

Problema 1. Considere el sistema en realimentación de la Figura 1 con

$$G(s) = \frac{s + 1}{(\frac{1}{4}s + 1)(s - 1)}$$

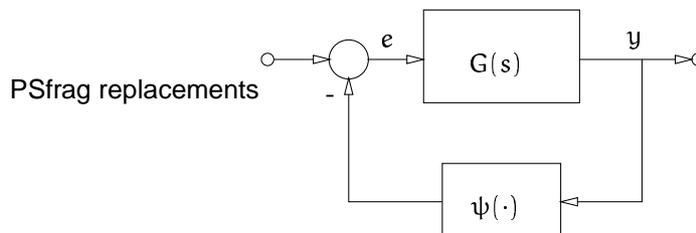


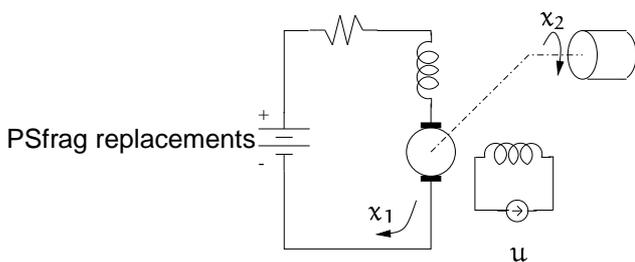
Figura 1: Sistema en realimentación

- (a) Determinar un sector $[\alpha, \beta]$ de alinealidades estáticas ψ para las cuales el sistema a lazo cerrado es absolutamente estable.
- (b) Para cada una de las alinealidades

$$\psi_1(y) = 3 \sinh(y), \quad \psi_2(y) = \begin{cases} 2y & \text{si } |y| \leq 0.5 \\ 1 & \text{si } y > 0.5 \\ -1 & \text{si } y < -0.5 \end{cases}$$

determinar si el origen de los correspondientes sistemas a lazo cerrado obtenidos en realimentación con $G(s)$ es asintóticamente estable. En caso afirmativo, determinar además si la estabilidad es local, regional o global, justificando la respuesta.

Problema 2. La Figura 2 representa un motor de corriente continua controlado por corriente de excitación mediante una fuente de corriente. Denotando con x_1 la corriente de armadura, x_2 la velocidad del rotor, y u la corriente de excitación, el modelo en espacio de estados correspondiente es



$$\begin{aligned} \dot{x}_1 &= -a_1 x_1 - a_2 x_2 u + a_3, \\ \dot{x}_2 &= -a_4 x_2 + a_5 x_1 u, \\ y &= x_2, \end{aligned}$$

donde a_1, a_2, a_3, a_4, a_5 son parámetros constantes positivos. Sus valores nominales son:

$$\begin{aligned} a_1 &= 60 & a_3 &= 40 & a_5 &= 4 \times 10^4 \\ a_2 &= 1/2 & a_4 &= 6 \end{aligned}$$

Figura 2: Motor de corriente continua controlado por excitación

Se desea diseñar un control de velocidad para regular y a un valor de referencia constante y_R . Se asume que los valores admisibles de y_R satisfacen $y_R^2 < a_3^2 a_5 / (4 a_1 a_2 a_4)$, y el dominio de operación está restringido a $x_1 > a_3 / 2 a_1$.

- (a) Encontrar el valor de entrada de régimen permanente u_0 , como función de y_R , necesario para mantener la salida a la velocidad constante y_R . Verificar que el control a lazo abierto $u = u_0$ da un equilibrio asintóticamente estable.
- (b) Utilizando Simulink, estudiar la performance del control a lazo abierto del punto anterior para un valor de referencia $y_R = 100$:
- Implementar el control a lazo abierto obtenido en el punto anterior y obtener el tiempo que tarda el motor en alcanzar la velocidad de régimen y_R desde el reposo;

- modificar el valor de a_1 en el modelo en un 20% y repetir el ensayo al escalón. ¿Qué cambios se observan en la respuesta?

Nota: El archivo `motorDC.mdl` contiene el modelo Simulink del motor representado en la Figura 3. Los valores nominales de los parámetros pueden cargarse en Matlab del archivo `parametros.mat`.

(c) Usando linealización, diseñar un control en realimentación de estados con acción integral

$$u = k_1 x_1 + k_2 (y - y_R) + k_3 \sigma$$

$$\dot{\sigma} = y - y_R$$

para regular la velocidad al valor de referencia y_R con un tiempo de respuesta aproximadamente 5 veces más corto que el obtenido con el control a lazo abierto $u = u_0$. (**Nota:** salvar los gráficos de la respuesta temporal de $y - x_2$ versus t_{out} — para cada ensayo como `stepOL` y `stepOLa1`, respectivamente).

(d) Implementar el control en realimentación del punto anterior en Simulink y repetir los ensayos de respuesta al escalón del punto (b) (con y sin perturbación en el valor de a_1). ¿Cómo se compara la performance de este control con la del control a lazo abierto? (**Nota:** salvar los gráficos de la respuesta temporal de y ahora como `stepCL` y `stepCLa1`, respectivamente).

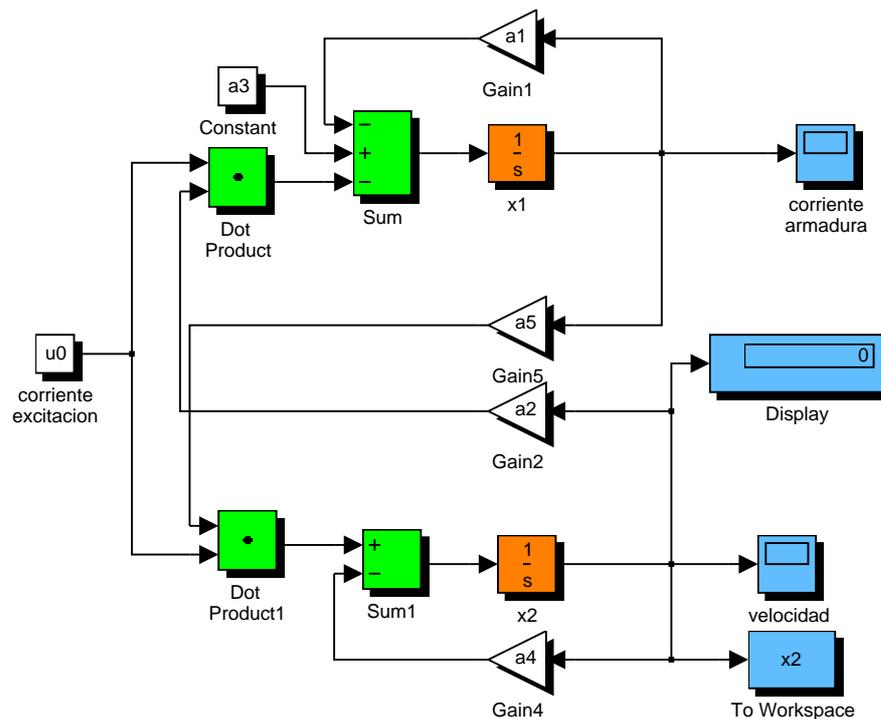


Figura 3: Diagrama de bloques