

# 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.

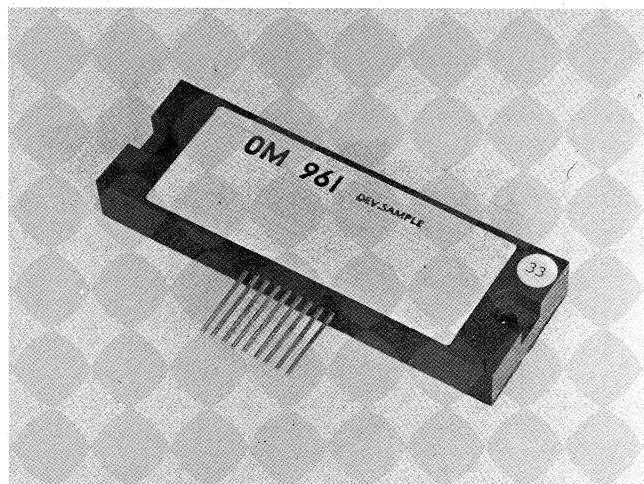


Fig. 1 - Modulo OM 961. Può fornire una potenza d'uscita di 60 W.

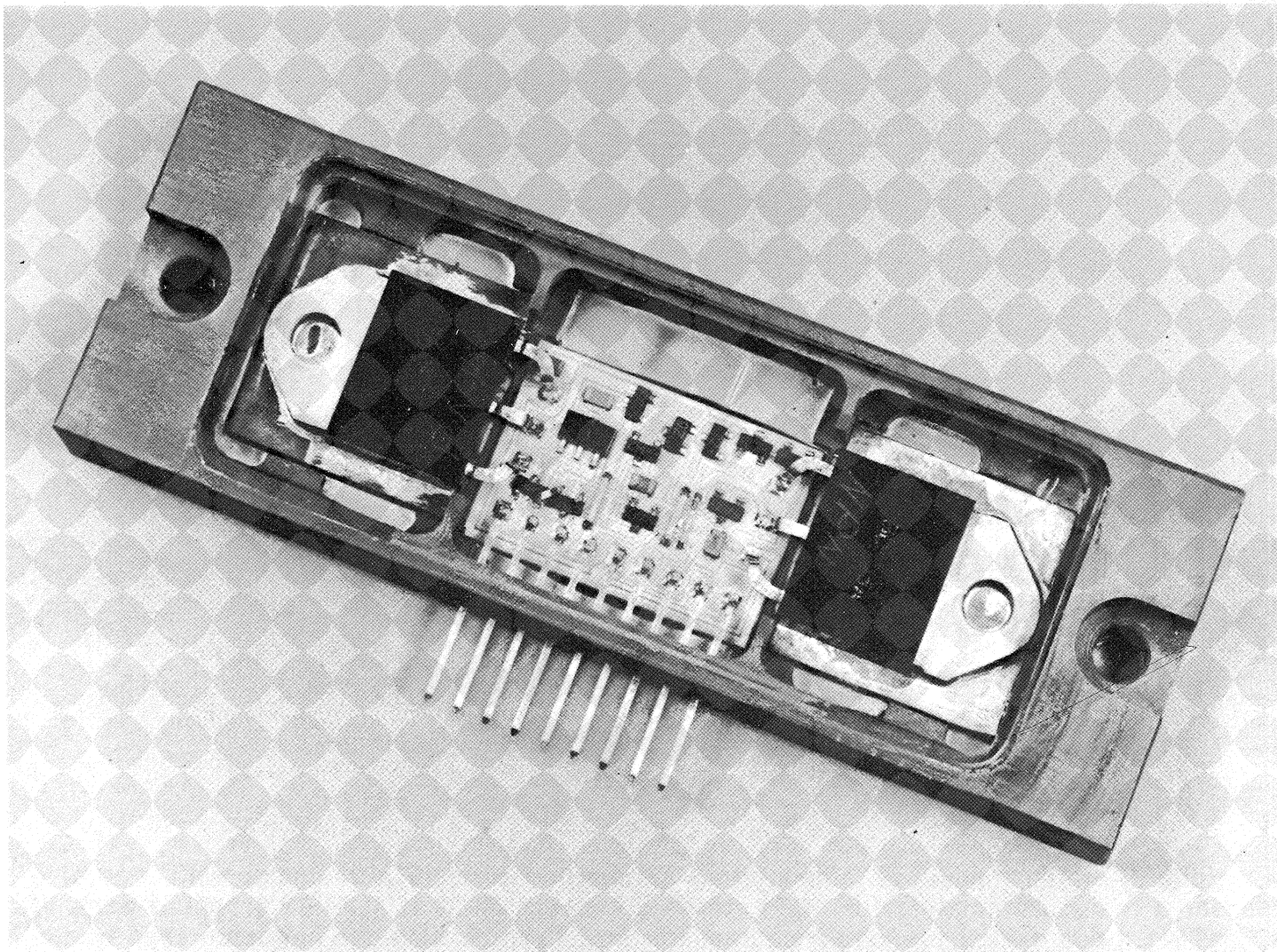


Fig. 2 - Una vista dell'interno del modulo OM 361. Si noti al centro la piastrina di ceramica con i componenti discreti montati in tecnologia film-sottile. I due transistori finali sono due Darlington in contenitore TO-220.

## 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  $\Omega$ ; 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.

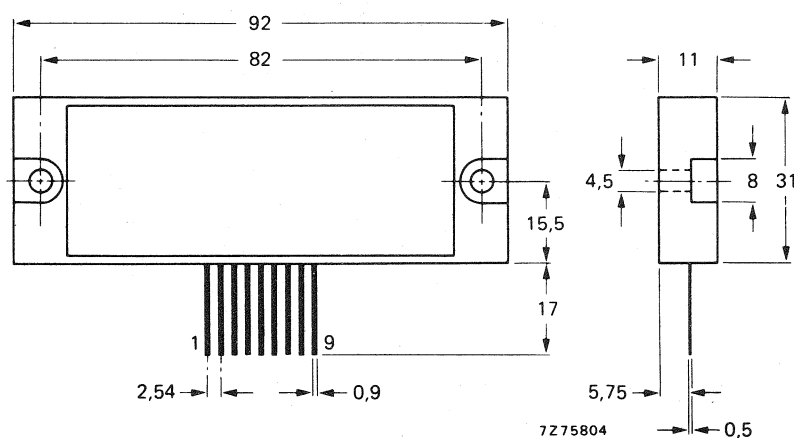


Fig. 3 - Dimensioni d'ingombro in mm dei moduli OM 931, OM 961.

#### 4. - TECNOLOGIA DI COSTRUZIONE IMPIEGATA

Il preamplificatore, il circuito per il controllo della temperatura, quello per la protezione contro i danni di un eventuale cortocircuito dei terminali d'uscita sono realizzati in tecnologia *film-sottile* con i componenti montati su un substrato di ceramica (fig. 2); i transistori finali sono due normali darlington di potenza, saldati su due piastrine di rame, a loro volta, fissate su un dissipatore di calore di alluminio anodizzato, avente eccellenti caratteristiche termiche.

La tecnologia a film-sottile su substrato in ceramica è stata impiegata per il fatto che questa tecnologia, consentendo un'elevata densità di componenti, permette di ridurre le dimensioni e i costi del sistema e di migliorarne le prestazioni. Il substrato viene fissato sul radiatore con un sistema che permette un buon contatto termico.

Un circuito di compensazione consente inoltre di adattare la temperatura del substrato a quella dei darlington finali. Per i resistori in tecnologia film-sottile è stato impiegato il nichel-cromo, materiale questo a basso rumore che consente quindi un rapporto elevato segnale-rumore, fattore quest'ultimo molto importante in condizioni di funzionamento a basso segnale. La messa a punto dell'amplificatore viene effettuata in condizioni dinamiche (e cioè con amplificatore in funzione), e la condizione di funzionamento ottimale può essere facilmente raggiunta in quanto i resistori possono essere portati al valore richiesto mediante "calibrazione laser".

