

23-01-2021

Trabalho 5

Procedimento 2

FSIAP – Física Aplicada

2DJ – Grupo 2:

- ✓ Mariana Lages (1200902)
- ✓ Eduardo Sousa (1200920)
- ✓ José Cruz (1201401)
- ✓ Miguel Jordão (1201487)

Índice

2.1 Calcular a energia numa viagem com duração de 2h30 e com uma temperatura exterior de 20º C	2
a) Para contentores a 7º C	2
b) Para contentores a -5º C	3
2.2 Calcular a energia numa viagem com k secções, duração de t, t_2, \dots, t_k e temperaturas exteriores de T_1, T_2, \dots, T_k para n contentores	3
a) Para contentores a 7º C	4
b) Para contentores a -5º C	4
2.3 Calcular a energia numa viagem com k secções, duração de t, t_2, \dots, t_k , temperaturas exteriores de T_1, T_2, \dots, T_k e n faces expostas ao sol	5
a) Para contentores a 7º C	5
b) Para contentores a -5º C	6
2.4 Número de geradores necessários para a viagem com cada gerador a fornecer 75 KW	7
a) Para contentores a 7º C	8
b) Para contentores a -5º C	9
c) Energia total e número de geradores	10

2.1 Calcular a **energia** numa viagem com duração de **2h30** e com uma temperatura exterior de **20º C**

Através das expressões seguintes:

$$R = \frac{L}{kA} \quad I = \frac{\Delta T}{R} \quad E = I \times t$$

Irá ser calculada a energia necessária para manter os contentores nas temperaturas exigidas (7ºC e -5ºC).

Para tal, é necessário calcular as resistências térmicas de cada material e somar esses valores para obter a resistência térmica total para os dois tipos de contentores. É preciso calcular, primeiramente, a área total de cada contentor.

De seguida, deve calcular-se a quantidade de fluxo de calor e, utilizando esse valor, multiplicar o tempo de viagem (em segundos) para obter a energia a fornecer.

Medidas dos contentores:

- Comprimento = 5,9 m
- Largura = 2,35 m
- Altura = 2,39 m

a) Para contentores a **7º C**

Área total:

$$A = \text{Comprimento} \times \text{Largura} \times \text{Altura} = 5,9 \times 2,35 \times 2,39 \cong \mathbf{33,14 \text{ m}}$$

Resistência total:

$R_1 \rightarrow$ Aço inox

$$R_{t_1} = \frac{0,95 \times 10^{-3}}{15 \times 33,14} = \mathbf{1,91 \times 10^{-6} \text{ K/W}}$$

$R_2 \rightarrow$ Poliuretano

$$R_{t_2} = \frac{30 \times 10^{-3}}{0,029 \times 33,14} = \mathbf{3,12 \times 10^{-2} \text{ K/W}}$$

$R_3 \rightarrow$ Contraplacado marítimo

$$R_{t_3} = \frac{11,75 \times 10^{-3}}{0,13 \times 33,14} = \mathbf{2,72 \times 10^{-3} \text{ K/W}}$$

Assim:

$$R_{total} = R_{t_1} + R_{t_2} + R_{t_3} = 1,91 \times 10^{-6} + 3,12 \times 10^{-2} + 2,72 \times 10^{-3} = \mathbf{3,39 \times 10^{-2} \text{ K/W}}$$

Fluxo de calor:

$$I = \frac{20-7}{3,39 \times 10^{-2}} = \mathbf{383,48 \text{ W}}$$

Energia a fornecer:

$$E = 383,48 \times 9000 = \mathbf{3,45 \times 10^6 \text{ J}}$$

b) Para contentores a -5°C

Resistência total:

$R_4 \rightarrow$ Aço inox

$$R_{t_4} = \frac{2,00 \times 10^{-3}}{25 \times 33,14} = \mathbf{2,41 \times 10^{-6} \text{ K/W}}$$

$R_5 \rightarrow$ Poliuretano

$$R_{t_5} = \frac{6,10 \times 10^{-2}}{3,30 \times 10^{-2} \times 33,14} = \mathbf{5,58 \times 10^{-2} \text{ K/W}}$$

NOTA: Para o material das paredes interiores, a resistência será igual ao valor de R_3 , visto que é o mesmo material, ou seja, com as mesmas características.

