



LoopTunerSentinel™



Resumen

LoopTunerSentinel es un software para la sintonización automática de lazos de control PID, tanto de sistemas de una sola variable como multivariable donde la interacción entre los lazos de control es importante, **LoopTuner** permite determinar el desacoplador en un sistema multivariable y la sintonización de múltiples lazos de control con desacoplamiento. En esta nota de aplicación se muestra un ejemplo de un proceso multivariable con lazos de control interactuantes, por lo que requirió el cálculo del desacoplador y la entonación multi lazo con desacoplamiento.

Para esto, **LoopTuner** permitió especificar la trayectoria del proceso y realizar la entonación por optimización, obteniéndose los parámetros óptimos de los controladores PID.

Justificación

La incorrecta entonación de los lazos de control PID se traduce en válvulas de control con un desempeño no adecuado y sometida a un desgaste más rápido. El entonamiento óptimo evita tener cambios bruscos en las válvulas de control, prolongando su vida útil y en consecuencia, haciendo que los procesos sean más estables, mejorando la calidad del producto y los recursos energéticos de su planta.

Sintonizar es el procedimiento de ajustar los parámetros del controlador por retroalimentación para obtener una respuesta de lazo cerrado especificada. Los valores de los parámetros de sintonización dependen de la respuesta de lazo cerrado deseada y de las características dinámicas de los demás elementos del lazo de control, en particular del proceso. Si el proceso es no lineal, como suele ser el caso, la dinámica del proceso cambiará dependiendo del rango dentro de la ventana operacional. Esto significa que un conjunto particular de parámetros de sintonización puede producir el efecto deseado en un rango operacional, dado que los controladores por retroalimentación comunes son básicamente dispositivos lineales. Para operar en toda la ventana de operación normal, es necesario encontrar un conjunto de parámetros robustos de sintonización, pues la respuesta será lenta en un extremo de la ventana operacional y oscilatoria en el otro extremo.

Desarrollo de entonamiento

A continuación, en la Figura 1. Proceso de Entonación se muestra el procedimiento para la entonación óptima de lazos de control mediante el servicio ofrecido por MCL Control.

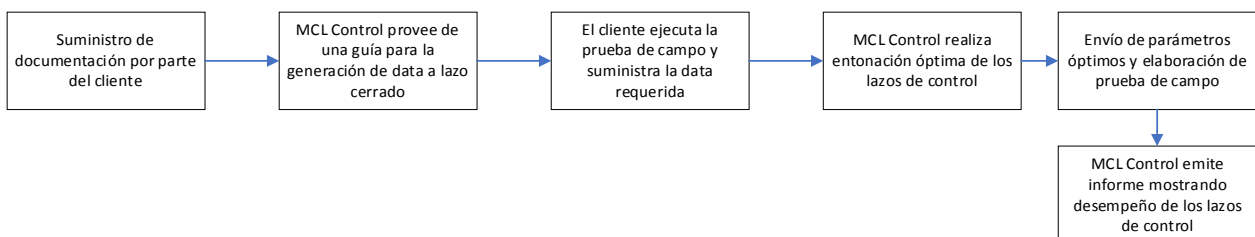


Figura 1. Proceso de Entonación



Aplicación

La Figura 2 muestra un diagrama esquemático del proceso, que es un soplador de aire de una planta de FCC.

