

Amplificatori VHF/UHF ibridi a larga banda con tensione di alimentazione di 12 V

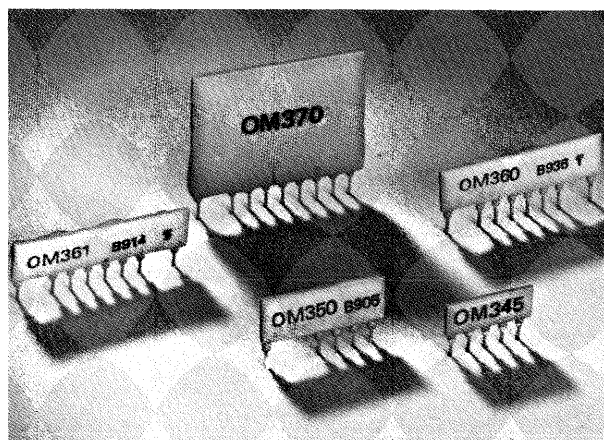
Vengono presentati una serie di amplificatori ibridi a larga banda VHF / UHF per TV alimentati con 12 V. Si illustrano le caratteristiche elettriche e si danno suggerimenti per il loro corretto montaggio.

Questi amplificatori a larga banda (40 ÷ 860 MHz) con tensione di alimentazione di 12 V, derivano direttamente da quelli già noti con alimentazione di 24 V. Anche questa famiglia di amplificatori sono circuiti integrati ibridi a film sottile, depositato su supporto in ceramica e possono avere uno, due e tre stadi di amplificazione. Il guadagno va da 12 dB per quelli ad un solo stadio di amplificazione, a 28 dB per quelli a tre stadi. Guadagni più elevati, per esempio 50 dB, sono possibili, collegando due amplificatori *in cascata*. La tensione minima d'uscita è 97 dB μ V per amplificatori a stadio singolo, e 105 dB μ V per amplificatori a 3 stadi. Questi valori sono stati misurati con una distorsione per intermodulazione pari a -60 dB (secondo le norme DIN 45 004).

Una caratteristica molto importante di questi amplificatori è la loro risposta praticamente piatta (± 1 dB) alle frequenze comprese tra 40 e 860 MHz, ottenuta senza ricorrere ad alcuna forma di taratura: quella del tipo OM 360 è piatta addirittura entro $\pm 0,5$ dB (fig. 1).

Le impedenze d'ingresso e d'uscita sono entrambe di 75 Ω e non presentano problemi di adattamento in quanto l'amplificatore rimane stabile in caso di disadattamento sia a valle (uscita-carico) sia a monte (ingresso-d'antenna).

Questi amplificatori possono essere impiegati direttamente come amplificatori del segnale d'antenna, sia come preamplificatori ed amplificatori di tratta in sistemi MATV (Master Antenna Television) sia in sistemi CATV (Cable Television) sia infine come semplici amplificatori di segnali VHF/UHF nel campo della strumentazione.



Amplificatori ibridi a larga banda con alimentazione a 12 V

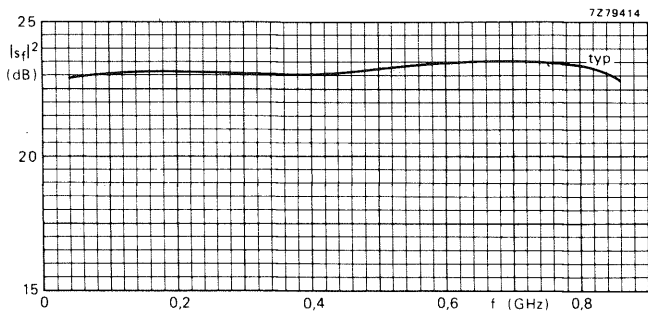


Fig. 1 - Risposta in frequenza dell'OM 360

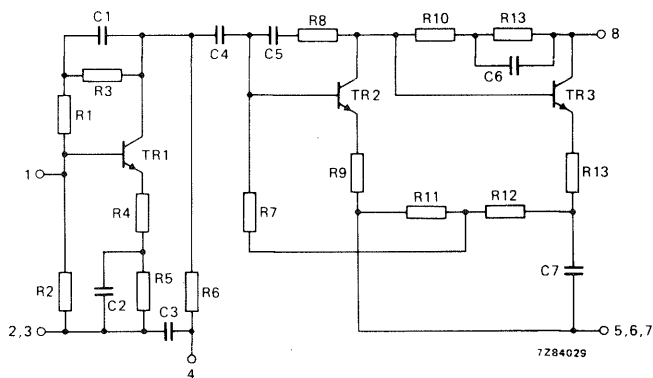


Fig. 2 - Circuito-base per un amplificatore a 3 stadi (OM 361)

