

TDA 1011: Un circuito integrato B.F. dalle molteplici applicazioni

Consente di realizzare una vasta gamma di amplificatori b. f. alimentabili da batteria o dalla rete. Può lavorare con tensioni di alimentazione rispettivamente di 6 V ($P_o = 1$ W), 9 V ($P_o = 2$ W) e 16 V ($P_o = 6$ W). Insieme al TDA 5700 permette di realizzare un ricevitore AM/FM portatile di elevata sensibilità e con potenza d'uscita b.f. di circa 1 W.

Gli amplificatori b.f. con potenza d'uscita compresa tra 2 e 6 W vengono impiegati in un gran numero di radiorecettori e amplificatori b.f. per uso domestico. In questi apparecchi, l'amplificatore b.f. deve occupare uno spazio molto ristretto e per questo motivo, già da qualche tempo la soluzione ideale di amplificatore è quella in *circuito integrato* che richiede, com'è noto, un numero limitato di componenti periferici e un dissipatore di calore di ridotte dimensioni. L'alimentazione prevista per questi apparecchi è da rete o da batteria.

Il circuito integrato Philips/Elcoma TDA 1011 è l'ideale per questo tipo di applicazioni. Esso contiene un preamplificatore b.f. e un amplificatore di potenza in classe B. L'impiego ideale di questo integrato sono le radio portatili e i registratori a cassetta con potenza d'uscita fino a 6 W. Questo integrato ha un campo di valori di tensione di alimentazione molto esteso (da 3,6 V a 24 V), e può quindi essere impiegato in apparecchiature alimentate dalla rete o dalla batteria. Per esempio, dovendo impiegare un altoparlante da 4 Ω , e volendo 1 W d'uscita sarà sufficiente una batteria da 6 V; se invece si desiderano 2 W bisognerà impiegare due batterie piatte da 4,5 V. Volendo infine una potenza d'uscita di 6 W occorrerà disporre di una tensione di alimentazione di 16 V. Il radiatore sarà richiesto solo nel caso l'integrato lavori a temperature ambiente superiori a 45 °C e con potenze d'uscita superiori a 2,78 W. ($V_s > 10,5$ V).

Le altre caratteristiche interessanti del TDA 1011 sono:

- l'uscita del preamplificatore e l'ingresso dell'amplificatore di potenza fanno capo a due terminali separati. Ciò consente di poter effettuare tra i due

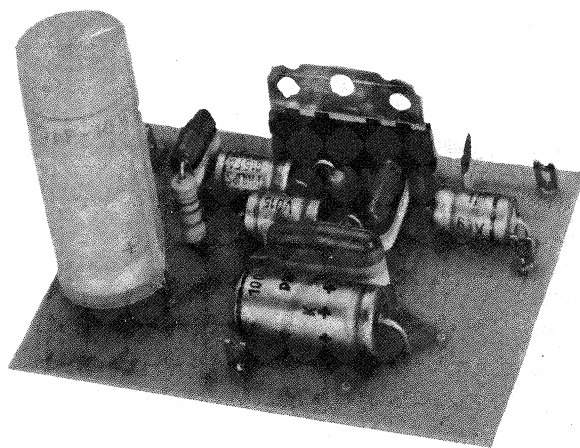


Fig. 1 - Amplificatore b.f. alimentato dalla rete realizzato con il TDA 1011.

circuiti la compensazione in frequenza e la regolazione del guadagno senza correre il pericolo di introdurre fenomeni di instabilità.

- l'interno "shut-down" termico del preamplificatore rende il circuito immune da cortocircuiti in alternata all'uscita anche nel caso in cui si verifichi un sovrapiantaggio di 10 dB all'ingresso ed un aumento della tensione di alimentazione fino a 14 V.
- la corrente di riposo è solo 12 mA ad una tensione di alimentazione di 9 V.
- l'impedenza d'ingresso è elevata (valore tipico 200 k Ω).
- il guadagno in tensione è elevato (valore tipico 52 dB su tutta la banda amplificata)
- il basso valore di irradiazione r.f. (7 μ V a 500 kHz $R_s = 0 \Omega$) non dà problemi di sistemazione dell'antenna in ferrite nei ricevitori radio.

