

Física Aplicada – Trabalho 6



Janeiro 2022

2DL_G118

1201539, João Martins

1201450, João Fernandes

1210822, Nuno Barbosa

Professores:

Lijian Meng (LJM)

Carlos Augusto Xavier Ramos (CAR)

Luís Mourão (LMN)

Nuno Bettencourt

Índice

1. INTRODUÇÃO	1
2. TOTAL DE ENERGIA A FORNECER	2
2.1 CONTENTOR A 7°	2
2.2 CONTENTOR A -5°	3
3. TOTAL DE ENERGIA A FORNECER	4
3.1 CONJUNTO DE CONTENTORES A 7°	4
3.2 CONJUNTO DE CONTENTORES A -5°	5
4. TOTAL DE ENERGIA A FORNECER	6
4.1 CONJUNTO DE CONTENTORES A 7°	6
4.2 CONJUNTO DE CONTENTORES A -5°	7
5. TOTAL DE GERADORES NECESSÁRIOS PARA UMA VIAGEM	8
5.1. PARA UM CONJUNTO DE CONTENTORES A 7 °	8
5.2. PARA UM CONJUNTO DE CONTENTORES A -5 °	9

1. Introdução

Este trabalho tem como objetivos a determinação da resistência térmica de uma parede composta por três materiais, e a determinação da energia necessária para manter uma determinada temperatura no interior de um espaço fechado.

Para isso, vamos apresentar algumas noções teóricas a considerar. As noções de resistência térmica e fluxo de calor.

Nos processos de transferência de calor, aquele que iremos usar neste trabalho, será a transferência por condução. Nos processos de transferência de energia o calor flui sempre na direção do mais quente para o mais frio. É devido a este gradiente de temperatura que existe transferência de energia térmica entre as moléculas/átomos vizinhos que se encontram em contacto, propagando-se assim por todo objeto.

A constante de proporcionalidade, k , é conhecida como condutividade térmica (é uma constante que depende do material). As unidades SI da constante de condutividade térmica são o $W/(mK)$. Define-se resistência térmica, R , como a razão entre $\Delta x/ (k \cdot A)$, para uma diferença de temperatura, ΔT , na direção da corrente térmica. Para determinar a resistência térmica, podemos recorrer à analogia elétrica, em função da disposição dos materiais.

Porém, se quisermos manter uma determinada diferença de temperatura será necessário fornecer uma determinada quantidade de energia, durante um intervalo de tempo considerado. Assim, e pela expressão da potencia, temos: $P = E / t$.

Logo, a energia necessária fornecer ao sistema para que ele mantenha uma determinada diferença de temperatura, entre o ambiente interior e exterior, pode ser dado por: $E = P \cdot t$, ou seja: $E = Q \cdot t$, sendo Q a quantidade de fluxo de calor determinada, e em transito na parede considerada, para um determinado tempo considerado, t . A energia, em unidades SI, deve ser em J (Joules).

2. TOTAL DE ENERGIA A FORNECER

2.1 Contentor a 7º

$$Q = kA \left(\frac{\Delta T}{\Delta x} \right)$$

$$\Delta T = R_t * Q$$

$$R_t = \frac{\Delta x}{kA}$$

$$\text{Então: } \Delta T = R_t * Q \Leftrightarrow Q = \frac{\Delta T}{R_t}$$

Utilizando os resultados das resistências totais calculadas no processo anterior:

Área de cada contentor: $1m^2$

Temperatura exterior: 20 graus

Temperatura do Contentor: 7 graus

$\Delta T = \text{Temperatura Exterior} - \text{Temperatura do Contentor} \Leftrightarrow 20 - 7 \Leftrightarrow 13\text{graus} \Leftrightarrow 286,15\text{Kelvin}$

$R_t = 3.92 \text{ K/W}$ (valor já calculado no ex. 1.3.)

$$Q = \frac{286,15}{3.92} \Leftrightarrow Q = 72.99 \text{ Watts}$$

Tempo da viagem em segundos(t): 9000 seg

$$E = Q * t \Leftrightarrow E = 72.99 * 9000 \Leftrightarrow E = 656977 \text{ J}$$

2.2. Contentor a -5°

$$Q = kA \left(\frac{\Delta T}{\Delta x} \right)$$

$$\Delta T = R_t * Q$$

$$R_t = \frac{\Delta x}{kA}$$

$$\text{Então: } \Delta T = R_t * Q \Leftrightarrow Q = \frac{\Delta T}{R_t}$$

Utilizando os resultados das resistências totais calculadas no processo anterior:

