

CAPITOLO DECIMO

L'AMPLIFICATORE A TRANSISTOR

Semplicissimo amplificatore a 3 transistor, da otophone.

Quale possa essere un semplicissimo amplificatore a transistor lo indica, schematicamente, la fig. 10.1. I transistor sono tre; il primo di essi, TR_1 , provvede all'amplificazione iniziale del segnale audio fornito dal microfono a cristallo. Il secondo transistor, TR_2 , amplifica il segnale audio già amplificato da TR_1 , e lo invia al terzo transistor, il quale provvede all'amplificazione finale. I tre transistor sono dello stesso tipo, ossia sono tre OC71.

L'amplificatore è del tipo da otophone, per deboli d'udito; è perciò provvisto di un piccolo microfono a cristallo alla sua entrata, e di un auricolare ad oliva, da inserire nell'orecchio, all'uscita. Funziona con una piletta da 1,5 volt.

Ciascuno dei tre transistor ha la propria resistenza di base; esse sono R_2 , R_4 e R_6 . Il valore della resistenza di base determina la corrente che percorre il transistor, ossia la corrente di collettore. A sua volta la corrente di collettore deve essere proporzionata all'ampiezza del segnale audio. Nell'esempio fatto l'ampiezza del segnale è minima; occorre far funzionare i tre transistor in modo da ottenere una sufficiente amplificazione, e quindi una adeguata resa d'uscita, con la minima corrente assorbita dall'amplificatore, per non scaricare troppo presto la piletta con cui funziona. La corrente assorbita dall'amplificatore indicato è di circa 3 milliampere; la resa di uscita è di 0,5 milliwatt. Un altro amplificatore può fornire 2000 milliwatt (2 watt) assorbendo 250 milliampere a 12 volt; questo assorbe 3 mA a 1,5 volt.

La corrente assorbita è così distribuita: $TR_1 = 0,4$ mA, $TR_2 = 0,6$ mA e $TR_3 = 1,8$ milliampere, più una perdita di circa 0,2 mA nel circuito.

I transistor OC71 possono assorbire correnti più intense di quelle indicate, sino a 7 e 8 milliampere. Affinchè assorbano le tre correnti indicate è necessario vengano adeguatamente polarizzati, ciò che si ottiene con una determinata corrente di base. A sua volta, la corrente di base, ossia la corrente di polarizzazione, dipende dal valore della resistenza di base.

La corrente di base del primo transistor è di 5,5 microampere, essendo la resistenza di base di 270 chiloohm; la si può calcolare facilmente con la formula:

$$\text{Corrente di base in microampere} = \frac{\text{Tensione della pila in volt}}{\text{Resistenza di base in chiloohm}} \times 1000$$

per cui risulta: $(1,5 : 270) \times 1000 = 0,0055 \times 1000 = 5,5$ microampere. In pratica si misura la corrente di collettore e si adegua la resistenza di base al valore neces-

sario; il calcolo consente di avere una prima idea del genere di grandezza della resistenza; le caratteristiche dei transistor, anche dello stesso tipo, variano troppo per consentire di valutare la resistenza di base con il solo calcolo.

Le correnti di base degli altri due transistor sono di 10 microampere per il secondo, e di 30 microampere per il terzo.

Ciascun transistor ha anche una propria resistenza di carico, detta *resistenza di collettore*, inserita tra il collettore e la linea di alimentazione negativa. Tali tre resistenze sono: R_2 di 2,7 kilohm per TR_1 , R_3 di 2,2 kilohm per TR_2 , e la resistenza CC dell'auricolare ad oliva, di 200 ohm per TR_3 . Questi tre valori sono normali; possono variare di poco. Da tali valori dipende la tensione di collettore di ciascun transistor, data dalla caduta di tensione provocata dalla resistenza di collettore detratta da quella della batteria.

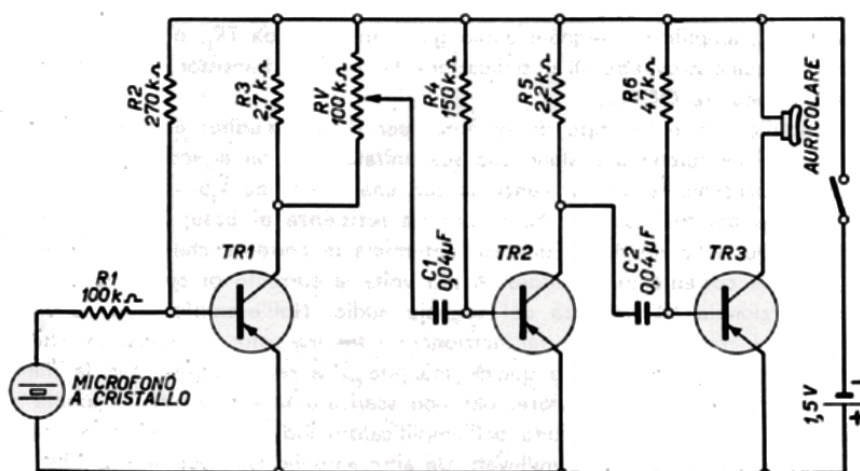


Fig. 10.1. - Principio di funzionamento dell'amplificatore a transistor.

I due condensatori di accoppiamento, C_1 e C_2 , sono di 40 000 pF ciascuno; tale capacità è molto bassa; negli amplificatori a resa d'uscita maggiore, adatti per altoparlante, essa è generalmente di 8 o 10 microfarad. Negli otofoni non si possono collocare condensatori di grandi dimensioni, e non interessa la buona riproduzione delle frequenze basse; essi devono consentire la buona riproduzione di frequenze da 1000 a 2000 c/s, sono perciò sufficienti piccoli condensatori come quelli indicati.

La tensione della batteria può venir elevata a 3 volt, per ottenere una maggiore resa d'uscita; in genere quella di 0,5 mW è sufficiente; con batteria da 3 volt i valori delle resistenze rimangono quelli che sono; si determina una compensazione.

Non è possibile realizzare con lo schema indicato un amplificatore di maggiore

potenza, pur essendo i tre transistor adatti, poichè per potenze maggiori è indispensabile provvedere a proteggere i transistor dall'effetto nocivo della temperatura. Correnti maggiori di quelle indicate possono riscaldarli, e il riscaldamento può a sua volta determinare aumenti di correnti, con una specie di « reazione termica », con il risultato finale della distruzione dei transistor. Per avere una prima idea di questo fatto basti tenere presente che la corrente di dispersione (tra collettore e emittore in assenza della corrente di base) per l'OC71 è di 150 microampere alla temperatura di 25°C, e che essa sale automaticamente a 2400 microampere alla temperatura di 55°C.

Opportuni circuiti consentono di « frenare » la corrente assorbita dai transistor in presenza di aumenti di temperatura, riducendo adeguatamente la corrente di base ad essi applicata.

Amplificatore a transistor stabilizzati.

La fig. 10.2 indica schematicamente un amplificatore a transistor adatto per ottenere riproduzioni sonore in altoparlante, adatto, ad es., per fonovaligia. È a tre stadi come il precedente, di fig. 10.1, rispetto al quale presenta due particolarità molto importanti:

- a) i suoi stadi sono stabilizzati; è protetto contro gli aumenti di temperatura;
- b) il suo stadio finale comprende due transistor, anzichè uno solo.

È importante notare che al posto della resistenza di base R_2 del primo transistor di fig. 10.1, in questo vi sono tre resistenze, e precisamente R_2 , R_3 e R_4 . È con esse che si ottiene il controllo automatico della corrente di collettore, come si ottiene il CAV negli apparecchi radio, cioè entro certi limiti, come ben s'intende.

Mentre nell'esempio precedente la polarizzazione del primo transistor dipende unicamente dal valore della resistenza di base R_2 , in questo esempio essa dipende invece dalla differenza di tensione tra la base e l'emittore. Supponendo, ad es., che tra base e emittore vi sia una differenza di 0,1 volt, la corrente di base è di 10 microampere, e quella di collettore di 600 microampere. Il segnale audio in arrivo fa variare, in più e in meno, tale differenza di tensione, e quindi anche la corrente di collettore, un po' come nelle valvole.

Ciò che importa è che la tensione alla base è fissa, essendo ottenuta con un divisore di tensione costituito da due resistenze (R_2 e R_3) collegato ai capi della batteria di pile, mentre la tensione di emittore è variabile, essendo ottenuta dalla caduta di tensione ai capi della resistenza di emittore (R_4), per effetto della corrente di collettore.

La tensione di base è un po' più alta di quella di emittore, quanto necessario per ottenere la corretta corrente di polarizzazione del transistor. Ora, se per effetto della temperatura, la corrente che percorre il collettore subisce un aumento, aumenta anche la tensione ai capi della resistenza di emittore, e diminuisce la differenza di

tensione tra base e emittore, per cui la corrente di collettore è costretta a diminuire, ossia, in pratica, a rimanere costante.

Affinchè il dispositivo funzioni, è necessario che la tensione di emittore non sia nè troppo piccola nè troppo grande; è una tensione un po' critica; essa dipende dalla tensione della batteria. Se tale tensione è di 3 volt (in genere gli amplificatori non possono funzionare con tensione minore di alimentazione) quella di emittore può essere compresa tra 0,4 e 0,8 volt; con batteria da 4,5 volt va da 0,5 a 1 volt; con batteria da 6 volt va da 0,6 a 1,2 volt, e con batteria da 12 volt va da 0,7 a 1,4 volt.

Inoltre, affinché il dispositivo risulti bene efficace, è anche necessario che la resistenza R_3 , tra base e massa, sia di valore piuttosto basso. In pratica non si può scendere sotto un certo limite poichè ai suoi capi si forma il segnale audio da amplificare, non solo, ma anche perchè tutto il partitore risulta di valore basso, con conseguente forte assorbimento di corrente, e rapido esaurimento della batteria. È necessario un compromesso.

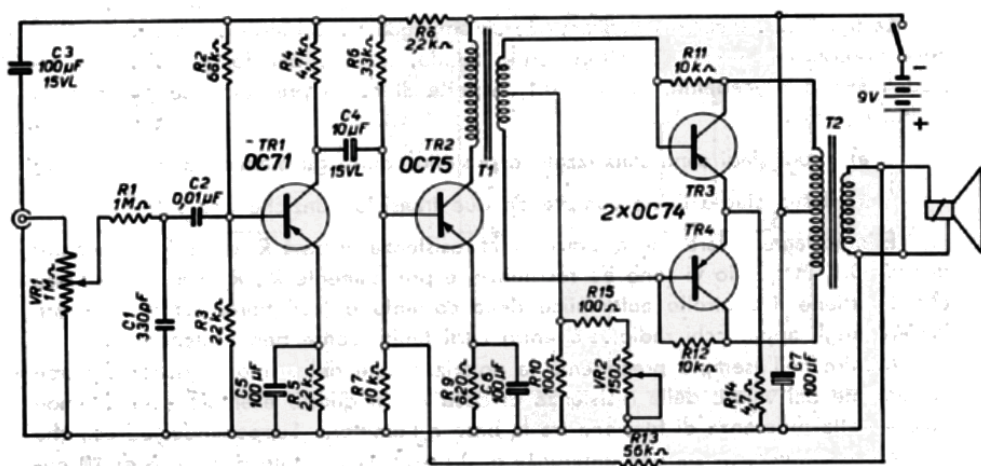


Fig. 10.2. - Amplificatore a transistor con stadio finale in contropase.

In fig. 10.2 il valore di R_3 è di 22 kilohm, per cui quello di R_2 è di 68 kilohm. Il valore di R_7 , dello stadio successivo, è di 10 kilohm, mentre R_6 è di 33 kilohm. Il valore complessivo della resistenza ($R_3 + R_2$ o $R_7 + R_6$) del partitore diminuisce con l'aumentare dell'intensità della corrente.

La stabilizzazione dello stadio finale a due transistor è ottenuta in modo un po' diverso, allo scopo di introdurre una certa corrente di controreazione e migliorare la qualità della riproduzione sonora. La resistenza di base (R_3 e R_7 nei precedenti transistor) è formata da tre resistenze, di cui una semifissa; esse sono R_{10} e R_{15} di 100 ohm, e VR_2 di 150 ohm. Ciò consente di regolare la corrente assorbita dallo