Incapsulamento

Come tutti gli integrati di potenza così anche il TDA 1011 non può esimersi dal richiedere un adeguato dissipatore di calore tutte le volte che si richiede da esso una potenza di uscita elevata o venga a trovarsi a lavorare a temperature ambientali elevate. Abbiamo quindi creduto opportuno mettere il chip di questo in-

tegrato in un contenitore facilmente inseribile in una piastra di circuito stampato e al quale si potesse con relativa facilità applicare un adeguato dissipatore di calore.

Sfortunatamente il convenzionale contenitore DIL di potenza è costoso e presenta difficoltà di montaggio. Occupa inoltre nello stampato uno spazio relativamente ampio; presenta difficoltà di montaggio del radiatore, ed in alcuni casi, tende a riscaldare tutta la piastra del circuito stampato con i noti inconvenienti che ne potrebbero derivare.

E' per questi motivi che abbiamo deciso di incapsulare il TDA 1011 (2...6 W) nel noto contenitore SIL (Single In Line). Questo contenitore come si sa, possiede tutti i terminali da un lato mentre dall'altro lato fuoriesce una bandella metallica di raffreddamento alla quale può essere applicato il dissipatore di calore richiesto.

I vantaggi principali di questo tipo di contenitore sono i seguenti:

- l'inserimento del circuito integrato nello stampato è semplificato al massimo; l'integrato può essere sistemato in qualunque punto dello stampato anche lungo i bordi di quest'ultimo. Le piste di rame per il collegamento ai terminali dell'integrato possono seguire i percorsi più brevi e rettilinei.
- facilità di fissaggio del radiatore di calore.

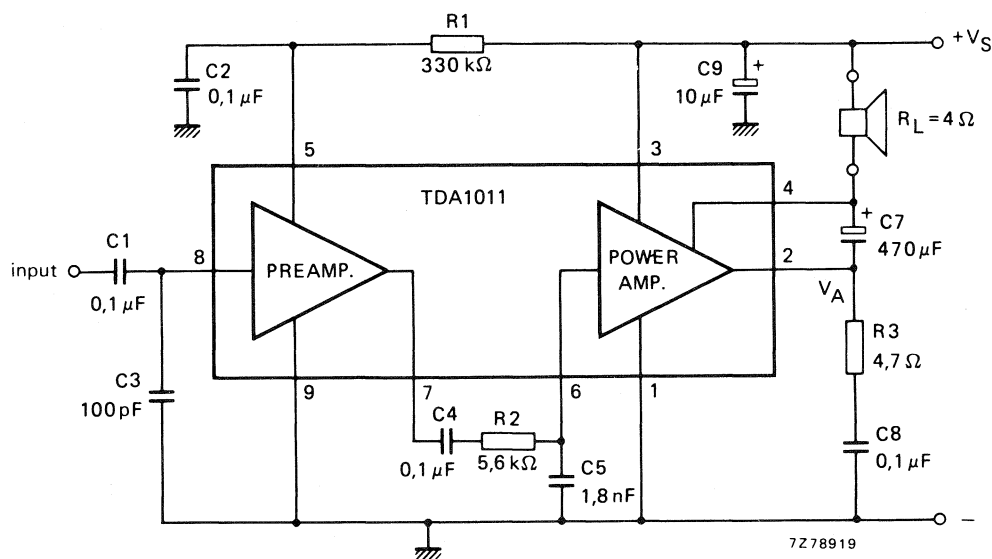


Fig. 2 - Schema d'impiego del TDA 1011 per la realizzazione di un amplificatore b.f. alimentato a batteria.

Tabella 1 - CARATTERISTICHE DEGLI AMPLIFICATORI ALIMENTATI A BATTERIA

tensione della batteria:	6	3,6	9	5,4	V
massima potenza sviluppata ai capi di $R_L = 4 \Omega$ (d = 10%):	0,9	0,22	2,2	0,75	W
distorsione a $P_o = 0,5 P_o$ max:	0,32	0,45	0,35	0,5	%
corrente di riposo:	10	7,5	12	9,5	mA
sensibilità d'ingresso con $P_o = 50$ mW:			1,5		mV
sensibilità d'ingresso alla massima potenza P_o max:	7,4	3,6	11,3	6,5	mV
impedenza d'ingresso:			200		k Ω
rapporto segnale/disturbo ($P_o = 50$ mW, $R_s = 0 \Omega$):			68		dB
risposta in frequenza a -3 dB riferita alla potenza massima (P_o max = 0,5 W alla frequenza di 1 kHz):			100-16000		Hz

