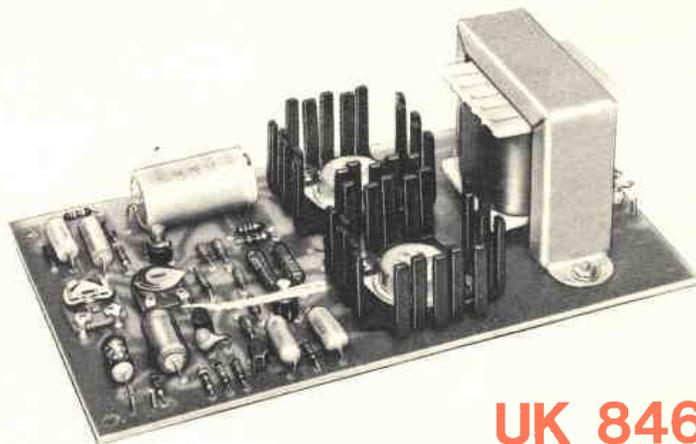




scatole
di
montaggio



UK 846

AMPLIFICATORE DI MODULAZIONE SOLID STATE

Si tratta di un elemento premontato destinato ad essere inserito sia nel campo della radiotrasmissione a modulazione di ampiezza che nel campo dell'amplificazione ad alta fedeltà. Le sue caratteristiche di potenza, di larghezza di banda, di minima distorsione lo rendono un accessorio di prim'ordine, dalle prestazioni veramente professionali. L'amplificazione di potenza mediante transistori complementari rende inutile l'uso dei trasformatori di accoppiamento tra gli stadi.

Solo un autotrasformatore all'uscita provvede ad adattare l'impedenza di uscita dell'amplificatore a quella molto più alta richiesta nell'uso come modulatore. La potenza massima di dodici watt permette l'uso con trasmettitori anche di notevole potenza.

L'ingresso richiede un livello non eccessivo di tensione e presenta un'impedenza piuttosto alta. L'uscita può direttamente alimentare uno o più altoparlanti d'impedenza complessiva di 8Ω se usato come amplificatore di bassa frequenza. Accorgimenti tecnici particolari sono adottati per ridurre al minimo ogni forma di distorsione, compresa quella di cross-over. Tutto il complesso, compresi i transistori di potenza, è montato su un unico circuito stampato in vetronite, e non necessita di altri collegamenti esterni che non siano l'alimentazione, lo ingresso e l'utilizzazione.

CARATTERISTICHE TECNICHE

Corrente assorbita a riposo:	25 mA
Tensione di alimentazione:	30 Vc.c.
Corrente assorbita a pieno carico (12 W modulazione 1 kHz):	500 mA
Impedenza di uscita senza trasformatore:	8Ω
Impedenze possibili con trasformatore:	1.000, 5.000, 15.000 Ω
Impedenza d'ingresso:	100 k Ω
Risposta di frequenza ad 1 dB con 10 W di potenza di uscita:	50 Hz ÷ 100 kHz
Distorsione ad 1 kHz:	per 12 W uscita 6% per 10 W uscita 2% per 5 W uscita 1%
Distorsione a 10 kHz:	per 10 W uscita 2% per 5 W uscita 1,5%
(Misure riferite all'amplificatore senza trasformatore di adattamento):	
Transistori impiegati:	1-BC157, 1-BC147, 1-BC177B, 1-BC107B, 2-BD142
Diodi impiegati:	5-BA148, 1-zener BZY88C20



Questo amplificatore di potenza a B.F. allo stato solido, è stato concepito per essere usato in varie applicazioni. In genere deve entrare a far parte di complessi più elaborati, come apparecchi trasmettenti, amplificatori ad alta fedeltà ecc. Questa è la ragione per cui di questo kit non

fa parte il contenitore previsto di solito quando il complesso da costruire è completo ed autosufficiente.

La costruzione compatta del circuito, eseguita tenendo ben presente le esigenze del minimo ingombro, presenta al costruttore un elemento modulare perfettamente efficiente, progettato per una resa ottima sia dal punto di vista della banda passante che della distorsione, che si può inserire nel montaggio riservando la fatica di progettazione a parti più importanti e di maggior soddisfazione didattica.

