

CONTROL N° 1

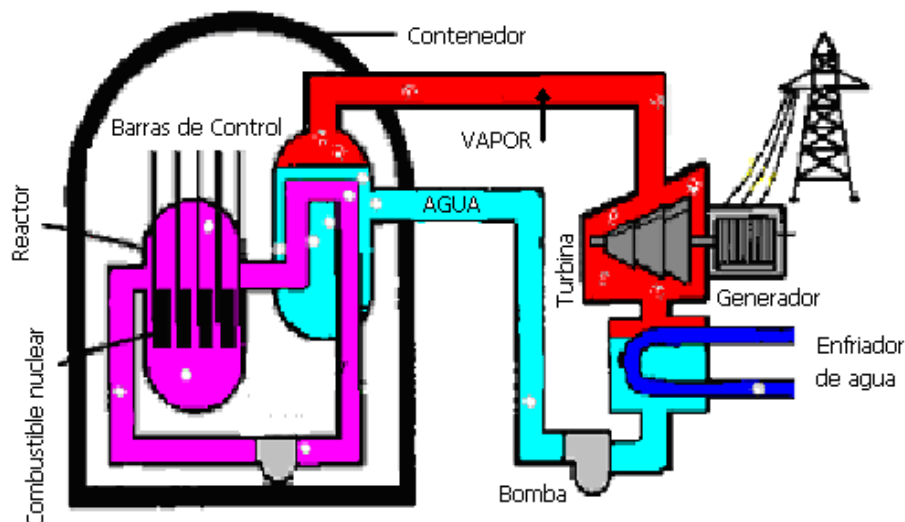
EL42D CONTROL DE SISTEMAS

Prof. Doris Sáez H.
13 de Abril, 2005

1.- En la mayoría de las plantas de energía eléctrica, se calienta agua para convertirla en vapor y se conduce a un turbogenerador que produce electricidad. Las centrales eléctricas aprovisionadas de combustible fósil producen calor quemando carbón, aceite o gas natural. En una planta de energía atómica, la fisión de los átomos de Uranio en el reactor proporciona la temperatura al vapor para generar electricidad.

Debido a que un reactor nuclear necesita neutrones que hayan sido desacelerados, tiene un retraso propio y no puede explotar como una bomba nuclear (aunque los filmes de terror afirmen lo contrario). A pesar de todo, la reacción en cadena puede aumentar rápidamente y si no se controla, el reactor podría, en principio, calentarse hasta su fundido. El método normal de control de la temperatura es insertar entre el combustible "barras de control" que absorben fuertemente los neutrones. Absorbiendo los neutrones libres, estas barras desaceleran o paran la reacción en cadena, variando la temperatura.

Aproximadamente el 1% de los neutrones liberados en la fisión no se emiten inmediatamente, sino que se demoran una fracción de segundo. Los reactores siempre están operando para producir los neutrones casi justos para mantener la reacción en cadena. Si por cualquier razón la temperatura comienza a elevarse, los neutrones retrasados desaceleran la razón de incremento y un mecanismo automático, subiendo o bajando las barras de control, debe ser lo suficiente rápido como para pararlos.



Se desea implementar una estrategia de control para la temperatura del Reactor Nuclear. Dentro de un punto de operación estable, el proceso se puede aproximar por un modelo de primer orden , dado por:

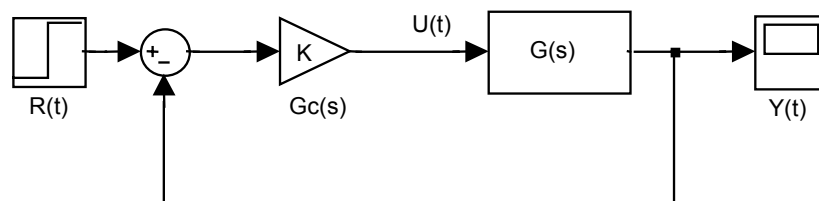
$$G(s) = \frac{e^{-0.4s}}{0.2s + 1}$$

Para este sistema, se pide:

- 1.1 Describa un diagrama de bloques completo del circuito de control. Identifique la variable controlada, la variable manipulada, un sensor y un actuador. Describa una perturbación para este sistema.
- 1.2 Determinar los parámetros de un controlador PI utilizando el primer método de Ziegler Nichols. Se adjunta tabla. Explique el procedimiento.

| Tipo de controlador | K_p | T_i | T_d |
|---------------------|---------|-------|-------|
| P | T/L | - | - |
| PI | 0.9 T/L | L/0.3 | - |
| PID | 1.2 T/L | 2L | 0.5L |

