

## Control Automático III - Ing. Electrónica

### Trabajo práctico 4: Control PID para sistemas con retardo

**Ejercicio 1: Control PID para sistemas de alto orden.** Sea un modelo de la planta dado por la función de transferencia:

$$P(s) = \frac{e^{-4,8s}}{(2+s)(1+s)(1+0,5s)(1+,25s)} \quad (1)$$

Encontrar un modelo aproximado FOPDT y diseñar, a partir del mismo, un control PID por aproximación de Smith para obtener una respuesta al escalón sin oscilaciones. Considerando una perturbación a la salida de -0.8 sintonizar el parámetro de filtro  $\alpha$ , para obtener un buen rechazo a dicha perturbación.

**Ejercicio 2: Tanque de calentamiento de agua.** Diseñe un controlador PID por aproximación de Smith para el tanque de calentamiento empleado en las prácticas anteriores. Compare la sintonización utilizada con la estructura por predictor de Smith diseñada en el **Ejercicio 3** del TP3 (para un mismo retardo nominal de diseño). ¿Qué controlador funciona mejor frente a la variación del retardo de planta? Justifique.

**Ejercicio 3: Tanques de agua en serie.** Sea el sistema de tanques de agua de la **práctica 2**. Sintonizar un control PID por aproximación de Smith, a partir del modelo FOPDT. Repita el mismo diseño pero ahora considerando una sintonización por asignación de polos. ¿Cuál es la diferencia en la transferencia de lazo cerrado resultante en ambos casos? Compare con los resultados obtenidos.

**Ejercicio 4: Tanque de agua con controlador 2DOF-PID.** Se desea ahora mejorar el rechazo a perturbaciones del problema anterior, sin perjudicar el seguimiento de la referencia. Incorporar en los controladores anteriores un filtro de referencia y comparar los resultados. ¿Cómo sintonizaría las constantes del filtro para una buena respuesta al cambio en la referencia?

**Ejercicio 5: Retardo vs. constante de tiempo dominante.** Sea el sistema de calentamiento de agua de la **práctica 2**, considerando el flujo de agua máximo. Diseñar un controlador 2DOF-PID mediante una sintonización basada en aproximación por modelo integrador, y comparar la respuesta al escalón con una sintonización basada en el modelo estable.

Repetir el diseño anterior, pero considerando ahora el flujo de agua mínimo.

**Ejercicio 6: Control PID robusto para el sistema de calentamiento de agua.** Sea el sistema de calentamiento del problema anterior, asumiendo un error en el retardo  $L$  y en la constante de tiempo  $T$  del 30 %, obtener el error de modelado  $\delta P$  y sintonizar un controlador PID robusto. Para la sintonización, considerar un análisis gráfico y computar el parámetro  $\alpha$  con el objetivo de obtener una distancia mínima de 0.4 entre  $\delta P$  y  $dP$ . Simular la respuesta de lazo cerrado obtenida.

**Ejercicio 7: Control PID robusto de un robot móvil.** Repetir el ejercicio anterior pero para el problema del robot móvil, asumiendo solo errores del 30 % en el retardo y en la ganancia del sistema.

**Ejercicio 8:** (opcional) **Estructuras del control PID.** Obtener analíticamente la relación entre los parámetros de las estructuras serie, estándar y paralela del controlador PID con filtro en la acción derivativa.

**Ejercicio 9:** (opcional) **Predictor de Smith vs IMC.** Encontrar la equivalencia entre los parámetros de los controladores PID sintonizados mediante la aproximación por predictor de Smith y IMC.