Entrambi i moduli hanno dimensioni di 92x31x11 mm. Sono provvisti di fori da 4,5 mm che permettono di fissarli mediante viti ai tipi di radiatori di calore richiesti. L'altezza (31 mm) ben s'addice ai mobili piatti in cui vengono presentati attualmente gli amplificatori b.f. Hi-Fi di potenza. I moduli hanno 9 terminali, lunghi 17 mm, spazati tra loro di 2,54 mm. I terminali possono eventualmente essere anche piegati. Non occorre isolare con mica il modulo dal suo dissipatore di calore.

#### 5. - POTENZA D'USCITA

Nella tabella 1 sono riportati i valori di potenza e di distorsione caratteristici dei moduli Philips-Elcoma. Come già detto, questi moduli a differenza di quelli giapponesi, danno potenze di uscita relativamente ele-

vate con livelli di distorsione estremamente bassi. Posseggono inoltre un circuito di protezione contro eventuali sovraccarichi o cortocircuiti dei terminali d'uscita.

Disponendo di un alimentatore stabilizzato simmetrico e di un adeguato dissipatore di calore, è possibile ottenere dall'OM 961 (60 W/8 $\Omega$ ) valori di potenza fino a 80 W! Naturalmente aumenterà anche il livello di distorsione.

#### 6. - DISTORSIONE

*Distorsione* è un termine generale che comprende tutte quelle cause che impediscono ad un amplificatore di avere ai suoi morsetti d'uscita l'esatta replica del segnale applicato al suo ingresso. Per distorsione armonica si intende il rapporto tra il valore efficace di una data armonica e il valore efficace della frequenza fondamentale che l'ha prodotta. Nei moduli OM 931 e OM 961, la distorsione armonica complessiva raggiunge il valore tipico di 0,02% misurata a 1 W di uscita e alla frequenza di 1 kHz: alla massima potenza tale livello non raggiunge lo 0,2%.

La distorsione *d'intermodulazione* è una distorsione non lineare caratterizzata da componenti presenti all'uscita aventi valori di frequenza uguali alla somma e alla differenza di multipli interi delle frequenze che compongono il segnale d'ingresso. In base alle norme DIN 45 500, questa forma di distorsione viene misurata impiegando due segnali con frequenze (rispettivamente di 250 Hz e 8 kHz) e le cui ampiezze stanno tra loro in rapporto di 4 : 1. Alla potenza d'uscita di 1 W, i moduli Philips-Elcoma hanno una distorsione d'intermodulazione pari a 0,05% la quale diventa 0,1% alla massima potenza.

#### 7. - RAPPORTO SEGNALE - RUMORE

Questo rapporto viene misurato all'uscita dell'amplificatore. Siccome lo spettro delle frequenze del rumore termico è teoricamente infinito e le componenti di questo rumore non hanno la stessa intensità in tutte le parti dello spettro, il rapporto segnale disturbo viene di solito misurato mediante una rete speciale che compensa questa ineguaglianza d'intensità. Questa misura viene chiamata rapporto *pesato* segnale-disturbo. Nelle norme DIN 45 405 si può trovare una descrizione dettagliata della rete avente una risposta in frequenza uguale a quella dell'orecchio umano.

