



ACTIVIDAD PREVIA A LA SEGUNDA PRÁCTICA

12/6/2002

TÉCNICAS DE SINTONIZACIÓN DE ZIEGLERS - NICHOLS

Si se puede obtener un modelo matemático de la planta, es posible aplicar diversas técnicas de diseño con el fin de determinar los parámetros del controlador que cumpla las especificaciones en estado transitorio y en estado estable del sistema en lazo cerrado. Sin embargo, si la planta es tan complicada que no es fácil obtener su modelo matemático, tampoco es posible un enfoque analítico para el diseño de un controlador PID. En este caso, debemos recurrir a los enfoques experimentales para la sintonización de los controladores PID.

El proceso de seleccionar los parámetros del controlador que cumplan con las especificaciones de desempeño se conoce como sintonización del controlador. Ziegler y Nichols sugirieron más reglas para sintonizar los controladores PID con base en las respuestas escalón experimentales o basadas en el valor de K_p que se produce en la estabilidad marginal cuando solo se usa la acción de control proporcional. Las reglas de Ziegler-Nichols, que se presentan a continuación, son muy convenientes cuando no se conocen los modelos matemáticos de las plantas.

Ziegler y Nichols propusieron unas reglas para determinar los valores de la ganancia proporcional K_p , del tiempo integral T_i ; y del tiempo derivativo T_d , con base en las características de respuesta transitoria de una planta específica. Tal determinación de los parámetros de los controladores PID o de la sintonización de los controles PID la realizan los ingenieros en el sitio mediante experimentos sobre la planta. Se han propuesto numerosas reglas de sintonización para los controladores PID desde la propuesta de Ziegler-Nichols. Se les encuentra en la literatura. Existen dos métodos denominados reglas de sintonización de Ziegler-Nichols. En ambos se pretende obtener un 25% de sobrepaso máximo en la respuesta escalón

PRIMER MÉTODO

En el primer método, la respuesta de la planta a una entrada escalón unitario se obtiene de manera experimental. Si la planta no contiene integradores ni polos dominantes complejos conjugados, la curva de respuesta escalón unitario puede tener forma de S, como se observa en la figura siguiente. Pero si la respuesta no exhibe una curva con forma de S, este método no es pertinente. Tales curvas de respuesta escalón se generan experimentalmente o a partir de una simulación dinámica de la

