

Amplificatori B. F. Hi-Fi da 10, 15, 25, 50, 100 W con alimentazione asimmetrica

Verranno descritti cinque amplificatori B.F. Hi-Fi con alimentazione asimmetrica. Le potenze fornite sono quelle più comunemente richieste. Le impedenze d'uscita sono quelle standard da 4 Ω e da 8 Ω .

Presentiamo i dati tecnici completi per la realizzazione di cinque tipi di amplificatori B.F. Hi-Fi. Questi cinque amplificatori le cui potenze di uscita vanno da un minimo di 10 W ad un massimo di 100 W, possono essere realizzati su due piastre di circuito stampato che noi indicheremo con *A* e *B*. La tensione di alimentazione di questi amplificatori è asimmetrica.

Amplificatore 1: 10 W, 4 Ω

Amplificatore 2: 15 W, 8 Ω

Questi due amplificatori hanno lo stesso circuito elettrico e possono essere montati su una stessa piastra di circuito stampato (piastra *A*). Il circuito elettrico è riportato in fig. 1. In fig. 2 è riportata la piastra di circuito stampato *A* vista dalla parte del rame, mentre in fig. 3 si può vedere la stessa piastra di circuito stampato vista dalla parte dei componenti montati. Le prestazioni di questi due amplificatori sono riportate nella tabella 1 mentre i valori dei componenti sono riportati nella tabella 2.

Il circuito elettrico di questi due amplificatori (fig. 1), è costituito da uno stadio di ingresso (TR1), da uno stadio pilota funzionante in classe *A* (TR2), da uno stadio stabilizzatore della corrente di riposo dello stadio finale (TR3), ed infine dallo stadio finale a simmetria complementare formato dai transistori TR4 e TR5. Il

transistore stabilizzatore della corrente di riposo dello stadio finale, e cioè TR3, viene montato sullo stesso dissipatore di calore sul quale sono montati i transistori finali TR4 e TR5.

Il sistema di protezione dei transistori finali nel caso vengano cortocircuitati i morsetti di uscita dell'amplificatore, è molto semplice e consiste in un fusibile inserito nella tensione di alimentazione. Il dissipatore di calore per i transistori finali viene calcolato in base alle regole già enunciate. Il valore di resistenza termica tra dissipatore e ambiente ($R_{th\ h-a}$) che devono possedere i due suddetti tipi di dissipatori come pure i dati relativi all'area (di una sola facciata) dei medesimi sono riportati nella tabella 1.

Gli stadi di ingresso, comprendenti i transistori preamplificatori e pilota sono identici per tutti e cinque gli amplificatori descritti. Il transistore impiegato nello stadio preamplificatore permette di inserire, tramite i resistori R3, R5, R15, un elevato valore di controreazione. Questo transistore lavora con una corrente di 0,5 mA; esso funziona anche da stabilizzatore della tensione dimezzata (V_A). Per realizzare una buona stabilizzazione in c.c. della tensione dimezzata (V_A), il valore del resistore R5 non dovrà essere troppo elevato. Nello stesso tempo però è bene far presente che per realizzare un elevato fattore di controreazione in c.a. (tramite R15), è necessario che il resistore R5 debba avere un valore più elevato possibile rispetto a R15, dato che

