

3ª Lista de Exercícios de ELT221 - Filtros e Diagrama de Bode

1) Um filtro com um amplificador operacional ideal (**filtro ativo**) está representado na figura 1. Quatro dos componentes externos valem: $R_1 = R_2 = 1 \text{ k}\Omega$, $L = 10 \text{ mH}$ e $C = 10 \text{ }\mu\text{F}$.

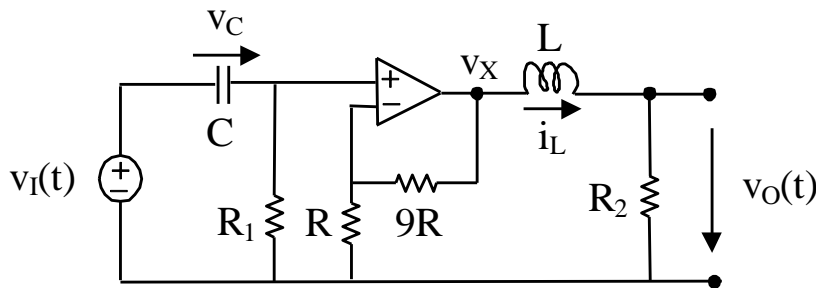


Figura 1 - Filtro ativo LC

- Calcule a função de transferência $H(s) = \frac{V_o(s)}{V_i(s)}$ evidenciando os pólos e zeros.
- Indique a forma geral da resposta natural $v_o(t)$.
- Desenhe os Diagramas de Bode assintóticos (amplitude e fase) de $H(j\omega)$.
- Qual o valor de R_2 , mantendo os restantes componentes o seu valor, para que $H(s)$ apresente um pólo duplo? Desenhe, de forma esquemática, o Diagrama de Bode de amplitude para este caso. Qual o valor de $|H(j100)|$?

2) No circuito da figura 2 admita que os amplificadores operacionais A_1 e A_2 são ideais.

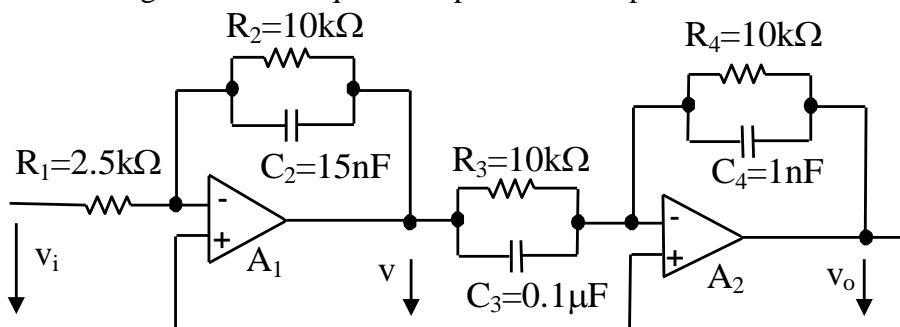


Figura 2 - Filtro RC ativo

- Calcule a função da transferência $F(s) = \frac{V_o}{V_i}$ do circuito. Qual o valor dos seus pólos e zeros?
- Esboce o Diagrama de Bode da função de transferência calculada no item a).
- Qual é a frequência de ganho de tensão unitário f_o ($|F(j2\pi f_o)|=1$) e a respectiva fase ($\phi_F(j2\pi f_o)$)?
- Repita os itens anteriores se $C_2 = 0,1 \text{ }\mu\text{F}$, $C_4 = 3,3 \text{ nF}$ e $R_3 = 1 \text{ k}\Omega$.

3) Um circuito tem a seguinte função de transferência: $G(s) = \frac{10^4 s}{(s+1)(s+10^4)}$

- Esboce o Diagrama de Bode (**aproximação assintótica**) de $G(j\omega)$. Determine os valores de ω para que

$$|G(j\omega)| = \frac{|G(j100)|}{10}$$

- Calcule os valores exatos de ω onde $|G(j\omega)| = \frac{|G(j100)|}{\sqrt{2}}$.

4) Trace o Diagrama de Bode (**aproximação assintótica**) da seguinte função de transferência:

$$G(s) = \frac{1000s}{s^2 + 10s + 400}$$

5) Para a **aproximação assintótica** do Diagrama de Bode de amplitude representado na figura 3, obtenha a respectiva função de transferência **H(s)**. Qual o valor e ordem das singularidades (pólos e zeros)? Trace o respectivo Gráfico de fase assintótico.

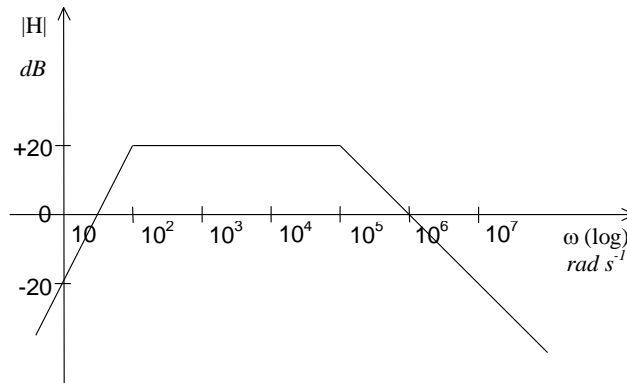


Figura 3 - Diagrama de Bode (amplitude) de um amplificador de banda larga

6) A Função de Transferência de um circuito é dada a seguir.