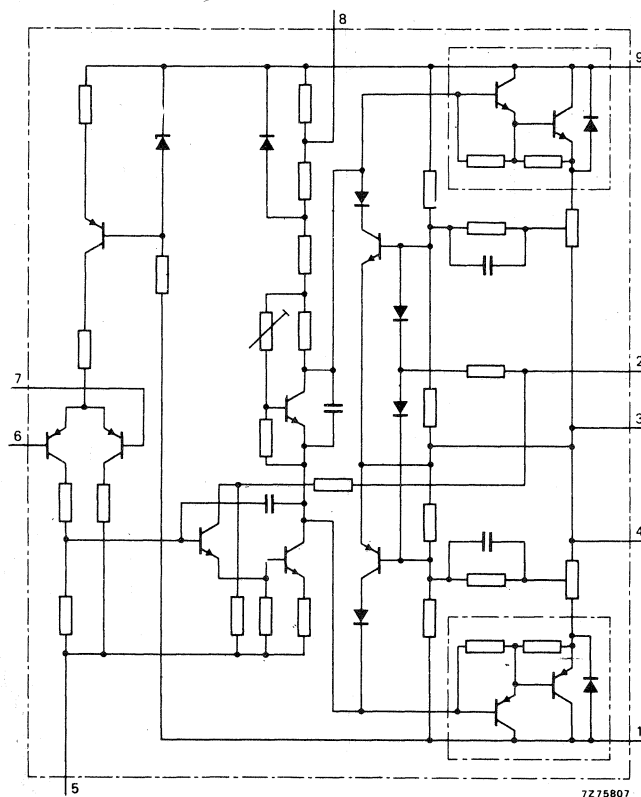


Fig. 4 - Circuito elettrico del preamplificatore e amplificatore finale dei moduli OM 931 e OM 961.

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.

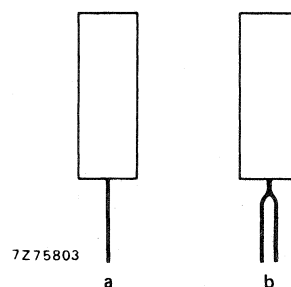


Fig. 5 - Disposizione dei terminali nei moduli OM 931 e OM 961; in a abbiamo la versione SIL (terminali allineati); in b la versione DIL (terminali piegati).

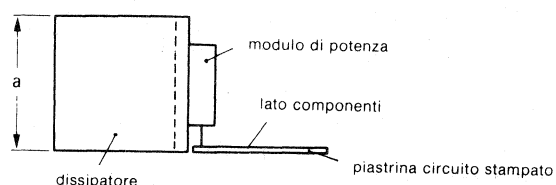
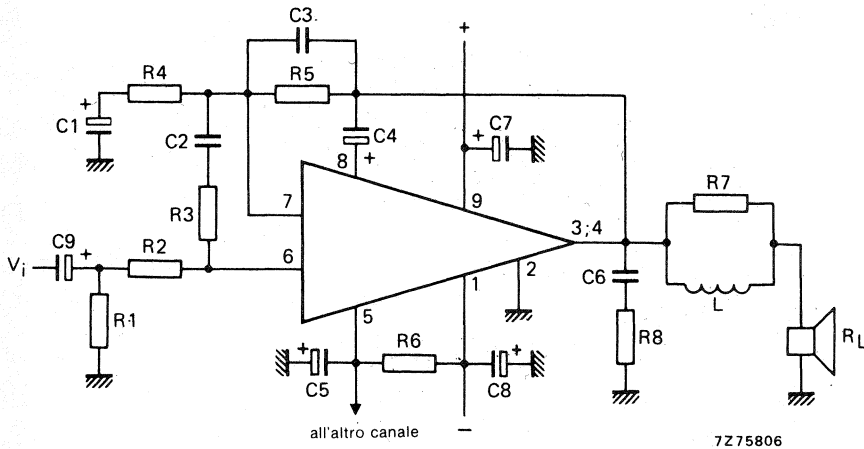


Fig. 6 - Indicazione schematica di montaggio del modulo al dissipatore di calore.