CARATTERISTICHE ELETTRICHE

La struttura circuitale base di questi amplificatori (fig. 2) e la sua realizzazione pratica in tecnologia a film sottile assicurano ottime prestazioni in r.f., bassa cifra di rumore e quasi inesistenti possibilità di guasti.

Tensione d'uscita

Per avere un rapporto segnale/disturbo di 40 dB, un ricevitore a colori di qualità richiede ai suoi morsetti di antenna un segnale di circa 1 mV (misurato su 75 Ω). Il livello del segnale può arrivare fino a 3 mV in un ricevitore bianco e nero economico.

Gli amplificatori descritti sono in grado di soddisfare queste esigenze. Nella maggior parte dei casi, è possibile realizzare amplificatori d'antenna completi di filtri di banda, impiegando un solo amplificatore. Anche le esigenze dei sistemi MATV e degli amplificatori di tratta possono essere agevolmente soddisfatte.

La tensione d'uscita solitamente viene data in dBμV, vale a dire in dB prendendo come unità di misura 1 μV. Per semplificare la lettura delle misure sugli strumenti solitamente usati in questo settore, più avanti diamo una tabella di conversione da dBμV a mV (Tabella 4).

Nella tabella figurano anche i corrispondenti valori di potenza in dBm, e cioè dB rispetto ad 1 mW, misurati su una impedenza di 75 Ω.

Guadagno

Oltre alle varie tensioni d'uscita che gli amplificatori possono dare, il progettista può scegliersi anche il guadagno desiderato. Così, nel caso che occorra un guadagno superiore a quello che un dato modulo può offrire, basterà collegare due moduli in cascata.

In questo caso, le combinazioni preferite si possono vedere nella tabella 2.

Funzionamento a tensione di alimentazione più bassa

La conseguenza logica immediata di una eventuale riduzione della tensione di alimentazione è una corrispondente riduzione della tensione d'uscita e del guadagno. Non si nota invece nessuna variazione nella linearità della curva di risposta e nella cifra di rumore.

A titolo di esempio, in fig. 3 si può vedere come cambino tensione d'uscita e guadagno al variare della tensione di alimentazione in un amplificatore a 3 stadi.

Impiego degli amplificatori ibridi oltre i limiti inferiore e superiore della banda di amplificazione standard

Abbiamo detto che questi amplificatori ibridi a 12 V di alimentazione lavorano *normalmente* entro la banda di frequenze compresa tra 40 MHz e 860 MHz. Ciò non toglie che non possano essere impiegati con buoni risultati anche oltre questi limiti di banda. Questa opportunità può essere sfruttata, per esempio, dai progettisti di amplificatori impiegati nel campo della strumentazione.

