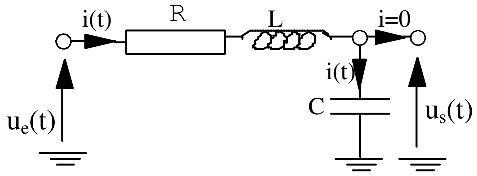
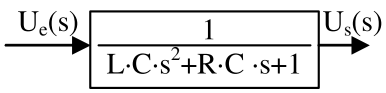
Se pretende utilizar el circuito de la figura, cuya función de transferencia se indica, como amplificador resonante de tensión para una determinada frecuencia:



R=1000Ω, L=0,01H, C=$4\cdot10^{-12}$F



a) Clasifique el sistema: Orden del sistema, nº de polos y/o ceros, estabilidad, amortiguamiento, tipo.

b) ¿Cuál es la frecuencia de resonancia del sistema? (es decir, la frecuencia de entrada que más va a amplificar)

c) ¿Cuál es la ganancia del sistema a la frecuencia de resonancia?

d) Dibuje los puntos que corresponden en los diagramas de Bode, Magnitud-Fase y Polar, a las frecuencias 10^6, $5\cdot10^6$ y 10^7 rad/s para el sistema dado.

e) Complete el trazado aproximado de las curvas de los tres diagramas.

$$\frac{U_s(s)}{U_e(s)} = \frac{1}{LC\cdot s^2+R\cdot C\cdot s+1} = \frac{1}{4\cdot10^{-14}s^2+4\cdot10^{-9}s+1} = \frac{K}{\frac{s^2}{\omega_n^2}+\frac{2\xi}{\omega_n}s+1}$$

$$K=1\ ; \quad \begin{cases} 4\cdot10^{-14} = \frac{1}{\omega_n^2} \\ \frac{2\xi}{\omega_n} = 4\cdot10^{-9} \end{cases} \quad \begin{matrix} \omega_n = 5\cdot10^6 \\ \xi = 0'01 \end{matrix}$$

$$4\cdot10^{-14}s^2+4\cdot10^{-9}s+1=0 \Rightarrow s_{1,2} = -5\cdot10^4 \pm 4'99975\cdot10^6 j$$

a) Se trata de un sistema de <u>2º Orden</u> que tiene es su función de transferencia <u>2 polos complejos conjugados</u>. El sistema <u>no tiene ceros</u>.

El sistema será <u>estable</u> ya que la parte real de los polos es negativa y <u>subamortiguado</u> ya que los polos son complejos y $0<\xi<1$.

El sistema es de <u>tipo 0</u> ya que no tiene ningún polo en el origen. (s=0)

b) $\omega_r = \omega_n\sqrt{1-2\xi^2} = \underline{4'9995\cdot10^6}$ Frecuencia de Resonancia

c) $M_r = \frac{1}{2\xi\sqrt{1-\xi^2}} = \underline{\underline{50'0025}}$ es el pico de resonancia.

$20\log 50'0025 = \underline{33'98}$ en dB

como K=1 , $20\cdot\log 1=0$, es la ganancia a bajas frecuencias ⇒ $33'98+0 = \underline{\underline{33'98\ dB}}$ es la ganancia a la frecuencia de resonancia (o bién $50'0025\cdot1 = 50'0025$)

d) Los valores de ganancia y módulo se pueden obtener directamente de representaciones gráficas de la respuesta en frecuencia del sistema, o de la propia función de transferencia:

$$\frac{U_s(s)}{U_e(s)} = \frac{1}{4\cdot10^{-14}s^2+4\cdot10^{-9}s+1} = G(s)$$

$$G(j\omega) = \frac{1}{4\cdot10^{-14}(j\omega)^2+4\cdot10^{-9}j\omega+1} = \frac{1}{(1-4\cdot10^{-14}\omega^2)+j\cdot4\cdot10^{-9}\omega}$$

$$|G(j\omega)| = \frac{1}{\sqrt{(1-4\cdot10^{-14}\omega^2)^2+(4\cdot10^{-9}\omega)^2}}$$

$$\underline{|G(j\omega)} = -\operatorname{arctg}\frac{4\cdot10^{-9}\omega}{1-4\cdot10^{-14}\omega^2}$$