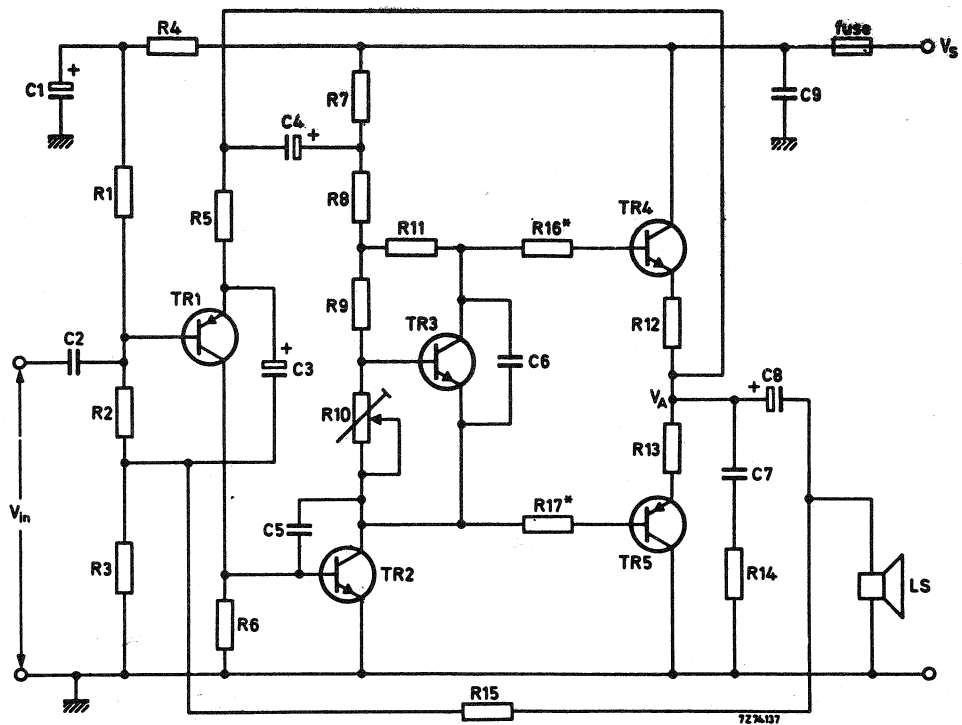


Fig. 1 - Schema elettrico per la realizzazione degli amplificatori 1 e 2. I resistori R16 e R17 vanno eliminati.

R5 e R15 risultano agli effetti pratici, collegati in parallelo.

Ad ogni modo, i valori che noi abbiamo assegnato a questi componenti consentono di realizzare un fattore di controreazione abbastanza elevato così da consentire all'impedenza di ingresso dell'amplificatore di posse-

dere un valore pressoché uguale a quello del resistore R1 (vedi tabella 1 e 3).

Per bloccare eventuali fenomeni di instabilità alle frequenze elevate, il condensatore C5 viene collegato tra collettore e base del transistor TR2 funzionante da pilota e lavorante in classe A.

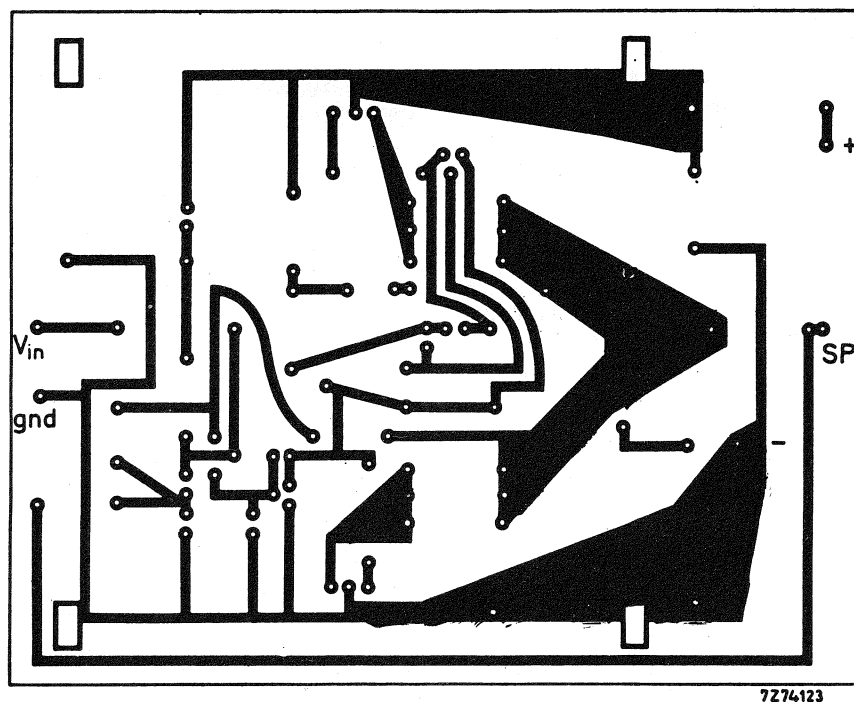


Fig. 2 - Circuito stampato tipo A (visto dalla parte del rame) per la realizzazione degli amplificatori 1 e 2.

