

Título de la Tesis: "Operación y flexibilidad de plantas de etileno y sus sistema de generación de vapor y potencia

Doctorado en Ingeniería Química

Autor: Petracci, Noemí

Director: Dra. Ana María Eliceche

Resumen

La optimización de la performance de una planta de olefinas es una tarea compleja y dificultosa. Pequeños cambios en cualquiera de la variables operativas claves producen importantes cambios en la rentabilidad de la planta. La olefina más simple, el etileno, es la materia prima básica de la producción de gran cantidad de derivados petroquímicos. La producción de etileno requiere una gran inversión de capital y sus beneficios están fuertemente influenciados tanto por la disponibilidad de materia prima como de las condiciones económicas generadas por la correlación oferta/demanda de sus productos derivados.

Es por eso que las relaciones entre la rentabilidad de la planta, las variables operativas y la alimentación tanto en el diseño de nuevas plantas como en las plantas existentes, son difíciles de determinar. A pesar de contar con personal altamente experimentado a menudo estas dificultades conducen a operaciones no óptimas, que resultan en una pérdida de beneficios. Por consiguiente existe un fuerte incentivo para el desarrollo de herramientas rápidas y confiables que permitan seleccionar las alimentaciones adecuadas y predecir aquellas condiciones operativas que conducirán a un desempeño óptimo de la planta. Estas herramientas de predicción deben ser capaces de expresar el beneficio de la planta como una función de la alimentación, la producción deseada y las condiciones operativas, teniendo en cuenta las restricciones en la operación en el caso de una planta existente o las limitaciones de diseño en el caso de una planta nueva.

En las plantas de producción de etileno el Sistema de Generación de Vapor y Potencia constituye una de las áreas más importantes desde el punto de vista energético, ya que consume grandes cantidades de energía para producir los servicios demandados por el proceso, siendo por ello el sector que concentra la mayor parte de los costos operativos, si excluimos, en general, la materia prima.

Título de la Tesis: “Operación y flexibilidad de plantas de etileno y sus sistema de generación de vapor y potencia

Doctorado en Ingeniería Química

Autor: Petracci, Noemí

Director: Dra. Ana María Eliceche

Esto conduce a pensar que la optimización de las variables operativas del proceso de producción, sin tener en cuenta el sistema de generación y distribución de vapor, no es suficiente cuando se quiere obtener la máxima rentabilidad de la planta.

El objetivo de esta tesis es el desarrollo de herramientas computacionales para la selección de las condiciones operativas óptimas de una planta completa de etileno, basándose en modelos rigurosos y semi-rigurosos de todos los sectores que la componen y en algoritmos de optimización mixtos enteros. Estos algoritmos permiten la selección simultánea de las variables de operación claves y de la mejor estructura del sistema de vapor.

En el Capítulo 1 se presenta un panorama de los principales aspectos tecnológicos, procesos de producción, materias primas alternativas, aspectos económicos, y principales usos, que permite visualizar con mayor claridad la necesidad de la optimización en el diseño y operación de una planta de etileno, y facilita la selección de las variables de decisión más relevantes, teniendo en cuenta las condiciones cambiantes que caracteriza a esta industria.

En el Capítulo 2 se desarrolla el modelo de una Planta de Servicios, cuyo ajuste a la planta real se ejecuta a través de proyectos realizados con Petroquímica Bahía Blanca en el marco del Programa de Investigación y Desarrollo del Complejo Petroquímico Bahía Blanca (PIDCOP). Este modelo ajustado se implementa en una subrutina Fortran, SERVICIOS, que se incorpora a la librería de módulos de PROSYD, simulador general de procesos desarrollado en PLAPIQUI. De esta manera es posible acoplar la simulación del sistema de generación de vapor y potencia a la simulación parcial o total de l proceso de producción de etileno.

Desarrollado y ajustado el modelo, el siguiente objetivo es proveer al proceso de producción de etileno de los requerimientos de vapor y potencia a un costo mínimo, ya que un importante porcentaje de los costos totales de producción corresponden al consumo de combustible en las calderas de generación de vapor. La selección de las condiciones óptimas de una Planta de Servicios involucra además de variables continuas como, caudales presiones y temperaturas, decisiones discretas asociadas a la selección de los impulsores de bombas, ventiladores y compresores. Por consiguiente al formular el problema de optimización resulta un problema de Programación No Lineal Mixto Entero (PNLME). Este problema se resuelve en el Capítulo 3, aplicando una metodología que consiste en la postulación de una superestructura que contiene todas las configuraciones de interés y la resolución iterativa de dos subproblemas: el primero resuelve un Problema No Lineal (PNL) mediante Programación Lineal Sucesiva (PLS) y el segundo, un Problema Lineal Mixto (PLME) donde se obtiene una nueva configuración candidata al óptimo.

Título de la Tesis: “Operación y flexibilidad de plantas de etileno y sus sistema de generación de vapor y potencia

Doctorado en Ingeniería Química

Autor: Petracci, Noemí

Director: Dra.Ana María Eliceche

Este algoritmo, si bien permite operar en condiciones óptimas el sector de mayor consumo energético, obliga a la optimización por partes del proceso completo, ya que la condición óptima de la Planta de Servicios cambia de acuerdo con las condiciones operativas de la Planta Química. En el Capítulo 4 se extiende al proceso completo de producción de etileno la metodología de Programación Mixta Entera desarrollada en el capítulo anterior. Para ello se adiciona el módulo SERVICIOS y un modelo económico (necesario para el cálculo de los beneficios netos) al simulador semi-rigoroso SISO (desarrollado en FLAPIQUI) de la planta de etileno objeto de este estudio. Además fue necesario resolver el primer subproblema, de Programación No Lineal, utilizando una técnica de Programación Cuadrática Sucesiva (PCS). La función objetivo elegida fue maximización de los beneficios netos (Ventas – Costos). Se seleccionaron cuatro variables de decisión continuas, todas ellas relacionadas con el proceso de producción, mientras que las variables discretas se relacionan con la estructura de la Planta de Servicios.

En el Capítulo 5 se incorporan como variables continuas de optimización las presiones y temperaturas del sistema de generación de vapor, llevando a nueve el número total de variables continuas. De esta manera es posible encontrar un conjunto de valores de los principales parámetros operativos del proceso de etileno y su sistema de vapor, incluida la configuración de esta última, que producen el máximo beneficio.

Estas plantas se caracterizan por las continuas fluctuaciones económicas y operativas. Por consiguiente es de suma importancia conocer la capacidad de operar en especificación ante condiciones variables de parámetros operativos de interés. Para ello en el Capítulo 6 se realiza un análisis de flexibilidad de acuerdo con la metodología planteada por Swaney y Grossmann. Este análisis permite detectar cuellos de botella y definir los escenarios para los cuales ocurrirán. Estos escenarios corresponden a distintas combinaciones de parámetros inciertos. En este capítulo se realiza un estudio de flexibilidad para condiciones variables en la corriente de alimentación, cuyos resultados se vuelcan en un gráfico que permite visualizar rápidamente los valores máximos de los parámetros inciertos considerados y los sectores que restringen la operación en cada caso.