

USP - Escola de Engenharia de Lorena

OPERAÇÕES UNITÁRIAS II

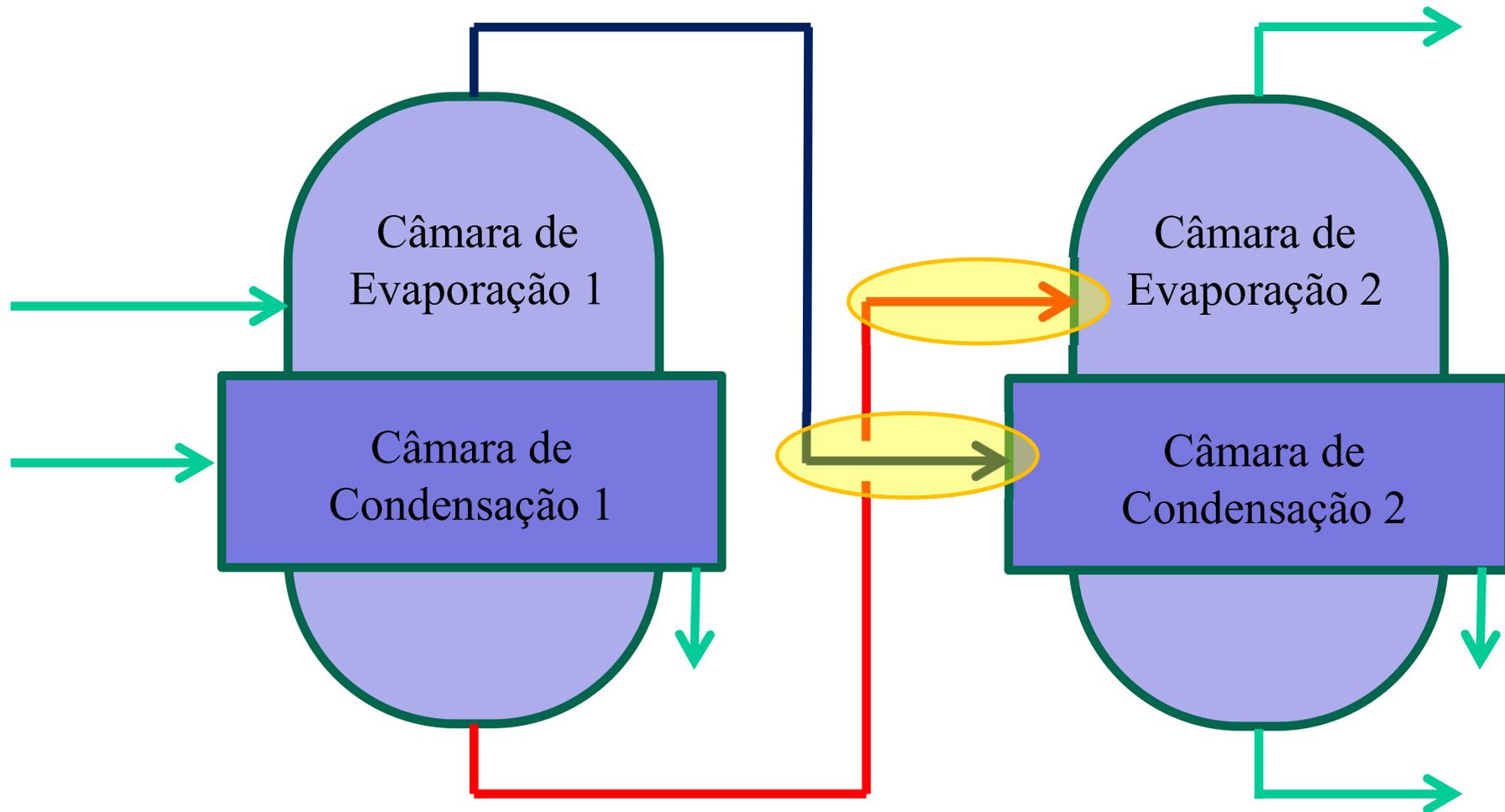
EVAPORAÇÃO

EVAPORADOR DUPLO EFEITO

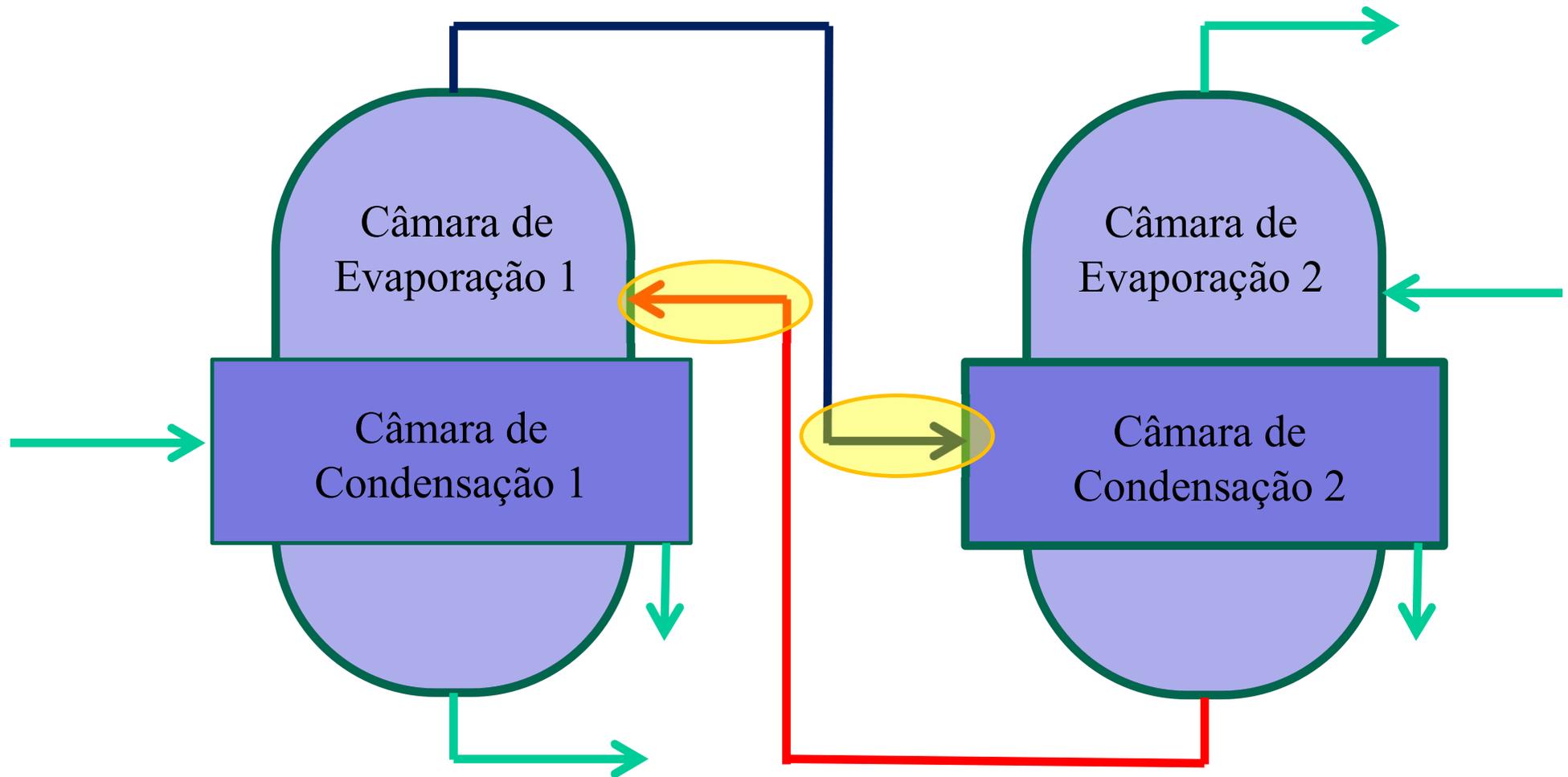
BALANÇOS DE MASSA E ENERGIA

Prof. Antonio Carlos da Silva

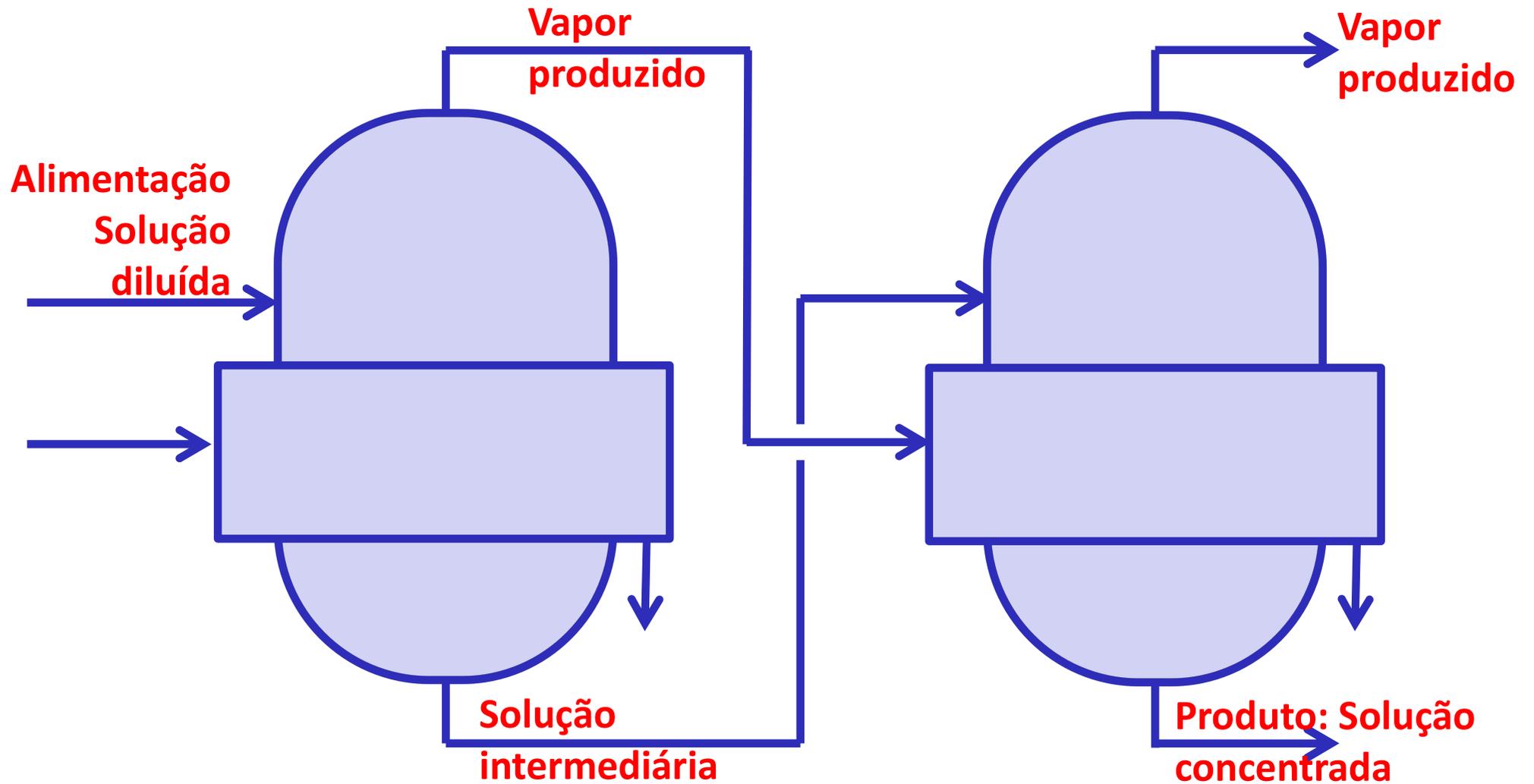
EVAPORADOR DUPLO EFEITO CONCORRENTE



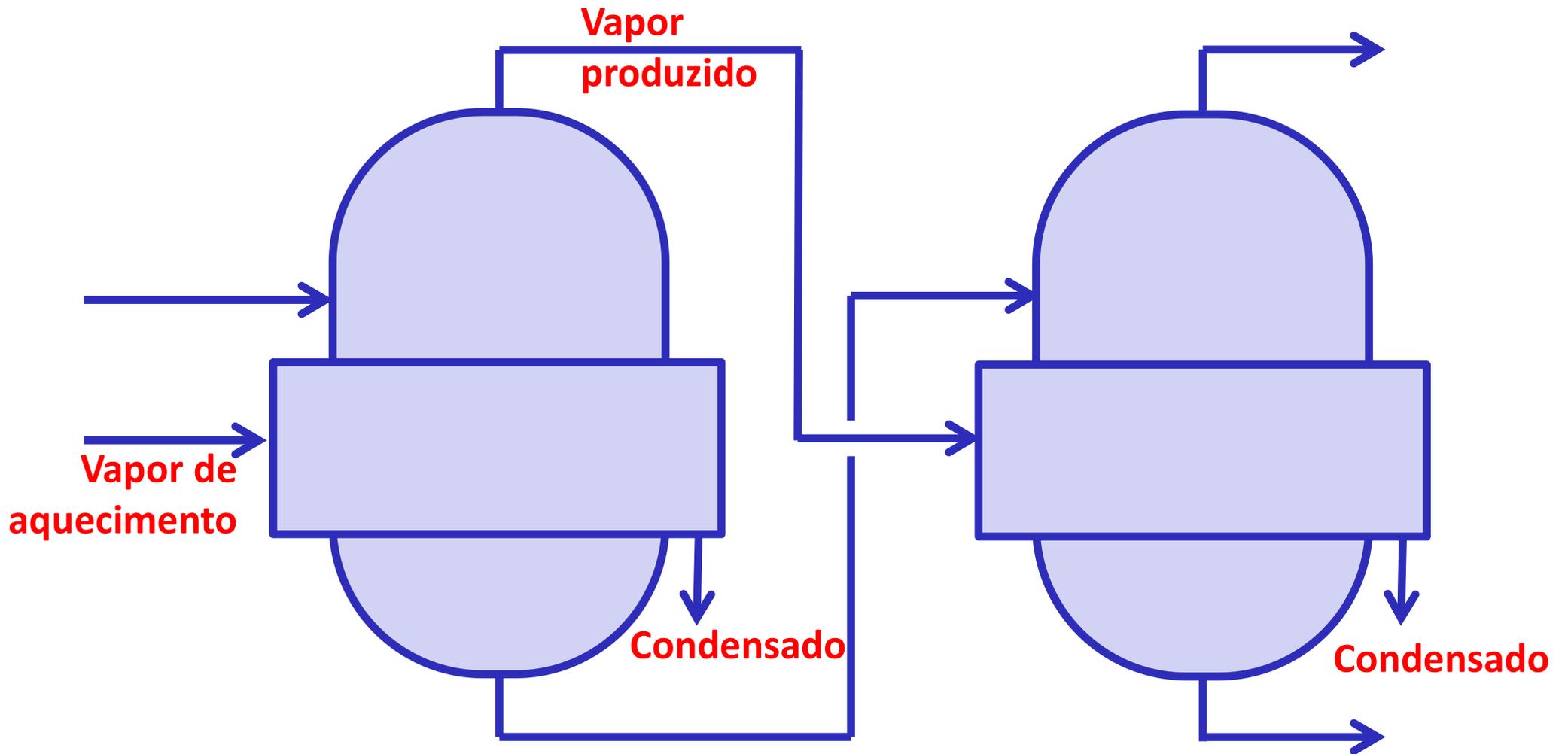