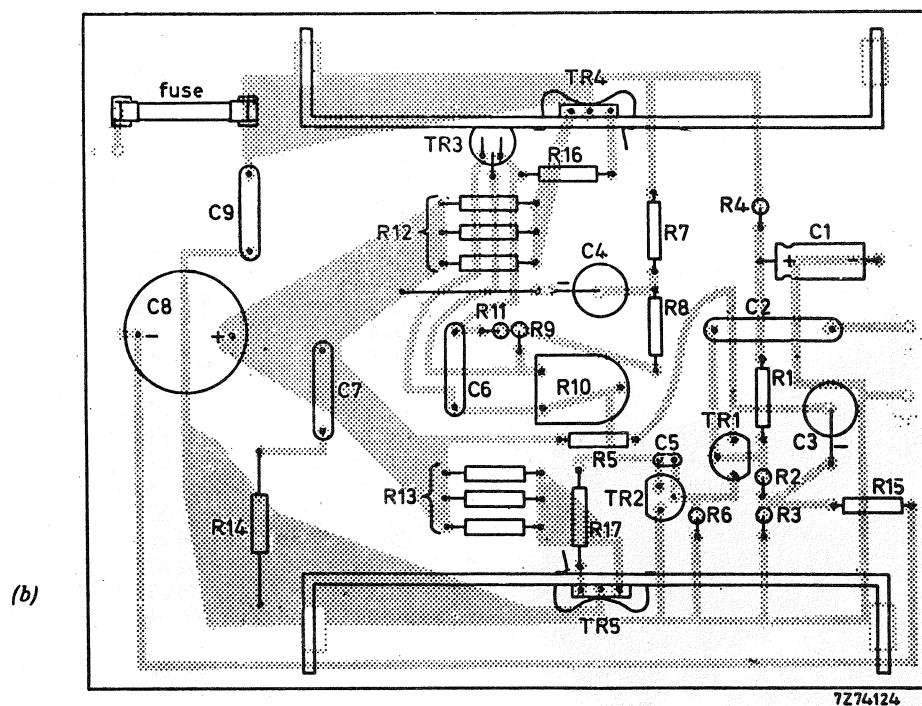
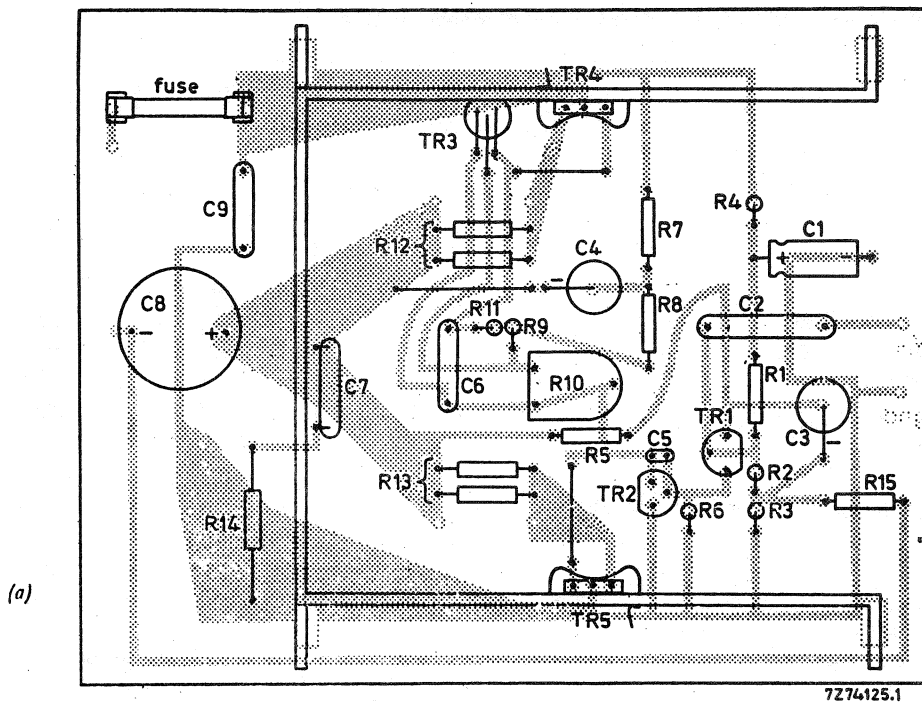


Fig. 3 - Circuito stampato A, visto dalla parte dei componenti.

