

CONTROL N°1

EL42D CONTROL DE SISTEMAS

Prof. Doris Sáez
 Prof. Auxiliar: Rodrigo Flores
 1 de Septiembre, 2004

1. Los motores de corriente continua son usualmente usados en tracción, por la fácil implementación de su control de velocidad. El modelo del motor CC se muestra en la Figura 1. Las ecuaciones que describen la dinámica del sistema de la Figura 1 son:

$$J \frac{d^2 \theta}{dt^2} + b \frac{d \theta}{dt} = K \cdot i(t)$$

$$L \frac{d i}{dt} + R \cdot i(t) + K \frac{d \theta}{dt} = V(t)$$

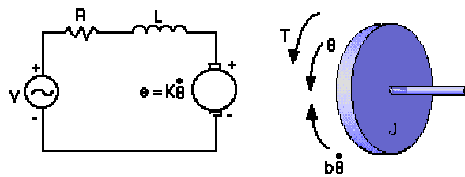


Figura 1: Modelo del Motor CC.

La función de transferencia que relaciona el voltaje con la velocidad angular es:

$$\frac{\omega(s)}{V(s)} = \frac{K}{LJs^2 + (bL + JR)s + bR + K^2}$$

donde:

$$K = 0.01 \left[\frac{N \cdot m}{A} \right]$$

$$b = 0.1 \left[N \cdot m \cdot s \right]$$

$$J = 0.01 \left[\frac{Kg \cdot m^2}{s^2} \right]$$

$$R = 1 \left[\Omega \right]$$

$$L = 0.5 \left[H \right]$$

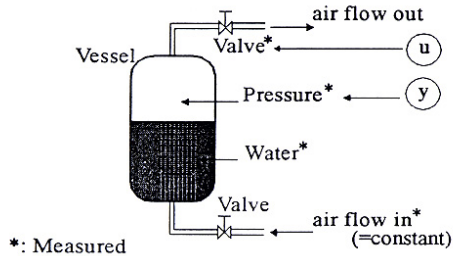
- 1.1 Identifique la variable controlada, la variable manipulada, el sensor y el actuador. Describa una perturbación para este sistema.
- 1.2 Proponga un diagrama de bloque del sistema de control, donde se considera que el sensor es ideal.
- 1.3 Calcular los parámetros de un controlador proporcional derivativo (P-D) tal que el sobrenivel máximo sea 1% y el tiempo máximo sea 0.4 seg.
- 1.4 Calcular los parámetros de un controlador proporcional integral (P-I) que cumpla los mismos requerimientos.
- 1.5 Calcule el error permanente del sistema frente a un escalón unitario utilizando ambos controladores. Comente el resultado.
- 1.6 Discuta las ventajas y desventajas de ambos controladores.
- 1.7 ¿Qué pasa si el sistema de control incluye un saturador?. ¿Cómo lo solucionaría?.

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

$$t_s = \frac{3.2}{\xi\omega_n} \quad 0 < \xi < 0.69$$

$$t_s \approx \frac{4.5\xi}{\omega_n} \quad \xi > 0.69$$

2.- En un fermentador batch de alimentación, la presión en el estanque de fermentación (y) puede ser controlada a través del cambio de flujo de aire de salida (u) manteniendo constante el flujo de aire de entrada (ver figura).



Para el diseño de una estrategia de control digital, se considera la siguiente función de transferencia de la planta:

$$G(s) = \frac{10e^{-0.2s}}{10s^2 + s}$$

- 2.1 Explicar cada una de las componentes del sistema de control digital.
- 2.2 Calcular la función de transferencia discreta de la planta en lazo abierto. El tiempo de muestreo es 0.1 seg.
- 2.3 Establecer los polos dominantes en lazo cerrado del sistema con un controlador proporcional $K_{pd} = 100$.
- 2.4 Calcular el sobrepaso máximo para el sistema de control definido en 2.3. ¿Qué significado tiene este análisis?.
- 2.5 ¿Cuál es el error permanente del sistema en lazo cerrado?. Justifique su respuesta.
- 2.6 Diseñar un controlador PID discreto utilizando el método Z-N (curva de reacción).
- 2.7 ¿Cuáles son las ventajas y desventajas del método de Z-N (curva de reacción) frente al criterio de López?.
- 2.8 ¿Cuál es el problema de la variable manipulada frente a un escalón en la referencia en el controlador propuesto en 2.6?. ¿Cómo lo solucionaría?.

Tipo de controlador	K_p	T_i	T_d
P	$\frac{T}{L}$	∞	0
PI	$0.9\frac{T}{L}$	$\frac{L}{0.3}$	0
PID	$1.2\frac{T}{L}$	$2L$	$0.5L$

Tabla Z-N (curva reacción)

Entry #	Laplace Domain	Time domain	Z Domain (t=nT)
1	1	$\delta(t)$ unit impulse	1
2	$\frac{1}{s}$	$u(t)$ unit step	$\frac{z}{z-1}$
3	$\frac{1}{s^2}$	t	$\frac{Tz}{(z-1)^2}$
4	$\frac{1}{s+a}$	e^{-at}	$\frac{z}{z-e^{-aT}}$
5	$\frac{1}{(s+a)^2}$	te^{-at}	$\frac{Tze^{-aT}}{(z-e^{-aT})^2}$

$$PID_{discreto} = \left[K_{pd} + \frac{K_{id}}{1-Z^{-1}} + K_{dd}(1-Z^{-1}) \right]$$

$$K_{pd} = K_p - \frac{K_p T}{2T_i} \quad K_{id} = \frac{K_p T}{T_i} \quad K_{dd} = \frac{K_p T_d}{T}$$

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

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