Come si vede dal titolo, questo amplificatore è stato progettato per un duplice uso. Può servire come un normale amplificatore di potenza ad alta fedeltà sia monofonico che stereo oppure come modulatore di stadi amplificatori di alta frequenza di trasmettitori radio.

AMPLIFICATORE A BASSA FREQUENZA

Per rendere possibile l'uso di questo amplificatore in questa applicazione bisogna provvedere alle seguenti modifiche od aggiunte.

Il trasformatore di uscita deve essere scollegato ed all'uscita dell'amplificatore deve essere connesso in sua vece un altoparlante od un complesso di altoparlanti che presenti una impedenza globale di 8Ω .

All'ingresso bisogna fornire un segnale abbastanza potente, ossia, per la massima resa in potenza, un segnale capace di sviluppare una tensione di 70

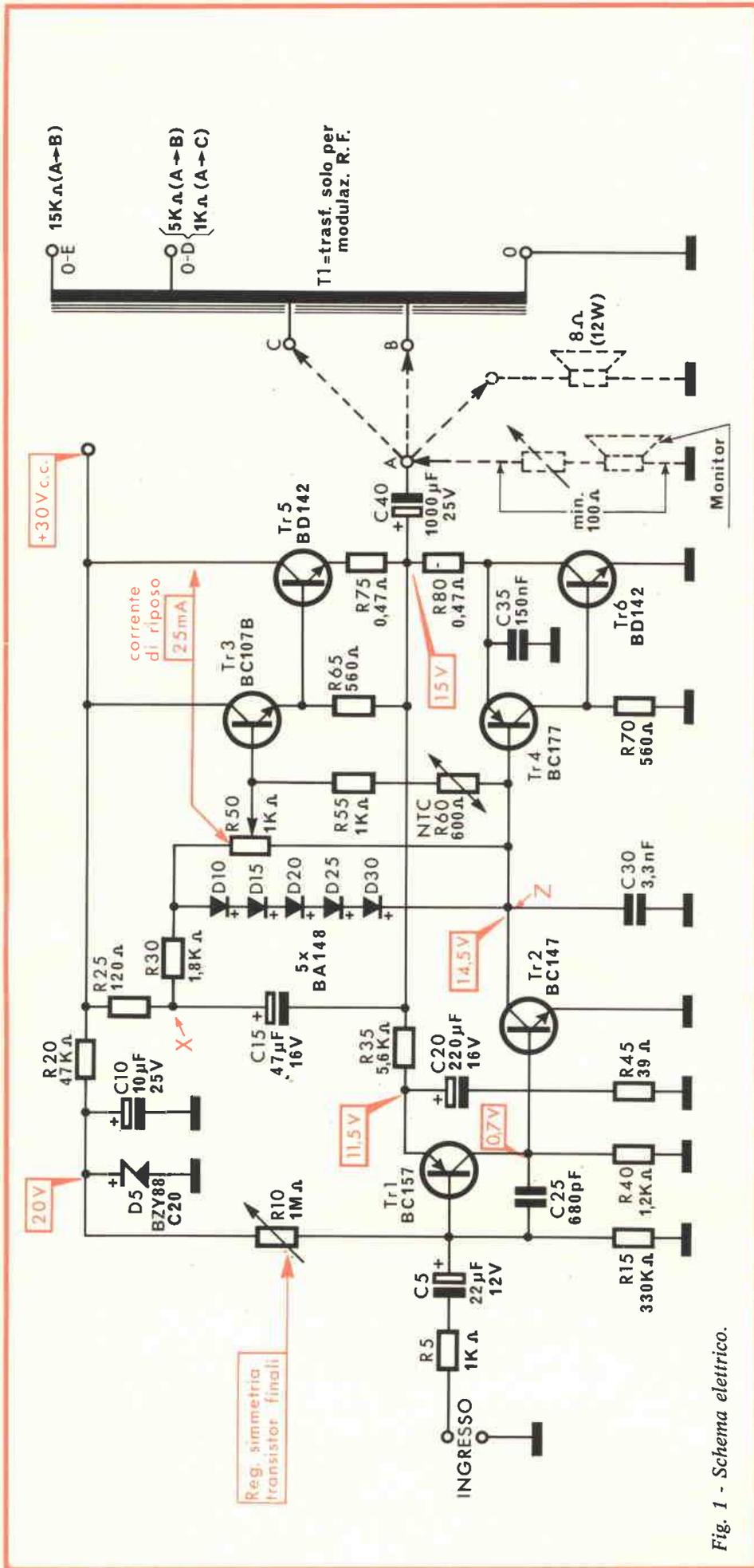


Fig. 1 - Schema elettrico.

