

Ejercicios sintonizadores de Ziegler–Nichols

Se basa en aproximar el sistema como:

$$G(s) = \frac{K}{Ts + 1} e^{-Ls}$$

Donde:

- K : ganancia del proceso
- T : constante de tiempo
- L : tiempo muerto

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	$1.2 \frac{T}{L}$	$2L$	$0.5L$

La función de transferencia del controlador es

 Controlador PID (forma estándar)

La forma más usada en control clásico es:

$$G_c(s) = K_p \left(1 + \frac{1}{T_i s} + T_d s \right)$$

Forma equivalente (expandida)

$$G_c(s) = K_p + \frac{K_i}{s} + K_d s$$

donde:

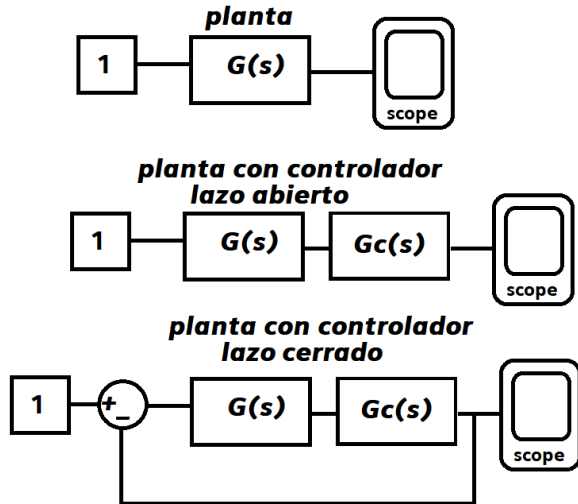
- $K_i = \frac{K_p}{T_i}$
- $K_d = K_p T_d$

Forma racional (útil en MATLAB/Simulink)

$$G_c(s) = \frac{K_d s^2 + K_p s + K_i}{s}$$

y construya el sistema en lazo cerrado:

$$G_{cl}(s) = \frac{G_c(s)G(s)}{1 + G_c(s)G(s)}$$



Para los siguientes ejercicios realizar con Matlab:

1. Simular $G(s)$ ante un escalón unitario.
2. Trazar la tangente en el punto de máxima pendiente de la curva.
3. Estimar:
 - a. L : intersección de la tangente con el eje tiempo
 - b. T : tiempo entre intersecciones de la tangente con 0% y 100% del valor final
 - c. K : valor final de la respuesta
4. Aproximar el proceso como FOPDT y sintonizar con Z-N (lazo abierto).
5. Implementar grafica en lazo abierto y comparar con la gráfica de desempeño en lazo cerrado.

Ejercicio 1 (Orden 5 → PID)

$$G(s) = \frac{120}{s^5 + 9s^4 + 33s^3 + 63s^2 + 66s + 36}$$

◆ **Ejercicio 2 (Orden 6 → PID)**

$$G(s) = \frac{720}{s^6 + 12s^5 + 58s^4 + 144s^3 + 193s^2 + 132s + 36}$$

◆ **Ejercicio 3 (Orden 7 → PID)**

$$G(s) = \frac{5040}{s^7 + 15s^6 + 95s^5 + 325s^4 + 624s^3 + 658s^2 + 348s + 72}$$

◆ Ejercicio 4 (Orden 3 → PID)

$$G(s) = \frac{4}{(s^2 + 2s + 5)(s + 1)}$$

◆ Ejercicio 5 (Orden 4 → PID)

$$G(s) = \frac{6}{(s^2 + 1.5s + 4)(s + 1)(2s + 1)}$$

◆ Ejercicio 6 (Orden 5 → PID)

$$G(s) = \frac{10}{(s^2 + 2s + 10)(s + 1)(2s + 1)(3s + 1)}$$

◆ Ejercicio 7 (Orden 3 → P)

$$G(s) = \frac{3}{(s^2 + s + 2)(2s + 1)}$$

◆ Ejercicio 8 (Orden 4 → PI)

$$G(s) = \frac{5}{(s^2 + 0.8s + 3)(3s + 1)(4s + 1)}$$

◆ Ejercicio 9 (Orden 5 → PID)

$$G(s) = \frac{7}{(s^2 + 1.2s + 6)(s + 1)(2s + 1)(5s + 1)}$$

◆ Ejercicio 10 (Orden 4 → comparación)

$$G(s) = \frac{4}{(s^2 + 2s + 2)^2}$$