EVAPORADOR DUPLO EFEITO CONTRACORRENTE



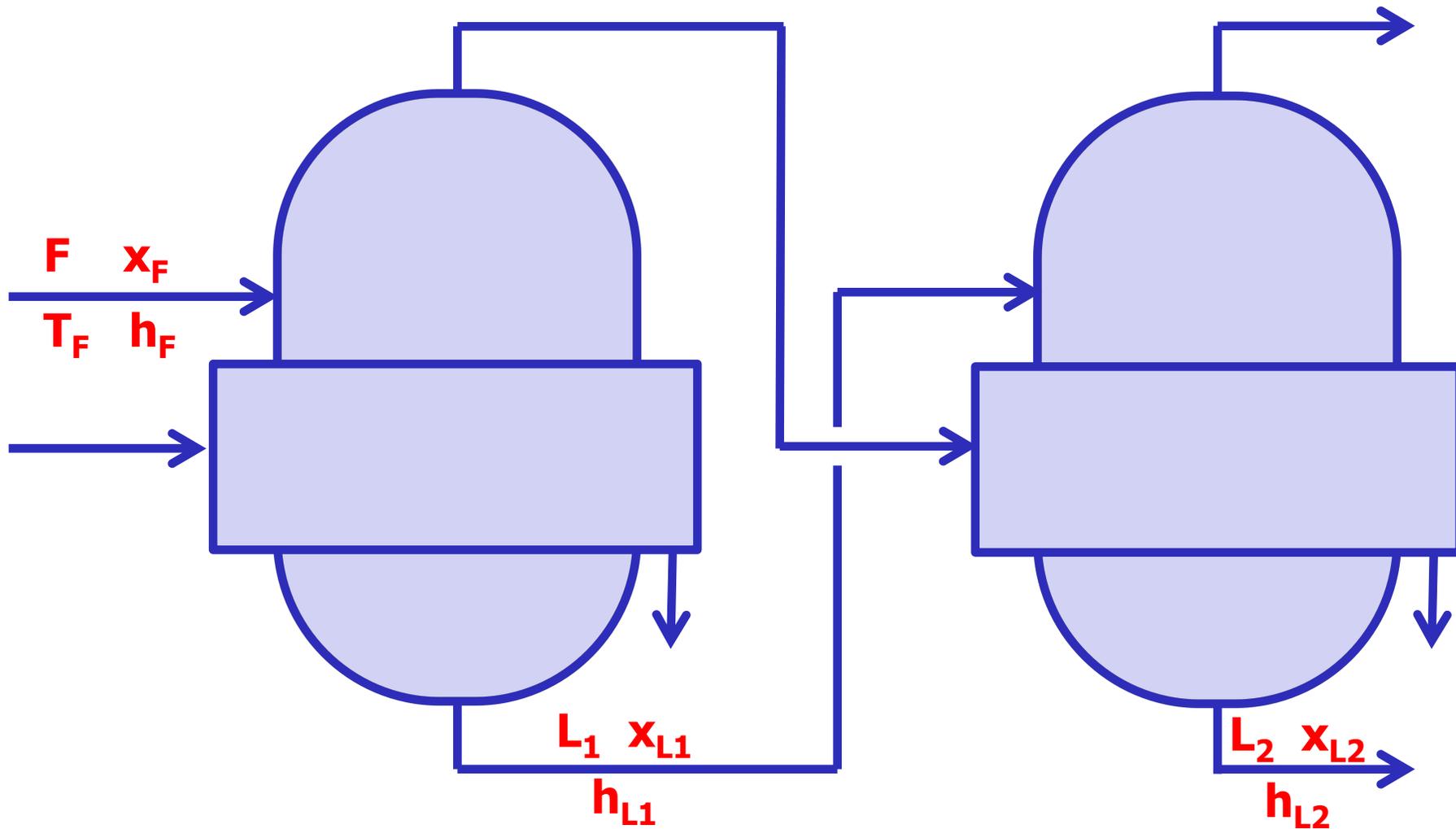
EVAPORADOR DUPLO EFEITO CONCORRENTE



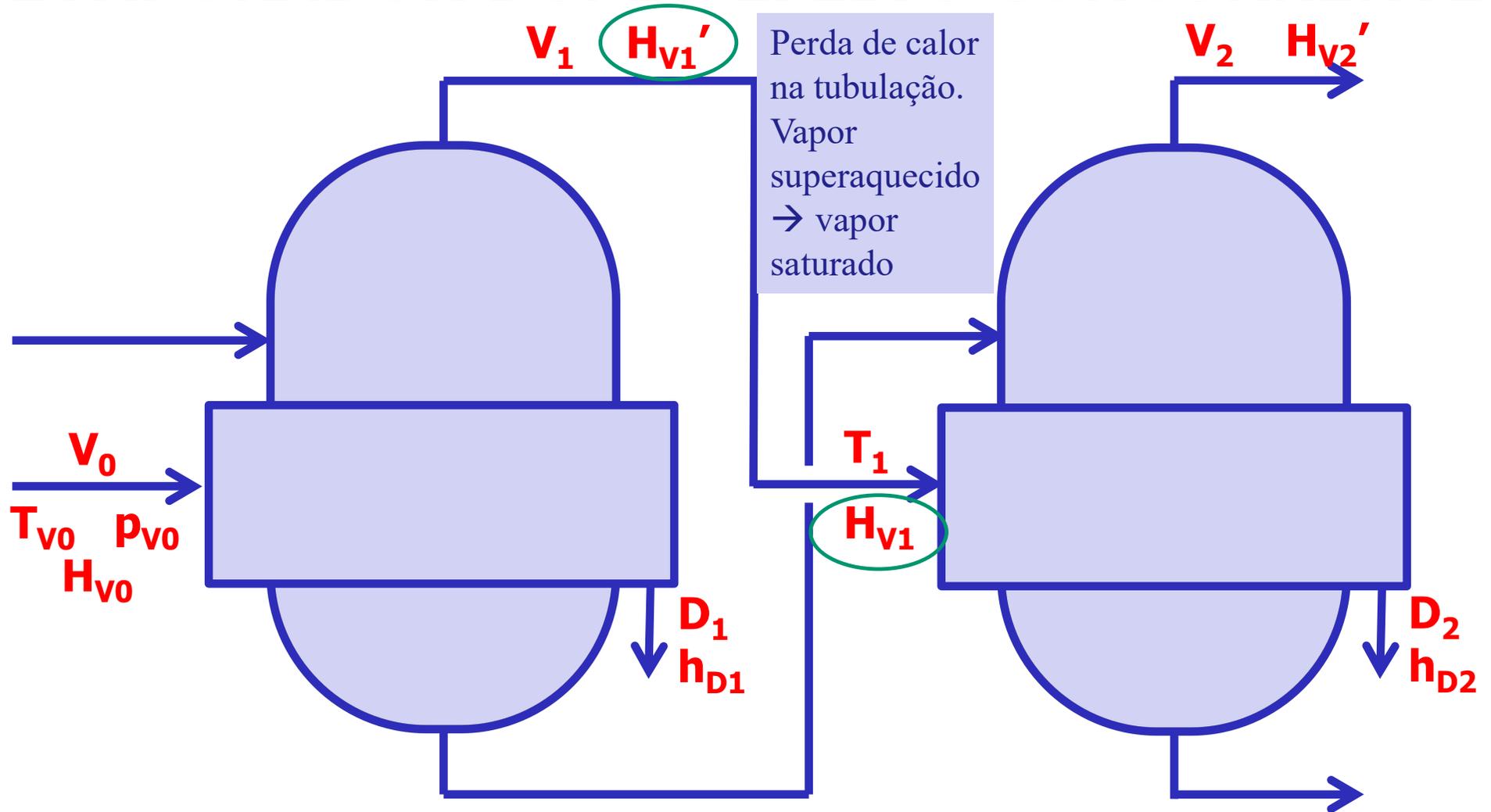
EVAPORADOR DUPLO EFEITO CONCORRENTE



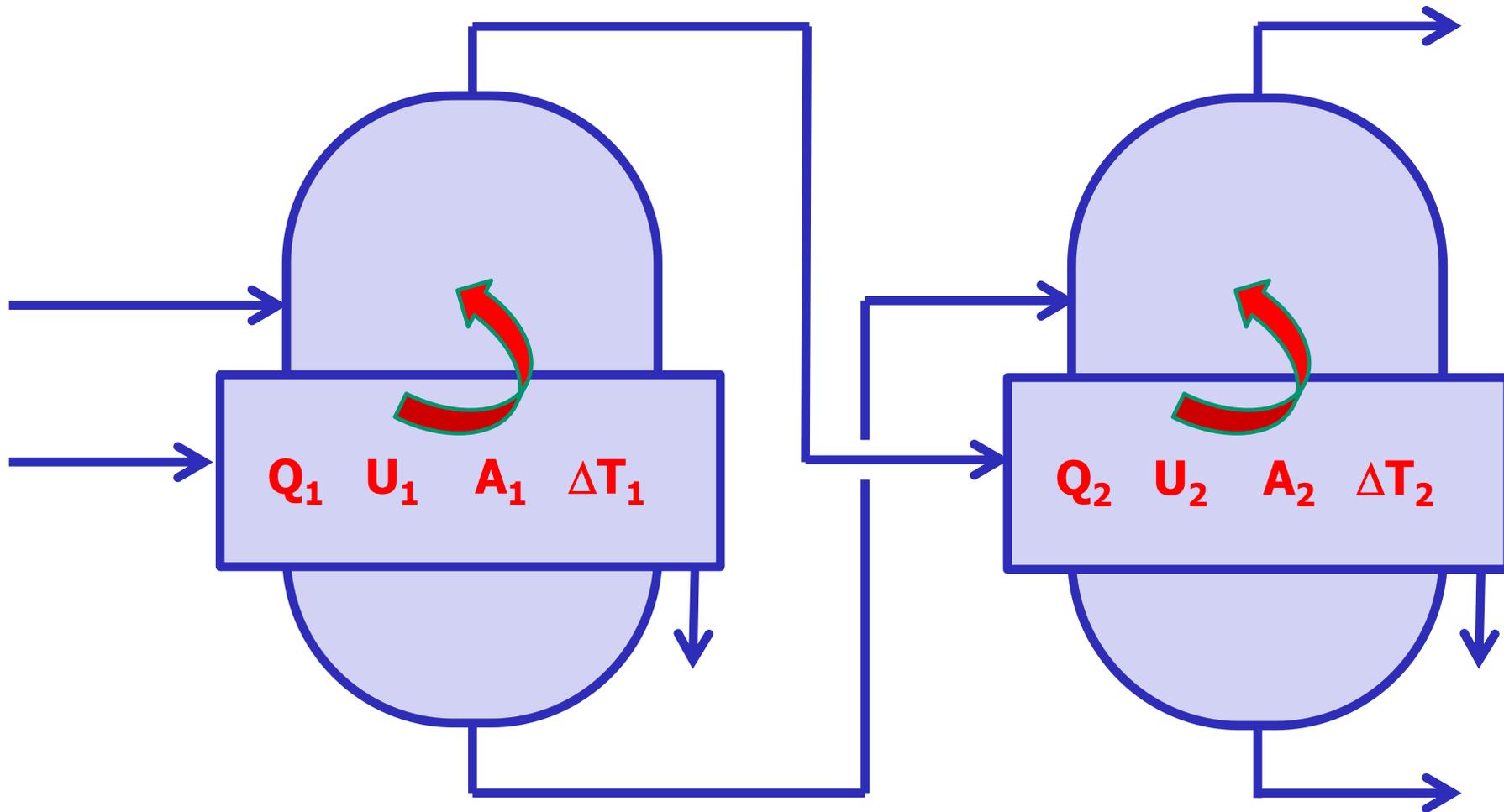
EVAPORADOR DUPLO EFEITO CONCORRENTE



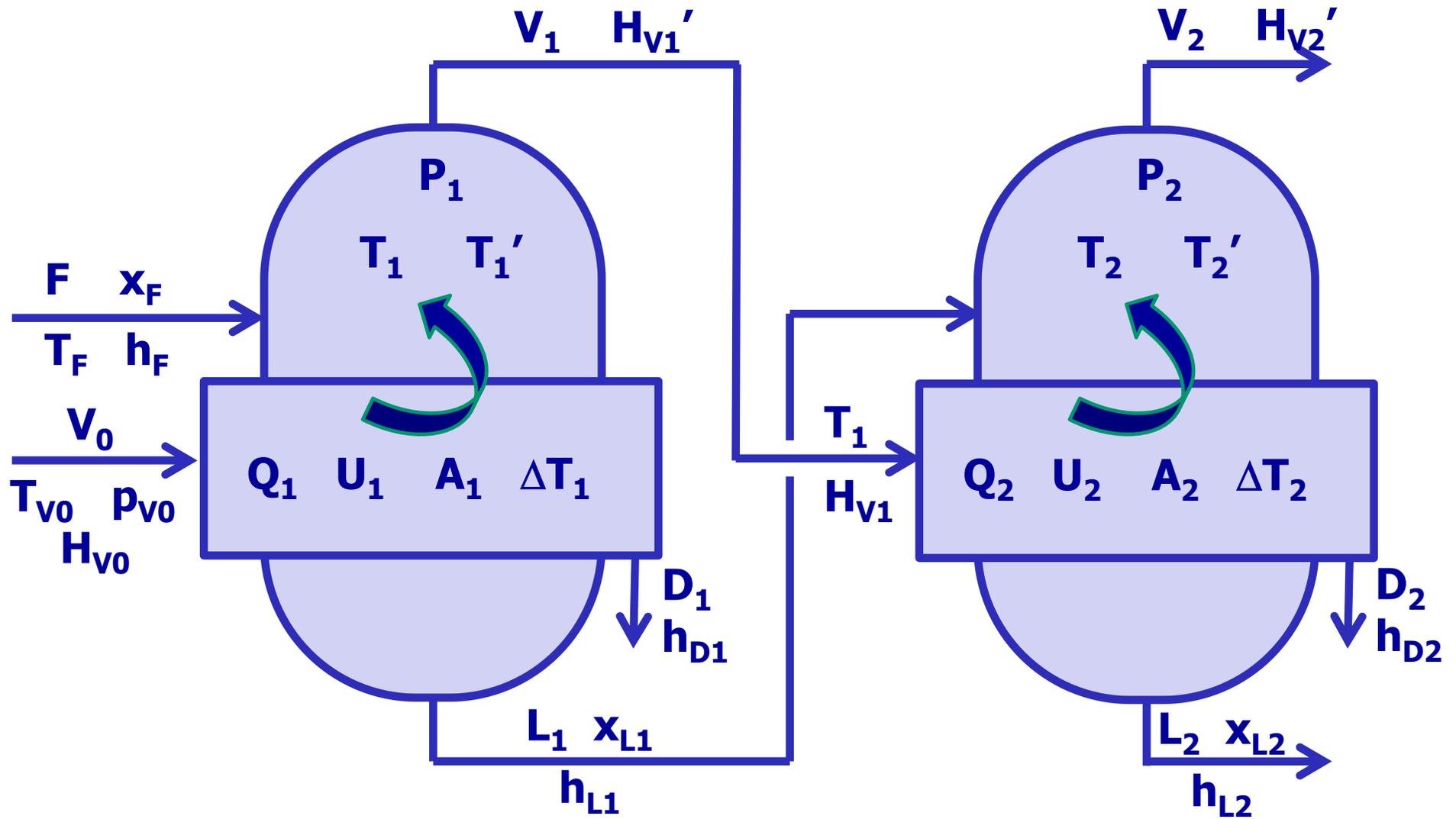
EVAPORADOR DUPLO EFEITO CONCORRENTE



