

**Universidade Federal de Santa Catarina
Departamento de Engenharia Mecânica**



TRANSMISSÃO DO CALOR II

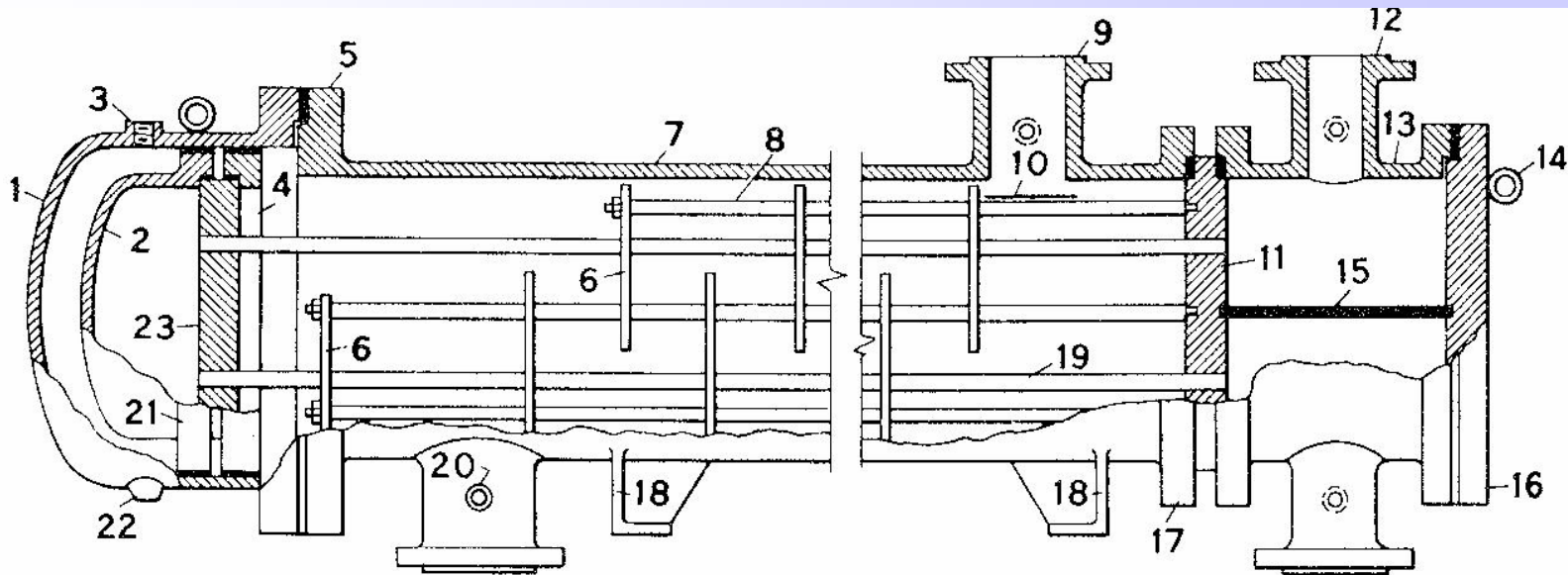
**INTRODUÇÃO A TROCADORES
DE CALOR**

Prof. Júlio César Passos

jpassos@emc.ufsc.br



Trocador de calor do tipo CASCO E TUBO



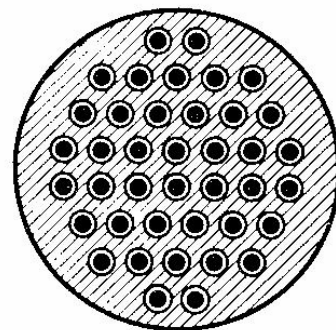
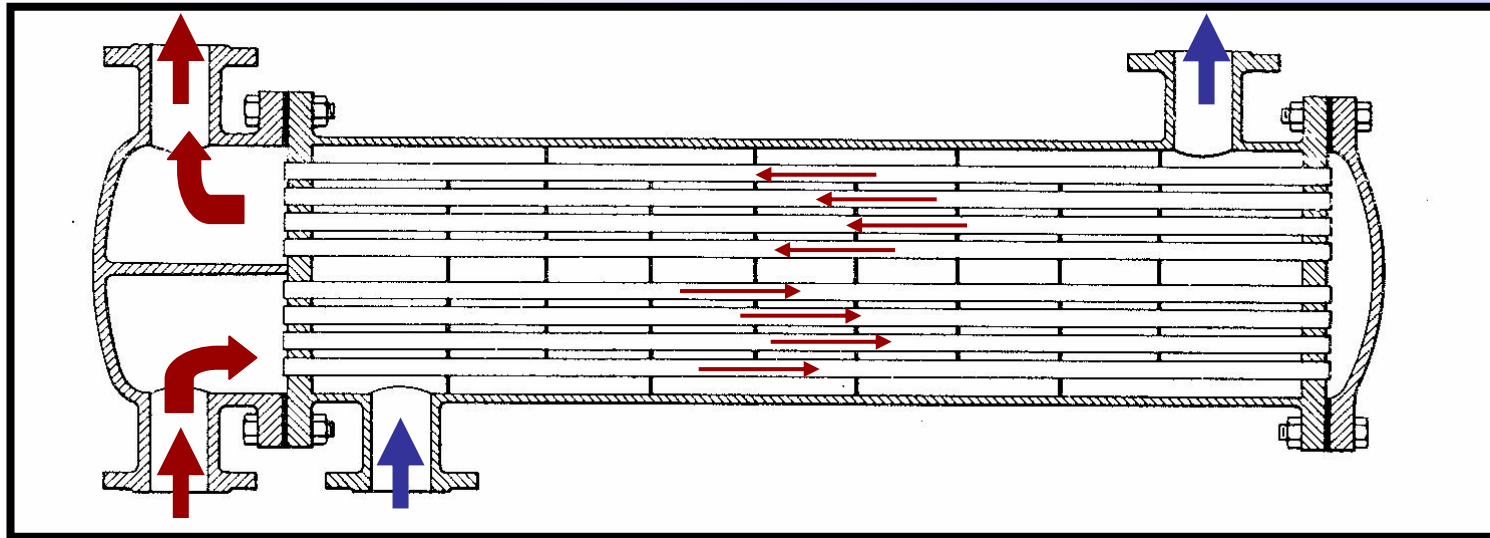
1. Tampa da carcaça
2. Cabeçote flutuante
3. Conexão de respiro
4. Dispositivo de apoio do cabeçote flutuante
5. Flange da tampa da carcaça
6. Defletores laterais ou placas-suporte
