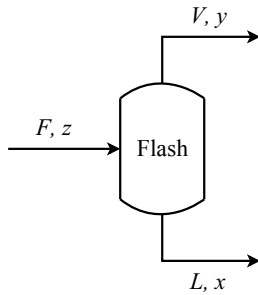


Nome: _____

Matrícula: _____

Destilação *Flash*

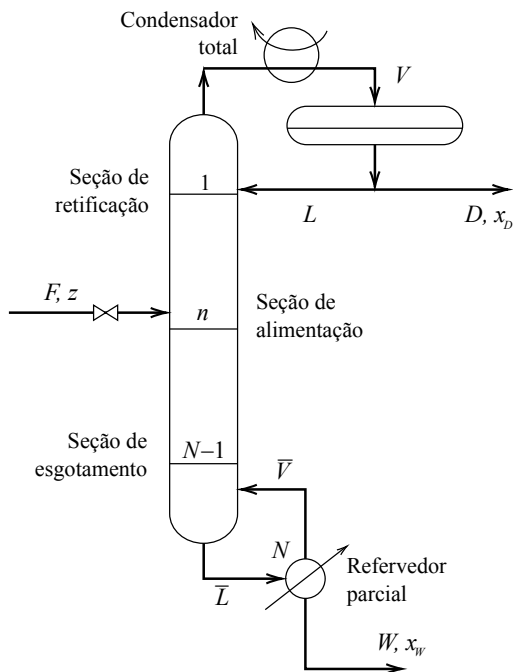


- Linha de operação:

$$y = \left(\frac{f-1}{f} \right) x + \frac{z}{f} \quad (1)$$

onde $f = V/F$, é a fração vaporizada.

Destilação Binária por Estágios



- Volatilidade relativa:

$$\alpha_{AB} = \frac{K_A}{K_B} = \frac{y_A/x_A}{y_B/x_B} \quad (2)$$

$$= \frac{p_A^{sat}/p}{p_B^{sat}/p} = \frac{p_A^{sat}}{p_B^{sat}}$$

$$y = \frac{\alpha_{AB} \cdot x}{1 + x(\alpha_{AB} - 1)} \quad (3)$$

- Fração recuperada:

$$FR_D = \frac{D \cdot x_D}{F \cdot z} \quad (4)$$

$$FR_W = 1 - FR_D \quad (5)$$

- Linha de operação da seção de alimentação:

$$y = \left(\frac{q}{q-1} \right) x - \frac{z}{q-1} \quad (6)$$

onde:

$$q = \frac{\bar{L} - L}{F} = \frac{h_V - h_F}{h_V - h_L} \quad (7)$$

- (a) $q > 1$: líquido subresfriado

$$q = 1 + \frac{c_{p,L}(T_b - T_F)}{\Delta h^{vap}} \quad (8)$$

- (b) $q = 1$: líquido saturado

- (c) $0 < q < 1$: líquido e vapor

$$q = 1 - f \quad (9)$$

- (d) $q = 0$: vapor saturado

- (e) $q < 0$: vapor superaquecido

$$q = \frac{c_{p,V}(T_d - T_F)}{\Delta h^{vap}} \quad (10)$$

- Linha de operação da seção de retificação:

$$y = \left(\frac{R_D}{R_D + 1} \right) x + \frac{x_D}{R_D + 1} \quad (11)$$

onde $R_D = L/D$ é a razão de refluxo.

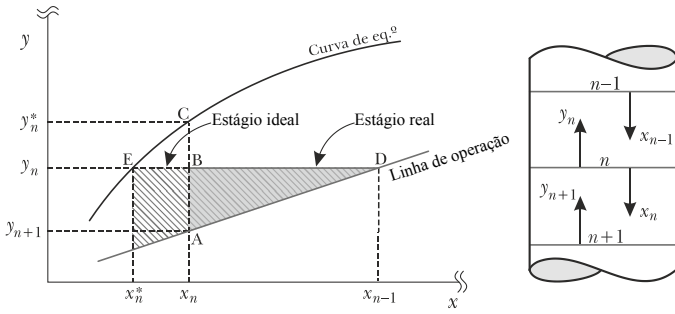
- Linha de operação da seção de esgotamento:

$$y = \frac{\bar{L}}{\bar{V}} x - \frac{W}{\bar{V}} x_W = \left(\frac{R_B + 1}{R_B} \right) x - \frac{x_W}{R_B} \quad (12)$$

onde $R_B = \bar{V}/W$ é a razão de *boilup*.