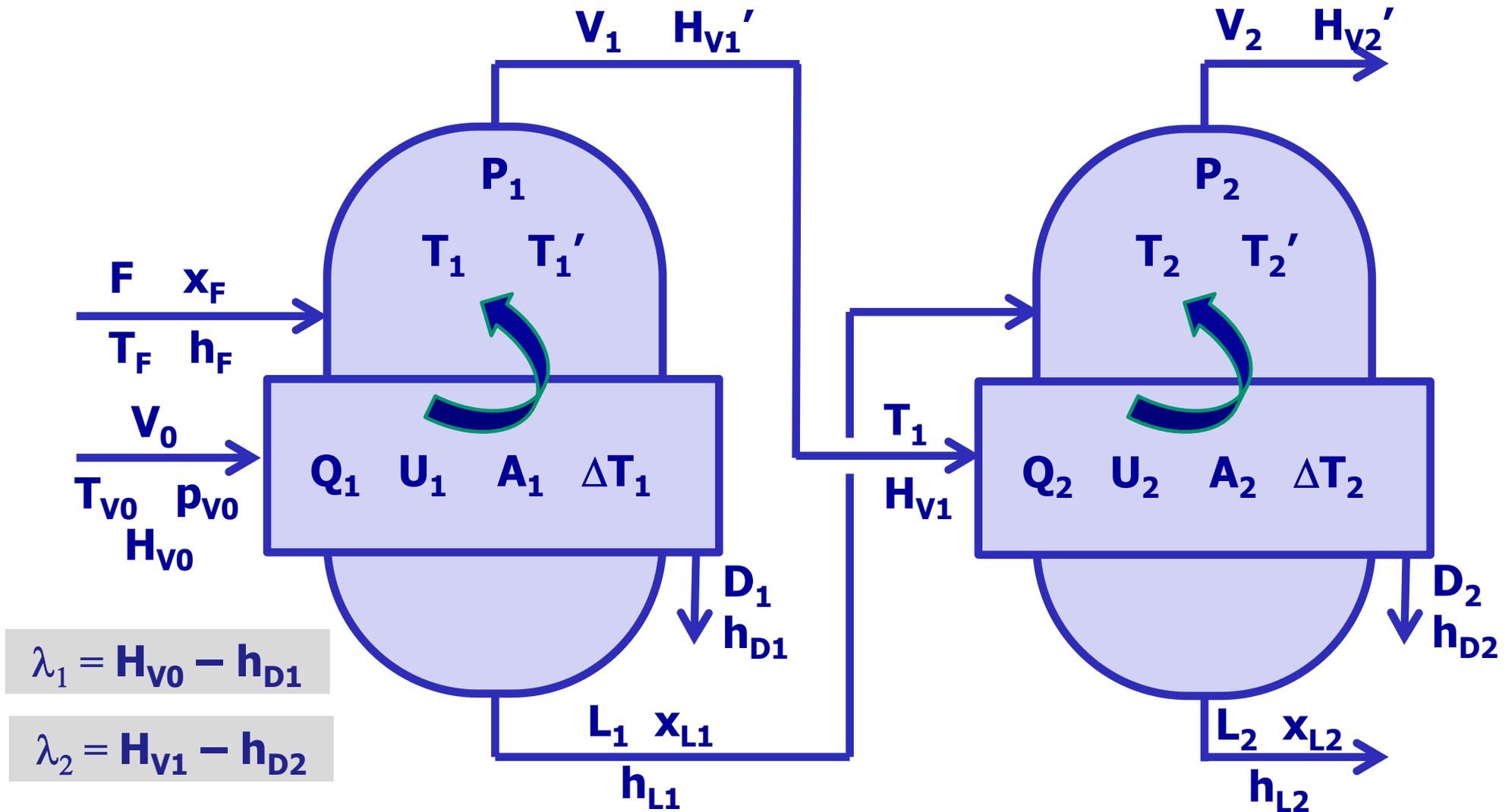
EVAPORADOR DUPLO EFEITO CONCORRENTE



EVAPORADOR DUPLO EFEITO CONCORRENTE

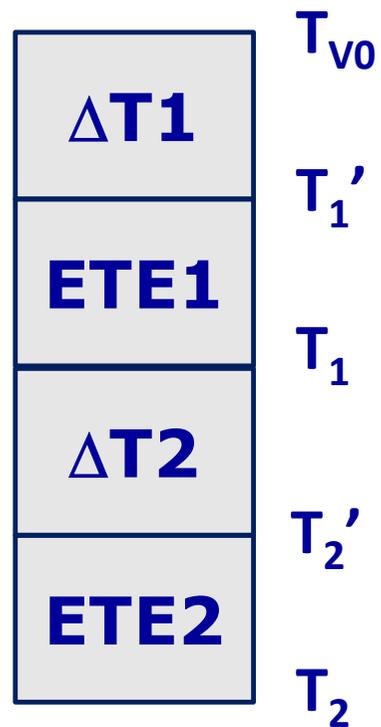


EVAPORADOR DUPLO EFEITO CONCORRENTE

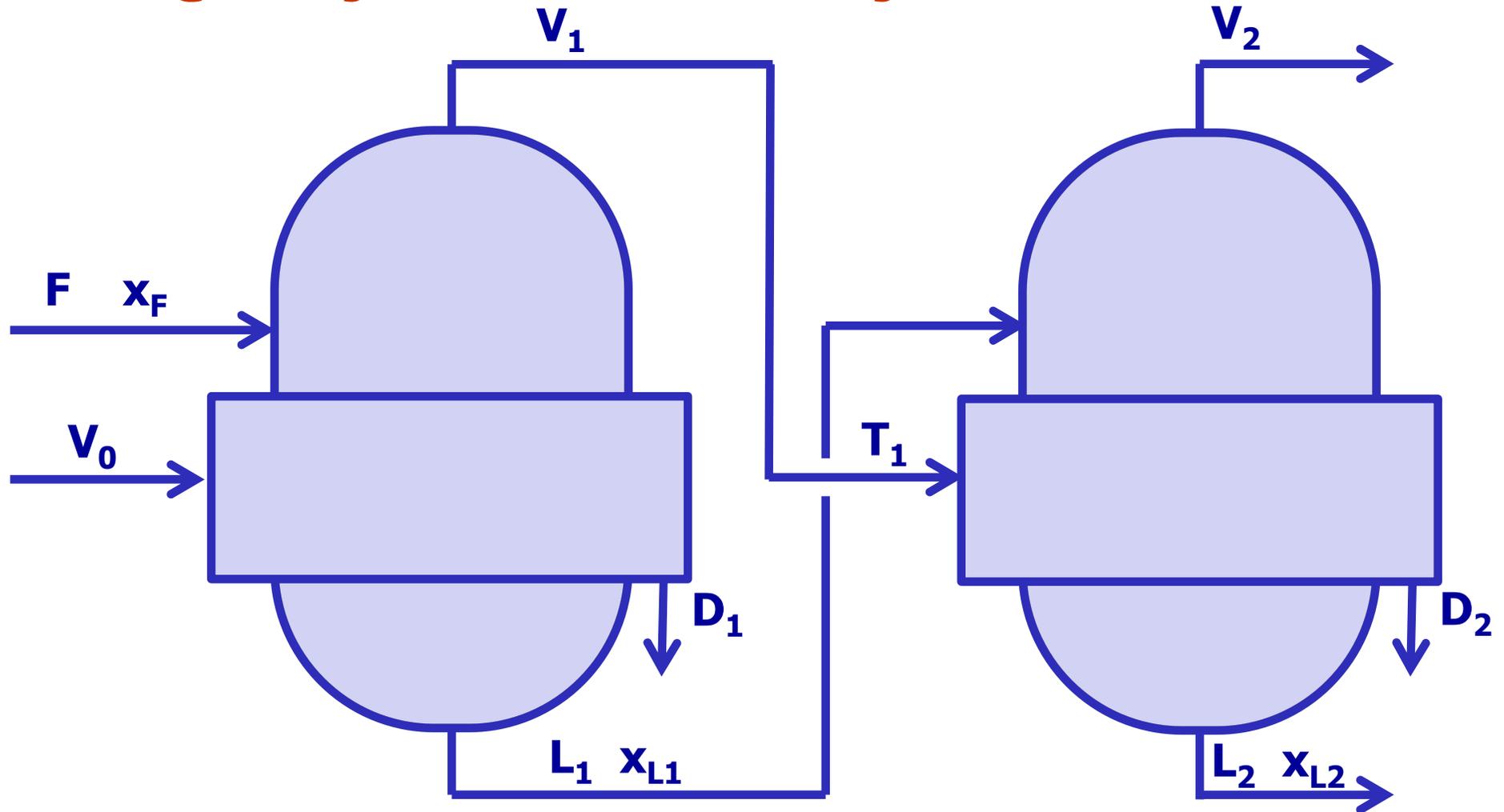


EVAPORADOR DUPLO EFEITO CONCORRENTE

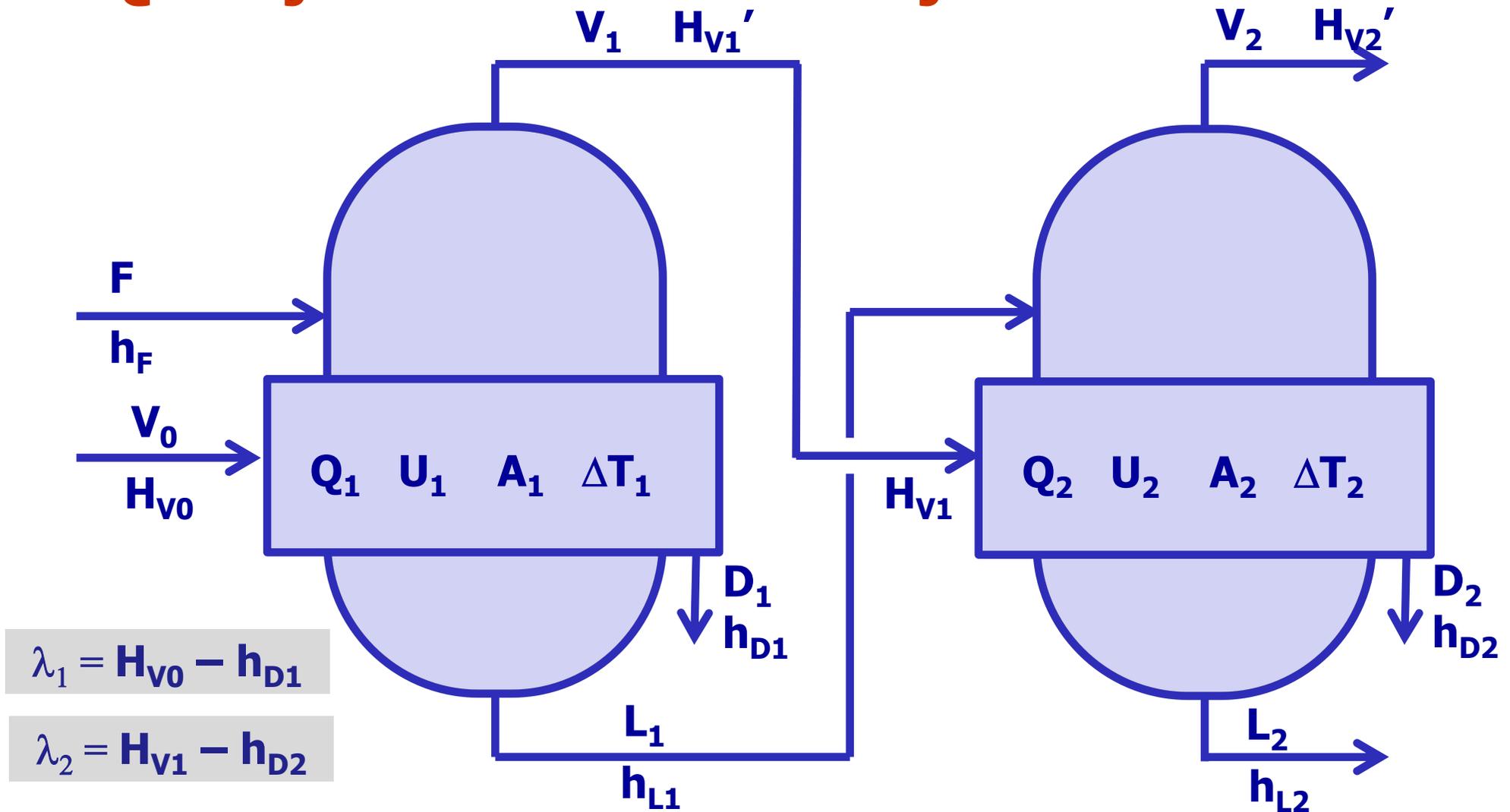
Diferenças de
Temperatura:



