

Nombre y apellido, legajo: \_\_\_\_\_

1. **Cuestionario conceptual.** Marcar la opción más correcta.

10% (a) Para el sistema de la Figura 1, donde  $a$  y  $b$  son constantes positivas, el controlador *más simple* que permite estabilizar el sistema asignando arbitrariamente los polos a lazo cerrado es

- |   |  |
|---|--|
| <input type="checkbox"/> un controlador proporcional.             | <input type="checkbox"/> un PID.                                   |
| <input type="checkbox"/> un PI.                                   | <input type="checkbox"/> un controlador genérico de segundo orden. |
| <input type="checkbox"/> un controlador genérico de primer orden. | <input type="checkbox"/> un controlador genérico de tercer orden.  |

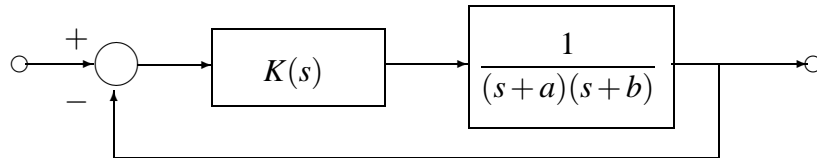


Figura 1: Sistema del punto 1(a)

10% (b) Se planea diseñar un controlador  $K(s)$  en el sistema de la Figura 2 para

- hacer que la salida  $y(t)$  siga asintóticamente referencias  $r(t)$  constantes;
- atenuar significativamente el efecto de las perturbaciones  $d_i(t)$  y  $d_o(t)$ , especificadas en la figura;
- atenuar el efecto del ruido de medición  $d_m(t)$ , significativo en frecuencias superiores a 200 rad/s;
- minimizar los efectos de las limitaciones estructurales de la planta.

En base a estas especificaciones, el ancho de banda a lazo cerrado más apropiado debería ser de

- |  |   |   |
|--|---|---|
| <input type="checkbox"/> [0,5] rad/s.  | <input type="checkbox"/> [0,30] rad/s.  | <input type="checkbox"/> [0,300] rad/s. |
| <input type="checkbox"/> [0,20] rad/s. | <input type="checkbox"/> [0,100] rad/s. | <input type="checkbox"/> [0,800] rad/s. |

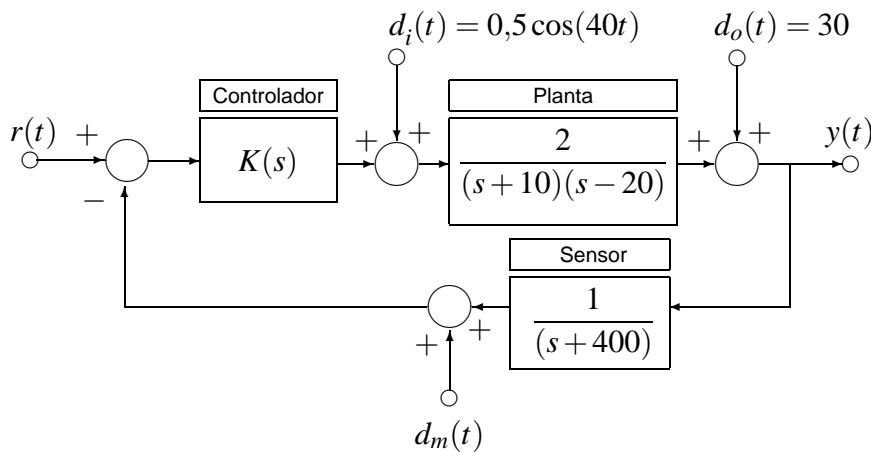


Figura 2: Sistema

10% (c) En un lazo de realimentación unitaria se ha diseñado un controlador  $K(s)$  para estabilizar a una planta nominal  $G_0(s)$  que posee un cero real positivo a lazo abierto. Si el controlador se reajustara para aumentar la velocidad de respuesta al escalón del sistema a lazo cerrado, entonces debería esperarse una respuesta

- |  |  |  |
|--|--|--|
| <input type="checkbox"/> con menor sobrevalor.   | <input type="checkbox"/> con mayor sobrevalor. | <input type="checkbox"/> con similar subvalor. |
| <input type="checkbox"/> con similar sobrevalor. | <input type="checkbox"/> con menor subvalor.   | <input type="checkbox"/> con mayor subvalor.   |

2. **Problema de diseño.** La Figura 3 representa esquemáticamente un sistema de control de un proceso levemente amortiguado, con un retardo de  $T = 0,5s$ .

