



Università degli studi di Firenze, anno accademico 2006 – 2007

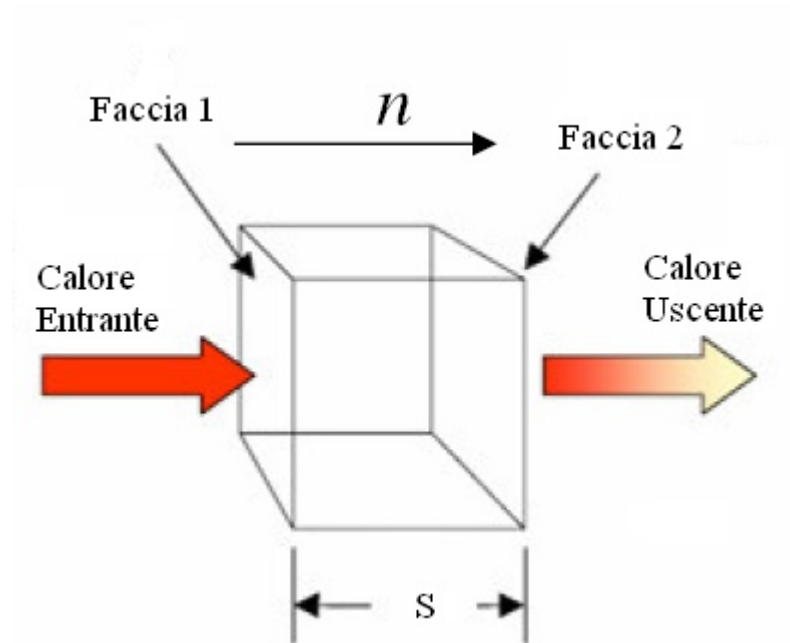
# Corso di Elettronica Industriale

**Gruppo N° 4:**

Davide Cesare  
Tamburini Cristian  
Castellucci Ilaria

*Questo documento è rilasciato con licenza di libera copia e distribuzione dal team di [www.ingegnerando.it](http://www.ingegnerando.it) la riproduzione è permessa in tutte le sue forme a patto che non serva per fini di lucro e che sia citata la provenienza e l'autore.*

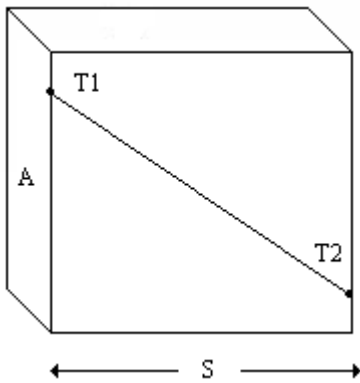
## Simulazione della risposta al transitorio di un circuito termico con BJT di potenza e dissipatore



Flusso Entrante = Flusso Uscente  
Faccia 1 e Faccia 2 a Temperatura costante con  $T_1 > T_2$

Equazione di Fourier: 
$$q_k = -kA \frac{(\partial T)}{(\partial n)}$$

$q_k$	Potenze Termica [W]
$k$	Conducibilità Termica [W/mK]
$A$	Area sezione [m <sup>2</sup> ]
$\frac{(\partial T)}{(\partial n)}$	Gradiente temperatura nella direzione n



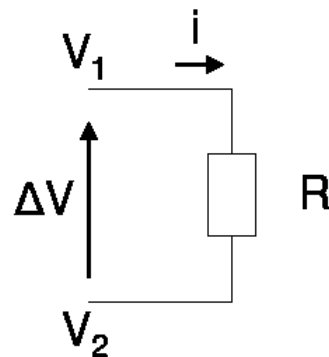
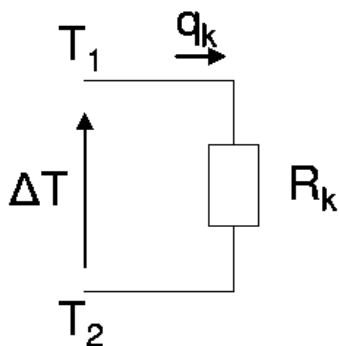
$$q_k = -kA \frac{(T1 - T2)}{(S)}$$

Resistenza Termica  $R_k$  :