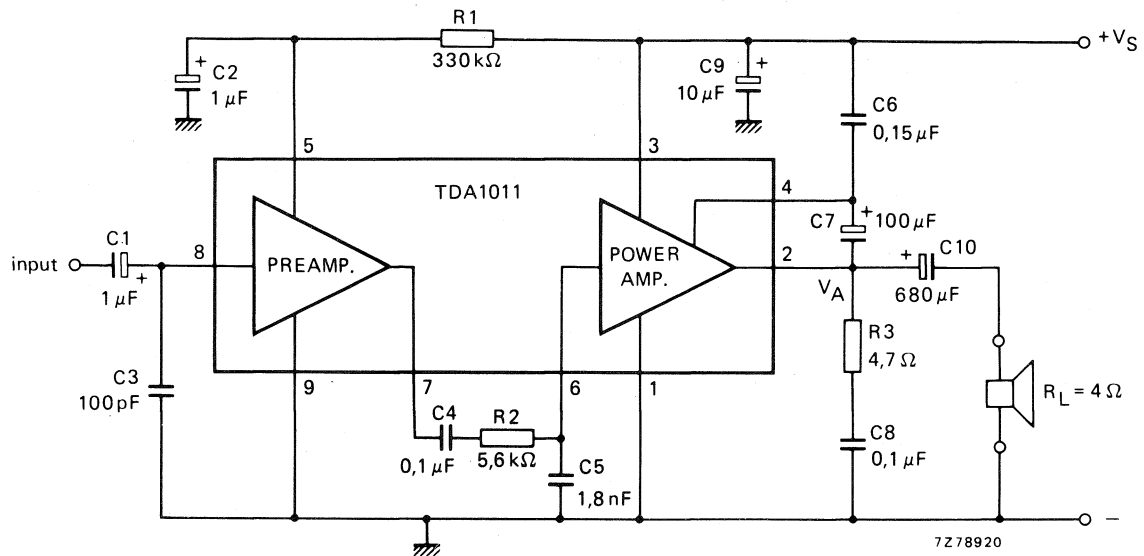


Fig. 3 - Schema d'impiego del TDA 1011 per la realizzazione di un amplificatore b.f. alimentato dalla rete.

Tabella 2 - CARATTERISTICHE DEGLI AMPLIFICATORI ALIMENTATI DALLA RETE

tensione di alimentazione:	12	16	V
massima potenza sviluppata sul carico $R_L = 4 \Omega$ ($d = 10\%$):	3,8	6,2	W
distorsione a $P_o = 1 W$:	0,4	0,35	%
corrente di riposo:	13,5	16	mA
tensione di alimentazione sul punto intermedio in corrispondenza al terminale 2:	6	8,1	V
massima dissipazione ammissibile con pilotaggio con segnale ad onda sinusoidale:	2,3	4	W
guadagno complessivo in tensione:		50	dB
sensibilità d'ingresso con $P_o = 1 W$:		6,5	mV
impedenza d'ingresso:		200	k Ω
rapporto segnale/disturbo con $P_o = 50 mW$; $R_s = 0 \Omega$:		68	dB
$R_s = 8,2 k\Omega$:		60	dB
reiezione dell'alternata residua a 100 Hz sovrapposta alla tensione di alimentazione:		37	dB
risposta in frequenza a $-3 dB$ (riferita alla potenza di 1 W ad 1 kHz)		90-16000	Hz
minima superficie del dissipatore piatto in alluminio lucido spessore di 1,5 mm ($T_{amb} = 45 ^\circ C$):	10	36	cm ²

— se l'integrato viene impiegato senza radiatore di calore, la resistenza termica tra cristallo e ambiente è $60 ^\circ C/W$. Valore quest'ultimo che può essere abbassato, qualora si desiderino potenze più elevate, estendendo l'area della bandella, o in altre parole montando su di essa un radiatore di calore vero e proprio, nel qual caso la resistenza termica tra cristallo e bandella scenderebbe a $12 ^\circ C/W$. La bandella è collegata internamente al substrato del circuito per cui tra radiatore di calore e bandella, di solito, non è richiesto alcun tipo di isolamento.

