

10

7º Trabalho em Grupo - Comportamento dinâmico de sistemas de 1ª. ordem

Grupo: 6

Nomes: Carolina H. de Brito	Cecilia Dias Pereira	MARIA GIULIA DAVANZO GMSPP
Camilla B. Branco 11370672	Bianca de P. O. Paschoal	Mario Cláudio Haikal

1) Dois trocadores de calor acoplados em série são utilizados para realizar o tratamento térmico em um determinado processo. Cada um dos dois trocadores possui regime de escoamento que pode ser aproximado para um tanque perfeitamente agitado. O fluido atravessa o primeiro trocador onde o fluido é aquecido, depois ele segue para um tubo de retenção e em seguida o fluido é resfriado no segundo trocador (Figura 1). Exceto a temperatura, as características do fluido podem ser consideradas constantes e são: c_p (médio): 4,175 kJ/kg.K e ρ (média): 995 kg/m³. Os trocadores possuem volumes diferentes ($V_1 = 0,075\text{m}^3$ e $V_2 = 0,040\text{m}^3$). Os valores dos parâmetros no estado estacionário são descritos na Tabela 1. Considere: F constante; fluido incompressível.

a) Determine as funções de transferência que descrevem o processo no trocador de aquecimento (1) e calcule os valores dos ganhos e das constantes de tempo das respectivas funções de transferência.

b) Determine a funções de transferência para o processo no trocador de resfriamento (2), não esquecendo de levar em conta o efeito do tubo de retenção.

c) Considerando que não variação em Q_1 (energia fornecida ao **trocador 1** em kJ/h) e em Q_2 (energia removida no **trocador 2** em kJ/h), calcule a variação na temperatura de saída T_2 frente a uma variação na forma de degrau de amplitude 5 em T_0 .

Tabela 02: Valores dos parâmetros no estado estacionário.

Parâmetro	t_D (s)	F (l/s)	T_0 (°C)	T_1 (°C)	T_1^* (°C)	T_2 (°C)
Valor	30	0,5	10	72	72	20

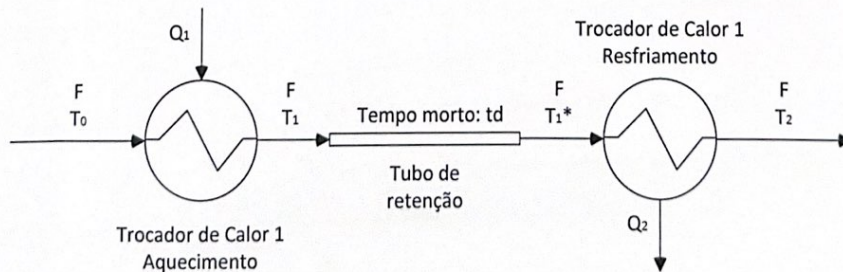


Figura 01: Esquema dos trocadores de calor.

TGT - Grupo 6

a) Função de transferência para o trocador de calor 1

→ Hipóteses : Mistura completa, ρ constante e F constante

$$\bar{T}_1(s) = \frac{1}{\frac{V_1}{F} \cdot s + 1} \cdot T_0(s) + \frac{1}{\frac{V_1}{F} \cdot s + 1} \cdot \frac{P \cdot F \cdot C_p}{\frac{V_1}{F} \cdot s + 1} \cdot \bar{Q}_1(s)$$

FT₁FT₂

$$\bar{T}_1(s) = \frac{1}{\frac{0,075}{0,0005} \cdot s + 1} \cdot T_0(s) \quad \Rightarrow \quad \bar{T}_1(s) = \frac{1}{150 \cdot s + 1} \cdot \bar{T}_0(s)$$

onde $K_p = 1$ e $\tau_p = 150$ s

$$\bar{T}_1(s) = \frac{1}{\frac{995 \cdot 0,0005 \cdot 4175}{0,075} \cdot s + 1} \cdot T_0(s) \quad \Rightarrow \quad \bar{T}_1(s) = \frac{0,481}{150 \cdot s + 1} \cdot \bar{Q}_1(s)$$

onde $K_p = 0,481$ e $\tau_p = 150$ s

b) BM para a temperatura no tubo de retenção

$$\bar{T}_1^*(s) = \frac{\left(1 - \frac{k_D}{2} \cdot s\right)}{\left(1 + \frac{k_D}{2} \cdot s\right)} \cdot \bar{T}_1(s)$$



$$\bar{T}_1^*(s) = \frac{(1 - \frac{30}{2} \cdot s)}{(1 + \frac{30}{2} \cdot s)} \cdot \bar{T}_1(s) \quad \leadsto \quad \bar{T}_1^*(s) = \frac{(1 - 15s)}{(1 + 15s)} \cdot \bar{T}_1(s)$$

Trocador de calor 2

1) Função de transferência

$$\bar{T}_2(s) = \underbrace{1}_{FT_1} \cdot \bar{T}_1^*(s) + \underbrace{\frac{P \cdot C_p \cdot F}{V_2 \cdot s + 1}}_{FT_2} \cdot \bar{Q}_2(s)$$

$$\bar{T}_2(s) = \frac{1}{\frac{0,040}{0,0005} \cdot s + 1} \cdot \bar{T}_1^*(s) \quad \leadsto \quad \bar{T}_2(s) = \frac{1}{80 \cdot s + 1} \cdot (1 - 15s) \cdot \bar{T}_1(s)$$

onde $K_p = 1$ e $\tau_p = 80s$

$$\bar{T}_2(s) = \frac{1}{\frac{0,040}{0,0005} \cdot s + 1} \cdot \bar{Q}_2(s) \quad \leadsto \quad \bar{T}_2(s) = \frac{0,481}{80 \cdot s + 1} \cdot \bar{Q}_2(s)$$

onde $K = 0,481$ e $\tau_p = 80s$

Substituindo as FTs de $\bar{T}_1(s)$ em $\bar{T}_2(s)$

$$\bar{T}_2(s) = \frac{1}{80s + 1} \cdot \frac{(1 - 15s)}{(1 + 15s)} \cdot \frac{1}{150s + 1} \cdot \bar{T}_0(s)$$

$$\bar{T}_2(s) = \frac{1}{80s + 1} \cdot \frac{(1 - 15s)}{(1 + 15s)} \cdot 0,481 \cdot \bar{Q}_2(s)$$

c) Aplicando o teorema do valor final na FT de $\bar{T}_2(s)$ em função de $\bar{T}_0(s)$

$$\lim_{s \rightarrow 0} \frac{1}{80s + 1} \cdot \frac{(1 - 15s)}{(1 + 15s)} \cdot \frac{1}{150s + 1} \cdot 5$$

$$\lim_{s \rightarrow 0} \left(\frac{1}{1} \cdot \frac{1}{1} \cdot \frac{1}{1} \cdot 5 \right)$$

Variação na $T_2 = 5^\circ\text{C}$.