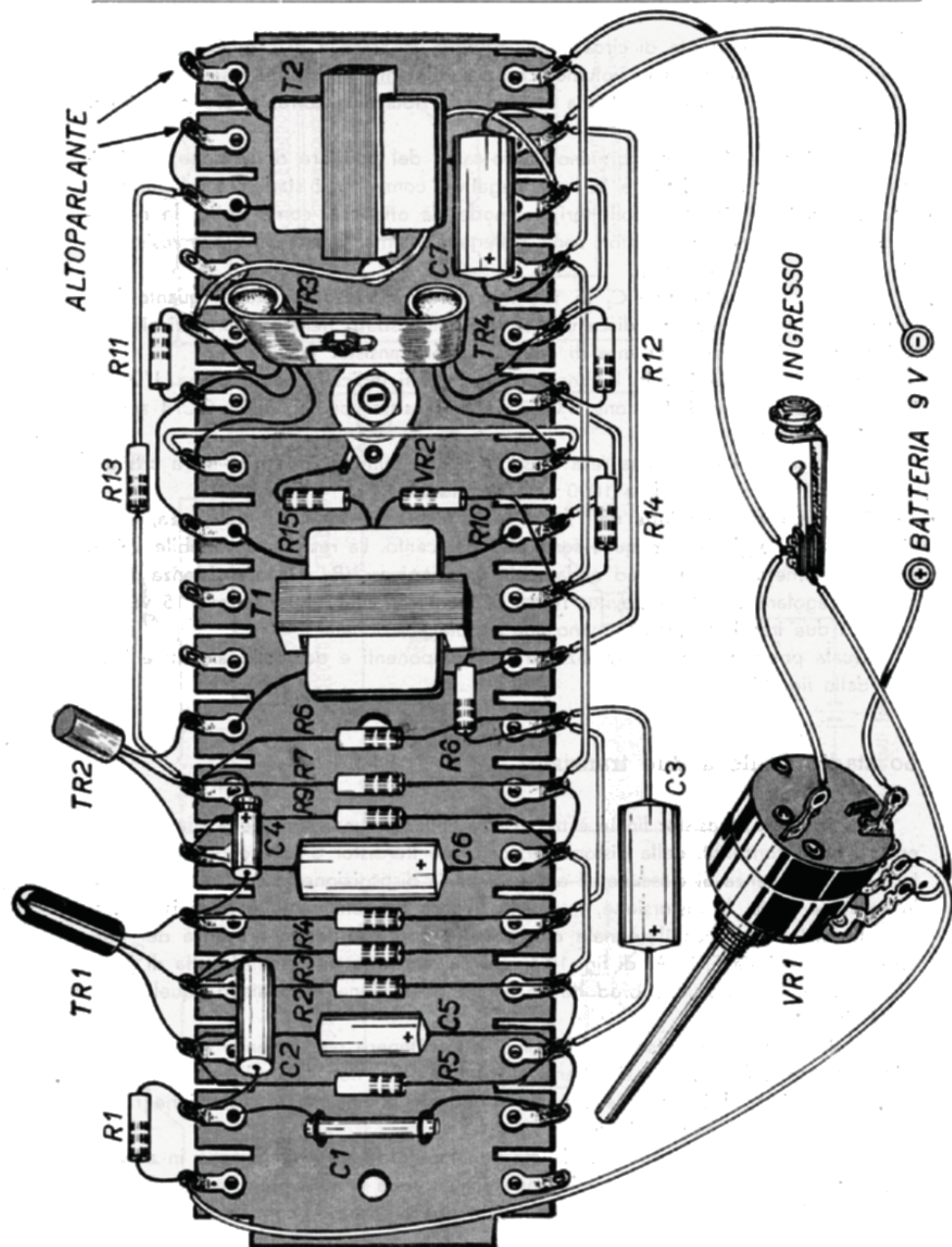


Fig. 10.3. - Disposizione dei componenti e dei collegamenti.

stadio finale alla corrente di circa 8 milliampere, in assenza di segnale; qualora si manifesti distorsione a pieno volume, con assorbimenti di corrente oscillanti tra 20 e 30 milliampere, la VR_2 va variata in modo da ridurre la corrente di riposo tra 6 e 7 milliampere.

Le resistenze R_{11} e R_{12} formano l'altro ramo del partitore di tensione; anzichè essere collegate tra la base e la linea negativa, come negli stadi precedenti, esse sono collegate ai rispettivi collettori, in modo da ottenere, come detto, la necessaria controreazione. Gli emittori sono collegati insieme; fanno capo alla resistenza di collettore R_{14} di 4,7 ohm.

Il collettore elettrolitico C_7 di 100 microfarad è indispensabile in quanto funziona da « volano » ed impedisce che si verifichino sbalzi nella tensione di alimentazione al variare della corrente di collettore dei transistor finali.

La batteria è da 9 volt. I transistor sono quelli indicati nello schema. L'OC71 è il pre-amplificatore di tensione, l'OC75 è il transistor pilota, i due OC74 sono i finali in controfase.

L'amplificatore fornisce la resa d'uscita di 450 milliwatt con pick-up a cristallo in grado di fornire 0,5 volt a 1000 cicli/secondo.

Le resistenze sono tutte da 1/4 di watt, al 10 per cento di tolleranza, eccezione fatta per R_{11} e R_{12} , le quali sono al 5 per cento. La resistenza variabile VR_1 è un potenziometro miniatura ad andamento logaritmico; VR_2 è una resistenza semi-fissa da regolare con il cacciavite. Tutti i condensatori elettrolitici sono a 15 volt di lavoro. I due transistor finali formano una coppia selezionata.

Quale possa essere la disposizione dei componenti e dei collegamenti è indicato dalla fig. 10.3.

Lo stadio finale a due transistor.

Con un solo transistor finale è necessario utilizzare una parte della sua potenza, entro i limiti consentiti dalla distorsione; con due transistor è invece possibile sfruttare l'intera potenza di ciascuno di essi, poichè la disposizione in controfase annulla, in notevole parte, la distorsione, in quanto il loro funzionamento è bilanciato. Ciascun transistor amplifica il segnale con polarità opposta, per la presenza del trasformatore d'entrata T_1 in A) di fig. 10.4, per cui anche la distorsione risulta di polarità opposta. La distorsione prodotta da un transistor viene eliminata da quella prodotta dall'altro.

Così, mentre con un solo transistor si può ottenere una potenza ad es. di 80 milliwatt, con due transistor si ottiene più del doppio, non 160 mW ma 300 mW. Ciascun transistor distorce notevolmente il segnale audio, ma la distorsione risulta neutralizzata, come non esistente.

Si ottiene anche il vantaggio di una minor potenza sprecata, poichè in assenza di segnale, con un solo transistor la corrente assorbita è notevole, mentre con due è minima. Con un solo transistor l'amplificazione è in classe A, con il punto di lavoro

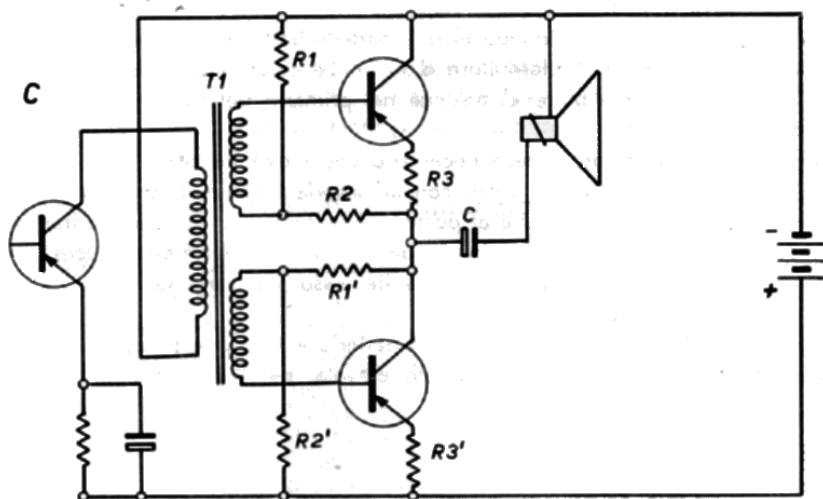
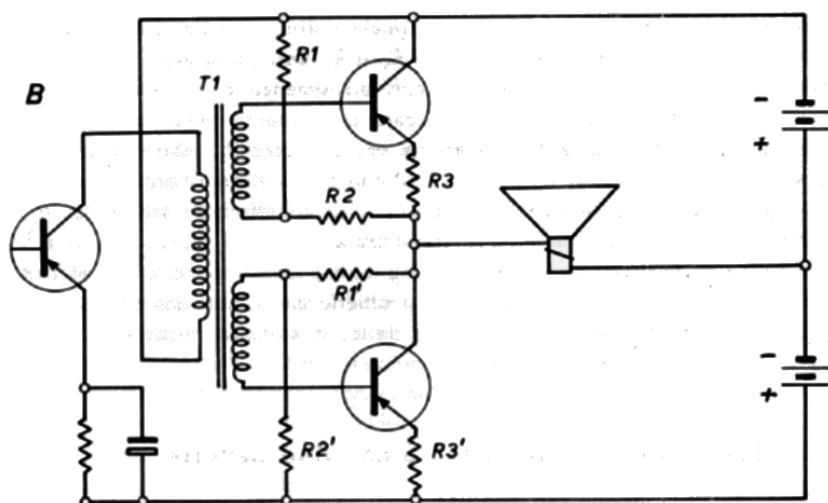
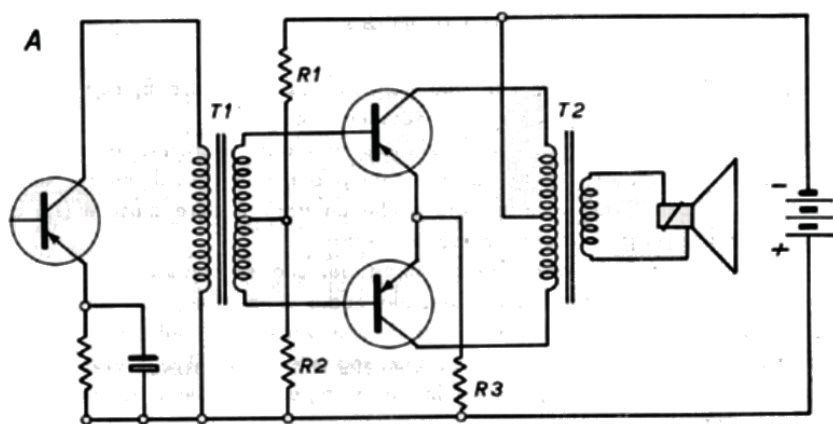


Fig. 10.4. - I tre stadi finali a transistor più impiegati.

verso il centro della caratteristica; con due transistor essa è classe B, con il punto di lavoro spostato verso il ginocchio della caratteristica.

Affinchè i due transistor possano funzionare in modo bilanciato è necessario un trasformatore d'entrata (T_1) detto *trasformatore pilota*, con l'avvolgimento secondario con presa al centro, ed è necessario anche un *trasformatore d'uscita* (T_2) con l'avvolgimento primario provvisto di presa al centro.

Per la presenza del trasformatore pilota, e del suo secondario con presa al centro, all'entrata dei transistor finali il segnale audio è identico, ma con polarità opposta. Mentre la corrente aumenta in uno di essi diminuisce nell'altro. Il trasformatore d'uscita provvede a ricomporre un solo segnale audio; il suo avvolgimento secondario ha solo lo scopo di adattare la bassa impedenza della bobina mobile dell'altoparlante con quella più elevata dei transistor; è quindi un trasformatore a rapporto discendente.

I due transistor funzionano con una adeguata corrente di base, ottenuta con il partitore di tensione formato dalle resistenze R_1 e R_2 . Essi sono stabilizzati, in modo da non risentire gli aumenti di temperatura, con la resistenza R . Per effetto di queste resistenze, se la temperatura tende a provocare un aumento nella corrente di collettore dei due transistor, aumenta la corrente che percorre R_2 , aumenta la tensione ai suoi capi e diminuisce la differenza di tensione tra emittori e basi, con la corrispondente diminuzione delle correnti di base, e di collettori. In tal modo le correnti di riposo dei collettori rimangono stabilizzate.

Il trasformatore d'uscita non è indispensabile; ciò che importa è che il circuito d'uscita dei due transistor sia bilanciato; ciò si ottiene anche con una presa al centro della bobina mobile dell'altoparlante, come detto, è soltanto necessario che l'impedenza della bobina sia piuttosto elevata.

Lo stadio finale con due transistor e con due batterie.

In B) della stessa fig. 10.4 è indicato il principio dello stadio finale con due batterie al posto di una sola. Con questa disposizione circuitale, il bilanciamento dei due transistor è ottenuto suddividendo in due parti la batteria, anzichè suddividendo in due parti il primario del trasformatore d'uscita. Le correnti di collettore dei due transistor si sommano nelle batterie, anzichè nel primario del trasformatore o nella bobina mobile.

Con questa disposizione è però necessario che i due transistor siano in serie, in modo che ciascuno possa funzionare con la propria batteria. È anche necessario che vi siano due partitori di tensione al posto di uno solo, uno per ciascun transistor.

Infine è necessario che le due metà del secondario del trasformatore pilota non siano riunite insieme, ma che siano separate; esso non varia se non per questa separazione della due metà del secondario.

La bobina mobile è collegata tra le due batterie e tra i due transistor. È necessario che essa abbia un'impedenza piuttosto elevata, poichè si trova in serie con

la resistenza R_3 (quando funziona uno dei transistor) o con la resistenza R_3' (quando funziona l'altro). Il valore della resistenza va da 3 a 6 ohm, a seconda del transistor e della tensione di alimentazione; il segnale si suddivide tra la resistenza e la bobina mobile; se l'impedenza della bobina mobile è eguale a quella della resistenza d'emittore, metà del segnale audio va perduta. Con impedenze della bobina mobile di 20 o 30 ohm, l'inconveniente è praticamente eliminato. Si possono adoperare anche bobine mobili di impedenza più alta, ma esse risultano più pesanti e meno adatte per la riproduzione delle frequenze sonore elevate.

Lo stadio finale « single ended ».

In C) della stessa fig. 10.4 è indicato l'accorgimento circuitale che consente di sostituire le due batterie dello stadio B) con una sola, di tensione doppia. I due transistor sono ancora in serie, e ciascuno di essi funziona con metà della tensione della batteria; alla suddivisione in due parti eguali della tensione provvedono i due partitori di tensione, quelli che in B) sono usati soltanto per fornire la corrente di base ai due transistor.

Essendo questi due partitori eguali, essi suddividono la tensione di alimentazione in due parti eguali. Ciascuno dei transistor si trova a funzionare ai capi del proprio partitore, formato da R_1 e R_2 per quello disegnato in alto, e da R_1' e R_2' per quello in basso. Il collettore del primo transistor, pur avendo il collettore collegato direttamente al polo negativo della batteria, funziona con metà della sua tensione; ciò avviene anche per il secondo transistor.

In tal modo, tutto procede come se le batterie fossero due; rimane il problema del collegamento della bobina mobile dell'altoparlante. Da un lato essa deve trovarsi al centro tra i due transistor, come in B), dall'altro lato deve andare alla batteria; affinché non metta in cortocircuito uno dei transistor, deve trovarsi in serie con un condensatore elettrolitico C. È indifferente che venga collegata al più o al meno della batteria; se, come in figura, è collegata al meno, il condensatore è posto nel modo indicato; se viene collegata al positivo, il condensatore deve venir invertito. In ogni caso, essa si trova in serie al circuito di emittore di uno dei transistor, e in serie a quello di collettore dell'altro.

Il condensatore C presenta una certa reattanza alle frequenze del segnale audio; è necessario che l'impedenza della bobina mobile non sia troppo bassa, o per lo meno che la capacità di C sia tanto più alta quanto l'impedenza della b.m. è bassa.