(a) Negli amplificatori 1 e 2 viene impiegato un unico dissipatore di calore nel quale sono montati i transistori finali TR4 e TR5 e il transistor stabilizzatore TR3. Il condensatore C7 non deve venire a trovarsi in contatto con il dissipatore di calore.

(b) L'amplificatore 2 ha due dissipatori di calore distinti per i due transistori finali. Il transistor TR3 viene montato in questo caso su il dissipatore di calore nel quale è stato montato TR4.

TABELLA 1 - Prestazioni caratteristiche degli amplificatori 1 e 2

Amplificatori	1	2	unità di misura
$P_{o\ nom}$	10	15	W
Carico R_L	4	8	Ω
V_s nominale a pieno carico	27	40	V
$I_{c\ nom}$ dei transistori: TR1	0,5	0,5	mA
TR2	5,0	4,0	mA
Corrente di riposo $I_{c_{qo}}$, TR4, TR5	20	20	mA
Corrente di alimentazione alla $P_{o\ nom}$	715	625	mA
$P_{o\ max}$ alla $f = 1\ kHz$; $d_{tot} = 1\%$	≥ 13	≥ 18	W
Sensibilità di ingresso alla $P_{o\ nom}$	300	300	mV
Impedenza di ingresso	75	75	$k\Omega$
Impedenza di uscita	0,2	0,15	Ω
Distorsione di intermodulazione alla $P_{o\ nom}$ (DIN 45500)	$\leq 0,5$	$\leq 0,5$	%
Distorsione d_{tot} al $P_{o\ nom}$, $f = 1\ kHz$	$\leq 0,1$	$\leq 0,1$	%
Dissipatori: $R_{th\ h-a}$	6,25 *	4,6 *	$^{\circ}C/W$
Superficie (alluminio da 2 mm, verniciato, disposto verticalmente)	65 *	90 *	cm^2
Risposta in frequenza a $-1\ dB$, livello di riferimento: $P_{o\ nom} - 6\ dB$		$\leq 20\ Hz \dots 100\ kHz$	
Larghezza di banda della potenza a $-3\ dB$ ($d_{tot} = 1\%$)**		$\leq 20\ Hz \dots 100\ kHz$	

* Dissipatore di calore in comune per entrambi i transistori di uscita; il transistor n-p-n viene montato su rondella di mica. Il transistor TR3 è accoppiato termicamente a questo dissipatore di calore.

** La larghezza di banda della potenza alle basse frequenze può essere migliorata impiegando una capacità di uscita di valore più elevato (C8); per esempio, 2200 μF nel caso degli amplificatori 1 e 2.

TABELLA 2 - Componenti richiesti per la realizzazione degli amplificatori 1 e 2

Amplificatore	1	2
R1	100 $k\Omega$	100 $k\Omega$
R2	120 $k\Omega$	120 $k\Omega$
R3	47 Ω	39 Ω
R4	56 $k\Omega$	56 $k\Omega$
R5	2,2 $k\Omega$	3,3 $k\Omega$
R6	1,2 $k\Omega$	1,2 $k\Omega$
R7	1,2 $k\Omega$	2,2 $k\Omega$
R8	1,2 $k\Omega$	2,2 $k\Omega$
R9	3,3 $k\Omega$	3,3 $k\Omega$
R10	2,2 $k\Omega$	2,2 $k\Omega$
R11	56 Ω	56 Ω
R12	0,75 Ω *	1 Ω
R13	0,75 Ω *	1 Ω **
R14	10 Ω	10 Ω **
R15	1,8 $k\Omega$	2,7 $k\Omega$
C1	4,7 μF , 63 V	4,7 μF , 63 V
C2	150 nF	150 nF
C3	220 μF , 16 V	100 μF , 25 V
C4	100 μF , 25 V	100 μF , 25 V
C5	100 pF	100 pF
C6	100 nF	100 nF
C7	100 nF	100 nF
C8	1500 μF , 16 V	1000 μF , 25 V
C9	100 nF	100 nF
TR1	BC558	BC558
TR2	BC547	BC547
TR3	BC548	BC548
TR4	BD263	BD263
TR5	BD262	BD262
Fusibile	1 A	0,8 A

