

Control N°1
EL42D Control de Sistemas

Fecha: 13/9/06

Problema 1:
I. Introducción

La caldera de vapor es comúnmente utilizada para obtener el calor necesario para la pasteurización de los lácteos. Estos comestibles, dado que son de origen orgánico se encuentran propensos a albergar a un gran número de microorganismos que podrían ser peligrosos para la salud del ser humano, y la forma más eficiente de deshacerse de ellos es aplicando vapor a altas temperaturas. Sin embargo, tampoco se quiere aplicar temperaturas demasiado altas, pues podría descomponer los alimentos. Así existen vapores óptimos en temperaturas para eliminar la mayor cantidad posible de microorganismos sin deteriorar el alimento. Una manera de controlar la presión del vapor sobrecalentado aplicada por la caldera es mediante el flujo de combustible ingresando a ésta, el cual se puede aumentar o disminuir mediante válvulas.

II. Situación a resolver:

Se desea diseñar una estrategia de control para el proceso de una caldera de vapor como se aprecia en la Figura 1.

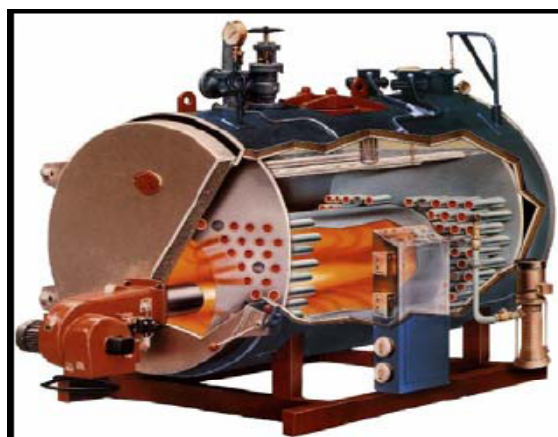


Figura 1. Caldera típica.

Para el desarrollo de las estrategias de control, 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. (0.5 pts.)
- 1.2 En la figura 2, se ilustra la respuesta de la presión del vapor sobrecalentado ante un escalón unitario en el flujo de combustible. Calcular un función de transferencia aproximada a partir de esta respuesta. (0.5 pts.).

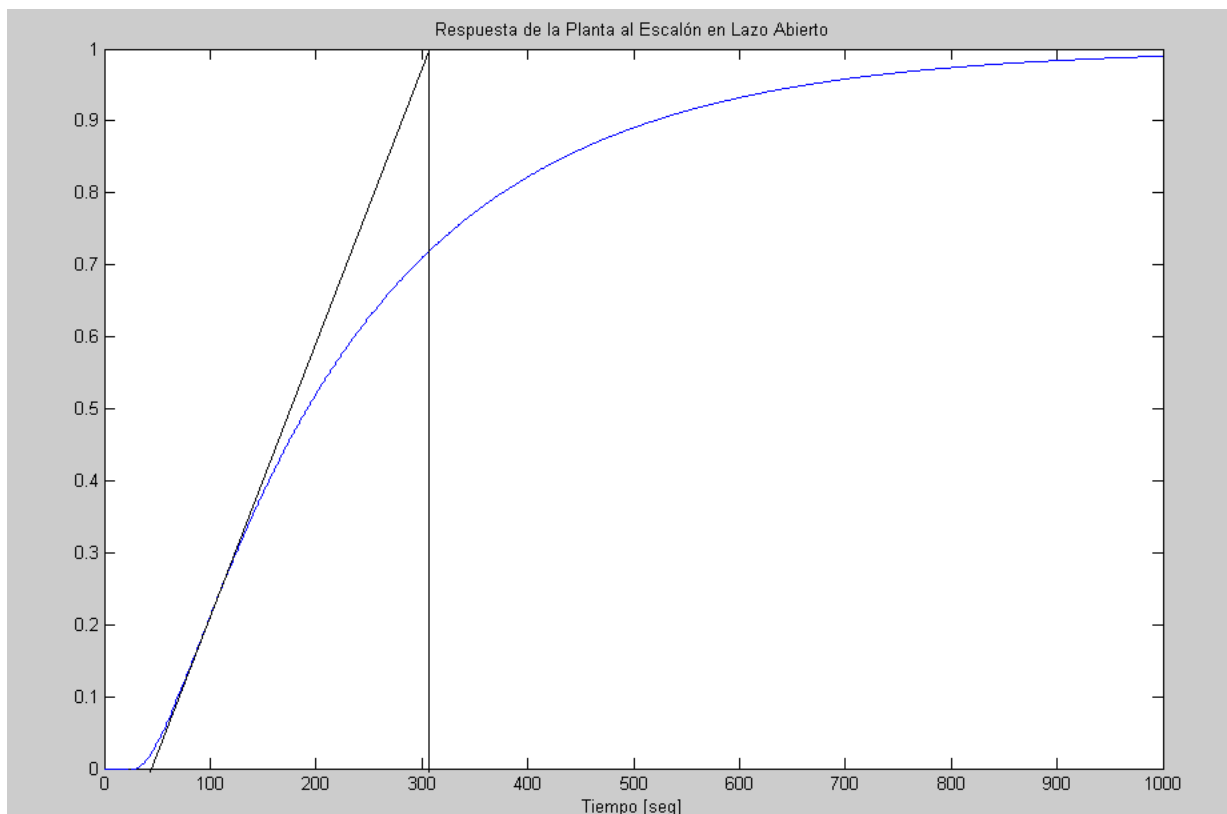


Figura 2. Respuesta al escalón.

