



Introducción al control industrial

Parcial 2 - (45 puntos) - 2019

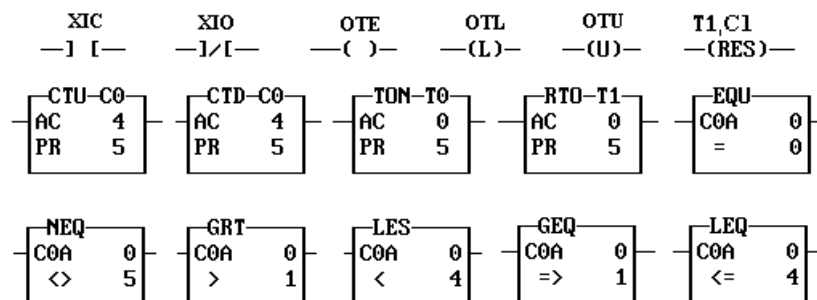
Ejercicio 1 (15 puntos)

Considere un sistema de llenado de tanque elevado de agua de un edificio. En el tanque superior existen dos sensores: uno de nivel alto LH y uno de nivel bajo LL. Para el llenado del tanque existen dos bombas elevadoras (accionadas mediante las señales B1 y B2) que deben ser utilizadas en forma alternada en cada llenado. Para confirmar el buen funcionamiento de las bombas existe un sensor de flujo FS en la cañería de llenado que indica si hay o no flujo.

La concepción del sistema es la siguiente: al detectarse que el nivel de agua en el tanque está bajo se debe prender una de las bombas (la que corresponde según la secuencia), esperar un tiempo de 10 segundos y verificar si se está realizando el llenado. Si el funcionamiento es normal deberá mantener la bomba actuando hasta que el nivel llegue a la indicación de nivel alto.

Terminado el llenado se debe apagar la bomba y esperar que sea necesario otro llenado. En caso que la bomba no arranque, se intenta arrancar la otra y de lo contrario se enciende una sirena de alarma (en el estado de alarma no se intenta arrancar ninguna bomba). El estado de alarma deberá ser reconocido por un técnico presionando el botón rotulado ACK. Al presionarse ACK el sistema vuelve al estado inicial.

- 1) Realizar un diagrama de estado que represente el funcionamiento del sistema, describiendo que representa cada estado y los eventos asociados.
- 2) Realizar un programa ladder que implemente lo definido en 1, utilizando en las instrucciones no direcciones reales sino los mnemotécnicos definidos y otros. Comentar las líneas de ladder o grupos de líneas, haciendo referencia al diagrama de estado definido.



Ejercicio 2 (8 puntos)

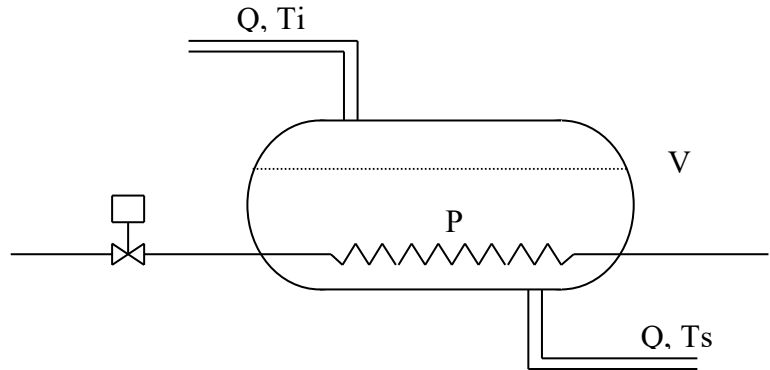
Considere el calentador a vapor de la figura. El tanque recibe un caudal Q de 10 L/s de agua a 15 °C, y se extrae el mismo caudal manteniendo en el receptor un volumen constante de agua equivalente a 5.000 litros. El objetivo es que la temperatura de salida sea de 70 °C \pm 2 °C, calentando el agua a través de un serpentín de vapor.

El proveedor del tanque plantea dos opciones de serpentín, uno que inyecta una potencia de 500 kcal/s con la válvula toda abierta y otro que inyecta 1000 kcal/s. Considerando que se desea maximizar el período de oscilación, ¿cuál serpentín se deberá instalar?

Calcular el período de conmutación de la válvula de vapor entre las posiciones abierta y cerrada.

Nota: Se desprecian las pérdidas de calor al exterior, y se asume que la temperatura del agua en el interior del tanque es homogénea e igual a la temperatura de salida.

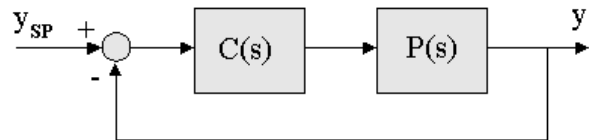
Datos del agua:
Capacidad calorífica específica: 1 kcal/(kg.°C)
Densidad: 1 kg/L



Ejercicio 3 (8 puntos)

Dada la siguiente transferencia y diagrama de bloques:

$$P(s) = \frac{0.5}{s(s+1)(0.1s+1)}$$



- 1) Se realiza un control proporcional $C(s)$ con ganancia K . Hallar el valor de K para obtener un margen de fase de 45° e indique el margen de ganancia para ese valor de K . Realizar los diagramas de Bode de $P(s)$ indicando los valores en los puntos notables, y una octava por encima y por debajo.
- 2) Se sustituye $C(s)=K$ por un control PID sintonizado mediante las reglas de Ziegler y Nichols. Calcular los valores de todos los parámetros. ¿Cuál de los dos métodos deberá utilizar? Justifique.

Controlador PID	Parámetros		
	K_c	T_i	T_d
$K_c \left(1 + \frac{1}{T_i s} + T_d s \right)$			
Ciclo continuo	$0,6.K_u$	$0,5.T_u$	$\frac{1}{8}.T_u$
Curva de reacción del proceso	$\frac{1,2.\tau}{G.T_m}$	$2.T_m$	$0,5.T_m$

Ejercicio 4 (8 puntos)

Se tiene una planta cuya función de transferencia es: $P(s) = \frac{5}{(s+1)(s+10)}$

Se desea modificar su desempeño por medio de un controlador PID que se coloca en serie con la planta, de manera que el sistema realimentado tenga las siguientes características:

- se comporte como un sistema de segundo orden sin ceros, críticamente amortiguado;
- tenga ganancia en régimen unitaria en continua;
- sea más rápido que la planta original.

Se pide:

- 1) Indique qué modos de control deben activarse para cumplir las especificaciones anteriores y el valor de las constantes del controlador.
- 2) ¿Cuál es el valor de la parte real de cada uno de los polos del sistema realimentado?
- 3) Desarrolle la expresión temporal de la respuesta a un escalón unitario.

Ejercicio 5 (6 puntos, 1 punto si correcta / -1 si incorrecta)

Para cada una de las siguientes afirmaciones, indicar si es verdadera o falsa.

El controlador On/Off

- a) no modifica su acción de control dentro de la banda neutra.
- b) es adecuado para controlar procesos de capacitancias grandes.

En un PLC,

- c) un PLC con un ciclo de trabajo $T=1\text{msec}$ puede procesar entradas que conmuten a una frecuencia de 5kHz.
- d) durante un ciclo de procesamiento de los pasos del ladder, los cambios en los valores de las entradas no son tomados en cuenta hasta el siguiente ciclo.

Para los controladores PID se puede afirmar lo siguiente:

- e) El controlador en lazo abierto es siempre estable.
- f) El modo integral hace al sistema más sensible al ruido de alta frecuencia.