* $2 \times 1,5\ \Omega$ in parallelo
 ** $2 \times 2\ \Omega$ in parallelo

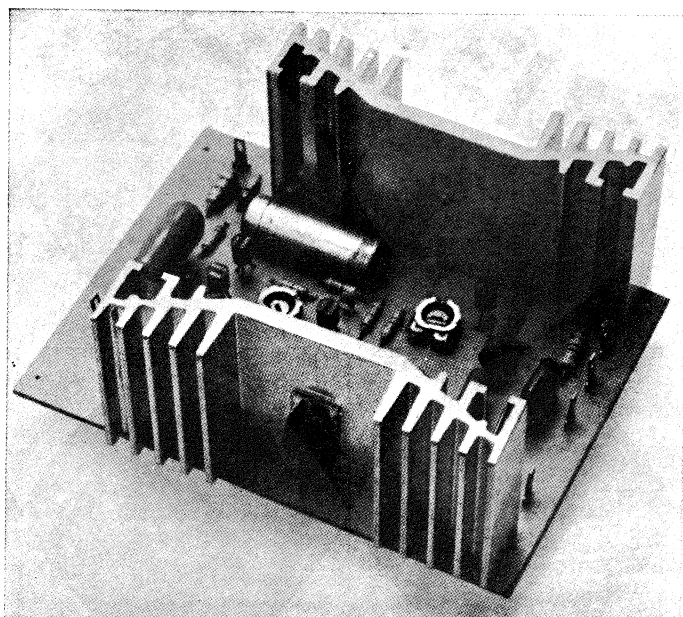


Fig. 3a - Realizzazione pratica dell'amplificatore da 25W/4 Ω .

Amplificatore 3: 25 W, 4 Ω

Amplificatore 4: 50 W, 4 Ω

Amplificatore 5: 100 W, 4 Ω

Questi tre amplificatori differiscono dagli amplificatori 1 e 2 in quanto in essi è presente un circuito che protegge i transistori finali nel caso di cortocircuito dei

morsetti di uscita dell'amplificatore; Il circuito elettrico di questi amplificatori è riportato in fig. 4, mentre il circuito stampato sul quale sono realizzati è riportato nelle figure 5 e 6 (piastra di circuito stampato di tipo B).

Le prestazioni di questi amplificatori sono riportate nella tabella 3 mentre i valori dei componenti si possono vedere nella tabella 4.

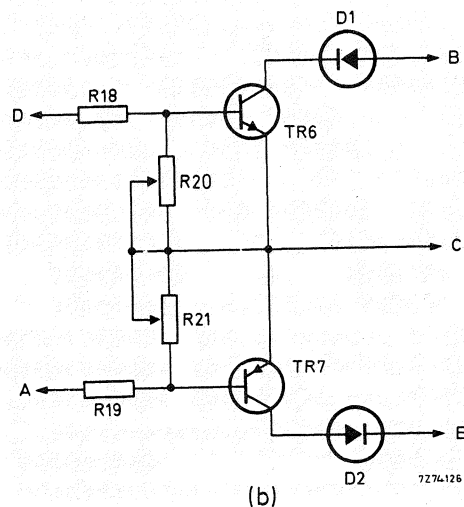
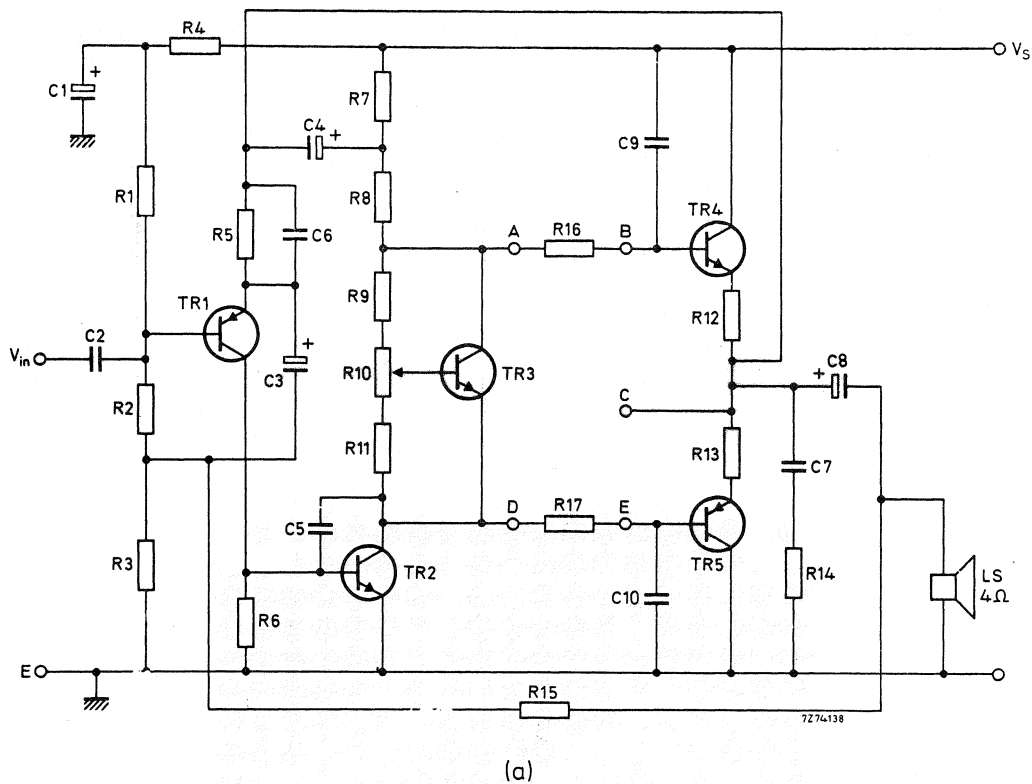


