

Sistemi di montaggio dei circuiti integrati con contenitore SOT-110A e SOT-111A

Vengono presentati nove sistemi di montaggio dei contenitori in plastica SOT - 110A (9 terminali SIL) e SOT-111A (9 terminali DIL). Per ogni sistema di montaggio si dà il corrispondente valore di resistenza termica tra aletta dell'integrato e dissipatore metallico. Le dimensioni del dissipatore in funzione della resistenza termica giunzione - ambiente vengono ricavate da un grafico.

1. - INTRODUZIONE

La fig. 1 riporta le dimensioni d'ingombro dei contenitori SOT - 110A e la fig. 2 quelle dei SOT - 111A. La principale differenza tra i due contenitori sta nella disposizione dei terminali di uscita: infatti nel contenitore SOT - 111A, i terminali sono disposti in conformazione DIL. In entrambi è presente invece l'aletta di raffreddamento che serve anche da staffa di fissaggio.

Tra i tipi di circuiti integrati che hanno il contenitore SOT - 110A segnaliamo il *TDA 1010* e il *TDA 2611A*. Il *TDA 1010* e il *TDA 2611A* sono amplificatori b.f. che danno una potenza d'uscita rispettivamente di 6 W su 4,2 Ω e 5 W su 15 Ω .

I contenitori SOT 110A e SOT 111A sono noti anche come contenitori *SIL* (*Single In Line*) e cioè con tutti i terminali disposti su un lato del contenitore. La caratteristica principale di questi contenitori è quella di separare nettamente le caratteristiche *elettriche* da quelle *termiche* dell'integrato.

Infatti, in questo nuovo contenitore (fig. 1), da un lato troviamo tutti i terminali elettrici, dall'altro una particolare aletta metallica che permette di montare l'integrato su radiatori di calore di qualsiasi forma.

I vantaggi di questo nuovo contenitore sono quindi evidenti e possono essere così riassunti:

- netta separazione tra le sezioni elettrica e termica dell'integrato
- estrema facilità di fissaggio dell'integrato al radiatore di calore richiesto
- montaggio sul circuito stampato facilitato per il fatto che i terminali elettrici si trovano solo lungo un lato dell'integrato. Questi terminali sono inoltre accessibili da entrambi le superfici del circuito stampato stesso; ciò facilita eventuali controlli e misure. In questi integrati, il numero dei terminali è stato fissato a 9 in quanto si è tenuto conto dei seguenti fattori:
- possibilità di ulteriore integrazione (infatti in entrambi gli integrati il terminale 3 è libero)

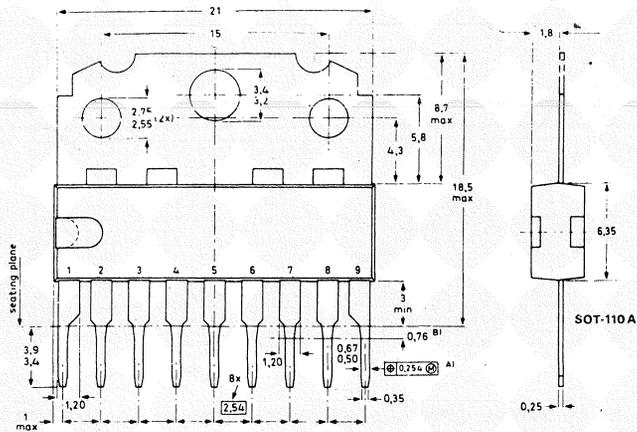


Fig. 1 - Dimensioni d'ingombro in mm del contenitore SOT-110A

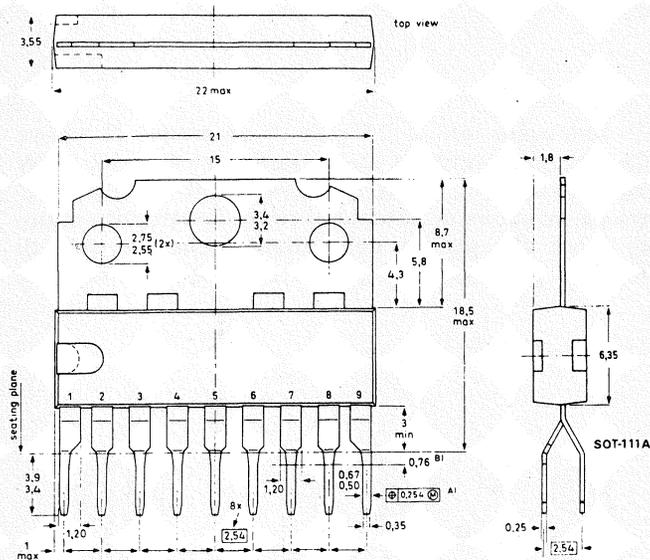


Fig. 2 - Dimensioni d'ingombro in mm del contenitore SOT-111A.