mV su un'impedenza di 100 kΩ. È quindi necessario un preamplificatore ben progettato capace di rispettare le ottime caratteristiche di trasmissione dell'UK 846. Tale preamplificatore recherà nel suo circuito le regolazioni di tono e di volume necessarie, e ad esso andranno accoppiati i trasduttori di entrata come microfoni, testine di registratore, pick-up ecc. Per essere completo l'amplificatore ha anche bisogno di una sorgente di energia che fornisca una potenza sufficiente a garantire il passaggio della corrente massima richiesta a piena potenza, con una buona stabilità del valore della tensione a 30 Vcc.

Nel caso si voglia costruire un complesso stereofonico, non bisogna fare altro che accoppiare una delle suddette catene di amplificazione a ciascuno dei due canali stereo. Agli effetti del montaggio si considerano le due catene di amplificazione completamente indipendenti. L'unica precauzione da usare è quella di disporre all'ingresso dei preamplificatori un'opportuna regolazione del bilanciamento dei canali.

MODULATORE

Sarà conveniente premettere qualche notizia tecnica sui sistemi usati per la modulazione in ampiezza di un'oscillazione elettromagnetica destinata ad essere irradiata da un'antenna.

L'introduzione della modulazione in un'onda persistente provoca un aumento della potenza che sarà contenuta nell'onda. Questa potenza detta «potenza di modulazione» (Talk power) andrà a disporsi nelle due bande laterali disposte simmetricamente all'onda fondamentale e distanti da questa di una quantità uguale alla frequenza di modulazione. Le bande laterali si formano per l'effetto distortore introdotto dalla modulazione sull'onda fondamentale. Da quanto detto sopra risulta che la modulazione è un fenomeno dissipativo e che bisogna quindi fornire a questo titolo una certa potenza che sarà proporzionale alla potenza da modulare.

MODULAZIONE DI PLACCA

L'uso della modulazione di placca dello stadio finale richiede anche la massima potenza audio per la modulazione, ma presenta di contro alcuni vantaggi. La radiofrequenza è generata in amplificatori ad alto rendimento in classe C (rendimento che può raggiungere il 65 ÷ 75%). Teniamo presente che nel caso ideale di una modulazione percentuale del 100% con un'onda sinusoidale, la potenza totale di modulazione sarà la metà della potenza di radiofrequenza. La totale potenza richiesta in audiofrequenza si dividerà equamente tra le due bande laterali superiore ed inferiore.

L'impedenza di modulazione, ossia la resistenza di carico presentata al modulatore dell'amplificatore a radiofrequenza modulato, si può calcolare con la

seguinte formula:

$$Z_m = \frac{E_b}{I_p} \times 1.000 \Omega$$

Dove E_b rappresenta la tensione di placca in C.C., I_p la corrente continua di placca in mA.

Le due grandezze devono essere misurate in assenza di modulazione. La corrente di placca dovrebbe però, salva la presenza di non linearità, mantenersi costante sia in presenza che in assenza di modulazione. La modulazione invece si può notare nella misura della potenza di uscita in R.F. per esempio per mezzo di termocoppia. In questo caso misureremo la potenza totale, compresa quella fornita dalla modulazione presente nelle bande laterali.

La potenza di uscita dell'amplificatore di R.F. deve variare come il quadrato della tensione istantanea di placca (ossia la tensione di R.F. deve essere proporzionale alla tensione istantanea sulla placca) perché la modulazione risulti lineare. Questo sarà il caso di un amplificatore funzionante correttamente in classe C. La linearità dipende dal fatto di avere una sufficiente eccitazione nella griglia ed un'adatta polarizzazione, e dall'aggiustaggio delle costanti del circuito ad un appropriato valore.