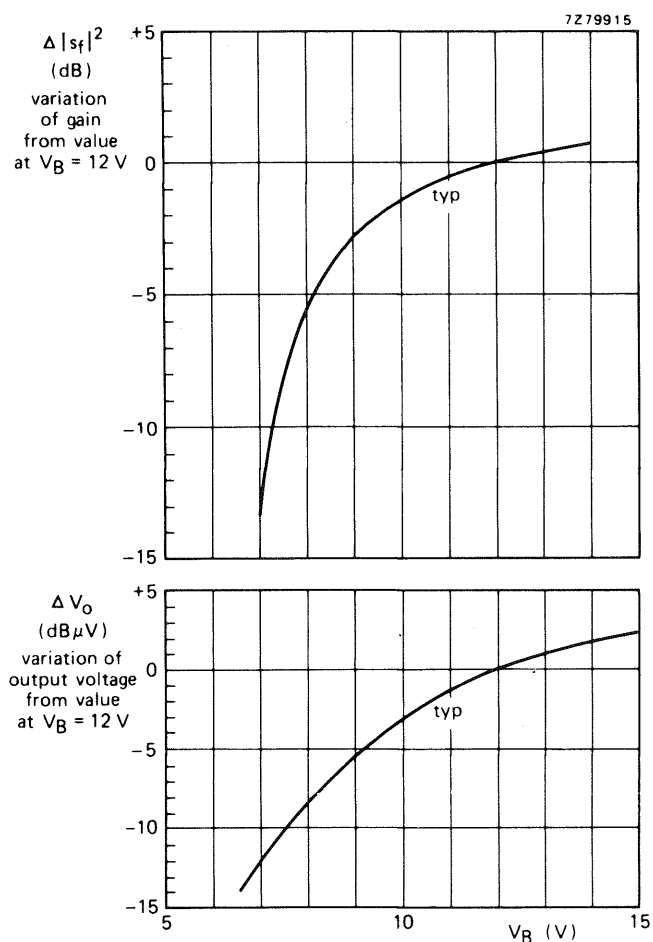


Fig. 3 - Guadagno e tensione d'uscita in funzione della tensione di alimentazione nell'OM 361

Tabella 1 - DATI CARATTERISTICI ESSENZIALI DEGLI AMPLIFICATORI IBRIDI VHF/UHF CON ALIMENTAZIONE A 12 V

tipo	stadi	guadagno (dB)	$V_{(eff)}$ dB μ V —60 dB IMD (nota 1) valori minimi	cifra rumore (dB)	VSWR massimo valori tipici (nota 2) ingresso uscita	corrente di alimentazione con $V_B = 12$ V (mA)
OM 345	1	12	97	5,5	2,0 1,4	11,5
OM 350	2	18	98	6,0	1,5 1,9	18
OM 360	3	23	105	7,0	1,3 1,5	55
OM 361	3	28	105	6,0	1,5 1,7	50
OM 370	3	28	112	7,0	1,5 1,7	115

NOTE 1: Misurata con una distorsione di intermodulazione di —60 dB (DIN 45 004 paragrafo 6.3. $f = 470$ MHz.

2: Massimo VSWR misurato entro la banda da 40 a 860 MHz in un amplificatore collegato ad una linea a 75 Ω

Per esempio, l'amplificatore ibrido OM 350, al di là dei limiti di banda standard dà i seguenti valori di guadagno

frequenza MHz	guadagno dB	frequenza GHz	guadagno dB
50	18,5	0,8	17,3
40	18,4	1,0	17,3
30	18,2	1,2	17,5
20	17,4		
10	14,7		

Influenza della temperatura sul guadagno

Gli amplificatori ibridi in questione possono lavorare entro il campo di valori di temperatura compresa tra —20 °C e +70 °C. Entro questo campo di valori, si può registrare una variazione di guadagno dell'ordine di 1,5 dB.

Cifra di rumore

Per realizzare un amplificatore a larga banda occorre soddisfare contemporaneamente esigenze contrastanti, quali per esempio, una larghezza di banda molto estesa e nello stesso tempo un buon guadagno, il migliore adattamento della impedenza d'uscita e di ingresso a tutti i valori di frequenza compresi entro questa banda, mantenendo nello stesso tempo la cifra di rumore ragionevolmente bassa.

Evidentemente, per ottenere una banda di amplificazione così estesa, le reti di controreazione impiegate in questi amplificatori dovranno essere abbastanza complesse e pertanto dovranno essere realizzate con un certo numero di resistori. Quest'ultimi, com'è noto, sono le principali sorgenti del rumore. Uno dei grandi vantaggi della tecnologia a *film sottile* attuata in questi amplificatori ibridi a larga banda è quello di consentire facilmente la formazione di resistori aventi bassi valori di tolleranza ed elevata stabilità, caratteristica questa non facilmente ottenibile con la tecnologia a film spesso e ancor meno con componenti discreti. Ecco perchè questi amplificatori ibridi hanno bassi valori di rumore e prestazioni uniformi e costanti nel tempo.

Abbiamo detto che per la realizzazione di questi amplificatori è stato impiegato uno schema-base. Per ottenere un livello elevato della tensione d'uscita, tale schema prevede la circolazione di una corrente relativamente elevata nei transistori impiegati, e questo fatto fa aumentare, com'è noto, la cifra di rumore di questi amplificatori più di quanto non succeda in un amplificatore a basso segnale d'uscita.

Da quanto sopra si deduce quindi che se per amplifi-

care un segnale debole si impiegasse un amplificatore ibrido ad elevato segnale d'uscita, il rapporto segnale/disturbo sarebbe peggiore di quello che si avrebbe impiegando un amplificatore appositamente progettato per amplificare segnali deboli.