- Razão de refluxo mínima, R_{min} :

$$R_{min} = \frac{x_D - y^*}{y^* - x^*} \quad (13)$$



- Eficiência de prato ou de Murphree, E_M :

$$E_{MV} = \frac{y_n - y_{n+1}}{y_n^* - y_{n+1}} \quad (14)$$

$$E_{ML} = \frac{x_n - x_{n-1}}{x_n^* - x_{n-1}} \quad (15)$$

- Eficiência global, E_0 :

$$E_0 = \frac{N_{\text{ideal}}}{N_{\text{real}}} < 1 \quad (16)$$

Destilação Multicomponente por Estágios

- Equação de Fenske:

$$N_{\min} = \frac{\ln \left[\frac{(x_{i,D}/x_{j,D})}{(x_{i,W}/x_{j,W})} \right]}{\ln(\alpha_{i,j})} \quad (17)$$

com $\alpha_{i,j}$ é aproximada por:

$$\alpha_{i,j} = (\alpha_1 \alpha_2 \dots \alpha_R)^{1/N_{\min}} \approx (\alpha_1 \alpha_R)^{1/2} \quad (18)$$

Expressões alternativas:

$$N_{\min} = \frac{\ln \left[\frac{FR_{i,D} \cdot FR_{j,W}}{(1 - FR_{i,D})(1 - FR_{j,W})} \right]}{\ln(\alpha_{i,j})} \quad (19)$$

$$N_{\min} = \frac{\ln \left[\frac{x_D/(1 - x_D)}{x_W/(1 - x_W)} \right]}{\ln(\alpha)} \quad (20)$$

sendo:

$$FR_{k,D} = \frac{\alpha_{k,j}^{N_{\min}}}{\frac{FR_{j,W}}{1 - FR_{j,W}} + \alpha_{k,j}^{N_{\min}}} \quad (21)$$

$$D \cdot x_{D,i} = FR_{i,D} \cdot F \cdot z_i \quad (22)$$

$$W \cdot x_{W,i} = (1 - FR_{i,D}) \cdot F \cdot z_i \quad (23)$$

onde k é um componente não-chave (NK).

- Equações de Underwood:

$$1 - q = \sum_{i=1}^C \left(\frac{\alpha_{i,\text{HK}} \cdot z_i}{\alpha_{i,\text{HK}} - \theta} \right) \quad (24)$$

$$R_{\min} + 1 = \sum_{i=1}^C \left(\frac{\alpha_{i,\text{HK}} \cdot x_{i,D}}{\alpha_{i,\text{HK}} - \theta} \right) \quad (25)$$

com $1 < \theta < \alpha_{\text{LK, HK}}$.
e para se obter $x_{i,D}$:

$$x_{i,D} = \frac{z_i \cdot F \cdot FR_{i,D}}{D} \quad (26)$$

sendo que

$$D = \sum_{i=1}^C (z_i \cdot F \cdot FR_{i,D}) \quad (27)$$

- Correlação de Gilliland:

$$Y = 0,75 - 0,75X^{0,5668} \quad (28)$$

onde $Y = \frac{N - N_{\min}}{N + 1}$ e $X = \frac{R - R_{\min}}{R + 1}$.

- Equação de Kirkbride:

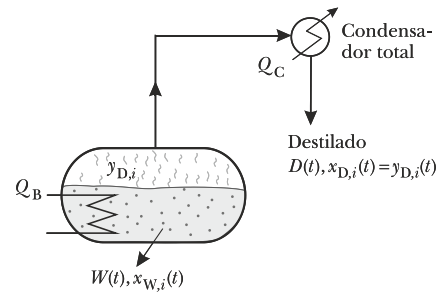
$$\frac{N_F - 1}{N - N_F} = \frac{N_{\text{retif}}}{N_{\text{esgot}}} = \left[\left(\frac{z_{\text{HK}}}{z_{\text{LK}}} \right) \left(\frac{x_{\text{LK},W}}{x_{\text{HK},D}} \right)^2 \left(\frac{W}{D} \right) \right]^{0,206} \quad (29)$$