IMPIEGHI

1) Il TDA 1011 in apparecchi alimentati a batteria

In fig. 2 si può vedere l'integrato TDA 1011 funzio-

nante come amplificatore b.f. alimentabile con tensioni da batteria comprese tra 6 V e 9 V. Le caratteristiche di funzionamento in questo particolare impiego sono riportate nella tabella 1. Esse si riferiscono ad un segnale d'ingresso con frequenza di 1 kHz e sono state misurate sia ai valori nominali delle tensioni delle batterie sia ai rispettivi valori di fine-vita. (Si ricordi che in pratica una batteria da 1,5 V deve considerarsi in fine-vita, e cioè, esaurita quando sotto carico, la tensione ai suoi terminali scende a 0,75 V. In queste condizioni, il valore medio della tensione a vuoto o sotto carico s'aggira su 0,9 V). In fig. 6 è riportato il circuito stampato dove può essere montato questo amplificatore. In questo impiego il TDA 1011 non richiede alcun tipo di radiatore di calore.

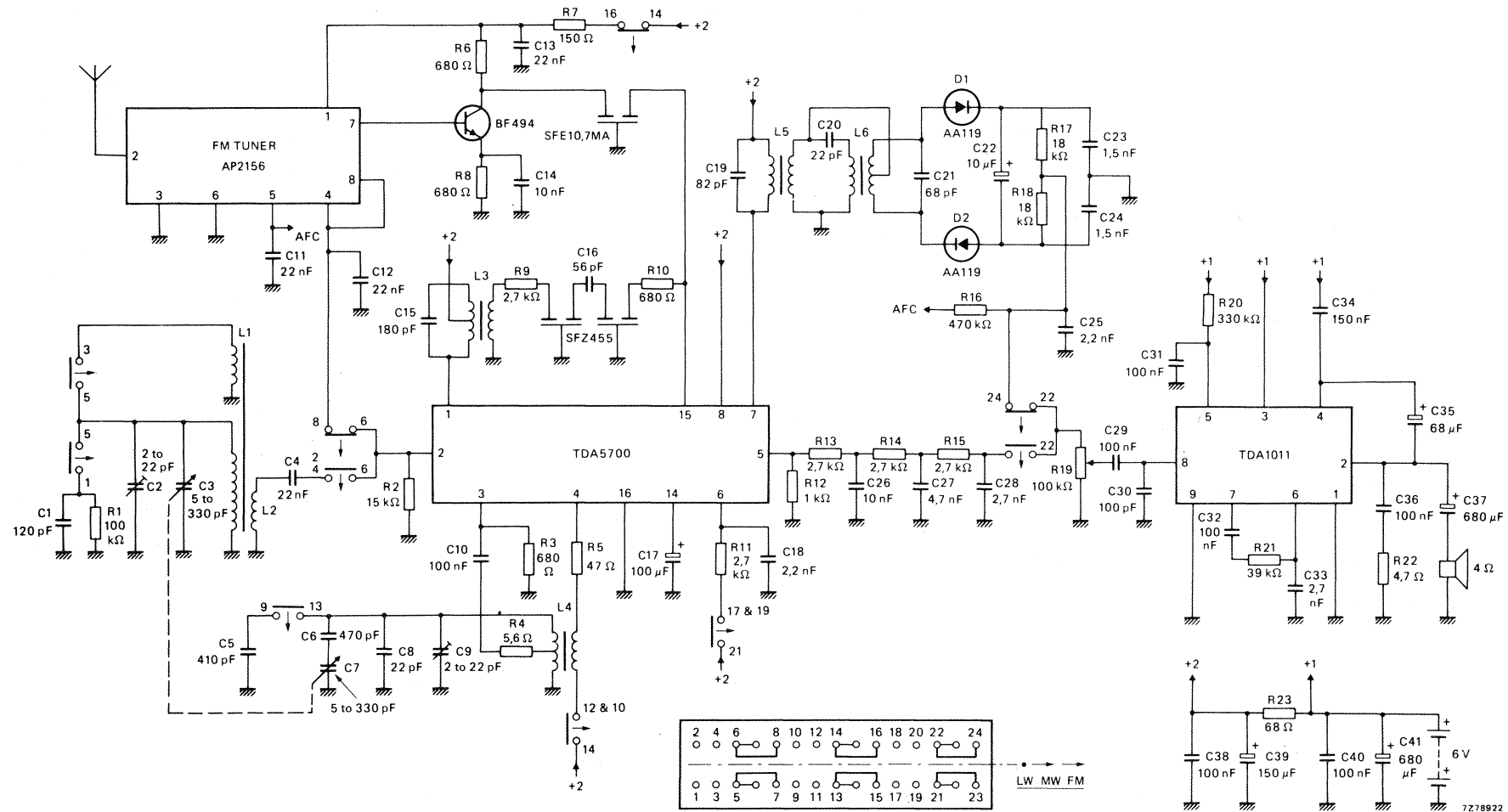


Fig. 4 - Schema elettrico di un radiorecettore portatile AM/FM realizzato per la sezione R.F. e F.I. con l'integrato TDA 5700 e per la sezione b.f. con l'integrato TDA 1011.

**Tabella 3 - CARATTERISTICHE DELLA SEZIONE a.m. DEL RICEVITORE
(misure effettuate con $V_s = 5,4 V$, $T_{amb} = 25 ^\circ C$)**

tensione r.f. d'ingresso, $m = 0,3$, sul terminale 2
per rapporto segnale/disturbo di 26 dB
per $V_o = 10 mV$

V_i tip. 18 μV
 V_i tip. 3,5 μV

massimo segnale r.f. accettabile, $m = 0,8$
per $d_{tot} = 10\%$

300 mV

Tabella 4 - CARATTERISTICHE DELLA SEZIONE f.m.

misure effettuate su $V_s = 5,4 \text{ V}$, $T_{\text{amb}} = 25 \text{ }^\circ\text{C}$

sensibilità per un segnale f.m. 3 dB prima della limitazione sull'ingresso dell'antenna a 75Ω :
(note 1,3)

V_i tip. $4 \mu\text{V}$

sensibilità per un rapporto segnale/disturbo di 26 dB all'ingresso di antenna a 75Ω :
