

ESEMPI DI AMPLIFICATORI A VALVOLE

1. — CARATTERISTICHE GENERALI.

Guadagno e potenza.

SEGNALE. — Nell'uso pratico, le correnti ad audiofrequenza sono indicate con il termine generico di **SEGNALE**, per cui il microfono, il sintonizzatore-radio, il rivelatore fonografico, la cellula fotoelettrica, la testa magnetica, ecc. sono *sorgenti di segnale*. All'entrata dell'amplificatore vi è il segnale da amplificare, detto *segnale d'entrata*; all'uscita dell'amplificatore vi è il segnale amplificato quanto occorre per far funzionare l'altoparlante; è detto *segnale d'uscita*.

GUADAGNO. — La massima amplificazione della quale è capace l'amplificatore è detta **GUADAGNO**; vi sono amplificatori a basso guadagno, altri a medio guadagno e altri ad alto guadagno. Il guadagno dipende dal numero delle valvole elettroniche amplificatrici presenti nell'amplificatore, ossia dagli *stadi d'amplificazione*. Se, ad es., l'amplificatore è di $30 : 0,001 = 30\ 000$ volte. Gli amplificatori a basso guadagno consentono amplificazioni complessive di qualche decina o di qualche centinaio di volte; quelli a medio guadagno consentono amplificazioni di migliaia e decine di migliaia di volte; quelli ad alto guadagno, infine, consentono amplificazioni di 100 000, 200 000 e più volte.

POTENZA. — L'amplificatore può essere di piccola **POTENZA**, adatto per far funzionare un solo altoparlante di piccolo diametro, oppure di media, di grande o di grandissima potenza, adatto per far funzionare decine o centinaia di altoparlanti.

GUADAGNO E POTENZA DELL'AMPLIFICATORE. — Non vi è relazione diretta tra il guadagno e la potenza dell'amplificatore. Il guadagno che deve avere l'amplificatore dipende dal segnale alla sua entrata, il quale può essere alto se perviene da ricevitore radio o da rivelatore fonografico, oppure può essere basso o bassissimo se perviene da microfono. Il segnale proveniente da rivelatore fonografico può essere di 3 volt, quello proveniente da microfono di alta classe può essere di 3 millivolt; affinché con il microfono si ottenga la stessa resa d'uscita ottenibile con il rivelatore fonografico è necessario che il guadagno possa essere mille volte maggiore. È per questa ragione che gli amplificatori sono provvisti di due entrate: *l'entrata ad alto guadagno* per microfono, e *l'entrata a basso guadagno* per il rivelatore fonografico o il sintonizzatore radio.

I radiofonografi sono, in genere, provvisti della sola entrata a basso guadagno, di circa 200 volte; sono amplificatori a basso guadagno ed a bassa potenza.

A parità del segnale d'entrata, il guadagno deve essere tanto maggiore quanto maggiore è la potenza d'uscita, per il fatto che maggiore è la potenza dello stadio finale, maggiore deve essere anche la tensione del segnale alla sua entrata. Se, ad es., un amplificatore funzionante con rivelatore fonografico fornisce la resa d'uscita di 6 watt con guadagno di 200 volte, un altro amplificatore funzionante con lo stesso tipo di rivelatore fonografico, fornirà la potenza di 60 watt con guadagno di circa 500 volte.

Sono amplificatori ad altissimo guadagno quelli funzionanti con microfoni di alta classe; sono usati nelle stazioni radiofoniche e nei laboratori d'incisione fonografica. Maggiore è il guadagno dell'amplificatore più difficile è la sua costruzione, dato che richiede molta cura, e più difficile è anche il suo uso. Per queste ragioni, il guadagno dell'amplificatore non deve mai essere superiore a quello strettamente necessario.

Potenza necessaria dell'amplificatore.

La potenza dell'amplificatore dipende da molti fattori, tra i quali in primo luogo il volume dell'ambiente; quello di una stanza di soggiorno può essere di $6 \times 5 \times 3,2 = 96$ metri cubi; quello di una vasta sala da ballo può essere di $20 \times 10 \times 6 = 1200$ metri cubi. Dipende inoltre dal livello sonoro che si vuol ottenere; in una stanza di soggiorno non è gradevole un alto livello sonoro, necessario invece in un altro ambiente. Dipende pure dal livello di rumorosità che si deve superare, che può essere assai diverso da un ambiente all'altro; in una sala cinematografica, durante la proiezione, il livello di rumorosità è basso, mentre è alto in una sala da ballo, ed è altissimo in una fabbrica in cui funzionino numerose macchine utensili.

Altri fattori determinanti la potenza necessaria dell'amplificatore sono: a) la riverberazione dell'ambiente; b) il rendimento degli altoparlanti; c) il genere di riproduzione sonora, essendo necessaria maggior potenza qualora non si tratti di riprodurre solo voci, ma anche musica; d) la qualità della riproduzione musicale, poichè più alta è la qualità della riproduzione, minore deve essere la potenza prelevata dall'amplificatore, dato che alla massima resa corrisponde anche la massima distorsione.

La potenza dell'amplificatore viene indicata in watt (W); può essere piccolissima, inferiore ad 1 watt, piccola da 1 a 10 watt, media da 10 a 50 watt, grande da 50 a 100 watt e grandissima da 100 a 300 watt.

La potenza necessaria è da 1 a 2 watt se l'amplificatore e l'altoparlante vengono fatti funzionare in una stanzetta; da 4 a 8 watt per una stanza di soggiorno normale; da 8 a 15 watt per una sala da ballo, o un piccolo cinema; da 15 a 30 watt per un cinema di media capacità o per una chiesa; da 30 a 60 watt per un grande cinema-teatro; da 60 a 100 watt per un campo sportivo; da 100 a 300 watt per una grande piazza gremita di gente.

LA RIVERBERAZIONE. — È indicata dal tempo di riverberazione detto anche tempo di rimbombo in secondi, necessario affinché il suono venga attenuato alla milionesima parte dell'intensità iniziale. Una vasta sala da ballo vuota assorbe poco i suoni in essa prodotti, mentre una stanza con pesanti tendaggi, soffici tappeti, poltrone e mobili, assorbe il suono molto più rapidamente. Per ciascun ambiente esiste un tempo ottimo di riverberazione, indicato dalla fig. 9.1. Qualora sia eccessivo, come può risultare in sale cinematografiche, viene ridotto con pannelli di materiale assorbente posti lungo le pareti e sul soffitto; esso varia notevolmente con il numero delle persone presenti nell'ambiente.

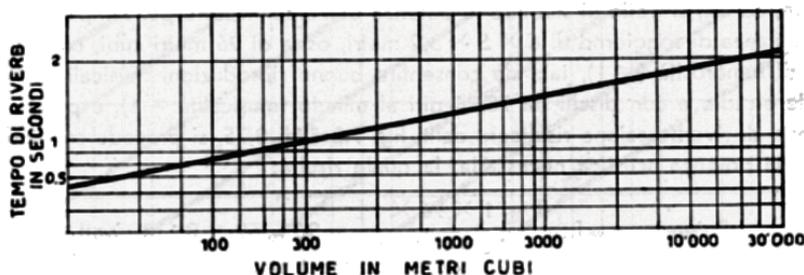


Fig. 9.1. - Come varia il tempo ottimo di riverberazione con il volume dell'ambiente.

RENDIMENTO DEGLI ALTOPARLANTI. — È assai basso; quello dei piccoli altoparlanti magnetodinamici è dell'ordine del 2,5%, quello degli altoparlanti di media potenza raggiunge il 5%, e quello degli altoparlanti a cono di grande potenza arriva sino al 7,5%; gli altoparlanti a tromba sono più efficienti, il loro rendimento è compreso tra il 30 ed il 40%. Così, ad es., un amplificatore di 24 watt provvisto di altoparlanti a tromba, con il 40% di rendimento, determina lo stesso livello sonoro di un amplificatore di 320 watt provvisto di comuni altoparlanti a cono diffusore, con rendimento del 3%.

POTENZA ACUSTICA NECESSARIA. — Dato che il rendimento varia molto da un tipo all'altro di altoparlante, per poter determinare approssimativamente la potenza necessaria dell'amplificatore, si suole calcolare la *potenza acustica necessaria*, esprimendola in watt. Essa tiene conto di tutti i fattori ai quali è stato accennato, meno il rendimento dell'altoparlante. Risulta dalla seguente formula pratica:

$$\text{Potenza acustica in watt} = \frac{\text{Rumorosità} \times \text{Volume in m}^3 \times \text{Musicalità}}{\text{Tempo di riverberazione in secondi} \times 1000}$$

nella quale la rumorosità è indicata con 1 per ambienti poco rumorosi, quale può essere una stanza di soggiorno, con 2 per ambienti di media rumorosità, ad es., una sala da ballo, e con 3 per ambienti molto rumorosi, ad es. una fabbrica o una stazione ferroviaria a grande traffico; nella stessa formula la musicalità è indicata con

0,5 quando si tratta di sola voce, con 1 quando si tratta di buone riproduzioni musicali e con 2 quando le stesse sono di alta classe (dischi a microscolco) o si tratti di « musica viva », come ad es. nel caso di impianto ripetitore di orchestra da un salone all'altro di un transatlantico.

POTENZA ELETTRICA DELL'AMPLIFICATORE. — Conosciuta la potenza acustica, la potenza elettrica dell'amplificatore si ottiene come segue:

$$\text{Potenza elettrica in watt} = \frac{\text{Potenza acustica in watt}}{\text{Rendimento dell'altoparlante in percento}}$$

Se, ad es., si tratta di stabilire la potenza dell'amplificatore per l'impianto sonoro in una stanza di soggiorno di $6 \times 5 \times 3,2$ metri, ossia di 96 metri cubi, con basso livello di rumorosità (= 1), tale da consentire buone riproduzioni musicali con sintonizzatore-radio e con dischi da 78,26 giri al minuto (musicalità = 1), e per la quale il tempo di riverberazione risultante dalla fig. 9.2 è di 0,75, si procede cercando anzitutto la potenza acustica necessaria, la quale risulta:

$$\text{Potenza acustica} = \frac{1 \times 96 \times 1}{0,75 \times 1000} = 96 : 750 = 0,128 \text{ watt}$$

Poichè la potenza elettrica dell'amplificatore risulta dalla potenza acustica divisa per il rendimento dell'altoparlante, supponendo che si tratti di altoparlante con rendimento del 3%, si ottiene $0,128 : 0,03 = 3,84$ watt.

Questo risultato non ha che valore indicativo; i costruttori non indicano quale sia il rendimento degli altoparlanti di loro produzione; la misura del rendimento di un altoparlante è complessa e richiede apparecchiature apposite; quindi occorre procedere per supposizioni. Inoltre, anche conoscendo esattamente il rendimento dell'altoparlante, non serve a nulla sapere che la potenza dell'amplificatore deve essere di 3,84 watt, poichè in pratica non è opportuno costituire un amplificatore della esatta potenza di 3,84 watt; nel caso di una stanza di soggiorno si utilizza un amplificatore da 4 watt, con una valvola finale 6V6 a tensione di placca e di schermo di 250 V, se si tratta di impianto economico, oppure un amplificatore da 8 watt, con due 6V6 finali in controfase, a tensione di placca e di schermo di 220 V, se si tratta di impianto normale, o infine un amplificatore da 12 watt, con due triodi finali 2A3 a 300 V di placca, se si tratta di impianto di alta classe.

Con l'uno o con l'altro dei tre amplificatori il livello sonoro nella stanza di soggiorno sarà all'incirca lo stesso; con l'amplificatore da 4 watt verrà utilizzata l'intera potenza, con alta distorsione, dall'8% al 10%; con gli amplificatori da 8 o da 12 watt verrà usata solo una frazione della potenza totale, con distorsione minima. È ciò che avviene per le automobili, per le quali tanto maggiore è la loro classe tanto più alta è la riserva di potenza.

La fig. 9.2 riporta un nomogramma con il quale è facile avere un'idea approssimativa della potenza elettrica necessaria nei casi più gravi. Per conoscere, ad es., la potenza dell'amplificatore necessario per produrre il livello sonoro di 80 dB in am-

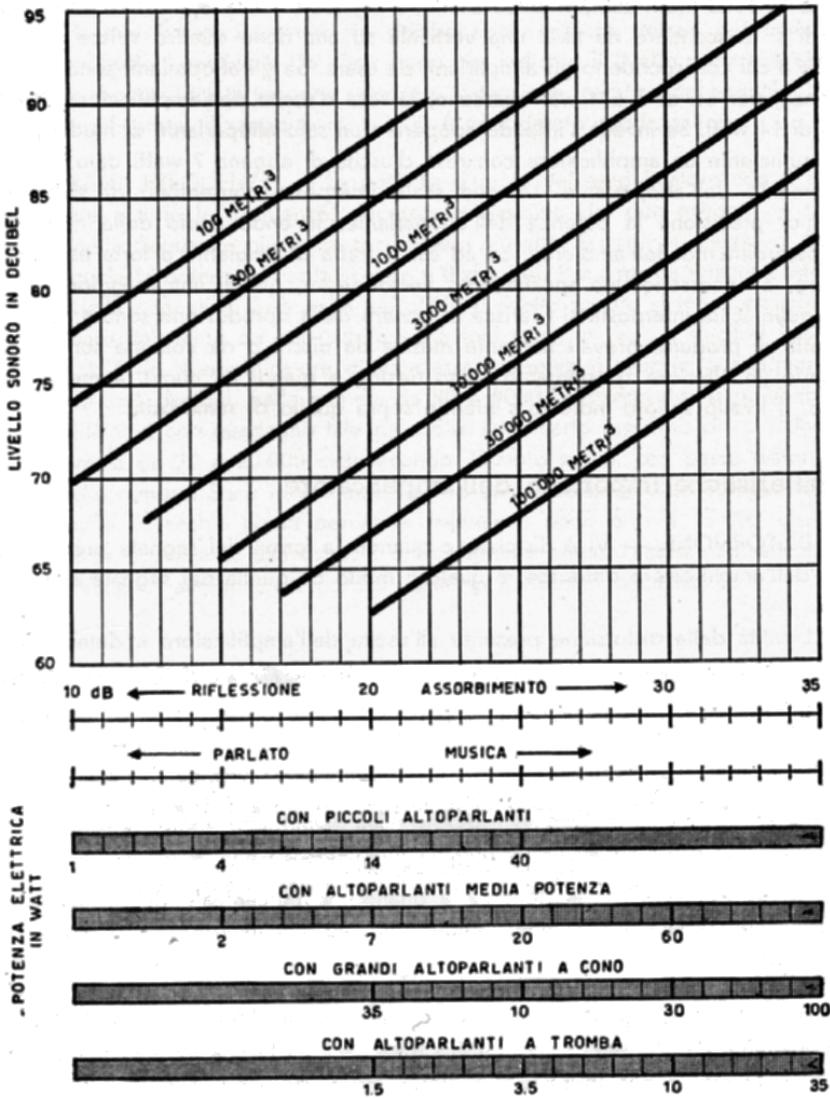


Fig. 9.2. - Nomogramma per stabilire la potenza dell'amplificatore.

Sulla retta corrispondente al volume va ricercato il punto relativo al livello sonoro, quindi va tirata una linea in basso, spostandola verso sinistra se l'ambiente assorbe poco il suono, od a destra se invece assorbe molto il suono; ogni trattino vale un decibel. Scendere ancora in basso e spostare a sinistra per il solo parlato ed a destra per la musica. Scendere su una delle quattro strisce sottostanti, quella a cui corrisponde l'altoparlante da usare.

biente di 1000 metri cubi, si cerca anzitutto l'incrocio tra le due rette corrispondenti, quindi si fa scendere da esso una verticale su una delle quattro strisce sottostanti, quelle a cui corrispondono gli altoparlanti da usare. Se gli altoparlanti sono di piccola potenza, per es. di 3 o 4 watt ciascuno, la resa d'uscita dell'amplificatore dovrà essere di 14 watt. Se invece s'intende adoperare un solo altoparlante di media potenza, sarà sufficiente un amplificatore con resa d'uscita di appena 7 watt, dato il maggior rendimento dell'altoparlante. Le due scale interposte consentono di stabilire con maggior precisione la potenza dell'altoparlante, tenendo conto della riflessione o dell'assorbimento dell'ambiente; se ad es. si tratta di ambiente a forte assorbimento sonoro, è necessario uno spostamento verso destra, quindi una maggiore potenza. Una delle scale interposte si riferisce al genere della riproduzione sonora; se, ad es., si tratta di produrre prevalentemente musica da dischi o da colonne sonore, è necessario un ulteriore spostamento verso destra, e quindi un nuovo aumento di potenza. Il livello sonoro indicato s'intende sopra quello di rumorosità.

Caratteristiche importanti dell'amplificatore.

DISTORSIONE. — Vi è distorsione quando la forma del segnale presente all'uscita dell'amplificatore differisce in qualche modo da quella del segnale alla sua entrata.

L'entità della distorsione presente all'uscita dell'amplificatore è determinata da: a) la *percentuale della distorsione armonica* e b) la *percentuale della intermodulazione*.

La *distorsione armonica*, ossia la *percentuale del contenuto di armoniche*, si riferisce all'entità delle armoniche presenti all'uscita dell'amplificatore quando alla sua entrata sia stato applicato un tono puro, perfettamente sinusoidale, e quindi privo di armoniche. Le armoniche presenti all'uscita sono dovute al *funzionamento non lineare* di qualche parte dell'amplificatore, per es. della *rettificazione di griglia*, degli stadi sovraccaricati, dello *squilibrio di impedenze*, ecc.

La distorsione s'intende tollerabile quando la percentuale del contenuto d'armoniche non supera il 5%; negli amplificatori ad alta fedeltà non supera il 2%, a resa massima.

La *percentuale d'intermodulazione* viene misurata applicando all'entrata dell'amplificatore due toni puri sinusoidali, e controllando all'uscita l'entità delle frequenze di battimento, dovute alla somma ed alla differenza tra le due frequenze applicate all'entrata. Queste nuove frequenze si producono soltanto per effetto di non linearità presente nell'amplificatore, ossia per effetto di distorsione.

Vi è intermodulazione tollerabile quando è del 10% a pieno volume, e le frequenze applicate all'entrata sono di 40 e di 2000 c/s. Negli amplificatori di alta qualità non supera l'8%.

RONZIO. — Si suol dire che il *livello di ronzio* è di un certo numero di decibel sotto l'uscita normale, per es. — 60 decibel sotto la massima potenza d'uscita. A

volte, il livello di ronzio viene riferito ad una data potenza minima, per es. *rispetto ad 1 milliwatt*. In questo caso il numero dei decibel risulta minore, per es. può essere di — 40 decibel sotto 1 milliwatt. Un altro modo per indicare il livello rumore è quello di indicare il rapporto tra la tensione rumore e la tensione massima del segnale, all'uscita dell'amplificatore. Il rapporto di 1/2500 è considerato soddisfacente.

GAMMA DI FREQUENZE. — La potenza d'uscita dell'amplificatore non si mantiene costante a tutte le frequenze, decresce a ciascuno dei due estremi, in corrispondenza delle frequenze più basse e di quelle più alte. È detta *frequenza di taglio* quella alla quale la potenza d'uscita scende a 0 decibel. Per *risposta lineare* s'intende quel tratto della gamma di frequenze nel quale il livello sonoro si mantiene praticamente costante, tale cioè da non subire variazioni superiori ad un decibel sopra o sotto, ossia ± 1 dB. L'amplificatore d'alta classe conserva il proprio guadagno, con uno scarto di ± 1 decibel, nella gamma da 80 a 8000 cicli/secondo; si possono costruire amplificatori con guadagno tale da subire uno scarto massimo di ± 1 decibel entro la gamma da 20 a 20 000 cicli/secondo. Quanto sopra, con bassa distorsione e basso livello rumore. Sono in uso amplificatori con risposta sino ad 80 000 cicli/secondo, benchè l'orecchio possa percepire frequenze poco oltre i 15 000 c/s, allo scopo di poter disporre di una risposta effettivamente lineare anche ai livelli sonori più alti. Si tratta di *amplificatori musicali*, usati in particolari circostanze.

Avvertenze per la costruzione di amplificatori ad audio frequenza.

Vanno anzitutto stabilite le dimensioni del telaio metallico sul quale dovranno venir sistemati i diversi componenti. Sopra il telaio vanno i trasformatori, le impedenze di filtro, i condensatori elettrolitici ed i portavalvole; ai lati del telaio vanno sistemati gli attacchi per il microfono ed il pickup, i controlli di volume e di responso, ecc. La sistemazione di tutti i componenti va studiata su un foglio di carta delle dimensioni del telaio. Occorre tener presente che il trasformatore di alimentazione e le valvole finali e la raddrizzatrice sviluppano calore; devono essere ad una certa distanza dagli altri componenti, non inferiore ai 3 cm. I condensatori elettrolitici non vanno posti molto vicino a componenti che si riscaldano.

L'entrata dell'amplificatore va posta ad un lato del telaio, e l'uscita al lato opposto, insieme con l'alimentatore; se vi è trasformatore d'entrata occorre estrema cura affinchè non capti i campi magnetici variabili, prodotti dal trasformatore di alimentazione e dall'impedenza di filtro. A tale scopo è opportuno che il trasformatore d'alimentazione e l'impedenza di filtro siano molto vicini tra di loro, con i nuclei di ferro paralleli, e che il trasformatore d'entrata sia quanto più lontano possibile, orientato in modo che il suo nucleo si trovi ad angolo retto con i nuclei del trasformatore d'alimentazione e dell'impedenza. Il trasformatore d'uscita, invece, può trovarsi poco lontano da quello di alimentazione, ma quanto più lontano possibile da quello d'entrata, onde evitare che il segnale d'uscita abbia la possibilità di retrocedere in fase

all'entrata dell'amplificatore, con conseguente reazione ed oscillazione. Il ronzio captato dal trasformatore d'alimentazione è a 50 cicli, quello captato dall'impedenza di filtro è a 100 cicli.