Fig. 4 - Schema elettrico per la realizzazione degli amplificatori 3,4 e 5.

(a) Circuito dell'amplificatore.

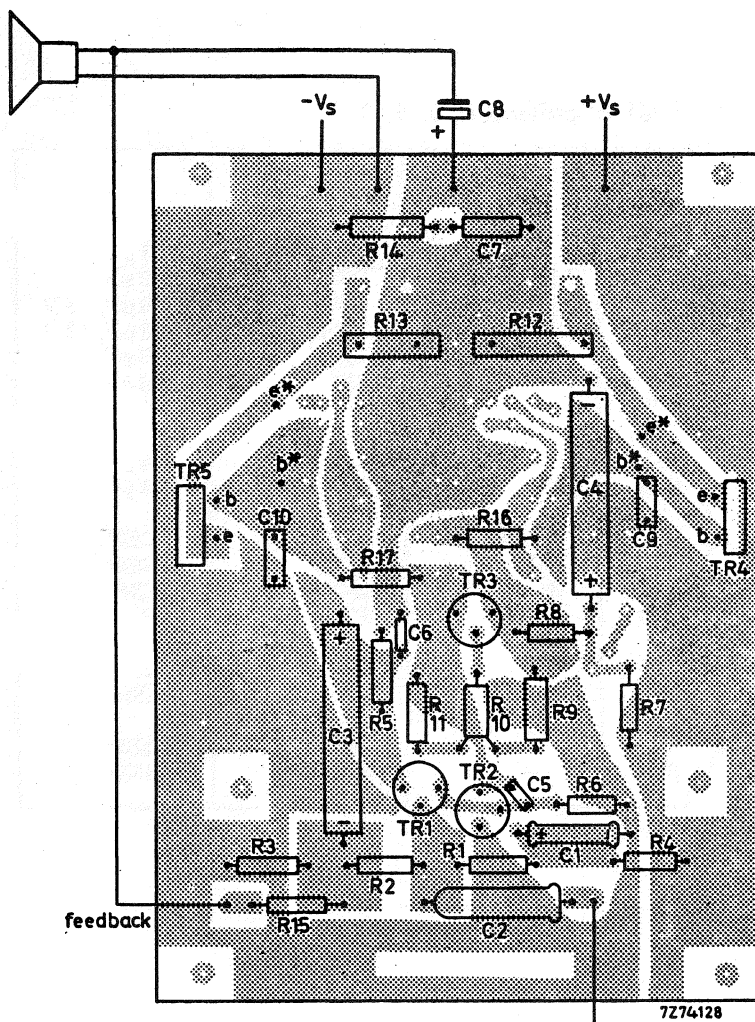
(b) Circuito per la protezione contro eventuali cortocircuiti dei morsetti di uscita.