Distorsione per intermodulazione

1) *distorsione per intermodulazione di terzo ordine*

Questo tipo di distorsione si manifesta sullo schermo di un televisore come una immagine molto sbiadita che si sovrappone all'immagine più marcata del canale che si sta ricevendo. E' causata dai prodotti di terzo ordine di due o più portanti che interferiscono tra di loro e che "cadono" dentro la banda passante di uno dei canali ricevibili dal televisore. In Europa, il massimo livello di distorsione per intermodulazione di terzo ordine è regolato dalle norme DIN 45 004 paragrafo 6.3. nel quale si legge che la differenza in ampiezza tra la portante desiderata e i prodotti di modulazione disturbanti deve essere maggiore di 60 dB, come appunto indicato in fig. 7. Negli amplificatori a larga banda, la distorsione per intermodulazione di terzo ordine è proporzionale al quadrato del segnale d'ingresso della portante desiderata; un aumento di 1 dB nella tensione del segnale d'ingresso produce un aumento di 2 dB nella distorsione per intermodulazione.

L'intermodulazione è responsabile anche della distorsione di ampiezza del segnale d'uscita di frequenza f . In condizioni normali (segnali d'ingresso molto piccoli), anche la corrispondente variazione di guadagno è molto piccola. Se però all'ingresso di un amplificatore a larga banda viene applicato un segnale abbastanza forte, avremo una compressione di guadagno causata da fenomeni di saturazione.

2) *Distorsione di intermodulazione di secondo ordine*

Questo tipo di distorsione produce sullo schermo del televisore delle *righe verticali*. E' prodotta dalla frequenza di battimento (somma o differenza tra due frequenze che si combinano in un circuito non lineare) prodotta da due portanti che vengono a cadere dentro la banda passante del canale che si sta ricevendo. Un'accurata scelta delle frequenze dei canali da parte delle autorità responsabili dei servizi radio/TV sarà l'unico sistema per rendere trascurabile questa particolare forma di distorsione. Nella tabella 3 abbiamo riportato il comportamento dei tre amplificatori descritti nei confronti di alcuni casi di intermodulazione di seconda armonica. (Teoricamente, le combinazioni delle frequenze che danno luogo al battimento visibile sullo schermo sono infinite).

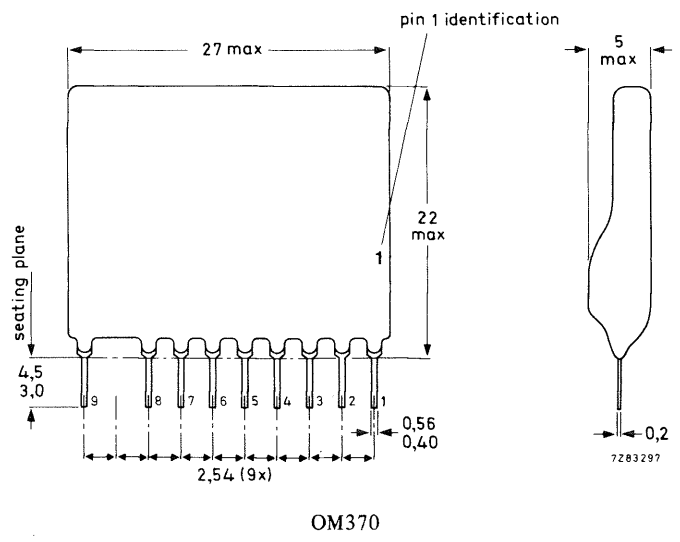
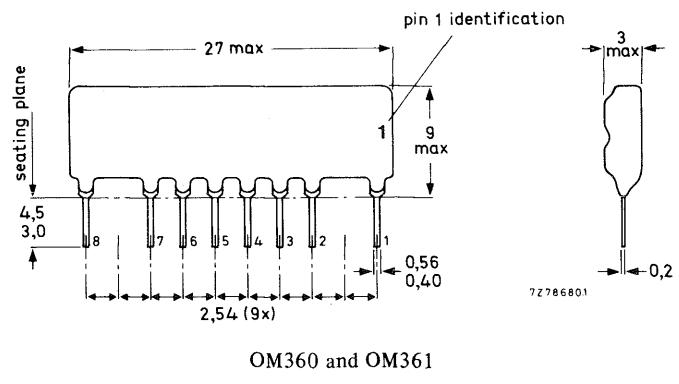
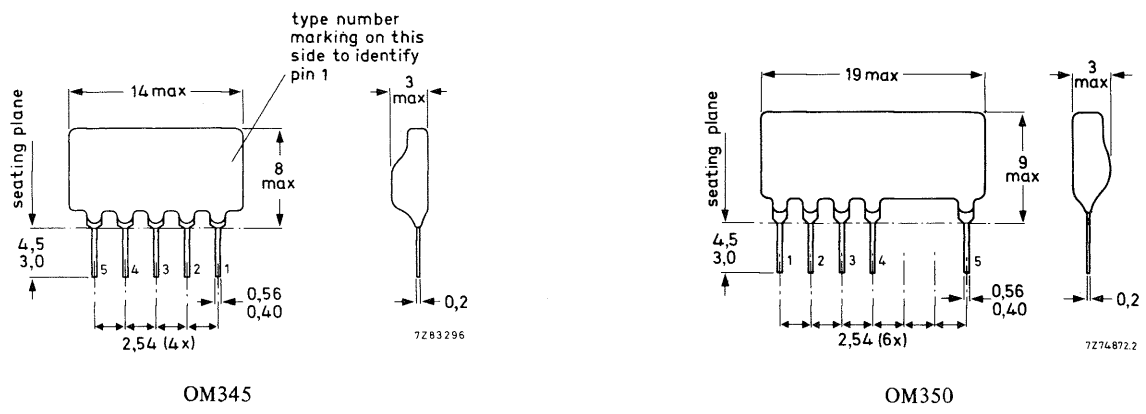


