

OM 931/OM 961: Due moduli in circuito integrato ibrido a film sottile per la realizzazione di amplificatori B.F. Hi-Fi di potenza

- OM 931: 30 W
- OM 961: 60 W

Con due di questi moduli, un alimentatore simmetrico e pochi altri componenti esterni è possibile realizzare amplificatori Hi-Fi stereo di potenza da 30 W (OM 931) oppure da 60 W (OM 961). I due moduli possono anche essere fissati allo chassis che in questo caso funzionerebbe da radiatore di calore. I due tipi di moduli misurano 92x15,5x11 mm; la tecnologia è in film sottile; i transistori finali sono due darlington.

1. - INTRODUZIONE

Basterebbe avere la pazienza di esaminare gli schemi degli *stadi di uscita* degli amplificatori di potenza b.f. che i vari produttori di transistori di potenza hanno progettato in questi ultimi anni per rendersi conto della grande varietà di soluzioni proposte. Studiando più da vicino questi progetti apparirebbe subito evidente lo sforzo e le difficoltà che i vari progettisti hanno dovuto incontrare per poter soddisfare tutte le esigenze molte volte contrastanti richieste da uno stadio di potenza b.f. per alta fedeltà. Conclusione: il progetto di un buon amplificatore b.f., Hi-Fi richiede di regola un discreto tempo di progettazione, e di conseguenza, incide notevolmente sul costo finale dell'amplificatore.

Sono state queste considerazioni che hanno indotto la *Philips-Elcoma* a studiare e a realizzare una *soluzione modulare* per lo stadio finale di potenza Hi-Fi. Il concetto di modularità applicato ad uno stadio finale b.f. di potenza non è nuovo. Alcuni costruttori giapponesi hanno già messo sul mercato *moduli* b.f. di potenza (da 30 W a 60 W). Questi amplificatori modulari sono però sprovvisti di preamplificatore e del circuito di protezione contro cortocircuiti.

I progettisti dei moduli b.f. di potenza Philips si sono preoccupati di ottenere dai loro moduli potenza

elevata (fino a 60 W) e prestazioni parimente elevate, e di munirli di tutti quei circuiti di protezione già introdotti con successo nelle varie soluzioni a componenti discreti.

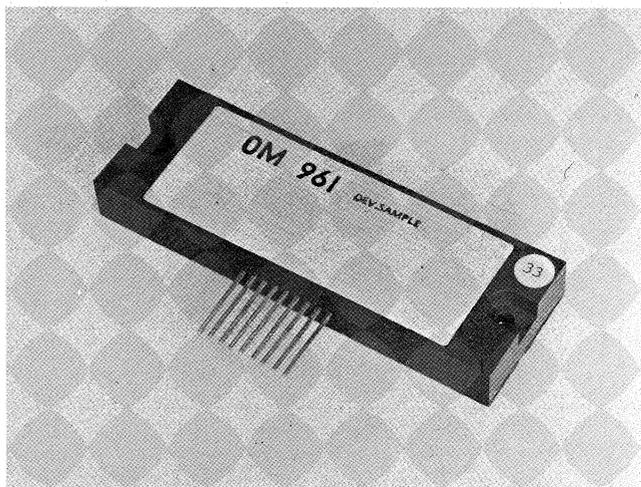


Fig. 1 - Modulo OM 961. Può fornire una potenza d'uscita di 60 W.