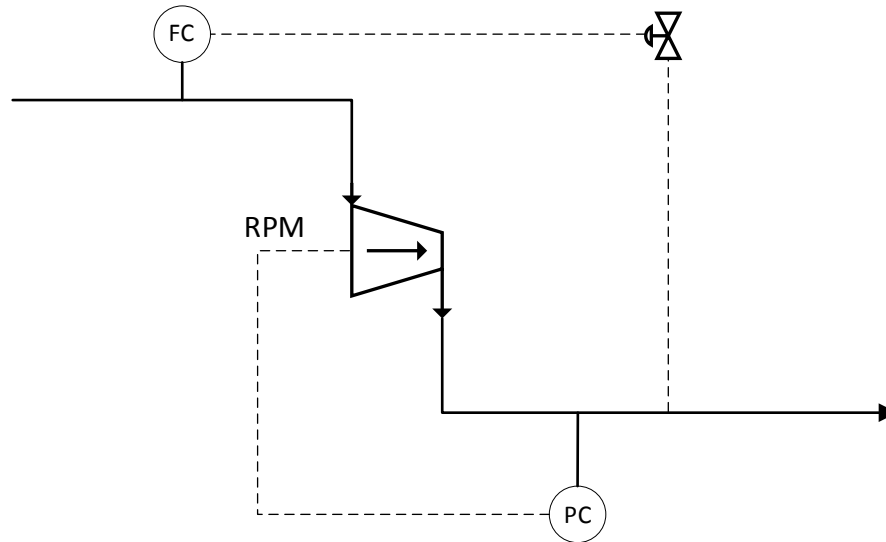


Figura 2. Control Anti Surge

La demanda de aire puede caer a 0 en 8 segundos. La presión de salida es controlada ajustando las RPM del control de velocidad del compresor. Para prevenir el surge, una válvula de descarga (blow off valve) es abierta cuando el flujo en la entrada cae por debajo de una línea de control.

Los lazos de control de flujo en la succión y de la presión de descarga, presentan alta interacción. Para reducir dicha interacción se aplicó un control multivariable con desacoplamiento.

Resultados del estudio

Se aplicó una prueba de campo a lazo cerrado, realizando cambios en el SetPoint al control de presión (control de capacidad) y cambios en el SetPoint de flujo (ASC, Anti Surge Control).

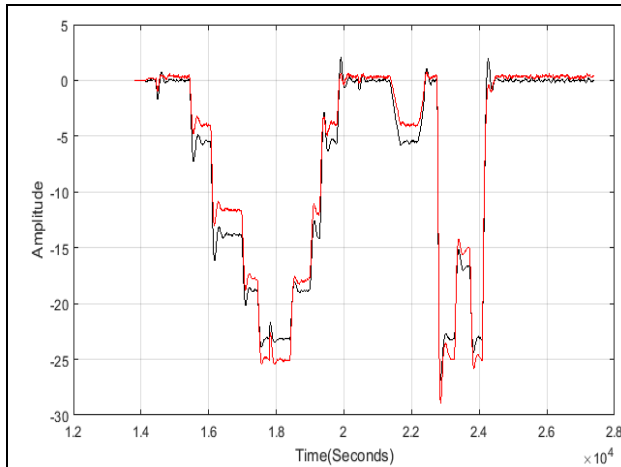


Figura 3. Lazo cerrado (86.7% fit) Presión

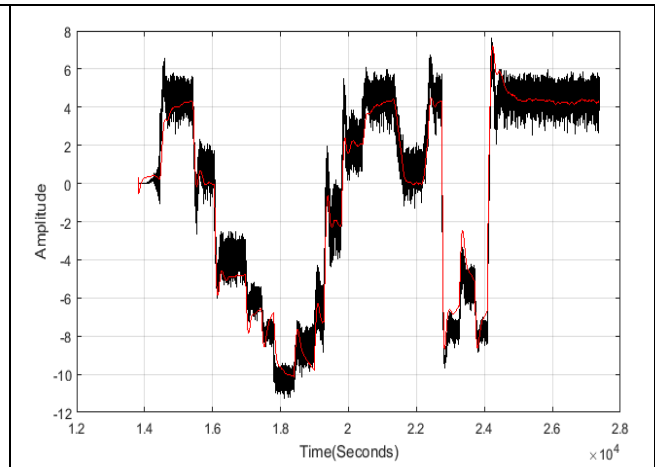


Figura 4. Lazo cerrado (68.7% fit) ASC

Modelo del Proceso

$$\begin{bmatrix} PV \text{ Presion} \\ PV \text{ ASC} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \frac{OP \text{ Presion}}{0.943} \\ \frac{OP \text{ ASC}}{-0.777} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \frac{1531s^2 + 117.4 \cdot S + 1}{1.14} \\ \frac{0.285 \cdot s^2 + 26.85 \cdot S + 1}{1.1} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \frac{22.66 \cdot s^2 + 116.2 \cdot S + 1}{102.6 \cdot s^2 + 220.4 \cdot S + 1} \end{bmatrix}$$