EQUAÇÕES BALANÇO DE MASSA



EQUAÇÕES DE BALANÇO DE ENERGIA



EQUAÇÕES DE BALANÇO DE ENERGIA

$$\Sigma \text{ calor que entra} = \Sigma \text{ calor que sai}$$

1º Evaporador:

$$F \cdot h_F + V_0 \cdot H_{V_0} = L_1 \cdot h_{L_1} + V_1 \cdot H_{V_1}' + D_1 \cdot h_{D_1}$$

$$V_0 \cdot H_{V_0} - D_1 \cdot h_{D_1} = L_1 \cdot h_{L_1} + V_1 \cdot H_{V_1}' - F \cdot h_F$$

$$V_0 \cdot (H_{V_0} - h_{D_1}) = L_1 \cdot h_{L_1} + V_1 \cdot H_{V_1}' - F \cdot h_F$$

$$V_0 \cdot \lambda_1 = L_1 \cdot h_{L_1} + V_1 \cdot H_{V_1}' - F \cdot h_F$$

(da Equação ⑦: $V_0 = D_1$)

(como: $\lambda_1 = H_{V_0} - h_{D_1}$)

(calor cedido pelo vapor = calor recebido pela solução)

$$\textcircled{9} \quad Q_1 = V_0 \cdot \lambda_1 = L_1 \cdot h_{L_1} + V_1 \cdot H_{V_1}' - F \cdot h_F$$

EQUAÇÕES DE BALANÇO DE ENERGIA

$$\Sigma \text{ calor que entra} = \Sigma \text{ calor que sai}$$

2º Evaporador:

$$L1.h_{L1} + V1.H_{V1} = L2.h_{L2} + V2.H_{V2}' + D2.h_{D2}$$

$$V1.H_{V1} - D2.h_{D2} = L2.h_{L2} + V2.H_{V2}' - L1.h_{L1}$$

$$V1.(H_{V1} - h_{D2}) = L2.h_{L2} + V2.H_{V2}' - L1.h_{L1}$$

$$V1.\lambda 2 = L2.h_{L2} + V2.H_{V2}' - L1.h_{L1}$$

(da Equação ⑧: $V1 = D2$)

(como: $\lambda 2 = H_{V1} - h_{D2}$)

(calor cedido pelo vapor = calor recebido pela solução)

$$\textcircled{10} \quad Q2 = V1.\lambda 2 = L2.h_{L2} + V2.H_{V2}' - L1.h_{L1}$$

EQUAÇÕES DE BALANÇO DE ENERGIA

Combinando as equações ⑨ e ⑩ com as equações de balanço de massa obtém-se:

$$V_2 = \frac{L_2 \cdot (h_{L2} - h_{L1} + \lambda_2) - F \cdot \lambda_2}{h_{L1} - \lambda_2 - HV_2'}$$

$$V_0 = \frac{(L_2 + V_2) \cdot h_{L1} + (F - L_2 - V_2) \cdot HV_1' - F \cdot h_F}{\lambda_1}$$

EQUAÇÕES DE TROCA DE CALOR

$$Q1 = V0.\lambda1$$

$$V0.\lambda1 = U1.A1.\Delta T1$$

$$Q2 = V1.\lambda2$$

$$V1.\lambda2 = U2.A2.\Delta T2$$