

Aula 20

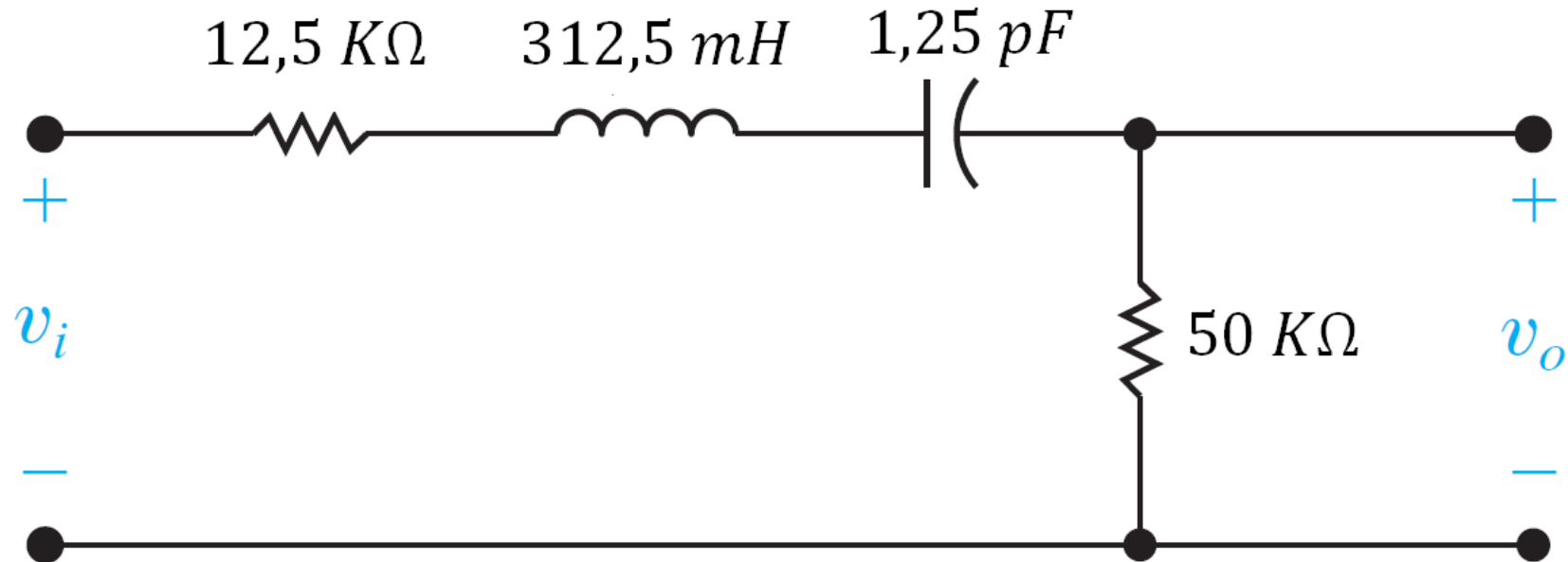
Exercícios de Revisão P2

Circuitos Elétricos II

Prof. Henrique Amorim - UNIFESP - ICT

Exercício 1

Exercício: Caracterize o Filtro e encontre: $H(s)$, f_o , f_{c1} , f_{c2} , Q , β .



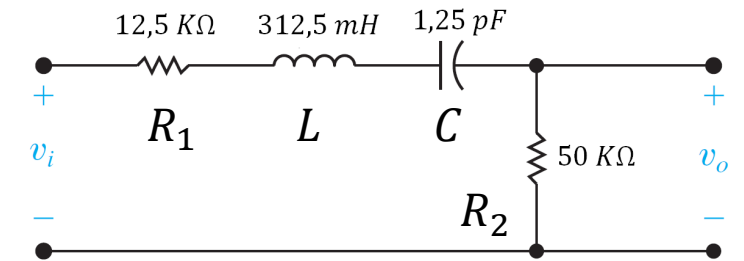
Exercício 1

Exercício: Caracterize o Filtro e encontre: $H(s)$, f_o , f_{c1} , f_{c2} , Q , β .

Variação do Filtro Passa Faixa

$$Z_{eq} = R_1 + sL + \frac{1}{sC} = \frac{sR_1C + s^2LC + 1}{sC}$$

$$H(s) = \frac{R_2}{R_2 + Z_{eq}} = \frac{sR_2C}{sR_2C + sR_1C + s^2LC + 1} = \frac{s \frac{R_2}{L}}{s^2 + \frac{s}{L}(R_1 + R_2) + \frac{1}{LC}}$$



$$\omega_o = \frac{1}{\sqrt{LC}} = \frac{1}{312,5 \cdot 10^{-3} \cdot 1,25 \cdot 10^{-12}} = 1,6M \text{ rad/s}$$

