

Práctica 7: Sintonización de controlador PID por el método de Ziegler-Nichols

7.1. Objetivos

7.1.1. Objetivo general

Sintonizar un controlador PID para una planta de control de nivel de dos tanques interconectados usando el método de Ziegler-Nichols para mejorar el desempeño de este.

7.1.2. Objetivos específicos

- Obtener la ganancia crítica del sistema de manera experimental a través de Simulink para la sintonización de los controladores.
- Sintonizar un controlador PI y un controlador PID para la planta en estudio a partir de la ganancia crítica hallada y lo establecido en el método de Ziegler-Nichols.
- Comparar el desempeño del sistema con cada controlador sintonizado a través del análisis de la respuesta del sistema.

7.2. Introducción

Los controladores PID son los más usados en la industria debido a que presentan una estructura estándar y en general permiten obtener un buen desempeño del sistema. Además, el diseño de estos controladores se puede realizar a través del lugar geométrico de las raíces con el conocimiento previo de la función de transferencia que representa al proceso. Sin embargo, modelar procesos muy complejos es de gran dificultad y muchas veces no se pueden realizar experimentos que permitan realizar la identificación del sistema. Por esta razón se han generado diversos métodos para sintonizar controladores PID de manera experimental.

La metodología a utilizar en esta práctica corresponde al método de lazo cerrado de Ziegler-Nichols desarrollado en 1942. Este, apunta a que el sobrenivel porcentual del sistema en lazo cerrado se encuentre por debajo del 25%. Consiste en colocar un controlador proporcional e ir aumentando poco a poco su valor hasta lograr que la salida de lazo cerrado sea una onda de amplitud constante. Esta respuesta es típica cuando el sistema en lazo cerrado corresponde a uno de orden superior.

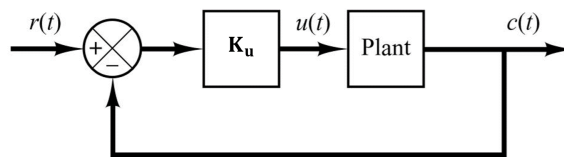


Figura 7.1: Sistema en lazo cerrado con control proporcional

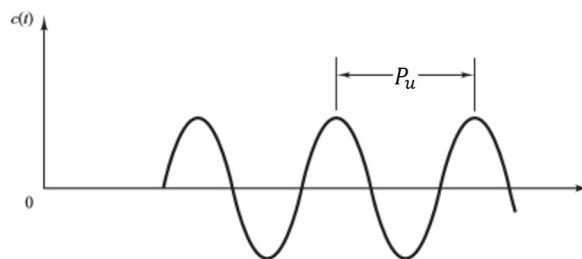


Figura 7.2: Oscilación sostenida con período (se mide en segundos)

El valor del controlador proporcional encontrado corresponde a la ganancia crítica del sistema (K_u). A partir de esta ganancia y del período de las ondas obtenido (P_u) se sintonizan los controladores PID como se indica en la siguiente tabla:

Controlador	K_p	τ_i	τ_d
P	$0.5K_u$	∞	0
PI	$0.45K_u$	$P_u/1.2$	0
PID	$0.6K_u$	$0.5P_u$	$0.125P_u$

Tabla 7.1: Sintonización de controladores PID

En la siguiente figura, se muestra la función de transferencia del controlador PID en términos de K_p , T_i y T_d :

$$G_c(s) = K_p \left(1 + \frac{1}{T_i s} + T_d s \right)$$

Figura 7.3: controlador PID

El sistema a controlar es una planta de 3 tanques de iguales dimensiones que se encuentran interconectados a través de válvulas. En la parte inferior del sistema se encuentra un reservorio por donde se alimentan los tanques y retorna el líquido. El control de nivel se lo realiza regulando la potencia de una bomba que funciona como elemento actuador; a su vez, dicho elemento es manipulado a través de un variador de frecuencia. Para que el sistema no supere el nivel límite de 55 centímetros en el primer tanque, se ha implementado un interruptor flotante que desconecta la bomba; la figura 7.4 describe en detalle el sistema.

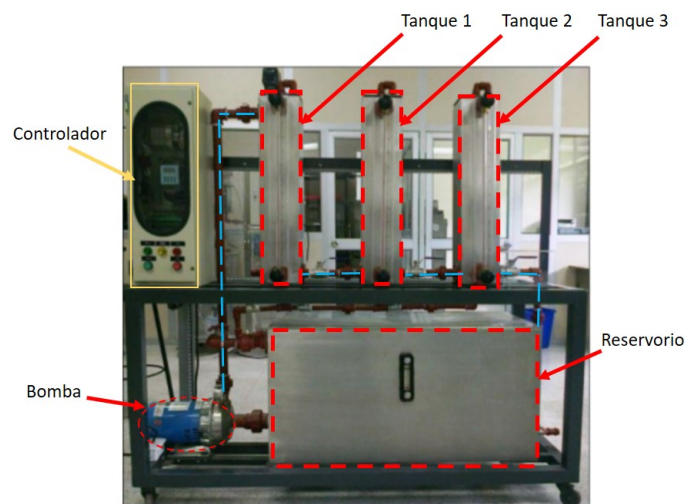


Figura 7.4: Vista frontal de la planta

7.3. Procedimiento

1. Descargue los documentos de la práctica y colóquelos juntos en un mismo directorio.
2. Abra el diagrama de bloques de Simulink y configure el controlador PID de manera que corresponda únicamente a un controlador proporcional.
3. Varíe el valor de la constante proporcional hasta lograr que la respuesta del sistema sea una oscilación permanente.
4. Exporte los datos y grafique desde su script la salida obtenida. Recuerde incluir título, cuadrícula y nombres de los ejes.
5. Utilice marquillas para determinar el período de las oscilaciones. Registre esta figura en conjunto con la constante proporcional correspondiente a la ganancia crítica en su reporte.
6. Utilice la tabla 7.1 y la figura 7.3 para determinar los valores de las constantes K_p , K_i y K_d de los controladores PI y PID.
7. Simule nuevamente el sistema con los parámetros hallados. Exporte los resultados al workspace y desde el script grafique la entrada y salida superpuestas. Recuerde incluir título, cuadrícula, leyenda y nombres de los ejes. Repita este paso para el otro controlador sintonizado.
8. Calcule los índices de desempeño obtenidos en cada caso y resúmalos en una tabla. Adjunte las gráficas necesarias, con sus respectivas marquillas, para justificar dichos valores.
9. Realice una breve investigación acerca de otros métodos de sintonización de controladores PID experimentales y comente acerca de la importancia e impacto de los controladores PID en la industria.

7.4. Resultados esperados

Presente un reporte que incluya lo siguiente:

1. Objetivos generales y específicos de la práctica
2. Los valores de K_u y P_u junto a las gráficas generadas para la estimación de dichos parámetros.
3. Los valores de los controladores.
4. Diagrama de bloques utilizado (simulink).
5. Gráficas de las respuestas obtenidas. Incluya títulos, cuadrícula, y nombres a los ejes.

6. Tabla de índices de desempeño obtenidos en cada controlador, adjuntar gráficas de los resultados obtenidos con respectivas marquillas.
7. Breve resumen de investigación sobre otros métodos de sintonización de controladores PID.
8. Conclusiones y Recomendaciones.