

EJERCICIOS ENTREGABLES PRÁCTICA 5

Análisis y diseño de sistemas de control mediante el Lugar de las Raíces con MATLAB

NORMAS DEL ENTREGABLE DE PRÁCTICAS

- La solución de los ejercicios se deberá entregar en un *LiveScript* .mlx independiente por cada uno de los tres ejercicios. Guárdalos también en .pdf.
- Se entregarán los seis archivos (.mlx + .pdf) en un archivo comprimido con comentarios explicativos precisos, con formato de nombre: Grupo_Número.zip.
- La entrega se realizará a través del Aula Virtual. Se dispondrá de 14 días naturales desde la subida del enunciado de los ejercicios entregables en dicha plataforma.
- Cualquier atisbo de copia del trabajo de otros compañeros se penalizará con un 0 en la práctica para todos los integrantes de los grupos involucrados.

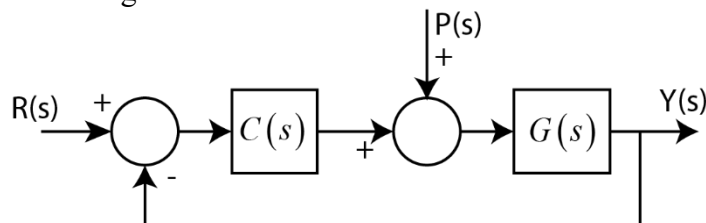
Ejercicio 1 (3.5 puntos). Dado el sistema físico conocido como “Pelota sobre barra” cuya función de transferencia es

$$G(s) = \frac{mdg}{\frac{L(J + mR^2)}{R^2} s^2}$$

Con parámetros

- $m=0.1\text{kg}$;
- $R=0.015\text{m}$;
- $g=9.8\text{m/s}^2$;
- $L=1\text{m}$;
- $d=0.03\text{m}$;
- $J=10^{-6}\text{kg}\cdot\text{m}^2$

Haciendo uso de las herramientas de diseño y análisis de Matlab. Diseñar un controlador que el sistema presente un tiempo de establecimiento menor a 3.5 segundo y un pico Máximo inferior al 10%, según el siguiente diagrama de control:



- a) Analice el lugar de las raíces del y exponga los criterios de selección del controlador en función de las diferentes graficas y datos que considere relevantes. En base a estos, diseñe el controlador del tipo seleccionado y exponga las gráficas que considere necesarias incluyendo, LDR, respuesta paso, y una captura de pantalla del ambiente RLTOOL donde se vea claramente el tipo de herramientas de calibración

utilizadas. (para el ajuste del controlador y para los criterios de diseño) (1.5 pts).

- b) Analice la respuesta del sistema en lazo cerrado frente a una perturbación de tipo impulso y tipo paso (1 pto).
- c) Diseñe un controlador tal que el error frente a una perturbación de tipo paso sea nulo (1 pto).

Ejercicio 2 (4.5 puntos). El exoesqueleto robótico REFLEX es un dispositivo de rehabilitación de rodilla basado en un motor de corriente continua. Dicho motor se comporta de manera que su señal de control, $u(t)$, comanda la velocidad de giro del eje, $v(t)$, según la relación $u(t) = \dot{v}(t) + 15v(t)$.

Se quiere controlar la posición del eje de dicho motor $p(t)$ para que siga comandos de posición angular. Para ello, se utiliza un esquema de control en lazo cerrado realimentando la posición angular del eje. Esta realimentación se realiza mediante un sensor que incorpora un filtro paso bajo correspondiente a la siguiente función de transferencia:

$$H(s) = \frac{1}{0.001s^2 + 0.05s + 1}$$

- a) Modele el sistema a controlar y esboce el diagrama de bloques que representa el control de dicha articulación para el seguimiento de referencias de posición (0.5 pts)
- b) Utilizando el método de Ziegler-Nichols de sintonización empírica de PID, obtenga el controlador PID para el sistema (1.5 pto).
- c) Aplicando la metodología de diseño propuesta por Shamsuzzoha et al.¹, obtenga un controlador PID para el sistema (2 pts)
- d) Compare el funcionamiento de ambos métodos de control y comente los resultados obtenidos en el marco de la aplicación planteada (0.5 pts).

Ejercicio 3 (2 puntos). Considera el sistema representado por la siguiente función de transferencia:

$$G(s) = \frac{1}{s^3 + 8.5s^2 + 36s + 16}$$

Realimentando el sistema negativa y unitariamente, determine el controlador de la familia de los PID que consiga anular el error en estado estacionario, un tiempo de asentamiento inferior a 1.25s y un máximo sobreimpulso inferior al 5%.

- a) Analice el lugar de las raíces y exponga los criterios de selección del controlador en función de las diferentes gráficas y datos que considere relevantes.

¹ Shamsuzzoha, M., & Skogestad, S. (2010). The setpoint overshoot method: A simple and fast closed-loop approach for PID tuning. *Journal of Process Control*, 20(10), 1220–1234. <https://doi.org/10.1016/j.jprocont.2010.08.003>

- b) Diseñe el controlador del tipo seleccionado y exponga las gráficas que considere necesarias incluyendo, lugar de las raíces, respuesta al escalón, o una captura de pantalla del ambiente RLTOOL o cálculos manuales donde se vea claramente el tipo de herramientas de calibración utilizadas.