- protezione nei confronti di eventuali sovraccarichi
- soppressione del ronzio
- flessibilità e stabilità delle caratteristiche elettromeccaniche
- eventuale introduzione di circuiti bootstrapping
- problemi di costi.

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

Problemi di potenza audio fino a $6 \div 7$ W vengono egregiamente risolti dai circuiti integrati in contenitori SIL-9. La resistenza termica tra giunzione e ambiente (R_{thj-a}) è 60 °C/W, e tra giunzione e aletta ($R_{thj-tab}$) si aggira sui 12 °C/W. I tre fori presenti nell'aletta metallica (tab) — fig. 1 — possono essere im-

piegati sia per collegare l'integrato ad un radiatore esterno sia come semplici fori di fissaggio. Per il foro centrale occorre una vite da 3 mm, per i due laterali una vite da $2,5$ mm.

Si tenga presente che l'aletta metallica non è isolata dalla parte attiva del circuito integrato, e che inoltre non è richiesta alcuna rondella isolante tra l'aletta e il dissipatore nel caso in cui quest'ultimo sia libero (floating) oppure risulti collegato al valore più negativo della tensione disponibile. E' inoltre possibile piegare entro certi limiti sia l'aletta che i terminali a condizione che questa sollecitazione meccanica non raggiunga il chip dell'integrato.

2. - Il circuito termico

In fig. 3 è riportato il circuito termico equivalente di un integrato con aletta di raffreddamento (tab). La dissipazione ammissibile $P_{tot\ max}$ all'interno dell'integrato è data dall'equazione:

$$P_{tot\ max} = \frac{T_{i\ max} - T_{amb}}{R_{th\ j-amb}}$$

nella quale

$T_{i\ max}$ = massima temperatura assumibile dalla giunzione

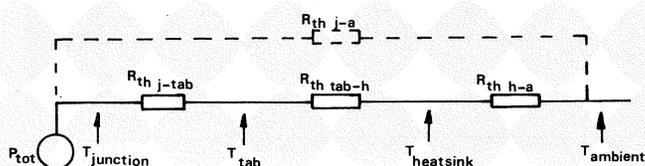


Fig. 3 - Circuito termico equivalente di un integrato

T_{amb} = temperatura ambiente

$R_{thj-amb}$ = resistenza termica tra giunzione e ambiente.

Nei circuiti integrati con il nuovo contenitore ad aletta, la temperatura alla giunzione T_{jmax} può arrivare fino al valore di 150 °C.

Non impiegando alcun dissipatore esterno,, la massima dissipazione consentita può arrivare fino a 2 W alla temperatura ambiente di 30° ($R_{thj-a} = 60$ °C/W).

E' possibile però *diminuire* la resistenza termica dell'integrato (R_{thj-a}) «allargando» la superficie della sua aletta metallica per es. ponendo a contatto quest'ultima con una determinata area di rame del circuito stampato. In particolare, se si salda l'aletta dell'integrato allo strato di rame dello stampato (spessore dello strato = 35 µm), si constata che l'area del rame può far variare la resistenza termica R_{thj-a} secondo lo andamento indicato dal grafico riportato nella fig. 4. Si può infatti vedere che con 10 cm² di rame, la resistenza termica scende da 60 °C/W a 53 °C/W.

Nel caso di valori di dissipazione più elevati (o di temperature ambienti più elevate), l'abbassamento della resistenza termica mediante saldatura dell'aletta metallica ad una area più o meno grande di rame dello stampato non è più sufficiente. In questi casi occorre pertanto collegare l'aletta dell'integrato ad un dissipatore di calore vero e proprio. In questo caso, la resistenza termica complessiva sarà data da:

$$R_{thj-a} = R_{thj-tab} + R_{th tab-diss} + R_{th diss-amb}$$

nella quale

$R_{thj-tab}$ = resistenza termica tra la giunzione e l'aletta metallica

$R_{th tab-diss}$ = resistenza termica tra l'aletta metallica e il dissipatore di calore

$R_{th diss-amb}$ = resistenza termica tra il dissipatore e l'aria ambiente

3. - Sistemi di montaggio

I contenitori SOT 110A e SOT 111A possono essere montati in varie maniere. Qui di seguito ne descriveremo nove. In alcuni casi è prevista la piegatura dell'aletta metallica (tab), in altri la piegatura dei soli terminali dell'integrato.