IL TELAIO. — Il telaio di ferro forato e piegato va cadmiato o smaltato; il telaio di metallo non ferroso è superiore dal punto di vista elettrico, ma risulta più costoso e meno robusto. Sul telaio vanno fissate tutte le parti componenti, portavalvole, resistenze variabili, commutatore, condensatori elettrolitici, ecc.; in qualche caso può risultare opportuno fissare i componenti molto pesanti, specie il trasformatore di alimentazione, verso la fine del montaggio. Vanno usate piccole basette di bachelite provviste di linguette metalliche per portare le resistenze; queste ultime vanno saldate alla basetta prima del collocamento a posto.

LA FILATURA. — I collegamenti vanno iniziati con quelli dei filamenti, per i quali va usato filo grosso, isolato ed intrecciato; la corrente percorre i due fili in senso opposto, quindi le linee di forza presenti intorno ad uno di essi annullano quelle presenti intorno all'altro. Non è opportuno collegare al telaio un capo dei filamenti, per utilizzare il telaio come ritorno, dato che ciò dà inevitabilmente luogo a ronzio.

IL RITORNO A MASSA. — Il ritorno di massa è molto importante; va usato un conduttore nudo, di spessore sufficiente, da far partire dal centro del secondario AT del trasformatore d'alimentazione, al quale saldare tutti i ritorni di massa, iniziando dai condensatori elettrolitici di filtro, la cui massa deve essere quanto più vicina possibile all'inizio del conduttore comune, partente dal centro del secondario AT. A tale scopo è necessario che la custodia metallica degli elettrolitici sia isolata dal telaio. Il collegamento comune di massa, isolato, raccoglie i ritorni a massa di tutto l'amplificatore, procedendo dall'uscita verso l'entrata; anche le prese per il microfono ed il pickup devono essere isolate dal telaio, e collegate all'estremità finale del conduttore comune; esso solo va fissato al telaio metallico, in un punto prossimo alla valvola d'entrata.

COLLEGAMENTI SCHERMATI. — È necessario che tutti i collegamenti portanti il segnale siano molto brevi, in modo particolare quelli di griglia, essendo alta l'impedenza d'entrata delle valvole, e facile la captazione elettrostatica del ronzio, per cui è opportuno siano in cavetto schermato, con la calza metallica collegata al ritorno comune di massa. Anche altri collegamenti è opportuno siano schermati, specie quelli al controllo di volume; è però necessario tener presente che lunghi collegamenti schermati riducono l'estensione della gamma di frequenza amplificabile. A volte è necessario schermare condensatori fissi e resistenze, ciò che si può fare anche con vernice metallica.

DISTURBI. — Le valvole finali possono oscillare a frequenza inaudibile qualora gli schermi non facciano buon contatto o i contatti di massa siano insufficienti. Se vi è ronzio, cercare l'orientamento migliore del trasformatore d'entrata; se vi è oscilla-

zione, può essere dovuta alla non perfetta opposizione di fase del segnale retrocesso; se la presa per la reazione inversa è al secondario del trasformatore d'uscita, può riuscire utile scambiare i collegamenti del primario.

LO STADIO D'ENTRATA. — Particolarissima attenzione va dedicata allo stadio preamplificatore per il microfono, dato l'alto guadagno; è opportuno che il portavalvola sia pesante, fissato al telaio con gomma, onde ottenere il molleggio ed evitare la microfonicità. Tutti i collegamenti a massa di questo stadio vanno fatti *in un punto solo* del conduttore di massa; ciò è molto importante, onde evitare il ronzio. La parte sottostante il portavalvola, comprese le resistenze ed i condensatori che vi fanno capo, è bene sia schermata con una calotta metallica fissata al telaio dell'amplificatore, al quale non va fissata nessuna altra parte, salvo un capo del collegamento comune di massa.

2. — AMPLIFICATORI AD UNA VALVOLA FINALE.

Piccolo amplificatore per fonovaligia.

Lo schema di una fonovaligia da 1,5 watt di resa d'uscita, Philips mod. NG3505, è quello di fig. 9.3. Funziona con due sole valvole, una valvola doppia per l'amplificazione, e una valvola a diodo per l'alimentazione dalla rete-luce. Lo schema è

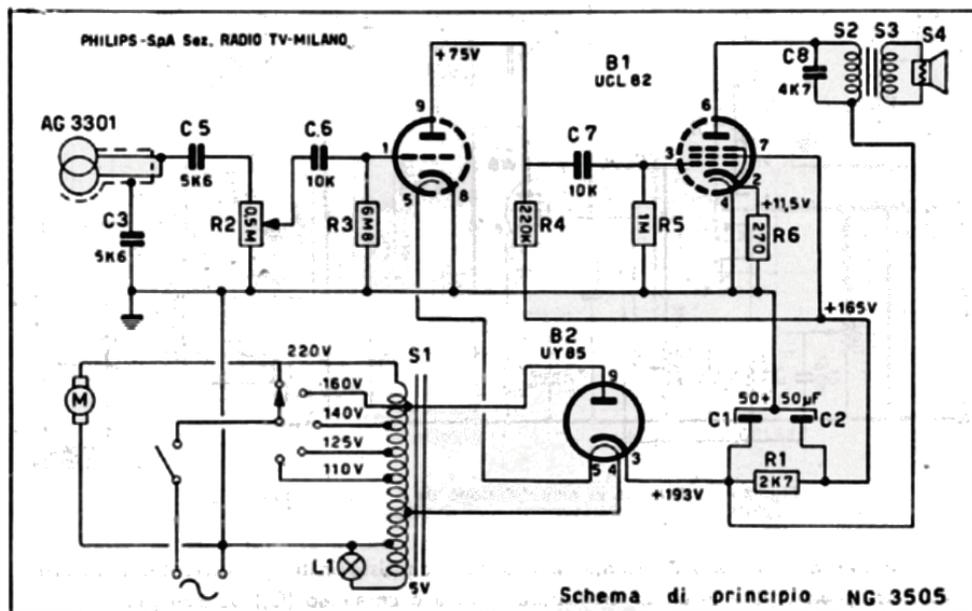


Fig. 9.3. - Schema di fonovaligia Philips mod. NG. 3505.

molto semplice. La valvola amplificatrice è una UCL82, triodo-pentodo. Il triodo è usato per l'amplificazione di tensione, il pentodo è utilizzato per l'amplificazione di potenza.

Il fonorivelatore è a cristallo piezoelettrico, adatto per dischi normali e microsolco, mod. AG 3308.

L'autotrasformatore di alimentazione ha un capo collegato al telaio della fonovaligia. Consiste di 2 448 spire. È il mod. PK 511 21.

Il giradischi è a quattro velocità, con arresto automatico a fine disco. Il braccio del giradischi agisce sull'interruttore rete-luce. Il giradischi è il mod. AG 2048:

Piccoli amplificatori per fonovaligia.

La fig. 9.4 riporta lo schema di un amplificatore da 3 watt, adatto per fonovaligia, con la valvola doppia ECL86, triodo amplificatore di tensione e pentodo finale.

In serie all'entrata vi è una resistenza che serve ad adattare l'impedenza propria del fonorivelatore a cristallo con quella d'entrata dell'amplificatore. Il suo valore dipende dal tipo di fonorivelatore usato; generalmente va da 56 000 a 150 000 ohm.

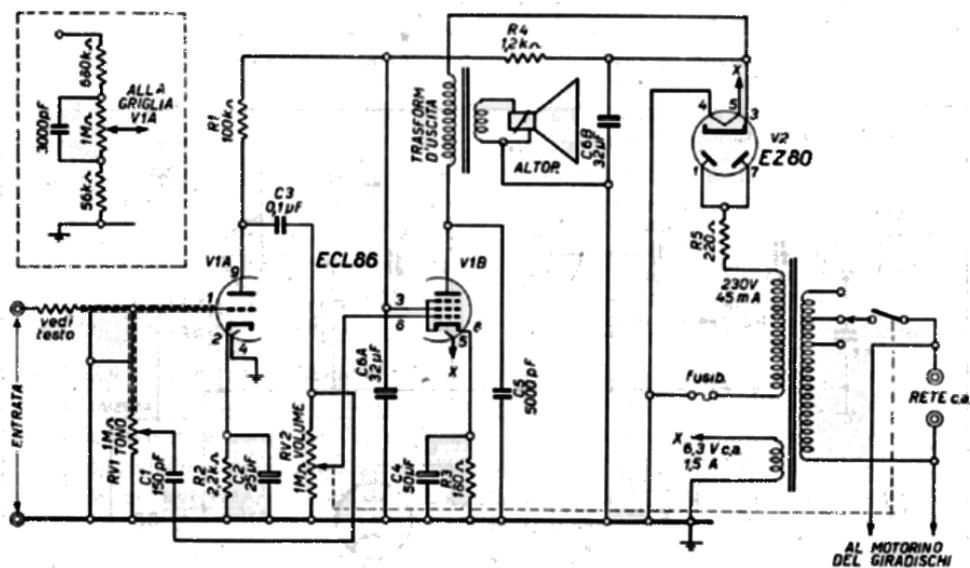


Fig. 9.4. - Schema di amplificazione da 3 watt, per fonovaligia.

Il controllo di tono è inserito all'entrata e consiste in un potenziometro lineare da 1 megaohm (RV₁) e un condensatore a mica o ceramico (C₁) da 150 pF.

Lo schema di controllo di tonalità racchiuso entro il rettangolo tratteggiato può

costituire una variante al circuito originario. Il controllo di volume è ottenuto con un potenziometro logaritmico da 1 megohm (R_V) che comprende anche l'interruttore di rete.

Il trasformatore d'uscita ha il primario di 7000 ohm d'impedenza e il secondario di 3,75 ohm.

Il circuito d'alimentazione comprende:

a) un trasformatore da 40 watt con primario universale, un secondario AT da 230 V e 45 mA, e un secondario BT a 6,3 V - 1,5 A per la accensione dei filamenti;

b) la valvola EZ 80, raddrizzatrice a placche riunite;

c) un fusibile da 60 mA, o lampadina tascabile da 0,15 A;

d) un cambiotensioni;

e) un interruttore di rete;

f) un condensatore elettrolitico doppio da 32 + 32 μ F (C_9);

g) una resistenza da 1,2 Kohm (R_1).

Le resistenze R_1 e R_2 sono da 1/2 watt, e da 1 watt le altre.

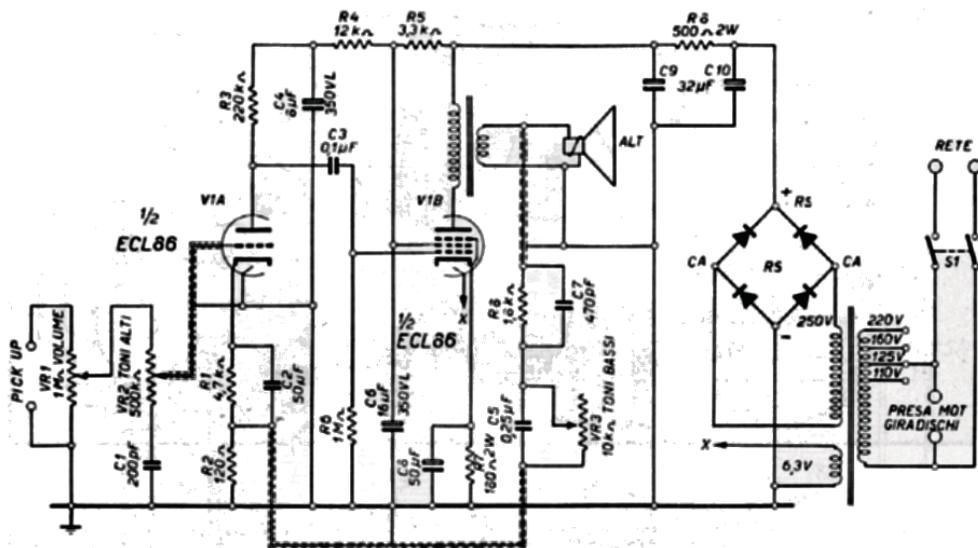


Fig. 9.5. - Schema di amplificatore da 3 watt, con una ECL86.

Un altro esempio di amplificatore per fonovaligia, con la stessa valvola ECL86 è quello di cui la fig. 9.5 riporta lo schema. Le due sezioni della valvola sono utilizzate nello stesso modo. La resa d'uscita è anche in questo caso di 3 watt. La differenza consiste nell'alimentatore con rettificatore a selenio, con quattro elementi a ponte, e nei due controlli di tono al posto di uno solo.

Il controllo di volume è posto all'entrata dell'amplificatore; il suo cursore è collegato alla resistenza variabile del controllo dei toni alti; essa varia l'azione del condensatore C_1 di 200 pF sulle audiofrequenze in arrivo. Il suo cursore è collegato alla griglia di V_1A , tramite un cavetto schermato, con la calza esterna a massa.

Il controllo dei toni bassi è inserito nel circuito di controreazione; tale circuito collega un capo della bobina mobile dell'altoparlante con il catodo del triodo; l'efficienza della controreazione è determinata dal valore di R_2 . La presenza della controreazione migliora la qualità della riproduzione sonora, ma riduce un po' la potenza d'uscita. La tensione AT dell'alimentatore è stata perciò portata a 250 volt, in modo da compensare la minore resa d'uscita.

Il condensatore elettrolitico C_2 è da 6 volt lavoro; gli elettrolitici C_3 e C_{10} , da 32 microfarad ciascuno, è bene siano a tensione superiore ai 350 volt, dato che nel primo minuto di funzionamento, la valvola assorbe poco e la tensione anodica può essere molto elevata.

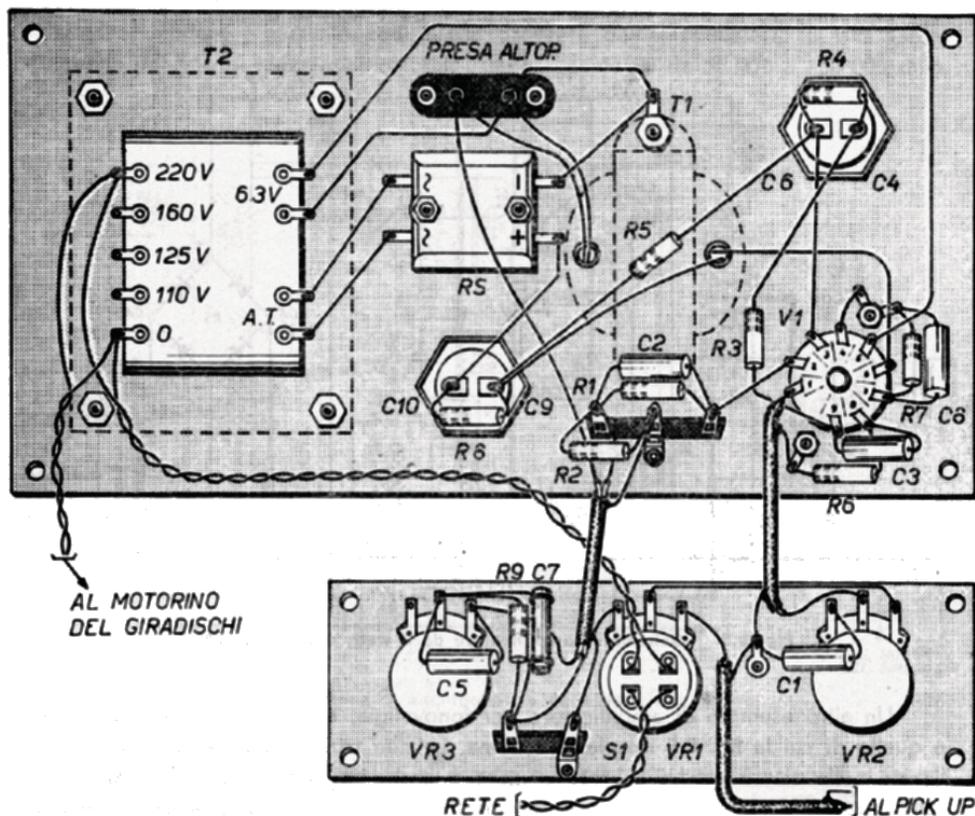


Fig. 9.5.B. - Collegamenti sotto il telaio.

ESEMPI DI AMPLIFICATORI A VALVOLE

Il trasformatore d'uscita ha le seguenti caratteristiche:

Rapporto di trasformazione	46 : 1
Impedenza primaria	7 chiloohm
Impedenza secondaria	3 ohm
Induttanza primaria	10 henry
Potenza	5 watt

L'alimentatore comprende un trasformatore con primario universale e secondario AT da 250-0-250 V a 75 mA e un secondario a 6,3 V e 1,5 A; un rettificatore al selenio inserito a ponte, da 250 V - 75 mA; tre celle filtranti formate dai gruppi $R_8 - C_9 - C_{10}$, $R_5 - C_6$ e $R_4 - C_4$.

I collegamenti che fanno capo alla griglia controllo del triodo e quelli che riguardano il circuito di controreazione sono effettuati con cavetto schermato, la cui calza metallica va a massa.

La fig. 9.5B illustra la disposizione dei componenti su una basetta isolante, vista dal lato sottostante al fine di mostrarne i collegamenti.

Ad essa è unito tramite due cavi schermati il pannello che porta i comandi di tono e volume.

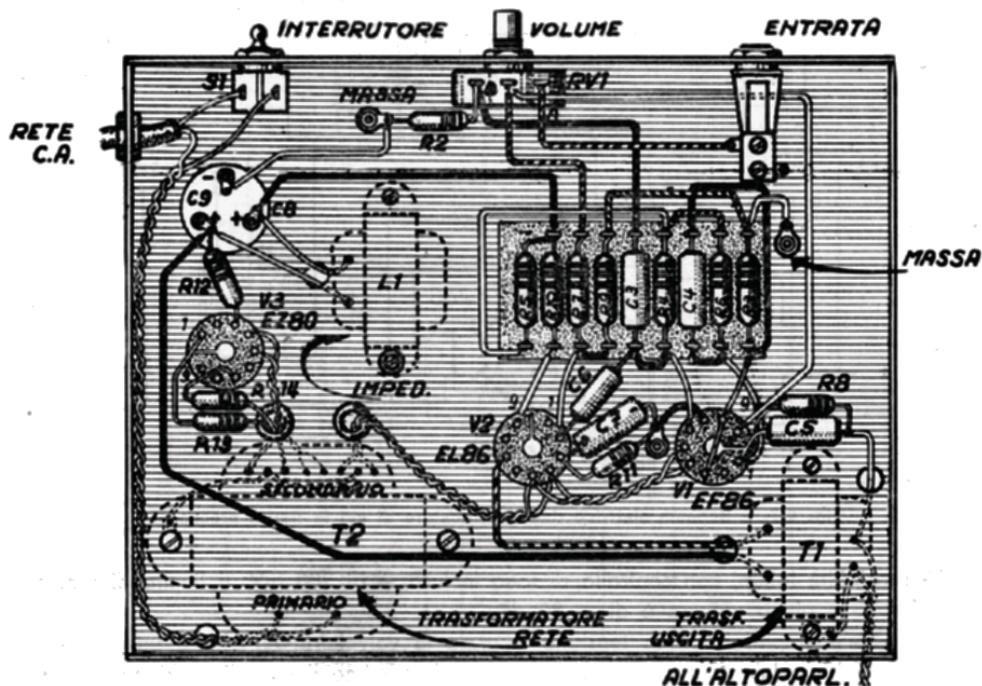


Fig. 9.6. - Schema di montaggio di piccolo amplificatore, con una EL86 finale.

Esempio di amplificatore da 3 watt, a bassa distorsione.

Un ottimo amplificatore con resa d'uscita di 3 watt e distorsione massima ridotta all'1 % è quello rappresentato in fig. 9.6 e di cui la fig. 9.7 ne riporta lo schema elettrico.

La risposta in frequenza è lineare da 30 a 20 kc/s ± 1 dB alla massima uscita.

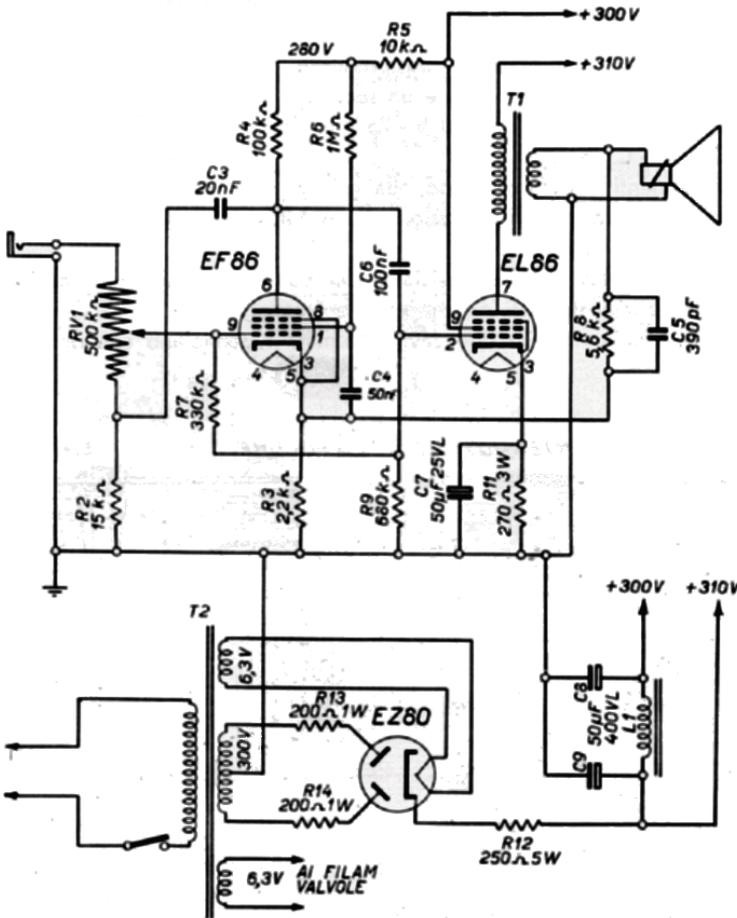


Fig. 9.7. - Schema elettrico dell'amplificatore di cui la figura precedente.

