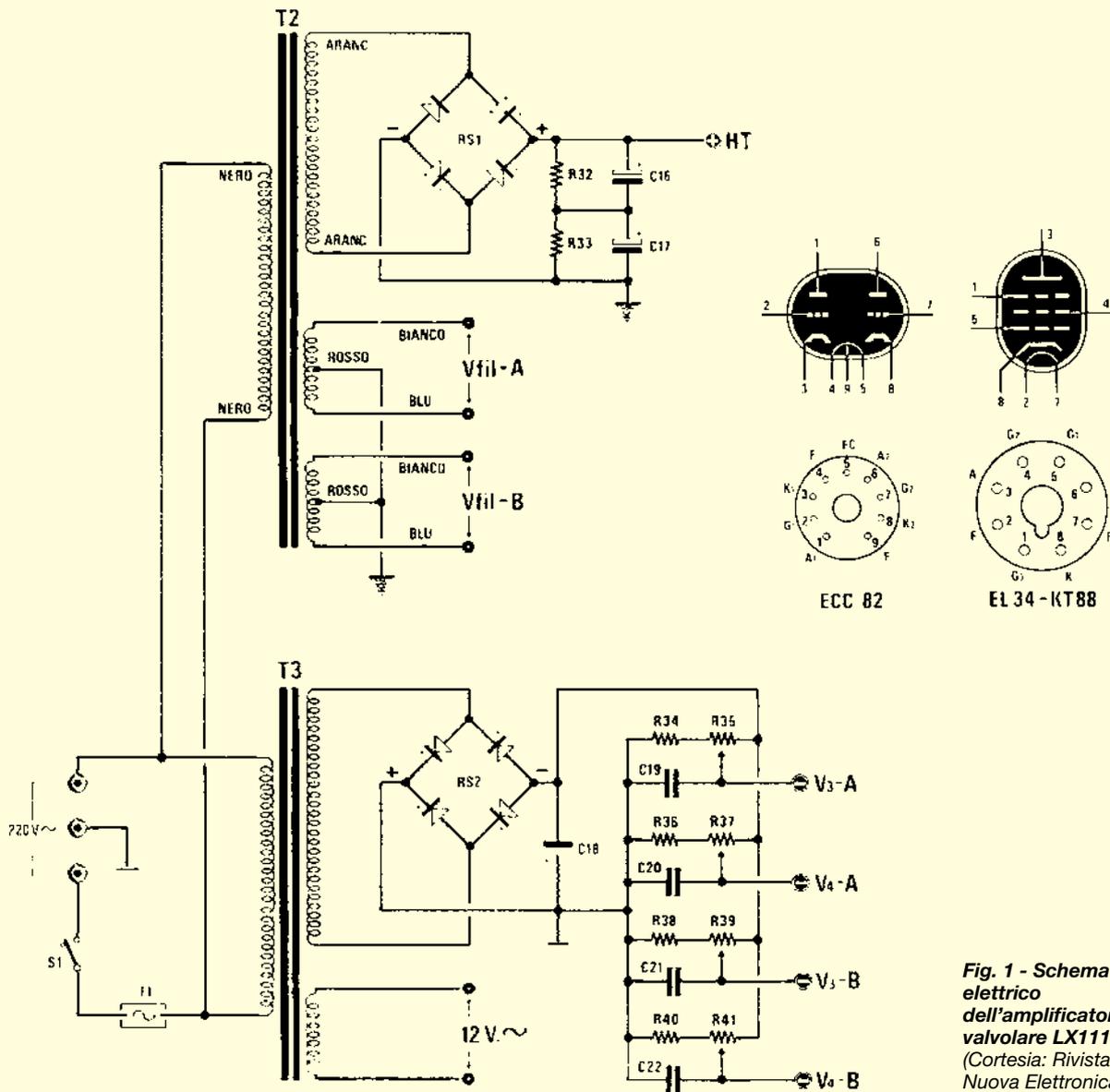
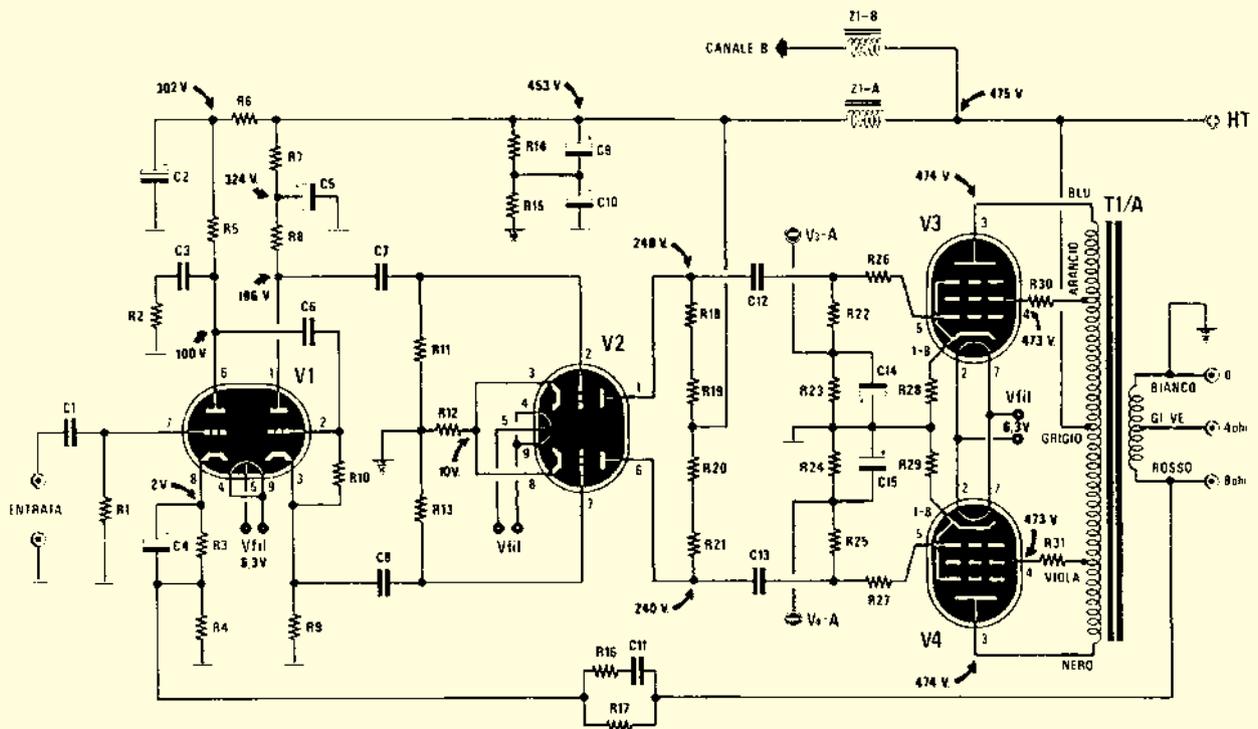
