



15° Congresso de Iniciação Científica

USO DA CALCULADORA HP PARA RESOLUÇÃO CÁLCULO DE PRATOS TEÓRICOS DE COLUNA DE DESTILAÇÃO

Autor(es)

ADRIANO DI PIERO FILHO

Orientador(es)

Jean Pierre Lang

1. Introdução

A destilação é uma das operações unitárias da engenharia química (1). Colunas de destilação são amplamente conhecidas e utilizadas em indústrias de processos químicos onde grandes quantidades de líquidos precisam ser destilados (2), como em indústrias de processamento petróleo, produção petroquímica, separação de ar líquido entre outros. Destiladores industriais normalmente possuem formato cilíndricos, com diâmetros pequenos como 65 centímetros até enormes como 6 metros, e podendo ter alturas que variam dos 6 aos 60 metros ou mais, dependendo da dificuldade em se separar dois produtos e, conseqüentemente, do número de estágios (pratos) necessários para se conseguir a concentração desejada dos produtos.

O desenho e a operação de uma coluna de destilação dependem das composições dos componentes de entrada e das composições desejadas de saída. Um método muito comum e simples que pode se utilizar é o método de McCabe-Thiele, que requer poucas informações e permite a obtenção de um gráfico simples que permite a determinação do número de pratos teóricos de uma coluna de destilação.

A calculadora HP é uma ferramenta completa, capaz de efetuar operações avançadas de cálculos numéricos e também possui grande programabilidade, com uma linguagem simples e acessível. Deste modo, escolheu-se desenvolver um programa para o cálculo do número de pratos teóricos de uma coluna de destilação, capaz de ser utilizado de maneira didática em aulas de Operações Unitárias.

2. Objetivos

Desenvolver uma aplicação para a calculadora HP capaz de permitir o cálculo do número de pratos teóricos de uma coluna de destilação.

3. Desenvolvimento

Uma coluna de destilação é composta de duas regiões - uma superior, na qual o componente volátil é enriquecido (zona de retificação) e outra inferior, na qual o componente volátil é extraído (zona de esgotamento). Composto a zona de esgotamento encontra-se um ebulidor (reboiler), que fornece a energia necessária para o sistema operar, enquanto na região superior encontra-se um condensador, necessário para se efetuar o refluxo do destilado ao sistema. A figura 1 exibe uma coluna de destilação, com todos os fluxos mais importantes do sistema.

Para se desenhar o diagrama de McCabe-Thiele, é necessário conhecer-se diversos parâmetros da operação. Entre eles, requer-se a vazão de entrada (F), a concentração de entrada de um dos componentes (X_F) e as concentrações de saída na corrente superior (X_D) e inferior (X_B). De posse deste dados, é necessário realizar o balanço de massa do sistema, conforme equações 1 e 2.

Após realizar o balanço de massa global do sistema, temos de balancear as correntes de retorno, pois estas irão ser utilizadas para a construção das curvas de operação da coluna de destilação, e portanto farão parte do diagrama. As equações 3 e 4 demonstram o balanço de massa destas correntes. Entretanto, percebe-se que não é possível balancear o sistema se não levarmos em consideração informações adicionais. Para se balancear o sistema, é necessário conhecer a razão de refluxo do mesmo (RR , eq. 5), além da condição térmica de alimentação (ϕ , eq. 5). Sabendo-se que a condição térmica de alimentação determina a fração de vapor (seja ele superaquecido ou saturado) ou fração líquida do sistema (seja ele subresfriado ou não), podemos deduzir a equação 7, que correlaciona o valor de ϕ com a quantidade de vapor no sistema, possibilitando realizar o balanço de massa.

Além dos parâmetros de operação da coluna, obtidos através do balanço de massa do sistema, é necessário obter-se a curva de equilíbrio líquido-vapor dos componentes da mistura a ser separada. Isto pode ser feito de diversas maneiras, mas para o método proposto, escolheu-se a abordagem de Raoult e Dalton, que utiliza apenas a volatilidade relativa (α) dos compostos para a definição desta. Com todos estes dados, é possível plotar o diagrama McCabe-Thiele, utilizando-se as equações da figura 2, que também demonstra como determinar o número de pratos teóricos através do uso do diagrama. Uma vez em posse de todas as equações necessárias para o desenvolvimento do programa, as equações foram convertidas para uso na calculadora HP.

4. Resultados

Foram plotados manualmente 15 gráficos de McCabe-Thiele, com auxílio apenas do software Microsoft Excel para a obtenção das curvas de equilíbrio. À partir destas curvas, determinou-se manualmente o número de pratos necessários para a operação da coluna nas condições desejadas. As condições escolhidas foram: $X_F = 0,5$; $X_B = 0,1$; $X_D = 0,9$; $RR = 0,5, 1, 5$; $\phi = -1, 1, 0, 0,5$ e 5 . Observou-se que em duas situações as colunas foram impossíveis de serem construídas. Utilizando os mesmos dados, foram plotados diagramas com o uso do software desenvolvido neste projeto. Os resultados, em relação ao número de pratos e a não existência das colunas concordou com os resultados obtidos manualmente em todos os casos, demonstrando uma boa funcionalidade do software, com adicional vantagem da velocidade de execução e facilidade de operação.

