

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA QUÍMICA
GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA QUÍMICA

Disciplina: **Otimização de Processos – ENQ071**

Prof. Marcos L. Corazza

Data: 20/11/2023

Com consulta!

Data entrega: **27/11/2023 até as 17h.**

Atenção: A entrega deve ser cópia física contendo esta folha de prova como capa.

Prova P2

Nota: (10,0 Pts) _____

Aluno: _____

GRR: _____

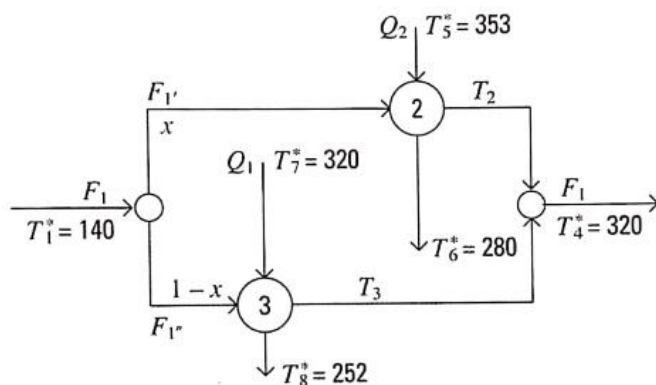
Questão 1 (3,0 Pts)

Uma corrente de processo (F_1) deve ser utilizada para resfriar outras duas correntes, Q_1 e Q_2 . As temperaturas de origem e de destino de cada uma dessas correntes, bem como o produto WC_p (considere C_p constante), encontram-se na tabela abaixo.

Corrente	Fluxo Térmico WC_p (F ou Q) (BTU/h °F)	T_o (°F)	T_d (°F)
F_1	14450	140	320
Q_1	16670	320	252
Q_2	20000	353	280

Cogita-se dois esquemas de troca térmica: **a)** esquema sequencial, em que F_1 troca calor com Q_1 e em seguida com Q_2 ; **b)** esquema em paralelo, em que uma fração x de F_1 troca calor com Q_2 e $(1-x)$ com Q_1 , como mostra a figura abaixo. Determine qual dos dois esquemas é o mais vantajoso do ponto de vista econômico. Como não há utilidades envolvidas (parametrizadas), o critério pode ser apenas o custo de capital: $C_{cap} = A_2^{0,3X} + A_3^{0,2Y}$ [$\$/a$] (onde X e Y representam o último e o penúltimo dígito do GRR).

Para o cálculo das áreas, usar $U = 10X$ BTU/(h.ft².°F). No modelo a seguir, Q_2 e Q_3 são as cargas térmicas dos trocadores 2 e 3, respectivamente.



OBS: Temperaturas dadas em °F.

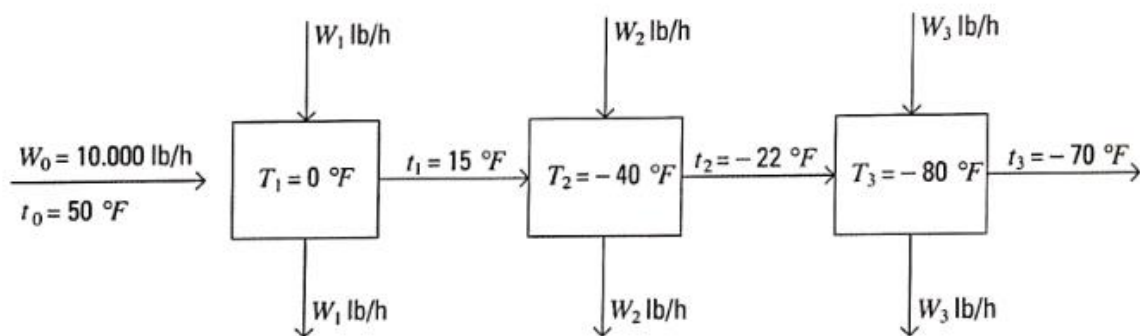
Questão 2 (3,0 Pts)

10.000 lb/h de uma corrente quente deve ser resfriada de 50 °F até -70 °F, em 3 estágios de refrigeração. Cada estágio consiste em um trocador de calor onde a corrente quente é resfriada por líquido refrigerante em ebulição. As temperaturas de entrada e de saída da corrente quente em cada trocador (t_i) encontram-se no fluxograma abaixo, bem como as temperaturas de ebulição de cada líquido refrigerante em cada trocador (T_i). O calor latente de vaporização dos 3 líquidos refrigerantes é igual a 10Y BTU/lb. O coeficiente global de troca térmica dos três trocadores é igual a 20X BTU/(h.ft².°F). A capacidade calorífica da corrente quente é igual a 1,X BTU/(lb °F). O modelo matemático de cada trocador i é dado por:

$$Q_i - W_0 C_p (t_{i-1} - t_i) = 0; \quad Q_i - \lambda W_i = 0; \quad Q_i - UA_i \delta_i = 0; \quad \delta_i - \frac{t_{i-1} - t_i}{\ln \frac{t_{i-1} - T_i}{t_i - T_i}} = 0$$