Área de cada contentor: $1m^2$

Temperatura exterior: 20 graus

Temperatura do Contentor: -5 graus

$\Delta T = \text{Temperatura Exterior} - \text{Temperatura do Contentor} \Leftrightarrow 20 - (-5) \Leftrightarrow 25 \Leftrightarrow 298.15 \text{ Kelvin}$

$R_t = 5.0 \text{ K/W}$ (valor já calculado no ex. 1.3.)

$$Q = \frac{298.15}{5.0} \Leftrightarrow Q = 59.63 \text{ Watts}$$

Tempo da viagem em segundos(t): 9000 seg

$$E = Q * t \Leftrightarrow E = 59.63 * 9000 \Leftrightarrow E = 536670 \text{ J}$$

3. TOTAL DE ENERGIA A FORNECER

3.1. Conjunto de Contentores a 7º

Temperatura do Contentor: 7 graus

Resistência Térmica: 3.92 K/W

Área de cada contentor: $1m^2$

Número de contentores em viagem: 6

Tempo de viagem: 1h30 \Leftrightarrow 5400 seg

Duração Secção 1(seg): 60 seg

Duração Secção 2(seg): 400 seg

Duração Secção 3(seg): 200 seg

Duração Secção 4(seg): 1000 seg

Duração Secção 5(seg): 3000 seg

Duração Secção 6(seg): 740 seg

Temperatura Secção 1(graus): 30 graus \Leftrightarrow 303.15 Kelvin

Temperatura Secção 2(graus): 20 graus \Leftrightarrow 293.15 Kelvin

Temperatura Secção 3(graus): 10 graus \Leftrightarrow 283.15 Kelvin

Temperatura Secção 4(graus): 12 graus \Leftrightarrow 285.15 Kelvin

Temperatura Secção 5(graus): 10 graus \Leftrightarrow 283.15 Kelvin

Temperatura Secção 6(graus): 15 graus \Leftrightarrow 288.15 Kelvin

Através da fórmula utilizada no exercício anterior, as temperaturas de cada contentor são as seguintes:

Temperatura Contentor 1(graus): 7.0 graus \Leftrightarrow 280,15 Kelvin

Temperatura Contentor 2(graus): 7.0 graus \Leftrightarrow 280,15 Kelvin

Temperatura Contentor 3(graus): 7.0 graus \Leftrightarrow 280,15 Kelvin

Temperatura Contentor 4(graus): 7.0 graus \Leftrightarrow 280,15 Kelvin

Temperatura Contentor 5(graus): 7.0 graus \Leftrightarrow 280,15 Kelvin

Temperatura Contentor 6(graus): 7.0 graus \Leftrightarrow 280,15 Kelvin

Através da fórmula utilizada no exercício anterior, a energia a fornecer a cada contentor são as seguintes:

Energia Contentor 1(Joules): 352.04 Joules

Energia Contentor 2(Joules): 1326,53 Joules

Energia Contentor 3(Joules): 153,06 Joules

Energia Contentor 4(Joules): 1275,51 Joules

Energia Contentor 5(Joules): 2295,91 Joules

Energia Contentor 6(Joules): 1510,20 Joules

Energia Total a fornecer a um conjunto de contentores a 7 graus (neste caso um conjunto de 6 contentores):

$E_{total} = E_1 + E_2 + E_3 + E_4 + E_5 + E_6 \Leftrightarrow 6913,25$ (Joules)

3.2. Conjunto de Contentores a -5°

Temperatura do Contentor: -5 graus

Resistência Térmica: 5.0 K/W

Área de cada contentor: 1 m^2

Número de contentores em viagem: 5

Tempo de viagem: $1\text{h}30 \Leftrightarrow 5400 \text{ seg}$

Duração Secção 1(seg): 100 seg

Duração Secção 2(seg): 600 seg

Duração Secção 3(seg): 700 seg

Duração Secção 4(seg): 1000 seg

Duração Secção 5(seg): 3000 seg

Temperatura Secção 1(graus): $30 \text{ graus} \Leftrightarrow 303.15 \text{ Kelvin}$

Temperatura Secção 2(graus): $20 \text{ graus} \Leftrightarrow 293.15 \text{ Kelvin}$

Temperatura Secção 3(graus): $10 \text{ graus} \Leftrightarrow 283.15 \text{ Kelvin}$

Temperatura Secção 4(graus): $12 \text{ graus} \Leftrightarrow 285.15 \text{ Kelvin}$

Temperatura Secção 5(graus): $15 \text{ graus} \Leftrightarrow 288.15 \text{ Kelvin}$

Através da fórmula utilizada no exercício anterior, as temperaturas de cada contentor são as seguintes:

