

SYSTEMS

DISSIPATORI PER SEMICONDUTTORI
SEMICONDUCTOR HEAT SINK

DATI TECNICI
TECHNICAL DATA





1) INTRODUZIONE

Per il corretto funzionamento dei dispositivi a semi-conduttore, è necessario non superare la massima temperatura di giunzione (T_j) stabilita dal fabbricante dei dispositivi.

In genere i dispositivi, nello stato in cui vengono forniti dai fabbricanti, non possono essere sfruttati alla loro piena potenza poiché si supererebbero i limiti consentiti per T_j e con conseguente distruzione della giunzione.

Al fine di non eccedere i limiti di cui sopra occorre pertanto utilizzare dei "Dissipatori" che, sottraendo calore al dispositivo e trasferendolo all'ambiente circostante, abbassano la temperatura di funzionamento del dispositivo e pertanto impediscono alla sua giunzione di superare il limite massimo ammesso.

Come è noto la trasmissione di calore da un corpo a un altro può avvenire con tre diverse modalità:

- Conduzione
- Convezione
- Irraggiamento

Poiché la **CONDUZIONE** è la modalità che consente il miglior trasferimento di calore, è conveniente che il dispositivo semiconduttore sia saldamente collegato al dissipatore. Peraltro, poiché il dissipatore è normalmente installato in aria libera, il suo calore viene poi dissipato verso l'esterno per mezzo della **CONVEZIONE** (naturale o forzata) e dell'**IRRAGGIAMENTO**.

Un altro importante parametro che influisce sulla trasmissione del calore è la conducibilità termica del materiale di cui è costituito il dissipatore.

Tenendo conto del rapporto prestazioni-prezzo il materiale più conveniente è l'alluminio. Considerando quanto sopra si ha perciò che le prestazioni termiche di un dissipatore dipendono dai seguenti parametri:

- materiale
- dimensioni
- forma
- colore
- finitura superficiale (Irraggiamento)
- condizioni di ventilazione
- posizione di montaggio
- posizione di montaggio del carico

Le prestazioni di un dissipatore si misurano con la sua **Resistenza Termica (R_{th})**

$$(R_{th}) = \frac{\Delta T}{W}$$

R_{th} è la sopraelevazione di temperatura (ΔT) in gradi centigradi causata dalla applicazione della potenza di un Watt.

Poiché non esistono norme specifiche per la determinazione della R_{th} , i valori riportati a catalogo derivano da prove di laboratorio effettuate in condizioni simili a quelle che si presentano nell'uso pratico.

I dati di catalogo consentono pertanto di effettuare la scelta del dissipatore e una prima valutazione del suo funzionamento.

Si consiglia sempre di effettuare una verifica pratica nelle condizioni reali e più gravose di utilizzazione per tenere conto di tutti i parametri che possono influenzare la trasmissione del calore nell'applicazione specifica.

1) THERMAL MANAGEMENT - INTRODUCTION

A correct design of solid state electronics requires not to exceed maximum allowed Junction Temperature (T_j) of semiconductors.

Power semiconductors, in order to work at the rated power level, need a heat sink system otherwise the max. allowed T_j is exceeded and the device is destroyed.

Heat sinks transfer heat from semiconductors to surrounding ambient.

This keeps semiconductor temperature (T_j) below the specified limits thus improving reliability and life of electronic products.

Heat transmission between two objects occurs through three possible paths:

- Conduction
- Convection
- Radiation

Conduction is the most efficient way, it is normally used between semiconductor and heat sink and requires a tight contact between parts.

On the contrary the heat sink transmits the heat to the surrounding air by Convection (natural or forced) and by Radiation.

Another important parameters to be considered is Thermal Conductivity of the material used to make the heat sink.

The higher is the thermal conductivity, the better is the heat sink performance, therefore, considering the ratio between performance and price, the best available material is Aluminum.

Generally speaking, heat sink performances depend on:

- Material
- Size
- Shape
- Color
- Surface finishing (Radiation)
- Convection (natural/forced)
- Mounting position
- Displacement of devices on the heat sink

The heat sink performance is measured by its Thermal Resistance (R_{th})

$$(R_{th}) = \frac{\Delta T}{W}$$

where R_{th} is the temperature increase (ΔT) in degrees Centigrade caused by the application of the power of one Watt.

