UNIVERSIDAD TECNOLOGICA DE PANAMA
FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA

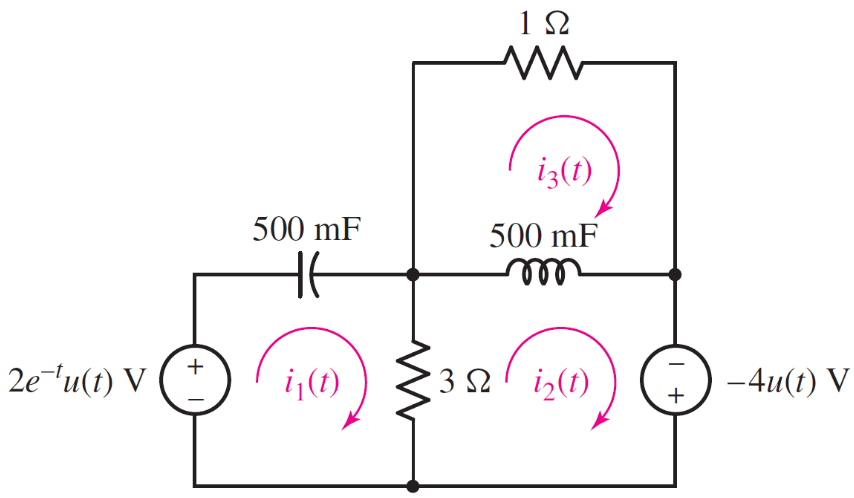
SÍNTESIS DE FILTROS ANALÓGICOS

Prof: Francisco Pineda Nota: _______

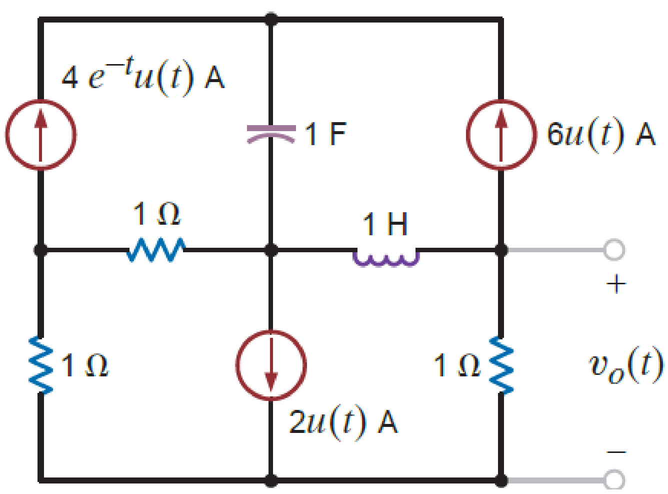
Nombre: Fernando Guiraud Cedula: 8-945-692

Instrucciones: Resuelva correctamente los siguientes problemas. Para la entrega correcta del parcial debe enviar vía correo electrónico un archivo en PDF con sus procedimientos. El correo al que debe enviar sus procedimientos es: francisco.pineda@utp.ac.pa

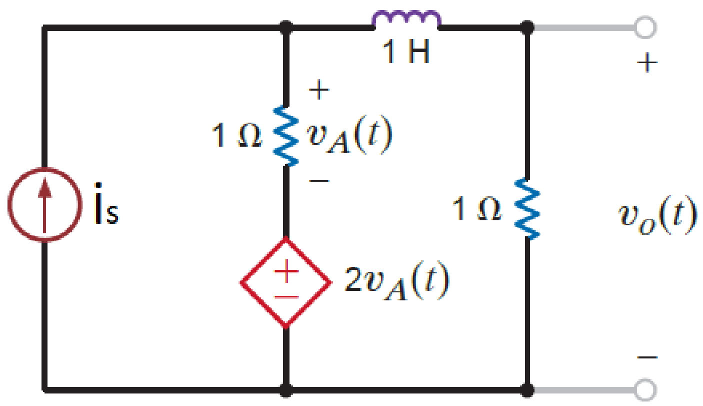
Problema 1: Utilice el método de malla para determinar el valor de la corriente de malla, sus respuestas finales deben expresarse en el dominio del tiempo.