O custo de cada trocador é dado por $C_i = a_i \sqrt{A_i} + b_i W_i$ \$/h, onde os parâmetros a_i e b_i são:

Estágio	a_i	b_i
1	0,05	0,0002
2	0,05	0,0003
3	0,15	0,0004

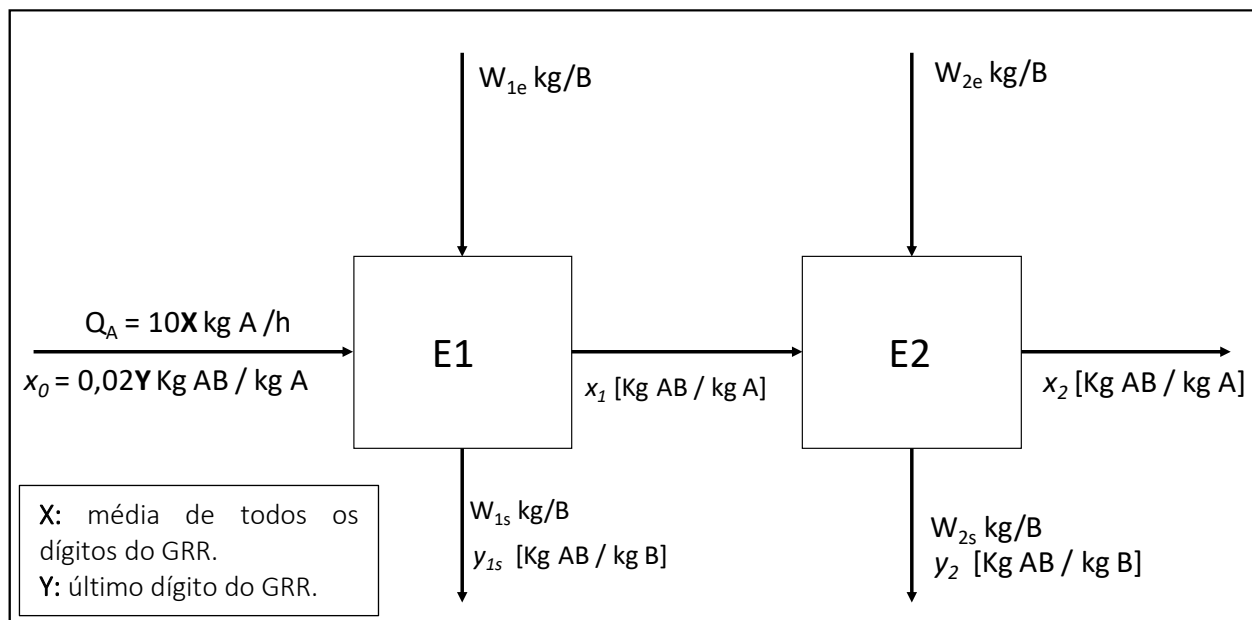


- Calcule a área de troca térmica e a vazão de cada refrigerante;
- repetir o dimensionamento sem a especificação de t_1 e t_2 , primeiro uma de cada vez e depois simultaneamente. Desenhe a região viável para este último caso;
- verifique para qual parâmetro, entre λ e U , o Custo Total do sistema é mais sensível. Justifique.

(X e Y os valores do último e do penúltimo dígito do GRR, respectivamente).

Questão 3 (4,0 Pts)

Uma determinada corrente contendo ácido benzoico (AB) em água (A) é tratada com benzeno (B), em um sistema de extração líquido-líquido com correntes cruzadas, de acordo com o seguinte fluxograma esquemático:



- apresente a modelagem matemática para este processo.
- Apresente a condição de processo que maximiza o lucro operacional em termos da receita e do consumo de solvente.

Dados de processo:

- Para o cálculo dos estágios de equilíbrio considere a seguinte relação $y_i = Kx_i$, onde y_i é a fração mássica do soluto na corrente de extrato e x_i é a fração mássica na corrente de refinado, em qualquer estágio i .
- Preço de venda do ácido benzoico (AB): 0,4 \$ / Kg AB
- Custo do benzeno (B): 0,01 \$ / kg B

OBS: Solubilidade do benzeno em água é considerada zero.

Apresente TODAS as considerações feitas.