(note 1,3)

V_i tip. $3 \mu\text{V}$

tensione di uscita b.f. ai capi del regolatore del volume da $100 \text{ k}\Omega$ per un segnale f.i. oltre l'alimentazione

V_o tip. 140 mV

rapporto segnale/disturbo per tutti i livelli di segnali ricevibili soppressione a.m. entro tutta la banda ricevuta (nota 2)

tip. 65 dB

tip. 60 dB

Tabella 5 - CARATTERISTICHE DELLA SEZIONE b.f.

(misure effettuate su $V_s = 6 \text{ V}$, $T_{\text{amb}} = 25 \text{ }^\circ\text{C}$)

sensibilità per $P_o = 50 \text{ mW}$ V_i tip. $3,6 \text{ mV}$

massima potenza di uscita P_o max $0,9 \text{ W}$
 $d_{\text{tot}} = 10\%$

distorsione entro tutta la gamma di azione c.a.g. $d_{\text{tot}} < 0,5 \%$

risposta in frequenza a -3 dB (riferita alla potenza massima di $0,5 \text{ W}$ ad 1 kHz) $70\text{-}5000 \text{ Hz}$

Note:

1. f.e.m. in antenna (V_i) alla frequenza $f_o = 98 \text{ MHz}$, $R_a = 75 \Omega$, $\Delta f = \pm 22,5 \text{ kHz}$, $f_{\text{mod}} = 1 \text{ kHz}$.

2. per un segnale a.m., $m = 0,3$, $f_{\text{mod}} = 1 \text{ kHz}$, segnale f.m. $f_o = 10,7 \text{ MHz}$, $\Delta f = \pm 75 \text{ kHz}$, $f_{\text{mod}} = 70 \text{ Hz}$.
La portante modulata simultaneamente in a.m. e f.m.

3. caratteristiche del tuner F.M.: guadagno complessivo = 20 dB ; larghezza di banda complessiva = 225 kHz ; cifra di rumore = $5,5 \text{ dB}$; f.i. = $10,7 \text{ MHz}$.

2) Il TDA 1011 in apparecchi alimentati dalla tensione di rete

I collegamenti e i componenti periferici dell'integrato funzionante come amplificatore b.f. sono quelli riportati in fig. 3. Le caratteristiche tecniche del circuito sono riportate nella tabella 2. Queste caratteristiche sono state misurate con un segnale d'ingresso con frequenza di 1 kHz . Il circuito stampato con il quale si può realizzare questo amplificatore è riportato in fig. 7.

