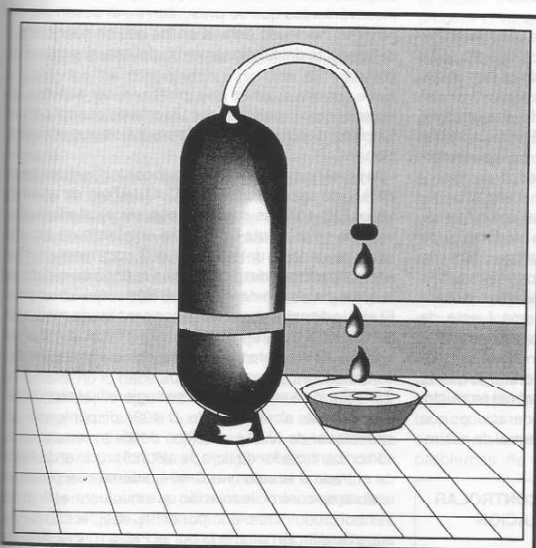


Análisis de los sistemas de control asociados a un proceso de destilación



RESUMEN

El presente artículo muestra el resultado del análisis realizado al sistema de control de la planta de destilación de la Industria de Licores del Valle, Destilería "San Martín".

Fundamentalmente se hizo una evaluación de las condiciones de funcionamiento del sistema de control, en cuanto a nivel de automatización del proceso, para posteriormente sugerir algunas mejoras tendientes a lograr un mayor acoplamiento de los lazos de control ya dispuestos. Las mejoras buscan reducir la intervención de los operarios en algunos casos, pues en las condiciones actuales la presencia de éstos es fundamental cuando se registra un cambio en las condiciones del proceso.

□ Jairo Panesso Tascón, M.Sc.
Ingeniero Electricista
Profesor Titular
Departamento de Electricidad
Universidad del Valle

□ Ana Rosa Meza Lozano
Estudiante de Ingeniería Eléctrica
Universidad del Valle

□ Andrés Arroyave G.
Estudiante de Ingeniería Eléctrica
Universidad del Valle

1. INTRODUCCION

La purificación de materiales por destilación es una operación prominente en muchos procesos químicos, siendo responsabilidad del sistema de control, garantizar la pureza de los productos destilados a partir de la instrumentación utilizada.

En los comienzos de la era industrial el operador era la pieza vital, ya que el control de las diversas variables se hacía manualmente, utilizando sólo instrumentos simples. Ese control era suficiente, debido a la relativa simplicidad de los procesos. Sin embargo la compleji-

dad con que éstos se han ido desarrollando ha exigido una automatización progresiva, mediante instrumentos de medición y control, buscando siempre una mayor eficiencia en la producción y una disminución en los costos de operación.

Estos instrumentos han reducido y simplificado la función del operario, en cuanto a su actuación física directa en la planta, hasta convertirla en una labor única de supervisión y vigilancia desde centros de control situados en el propio proceso. De todo lo anterior se desprende la importancia del presente análisis, puesto que se desea hacer un mayor uso de la instrumentación existente en el mercado, con el fin lograr un mejor nivel de automatización en la planta.

2. CONSIDERACIONES GENERALES

La destilación es la operación en la que se separan los componentes de una mezcla de varios líquidos. Los líquidos se separan suministrando calor a la mezcla, llegando un instante en el que la temperatura alcanzada corresponde a la de ebullición del componente más volátil, y donde las moléculas de éste escapan de la mezcla líquida en estado de vapor para posteriormente, mediante refrigeración, ser condensadas y recogidas.

Como se deduce de lo expuesto, las columnas de destilación producen dos corrientes de productos: una corriente rica en productos de baja temperatura de ebullición-destilado y una corriente rica en productos de alta temperatura de ebullición-fondos, a partir de la introducción de una alimentación y una fuente de calor. Lo anterior ilustra, básicamente, el comportamiento de una columna de destilación sin hacer alusión a la necesidad de una técnica de control, lo que es indispensable para garantizar la calidad del producto. A continuación se harán algunas consideraciones que proporcionan las bases, en lo que a control de columnas de destilación se refiere.

3. PRINCIPALES VARIABLES A CONTROLAR EN UNA COLUMNA DE DESTILACION

Las columnas de destilación se controlan por un determinado número de lazos de regulación, que pueden ser independientes o estar acoplados entre sí, de diferentes formas, dependiendo de la estrategia de control que se siga.

En una columna de destilación se tienen como variables controladas más importantes:

- Composición del producto o destilado
- Composición de los productos de fondo
- Nivel del líquido en el fondo
- Presión en la columna
- Temperatura

y como variables manipuladas

- Caudal de destilado
- Caudal de reflujo
- Caudal vaporizado en el rehedidor
- Caudal de fondo
- Caudal de alimentación.