Assim:

$$\begin{aligned} R_{total} &= R_4 + R_5 + R_3 = 2,41 \times 10^{-6} + 5,58 \times 10^{-2} + 3,12 \times 10^{-2} \\ &= \mathbf{8,70 \times 10^{-2} \text{ K/W}} \end{aligned}$$

Fluxo de calor:

$$I = \frac{20-(-5)}{8,70 \times 10^{-2}} = \mathbf{737,46 \text{ W}}$$

Energia a fornecer:

$$E = 737,46 \times 9000 = \mathbf{6,64 \times 10^6 \text{ J}}$$

2.2 Calcular a **energia** numa viagem com k secções, duração de t, t_2, \dots, t_k e temperaturas exteriores de T_1, T_2, \dots, T_k para n contentores

Assumir os seguintes valores:

$$\begin{aligned} k &= 2 & n &= 10 \\ t_1 &= 1h30 & t_2 &= 1h \\ T_1 &= 20^\circ\text{C} & T_2 &= 10^\circ\text{C} \end{aligned}$$

Os cálculos a realizar para cada tipo de contentor são o cálculo do fluxo de calor e da energia a fornecer para cada secção. Depois de ter a energia necessária para cada secção, somam-se os valores obtidos, obtendo a energia necessária total para cada contentor. Por fim, multiplicar pelo número de contentores para obter a energia total a fornecer.

a) Para contentores a 7º C

Fluxo de calor para a secção 1:

$$I_1 = \frac{20-7}{3,39 \times 10^{-2}} = \mathbf{383,48 \text{ W}}$$

Energia a fornecer para a secção 1:

$$E_1 = 383,48 \times 5400 = \mathbf{2,07 \times 10^6 \text{ J}}$$

Fluxo de calor para a secção 2:

$$I_2 = \frac{10-7}{3,39 \times 10^{-2}} = \mathbf{88,50 \text{ W}}$$

Energia a fornecer para a secção 2:

$$E_2 = 88,50 \times 3600 = \mathbf{3,19 \times 10^5 \text{ J}}$$

Energia total a fornecer a um contentor:

$$E_{\text{Contentor}} = 2,07 \times 10^6 + 3,19 \times 10^5 = \mathbf{2,39 \times 10^6 \text{ J}}$$

Energia total a fornecer:

$$E_{\text{Total}} = 2,39 \times 10^6 \times 10 = \mathbf{2,39 \times 10^7 \text{ J}}$$

b) Para contentores a -5º C

Fluxo de calor para a secção 1:

$$I_1 = \frac{20-(-5)}{3,39 \times 10^{-2}} = \mathbf{737,46 \text{ W}}$$

Energia a fornecer para a secção 1:

$$E_1 = 737,46 \times 5400 = \mathbf{3,98 \times 10^6 \text{ J}}$$

Fluxo de calor para a secção 2:

$$I_2 = \frac{10-(-5)}{3,39 \times 10^{-2}} = \mathbf{442,48 \text{ W}}$$

Energia a fornecer para a secção 2:

$$E_2 = 442,48 \times 3600 = \mathbf{1,59 \times 10^6 \text{ J}}$$

Energia total a fornecer a um contentor:

$$E_{Contentor} = 3,98 \times 10^6 + 1,59 \times 10^6 = 5,57 \times 10^5 J$$

Energia total a fornecer:

$$E_{Total} = 5,57 \times 10^5 \times 10 = 5,57 \times 10^6 J$$

2.3 Calcular a **energia** numa viagem com k secções, duração de t, t_2, \dots, t_k , temperaturas exteriores de T_1, T_2, \dots, T_k e n faces expostas ao sol

Neste caso, é necessário calcular a área de faces expostas ao sol. Para tal, assumir-se-á que há 26 faces expostas à luz solar:

- 12 frontais – de lados altura (h) e largura (l)
- 8 laterais – de lados comprimento (c) e altura
- 6 de topo – de lados comprimento e largura

Os cálculos a fazer seguidamente correspondem à resistência térmica total com a área exposta total, ao fluxo de calor e energia necessária de cada secção e a energia necessária total.