Lo stadio finale a simmetria complementare.

La fig. 10.5 riporta nuovamente lo stadio finale con transistor in serie e una sola batteria, denominato « single ended » per poterlo confrontare con lo stadio a simmetria complementare. Sostituendo uno dei due transistor dello stadio « single ended », indicato in A) con altro di tipo NPN, non è più necessario neppure il par-

titore di tensione, formato dalle quattro resistenze in serie. I transistor NPN non funzionano con polarità opposta a quella dei transistor PNP. In pratica sono in uso quasi esclusivamente transistor di tipo PNP; è però possibile costruire gli stessi transistor anche con polarità opposta, con il collettore a tensione positiva anziché negativa, e l'emittore negativo anziché positivo.

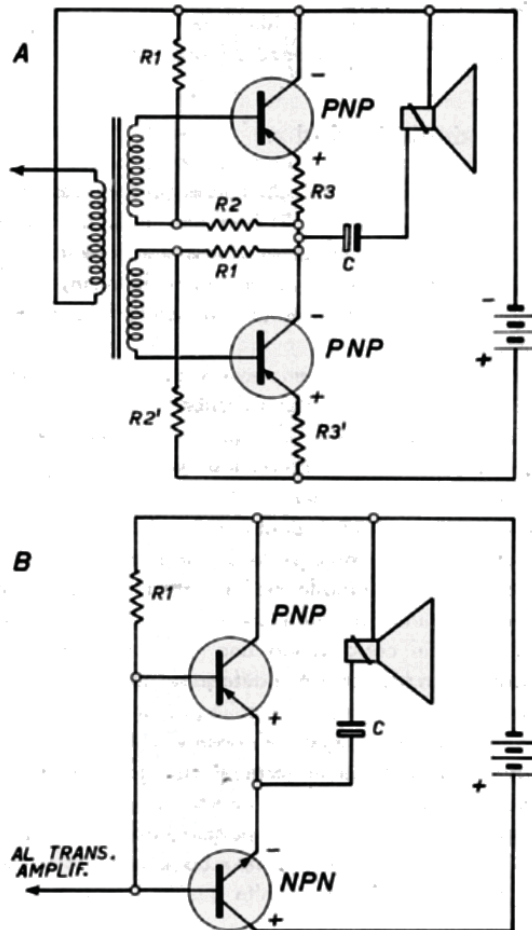
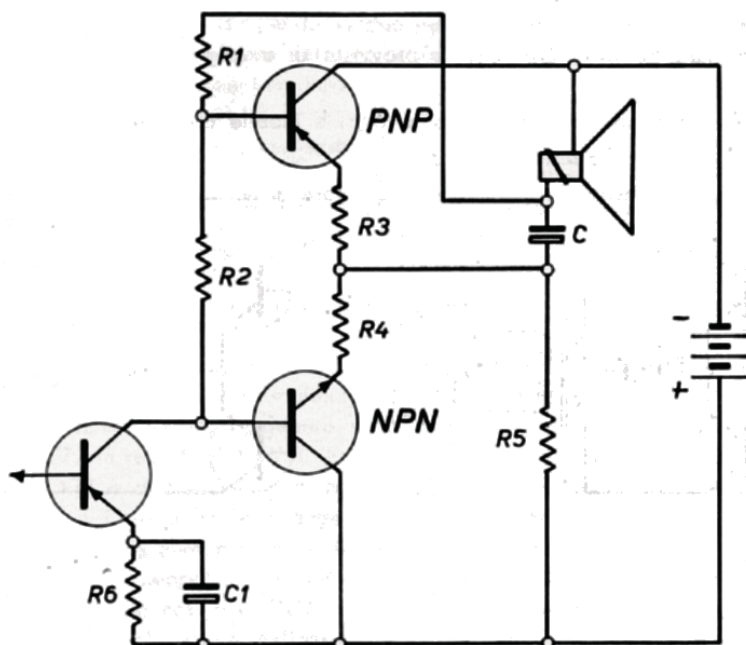


Fig. 10.5. — In alto: «single ended»; in basso: «simmetria complementare».

Se i due transistor finali sono approntati in modo da avere le stesse identiche caratteristiche, in modo da funzionare in controfase, ed uno di essi è di tipo PNP mentre l'altro è NPN, provvedono essi stessi a suddividere in due parti la tensione della batteria, rendendo inutile il partitore di tensione.

La corrente di base di riposo a ciascuno dei transistor giunge con una sola resistenza, la R_1 , poichè le basi possono venir collegate insieme. In tal modo, però, manca la stabilizzazione termica; pur funzionando con una sola resistenza, e un solo condensatore, non è opportuno utilizzare lo stadio con una disposizione così semplice. Il principio però è quello indicato in figura.

La fig. 10.6 illustra come può venir modificato il circuito in modo che i due transistor risultino protetti contro la deriva termica. La R_1 è opportuno collegarla tra la bobina mobile e il condensatore elettrolitico C' , ed in serie con la resistenza R_2 , in modo da formare un partitore di tensione, nel quale la corrente varia con l'aumento della temperatura. Sono anche necessarie le due resistenze di emittore, sempre allo scopo di assicurare la stabilizzazione termica.



R_2, R_3, R_4 e R_5 PER LA STABILIZZ. TERMICA

Fig. 10.6. - Stadio finale a simmetria complementare con protezione per la deriva termica.

Essendo le due basi collegate insieme, e l'entrata una sola, non è più necessario che il segnale audio sia doppio, in opposizione di fase, quindi il trasformatore risulta superfluo. Potrebbe venir usato un trasformatore intertransistoriale, con un solo secondario, come se lo stadio finale funzionasse ad un solo transistor. Poichè però la tensione di base del transistor finale NPN corrisponde alla tensione neces-

saria al collettore del transistor amplificatore, in sostituzione del transistor pilota, è possibile il collegamento diretto tra l'uscita del transistor amplificatore e l'entrata dello stadio finale come in fig. 10.6.

Con questa ingegnosa disposizione circuitale e con la « simmetria complementare » tra i due transistor finali, uno PNP e l'altro NPN, risultano superflui ambedue i trasformatori, quello pilota e quello d'uscita.

I quattro tipi di stadio finale a due transistor.

RIASSUNTO.

I due transistor dello stadio finale degli amplificatori alimentati con batteria di pile a secco, possono venir collegati in quattro modi diversi. Essi sono indicati dalla fig. 10.7. Sono i seguenti:

- A) con trasformatore d'uscita provvisto di avvolgimento primario con presa al centro;
- B) con altoparlante provvisto di bobina mobile con presa al centro;
- C) con due batterie in serie;
- D) con transistor in serie e condensatore di accoppiamento C.

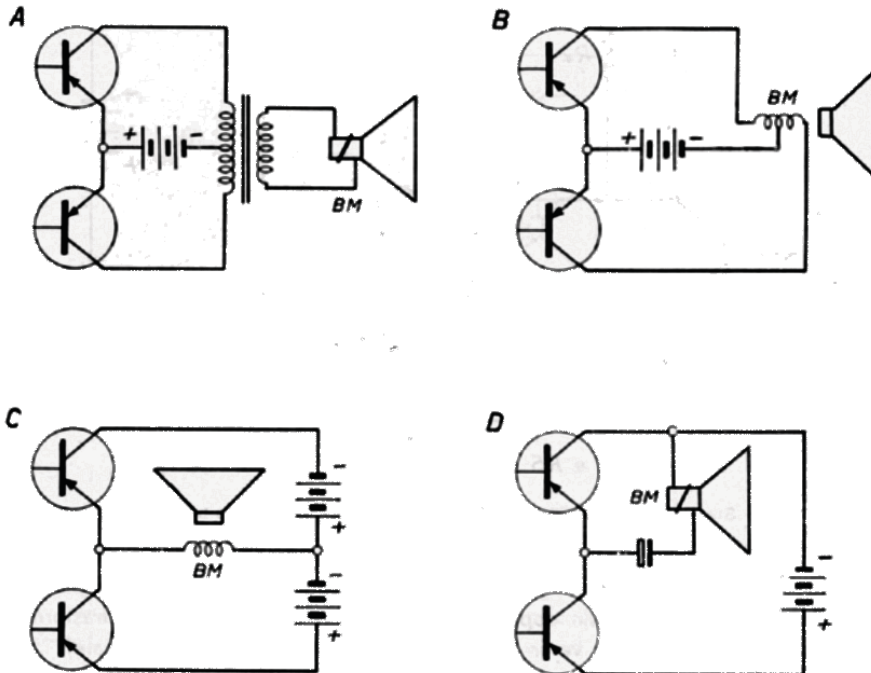


Fig. 10.7. - I quattro possibili circuiti finali in controfase.

Lo stadio di tipo A) è quello in controfase, usato anche per le valvole, e già descritto nel capitolo 8°. La batteria è inserita tra gli emittori dei due transistor e la presa del primario del trasformatore d'uscita. La bobina mobile dell'altoparlante è collegata all'avvolgimento secondario del trasformatore.

Lo stesso risultato si può ottenere provvedendo la bobina mobile di una presa, con il vantaggio di poter eliminare il trasformatore d'uscita. È questo il tipo B). Esso presenta lo svantaggio, relativamente modesto, di richiedere una bobina mobile ad impedenza più elevata. Mentre quella del tipo A) può avere un'impedenza bassa, da 3 a 8 ohm, quella del tipo B) deve essere di $65 + 65$ ohm o di $100 + 100$ ohm, in quanto sostituisce il carico dei transistor finali, ottenuto con l'avvolgimento primario del trasformatore d'uscita.

Invece di dividere in due parti la bobina mobile dell'altoparlante è possibile ottenere lo stesso risultato dividendo in due parti la batteria, ossia impiegando due batterie in serie al posto di una sola, come indicato in C). Occorre però disporre i due transistor in serie, con l'emittore del primo unito al collettore del secondo. La bobina mobile può essere di impedenza di valore medio, da 20 a 30 ohm.

Con i transistor in serie, come in C), si può eliminare la doppia batteria, e usarne una sola, ma occorre mettere un condensatore elettrolitico di capacità elevata (500 microfarad) in serie alla bobina mobile. Anche in questo caso è opportuno che essa sia ad impedenza media o alta. Si ottiene la disposizione indicata in D).

Amplificatori a transistor per fonovaligie.

Le fonovaligie a transistor sono molto diffuse data l'autonomia della rete-luce. Generalmente funzionano con amplificatore a quattro transistor, due dei quali nello stadio finale in controfase; in genere sono due OC72, due OC74 o due AC128. Con due OC72 la resa d'uscita è di 200 milliwatt, con due OC74 è di 400 milliwatt, con due AC128 è di 800 milliwatt. Maggiore è la resa d'uscita, maggiori sono le dimensioni e il peso delle fonovaligette, dato il maggior ingombro e peso della batteria di pile. Essa alimenta anche il motorino del giradischi.

Un esempio di amplificatore con resa d'uscita di 200 milliwatt, e perciò provvisto di stadio finale con due OC72, è quello di fig. 10.8. Un cavetto schermato collega il pick-up al cursore della resistenza variabile in funzione di controllo di volume, tramite la resistenza R_2 . Il primo transistor provvede all'amplificazione di tensione; è un OC71; alla sua entrata vi è il partitore di tensione formato dalle resistenze R_3 e R_4 . Il circuito è quello descritto nelle pagine precedenti.

Il secondo transistor è anch'esso un OC71; provvede al pilotaggio dello stadio finale; quest'ultimo comprende due OC72, con i due soliti trasformatori, d'entrata e d'uscita. Il divisore di tensione per i due transistor finali è formato da un lato dalla resistenza semifissa P_2 in serie con la fissa R_{11} , e dall'altro lato dalla resistenza R_{12} in parallelo con un termistore R_{10} . La semifissa P_2 va regolata all'atto della messa a punto dell'amplificatore, in modo che l'assorbimento di corrente dei due transistor finali sia quello stabilito.

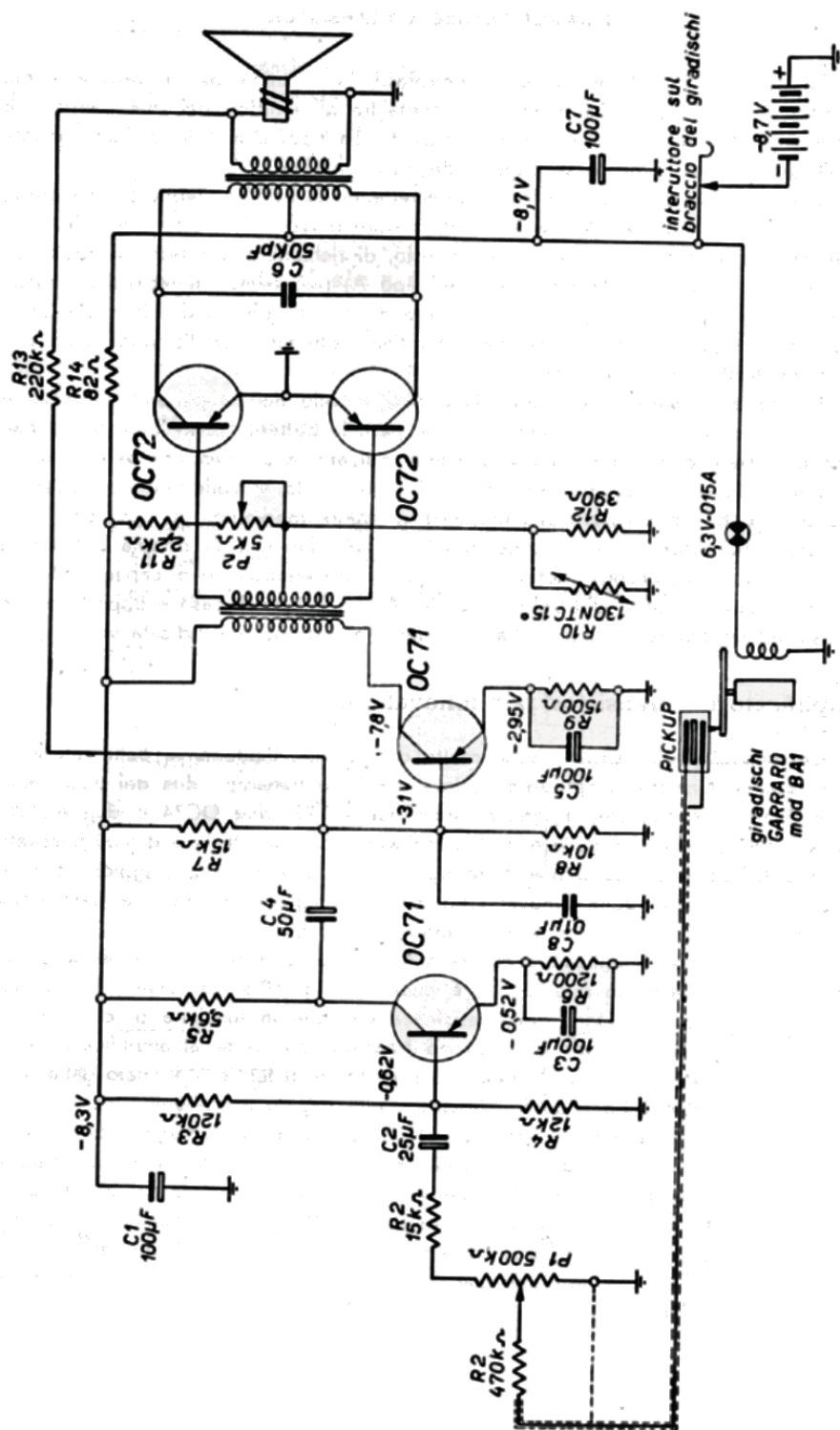


Fig. 10.8. - Schema di amplificatore a transistor, per fonovaligia.