Esistono anche dei sistemi di modulazione diversi che non richiedono molta potenza dal modulatore, ma siccome la potenza deve essere in ogni caso introdotta nell'aereo, questo avviene facendo funzionare l'amplificatore di radiofrequenza parzialmente in bassa frequenza, con uno sfruttamento non adeguato delle caratteristiche del tubo per la radiofrequenza.

Nel caso di modulazione sulla placca il modulatore va inserito nella linea di alimentazione della tensione anodica, interponendo tra questo e la bobina di aereo una induttanza di blocco per l'alta frequenza ed un condensatore di bypass.

La connessione interna dell'UK 846 come modulatore avviene (fig. 1) collegando il punto A di uscita con il punto B o C a seconda dell'impedenza necessaria, e prelevando la potenza per la modulazione tra i punti O e D oppure E. Le impedenze presentate nelle varie connessioni si ricavano dalle indicazioni riportate sullo schema di fig. 1.

Se lo si desidera si può inserire in circuito tra il punto A e massa un piccolo altoparlante in funzione di monitor, mettendo la sua bobina in serie con una resistenza in modo che la resistenza totale del sistema non sia inferiore a 100 Ω ; questo per non alterare troppo il valore dell'impedenza di carico dell'amplificatore. Come in tutti gli amplificatori di potenza è estremamente importante che il carico sia correttamente adattato.

Siccome l'entrata dell'amplificatore richiede una certa potenza per il pilotaggio (70 mV su 100 k Ω), è necessario prevedere un adatto preamplificatore tra il microfono e l'UK 846. Bisogna

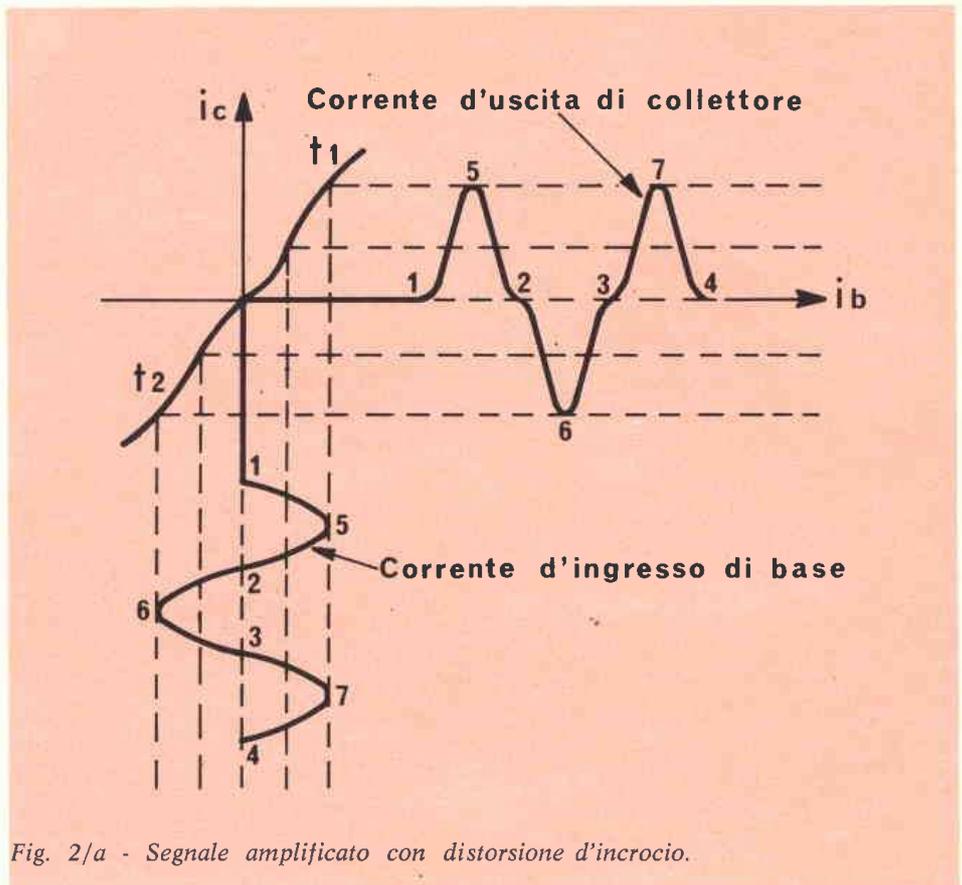


Fig. 2/a - Segnale amplificato con distorsione d'incrocio.

inoltre prevedere un adatto alimentatore che fornisca una tensione abbastanza stabile di 30 V che possa erogare i 500 mA assorbiti a pieno carico dall'amplificatore. Dato che l'uscita avviene in classe B l'assorbimento di corrente sarà quasi proporzionale all'intensità del segnale. Infatti l'assorbimento senza segnale risulta di soli 25 mA.