Temperatura Contentor 1(graus): $-5.0 \text{ graus} \Leftrightarrow 268,15 \text{ Kelvin}$

Temperatura Contentor 2(graus): $-5.0 \text{ graus} \Leftrightarrow 268,15 \text{ Kelvin}$

Temperatura Contentor 3(graus): $-5.0 \text{ graus} \Leftrightarrow 268,15 \text{ Kelvin}$

Temperatura Contentor 4(graus): $-5.0 \text{ graus} \Leftrightarrow 268,15 \text{ Kelvin}$

Temperatura Contentor 5(graus): $-5.0 \text{ graus} \Leftrightarrow 268,15 \text{ Kelvin}$

Através da fórmula utilizada no exercício anterior, a energia a fornecer a cada contentor são as seguintes:

Energia Contentor 1(Joules): 700 Joules

Energia Contentor 2(Joules): 3000 Joules

Energia Contentor 3(Joules): 2100 Joules

Energia Contentor 4(Joules): 3400 Joules

Energia Contentor 5(Joules): 12000 Joules

Energia Total a fornecer a um conjunto de contentores a 7 graus (neste caso um conjunto de 6 contentores):

$E_{\text{total}} = E_1 + E_2 + E_3 + E_4 + E_5 \Leftrightarrow 21200 \text{ (Joules)}$

4. TOTAL DE ENERGIA A FORNECER

4.1. Contentor a 7º

Número de contentores em viagem: 5

Tempo de Viagem: 2h \Leftrightarrow 7200seg

Área de cada contentor: $1m^2$

Área de cada face: $1m^2$

Nº de contentores expostos ao sol: 2

Contentor 1: 2 faces expostas ao sol

Contentor 2: 1 face exposta ao sol

Contentor 3: 0 faces expostas ao sol

Contentor 4: 0 faces expostas ao sol

Contentor 5: 0 faces expostas ao sol

Resistência Térmica: 3.92 K/W

Secção 1 – transporta o contentor 1

Secção 2 – transporta o contentor 2

Secção 3 – transporta o contentor 3, o contentor 4 e o contentor 5

Duração Secção 1 - 1800seg

Duração Secção 2 - 1800seg

Duração Secção 3 - 3600seg

Temperatura Secção 1 – 25 graus \Leftrightarrow 298,15 Kelvin

Temperatura Secção 2 – 20 graus \Leftrightarrow 293,15 Kelvin

Temperatura Secção 3 – 15 graus \Leftrightarrow 288,15 Kelvin

Temperatura Contentor 1 – 7 graus \Leftrightarrow 280,15 Kelvin

Temperatura Contentor 2 – 7 graus \Leftrightarrow 280,15 Kelvin

Temperatura Contentor 3 – 7 graus \Leftrightarrow 280,15 Kelvin

Temperatura Contentor 4 – 7 graus \Leftrightarrow 280,15 Kelvin

Temperatura Contentor 5 – 7 graus \Leftrightarrow 280,15 Kelvin

Como o contentor 1, está em maior contacto com a exposição solar terá que receber maior temperatura exterior (temperatura de secção)

O contentor 2, como tem apenas uma face exposta ao sol, terá uma menor temperatura exterior, já os 3 outros contentores, na secção 3, terão iguais temperaturas exteriores, menores que os contentores mencionados acima.

Através da fórmula utilizada no exercício anterior, a energia a fornecer a cada contentor são as seguintes:

Energia Contentor 1(Joules): 8265,30 Joules

Energia Contentor 2(Joules): 5969,38 Joules

Energia Contentor 3(Joules): 7346,93 Joules

Energia Contentor 4(Joules): 7346,93 Joules

Energia Contentor 5(Joules): 7346,93 Joules

Energia Total a fornecer a um conjunto de contentores a 7 graus (neste caso um conjunto de 5 contentores com diferentes exposições solares): $E_{total} = E1 + E2 + E3 + E4 + E5 \Leftrightarrow 36275,47$ (Joules)