$$R_k = \frac{(T1 - T2)}{(q_k)} = \frac{s}{kA} \quad [^{\circ}C/W]$$

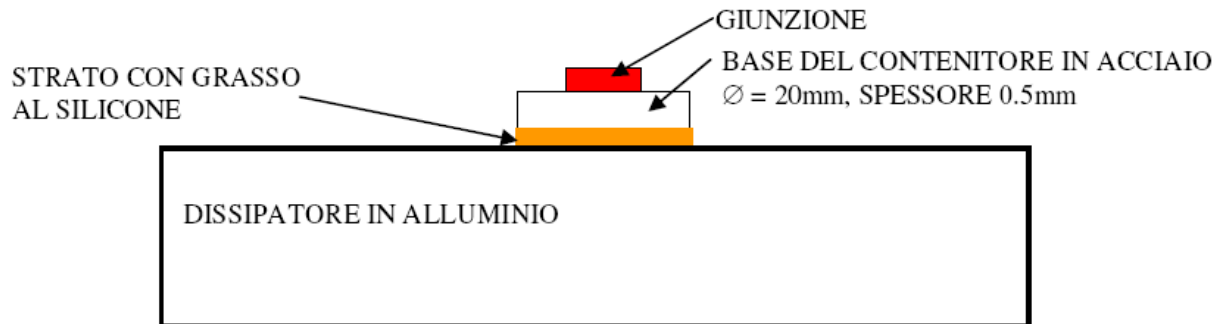
Possiamo trovare un'analogia tra flusso termico ed elettrico:

<b>Legge di Fourier</b>	<b>Legge di Ohm</b>
$q_k = \frac{(T1 - T2)}{(R_k)}$	$i = \frac{(V1 - V2)}{R}$
Flusso termico	Flusso di corrente
Differenza di temperatura	Differenza di tensione
Resistenza termica	Resistenza elettrica



In laboratorio abbiamo simulato con il simulatore SwCad III un sistema termico composto da un bjt accoppiato tramite uno strato di grasso al silicone ad un dissipatore in alluminio ad una temperatura ambiente di 25°C.

Le dimensioni del dissipatore in alluminio sono:  
Larghezza 200mm, Altezza 20mm, Profondità 20mm.



*Schema circuito termico*

### **Parametri termici utilizzati**

Materiale	Densità $\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]	Calore Specifico $C_s$ [J/K kg]	Conducibilità Termica $\sigma_\theta$ [W/mK]
Alluminio	2700	900	205
Acciaio (347)	7860	473	18

**Resistenza Termica**  $R_\theta = d / (S \cdot \sigma_\theta)$  [K/W]

dove:  $d$  [m] Spessore  
 $S$  [m<sup>2</sup>] Superficie  
 $\sigma_\theta$  [W/mK]

**Capacità Termica**  $C_\theta = \rho \cdot C_s \cdot V$  [J/kg]

dove:  $V$  [m<sup>3</sup>] Volume  
 $C_s$  [J/K kg]  
 $\rho$  [kg/m<sup>3</sup>]

**Calcolo del circuito termico equivalente:**

- Giunzione del bjt

$$R_{JF} = 0,7 \left[ \frac{K}{W} \right]$$

$$C_J = 0,1 \left[ \frac{J}{K} \right]$$

- Flangia contenitore

$$R_{FH} = \frac{1}{(\rho_{H(ACC)})} \cdot \left( \frac{d}{S} \right) = \frac{1}{18} \cdot \left( \frac{0,5 \times 10^{-3}}{\Pi \cdot 1 \times 10^{-4}} \right) \approx 0,09 \text{ K/W}$$

$$C_F = \rho \cdot V \cdot C_{S(ACC)} = 7860 \text{ II} \times 10^{-4} \cdot 0,5 \times 10^{-3} = 0,58 \text{ J/K}$$

