



## Manual de prácticas



# Ingeniería Mecatrónica

## Control Analógico

### CONTROL PID

### Práctica #4



## Manual de prácticas

### 1. Objetivo y competencias a desarrollar por el participante

Objetivos:

- o Sintonizar un controlador P, PI y PID utilizando las reglas de sintonización de Ziegler-Nichols.

Competencia a desarrollar:

- o Sintonizar controladores PID, analizar su respuesta y comparar el comportamiento del sistema para los 3 tipos de controladores,

### 2. Competencias previas.

Conocimiento de las reglas de sintonización de Ziegler-Nichols.

- Conocimiento del criterio de estabilidad de Routh
- Manejo de Matlab.

### 3. Equipo, Materiales e Insumos

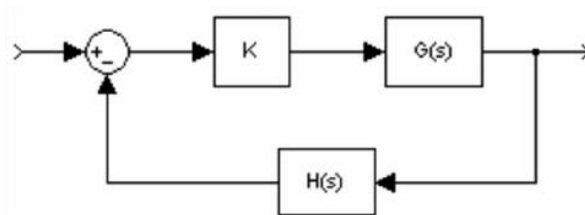
- o Computadora.
- o Software Matlab

### 4. Descripción de la Práctica

En esta práctica se sintonizarán controladores P, PI Y PID, para lo cual será necesario verificar cual de los 2 métodos propuestos según las reglas de Ziegler-Nichols es aplicable al sistema en cuestión.

### 5. Procedimiento

Sintonizar un control P, PI Y PID para el siguiente sistema:

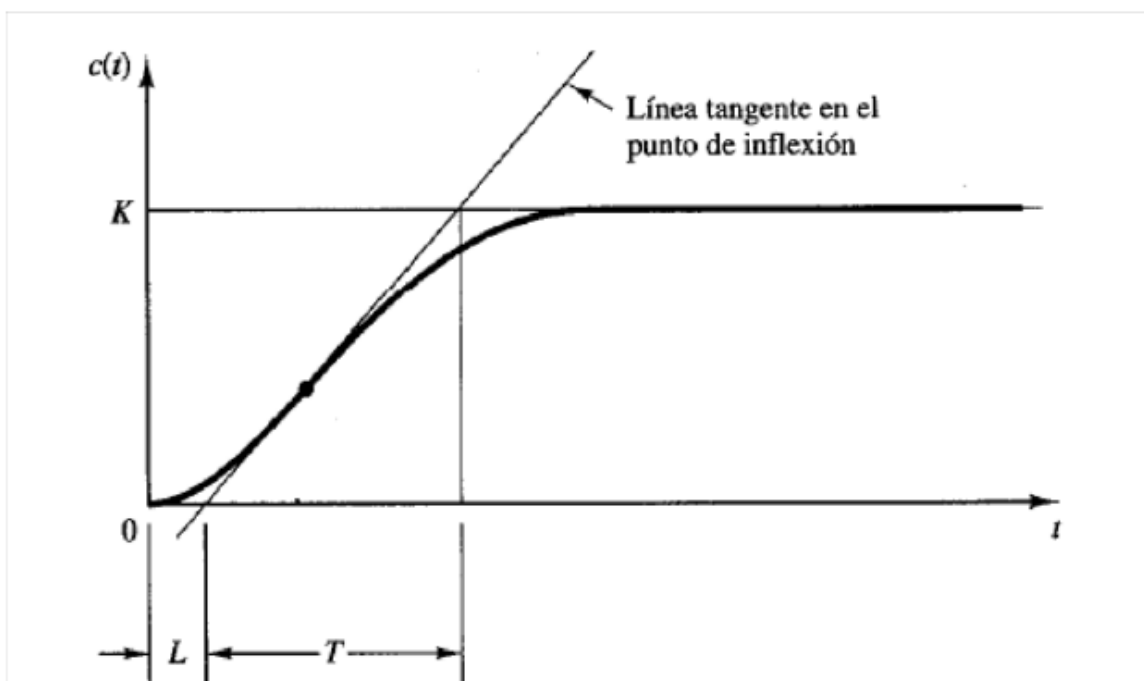


$$G(s) = \frac{1}{(s+2)(s+3)}, H(s) = \frac{1}{(s+4)}$$

Verifique cual de los dos métodos de sintonización es aplicable para el sistema

### Método 1:

- 5.1 Obtener la respuesta del sistema al escalón unitario.
- 5.2 Trazar la línea tangente al punto de inflexión de la curva que representa la respuesta del sistema a la entrada escalón.
- 5.3 Si es posible, identificar los valores de  $L$  y  $T$  a partir de la gráfica obtenida en los pasos anteriores:



- 5.4 Si no es posible medir  $L$  y  $T$ , este método no sería válido. En caso de que si se puedan medir es necesario calcular los valores de ganancia a partir de la tabla de Ziegler-Nichols y sustituir en la ecuación para  $G_c(s)$ :



## Manual de prácticas

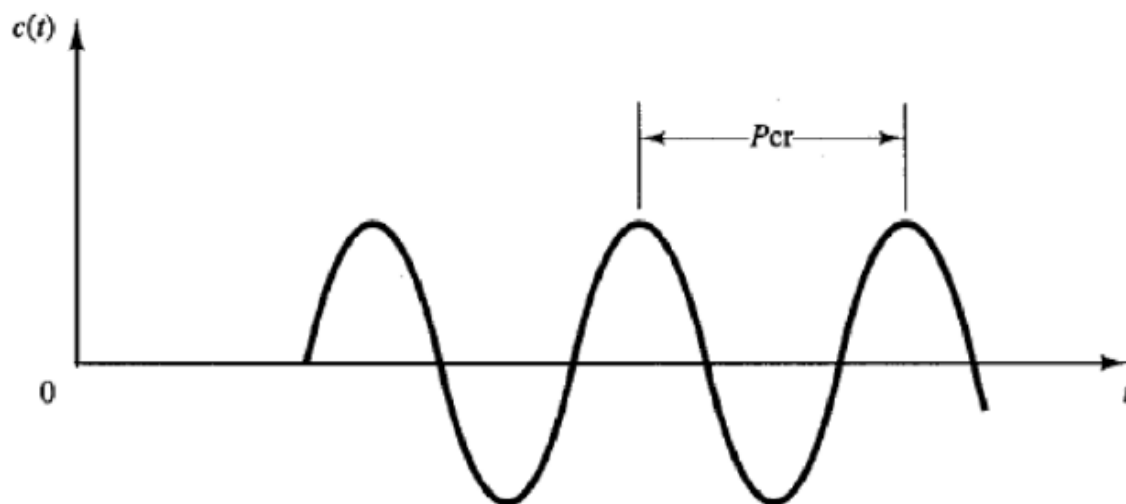
Acción de control	<u>Kp</u>	<u>Ti</u>	<u>Td</u>
P	$\frac{T}{L}$	$\infty$	0
PI	$0.9 \frac{T}{L}$	$\frac{L}{0.3}$	0
PID	$1.2 \frac{T}{L}$	2L	0.5L

$$G_c(s) = \frac{U(s)}{E(s)} = K_p \left( 1 + sT_d + \frac{1}{sT_i} \right)$$

- 5.5 En caso de que sea posible calcular los parámetros del controlador a partir de la tabla anterior, simular el comportamiento del sistema para los tipos de controladores: P, PI y PID. Comentar las diferencias en el comportamiento del sistema en cada caso.
- 5.6 Finalmente mejora el comportamiento del sistema sintonizando manualmente un controlador PID basado en simulación. Explicar la metodología aplicada para esta sintonización manual

### Método 2:

- 5.7 Se minimizan los efectos de la parte integral y derivativa y se incrementa el valor de Kp hasta un valor crítico Kcr donde la salida exhiba oscilaciones sostenidas. (Si no hay oscilaciones sostenidas no se aplica el método). Se determina experimentalmente el período Pcr de la respuesta.



5.8 Obtener de manera analítica  $K_{cr}$  y  $P_{cr}$ , en caso de que el método sea aplicable para el sistema.

5.9 Sintonizar el controlador de acuerdo con la siguiente tabla:

Acción de control	$K_p$	$T_i$	$T_d$
P	$0.5 K_{cr}$	$\infty$	0
PI	$0.45 K_{cr}$	$\frac{1}{1.2} P_{cr}$	0
PID	$0.6 K_{cr}$	$0.5 P_{cr}$	$0.125 P_{cr}$

$$G_c(s) = \frac{U(s)}{E(s)} = K_p \left( 1 + sT_d + \frac{1}{sT_i} \right)$$

5.10 En caso de que sea posible calcular los parámetros del controlador a partir de la tabla anterior, simular el comportamiento del sistema para los tipos de controladores: P, PI y PID. Comentar las diferencias en el comportamiento del sistema en cada caso.

5.11 Finalmente mejora el comportamiento del sistema sintonizando manualmente un controlador PID basado en simulación. Explicar la metodología aplicada para esta sintonización manual



## Manual de prácticas

### 6. Bibliografía

6.1 Ogata, K. (2003). Ingeniería de control moderna. Pearson Educación.



## Manual de prácticas