Una tensione di controreazione è prelevata dal secondario del trasformatore d'uscita e applicata, tramite la resistenza fissa R_{13} , all'entrata del secondo transistor OC71. Consente di attenuare la distorsione.

Un altro esempio, simile al precedente, di amplificatore per fonovaligia a transistor, è quello di fig. 10.9. La diversità maggiore consiste nella presenza di un alimentatore funzionante in alternata, in grado di fornire la tensione negativa, di alimentazione dell'amplificatore, di 9 volt. Il deviatore batteria/alimentatore è comandato dalla stessa spina del cordone rete-luce.

Due rettificatori metallici provvedono al raddrizzamento della tensione alternata. Un condensatore elettrolitico di elevatissima capacità, 2000 microfarad, C_{10} , provvede all'iniziale livellamento della tensione raddrizzata.

L'amplificatore, rispetto al precedente, è provvisto di un controllo di livello (P_1) e di un controllo di tono (P_2).

FONOVALLIGIA A TRANSISTOR PHILIPS.

Le fonovaligie a transistor sono molto diffuse data la loro autonomia dalla rete-luce. Un esempio di fonovaligia a quattro transistor, funzionante con batteria di pile da 6 volt, durata di 30 ore circa, è la Philips mod. NG 3502 T. La fig. 10.10 ne riporta lo schema complessivo.

Come sempre, il primo transistor provvede alla preamplificazione; è un OC71. Il secondo provvede alla funzione di pilota; è un altro OC71. Gli altri due transistor sono collegati in coppia, in circuito controfase, e provvedono all'amplificazione finale; sono una coppia di OC74, selezionati in modo da avere caratteristiche molto simili, e poter funzionare in coppia. La resa d'uscita è di 500 milliwatt.

All'entrata vi sono i due controlli di volume (R_1) e di tono (R_2). Con le resistenze R_3 e R_4 è ottenuta la polarizzazione del primo transistor. La resistenza R_7 , nel circuito di emittore del transistor, ne stabilizza il funzionamento, con riferimento alle tensioni continue, specialmente al variare della temperatura di funzionamento del transistor stesso. Il condensatore C_5 in parallelo, consente di evitare perdite di amplificazione.

Il condensatore C_4 di 8 microfarad provvede all'accoppiamento con il secondo transistor, all'entrata del quale perviene anche la resistenza R_{13} in circuito a controreazione, per stabilizzare il funzionamento dello stadio finale.

La coppia dei due transistor finali è polarizzata nelle esatte condizioni di funzionamento, mediante un partitore costituito dalle tre resistenze R_{13} , R_{16} e R_{17} ; quest'ultima è semifissa, allo scopo di consentire il bilanciamento dei due transistor, per compensare eventuali differenze nelle loro caratteristiche.

All'uscita dello stadio finale, la resistenza R_{18} in serie con il condensatore C_8 , provvede ad eliminare frequenze di fruscio ed altre frequenze molto elevate, indesiderabili.

Nel circuito di alimentazione vi sono due filtri antiparassitari, necessari per eliminare i disturbi che potrebbero venir causati dal motorino a spazzole. Uno di

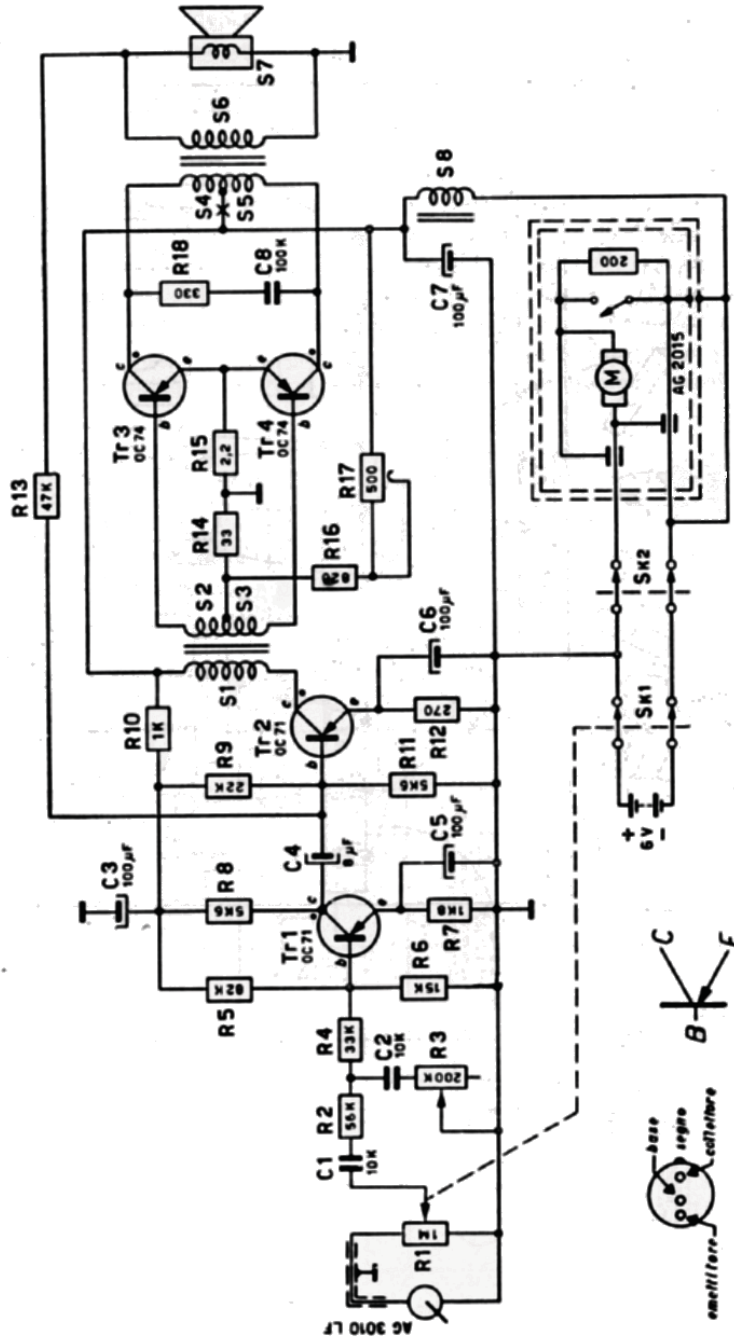


Fig. 10.10. - Schema di fonovaligia a transistor, Philips mod. NG. 3502 T.

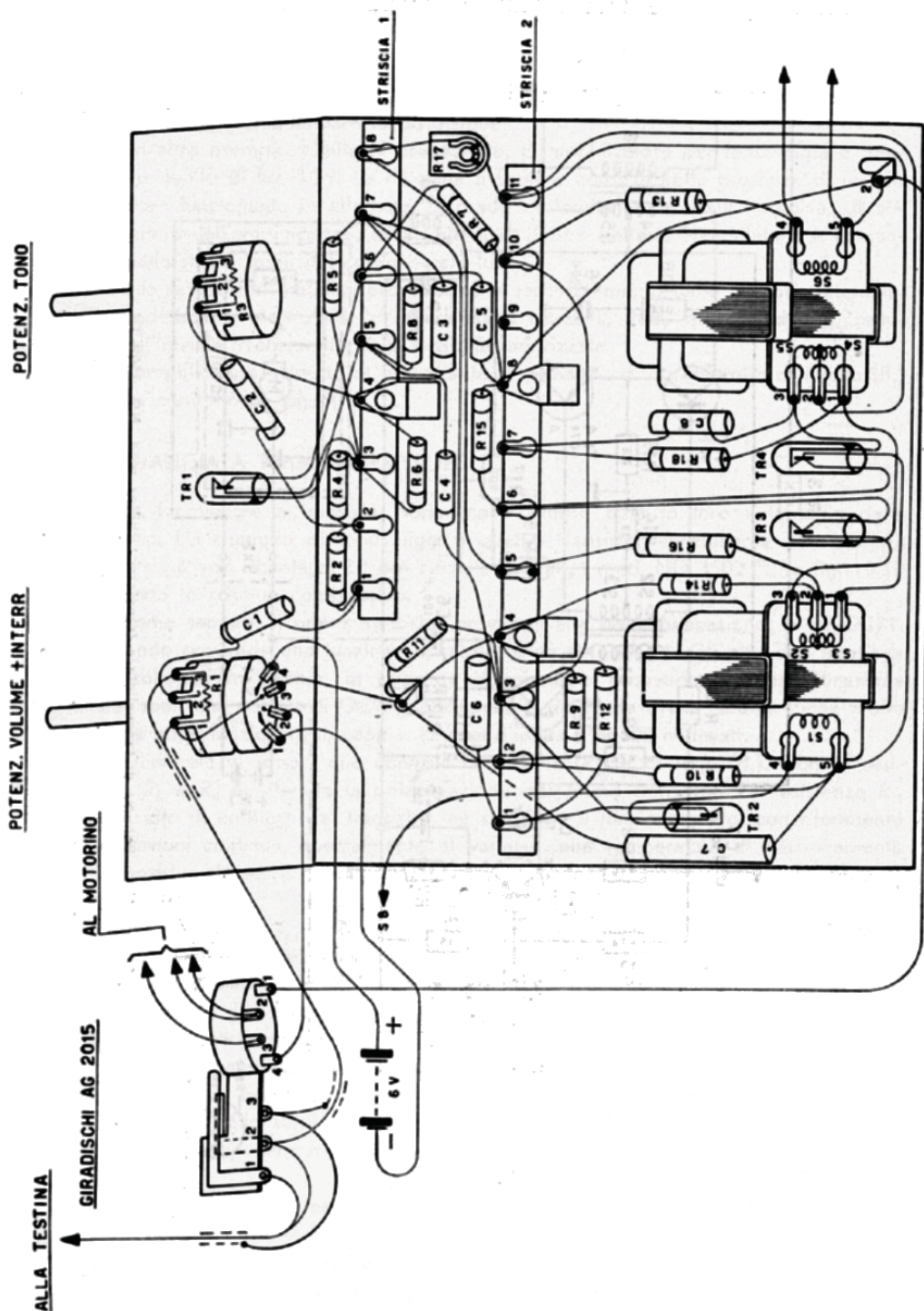


Fig. 10.11. - Posizione dei componenti dell'amplificatore a transistor, della fonovaligia Philips mod. NG. 3502 T.

essi è formato dall'impedenza S_8 e dal condensatore C_7 ; l'altro è formato dalla resistenza R_{10} e dal condensatore C_8 . Il motorino è fortemente schermato.

Qualora fosse necessario provvedere alla messa a punto dello stadio finale, procedere nel seguente modo:

Inserire un milliamperometro d. c. nel circuito di alimentazione di S_4 - S_5 , nel punto indicato con X nello schema di principio.

Disporre il cursore nella posizione di massima resistenza.

Applicare la tensione di alimentazione e regolare il potenziometro R_{17} sino ad avere una corrente di riposo dello stadio finale di $8 \div 10$ mA.

Poichè i transistor sono connessi in push-pull e le correnti del collettore dei due transistor devono essere uguali fra di loro entro certi limiti, è necessario, nel caso di difetto di un transistor, sostituirli entrambi con una coppia del tipo 2 OC74 selezionati. Dopo il montaggio dei due nuovi transistor, regolare nuovamente il valore del resistore R_{17} .

Amplificatore a transistor da 800 milliwatt, con due AC128.

Mentre con due OC72 si ottengono 200 milliwatt d'uscita e con due OC74 se ne ottengono 400, con due AC128 si ottiene la notevole resa d'uscita di 800 milliwatt. Tali indicazioni sono approssimative, dato che possono variare con la tensione della batteria di pile, e con la distorsione ammissibile.