$$f_o = \frac{1,6 \cdot 10^6}{2\pi} = \frac{0,8}{\pi} \text{ MHz}$$

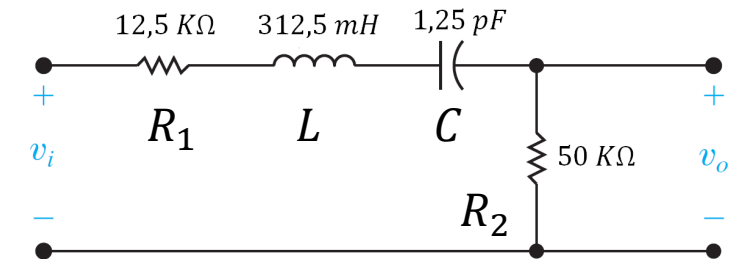
$$\alpha = \frac{R_1 + R_2}{2L} = \frac{12,5 \cdot 10^3 + 50 \cdot 10^3}{2 \cdot 312,5 \cdot 10^{-3}} = 100K \text{ rad/s}$$

$$\beta = 2\alpha = 200K \text{ rad/s}$$

Exercício 1

Exercício: Caracterize o Filtro e encontre: $H(s)$, f_o , f_{c1} , f_{c2} , Q , β .

$$Q = \frac{\omega_o}{\beta} = \frac{1,6 \cdot 10^6}{200 \cdot 10^3} = 8$$



$$\omega_{c1,c2} = \omega_o \left(\pm \frac{1}{2Q} + \sqrt{1 + \left(\frac{1}{2Q} \right)^2} \right)$$

OU

$$\omega_{c1,c2} = \pm \frac{\beta}{2} + \sqrt{\left(\frac{\beta}{2} \right)^2 + \omega_o^2}$$

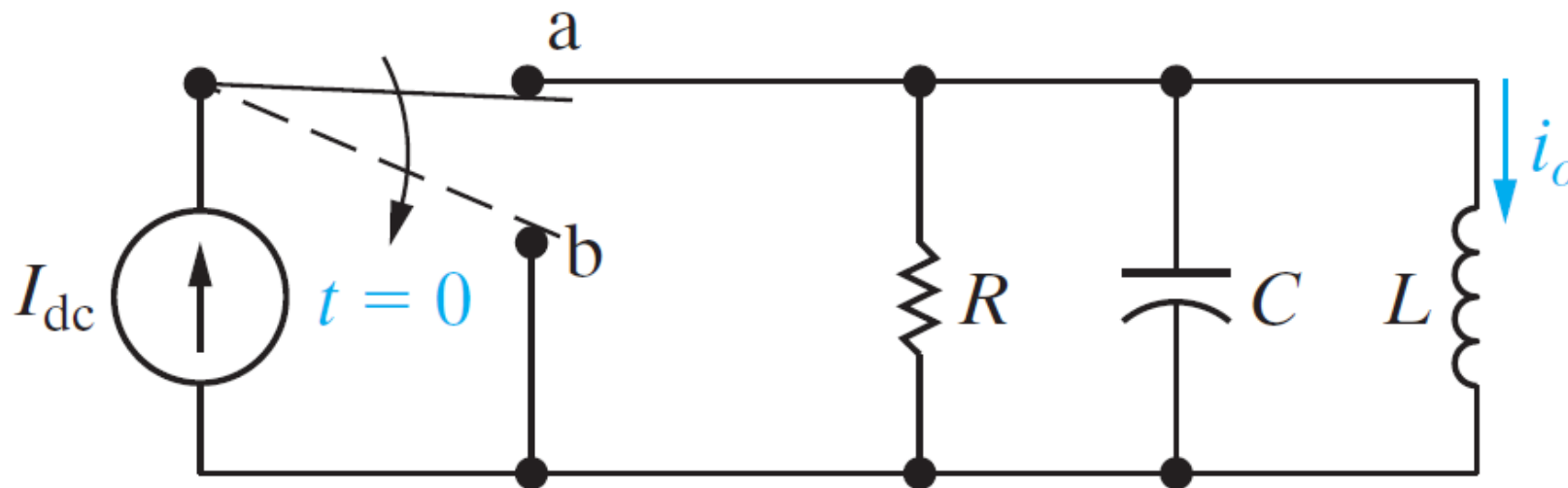
$$f_{c1,c2} = \frac{1,6 \cdot 10^6}{2\pi} \left(\pm \frac{1}{16} + \sqrt{1 + \left(\frac{1}{16} \right)^2} \right)$$

$$f_{c1} = 271,06\text{ KHz}$$

$$f_{c2} = 239,23\text{ KHz}$$

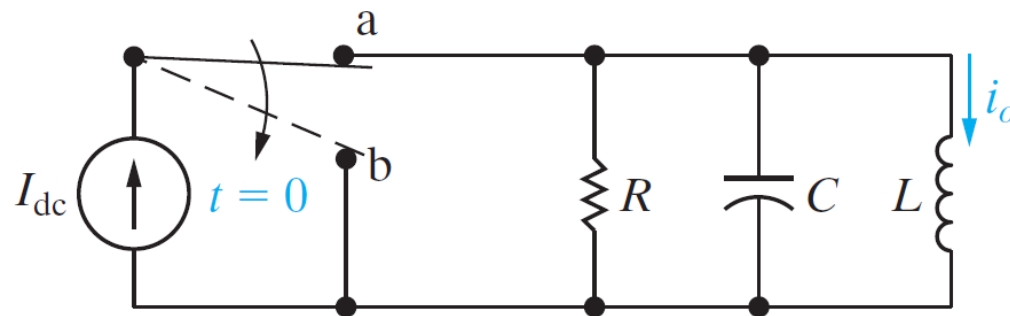
Exercício 2

Exercício: Calcule a expressão que rege o comportamento de $I_o(s)$. Se $R = 12,5 \Omega$, $C = 500 \mu F$, $L = 1H$ e $I_{dc} = 2A$, classifique o tipo de resposta e encontre $i(t)$

