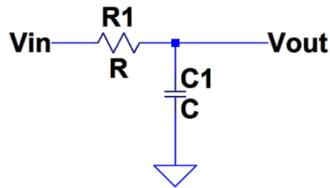
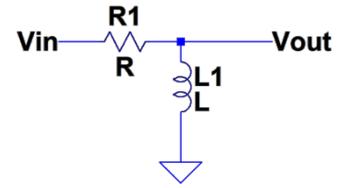


Lista de Exercícios 04 – Filtragem Analógica

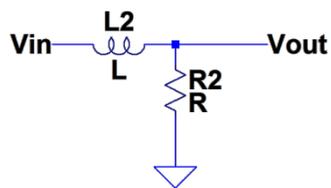
(1) Para os circuitos abaixo, determine a função de transferência (sem substituir os valores de R , L , C e ω).



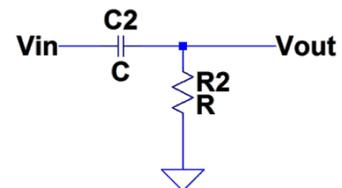
(a)



(c)



(b)



(d)

Com as funções de transferência anteriores, responda os itens abaixo:

- i) Determine as frequências de corte de cada circuito para os seguintes valores de componentes:

$$L_1 = 280 \mu\text{H} \quad L_2 = 500 \mu\text{H};$$

$$R_1 = 35 \Omega \quad R_2 = 1 \text{ k}\Omega;$$

$$C_1 = 420 \text{ nF} \quad C_2 = 10 \text{ pF}.$$

- ii) Com os valores de componentes acima, para cada circuito calcule e preencha os valores da tabela abaixo (**ganho e fase**), assumindo $V_{in} = 1 \angle 0^\circ$.

(a)

f (Hz)	10	10^2	10^3	10^4	10^5	10^6	10^7
V_{out} (V)							
V_{out} (dBV)							

(b)

f (Hz)	10	10^2	10^3	10^4	10^5	10^6	10^7
V_{out} (V)							
V_{out} (dBV)							

(c)

f (Hz)	10	10^2	10^3	10^4	10^5	10^6	10^7
V_{out} (V)							
V_{out} (dBV)							

(d)

f (Hz)	10	10^2	10^3	10^4	10^5	10^6	10^7
V_{out} (V)							
V_{out} (dBV)							

- iii) Classifique o filtro quanto ao tipo de resposta em frequência (analisando apenas a amplitude).

(2) Dadas as seguintes funções de transferência,

$$H_1(\omega) = \frac{1}{j\frac{\omega}{\omega_{c1}} + 1}$$

$$H_2(\omega) = \frac{j\frac{\omega}{\omega_{c2}}}{j\frac{\omega}{\omega_{c2}} + 1}$$

$$H_3(\omega) = \frac{j\frac{\omega}{\omega_{c2}}}{1 - \left(\frac{1}{\omega_{c1}\omega_{c2}}\right)\omega^2 + j\left(\frac{\omega_{c1} + \omega_{c2}}{\omega_{c1}\omega_{c2}}\right)\omega}$$

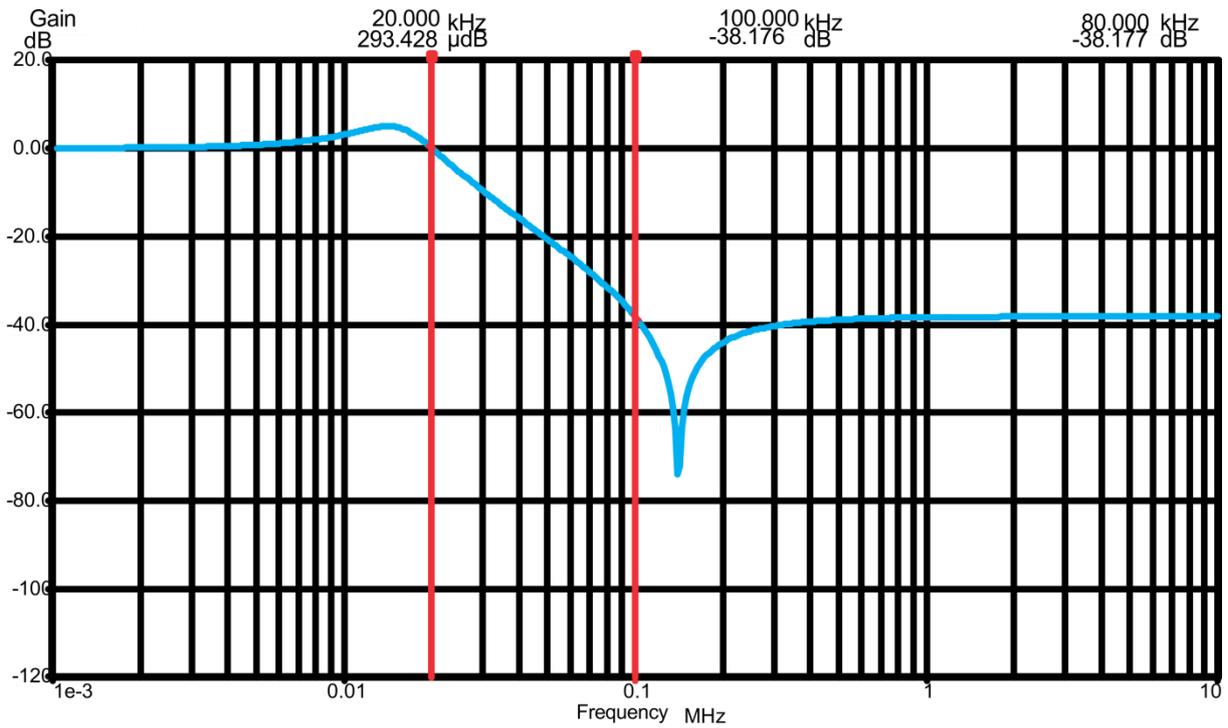
$$H_4(\omega) = \frac{1 + j\left(2\frac{\omega}{\omega_{c4}} + \frac{\omega^2}{\omega_{c3}\omega_{c4}}\right)}{1 - \left(\frac{1}{\omega_{c3}\omega_{c4}}\right)\omega^2 + j\left(\frac{\omega_{c3} + \omega_{c4}}{\omega_{c3}\omega_{c4}}\right)\omega}$$