E' evidente che per evitare danneggiamenti dell'integrato la coppia di piegatura (o forza di piegatura) dovrà trovarsi all'esterno del «corpo» dell'integrato. Il fissaggio dell'aletta, in alcuni casi, è fatto con due viti; in altri con una vite sola; ciò non influisce sul valore della resistenza termica aletta/dissipatore.

La coppia raccomandata per il fissaggio della vite è 3 kg/cm ma questo valore non è critico. Nei sistemi di montaggio descritti non è stato usato grasso al silicone; ciò per il fatto che esso diminuirebbe la resistenza termica aletta/dissipatore di soli 0,5 °C/W, valore quest'ultimo insignificante rispetto al valore complessivo della resistenza termica tra giunzione e ambiente.

1° sistema di montaggio

E' riportato in fig. 5. Il corpo di plastica del contenitore viene a trovarsi parallelo alla piastra del dissipatore. Lo spazio tra aletta e piastra è «riempito» con una piastrina di alluminio di dimensioni 8x12x2. Sono

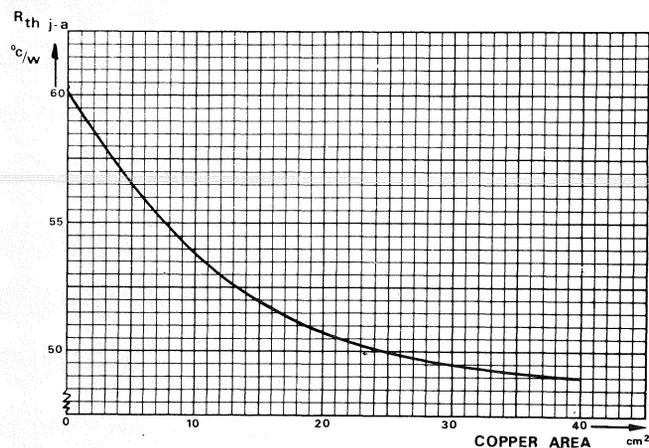


Fig. 4 - Influenza della superficie del rame di un circuito stampato sulla resistenza termica giunzione/ambiente (R_{thj-a})

state impiegate viti di 2,5 mm di diametro. Il valore della resistenza termica aletta/radiatore è $\leq 1,2$ °C/W senza silicone, e 0,6 °C/W con silicone. Il circuito integrato da prima viene saldato al rame del circuito stampato e poi alla piastra del radiatore che nel caso di autoradio, può essere la parete interna dello chassis.

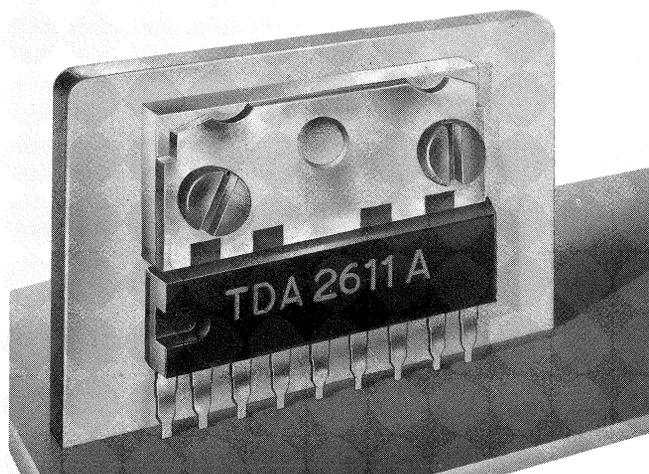
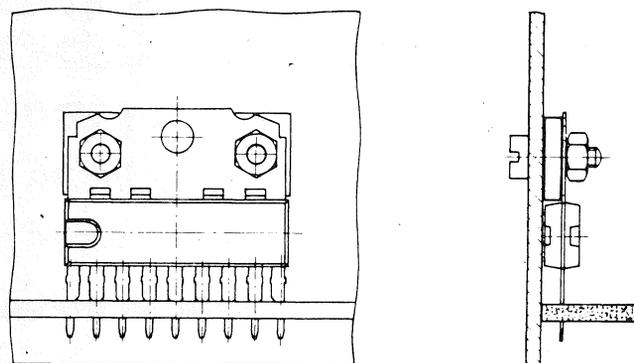


Fig. 5 - Sistema di montaggio N. 1

R_{th} aletta - dissipatore = 1,2 °C/W senza silicone
 R_{th} aletta - dissipatore = 0,6 °C/W con silicone