4.2. Contentor a -5°

Número de contentores em viagem: 4

Tempo de Viagem: 1h30min \Leftrightarrow 5400seg

Área de cada contentor: $1m^2$

Área de cada face: $1m^2$

Nº de contentores expostos ao sol: 2

Contentor 1: 2 faces expostas ao sol

Contentor 2: 1 face exposta ao sol

Contentor 3: 0 faces expostas ao sol

Contentor 4: 0 faces expostas ao sol

Resistência Térmica: 5.0 K/W

Secção 1 – transporta o **contentor 1**

Secção 2 – transporta o **contentor 2**

Secção 3 – transporta o **contentor 3** e o **contentor 4**

Duração Secção 1 - 1350seg

Duração Secção 2 - 1350seg

Duração Secção 3 - 2700seg

Temperatura Secção 1 – 25 graus \Leftrightarrow 298,15 Kelvin

Temperatura Secção 2 – 20 graus \Leftrightarrow 293,15 Kelvin

Temperatura Secção 3 – 15 graus \Leftrightarrow 288,15 Kelvin

Temperatura Contentor 1 – -5 graus \Leftrightarrow 268,15 Kelvin

Temperatura Contentor 2 – -5 graus \Leftrightarrow 268,15 Kelvin

Temperatura Contentor 3 – -5 graus \Leftrightarrow 268,15 Kelvin

Temperatura Contentor 4 – -5 graus \Leftrightarrow 268,15 Kelvin

Temperatura Contentor 5 – -5 graus \Leftrightarrow 268,15 Kelvin

Como o contentor 1, está em maior contacto com a exposição solar terá que receber maior temperatura exterior (temperatura de secção)

O contentor 2, como tem apenas uma face exposta ao sol, terá uma menor temperatura exterior, já os 2 outros contentores, na secção 3, terão iguais temperaturas exteriores, menores que os contentores mencionados acima.

Através da fórmula utilizada no exercício anterior, a energia a fornecer a cada contentor são as seguintes:

Energia Contentor 1(Joules): 8100 Joules

Energia Contentor 2(Joules): 6750 Joules

Energia Contentor 3(Joules): 10800 Joules

Energia Contentor 4(Joules): 10800 Joules

Energia Total a fornecer a um conjunto de contentores a 7 graus (neste caso um conjunto de 5 contentores com diferentes exposições solares): $E_{total} = E1 + E2 + E3 + E4 \Leftrightarrow 36450$ (Joules)

5. TOTAL DE GERADORES NECESSÁRIOS PARA UMA VIAGEM

5.1. PARA UM CONJUNTO DE CONTENTORES A 7º

Utilizando os valores do exercício anterior:

Número de contentores em viagem: 5

Tempo de Viagem: 2h \Leftrightarrow 7200seg

Área de cada contentor: 1m²

Resistência Térmica (Rt): 3.92 K/W

Secção 1 – transporta o contentor 1

Secção 2 – transporta o contentor 2

Secção 3 – transporta o contentor 3, o contentor 4 e o contentor 5

Duração Secção 1 - 1350seg

Duração Secção 2 - 1350seg

Duração Secção 3 - 2700seg

Todos os contentores terão temperaturas de 7 graus, o que corresponde a 280.15Kelvin, já as temperaturas de cada secção são as utilizadas no ponto 4.1.

Usando a seguinte fórmula: $\Delta T = Rt * Q \Leftrightarrow Q = \frac{\Delta T}{Rt}$

$$\Delta T (1) \Leftrightarrow TS1 - TC1 \Leftrightarrow 298,15K - 280,15K \Leftrightarrow 18K$$

$$\Delta T (2) \Leftrightarrow TS2 - TC2 \Leftrightarrow 293,15K - 280,15K \Leftrightarrow 13K$$

$$\Delta T (3) \Leftrightarrow TS1 - TC1 \Leftrightarrow 288,15K - 280,15K \Leftrightarrow 8K$$

$$\Delta T (4) \Leftrightarrow TS1 - TC1 \Leftrightarrow 288,15K - 280,15K \Leftrightarrow 8K$$

$$\Delta T (5) \Leftrightarrow TS1 - TC1 \Leftrightarrow 288,15K - 280,15K \Leftrightarrow 8K$$

$$Q (1) = \frac{\Delta T}{Rt} \Leftrightarrow \frac{18}{3.92} \Leftrightarrow 4.59 \text{ Watts}$$

$$Q (2) = \frac{\Delta T}{Rt} \Leftrightarrow \frac{13}{3.92} \Leftrightarrow 3.31 \text{ Watts}$$

$$Q (3) = \frac{\Delta T}{Rt} \Leftrightarrow \frac{8}{3.92} \Leftrightarrow 2.04 \text{ Watts}$$

$$Q (4) = \frac{\Delta T}{Rt} \Leftrightarrow \frac{8}{3.92} \Leftrightarrow 2.04 \text{ Watts}$$

$$Q (5) = \frac{\Delta T}{Rt} \Leftrightarrow \frac{8}{3.92} \Leftrightarrow 2.04 \text{ Watts}$$

$$E (1) = Q * t \Leftrightarrow 4.59W * 1350 \Leftrightarrow 6196,5 \text{ Joules}$$

