

TDA 1010: Un circuito integrato audio in contenitore plastico SIL-9 con potenza d'uscita di 6 W

Presentiamo in questo articolo alcune interessanti applicazioni del circuito integrato TDA 1010 Philips/Elcoma. I tre esempi illustrati sono facilmente realizzabili in quanto oltre allo schema elettrico vengono forniti i relativi circuiti stampati, lato rame e lato componenti.

1. - INTRODUZIONE

Il TDA 1010 è un circuito integrato monolitico contenente un amplificatore audio, in classe B, capace di fornire una potenza d'uscita di 6 W. Il contenitore è il tipo SIL (Single-In-Line) in plastica, 9 piedini. L'in-

tegrato è stato sviluppato principalmente per essere impiegato nelle autoradio; può essere collegato ad altoparlanti con impedenza d'uscita rispettivamente di 4 e 2 Ω . L'estesa gamma delle tensioni di alimentazione con cui può funzionare rendono l'integrato TDA 1010 particolarmente adatto ad essere impiegato in gira-

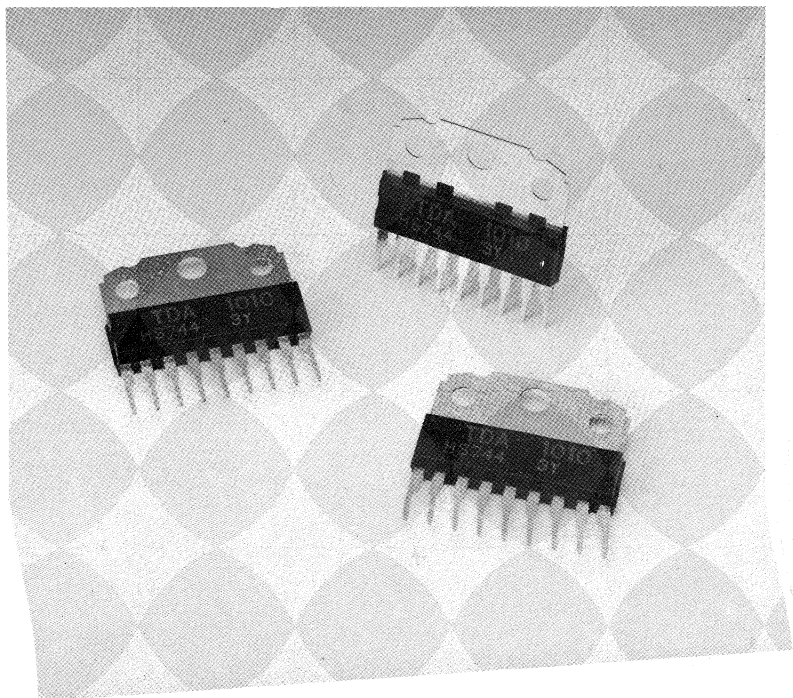


Fig. 1 - Alcuni circuiti integrati TDA 1010 in contenitore SIL-9.

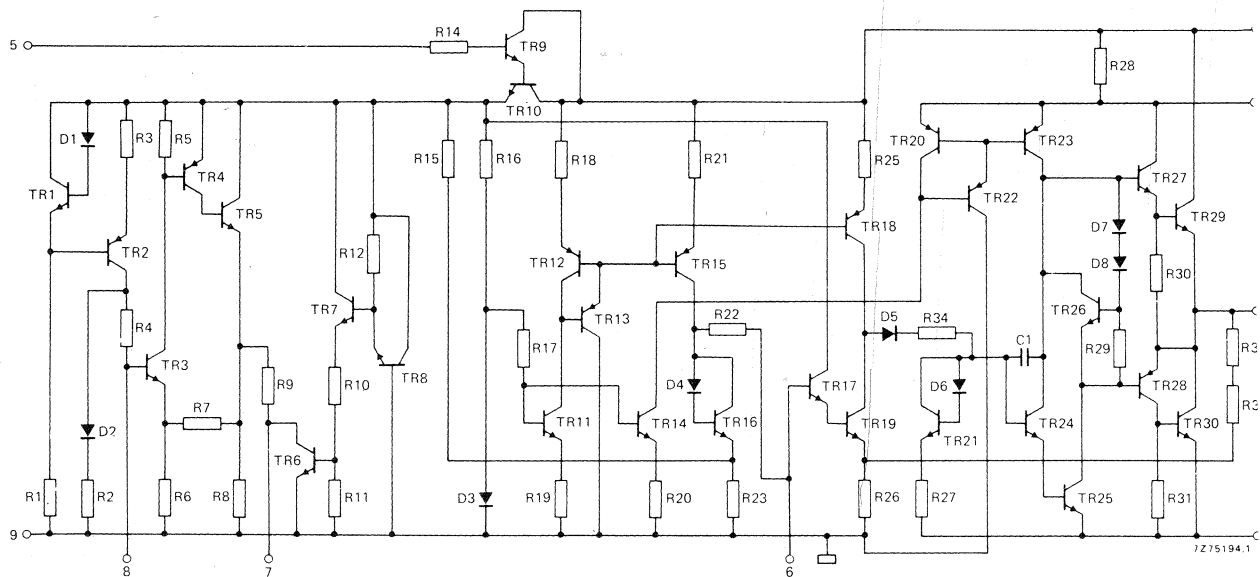


Fig. 1a - Schema elettrico del preamplificatore e dell'amplificatore di potenza contenuti nell'integrato TDA 1010.

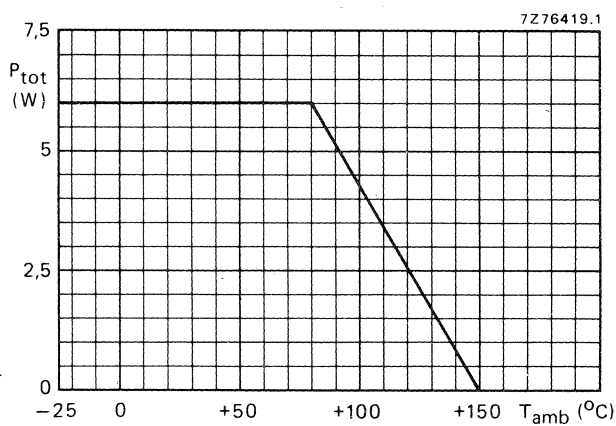


Fig. 2 Power derating curve.

