

# Ejercicios Tema 5 - II

Óscar David López Arcos. 75571640-B.

---

## **1. Expresar el concepto de controlador discontinuo (de 2 posiciones) con histéresis. Utilizar un ejemplo para la explicación de dicho concepto.**

Controlador todo-nada (on-off) donde se establecen dos umbrales para que el actuador no oscile constantemente alrededor del valor de la consigna, ocasionando continuos cambios en la salida y posibles roturas en el actuador.

Un ejemplo sería el controlador de temperatura de una habitación. Supongamos que el actuador (calefacción) solo tuviera dos posiciones, encendido o apagado (temperatura no regulable). Si estableciésemos el valor consigna a 22°C y no usáramos histéresis, la calefacción se activaría hasta alcanzar dicha temperatura y se apagaría inmediatamente después, lo cual provocaría el descenso de la temperatura y otra nueva puesta en funcionamiento del actuador. Usando histéresis, podemos definir dos umbrales (por ejemplo, 19°C y 25°C) de margen para que la calefacción no se someta a cambios de estado tan continuos.

## **2. ¿Qué ocurre cuando la banda proporcional de un controlador proporcional es muy pequeña?**

El controlador proporcional se convierte en un controlador de tipo todo-nada ya que el margen de error es muy pequeño.

## **3. Explicar, si es cierto, que con un controlador proporcional-integral se eliminan los problemas de offset.**

El offset es un error residual permanente que queda una vez estabilizado el sistema ocasionado por la misma definición de la ecuación.

Con el controlador integral hacemos que la salida dependa de la evolución dinámica del error, ocasionando una salida en rampa, originada por el offset, hasta corregirlo.

## **4. Obtener la ecuación recursiva de un controlador PID digital usando la aproximación trapezoidal para el cálculo de la integral.**

Ecuación controlador PID:

$$P(t) = K_p E(t) + K_I \int_0^t E(t) dt + K_d \frac{dE(t)}{dt} + P(0)$$

Aproximación trapezoidal:

$$\int_0^t E(t) dt \approx T_m \sum_{i=1}^n \frac{E_{n-1} + E_n}{2}$$

Definición de derivada:

$$\frac{dE(t)}{dt} = \frac{E_n - E_{n-1}}{T_m}$$

Ecuación recursiva usando aproximación trapezoidal.

$$P(t) = K_p E(t) + K_I T_m \sum_{i=1}^n \frac{E_{n-1} + E_n}{2} + K_d \frac{E_n - E_{n-1}}{T_m} + P(0)$$

### **5. Explicar el concepto de control en cascada.**

Controlador formado por un doble lazo de regulación para obtener resultados mucho más precisos y satisfactorios. En realidad son dos controladores, donde la consigna del controlador interior se verá modificada en función de lo estimado por el exterior.

### **6. Expresar el método y parámetros que se utilizan para medir la respuesta de un controlador.**

Los parámetros que se utilizan para medir la respuesta de un controlador son:

- Sobredisparo (Mp): cuánto sobrepasa la función el valor de la consigna
- Tiempo de asentamiento (ts): tiempo que tarda señal en llegar al 0.05% de la desviación de la consigna.
- Tiempo de subida (tr): tiempo que tarda la señal en superar el valor de la consigna.
- Tiempo de pico (tp): tiempo que tarda la señal en alcanzar un pico.
- Tiempo de retardo (td): tiempo que tarda la señal en alcanzar la máxima pendiente.

El método utilizado para medir la respuesta sería dar valores a las constantes Kp, Ki y Kd para observar el comportamiento de la señal en función de los anteriores parámetros.

### **7. Un controlador tiene una señal de salida comprendida entre 4 y 20 mA, para controlar el caudal de una bomba entre 0 y 1000 litros/hora.**

**a) Calcular la corriente que hay que suministrar a la bomba para conseguir un caudal de 150 l/h,**

**b) Expresar la salida en forma de %.**

- a) Calculamos los mA necesarios para conseguir un caudal de 150l/h, suponiendo que los 4mA iniciales para arrancar el controlador no fueran necesarios y se lo añadimos posteriormente:

$$\text{mA} = \frac{150 \times 16}{100} = 2,4 + 4 = 6,4 \text{ mA}$$

- b) Calculamos qué porcentaje supone 150l/h del total:

$$\% = \frac{150 \times 16}{100} = 15\%$$

### **8. Indicar los criterios de diseño y optimización de lazos de regulación.**

Para diseñar un buen lazo de regulación, se utilizan criterios de optimización tales como la Relación 1/4 ( $Mp_1 > 4Mp_2$ ), minimizar del área de error, conseguir tiempos de asentamiento bajo o minimizar la oscilación del modelo.

Para conseguir esto, se minimizan las integrales de las señales de error .

## **9. Explicar los tres métodos principales de sintonización experimental de lazos de control.**

### Método de Tanteo:

- Se seleccionan las constantes con el sistema de lazo cerrado.
- Se provoca un cambio de consigna y se registra la evolución de la variable. (La estabilidad se obtiene cuando hay una relación de amortiguación 4/1).
- Se tantea la acción integral hasta eliminar el offset en un tiempo razonable.
- Se ensayan valores de la acción diferencial hasta conseguir eliminar uno o varios ciclos.
- Se suele empezar con unos valores prefijados estipulados.

### Método de oscilación:

- Se reducen a sus valores mínimos las acciones integral y diferencial.
- Se toma un valor bajo de la constante  $K_p$  y se incrementa gradualmente.
- Se aplican pequeñas perturbaciones al sistema hasta que se consiga que oscile en forma continua.
- Se anote el valor crítico  $K_{pc}$  de la constante proporcional para que esto ocurra, y el periodo  $T_c$  de las oscilaciones.

### Método de curva de reacción:

- Se abre el lazo de control, desconectando la salida del controlador hacia el actuador.
- Se introduce un escalón de magnitud  $P$  al actuador y se registra la evolución de la variable a controlar.

## **10. Explicar la necesidad de introducir un filtro pasa-baja en un controlador PID.**

Los filtros pasa-baja suavizan la señal eliminando las altas frecuencias. En el caso de un controlador PID, la acción derivativa amplifica justamente los ruidos de alta frecuencia. Aplicando previamente dichos filtros, reducimos la repercusión del problema.