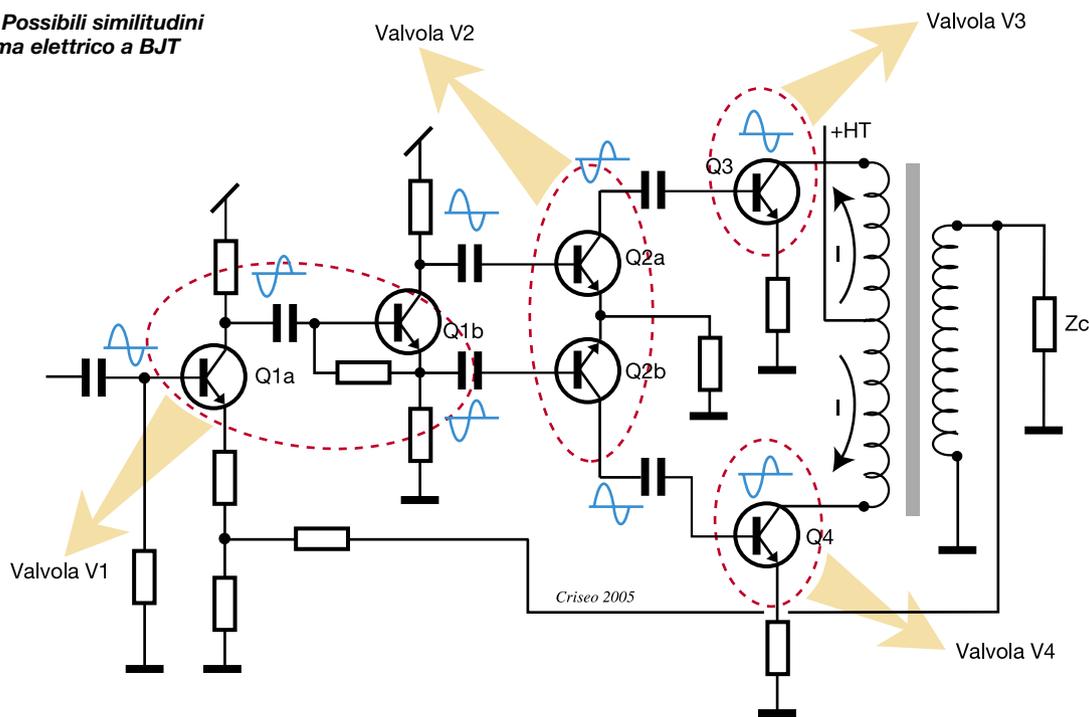