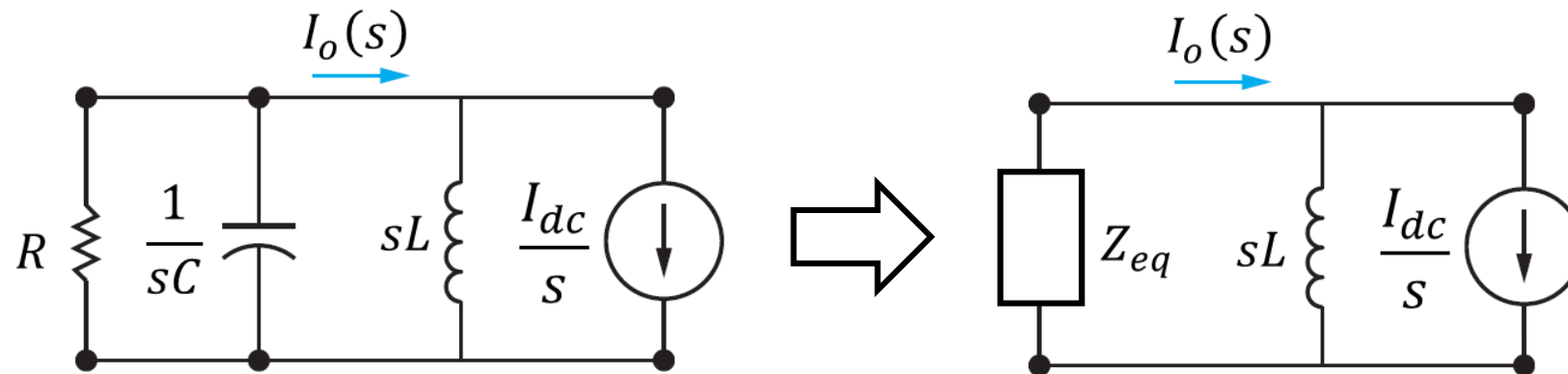


Exercício 2

Exercício: Calcule a expressão que rege o comportamento de $I_o(s)$. Se $R = 12,5 \Omega$, $C = 500 \mu F$, $L = 1H$ e $I_{dc} = 2A$, classifique o tipo de resposta e encontre $i(t)$

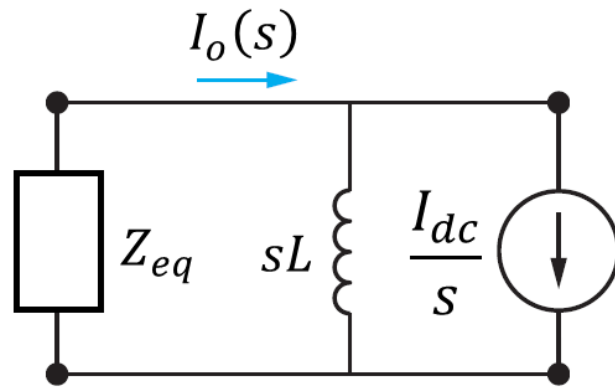


$$Z_{eq} = \frac{\frac{R}{sC}}{R + \frac{R}{sC}} = \frac{R}{sRC + 1}$$



Exercício 2

Exercício: Calcule a expressão que rege o comportamento de $I_o(s)$. Se $R = 12,5 \Omega$, $C = 500 \mu F$, $L = 1H$ e $I_{dc} = 2A$, classifique o tipo de resposta e encontre $i(t)$



$$I_o(s) = \frac{\frac{I_{dc}}{s} \cdot sL}{sL + \frac{R}{sRC + 1}} = \frac{I_{dc} \cdot L}{\frac{s^2 RLC + sL + R}{sRC + 1}}$$

$$I_o(s) = \frac{I_{dc} \cdot L \cdot (sRC + 1)}{s^2 RLC + sL + R} = \frac{I_{dc} \cdot (s + \frac{1}{RC})}{s^2 + \frac{s}{RC} + \frac{1}{LC}}$$