$$E (2) = Q * t \Leftrightarrow 3.31W * 1350 \Leftrightarrow 4468,5 \text{ Joules}$$

$$E (3) = Q * t \Leftrightarrow 2.04W * 2700 \Leftrightarrow 5508 \text{ Joules}$$

$$E (4) = Q * t \Leftrightarrow 2.04W * 2700 \Leftrightarrow 5508 \text{ Joules}$$

$$E (5) = Q * t \Leftrightarrow 2.04W * 2700 \Leftrightarrow 5508 \text{ Joules}$$

$$E (\text{Total}) = E (1) + E(2) + E(3) + E(4) + E(5) \Leftrightarrow 27189 \text{ Joules}$$

$$Q (\text{Total Da Viagem}) \Leftrightarrow Q (1) + Q (2) + Q (3) + Q (4) + Q (5) \Leftrightarrow 4.59W + 3.31W + 2.04W + 2.04W + 2.04W \\ \Leftrightarrow 14.02Watts$$

$$N^{\circ} \text{ de Geradores Necessários Para a Viagem: } 7500W / 14.02W \Leftrightarrow 535 \text{ geradores}$$

5.2. PARA UM CONJUNTO DE CONTENTORES A -5º

Utilizando os valores do exercício anterior:

Número de contentores em viagem: 4

Tempo de Viagem: 1h30min \Leftrightarrow 5400seg

Área de cada contentor: 1m²

Resistência Térmica (Rt): 5.0 K/W

Secção 1 – transporta o contentor 1

Secção 2 – transporta o contentor 2

Secção 3 – transporta o contentor 3, e o contentor 4

Duração Secção 1 - 1350seg

Duração Secção 2 - 1350seg

Duração Secção 3 - 2700seg

Temperatura Secção 1 – 25 graus \Leftrightarrow 298,15 Kelvin

Temperatura Secção 2 – 20 graus \Leftrightarrow 293,15 Kelvin

Temperatura Secção 3 – 15 graus \Leftrightarrow 288,15 Kelvin

Todos os contentores terão temperaturas de -5 graus, o que corresponde a 268.15Kelvin, já as temperaturas de cada secção são as utilizadas no ponto 4.2.

Usando a seguinte fórmula: $\Delta T = Rt * Q \Leftrightarrow Q = \frac{\Delta T}{Rt}$

$\Delta T (1) \Leftrightarrow TS1 - TC1 \Leftrightarrow 298,15K - 268,15K \Leftrightarrow 18K$

$\Delta T (2) \Leftrightarrow TS2 - TC2 \Leftrightarrow 293,15K - 268,15K \Leftrightarrow 13K$

$\Delta T (3) \Leftrightarrow TS1 - TC1 \Leftrightarrow 288,15K - 268,15K \Leftrightarrow 8K$

$\Delta T (4) \Leftrightarrow TS1 - TC1 \Leftrightarrow 288,15K - 268,15K \Leftrightarrow 8K$

$Q (1) = \frac{\Delta T}{Rt} \Leftrightarrow \frac{18}{5.0} \Leftrightarrow 3.6 \text{ Watts}$

$Q (2) = \frac{\Delta T}{Rt} \Leftrightarrow \frac{13}{5.0} \Leftrightarrow 2.6 \text{ Watts}$

$Q (3) = \frac{\Delta T}{Rt} \Leftrightarrow \frac{8}{5.0} \Leftrightarrow 1.6 \text{ Watts}$

$Q (4) = \frac{\Delta T}{Rt} \Leftrightarrow \frac{8}{5.0} \Leftrightarrow 1.6 \text{ Watts}$

$E (1) = Q * t \Leftrightarrow 3.6W * 1350 \Leftrightarrow 4860 \text{ Joules}$

$E (2) = Q * t \Leftrightarrow 2.6W * 1350 \Leftrightarrow 3510 \text{ Joules}$

$E (3) = Q * t \Leftrightarrow 1.6W * 2700 \Leftrightarrow 4320 \text{ Joules}$

$E (4) = Q * t \Leftrightarrow 1.6W * 2700 \Leftrightarrow 4320 \text{ Joules}$

$E (\text{Total}) = E (1) + E (2) + E (3) + E (4) \Leftrightarrow 17010 \text{ Joules}$

$Q (\text{Total Da Viagem}) \Leftrightarrow Q (1) + Q (2) + Q (3) + Q (4) \Leftrightarrow 3.6W + 2.6W + 1.6W + 1.6W \Leftrightarrow 9.4Watts$

Nº de Geradores Necessários Para a Viagem: 7500W / 9.4W \Leftrightarrow 798 geradores