

1. En la figura 1 se muestra un sistema de suspensión electromagnética. En la parte superior del sistema experimental se sitúa un electroimán. Utilizando la fuerza electromagnética f , se desea mantener en suspensión la bola de hierro. Como sensor de medida de la distancia del imán a la bola, puede usarse un sensor inductivo situado debajo de la bola. El electroimán tiene una inductancia $L = 0,508$ H y una resistencia $R = 23,2 \Omega$. La masa m de la bola es igual a 1.75 kg.

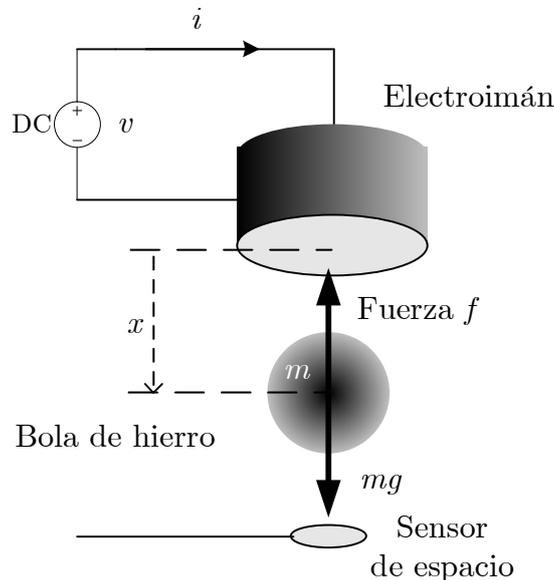


Figura 1: Sistema de suspensión electromagnética.

Ecuaciones:

$$v(t) = Ri(t) + L \frac{di(t)}{dt} \quad (1)$$

$$f(t) = k \frac{i(t)^2}{x(t)^2} \quad (2)$$

$$mg - f(t) = m \frac{d^2x(t)}{dt^2} \quad (3)$$

donde v es la tensión de alimentación del electroimán, i es la corriente que circula por el devanado del electroimán, x es la distancia de la bola al electroimán, g es la aceleración de la gravedad, y $k = 2,9 \times 10^{-4} \text{ Nm}^2/\text{A}^2$.

- Considerando $i_0 = 1,06\text{A}$ y $x_0 = 4,36\text{mm}$, dibujar el diagrama de bloques *estructurado* del sistema.
 - Determinar la función de transferencia del sistema $X(s)/V(s)$.
 - Determinar la estabilidad del sistema.
 - Proponer un sistema de control en cascada.
 - Explicar la sintonización de uno los reguladores en cascada.
2. Una técnica para sintonizar reguladores es el modelado de la función de lazo. Explique la relación de la función de lazo con el sistema realimentado que permite dicho procedimiento.
3. El sistema de control de la orientación de un eje de un satélite se puede representar por el diagrama de bloques de la figura 2. J es el momento de inercia del satélite, que se supondrá $J = 10,8 \times 10^8 \text{ slug}\cdot\text{ft}^2$ ($1 \text{ slug}\cdot\text{ft}^2 [\text{slug}\cdot\text{square foot}] = 1,35582 \text{ kg}\cdot\text{m}^2$).
- Diseñar un regulador que permita al satélite responder a consignas de control en escalón, con una sobreoscilación no superior al 57 %, un tiempo de establecimiento en torno a 47s, y error de posición en régimen permanente nulo.

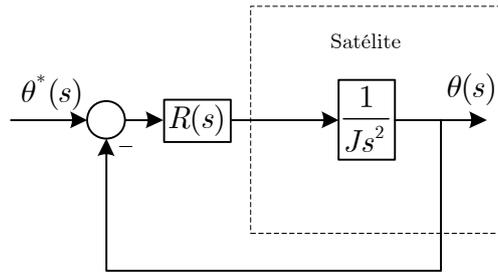


Figura 2: Diagrama de bloques del sistema de control de la orientación de un satélite.

4. Explique la sintonización de una red de adelanto de fase. Debe justificarse el procedimiento. Una mera enumeración de los pasos no será considerada. Incorpore las gráficas necesarias para su comprensión.
5. Un mismo sistema controlado con dos reguladores diferentes, D_1 y D_2 , y realimentación unitaria presenta las funciones de sensibilidad que se muestran a continuación. Compare ambos sistemas bajo todos los puntos de vista que conozca.

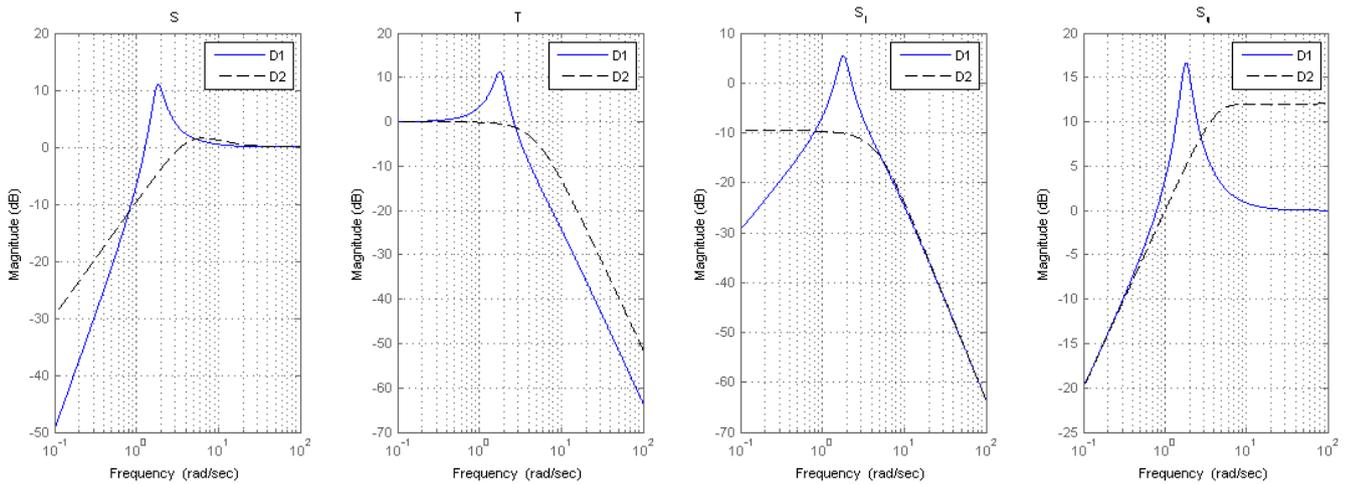


Figura 3: Funciones de sensibilidad.

6. Explique en qué consiste el problema del aliasing.