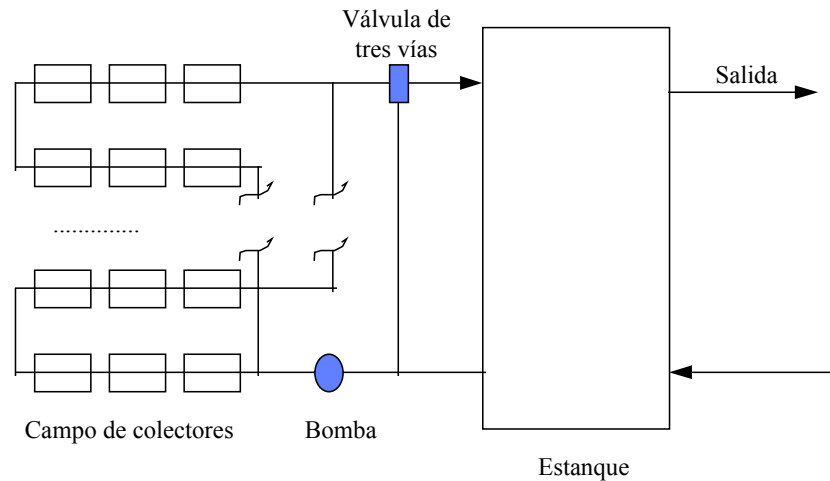
- 1.3 Para el controlador proporcional definido en 1.2, calcular el valor del error en régimen permanente. ¿Qué concluye?
- 1.4 ¿Qué pasa si la variable manipulada se satura?, ¿cómo lo solucionaría?
- 1.5 Considerando una aproximación de Padé para el retardo en el proceso calcular $G(s)$. Considerando el siguiente diagrama de bloque del sistema donde se considera que el sensor es ideal calcular la ganancia K para que el sobrenivel máximo sea menor que el 2%.



Aproximación de Padé:
$$e^{-Ls} = \frac{1 - \frac{Ls}{2}}{1 + \frac{Ls}{2}}$$

- 1.6 Para el controlador definido en 1.5, calcular el valor del error en régimen permanente. ¿Cómo lo disminuiría?

2.- El campo de colectores solares distribuidos en una planta solar (Berenguel, 1994) consiste en una tubería por la cual circula aceite y sobre la cual se concentra la radiación solar por medio de espejos cilindro-parabólicos (ver figura). El aceite se calienta al circular por el campo y se introduce entonces en un estanque de almacenamiento para ser usado en la producción de electricidad.



Una de las principales características de las plantas solares es que la fuente de energía no puede ser manipulada. Además, la intensidad de la radiación solar depende de las variaciones cíclicas diarias y estacionales: nubes, humedad ambiental o transparencia del aire. El objetivo de control es mantener una temperatura del aceite de salida constante a pesar de las cambiantes condiciones de operación, manipulando el flujo del aceite a través del campo. El mantenimiento de una temperatura constante a lo largo del día, mientras las condiciones solares cambian, requiere amplias variaciones en el flujo, lo que produce una variación considerable en la dinámica del proceso.

La dinámica del proceso, en minutos, está dado por:

$$G(s) = \frac{5e^{-2s}}{s + 2}$$

Para controlar este sistema, se desea diseñar una estrategia de control discreta, para ello se requiere:

- 2.1 Describa un diagrama de bloques completo del circuito de control digital. Identifique la variable controlada, la variable manipulada, un sensor y un actuador. Describa una perturbación para este sistema.
- 2.2 Calcule la función de transferencia de la planta en tiempo discreto $G(z)$ considerando el retenedor, con tiempo de muestreo $T = 2$ [min].

$$G_o(s) = \frac{1 - e^{-sT}}{s} \quad ; \quad PI(z) = K_p + \frac{K_i}{1 - z^{-1}}$$

- 2.3 Calcule los parámetros del controlador PI digital tal que la temperatura alcance una referencia deseado en al menos 20 minutos y la temperatura no presente una sobreoscilación mayor que el 20%.
- 2.4 ¿Qué efecto tiene el añadir una acción derivativa?, ¿Tiene sentido sintonizar un control PD en la planta solar y como lo implementaría?.
- 2.5 Determine las ventajas y desventajas de implementar los siguientes controladores en la Planta Solar: Control PI continuo, Control PI digital, Control PI basado en índices de funcionamiento, Control PI sintonizando según Ziegler Nichols – Límite de Estabilidad.