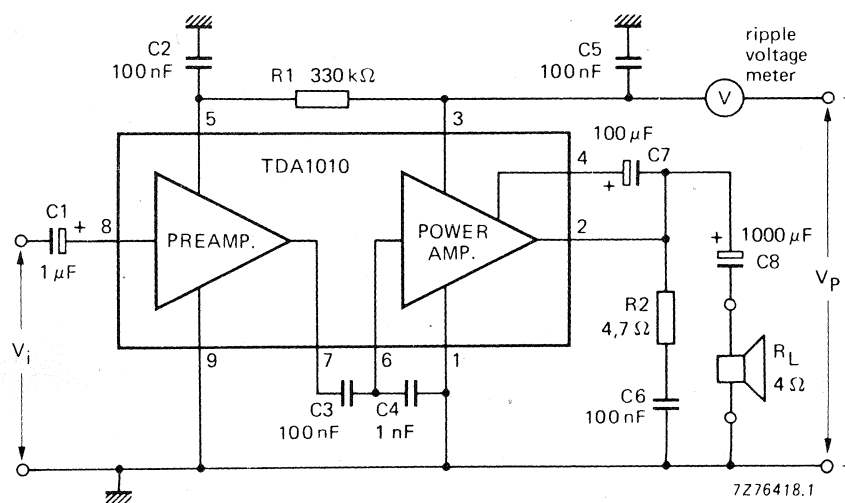
Fig. 2 - Potenza d'uscita in funzione della temperatura ambiente.

dischi, registratori a nastro o a cassette nei quali può fornire una potenza d'uscita che può raggiungere 8 W.

Le caratteristiche salienti di questo integrato possono pertanto essere così riassunte:

- disposizione dei piedini da un lato del contenitore (contenitore SIL); ciò permette una netta separazione tra le sezioni *elettrica* e *termica* dell'integrato ed una estrema facilità di fissaggio dell'integrato al radiatore richiesto.

Anche il montaggio dell'integrato sul circuito stampato è reso più semplice in quanto i terminali elettrici si trovano *solo* lungo un lato dell'integrato; essi sono inoltre accessibili da entrambi le superfici del circuito stampato, il che facilita eventuali controlli e misure.



-Fig. 3 - Circuito di prova per il tracciamento delle curve delle figure 4, 5, 6 e 7.

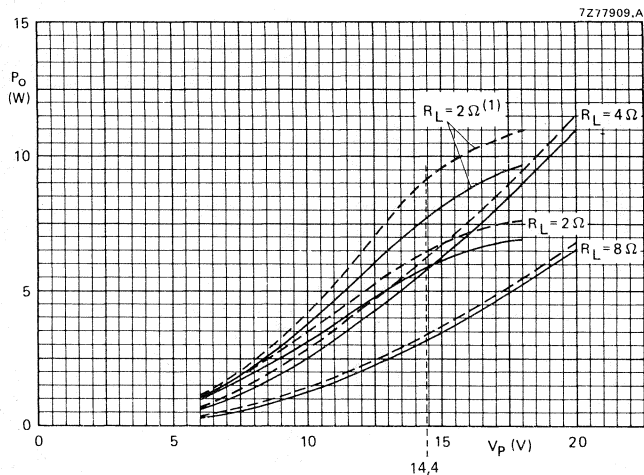


Fig. 4 - Potenza d'uscita in funzione della tensione di alimentazione (vedi testo).

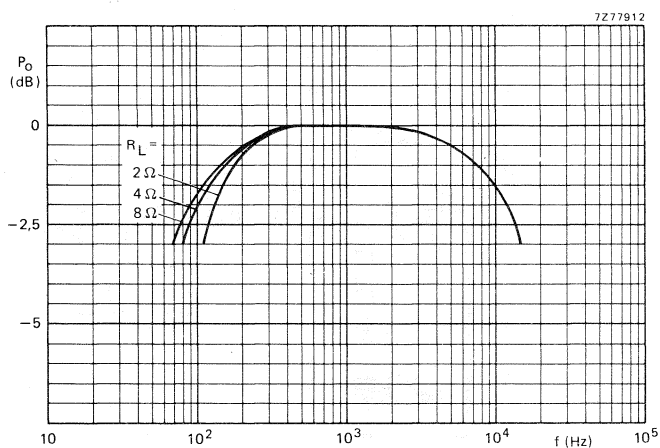


Fig. 6 - Curve di risposta in frequenza per differenti valori di carico.

A proposito di quest'ultimo fattore c'è da dire che il contenitore SIL-9 è perfettamente adattabile alle esistenti linee di montaggio e non presenta quindi problemi al riguardo. Infatti:

- il preamplificatore e l'amplificatore di potenza sono nettamente separati
- la potenza d'uscita è elevata
- i componenti esterni richiesti sono pochi e quindi la realizzazione completa non presenta problemi economici
- è incorporato un sistema di protezione termica.

In fig. 1a è riportato lo schema elettrico del TDA 1010 nel quale si vede che la parte sinistra comprende i circuiti del preamplificatore, la destra quelli dell'amplificatore di potenza.

Nella tabella 1 riportiamo i dati caratteristici essenziali dell'amplificatore.

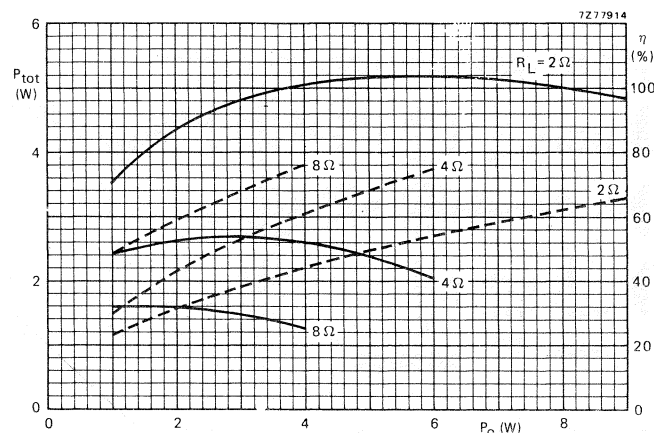


Fig. 7 - Potenza dissipata in funzione della potenza d'uscita (rendimento).

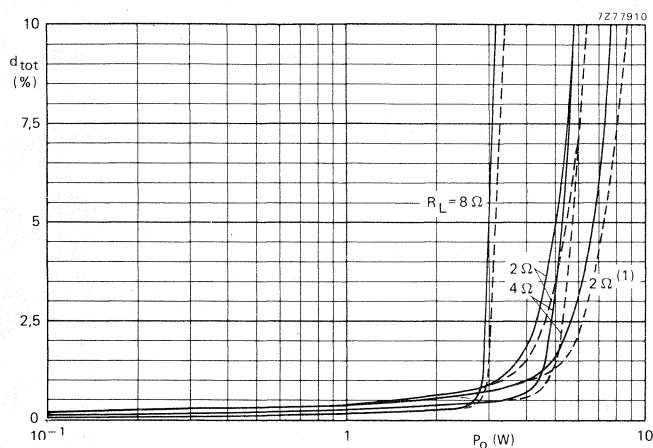


Fig. 5 - Distorsione totale in funzione della potenza d'uscita (vedi testo).