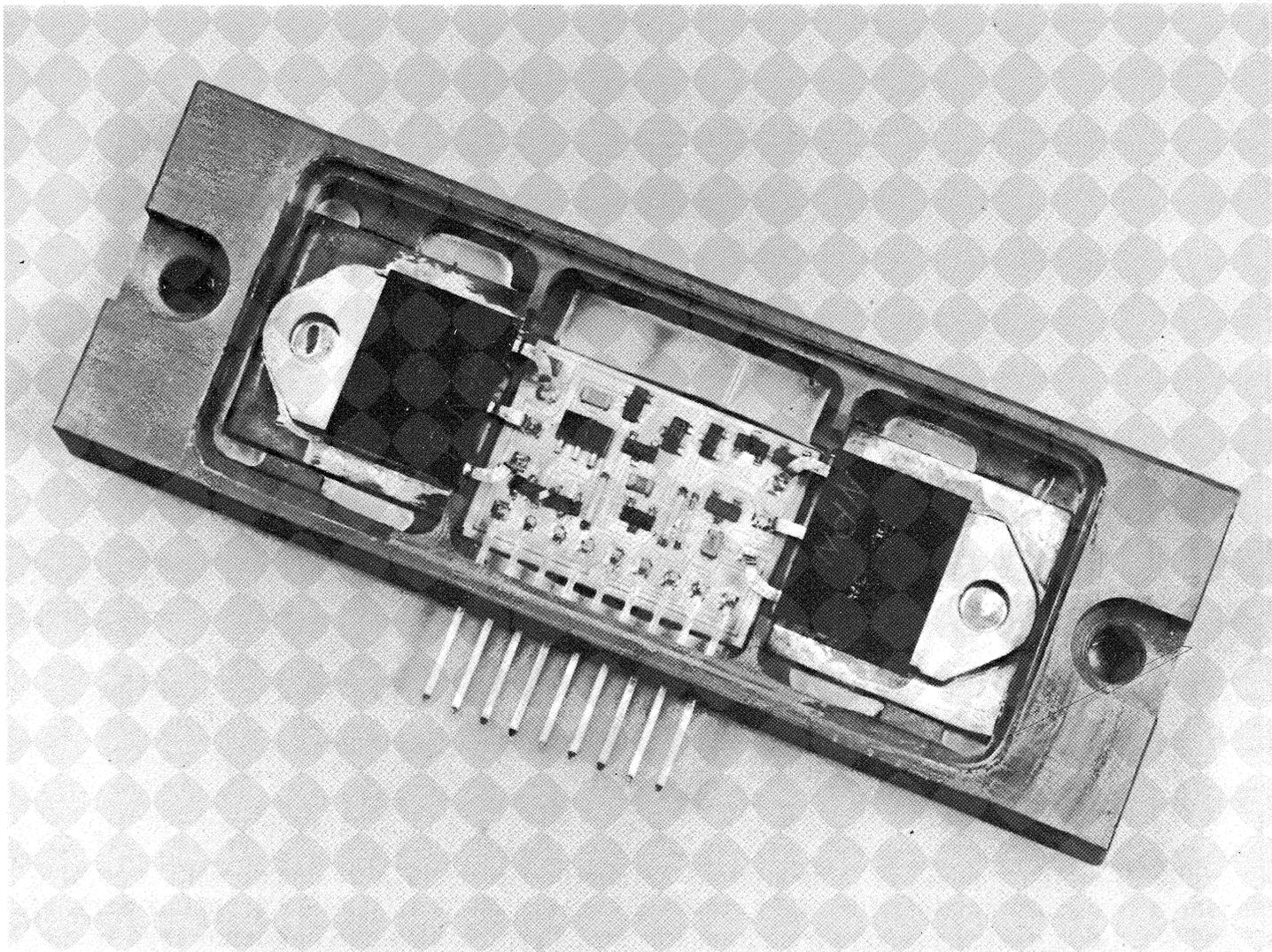


Fig. 2 - Una vista dell'interno del modulo OM 361. Si noti al centro la piastrina di ceramica con i componenti discreti montati in tecnologia film-sottile. I due transistori finali sono due Darlingtons in contenitore TO-220.

2. - VANTAGGI DELLA SOLUZIONE MODULARE

Per meglio rendersi conto dei vantaggi offerti dalla *soluzione modulare* di un determinato sistema elettronico, nel nostro caso rappresentato da un amplificatore b.f. di potenza Hi-Fi, rivediamo per sommi capi la "via" che si deve percorrere nel caso l'amplificatore debba essere realizzato in forma discreta, e cioè, con componenti separati montati singolarmente.

- Innanzitutto c'è il costo del *progetto* dell'amplificatore.
- Successivamente ci sono: *la scelta* dei componenti, *la valutazione* del loro costo, *la necessità* di avere vari fornitori.
- C'è il *controllo di qualità* (income inspection) a cui detti componenti debbono sottostare prima di essere distribuiti sulla linea di montaggio.
- C'è infine il *controllo* e il *collaudo finale* dell'amplificatore.

La soluzione modulare elimina tutti questi "passi" obbligati in quanto:

- i moduli vengono controllati e provati *nella fabbrica* del fornitore.
- il loro montaggio al resto del sistema si riduce al collegamento dei pochi terminali e al fissaggio del modulo al radiatore di calore.

3. - TIPI DI MODULI DISPONIBILI

E' noto che la tecnologia dei circuiti integrati *monolitici* non consente di andare, in un amplificatore b.f., oltre i 20 W di potenza d'uscita; non solo, ma desiderando livelli di distorsione accettabili, occorre stare molto al di sotto dei 20 W.

