

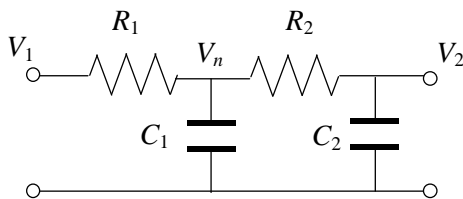
# Sistemas Electrónicos de Control

## Examen final

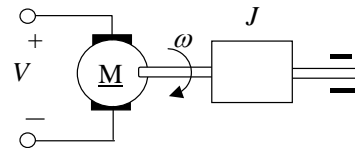
Duración: 3h 30'

### Ejercicio 1. Modelación.

- 1) Dado el circuito de la Figura (a), se pide:
  - 1.1) Dibujar directamente el flujograma de señal.
  - 1.2) Aplicar la fórmula de Mason para hallar  $V_2/V_1$ .
- 2) Dado el motor de continua de la Figura (b), se pide:
  - 2.1) Dibujar directamente su esquema de bloques.
  - 2.2) Hallar  $\Omega/V$ .



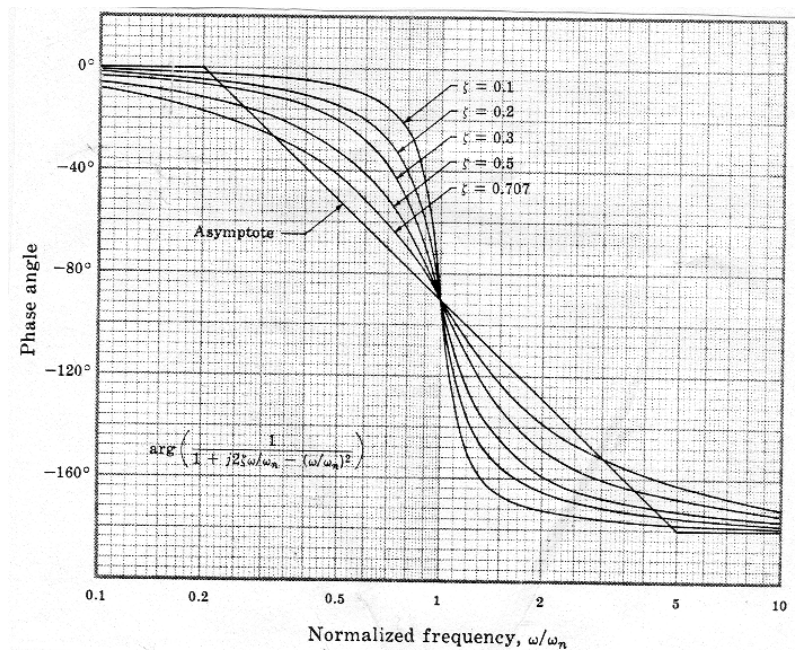
(a)



(b)

**Ejercicio 2. Dinámica de segundo orden.** Dado el sistema  $G(s) = \frac{50}{s^2 + 2s + 25}$ , se pide:

- 1) Hallar y representar a escala los polos.
- 2) A partir de lo anterior estimar  $T$ ,  $R_{pt}$  y  $t_r$ ,  $t_s$ .
- 3) Dibujar a escala la respuesta indicial (Nota: sin calcular la transformada de Laplace).
- 4) A partir de 2) estimar  $\omega_b$  (-3dB),  $\omega_r$  y el valor de la resonancia  $|G_r(j\omega_r)|$ , y  $|G(0)|$ .
- 5) Dibujar el diagrama de Bode de la fase con ayuda de las curvas normalizadas.



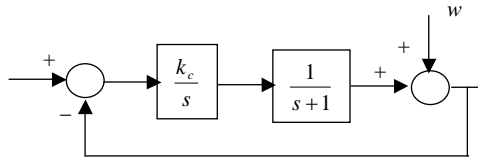
**Ejercicio 3. PID.** Dado el controlador  $K(s) = 2 + \frac{3}{s} + 4s$ , se pide:

- 1) Hallar  $T_i, T_d$ .
- 2) Dibujar a escala la respuesta indicial.
- 3) Dibujar el diagrama de Bode de ganancia.

**Ejercicio 4. Evans.** Dado el servo con  $G(s) = \frac{k}{s(s+1)(s+2)}$ ,  $H = 1$ , se pide:

- 1) Dibujar el LGR para  $k > 0$ .
- 2) Hallar  $k_u$  y  $T_u$ .
- 3) Hallar el valor de  $k$  para obtener  $\zeta = 0.7$ .
- 4) Ídem para  $\omega_d = 0.5$ .

**Ejercicio 5. Regulador de mínima varianza.** Dado el servo de la Figura, se pide calcular  $k_c$  para minimizar el criterio  $J = \overline{y^2}$  en el caso de que la perturbación  $w(t)$  sea un ruido blanco con  $\Phi_w(\omega^2) = 2$ .



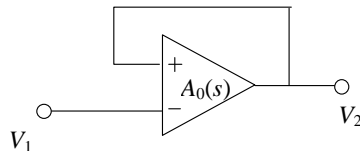
Nota:  $J_n = \frac{1}{2\pi j} \int_{-j\infty}^{j\infty} E(s)E(-s)ds$ ,  $E(s) = \frac{B(s)}{A(s)} = \frac{b_{n-1}s^{n-1} + \dots + b_0}{a_n s^n + a_{n-1}s^{n-1} + \dots + a_0}$

$$J_1 = \frac{b_0^2}{2a_0a_1}, \quad J_2 = \frac{b_1^2 a_0 + b_0^2 a_2}{2a_0a_1a_2}, \quad J_3 = \frac{b_2^2 a_0 a_1 + (b_1^2 - 2b_0 b_2) a_0 a_3 + b_0^2 a_2 a_3}{2a_0 a_3 (a_1 a_2 - a_0 a_3)}$$

**Ejercicio 6. Nichols.** Dado el amplificador retroalimentado de la Figura con

$$A_0(s) = \frac{80}{(s+1)(s+2)(s+4)}, \text{ se pide:}$$

- 1) Diagrama de Bode de  $A_0(j\omega)$ .
- 2) Bosquejar  $A_c(j\omega)$ , con ayuda del cálculo de  $A_c(0)$  y de la estimación de la resonancia ( $\omega_r, A_r$ ) del ábaco de Nichols (ver pág. 3).



**Ejercicio 7. Teoría de la retroacción.** ¿Qué es el *waterbed effect*? Poner un ejemplo numérico.

# Ábaco de Nichols