DESCRIZIONE DEL CIRCUITO

L'insieme del circuito presenta la configurazione di un amplificatore di potenza a simmetria «quasi complementare».

L'amplificatore a simmetria complementare dovrebbe avere, a rigore, lo stadio di uscita composto da un transistor NPN e da uno PNP.

Siccome però è alquanto difficile per ragioni tecniche costruire un transistor di potenza al silicio PNP, si è aggirato l'ostacolo con lo schema adottato nel nostro amplificatore.

Il circuito consiste in un circuito Darlington formato dai transistori NPN Tr3 e Tr5, ed in un sistema ad accoppiamento diretto formato dai transistori Tr4 (PNP) e Tr6 (NPN).

Il primo sistema, cioè il Darlington, si comporta come se fosse un unico transistor NPN che però ha un guadagno di corrente che è pari al prodotto dei guadagni dei singoli transistori.

Il secondo sistema corrisponde, agli effetti del guadagno, anche lui ad un

Darlington, ma, nonostante la presenza di un transistor NPN (Tr6), il gruppo si comporta come un unico transistor di potenza PNP.

Il guadagno di questo gruppo sarà ancora il prodotto dei guadagni dei singoli transistori, e la base del sistema sarà sempre la base di Tr4. Il collettore fittizio del sistema sarà però l'emettitore di Tr6 e l'emettitore sarà costituito dal collettore di TR6 congiunto con lo emettitore di Tr4. La cosa sembra paradossale, ma si può spiegare, nel seguente modo.

Un transistor PNP deve avere una polarizzazione del collettore che sia negativa rispetto all'emettitore, e questo si verifica nel nostro caso. Inoltre la corrente deve passare quando la base è polarizzata negativamente rispetto allo emettitore. Infatti una polarizzazione negativa della base di Tr4 provoca una maggior conduzione dello stesso. Una maggior conduzione di Tr4 significa una maggior caduta di tensione su R70 ed in definitiva una maggior polarizzazione positiva della base di Tr6 rispetto al suo emettitore. Per un transistor NPN questo significa un aumento della conduttività, che è quanto si voleva dimostrare.

Il pilotaggio dei gruppi a simmetria complementare, al contrario del normale contofase, non ha bisogno di segnali in opposizione di fase. Notare che questo è stato possibile soltanto con i transistori, in quanto all'epoca delle valvole, non era possibile costruirne a polarità invertite.

