



Universidad
Rey Juan Carlos Escuela Superior de Ciencias Experimentales y Tecnología

TEMA 2. DESTILACIÓN Y RECTIFICACIÓN

RECTIFICACIÓN DE MEZCLAS BINARIAS. RESOLUCIÓN MEDIANTE McCABE-THIELE

3º Grado en Ingeniería Química
Operaciones de Separación



ENUNCIADO

Se desea separar por destilación, a 1 atm de presión, una mezcla de agua y ácido acético con un contenido del 70 % molar de agua para obtener un destilado con un 86 % de agua y un residuo con un 71,5 % de ácido acético. El condensador es total y se operará con una razón de reflujo externa de 4 moles por cada mol de destilado. En el piso de alimentación el alimento entra como líquido saturado.

Datos:

- Datos de equilibrio agua-ácido acético (fracciones molares de agua) a 1 atm:

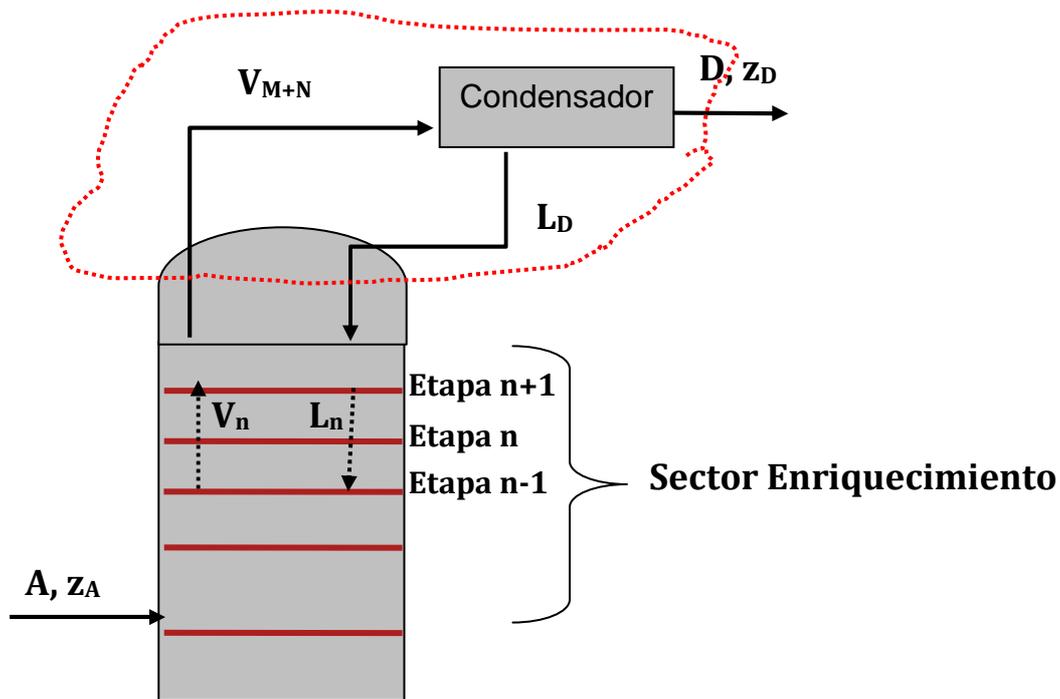
x	y
0	0
0,0530	0,1333
0,1250	0,240
0,206	0,338
0,297	0,437
0,394	0,533
0,510	0,630
0,649	0,751
0,803	0,866
0,9594	0,9725
1	1

BLOQUE I. Cuestiones generales.

1. Represente el diagrama de bloques del proceso identificando las corrientes y composiciones.
2. ¿Cuántos sectores (enriquecimiento, agotamiento, etc.) tiene la columna? Localícelos en la representación e identifique las fronteras que delimitan cada uno de esos sectores.
3. Razone las siguientes cuestiones:
 - a. ¿Es la temperatura constante a lo largo de la columna?. ¿Por qué?. En caso negativo, ¿En qué sentido (ascendente o descendente) aumentará la temperatura a lo largo la columna?
 - b. ¿Es la presión constante a lo largo de la columna?. ¿Por qué?. En caso negativo, ¿En qué sentido (ascendente o descendente) aumentará la presión a lo largo la columna?
 - c. ¿Cuál es el componente más volátil?. ¿En qué sentido (ascendente o descendente) aumentará la composición del agua en la corriente VAPOR a lo largo la columna ?

BLOQUE II. Métodos de resolución simplificados.