Uno schema di amplificatore adatto per funzionare con due AC128 finali, in controfase con trasformatori d'entrata e d'uscita, è quello di fig. 10.12. I due primi

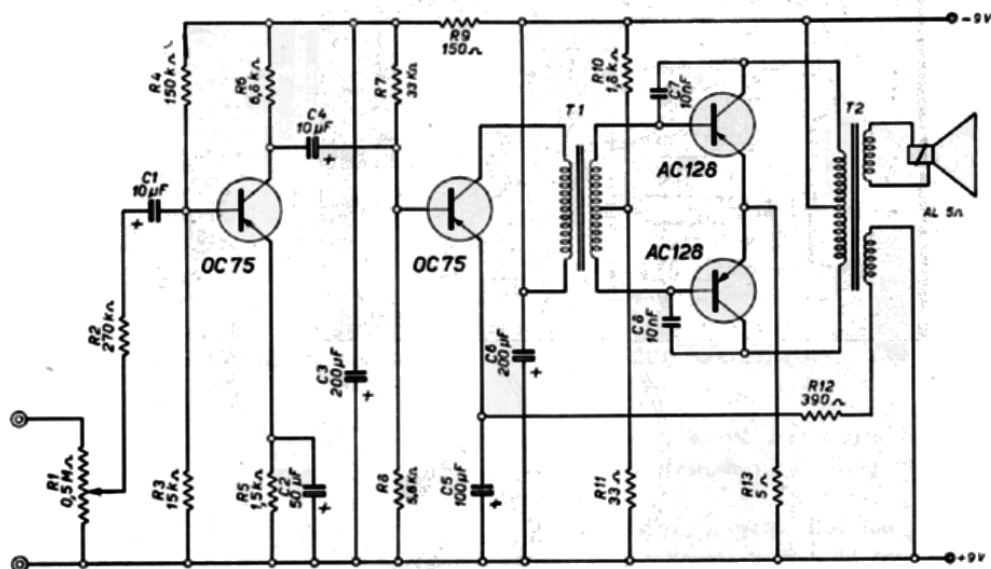


Fig. 10.12. - Amplificatore con stadio finale comprendente due AC128.

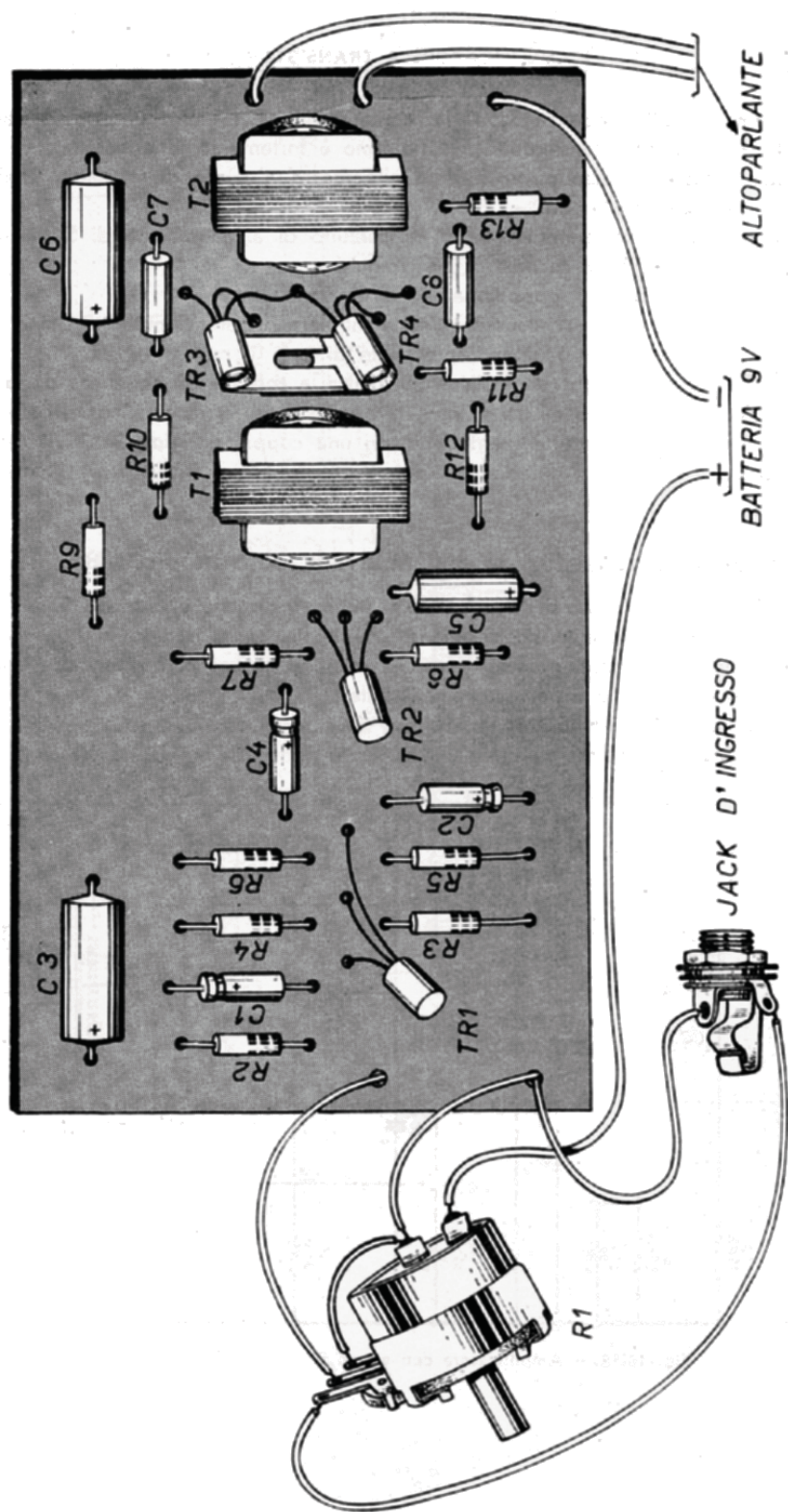


Fig. 10.13. - Disposizione dei componenti.

transistor sono due OC75; sono utilizzati nello stadio d'amplificazione di tensione e in quello pilota, senza alcuna particolarità degna di rilievo.

La disposizione dei componenti sopra il pannello può essere quella di fig. 10.13. I due transistor finali sono inseriti entro l'apposito radiatore termico (alette di raffreddamento), data l'elevata corrente di collettore. Tale corrente è, in assenza di segnale, di 16 milliampere circa.

Il divisore di tensione all'entrata dei transistor finali è formato dalle resistenze R_{10} e R_{11} ; se esse sono di valore sufficientemente preciso, non è necessaria nessuna resistenza semifissa, essendo molto diverso il valore delle due resistenze.

Il trasformatore d'entrata e quello d'uscita sono quelli adatti per una coppia di OC74 (GCC H/504 e GBC H/505); al trasformatore d'uscita sono state aggiunte alcune spire, come indica la fig. 10.14, per ottenere un avvolgimento per la contro-

TRASFORMATORE D'USCITA

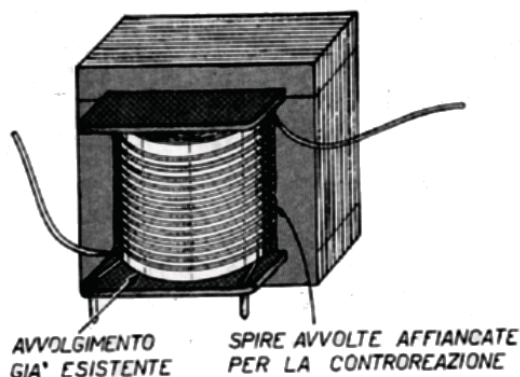


Fig. 10.14. - Trasformatore d'uscita.

reazione. È ottenuto con filo di rame smaltato di 0,2 mm; le spire possono variare da 30 a 50.

La batteria di alimentazione è da 9 volt; è necessario sia di capacità notevole.

Esempio di amplificatore a transistor, con due OC74, per sintonizzatore FM.

Un amplificatore con resa d'uscita di 400 milliwatt, adatto per buone riproduzioni sonore, con due OC74 nello stadio finale in controfase, è quello di fig. 10.15. Si presta bene per funzionare con sintonizzatore FM.

La batteria di pila da 9 volt è collegata con il negativo a massa. Dei due primi transistor, quello utilizzato per la pre-amplificazione è collegato in circuito con collettore comune, anziché con emittore comune, come generalmente avviene. L'am-

plificazione che ne risulta è minore, mentre la stabilità di funzionamento è maggiore, per cui questa disposizione circuitale è opportuna solo se il segnale audio all'entrata è di ampiezza elevata, come appunto lo è quello fornito da un sintonizzatore radio.

Il collettore del primo OC71 è collegato a massa; la resistenza di carico R_4 , di 10 kilohm, è inserita nel circuito di emittore. La base è a 4,7 volt, l'emittore è a 4,9 volt; queste tensioni si riferiscono alla massa.

All'entrata del primo transistor vi è il controllo di volume di tipo fisiologico, ottenuto con una resistenza provvista di una presa per la rete formata da R_1 e da C_2 in serie; essa consente il rinforzo dei toni bassi, a livelli ridotti di volume sonoro.

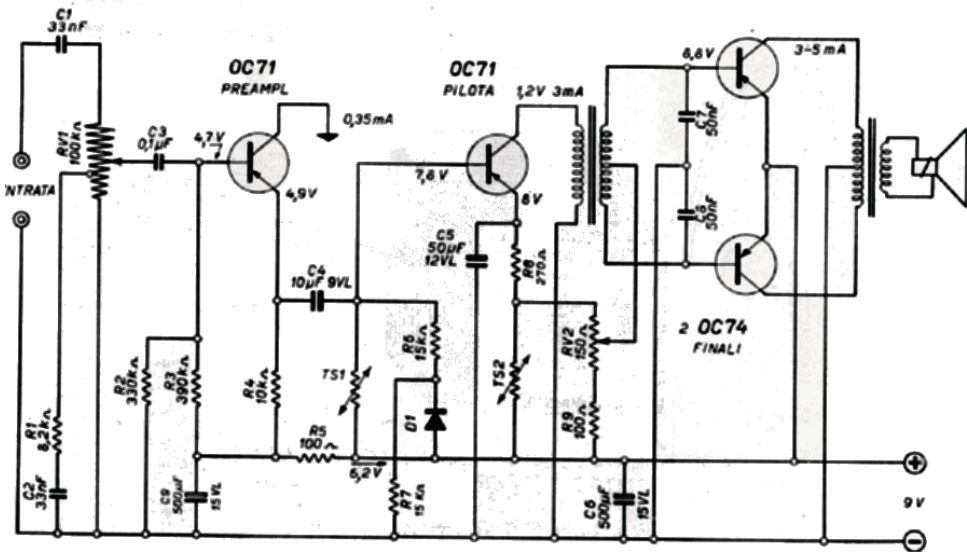


Fig. 10.15. - Stadio finale con due OC74, per sintonizzatore FM.

All'entrata del secondo transistor, in circuito con emittore comune, vi è un doppio divisore di tensione, per mantenere la polarizzazione di base indipendente dalle variazioni di tensione della batteria e di temperatura; un divisore è costituito dalla resistenza R_1 e dal diodo D_1 ; il secondo divisore è formato dalla resistenza R_6 e dal termistore TS_1 .

La tensione di polarizzazione per lo stadio finale è prelevata dal circuito di emittore del transistor pilota, tramite la resistenza semifissa RV_2 di 150 ohm, in serie con la fissa R_9 di 100 ohm, e in parallelo con un secondo termistore TS_2 .

I due condensatori C_7 e C_8 all'entrata dello stadio finale provvedono ad eliminare tutte le note stridenti e le frequenze troppo alte.

Esempio di amplificatore con stadio finale del tipo « single ended ».

La fig. 10.16 illustra schematicamente un amplificatore con due OC74 nello stadio finale, disposti in circuito « single ended », in modo da poter fare a meno del trasformatore d'uscita. Il principio di funzionamento è quello di fig. 10.5.

La batteria da 6 volt è collegata con il negativo a massa. È in parallelo con un condensatore elettrolitico di elevatissima capacità, C_8 di 1500 microfarad, 8 VL; il quale ha lo scopo di evitare ogni minima variazione di tensione al variare della corrente assorbita.

All'entrata del primo transistor vi è il divisore di tensione formato dalle resistenze R_2 e R_3 . Nel circuito di emittore, al posto della solita resistenza fissa ve ne sono due, R_4 e R_5 ; la resistenza in più è la R_4 , fuori dall'azione livellatrice dell'elettrolitico C_6 . Con tale resistenza è ottenuta una minima controeazione, sufficiente però per eliminare parte della distorsione introdotta dal transistor.

La resistenza di carico del primo transistor R_{L1} di 4,6 kilohm è a massa, dato il collegamento della batteria di pile. Il divisore di tensione all'entrata del secondo transistor è formato da R_7 e R_8 .

Il trasformatore pilota ha i due secondari separati; ciascuno di essi è in parallelo con il proprio divisore di tensione. I due transistor finali sono in serie, il collet-

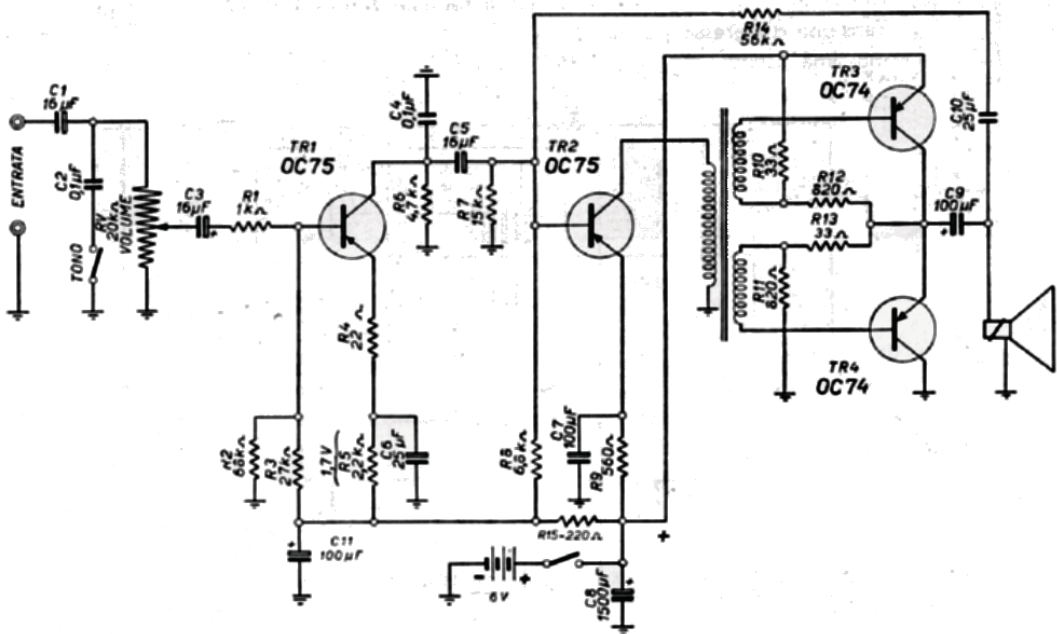


Fig. 10.16. - Amplificatore di tipo « single ended », con OC74.

tore di uno è unito all'emittore dell'altro. Il circuito di controreazione è formato da C_{10} e da R_{14} .

