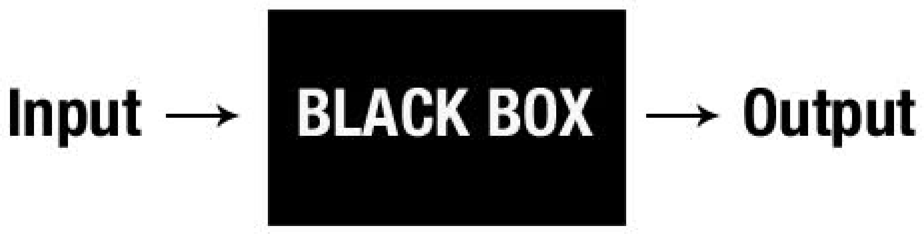
Institución Universitaria

IDENTIFICACIÓN DE PROCESOS Y CURVA DE REACCIÓN

IDENTIFICACIÓN DE PROCESOS

- Si la planta es tan complicada que no es fácil obtener su modelo matemático, tampoco es posible un método analítico para el diseño de un controlador PID.
- En este caso, se debe recurrir a procedimientos experimentales para la sintonía de los controladores PID.
- Del controlador que cumplan con las especificaciones de comportamiento dadas se conoce como sintonía del controlador

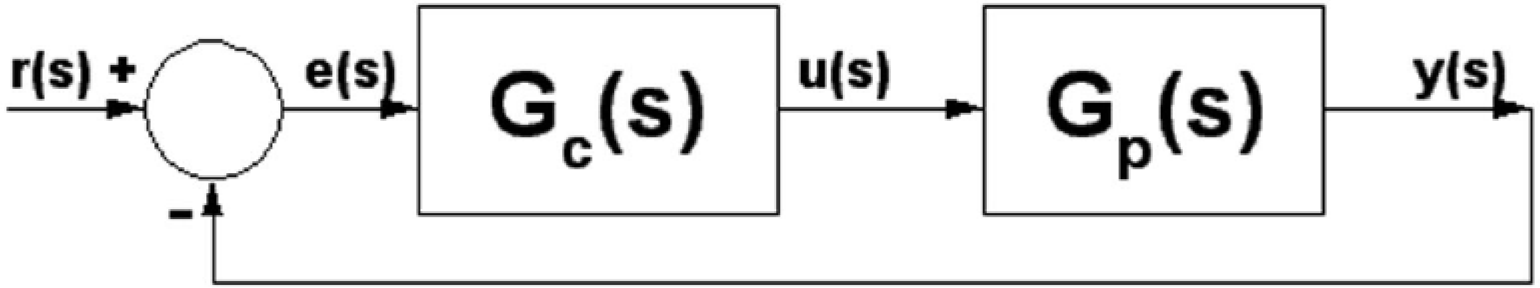


IDENTIFICACIÓN DE PORCESOS

- TOMAR DATOS DE FUNCIONAMIENTO
  - LAZO ABIERTO (CURVA DE REACCIÓN)
    - MÉTODO DE LA RECTA TANGENTE
    - MÉTODO DE LOS DOS PUNTOS
    - MÉTODO DE 3 PUNTOS
    - MÉTODO DE STREJC
    - MÉTODO DE LAS ÁREAS CARACTERÍSTICAS DE NISHIKAWA
  - LAZO CERRADO
    - MÉTODO DE GANANCIA ÚLTIMA

IDENTIFICACIÓN DEL PROCESO

AQUÍ BUSCAREMOS ENCONTRAR $G_P(s)$



CURVA DE REACCIÓN PROCEDIMIENTO

PLANTA EN LAZO ABIERTO → ESTABILICE EL SISITEMA → APLIQUE UN ESCALÓN A LA ENTRADA (VARIABLE MANIPULADA) → TOME DATOS DE LA VARIBLE CONTROLADA HASTA NUEVA ESTABILIZACIÓN DEL SISTEMA

