

# Capacità Termica

- Capacità termica (C')

Rapporto tra quantità di calore (Q) fornita al corpo e la corrispondente variazione di temperatura (T)

$$C' = \frac{Q}{\Delta T}$$

# Calore specifico

- **Calore specifico**

**Capacità termica per unità di massa**

$$c = \frac{C'}{m} = \frac{Q}{m \cdot \Delta T}$$

- **Capacità termica molare**

**Capacità termica per mole**

$$C = \frac{C'}{n}$$

# Tabella

**TABELLA 1** CAPACITÀ TERMICHE DI ALCUNE SOSTANZE<sup>a</sup>

<i>Sostanza</i>	<i>Calore specifico</i> (J/kg · K)	<i>Capacità termica molare</i> (J/(mol K))
<b>Solidi elementari</b>		
piombo	129	26.7
tungsteno	135	24.8
argento	236	25.5
rame	387	24.6
carbonio	502	6.02
alluminio	900	24.3
<b>Altri solidi</b>		
ottone	380	
granito	790	
vetro	840	
ghiaccio (-10 °C)	2220	
<b>Liquidi</b>		
mercurio	139	
alcol etilico	2430	
acqua di mare	3900	
acqua	4190	

<sup>a</sup> Eccetto che per i casi segnalati, misurate a temperatura ambiente e a pressione atmosferica

# Calore latente

- Calore latente

Quantità di calore per unità di massa necessaria per un cambiamento di fase

TABELLA 2 ALCUNI CALORI LATENTI

<i>Sostanze<sup>a</sup></i>	<i>Temperatura di fusione (K)</i>	<i>Calore latente di fusione (kJ/kg)</i>	<i>Temperatura di ebollizione (K)</i>	<i>Calore latente di evaporazione (kJ/kg)</i>
Idrogeno	14.0	58.6	20.3	452
Ossigeno	54.8	13.8	90.2	213
Mercurio	234	11.3	630	296
Acqua	273	333	373	2256
Piombo	601	24.7	2013	858
Argento	1235	105	2485	2336
Rame	1356	205	2840	4730

<sup>a</sup> Le sostanze sono state elencate secondo l'ordine crescente della temperatura di fusione

# Osservazioni

- **La capacità termica molare è quasi costante per tutti i solidi**
  - (per alte temperature è vero)
- **L'acqua ha un elevato calore specifico**
- **Uso del calore latente per “aumentare” il potere di raffreddamento**

# Conduzione del calore

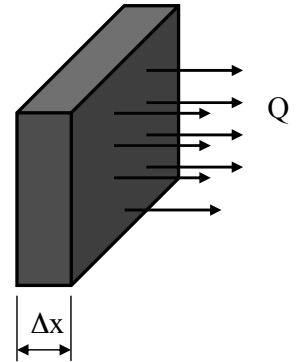
- **Scambio di calore tra un sistema e l'ambiente circostante**
- **Conduzione**
- **Convezione**
- **Irraggiamento**

# Conduzione

- Data una lastra di
  - Area  $A$
  - Spessore  $\Delta x$
- Temperatura sulle due facce  $T$  e  $T + \Delta T$
- $H$  calore per unità di tempo
- $K$  conducibilità termica

$$H = \frac{Q}{\Delta t} \propto A \frac{\Delta T}{\Delta x}$$

$$H = \frac{Q}{\Delta t} = kA \frac{\Delta T}{\Delta x}$$



# Tabella

**TABELLA 5** ALCUNE CONDUCIBILITÀ  
TERMICHE<sup>a</sup>

<i>Materiale</i>	<i>Conducibilità k (W/m·K)</i>
<b>Metalli</b>	
acciaio inossidabile	14
piombo	35
alluminio	235
rame	401
argento	428
<b>Gas</b>	
aria (secca)	0.026
elio	0.15
idrogeno	0.18
<b>Materiale da costruzione</b>	
poliuretano espanso	0.024
lana di roccia	0.043
lana di vetro	0.048
pino bianco	0.11
vetro per finestre	1.0

<sup>a</sup> I valori sono a temperatura ordinaria.