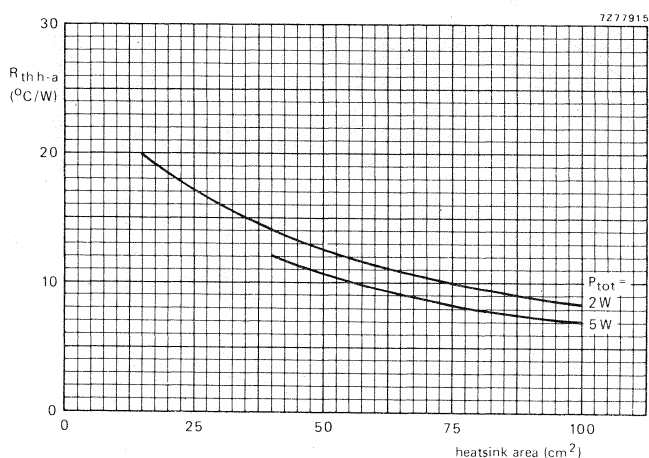


Fig. 8 - Resistenza termica dissipatore/ambiente in funzione dell'area del dissipatore (in cm^2).

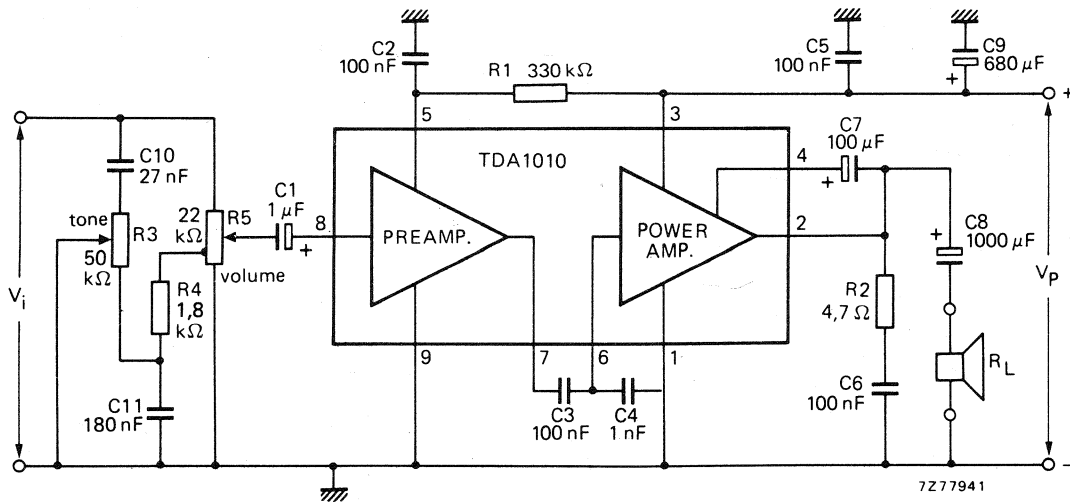
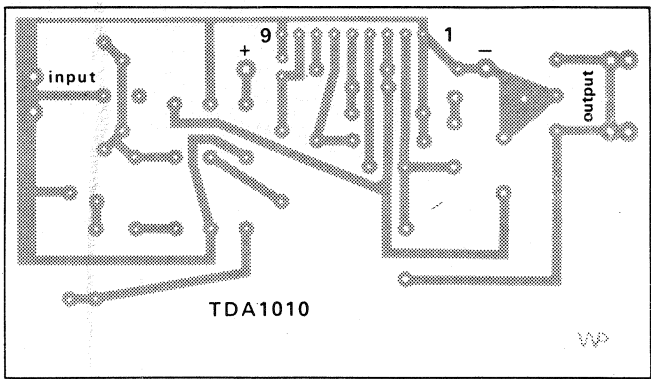


Fig. 9 - Esempio d'impiego di un TDA 1010 in un amplificatore audio per autoradio.

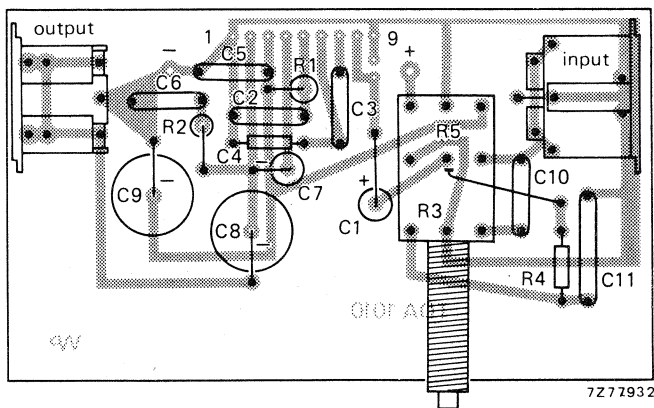


7277931

Fig. 10 - Circuito stampato dell'amplificatore di fig. 9 visto dal lato rame.

Tabella 1 — DATI CARATTERISTICI ESSENZIALI DELL'INTEGRATO TDA 1010

Tensioni di alimentazione ammissibili	V_P	6... 24	V
Corrente di picco ripetitiva d'uscita	I_{ORM}		3 A
Potenza d'uscita al piedino 2; $d_{tor} = 10\%$	P_o		
$V_P = 14,4$ V; $R_L = 2 \Omega$			6,4 W
$V_P = 14,4$ V; $R_L = 4 \Omega$			6,2 W
$V_P = 14,4$ V; $R_L = 8 \Omega$			3,4 W
$V_P = 14,4$ V; $R_L = 2 \Omega$ (con resistore aggiuntivo boot-strap di 220Ω tra i piedini 3 e 4)	P_o		9 W
Distorsione armonica complessiva con $P_o = 1$ W; $R_L = 4 \Omega$	d_{tot}		0,2 %
Impedenza d'ingresso preamplificatore (piedino 8)	Z_i		30 k Ω
amplificatore di potenza (piedino 6)	Z_i		20 k Ω
Corrente di riposo complessiva con $V_P = 14,4$ V	I_{tot}		31 mA
Sensibilità con $P_o = 5,8$ W; $R_L = 4 \Omega$	V_i		10 mV
Temperatura di lavoro	T_{amb}		-25 ... + 150 °C
Temperatura di immagaz.	T_{stg}		-55 ... + 150 °C



7277932

Fig. 11 - Lo stesso circuito stampato di fig. 10 visto dal lato componenti.