Problema 2: Utilice el método de nodo para determinar el valor del voltaje solicitado, sus respuestas finales deben expresarse en el dominio del tiempo.

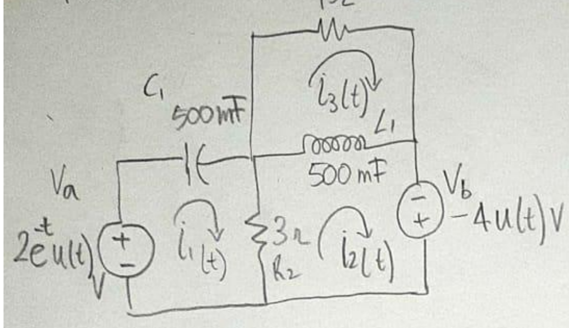


Problema 3: Determine la función de transferencia y dibuje el diagrama de bode magnitud y fase, en dB y a escala logarítmica. También determine la frecuencia de corte.



Problema #1

Problema #1



$$V_a(t) = 2e^{-t}u(t)\,V$$

$$V_a(s) = \mathcal{L}\{V_a(t)\} = \frac{2}{s+1}$$

$$V_b(t) = -4u(t)$$

$$V_b(s) = \mathcal{L}\{-4u(t)\} = \frac{-4}{s}$$

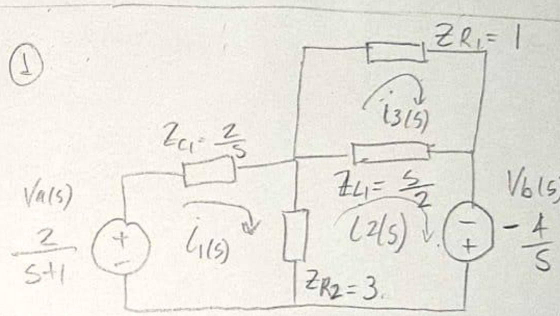
$$Z_{C_1} = \frac{1}{sC_1} = \frac{1}{s(500\times10^{-3})} = \frac{2}{s}\,\Omega$$

$$Z_{L_1} = sL_1 = 500\times10^{-3}\cdot s = \frac{s}{2}\,\Omega$$

$$Z_{R_1} = 1\,\Omega$$

$$Z_{R_2} = 3\,\Omega$$

1



2 Ec. Malla $i_1(s)$

$$\frac{2}{s+1} = \left(\frac{2}{s}+3\right)i_1 - 3i_2$$

Ec. Malla $i_2(s)$

$$-\frac{4}{s} = \left(3+\frac{s}{2}\right)i_2 - 3i_1 - \frac{s}{2}\cdot i_3$$

Ec. Malla $i_3(s)$

$$0 = \left(\frac{s}{2}+1\right)i_3 - \frac{s}{2}\cdot i_2$$

3 Resolviendo el sistema de Ec.

$$i_1(s) = \frac{-4(s^2+6s+6)}{3s^3+11s^2+20s+12}$$

$$i_2(s) = \frac{-2(s+2)(3s^2+10s+4)}{s(3s^3+11s^2+20s+12)}$$

$$i_3(s) = \frac{-2(3s^2+10s+4)}{3s^3+11s^2+20s+12}$$

④ Pasando las respuestas al tiempo

Aplicando Fracciones Parciales

$$i_1(s) = \frac{-16s}{7(3s^2+8s+12)} - \frac{120}{7(3s^2+8s+12)} - \frac{4}{7(s+1)}$$

$$i_2(s) = \frac{4s}{7(3s^2+8s+12)} - \frac{232}{21(3s^2+8s+12)} - \frac{6}{7(s+1)} - \frac{4}{3\cdot s}$$

$$i_3(s) = \frac{-60\cdot s}{7(3s^2+8s+12)} - \frac{128}{7(3s^2+8s+12)} + \frac{6}{7(s+1)}$$