4. EVALUACION DEL SISTEMA DE CONTROL DE LA DESTILERIA "SAN MARTIN" Y RECOMENDACIONES

El diseño de esta unidad de destilación se basa en el esquema de hidroselectión, con la introducción del sistema a doble efecto para la reducción del gasto de vapor en la unidad.

La presente evaluación tiene por objeto mencionar los inconvenientes que se presentan en el desarrollo del proceso, haciendo énfasis en los que se suscitan por deficiencias del funcionamiento del actual sistema de control.

Entre las situaciones que merecen ser tenidas en cuenta como problemas del sistema de control para el funcionamiento eficiente de la planta, se pueden mencionar:

- Un primer punto está relacionado con los controladores de flujo de agua de dilución FIC-410 y flujo de agua de vapor FIC-404, los cuales deben ser ajustados cada vez que se presenta un cambio en el flujo de alcohol crudo procedente del tanque D-402, para mantener las especificaciones del producto en la línea de salida de la columna de hidroselectión C-404.

El ajuste de estos controladores es realizado mediante la intervención de los operarios, que de acuerdo a las condiciones existentes varían los setpoint de los controladores.

Con relación a esta situación se sugiere fijar el nivel del depósito de alcohol crudo D-402, disponiendo un controlador de nivel para dicho depósito en cascada con un controlador de flujo de alcohol crudo en la línea de entrada a la columna C-404, además se propone realizar un control de relación que involucre el flujo de alcohol crudo controlado por el FIC-408, el caudal de agua de dilución regulada por el FIC-410 y el flujo de vapor de entrada a la columna controlado por el FIC-404, de tal forma que la señal del transmisor de caudal de alcohol crudo se multiplica por un factor fijado manual o automáticamente. La señal de salida de cada multiplicador, es el punto de ajuste de cada controlador, es decir del controlador de caudal de agua de dilución FIC-410 y del controlador de flujo de vapor FIC-404. En la figura 1 se ilustran las buclas de control cerradas para este propósito.

Con esta disposición de control, cuando se presente un aumento en el nivel del depósito de alcohol crudo D-402, el controlador de nivel ajustará el controlador de flujo de alcohol crudo de tal manera que el flujo

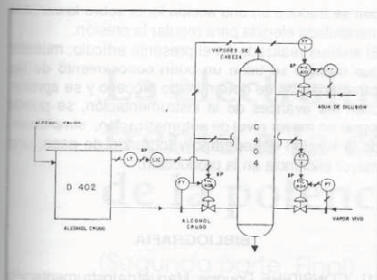


Figura 1. Buclos de control cerrados para la columna de hidroselección

aumentará o disminuirá, según sea el caso, en estas condiciones los controladores de flujo de agua de dilución y flujo de vapor serán ajustados por los elementos de relación respectivos para que aumenten o disminuyan sus flujos de acuerdo a la variación presentada.

El otro inconveniente que se presenta está relacionado con la columna destrozadora C-401, pues el calentamiento de esta columna se logra mediante la condensación de los vapores de cabeza de la columna rectificadora C-403. De acuerdo a lo anotado, todo cambio en el caudal de alimentación de la C-401, para cambiar la capacidad de producción, debe ir acompañado por una variación simultánea del caudal de vapor vivo a la C-403. Procedimiento que actualmente se realiza por acción de los operarios, ya que el sistema de control no lo hace automáticamente.

Sintetizando, lo que se requiere en este caso es mantener constante la razón de flujo de alimentación de la columna C-401 a flujo de vapor vivo a la columna rectificadora C-403. Para se sugiere hacer uso de la técnica de control de relación, donde la señal del transmisor de caudal de alimentación es multiplicada por un factor fijado, ya sea manual o automáticamente. La señal de salida del multiplicador es el punto de consigna del controlador de flujo de vapor vivo a la columna rectificadora C-403.

Las buclas de este arreglo de control se ilustran en la figura 2.

Con esta disposición de control, cuando se presente una variación en el flujo de alimentación a la columna C-401, el controlador de flujo de vapor a la columna C-403 será ajustado de nuevo, variando la cantidad de vapor a esta columna.

El tercer y último problema a tratar, es el concerniente a la columna C-403, la cual presenta elevaciones de presión, lo que ocasiona su inundación y por ende, paradas parciales del proceso.

Con relación a este problema hay que decir que, en esta columna existe un controlador de presión que actúa manipulando el medio refrigerante, resultando insuficiente la acción de este lazo para regular la presión de la columna.

Esto es explicable, pues en las columnas de destilación, cuando el control de presión se va a conseguir por manipulación del medio refrigerante utilizado en el condensador, grandes retrasos de transferencia son introducidos; retrasos que no permiten una acción correctiva rápida, de tal manera que la presión sigue subiendo hasta llegar al punto donde se presenta la inundación.

De acuerdo a la información recibida sobre el problema, se concluye que el aumento de presión se presenta debido a la lentitud en la acción de control para producir la variación en el flujo de vapor alcohólico de la extracción.

