

Modelado y control de una columna de destilación binaria

Ing. Qca., M.Sc. Angelica María Alzate I.

Resumen

Se presenta el modelado de una columna de destilación binaria no ideal para la separación de la mezcla etanol-agua.

La columna de destilación considerada posee doce platos, una única etapa de alimentación, un condensador total y un rehvador. El modelo dinámico de la columna de destilación binaria, posee algunas restricciones dadas principalmente por el equilibrio termodinámico y la presencia de un azeótropo homogéneo en la mezcla. El modelo matemático tiene en cuenta el balance de masa global y por componente, el balance de energía, el balance hidráulico y el equilibrio termodinámico, definido por la formulación $\gamma - \phi$.

De acuerdo con el modelo dinámico y a las suposiciones y consideraciones adoptadas, se desarrollan tres planteamientos con diferentes grados de complejidad. Las ecuaciones diferenciales no lineales de cada uno de los modelos se resuelven empleando un Runge Kutta de cuarto orden y se analiza el comportamiento de cada uno de ellos ante variaciones en los parámetros con el fin de determinar el modelo más apropiado para el desarrollo del algoritmo de control.

Se presenta el análisis dinámico del sistema de la columna de destilación binaria mediante la linealización alrededor de un punto de equilibrio y el estudio de bifurcaciones variando los parámetros del sistema de forma independiente. El sistema posee un único punto de equilibrio estable según la definición de Lyapunov y no presenta bifurcaciones.

Se desarrolla una estrategia de control predictivo aplicado al modelo no lineal de la columna de destilación. La solución del algoritmo de control corresponde a un problema de optimización cuadrático con restricciones, el cual debe solucionarse en cada tiempo de muestreo para todo el horizonte de predicción.

La función de costo presenta parámetros de penalización para el error y las acciones de control, los cuales son parámetros empíricos que deben ser optimizados con el fin de que el controlador sea robusto y a su vez suave en la respuesta. Se presentan dos métodos para la selección dichos parámetros.

Se evalúa el efecto del término cúbico en la función de costo y el desempeño del control predictivo basado en el modelo no lineal. Finalmente, se analiza la estabilidad de la columna de destilación en lazo cerrado con diagramas de bifurcación variando las variables de perturbación y empleando la teoría de conjuntos invariantes.