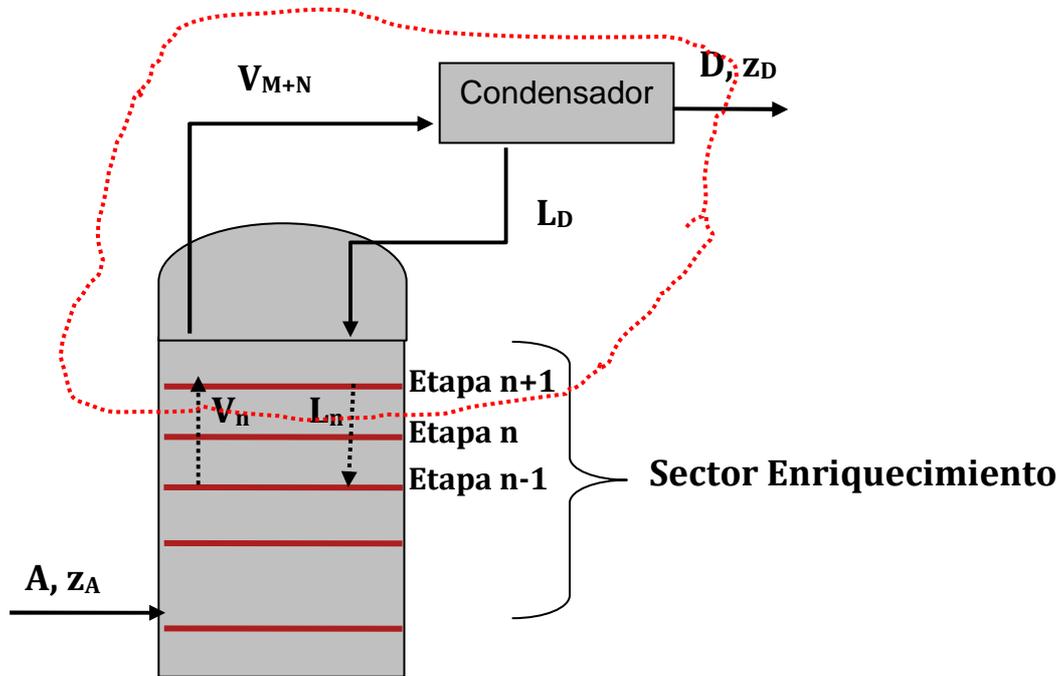
4. ¿Qué simplificaciones asumen los métodos denominados “simplificados”?
5. Represente dos pisos o platos contiguos (pisos n+1 y n), con sus corrientes de entrada y salida perfectamente identificados (ver Fig. 1). ¿Cuáles de esas corrientes están en equilibrio entre sí?
6. En los métodos simplificados, las rectas de operación relacionan la composición de la corriente vapor que abandona un piso (tras haber alcanzado el equilibrio) con la composición del líquido que abandona el piso inmediatamente anterior. A modo de ejemplo, a continuación se encuentra desarrollada la deducción de la recta de operación del sector de enriquecimiento planteando los balances de materia en el condensador (Fig. 1).



$$y_{M+N} \cdot V_{M+N} = L_D \cdot x_D + D \cdot z_D$$

$$y_{M+N} = \frac{L_D}{V_{M+N}} \cdot x_D + \frac{D \cdot z_D}{V_{M+N}}$$

La recta de operación del sector de enriquecimiento, sin embargo, suele deducirse planteando los balances de materia entre dos pisos contiguos de dicho sector y el condensador (Fig. 2). Plantee dichos balances considerando los pisos “n+1” y “n”, y deduzca la ecuación correspondiente.



7. De forma análoga, deduzca la ecuación de la recta de operación del sector de agotamiento de la columna.
8. Determine mediante el método gráfico McCabe-Thiele el número de etapas teóricas de la columna para alcanzar la separación especificada en el enunciado.
9. Represente en una columna de rectificación los caudales y composiciones de todas las corrientes, tanto las que son productos (destilado y residuo) como las internas (líquido y vapor de cada plato), obtenidas por el método gráfico.
10. ¿Cómo se resolvería gráficamente el problema considerando las siguientes modificaciones?:
 - a. Condensador parcial en lugar de total (prestar especial atención al punto de comienzo del trazado de etapas teóricas).
 - b. El alimento entra como una mezcla de líquido y vapor (25 % de vapor)
 - c. Dos alimentaciones: a) vapor saturado con 45 % de agua y b) líquido saturado con 70 % de agua, respectivamente)
 - d. Una alimentación (líquido saturado, 70 % de agua) y una extracción lateral de líquido saturado con un contenido de 75 % en agua.
 - e. No hay caldera, sino inyección directa de vapor con un 5 % de agua.