TABELLA 3 - Prestazioni degli amplificatori, 3, 4, 5

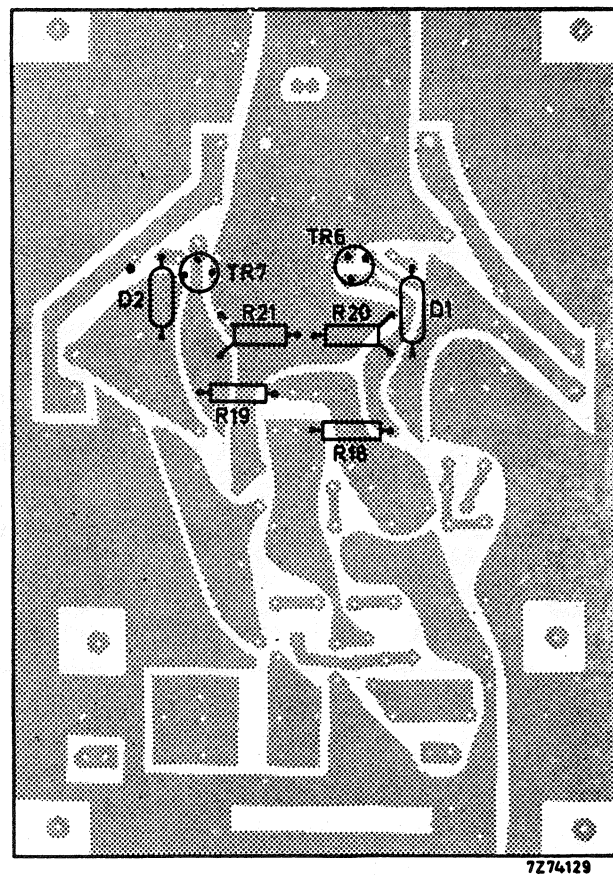
Amplificatori	3	4	5	unità di misura
$P_{o\ nom}$	25	50	100	W
Carico R_L	4	4	4	Ω
$V_{i\ nom}$ a pieno carico	40	60	80	V
$I_{c\ nom}$ dei transistori: TR1	0,5	0,5	0,5	mA
TR2	5,0	4,0	4,0	mA
Corrente di riposo $I_{c\ qo}$, TR4, TR5	20	40	40	mA
Corrente di alimentazione alla $P_{o\ nom}$	1,2	1,65	2,25	A
Sensibilità d'ingresso per $P_{o\ nom}$	400	400	500	mV
Impedenza di ingresso	150	150	150	k Ω
Impedenza di uscita	0,04	0,05	0,1	Ω
Distorsione di intermodulazione alla $P_{o\ nom}$ (DIN 45500)	0,6	0,6	0,5	%
Rapporto non pesato S/D a 50 mW di uscita	> 75	> 75	> 70	dB
Risposta in frequenza — 0,5 dB, livello riferimento: $P_{o\ nom}$ — 6 dB	15 Hz ... 70 kHz	28 Hz ... 65 kHz	36 Hz ... 36 kHz	
Larghezza di banda della potenza — 3 dB ($d_{tot} = 1\%$)	12 Hz ... 60 kHz	12 Hz ... 65 kHz	20 Hz ... 20 kHz	
Distorsione armonica d_{tot} (1 kHz; $P_{o\ nom}$)	0,1	0,35	0,3	%
Dissipatori: $R_{th\ h-a}$	4,1	3,4	1,2	$^{\circ}C/W$



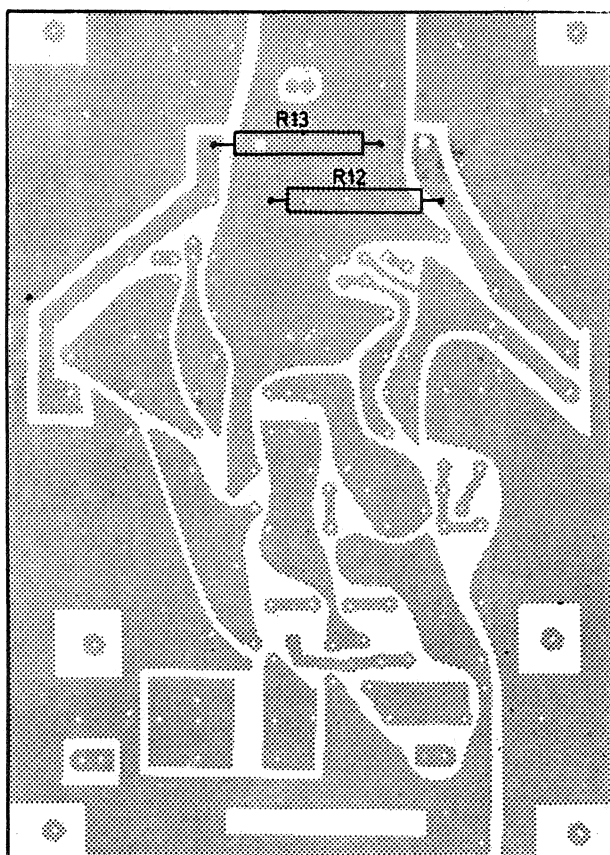
Fig. 5 - Circuito stampato tipo B per la realizzazione degli amplificatori 3, 4, 5, visto dalla parte del rame.



