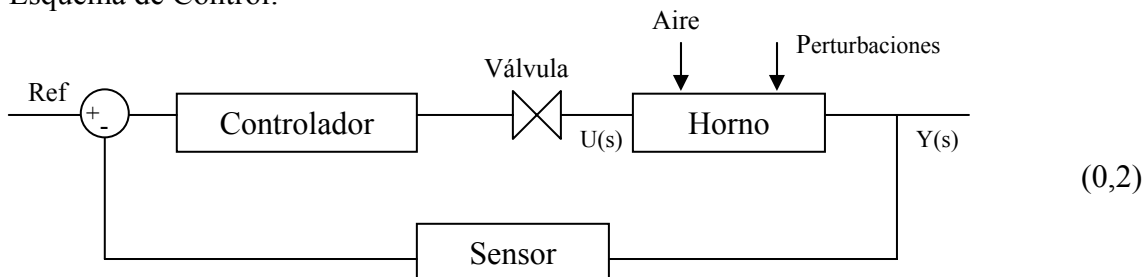


Pauta Pregunta 1 Control 1 EL42D Control de Sistemas

Primavera 2007

1.1 (1 pto.)

Esquema de Control:



Variable Controlada $y(s)$: Temperatura Horno (0,1)

Variable Manipulada $u(s)$: Flujo de Combustible (0,1)

Actuador : Válvula de Combustible (0,1)

Sensor: Termocupla (0,1)

Perturbaciones: Pureza flujo de combustible, temperatura ambiente, etc. (0,1)

Instrumentación:

$\frac{TIC}{23}$: Controlador Indicador de Temperatura asociado al lazo 23 (0,1)

$\frac{TT}{23}$: Transmisor de Temperatura asociado al lazo 23 (0,1)

$\frac{TY}{23}$: Relé, computador o accionador dependiente de T° asociado al lazo 23 (0,1)

1.2 (1 pto.)

Un control en lazo cerrado se justifica debido a la presencia de perturbaciones en el proceso la producción de los tubos de acero, estas perturbaciones deben de ser consideradas en la acción de control para así mantener la temperatura constante necesaria para el proceso.

En caso de utilizar un control en lazo abierto no se considerarían estas perturbaciones debiendo aislar lo más posible al sistema de ellas, resultando esto imposible por lo que su efecto no permitiría ejercer una buena acción de control.

1.3 (1 pts.)

Utilizando el método de la Curva de Reacción de Ziegler-Nichols: (0,1)

Se tiene la dinámica de la planta:

$$G(s) = \frac{0.5e^{-3s}}{10s+1} \quad \text{la que se puede analogar a : } G(s) = \frac{Ke^{-Ls}}{Ts+1}$$

Con lo que $L = 3$ (0,1) y $T = 10$ (0,1)

De la tabla correspondiente, los parámetros para un controlador PID están dados por:

$$K_p = 1.2 \frac{T}{L} = 1.2 \frac{10}{3} = 4 \quad (0,2)$$

$$T_i = 2L = 2 \cdot 3 = 6 \quad \text{implica } K_I = \frac{K_p}{T_i} = \frac{4}{6} = \frac{2}{3} \quad (0,2)$$

$$T_d = 0.5L = 0.5 \cdot 3 = 1.5 \quad \text{implica } K_D = K_p \cdot T_d = 4 \cdot 1.5 = 6 \quad (0,2)$$

Con lo que el controlador queda:

$$G_{PID}(s) = 4 + \frac{2}{3s} + 6s \quad (0,1)$$

1.4 (1.5 pts.)

Requerimientos:

$$\text{Mov}=10\% \text{ implica } \xi = 0.591 \quad (0,2)$$

$$\text{Luego } t_s = \frac{3.2}{\xi \omega_n} \Rightarrow \omega_n = 0.5413 \quad (0,2)$$

Con lo que el polinomio característico queda:

$$s^2 + 0.64s + 0.293 = 0 \quad (0,1)$$

Por otro lado se tiene la aproximación de la planta como

$$G(s) = \frac{0.5(1-1.5s)}{(10s+1)(1+1.5s)}$$

Y la función de transferencia del controlador PID es:

$$G_{PID}(s) = K_p + \frac{K_I}{s} + K_D s$$

Con esto, la función de transferencia del lazo cerrado queda: (suponiendo sensor ideal)

$$H(s) = \frac{G_{PID}(s)G(s)}{1 + G_{PID}(s)G(s)}$$

$$H(s) = \frac{\left(K_p + \frac{K_I}{s} + K_D s\right) \frac{0.5(1-1.5s)}{(10s+1)(1+1.5s)}}{1 + \left(K_p + \frac{K_I}{s} + K_D s\right) \frac{0.5(1-1.5s)}{(10s+1)(1+1.5s)}}$$

$$H(s) = \frac{(K_p s + K_I + K_D s^2) \cdot 0.5(1-1.5s)}{s \cdot (10s+1)(1+1.5s) + (K_p s + K_I + K_D s^2) \cdot 0.5(1-1.5s)}$$

$$H(s) = \frac{(K_p s + K_I + K_D s^2) \cdot 0.5(1-1.5s)}{s^3(15 - 0.75K_D) + s^2(11.5 + 0.5K_D - 0.75K_p) + s(1 + 0.5K_p - 0.75K_I) + 0.5K_I}$$