- a. Considere $\omega_{c1} = 60\pi \times 10^5$, $\omega_{c2} = 20\pi \times 10^3$, $\omega_{c3} = 2\pi \times 10^4$, $\omega_{c4} = 2\pi \times 10^6$. Determine o ganho/fase dos quatro filtros nas 5 frequências a seguir: $\omega = (10^2, 10^4, 10^{5.825}, 10^7, 10^9)$ rad/s.

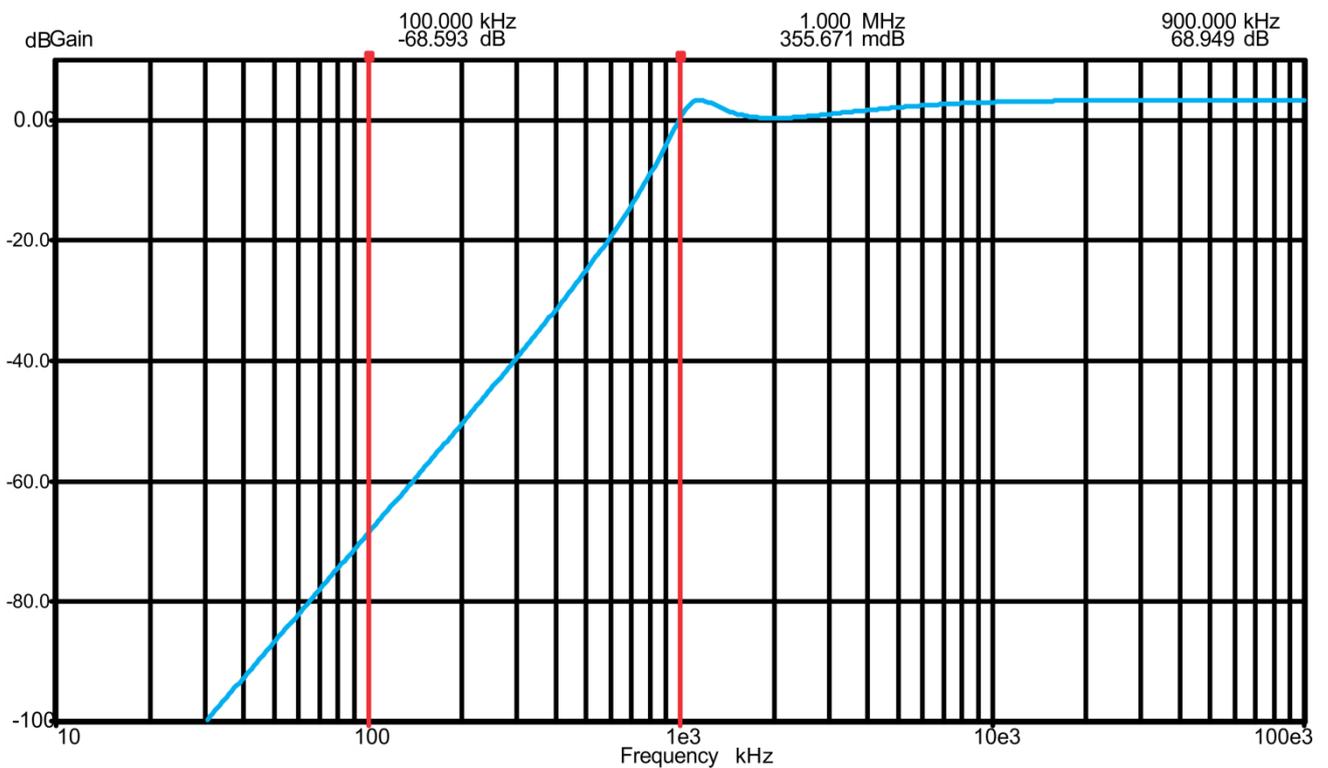
- b. Classifique cada um dos filtros quanto ao tipo de ganho em amplitude (HP, LP, BP, BS).