3) Realizzazione di un radiorecettore AM/FM portatile con gli integrati TDA 1011 e TDA 5700

Lo schema elettrico di questo ricevitore portatile è riportato in fig. 4. Si può ricevere la banda AM (onde lunghe e medie) e la banda FM. L'integrato TDA 5700 contiene le funzioni tipiche per l'amplificazione e la rivelazione del segnale R.F. Il TDA 1011 è il noto preamplificatore e amplificatore b.f. descritto.

Il ricevitore prevede l'alimentazione mista, e cioè, da rete o mediante batterie. I collegamenti e i componenti del TDA 1011 sono simili a quelli dell'amplificatore di fig. 3. Si è solo dovuto ritoccare il valore dei componenti R21, C32 e C33 in modo da ottenere la richiesta sensibilità di $3,6 \text{ V}$ e, comprimendo la banda passante, ridurre al minimo l'irradiazione verso l'antenna in ferrite. Le caratteristiche di funzionamento rispettivamente in AM, FM e b.f. sono riportate nelle tabelle 3, 4 e 5.

4) Possibilità di ottenere una riproduzione stereo in ricevitori portatili impiegando due TDA 1011

Alcuni apparecchi portatili prevedono per la riproduzione stereo, prese per due altoparlanti separati esterni; quando il ricevitore è abbastanza esteso in lunghezza, i due altoparlanti stereo possono essere incorporati nel ricevitore stesso. Non è una riproduzione stereo ideale ma è comunque accettabile. In alcuni radiorecettori e radioregistratori i due altoparlanti vengono però a trovarsi troppo vicini, e pertanto non sono in grado di riprodurre l'effetto stereofonico. In questi casi, per esaltare l'effetto

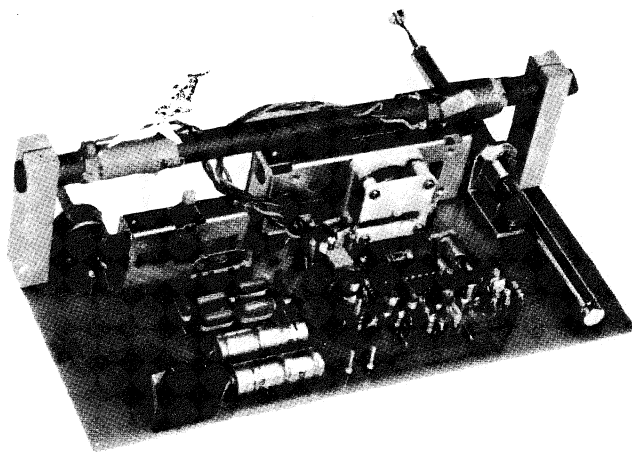


Fig. 4a - Prototipo di laboratorio del radiorecettore portatile AM/FM realizzato con gli integrati TDA 5700 e TDA 1011

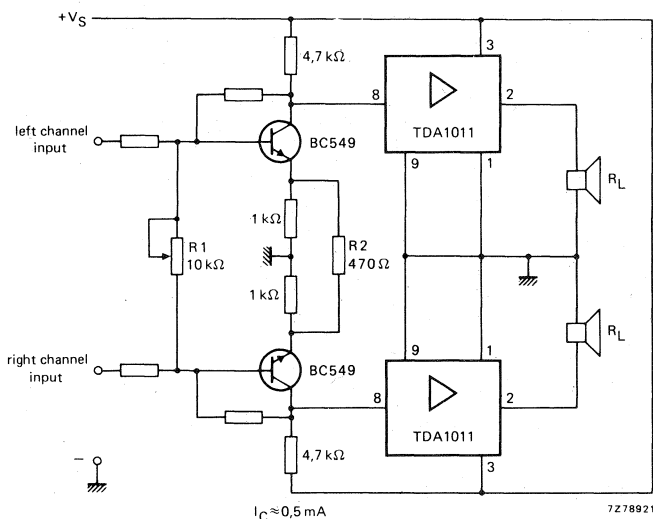


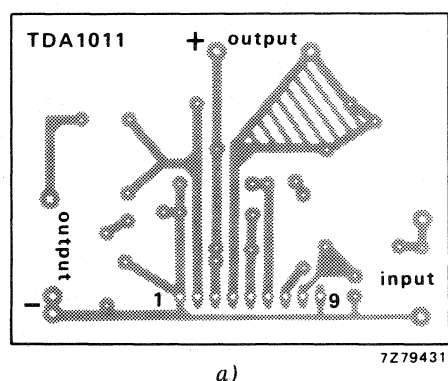
Fig. 5 - Principio di funzionamento del circuito per l'evadenza dell'effetto stereo nei ricevitori portatili.