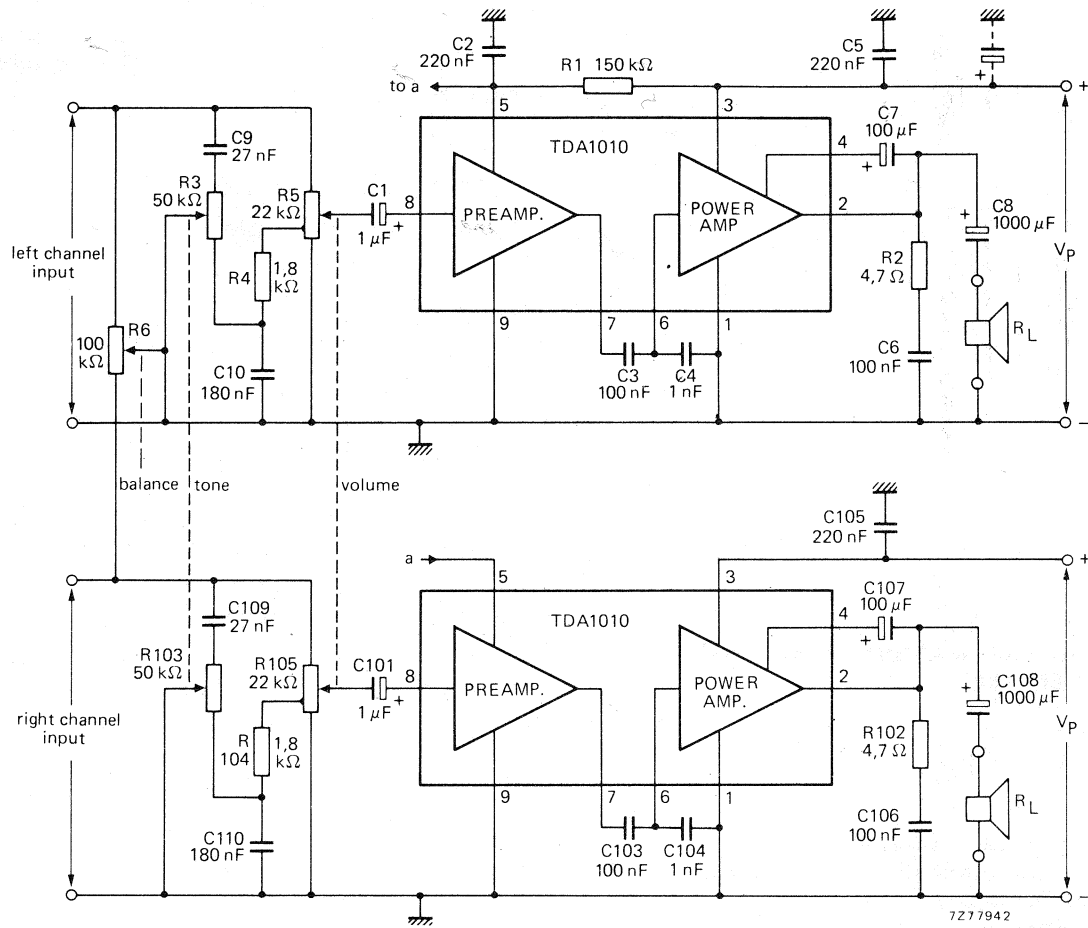


Fig. 12 - Esempio di impiego di due TDA 1010 per la realizzazione di un amplificatore stereo per autoradio.

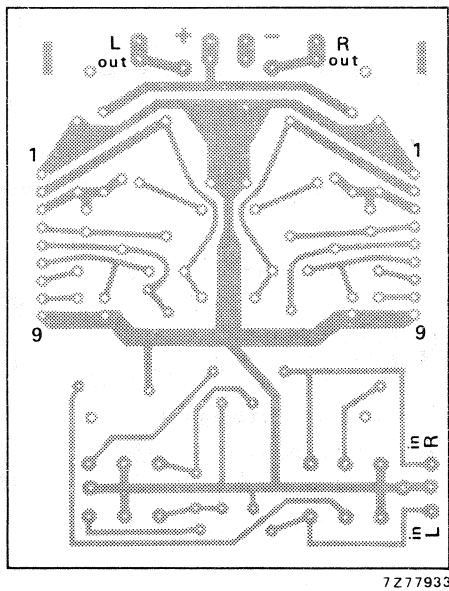


Fig. 13 - Circuito stampato per l'amplificatore stereo di figura 12 visto dal lato del rame.

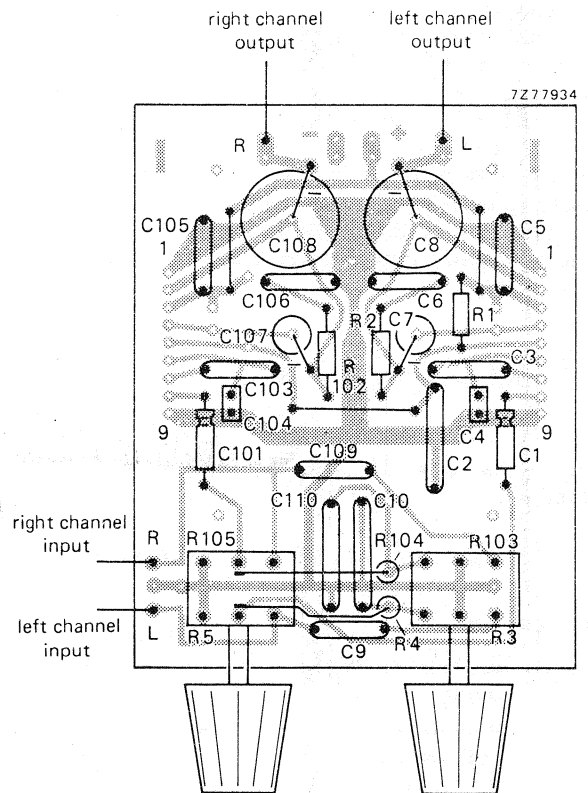


Fig. 14 - Lo stesso circuito stampato di fig. 13 visto dal lato componenti.

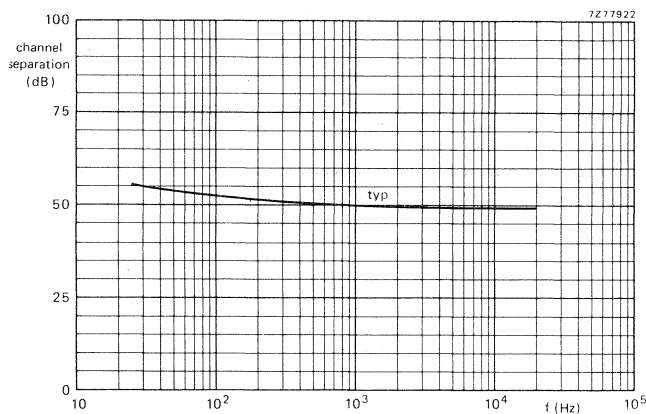


Fig. 15 - Separazione dei canali in funzione della frequenza nell'amplificatore stereo di figura 12.