I valori elevati di potenza, caratteristici degli amplificatori b.f. Hi-Fi, nonché i bassi livelli di distorsione richiesti, potranno pertanto essere ottenuti solo adottando la tecnologia dei circuiti integrati *ibridi*.

I due primi moduli di potenza b.f. Hi-Fi messi in commercio dalla Philips-Elcoma sono pertanto *circuiti integrati ibridi a film sottile*. Le potenze attualmente fornite sono di 30 W con il tipo OM 931, e di 60 W con il tipo OM 961 (fig. 1). Sono allo studio analoghe versioni con potenze d'uscita di 80 W e 100 W. Questi valori di potenza d'uscita si riferiscono a segnali sinusoidali (valore efficace) applicati a carichi di 4 o 8 Ω ; la distorsione misurata non supera lo 0,2%.

Il criterio che sta alla base del progetto è uguale per i due moduli: la differenza sta solo nei transistori di potenza impiegati che differiscono da un modulo all'altro, ed in alcuni valori di altri componenti.

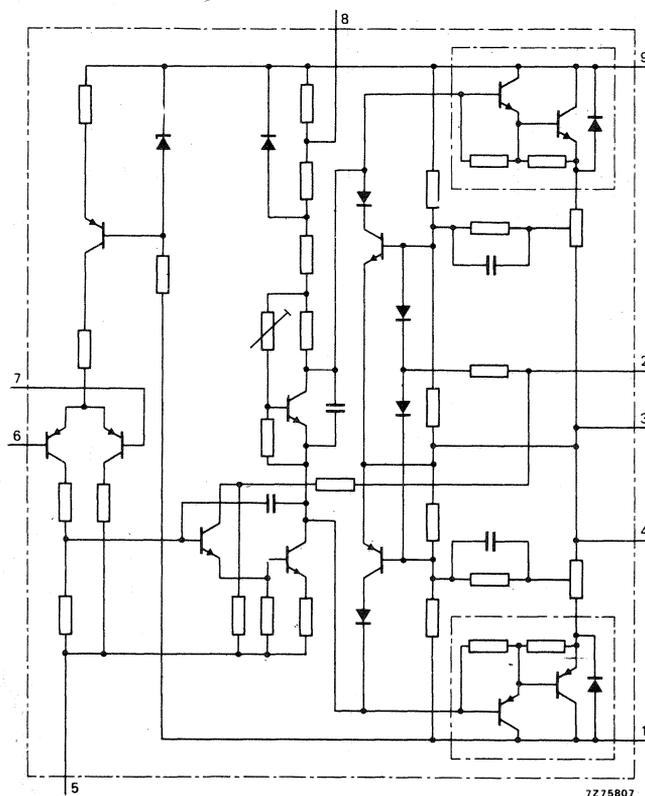


Fig. 4 - Circuito elettrico del preamplificatore e amplificatore finale dei moduli OM 931 e OM 961.

Nei moduli in questione, il rapporto *non pesato* segnale-rumore ha il valore di 75 dB, quello *pesato* 87 dB. Questi valori estremamente bassi del rumore sono dovuti, come in precedenza accennato, all'impiego di resistori film-sottile al nichel-cromo.

8. - IL CIRCUITO DEL MODULO

Lo schema elettrico dell'amplificatore modulare è riportato in fig. 4. A colpo d'occhio ci si rende subito conto che esso tiene conto di tutte le ultime novità introdotte nella circuiteria degli amplificatori b.f. Hi-Fi.

Vediamo innanzitutto che il modulo è stato progettato per essere alimentato da un alimentatore *simmetrico*. Ciò permette, com'è noto, di avere ottime prestazioni alle basse frequenze. Lo stadio d'ingresso è differenziale; in esso la corrente è mantenuta costante da una "sorgente di corrente". Il transistor pilota, classe A, è alimentato dallo stadio differenziale d'ingresso. La corrente attraverso il pilota e il transistor stabilizzatore è fornita da un circuito "bootstrapping". Lo stadio finale è costituito da una coppia complementare di darlington. Il transistor stabilizzatore è "collegato" termicamente ai transistori finali attraverso il dissipatore di calore. Una buona stabilità in alternata si può ottenere inserendo opportune reti RC nello stadio d'ingresso e nell'anello di controreazione. La risposta in frequenza può essere regolata e controllata dimensionando opportunamente alcuni componenti esterni. E' noto che un eventuale cortocircuito dei terminali dell'altoparlante, normalmente provoca la distruzione dei transistori finali. Ciò è evitato in questi moduli mediante un *circuito di protezione S O A R* (Safe Operating Area) che riesce a mantenere la dissipazione dei transistori finali entro l'Area di Funzionamento Sicuro dei medesimi. I convenzionali circuiti di

protezione reagiscono ad un solo limite, il quale, a sua volta, dipende dalla massima corrente che il transistor può sopportare.