# CONVEZIONE

- **Moti convettivi = dilatazione di fluidi che si scaldano**

$$H = h \cdot A \cdot \Delta T$$

- **Convezione naturale**
- **Convezione forzata**

# Irraggiamento

- **Radiazione elettromagnetica**
  - **Corpo nero**

$$H = \sigma \cdot \varepsilon \cdot F_{hc} \cdot \Delta T^4$$

# Resistenza termica

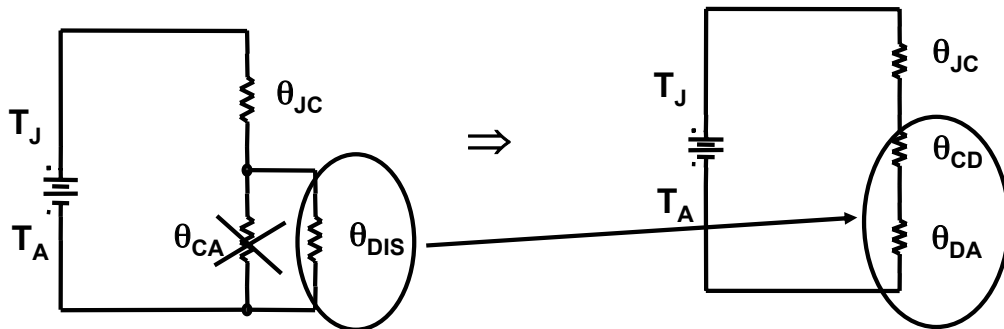
- **Trascurando l'irraggiamento**
  - **Proporzionalità fra salto termico e potenza trasferita**

$$T_j - T_a = \Theta_{ja} \cdot P_D$$

- **$T_j$  = Temperatura di giunzione**
- **$T_a$  = Temperatura ambiente**
- **$\Theta_{ja}$  = Resistenza termica giunzione ambiente**
- **$P_D$  = Potenza dissipata**

# Resistenza termica

- In base all'equivalenza termica



$$\Delta T = \Theta \cdot P_D \quad \Theta_{JC} = \frac{200 - 25}{150} = 1.17 \text{ } ^\circ\text{C/W} \quad \Theta_{CD} = 0.1 \div 0.4 \text{ } ^\circ\text{C/W}$$

$$\Delta T = 200 - 40 = 160 \text{ } ^\circ\text{C} \quad P_D = 31 \text{ W}$$

$$\Theta_{TOT} = \frac{\Delta T}{P_D} = \frac{160}{31} = 5.16 \text{ } ^\circ\text{C/W}$$

$$\Theta_{DA} = \Theta_{TOT} - \Theta_{JC} - \Theta_{CD} = 5.16 - 1.17 - 0.4 = 3.5 \text{ } ^\circ\text{C/W}$$

# Dissipatori 1

## Ad alta potenza

Per un adesivo a conduzione termica, si prega di consultare il Codice 554-311.

Dissipatori provvisti di alette, rifiniti in nero (estremità comprese). La resistenza termica indicata si riferisce alla posizione verticale.

**Nota:** per "Lu" si intende la lunghezza delle alette

**0,29°C/W    0,29°C/W**

Lu.250	Lu.300
La.300	La.300
Al.40	Al.40
403-112	264-670



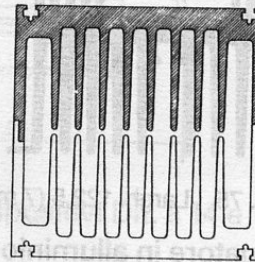
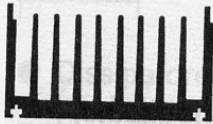
Resistenza termica	Codice	Prezzo cad. €	
0,29°C/W	403-112	1-24	25-99
0,29°C/W	264-670	92,92	78,98
		83,76	71,20

