

Problema No.1

Considerar el siguiente diagrama de bloques de un proceso de alquilación, tal como se ilustra en la Fig. 1.

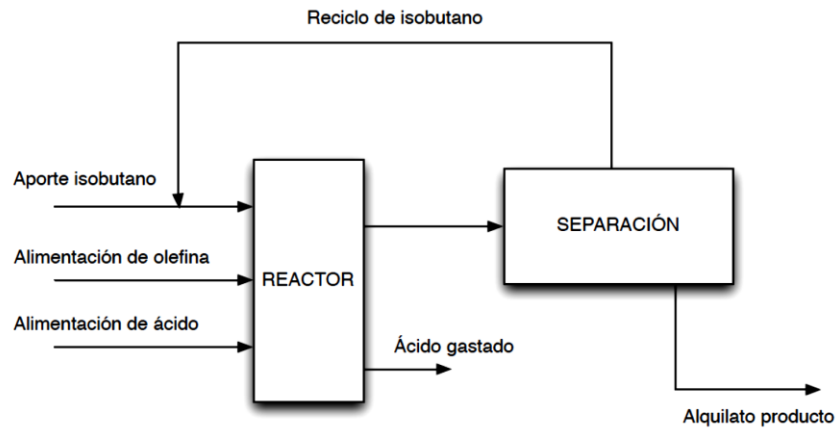


Fig. 1: Diagrama de bloques proceso de alquilación

Las ecuaciones que describen al sistema se han realizado a través de regresión, es decir, corresponden a ecuaciones empíricas. Se obtuvo que el rendimiento (cantidad producida) de alquilato (x_4) es función de la alimentación de olefina (x_1) y de la razón (ratio) de reciclo de isobutano respecto a la olefina alimentada (x_8). La relación no lineal es la siguiente:

$$x_4 = x_1(1.12 + 0.1317 x_8 - 0.0067 x_8^2)$$

La adición de isobutano se determina mediante un balance volumétrico al reactor. Se conoce que la mezcla de olefina e isobutano fresco alimentados ocupan un 22% más que el alquilato. Además, la pureza del ácido (x_6) se puede expresar como:

$$x_6 = \frac{98000 x_3}{x_4 x_9 + 1000 x_3}$$

El número de octano se representa mediante la siguiente ecuación:

$$x_7 = 85.88 + 1.098 x_8 - 0.04 x_8^2 + 0.325(x_6 - 88.8)$$

La razón (ratio) de isobutano a olefinas está referida al isobutano total (reciclado más aporte). El factor de dilución (x_9) se puede expresar como una función lineal del factor de comportamiento (x_{10}), siendo este último expresado en función del número de octano.

$$\begin{aligned} x_9 &= 35.80 - 0.222 x_{10} \\ x_{10} &= -133 + 3 x_7 \end{aligned}$$

Estas ecuaciones conforman el modelo que expresa el valor de las variables dependientes en función de 3 variables independientes y de las propias variables dependientes. Notar que hay dos ecuaciones que no están expresadas explícitamente.

Considerar la siguiente lista de precios y costos:

| Precios/costos | | | |
|-----------------------|--------------------------------|-------|----------------------|
| C1 | Precio del alquilato producto | 0,063 | \$/barril de octanos |
| C2 | Coste de la olefina | 5,04 | \$/barril |
| C3 | Coste del reciclo de isobutano | 0,035 | \$/barril |
| C4 | Coste de la adición de ácido | 10 | \$/klb |
| C5 | Coste del isobutano de aporte | 3,36 | \$/barril |

Y la definición de variables de la siguiente forma:

| Variable | Descripción | limite inferior | limite superior |
|-----------------|---|------------------------|------------------------|
| x1 | Alimentación olefina (bbl/d) | 0 | 2000 |
| x2 | Reciclo de isobutano (bbl/d) | 0 | 16000 |
| x3 | Ratio de adición de ácido (klb/d) | 0 | 120 |
| x4 | Rendimiento del alquilato (bbl/d) | 0 | 5000 |
| x5 | Isobutano fresco (aporte) (bbl/d) | 0 | 2000 |
| x6 | Pureza del ácido (%) | 85 | 93 |
| x7 | Número de octano | 90 | 95 |
| x8 | Relación externa de isobutano a olefina | 3 | 12 |
| x9 | Factor de dilución del ácido | 0,01 | 4 |
| x10 | F-4 performance number | 145 | 162 |

Si el problema de optimización (beneficio económico) se define como:

$$\max_x c_1 x_4 x_7 - c_2 x_1 - c_3 x_2 - c_4 x_3 - c_5 x_5$$

Responder:

Formular el problema de optimización utilizando MS Excel y Python. Obtener los valores de las variables de decisión que maximizan la función objetivo.