As soon as do not exist national or international test methods to evaluate R_{th} , the values given in this catalog come from laboratory tests. The set up used during the laboratory tests are similar to practical working conditions and the data obtained are useful to make the choice of the heat sink type and to make a rough evaluation of the working conditions.

Customers are strongly advised to carry out a practical verification, considering the real and most severe working condition in order to take into account all the parameters that can influence the heat transmission in their particular application.



Dati tecnici - Technical data

2) SCELTA DEL DISSIPATORE.

Per scegliere un dissipatore occorre conoscere i seguenti parametri:

- Potenza massima dissipata dal dispositivo semiconduttore (Watt)
- Temperatura massima consentita per la giunzione del dispositivo e sua resistenza termica
- Massima temperatura ambiente
- Tipo di flusso di aria in corrispondenza del dissipatore

La formula base è:

$$1) R_{tja} = R_{tjc} + R_{tcd} + R_{th}$$

dove:

R_{tja} è la resistenza termica totale giunzione-ambiente

R_{tjc} è la resistenza termica giunzione-case (fornita dal fabbricante)

R_{tcd} è la resistenza termica case-dissipatore (dovuta al contatto tra dispositivo e dissipatore, in particolare a fogli isolanti o grasso interposti)

R_{th} è la resistenza termica del dissipatore ricavata da catalogo

La seconda formula da usare è:

$$2) Rtja = \frac{T_{jm} - T_a}{P}$$

dove:

T_{jm} è la massima temperatura della giunzione accettata dal progettista dell'apparecchiatura (in prima istanza è quella fornita dal fabbricante del semiconduttore).

T_a è la massima temperatura ambiente.

P è la potenza da dissipare in Watt.

Dalla 2) si ricava R_{tja} che sostituita in 1) permette di trovare R_{th} :

$$R_{th} = R_{tja} - R_{tjc} - R_{tcd}$$

Questa è la massima resistenza termica consentita per il dissipatore.

Esempio

Dati di partenza:

Tipo di semiconduttore	= TO3
Tj max	= 150 °C
Ta max	= 50 °C
P da dissipare	= 5 W
Convezione	= naturale
R_{tjc}	= 1 °C/W
R_{tcd}	= 0,1 °C/W

$$2) Rtja = \frac{T_{jm} - T_a}{P} = R_{tja} \max = \frac{150 - 50}{5} = 20 \text{ °C/W}$$

$$1) R_{tja} = R_{tjc} + R_{tcd} + R_{th} \text{ da cui si ricava } R_{th} = R_{tja} - R_{tjc} - R_{tcd}$$

$$R_{th} \max = R_{tja} \max - R_{tjc} - R_{tcd} = 20 - 1 - 0,1 = 18,9 \text{ °C/W max}$$

valore ammesso.

Il dissipatore **Tipo S 17** è in grado di soddisfare i requisiti richiesti poiché presenta una $R_{th} = 16 \text{ °C/W}$ che è inferiore a 18,9 (max valore ammesso).

2) HOW TO SELECT A HEAT SINK

In order to select a heat sink, the following parameters are needed:

- Max. Power to be dissipated by the device (Watts)
- Max. Junction Temperature and Thermal Resistance of the device
- Max. Ambient Air Temperature
- Air flow on the heat sink surface

The basic equation is

$$1) R_{tja} = R_{tjc} + R_{tcd} + R_{th}$$

where:

R_{tja} = total thermal resistance from junction to ambient

R_{tjc} = thermal resistance junction to case (given by the device manufacturer)

R_{tcd} = thermal resistance from case to heat sink (takes into account the contact between device and heat sink, particularly insulating sheets or thermal grease)

R_{th} = thermal resistance of the heat sink derived from catalogue

The second equation to be used is:

$$2) Rtja = \frac{T_{jm} - T_a}{P}$$

where:

T_{jm} = maximum junction temperature acceptable for the design under evaluation

T_a = ambient temperature

P = power to be dissipated (Watts)

Solving equation 2) and replacing R_{tja} into equation 1), R_{th} is determined:

$$R_{th} = R_{tja} - R_{tjc} - R_{tcd}$$

This is the max. R_{th} value allowed for the heat sink.