Fig. 4 - Dimensioni d'ingombro e collegamenti dei terminali negli amplificatori ibridi alimentati con 12V

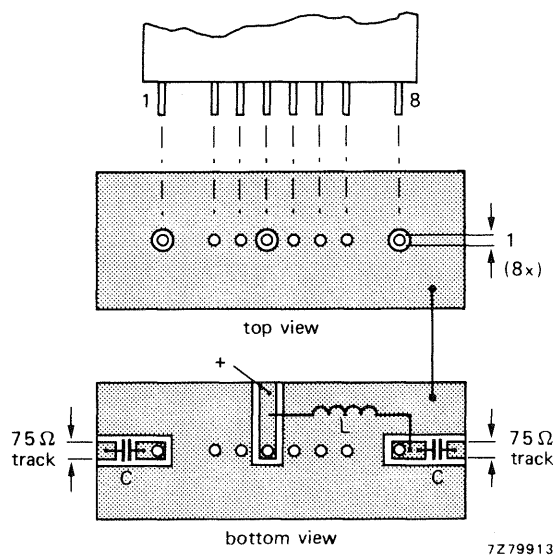


Fig. 5 - Configurazione di entrambe le superfici del rame di un circuito stampato sul quale andrà montato un amplificatore ibrido a 8 terminali

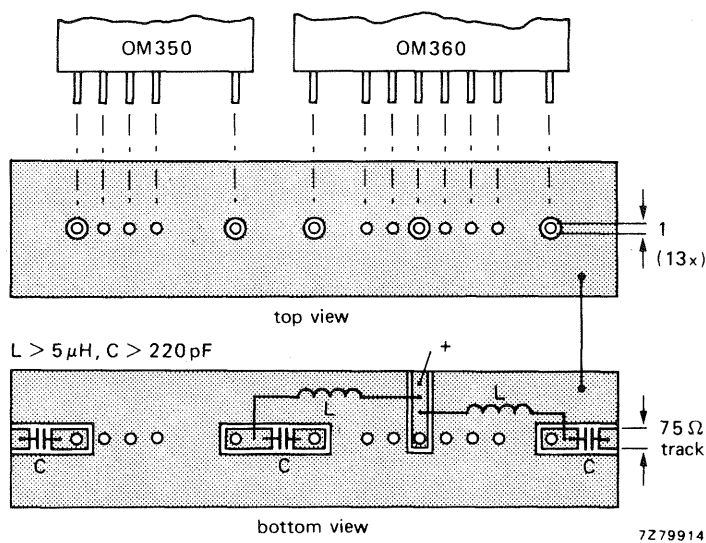


Fig. 6 - Configurazione di entrambe le superfici del rame di un circuito stampato sul quale devono essere montati in cascata gli amplificatori OM 350 e OM 360