Para solucionar el problema se puede actuar de dos maneras. La primera sería una acción correctiva, que consiste en realizar una cascada con un controlador de presión, como controlador primario y el controlador de temperatura como controlador secundario. La figura 3 muestra los lazos que deben ser cerrados con este objeto. Con este arreglo, cuando se presenten aumentos en la presión, por aumentos de caudal de reflujo, por ejemplo, el controlador de presión actuará cambiando el punto de ajuste del controlador de temperatura, lo que se reflejará en una acción inmediata sobre la válvula de control, variando la salida de vapor con el fin de alcanzar el nuevo punto de ajuste deseado. Por otra parte, como la bucla propuesta tiene en cuenta un control de temperatura, esto garantiza que no habrán cambios en la composición del producto, pues el control dispuesto regulará la temperatura manteniéndola en el punto deseado.

La segunda opción va encaminada a realizar una acción preventiva. Según los datos obtenidos, los problemas de presión se presentan muy esporádicamente.

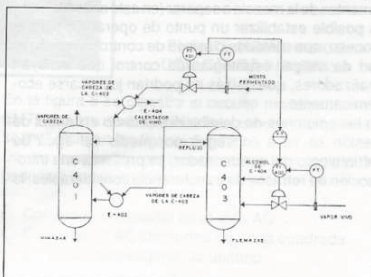


Figura 2. Buclos de control cerrados para mantener constante la razón flujo de alimentación/flujo de vapor.

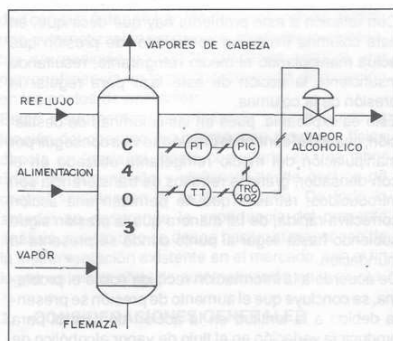


Figura 3. Bucla de control de presión

rápido. Con base en esta observación, es fácil deducir que el problema se presenta debido a la variación de las condiciones externas de la columna. Por otra parte, la presión aumenta sin que el controlador de temperatura se percate. De acuerdo con esto, se puede deducir que estos aumentos de presión pueden ser debidos a aumentos del caudal de reflujo o a variaciones en la temperatura del calor de entrada. Esta afirmación es corroborada por el hecho de no existir un control para el caudal de reflujo, ni un control para la temperatura del caudal de entrada. Por consiguiente se recomienda colocar los controladores mencionados en las líneas de operación respectivas. Estos lazos de control cerrados se muestran en la fig. 4.

5. CONCLUSIONES

Del análisis de la naturaleza de las estrategias propuestas se puede deducir que cuando existe una gran diferencia de temperatura de ebullición, entre los componentes de la mezcla a separar (en este caso melaza), es posible estabilizar un punto de operación para el proceso, con métodos clásicos de control, sin necesidad de utilizar estrategias de control que incluyan analizadores, que quizás no podrían justificarse económicamente.

En las columnas de destilación, cuando el control de presión se va a conseguir por medio del agua de enfriamiento del condensador, se presenta una introducción de retrasos de transferencia considerables, lo

que se traduce en una acción lenta sobre la variable manipulada elegida para regular la presión.

El análisis realizado en el presente artículo, muestra que cuando se tiene un buen conocimiento de las características de determinado proceso y se aprovechan los avances de la instrumentación, se puede lograr un mayor nivel de automatización, simplificando la función del operario y logrando de paso, una mayor eficiencia en la producción.

BIBLIOGRAFIA

- [1] CONSIDINE, Douglas. Manual de Instrumentación aplicada. Tomos I y II. México: Compañía Editorial Continental S.A., 1979.
- [2] CREUS, Antonio. Instrumentación Industrial. Barcelona: Marcombo, 1979.
- [3] FOXBORO. Catálogos y manuales del Sistema de automatización inteligente.
- [4] MORA, Adolfo. Tecnología del control de procesos industriales instrumentación electrónica y neumática. Bogotá: Universidad Nacional, 1985.
- [5] SHINSKEY, G. V. Process-control systems. New York: Mc Graw Hill, 1986.
- [6] WILLIAMS, Theodore J. systems engineering for the process industries. New York: Mc Graw Hill, 1961.

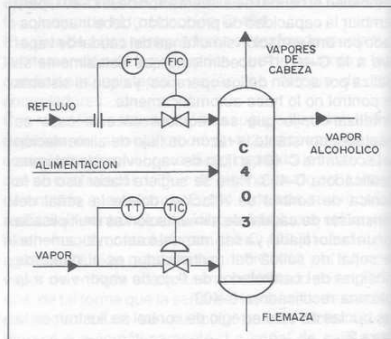


Figura 4. Lazos de control cerrados para evitar los aumentos de presión en la columna C-403