- 1.3 Determinar un controlador proporcional integral utilizando el método de Ziegler Nichols (Curva de reacción). Se adjunta tabla. (1.0 pto.)

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

- 1.4 Considerando una aproximación para el retardo de la función de transferencia del proceso definida en 1.2, calcular nuevamente la función de transferencia $G(s)$. Considerando el diagrama de bloques del sistema con un sensor ideal (Figura 3), calcular un controlador proporcional para que el sobrenivel máximo sea de un 10%. (1.0 ptos.)

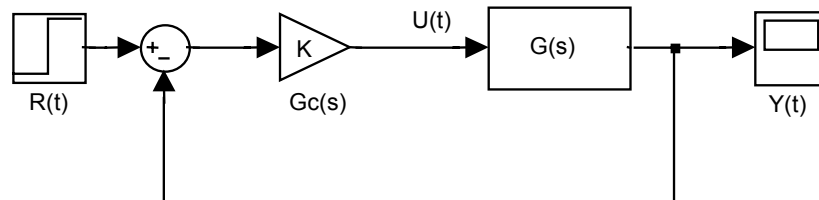


Figura 3. Diagrama de bloques.

$$\text{Aprox. } e^{-LS} = \frac{1}{1 + \frac{LS}{2}}$$

- 1.5 Considerando que ya se tiene conocimiento del proceso a partir de los diseños anteriores, se desea diseñar un controlador difuso. Derivar una base de reglas (con un máximo de 9), describiendo claramente sus conjuntos difusos. (1.0 ptos.)
- 1.6 Ejemplificar el método de inferencia difuso para un punto distinto del origen. (0.5 pto.)
- 1.7 Especificar los errores permanentes para los sistemas en lazo cerrado definidos con los controladores 1.3, 1.4 y 1.5. (1.0 pto.)
- 1.8 ¿Cuál es la principal diferencia entre los controladores obtenidos en 1.3 y 1.4 con el controlador difuso 1.5?. (0.5 ptos.)

Problema 2:

I. Introducción

Los trenes de levitación magnética, o MAGLEV Trains, son un sistema de transporte en que un tren levita sobre una vía sustentado por campos magnéticos. En estado de suspensión el movimiento del tren solo es limitado por el roce del aire permitiendo alcanzar velocidades de hasta 580 km/h bajo condiciones de prueba.

Esta tecnología lleva muchos años en desarrollo, pero el alto coste de infraestructuras ha limitado su implementación. Sin embargo actualmente se encuentra funcionando en China el único servicio comercial de tren de levitación magnética en el mundo, el cual une el Aeropuerto Internacional de Pudong con el centro de Shanghai, que se muestra en la Figura 1.



Figura 1: Shanghai Transrapid.

La tecnología que este tren utiliza es conocida como EMS (Electromagnetic Suspension). Consiste en utilizar la fuerza de atracción entre electroimanes ubicados en el tren y el material ferromagnético de la vía. Por lo tanto un sistema de control debiese mantener la distancia de separación en el eje vertical entre el tren y la vía, manipulando el voltaje aplicado en los electroimanes.

II. Problema a resolver

Para la construcción de un controlador digital más eficiente para el sistema de levitación, se ha obtenido a partir de la linealización de un modelo fenomenológico, la siguiente la función de transferencia asociada al lazo abierto:

$$G(s) = \frac{10}{(s+10)}$$

Para la implementación de controladores digitales, se solicita:

- 2.1 Calcular un controlador adecuado que permite llegar exactamente a la referencia de distancia deseada y además permita obtener su repuesta en un tiempo de estabilización de 0,4 seg con un sobrenivel máximo de 4%. Note que la estructura del controlador la debe definir Ud. y considere un tiempo de muestreo de 0.01 seg. (2.5 ptos.)
- 2.2 Especificar como implementar su controlador digital definido en 2.1 en un software de programación como lenguaje C++ o JAVA. (1 pto.)
- 2.3 Para avanzar en el desarrollo, se propone además una estrategia de control PID difuso. Describir un diagrama de bloques completo de este nuevo circuito de control, especificando claramente sus elementos principales. (1.5 pto.)
- 2.4 Especificar brevemente como implementar su controlador PID difuso definido en 2.3 en un software de programación como lenguaje C++ o JAVA. Comentar las principales diferencias con la implementación en 2.2. (1.0 pto.)

FORMULAS

$$\text{MOV} = e^{\frac{-\pi \xi}{\sqrt{1-\xi^2}}}$$

$$t_s = \begin{cases} \frac{3.2}{\xi \omega_n} & 0 < \xi < 0.69 \\ \frac{4.5 \xi}{\omega_n} & \xi \geq 0.69 \end{cases}$$

$$|Z| = e^{-T \xi \omega_n}$$

$$\angle z = T \omega_n \sqrt{1-\xi^2} \text{ (rad)}$$

Entry #	Laplace Domain	Time domain	Z Domain (t=nT)
1	$\frac{1}{s}$	$\delta(t)$ unit impulse	$\frac{z}{z-1}$
2	$\frac{1}{s^2}$	$u(t)$ unit step	$\frac{Tz}{(z-1)^2}$
3	$\frac{1}{s+a}$	e^{-at}	$\frac{z}{z-e^{-aT}}$
4	$\frac{1}{(s+a)^2}$	$t e^{-at}$	$\frac{Tze^{-aT}}{(z-e^{-aT})^2}$