Determinação de N_F a partir de Fenske:

$$N_{F,\min} = \frac{\ln \left[\frac{(x_{\text{LK},D}/x_{\text{HK},D})}{(z_{\text{LK}}/z_{\text{HK}})} \right]}{\ln(\alpha_{\text{LK, HK}})} \quad (30)$$

$$\frac{N_{F,\min}}{N_{\min}} = \frac{N_F}{N} \quad (31)$$

Destilação Batelada



- Equação de Rayleigh:

$$\ln \left(\frac{W_f}{F} \right) = \int_{x_F}^{x_{W_f}} \frac{dx_W}{y_D - x_W} \quad (32)$$

sendo a área sob a curva desde $x = x_F$ até $x = x_{W_f}$ pela regra de Simpson:

$$\int_{x_F}^{x_{W_f}} f(x) dx = \frac{x_{W_f} - x_F}{6} \left[f(x_{W_f}) + 4f \left(\frac{x_{W_f} + x_F}{2} \right) + f(x_F) \right] \quad (33)$$

onde $f(x) = 1/(y - x)$.

- Quantidade total de destilado produzido:

$$D_{\text{total}} = D_f = F - W_f \quad (34)$$

- Composição média do destilado:

$$x_{Df} = \frac{x_F F - x_{Wf} W_f}{F - W_f} \quad (35)$$

- Para ELV dado por α constante, tem-se:

$$y_D = x_D = \frac{\alpha \cdot x_W}{1 + x_W(\alpha - 1)} \quad (36)$$

onde a solução analítica da equação de Rayleigh é:

$$\ln\left(\frac{x_{Wf} W_f}{x_F F}\right) = \alpha \ln\left[\frac{(1 - x_{Wf}) W_f}{(1 - x_F) F}\right] \quad (37)$$

$$\ln\left(\frac{W_f}{F}\right) = \frac{1}{\alpha - 1} \ln\left[\frac{x_{Wf}(1 - x_F)}{x_F(1 - x_{Wf})}\right] + \ln\left(\frac{1 - x_F}{1 - x_{Wf}}\right) \quad (38)$$

Absorção & Regeneração

- Relação entre razão molar (X, Y) e fração molar (x, y):

$$X = \frac{x}{1 - x} \quad (39)$$

$$Y = \frac{y}{1 - y} \quad (40)$$

- Cálculo de K_i (lei de Henry):

$$K_i = \frac{y_i}{x_i} = \frac{H_i}{p} \quad (41)$$

- Linha de operação de regeneração (*stripping*):

$$Y_{j+1} = \left(\frac{L_S}{G_S}\right) X_j + \left(Y_1 - \frac{L_S}{G_S} X_0\right) \quad (43)$$

- Equações de Kremser:

- para $L/G = m$:

$$N = \frac{y_{N+1} - y_1}{y_1 - m x_0} \quad (44)$$

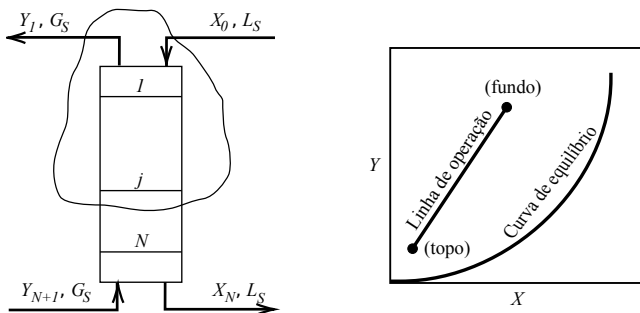
$$N = \frac{x_0 - x_N}{x_N - y_{N+1}/m} \quad (45)$$

- para $L/G \neq m$:

$$N = \frac{\ln\left[\left(1 - \frac{1}{A}\right)\left(\frac{y_{N+1} - m \cdot x_0}{y_1 - m \cdot x_0}\right) + \frac{1}{A}\right]}{\ln A} \quad (46)$$

$$N = \frac{\ln\left[\left(1 - \frac{1}{S}\right)\left(\frac{x_0 - y_{N+1}/m}{x_N - y_{N+1}/m}\right) + \frac{1}{S}\right]}{\ln S} \quad (47)$$

onde $A = L/mG$ e para um caso de regeneração, $S = 1/A$.



- Linha de operação de absorção:

$$Y_{j+1} = \left(\frac{L_S}{G_S}\right) X_j + \left(Y_1 - \frac{L_S}{G_S} X_0\right) \quad (42)$$