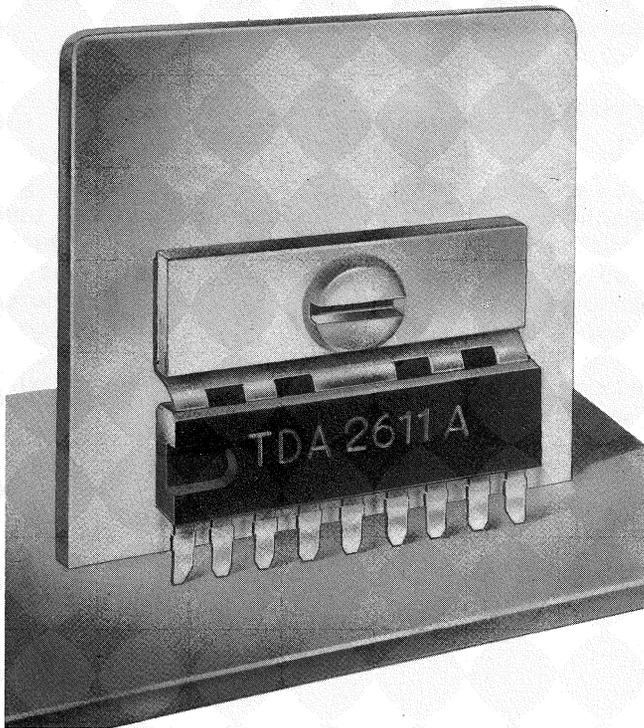
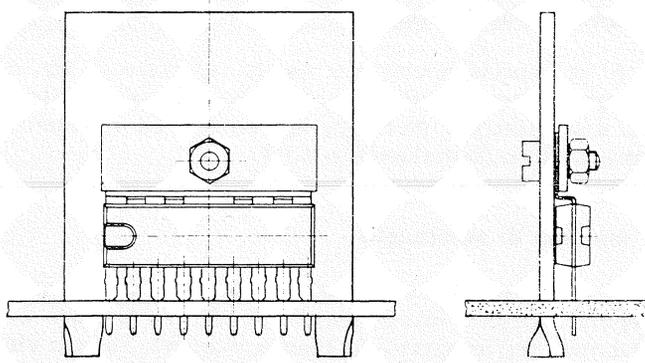


Fig. 6 - Sistema di montaggio N. 2

R_{th} aletta - dissipatore = $1\text{ }^{\circ}\text{C/W}$ senza silicone
 R_{th} aletta - dissipatore = $0,5\text{ }^{\circ}\text{C/W}$ con silicone

II° sistema di montaggio

E' indicato in fig. 6. In questo caso, il dissipatore di calore è costituito da una piastra di alluminio fissata sul circuito stampato. L'aletta dell'integrato viene prima piegata ad angolo retto ad una distanza di 1 mm dal contenitore di plastica; successivamente si ha un'altra piegatura ad angolo retto distante 3 mm dalla prima. Quest'ultima piegatura rende l'aletta parallela alla piastra di alluminio. L'integrato viene fissato alla piastra di alluminio con vite e dado da 3 mm di diametro. La resistenza termica aletta/dissipatore è $1\text{ }^{\circ}\text{C/W}$.

III° sistema di montaggio

E' indicato in fig. 7. Qui, è la piastra del dissipatore che viene in parte piegata in avanti in modo da combaciare con l'aletta metallica dell'integrato (non piegata). In questo caso è stato impiegato il contenitore SOT 111A; ma il sistema di montaggio vale anche per il contenitore SOT 110A. L'aletta può essere fissata alla bandella del radiatore con una o due viti. La resistenza termica aletta/radiatore è $1\text{ }^{\circ}\text{C/W}$.