Como se muestra en las Figura 3 y Figura 4 se presenta los resultados obtenidos de los ajustes de la prueba de campo, mientras que los modelos de proceso pueden observarse en el cuadro anterior.

Nótese que se obtuvo la matriz de desacoplamiento y la ganancia relativa del proceso de tal manera que se realice el entonamiento de los controladores PID tomando en cuenta estos factores.

$\begin{bmatrix} \text{Desacoplador Presion} \\ \text{Desacoplador ASC} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} OP \text{ Presion} & OP \text{ ASC} \\ 1 & 0.8242 \\ -1.028 & 1 \end{bmatrix}$ <p style="text-align: center;">Desacoplador</p>	$\begin{bmatrix} PV \text{ Presion} \\ PV \text{ ASC} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} OP \text{ Presion} & OP \text{ ASC} \\ 0.5413 & 0.4587 \\ 0.4587 & 0.5413 \end{bmatrix}$ <p style="text-align: center;">Matriz de ganancia relativa</p>

A continuación, se presenta en la Figura 5, la especificación de la trayectoria deseada de los lazos de control ante cambios en el SetPoint.

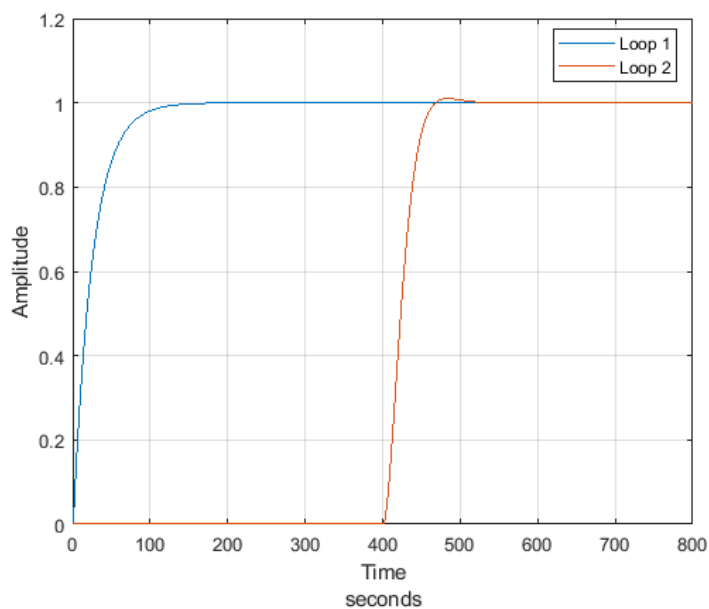


Figura 5. Especificación de trayectoria deseada

Finalmente, en las Figura 6 y Figura 7 se muestran los resultados de la entonación sin y con desacoplamiento de los lazos de control interactuantes.

