

Proyecto 2 de la asignatura de Introducción a la optimización de procesos químicos.

Optimización de un cracker térmico

Se dispone de la matriz de rendimientos de un reactor de cracker térmico. Con esta matriz se puede realizar una optimización para obtener la distribución óptima de reactivos en función de la distribución de productos que se desee obtener. Debido a esto la optimización y en concreto la programación lineal se emplea mucho en la planificación de la producción en un unidades de olefinas y crackers catalíticos..

El reactor sobre el cual se debe de realizar la optimización se presenta en la figura 1.

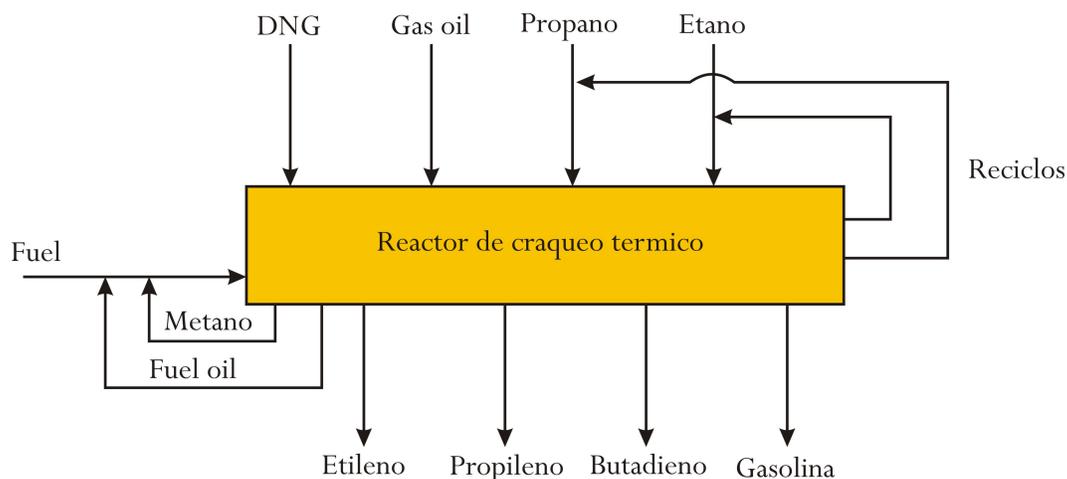


Figura 1: Reactor de craqueo térmico.

La tabla 1 muestra diferentes alimentaciones y su correspondiente distribución de productos para el cracker térmico de producción de olefinas. Las posibles alimentaciones incluyen etano, propano, gasolina natural desbutanizada (DNG) y gas oil. Algunos de ellos pueden ser alimentados de forma simultánea. Según los datos de planta se producen ocho especies diferentes en las proporciones indicadas en la tabla. La capacidad máxima de gas que puede procesar el reactor es de 200000lb/h. El etano emplea 1,1lb de capacidad por lb de etano, el propano 0,9lb/lb, el gas oil 0,9lb/lb y el DNG 1.0lb/lb.

Tabla 1. Matriz de rendimientos (fracciones másicas)

Producto	Alimentación			
	Etano	Propano	Gas Oil	DNG
Metano	0,07	0,25	0,1	0,15
Etano	0,4	0,06	0,04	0,05
Etileno	0,5	0,35	0,2	0,25
Propano	—	0,1	0,01	0,01
Propileno	0,01	0,15	0,15	0,18
Butadieno	0,01	0,02	0,04	0,05
Gasolina	0,01	0,07	0,25	0,3
Fuel Oil	—	—	0,21	0,01

Existen unos límites en la producción de etileno, que no debe de exceder los 50000lb/h y en el propileno que no debe de exceder los 20000lb/h. El fuel necesario para que opere el reactor según cada reactivo se indica en la tabla 2.

Tabla 2. Fuel requerido

Tipo de producto	Requisitos de fuel (Btu/lb)
Etano	8364
Propano	5016
Gas Oil	3900
DNG	4553

El metano y el fuel oil producidos en el reactor se reciclan para quemarse como fuel. Todo el etano y el propano producidos son reciclados y realimentados al reactor. El calor producido en la combustión del fuel (y el fuel oil y metano usados como tales) se presenta en la tabla 3.

Tabla 3. Calor de combustión (Btu/lb)

Alimentación reciclada	Calor generado (Btu/lb)
Gas Natural	21520
Metano	21520
Fuel Oil	18000

Debido a las pérdidas de calor y a los requisitos de energía para la reacción de pirólisis se necesita que el fuel suministre un calor fijo de $20 \cdot 10^6$ Btu/h (además del necesario para los reactivos, tabla 2). La estructura de precios para la alimentación y los productos se presenta en las tablas 4 y 5.

Tabla 4. Precio de la alimentación

Alimentación	Precio cent/lb
Etano	6,55
Propano	9,73
Gas Oil	12,50
DNG	10,14

Tabla 5. Precio de los productos

Productos	Precio cent/lb
Metano	5,38 (valor como fuel)
Etileno	17,75
Propileno	13,79
Butadieno	26,64
Gasolina	9,93
Fuel Oil	4,5 (valor como fuel)

Supóngase un coste del fuel de $2,5 \cdot 10^6$ \$/Btu

El objetivo es maximizar el beneficio satisfaciendo las restricciones puestas en el reactor y las corrientes.

Se pide:

- Formular el problema: función objetivo y modelo.
- Resolver el problema mediante programación lineal.
- Analizar los resultados obtenidos.
- Indicar las restricciones que están activas en el óptimo.
- Examinar la sensibilidad a incrementos en la producción de etileno.
- Qué ocurre si las restricciones de desigualdad en la producción de etileno y propileno se cambian a igualdades? Resolver la optimización y comentar los resultados.
- Con un nuevo diseño del reactor se consigue bajar el consumo fijo de fuel a $10 \cdot 10^6$ Btu/h. Cómo influye este nuevo diseño en la optimización?.

Se debe entregar un informe en el que se incluyan todos los apartados indicados anteriormente. También se debe de entregar el archivo empleado para realizar la optimización (.xls si se realiza con excel).