Aplicando la transformada de Laplace inversa

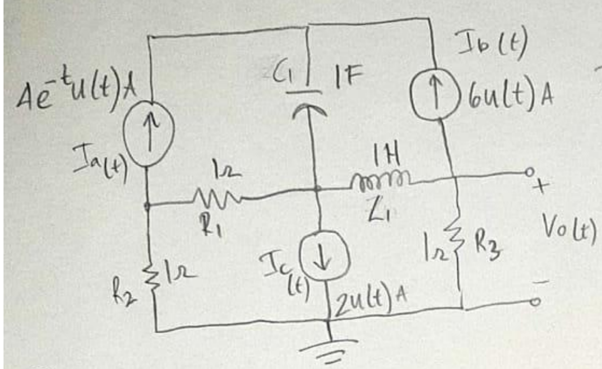
$$i_1(t) = \mathcal{L}^{-1}\{i_1(s)\} = -0.7619e^{-1.33t}\cos(1.49t) - 3.1518e^{-1.33t}\operatorname{Sen}(1.49t) - 0.5714e^{-t}$$

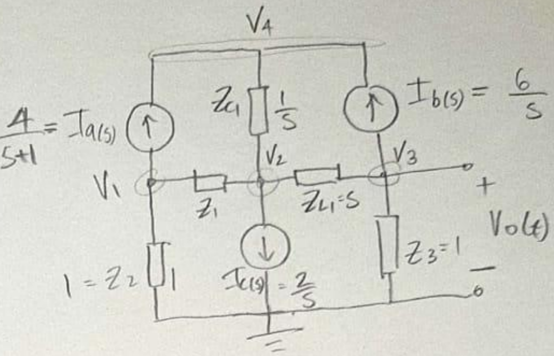
$$i_2(t) = \mathcal{L}^{-1}\{i_2(s)\} = 0.1905e^{-1.33t}\cos(1.49t) - 2.6407e^{-1.33t}\operatorname{Sen}(1.49t) - 0.8571e^{-t} - 1.33$$

$$i_3(t) = \mathcal{L}^{-1}\{i_3(s)\} = -2.8571e^{-1.33t}\cos(1.49t) - 1.53e^{-1.33t}\operatorname{Sen}(1.49t) + 0.8571e^{-t}$$

Problema #2

Problema #2





①

$$I_a(s) = \mathcal{L}\{4e^{-t}u(t)\} = \frac{4}{s+1}$$

$$I_b(s) = \mathcal{L}\{6u(t)\} = \frac{6}{s}$$

$$I_c(s) = \mathcal{L}\{2u(t)\} = \frac{2}{s}$$

$Z_1 = 1$

$Z_2 = 1$

$Z_3 = 1$

$Z_{C_1} = \frac{1}{s}$

$Z_{L_1} = s$

②

Ec. Nodo V_1

$$\frac{-4}{s+1} = (1+1)V_1 - V_2$$

Ec. Nodo V_2

$$-\frac{2}{s} = \left(1+\frac{1}{s}+s\right)V_2 - V_1 - sV_4 - \frac{V_3}{s}$$

Ec. Nodo V_3

$$\frac{-6}{s} = \left(\frac{1}{s}+1\right)V_3 - \frac{V_2}{s}$$

Ec. Nodo V_4

$$\frac{4}{s+1} + \frac{6}{s} = (s)V_4 - s \cdot V_2$$

③ Resolviendo el sistema de ecuaciones.