Tabella 2 — VALORI MASSIMI AMMISSIBILI (IEC 134)

Tensione di alimentazione	V_p	24 V
Picco di corrente d'uscita	I_{ORM}	5 A
Picco ripetitivo della corrente	I_{ORM}	3 A
Dissipazione di potenza in funzione della temperatura ambiente	vedi curva fig. 2	
Temperatura di immagazz.	T_{stg}	-55 .. + 155 °C
Temperatura ambientale di lavoro	T_{amb}	-25 .. + 155 °C

2. - PROGETTO DEL DISSIPATORE

Si supponga: $V_p = 14,4$ V; $R_L = 2 \Omega$; $T_{amb} = 60^\circ$ massima; inizio della degenerazione termica alla temperatura $T_j = 150^\circ$ C della giunzione.

La dissipazione massima su un carico di 2Ω percorso da segnale sinusoidale sarà circa 5,2 W. La massima dissipazione nel caso di pilotaggio con segnale musicale sarà circa il 75% della massima dissipazione consentita nel caso di pilotaggio con segnale sinusoidale, e pertanto ammonterà a 3,9 W. Da ciò consegue che la resistenza complessiva tra giunzione e ambiente ($R_{th\ j-a}$) sarà:

$$R_{th\ j-a} = R_{th\ j-tab} + R_{th\ tab-h} + R_{th\ h-a} = \frac{150 - 60}{3,9} = 23^\circ\text{C/W}$$

Siccome $R_{th\ j-tab} = 12^\circ\text{C/W}$ e $R_{th\ tab-h} = 1^\circ\text{C/W}$ avremo che

$$R_{th\ h-a} = 23 - (12 + 1) = 10^\circ\text{C/W}$$

Si ricordi che:

- $R_{th\ j-a}$ = Resistenza termica tra la giunzione e l'ambiente
- $R_{th\ j-tab}$ = Resistenza termica tra la giunzione e l'aletta dell'integrato
- $R_{th\ tab-h}$ = Resistenza termica tra l'aletta e il radiatore di calore
- $R_{th\ h-a}$ = Resistenza termica tra il radiatore e l'ambiente.

Qui di seguito riportiamo le caratteristiche complete in funzionamento in continua e in alternata degli amplificatori descritti.

1) Caratteristiche in c.c.

Campo tensioni di lavoro	V_F	6...24 V
Corrente di picco ripetitivo d'uscita	I_{ORM}	< 3 A
Corrente di riposo complessiva con $V_p = 14,4$ V	I_{ior}	31 mA

2) Caratteristiche in c.a.

($T_{amb} = 25^\circ\text{C}$; $V_p = 14,4$ V; $R_L = 4 \Omega$; $f = 1$ kHz, salvo diversamente specificato; vedi anche fig. 3).

Potenza d'uscita audio (v. fig. 4)

con d_{ior} misurata al piedino 2;

senza resistore

$V_p = 14,4$ V; $R_L = 2 \Omega$ (nota 1) P_o 6,4 W

$V_p = 14,4$ V; $R_L = 4 \Omega$ (note 1 e 2) P_o > 5,9 W

$V_p = 14,4$ V; $R_L = 8 \Omega$ (nota 1) P_o 6,2 W

$V_p = 14,4$ V; $R_L = 4 \Omega$ P_o 3,4 W

senza boot-strap P_i 5,7 W

$V_p = 14,4$ W; $R_L = 2 \Omega$

con resistore boot-strap

da 220Ω tra i piedini 3 e 4 P_o 9 W

P_o 9 W

Guadagno tensione

preamplificatore (nota 3) G 24 dB

amplificatore di potenza G_{v2} 21...27 dB

amplificatore complessivo $G_{v\ tot}$ 30 dB

54 dB

51...57 dB

Distorsione armonica complessiva

con $P_o = 1$ W d_{ior} 0,2 %

Rendimento con $P_o = 6$ W η 75 %

Risposta in frequenza (-3 dB) 80 Hz...15 kHz

Impedenza d'ingresso

preamplificatore (nota 4) Z_i 30 k Ω

20...40 k Ω

amplificatore di potenza (nota 5) Z_i 20 k Ω

14...26 k Ω

Impedenza d'uscita del preamplifi-

catore, piedino 7 (nota 5) Z_o 20 k Ω

14...26 k Ω

Tensione d'uscita sul preamplifi-

catore (valore efficace) $V_o\ (eff)$ > 0,7 V

$d_{ior} < 1\%$ (piedino 7) (nota 3)

Tensione rumore all'uscita

(valore efficace: nota 6)

