

PROVA #3

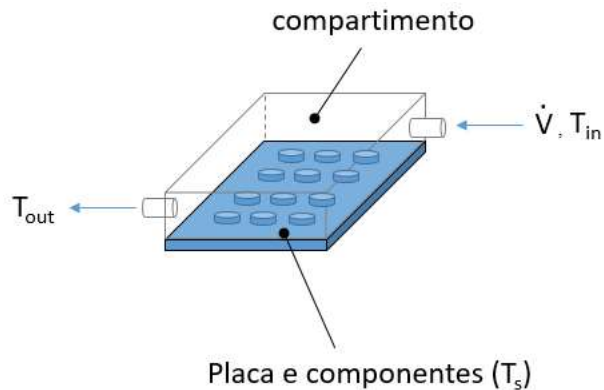
Antes de iniciar a prova, leia atentamente as observações abaixo:

- A) Proceda a resolução das questões de forma organizada e clara, destacando as hipóteses adotadas. Isso também será avaliado.**
 - B) Em caso de evidência de plágio na resolução de qualquer uma das questões, as notas das provas dos envolvidos serão zeradas.**
 - C) Início da prova: 10h10; Postagem no Moodle: até às 13h30.**
-

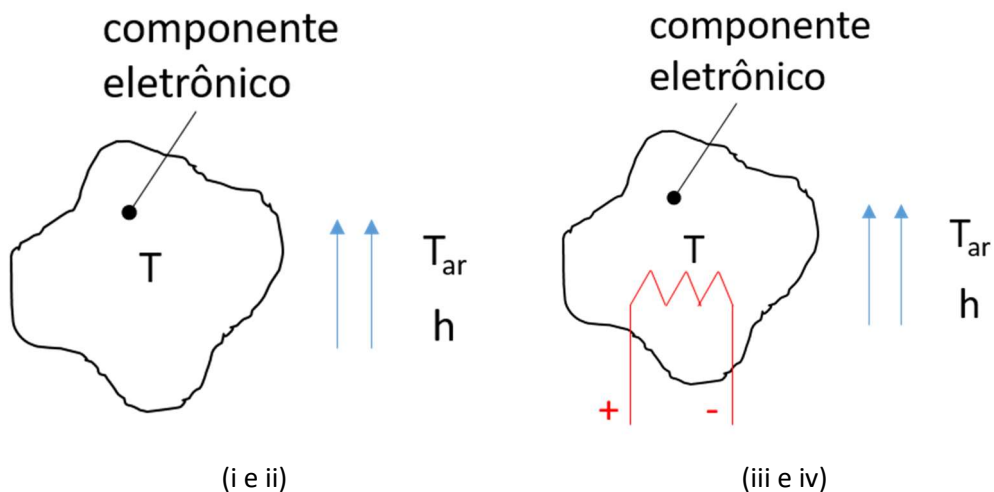
- 1) Um chip quadrado de lado 5 mm e espessura de 1,5 mm está alojado no interior de uma placa de PCB. Suas superfícies laterais e inferior estão isoladas termicamente, enquanto sua superfície superior está exposta a um escoamento de ar. Assumindo que a superfície inferior do chip dissipa calor a uma taxa de 10 W, estime a diferença de temperatura entre as superfícies superior e inferior do chip. A condutividade térmica do chip é de 150 W/m.K. [1,5 p]
- 2) Um chip de silício de formato quadrado com 25 mm de lado e espessura desprezível está inserido em uma placa de circuito integrado. A superfície superior está exposta a uma corrente de ar com temperatura de 15°C e coeficiente de transferência de calor de 20 W/m²K. Sabendo que o limite de temperatura do chip é de 90°C e que sua superfície inferior está bem isolada termicamente, determine a taxa de dissipação de calor. Inclua agora o efeito da radiação e calcule a máxima taxa de dissipação de calor. Considere que a emissividade do chip é 0,95. Comente o resultado. [1,5 p]
- 3) Um gás é comprimido em um conjunto pistão-cilindro partindo de $p_1 = 1$ bar e $V_1 = 0,001$ m³ até $p_2 = 5$ bar, seguindo um processo $pV^n = \text{constante}$. Determine o trabalho associado ao processo considerando $n = 1$ e $n = 1,5$ e esboce o diagrama p-V para ambos os casos. Para o caso em que $n = 1,5$, calcule a variação de energia interna entre os estados 1 e 2, sabendo que 250 J de calor são cedidos para o ambiente durante o processo. Despreze as variações de energia cinética e potencial. [2,0 p]
- 4) Um sistema de resfriamento à base de líquido dielétrico (*liquid cooling*) é instalado junto a uma placa repleta de componentes eletrônicos. Trata-se de um compartimento com uma entrada e uma saída de líquido. A vazão volumétrica do líquido (\dot{V}) é de 3,5 litros/minuto. A temperatura de entrada do líquido (T_{in}) é de 20°C e a temperatura de saída (T_{out}) não deve ser superior à 22°C. Determine (i) a máxima taxa de transferência de calor que pode ser rejeitada pelos componentes e (ii) a temperatura superficial do conjunto placa e componentes. A área do conjunto placa e componentes exposta ao líquido é de 0,1 m². O coeficiente de transferência de calor por convecção pode ser estimado a partir da seguinte relação:

