

Prova scritta di Fisica Tecnica - 12.01.2000  
(Ing. Meccanica, Navale, Elettrica, dei Materiali ed Elettronica)

.....  
NOME e COGNOME

.....  
CORSO di LAUREA

.....  
Voto

**Esercizio 1**

Un impianto motore funziona secondo un ciclo Rankine a vapore surriscaldato.

Il vapore entra in turbina alla pressione di 3 MPa ed alla temperatura di 350 °C, e condensa ad una pressione di 75 kPa.

Nelle ipotesi di compressione ed espansione isoentropiche determinare, con l'ausilio dell'allegato diagramma ( $h,s$ ) dell'acqua, il rendimento del ciclo.

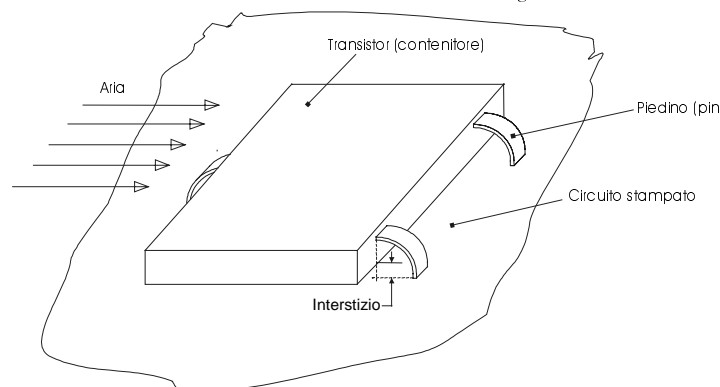
**Note:**

- La temperatura di saturazione dell'acqua, per una pressione di 75 kPa, è pari a  $t_1 = t_4 = 91.8$  °C;
- Si assuma il volume specifico dell'acqua pari a  $v = 1 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{kg}$ .

**Esercizio 2**

Un transistor, del tipo a montaggio superficiale, è montato su un circuito stampato la cui temperatura è pari a  $T_{cs} = 35$  °C.

Il transistor dissipa un flusso termico  $\dot{Q}_g = 150$  mW.



L'aria di raffreddamento, ad una temperatura  $T_\infty = 25$  °C, lambisce la superficie superiore del contenitore del transistor, di dimensioni 8 mm × 4 mm, con un coefficiente di scambio termico convettivo pari a  $h = 50 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ K})$ .

I tre piedini (pins) del transistor, ciascuno di sezione 1 mm × 0.25 mm e di lunghezza pari a 4 mm, contribuiscono alla conduzione termica dal contenitore del transistor al circuito stampato.

Inoltre, lo smaltimento del calore avviene anche attraverso l'interstizio, pari a 0.2 mm, fra contenitore e circuito stampato.

Assumendo il contenitore del transistor isoterma, e trascurando il contributo dello scambio termico per irraggiamento:

1. Rappresentare il circuito elettrico equivalente del sistema;
2. Determinare la temperatura del contenitore del transistor, nei due casi in cui nell'interstizio vi sia aria in quiete oppure pasta conduttiva.

**Note:**

Conducibilità termica dei piedini (pins):

$$k_p = 25 \text{ W/m K}$$

Conducibilità termica dell'aria:

$$k_{ar} = 0.0263 \text{ W/m K}$$

Conducibilità termica della pasta conduttiva:

$$k_{pc} = 0.12 \text{ W/m K}$$

# Soluzioni

## Esercizio 1

$$h_1 = c t_1 = 4.187 \times 91.8 = 384.4 \text{ kJ/kg}$$

$$h_2 = h_1 + |L_{12}'| = h_1 + v_1 (p_2 - p_1) = 387.2 \text{ kJ/kg}$$

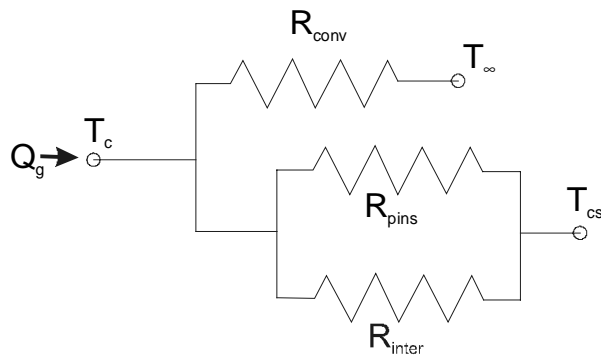
$$h_3 = 3120 \text{ kJ/kg (dal diagramma)}$$

$$h_4 = 2400 \text{ kJ/kg (dal diagramma)}$$

$$\eta = \frac{(h_3 - h_4) - (h_2 - h_1)}{h_3 - h_2} = 0.262$$

## Esercizio 2

1. Rete elettrica equivalente:



2. Le resistenze termiche sono le seguenti:

$$R_{conv} = \frac{1}{h A_{conv}} = \frac{1}{50 \cdot (4.8) \cdot 10^{-6}} = 625 \text{ K/W}$$

$$R_{pins} = \frac{L_{pin}}{3 \cdot (k_{pin} A_{pin})} = \frac{4 \cdot 10^{-3}}{3 \cdot (25 \cdot 1 \cdot 0.25 \cdot 10^{-6})} = 213.3 \text{ K/W}$$

Per la resistenza termica dell'interstizio, dobbiamo distinguere il caso con aria da quello con pasta conduttiva:

$$R_{int,aria} = \frac{L_{int}}{k_{aria} A_{int}} = \frac{0.2 \cdot 10^{-3}}{0.0263 \cdot 4.8 \cdot 10^{-6}} = 237.6 \text{ K/W}$$

$$R_{int,pasta} = \frac{L_{int}}{k_{pasta} A_{int}} = \frac{0.2 \cdot 10^{-3}}{0.12 \cdot 4.8 \cdot 10^{-6}} = 52.1 \text{ K/W}$$

Dal circuito equivalente:

$$\dot{Q}_g = \dot{Q}_{conv} + \dot{Q}_{pins} + \dot{Q}_{int} = \frac{(T_c - T_\infty)}{R_{conv}} + \frac{(T_c - T_{cs})}{R_{pins}} + \frac{(T_c - T_{cs})}{R_{int}} = \frac{(T_c - T_\infty)}{R_{conv}} + (T_c - T_{cs}) \left[ \frac{1}{R_{pins}} + \frac{1}{R_{int}} \right]$$

Da cui:

$$T_c = \frac{\dot{Q}_g \cdot R_{conv} + T_\infty + T_{cs} \cdot R_{conv} \cdot \left[ \frac{1}{R_{pins}} + \frac{1}{R_{int}} \right]}{1 + R_{conv} \cdot \left[ \frac{1}{R_{pins}} + \frac{1}{R_{int}} \right]}$$

Sostituendo i valori numerici otteniamo:

- Interstizio con aria:  $T_c = 47.8 \text{ } ^\circ\text{C}$
- Interstizio con pasta conduttiva:  $T_c = 40.3 \text{ } ^\circ\text{C}$