

CASO 5

Se desea separar una mezcla de cuatro hidrocarburos en sus componentes individuales, con un requerimiento mínimo de pureza del 98% en las corrientes resultantes.

La composición de la corriente, que se alimenta a 40°C y 20 bar, es la siguiente:

Propano: 100 kmol/h

i-butano: 300 kmol/h

n-butano: 500 kmol/h

i-pentano: 400 kmol/h

Para realizar la separación se dispone de 3 columnas diseñadas para una presión de trabajo entre 1-20 bares y máxima relación de reflujo 10.

- Justificar el esquema de separación más adecuado
- Determinar con modelos de destilación shortcut el mínimo número de platos necesario para realizar la separación en cada columna.
- Determinar las condiciones de operación en cada columna de forma que se cumpla que cada una de las 4 corrientes de productos tenga una pureza mínima del 98% de su componente principal.
- Optimizar las condiciones de operación del sistema para minimizar el consumo energético de las columnas.

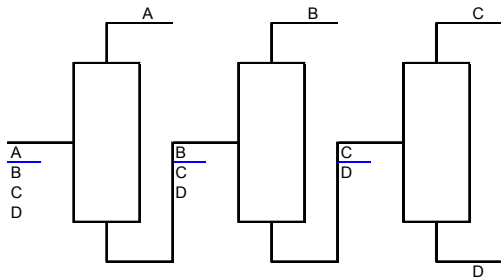
La determinación del orden de separación de mezclas multicomponentes conlleva el análisis de todas las secuencias posibles y su valoración en función del coste de operación. Si los componentes de una mezcla de P compuestos deben aislarse de forma individual, el número de operaciones de separación será N-1, y el número de secuencias (o combinaciones posibles de las operaciones de separación) vendrá determinado por la ecuación:

$$N_s = \sum_{j=1}^{P-1} N_j \cdot N_{P-j} = \frac{[2(P-1)]!}{P!(P-1)!}$$

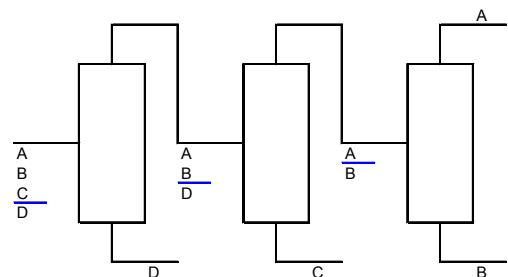
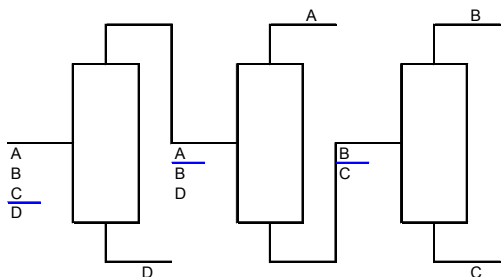
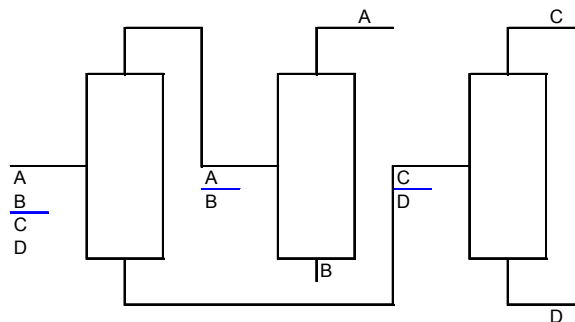
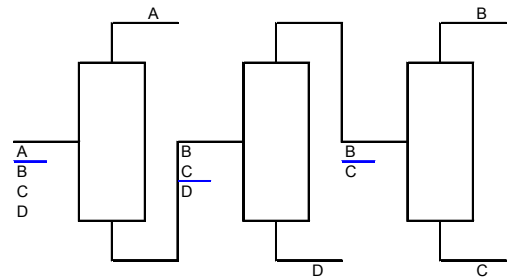
Ejemplos de posibles secuencias y operaciones:

Productos (P)	Operaciones separación	Secuencias (N _s)
2	1	1
3	2	2
4	3	5
5	4	14

Para el caso de 4 componentes del caso propuesto, existen 5 configuraciones posibles para la separación, que se indican a continuación.



Secuencia directa



Secuencia indirecta

En la mayoría de los casos, excepto en sistemas con grandes variaciones en las cantidades de cada componente o diferencias muy grandes entre las volatilidades relativas, los costes no varían de forma significativa, y la selección suele realizarse tomando como referencia factores de operación. Aunque la secuencia directa suele ser el esquema elegido, algunas de las reglas siguientes pueden modificar la secuencia:

- Eliminar los componentes inestables, corrosivos o químicamente reactivos en las primeras etapas de la secuencia.
- Eliminar los productos finales uno por uno en el destilado (secuencia directa).
- Separar al principio de la secuencia de forma preferente los componentes mayoritarios

- d) Preparar la secuencia en orden de menores volatilidades, con el fin de que las separaciones más difíciles se realicen en ausencia de otros componentes.
- e) Organizar la secuencia de forma que los compuestos con mayores requerimientos de pureza se obtengan en los puntos finales de la misma.
- f) Definir el orden de separación de forma que las cantidades de destilado y residuo sean similares en cada columna.

En ocasiones estas reglas básicas pueden entrar en contradicción entre sí. En aquellos casos en los que el coste energético es el predominante, la regla f) suele conducir a los costes más bajos. El resto de los casos son consistentes con la definición adecuada de los componentes clave ligero y pesado en cada una de las separaciones.