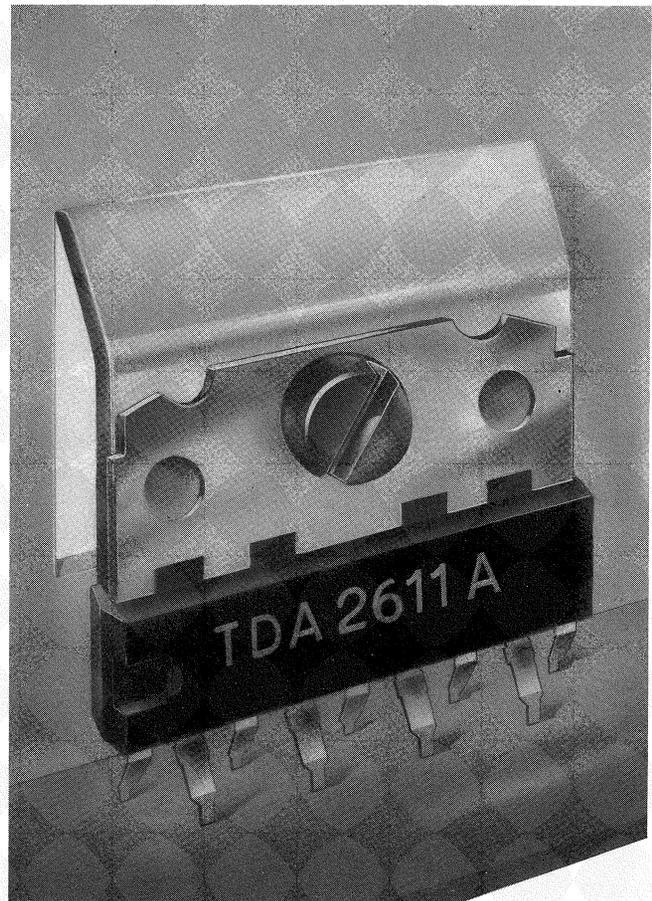
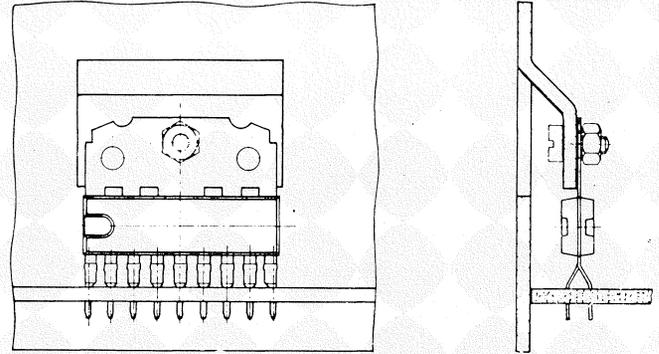
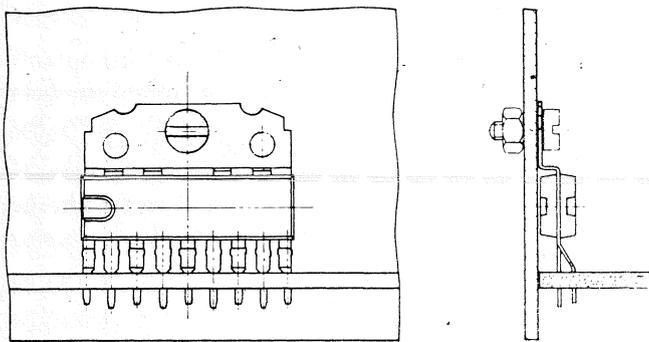


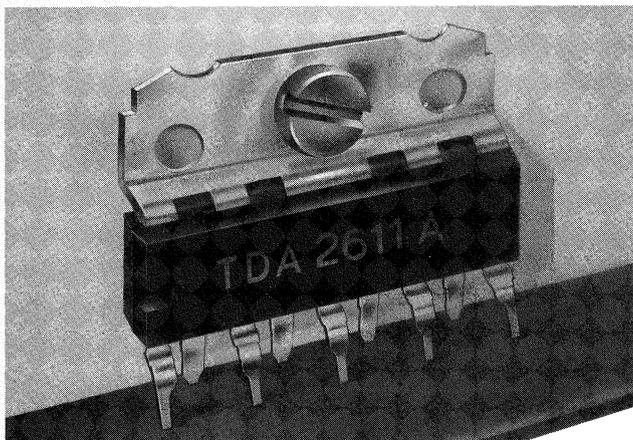
Fig. 7 - Sistema di montaggio N. 3

R_{th} aletta - dissipatore = $1\text{ }^{\circ}\text{C/W}$ senza silicone
 R_{th} aletta - dissipatore = $0,5\text{ }^{\circ}\text{C/W}$ con silicone



IV° sistema di montaggio

E' pressocchè identico a quello riportato in fig. 6. In questo caso, l'aletta non viene fissata sul radiatore con una piastrina metallica aggiuntiva. La resistenza termica aletta/radiatore è 1 °C/W.



V° sistema di montaggio

E' indicato in fig. 9. In questo caso, l'aletta non viene piegata; vengono invece piegati di 90°, il radiatore e i terminali dell'integrato. In questa maniera, l'aletta viene a trovarsi parallela al circuito stampato e viene fissata con un'unica vite e dado a quest'ultima insieme alla piastra del dissipatore. Anche in questo caso, la resistenza termica aletta/radiatore è 1 °C/W. Questo sistema di fissaggio tende a proteggere l'integrato da eventuali sollecitazioni meccaniche esterne.

VI° sistema di montaggio

E' riportato in fig. 10. Vengono piegati di 90°, l'aletta e i terminali. Il corpo dell'integrato è adagiato sul circuito stampato: su quest'ultimo viene praticata una fessura nella quale verrà incastrata l'aletta, la quale potrà essere saldata al rame dello stampato che in questo caso farà le funzioni di dissipatore di calore. Questo sistema di fissaggio può essere usato in quei casi nei quali la resistenza termica giunzione/ambiente può essere leggermente più elevata. L'andamento della resistenza termica giunzione/ambiente in funzione della superficie del rame del circuito stampato è riportato in figura 4.