stereo, occorrerà introdurre un certo mescolamento e sfasamento tra i segnali dei due canali. Come può essere fatto ciò si può vedere in fig. 5, nella quale due TDA 1011 sono collegati a due transistori "discreti" (tipo BC 549) che funzionano da invertitori di fase. Il resistore R1 (oltre a quello fisso R2) serve per esaltare più o meno questo pseudo effetto stereo.

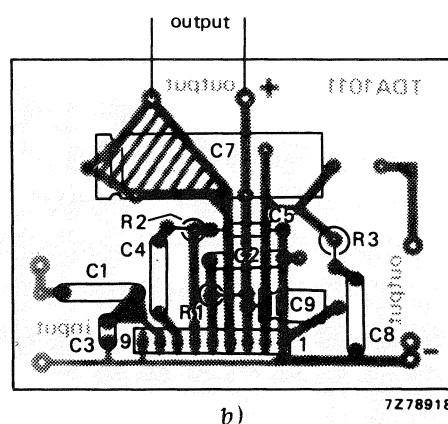
5) Suggerimenti pratici per la corretta realizzazione del circuito stampato

Per realizzare correttamente il circuito stampato dove sarà montato l'integrato TDA 1011 occorre attenersi ai seguenti criteri generali.

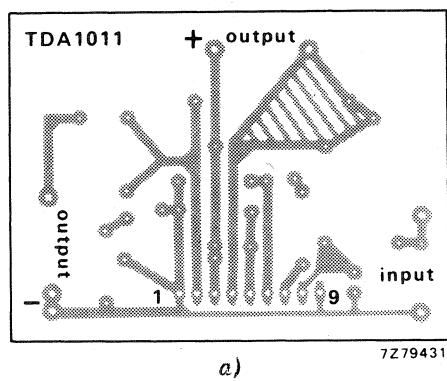
- Sistemare il condensatore di disaccoppiamento della tensione di alimentazione ($10 \mu\text{F}$) più vicino possibile ai terminali 1 e 3.
- evitare ritorni a massa i quali, facendo circolare la corrente di uscita attraverso il terminale 1, possono produrre correnti indotte nella pista collegata al terminale 9.
- sistemare il resistore e il condensatore di Boucherot più vicino possibile ai terminali 1 e 2.
- realizzare un punto di collegamento comune per il terminale 1 del TDA 1011, il collegamento negativo della tensione di alimentazione, il terminale negativo dell'altoparlante e il condensatore del filtro di Boucherot. Sistemare questo punto di collegamento più vicino possibile al terminale 1 del TDA 1011. Quando il TDA 1011 è inserito in un radiorecettore ci si attenga alle seguenti norme:
- disporre i collegamenti agli altoparlanti e alla tensione di alimentazione e le piste di rame dello stampato più lontano possibile dall'antenna in ferrite (specialmente dall'induttanza d'antenna per la ricezione delle onde lunghe).
- intrecciare i fili di collegamento all'altoparlante.



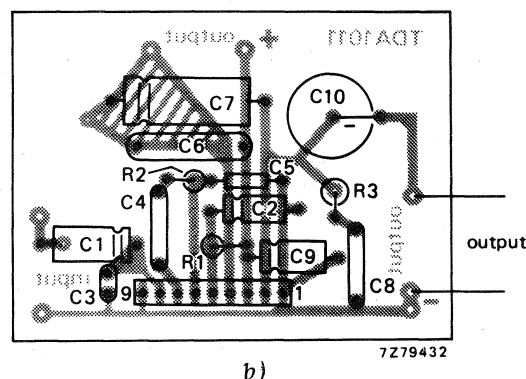
a)



b)



a)



b)

Fig. 6 - Circuito stampato per la realizzazione pratica dell'amplificatore di fig. 2. a) visto dal lato del rame; b) visto dal lato dei componenti.

Fig. 7 - Circuito stampato per la realizzazione dell'amplificatore di fig. 3. a) visto dal lato del rame; b) visto dal lato dei componenti.