Exercício 2

Exercício: Calcule a expressão que rege o comportamento de $I_o(s)$. Se $R = 12,5 \Omega$, $C = 500 \mu F$, $L = 1H$ e $I_{dc} = 2A$, classifique o tipo de resposta e encontre $i(t)$

$$I_o(s) = \frac{I_{dc} \cdot (s + \frac{1}{RC})}{s^2 + \frac{s}{RC} + \frac{1}{LC}}$$

$$I_o(s) = \frac{2 \cdot (s + 160)}{s^2 + 160s + 2000}$$

$$p_{1,2} = -\frac{b}{2} \pm \sqrt{\left(\frac{b}{2}\right)^2 - c}$$

$$p_{1,2} = -80 \pm \sqrt{(80)^2 - 2000}$$

$$p_1 = -13,66 \quad p_2 = -146,33$$

$$I_o(s) = \frac{2 \cdot (s + 160)}{(s + 13,66)(s + 146,33)}$$

$$I_o(s) = \frac{K_1}{(s + 13,67)} + \frac{K_2}{(s + 146,33)}$$

Exercício 2

Exercício: Calcule a expressão que rege o comportamento de $I_o(s)$. Se $R = 12,5 \Omega$, $C = 500 \mu F$, $L = 1H$ e $I_{dc} = 2A$, classifique o tipo de resposta e encontre $i(t)$

$$I_o(s) = \frac{K_1}{(s + 13,67)} + \frac{K_2}{(s + 146,33)} \quad K_1 = \frac{2 \cdot (s + 160)}{(s + 146,33)} \Big|_{s = -13,67} = 2,2$$

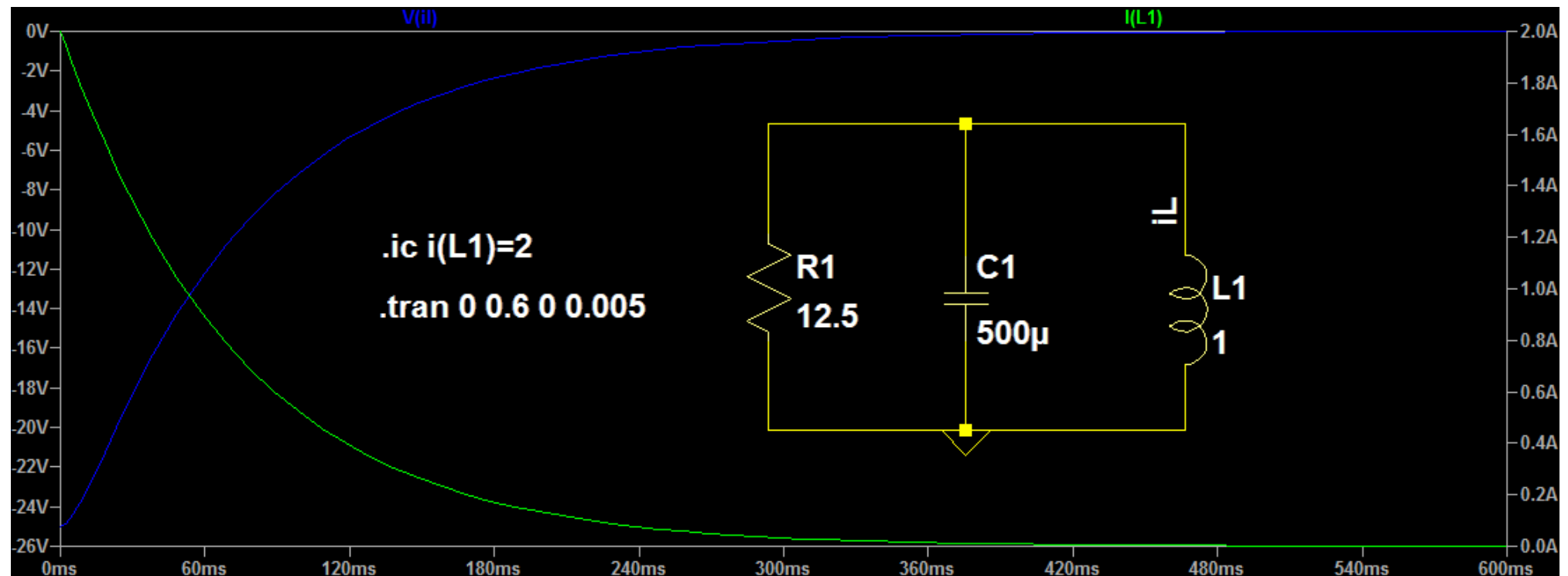
$$K_2 = \frac{2 \cdot (s + 160)}{(s + 13,67)} \Big|_{s = -146,33} = -0,21 \quad I_o(s) = \frac{2,2}{(s + 13,67)} - \frac{0,21}{(s + 146,33)}$$

$$\mathcal{L}^{-1}[I_o(s)] = i_o(t) = 2,2e^{-13,67t} - 0,21e^{-146,33t} A$$

Exercício 2

Exercício: Calcule a expressão que rege o comportamento de $I_o(s)$. Se $R = 12,5 \Omega$, $C = 500 \mu F$, $L = 1H$ e $I_{dc} = 2A$, classifique o tipo de resposta e encontre $i(t)$