$$H(s) = \frac{100(s^2 + 130s + 4000)}{(s^2 + 805s + 4000)}$$

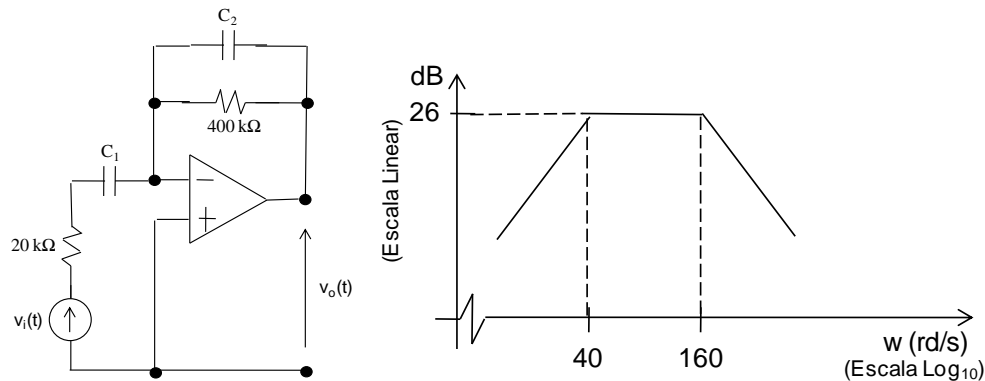
a) Esboçar **assintoticamente** a **Resposta em Frequência** deste circuito.

b) Considerando uma entrada igual a $v_i(t) = 5 \cdot \sin(\omega t + 30^\circ)$, determine a saída $v_o(t)$ para este circuito quando $\omega = 10 \text{ rd/s}$.

c) Idem ao item b) para $\omega = 300 \text{ rad/s}$.

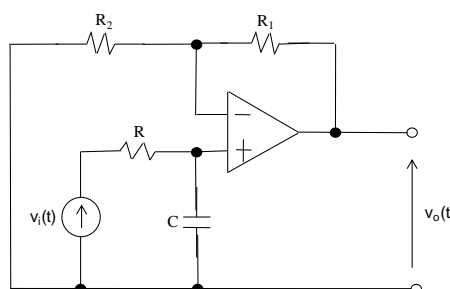
d) Idem ao item b) para $\omega = 100.000 \text{ rd/s}$.

7) Considere o circuito dado a seguir e sua resposta em frequência ao lado.



A entrada deste circuito é a tensão $v_i(t)$ e a saída é a tensão $v_o(t)$. A função de transferência é dada por $V_o(s)/V_i(s)$. O Diagrama de Bode para a resposta em frequência é dado ao lado com inclinações de **20 dB/década**. Determine os valores das capacitâncias **C₁** e **C₂**.

8) A Função de Transferência para o circuito dado abaixo é $H(s) = \frac{V_o(s)}{V_i(s)}$.



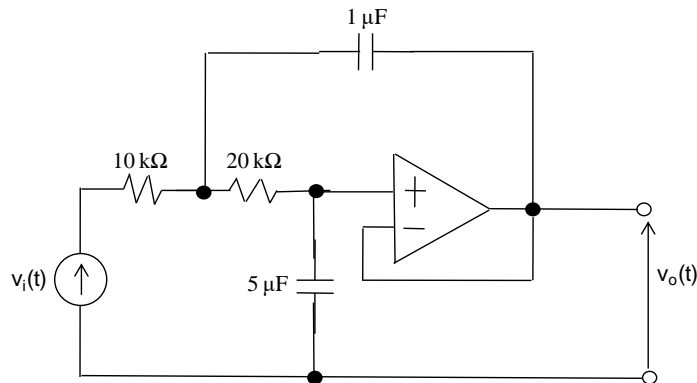
Considerando que $R_1 = 9R_2$ e que $RC = 0,1$, determine:

- a Função de Transferência $H(j\omega)$.
- o Diagrama de Bode de $H(j\omega)$ assintoticamente.
- o valor de $|H(j\omega)|$ para $\omega = 100 \text{ rad/s}$.

9) A Função de Transferência de um Filtro é dada por $H(s) = \frac{10s}{(s^2 + s + 1)}$.

- Esboce assintoticamente o **Diagrama de Bode** para este Filtro de 10^{-2} a 10^2 rad/s .
- Que tipo de Filtro esta $H(s)$ representa?
- Esboçar a **Curva de Atenuação** deste Filtro de 10^{-2} a 10^2 rad/s .

10) O Filtro dado pelo circuito a seguir deve sofrer uma aplicação de escala 10^2 em amplitude e de 10^5 em termos de frequência. Determine os valores dos elementos resultantes.



11)

Desenhe os diagramas de Bode (curvas de decibéis e de ângulos desenhadas em papel semilogarítmico) para as funções de transferência seguintes

$$(a) H_1(s) = \frac{100(10s + 1)}{(s + 1)(s + 100)}$$

$$(b) H_2(s) = \frac{10s}{(s + 1)(s + 100)}$$

$$(c) H_3(s) = \frac{1250s}{(s + 0.4)(s + 50)^2}$$

$$(d) H_4(s) = \frac{200s(s + 100,000)}{(s + 10)(s + 1000)^2}$$

$$(e) H_5(s) = \frac{10(s - 1)}{(s + 100)^2}$$

$$(f) H_6(s) = \frac{s^2(20 - s)}{(1 + 50s)(s + 1)^2}$$

$$(g) H_7(s) = \frac{100(10s + 1)}{s^2 + 2s + 100}$$

$$(h) H_8(s) = \frac{s}{s^2 + s + 1}$$

$$(i) H_9(s) = \frac{s^2 + 4s + 100}{(10s + 1)(s + 100)}$$

12) Especifique cada filtro dado pela resposta em frequência e descreva suas principais características.