L'altoparlante da 0,5 watt ha la bobina mobile ad impedenza di 8 o 15 ohm, per evitare perdite di frequenze basse, dato che si trova in serie con il condensatore C_{11} di 100 microfarad, 6 VL. La resa di uscita è di 400 milliwatt.

Esempio d'amplificatore con due AC128 in stadio finale « single ended ».

La fig. 10.17 riporta lo schema di un amplificatore a quattro transistor, con due AC128 montati in push-pull, in circuito « single ended ».

Sono collegati in serie per ciò che riguarda l'alimentazione; ricevono sulle basi due segnali distinti ed opposti di fase grazie al trasformatore pilota a due secondari; e l'uscita è prelevata dal punto intermedio di collegamento dei due transistor, tramite il condensatore C_7 da 400 μ F. Tale capacità consente buone riproduzioni di frequenze basse, anche con altoparlante di 8 ohm d'impedenza.

Le caratteristiche sono le seguenti:

Potenza massima	oltre un W
Distorsione	3 % massima
Risposta in frequenza . . .	lineare da 100 a 8000 Hz entro 3 dB
Consumo	12 mA a segnale zero - 170 mA a piena pot.
Tensione d'ingresso per la massima uscita	350 mV eff.

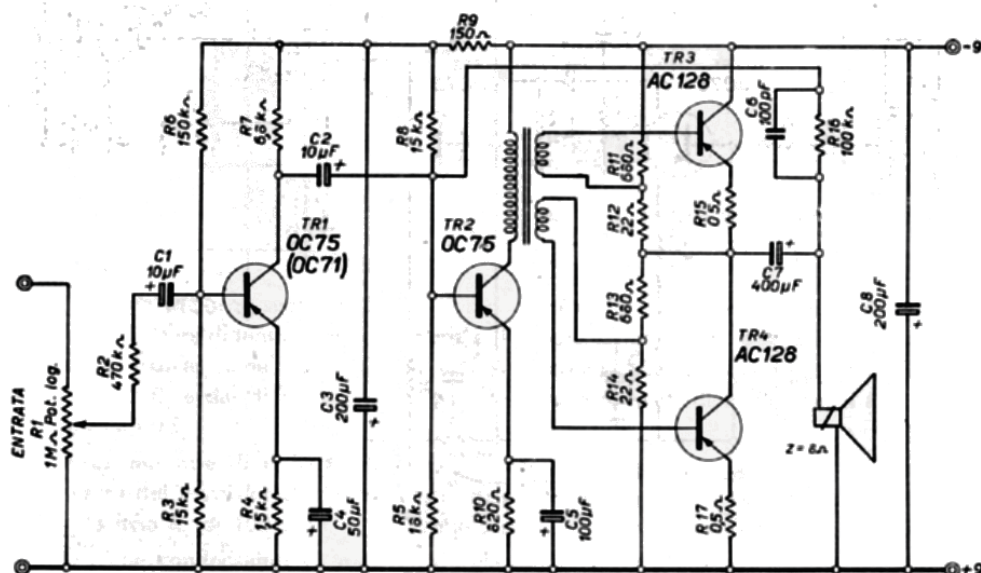


Fig. 10.17. - Amplificatore « single ended », con AC128.

Se si elimina la resistenza R_2 , adattatrice d'impedenza, la tensione d'ingresso richiesta per raggiungere la potenza d'uscita di un watt scende a 340 mV.

Le resistenze d'emettitore dei transistor finali sono da 0,5 ohm ed ognuna è formata da circa due cm di filo nichel-cromo da 0,2 avvolto su una resistenza da un quarto di watt, di alto valore ohmico.

In fig. 10.18 è illustrato il piano di cablaggio su basetta isolante: osservare la razionale disposizione dei componenti che rende il montaggio chiaro e pulito.

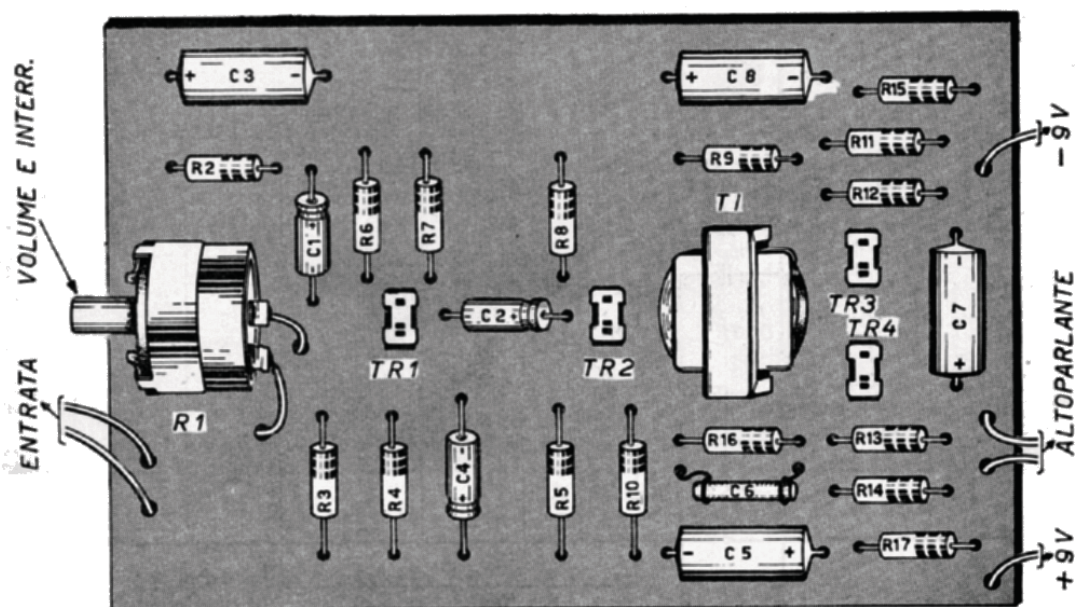


Fig. 10.18. - Piano di cablaggio.

I transistor non sono rappresentati poichè è stato previsto l'impiego di zoccoli portatransistor, ben visibili in figura.

I due AC128 finali sono montati con le apposite alette di raffreddamento tipo 56200 Philips.

Sulla parte retrostante della basetta vi sono tutti i collegamenti in circuito stampato.

Esempio di amplificatore senza trasformatori d'entrata e d'uscita.

Coi transistor complementari AC127 (NPN) e AC132 (PNP) può essere realizzato un amplificatore senza alcun trasformatore; oltre a far a meno di quello d'uscita, fa a meno anche di quello di entrata.

La disposizione simmetrica dei due transistor richiede un'unica entrata comune e quindi è possibile riunire insieme le due basi le quali richiedono valori tali di polarizzazione da rendere possibile il loro collegamento diretto al collettore del transistor pilota, come indicato dalla fig. 10.6.

Lo schema di un amplificatore di questo tipo è quello di fig. 10.19.

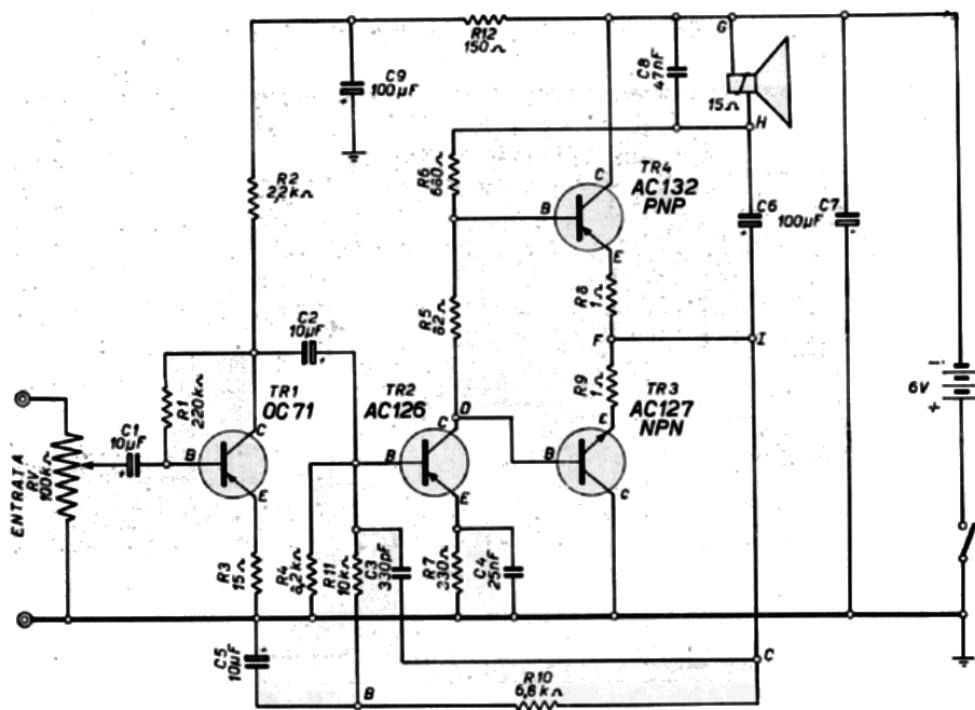


Fig. 10.19. - Amplificatore con stadio finale a simmetria complementare.

Le resistenze R_8 e R_9 , necessarie per la stabilità termica, sono da un ohm e possono essere autoconstruite con filo per resistenze avvolto a spirale.

Il transistor pilota è AC126; può essere sostituito con AC125, essendo ambedue bene adatti a tale ruolo.

L'altoparlante è da 15 ohm ed è collegato tramite un condensatore elettrolitico da 100 μ F (C_6) all'uscita (punto F).

Dallo stesso punto parte una rete di resistenze e condensatori che, oltre a fissare il giusto valore di polarizzazione per l'AC126, esercita una certa azione di controreazione.

La fig. 10.20 mostra la disposizione dei componenti sulla basetta di montaggio e, con linee tratteggiate, i relativi collegamenti retrostanti.

La potenza d'uscita è di circa 250 mW col 10 % di distensione, ed un segnale in entrata di 10 mW circa.

Eliminato il primo stadio di amplificazione col transistor OC71, la potenza di uscita scende da 250 a 150 milliwatt.

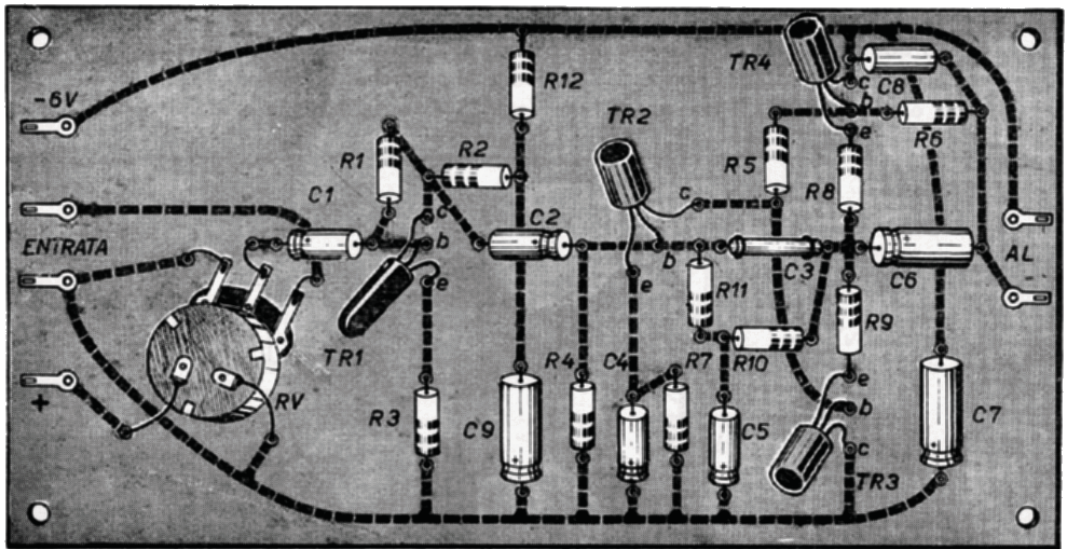


Fig. 10.20. - Disposizione dei componenti.

Amplificatori con transistor finale di potenza.

Un solo transistor di potenza, come ad es. l'OC26, può consentire una resa d'uscita assai elevata, di ben 4 watt, dieci volte superiore a quella di uno stadio con due transistor OC74; esso richiede però una corrente di alimentazione adeguatamente maggiore, ottenibile solo con accumulatore da auto, da 6 o 12 volt. Con alimentazione a 6 volt, l'OC26 assorbe 1,8 ampere, con 12 volt assorbe 0,72 ampere. Può venir adoperato con un apposito alimentatore collegato alla rete-luce; questo sistema di alimentazione non è però raccomandato, in quanto bastano minime tracce di tensione alternata per guastare o rovinare i transistor. Per prove, ed anche per funzionamento limitato, l'alimentazione può venir effettuata con pile a secco, utilizzando 8 elementi da 1,5 volt, del tipo a torcia, particolarmente se del tipo a manganese Mallory Mn-1300.