Example

Design data:

Semiconductor type	= TO3
Tj max	= 150 °C
Ta max	= 50 °C
P to dissipate	= 5 W
Convection	= natural
R_{tjc}	= 1 °C/W
R_{tcd}	= 0,1 °C/W

$$2) Rtja = \frac{T_{jm} - T_a}{P} = R_{tja} \max = \frac{150 - 50}{5} = 20 \text{ °C/W}$$

$$1) R_{tja} = R_{tjc} + R_{tcd} + R_{th} \text{ that gives } R_{th} = R_{tja} - R_{tjc} - R_{tcd}$$

$$R_{th} \max = Rtja \max - R_{tjc} - R_{tcd} = 20 - 1 - 0,1 = 18,9 \text{ °C/W max}$$

admitted value.

Type S17 heat sink meets the requirements needed because has $R_{th} = 16 \text{ °C/W}$ that is lower than 18,9 °C/W (max. admitted value).



3) CONDIZIONI DI MISURA

I valori della resistenza termica dei dissipatori sono ricavati attraverso prove di laboratorio effettuate nelle seguenti condizioni:

- Dissipatore anodizzato nero opaco
- Montaggio verticale in aria libera con convezione naturale
- Sorgente di calore posizionata in un'area centrale del dissipatore
- Contatto diretto tra sorgente di calore e dissipatore con interposizione di grasso termico
- Misura della temperatura del dissipatore immediatamente sotto alla zona dove è applicato il carico
- Misura della temperatura ambiente a 1 m di distanza dal dissipatore in prova

Per la rivelazione delle temperature vengono usate termocoppie di tipo puntiforme a bassa inerzia termica posizionate a stretto contatto col dissipatore.

Il dissipatore viene collocato in un ambiente con aria ferma, a temperatura costante e controllata, viene appeso/weight a un supporto in modo da non essere a contatto con nessun oggetto tale da perturbare la trasmissione del calore verso l'ambiente.

4) FINITURA SUPERFICIALE

La finitura superficiale del dissipatore influenza principalmente la dissipazione per irraggiamento.

I dati riportati si riferiscono a dissipatori ossidati neri opachi. Nel caso di superfici lucide o grezze l'efficienza del dissipatore si riduce e la resistenza termica aumenta del 10 %.

5) VENTILAZIONE

Passando dalla convezione naturale alla convezione forzata si ha un miglioramento delle prestazioni del dissipatore e la resistenza termica varia come descritto in Fig. 1.

6) LUNGHEZZA DEL DISSIPATORE

La resistenza termica cala all'aumentare della lunghezza ma non in modo lineare. Un tipico andamento è riportato in Fig. 2.

7) SOPRAELEVAZIONE DI TEMPERATURA

La resistenza termica cala con l'aumentare della sopraelevazione di temperatura rispetto all'ambiente esterno. Durante i test di laboratorio si considerano sopraelevazioni di 60 °C con una temperatura ambiente di 25 °C.

La variabilità di R_{th} con la sopraelevazione di temperatura varia inoltre da un profilo all'altro e pertanto non è possibile dare indicazioni precise circa l'influenza di questo parametro.

3) LABORATORY TESTS

The Thermal Resistance values of heat sinks come from laboratory tests carried out in the following conditions:

- Black anodized heat sink
- Vertical set up in free air allowing natural convection
- Heat source positioned at the center of heat sink
- Direct contact between source and heat sink with thermal greased interposed
- Heat sink temperature measurement made in the hottest point
- Ambient air temperature measured at 1 m distance from heat sink

The temperature measurement are made with miniaturized thermocouples positioned in tight contact with the heat sink. The heat sink is suspended into an ambient with steady air condition. The ambient temperature is controlled and constant.

4) SURFACE FINISH

Surface finish primarily influences heat radiation.

The data given refer to black anodizing. Unfinished heat sink are less efficient and Thermal Resistance increases by 10%.