Il circuito di protezione SOAR di questi moduli entra in funzione in corrispondenza di *due* limiti: uno dipendente dalla massima corrente, l'altro dipendente dalla massima tensione che il transistor finale può sopportare.

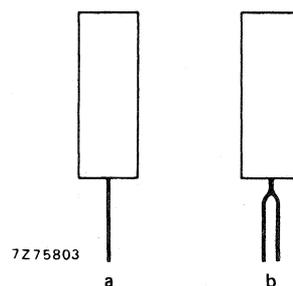


Fig. 5 - Disposizione dei terminali nei moduli OM 931 e OM 961; in a abbiamo la versione SIL (terminali allineati); in b la versione DIL (terminali piegati).

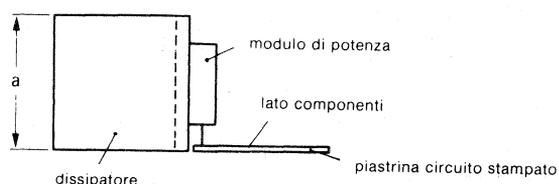
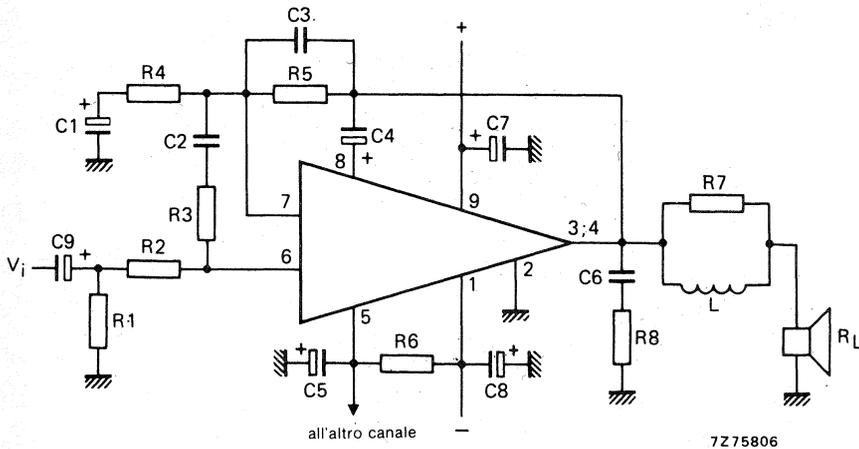


Fig. 6 - Indicazione schematica di montaggio del modulo al dissipatore di calore.

9. - ESEMPIO D'IMPIEGO

In fig. 7 si può vedere un esempio d'impiego del modulo OM 961. La realizzazione pratica è riportata in fig. 10 dove, per confronto, a sinistra è indicato un amplificatore in grado di dare identiche prestazioni ma realizzato completamente con componenti discreti. Si osservi come a causa delle ottime condizioni di trasfe-

rimento di calore dai transistori finali del modulo, sia stato possibile impiegare il tipo di contenitore TO-220, mentre nella soluzione a componenti discreti sia stato reso necessario impiegare, per ottenere identiche condizioni termiche, transistori con contenitori SOT-93 isolati dal radiatore mediante mica e boccole di isolamento.



COMPONENTI ESTERNI

$R1 = 10 \text{ k}\Omega$	(0,25 W)
$R2 = 4,7 \text{ k}\Omega$	(0,25 W)
$R3 = 300 \text{ }\Omega$	(0,25 W)
$R4 = 680 \text{ }\Omega$	(0,25 W)
$R5 = 10 \text{ k}\Omega$	(0,25 W)
$R6 = 22 \text{ }\Omega$	(0,5 W)
$R7 = 2,2 \text{ }\Omega$	(0,25 W)
$R8 = 10 \text{ }\Omega$	(0,5 W)
$C1 = 47 \text{ }\mu\text{F}$	(10 V)
$C2 = 270 \text{ pF}$	(10%)
$C3 = 120 \text{ pF}$	(10%)
$C4 = 100 \text{ }\mu\text{F}$	
$C5 = 470 \text{ }\mu\text{F}$	
$C6 = 100 \text{ nF}$	
$C7 = 10 \text{ }\mu\text{F}$	(63 V)
$C8 = 10 \text{ }\mu\text{F}$	(63 V)
$C9 = 1 \text{ }\mu\text{F}$	(63 V)
$L = 4 \text{ }\mu\text{H}$	
$R_L = 4 \text{ o } 8\Omega$	

Fig. 7 - Esempio d'impiego del modulo OM 961.