QUÉ MODELO OBTENDRÉ

La mayoría de los métodos de sintonización de controladores se basan en los parámetros de un modelo de orden reducido que permita representar sistemas dinámicos de orden alto y por esta razón los más empleados son los de primer o segundo orden más tiempo muerto,

$$G_p(s) = \frac{k_p\, e^{-t_m s}}{\tau s + 1}$$

$$G_p(s) = \frac{k_p\, e^{-t_m s}}{(\tau_1 s + 1)(\tau_2 s + 1)}$$

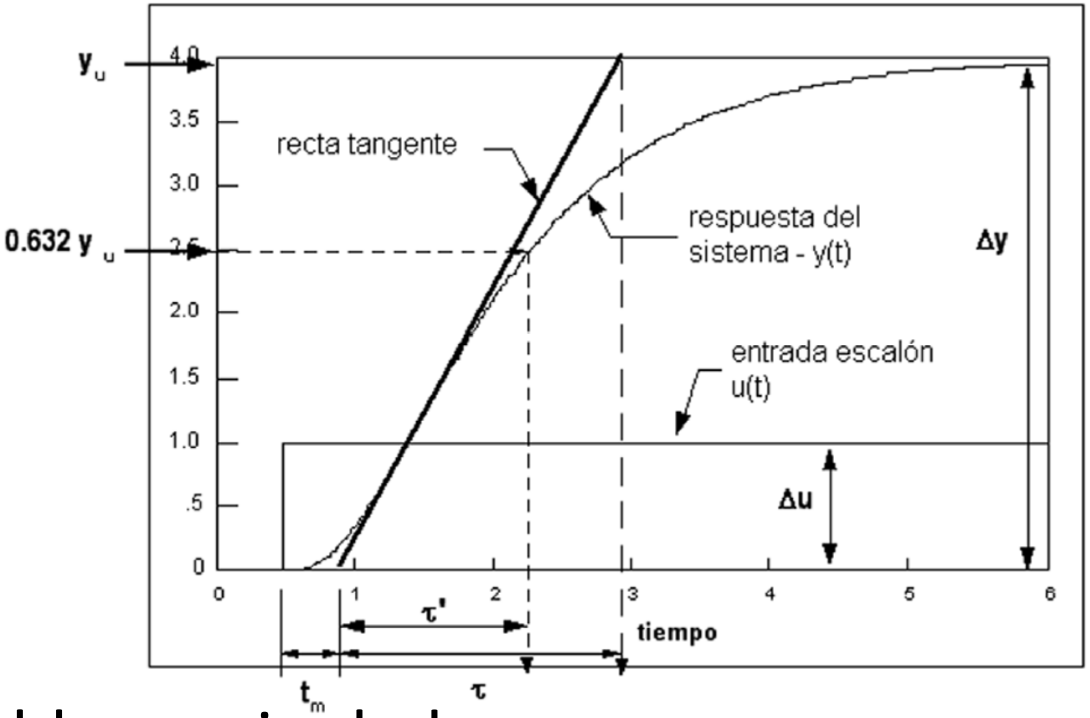
$$G_p(s) = \frac{\omega_n^2 k_p e^{-t_m s}}{s^2 + 2\varsigma\omega_n s + \omega_n^2} = \frac{k_p e^{-t_m s}}{\tau^2 s^2 + 2\varsigma\tau s + 1}$$

MÉTODO DE LA TANGENTE DE ZIEGLER Y NICHOLS

$$G_p(s) = \frac{k_p e^{-t_m s}}{\tau s + 1}$$

Se obtiene modelo de primer orden mas tiempo muerto

Trace una recta tangente a la curva de reacción del proceso en su punto de inflexión o de máxima pendiente



Se debe identificar la ganancia *kp*, la constante de tiempo τ y el tiempo muerto aparente *tm* del sistema.