La sensibilità totale, con controllo di tono incluso, è di 200 mV. Il livello di ronzio e fruscio a pieno volume è di - 80 dB.

Quale amplificatrice di tensione è usata la valvola EF86, che è un pentodo bene adatto a tale scopo, poichè assicura un bassissimo livello di ronzio e fruscio. Quale finale di potenza è impiegata la EL86.

d'amplificazione di tensione in più, da usare quale preamplificatore. In tal caso tra il triodo e il pentodo della ECF80 possono venir sistemati due controlli di responso di tipo passivo; essi sono stati illustrati nel capitolo precedente; non si possono adoperare senza uno stadio preamplificatore, data la diminuzione del segnale che determinano.

Nello schema di fig. 9.8 non è indicato, per semplicità, il circuito di alimentazione. Può essere di qualsiasi tipo, a valvola o a selenio; può venir utilizzata, ad es., una valvola EZ80, e un trasformatore di tensione da 300-0-300 volt e 60 mA, con un avvolgimento a bassa tensione da 6,3 volt e 2 ampere. I due condensatori elettrolitici di livellamento possono essere di 16 microfarad ciascuno, a 400 volt lavoro; è necessario utilizzare una impedenza di livellamento da 10 henry, 60 miliampere.

I valori delle resistenze e dei condensatori sono i seguenti:

RESISTENZE	CONDENSATORI
(tutte da 0,5 watt, salvo indicazione contraria)	
R ₁ 180kΩ 20%	C ₁ 50 μF 12VL
R ₂ 2.2kΩ 10%	C ₂ 50 nF
R ₃ 270kΩ 10%	C ₃ 100 pF mica
R ₄ 47kΩ 10%	C ₄ 32 μF 350VL
R ₅ 270kΩ 20%	C ₅ 220 pF mica
R ₆ 1.8MΩ	C ₆ 3000 pF
R ₇ 10kΩ 20%	C ₇ da 10 a 100 μF 6VL
R ₈ 330Ω 20%	C ₈ 50 nF
R ₉ 2.2kΩ 10%	C ₉ 100 nF
R ₁₀ 33Ω 10%	C ₁₀ 2000 pF
R ₁₁ 470kΩ 20%	C ₁₁ 1000 pF
R ₁₂ 180Ω 10% 1 Watt	C ₁₂ 50 μF 12VL
R ₁₃ 1kΩ 10%	
VR ₁ 1MΩ log.	
VR ₂ 1MΩ lin.	
VR ₃ 2MΩ lin.	

Amplificatore di alta classe, ad una valvola finale.

Gli amplificatori audio ad alta fedeltà sono tutti a due valvole finali in controfase; è però possibile ottenere un'ottima riproduzione sonora anche con una sola valvola, particolarmente se il volume sonoro non deve superare i 2 watt, e quindi essere adeguato ad una stanza di soggiorno.

Un esempio tipico di amplificatore da una sola valvola finale, ma di classe elevata, adatto per radiofonografo, è quello di cui la fig. 9.9 riporta lo schema.

È utilizzata una valvola doppia ECL86, triodo-pentodo. La regolazione dell'intensità sonora è ottenuta con un CONTROLLO DI VOLUME FIOLOGICO, costituito da una resistenza variabile di 1,3 megaohm provvista di due prese, una ad un quinto del valore della resistenza, l'altra ad un decimo. Alle due prese sono collegati i due filtri passa-alto, ciascuno dei quali formato da un condensatore fisso e da una resistenza in serie. In tal modo si ottiene un notevole rinforzo delle frequenze

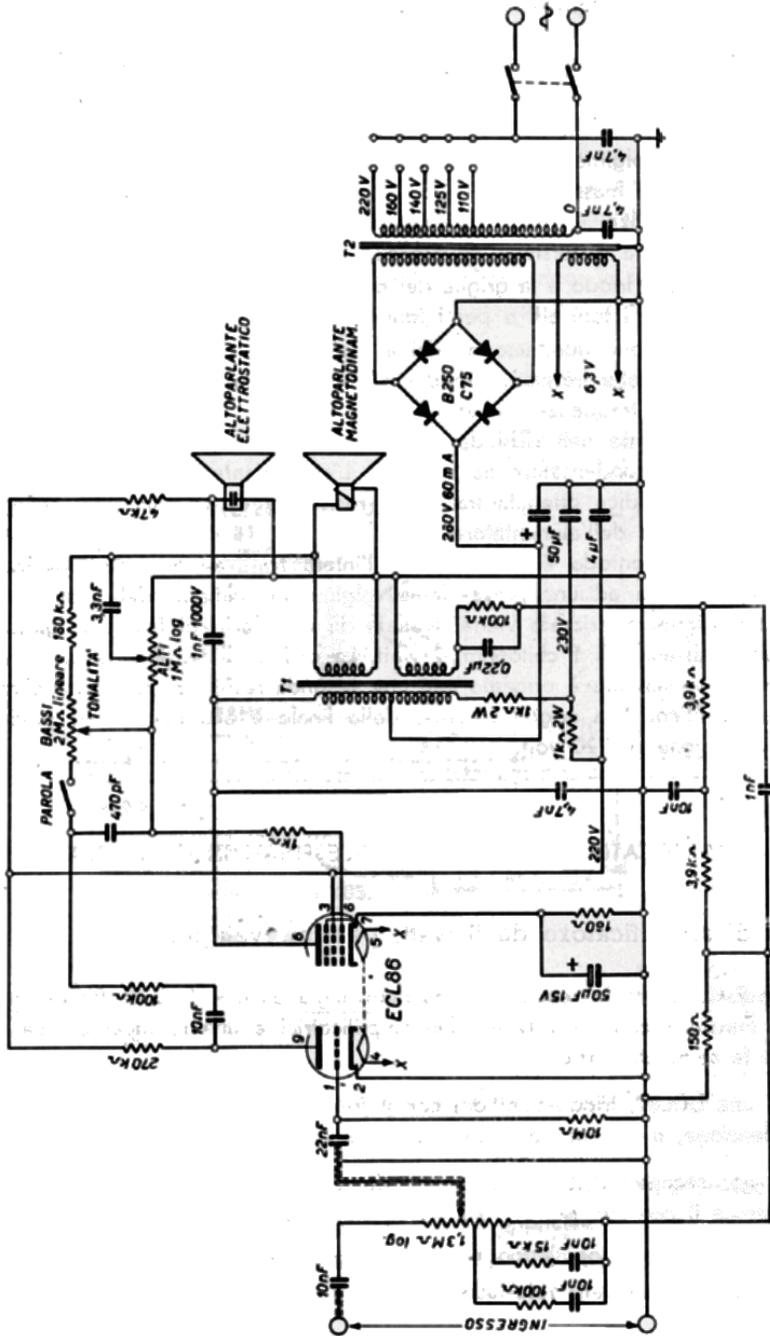


Fig. 9.9. - Esempio di amplificatore per radiofono, di alta classe, con una sola valvola ECL86, e due altoparlanti, uno dei quali elettrostatico.

basse, di circa 25 dB in corrispondenza alla prima presa, e di 18 dB alla seconda. Senza questo accorgimento, alle posizioni di minor livello vengono a corrispondere perdite eccessive delle frequenze basse, con conseguente riproduzione stridente.

La resistenza variabile è collegata a massa tramite una resistenza fissa di 150 ohm; ai capi di quest'ultima è applicata la tensione di controreazione, ottenuta con un apposito avvolgimento secondario del trasformatore d'uscita. Un capo di tale avvolgimento è a massa, l'altro capo è collegato ad una rete formata da vari condensatori e resistenze, in modo da ottenere la esaltazione dei toni alti e bassi, e la eliminazione della distorsione dovuta alla valvola amplificatrice.

Tra la placca del triodo e la griglia del pentodo vi sono i circuiti dei due controlli di responso, per i toni alti e per i toni bassi.

Gli altoparlanti sono due; uno di essi è magnetodinamico a grande diametro, per la riproduzione delle frequenze medie e basse; l'altro è un elettrostatico, per la riproduzione delle frequenze elevate. Quest'ultimo è collegato alla placca della valvola finale, in quanto non richiede il trasformatore d'uscita; il collegamento è effettuato tramite un condensatore da 1000 pF. L'*altoparlante elettrostatico* funziona con una tensione anodica ottenuta tramite la resistenza di 47 chiloohm, collegata alla uscita a 220 volt dell'alimentatore.

La placca del pentodo è alimentata dall'intera tensione anodica raddrizzata, di 280 volt, applicata ad una presa dell'avvolgimento primario del trasformatore d'uscita. La tensione raddrizzata viene livellata da una parte di tale avvolgimento, nonchè dalla resistenza di 1 chiloohm, 2 watt. La caduta di tensione è di 50 volt. Un successivo livellamento è ottenuto con una seconda resistenza di 1 chiloohm, e un terzo elettrolitico. Alla griglia schermo della finale e alla placca del triodo è applicata la tensione di 220 volt.

3. — AMPLIFICATORI CON DUE VALVOLE FINALI IN CONTROFASE.

Esempio di amplificatore da 5 watt, per fonovaligia.

La fig. 9.10 riporta lo schema di una fonovaligia da 4 watt della Philips, mod. NG 3500. Funziona con tre valvole, due amplificatrici e una rettificatrice. Le valvole hanno le seguenti funzioni:

B1) una UCL82, triodo-pentodo, con il triodo utilizzato quale primo amplificatore di tensione, e il pentodo impiegato nello stadio finale in controfase;

B2) una seconda UCL82, triodo-pentodo, con il triodo utilizzato per l'inversione di fase, e il pentodo per completare lo stadio finale in controfase;

B3) una UY85, diodo a riscaldamento diretto, utilizzata per la rettificazione della tensione alternata della rete-luce.

ESEMPI DI AMPLIFICATORI A VALVOLE

I filamenti delle tre valvole sono collegati in serie; un lato è a massa, e l'altro lato è collegato ad una presa dell'avvolgimento dell'autotrasformatore di alimentazione. Gli avvolgimenti di quest'ultimo sono indicati con S_1 sino a S_8 .

Il fonorivelatore è del tipo a banda estesa, mod. AG 3016. È collegato all'entrata del primo triodo tramite il controllo di volume R_{13} e il controllo di tono R_9 . Quest'ultimo è a controreazione; è collegato ai capi del secondario del trasformatore d'uscita. L'effetto di controreazione è ottenuto con un lato fisso, costituito dalla resistenza R_{10} e dal condensatore C_8 , e da un lato regolabile costituito appunto dal controllo di tono R_9 e dal condensatore in serie C_7 .

Il primo triodo è collegato direttamente al secondo; la placca del primo triodo è collegata con la griglia del secondo. La resistenza R_8 provvede a far giungere la

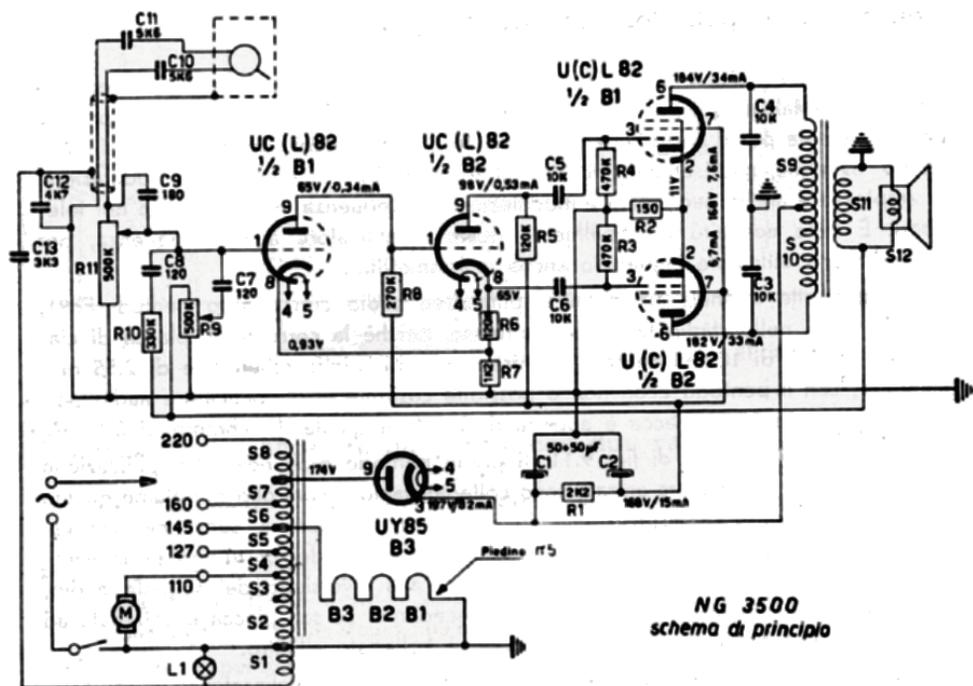


Fig. 9.10. - Schema di fonovaligia Philips mod. NG. 3500.

tensione positiva necessaria al funzionamento dei due triodi. In tal modo alla placca del primo triodo e alla griglia del secondo è applicata la stessa tensione positiva di 65 volt. Il secondo triodo può funzionare normalmente a tale tensione positiva di griglia, poichè anche al suo catodo è applicata la stessa tensione positiva di 65

volt. La tensione della sua placca è di 98 volt; funziona quindi come se la sua tensione di placca fosse di 33 volt. Ciò è possibile dato che il secondo triodo funziona da invertitore di fase.

I segnali presenti alla placca e al catodo del secondo triodo sono eguali e in opposizione di fase; sono applicati alle griglie controllo delle due valvole finali.

Le due valvole finali hanno i catodi polarizzati dalla resistenza in comune R_2 , di 150 ohm, 1 watt.

Il livellamento è ottenuto con una resistenza R_1 di 2200 ohm, anch'essa di 1 watt, nonché con due condensatori elettrolitici da 50 microfarad ciascuno. Le altre resistenze indicate sono tutte da mezzo watt.

Esempio di amplificatore con quattro pentodi EF91.

Il pentodo EF91, e il corrispondente 6AM6, è bene adatto per apparecchiature sperimentali di qualsiasi tipo; è di prezzo modesto e di grande utilità pratica, particolarmente per il costruttore dilettante. Negli apparecchi commerciali lo si trova un po' ovunque, negli amplificatori audio e negli apparecchi radio, a modulazione di ampiezza e anche negli stadi a modulazione di frequenza; è anche usato nei televisori. È stato costruito principalmente quale amplificatore a radiofrequenza, per cui può venir utilmente impiegato anche in trasmettitori.

È possibile ottenere un buon amplificatore audio con quattro pentodi EF91, due dei quali nello stadio finale in controfase, poichè la corrente di placca di ciascuno di essi è di 10 milliampere, mentre quella di griglia schermo è di 2,55 milliampere; con il pentodo EF86 non è possibile costruire un amplificatore audio poichè la sua corrente di placca è appena di 3 mA, e quella di schermo di 0,6 mA.

Lo schema è quello di fig. 9.11. Il primo pentodo provvede all'amplificazione di tensione, per cui alla sua entrata sono collegati tanto il controllo di volume quanto il controllo di tono. La disposizione circuitale è quella classica, senza nessuna variante, in modo da corrispondere alle limitate possibilità dei costruttori principianti. Il secondo pentodo provvede, come al solito, alla inversione del segnale audio; il principio è quello descritto nel capitolo precedente. La sua placca è collegata ad uno dei pentodi finali, mentre il suo catodo è collegato all'altro.

Lo stadio finale è anch'esso senza alcuna particolarità; realizzato come indicato, con le cautele necessarie per evitare il ronzio, è di sicuro e immediato funzionamento; la resa d'uscita è di circa 2 watt, con distorsione ridottissima. Non è indicato l'alimentatore, poichè può essere di qualsiasi tipo, con uscita da 200 a 250 volt. I pentodi EF91 non sono adatti per tensione di lavoro oltre i 250 volt. Assorbimento di corrente: 60 milliampere. Le resistenze sono tutte da un quarto di watt, ad eccezione della R_{11} . La tolleranza delle resistenze è del 10 per cento per tutte, ad eccezione di R_7 , R_8 , R_9 e R_{10} , le quali devono essere di valore preciso, al 5 per cento. La resistenza variabile RV_1 è logaritmica, mentre la RV_2 è lineare.

Il trasformatore d'uscita è di tipo solito, con primario da 7000 ohm e con secondario da 3 ohm, nel caso venga utilizzato un altoparlante con bobina mobile di tale impedenza.

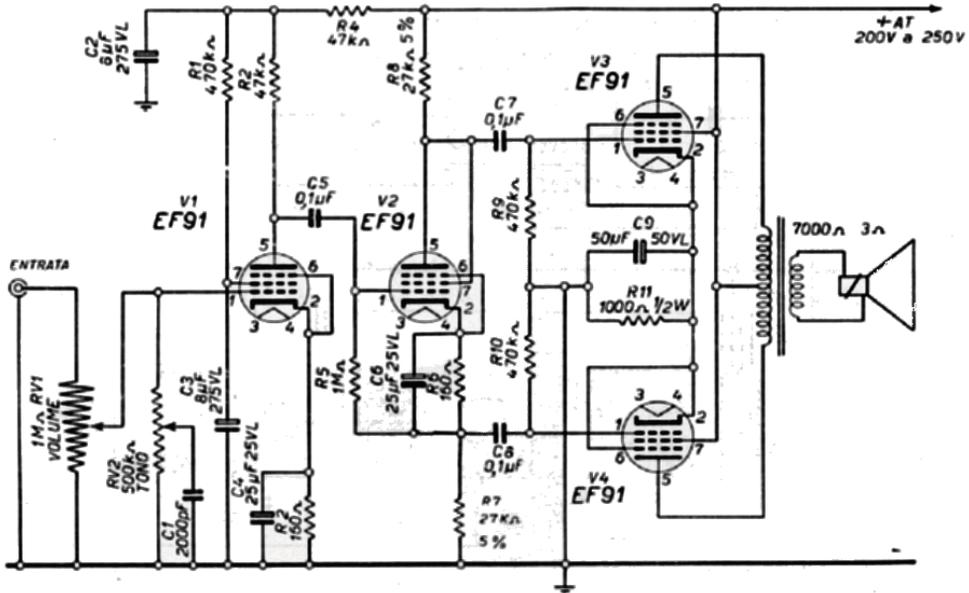


Fig. 9.11. - Schema di amplificatore con quattro valvole EF 91.

Esempio di amplificatore da 8 watt, con due valvole ECL86.

Il triodo-pentodo ECL86 è stato appositamente progettato e realizzato per amplificatori audio; due ECL86 consentono di ottenere un ottimo amplificatore il quale, pur senza essere di tipo Hi-Fi, consente prestazioni sorprendenti. I due triodi vengono usati per lo stadio d'amplificazione di tensione e per quello d'inversione di fase, i due pentodi per lo stadio finale in controfase.

La sezione pentodo della ECL86 ha le seguenti caratteristiche:

- a) tensione di placca e di griglia schermo . . . 250 volt
- b) tensione di griglia controllo -7 volt
- c) corrente di placca 36 milliampere
- d) corrente di griglia schermo 6 milliampere
- e) resistenza interna 48 chiloohm

Due valvole ECL86 consentono di ottenere rese d'uscita piuttosto elevate, sino a 14 watt; è opportuno, per limitare la distorsione e non sovraccaricare le valvole, limitare la resa d'uscita a 8 watt. Una tale resa è eccessiva per un'abitazione nor-

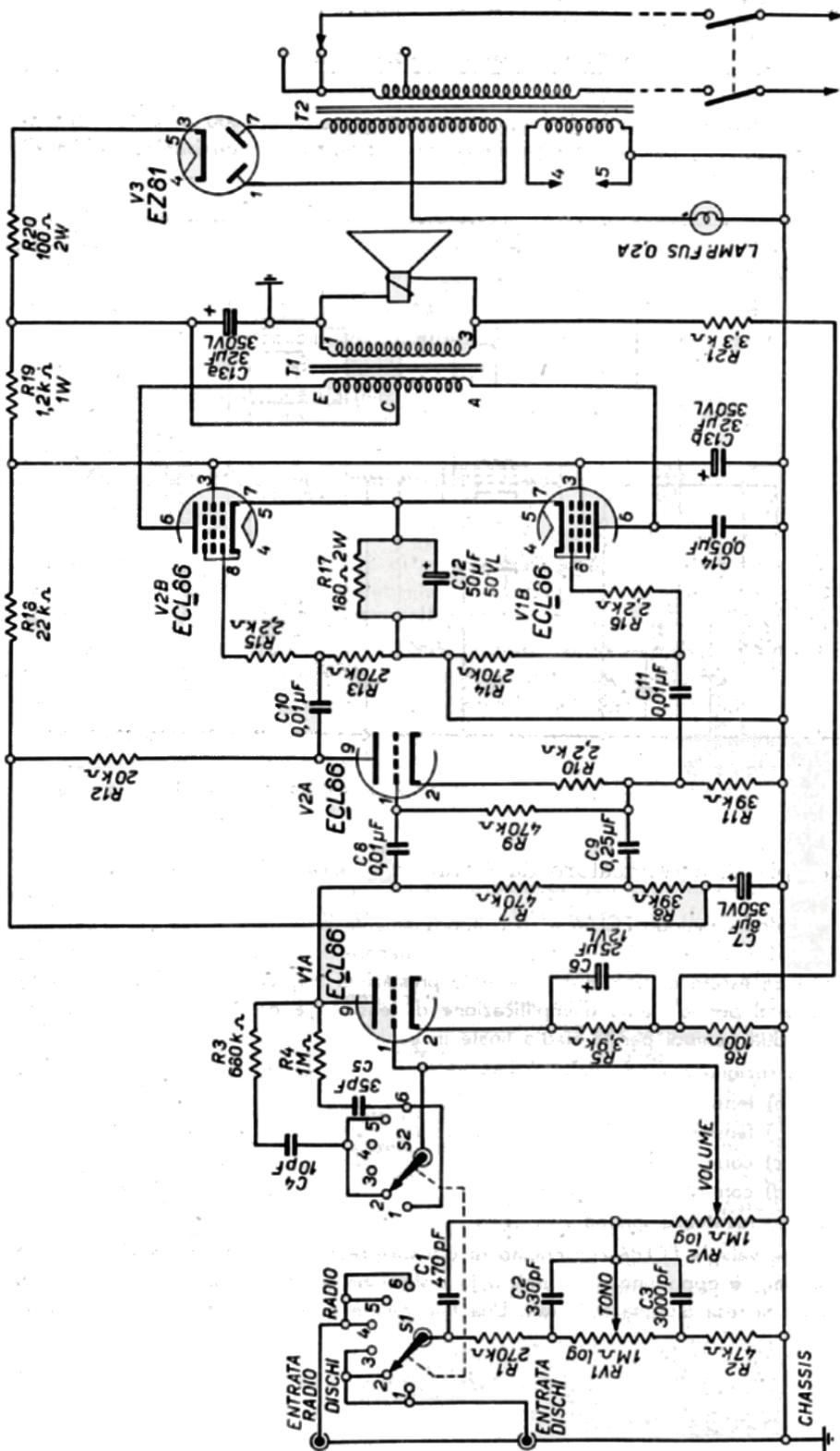


Fig. 9.12. - Schema di amplificatore da 8 watt, a bassissima distorsione, con due ECL86 finale.

male; però l'amplificatore con due ECL86 si presta ottimamente per la riproduzione dei dischi e per il collegamento con il sintonizzatore radio, anche in abitazioni, limitando l'uscita a 3 o 4 watt, con relativa bassissima distorsione.