Fig. 1 - Schema elettrico dell'amplificatore valvolare LX1113 (Cortesia: Rivista Nuova Elettronica)

**Fig. 2 - Possibili similitudini e schema elettrico a BJT**



I due transistori Q3 e Q4 permettono di ottenere un'onda fortemente amplificata che, attraverso il trasformatore di accoppiamento, pilota l'altoparlante.

Come si può vedere in Fig. 2, il segnale disponibile sul collettore di Q1 non è altro che la differenza fra quello in ingresso (base) e quello di feedback (emettitore); quindi, a tutti gli effetti, Q1 svolge da stadio differenziale d'ingresso.

La configurazione di Q3 e Q4 permette di avere delle correnti uguali, ma in verso opposto sul primario del trasformatore di uscita. In questo modo si evita che il nucleo possa saturare pericolosamente.

### Torniamo allo schema originale

Guardando la Fig. 1, è possibile notare come le valvole V3 e V4 siano dei pentodi e non dei triodi. Grazie alle griglie controllo, schermo e soppressione, è possibile controllare in modo preciso l'emissione elettronica.

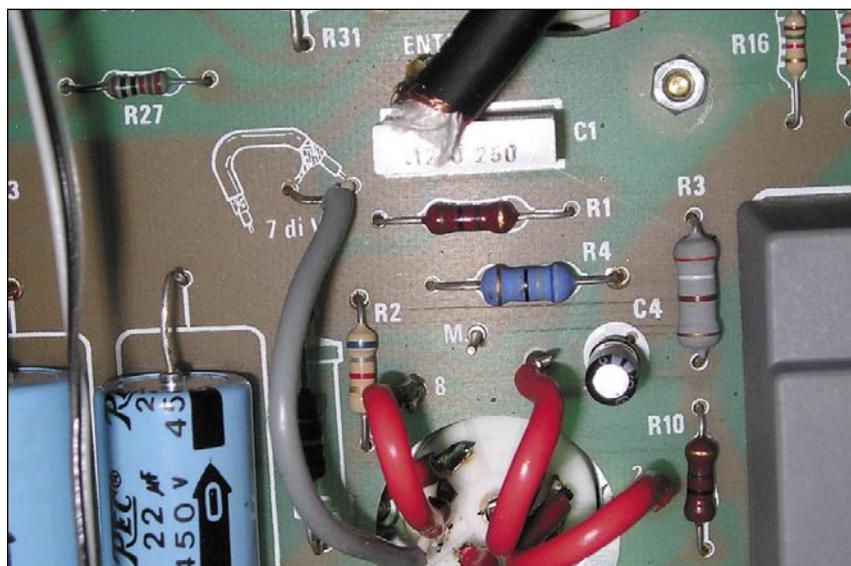
Rispetto ai triodi V1 e V2, i pentodi KT88 necessitano di due differenze di potenziale. Non a caso lo schema mostra la +HT che, tramite il tra-

sformatore T1/A, giunge agli anodi, mentre le griglie di controllo necessitano di una tensione negativa.