$$h = 0,05 * Re^{0,8}$$

onde Re é o número de Reynolds avaliado no escoamento no tubo de entrada. Considere o diâmetro interno dos tubos de entrada e saída igual a 6,35 mm. Propriedades do líquido dielétrico: $\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$, $\mu = 10^{-3} \text{ Pa.s}$, $c = 4180 \text{ J/kg.K}$. [2,0 p]



- 5) Um determinado componente eletrônico está exposto a uma corrente de ar com temperatura de 20°C e coeficiente de transferência de calor por convecção de $15 \text{ W/m}^2.\text{K}$. O componente tem massa de 10 g , calor específico de 700 J/kg.K e área superficial de $0,0013 \text{ m}^2$.
- Suponha que o componente acabou de ser desabilitado (ou desligado) e sua temperatura nesse instante é igual a 80°C . Obtenha uma expressão para determinação da temperatura do componente em função do tempo. **(Dica: faça uma substituição do tipo $\theta = T_{ar} - T$, para poder separar variáveis e resolver a equação diferencial)** [1,0 p]
 - Utilize a expressão obtida no item (i) para determinar quanto tempo é necessário para que a temperatura do componente atinja 30°C . [0,5 p]
 - Considere agora que o componente foi ligado e sua potência de acionamento é de 2 W . Obtenha uma expressão para a determinação da temperatura do componente em função do tempo. **(Dica: em relação ao método aplicado no item (i), faça uma segunda substituição do tipo $\theta' = a\theta - b$, onde a e b são coeficientes constantes, para poder separar variáveis e resolver a equação diferencial)** [1,0 p]
 - Utilize a expressão obtida no item (iii) para determinar quanto tempo é necessário para que a temperatura do componente atinja novamente 80°C . Considere que a temperatura inicial neste caso é 30°C . [0,5 p]



FORMULÁRIO

$$Re = \frac{\rho V D}{\mu}$$

$$T(K) = T(^{\circ}C) + 273$$

$$\dot{m} = \rho \dot{V} = \rho V A$$

$$Q - W = \Delta E$$

$$\sigma = 5,67 * 10^{-8} \frac{W}{m^2 \cdot K^4}$$

$$h_2 - h_1 = c_p(T_2 - T_1)$$

$$\dot{Q} = hA(T_s - T_{\infty})$$

$$\dot{Q} = \varepsilon \sigma A(T_s^4 - T_{viz}^4)$$

$$\dot{Q} = -kA \frac{dT}{dx}$$

$$\frac{\partial E_{\forall C}}{\partial t} = \dot{Q}_{\forall C} - \dot{W}_{\forall C} + \dot{m}_1 \left(h_1 + \frac{V_1^2}{2} + gz_1 \right) - \dot{m}_2 \left(h_2 + \frac{V_2^2}{2} + gz_2 \right) \quad W = \int p dV$$