$$V_{1(s)} = \frac{2(2s^2-s-1)}{s(s^2+4s+3)} \;;\quad V_{2(s)} = \frac{4(3s-1)}{s(s+3)} \;;\quad V_{3(s)} = \frac{-2(3s^2+3s+2)}{s(s^2+4s+3)}$$

$$V_{4(s)} = \frac{2(6s^3+9s^2+16s+9)}{2(s^2+4s+3)}$$

$$V_{O(s)} = V_{3(s)}$$

$\therefore$

$$V_{O(t)} = \mathcal{L}^{-1}\left\{ V_{3(s)} \right\}$$

Aplicando Fracciones parciales a $V_{3(s)}$

$$V_{3(s)} = \frac{-20}{3(s+3)} + \frac{2}{s+1} - \frac{4}{3 \cdot s}$$

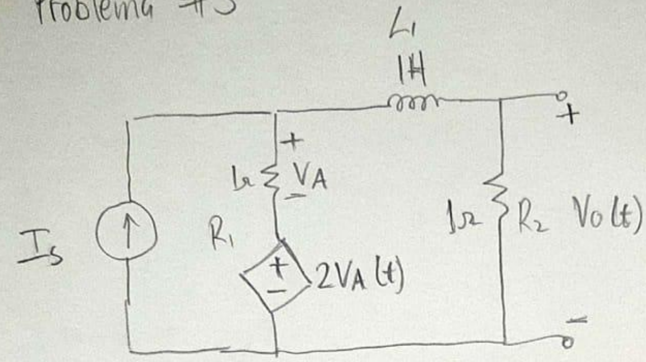
Aplicando la transformada inversa de Laplace

$$V_{O(t)} = \mathcal{L}^{-1}\left\{ \frac{-20}{3(s+3)} + \frac{2}{s+1} - \frac{4}{3 \cdot s} \right\}$$

$$\boxed{V_{O(t)} = -6.667e^{-3t} + 2e^{-t} - 1.333}$$

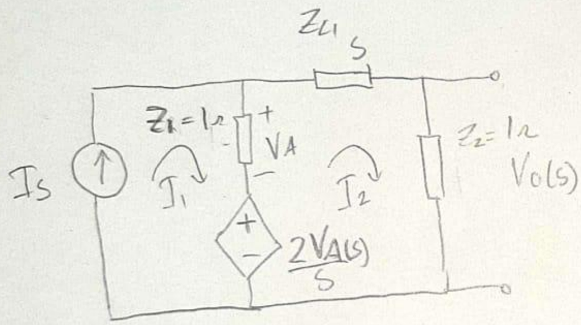
Problema #3

Problema #3



① Encontrar TF

$$H(s) = \frac{V_o(s)}{I_s}$$



Ec. Malla I_1

$$I_s = I_1 \quad ①$$

Ec. Malla I_2

$$③ \quad \frac{2V_A}{s} = (1+s+1)I_2 - I_1$$

$$② \quad V_A = (I_1 - I_2)\,1\Omega$$

$$V_A = I_1 - I_2$$

Resolviendo el sistema de ecuaciones

$$I_1 = I_s$$

$$I_2 = \frac{I_s(s+2)}{s^2+2s+2}$$

$$V_o = I_2 \cdot R_2$$

$$V_o = \frac{I_s\,(s+2)}{s^2+2s+2} \quad (1)$$

$$① \quad \boxed{H(s) = \frac{V_o(s)}{I_s(s)} = \frac{s+2}{s^2+2s+2}}$$

- Diagrama de Bode

$$H(s) = \frac{s+2}{s^2+2s+2}$$

$$H(j\omega) = \frac{j\omega+2}{(j\omega)^2+2(j\omega)+2} = \frac{j\omega+2}{\omega^2+2j\omega+2}$$

Pasando a Polar

$$H(j\omega) = \frac{\sqrt{\omega^2+4}\angle \tan^{-1}\left(\frac{\omega}{2}\right)}{\sqrt{(\omega+2)^2+4}\cdot\angle \tan^{-1}\left(\frac{\omega+2}{2}\right)}$$