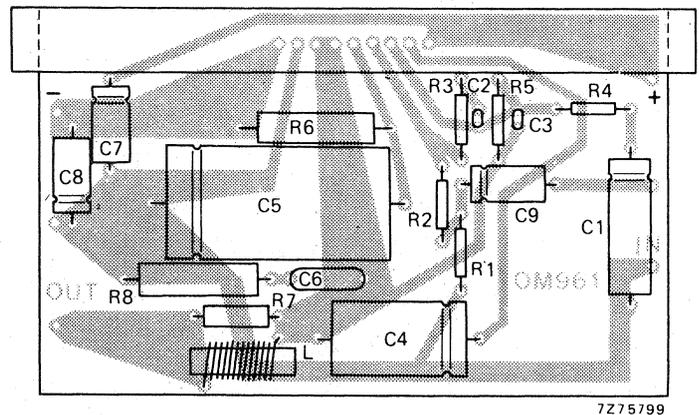
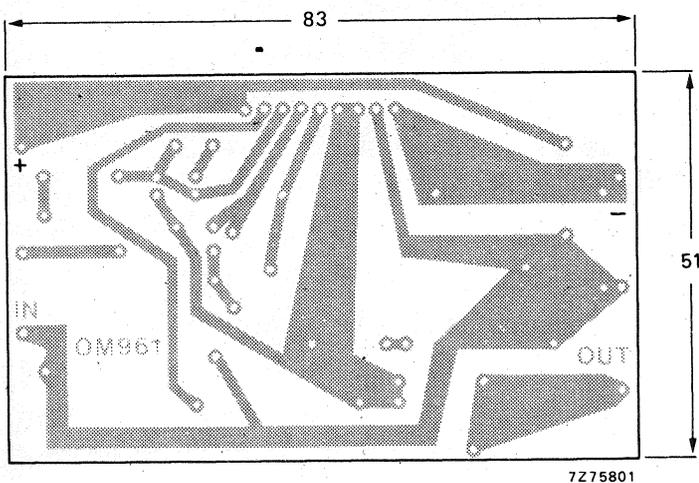


Fig. 8 - Piastrina del circuito stampato per la realizzazione del circuito di fig. 7 vista (in alto) dal lato componenti; (in basso) dal lato rame.



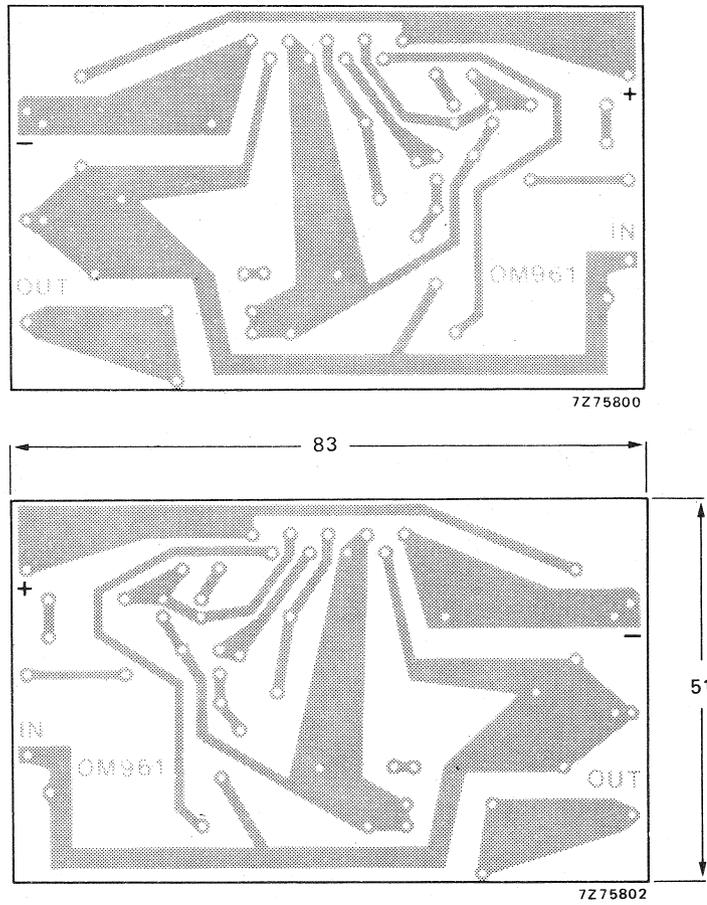


Fig. 9 - Piastrina del circuito stampato per moduli con terminali piegati in versione DIL; (in alto) vista dal lato componenti; (in basso) vista dal lato del rame.