7. Carcaça

8. Tirantes e espaçadores
9. Expansor da carcaça
10. Defletor de admissão
11. Espelho de tubos fixo
12. Expansor do canal
13. Canal
14. Anel de içamento
15. Separação de passe
16. Tampa do canal

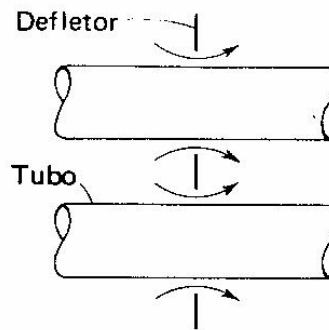
17. Flange do canal da carcaça
18. Suportes
19. Tubo de transmissão de calor
20. Conexão de teste
21. Flange do cabeçote flutuante
22. Conexão de dreno
23. Espelho de tubos flutuante

TC CASCO E TUBO

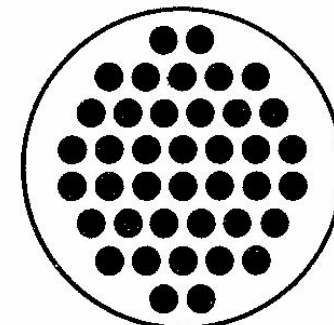
com 2 passes nos Tubos e 1 passe no casco