Lo stadio ad un solo transistor di potenza è poco utilizzato in pratica anche perchè la riproduzione sonora non è pari a quella ottenibile con due transistor in controfase. Gli amplificatori con transistor finale di potenza sono in molti casi utili, specie per installazioni su autoveicoli.

AMPLIFICATORE A DUE TRANSISTOR CON UN OC26 FINALE.

La fig. 10.21 illustra schematicamente un semplice amplificatore in grado di fornire una resa d'uscita di 2 watt, utilizzando un altoparlante di 3 watt, con bobina mobile di 24 ohm d'impedenza. I componenti dell'amplificazione sono pochissimi, ma ciò non deve far credere che si tratti di realizzazione facile e poco costosa, poichè l'altoparlante deve essere adatto per lo stadio finale con l'OC26, in quanto la sua bobina mobile ne costituisce il carico; essa deve poter sopportare una corrente di 1,5 ampere, per non riscaldarsi, ed anche perchè le resistenze indicate devono essere precise. Si può notare che l'amplificatore indicato fa a meno di qual-

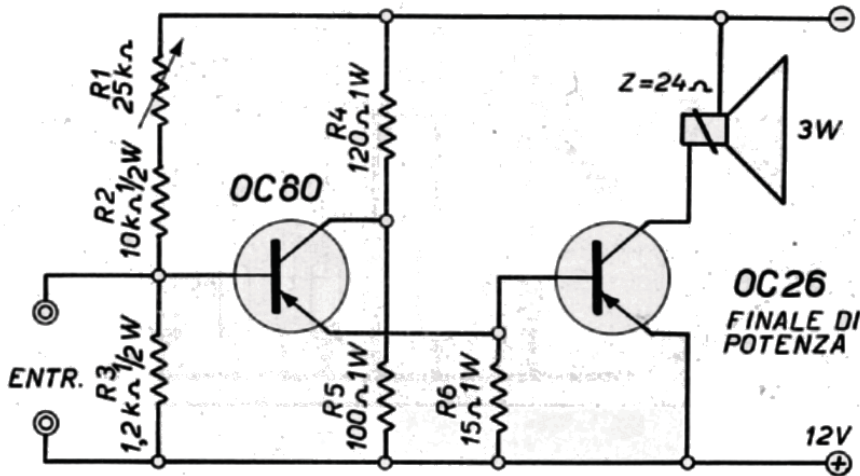


Fig. 10.21. - Amplificatore con transistor di potenza.

siasi condensatore, essendo tutti i componenti ridotti a 5 resistenze fisse ed una semifissa. Se dovesse funzionare con pile a secco, sarebbe però opportuno collegare un condensatore elettrolitico di 100 microfarad, da 15 VL, tra i due poli della batteria.

Mentre è necessario provvedere di alette di raffreddamento i transistor di piccola potenza, affinchè non si riscaldino, esse risulteranno superflue per i transistor di potenza, poichè possono funzionare alla temperatura di 100°C, per 200 ore, senza deteriorarsi. Generalmente i transistor di potenza vengono fatti funzionare a regime ridotto, per cui possono fare a meno delle alette; utilizzati a piena potenza devono invece venir provvisti di radiatori adeguati.

AMPLIFICATORE A TRE TRANSISTOR CON OC26 FINALE DA UN WATT.

Con un OC26 finale di potenza funziona l'amplificatore di cui la fig. 10.22 riporta lo schema elettrico; esso possiede le seguenti caratteristiche principali:

L'AMPLIFICATORE A TRANSISTOR

Potenza massima 2 W
 Distorsione armonica . . 3,5 % a 1 W d'uscita
 Tensione d'ingresso per la
 massima uscita 100 mV
 Consumo 250 mA a 12 V

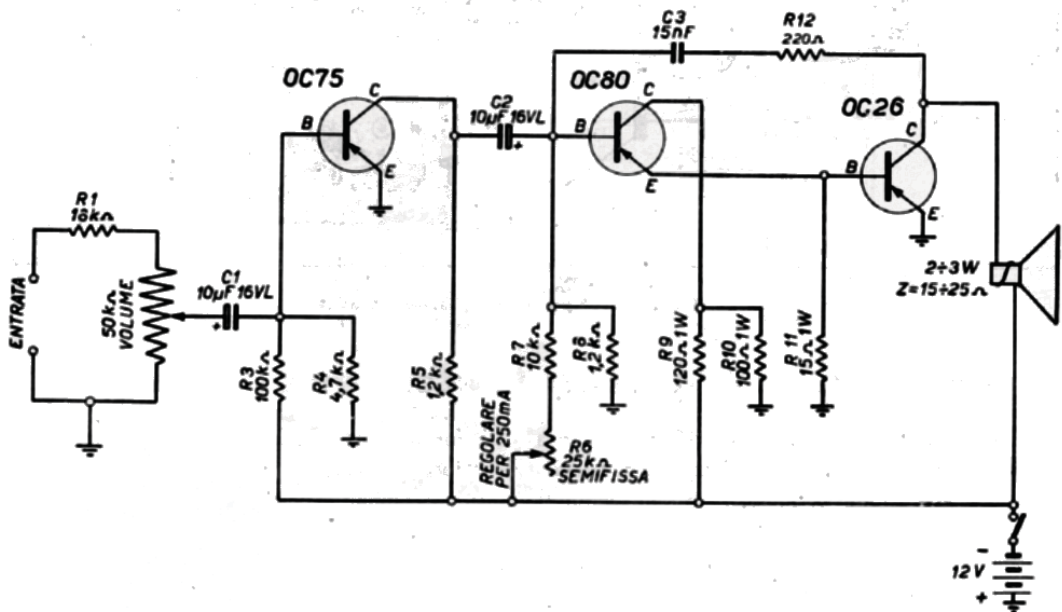


Fig. 10.22. - Transistor di potenza OC26 in stadio finale da 1 watt.

Nel partitore di base dell'OC80 è inserita una resistenza semifissa da 25 chilo-ohm da regolare in sede di messa a punto per un assorbimento totale dell'amplificatore di circa 250 mA di corrente a 12 V di tensione di alimentazione.

L'altoparlante deve avere un'impedenza di valore compreso tra 15 e 25 ohm: il valore migliore è però quello di 24 ohm. Esso deve essere da 3 o più watt.

In fig. 10.23 è rappresentato lo schema pratico di questo amplificatore, realizzato col sistema di collegamento da punto a punto, che si avvale di linguette di massa fissate ad una basetta isolante, quali punti di ancoraggio.

Può risultare utile in alcuni casi, seppure non sia indispensabile, montare il transistor finale a contatto di un supporto metallico, quale radiatore di calore.

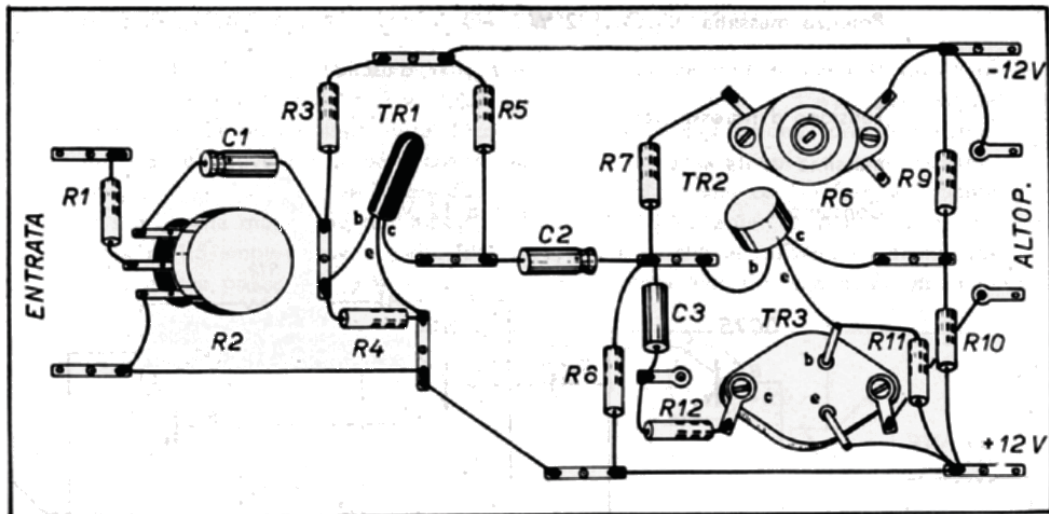


Fig. 10.23. – Esempio di realizzazione pratica.

AMPLIFICATORE A QUATTRO TRANSISTOR CON OC26 FINALE DA 2 WATT.

L'amplificatore di fig. 10.24 è in grado di fornire una buona potenza d'uscita, di circa 2 watt. È provvisto di un circuito limitatore di corrente; esso fa variare la polarizzazione e quindi l'amplificazione dello stadio finale, al variare dell'ampiezza del segnale in entrata.

A tale scopo è prelevata una parte della tensione audio dal punto di unione del condensatore C_6 con la resistenza R_{10} ; raddrizzata dal diodo OA70 e livellata dal condensatore C_8 , essa determina la polarizzazione e quindi il punto di lavoro del transistor OC71.

Poichè tale transistor è accoppiato *direttamente* all'OC72 che segue, e questo al finale OC26, la variazione di polarizzazione di base dell'OC71 determina una analoga variazione della corrente di riposo dell'OC26, e precisamente nel senso che maggiore è il segnale raddrizzato da OA70, più grande è l'amplificazione ottenibile all'uscita dell'OC26.

L'altoparlante è inserito tra emettitore e massa; la sua impedenza è di 2,5 ohm. Le sue dimensioni debbono essere adeguate alla massima potenza prevista di 2 watt circa.

Alla base del secondo OC71 sono collegate le due resistenze (R_3 e R_7) che determinano il punto base di polarizzazione; i valori di tali resistenze vanno ricercati sperimentalmente, potendo variare per entrambe entro una gamma che va da 100 a 150 chiloohm.

All'ingresso vi è un controllo volume particolare. È formato da un potenziometro a

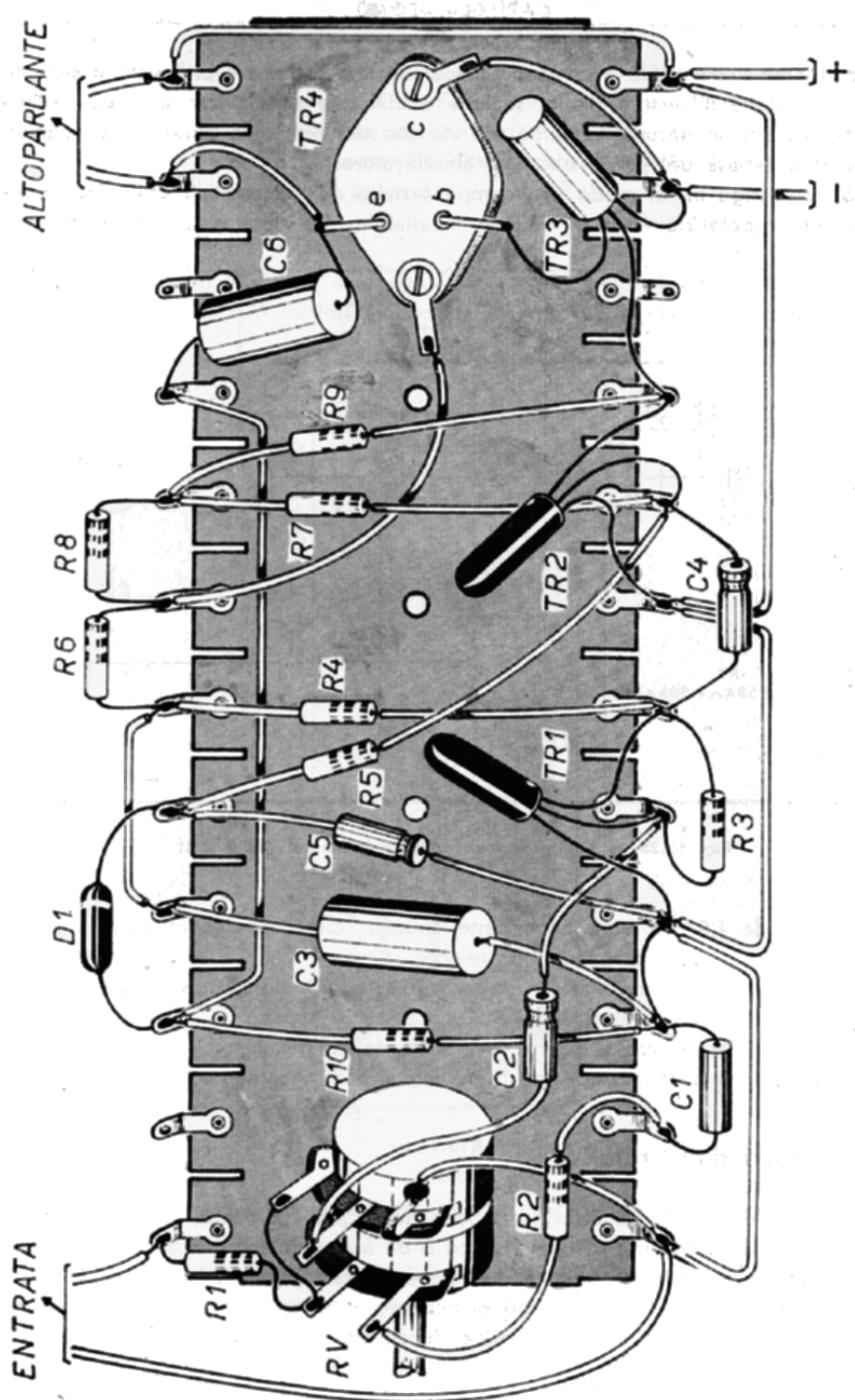


Fig. 10.24. - Componenti e collegamenti.

metro doppio, logaritmico a comando unico: da una sezione è prelevato il segnale d'entrata tramite il cursore; l'altra sezione è utilizzata per inviare a massa le frequenze più alte in misura crescente via via che diminuisce la porzione di segnale applicata alla base del primo transistor amplificatore.