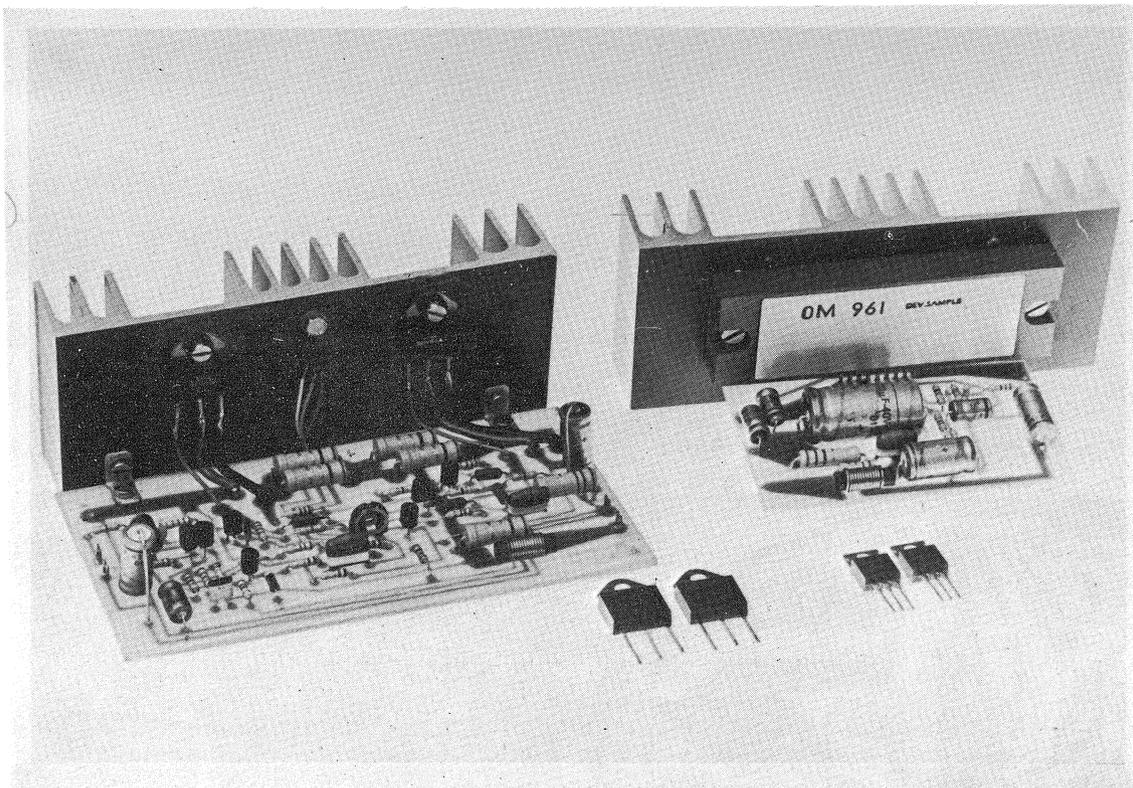


Fig. 10 - (a destra): Realizzazione pratica dell'esempio d'impiego riportato in fig. 7. (a sinistra): Circuito di fig. 7 realizzato con amplificatore finale a componenti discreti.

Nella fig. 8 (in alto) è riportata la piastrina di circuito stampato vista dalla parte dei componenti: in fig. 8 (in basso) è vista dalla parte del rame. I terminali del modulo si trovano in questo caso tutti lungo una linea (esecuzione SIL = Single In Line). In effetti, il modulo viene fornito in questa versione. Gli stessi terminali, per comodità di montaggio possono però essere piegati anche in configurazione DIL (Dual In Line). Ciò è indicato in fig. 5. La configurazione del rame della piastrina per questa seconda esecuzione è riportata in fig. 9 (alto), vista dal lato componenti, e in fig. 9 (basso) vista dal lato del rame.