$R_s = 0 \Omega$ V_n 0,3 mV

$R_s = 8,2$ k Ω V_n 0,7 mV

< 1,4 mV

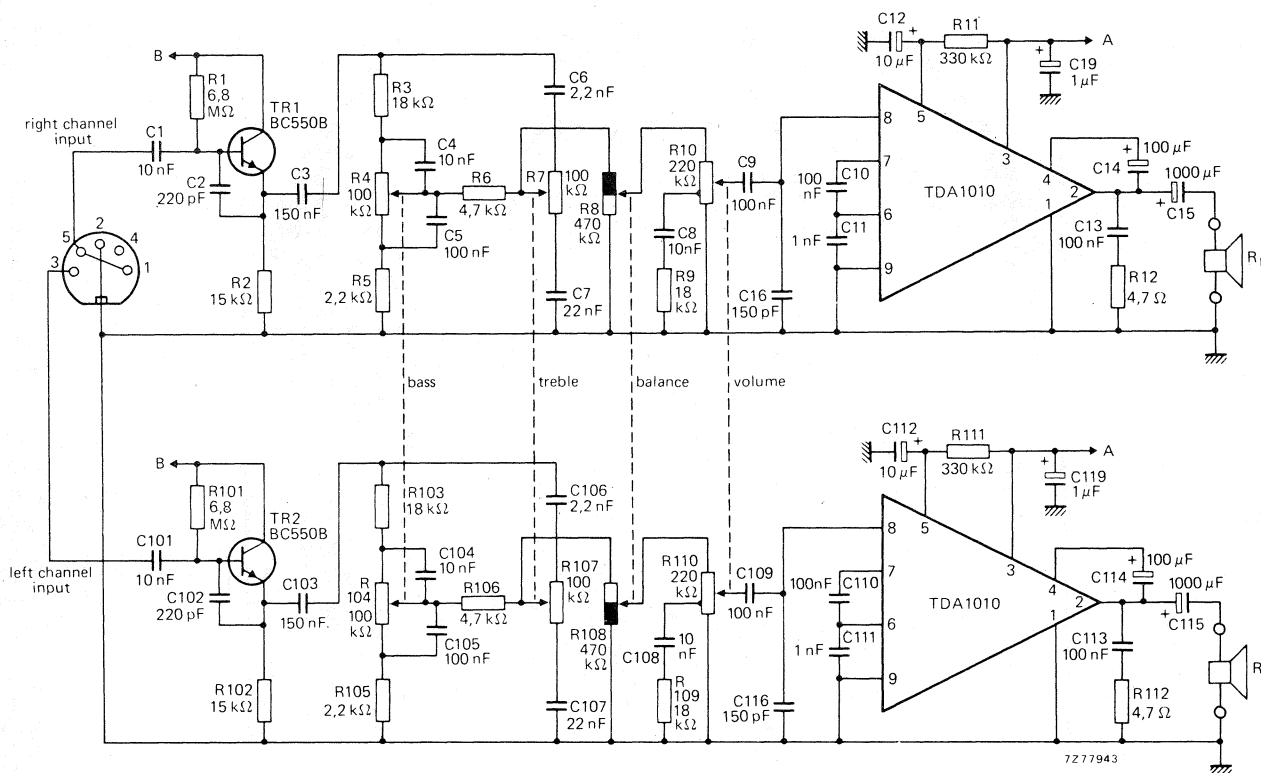


Fig. 16 - Esempio d'impiego di due TDA 1010 per la realizzazione di un amplificatore stereo alimentato dalla rete. I circuiti d'ingresso di ciascun canale prevedono l'impiego di un pick-up stereo.

Reiezione del ripple alla $f = 1 \text{ kHz}$			
fino a 10 kHz (nota 7)	RR	>42 dB	
$f = 100 \text{ Hz}; C_2 = 1 \mu\text{F}$	RR	>37 dB	
Sensibilita con $P = 5,8\text{W}$	V_i	10 mV	
Correnti di boot-strap all'inizio del taglio; piedino 4 (valore efficace)			
	$I_4 \text{ (eff)}$	30 mA	

NOTE:

- 1 - Misurata con un condensatore ideale accoppiato al carico dell'altoparlante
- 2 - Fino a $P_o \leq 3 \text{ W}; d_{\text{max}} \leq 1\%$
- 3 - Misurata con un'impedenza di carico di $20 \text{ k}\Omega$
- 4 - Indipendente dall'impedenza di carico del preamplificatore
- 5 - L'impedenza d'uscita del preamplificatore Z_o è adattata (entro il 10%) con l'impedenza d'ingresso Z_i dell'amplificatore di potenza
- 6 - Tensione efficace di rumore misurata entro la larghezza di banda da 60 Hz a 15 kHz (12 dB per ottava)
- 7 - Reiezione del ripple (alternata residua) misurata con una impedenza della sorgente compresa tra 0 e $2 \text{ k}\Omega$ (massima ampiezza del ripple = 2 V).

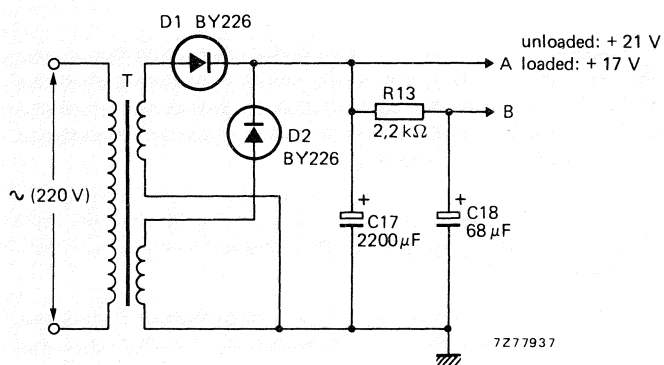


Fig. 17 - Alimentatore per l'amplificatore stereo di fig. 16.

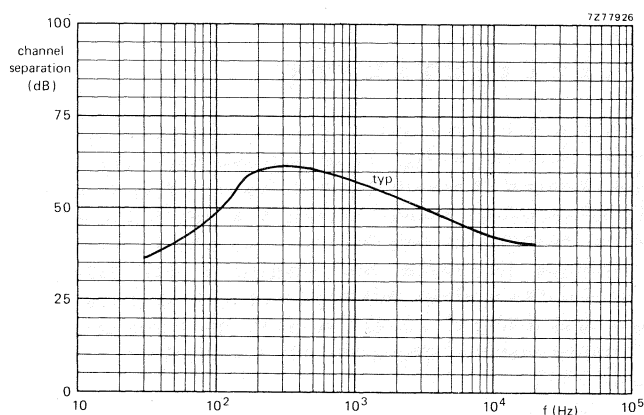


Fig. 18 - Separazione dei canali in funzione della frequenza nell'amplificatore stereo, alimentato dalla rete, di fig. 16.