$$k_p = \Delta y / \Delta u$$

Δu Magnitud del escalón aplicado variable manipulada

Δy Cambio en la variable controlada

MÉTODO DE LA TANGENTE MODIFICADO DE MILLER

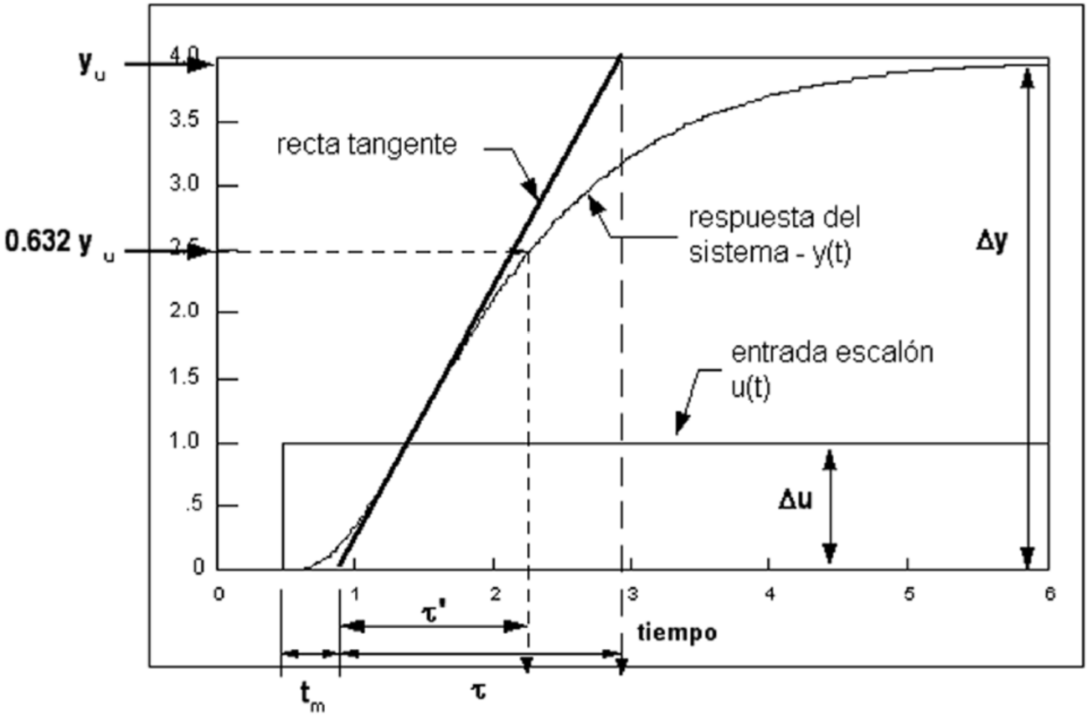
$$G_p(s) = \frac{k_p e^{-t_m s}}{\tau s + 1}$$

