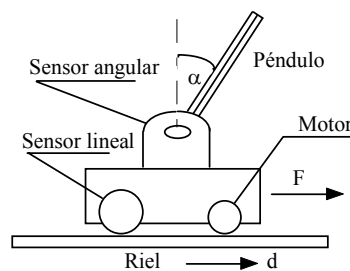


## CONTROL N°1 EL42D CONTROL DE SISTEMAS

Miércoles 14 de Abril, 2004

1.- El péndulo invertido está compuesto por una viga montada sobre un carro que desliza sobre un riel como se muestra en la Figura. El motor de corriente continua permite ejercer la fuerza sobre el sistema y un potenciómetro acoplado a él por un mecanismo de engranaje mide la posición del carro. Además, un potenciómetro montado en el eje de rotación permite medir el ángulo del péndulo con respecto a la vertical.



Para el diseño y evaluación de las estrategias de control se considera sólo la ecuación del movimiento del péndulo invertido:

$$\ddot{\alpha} = \frac{(M + m)g \sin \alpha - F \cos \alpha - \frac{m\ell}{2} \dot{\alpha}^2 \sin \alpha \cos \alpha}{\frac{2(M + m)\ell}{3} - \frac{m\ell \cos^2 \alpha}{2}}$$

Parámetro	Valor	Unidad
Masa del carro (M)	1.0	Kg.
Masa del péndulo (m)	0.1	Kg.
Largo del péndulo (l)	1.0	m.
Aceleración de gravedad (g)	9.8	m/seg. <sup>2</sup>

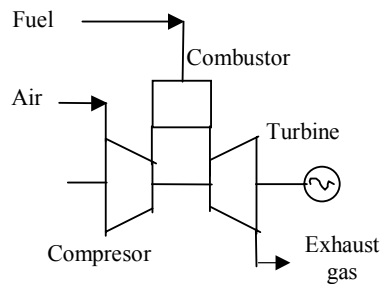
- Obtenga la función de transferencia del sistema para el punto de equilibrio ( $\alpha = 0, \dot{\alpha} = 0$ )
- Analice la estabilidad del sistema en lazo abierto.
- Diseñe un controlador PID considerando el método de Ziegler-Nichols más apropiado. Justifique.

d) ¿Cuál es problema de acción derivativa en esta estructura?. ¿Cómo se soluciona?.

Tipo de controlador	$K_p$	$T_i$	$T_d$
P	$0.50K_c$	$\infty$	0
PI	$0.45K_c$	$P_c/1.2$	0
PID	$0.60K_c$	$0.5P_c$	$P_c/8$

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

2.- Para la turbina a gas de una central térmica se desea diseñar un controlador digital.



En este caso, se desea producir una cierta potencia ( $P$ ) a partir del flujo de combustible ( $w_f$ ) entregado a la central. La función de transferencia que representa simplificada el comportamiento es:

$$G(s) = \frac{10}{(s+1)(s+2)}$$

a) Suponga que la potencia se muestrea cada  $T = 1$  min. Se dispone de un retenedor de orden cero  $G_o(s)$  y un controlador PI de tiempo discreto.

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

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.

b) Calcule la función de transferencia de la planta en tiempo discreto  $G(z)$  considerando el retenedor.

d) Calcule los parámetros del controlador PI tal que el sistema tenga un sobrenivel máximo de 5% y tiempo de estabilización 10 min.

e) ¿Qué efecto tiene el añadir una acción derivativa?

$$S_p = e^{-\frac{\pi\xi}{\sqrt{1-\xi^2}}} \quad t_s \approx \frac{4.5\xi}{\omega_n} \quad \xi > 0.69 \quad t_s = \frac{3.2}{\xi\omega_n} \quad 0 < \xi < 0.69$$

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

3.- Para este proceso se desea diseñar un controlador PI basado en control por modelo interno.

$$G(s) = \frac{10e^{-2s}}{(s+2)(s+100)}$$

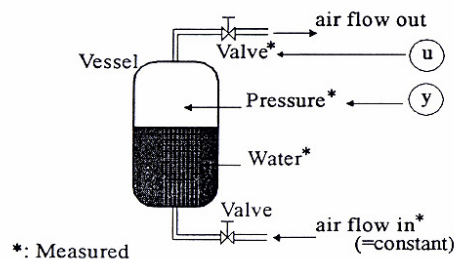
a) Dibuje el diagrama de bloques del sistema control por modelo interno puro. Explique los problemas de su implementación en planta.

b) Calcule los parámetros del controlador PI a partir del control por modelo interno ( $T_f = 4$ )

c) Dibuje el diagrama de bloques del sistema control PI con saturación en actuador. Explique los problemas de este esquema.

d) Proponga un esquema de control que solucione este efecto.

4.- 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).



Se desea implementar la estrategia de control PID difusa que se presenta en la siguiente tabla con las funciones de pertenencia de la figura. Para esto, se pide:

- Dibuje un diagrama de bloques del sistema en lazo cerrado.
- Para el controlador PID difuso propuesto, evalúe la acción de control para un punto del espacio de entrada distinto del origen. Asigne valores a los límites de las funciones de pertenencia elegidas.
- ¿Cuáles son las ventajas de un controlador PID difuso frente a un controlador PID convencional?
- ¿Cuáles son los parámetros del PID difuso?

		de(k)						
		NB	NM	NS	ZE	PS	PM	PB
e(k)	NB	NB	NB	NB	NB	NM	NS	ZE
	NM	NB	NB	NM	NM	NS	ZE	PS
	NS	NB	NM	NS	NS	ZE	PS	PM
	ZE	NM	NM	NS	ZE	PS	PM	PM
	PS	NM	NS	ZE	PS	PS	PM	PB
	PM	NS	ZE	PS	PM	PM	PB	PB
	PB	ZE	PS	PM	PB	PB	PB	PB