Assumir os seguintes valores:

$$\begin{aligned} k &= 2 \\ t_1 &= 1h30 \quad t_2 = 1h \\ T_1 &= 20^\circ C \quad T_2 = 10^\circ C \end{aligned}$$

a) Para contentores a **7º C**

Área total:

$$\begin{aligned} A &= 12 \times h \times l + 8 \times c \times h + 6 \times c \times l = 12 \times 2,39 \times 2,35 + 8 \times 5,9 \times 2,39 + \\ &6 \times 5,9 \times 2,35 \cong \mathbf{263,40 m} \end{aligned}$$

Resistência total:

$$R_1 \rightarrow \text{Aço inox}$$

$$R_{t_1} = \frac{0,95 \times 10^{-3}}{15 \times 263,40} = \mathbf{2,40 \times 10^{-7} K/W}$$

$$R_2 \rightarrow \text{Poliuretano}$$

$$R_{t_2} = \frac{30 \times 10^{-3}}{0,029 \times 263,40} = \mathbf{3,93 \times 10^{-3} \text{ K/W}}$$

$R_3 \rightarrow$ Contraplacado marítimo

$$R_{t_3} = \frac{11,75 \times 10^{-3}}{0,13 \times 263,40} = \mathbf{3,43 \times 10^{-4} \text{ K/W}}$$

Assim:

$$\begin{aligned} R_{total} &= R_{t_1} + R_{t_2} + R_{t_3} = 2,40 \times 10^{-7} + 3,93 \times 10^{-3} + 3,43 \times 10^{-4} \\ &= \mathbf{4,27 \times 10^{-3} \text{ K/W}} \end{aligned}$$

Fluxo de calor para a secção 1:

$$I_1 = \frac{20-7}{4,27 \times 10^{-3}} = \mathbf{3044,50 \text{ W}}$$

Energia a fornecer para a secção 1:

$$E_1 = 3044,50 \times 5400 = \mathbf{1,64 \times 10^7 \text{ J}}$$

Fluxo de calor para a secção 2:

$$I_2 = \frac{10-7}{4,27 \times 10^{-3}} = \mathbf{702,58 \text{ W}}$$

Energia a fornecer para a secção 2:

$$E_2 = 702,58 \times 3600 = \mathbf{2,53 \times 10^6 \text{ J}}$$

Energia total a fornecer:

$$E_{Total} = 1,64 \times 10^7 + 2,53 \times 10^6 = \mathbf{1,89 \times 10^7 \text{ J}}$$

b) Para contentores a -5º C

Resistência total:

$R_4 \rightarrow$ Aço inox

$$R_{t_4} = \frac{2,00 \times 10^{-3}}{25 \times 263,40} = \mathbf{3,04 \times 10^{-7} \text{ K/W}}$$

$R_5 \rightarrow$ Poliuretano

$$R_{t_5} = \frac{6,10 \times 10^{-2}}{3,30 \times 10^{-2} \times 263,40} = \mathbf{7,02 \times 10^{-3} \text{ K/W}}$$

NOTA: Para o material das paredes interiores, a resistência será igual ao valor de R_3 , visto que é o mesmo material, ou seja, com as mesmas características.