Es una variación del de Ziegler y Nichol

Igual requiere que se trace una recta tangente al punto de inflexión

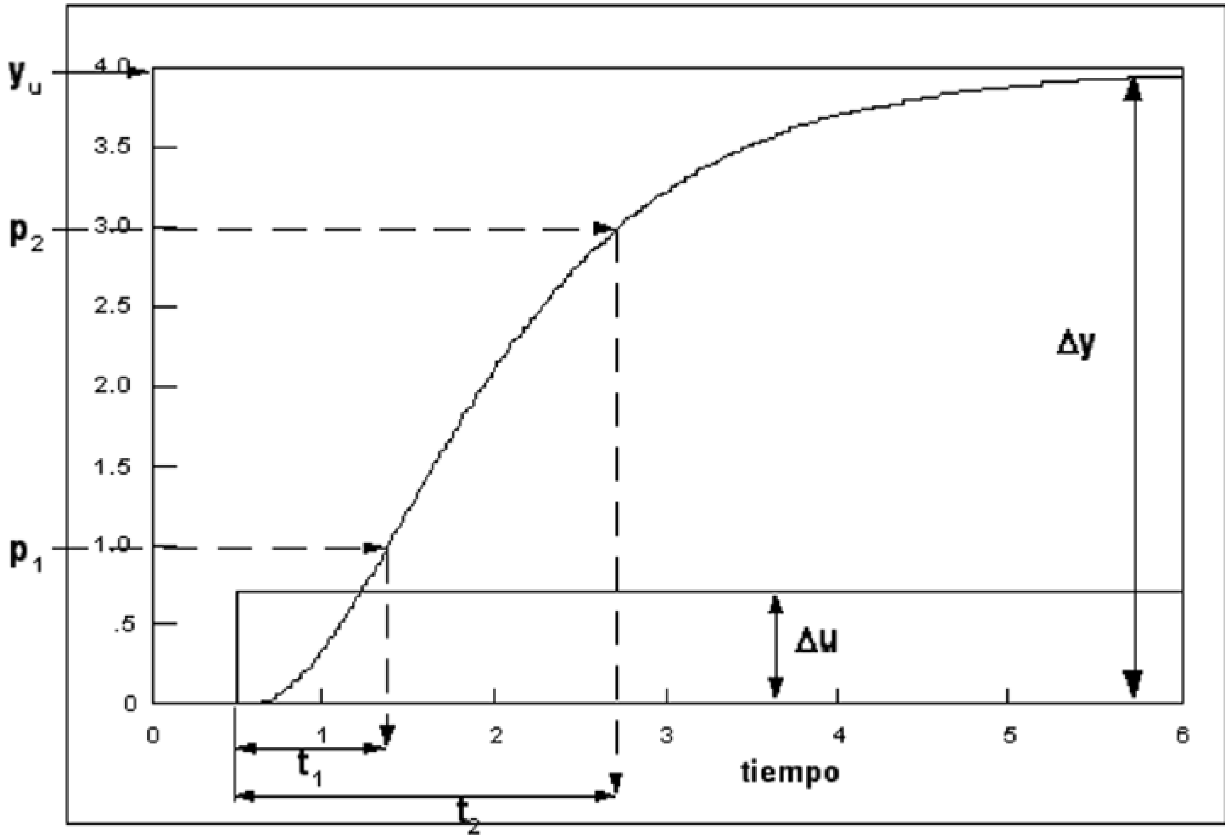
La ganancia y el tiempo muerto se calculan de la misma forma

La constante de tiempo se calcula como el tiempo requerido para que la respuesta alcance el 63.2% del cambio total a partir del tiempo muerto.