## 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	kΩ	(0,25 W)
R2	=	4,7	kΩ	(0,25 W)
R3	=	300	Ω	(0,25 W)
R4	=	680	Ω	(0,25 W)
R5	=	10	kΩ	(0,25 W)
R6	=	22	Ω	(0,5 W)
R7	=	2,2	Ω	(0,25 W)
R8	=	10	Ω	(0,5 W)
C1	=	47	μF	(10 V)
C2	=	270	pF	(10%)
C3	=	120	pF	(10%)
C4	=	100	μF	
C5	=	470	μF	
C6	=	100	nF	
C7	=	10	μF	(63 V)
C8	=	10	μF	(63 V)
C9	=	1	μF	(63 V)
L	=	4	o 8	μH
RL	=	4	o 8	Ω

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

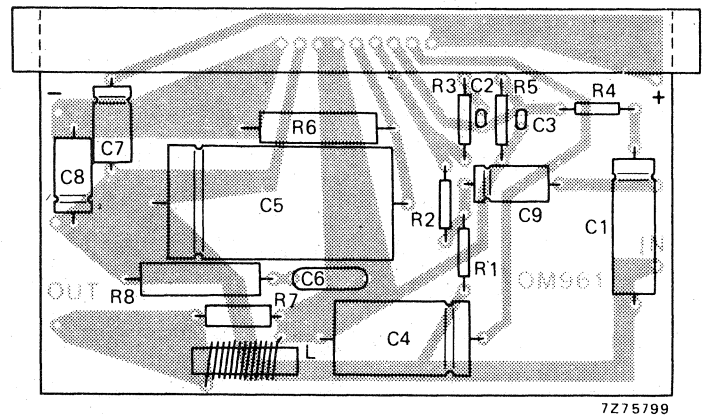
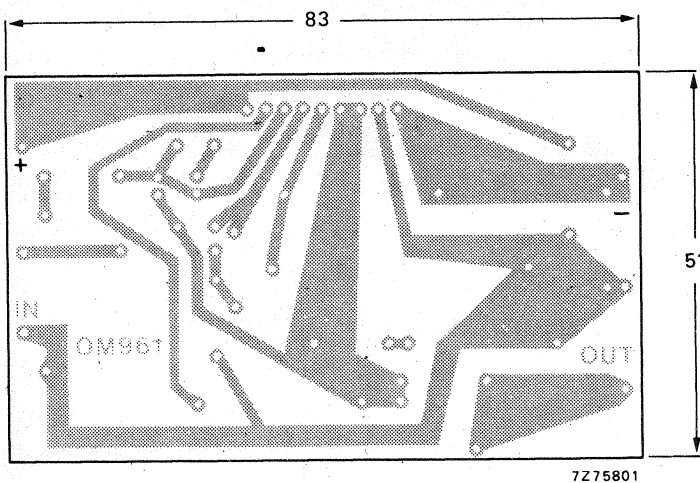


Fig. 8 - Piastrina del circuito stampato per la realizzazione del circuito di fig. 7 vista (in alto) dal lato componenti; (in basso) dal lato rame.