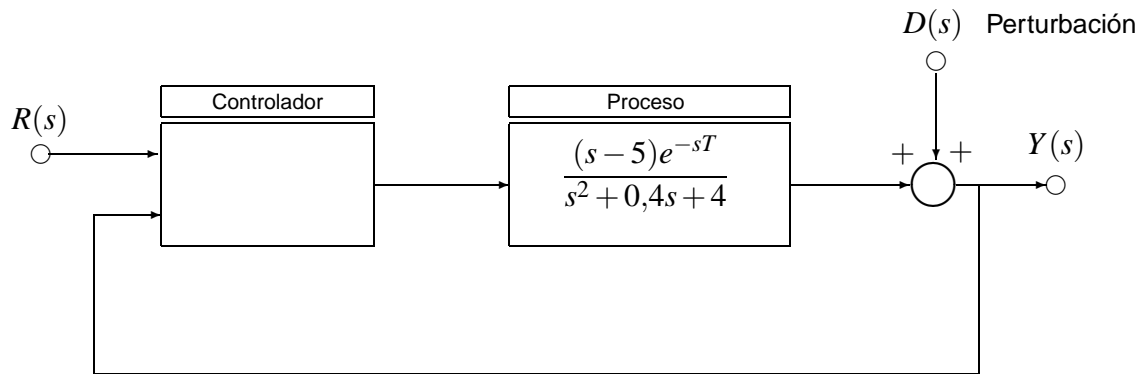


Figura 3: Control de un proceso levemente amortiguado

- 10% (a) Diseñar un controlador PID con un método empírico de Ziegler-Nichols apropiado, utilizando el modelo nominal de la planta para realizar los ensayos y mediciones necesarias mediante simulación. Ver Nota 1 para las tablas de ajuste de Ziegler-Nichols.
- 5% (b) Determinar, mediante simulación, el máximo subvalor  $y_{SUB}$  y el tiempo de establecimiento  $t_e$  al 2% del sistema a lazo cerrado obtenido en el punto (a). **Salvar, para entregar,** el diagrama SIMULINK en el archivo [Apellido]2B.mdl.
- 40% (c) Modificar el controlador del punto (a) como sea necesario para satisfacer las siguientes especificaciones de desempeño:
  - (i) Seguimiento asintótico exacto y robusto de referencias constantes.
  - (ii) Rechazo asintótico exacto y robusto de perturbaciones constantes.
  - (iii) Respuesta a la referencia sin sobrevalor,  $y_{SOB} = 0$ , y con máximo subvalor  $y_{SUB} < 20\%$ .
  - (iv) Tiempo de establecimiento al 2% en la respuesta a la referencia  $t_e < 2,5s$ .
- 15% (d) Construir un diagrama SIMULINK del sistema a lazo cerrado obtenido en el punto (c) y simular su respuesta a una entrada escalón de referencia,  $r(t) = 10$ , aplicada en  $t = 0s$  y una perturbación escalón,  $d(t) = 2$ , aplicada en  $t = 5s$ . **Salvar, para entregar,** el diagrama SIMULINK en el archivo [Apellido]2D.mdl.

**Nota 1.** La estructura del bloque PID de SIMULINK es *paralela*,

$$K_{PID}(s) = K_p + \frac{K_i}{s} + \frac{K_d s}{s/N + 1}$$

Los parámetros de Ziegler-Nichols para esta estructura se dan en los Cuadros 1 y 2, método de oscilación y curva de reacción, respectivamente.

	$K_p$	$K_i$	$K_d$
P	$0,50K_c$		
PI	$0,45K_c$	$\frac{0,54K_c}{P_c}$	
PID	$0,60K_c$	$\frac{1,2K_c}{P_c}$	$\frac{3K_c P_c}{40}$

Cuadro 1: Parámetros de controladores PID según el método de oscilación de Ziegler-Nichols (para estructura paralela)

	$K_p$	$K_i$	$K_d$
P	$\frac{(t_2 - t_1)}{K_0(t_1 - t_0)}$		
PI	$\frac{0,9(t_2 - t_1)}{K_0(t_1 - t_0)}$	$\frac{0,3(t_2 - t_1)}{K_0(t_1 - t_0)^2}$	
PID	$\frac{1,2(t_2 - t_1)}{K_0(t_1 - t_0)}$	$\frac{0,6(t_2 - t_1)}{K_0(t_1 - t_0)^2}$	$\frac{0,6(t_2 - t_1)}{K_0}$

Cuadro 2: Parámetros de controladores PID según el método de la curva de reacción de Ziegler-Nichols (para estructura paralela)