Si noti inoltre che la griglia di soppressione è posta a ridosso dell'anodo in modo da "sopprimere" gli elettroni in eccesso durante l'emissione.

Per polarizzare correttamente la griglia di controllo, lo stadio prevede una fase preliminare di taratura, permettendo la compensazione di eventuali differenze costruttive dei due tubi.

I vantaggi sono evidenti: si possono impiegare agevolmente



**Foto 5 - Il passa alto di ingresso è composto da C1 e R1 e impone un'impedenza di 1 MΩ all'ingresso**



Foto 6 - Tensione di alimentazione rilevata durante le prove effettuate

due valvole non “selezionate” abbattendo notevolmente i costi. A nostro parere, l'unico neo è che, essendo una taratura statica, quando la valvola comincia a invecchiare il punto di funzionamento può spostarsi leggermente.

L'assenza di un controllo dinamico sulla corrente di riposo impedisce un eventuale inseguimento dello stesso.

In alcuni amplificatori sui quali ci è capitato di intervenire, taluni costruttori sono soliti impiegare dei BJT o dei MOS nel circuito di polarizzazione al fine di compensare nel tempo tali variazioni.

Le reti RC composte da R6, C2, R7

e C5 disaccoppiano l'alimentazione della V1 dal resto delle valvole. Data l'alta tensione in gioco, sono necessarie delle resistenze “zavorra” in parallelo agli elettrolitici che, come visto in molti altri circuiti trattati nei mesi scorsi, permettono ai condensatori C9 e C10 di scaricarsi dopo lo spegnimento.

La presenza dell'impedenza Z1 è resa necessaria per limitare ulteriormente il Ripple sovrapposto alla +HT. Mentre la sezione di potenza è poco sensibile a questa distorsione sovrapposta, i piloti, il traslatore e il preamplificatore lo sono.

Due grossi condensatori, visibili in Foto 3, eliminano fortemente il



Foto 7 - Ecco una delle nuove KT88 sostituite durante l'intervento

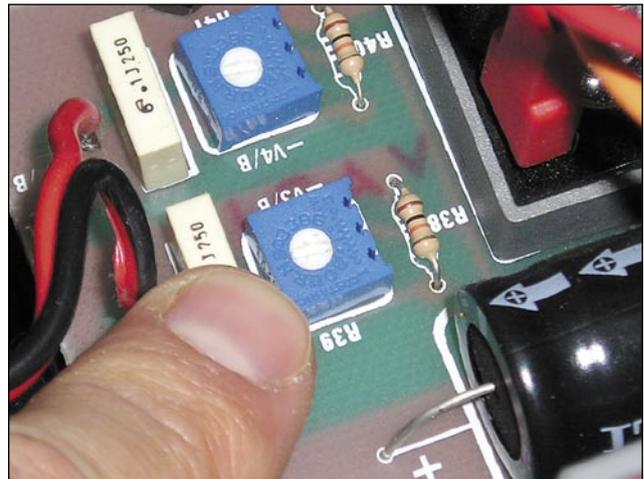


Foto 8 - I trimmer in questione permettono la regolare taratura della corrente di riposo (punto di lavoro)