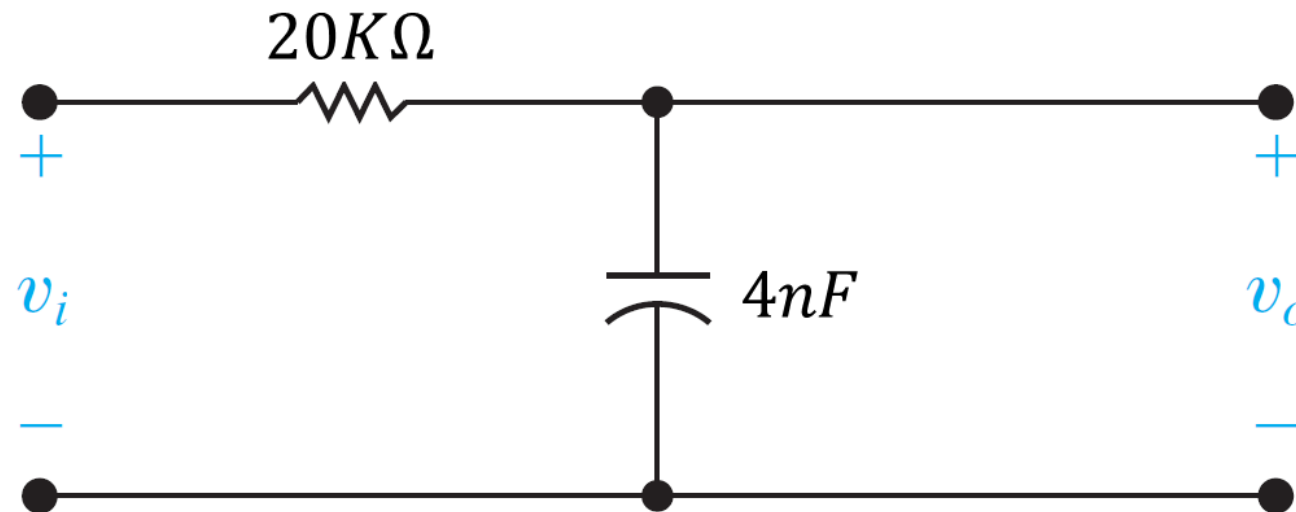
Raízes Reais Distintas – Resposta Super Amortecida



Exercício 3

Exercício: De acordo como o filtro abaixo responda:

- a) Qual a função transferência
- b) Calcule $H(j\omega)$ em ω_c , $0,2\omega_c$ e $8\omega_c$
- c) Se $v_i = 480 \cdot \cos(\omega t) \text{ mV}$ escreva a expressão em regime permanente para v_o quando $\omega = \omega_c$, $\omega = 0,2\omega_c$ e $\omega = 8\omega_c$



Exercício 3

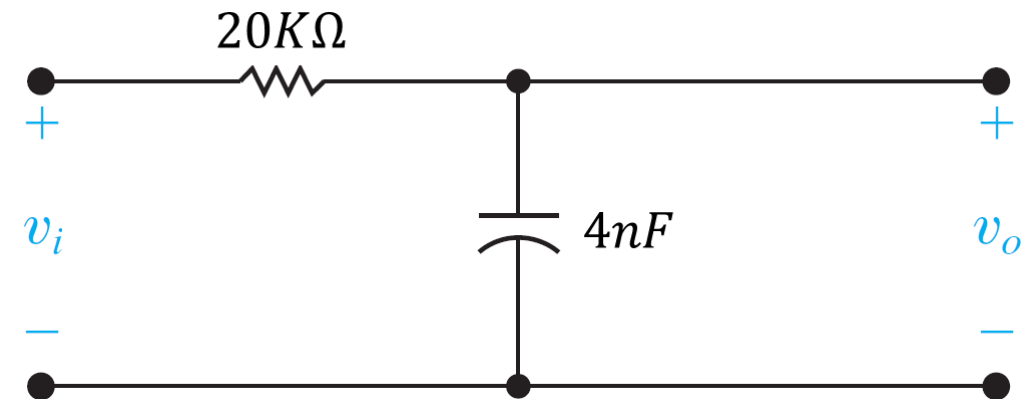
Exercício: De acordo como o filtro abaixo responda:

a) Qual a função transferência

$$H(s) = \frac{\frac{1}{sC}}{R + \frac{1}{sC}} = \frac{1}{sRC + 1} = \frac{\frac{1}{RC}}{s + \frac{1}{RC}} = \frac{\omega_c}{s + \omega_c}$$

$$\omega_c = \frac{1}{RC} = \frac{1}{20 \cdot 10^3 \cdot 4 \cdot 10^{-9}} = 12500$$

$$H(s) = \frac{12500}{s + 12500}$$



Exercício 3

Exercício: De acordo como o filtro abaixo responda:

b) Calcule $H(j\omega)$ em ω_c , $0,2\omega_c$ e $8\omega_c$

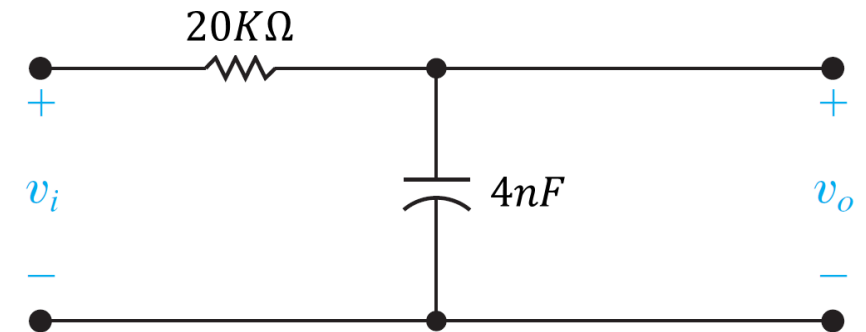
$$H(s) = \frac{\omega_c}{s + \omega_c}$$

$$H(j\omega) = \frac{\omega_c}{j\omega + \omega_c} = \frac{1}{1 + j\frac{\omega}{\omega_c}}$$

$$H(j\omega_c) = \frac{1}{1 + j}$$

$$H(j0,2\omega_c) = \frac{1}{1 + 0,2j}$$

$$H(j8\omega_c) = \frac{1}{1 + 8j}$$

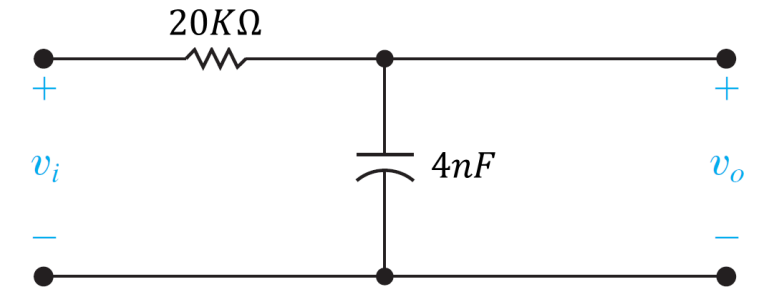


Exercício 3

Exercício: De acordo como o filtro abaixo responda:

c) Se $v_i = 480 \cdot \cos(\omega t) \text{ mV}$ escreva a expressão em regime permanente para v_o quando $\omega = \omega_c$, $\omega = 0,2\omega_c$ e $\omega = 8\omega_c$

$$H(j\omega_c) = \frac{1}{1+j} \quad H(j0,2\omega_c) = \frac{1}{1+0,2j} \quad H(j8\omega_c) = \frac{1}{1+8j}$$



$$|H(j\omega_c)| = \frac{1}{\sqrt{2}} = 0,71$$

$$\theta(\omega) = \text{atan}(0) - \text{atan}\left(\frac{1}{1}\right) = -45^\circ$$

$$|H(j0,2\omega_c)| = \frac{1}{\sqrt{1+0,2^2}} = 0,98$$

$$\theta(\omega) = \text{atan}(0) - \text{atan}\left(\frac{0,2}{1}\right) = -11,31^\circ$$

$$|H(j8\omega_c)| = \frac{1}{\sqrt{1+8^2}} = 0,12$$

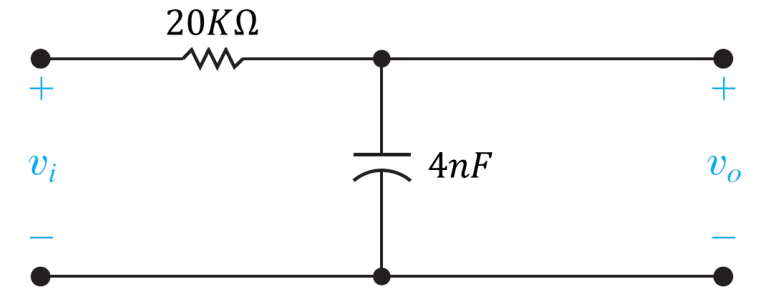
$$\theta(\omega) = \text{atan}(0) - \text{atan}\left(\frac{8}{1}\right) = -82,87^\circ$$

Exercício 3

Exercício: De acordo como o filtro abaixo responda:

c) Se $v_i = 480 \cdot \cos(\omega t) \text{ mV}$ escreva a expressão em regime permanente para v_o quando $\omega = \omega_c$, $\omega = 0,2\omega_c$ e $\omega = 8\omega_c$