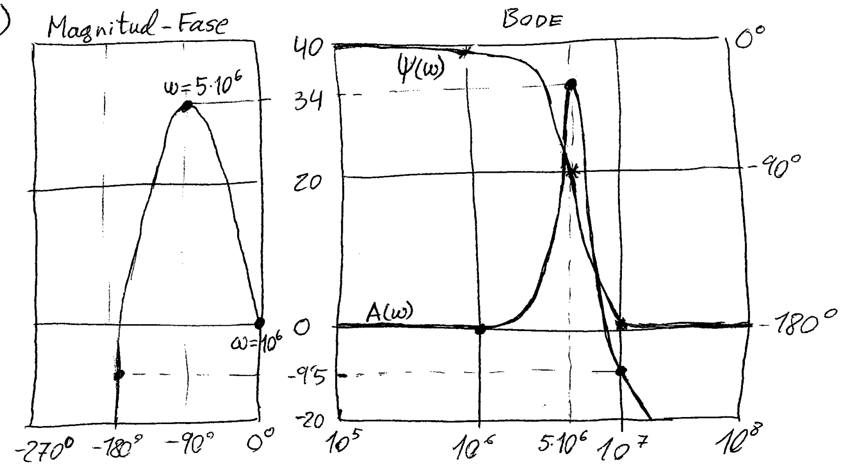
$$\omega=10^6\begin{cases}|G(j\omega)|=1'041 & A(\omega)=20\log 1'041=0'355\ dB\\ \underline{|G(j\omega)}=-4'16\cdot10^{-3} & \psi(\omega)=-0'2387^\circ\end{cases}$$

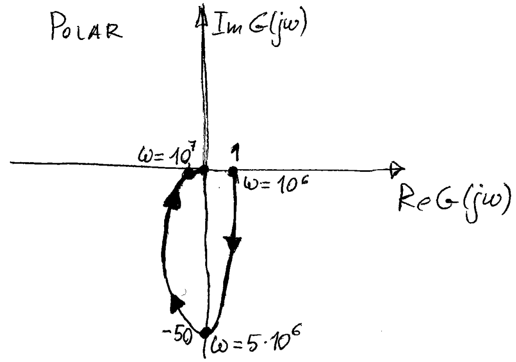
$$\omega=5\cdot10^6\begin{cases}|G(j\omega)|=50 & A(\omega)=33'98\ dB\\ \underline{|G(j\omega)}=-1'571 & \psi(\omega)=-90^\circ\end{cases}$$

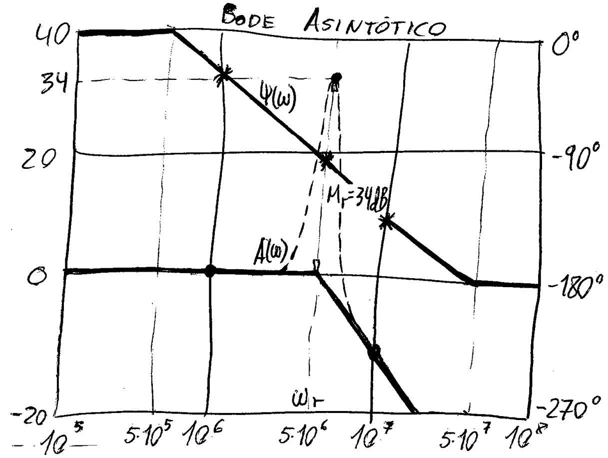
$$\omega=10^7\begin{cases}|G(j\omega)|=0'333 & A(\omega)=-9'543\ dB\\ \underline{|G(j\omega)}=-3'1283 & A(\omega)=-179'236^\circ\end{cases}$$

Con estos valores realizamos el trazado de las representaciones gráficas para obtener un resultado más preciso.

e)







Valores Aproximados

$$\omega=10^6\begin{cases}A(\omega)\simeq0dB\\ \psi(\omega)\simeq-30^\circ\end{cases}$$

$$\omega=5\cdot10^6\begin{cases}A(\omega)\simeq34dB\\ \psi(\omega)\simeq90^\circ\end{cases}$$

$$\omega=10^7\begin{cases}A(\omega)\simeq-10dB\\ \psi(\omega)\simeq-150^\circ\end{cases}$$