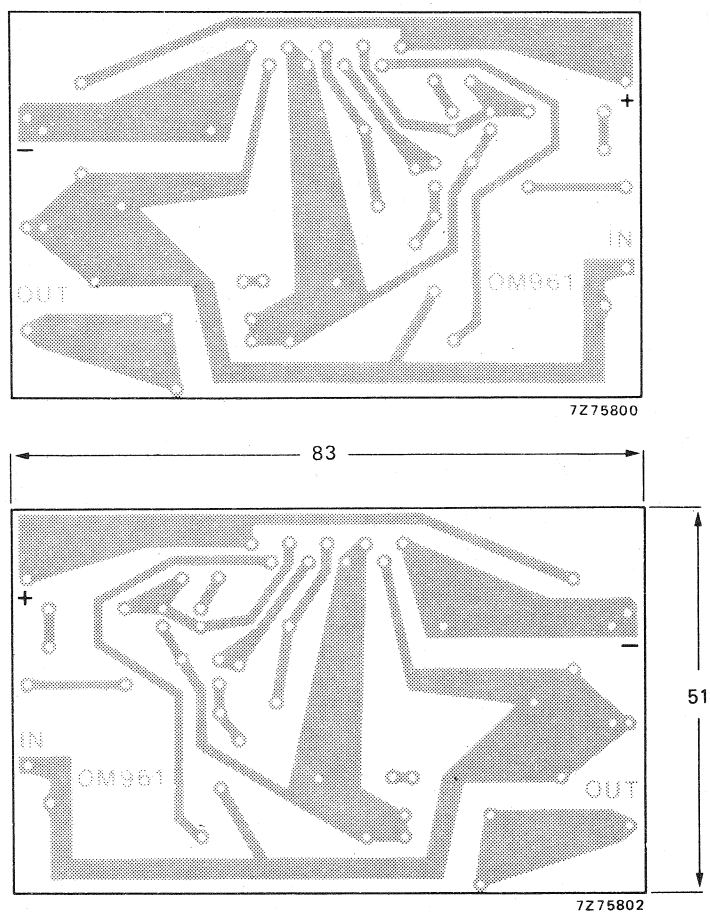


Fig. 9 - Piastrina del circuito stampato per moduli con terminali piegati in versione DIL; (in alto) vista dal lato componenti; (in basso) vista dal lato del rame.

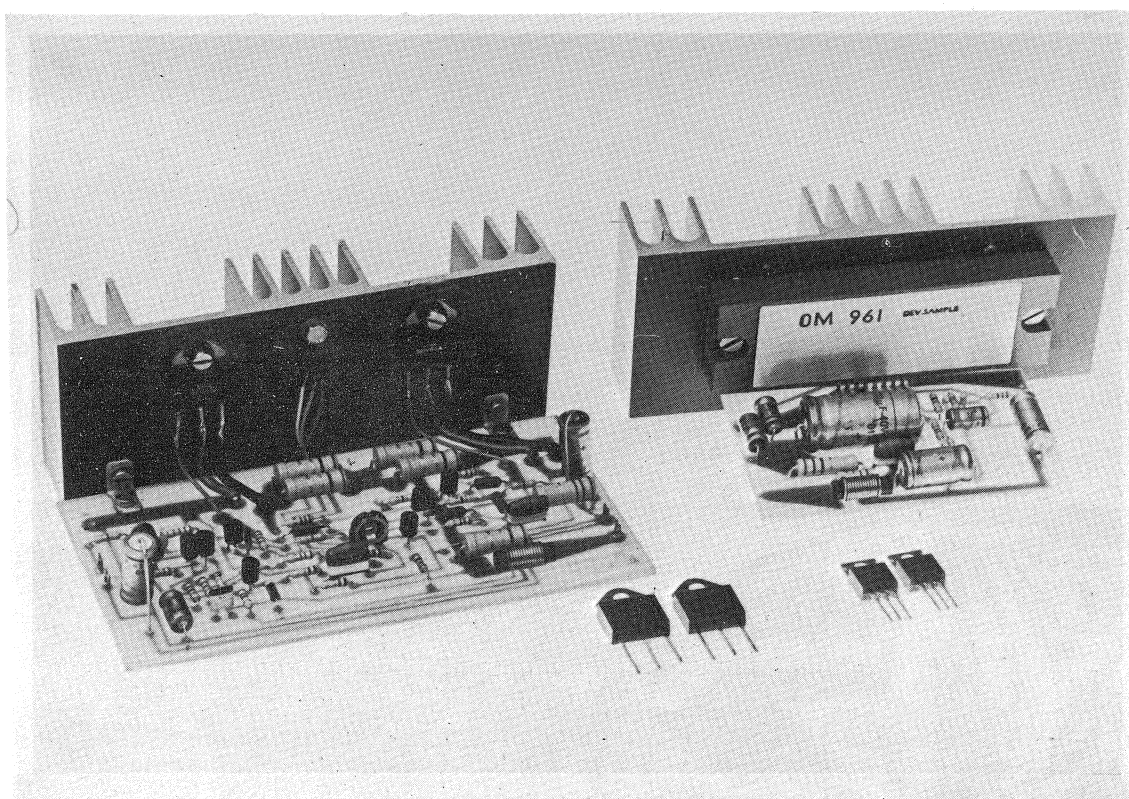


Fig. 10 - (a destra): Realizzazione pratica dell'esempio d'impiego riportato in fig. 7. (a sinistra): Circuito di fig. 7 realizzato con amplificatore finale a componenti discreti.