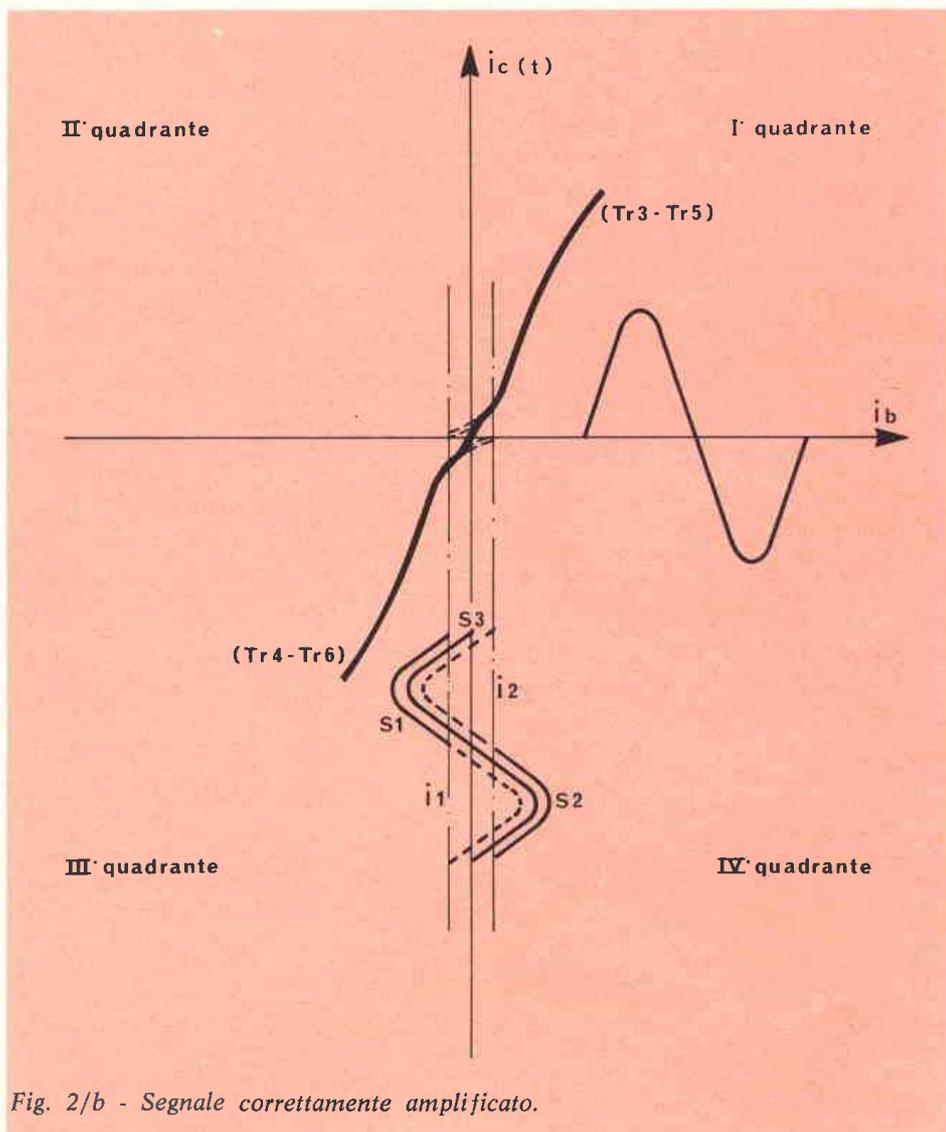


Fig. 2/b - Segnale correttamente amplificato.

L'uscita verso il carico avviene attraverso il condensatore C40. Nonostante questo provochi una certa limitazione della risposta alle frequenze più basse, tale condensatore è necessario per evitare la necessità dell'alimentazione con doppia batteria.

La polarizzazione degli stadi a simmetria complementare, al contrario dei sistemi controfase a trasformatore, presenta qualche problema. Tali stadi devono essere polarizzati con tensioni di segno opposto, in maniera perfettamente simmetrica alla soglia della condu-

zione, per le ragioni che descriviamo qui di seguito.

Se non si prevedessero degli accorgimenti per portare la polarizzazione fissa della base ad un valore sufficientemente alto da evitare la zona non lineare della caratteristica di trasferimento, si avrebbe in uscita la cosiddetta distorsione di incrocio (cross-over). La figura 2/a chiarisce l'origine di questa distorsione.

Infatti, se noi disegniamo le due caratteristiche di trasferimento di due transistori uguali in controfase, avremo le due

curve chiamate t1 e t2. Riportando l'onda del segnale nella direzione della corrente di base i_b , avremo nel senso della corrente di collettore la risposta in uscita per la classe B. Come è noto, gli amplificatori possono dividersi in tre classi principali: Classe A per polarizzazione maggiore di zero, classe B per polarizzazione uguale a zero; classe C per polarizzazione minore di zero. Si usa questa terminologia anziché la dizione «positivo» e «negativo» in quanto esistono due tipi di transistori a polarità invertite, e quindi per polarizzazione maggiore di zero si intende una polarizzazione tendente a far condurre l'elemento.

Nel caso di un normale controfase a trasformatore il problema della polarizzazione viene facilmente risolto con un partitore disposto tra i poli della batteria ed il centro del secondario del trasformatore d'ingresso.

Questo perché, essendo i transistori uguali la polarizzazione può essere dello stesso segno.

Nel caso degli stadi complementari, invece, le cose sono un pochino più complicate. Bisogna infatti ottenere una polarizzazione di segno diverso per ciascun elemento dello stadio finale. Questo si ottiene, come si vede in fig. 2/b, sovrapponendo una componente continua alla parte utile del segnale per ciascuno dei due elementi complementari.