5) FORCED CONVECTION

Forced convection improves the efficiency of heat sinks depending from air speed. (see Fig. 1)

6) HEAT SINK LENGTH

As the length of a heat sink increases, so does the capability to dissipate heat, but the thermal resistance is not directly proportional to the additional length. (see Fig. 2)

7) TEMPERATURE INCREASE (DT)

As the heat sink temperature increases, so does the capability to dissipate heat. During the laboratory tests a temperature increase (ΔT) of 60 °C with an ambient temperature of 25 °C is considered. The influence of temperature increase on R_{th} changes with the profile shape, therefore precise indications on the influence of this parameter cannot be given.

Fig. 1

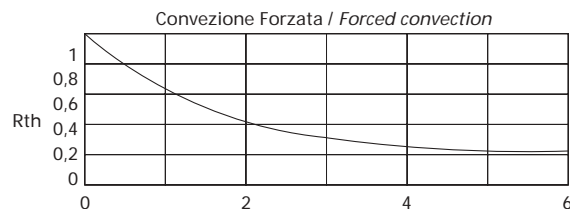
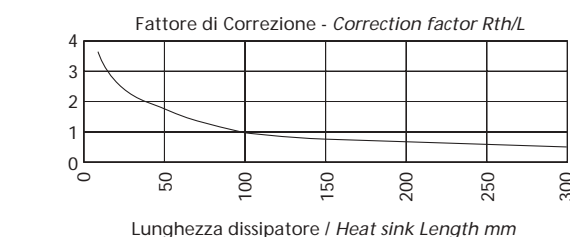


Fig. 2





Dati tecnici - Technical data

8) MONTAGGIO DEL DISSIPATORE

La posizione di montaggio influenza la resistenza termica R_{th} del dissipatore.

Il montaggio più efficiente è quello con alettatura verticale, qualunque altro posizionamento è peggiorativo.

In particolare per il montaggio orizzontale si deve considerare un aumento di R_{th} del 20%.

9) PRODOTTI SPECIALI, LAVORAZIONI E FINITURE

• **Prodotti speciali:** a seguito della evoluzione del prodotto, vengono continuamente inseriti nella gamma di produzione nuovi profili, il ns. **Servizio Commerciale** sarà lieto di aggiornarvi in proposito a seguito di ogni specifica esigenza. A richiesta possono essere sviluppati dissipatori e profili speciali su specifica del cliente.

• **Materiale:** qualora non specificato diversamente i prodotti descritti nel seguente catalogo sono di alluminio.

• **Tempi di consegna:** è disponibile un consistente stock di materia prima che consente una sollecita risposta alla richiesta dei clienti.

• **Lavorazioni meccaniche:** Il ciclo di lavorazione, a partire dalla materia fino al primo prodotto finito, viene realizzato tutto all'interno dell'azienda mediante un consistente parco macchine a controllo numerico che garantiscono elevati gradi di precisione meccanica e finitura delle superfici. Possono essere prodotte unità di dissipazione fino a una lunghezza max di 1600 mm. Possono essere realizzate lavorazioni su tutti e tre gli assi.

• **Profili tagliati a lunghezza:** a richiesta possono essere fornite porzioni di barra estrusa dei profili disponibili tagliate a misura.

• **Finitura:** A richiesta del cliente il prodotto può essere fornito con le seguenti finiture:
- anodizzato nero
- anodizzato con colore a richiesta
- Alodine (1000/1200, trasparente/giallo)
- decapato
- grezzo
- sabbiato e decapato

10) CONSIGLI PER L'USO

- Per ΔT maggiori di 40 °C è preferibile utilizzare dissipatori anodizzati neri. Ove possibile si consiglia di usare superfici di contatto a metallo vivo.
- Montare il dissipatore con la alettatura in verticale e lontano da parti che potrebbero schermare o limitare il flusso di aria.
- Nel caso di dissipatore rettangolare è consigliabile il montaggio col lato minore in verticale, in ogni caso l'alettatura deve essere verticale.
- Nel caso di più dispositivi su di uno stesso dissipatore è consigliabile distribuire i dispositivi verso il basso e non in modo simmetrico.
- Dissipatori con rapporto lunghezza/base maggiore di 4 vanno controllati praticamente perché possono verificarsi fenomeni di turbolenza che possono alterare il normale scambio termico.

8) HEAT SINK MOUNTING

Mounting position influences the heat sink thermal resistance R_{th} .