Con lo que el polinomio característico queda:

$$s^3(15 - 0.75K_D) + s^2(11.5 + 0.5K_D - 0.75K_p) + s(1 + 0.5K_p - 0.75K_I) + 0.5K_I = 0 \quad (0,1)$$

Nota: Algunos llegaron y colocaron $1 + G_{PID}(s)G(s) = 0$ en la calculadora, lo que produce que el polinomio característico quede un poco distinto, tiene la misma forma, salvo está simplificado por factores de 1.5, 0.75 o 0.5 en algunos casos, esto se tomó también correcto (también en las ecuaciones).

Como el polinomio dado por los requerimientos es de segundo orden se le agrega un polo, quedando:

$$(s+a)(s^2 + 0.64s + 0.293) = 0 \quad (0,1)$$

$$s^3 + s^2(0.64+a) + s(0.64a + 0.293) + 0.293a = 0$$

Igualando los coeficientes de ambos polinomios se obtienen las ecuaciones:

$$s^3: \quad 15 - 0.75K_D = 1 \quad (0,2)$$

$$s^2: \quad 11.5 + 0.5K_D - 0.75K_p = 0.64 + a \quad (0,2)$$

$$s^1: \quad 1 + 0.5K_p - 0.75K_I = 0.64a + 0.293 \quad (0,2)$$

$$s^0: \quad 0.5K_I = 0.293a \quad (0,2)$$

Para obtener los parámetros K_p, K_I y K_D .

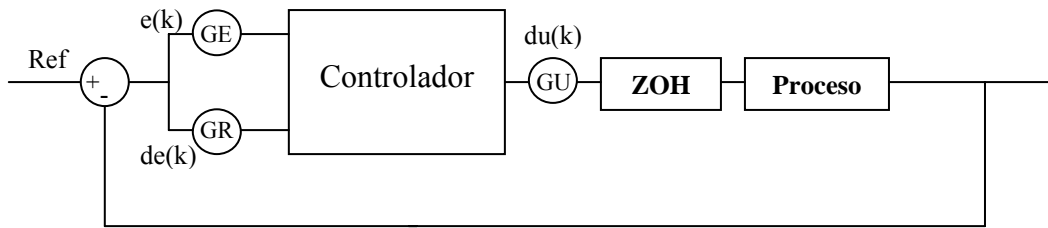
En caso de igualar los coeficientes de ordenes dos, uno y cero, y planteando como cuarta ecuación la relación de Ziegler-Nichols: $\frac{T_I}{T_D} = 4 = \frac{K_p^2}{K_I K_D}$ también se tienen los

(0,8) puntos por ecuaciones (0,2 por c/ecuación).

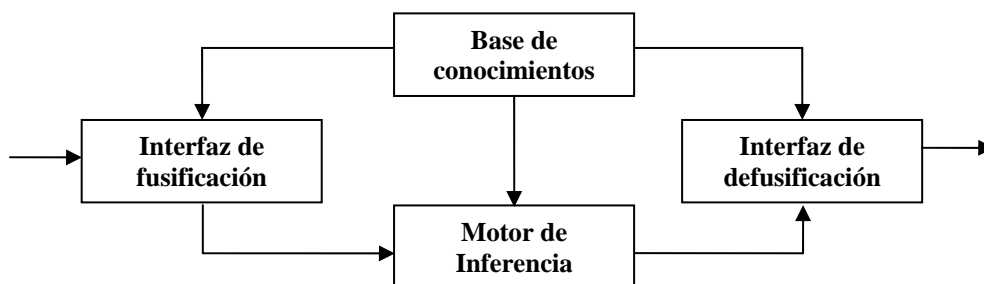
Si se dice como obtener las ecuaciones, pero no se plantean, se tiene (0,1) por cada ecuación.

1.5 (1 pts.)

Esquema del sistema de control:



En donde las partes del controlador son:



- Esquema general sistema de control y ganancias GE,GR,GU (0,2)
- $e(k)$, $de(k)$ y $du(k)$ (0,3) → (0,1 c/u)
- ZOH (0,1)
- Interfaz de fusificación (0,1)
- Base de conocimientos (0,1)
- Motor de Inferencia (0,1)
- Interfaz de defusificación (0,1)

1.6 (0.5 pts.)

La diferencia fundamental es que el PID difuso es no lineal y funciona a distintos puntos de operación, no así el convencional que es lineal y funciona en un solo punto de operación.

Conviene usar un esquema difuso cuando la planta puede funcionar en distintos puntos de operación.