In pratica il pilotaggio deve essere fatto usando le due curve di segnale parallele S1 ed S2 delle quali vengono usate le parti segnate a tratto pieno. Siccome in questo modo ciascuna sinusoide risulta spostata rispetto allo zero, possiamo attribuire questo spostamento ad una componente continua i_1 ed i_2 che sarà appunto la nostra polarizzazione.

Per ottenere la risposta effettiva in presenza della polarizzazione, bisogna far slittare il primo quadrante verso sinistra ed il terzo verso destra, in modo da ottenere una nuova linea di zero per il segnale, eliminando così la parte non lineare delle caratteristiche di trasferimento e facendo di nuovo coincidere le due curve di pilotaggio in S3. Praticamente lo scopo si ottiene mettendo in comune il filo mediano tra gli stadi corrispondente al punto di prelievo del segnale.

Per ottenere le due curve di pilotaggio che differiscano in ogni momento di una tensione costante corrispondente al doppio della polarizzazione richiesta per ciascun transistor, si approfitta della caduta di tensione che si trova ai capi della serie di diodi D10, D15, D20, D25, D30, che devono essere percorsi da una corrente rigorosamente costante, in modo che sia costante anche la caduta di tensione, e quindi la polarizzazione che permetterà il funzionamento dello stadio finale in classe AB anziché in classe B semplice. Siccome le due curve di pilotaggio S1 ed S2 si prelevano rispettivamente nei punti Z ed X di fig. 1, si vede che, per avere una caduta costante sui diodi, e di conseguenza una differenza di tensione costante tra i

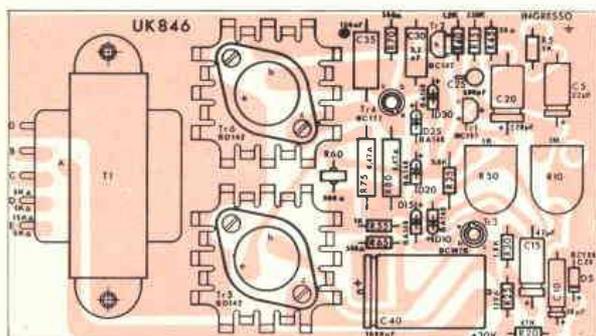


Fig. 3 - Serigrafia del circuito stampato.

punti X e Z, è necessario che vengano applicati due segnali uguali ai capi della serie dei diodi. Inoltre è necessario che i due segnali siano in fase. Nel punto Z abbiamo il segnale d'ingresso opportunamente amplificato da Tr1 e Tr2. Nel punto X abbiamo invece una quota parte del segnale di uscita, prelevato per mezzo del condensatore C15 ed applicato al partitore formato da R25 ed R30.

Il potenziometro R50 serve a regolare la differenza di tensione tra i due segnali applicati sulle basi di Tr3 e di Tr4, che però non potrà mai essere superiore alla caduta sui diodi, in modo da evitare di esagerare con la polarizzazione, provocando eccessivi assorbimenti a vuoto da parte dello stadio finale.

Le resistenze R75 ed R80 aumentano con il loro effetto di controreazione la stabilità dello stadio finale alle variazioni della temperatura ambiente.

Per ottenere una perfetta simmetria del funzionamento dei transistori finali, bisogna fare in modo che le tensioni in assenza di segnale sull'emettitore di Tr1 e sul collettore di Tr2 siano rispettivamente di 11,5 e di 14,5 V. Inoltre è importantissimo che la tensione nel punto centrale, ossia alla connessione del condensatore di prelievo del segnale, sia esattamente la metà della tensione di alimentazione, ossia 15 V per garantire la perfetta simmetria del funzionamento degli stadi.

Questo si ottiene regolando il trimmer R10 che varia la polarizzazione in continua sulla base di Tr1, e di conseguenza anche il punto di lavoro in C.C. di Tr2. Il transistor Tr1 funziona da amplificatore ad emettitore comune in quanto il contatto di emettitore è chiuso a massa per le frequenze acustiche dal gruppo C20-R45. Su R45 si sviluppa una certa tensione alternata di controreazione, che contribuisce alla stabilità dello stadio.