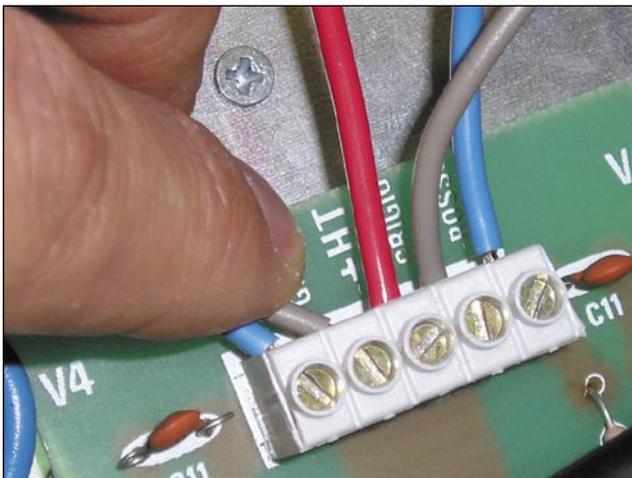


Foto 9 - Per la taratura si toglia il cavo dal contatto +HT e si inserisca in serie un amperometro (100 mA f.s.)

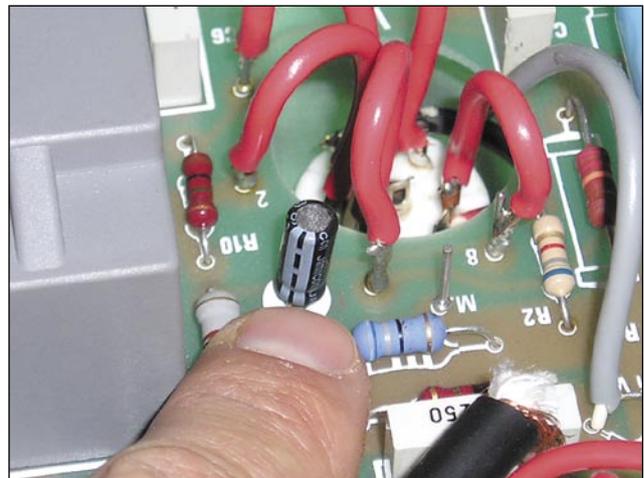
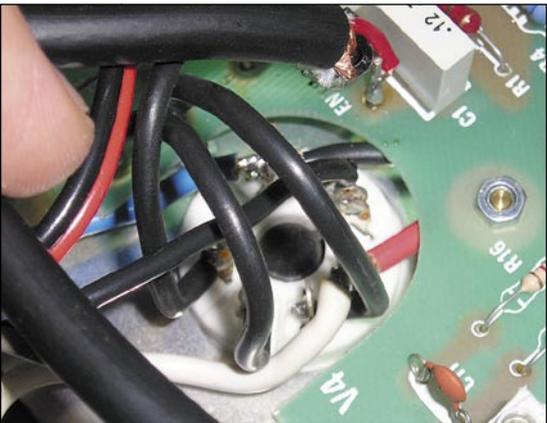


Foto 10 - Uno dei condensatori controllati durante l'intervento



**Foto 11 - Particolare dello zoccolo relativo alla V4 impiegata come finale audio**

ripple sovrapposto; grazie alla Z1 e ai condensatori C9 e C10 si realizza un'ulteriore cella del secondo ordine capace di neutralizzare ancora più efficacemente ogni altro residuo rimasto.

### **Nell'intervento service: un canale alla volta**

Analizzato in linea di massima lo schema elettrico, cerchiamo di comprendere quale possa essere il problema del nostro amplificatore.

Connessi due diffusori alle uscite, accendiamo il finale e attendiamo qualche istante onde consentire il corretto riscaldamento dei tubi. Innanzitutto, controlliamo la tensione +HT rilevando quasi 400 V, così come visibile in **Foto 6**.

Dopo circa due minuti si odono negli altoparlanti dei forti disturbi che, di tanto in tanto, variano nella loro intensità.

L'effetto è come se qualcuno, acceso l'amplì, stesse cercando di togliere e reinserire gli spinotti RCA agli ingressi del finale.

A un primo controllo visivo, notiamo che sicuramente una delle due coppie delle KT88 dovrà essere sostituita.

Il canale destro mostra una capacità di amplificazione molto inferiore rispetto al sinistro e, non a caso, la corrente a riposo sembrerebbe alquanto instabile.