# Dissipatori 2

## 0,5°C/W Universale

Lu.  
250mm  
La. 119mm  
Al. 63mm  
658-025

Esempio combinazione di due  
dissipatori di calore adatti per il  
raffreddamento con ventilatori

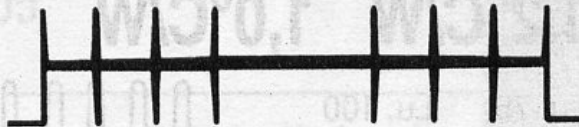


Resistenza termica	Codice	Prezzo cad. €	
0,5°C/W	658-025	1-24	25-99
		37,98	32,28

# Dissipatori 3

**2,1°C/W**    **1,5°C/W**

Lu.100    Lu.200  
La.124    La.125  
Al.26,7    Al.27  
401-403    264-692



**Resistenza  
termica**

**2,1°C/W**

**1,5°C/W**

**Codice**

**401-403**

**264-692**

**Prezzo cad. €**

**1-24**

**25-99**

**6,13**

**5,21**

**12,22**

**10,39**

# Dissipatori 4

**3,5°C/W    3,0°C/W**

Lu.75            Lu.87,5  
La.108        La.108  
Al.14           Al.14  
403-156      403-061

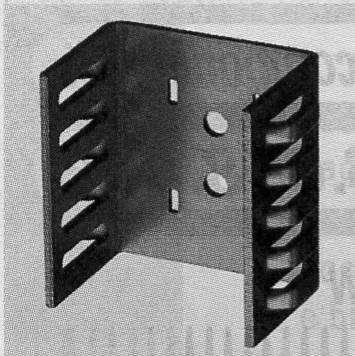


Resistenza termica	Codice	Prezzo cad. €	
		1-24	25-99
3,5°C/W	403-156	4,95	4,21
3,0°C/W	403-061	5,60	4,76



# Dissipatori 5

7,1°C/W



Lungh. 25mm Largh. 42mm Alt. 38mm

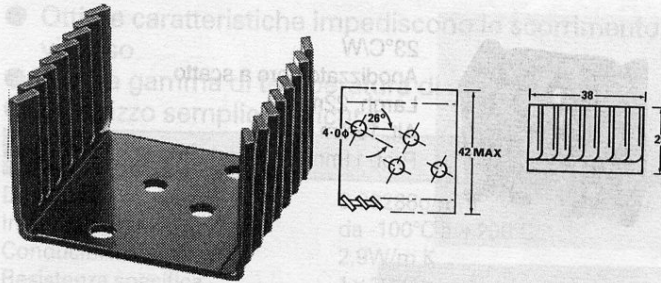
**Resistenza  
termica  
7,1°C/W**

**Codice  
234-2277**

**Prezzo cad. €  
1-24 25-99  
1,57 1,34**

# Dissipatori 6

## TO3 ad alette sbieche



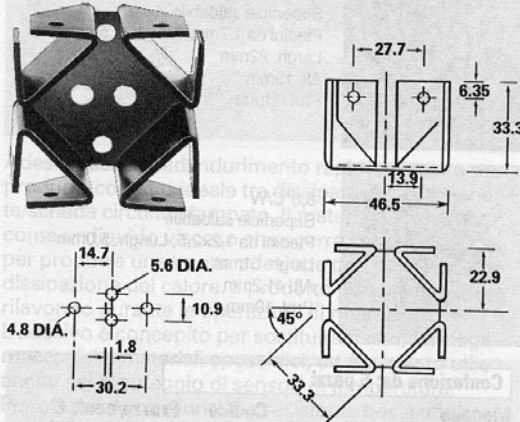
- Dissipatore compatto, preforato, dal montaggio verticale od orizzontale su componenti TO3
- Anodizzato in nero