Un esempio di impiego di due ECL86 in amplificatore audio è quello di fig. 9.12. Questo esempio ha alcune particolarità proprie, mentre la utilizzazione delle quattro sezioni di valvola è la consueta. Potrebbe venir utilizzato uno schema più semplice, di tipo classico, senza particolarità di rilievo; esso risulterebbe però meno interessante, e non farebbe che ripetere gli schemi già presentati.

Una prima particolarità è costituita dai controlli di tonalità e volume; anziché collocare due controlli di responso, uno per i « bassi » e l'altro per gli « alti » è inserito un controllo solo, quello per i « bassi »; la regolazione degli « alti » è però egualmente possibile, con un commutatore a due vie e sei posizioni, anziché con una resistenza variabile. Il commutatore ha lo scopo di consentire il passaggio da « dischi » a « radio »; ciò avviene nelle posizioni 3 e 4; nelle altre posizioni vi è

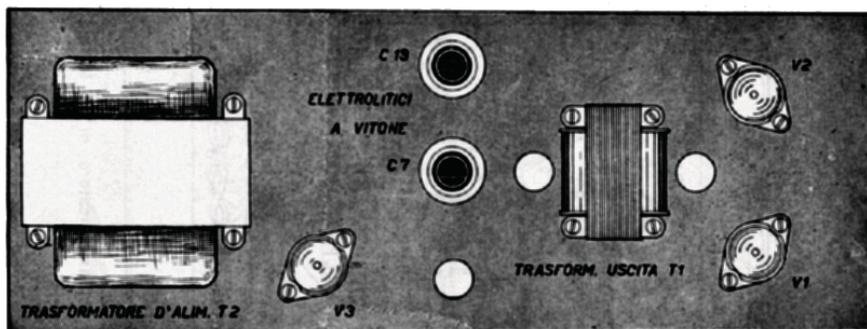


Fig. 9.13. - Disposizione delle tre valvole, e dei componenti maggiori, sopra il telaio.

una soppressione di frequenze elevate mediante una controeazione tra placca e griglia del primo triodo. Nelle posizioni 2 e 5 l'attenuazione è modesta; nelle posizioni 1 e 6 è più forte. Il collegamento placca-griglia usato a tale scopo consiste di due resistenze e due condensatori.

Una seconda particolarità dello schema indicato si riferisce al circuito invertitore di fase. Le resistenze R_{11} e R_{12} non sono dello stesso valore, come invece dovrebbe avvenire; la R_{11} è di valore notevolmente più alto; però alla maggior parte delle frequenze audio, tale resistenza è praticamente in parallelo con la R_{12} , dello stesso valore; ne risulta che pur essendo di valore diverso, le due resistenze R_{11} e R_{12} si comportano come se avessero lo stesso valore.

TRASFORMATORE D'USCITA. — Il trasformatore d'uscita impiegato è il PK 50811 della Philips, da 8000 ohm d'impedenza primaria, e 7 ohm di impedenza ai capi dell'avvolgimento secondario.

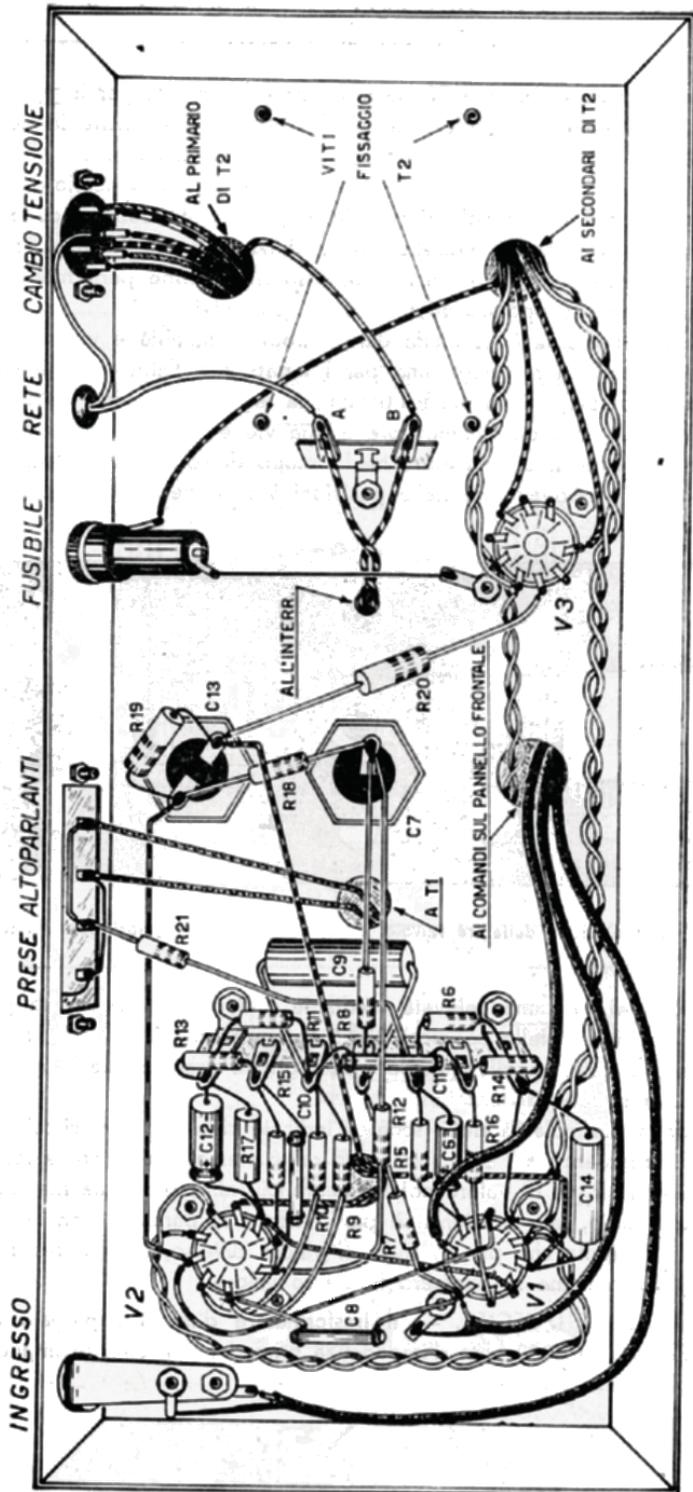


Fig. 9.14. - Piano costruttivo dell'amplificatore, di cui la figura precedente.

ALTOPARLANTE. — L'altoparlante è di dimensioni tali da sopportare una potenza di 8 W, e di diametro sufficientemente grande per una buona riproduzione sonora, specie per le note basse.

ALIMENTAZIONE. — L'alimentatore è del tipo ad onda intera e fa uso di una rettificatrice EZ81 e di un trasformatore con secondario AT a presa centrale 250-0-250 volt e 80 mA, e un secondario per l'accensione dei filamenti a 6,3 V e 2,5 A. I conduttori della tensione di filamento e di rete sono intrecciati fra loro e corrono aderenti al telaio. Il condensatore elettrolitico C_{13} è a due sezioni da 32 μ F ciascuna ed è contenuto in una custodia tubolare con attacco a vitone. Anche C_7 è un elettrolitico tubolare a vitone.

PANNELLO FRONTALE

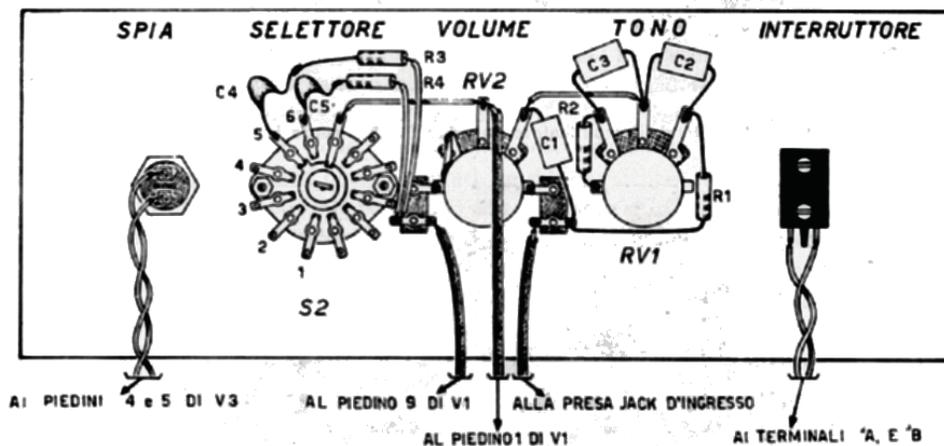


Fig. 9.15. — Disposizione dei componenti dietro il pannello frontale.

RESISTENZE. — Le resistenze da R_7 a R_{12} sono al 5% di tolleranza sui valori nominali e ad alta stabilità. La resistenza R_{21} va collegata per ultima, al fine di stabilire quale sia il terminale giusto del secondario di T_1 per il prelievo della tensione di controreazione.

TELAIO. — Il telaio è di lamiera di ferro verniciato, delle dimensioni di cm. $3 \times 12 \times 32$. La disposizione dei componenti sopra di esso è illustrata dalla fig. 9.16. Anteriormente porta un pannellino verticale in alluminio (fig. 9.15) munito dei comandi di tono e volume, interruttore, selettore d'ingresso, lampadina spia.

Le relative scale graduate e le scritte sono incise su di un rettangolo di laminato plastico.

La fig. 9.17 mostra l'aspetto frontale dell'amplificatore.

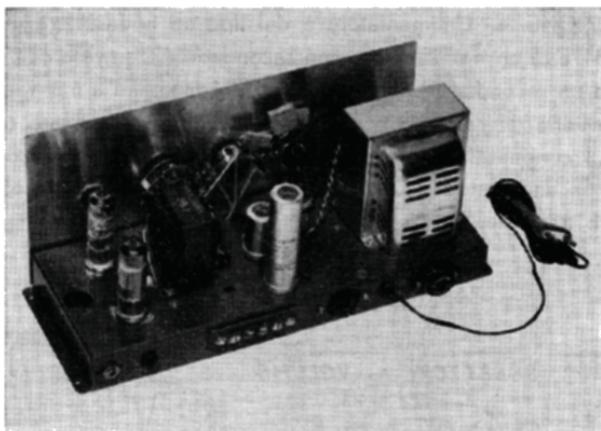


Fig. 9.16. - Aspetto dell'amplificatore con due ECL86, senza la custodia esterna.

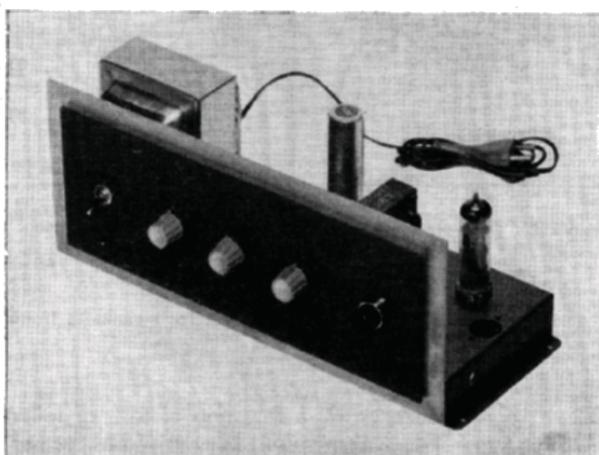


Fig. 9.17. - Aspetto della parte frontale dell'amplificatore di cui la figura precedente.

Esempio di amplificatore di media potenza, di tipo molto economico.

Anche con «fondi di magazzino», materiale da «surplus», si può ottenere un amplificatore capace di fornire 10 watt d'uscita, ed anche di riuscire a dare un'ottima riproduzione sonora. Sono necessarie quattro valvole di vecchio tipo, due

doppi triodi e due pentodi finali; quelle utilizzate per l'approntamento dell'amplificatore descritto erano due octal 6SL7-GT, doppi triodi, e due 6AQ5-A, pentodi finali. L'amplificatore venne costruito con pochissimo materiale, tutto di tipo economico. Tre sole resistenze fisse risultarono necessarie oltre il materiale « surplus »: R_3 , R_4 e R_5 , quelle per lo stadio invertitore di fase; esse sole devono essere scelte con cura, a tolleranza non superiore al 5 per cento.

Lo schema dell'amplificatore è quello di fig. 9.18. Ad una prima occhiata risulta che non è provvisto di alcun controllo. Un amplificatore da 10 watt, come quello descritto, va fatto funzionare con il sintonizzatore radio, il quale è già provvisto di controllo di volume, oppure con un fonorivelatore a cristallo; in questo secondo caso è sufficiente applicare ai capi del fonorivelatore una resistenza variabile da 1 megaohm, con il cursore all'entrata dell'amplificatore, ed un capo alla sua massa.

Dei due doppi-triodi, il secondo è usato come *stadio pilota* per le finali in controfase; è vantaggioso far funzionare questo doppio-triodo come pilota, poichè consente un'amplificazione di circa 50 volte per stadio, per cui se il segnale all'entrata è di 0,25 volt, quello all'entrata delle finali risulta di 12,5 volt, bene adatto per ottenere una buona resa d'uscita, appunto di circa 10 watt.

Il primo doppio-triodo è utilizzato in modo convenzionale; un triodo provvede all'amplificazione di tensione, l'altro provvede all'inversione di fase, del tipo a carico diviso (*split load phase inverter*). Le due resistenze di carico di 100 chiloohm ciascuna, R_4 e R_5 , sono inserite nel circuito di placca e in quello d'uscita del triodo; ai capi di R_5 non vi è alcun condensatore di livellamento non per ragioni di economia, ma perchè non vi deve essere, dato che il segnale deve venir trasferito, tramite C_3 , alla griglia di uno dei triodi dello stadio pilota. Il risultato è che il catodo dell'invertitore di fase è a tensione elevata, circa 100 volt.

Anche il catodo del primo triodo è senza condensatore elettrolitico, data la presenza della tensione di controeazione, ad esso applicata tramite R_{15} . Il condensatore elettrolitico C_1 , di 64 microfarad, consiste di due condensatori da 32 microfarad ciascuno, 350 volt lavoro, con terminali a filo.

Le due valvole finali in controfase sono collegate nel solito modo, non vi è alcuna particolarità di sorta; si può solo notare che la resistenza R_{17} , comune ai due catodi, è sprovvista di condensatore elettrolitico; la dissipazione è di 3 watt, dato il collegamento in controfase. L'elettrolitico in parallelo a R_{17} non è strettamente necessario, e solo perciò è stato eliminato; si può utilizzare un condensatore di 50 o 100 microfarad, da 50 volt lavoro.

Le resistenze R_{15} e R_{16} in serie alle griglie controllo sono invece sempre utili, in quanto eliminano oscillazioni spurie nello stadio finale.

Il trasformatore d'uscita è del tipo adatto per collegare due 6AQ5 con la bobina mobile dell'altoparlante; l'impedenza è di 8000 ohm primario e 3 ohm secondario. È un trasformatore comunissimo nei « fondi di magazzino » poichè un tempo veniva largamente utilizzato. Potendo scegliere è però bene dargli il posto d'onore nella spesa complessiva, poichè da esso dipende gran parte della qualità della riprodu-

zione sonora. Non è però opportuno preventivare una spesa maggiore per il trasformatore d'uscita, se essa va a scapito dell'altoparlante. Quest'ultimo deve essere adatto per la potenza sonora dell'amplificatore. È opportuno bilanciare al spesa tra questi due componenti.

Le valvole dello stadio pilota possono essere due EL34 o 6V6-GT di vecchissimo tipo; hanno le stesse caratteristiche delle 6AQ5-A.

Il trasformatore d'alimentazione ha un secondario AT capace di fornire 250-0-250 V a 150 mA, e due secondari BT a 6,3 volt - 4 A e 5 V - 3 A. Le correnti previste sono superiori a quelle richieste dall'amplificatore, e servono ad alimentare anche il pre-amplificatore. Uno spinotto a prese multiple rende agevole il prelievo della tensione di rete per il motorino del giradischi, nonché le tensioni anodica e di accensione per il pre-amplificatore.

A rettificare la tensione anodica, che è successivamente livellata da un'impedenza di 10 H - 150 mA, provvede la raddrizzatrice bipacca 5V4.

Amplificatore ad alta fedeltà con due valvole finali EL 84.

La fig. 9.19 riporta lo schema di un amplificatore di tipo ad alta fedeltà, con due valvole finali in controfase noval EL 84, precedute da una valvola a doppio triodo ECC 83 la quale provvede all'amplificazione di tensione ed alla inversione di fase; la preamplificazione di tensione è affidata ad un pentodo EF 86.

La potenza di uscita ricavabile da questo amplificatore è di 11 watt; sono sufficienti 50 milliwatt all'ingresso della valvola preamplificatrice per ottenere la piena potenza di uscita con distorsione dell'1 per cento. Mediante l'impiego di questo pentodo finale e con parti di tipo normale, è stato possibile ottenere un responso di frequenza lineare, da una ottava inferiore alla frequenza di risonanza dei migliori altoparlanti fino ad una ottava superiore alla più alta frequenza udibile. La distorsione per intermodulazione è ad un valore estremamente basso, del 2 per cento con 8,2 watt di uscita. L'altoparlante impiegato è del tipo a bobina mobile di 7 ohm.

LO STADIO FINALE.

Lo stadio finale comprende, come detto, due pentodi finali EL 84, in controfase in classe AB. La tensione di polarizzazione negativa è ottenuta per caduta di tensione ai capi della resistenza R_{15} di catodo, comune alle due valvole; essa è del tipo a filo avvolto, della dissipazione di 3 watt, e con il 5 per cento di tolleranza. Le resistenze di griglia controllo, R_{12} ed R_{13} , sono di valore inferiore a quello comunemente usato per valvole con polarizzazione automatica, onde evitare la possibilità di sbilanciamenti del circuito finale, a causa di differenti correnti di griglia. Le griglie schermo sono alimentate attraverso una resistenza di griglia schermo comune alle due valvole per compensare gli eventuali sbilanciamenti dinamici. Esse non sono fugate a massa da alcun condensatore; in tal modo non risulta necessario selezionare due valvole aventi eguali caratteristiche.

La reazione negativa introdotta dalla resistenza R_{19} è sufficiente a mantenere il bilanciamento, compensando i valori di tolleranza normali delle valvole EL 84.

Le resistenze smorzatrici R_{14} ed R_{16} , sono inserite nei circuiti di griglia controllo delle due valvole, mentre le altre due resistenze smorzatrici, R_{17} ed R_{18} , inserite nei circuiti di griglia schermo, hanno il compito di prevenire la formazione di oscillazioni a frequenza ultracustica.

Queste resistenze vanno montate direttamente sullo zoccolo delle valvole. La resistenza R_{20} è collegata in parallelo ai capi di uscita dell'avvolgimento secondario S3 del trasformatore, allo scopo di prevenire instabilità nel caso di distacco della bobina mobile dell'altoparlante.

STADIO DI AMPLIFICAZIONE DI TENSIONE E INVERSIONE DI FASE.

L'amplificazione di tensione e l'inversione di fase, sono affidate ad un doppio triodo noval Philips ECC 83, ad elevato coefficiente di amplificazione. Il circuito è scelto per la bassa distorsione e le qualità di autobilanciamento consentite dall'eguale capacità di placca della valvola ECC 83. Con questo circuito il guadagno è circa metà di quello ottenibile con altri, ma per l'alta amplificazione della ECC 83, esso risulta sufficiente allo scopo.

Il segnale è applicato alla griglia della prima sezione della valvola, mentre la griglia della seconda sezione è messa a massa capacitivamente. L'accoppiamento tra i due stadi avviene tramite la resistenza di catodo R_9 . Non è necessario che le due resistenze di placca R_{10} ed R_{11} , di 0,1 M Ω , siano esattamente eguali; allo scopo si possono impiegare due resistenze tarate al 10 per cento o al 5 per cento.

L'accoppiamento tra questo stadio e quello della preamplificatrice EF 86, avviene direttamente, con il vantaggio dell'assenza di spostamenti di fase alle frequenze molto basse e della stabilizzazione a queste frequenze.

LO STADIO PREAMPLIFICATORE.