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 ( $R_{th\ h-a}$ ):

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

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

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

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

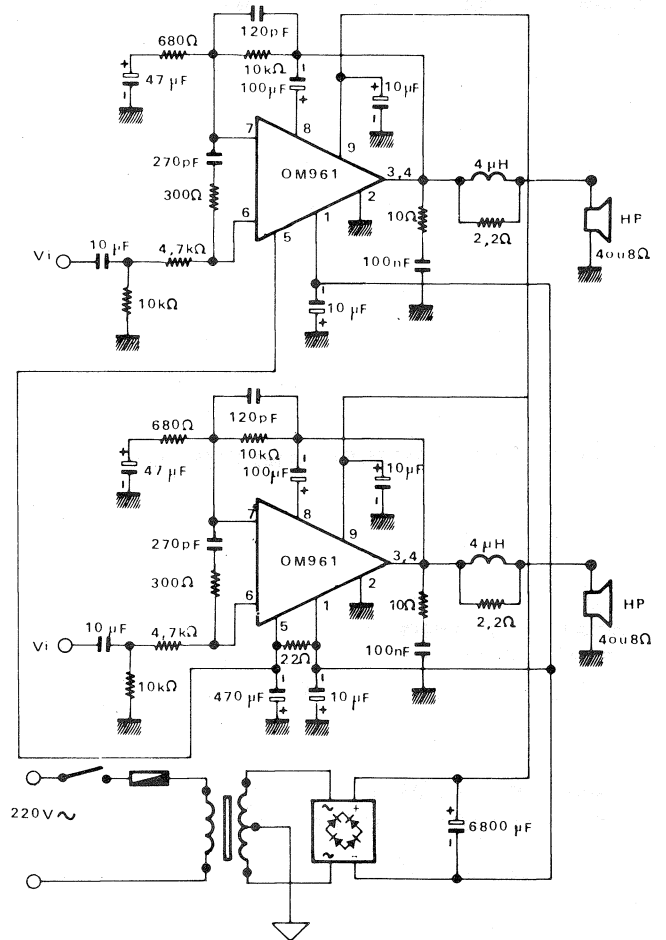


Fig. 11 - Esempio d'impiego di due moduli OM 961 per la realizzazione di un amplificatore b.f. Hi-Fi stereo con potenza d'uscita di 60 W.

- 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  $2 \times 26,5\text{ V}_{eff}$ .

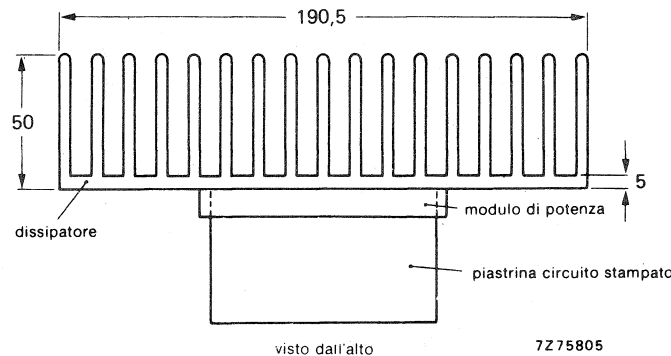


Fig. 12 - Esempio del tipo di dissipatore da impiegare per il raffreddamento del modulo. Se l'apparecchiatura ha uno chassis di notevoli dimensioni, il modulo può essere montato direttamente su di esso.

**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	$V_s$	$\pm 23$	$\pm 26$	$\pm 31$	$\pm 35 \text{ V}$
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 $\Omega$
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 $\Omega$

\*  $P_o$ , 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