Confezione da: 10 pezzi

Resistenza termica	Codice	Prezzo/conf. €	
7,1°C/W	402-967	1-4	5-19
		8,51	7,24

# Dissipatori 7

## TO3 ad alta dissipazione



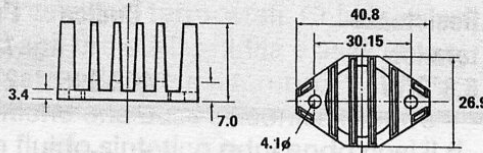
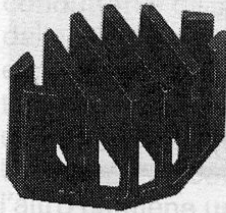
- Dissipatore ad alto grado di dissipazione, preforati, per dispositivi TO3
- Anodizzati in nero

Confezione da: 10 pezzi

Resistenza termica	Codice	Prezzo/conf. €
5,1°C/W	402-973	1-4 5-19 10,12 8,60

# Dissipatori 7

**TO3, dal minimo ingombro sulla scheda**



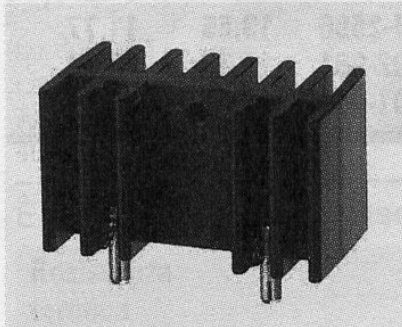
- Dissipatore TO3 che vanno fissati sul componente senza ostacolare il componente o i relativi contatti
- Anodizzato in nero

**Confezione da: 10 pezzi**

Resistenza termica	Codice	Prezzo/conf. €	
7,3°C/W	402-989	1-4	5-19
		42,54	36,16

# Dissipatori 8

## TO220 estruso



Largh. 35mm

Alt. 20mm

Prof. 20mm

Spine di fissaggio

Ø 2,75mm

Distanza fori  
fissaggio 19mm

- Dissipatore estruso da applicare con contenitori TO220
- Presenta un foro a filettatura M3 atto a facilitare il montaggio sul componente

# Dimensionamento sezione vs. corrente e sovratemperatura – pista esterna

(For use in determining current carrying capacity and sizes of etched copper conductors for various temperature rises above ambient.)

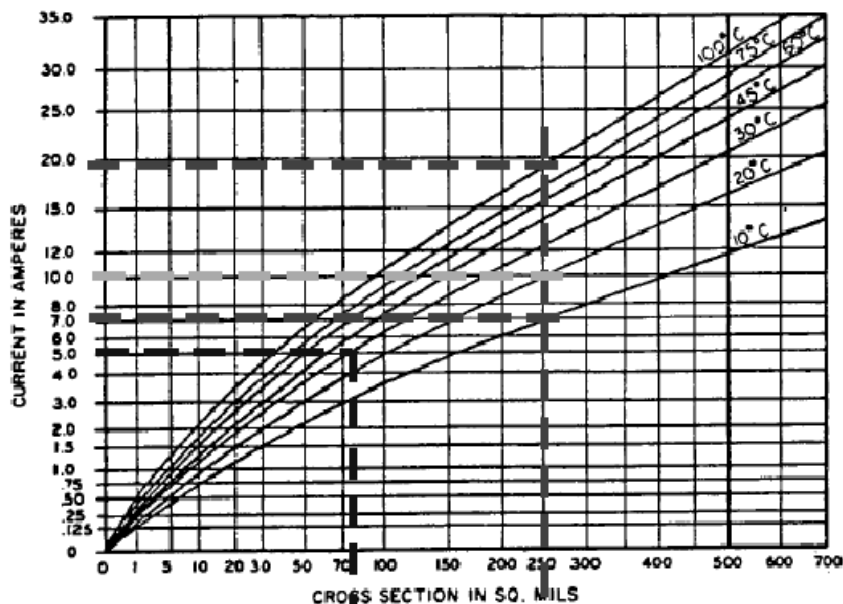


Figure A<sub>1</sub> External Conductors

source: [W.4]