In prima battuta i sospetti cadono sul pilota V2; dato che la taratura

e il funzionamento delle KT88 non dipende dalla V2, sostuiamo momentaneamente la valvola del canale destro con quella del canale sinistro e riaccendiamo il tutto. Il problema permane. Non c'è dubbio: le due KT88 del canale destro devono essere sostituite.

La **Foto 7** mostra una delle due nuove KT88 durante le fasi di montaggio.

Quando si sostituisce una di queste valvole, è necessario effettuare nuovamente la taratura regolando i trimmer, visibili in **Foto 8**.

Per fare ciò dobbiamo fare assorbire una corrente di circa 100 mA.

Per effettuare la taratura è necessario inserire un amperometro fra il cavo +HT e il morsetto posto nello stampato di alimentazione visibile in **Foto 9**.

Tarate le due nuove valvole e sostituiti i condensatori elettrolitici C15 e C14 riaccendiamo il tutto.

Adesso la messa a punto è agevole e, finalmente, la corrente di riposo è stabile (a conferma della necessità di sostituzione le KT88 precedenti). Dopo pochi istanti, proviamo a immettere un segnale sinusoidale da 1 kHz all'ingresso del canale destro: la nota sembra non essere afflitta da distorsione o problemi di amplificazione.

### **Passando per il lato sinistro**

Tolte le due KT88 del canale destro, mettiamo in funzione solamente il canale sinistro e attendiamo alcuni istanti. Dopo circa un minuto, l'altoparlante riproduce dei disturbi che svaniscono nel nulla non appena proviamo a mettere in corto la femmina RCA d'ingresso.

In prima battuta pensiamo che la causa possa essere una delle seguenti:

- il cavo schermato che connette l'ingresso RCA allo chassis ha qualche problema;
- il passa alto presente in ingresso alla V1 innesca dei disturbi;
- la rete RC composta da C3 e R2 non agisce bene;
- la valvola V1 deve essere sostituita;
- gli elettrolitici C2 e C5 generano disturbi.

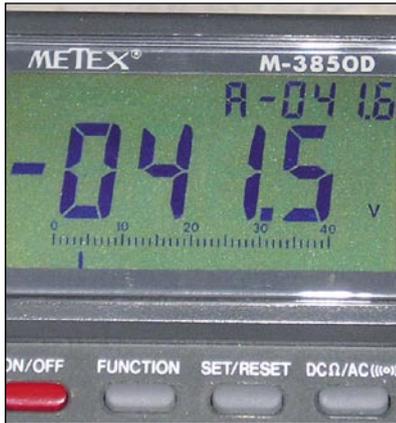


Foto 12 - Tensione di polarizzazione di griglia sul canale destro (anodo)



Foto 13 - Tensione di polarizzazione di griglia sul canale destro (catodo)

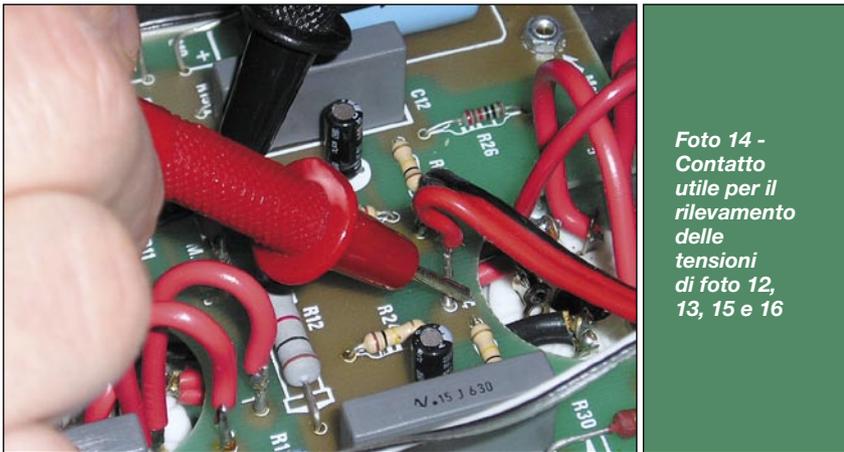


Foto 14 - Contatto utile per il rilevamento delle tensioni di foto 12, 13, 15 e 16