(a)



(b)



(c)

Fig. 6 - Circuito stampato tipo B per la realizzazione degli amplificatori 3, 4, 5 visto dalla parte dei componenti. (a) Sono presenti tutti i componenti dell'amplificatore ad eccezione di quelli del circuito di protezione che, per maggior chiarezza, sono mostrati separatamente in (b). I diodi D1 e D2 vengono usati soltanto negli amplificatori 4 e 5. I collegamenti e e b (segnati con l'asterisco) per i transistori TR4 e TR5 sono per il contenitore TO-3; nel caso di contenitori tipo TO-220 converrà tagliar via il terminale esterno del collettore. (c) Sistemazione particolare dei resistori R12 e R13 nell'amplificatore da 100 W.

TABELLA 4 - Valori dei componenti per la realizzazione degli amplificatori 3, 4, 5

amplif.	3	4	5	amplif.	3	4	5
R1	150 kΩ	150 kΩ	270 kΩ	C1	4,7 μF, 63 V	4,7 μF, 63 V	4,7 μF, 63 V
R2	150 kΩ	220 kΩ	390 kΩ	C2	680 nF	680 nF	680 nF
R3	47 Ω	47 Ω	47 Ω	C3	220 μF, 25 V	160 μF, 63 V	160 μF, 63 V
R4	47 kΩ	100 kΩ	220 kΩ	C4	220 μF, 25 V	220 μF, 25 V	220 μF, 63 V
R5	3,3 kΩ	3,3 kΩ	3,3 kΩ	C5	100 pF	100 pF	100 pF
R6	1,2 kΩ	1,2 kΩ	1,2 kΩ	C6	330 pF	330 pF	330 pF
R7	1 kΩ	1 kΩ	1 kΩ	C7	100 nF	100 nF	100 nF
R8	1,2 kΩ	2,7 kΩ	2,2 kΩ	C8	2200 μF, 25 V	2200 μF, 40 V	2200 μF, 63 V
R9	1,5 kΩ	1,5 kΩ	1,5 kΩ	C9	330 pF	330 pF	330 pF
R10	1 kΩ	1 kΩ	1 kΩ	C10	330 pF	330 pF	330 pF
R11	680 Ω	680 Ω	680 Ω	TR1	BC558	BC557	BC557
R12	0,5 Ω, 2 W	1 Ω, 4 W	1 Ω, 6 W	TR2	BC547	BC637	BC639
R13	0,5 Ω, 2 W	1 Ω, 4 W	1 Ω, 6 W	TR3	BC548	BC548	BC548
R14	10 Ω, 0,5 W	10 Ω, 0,5 W	10 Ω, 0,5 W	TR4	BD267	BDX65A	BDX67B
R15	1,8 kΩ	2,7 kΩ	5,6 kΩ	TR5	BD266	BDX64A	BDX66B
R16	270 Ω	470 Ω, 0,5 W	270 Ω, 0,5 W	TR6	BC548	BC548	BC548
R17	270 Ω	470 Ω, 0,5 W	270 Ω, 0,5 W	TR7	BC558	BC558	BC558
R18	8,2 kΩ	10 kΩ	27 kΩ	D1	—	BA222	BA222
R19	8,2 kΩ	10 kΩ	27 kΩ	D2	—	BA222	BA222
R20	4,7 kΩ	4,7 kΩ	4,7 kΩ				
R21	4,7 kΩ	4,7 kΩ	4,7 kΩ				