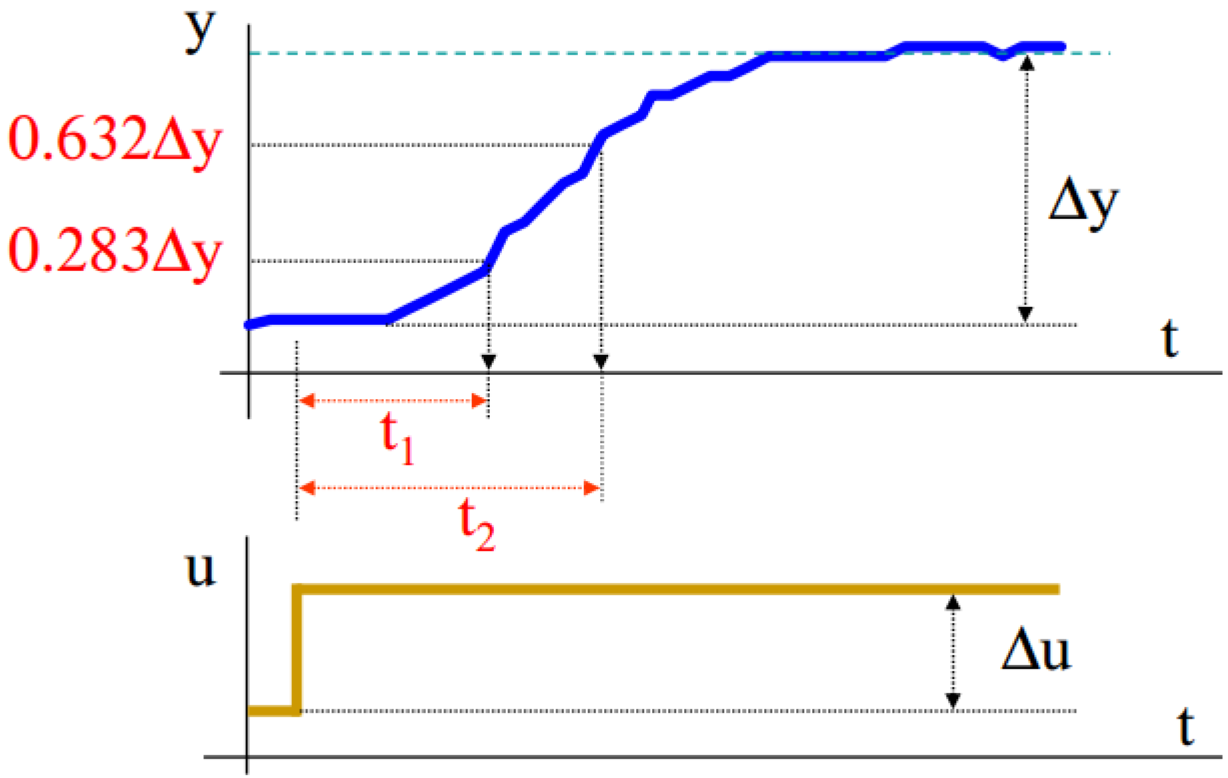
MÉTODO DE DOS PUNTOS DE SMITH

El primer método basado en dos puntos sobre la curva de reacción fue propuesto por Smith. Los instantes seleccionados por este autor fueron los tiempos requeridos para que la respuesta alcance el 28.3% (t_{28}) y el 63.2% (t_{63}) del valor final (en la gráfica se indican de forma general como t_2 y t_2)