La preamplificazione è affidata ad un pentodo noval Philips EF 86 in normale circuito con amplificazione di circa 200. Il condensatore di fuga di griglia schermo è connesso direttamente al catodo. Parte della resistenza di catodo R_5 , di 10 ohm, non è fugata, e la tensione di controeazione è applicata ai capi di questa resistenza.

IL CIRCUITO DI CONTROREAZIONE.

La tensione per la controeazione negativa è prelevata dall'avvolgimento secondario del trasformatore di uscita e applicata tramite la resistenza R_3 , di 2,2 k Ω , alla resistenza R_5 collegata al catodo della valvola preamplificatrice di tensione EF 86. La resistenza R_3 è di tipo particolare. Le normali resistenze non hanno comportamento sufficientemente lineare; il loro valore dipende dalla tensione applicata; ciò significa che il rapporto tensione/corrente non è lineare.

La mancanza di linearità in questa resistenza si tradurrebbe in distorsione per intermodulazione, e perciò non è possibile impiegare resistenze a carbone di questo tipo nel circuito di controreazione. Neppure le resistenze a filo possono venir impiegate, a causa della loro induttanza.

Resistenze a carbone pressato di buona qualità sono adatte all'impiego nei circuiti di controreazione e va perciò data preferenza a questi tipi. La loro tolleranza deve essere del 5 per cento o migliore.

La resistenza R_3 si trova in parallelo al condensatore C_3 di 1 500 pF. Questo condensatore ha lo scopo di evitare instabilità a frequenze ultrasoniche.

I CONTROLLI DI TONO E DI VOLUME.

Tutti i controlli sono indipendenti dai circuiti di controreazione, allo scopo di evitare l'introduzione di spostamenti di fase. Tutti i componenti dei controlli vanno schermati. Se necessario, è possibile porre i controlli in schermi separati posti su un pannello separato, provvedendo alle connessioni mediante brevi conduttori schermati a bassa capacità.

I potenziometri P_1 e P_2 servono a regolare rispettivamente le note acute e quelle basse. Le relative curve di regolazione sono indicate nel grafico di fig. 9.20. La

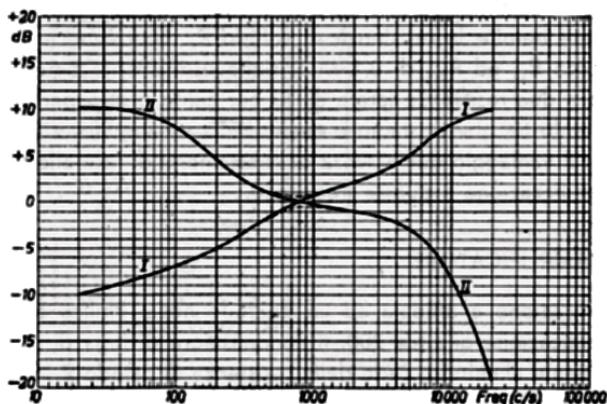


Fig. 9.20. - Responso di frequenza; 1° con i potenziometri P1 al massimo e P2 al minimo; 2° con i potenziometri P1 al minimo e P2 al massimo.

curva I si riferisce al controllo degli acuti al massimo e dei bassi al minimo, la curva II, all'opposto, con il controllo P_1 al minimo e quello P_2 al massimo. Le curve ottenibili mediante la regolazione di entrambi i controlli possono essere dedotte da queste.

Impiegando due potenziometri ad andamento logaritmico, la posizione di zero corrisponde a metà corsa. Il controllo di volume è un potenziometro logaritmico di

1 M Ω . Il circuito di ingresso è adatto per un fonorivelatore piezoelettrico, con capacità di circa 2 000 picofarad, corrispondente alla maggioranza dei tipi che si trovano attualmente in commercio.

IL TRASFORMATORE DI USCITA.

Negli amplificatori ad alta fedeltà, il trasformatore di uscita ha grande importanza. I trasformatori di elevata qualità vengono generalmente avvolti su costoso nucleo di alloy. Spesso vengono adottati avvolgimenti particolari ed il trasformatore può venir collegato a differenti impedenze di carico. Tutte queste caratteristiche rendono il trasformatore di uscita assai costoso.

Per questo amplificatore può venir usato un trasformatore di basso costo realizzato con normali lamelle per trasformatori. Nonostante ciò, la qualità di riproduzione ottenuta eguaglia quella degli amplificatori più costosi. Non è previsto il collegamento di carichi a diversa impedenza; il trasformatore consente l'adattamento del carico ottimo delle due valvole di potenza EL 84 con quello rappresentato dalla bobina mobile di 7 ohm dell'altoparlante.

L'avvolgimento primario è costituito di quattro sezioni in parallelo, collegate a due a due, e tra queste altri due avvolgimenti pure collegati in parallelo. La capacità del primario è egualmente distribuita avvolgendo due delle sezioni primarie in direzione opposta a quella degli avvolgimenti rimanenti; la resistenza ohmica delle due metà complessive dell'avvolgimento primario risulta eguale per la connessione in parallelo del primo con il quarto avvolgimento e del secondo con il terzo.

I dati del nucleo di ferro sono i seguenti (fig. 9.21):

Lamelle normali al ferro	spessore	0,5 mm
Ingombro complessivo		84 × 70 mm
Larghezza del nucleo		28 mm
Altezza del nucleo		8 mm
Traferro		assente
Sezione della colonna centrale		7,86 cm ²

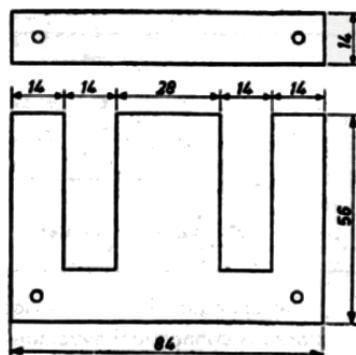


Fig. 9.21. - Dimensione del nucleo del trasformatore di uscita.

I dettagli per l'avvolgimento sono riportati in tabella.

AVVOLGIMENTI DEL TRASFORMATORE DI USCITA

Avvolgimento	Numero di spire	Spessore del filo rame smaltato	Lunghezza dell'avvolgimento mm	Numero strati	Isolamento tra gli strati
P1	1650	0,11	34	7	30 μ carta
S1	96	0,6	34	2	0,1 mm presspahn
P2	1650	0,11	34	7	30 μ carta
P3	1650	0,11	34	7	30 μ carta
S2	96	0,6	34	2	0,1 mm presspahn
P4	1650	0,11	34	7	30 μ carta

L'isolamento tra gli avvolgimenti va fatto mediante uno strato di carta presspahn di 0,1 mm ed uno strato di carta di 60 micron.

Avvolgendo P_1 e P_2 in senso orario, occorre avvolgere tutti i rimanenti strati in senso antiorario. V. fig. 9.22.

Gli avvolgimenti collegati in parallelo sono i seguenti:

P_1 e P_4 che costituiscono la prima metà del primario,

P_2 e P_3 che costituiscono la seconda metà del primario,

S_1 e S_2 che costituiscono il secondario.

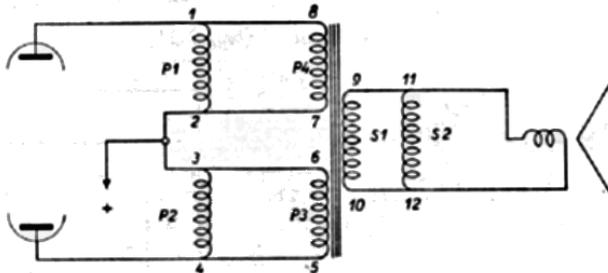


Fig. 9.22. - Disposizione degli avvolgimenti del primario e del secondario.

Nel collegare P_1 e P_4 va ricordato che questi avvolgimenti sono avvolti in senso contrario. A connessioni avvenute, ogni metà del primario ha una resistenza di 240 ohm ed il secondario la resistenza di 0,4 ohm.

Collegando il carico di 7 ohm al secondario del trasformatore, l'impedenza primaria risulta di 8 000 ohm. L'induttanza primaria, misurata a 10 volt e 50 cicli, è di 40 henry.

LO STADIO DI ALIMENTAZIONE.

Il trasformatore di alimentazione deve fornire le seguenti tensioni e correnti: 2×280 V e 130 mA; 6,3 V e 2 A; 5 V e 1,9 A. La corrente massima di catodo della valvola finale è, a massimo segnale, di 115 mA, per cui occorre impiegare una valvola raddrizzatrice ad elevata emissione quale la GZ 34. Nel caso di amplificatori ad elevata fedeltà, l'alimentatore si trova generalmente su un telaio separato, allo scopo di ridurre il ronzio di fondo dell'amplificatore. Nel caso che il trasformatore venga installato sullo stesso telaio dell'amplificatore, occorre che l'induzione nel nucleo del trasformatore sia ridotta onde rendere trascurabile il campo magnetico disperso.

La tensione anodica è livellata mediante una impedenza ed un condensatore elettrolitico doppio da 2×50 μ F. La tensione anodica, per le valvole preamplificatrici, è ottenuta tramite ulteriori filtri costituiti dalle resistenze R_{22} ed R_{21} ed un altro condensatore elettrolitico doppio di 2×50 μ F.

IL TRASFORMATORE DI ALIMENTAZIONE.

I dati del trasformatore elencati, si riferiscono ad una densità di flusso di 11 000 linee per centimetro quadrato. Sebbene sia sempre raccomandabile l'impiego di un telaio separato, pur tuttavia questo trasformatore può venir installato sullo stesso telaio dell'amplificatore. Poichè la maggior parte dei trasformatori per apparecchi radioreceventi posseggono un flusso di circa 14 000 linee per centimetro quadrato, volendo impiegarne uno già pronto e sul quale vi siano dubbi circa la densità del flusso adottato, è opportuno impiegare un telaio separato. Il trasformatore previsto è per una tensione primaria di 220 volt a 50 cicli. La sezione del nucleo centrale è di 13 centimetri quadrati. I dati costruttivi sono riportati nella seguente tabella.

AVVOLGIMENTI DEL TRASFORMATORE DI ALIMENTAZIONE

Avvolgimento	Tensione V	Corrente A	N. di spire	Resistenza Ω	Spessore del filo
S8	220	0,45	650	12	0,45 mm
S4	280	0,120	825	56	0,25 mm
S5	280	0,120	825	59	0,25 mm
S6	5	1,9	15		1 mm
S7	6,3	2	2×10		1 mm

Tutti gli avvolgimenti sono in filo di rame smaltato.

CONSIDERAZIONI GENERALI.

Nel caso che il trasformatore di alimentazione venga installato sullo stesso telaio dell'amplificatore, occorre avere l'avvertenza di disporre il nucleo del trasformatore di alimentazione perpendicolarmente ai nuclei del trasformatore di uscita e dell'im-

CAPITOLO NONO

TENSIONI E CORRENTI

(Le misure di tensione sono state effettuate con voltmetro a valvola, in assenza di segnale, e rispetto al telaio).

Alimentatore	Tensione ai capi di C15 Tensione ai capi di C14 Tensione ai capi di C13 Tensione ai capi di C12 Corrente continua totale	335 V 320 V 260 V 215 V 79 mA
EL 84 (I) • EL 84 (II)	Tensione anodica Tensione griglia-schermo Tensione catodica Corrente anodica Corrente griglia-schermo	310 V 290 V 10,2 V 35 mA 3,8 mA
ECC 83 (ambedue le sezioni)	Tensione anodica Tensione catodica Corrente anodica Corrente totale catodica	196 V 87 V 0,64 mA 1,28 mA
EF 86	Tensione anodica Tensione griglia-schermo Tensione catodica Corrente catodica	86 V 75 V 1,9 V 0,86 mA

PARTI COMPONENTI NECESSARIE

RESISTENZE				CONDENSATORI			
Simbolo	Tipo	Valore	Potenza dissipata (W)	Simbolo	Tipo	Valore	Tensione di lavoro (V)
R1	Carbone	1,5 M Ω	1/4	C1	Ceramico	33 pF	
R2	Carbone	150 k Ω	1/4	C2	Ceramico	680 pF	
R3	Carbone	2,2 k Ω	1/4	C3	Ceramico	270 pF	
R4	Carbone	2,2 k Ω	1/4	C4	Carta	3300 pF	
R5	Carbone	10 Ω	1/4	C5	Mica	1500 pF	
R6	Carbone	1 M Ω	1/4	C6	Elettrolit.	100 μ F	12,5
R7	Carbone	180 k Ω	1	C7	Carta	47 000 pF	400
R8	Carbone	1,2 M Ω	1/4	C8	Carta	0,1 μ F	400
R9	Carbone	68 k Ω	1/2	C9	Carta	0,1 μ F	400
R10	Carbone	0,1 M Ω	1/2	C10	Carta	0,1 μ F	400
R11	Carbone	0,1 M Ω	1 2	C11	Elettrolit.	100 μ F	25
R12	Carbone	0,33 M Ω	1/4	C12	} Doppio	50 + 50 μ F	355/400
R13	Carbone	0,33 M Ω	1/4	C13			
R14	Carbone	1 k Ω	1/4	C14	} Doppio	50 + 50 μ F	355/400
R15	A filo	130 Ω	3	C15			
R16	Carbone	1 k Ω	1/4	T1	Trasformatore d'uscita (vedi testo)		
R17	Carbone	220 Ω	1/4	T2	Trasformatore d'alimentaz. (vedi testo)		
R18	Carbone	220 Ω	1/4	Impedenza livellatrice			
R19	Carbone	3,9 k Ω	1	S9	Tipo 7833 L = 8 H; R = 200 Ω I _{max} = 115 mA		
R20	Carbone	1 k Ω	1/4				
R21	Carbone	47 k Ω	1/2				
R22	Carbone	27 k Ω	1/2				
P1	Potenzimetro a carbone	2,5 M Ω					
P2	Potenzimetro a carbone	2,5 M Ω					
P3	Potenzimetro a carbone	1 M Ω					

pedenza di filtro. Tutti i componenti riguardanti l'alimentazione devono essere ben distanziati dai circuiti di entrata dell'amplificatore.

Per prevenire suoni striduli, a causa di inneschi e rumore di fondo, i ritorni a massa di ogni stadio vanno collegati alla ghiera centrale dello zoccolo portavalvola corrispondente. Le ghiera vanno quindi poste a massa con un singolo conduttore in prossimità dei terminali di ingresso.

Il circuito di ingresso dell'amplificatore è stato particolarmente previsto per l'impiego con fonorivelatore a cristallo piezoelettrico. Nel caso di impiego di fonorivelatore elettrodinamico, occorre provvedere ad ulteriore preamplificazione mediante altra valvola EF 86; questo stadio deve venir completamente schermato e adattato alla frequenza di responso di questo tipo di fonorivelatore.

L'altoparlante impiegato con questo amplificatore deve essere di ottima qualità con buon responso fino a 15 000 cicli. L'impedenza della bobina di questo altoparlante deve essere indipendente dalla frequenza, ciò significa che le curve di responso di frequenza date, devono risultare valide anche con l'altoparlante collegato.

Amplificatore ad alta fedeltà con due pentodi EL 84.

Il pentodo EL84 è particolarmente adatto per essere impiegato in stadi finali in controfase che richiedono buona qualità di riproduzione. Le buone caratteristiche di resa, ottenibili con un normale circuito, possono essere ancora migliorate facendo lavorare la valvola con carico ridotto, pur ottenendo in tali condizioni una diminuzione di potenza d'uscita.

Le caratteristiche dell'amplificatore realizzato secondo questo principio possono così riassumersi:

— Risposta in frequenza	lineare entro 1 dB da 10 c/s a 20 Kc/s
— Potenza d'uscita	10 watt
— Distorsione	0,1 %

Per ottenere ciò sono state modificate le polarizzazioni catodiche dei pentodi finali ed è stato impiegato un trasformatore d'uscita avente una impedenza primaria più bassa di quella normalmente richiesta per questi pentodi.

Lo schema di fig. 9.23 si riferisce all'amplificatore con carico normale. Le prestazioni in tali condizioni sono:

— Potenza d'uscita	superiore ai 10 watt
— Distorsione	0,3 %
— Frequenze fedelmente riprodotte	da 30 a 15 Kc/s \pm 1 dB

Per realizzare l'amplificatore a carico ridotto occorre portare R_{13} e R_{14} a 390 ohm.

Il trasformatore d'uscita ha un primario di 8000 ohm di impedenza, nel caso di realizzazione normale; richiede, invece, soltanto 6000 ohm per l'amplificatore con carico ridotto.

La pre-amplificazione è affidata alla prima sezione triodica della valvola ECC83, mentre il secondo triodo della stessa valvola ha la funzione di invertitore di fase.

Un potenziometro da 100 ohm a filo, inserito nel circuito di catodo delle finali serve al controllo di bilanciamento.

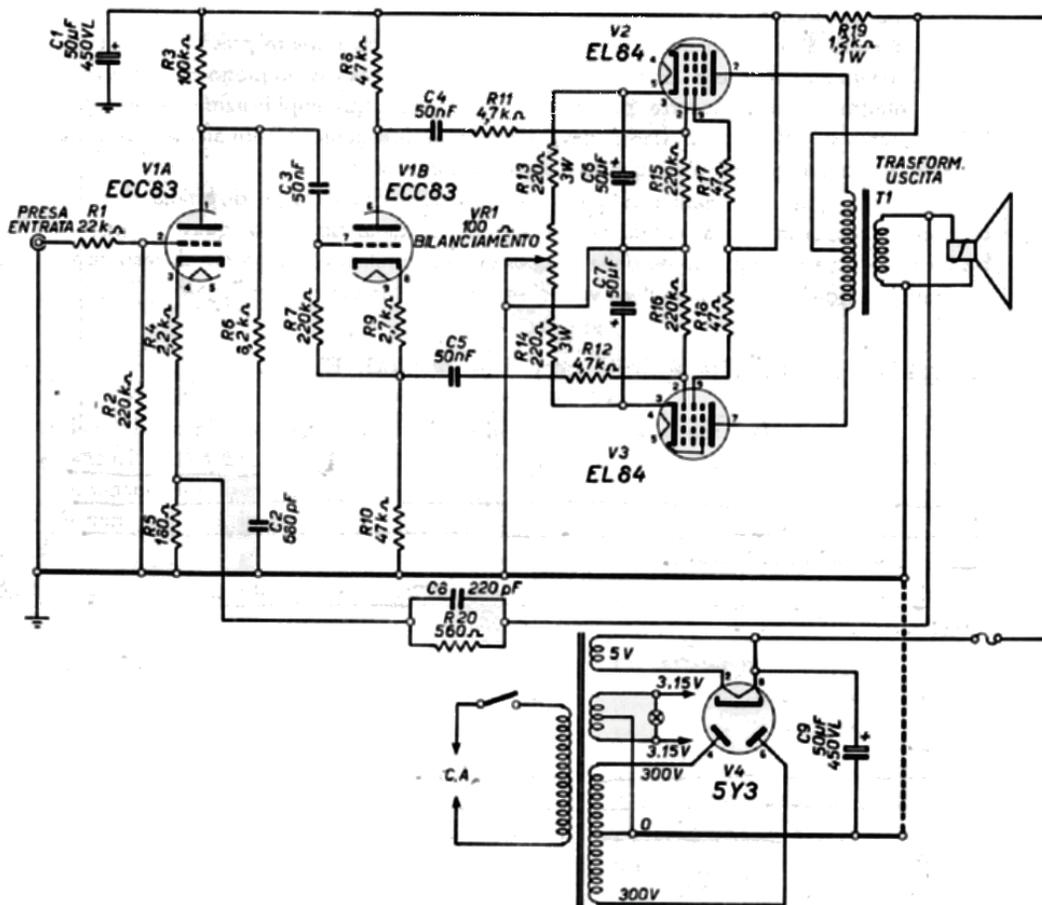


Fig. 9.23. - Schema di amplificatore con due EL84 in stadio finale in controfase, a catodi separati.

Le resistenze $R_5 - R_8 - R_{10} - R_{13} - R_{14}$ devono essere al 5% di tolleranza.

L'alimentatore fornisce +300 V di tensione anodica e 6,3 V per l'accensione.

L'avvolgimento a 6,3 V è del tipo a presa centrale, posta a massa.

Un secondo avvolgimento a 5 V alimenta il filamento della raddrizzatrice bi-placca 5Y3.

(L'amplificatore indicato può venir convenientemente preceduto dal pre-amplificatore di fig. 9.24).

Preamplificatore per complesso ad alta fedeltà.

Un pre-amplificatore dalle caratteristiche veramente eccezionali, ben adatto per complessi ad alta fedeltà, può essere realizzato secondo lo schema di fig. 9.24.

Le prese di entrata sono tre, rispettivamente per dischi, radio e magnetofono, e ciascuna è munita del proprio regolatore d'ampiezza del segnale in arrivo.

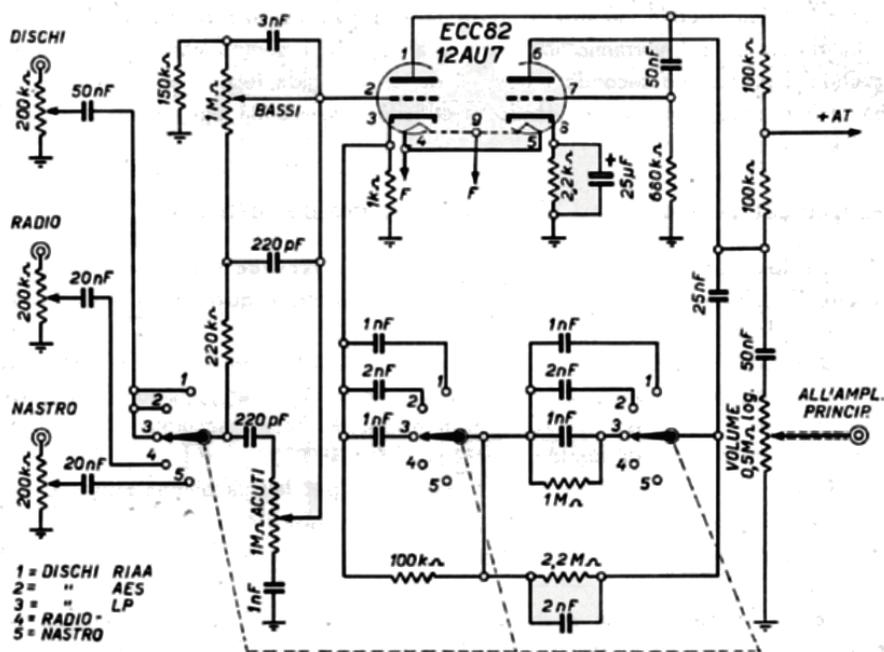


Fig. 9.24. - Schema di preamplificatore con doppio-triodo, adatto per l'amplificatore di cui la figura precedente.