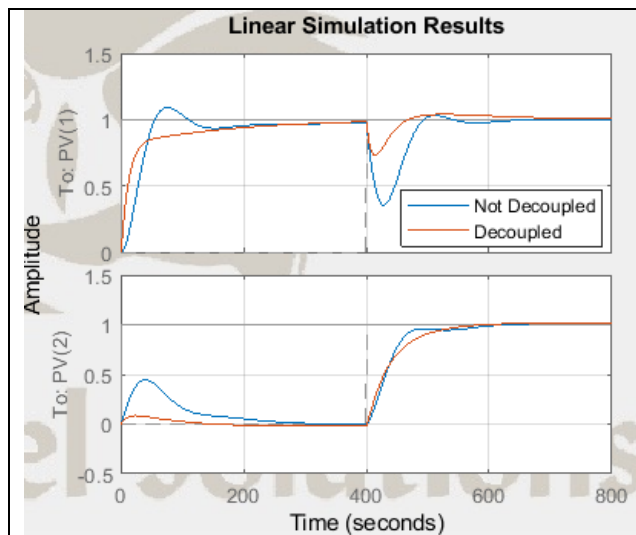


Figura 6. Entonamiento sin desacoplamiento

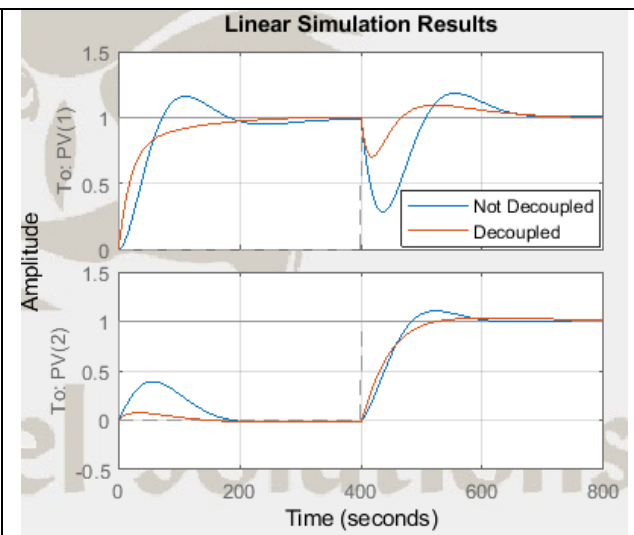


Figura 7. Entonamiento con desacoplamiento

$$\begin{bmatrix} & Kc & Ti (s) \\ PIC & 2.22 & 158.3 \\ ASC & 1.64 & 112.3 \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} & Kc & Ti (s) \\ PIC & 1.31 & 80.6 \\ ASC & 1.5 & 84.3 \end{bmatrix}$$



Conclusiones

- A partir de una prueba de campo, dentro de la ventana de operación y mediante un proceso de identificación multivariable MIMO, se lograron modelos para un sistema de dos lazos altamente interactuantes, con ajustes del 86% para el lazo de presión y 70% lazo de control de flujo.
- Para la selección de los modelos finales, tomando en cuenta la bibliografía especializada, se probaron distintas clases de modelos, obteniéndose que la respuesta de segundo orden es adecuada para estos lazos.
- Al sintonizar los lazos sin utilizar el desacoplamiento, se obtuvo una desviación mayor al 50% del valor deseado según la trayectoria deseada ante un cambio en escalón en el Set-Point, dicha desviación es atribuible a la fuerte interacción de los lazos. Sin embargo al utilizar la matriz de desacoplamiento, posterior a la sintonización, la desviación se redujo a menos del 20%, lo que demuestra la importancia de usar desacoplamiento.
- El desacoplador usado en este trabajo fue estático y para mejorar el desempeño de los controladores se recomienda usar un desacoplador dinámico.



MAYOR INFORMACIÓN

Contacto

MCL CONTROL



info@mclcontrol.com



+58 212 238 2996 / 2581



Av. Diego Cisneros, Centro Empresarial Los Ruices,
Los Ruices, Caracas 1071, Venezuela

MCL CONTROL USA



mclusa@mclcontrol.com



+1 281 469 6634



13652 Brigeton Ridge Drive, Suite A, Houston, TX77070

BLOQUES NEURALES



bneurales@mclcontrol.com



+34 626 954638 / 663 901677



Puebla de Cazalla, 41540, Sevilla, España

Visite

www.mclcontrol.com



Mclcontrol



@mcl_control



MCLcontrol