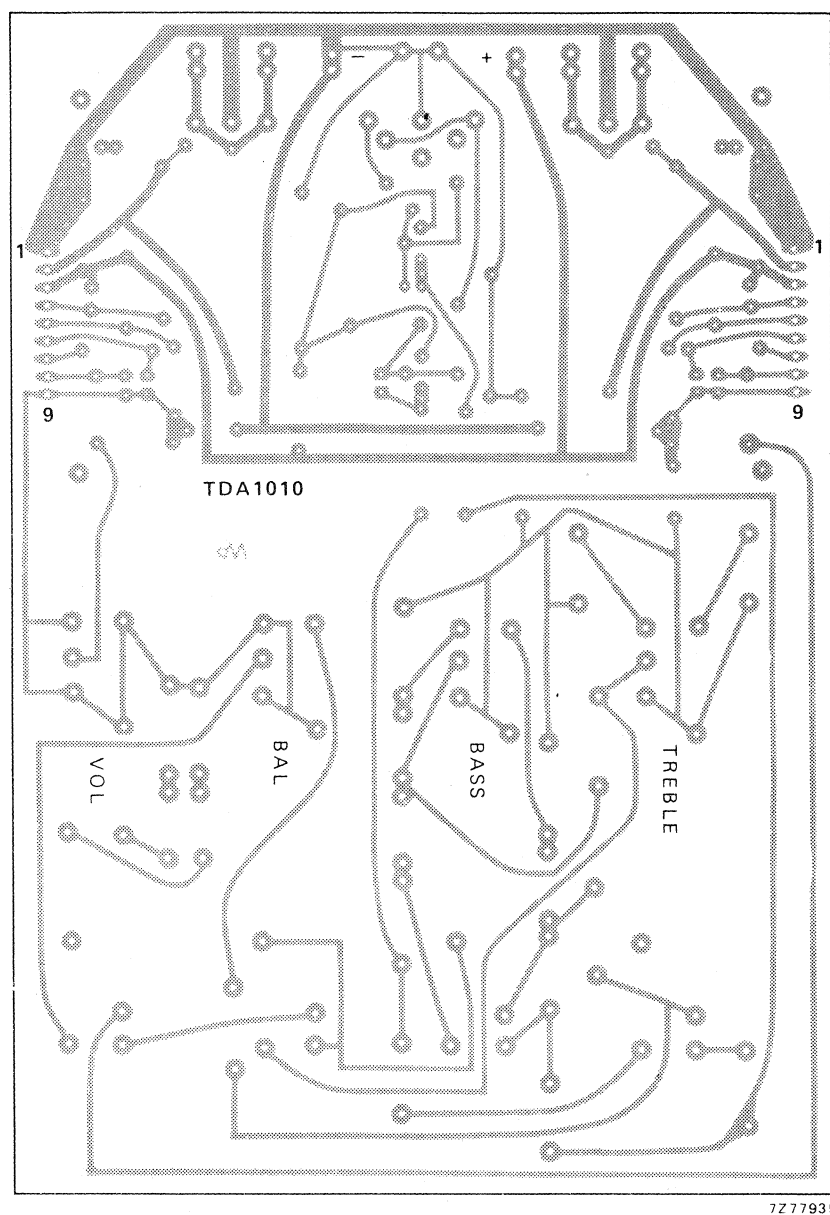


Fig. 19 - Circuito stampato, lato rame, per la realizzazione dell'amplificatore stereo di figura 16.

3. - CURVE CARATTERISTICHE

In fig. 4 è riportata la potenza d'uscita (misurata con il circuito di fig. 3) in funzione dei vari valori della tensione di alimentazione: il parametro di misura è l'impedenza di carico. Le curve a tratto pieno indicano la potenza ai capi del carico, quelle in tratteggio, la potenza ricavabile sul piedino 2 del TDA 1010. $R_L = 2 \Omega$ (1) è stata misurata con un resistore boot-strap aggiuntivo di 220Ω collegato tra i piedini 3 e 4. Le misure vennero effettuate alla $f = 1 \text{ kHz}$, $d_{\text{tot}} = 10\%$, $T_{\text{amb}} = 25^\circ\text{C}$.

In fig. 5 è riportata la distorsione armonica in funzione della potenza d'uscita misurata con il circuito di fig. 3. Anche in questo caso, le curve a tratto pieno indicano la potenza ai capi del carico, quelle

tratteggiate la potenza disponibile sul piedino 2 del TDA 1010. $R_L = 2 \Omega$ (1) è stata misurata collegando un resistore di boot-strap aggiuntivo di 220Ω tra i terminali 3 e 4 dell'integrato. Le misure vennero effettuate alla $f = 1 \text{ kHz}$, $V_r = 14,4 \text{ V}$.

In fig. 6 si può vedere la risposta in frequenza misurata anch'essa con il circuito di fig. 3 per tre differenti valori di impedenza. P. relativo a $0 \text{ dB} = 1 \text{ W}$; $V_r = 14,4 \text{ V}$.

In fig. 7 è indicata la potenza complessiva dissipata (curve a tratto pieno) e il rendimento (curve tratteggiate) — misurate sempre con il circuito di fig. 3 — in funzione della potenza audio d'uscita con l'impedenza dell'altoparlante presa come parametro (per $R_L = 2 \Omega$ è stato impiegato un resistore boot-strap esterno di 220Ω $V_r = 14,4 \text{ V}$; $f = 1 \text{ kHz}$).

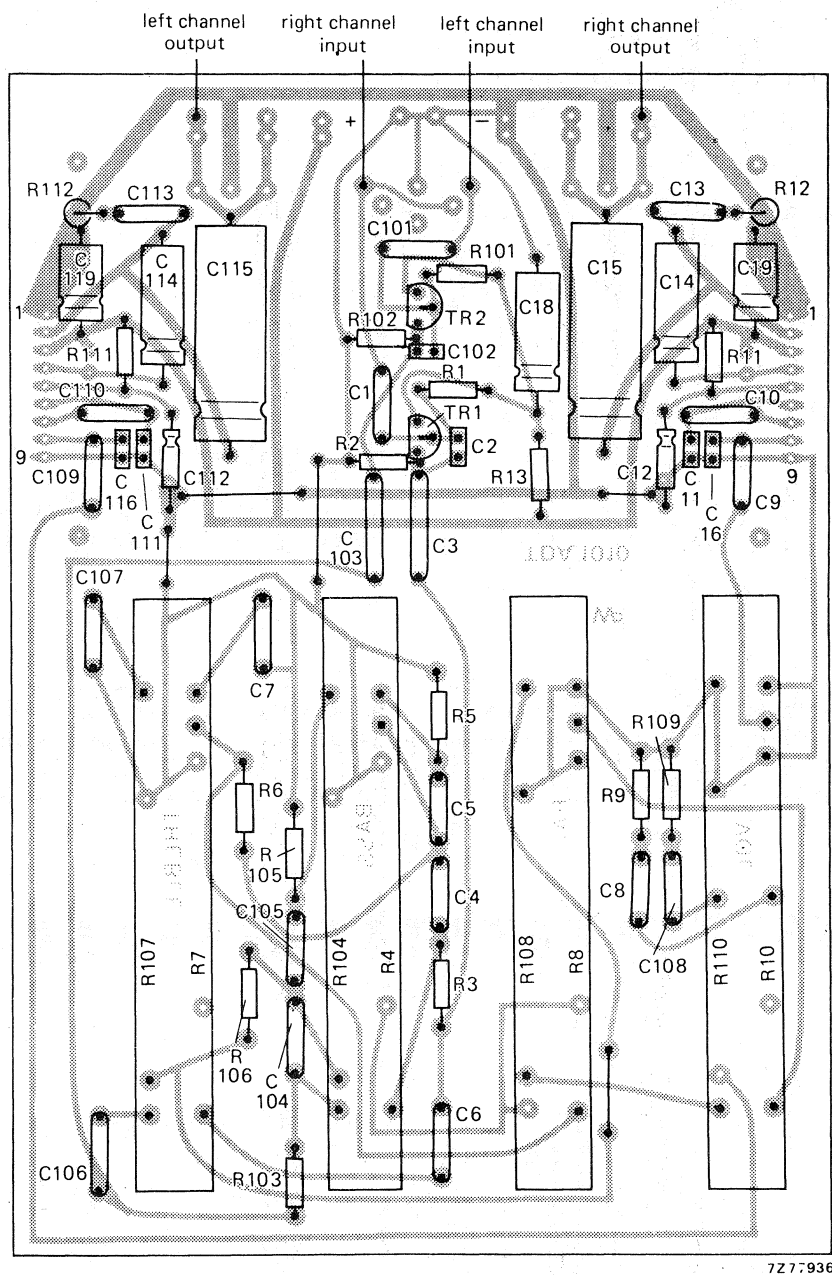


Fig. 20 - Lo stesso circuito stampato di figura 19 visto dal lato dei componenti.