Esse fanno capo al selettore a cinque posizioni e tre vie, che provvede alla commutazione dei circuiti d'ingresso, d'equalizzazione e di controreazione.

Un potenziometro di 1 Mohm lineare unito a filtri a resistenza-capacità, costituisce il controllo di risposta dei toni bassi.

Analogamente, un secondo potenziometro lineare da 1 Mohm presiede al controllo di risposta dei toni alti.

La valvola impiegata è il doppio triodo ECC82, equivalente al tipo americano 12AU7.

Dalla placca del secondo triodo, un condensatore da 25 nF preleva una parte di segnale, necessario alla controeazione, e un condensatore da 50 nF, invece, preleva il segnale d'uscita da applicare all'amplificatore vero e proprio.

Qui è inserito un potenziometro da 0,5 megaohm a variazione logaritmica, che funge da controllo di volume.

Non è previsto alimentatore alcuno in quanto le tensioni d'anodica e d'accensione necessarie sono prelevate dall'alimentatore dell'amplificatore a cui va accoppiato.

Nella realizzazione pratica di questo pre-amplificatore occorre tener presente che gli ottimi risultati previsti in sede teorica possono essere conseguiti soltanto nella misura in cui verranno impiegati esattamente i componenti indicati ed eseguendo il montaggio secondo i dettami della più rigida tecnica d'amplificazione di bassa frequenza, non sottovalutando la criticità e sensibilità dei circuiti in oggetto.

Amplificatore ibrido ad alta fedeltà, a carico distribuito.

Un tipico esempio di *amplificatore ibrido*, che prevede cioè l'impiego di stadi di amplificazione a valvole uniti a stadi con transistor, è quello di cui la fig. 9.25 riproduce lo schema.

Una valvola doppio triodo ECC81 svolge il ruolo di pre-amplificatrice e invertitrice di fase; tra i due stadi è inserito un terzo stadio amplificatore a transistor, che impiega il comunissimo OC71. Il transistor va scelto accuratamente, affinché non introduca rumore di fondo.

Questi trae le tensioni e correnti necessarie per la sua alimentazione dai circuiti stessi in cui è inserito, mediante opportune resistenze.

L'accoppiamento con gli stadi precedente e seguente è perciò a resistenza-capacità.

Lo stadio finale è un push-pull con due EL84 in circuito *ultralineare*, detto anche con *carico distribuito*.

La particolarità di questo circuito consiste nel sistema di alimentazione delle griglie schermo, che è ottenuta per mezzo di due prese intermedie effettuate sul primario del trasformatore d'uscita.

In tal modo si viene ad applicare una controeazione allo stadio finale, che aumenta notevolmente la fedeltà di riproduzione.

Il *trasformatore d'uscita* ha il primario di 7000 ohm di impedenza tra anodo e anodo, ed è munito di due prese al 20 % per le griglie schermo.

ESEMPI DI AMPLIFICATORI A VALVOLE

Il trasformatore d'alimentazione ha un primario universale, un secondario AT da 350-0-350 volt e 100 mA, un secondario a 6,3 V e 1,9 A per i filamenti delle $V_1 - V_2 - V_3$, ed un altro secondario a 6,3 V e 1 A per l'accensione della raddrizzatrice EZ81.

Le resistenze $R_2 - R_{13} - R_{14} - R_{15}$ sono al 5%; R_5 e R_9 sono all'1% e ad alta stabilità.

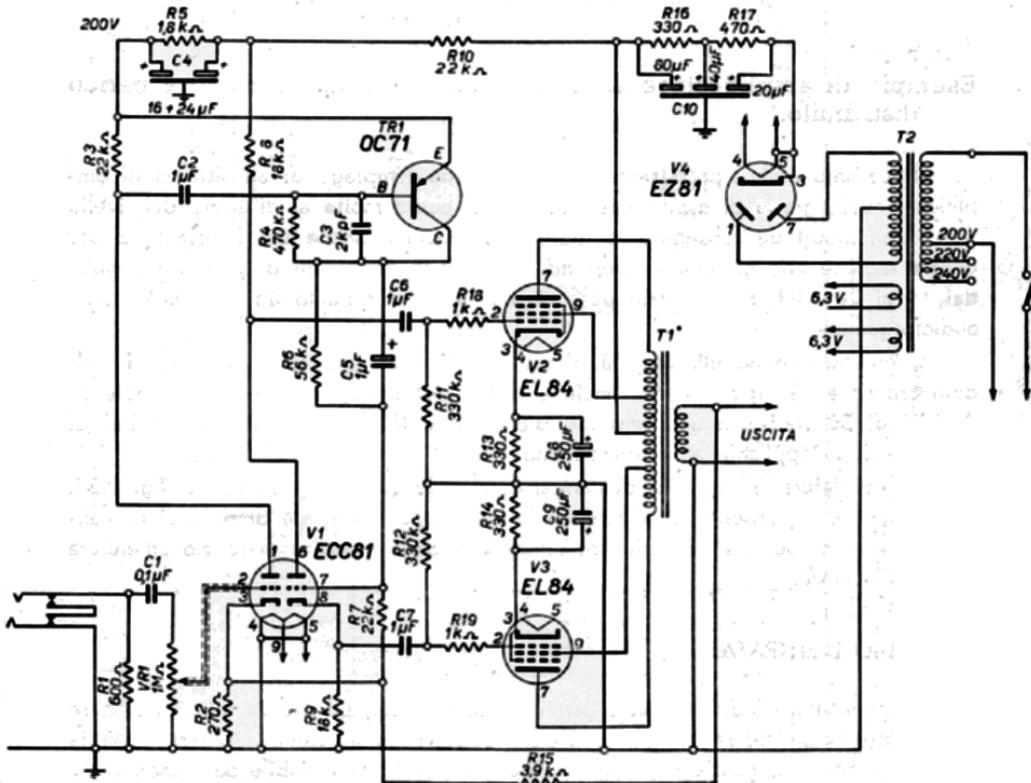


Fig. 9.25. - Schema di amplificatore ad alta fedeltà, di tipo ultralinear, con due finali EL84, una ECC81 e un transistor OC71.

Il potenziometro RV_1 da 1 megaohm logaritmico assicura il controllo di volume. Il condensatore elettronico C_4 è a 350 VL; C_8 e C_6 sono a 25 VL; C_{10} è a 450 VL. Le resistenze R_{16} e R_{17} sono ad alta dissipazione; esse evitano l'impiego di una o due impedenze BF e il conseguente pericolo di rumore di rete.

Le prestazioni sono le seguenti:

— Potenza d'uscita	10 W
— Distorsione	0,1 % a 7,5 W d'uscita
— Risposta in frequenza	da 10 c/s a 30 Kc/s ± 3 dB
— Rapporto segnale/disturbo	— 90 dB (0 dB = 10 W)
— Controreazione	19 dB

Esempio di amplificatore ad alta fedeltà, con stadio finale a carico distribuito.

Il realismo nella riproduzione sonora richiede l'impiego di un sistema di amplificazione in grado di ospitare le potenze di punta molto al di sopra del livello sonoro, in modo da consentire la fedele riproduzione anche dei transienti. È per questa ragione che gli amplificatori ad alta fedeltà sono tutti di potenza elevata, dai 15 ai 20 watt, benchè tale potenza sia riservata soltanto ad una parte delle audiofrequenze.

L'amplificatore ad alta fedeltà di fig. 9.26 è stato progettato in base ai suddetti criteri; è del tipo a stadio finale a carico distribuito, e consente una potenza d'uscita di 30 watt con una tensione d'entrata di 0,225 volt, con 30 decibel di controreazione applicata all'intero sistema.

L'alimentatore è separato dall'amplificatore; lo schema è quello di fig. 9.27. Tale separazione consente di evitare un telaio troppo grande, e di distanziare l'alimentatore in modo tale da eliminare l'induzione della tensione di ronzio all'entrata dell'amplificatore.

LO STADIO D'ENTRATA.

L'amplificatore indicato non è provvisto di controlli, poichè va fatto funzionare con un pre-amplificatore adeguato, oppure con un sintonizzatore. Alla sua entrata vi è un controllo di guadagno, costituito da una resistenza variabile da 1 megohm; va regolato una volta tanto.

Una notevole amplificazione di tensione, con ottimo rapporto segnale/disturbo, è ottenuta mediante un pentodo a basso rumore EF86. La controreazione è applicata al suo catodo, tramite una rete di attenuazione di frequenza formata da C_{10} e R_{14} .

Le resistenze di questo stadio, R_1 , R_2 , R_3 e R_4 , sono di tipo particolare, a carbone pressato. La placca della EF86 è direttamente collegata alla griglia controllo della V_2A , in modo da evitare la deviazione di frequenza causata dal condensatore di accoppiamento, e assicurare un'altra stabilità dello stadio, anche alle frequenze più basse.

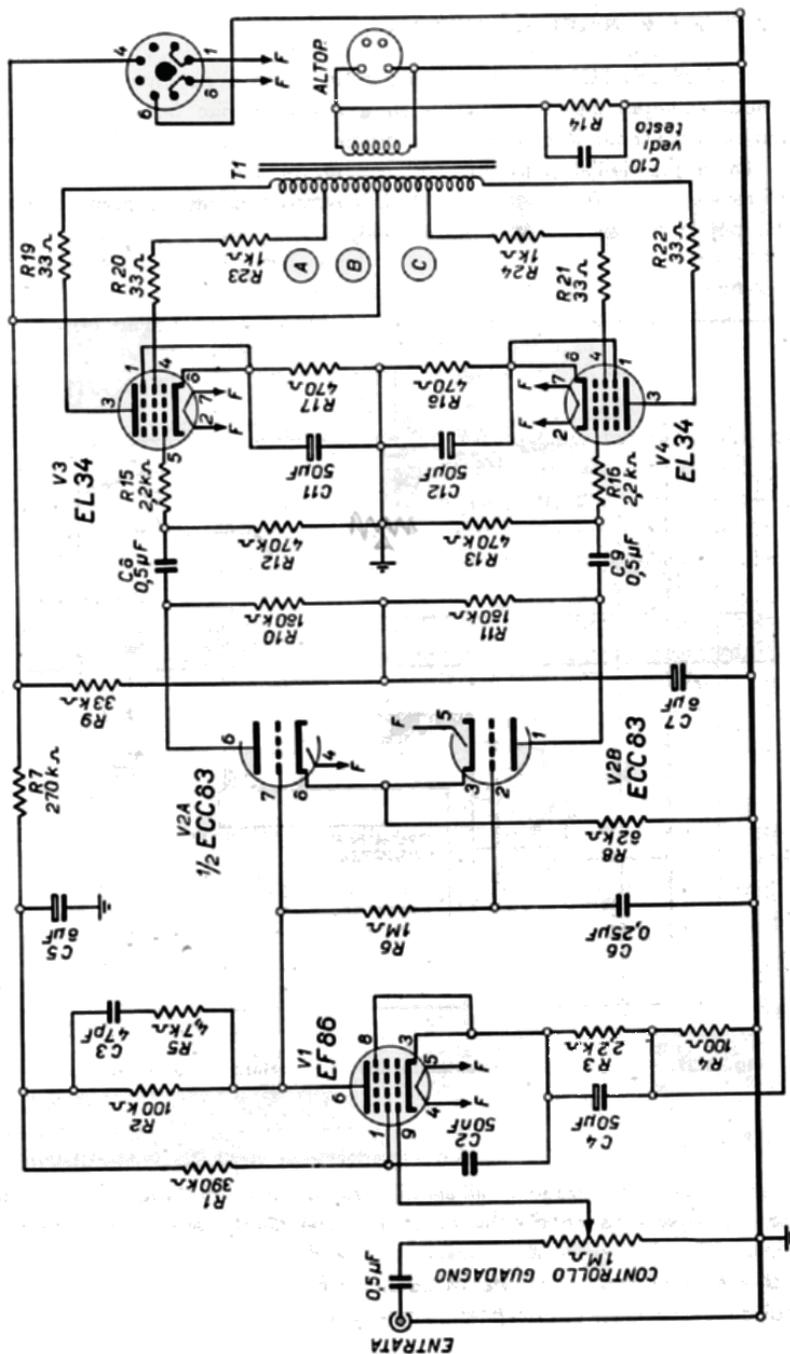


Fig. 9.26. - Schema di amplificatore ad alta fedeltà, di tipo ultralineare, con due EL34 finali, da 20 watt di resa d'uscita.

LO STADIO PILOTA E INVERTITORE DI FASE.

I due triodi di una ECC83 (V_2) funzionano da pilota e da invertitore di fase; hanno i catodi collegati insieme, e collegati a massa tramite la resistenza R_8 di 82 000 ohm; ciò consente il collegamento diretto del triodo (V_2A) con la placca della EF86. La griglia dell'altro triodo (V_2B) è a massa, tramite il condensatore C_6 da 0,25 microfarad. Questo particolare tipo di invertitore di fase è particolarmente bene adatto per le frequenze audio più elevate.

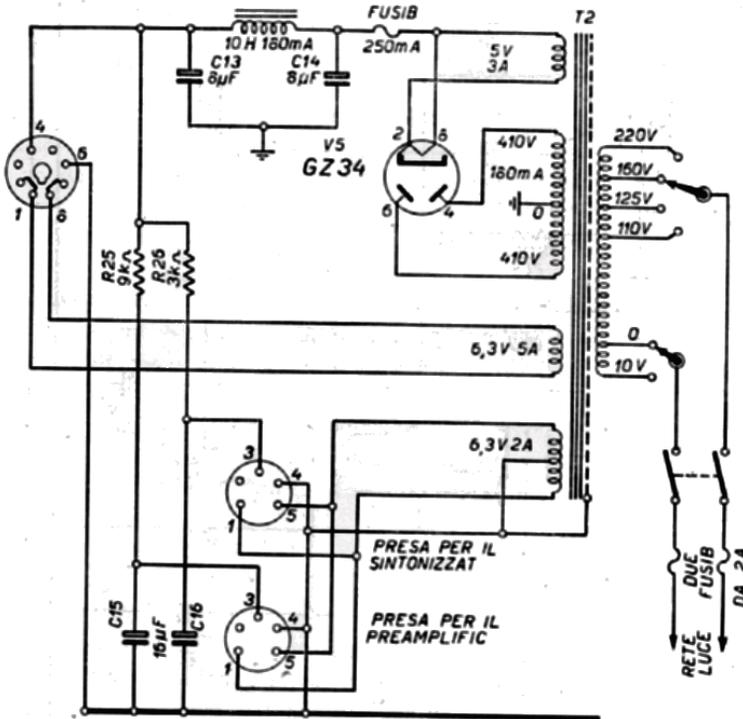


Fig. 9.27. - Schema dell'alimentatore dell'amplificatore di fig. 9.26.

LO STADIO FINALE.

Due pentodi EL34 provvedono all'amplificazione finale di potenza, in stadio in contofase del tipo a carico distribuito, detto anche ultralineare. Le quattro resistenze d'entrata R_{10} , R_{11} , R_{12} e R_{13} devono essere di valore preciso, per evitare segnali di diversa ampiezza; la tolleranza adeguata è quella del 5 per cento.

I catodi delle due finali sono separati, come sempre avviene in circuiti di questo

tipo. Le griglie schermo sono collegate a due apposite prese d'avvolgimento primario del trasformatore d'uscita (A) e (C); le prese sono effettuate al 20 per cento del primario.

IL TRASFORMATORE D'USCITA.

È in grado di trasferire tutta la potenza d'uscita, di 20 watt, entro la gamma delle audiofrequenze, da 30 a 20 000 cicli. Il primario è di 7000 ohm, con le due prese per le griglie schermo; l'induttanza primaria è di 225 henry, adatta per la buona amplificazione anche delle frequenze più basse. L'avvolgimento secondario è provvisto di prese a 1,7 ohm, 3 ohm, 7 ohm e 15 ohm.

L'ALIMENTATORE.

Utilizza una valvola raddrizzatrice GZ34 adatta per fornire la tensione anodica di 465 volt alla corrente di 180 milliampere. Il trasformatore di tensione è provvisto di un primario di 410-0-410 volt, a 180 milliampere, e tre secondari, uno a 5 volt e 3 ampere per la valvola raddrizzatrice, uno a 6,3 volt e 5 ampere per l'accensione delle valvole dell'amplificatore (esse assorbono però soltanto 3,5 ampere, per cui rimane disponibile una corrente di 1,5 ampere), ed un terzo secondario a 6,3 volt e 2 ampere, a disposizione del sintonizzatore o del pre-amplificatore.

La tensione anodica per il sintonizzatore e per il pre-amplificatore è prelevata da quella massima disponibile, all'uscita del filtro livellatore, tramite le due resistenze R_{25} e R_{26} ; l'assorbimento totale non deve superare i 40 milliampere.

I COMPONENTI.

Tutte le resistenze sono da mezzo watt, 10 per cento di tolleranza, ad eccezione di R_1 , R_2 , R_3 e R_4 che sono del tipo ad alta stabilità, nonché di R_{10} , R_{11} , R_{12} e R_{13} che devono essere precise, al 5 per cento, ed R_{17} e R_{18} , al 5 per cento, da 3 watt, a filo avvolto. La resistenza R_{25} è formata da due resistenze di 18 000 ohm, da 1 watt, in parallelo; può venir variata a seconda della richiesta di corrente anodica; infine, R_{26} è da 3000 ohm, 3 watt.

Il condensatore C_3 è del tipo a mica argentata; i condensatori elettrolitici devono essere in grado di sopportare le alte tensioni di lavoro; C_{13} e C_{14} sono a 600 VL; C_5 , C_7 , C_{15} e C_{16} sono a 500 VL.

Amplificatori di tipo sperimentale.

Per i dilettanti costruttori, disposti ad affrontare incognite tecniche, riuscendo a volte a raggiungere risultati insperabili con circuiti normali, può riuscire interessante l'amplificatore di fig. 9.28. La sola variante notevole è costituita dai due avvolgimenti terziari di cui è provvisto il trasformatore d'uscita, utilizzati in serie tra di

loro (L_3 e L_6), ed in serie con la resistenza di catodo del primo triodo (V_{1A}). È una particolare forma di controeazione, con la quale si possono ottenere alcuni notevoli vantaggi.

Il trasformatore d'uscita ha le due parti del primario suddivise in due parti eguali, L_1 e L_2 nonché L_3 e L_4 . I due terziari sono avvolti rispettivamente su L_1 e L_4 , e consistono di 12 spire. Il secondario è formato da L_5 e L_7 .

Per il resto lo schema non presenta particolarità. Sono usate due valvole ECL82, con i pentodi in controfase, e i triodi in circuito amplificatore di tensione e invertitore di fase.

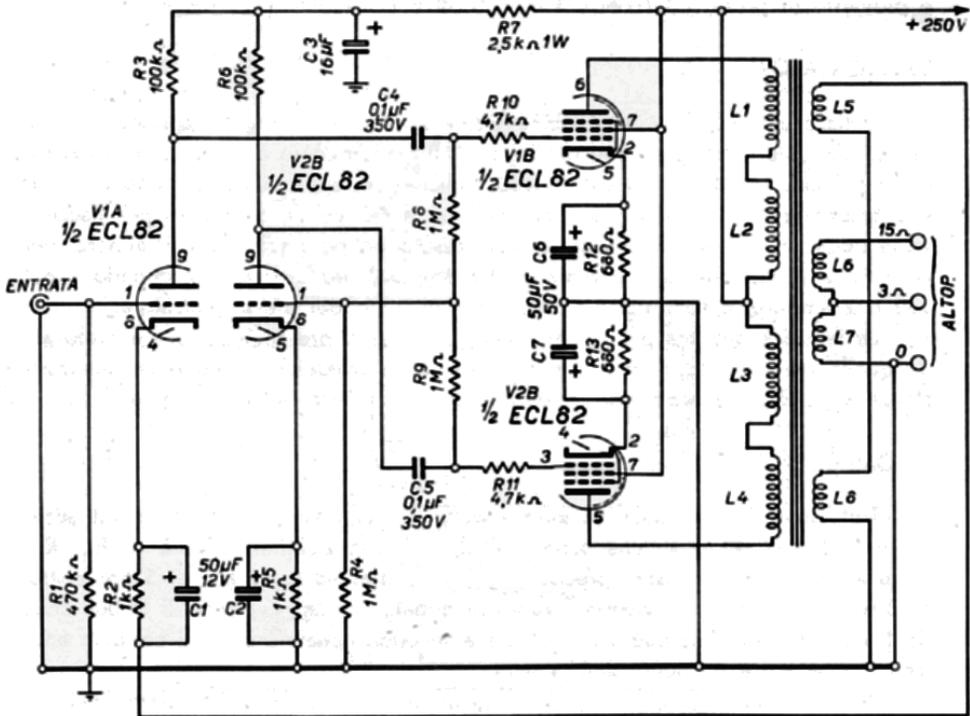


Fig. 9.28. - Schema di amplificatore di tipo sperimentale, con trasformatore d'uscita provvisto di avvolgimenti terziari.

Un altro amplificatore di tipo sperimentale è quello di fig. 9.29. La sua caratteristica essenziale è di essere sprovvisto di valvola invertitrice di fase, pur funzionando con due valvole finali in controfase. Anch'esso funziona con due valvole ECL82, però i due triodi sono ambedue in stadi d'amplificazione di tensione, ciò che consente l'uso dei due controlli di responso, per i toni alti e per i toni bassi, con le resistenze variabili RV_2 e RV_3 .