Assim:

$$R_{total} = R_4 + R_5 + R_3 = 3,04 \times 10^{-7} + 7,02 \times 10^{-3} + 3,43 \times 10^{-4} \\ = 7,36 \times 10^{-3} \text{ K/W}$$

Fluxo de calor para a secção 1:

$$I_1 = \frac{20 - (-5)}{7,36 \times 10^{-3}} = 3396,74 \text{ W}$$

Energia a fornecer para a secção 1:

$$E_1 = 3396,74 \times 5400 = 1,83 \times 10^7 \text{ J}$$

Fluxo de calor para a secção 2:

$$I_2 = \frac{10 - (-5)}{7,36 \times 10^{-3}} = 2038,04 \text{ W}$$

Energia a fornecer para a secção 2:

$$E_2 = 2038,04 \times 3600 = 7,34 \times 10^6 \text{ J}$$

Energia total a fornecer:

$$E_{Total} = 1,83 \times 10^7 + 7,34 \times 10^6 = 2,56 \times 10^7 \text{ J}$$

2.4 Número de geradores necessários para a viagem com cada gerador a fornecer 75 KW

Irá assumir-se que esta viagem leva 25 contentores de temperatura interna 7º C e 15 contentores de temperatura interna de -5º C. As outras características da viagem serão idênticas às da viagem do ponto 2.3.

É proposta, então, a seguinte distribuição dos contentores:

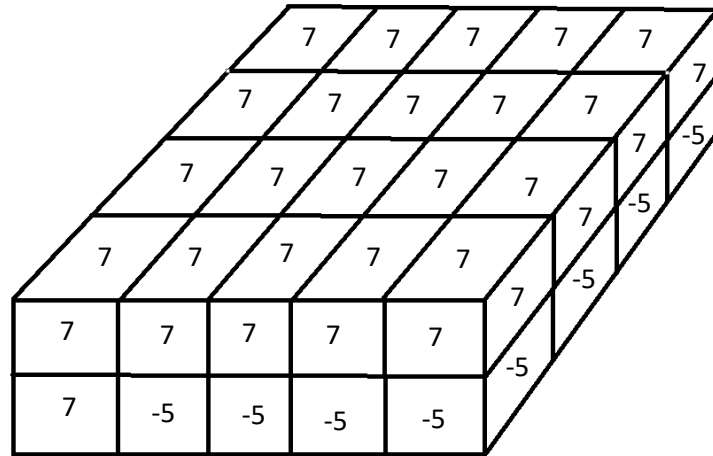


Figura 1 - Distribuição dos contentores

Os números “7” e “-5” indicam as faces dos contentores com temperatura interna de 7º C e dos com temperatura interna de -5º C, respetivamente, expostas ao sol.

a) Para contentores a 7º C

O número de faces deste tipo de contentores expostas ao sol são as seguintes:

- 12 frontais – de lados altura (h) e largura (l)
- 8 laterais – de lados comprimento (c) e altura
- 20 de topo – de lados comprimento e largura

Área total:

$$A = 12 \times h \times l + 8 \times c \times h + 20 \times c \times l = 12 \times 2,39 \times 2,35 + 8 \times 5,9 \times 2,39 + 20 \times 5,9 \times 2,35 = \mathbf{457,51 \text{ m}}$$

Resistência total:

$R_1 \rightarrow$ Aço inox

$$R_{t_1} = \frac{0,95 \times 10^{-3}}{15 \times 457,51} = \mathbf{1,38 \times 10^{-7} \text{ K/W}}$$

$R_2 \rightarrow$ Poliuretano

$$R_{t_2} = \frac{30 \times 10^{-3}}{0,029 \times 457,51} = \mathbf{2,26 \times 10^{-3} \text{ K/W}}$$

$R_3 \rightarrow$ Contraplacado marítimo

$$R_{t_3} = \frac{11,75 \times 10^{-3}}{0,13 \times 457,51} = \mathbf{1,98 \times 10^{-4} \text{ K/W}}$$

Assim:

$$R_{total} = R_{t_1} + R_{t_2} + R_{t_3} = 1,38 \times 10^{-7} + 2,26 \times 10^{-3} + 1,98 \times 10^{-4} \\ = \mathbf{2,46 \times 10^{-3} K/W}$$