In fig. 8 infine è indicata la resistenza termica tra radiatore e ambiente di un radiatore di alluminio piatto non annerito, con spessore di 1,5 mm, in funzione dell'area di una facciata del radiatore. Come parametro è stata usata la dissipazione di potenza complessiva.

4. - CIRCUITI D'APPLICAZIONE DEL TDA 1010

In fig. 9 è riportato lo schema completo di un amplificatore per autoradio. Il circuito stampato (lato rame) per la realizzazione di questo amplificatore si può vedere in fig. 10. Le dimensioni dello stampato sono 92 mm x 52 mm. La fig. 11 mostra invece il circuito stampato con i componenti montati, visto dal lato componenti.

In fig. 12 si vede lo schema elettrico ancora di un

amplificatore per autoradio, edizione stereo. Lo stampato per la sua realizzazione (lato rame) è riportato in fig. 13; le dimensioni dello stampato sono 83x65 mm. L'amplificatore stereo completo è riportato in fig. 14; lo stampato è visto dal lato dei componenti. Il regolatore del bilanciamento non è presente sullo stampato. In fig. 15 è riportata la separazione dei canali nell'amplificatore stereo di fig. 12 in funzione della frequenza.

In fig. 16 si può vedere un interessante impiego del TDA 1010 in un amplificatore stereo alimentato dalla rete; la parte d'ingresso è prevista per funzionamento con pick-up stereo, ceramico.

L'alimentatore per questo amplificatore è indicato in fig. 17. Il circuito stampato, lato rame, dell'amplificatore stereo di fig. 16 è riportato in fig. 19. Le dimensioni dello stampato sono 169 x 118 mm; lo stesso stampato visto dalla parte dove sono montati i com-

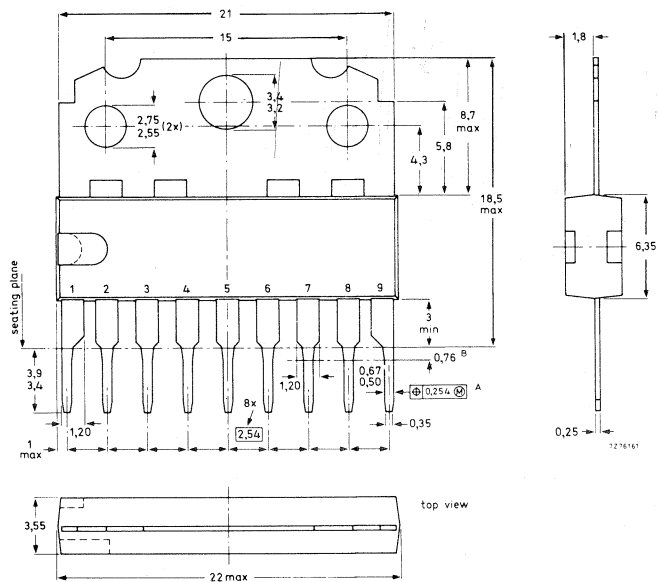


Fig. 21 - Dimensioni d'ingombro in mm del contenitore del TDA 1010. Il contenitore è in plastica con aletta di raffreddamento munita di fori per il fissaggio al radiatore di calore. Questo contenitore è noto con la sigla SOT-110A oppure SIL-9 (nove terminali tutti disposti su un lato).

ponenti è indicato in fig. 20. Nel circuito stampato sono stati inseriti anche alcuni componenti dell'alimentatore (per es. C18, R13). In fig. 18 si può vedere l'andamento della separazione dei canali nell'amplificatore stereo di fig. 16 in funzione della frequenza.

Le dimensioni d'ingombro dell'integrato TDA 1010 le abbiamo indicate in fig. 21. I vari sistemi di montaggio di questo integrato con il radiatore richiesto sono già stati illustrati nella "Nota di Applicazione Philips N. 131" fornibile a richiesta.

ESEMPI DI MONTAGGIO DEI CIRCUITI INTEGRATI IN CONTENITORE SIL - 9

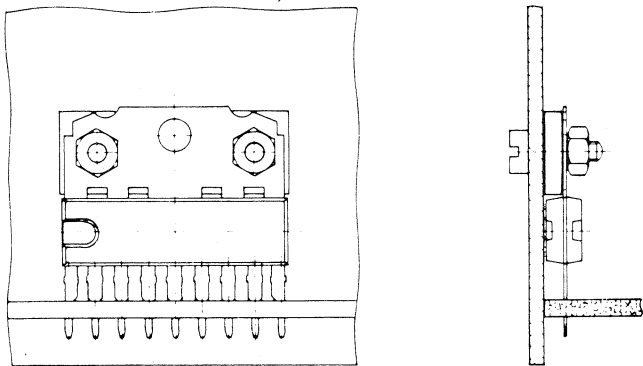


Fig. 22 - Sistema di montaggio N. 1
 $R_{h \text{ aletta-dissipatore}} = 1,2 \text{ } ^\circ\text{C/W}$ senza silicone
 $R_{h \text{ aletta-dissipatore}} = 0,6 \text{ } ^\circ\text{C/W}$ con silicone

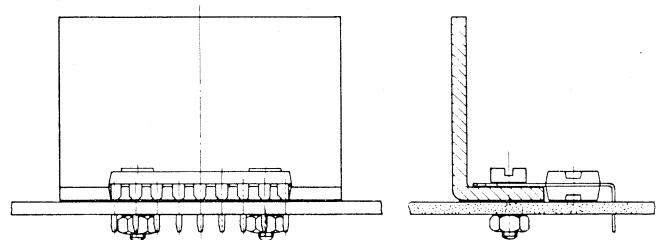


Fig. 23 - Sistema di montaggio N. 2
 $R_{h \text{ aletta-dissipatore}} = 1 \text{ } ^\circ\text{C/W}$ senza silicone
 $R_{h \text{ aletta-dissipatore}} = 0,5 \text{ } ^\circ\text{C/W}$ con silicone