$$G_p(s) = \frac{k_p\, e^{-t_m s}}{\tau s + 1}$$

MÉTODO DE DOS PUNTOS DE SMITH



$$t_{28} = t_m + \tau / 3$$

$$t_{63} = t_m + \tau$$

$$\tau = 1.5(t_{63} - t_{28})$$

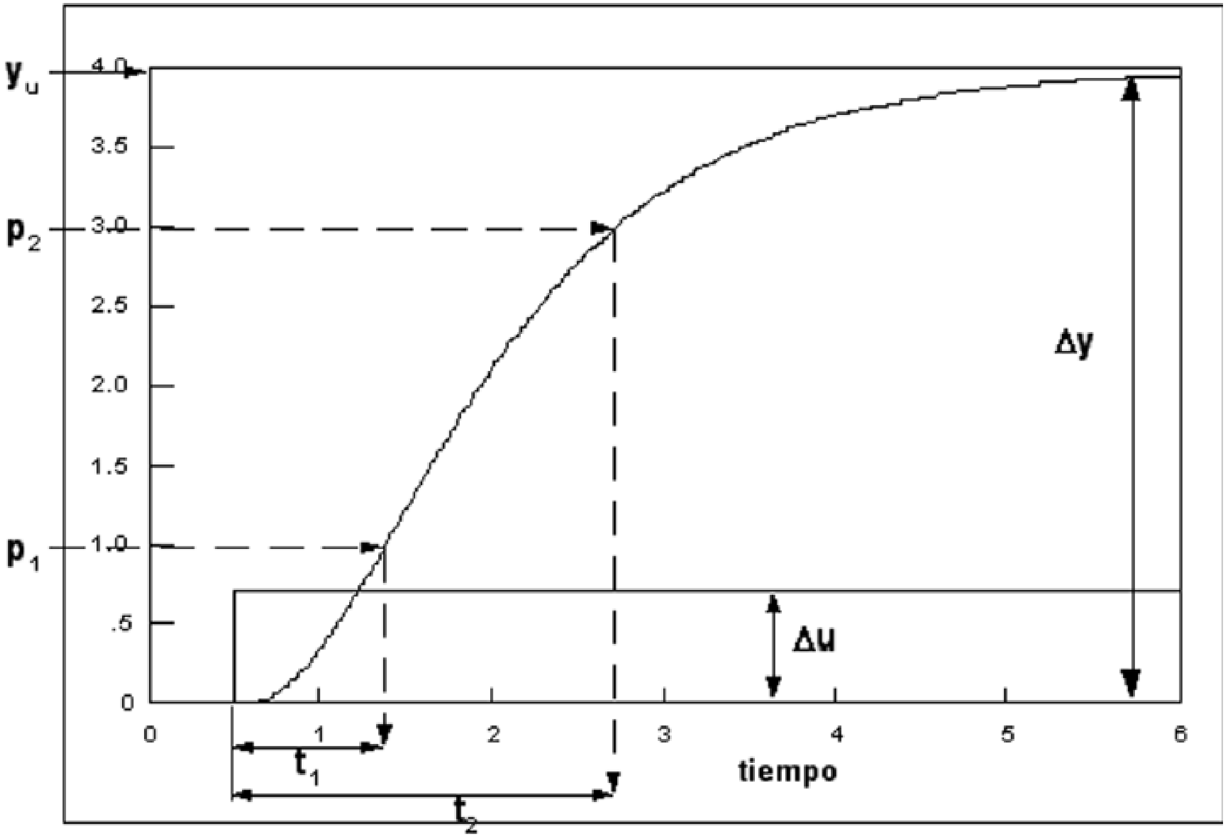
$$t_m = t_{63} - \tau$$

$$k_p = \Delta y / \Delta u$$

$$\boxed{G_p(s) = \frac{k_p e^{-t_m s}}{\tau s + 1}}$$

MÉTODO DE DOS PUNTOS GENERAL

Si p_2 y p_2 son dos valores porcentuales del cambio en la respuesta del sistema a un cambio escalón en la entrada y t_2 y t_2 son los tiempos requeridos para alcanzar estos dos valores



$$G_p(s) = \frac{k_p e^{-t_m s}}{\tau s + 1}$$

$$k_p = \Delta y / \Delta u$$

$$t_m = c\, t_1 + d\, t_2$$

$$\tau = a\, t_1 + b\, t_2$$

MÉTODO DE DOS PUNTOS GENERAL

Constantes para la identificación de los modelos de primer orden más tiempo muerto						
Método	*%p₁ (t₁)*	*%p₂ (t₂)*	*A*	*b*	*c*	*d*
Alfaro	250	75.0	-0.910	0.910	1.262	-0.262
Bröida	28,0	40.0	-5.500	5.500	2.800	-1.800
Chen y Yang	33,0	67.0	-1.400	1.400	1.540	-0.540
Ho *et al.*	35.0	85.0	-0.670	0.670	1.300	-0.290
Smith	28.3	63.2	-1.500	1.500	1.500	-0.500
Vitecková *et al.*	33.0	70.0	-1.245	1.245	1.498	-0.498

$$G_p(s) = \frac{k_p e^{-t_m s}}{\tau s + 1}$$

$$k_p = \Delta y / \Delta u \qquad t_m = c\, t_1 + d\, t_2 \qquad \tau = a\, t_1 + b\, t_2$$

Institución Universitaria

MÉTODO DE DOS PUNTOS GENERAL

Constantes para la identificación de los modelos de polo doble más tiempo muerto.						
Método	$\%p_1\ (t_1)$	$\%p_2\ (t_2)$	*A*	*b*	*c*	*d*
Ho *et al.*	35.0	85.0	-0.463	0.463	1.574	-0.574
Viteckovà *et al.*	33.0	70.0	-0.749	0.749	1.937	-0.937

$$G_p(s) = \frac{k_p e^{-t_m s}}{(\tau s + 1)^2}$$

$$k_p = \Delta y / \Delta u \qquad t_m = c\, t_1 + d\, t_2 \qquad \tau = a\, t_1 + b\, t_2$$