- Strato di grasso al silicone

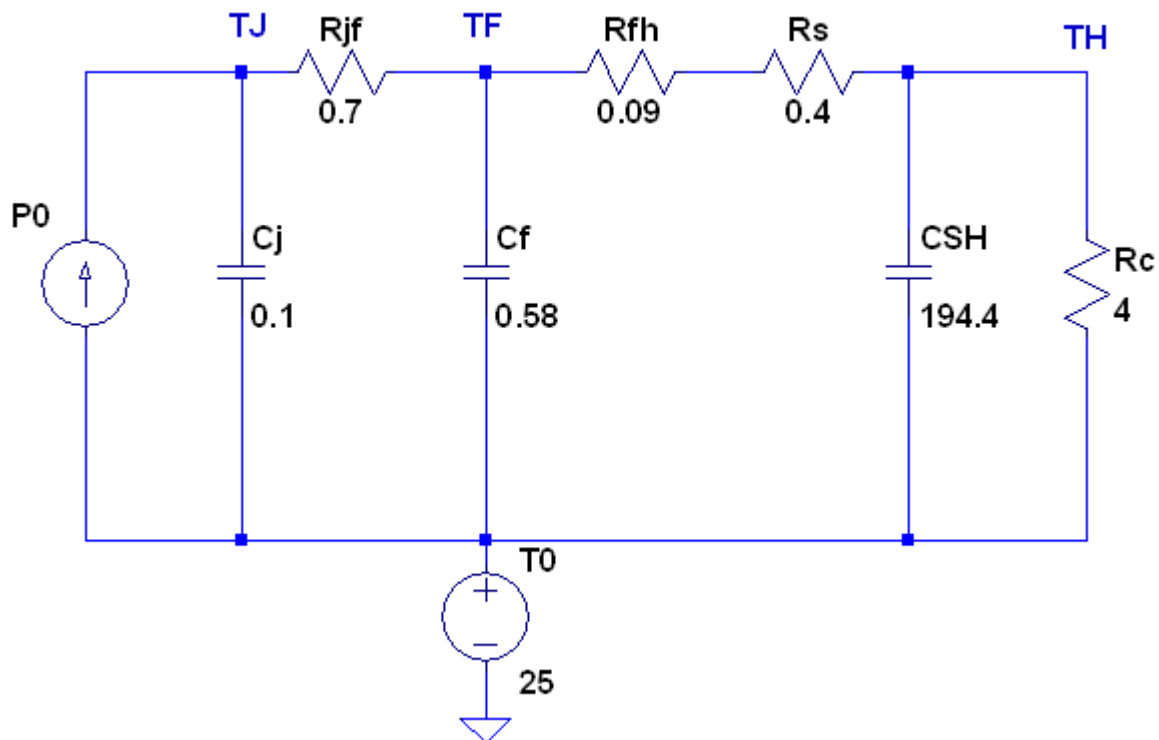
$$R_S = 0,4 \text{ K/W}$$

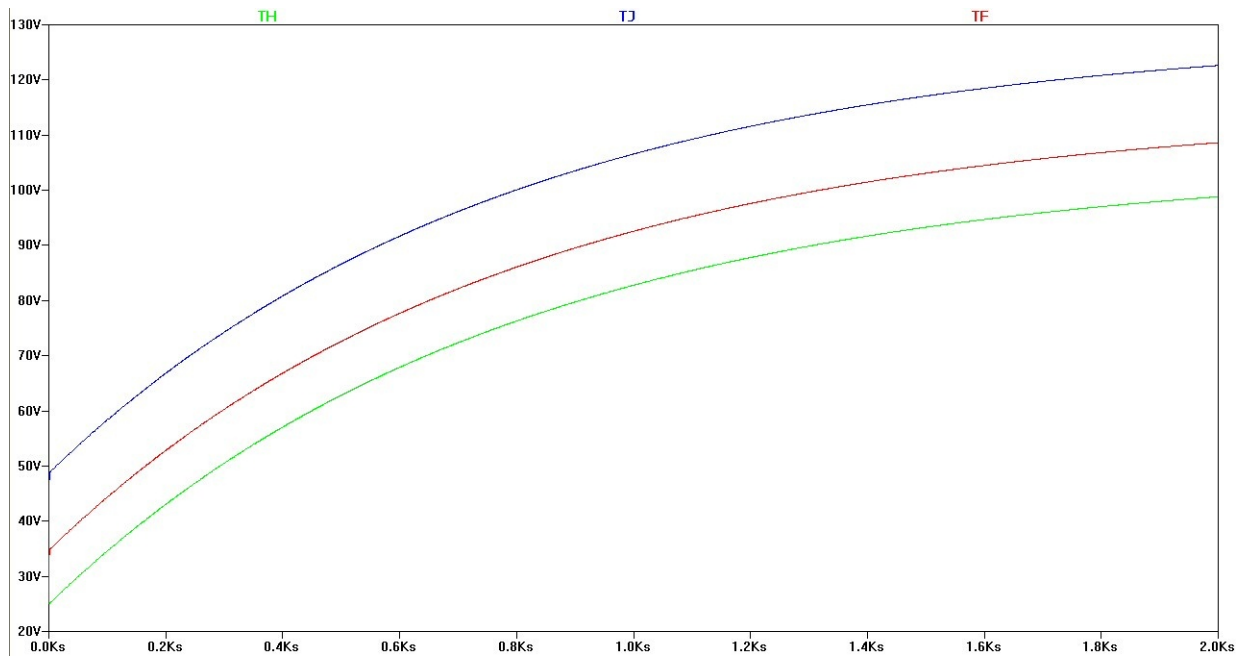
$C_S$  trascurabile essendo lo spessore  $\ll 1\text{mm}$

- Dissipatore in alluminio

$$R_{SH} = \frac{1}{(\rho_{H(ALL)})} \cdot \left( \frac{d}{S} \right) = \frac{1}{205} \cdot \left( \frac{2 \times 10^{-2}}{2 \cdot 20 \times 10^{-4}} \right) \approx 0,024 \text{ K/W} \text{ trascurabile rispetto a } R_C$$

$$C_{SH} = \rho \cdot V \cdot C_{S(ALL)} = 2700 \cdot 2 \cdot 2 \times 10^{-6} \cdot 900 = 194 \text{ J/K}$$

**Circuito Elettrico Equivalente**



$T_J$  Temperatura Giunzione

$T_F$  Temperatura Case

$T_H$  Temperatura Ambiente

Possiamo notare dalla simulazione che la differenza tra  $T_J$  e  $T_H$  è costante e vale 23,75 V. Questo perché non è stato considerato il ritardo di propagazione della temperatura attraverso i vari strati.