UNIVERSIDAD NACIONAL DE MAR DEL PLATA
FACULTAD DE INGENIERÍA
DEPARTAMENTO ELECTRÓNICA

ÁREA: CONTROL

CÁTEDRA: Sistemas de Control (4E2)
para Ingeniería Eléctrica/Electromecánica/Mecánica.

Guía N° 4: **DIAGRAMAS DE BODE DE FUNCIONES DE TRANSFERENCIA**

Nº1 Trace los diagramas de Bode de magnitud y fase de los siguientes sistemas:

a $G_{(s)} = \frac{1}{s}$

b $G_{(s)} = \frac{1}{(s+1)}$

c $G_{(s)} = \frac{a}{(s+a)} \Big\} \; a = 10$ y $a = 100$

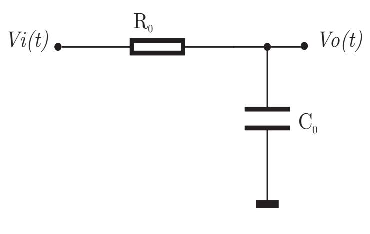
d $G_{(s)} = \frac{1}{s(1+s \cdot T)}$

e $G_{(s)} = \frac{10000(s+1)}{s(s+100)(s+10)}$

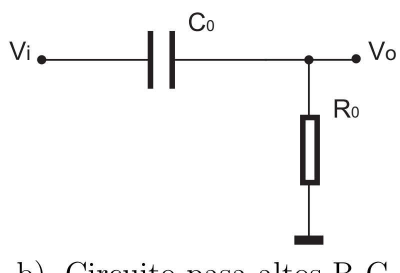
f $G_{(s)} = \frac{75(s+3)}{s(s+4)(s+1)}$

g $G_{(s)} = \frac{(s+10)}{(s-3)(s+100)}$

Nº2 Hallar el diagrama de bode de amplitud y fase en forma general, del circuito pasa-bajos de la figura 1.a) y de un pasa-altos como se muestra en la figura 1.b). Particularize su respuesta para $R = 1000\,\Omega$ y para un $C = 0{,}1\,\mu$F.



a). Circuito pasa-bajos R-C



b). Circuito pasa-altos R-C

(1)

Nº3 Para la función :

$$G_{(s)} = \frac{\omega_n^2}{(s^2 + 2\xi\omega_n s + \omega_n^2)}$$

1. Defina amortiguamiento, amortiguamiento crítico, sub y sobre amortiguamiento.
2. Determinar la familia de curvas de Bode que se obtiene al variar ζ entre 0 y 1. Identifique en el gráfico de Bode, las curvas que corresponden a amortiguamiento crítico, sub y sobre amortiguado.
3. Defina el ancho de banda (BW), frecuencia de corte (f_C) y frecuencia de resonancia (f_R). Encuentre estas magnitudes en la familia de curvas encontradas en el inciso anterior.

Nº4 Realice el diagrama de Bode correspondiente al modelo de un motor de CC controlado por armadura del ejercicio 13 de la Guía 2.

Suponga que el motor se daña y su reemplazo debe hacerse por uno de los siguientes motores:

- $L_a = 0{,}831\text{mH} \quad k_w = 2{,}38\text{V/rad/s} \quad J = 0{,}541\text{N.m.s}^2$
  $R_a = 1{,}96\Omega \quad k_t = 2{,}5\text{N.m/A} \quad B = 127{,}5\text{N.m.s}$
- $L_a = 83{,}1\text{mH} \quad k_w = 2{,}38\text{V/rad/s} \quad J = 5{,}41\text{N.m.s}^2$
  $R_a = 1{,}96\Omega \quad k_t = 2{,}5\text{N.m/A} \quad B = 127{,}5\text{N.m.s}$

Realice el diagrama de Bode de los nuevos motores y analice los resultados obtenidos.

Nº5 Un modelo de un horno debe incluir una resistencia térmica entre puntos de diferente temperatura, y capacidades térmicas que representen la imposibilidad de los materiales de variar instantáneamente su temperatura. Este modelo complejo tiene asociado en general varias constantes de tiempo (lo cual se traduce en un modelo de planta de orden elevado), pero puede simplificarse considerando un modelo de primer orden con un retardo. La ecuación diferencial que vincula la potencia instantánea entregada $p(t)$ a la temperatura del horno $T(t)$, junto a su correspondiente expresión en el dominio de Laplace, se muestran en (2).

$$\begin{aligned} p(t - T_d) &= \frac{T(t)}{R_{th}} + C_{th}\frac{dT(t)}{dt} \\ \frac{T(s)}{P(s)} &= \frac{K\, e^{-sT_d}}{1 + s\tau} \end{aligned} \tag{2}$$

donde R_{th} y C_{th} son la resistencia y capacidad térmica que vincula el punto en el cual se aplica la potencia y donde se mide la temperatura, $T(s)$ y $P(s)$ son la transformada de Laplace de la temperatura del horno y de la potencia entregada al mismo, K es una constante de proporcionalidad, $\tau = R_{th}C_{th}$ representa la constante de tiempo del horno y T_d el retardo.

Mediante ensayos, se observa que la temperatura del horno en régimen permanente es de 200°, cuando se aplica una potencia de 800 W. La constante de tiempo τ es de 250 s, mientras que el retardo T_d es de 20 s. Obtenga el diagrama de Bode correspondiente.

Nº6 Encuentre una expresión para el error en amplitud ($e_{A[dB]}$) y el error en fase ($e_{\phi}[^\circ]$) que se obtienen cuando se utiliza un diagrama de Bode asintótico en lugar del exacto, para las siguientes transferencias. Analice dichos errores en la posición de la singularidad, una década por debajo y una década por encima. ¿Dónde se producen los errores máximos?.

a $G_{(s)} = \frac{1}{\left(1+\frac{s}{a}\right)}$

b $G_{(s)} = \frac{\omega_n^2}{s^2+2\xi\omega_n s+\omega_n^2} \qquad 0 < \xi < 1$

c $G_{(s)} = \frac{1+\frac{s}{\omega_n}}{\left(1+\frac{2\xi}{\omega_n}s+\frac{s^2}{\omega_n^2}\right)\left(1+\frac{s}{\omega_o}\right)} \qquad 0 < \xi < 1, \qquad \omega_o >> \omega_n$