A seconda delle varie lunghezze del dissipatore di calore (fig. 6) si hanno i seguenti valori di resistenza termica tra dissipatore e ambiente ($R_{th\ h-a}$):

$a = 50\text{ mm}$, $R_{th\ h-a} = 1,4\text{ °C/W}$

$a = 75\text{ mm}$, $R_{th\ h-a} = 1,0\text{ °C/W}$

$a = 90\text{ mm}$, $R_{th\ h-a} = 0,8\text{ °C/W}$

In fig. 12 è indicato un tipo di dissipatore che potrebbe essere impiegato per il raffreddamento del modulo.

In fig. 11 abbiamo riportato per comodità il circuito completo per la realizzazione di un amplificatore stereo con potenza d'uscita di 60 W realizzabile con due moduli OM 961.

10. - CONCLUSIONE

Le caratteristiche dei nuovi moduli ibridi OM 931 e OM 961 possono essere così riassunte:

- valore garantito della potenza nominale indicata
- bassi livelli di distorsione armonica e di intermodulazione
- estesa banda passante
- forte smorzamento degli altoparlanti ($R_0 = 0,05\ \Omega$)
- stabilità di funzionamento elevata
- non necessità di alcuna messa a punto (quest'ultima viene effettuata in condizioni dinamiche all'atto della costruzione del modulo).

Per ciò che riguarda il loro pratico impiego si tenga presente quanto segue:

- le dimensioni del radiatore sul quale dovrà essere fissato il modulo dipendono dalla resistenza termica radiatore-ambiente desiderata
- i pochi componenti periferici richiesti possono essere sistemati su una piastrina di circuito stampato con dimensioni di 83x51 mm

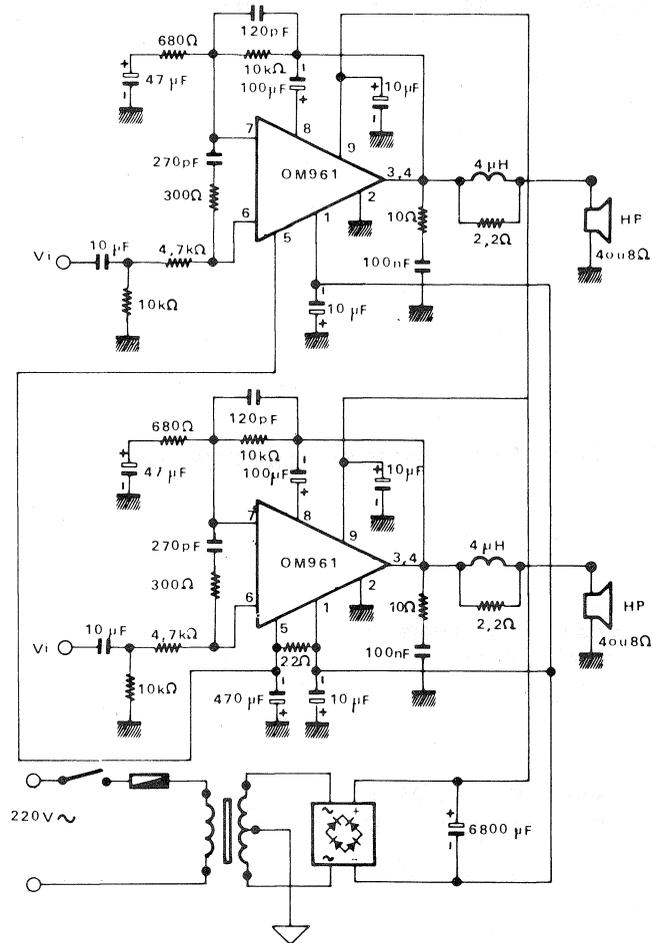


Fig. 11 - Esempio d'impiego di due moduli OM 961 per la realizzazione di un amplificatore b.f. Hi-Fi stereo con potenza d'uscita di 60 W.

- non occorre una tensione di alimentazione regolata; quest'ultima dovrà però essere *simmetrica*. La tensione del secondario del trasformatore di alimentazione dipenderà dal tipo di modulo impiegato e dal valore del carico (4 o 8 Ω); per esempio, per l'OM 961 e un carico di 4 Ω, il secondario del trasformatore dovrà fornire $2 \times 26,5\text{ V}_{eff}$.