Fig. 8 - Sistema di montaggio N. 4

R_{th} aletta - dissipatore = 1 °C/W senza silicone
 R_{th} aletta - dissipatore = 0,5 °C/W con silicone

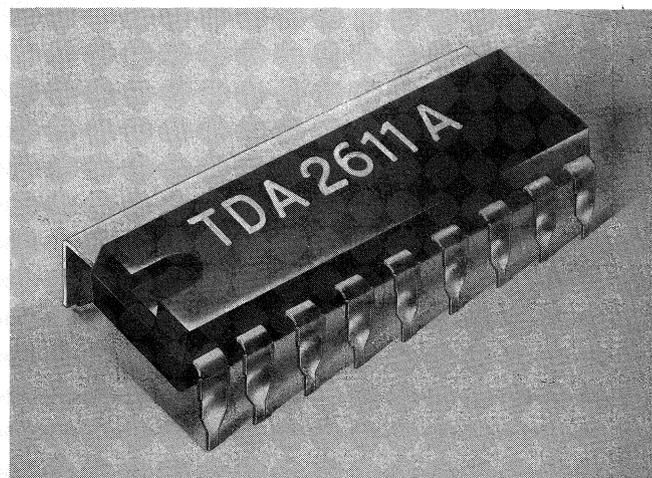
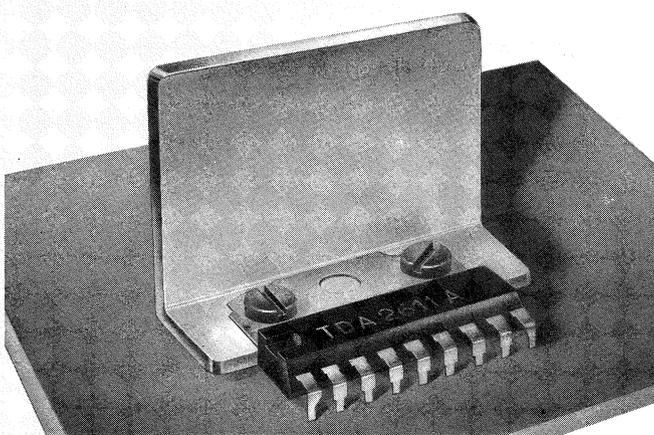
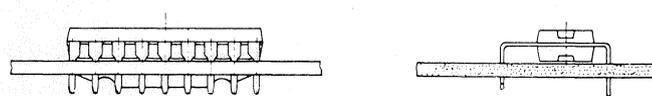
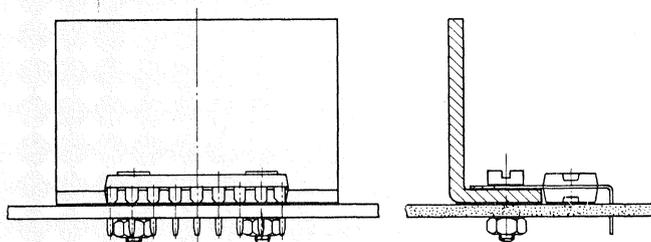


Fig. 9 - Sistema di montaggio N. 5

R_{th} aletta - dissipatore = 1 °C/W senza silicone
 R_{th} aletta - dissipatore = 0,5 °C/W con silicone

Fig. 10 - Sistema di montaggio N. 6

R_{th} giunzione - ambiente vedi fig. 4

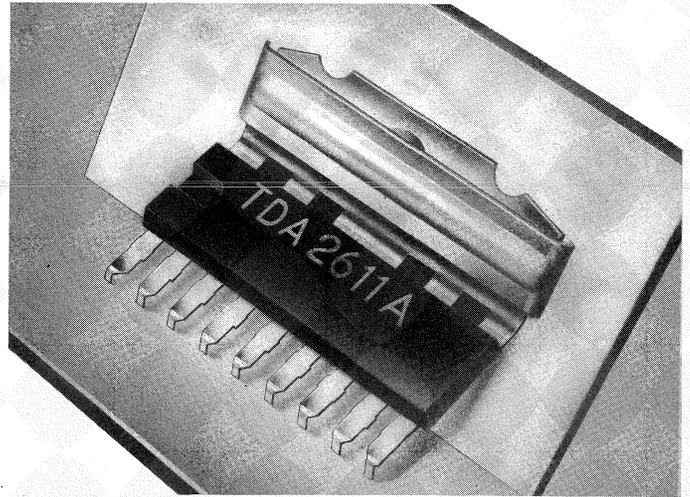
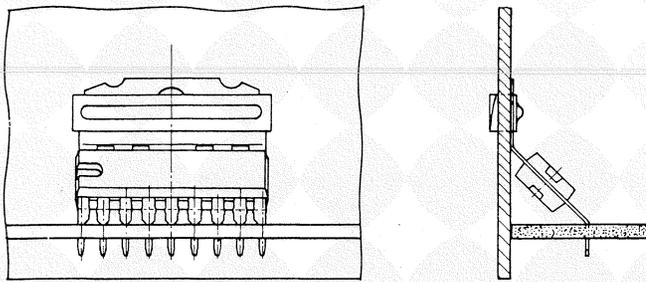


