

## INGENIERÍA TÉRMICA

**Problema 3- SOLUCIÓN**  
(20 puntos)

29 de junio de 2018  
Duración: 45 minutos

1) *Cálculo de la temperatura de la superficie de la placa en contacto con el aire (8 puntos):*

Datos:

$$S \text{ (área)} = 4 \text{ [m}^2\text{]}$$

$$\alpha \text{ (absortividad)} = 0.95$$

$$\varepsilon \text{ (emisividad)} = 0.9$$

$$q_{\text{incid,sol}} = 750 \text{ [W/m]}$$

$$T_{\text{aire}} = 20 \text{ [}^\circ\text{C]}$$

$$T_{\text{sup,ext}} = 28 \text{ [}^\circ\text{C]}$$

$$h \text{ (coeficiente de convección)} = 25 \text{ [W/m}^2\text{K]}$$

$$T_{\text{alr}} = 5 \text{ [}^\circ\text{C]}$$

Planteamiento (Véase que en el balance de energía se desprecia la electricidad generada por la placa, tal y como se indica en la nota del enunciado del examen):

$$\dot{q}_{\text{abs}} = q_{\text{incid,sol}} \cdot \alpha$$

$$\dot{q}_{\text{conv}} = h \cdot (T_{\text{sup,ext}} - T_{\text{aire}})$$

$$\dot{q}_{\text{rad}} = \varepsilon \cdot \sigma \cdot (T_{\text{sup,ext}}^4 - T_{\text{alr}}^4)$$

$$\dot{q}_{\text{abs}} = \dot{q}_{\text{conv}} + \dot{q}_{\text{rad}}$$

$$q_{\text{incid,sol}} \cdot \alpha = h \cdot (T_{\text{sup,ext}} - T_{\text{aire}}) + \varepsilon \cdot \sigma \cdot (T_{\text{sup,ext}}^4 - T_{\text{alr}}^4)$$

Reordenando:

$$5.103 \cdot 10^{-8} \cdot T_{\text{sup,ext}}^4 + 25 \cdot T_{\text{sup,ext}} - 8346.70 = 0$$

Iterando:

$$T_{\text{sup,ext}} = 314 \text{ [K]} = 40.85 \text{ [}^\circ\text{C]}$$

2) *Cálculo de la temperatura de la superficie exterior de la placa cuando se instala el dispositivo refrigerante: (6 puntos):*

La placa ya no es adiabática, por lo que se transmite calor por conducción hacia el interior de la placa. Se aplica el mismo planteamiento que en el apartado 1, pero añadiendo calor por conducción.

Datos adicionales:

$$e \text{ (espesor)} = 0.01 \text{ [m]}$$

$$\lambda \text{ (conduct. térmica)} = 1.2 \text{ [W/m} \cdot \text{K]}$$

$$T_{\text{sup,int}} = 15 \text{ [}^\circ\text{C]}$$

Planteamiento:

$$q_{\dot{c}ond} = \lambda \cdot (T_{sup,ext} - T_{sup,int})/e$$

$$q_{\dot{a}bs} = q_{\dot{c}onv} + q_{\dot{r}ad} + q_{\dot{c}ond}$$

$$q_{incid,sol} \cdot \alpha = h \cdot (T_{sup,ext} - T_{aire}) + \varepsilon \cdot \sigma \cdot (T_{sup,ext}^4 - T_{atr}^4) + \lambda \cdot (T_{sup,ext} - T_{sup,int})/e$$

Reordenando:

$$5.103 \cdot 10^{-8} \cdot T_{sup,ext}^4 + 145 \cdot T_{sup,ext} - 42924.7 = 0$$

Iterando:

$$T_{sup,ext} = 293.4 \text{ [K]} = 20.25 \text{ [}^\circ\text{C]}$$

3) Cálculo de la potencia generada (en kW) por la placa para los apartados 1 y 2 (2 puntos):

Datos:

$$P_{placa} [W/m^2] = (400 - 0.0035 \cdot T_{superficie\ ext}^2) \text{ (con la temperatura en K)}$$

$$P_{gen\ placa} [kW] = S \cdot (400 - 0.0035 \cdot T_{superficie\ ext}^2) / 1000$$

$$P_{gen\ placa1} = 4 \cdot (400 - 0.0035 \cdot 314^2) / 1000 = 0.220 [kW]$$

$$P_{gen\ placa2} = 4 \cdot (400 - 0.0035 \cdot 293.4^2) / 1000 = 0.395 [kW]$$

$$\Delta P_{placa} = 0.395 - 0.220 = 0.175 [kW]$$

4. Cálculo de las horas de operación de la placa para recuperar la inversión (4 puntos)

Datos:

Precio electricidad generada: 0.12 €/kWh

Coste dispositivo enfriamiento: 150 €

Recuperación de inversión por cada hora de operación gracias al incremento de potencia:

$$\frac{0.175 \text{ kJ}}{s} \frac{3600s}{h} \frac{0.12 \text{ €}}{kWh} \frac{1 \text{ kWh}}{3600kJ} = \frac{0.021 \text{ €}}{h} \text{ (recuperados)}$$

Tiempo necesario para recuperar la inversión:

$$\frac{150 \text{ €}}{0.021 \text{ €/h}} = 7143 \text{ h de operación}$$