

# UN NUEVO METODO PARA AUTOSINTONIA DE REGULADORES PID DIGITALES

por

F. Morilla  
J. M. Guillén  
S. Dormido  
J. M. de la Cruz  
J. Aranda

(PUBLICADO EN LA REVISTA DE LA REAL ACADEMIA DE CIENCIAS EXACTAS,  
FÍSICAS Y NATURALES, DE MADRID. TOMO LXXX, CUADERNO 3.º)



MADRID-1986

# *Un nuevo método para autosintonía de reguladores PID digitales* \*

Por F. MORILLA\*\*, J. M. GUILLÉN\*\*\*, S. DORMIDO\*\*, J. M. DE LA CRUZ\*\*\*\*  
y J. ARANDA\*\*\*\*

## **Abstract**

This paper presents a new method of self-tuning digital PID regulators. This method uses a technique of pattern recognition and is based in the classical works of Ziegler and Nichols (1942) and Chidambara (1970).

The procedure of tuning the PID parameters proposed by Chidambara in 1970 uses approximate relations that constrains too much their application. The procedure of tuning presented in this paper uses exact relations on the process model proposed and do it more appropriate as the simulations shows.

## **1. INTRODUCCION**

En la actualidad existen dos planteamientos diferentes sobre la implementación de reguladores PID autosintonizantes. El primero deriva de los trabajos clásicos de Astrom y Wittenmark (1973) y se fundamenta en técnicas de identificación y control estocástico. El otro planteamiento se basa en los procedimientos clásicos de sintonía de Ziegler y Nichols (1942) (todavía de amplio uso en la práctica industrial). Este último procedimiento usa técnicas de reconocimiento de formas y tiene la ventaja de su sencillez y robustez (recientemente Foxboro ha introducido una nueva línea de reguladores industriales basados en esta estrategia).

El método de sintonía que se propone en este trabajo se incluye dentro del segundo tipo. Los parámetros del PID son ajustados observando la señal de error cuando se producen perturbaciones sobre el sistema (cambios en el punto de consigna o en la carga).

## **2. METODO DE SINTONIA**

Las hipótesis del método de sintonía propuesto en este trabajo son las siguientes:

- a) Se supone un modelo del proceso de primer orden (con una ganancia, un retardo y una constante de tiempo). Una primera estimación de las características de este modelo se obtiene del conocimiento físico del proceso o de alguna experiencia en lazo abierto.
- b) El proceso se controla con un regulador PID digital donde la acción integral actúa sobre la señal de error y las acciones proporcional y derivativa actúan

---

\* Presentada en la sesión científica del 16 de abril de 1986.

\*\* Departamento de Informática y Automática. Facultad de Ciencias. UNED.

\*\*\* Instituto de Electrónica de Comunicaciones. CSIC. Madrid.

\*\*\*\* Departamento de Informática y Automática. Facultad de Fisicas. Universidad Complutense. Madrid.

sobre la salida, no sobre la señal de error, con el fin de evitar cambios bruscos en la señal de control cuando se producen saltos en el punto de consigna.

- c) El período de muestreo se elige de acuerdo con el modelo inicial del proceso. Se aconseja que la constante de tiempo esté comprendida entre diez y veinte veces el período de muestreo y que el retardo sea inferior a cinco períodos de muestreo.

El criterio de sintonía de los parámetros del PID es: conseguir relaciones de amortiguamiento  $1/4$  en la señal de error para cambios bruscos en el punto de consigna o en la carga.

Procedimiento de autosintonía: el modo de autosintonía comienza sólo cuando la señal de error excede a un valor determinado, es decir, cuando el sistema está excitado, y sigue los pasos:

1. Los parámetros del regulador PID permanecen fijos, pero un algoritmo comienza a vigilar la señal de error con el fin de determinar la relación y el tiempo entre máximos.
2. Con las suposiciones siguiente: 1) que la constante de tiempo del modelo del proceso es siempre la misma, y 2) que cualquier cambio en el proceso puede interpretarse como un cambio en el retardo del modelo. El nuevo retardo del modelo se estima teniendo en cuenta: 1) la relación de amortiguamiento y el tiempo entre máximos de la señal de error determinados en el paso anterior; 2) la constante de tiempo del modelo, y 3) los valores actuales de los tiempos integral y derivativo del PID.
3. Sintonía de parámetros del PID:
  - Los tiempos integral y derivativo del PID se determinan de acuerdo con las nuevas características del modelo del proceso, con el único propósito de que el sistema en lazo cerrado tenga un par de polos complejos conjugados como raíces dominantes.
  - La variación relativa en la acción proporcional del PID se determina de acuerdo con los parámetros actuales del PID y con las nuevas características del modelo del proceso, con el fin de conseguir relación de amortiguamiento  $1/4$  en la señal de error.
4. Sustitución de los parámetros actuales del PID por los nuevos parámetros determinados en el paso anterior.

Características del método: en la misma línea que Chidambara (1970) el método propuesto se basa en un procedimiento de sintonía que no requiere, a diferencia del de Ziegler y Nichols (1940), llegar a la oscilación mantenida de la señal de error. Pero a diferencia del procedimiento de sintonía aproximado descrito por Chidambara, este nuevo método utiliza una técnica exacta sobre el modelo propuesto del proceso y está pensado para sistemas muestreados.

### 3. RESULTADOS

Un estudio teórico utilizando la técnica del lugar de las raíces sirve para: 1) poner de manifiesto las dificultades de implementar un regulador PID digital auto-

sintonizante basado en el reconocimiento de formas y que utilice procedimientos de sintonía clásicos, y 2) dar una justificación del método propuesto en este trabajo.

Se han realizado simulaciones con procesos de tres (y cuatro) constantes de tiempo en cascada que han puesto de manifiesto las limitaciones de los procedimientos clásicos de sintonía del PID y la bondad de la nueva técnica.

El método descrito garantiza que la respuesta del sistema mejora en cada interacción, aunque a veces pueden ser necesarias varias iteraciones para conseguir la relación de amortiguamiento 1/4.

## BIBLIOGRAFIA

- ASTROM, K. J.: «Ziegler Nichols auto-tuners». *Report LUTFD2*, Lund Institute of Technology, mayo de 1982.
- CHIDAMBARA, M. R.: «Chemical process control — A new technique for adaptive tuning of controllers». *Int. J. Control*, vol. 12, núm. 6 (1970).
- KRAUS, T. W., y MYRON, T. J.: «Self-tuning PID controller uses pattern recognition approach». *Control Engineering*, junio de 1984.
- TAKAHASHI, Y.; CHAN, C. S., y AUSLANDER, D. M.: «Parametereinstellung bei linearen DDC-Algorithmen», *Verlag R. Oldenbourg*, junio de 1971.
- ZIEGLER, J. G., y NICHOLS, N. B.: «Optimum Setting for Automatic Controllers». *Trans. ASME*, noviembre de 1942.