Fig. 11 - Sistema di montaggio N. 7

R_{th} aletta - dissipatore = 1 °C/W senza silicone; R_{th} aletta - dissipatore = 0,5 °C/W con silicone

VII° sistema di montaggio

Lo indica la fig. 11. L'aletta e i terminali dell'integrato vengono piegati di 45°. L'aletta viene fissata alla piastra del dissipatore mediante una molla. Di conseguenza, la resistenza termica aletta/radiatore dipenderà dal tipo di molla impiegata e dalla forza esercitata dalla molla. Sono stati misurati valori di resistenza termica aletta/radiatore uguali o inferiori a 1 °C/W.

VIII° sistema di montaggio

E' indicato in fig. 12. In questo montaggio non vengono piegati né i terminali né l'aletta. Quest'ultima viene invece fissata su una bandella ricavata dalla piastra del radiatore. I terminali dell'integrato vengono fissati su una piastrina di circuito stampato sulla quale

possono essere sistemati alcuni componenti del circuito. I circuiti presenti su questa piastrina «sospesa» sono collegati a quelli del circuito stampato principale mediante conduttori leggeri o cavetti flessibili. La resistenza termica aletta/radiatore è, anche in questo caso, 1 °C/W.

IX° sistema di montaggio

Anche qui (fig. 13), l'aletta e i terminali dell'integrato non vengono piegati. Sulla piastra del dissipatore viene ricavata una finestra dentro la quale potrà alloggiare una fiancata del contenitore dell'integrato. Questo sistema di montaggio vale per entrambi i tipi di contenitore dell'integrato (SOT 110A e SOT 111A). La resistenza termica aletta/radiatore ammonta a 1 °C/W.

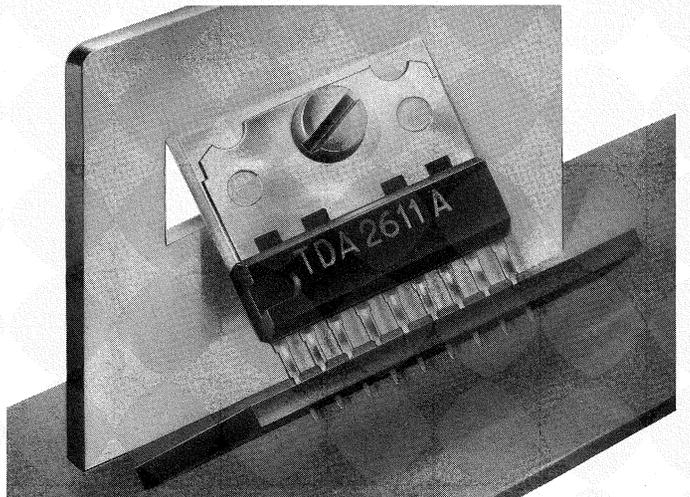
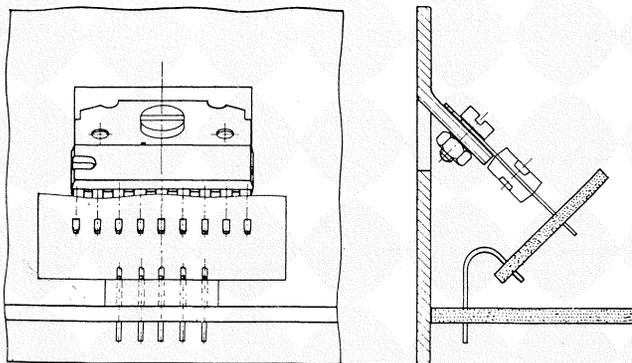


Fig. 12 - Sistema di montaggio N. 8

R_{th} aletta - dissipatore = 1 °C/W senza silicone; R_{th} aletta - dissipatore = 0,5 °C/W con silicone