The most efficient mounting position is the one with vertical fins, any other mounting gives worse result. Particularly, horizontal mounting increases R_{th} by 20 %.

9) SPECIAL PRODUCTS , MACHINING AND FINISH

• **Special product.** Over 300 types and extrusion profiles that are available and new profiles are continually being added. If the desired shape or profile is not found in the catalogue, please consult our **Customer Service Department**. New shapes and extrusion profiles to meet specific customer requirements can be provided.

• **Material:** If otherwise not specified, the products shown in the catalogue are made of aluminum.

• **Delivery time:** L.D.S. SYSTEM has a large stock of raw material that allows a quick reaction to customer request.

• **Mechanical machining:** all the production steps are performed in house with CNC machinery that allow high precision product.
Heat sinks up to a length of 1600 mm can be machined.
Machining can be done along all three axes.

• **Length cut profiles:** L.D.S. SYSTEM can provide raw profiles length cut according to customer request.

• **Finish:** the following finish are available
- Black anodize
- Color anodize
- Alodine (1000/1200, transparent/yellow)
- Hard anodize
- Raw
- Sand blasted.

10) USEFUL SUGGESTION

- For $\Delta T > 40^{\circ}\text{C}$ it is recommended the use of black anodized heat sinks and, when possible, the use of metal to metal joints without the use of insulating foils.
- Install heat sink with vertical fins and as far as possible from parts that could limit air flow.
- If the heat sink has a rectangular shape, the lower side should be vertical, as well as fins.
- If more than one device is placed on a single heat sink it is advised to displace them on the lower part in asymmetrical position.
- Heat sinks with a length to base ratio higher than 4 should be checked practically because turbulence could prevent normal thermal exchange.

11) ASSISTENZA TECNICA

L'ufficio tecnico LDS è a disposizione per qualunque informazione tecnica relativa al prodotto e alla sua migliore utilizzazione.

11) TECHNICAL ASSISTANCE

Our Technical Department can assist you to select the heat sink that meets your thermal and configuration needs.

12) DATI TECNICI - FATTORI DI CONVERSIONE

- MATERIALI USATI PER LA COSTRUZIONE DEI DISSIPATORI (vedi Fig. 3)

12) TECHNICAL DATA - CONVERSION CHART.

- MATERIALS USED FOR HEAT SINK PRODUCTION (see Fig. 3)

Fig. 3

Materiale <i>Material</i>	Denominazione/Code		Densità Kg/dm ³ <i>Spec. gravity</i>	Cond.Termica W/°Cm <i>Therm. cond.</i>
	UNI	DIN		
Alluminio Profili e Bande <i>Aluminium</i>	6060	AL Mg Si 0,5 DIN 1725	2,70	193 - 201
Rame <i>Copper</i>	—	—	8,93	390 - 400

- FATTORI DI CONVERSIONE (vedi Fig. 4)

- CONVERSION TABLE (see Fig. 4)

Fig. 4

°C	°K Kelvin	°K = °C + 273,15
°F	°C Centigradi <i>Centigrade</i>	°C = 5/9 (°F - 32)
ft - piedi - feet	m - metri - <i>meter</i>	1 ft = m 0,3048
in - pollici - <i>inches</i>	m - metri - <i>meter</i>	1 in = m 0,0254

3) RESPONSABILITÀ PRODOTTO

Si ricorda ai Sigg. Clienti che le informazioni riportate a catalogo sono fornite in buona fede e sono da ritenersi affidabili e accurate. Il Cliente ha la responsabilità di verificare sempre l'uso pratico del prodotto poiché L.D.S. SYSTEM non è a conoscenza dell'uso che ne verrà fatto. Si ricorda pertanto ai Sigg. Clienti che essi si assumono la responsabilità di provare i prodotti L.D.S. SYSTEM per gli usi da loro prefissati.

L.D.S. SYSTEM non può dare nessuna garanzia circa l'uso e l'applicazione pratica per prodotto per qualsiasi uso specifico o generico e pertanto non può essere ritenuta responsabile per incidenti o danni che si potrebbero verificare durante l'uso del prodotto. Quanto riportato nel presente catalogo non è da intendersi impegnativo per L.D.S. SYSTEM in quanto i prodotti vengono continuamente aggiornati per seguire la evoluzione tecnologica e le richieste del mercato.