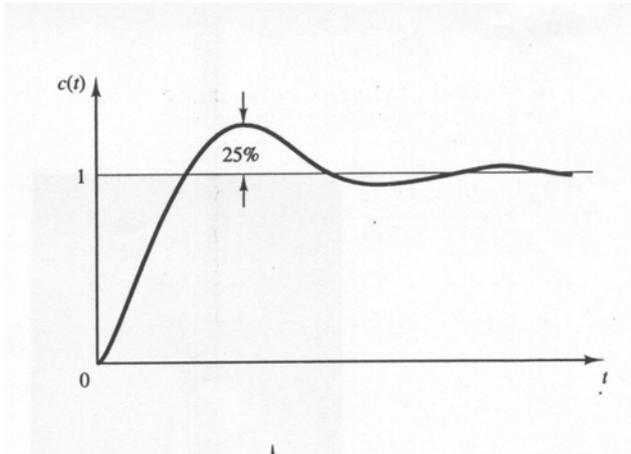


Figura 1 - Respuesta del PID por Zigler y Nichols

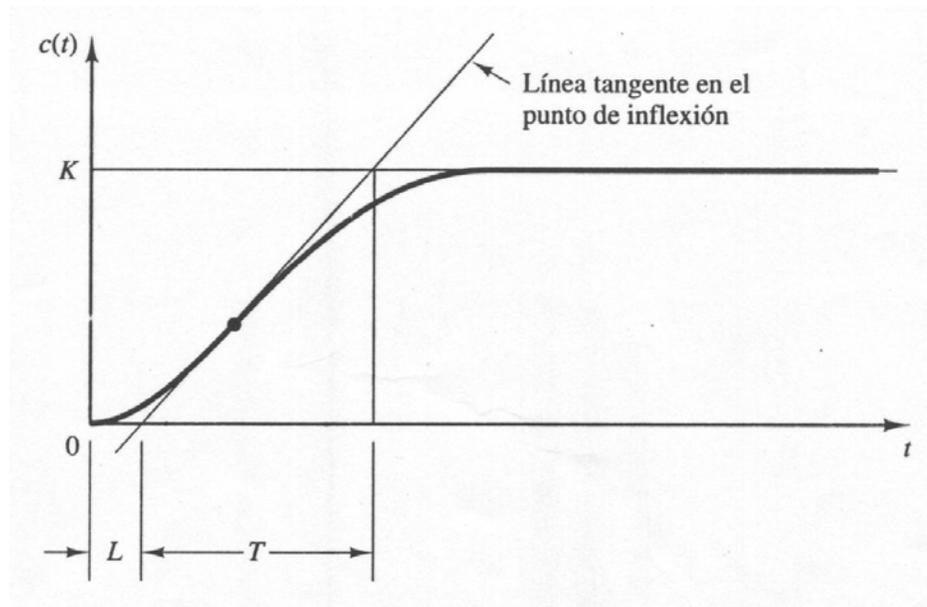
planta. La curva con forma de S se caracteriza por dos parámetros: el tiempo de retardo L y la constante de tiempo T . El tiempo de retardo y la constante de tiempo se determinan dibujando una recta tangente en el punto de inflexión de la curva con forma de S y determinando las intersecciones de esta tangente con el eje del tiempo y la línea $c(t) = K$, como se ve a continuación. En este caso, la función de transferencia $C(s)/U(s)$ se aproxima mediante un sistema de primer orden con un retardo de transporte del modo siguiente:

$$\frac{C(s)}{U(s)} = \frac{Ke^{-Ls}}{Ts + 1}$$

Ziegler y Nichols sugirieron establecer los valores de K_p , T_i y T_d de acuerdo con las fórmulas que aparecen en la siguiente tabla.

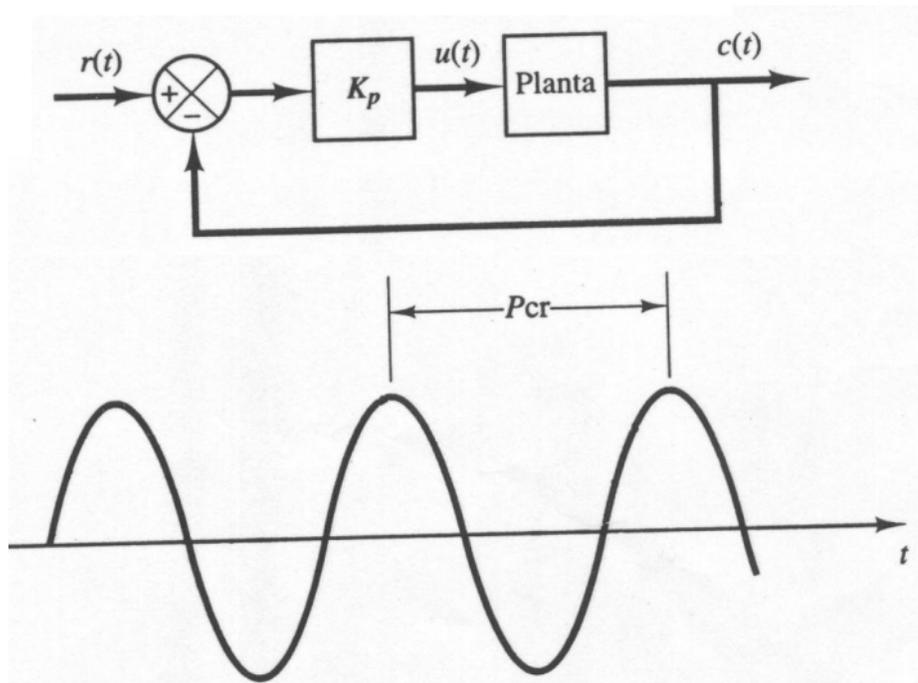
	K_p	T_i	T_d
P	T/L		0
PI	$.9 T/L$	$L/.3$	0
PID	$1.2 T/L$	$2/L$	$.5L$