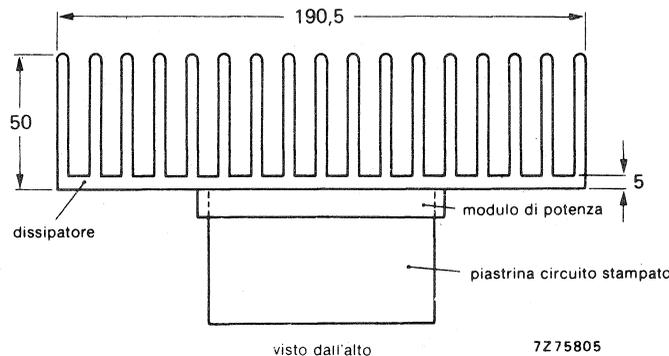


Fig. 12 - Esempio del tipo di dissipatore da impiegare per il raffreddamento del modulo. Se l'apparecchiatura ha uno chassis di notevoli dimensioni, il modulo può essere montato direttamente su di esso.

Tabella 1 - DATI TECNICI ESSENZIALI DEI MODULI OM 931 e OM 961

	OM 931	OM 961
Potenza d'uscita sinusoidale (P_o) ($d_{tot} < 0,2\%$ $f = 20 \text{ Hz} \div 20 \text{ kHz}$)		
$R_L = 4 \Omega$	> 30 W con $\pm 23 \text{ V}$	> 60 W con $\pm 31 \text{ V}$
$R_L = 8 \Omega$	> 30 W con $\pm 25 \text{ V}$	> 60 W con $\pm 35 \text{ V}$
Distorsione armonica complessiva ($P_o = 1 \text{ W}$; $f = 1 \text{ kHz}$)	0,02%	0,02%

Tabella 2 - DATI TECNICI CARATTERISTICI DEI MODULI OM 931 e OM 961

Validi se i moduli vengono montati su un radiatore con $R_{th \text{ h-a}}$ pari a 1,4 °C/W per OM 931 e pari a 0,8 °C/W per OM 961

	OM 931			OM 961	
Tensione di alimentazione simmetrica	V_s	± 23	± 26	± 31	$\pm 35 \text{ V}$
Corrente di alimentazione (in assenza di segnale)	I_{tot}	80		100	mA
Potenza d'uscita sinusoidale ($d_{tot} = 0,2\%$) $f = 20 \text{ Hz} \div 20 \text{ kHz}$					
$R_L = 4 \Omega$	P_o	30	—	—	— W*
$R_L = 8 \Omega$	P_o	—	30	60	60 W*
Livello taglio segnale (a 1 kHz; $R_L = 4 \Omega$; $d_{tot} = 0,7\%$)	P_o	40		75	W
Distorsione armonica complessiva $P_o = 1 \text{ W}$; $f = 1 \text{ kHz}$	d_{tot}	0,02		0,02	%
Distorsione per intermodulazione ($f_1 = 250 \text{ Hz}$, $f_2 = 8 \text{ kHz}$) rapporto ampiezza $V_{f1} / V_{f2} = 4/1$					
$P_o = 1 \text{ W}$	d_{im}	0,05		0,05	%
$P_o =$ valore nominale	d_{im}	0,1		0,1	%
Sensibilità d'ingresso con P_o al valore nominale	V_i	0,7	1	1	1,4 V
Impedenza d'ingresso determinata dal circuito d'ingresso				R_i	10 k Ω
Guadagno ad anello aperto				G_o	80 dB
Guadagno ad anello chiuso				G_c	24 dB
Risposta in frequenza				f	30 Hz ... 40 kHz
Larghezza di banda della potenza (—3 dB)				f_p	20 Hz ... 40 kHz
Rapporto segnale-disturbo (non pesato) $P_o = 50 \text{ mW}$				S/N	75 dB
Rapporto segnale-disturbo (pesato) $P_o = 50 \text{ mV}$				S/N	87 dB
Tensione offset d'uscita				V_{off}	$\pm 20 \text{ mV}$
Reiezione al "ripple" (alternata residua)				RR	65 dB
Impedenza d'uscita				R_o	0,05 Ω

* P_o , valore nominale

Tabella 3 - VALORI - LIMITE

Tensione di alimentazione simmetrica	OM 931	$V_s \text{ max}$	+ 40 V
	OM 961	$V_s \text{ max}$	$\pm 45 \text{ V}$
Temperatura di lavoro della base di montaggio		$T_{mb \text{ max}}$	95°C
Temperatura di immagazzinaggio		T_{stg}	—30 + 100°C