Dalla placca del secondo triodo amplificatore di tensione, il segnale audio viene trasferito alla griglia controllo di una sola valvola finale. Le due finali sono in circuito a carico distribuito, ossia ultralineare; le griglie schermo sono collegate a due prese del primario del trasformatore d'uscita, corrispondenti al 20 per cento.

Alla griglia controllo della seconda valvola finale, il segnale audio dalle griglie schermo, tramite il condensatore C_{14} collegato al centro di un divisore di tensione formato dalle resistenze R_{10} e R_{11} . Il valore di tali resistenze può essere diverso da quello elencato, ad es. può essere di 30 chiloohm per R_{10} e di 45 chiloohm per R_{11} ; oppure 45 e 66 chiloohm rispettivamente.

Il trasformatore di tensione è provvisto di secondario AT da 250-0-250 volt; l'assorbimento di corrente è di 90 milliampere. Il secondario BT è a 6,3 volt e 3 ampere.

Questo secondo schema è stato escogitato dal tecnico inglese C.J. White, il quale lo ha brevettato.

4. — AMPLIFICATORI STEREOFONICI.

I complessi stereo.

I dischi stereofonici possono venir riprodotti soltanto da appositi complessi stereo, provvisti di due canali di amplificazione ad audiofrequenza, e quindi provvisti anche di due altoparlanti, uno per ciascun canale.

Un inversore consente di passare dall'ascolto stereofonico a quello monofonico. In ambedue le posizioni, i due altoparlanti funzionano simultaneamente, insieme ai due canali. Altoparlanti e amplificatori sono collegati in parallelo, per l'ascolto monofonico; sono distinti per l'ascolto stereofonico.

I comandi di volume sono due, uno per ciascun amplificatore, ma essi sono comandati da un unico asse e quindi da un'unica manopola esterna. Lo stesso avviene anche per i due controlli di tono.

I complessi stereofonici sono generalmente provvisti di un terzo comando, quello di bilanciamento; esso consente di variare l'amplificazione dei due canali, in modo da ottenere un diverso volume di destra e di sinistra, per meglio adeguare la riproduzione sonora alle caratteristiche dell'ambiente, e alla posizione degli ascoltatori.

In genere, le riproduzioni sonore stereofoniche sono inferiori a quelle ad alta fedeltà. Stereofonia e alta fedeltà rimangono separate. Con i complessi stereofonici è possibile ottenere il gradevole effetto delle tre dimensioni del suono; con quelli ad alta fedeltà è possibile ottenere una più ampia gamma di frequenza e una riproduzione migliore, particolarmente delle composizioni sinfoniche.

Anche i complessi stereofonici possono essere ad alta fedeltà; essi compendiano sia le caratteristiche della stereofonia sia quelle dell'alta fedeltà. Risultano però di costo molto elevato.

FONOVALIGIA STEREO PHILIPS MOD. NG 3504 S.

L'aspetto esterno di questa fonovaligia è quello di fig. 9.30. Lo schema elettrico è quello di fig. 9.31. La fonovaligia è equipaggiata con amplificatore a due canali, e consente la riproduzione dei dischi stereofonici, nonché di quelli a microsolco ed a 78 giri.

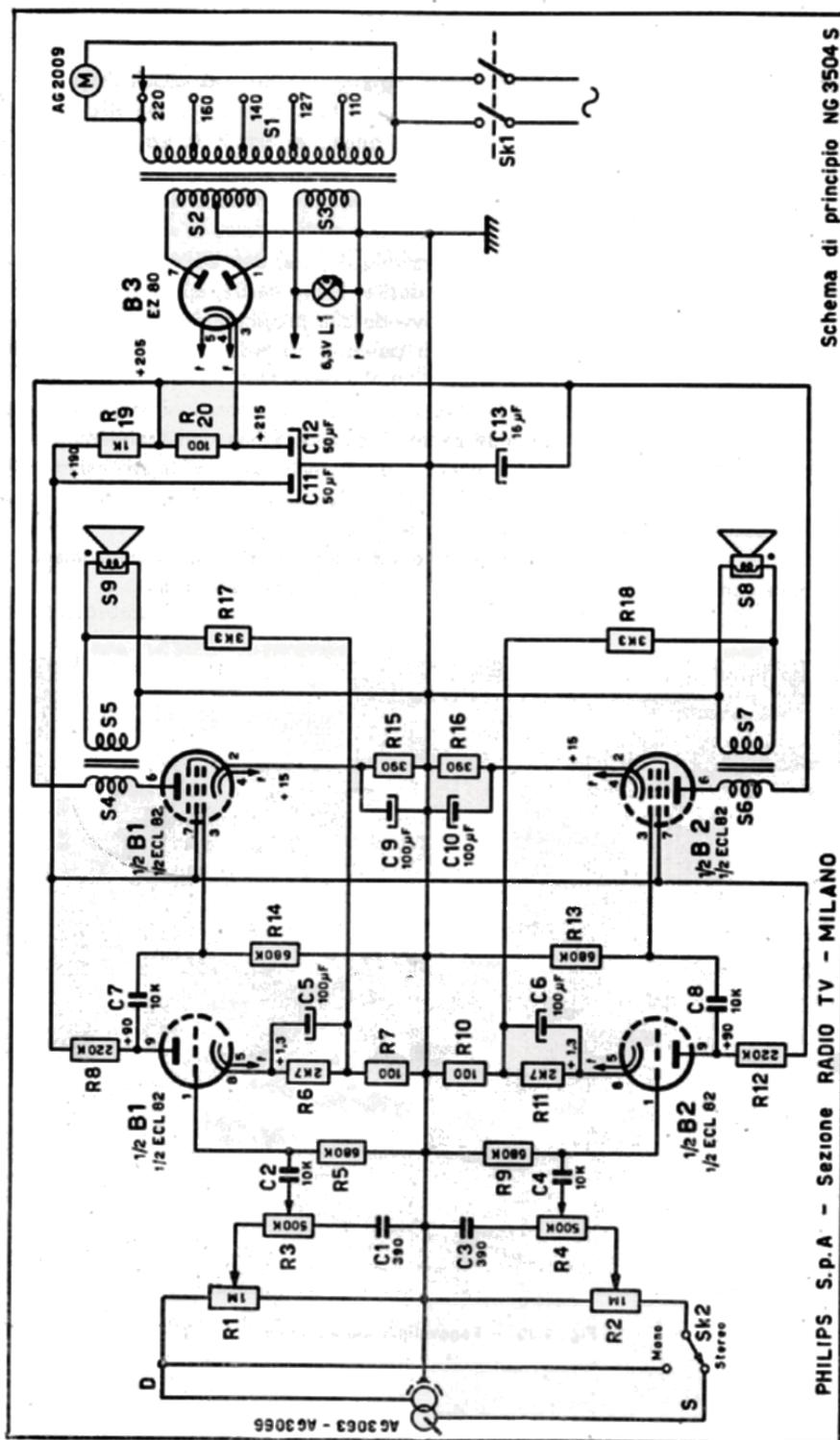
L'amplificatore funziona con due sole valvole doppie, due ECL82, triodi-pentodi. Una di esse, la B1, appartiene al canale di destra; l'altra, la B2, appartiene al canale di sinistra. Il triodo di ciascuna di esse provvede alla preamplificazione di tensione; il pentodo provvede alla amplificazione di potenza. La resa d'uscita è di 2 watt per canale.

All'entrata dell'amplificatore vi è l'inversione Sk2, a due posizioni, stereo e mono. In posizione stereo, ciascuno dei due canali è collegato alla corrispondente uscita della cartuccia stereo; in posizione mono, i due canali sono collegati insieme all'unica uscita delle cartucce monofoniche, quindi funzionano con le entrate in comune. Le uscite risultano, necessariamente, sempre separate.

I controlli di volume e di tono sono all'entrata dei canali, e sono monocomandati. Al doppio controllo di volume è unito anche l'interruttore della rete-luce.



Fig. 9.30. - Fonovaligia stereofonica.



PHILIPS S.P.A - Sezione RADIO TV - MILANO

Schema di principio NG 3504 S

Fig. 9.31. - Schema dell'amplificatore della valigia stereofonica di cui la figura precedente.

La posizione dei comandi è ben visibile in fig. 9.32, la quale riproduce la posizione dei componenti sopra e sotto il telaio.

I due amplificatori non hanno caratteristiche particolari. Ciascuno è provvisto del proprio circuito di controreazione, costituito da due resistenze, $R7$ e $R17$ per l'amplificatore di destra, e $R10$ e $R18$ per quello di sinistra.

Le tensioni di alimentazione anodica sono le seguenti: ai capi di $C11$ da 185 a 195 volt, ai capi di $C12$ da 210 a 220 volt, ed ai capi di $C13$ da 200 a 210 volt. Tutte le altre tensioni sono indicate nello schema.

Le resistenze $R15$ e $R16$, nonché $R19$ e $R20$ sono da un watt; le altre sono tutte da un quarto di watt.

FONOVALIGIA STEREO PHILIPS MOD. AG 4116.

La fig. 9.33 illustra la fonovaligia stereo Hi-Fi della Philips; è il mod. AG 4116. La fig. 9.35 illustra i vari componenti sul piano del giradischi.

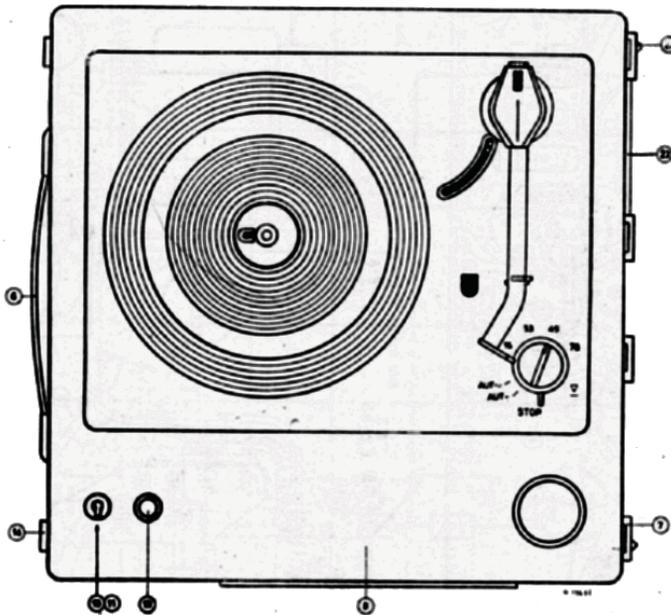


Fig. 9.33. - Componenti sul piano dei giradischi di fonovaligia stereo Hi-Fi.

L'amplificatore è provvisto di quattro valvole, due ECC83 e due EL95, una coppia per ciascun canale. Lo schema è quello di fig. 9.34.

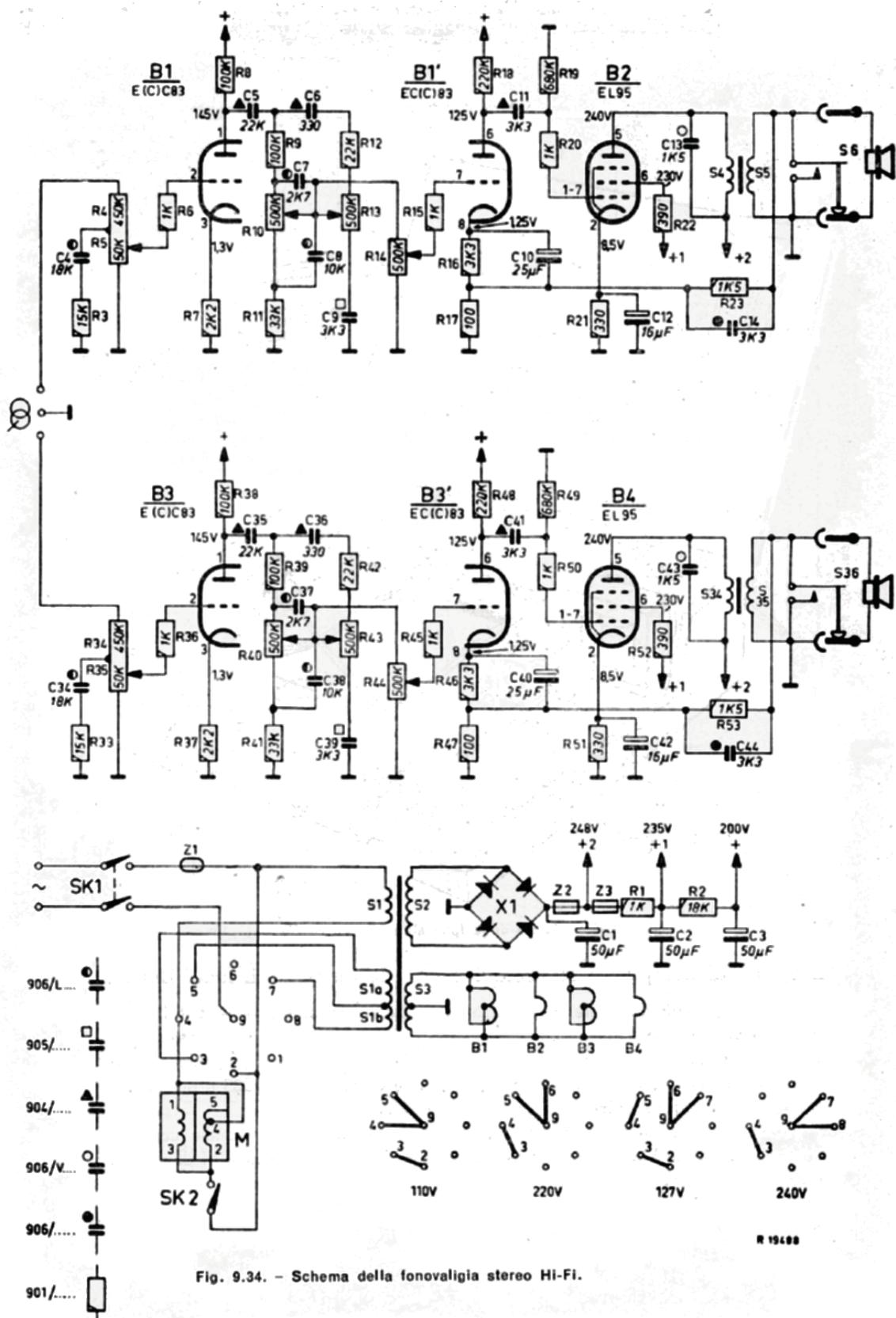


Fig. 9.34. - Schema della fonovaligia stereo HI-FI.

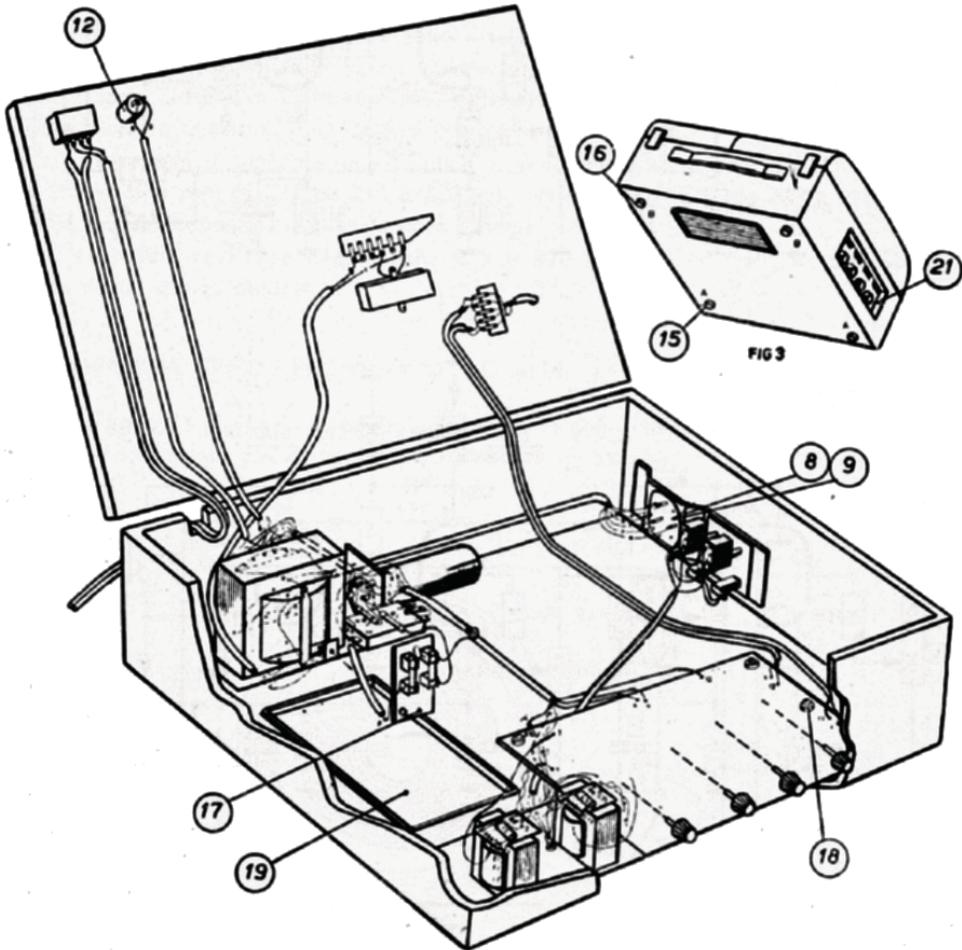


Fig. 9.35. - Telaio della fonovaligia stereo HI-FI.

Esempio di complesso stereofonico con doppi pentodi finali ELL80.

Il doppio-pentodo finale di potenza ELL80 si presta ottimamente per l'amplificazione del segnale audio in controfase, nei due canali dei complessi stereo. Con la ELL80 vengono realizzati gli amplificatori stereofonici provvisti di stadio finale in controfase; essi risultano costituiti da quattro sole valvole, due ECC83 e due ELL80, più la valvola raddrizzatrice o il rettificatore a selenio.

I due pentodi della ELL80 sono di piccola potenza; ciascun canale consente la resa di uscita di 4 watt, con minima distorsione; la resa complessiva di due ELL80 è perciò di 8 watt.

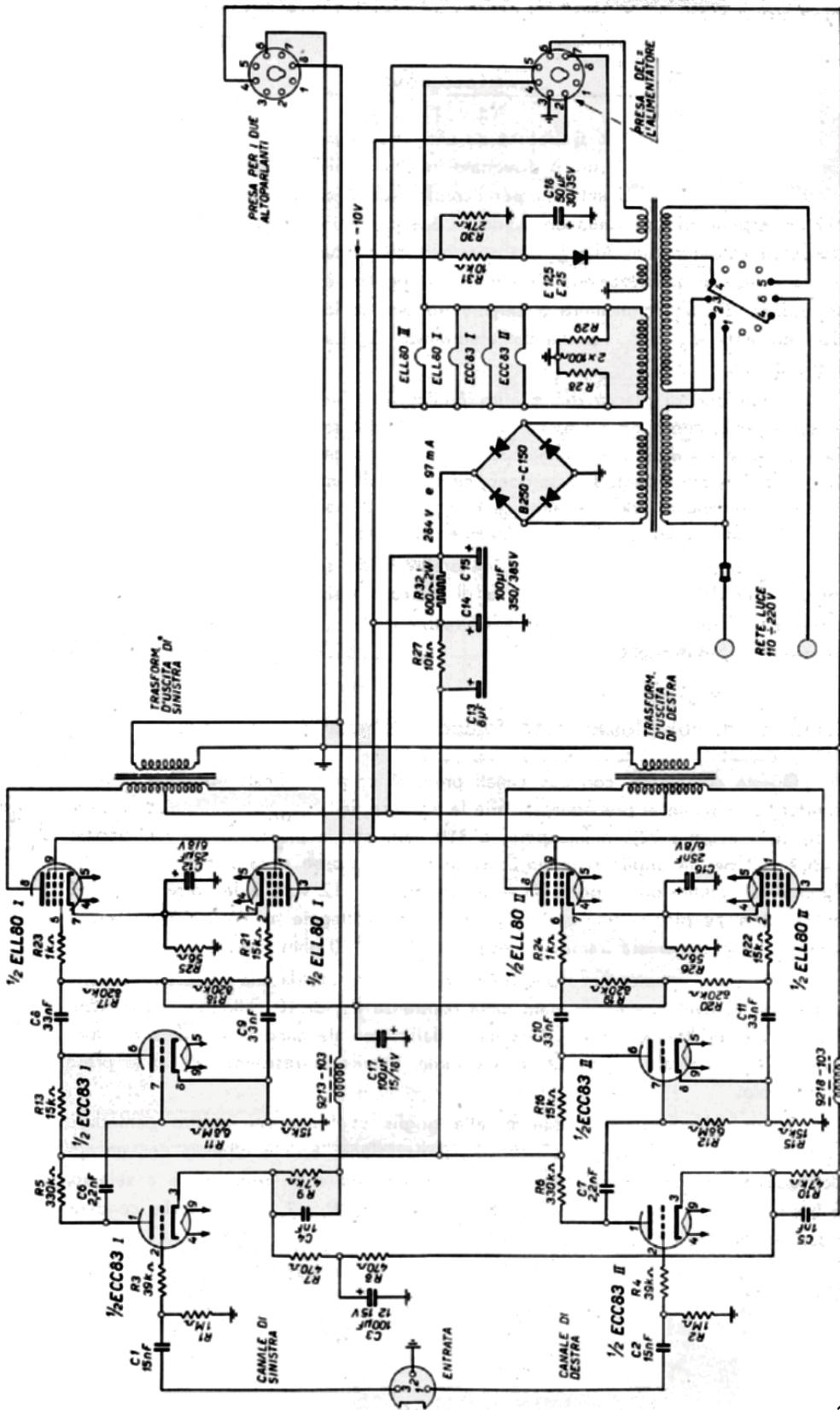


Fig. 9.36. - Schema di amplificatore stereofonico con due doppi pentodi ELL80.