Mentre l'amplificatore manifesta il problema, proviamo a muovere il cavo RCA, ma il disturbo sembra non dipendere dalla calza schermo

o da una sua parziale interruzione interna. Il passa alto, visibile in Foto 5, non è la causa dell'anomalia; la R1 è nella norma, mentre il

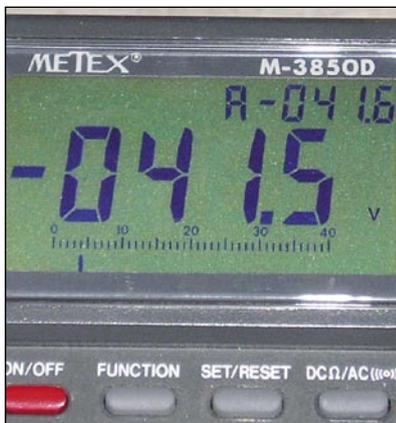


Foto 15 - Tensione di polarizzazione di griglia sul canale sinistro (anodo)

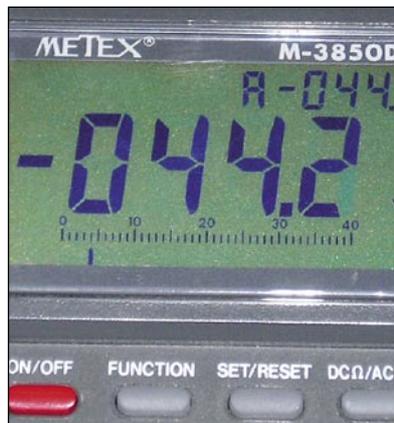


Foto 16 - Tensione di polarizzazione di griglia sul canale sinistro (catodo)

capacimetro segnala che la C1 è efficiente. Sostituiamo i condensatori C2, C5 e C3. Al successivo riavvio il problema sembra leggermente migliorato.

Durante le prove ci rendiamo conto che sia la V1 sia la V2 sono particolarmente sensibili agli urti sul mobile. Quando l'amplificatore è regolarmente acceso, infatti, non appena diamo un leggero colpo con una mano sul mobile, le scariche e i disturbi aumentano improvvisamente.

Tolti i due tubi, tentiamo di pulirne i contatti con della carta abrasiva molto fine e, successivamente, stagniamo i pin uno a uno.

Alla successiva accensione il problema sembra essere notevolmente migliorato, ma questo non è sufficiente. Sostituiamo sia la V1 che la V2 con due nuove ECC82 e decidiamo per la sostituzione dello zoccolo della V1 perché appare poco affidabile.

Durante le nostre verifiche siamo passati anche per la capacità C4, visibile in Foto 10, nonché al controllo degli zoccoli dei finali (vedere Foto 11). Un ulteriore controllo ai condensatori C15 e C14 è stato effettuato più per pignoleria che per effettiva necessità.

### Le ultime misure

Reinserite le valvole del canale destro e acceso l'amplificatore, decidiamo di effettuare alcune misure post-taratura.

Le Foto 12, 13, 14, 15 e 16 mostrano le tensioni rilevate all'anodo e al catodo, rispettivamente di C15 e C14, e uno dei contatti elettrici utilizzati per il rilevamento, rispettivamente per il canale destro e per il sinistro. I disturbi sembrano definitivamente cessati. Proviamo a dare qualche leggero colpetto sui tubi ECC82 e finalmente nulla di anomalo viene riprodotto dagli altoparlanti.

Dopo due giorni di collaudo continuato rieffettuiamo dei controlli sulle correnti di riposo senza però notare cambiamenti sostanziali sugli assorbimenti.

Con nostra soddisfazione, il giorno successivo consegniamo al nostro cliente il finale valvolare nuovamente in perfetta salute. □