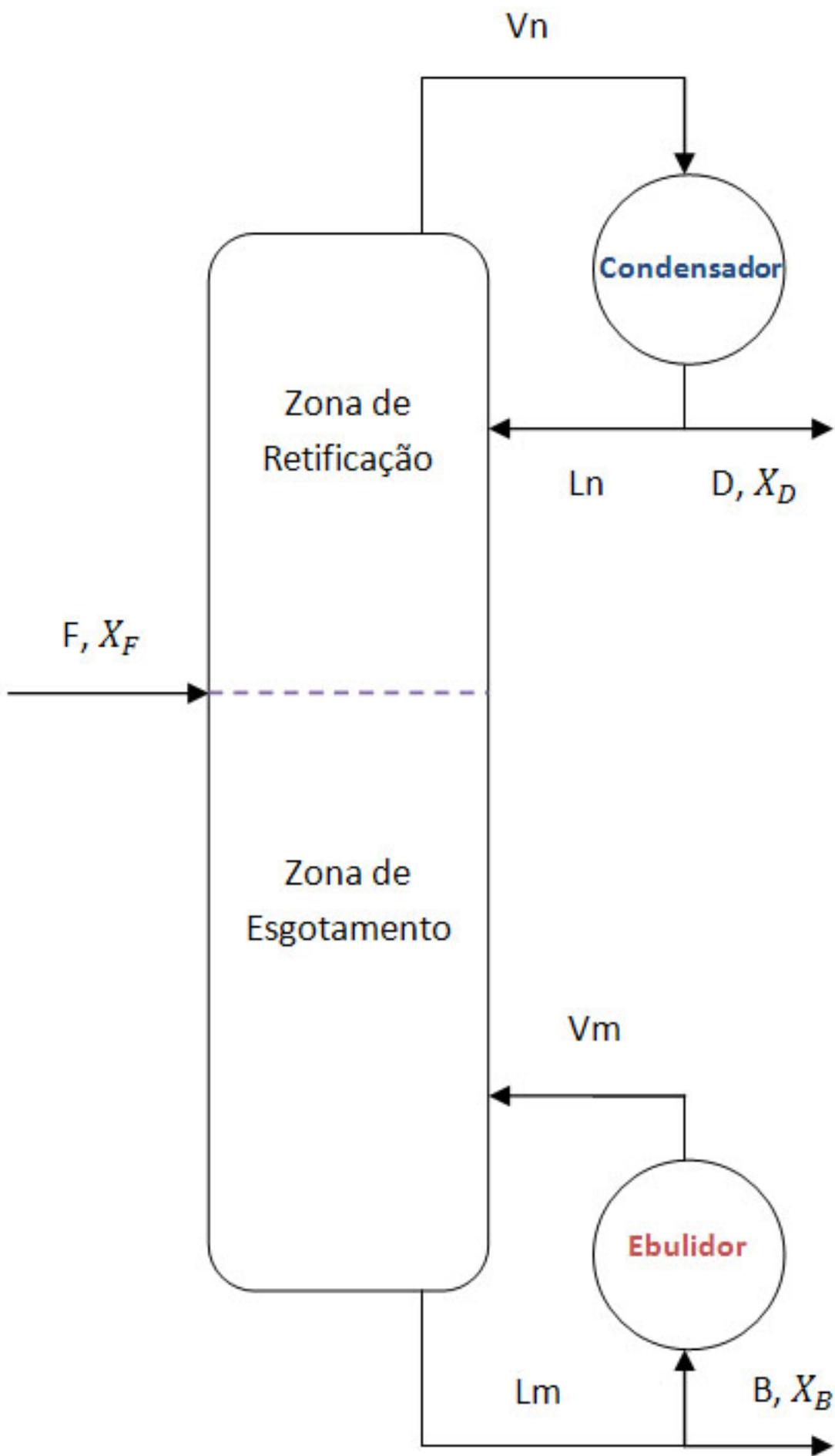
5. Considerações Finais

Com as equações de balanço de massa, foi possível obter-se todos os parâmetros requeridos para a plotagem das curvas utilizadas no diagrama McCabe-Thiele. O software foi então testado com diversas variações das condições de entrada, e os resultados obtidos foram comparados com aqueles obtidos na plotagem manual do gráfico. Resultados muito próximos foram encontrados em todos os casos, o que permite concluir que o uso da calculadora HP é válido como ferramenta didática na determinação de pratos teóricos pelo método McCabe-Thiele.

Referências Bibliográficas

1. Editores: Jacqueline I. Kroschwitz e Arza Seidel. *Kirk-Othmer Encyclopedia of Chemical Technology*, 5th Edition, Hoboken, NJ: Wiley-Interscience, 2004.
2. McCabe, W., Smith, J. and Harriott, P. *Unit Operations of Chemical Engineering*, 7th Edition, McGraw Hill, 2004.

Anexos



$$F = D + B \quad (1)$$

$$F \cdot X_F = D \cdot X_D + B \cdot X_B \quad (2)$$

$$Vn = Ln + D \quad (3)$$

$$Lm = Vm + B \quad (4)$$

$$RR = \frac{Ln}{D} \quad (5)$$

$$\varphi = \frac{\text{Entalpia do vapor} - \text{entalpia de entrada}}{\text{Entalpia do vapor} - \text{entalpia do líquido}} \quad (6)$$

$$Vn = (1 - \varphi) \cdot F + Vm \quad (7)$$

