

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. |

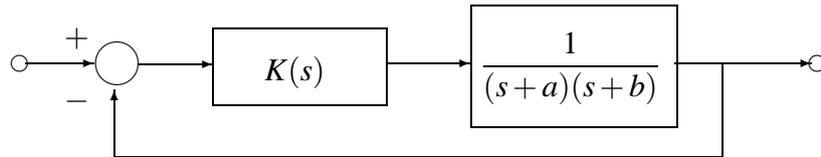


Figura 1: Sistema del punto 1(a)

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 60 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"/> $[0, 1/2]$ rad/s. | <input type="checkbox"/> $[0, 10]$ rad/s. | <input type="checkbox"/> $[0, 30]$ rad/s. |
| <input type="checkbox"/> $[0, 2]$ rad/s. | <input type="checkbox"/> $[0, 15]$ rad/s. | <input type="checkbox"/> $[0, 100]$ rad/s. |

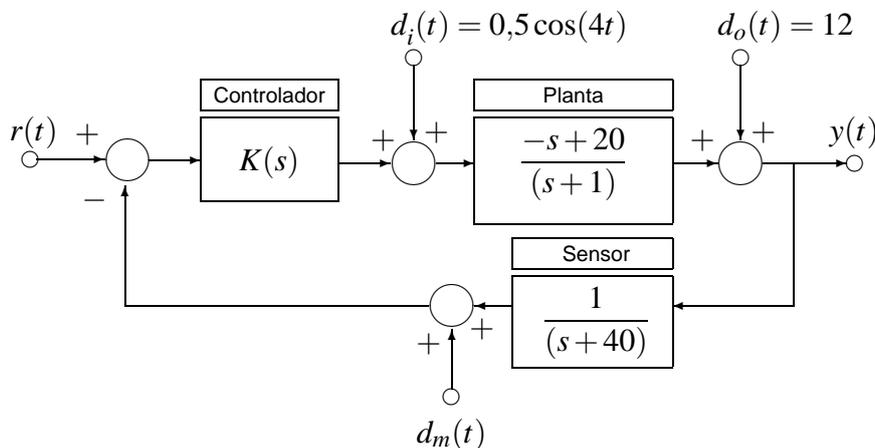


Figura 2: Sistema

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 polo 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 regulación de velocidad de un motor de combustión interna. El modelo nominal linealizado del motor alrededor de un punto de operación es la función transferencia del diagrama, que incluye un retardo de $T = 0,5s$.

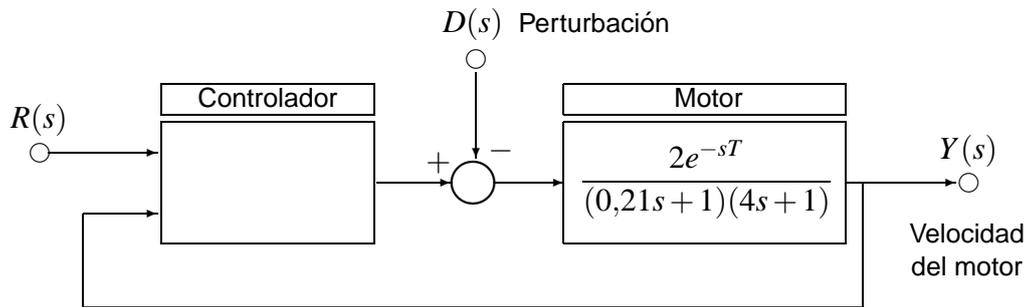


Figura 3: Control de velocidad de un motor de combustión interna

- 10% (a) Diseñar un controlador PID con un método empírico de Ziegler-Nichols apropiado, utilizando el modelo nominal del motor 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 sobrevalor y_{SOB} 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) Máximo sobrevalor $y_{SOB} < 5\%$.
 - (iv) Tiempo de establecimiento al 2% en la respuesta a la referencia $t_e < 3,5s$.
- 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, $r(t) = 100$, aplicada en $t = 0s$ y una perturbación escalón, $d(t) = 20$, 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)