$$G_c = K_p(1 + 1/(T_i s) + T_d s)$$



SEGUNDO MÉTODO En el segundo método, primero establecemos $r = \infty$ y $Td = 0$. Usando sólo la acción de control proporcional, se incrementa K_p de 0 a un valor crítico K_{ci} en donde la salida exhiba primero oscilaciones sostenidas. Si la salida no presenta oscilaciones sostenidas para cualquier valor que pueda tomar K_p , no se aplica este método. Por tanto, la ganancia crítica K_{ci} y el periodo P_{cr} correspondiente se determinan experimentalmente. Ziegler-Nichols sugirieron que se establezcan los valores de los parámetros K_p , T_i y T_d de acuerdo con la fórmula que aparece en la tabla:

	K_p	T_i	T_d
P	$.5 K_{cr}$		0
PI	$.45 K_{cr}$	$1/1.2 P_{cr}$	0
PID	$.6 K_{cr}$	$.5 P_{cr}$	$.125 P_{cr}$



EFFECTOS DE CADA UNO DE LOS TÉRMINOS QUE CONFORMAN EL CONTROLADOR PID Un controlador proporcional (K_p) tendrá el efecto de reducir el tiempo de subida y reducirá, pero nunca eliminará, el error de estado estacionario. Un control integral (K_i) tendrá el efecto de eliminar el error de estado estacionario, pero lo puede hacer la respuesta transitoria peor. Un control derivado (K_d) tendrá el efecto de aumentar la estabilidad del sistema, de reducir el sobretiro, y de mejorar la respuesta transitoria. Los efectos de cada uno de los reguladores K_p , K_d , y K_i en un sistema a circuito cerrado se resumen en la tabla de abajo:

	TIEMPO DE SUBIDA	SOBRETIRO	TIEMPO DE ESTABLECIMIENTO	ERROR EN ESTADO ESTACIONARIO
K_p	Disminución	Aumento	Cambio Pequeño	Disminución
K_i	Disminución	Aumento	Aumento	Elimine
K_d	Cambio Pequeño	Disminución	Disminución	Cambio Pequeño

Observe que estas relaciones pueden no ser exactamente exactas, porque K_p , K_i , y K_d son dependiente de uno a. En hecho, cambiar una de estas variables puede cambiar el efecto de los otros dos. Por esta razón, la tabla se debe utilizar solamente como referencia cuando se está determinando los valores para K_i , K_p y K_d

- RESUMEN**
- T El método de Ziegler y Nichols se utiliza cuando no está modelada la planta
 - T El primer método se utiliza cuando la respuesta a lazo abierto a un escalón no tiene oscilaciones y tiene forma de "s"
 - T El segundo método se utiliza cuando el primero no sirve, se pone en lazo cerrado y se mueve la ganancia hasta que oscile permanentemente
 - T La parte proporcional hace más rápido el proceso, pero incrementa el sobretiro
 - T La parte integral elimina el error en estado estacionario, pero empeora el transitorio
 - T La parte derivativa da más estabilidad al proceso, pero es difícil de realizar físicamente

PREGUNTAS DE REFLEXIÓN **¿Que característica debe tener el proceso para que sea factible aplicar el método de lazo abierto de Ziegler - Nichols?**

Si la planta no contiene integradores ni polos dominantes complejos conjugados, la curva de respuesta escalón unitario puede tener forma de S, como se observa en la figura de la segunda página. Pero si la respuesta no exhibe una curva con forma de S, este método no es pertinente.

¿Que característica debe tener el proceso para que sea factible aplicar el método de lazo cerrado de Ziegler - Nichols?

Usando sólo la acción de control proporcional, se incrementa K_p de 0 a un valor crítico K_{ci} en donde la salida exhiba primero oscilaciones sostenidas. Si la salida no presenta oscilaciones sostenidas para cualquier valor que pueda tomar K_p , no se aplica este método