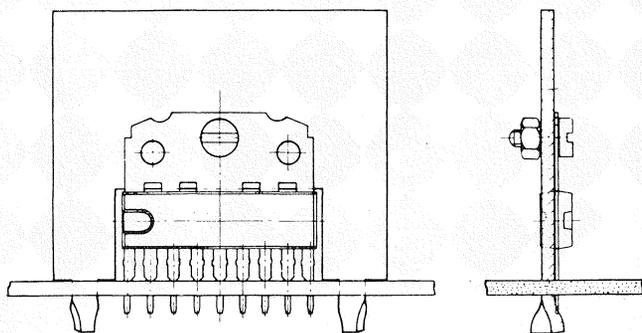
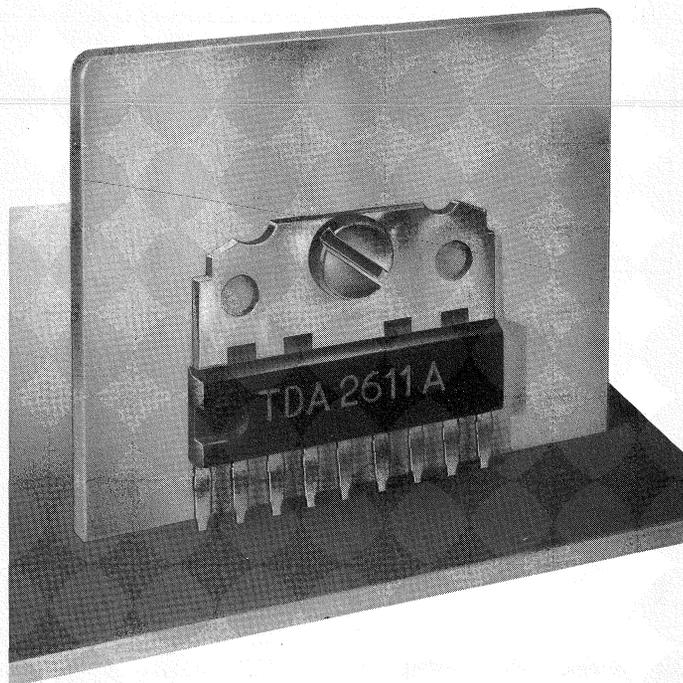


Fig. 13 - Sistema di montaggio N. 9

R_{th} aletta - dissipatore = $1\text{ }^{\circ}\text{C/W}$ senza silicone
 R_{th} aletta - dissipatore = $0,5\text{ }^{\circ}\text{C/W}$ con silicone



4. - Dimensioni del radiatore e dissipazione dell'integrato

Il radiatore di calore è richiesto tutte le volte che la dissipazione all'interno dell'integrato raggiunge valori notevoli.

In fig. 14 sono riportati alcuni grafici che possono servire a calcolare la superficie che deve avere il radiatore di calore per determinati valori della resistenza termica tra dissipatore e ambiente. Le curve si riferiscono a valori di dissipazione compresi tra 2 W e 8 W. Il dissipatore è costituito in questo caso da una piastra di alluminio lucida con spessore di 1,5 mm, disposta verticalmente.

5. - Conclusione

Esistono vari sistemi di fissaggio dei contenitori

SOT 110A e SOT 111A. Questi contenitori possono essere montati:

- verticalmente o orizzontalmente
- sullo chassis posteriore di un radiorecettore oppure su un radiatore di calore fissato su una piastra di circuito stampato
- possono prevedere la piegatura o meno dell'aletta e dei piedini
- possono essere fissati con una o due viti con dado.

A seconda del sistema di montaggio usato la resistenza termica aletta/radiatore può variare da 0,5 a 1,2 $^{\circ}\text{C/W}$. L'impiego di pasta al silicone tra aletta e radiatore potrà abbassare la resistenza termica di soli 0,5 $^{\circ}\text{C/W}$.

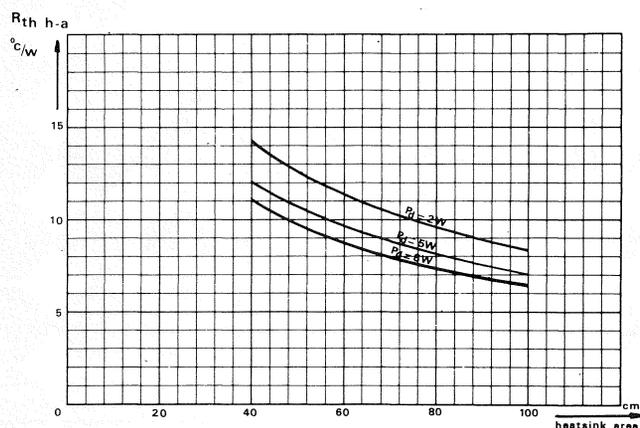


Fig. 14 - Nomogramma per il calcolo del dissipatore. Area del dissipatore in funzione della resistenza termica dissipatore-ambiente.