Lo schema di fig. 9.36 si riferisce ad una fonovaligia stereofonica prodotta dalla Grundig. Il canale di sinistra è disegnato in alto, quello di destra in basso. I due triodi della ECC83 sono utilizzati per l'amplificazione di tensione (primo triodo) e per l'inversione di fase (secondo triodo); i due pentodi della ELL80 sono in controfase, con catodi riuniti. Alla griglia controllo di ciascun pentodo è applicata una tensione fissa di polarizzazione. Tale tensione negativa è ottenuta con un particolare secondario BT, un rettificatore a selenio ed una sezione filtrante, costituita dalle due resistenze R_{20} e R_{21} , nonché dall'elettrolitico C_{15} . La tensione all'uscita del filtro è di 10 volt.

La tensione di placca dei quattro pentodi è prelevata all'uscita del rettificatore a selenio, con quattro elementi a ponte; non subisce perciò alcuna livellazione. Con corrente anodica di 97 milliampere, la tensione anodica in questo punto è di 284 volt. I quattro pentodi assorbono circa 60 milliampere, i quattro triodi circa 8 mA; la rimanente corrente anodica è messa a disposizione dell'eventuale sintonizzatore radio o pre-amplificatore, tramite una presa.

La tensione di controeazione viene prelevata dal secondario di ciascun trasformatore d'uscita e applicata al catodo di ciascuno dei due triodi d'entrata, dopo essere stata livellata da un'impedenza. Le resistenze di catodo R_7 e R_8 vanno a massa attraverso l'elettrolitico C_3 .

Esempio di complesso stereofonico con quattro pentodi finali EL84.

Questo complesso, con due canali provvisti di stadio finale con due EL84 in controfase, è simile al precedente; varia la potenza della resa d'uscita. Ciascun pentodo EL84 assorbe 22,5 milliampere, a 310 volt, per la placca, e 2,5 milliampere a 309 volt per la griglia schermo; ciascun triodo assorbe circa 2 milliampere. All'uscita del rettificatore a ponte vi è la tensione di 312 volt, e la corrente di 150 milliampere. Le placche dei quattro pentodi sono collegate a tale uscita; le griglie schermo sono alimentate tramite la resistenza R_{30} di 160 ohm, 6 watt.

La tensione anodica per i due doppi-triodi è ottenuta da una successiva sezione della rete di livellamento, formata dalla resistenza R_{29} di 10 kilohm, e dai condensatori elettrolitici C_{19} e C_{20} . Una parte della corrente anodica è messa a disposizione dell'eventuale apparecchiatura esterna, tramite la resistenza R_{36} e la presa di corrente.

Come nell'esempio precedente, alle griglie controllo dei quattro pentodi è applicata una tensione negativa fissa di polarizzazione; essa è ottenuta con un apposito avvolgimento BT del trasformatore di tensione e un rettificatore a selenio. È livellata tramite la rete formata dalle tre resistenze R_{21} , R_{22} e R_{23} , e dai condensatori elettrolitici C_{21} e C_{22} ; è di — 11 volt.

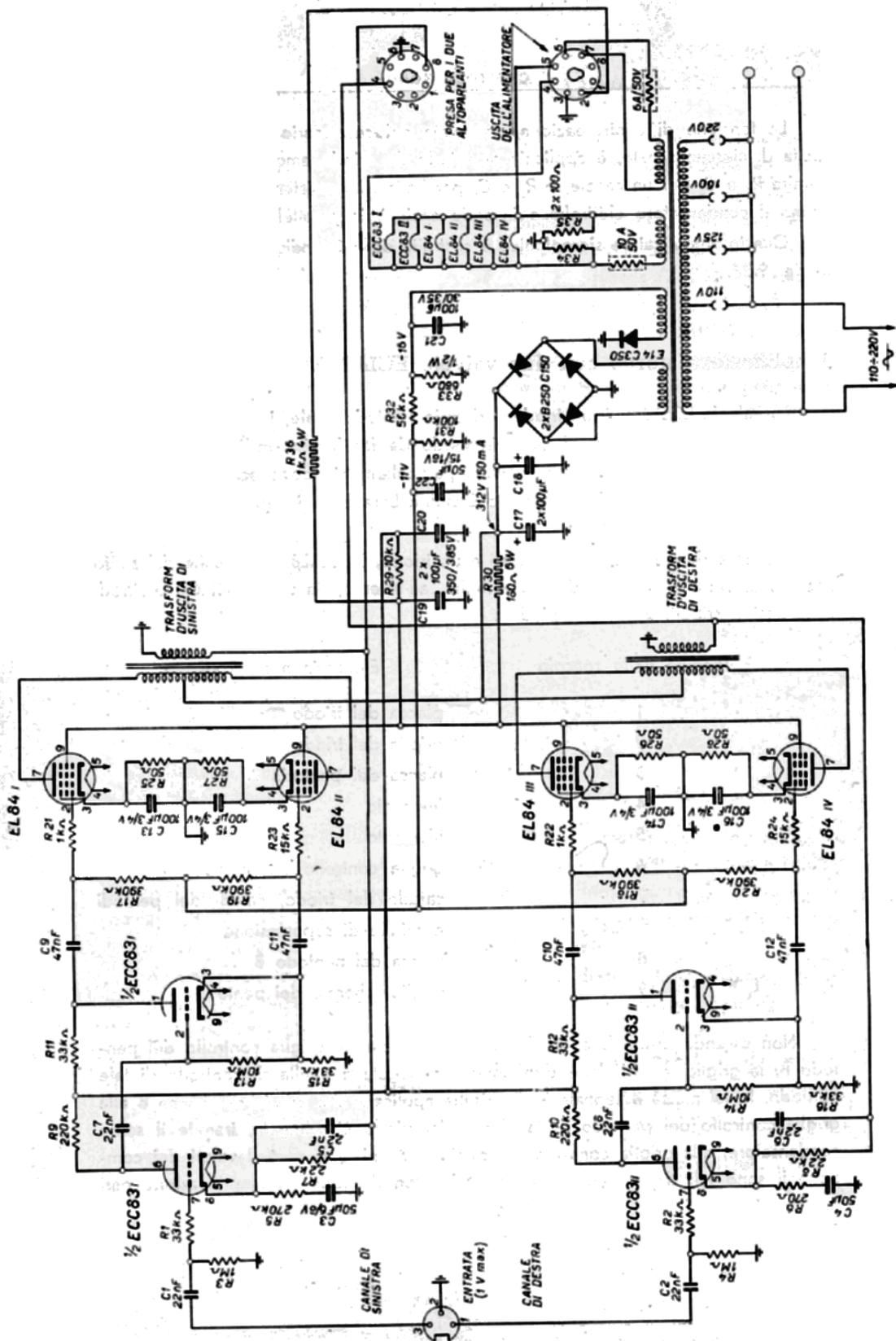


Fig. 9.37. - Schema di amplificatore stereofonico con quattro EL84.

La tensione di controreazione, prelevata dal secondario del trasformatore di uscita di ciascun canale, è applicata al catodo del triodo amplificatore di tensione, tramite R_7 e C_5 per un canale, e R_8 e C_6 per l'altro. Le resistenze di catodo R_5 e R_6 hanno il condensatore elettrolitico in serie anzichè in parallelo.

Questo amplificatore stereofonico è costruito dalla Grundig. Lo schema è quello di fig. 9.37.

Amplificatore stereo con due valvole ECLL800.

La valvola ECLL800 è un triodo e doppio pentodo finale; il triodo ha lo scopo di provvedere all'inversione di fase, in modo da far funzionare i due pentodi in stadio finale in controfase. È una valvola particolarmente bene adatta per amplificatori stereo. È prodotta dalla Standard Elektrik Lorenz ed è reperibile come qualsiasi altra valvola.

Pur possedendo due pentodi finali e un triodo, la ECLL800 è munita dal solito zoccolo di vetro noval; non differisce molto, all'esterno, da una EL84. Gli elettrodi sono così distribuiti tra i nove piedini:

<i>Piedino dello zoccolo</i>	<i>Elettrodo o elettrodi</i>
1	placca del triodo
2	griglia del triodo
3	placca del pentodo A
4	filamento
5	filamento
6	griglia controllo del pentodo A
7	catodo del triodo, catodi dei pentodi e griglie di soppressione
8	placca del pentodo B
9	griglie schermo dei pentodi

Non essendo disponibile un decimo piedino, per la griglia controllo del pentodo B, la griglia del triodo è direttamente collegata a quella di controllo di tale pentodo. In tal modo il segnale audio risulta applicato alla griglia del triodo e alla griglia controllo del pentodo B; la placca del triodo è collegata, tramite il solito condensatore, alla griglia controllo del pentodo A, piedino n. 6. I valori dei componenti sono tali da far funzionare lo stadio con il triodo ad amplificazione pari

ESEMPI DI AMPLIFICATORI A VALVOLE

all'unità. In tal modo sulla sua placca vi è lo stesso segnale, della stessa ampiezza, come sulla sua griglia, con la differenza che è di fase opposta, come necessario.

I due pentodi della ECLL800 si comportano, all'incirca, come un pentodo EL84, con alcuni vantaggi rispetto ad esso; ad es. mentre la EL84 assorbe 49,5 mA di corrente di placca, con una potenza d'uscita di 5,7 watt e distorsione del 10 per cento, la ECLL84 assorbe poco di più di corrente di placca (2×26 milliampere), con una resa d'uscita di 8,5 watt, e distorsione del 5 per cento. La ECLL800 è senz'altro in grado di fornire una maggiore potenza, con minor distorsione, rispetto la EL84; è quindi opportuno adoperare nello stadio finale una ECLL800 anziché una EL84. La ECLL800 non è adatta per complessi audio ad alta fedeltà; è bene adatta per fonovaligie semplici o stereofoniche, e per apparecchi radio e radiofonografi.

La tabella seguente fornisce il ragguaglio tra le caratteristiche della EL84 rispetto a quelle della ECLL800:

	EL84	ECLL800
Tensione di accensione (V)	6.3	6.3
Corrente di accensione (A)	0.76	0.6
Tensione di placca (V)	250	250
Tensione di schermo (V)	250	250
Resistenza di catodo (k Ω)	135	180
Impedenza di carico (k Ω)	5.2	11
Tensione d'entrata (V)	0.3 4.3	0.5 8
Potenza d'uscita (W)	0.05 5.7	0.05 8.5
Distorsione (%)	— 10	— 5
Corrente di placca (mA)	48 49.5	2×21 2×26
Corrente di schermo (mA)	5.5 10.8	8.4 18
Corrente totale (mA)	53.5 60.3	50.4 70

Una possibile applicazione di due ECLL800 in amplificatore stereofonico è quella indicata dallo schema di fig. 9.38. Oltre alle due ECLL800 vi sono due ECC83, alle quali sono affidati i due stadi d'amplificazione di tensione. Le due entrate sono indicate con J_1 e J_2 ; J_1 è l'entrata del canale di sinistra (« S »), disegnato in alto; J_2 quella del canale di destra (« D »), disegnato in basso.

All'entrata del primo stadio vi sono i controlli, di tono e di volume, ottenuti con quattro resistenze variabili, ciascuna provvista della propria manopola; sono RV_1 e RV_2 per il canale « S », RV_3 e RV_4 per il canale « D ».

I comandi separati per ciascun canale rendono più versatile l'uso dell'amplificatore, che in tal modo può essere meglio adattato alle esigenze dell'ambiente d'ascolto e ai gusti dell'ascoltatore.

TRASFORMATORI D'USCITA. — I trasformatori d'uscita sono del tipo per alta fedeltà da 10 W di potenza, 8000 ohm d'impedenza primaria e 4 ohm d'impedenza

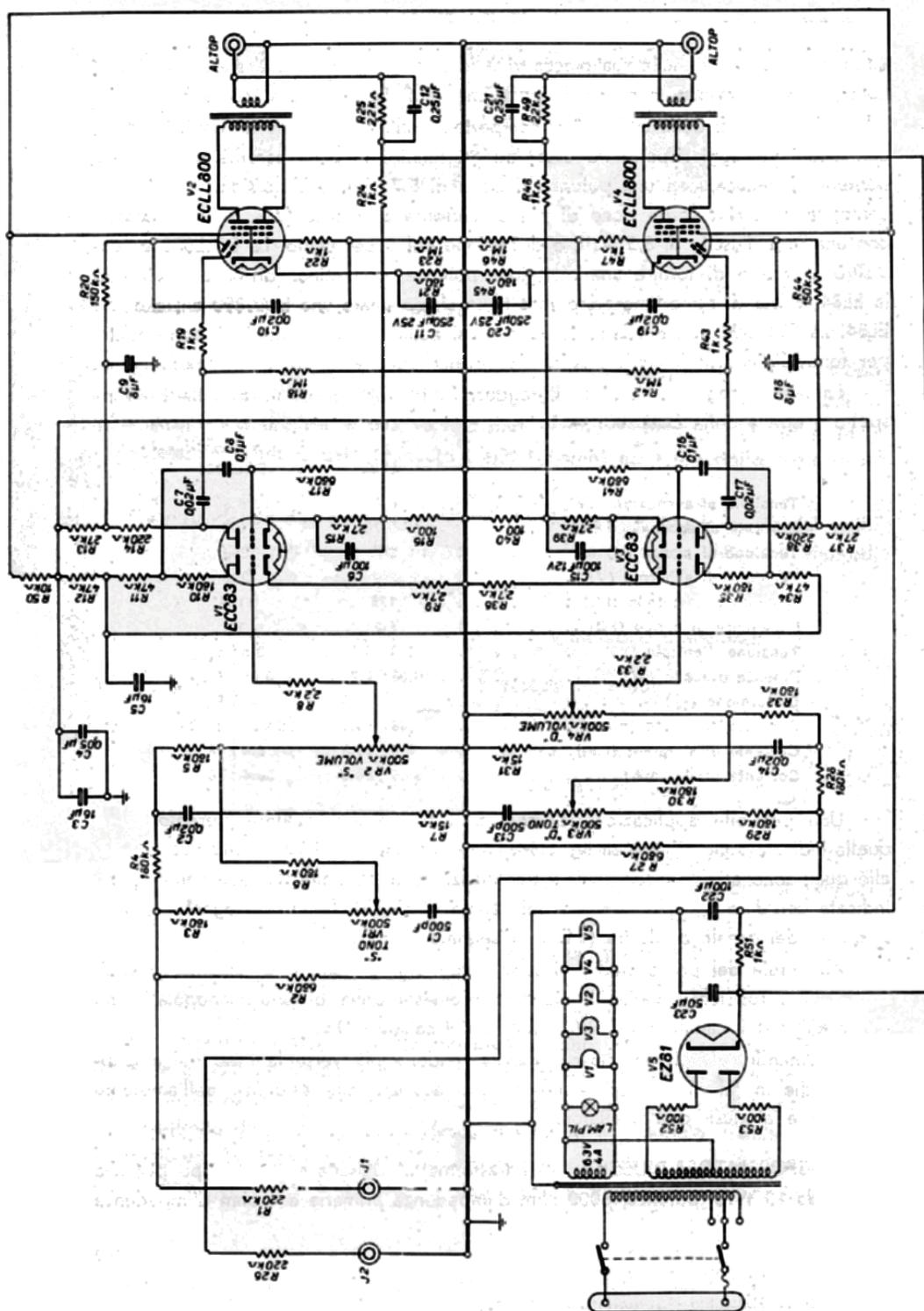


Fig. 9.38. - Schema di amplificatore stereofonico con due ECLL800.

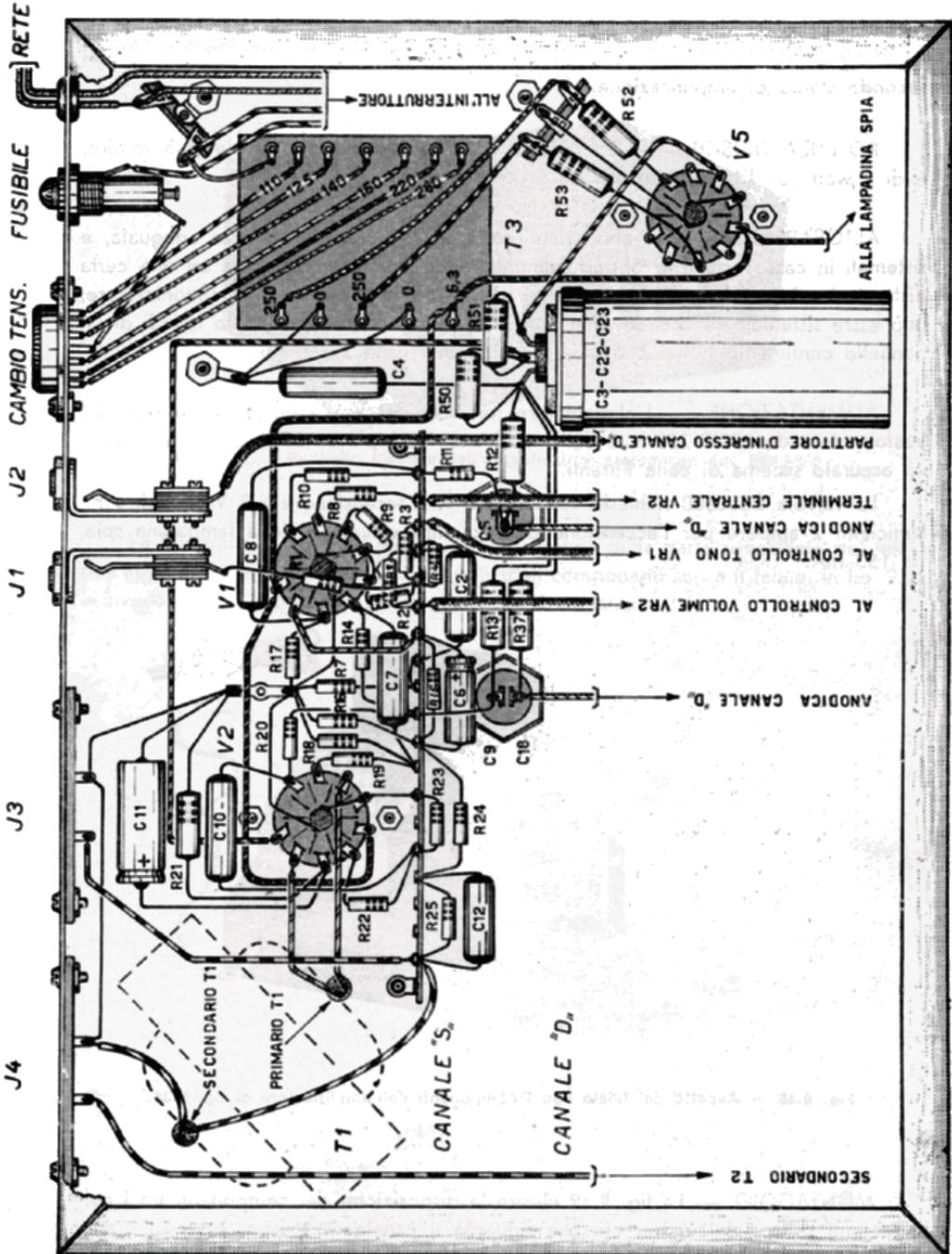


Fig. 8.39. - Piano di montaggio di un canale dell'amplificatore con due ECLL800.

secondaria. Dal secondario di ogni trasformatore d'uscita è prelevata tramite R_{24} - R_{25} - C_{12} una tensione di controreazione che viene applicata al circuito catodico del secondo stadio di amplificazione.

POTENZA D'USCITA. — La potenza d'uscita che ciascun canale può fornire, è di 8 watt con l'1% di distorsione.

ALTOPARLANTI. — Gli altoparlanti sono da 4 ohm e di potenza adeguata, e sistemati in casse acustiche opportunamente dimensionate, e disposte ad una certa distanza tra loro. L'amplificatore col giradischi ed eventualmente il sintonizzatore, può essere sistemato in uno dei due mobili diffusori che sarà corredato quindi di un pannello contenente tutti i comandi di entrambi i canali.

ALIMENTAZIONE. — L'alimentatore fornisce 250 V d'anodica per mezzo del trasformatore da 250-0-250 V e della raddrizzatrice biplacca EZ81, a cui fa seguito un accurato sistema di celle filtranti.

La valvola ECLL800 richiede soltanto 0,6 A d'accensione a 6,3 V, quindi sono sufficienti 2 ampere per l'accensione delle quattro valvole e della lampadina spia, da 150 mA.



Fig. 9.40. — Aspetto del telaio con i componenti dell'amplificatore di fig. 9.38.

MONTAGGIO. — La fig. 9.39 illustra la disposizione dei componenti ed i collegamenti sotto il telaio per ciò che riguarda il canale di sinistra, essendo quello

di destra perfettamente identico, ed i relativi componenti disposti in maniera simmetrica rispetto la linea mediana del telaio stesso.

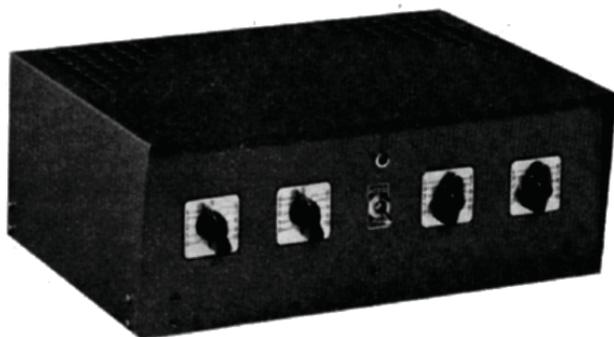


Fig. 9.41. - Pannello frontale dell'amplificatore stereo con due ECLL800.

La fotografia di fig. 9.40 mostra un'inquadratura della parte retrostante del telaio ove appare chiara la dislocazione dei principali componenti sopra il telaio. In fig. 9.41 è invece ripreso il pannello frontale con tutti i comandi.

