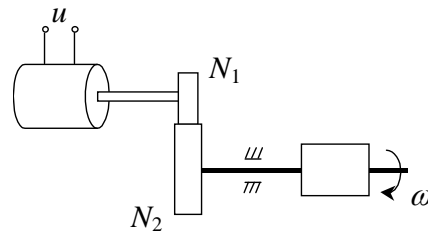


Primera parte

Tiempo: 2h30'

Ejercicio 1. Dado el sistema de la figura del que se conocen los siguientes datos (del catálogo)

- Coil resistance: 15Ω
 - Coil inductance: $85 \mu\text{H}$
 - Back EMF constant: $0.9 \text{ mV/rad s}^{-1}$
 - Torque constant: 0.86 mNm/A
 - Rotor inertia: $26 \times 10^{-10} \text{ kg m}^2$
 - Friction coefficient: $1.5 \times 10^{-3} \text{ Nm/rad s}^{-1}$
 - $N_1 = 20$ dientes
 - $N_2 = 100$ dientes
 - Load inertia: $6 \times 10^{-8} \text{ kg m}^2$
- Nota: El rozamiento de los cojinetes se supone despreciable.



Se pide:

- 1) Dibujar el esquema de bloques con sus correspondientes transmitancias.
- 2) Calcular la función de transferencia $\frac{\Omega(s)}{U(s)}$.
- 3) Calcular la ω_n y el ζ del sistema.

Ejercicio 2. Linealizar la relación $Q = 4\sqrt{H}$ en torno al punto de equilibrio con $H_0 = 9$.

Ejercicio 3. Dado el sistema con $H(s) = \frac{Y(s)}{U(s)} = \frac{s + 1}{(s^2 + 3s + 3.25)(s + 4)}$, se pide:

- 1) Hallar el residuo del polo $-1.5 + j$.
- 2) Hallar la respuesta forzada permanente para $u(t) = \text{sen}(3t)$.
- 3) Hallar el término de la respuesta impulsional correspondiente a los polos $-1.5 \pm j$.

Ejercicio 4. Dibujar los diagramas de Bode (ganancia y fase) de los sistemas:

- 1) $H_1(s) = \frac{s^2 + 0.4s + 4}{s^2 + 4s + 4}$.
- 2) $H_2(s) = 4e^{-0.1s}$.

Ejercicio 5. Dibujar a escala la respuesta indicial del sistema $H(s) = \frac{24}{s^2 + 4s + 16}$.

Ejercicio 6. Hallar con ayuda del LGR las raíces del polinomio $P(s) = s^3 + 5s^2 + 13s + 20$.

Ejercicio 7. Calcular el valor de $\overline{y^2}$ de la salida del sistema con $H(s) = \frac{Y(s)}{U(s)} = \frac{1}{s+1}$ excitado por ruido blanco con densidad espectral unitaria.

Segunda parte

Tiempo: 2h

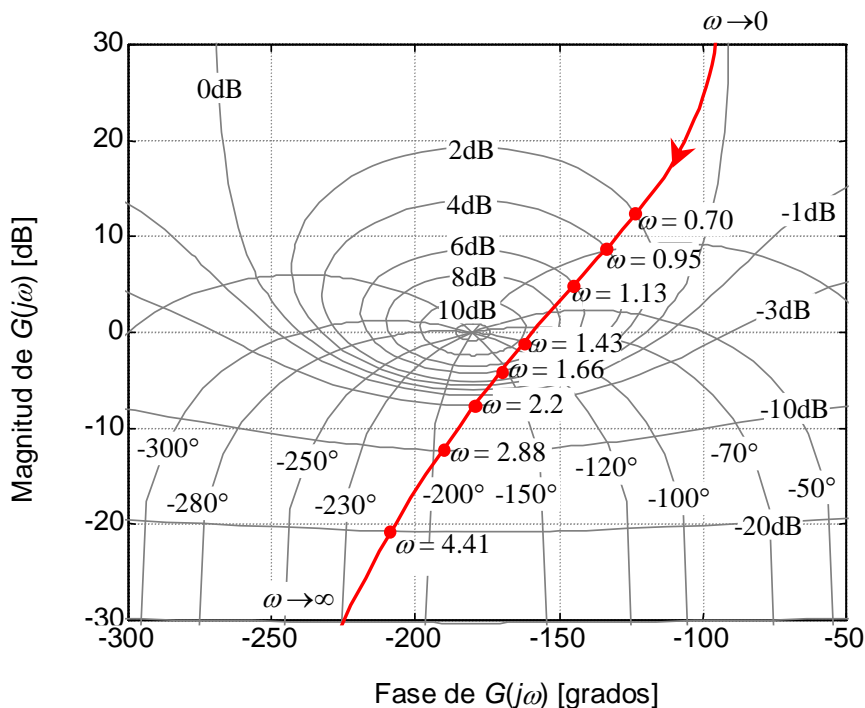
Ejercicio 1. Indicar las limitaciones existentes al fijar las características de un servo, si se formulan:

- 1) Especificaciones conjuntas de $|M(j\omega)|$ y $|S(j\omega)|$.
- 2) Forma de $|S(j\omega)|$ (grado relativo de $L(s) \geq 2$).

Ejercicio 2. Especificaciones (en Bode)

- 1) Bosquejar la forma que ha de tener $|M(j\omega)|$ para que la respuesta indicial del servo tenga $t_r \approx 2s$, $R_{pt} < 20\%$ y $e(\infty)=0$.
- 2) Bosquejar la forma que ha de tener $|L(j\omega)|$ para que el servo reduzca las perturbaciones de baja frecuencia (hasta 1 rad/s) al menos a su décima parte.
- 3) Bosquejar la forma que ha de tener $|S(j\omega)|$ para asegurar que en las bajas frecuencias (hasta 2 rad/s) las variaciones paramétricas del amplificador se reduzcan por un factor de 0.01.

Ejercicio 3. Dada la respuesta del lazo de un servo con $H=1$,



se pide:

- 1) ω_b del servo.
- 2) Dibujar sobre la misma gráfica $|G^{-1}(j\omega)|$.
- 3) Estimar el valor de S_r (máximo de $|S(j\omega)|$) y a qué frecuencia tiene lugar.
- 4) Estimar la frecuencia en que las perturbaciones se reducen por un factor de 0.01.

Ejercicio 4. Dado el regulador $G_c(s) = 4 + \frac{2}{s} + 5s$, se pide:

- 1) Dibujar el esquema eléctrico de una implementación analógica razonable.
- 2) Calcular una transmitancia digital equivalente $G_d(z)$, así como la correspondiente ecuación en diferencias.

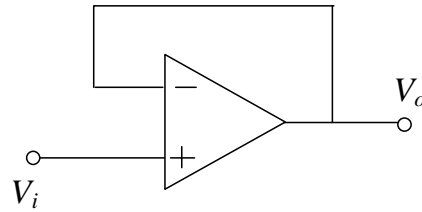
Ejercicio 5.

- 1) Dibujar, a escala, el diagrama de Bode de ganancia de un AO real.
- 2) Si se conecta en una configuración como la de la figura, se pide:

2.1) Dibujar el esquema de bloques en el supuesto que $Z_i = \infty$, $Z_o = 0$, pero con $A_o(\omega)$ finita e igual a la del apartado anterior.

2.2) Calcular $A_c = \frac{V_o}{V_i}$ vía Mason.

2.3) ¿Resultará estable esta configuración? Aplicar Nyquist.



Ejercicio 6. Dada la planta $G_p(s) = \frac{2}{(s+1)(s+2)}$ se desea controlarla para alcanzar las siguientes especificaciones: $k_p = \infty$, $R_{pt} = 5\%$, polos robustos con $\omega_n = 3$. Para ello se decide controlarla con un regulador PID en serie $G_c(s) = k_c \frac{(s+z_1)(s+z_2)}{s}$ y $H = 1$. Se pide:

- 1) Razonar la elección de la forma del algoritmo de control.
- 2) Para conseguir un buen transitorio hay que fijar sus parámetros z_1 , z_2 y k_c . Si se escoge $z_{1,2} = -3 \pm 2j$, fijar, con ayuda del LGR, el valor de k_c para obtener dicho transitorio.