Si raggiunge in tal modo una compensazione all'attenuazione delle frequenze basse che il potenziometro di volume inevitabilmente determina. L'alimentazione

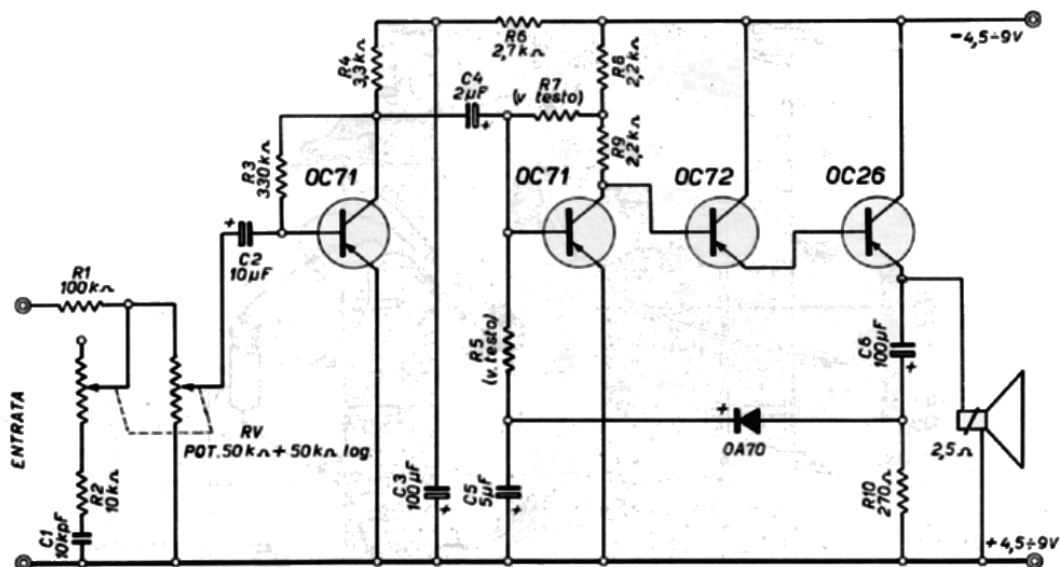


Fig. 10.25. - Amplificatore a quattro transistor, da 2 watt.

può variare da 4,5 a 9 volt; è evidente, tuttavia, che con alimentazione inferiore ai 9 V si otterrà una potenza d'uscita minore.

L'assorbimento di corrente a segnale zero si aggira sui 50 mA, e tale consumo si raggiunge variando i valori di R_6 e R_7 come detto sopra.

La fig. 10.24 mostra il piano costruttivo dell'amplificatore, realizzato su una striscia di cartone bachelizzato, munita di linguette di ancoraggio sui due lati.

Alimentatori dalla rete-luce.

Gli amplificatori a transistor sono bene adatti per l'alimentazione con corrente continua fornita da batteria di pile a secco o da accumulatori; non si prestano bene per l'alimentazione con tensione raddrizzata e livellata proveniente da quella alternata della rete-luce; alcuni costruttori di apparecchi a transistor sconsigliano persino l'uso di strumenti di collaudo e taratura, funzionanti con tensione della rete-luce,

nel timore che tramite tali strumenti, qualche traccia di tensione alternata possa giungere all'entrata dei transistor. È però senz'altro possibile ottenere la necessaria corrente continua di alimentazione anche tramite un alimentatore, completamente priva di tracce di tensione alternata; ciò riesce particolarmente utile se l'amplificatore è provvisto di transistor di potenza.

SEMPLICE ALIMENTATORE.

La figura 10.26 illustra la disposizione dei componenti di un piccolo alimentatore, molto semplice. Un trasformatore da lumino, molto economico, consente di

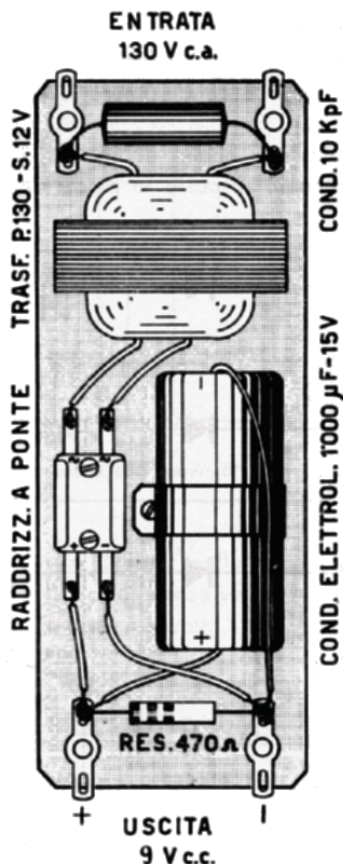


Fig. 10.26. - Semplicissimo alimentatore dalla rete-luce con trasformatore da lumino.

ottenere la riduzione della tensione della rete-luce; se il secondario non fornisce la tensione adeguata, è facile rifarlo. Il secondario è uno solo e fornisce 12 volt; tale tensione alternata è applicata ad un rettificatore a selenio a quattro elementi

a ponte, da 15 volt e 100 mA. La tensione raddrizzata viene livellata con un condensatore elettrolitico di capacità molto elevata, quella di 1000 microfarad, a 15 VL. La resistenza di carico di 470 ohm, mezzo watt, deve essere sempre collegata; forma il carico di uscita dell'alimentatore. Con altri componenti si può ottenere una corrente continua più intensa.

SCHEMI DI ALIMENTATORI PER AMPLIFICATORI A TRANSISTOR.

Uno schema molto semplice di alimentatore è quello di fig. 10.27. Differisce dal precedente per il trasformatore di tensione provvisto di secondario con presa al centro; con esso si possono utilizzare rettificatori a selenio a due soli elementi, anziché a quattro. La tensione continua disponibile dipende dalla tensione fornita dal secondario del trasformatore. Il condensatore C_2 può essere di capacità maggiore, sino a 1000 microfarad.

Uno schema più complesso è quello di fig. 10.27. Il principio è quello dell'alimentatore precedente; è però disposto in modo da ottenere due uscite a ten-

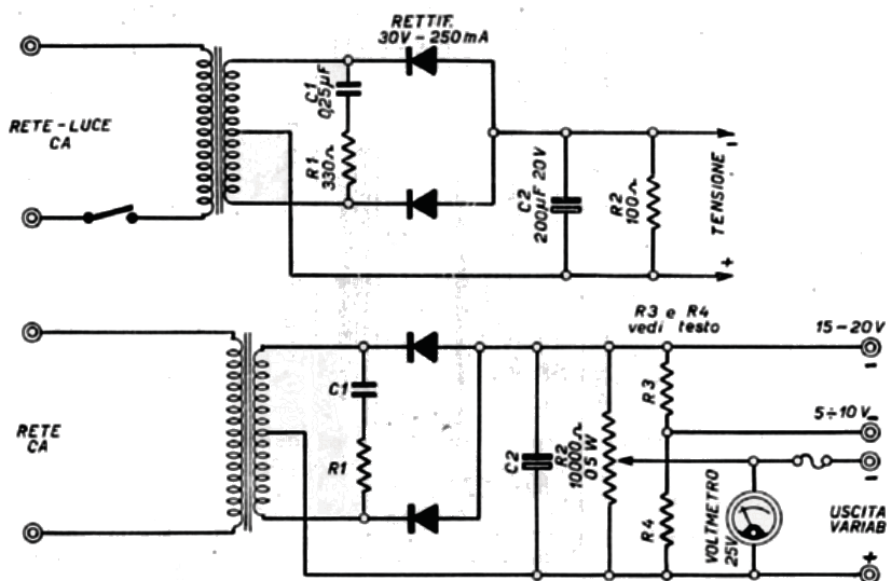


Fig. 10.27. - Alimentatore con due uscite fisse e una variabile.

sione fissa, ed una uscita a tensione variabile. Il divisore di tensione formato da R_3 e R_4 costituisce anche il carico dell'uscita a tensione maggiore, quella da 15 a 20 volt. Il valore delle due resistenze in serie deve essere di circa 390 ohm. Sono da mezzo watt.

ALIMENTATORE CON TRANSISTOR LIVELLATORE.

È molto opportuno provvedere l'alimentatore a bassa tensione di un transistor, in funzione di livellatore; è però necessario che il transistor possa consentire il passaggio della corrente richiesta; con un OC71 si possono ottenere 5 milliampere, con un OC72 si ottengono 10 mA a 9 V, con un OC74 35 mA a 9 V, ecc. Per ottenere intensità di corrente adatte per un amplificatore è necessario utilizzare un transistor di potenza: un OC26 può fornire 1 ampere a 9 volt. In ogni caso occorre un adatto trasformatore di tensione.

La fig. 10.28 indica un alimentatore simile ai due precedenti provvisto di un transistor di potenza in funzione di livellatore. È preceduto e seguito da due condensatori elettrolitici da 1000 microfarad, a 15 volt lavoro. La tensione leggermente

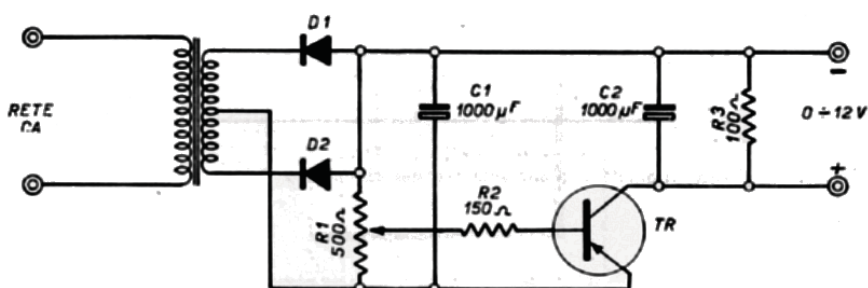


Fig. 10.28. - Alimentatore con transistor in funzione di livellatore.

ondulata applicata al suo ingresso, è resa esattamente continua alla sua uscita. Con una resa di uscita di 0,5 ampere, la resistenza variabile R_1 da 500 ohm, è da 2 watt, mentre le resistenze R_2 e R_3 sono da 10 watt. Il transistor OC26 può venir sostituito da altro simile, ad es. dal 2N256.

ALIMENTATORE GRUNDIG PER OCEAN-BOY 202.

La fig. 10.29 riporta lo schema originale dell'alimentatore dalla rete-luce, a 9 volt, da utilizzare in sostituzione di 6 pile da 1,5 volt, del tipo a torcia, inserito nel complesso radio-fono mod. Ocean-Boy 202 della Grundig. Tale complesso funziona con due transistor di media potenza TF 78, nello stadio finale in controfase; un altro transistor dello stesso tipo TF 78 è utilizzato nell'alimentatore.

Il principio è quello dell'alimentatore precedente; è ad una sola tensione fissa, quella di 9 volt, quindi non è provvisto di resistenza variabile. È invece provvisto di un diodo zener per la stabilizzazione della tensione.

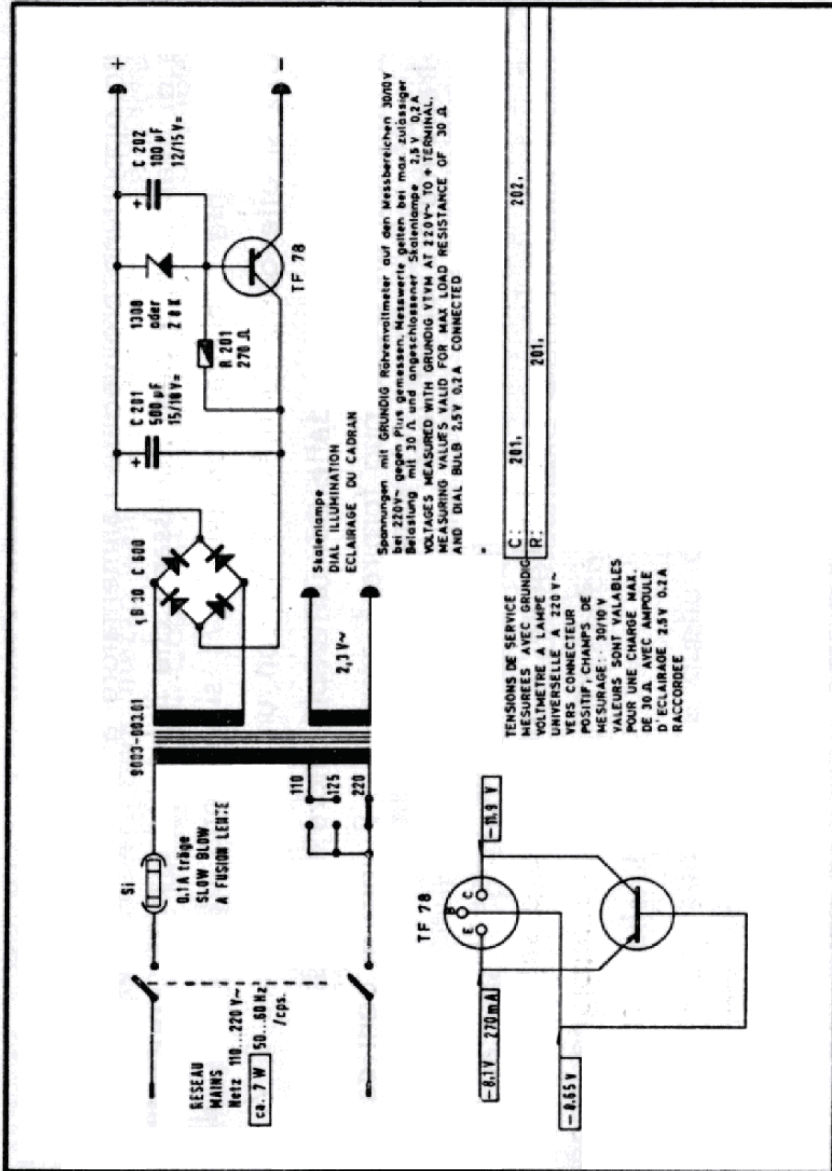


Fig. 10.29. - Schema originale dell'alimentatore del complesso Ocean-Boy 202 della Grundig.