- c. Faça um esboço do diagrama de bode das quatro funções de transferência (apenas amplitude, em dB) com os valores calculados no item (a).

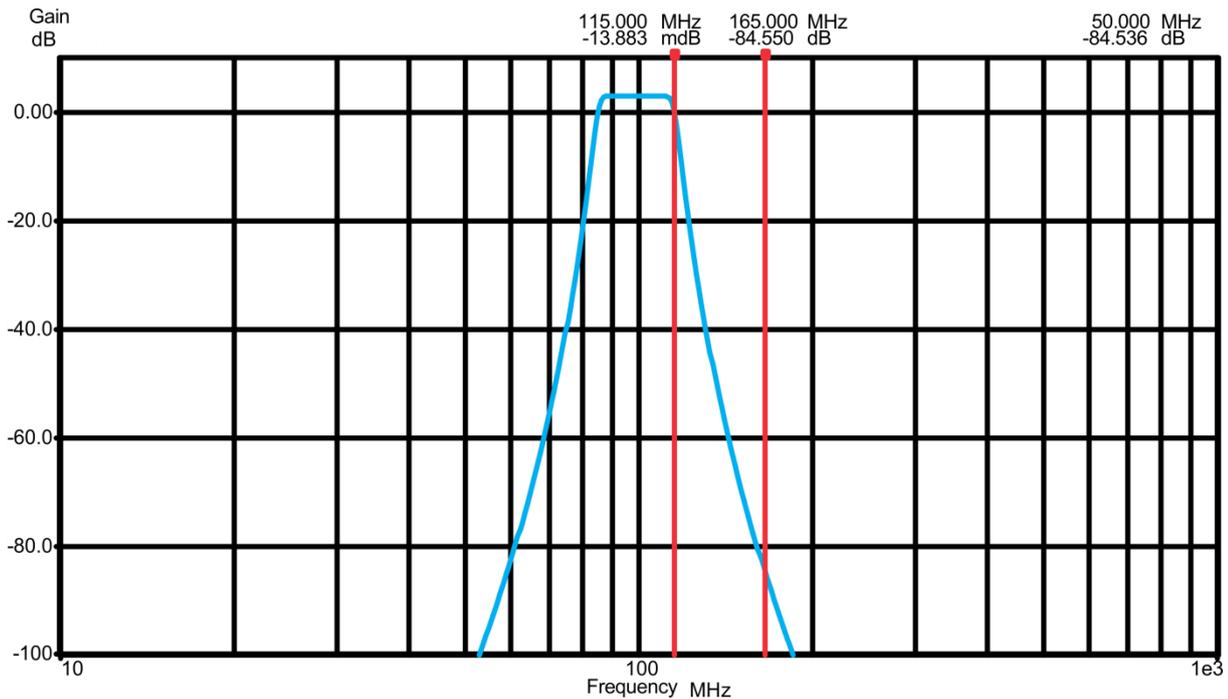
(3) Analise os diagramas de Bode abaixo e, para cada função de transferência (A, B e C), determine:



Filtro A



Filtro B



Filtro C

- a. O tipo de filtro em relação ao método de síntese (Butterworth, Chebyshev, Cauer ou Bessel). Justifique.
- b. Intervalos de frequência da banda passante, da banda de transição e da banda de rejeição.
- c. Ripple da banda passante.
- d. Maior ganho da banda de atenuação.
- e. Taxa de atenuação/ganho na banda de transição.
- f. Ordem (mínima) equivalente de um filtro Butterworth capaz de atingir o mesmo decaimento na banda de transição.

(4) Usando um dos circuitos do Exercício (1), com um resistor de $R = 100 \text{ k}\Omega$, projete um filtro **passa baixas** de primeira ordem com frequência de corte $f_c = 100 \text{ kHz}$. Determine o valor da capacitância (ou indutância) arredondando para o valor comercial mais próximo (consulte valores comerciais em sites como farnell.com ou digikey.com). Após escolher o valor comercial do capacitor/indutor, recalcule a frequência de corte.

(5) Usando um dos circuitos do Exercício (1), com um resistor de $R = 500 \Omega$, projete um filtro **passa altas** de primeira ordem com frequência de corte $f_c = 1 \text{ kHz}$. Determine o valor da capacitância (ou indutância) arredondando para o valor comercial mais próximo (consulte valores comerciais em sites como farnell.com ou digikey.com). Após escolher o valor comercial do capacitor/indutor, recalcule a frequência de corte.

(6) Coloque os dois filtros projetados nos exercício (5) e (6) em cascata (*em série, o sinal de saída de saída de um filtro é entrada para próximo*).

a. Desenhe o circuito elétrico correspondente, indicando V_{in} e V_{out} .

b. Determine a função de transferência equivalente da cascata dos dois filtros.

c. Qual o tipo de filtro resultante? Qual o intervalo da banda passante e da banda de rejeição?