Área livre no defletor

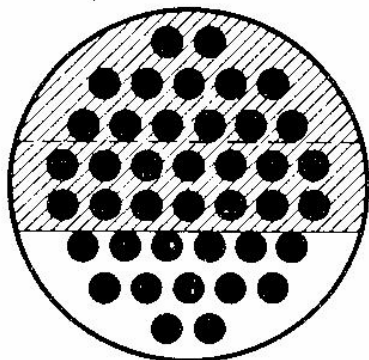
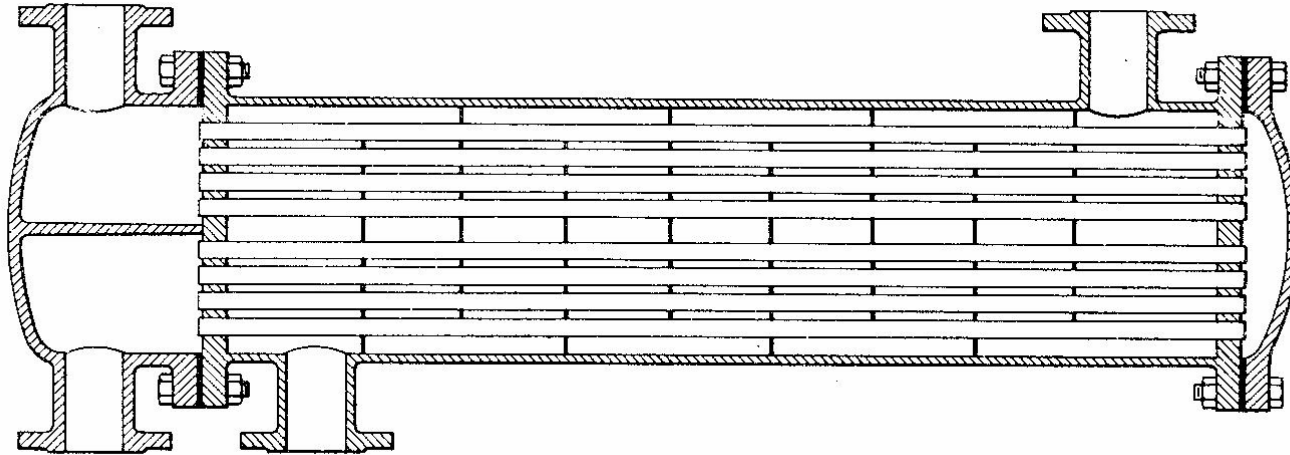