S. Saponara- Costruzioni Elettroniche

## Dimensionamento sezione (Wxt)

Spessore  $t$  fissato da scelta tecnologica: typ.  $35\ \mu\text{m}$   $\leftrightarrow$   
 $10\text{oz}/\text{ft}^2$ , multipli  $\times 2$  e  $\times 3$  per applicazioni di potenza,  
sotto multipli per sistemi ad elevata densità

Larghezza  $W$  parametro di progetto da passare al CAD

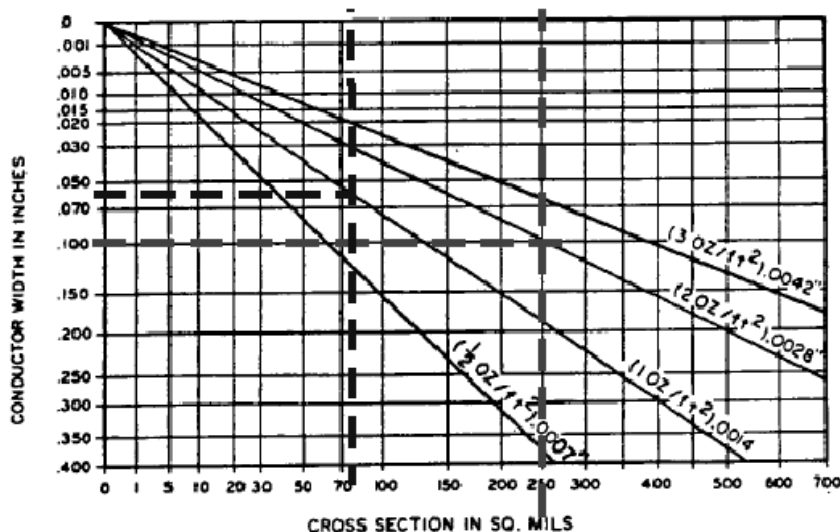


Figure B Conductor width to cross-section relationship

# Dimensionamento sezione vs. corrente e sovratemperatura – pista interna

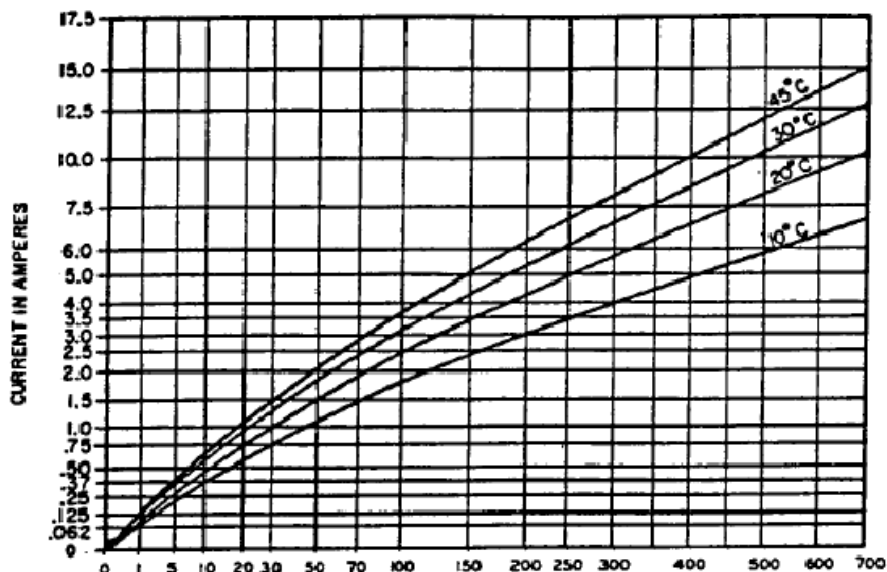


Figure C Internal Conductors