Tabella 2 - COMBINAZIONI PREFERITE PER OTTENERE VALORI DI AMPLIFICAZIONE PIU' ELEVATI

	guadagno complessivo (dB)
OM 345 + OM 360	35
OM 345 + OM 361	40
OM 345 + OM 370	40
OM 350 + OM 360	41
OM 350 + OM 361	46
OM 350 + OM 370	46
OM 360 + OM 370	51
OM 361 + OM 370	56

Tabella 3 - DISTORSIONE DI INTERMODULAZIONE DI SECONDA ARMONICA VERIFICABILE SUGLI AMPLIFICATORI A DUE E A TRE STADI

	Tensione d'uscita a f_1, f_2 (V_o) dB μ V	Tensione d'uscita a $f_2 - f_1 = 40$ MHz $f_1 = 230$ MHz $f_2 = 270$ MHz dB rispetto a V_o	Tensione d'uscita per $f_2 + f_1 = 500$ MHz $f_1 = 230$ MHz $f_2 = 270$ MHz dB rispetto a V_o	Tensione d'uscita per $f_2 - f_1 = 70$ MHz $f_1 = 400$ MHz $f_2 = 470$ MHz dB rispetto a V_o	Tensione d'uscita per $f_2 - f_1 = 70$ MHz $f_1 = 790$ MHz $f_2 = 860$ MHz dB rispetto a V_o
OM 350	98	- 48	- 52	- 45	- 40
OM 360	105	- 45	- 44	- 45	- 56
OM 361	105	- 43	- 44	- 44	- 49

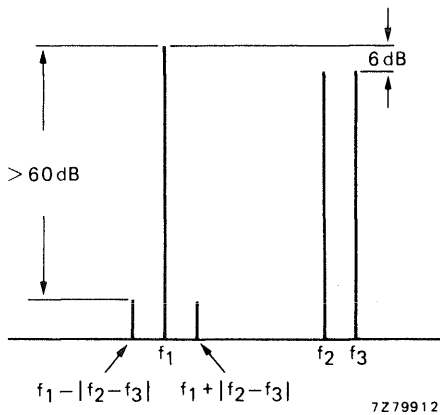


Fig. 7 - Distorsione per intermodulazione
 f_1 = portante
 f_2, f_3 = portanti interferenti
 $f_1 \pm |f_2 - f_3|$ = prodotti di intermodulazione

Tabella 4 - TABELLA DI CONVERSIONE FRA LE VARIE UNITA' DI MISURA

dB μ V	mV	dBm
90	31,6	-18,75
92	39,8	-16,75
94	50,1	-14,75
96	63,1	-12,75
98	79,4	-10,75
100	100,0	-8,75
102	125,9	-6,75
104	158,5	-4,75
106	199,5	-2,75
108	251,2	-0,75
110	316,2	1,25
112	398,1	3,25
114	501,2	5,25
116	631,0	7,25
118	794,3	9,25
120	1000	11,25
122	1259	13,25
124	1585	15,25
126	1995	17,25
128	2512	19,25

CARATTERISTICHE MECCANICHE

I tre amplificatori descritti hanno i terminali piatti, allineati tutti da un lato e distanziati tra loro di 2,54 millimetri (fig. 4). Sono incapsulati in resina di fenol-formaldeide e pertanto hanno una stabilit  meccanica eccezionale.

Sistema di montaggio

Questi amplificatori dovrebbero essere montati preferibilmente su circuiti stampati con doppio rivestimento in rame. I terminali d'ingresso e d'uscita devono essere collegati a linee con impedenza di 75 Ω . I collegamenti ai terminali "comuni" dovrebbero essere fatti pi  vicino possibile al piano di appoggio dei terminali stessi (seating plane). In fig. 5 abbiamo riportato una configurazione ideale del rame del circuito stampato per il montaggio di un amplificatore ibrido a 8 terminali.

Per avere una linea con impedenza caratteristica di 75 Ω , la larghezza della pista dovr  essere uguale allo spessore dello stampato.

Quando gli amplificatori vengono collegati in cascata occorre aggiungere l'accoppiamento interstadiale. In questo caso, a causa degli elevati valori di amplificazione in gioco, per impedire eventuali fenomeni oscillatori, occorrer  dare al rame dello stampato la configurazione da noi suggerita e riportata in fig. 6.