DEFLETOR DE ORIFÍCIOS

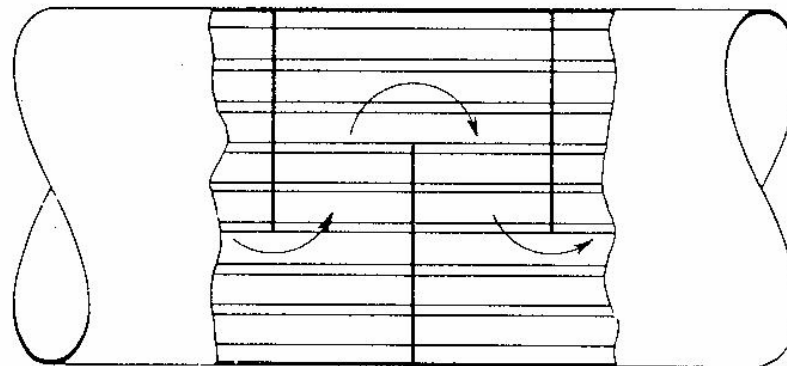


Área livre entre defletores

TC CASCO E TUBO: com 2 passes nos tubos e 1 passe no casco



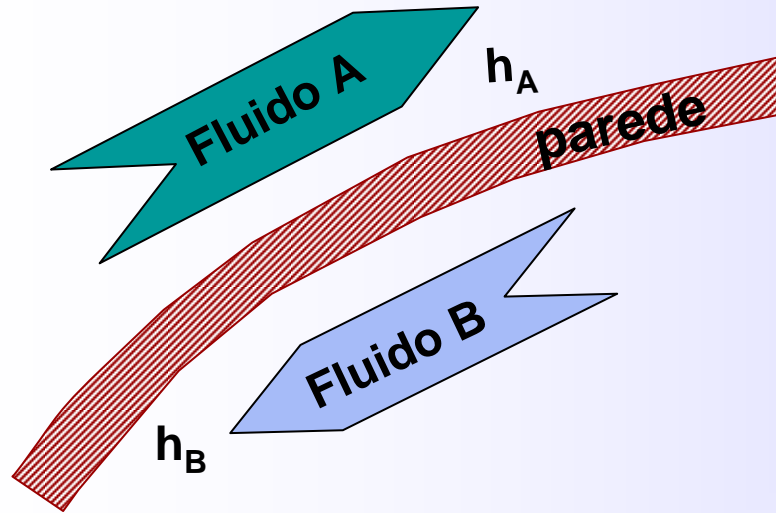
Área livre no defletor



Carcaça

DEFLETOR DE SEGMENTO

Coeficiente Global U, de transferência de calor

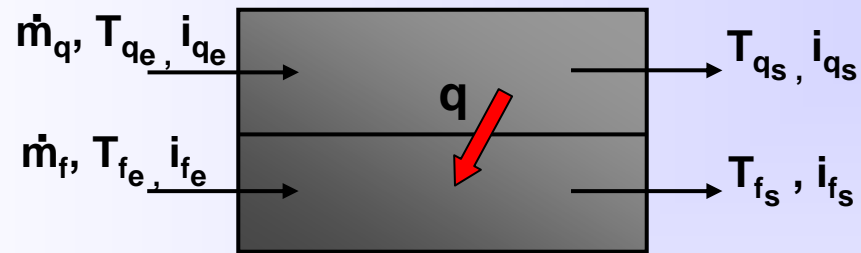


$$UA = \frac{1}{R_{total}}$$

$$R_{total} = \sum R_i = \frac{\Delta T}{q} = \frac{1}{UA} \quad ; \quad [R_{total}] = \frac{K}{W}$$
$$[U] = \frac{W}{m^2 K}$$

**MÉTODOS BÁSICOS
DE CÁLCULO TÉRMICO
DE TROCADORES DE CALOR**

LMTD - Método da Média Logarítmica das Diferenças de Temperatura

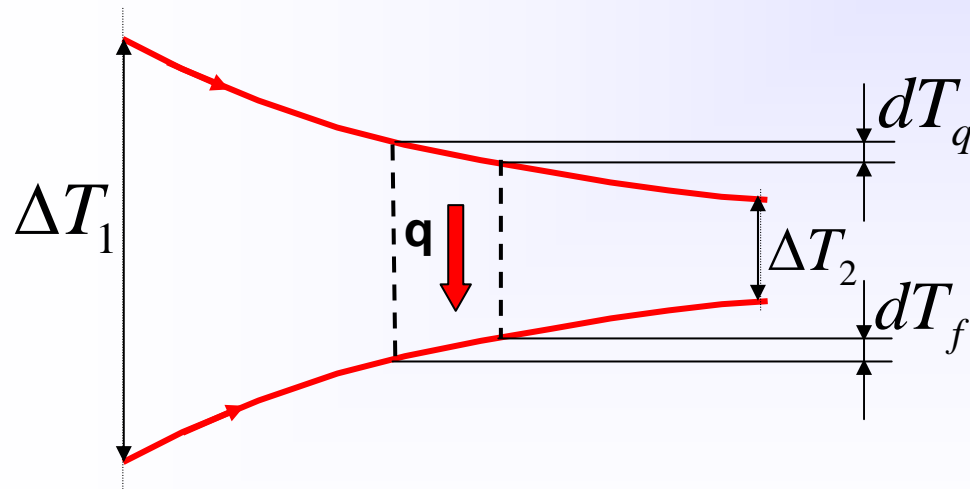
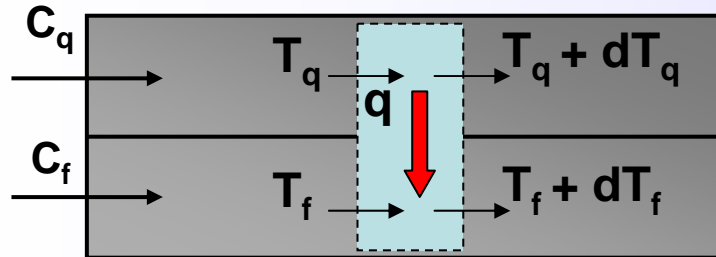


Balanco de energia

$$q = \dot{m}_q (i_{q_e} - i_{q_s}) = \dot{m}_q c_{p_q} (T_{q_e} - T_{q_s}) \longrightarrow dq = -C_q dT_q$$

$$q = \dot{m}_f (i_{f_s} - i_{f_e}) = \dot{m}_f c_{p_f} (T_{f_s} - T_{f_e}) \longrightarrow dq = -C_f dT_f$$