MÉTODOS DE TRES PUNTOS

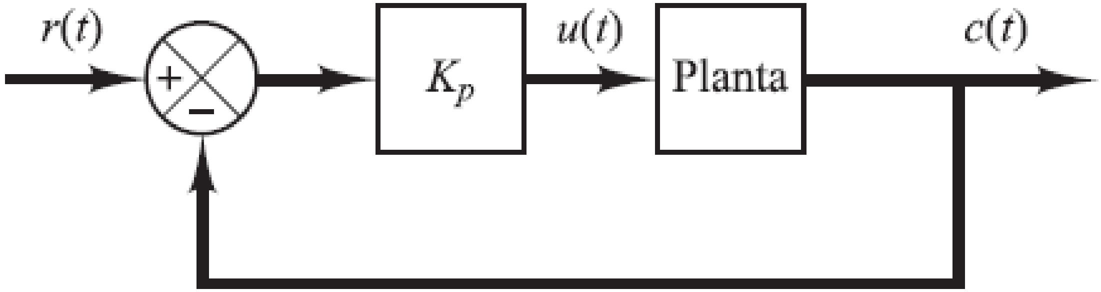
Un modelo de segundo orden más tiempo muerto tiene tres parámetros en adición a la ganancia, por lo que se requieren tres puntos sobre la curva de reacción para identificarlo.

$$G_p(s) = \frac{k_p\, e^{-t_m s}}{(\tau_1 s + 1)(\tau_2 s + 1)}$$

$$G_p(s) = \frac{\omega_n^2 k_p e^{-t_m s}}{s^2 + 2\varsigma\omega_n s + \omega_n^2} = \frac{k_p e^{-t_m s}}{\tau^2 s^2 + 2\varsigma\tau s + 1}$$

Segundo método: GANANCIA ULTIMA

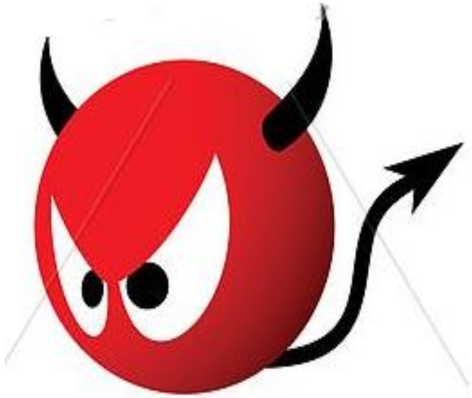
- En el segundo método, primero se fija $Ti=\infty$ y $Td=0$.
- Usando sólo la acción de control proporcional, se incrementa *Kp* desde 0 hasta un valor crítico *K*cr, en donde la salida presente oscilaciones sostenidas. (Si la salida no presenta oscilaciones sostenidas para cualquier valor que pueda tomar *Kp*, entonces este método no se puede aplicar.)



“BUENOS” Y “MALOS” DATOS

Normalmente, al no contar con un modelo adecuado de la planta que se quiere controlar, se parte de obtener datos del comportamiento de la planta y a partir de ellos modelar la dinámica de esta.

La forma en la que se recolectan y se analizan los datos de la planta es crítica para la sintonización del PID.



SE DEBERÍA PODER RESPONDER SI A ESTAS PREGUNTAS PARA QUE LOS DATOS SEAN “BUENOS”

¿Estaba el proceso en estado estacionario antes de comenzar la toma de datos?

¿Es claro que la salida causada por la dinámica de la planta fue superior a la causada por el ruido? (SNR>10)

¿No hubo perturbaciones durante la realización de la prueba?

¿El modelo que se obtenga de los datos se aproxima a los datos tomados?

EJEMPLO

Simule el siguiente sistema y encuentre un modelo de primer orden con retardo.