Le condizioni di fornitura e le limitazioni applicate sono riportate nelle Condizioni Generali di Vendita applicate dalla L.D.S. SYSTEM.

13) PRODUCT LIABILITY

Information provided in this catalogue is believed to be accurate and reliable as of publication date. Our customers are reminded that they bear the responsibility for testing the products because LSD is not aware of all potential uses.

LSD makes no warranties as to the fitness and suitability of any LSD product for any specific or general use.

LSD shall not be liable for direct or indirect damages during the use of the product, L.D.S. SYSTEM reserves the right to modify its products without notice to improve the design or performance characteristics.

Supply and delivery terms are described into the general sales conditions applied by L.D.S. System.

TOLLERANZE DI PLANARITA' SU PROFILI ESTRUSI FLATNESS TOLERANCES ON EXTRUDED PROFILES

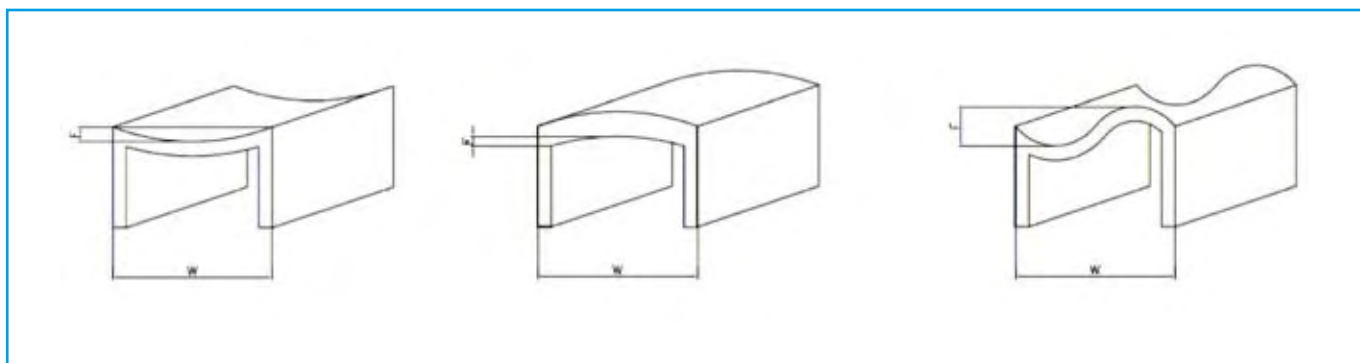
(Tale documento fa riferimento alla norma UNI EN 755-9 paragrafo 4.3)
(This document refers to UNI EN 755-9 paragraph 4.3)

La convessità e la concavità deve essere misurata come illustrato nella figura sottostante.

Lo scostamento massimo consentito sulla convessità-concavità per profilati pieni e cavi deve essere come specificato nel prospetto riportato in tabella

Convexity and concavity must be measured as shown in the figure below.

The maximum allowed deviation for convexity-concavity of filled and hollow profiles must be as specified in the table.



Larghezza W Width W	Scostamento F/ Deviation F Spessore di parete t ≤ 5 Wall thickness t ≤ 5		Scostamento F/ Deviation F Spessore di parete t > 5 Wall thickness t > 5
	> di > of	<= <=	
0	30	0,3	0,2
30	60	0,4	0,3
60	100	0,6	0,4
100	150	0,9	0,6
150	200	1,2	0,8
200	300	1,8	1,2
300	400	2,4	1,6
400	500	3	2
500	600	3,6	2,4
600	800	4	3

N.B.:

In caso di profilati pieni o cavi con larghezza W di almeno 150 mm, lo scostamento localizzato F1 non deve essere maggiore di 0.7mm per ogni 100 mm di larghezza W1.

In caso di tolleranze indicate a disegno localizzate in punti ben precisi si richiede di specificarle o concordarle con ente tecnico.

N.B.:

In the event of filled or hollow profiles with width W of min. 150 mm, the deviation F1 shall not exceed 0.7 mm every 100mm of width W1.

In the event of tolerances given on the drawing in well-defined points, you are requested to specify them or to take agreement with a technical organization.