LMTD (cont.)



$$q = UA\Delta T_m$$

$$\Delta T = T_q - T_f$$

$$dq = U(\Delta T)dA$$

$$d(\Delta T) = d(T_q - T_f)$$

$$d(\Delta T) = -dq \left(\frac{1}{C_q} + \frac{1}{C_f} \right)$$

$$\frac{d(\Delta T)}{\Delta T} = -U \left(\frac{1}{C_q} + \frac{1}{C_f} \right) dA$$

LMTD (cont.)

$$\ln\left(\frac{\Delta T_2}{\Delta T_1}\right) = -\frac{UA}{q} \left[(T_{q_e} - T_{q_s}) + (T_{f_s} - T_{f_e}) \right]$$

$$\ln\left(\frac{\Delta T_2}{\Delta T_1}\right) = -\frac{UA}{q} \left[(T_{q_e} - T_{f_e}) - (T_{q_s} - T_{f_s}) \right]$$

$$\ln\left(\frac{\Delta T_2}{\Delta T_1}\right) = -\frac{UA}{q} (\Delta T_1 - \Delta T_2)$$

$$q = UA \frac{(\Delta T_2 - \Delta T_1)}{\ln\left(\frac{\Delta T_2}{\Delta T_1}\right)} = UA \Delta T_{ml}$$

$$\frac{\Delta T_2}{\Delta T_1} = \exp \left[-UA \left(\frac{1}{C_q} + \frac{1}{C_f} \right) \right]$$

ε -NTU - O Método da Efetividade

Definição de **efetividade**

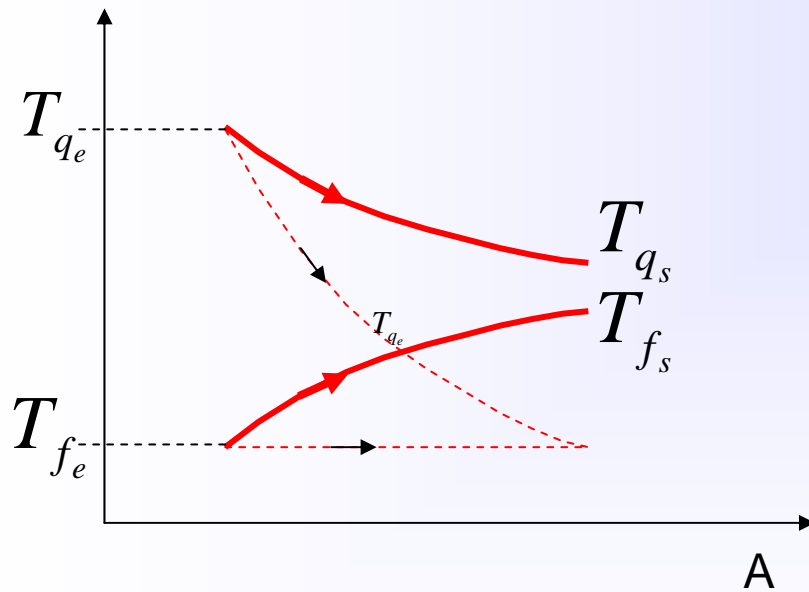
$$\varepsilon = \frac{\text{taxa de calor transferido}}{\text{taxa máxima de calor transferido}} = \frac{q}{q_{\max}}$$

$$q_{\max} = C_{\min} \Delta T_{\max} \quad \text{onde, da 2ª Lei}$$

$$\Delta T_{\max} = T_{q_e} - T_{f_e}$$

ϵ -NTU - O Método da Efetividade

Efetividade de um TC com correntes paralelas



$$\epsilon = \frac{m_q c_{p_q} (T_{q_e} - T_{q_s})}{(mc_p)_{\min} (T_{q_e} - T_{f_e})}$$

$$q = \epsilon C_{\min} (T_{q_e} - T_{f_e})$$

ε -NTU - O Método da Efetividade

$$\varepsilon = f \left(NUT, \frac{C_{\min}}{C_{\max}} \right)$$

NUT=Número de Unidades (de calor) Transferidas

$$NUT = \frac{UA}{C_{\min}}$$