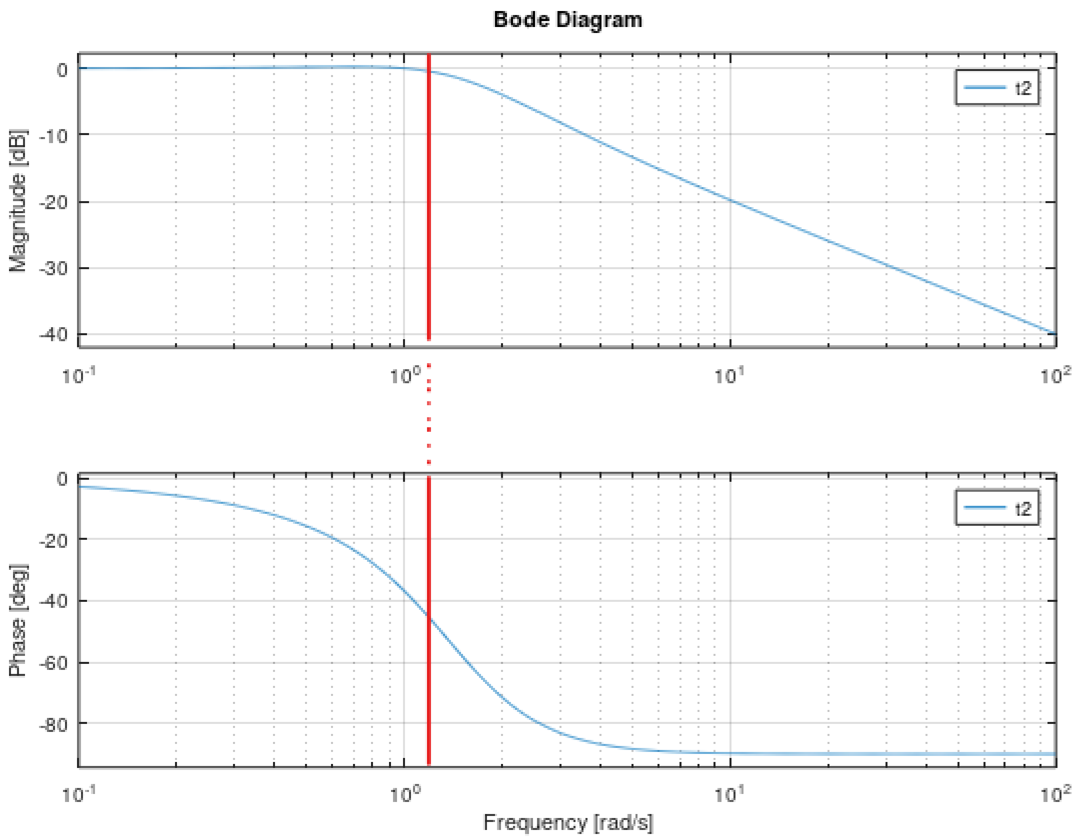
$$\boxed{|H(j\omega)| = \frac{\sqrt{\omega^2+4}}{\sqrt{\omega^4+4}}} \; ; \quad \boxed{\phi = \tan^{-1}\left(\frac{\omega}{2}\right) - \tan^{-1}\left(\frac{\omega+2}{2}\right)}$$

$$H_{dB} = 20\log_{10}\left(\frac{\sqrt{\omega^2+4}}{\sqrt{\omega^4+4}}\right)$$

$$H_{dB} = 20\log_{10}\sqrt{\omega^2+4} - 20\log_{10}\sqrt{\omega^4+4}$$

$$\boxed{H_{dB} = 10\log_{10}(\omega^2+4) - 10\log_{10}(\omega^4+4)}$$

En la siguiente grafica obtenida mediante Octave, se puede aproximar la frecuencia de corte en la línea roja que es donde la pendiente del diagrama de magnitud en decibeles se vuelve negativa y el punto de inflexión del diagrama de fase.



Diagramas de magnitud en dB y Fase en grados de la función de transferencia

Aproximadamente se puede determinar que la frecuencia de corte es de 0.16 rad/s.