Fluxo de calor para a secção 1:

$$I_1 = \frac{20-7}{2,46 \times 10^{-3}} = \mathbf{5284,55 W}$$

Energia a fornecer para a secção 1:

$$E_1 = 5284,55 \times 5400 = \mathbf{2,85 \times 10^7 J}$$

Fluxo de calor para a secção 2:

$$I_2 = \frac{10-7}{2,46 \times 10^{-3}} = \mathbf{1219,51 W}$$

Energia a fornecer para a secção 2:

$$E_2 = 1219,51 \times 3600 = \mathbf{4,39 \times 10^6 J}$$

Energia total a fornecer para contentores a 7º C:

$$E_{Total(7)} = 1,64 \times 10^7 + 2,53 \times 10^6 = \mathbf{1,89 \times 10^7 J}$$

b) Para contentores a -5º C

O número de faces deste tipo de contentores expostas ao sol são as seguintes:

- 8 frontais – de lados altura (h) e largura (l)
- 8 laterais – de lados comprimento (c) e altura
- 0 de topo – de lados comprimento e largura

Área total:

$$A = 8 \times h \times l + 8 \times c \times h = 8 \times 2,39 \times 2,35 + 8 \times 5,9 \times 2,39 = \mathbf{157,74 m}$$

Resistência total:

$R_4 \rightarrow$ Aço inox

$$R_{t_4} = \frac{2,00 \times 10^{-3}}{25 \times 157,74} = \mathbf{5,07 \times 10^{-7} K/W}$$

$R_5 \rightarrow$ Poliuretano

$$R_{t_5} = \frac{6,10 \times 10^{-2}}{3,30 \times 10^{-2} \times 157,74} = \mathbf{1,17 \times 10^{-2} K/W}$$

$R_6 \rightarrow$ Contraplacado marítimo

$$R_{t_6} = \frac{11,75 \times 10^{-3}}{0,13 \times 157,74} = \mathbf{5,73 \times 10^{-4} K/W}$$

Assim:

$$R_{total} = R_4 + R_5 + R_3 = 5,07 \times 10^{-7} + 1,17 \times 10^{-2} + 5,73 \times 10^{-4} \\ = \mathbf{1,23 \times 10^{-2} \text{ K/W}}$$

Fluxo de calor para a secção 1:

$$I_1 = \frac{20 - (-5)}{1,23 \times 10^{-2}} = \mathbf{2032,52 \text{ W}}$$

Energia a fornecer para a secção 1:

$$E_1 = 2032,52 \times 5400 = \mathbf{1,10 \times 10^7 \text{ J}}$$

Fluxo de calor para a secção 2:

$$I_2 = \frac{10 - (-5)}{1,23 \times 10^{-2}} = \mathbf{1219,51 \text{ W}}$$

Energia a fornecer para a secção 2:

$$E_2 = 1219,51 \times 3600 = \mathbf{4,39 \times 10^6 \text{ J}}$$

Energia total a fornecer para contentores a -5º C:

$$E_{Total(-5)} = 1,10 \times 10^7 + 4,39 \times 10^6 = \mathbf{1,54 \times 10^7 \text{ J}}$$

c) Energia total e número de geradores

Energia total a fornecer:

$$E_{Total} = 1,89 \times 10^7 + 1,10 \times 10^7 = \mathbf{2,99 \times 10^7 \text{ J}}$$

Energia de um gerador durante a viagem:

$$P_{Gerador} = 75 \text{ KW} = 75000 \text{ W} = 75000 \text{ J/s}$$

$$E_{Gerador} = 75000 \times 9000 = \mathbf{6,75 \times 10^8 \text{ J}}$$

Como:

$$\frac{E_{Total}}{E_{Gerador}} = \frac{1,54 \times 10^7}{6,75 \times 10^8} = \mathbf{0,0228 \text{ J}}$$

É possível concluir que só será necessário 1 único gerador de 75 KW.