L'alimentazione del segnale avviene attraverso il filtro passa-alto formato da R5 e C5. La frequenza di taglio di questo filtro è di circa 7 Hz e quindi sufficientemente bassa da stare sotto alla frequenza inferiore della banda passante dell'amplificatore, che va da 50 Hz a 100 kHz per un'attenuazione di 1 dB, e presenta un andamento molto piatto. Contemporaneamente però il filtro non permette il passaggio della corrente continua, disaccoppiando così l'amplificatore dagli stadi che lo precedono per tensioni che non siano quelle del segnale.

Il condensatore C25 riporta in base una parte delle frequenze più alte. Siccome tali frequenze risultano in opposizione di fase con il segnale di ingresso, si tratta di una controreazione; in questo modo si elimina buona parte della distorsione armonica. Allo stesso scopo servono anche i condensatori C30 e C35 che però si comportano come filtri scaricando a massa le componenti a frequenza più alta. Il tutto serve anche ad impedire l'innescio di oscillazioni per effetto di reazione interna tra entrata ed uscita che, come è noto, è molto più facile alle frequenze più alte.

Inoltre la controreazione in continua sulla base di Tr1 dovuta alla resistenza di emettitore, è variabile con l'ampiezza media del segnale in quanto il circuito di emettitore di Tr1 chiude per la corrente continua attraverso Tr5. Questo provoca una diminuzione delle resistenze d'ingresso con l'aumentare dell'ampiezza del segnale, rendendo ancora più difficile lo sviluppo di oscillazioni parassite.

Siccome la stabilità della polarizzazione in continua del primo transistor è importantissima per un buon funzionamento degli stadi successivi, per eliminare la possibilità di distorsioni, la tensione di polarizzazione deve essere stabilizzata dal diodo zener D5 accoppiato alla resistenza di carico R20 ed al condensatore di livellamento C10.

MONTAGGIO

Cominceremo con il montaggio dei componenti sul circuito stampato.

Per facilitare il compito dell'esecutore pubblichiamo la fig. 3 dove appare la serigrafia del circuito stampato, sulla quale abbiamo sovrapposto l'esatta disposizione dei componenti.

Diamo per prima cosa alcuni consigli generali utili a chiunque si accinga ad effettuare un montaggio su circuito stampato.

Il circuito stampato presenta una faccia sulla quale appaiono le piste di rame ed una faccia sulla quale vanno disposti i componenti.

I componenti vanno montati aderenti alla superficie del circuito stampato, paralleli a questa.

Dopo aver piegato i terminali in modo che si possano infilare correttamente nei fori praticati sulla piastrina del circuito stampato, e dopo aver verificato sul disegno il loro esatto collocamento, si posizionano i componenti nei fori suddetti.

Si effettua quindi la saldatura usando un saldatore di potenza non eccessiva agendo con decisione e rapidità per non surriscaldare i componenti. Non esagerare con la quantità di stagno, che deve essere appena sufficiente per assicurare un buon contatto. Se la saldatura non dovesse riuscire subito perfetta, conviene interrompere il lavoro, lasciare raffreddare il componente, e quindi ripetere il tentativo.

Per il montaggio di componenti polarizzati come diodi, transistori, condensatori elettrolitici ecc. bisogna curare che l'inserzione avvenga con la corretta polarità pena il mancato funzionamento dell'apparecchio ed eventualmente la distruzione del componente al momento della connessione con la sorgente di energia. Le fasi di montaggio sono ampiamente illustrate nell'opuscolo allegato al kit.



UK 871

**COMANDO
AUTOMATICO
DEI PROIETTORI
PER DIAPOSITIVE**



L'UK 871 permette di effettuare, oltre al comando a distanza del proiettore, il commento sonoro e vocale delle diapositive, con perfetto sincronismo.

Questo dispositivo ha la particolarità di disporre di un oscillatore di bassa frequenza incorporato e, in tal modo, costituisce un'apparecchiatura completa ed indipendente.

Il valore della frequenza dell'oscillatore è stato scelto in modo da evitare che il passaggio da una diapositiva all'altra possa avvenire in seguito a delle frequenze spurie che siano presenti nel commento sonoro. Per l'alimentazione di questo apparecchio si consiglia l'UK 695.

**Prezzo netto imposto
L. 5.500**