$$y_{rp}(t) = A \cdot |H(j\omega)| \cos(\omega t + \phi + \theta(\omega))$$

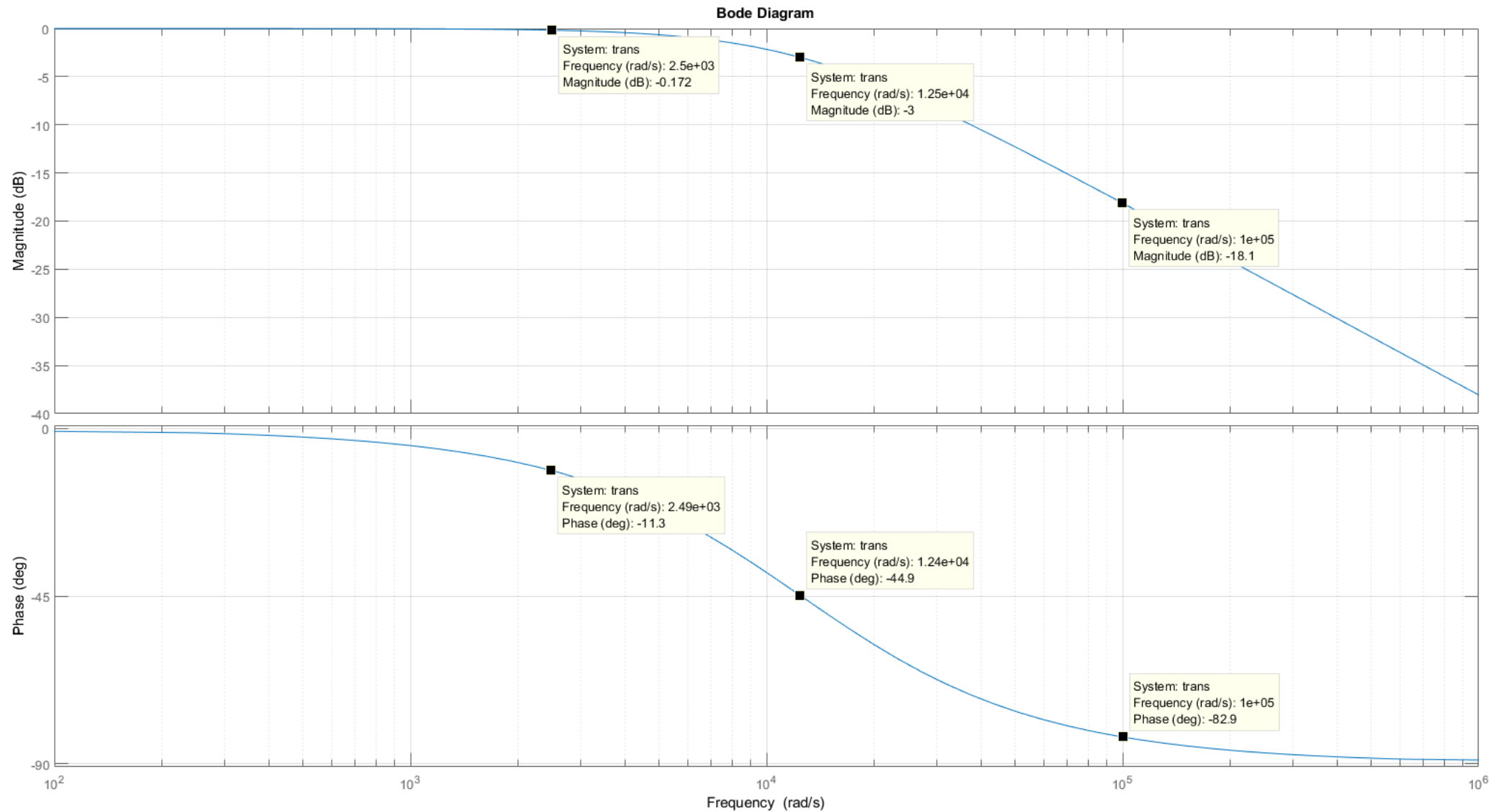


$$y_{rp}(t) = 0,48 \cdot 0,71 \cdot \cos(\omega t + 0 - 45^\circ) = 0,34 \cdot \cos(\omega t - 45^\circ)$$

$$y_{rp}(t) = 0,48 \cdot 0,98 \cdot \cos(\omega t + 0 - 11,31^\circ) = 0,47 \cdot \cos(\omega t - 11,31^\circ)$$

$$y_{rp}(t) = 0,48 \cdot 0,12 \cdot \cos(\omega t + 0 - 82,87^\circ) = 0,06 \cdot \cos(\omega t - 82,87^\circ)$$

Exercício 3



Exercício 4

Exercício: Uma linha de telefone transporta simultaneamente a banda de voz (0-4 kHz) e banda de dados (25 kHz a 1 MHz). Projete um filtro que rejeite a banda de dados. O filtro deve atender às seguintes especificações:

- a) Para a banda de voz, a magnitude da função transferência deve cair no máximo 1 dB;
- b) A magnitude da função de transferência deve ser a menor possível para a frequência de dados.



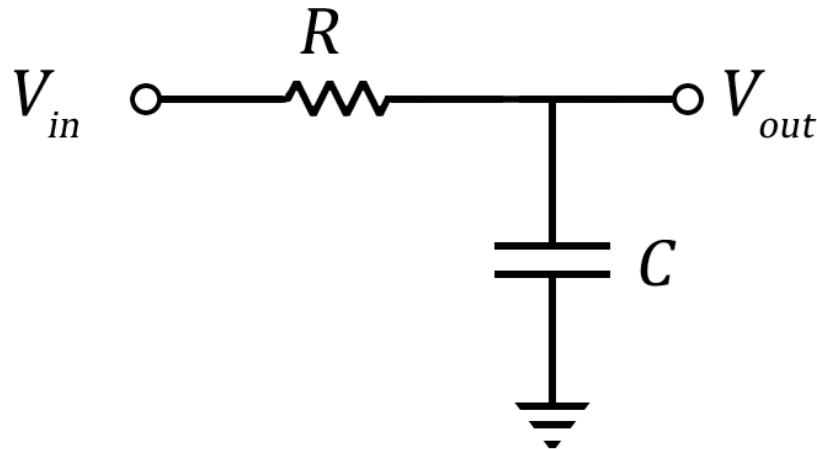
Resposta:

$$RC \cong 2 \cdot 10^{-5}$$

Exercício 4

Exercício:

Como queremos rejeitar alta frequência, o filtro a ser projetado deverá ser um passa baixa, por conveniência vamos projetar um filtro passa baixa RC (evitar a ação do campo do indutor)



$$H(s) = \frac{\frac{1}{sC}}{R + \frac{1}{sC}} = \frac{1}{RCs + 1} \quad \omega_c = \frac{1}{RC}$$

$$H(s) = \frac{\frac{1}{sC}}{R + \frac{1}{sC}} = \frac{\frac{1}{RC}}{s + \frac{1}{RC}} = \frac{\omega_c}{s + \omega_c}$$

$$H(j\omega) = \frac{\omega_c}{j\omega + \omega_c} = \frac{1}{1 + j\frac{\omega}{\omega_c}} = \frac{1}{1 + j\frac{f}{f_c}}$$

$$\frac{\omega}{\omega_c} = \frac{f}{f_c} \quad \omega = 2\pi f$$

Exercício 4

Exercício:

Como a frequência de voz varia entre 0 e 4KHz e o projeto especificou que a magnitude da função transferência deve no máximo cair 1db. Devemos considerar esta queda para a frequência de 4KHz. Automaticamente atendemos o segunda requisito do projeto, pois não existe uma outra curva de bode que minimize ainda mais a faixa da frequência de dados.

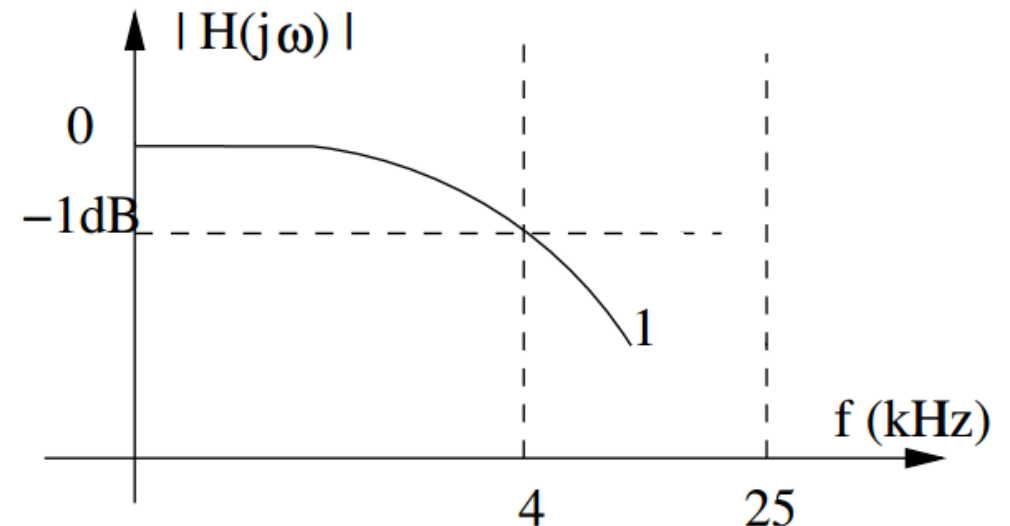
$$20 \cdot \log_{10}(|H(j\omega)|) = -1db$$

$$|H(j\omega)| = 10^{-0,05} = 0,8915$$

$$\frac{1}{\sqrt{1^2 + (f/f_c)^2}} = 0,8915$$

$$\frac{1}{1 + (f/f_c)^2} = 0,7943$$

$$\frac{f}{f_c} = 0,5095$$



Exercício 4

Exercício:

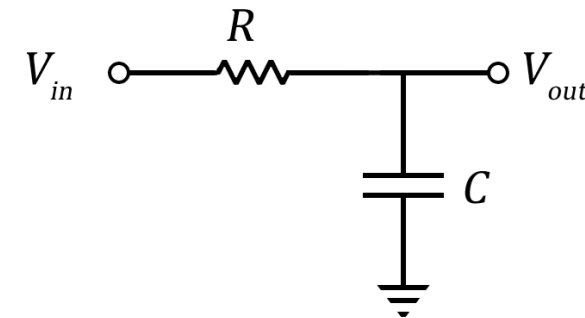
Com a razão entre a frequência de fundo da banda de voz e a frequência de corte, podemos definir os valores de capacitância e resistência

$$\frac{f}{f_c} = 0,5095 \quad f_c = \frac{4000}{0,5095} = 7,858 \text{ KHz}$$

$$f_c = \frac{1}{2\pi RC} = 7,858 \text{ KHz} \quad \therefore RC \cong 2 \cdot 10^{-5}$$

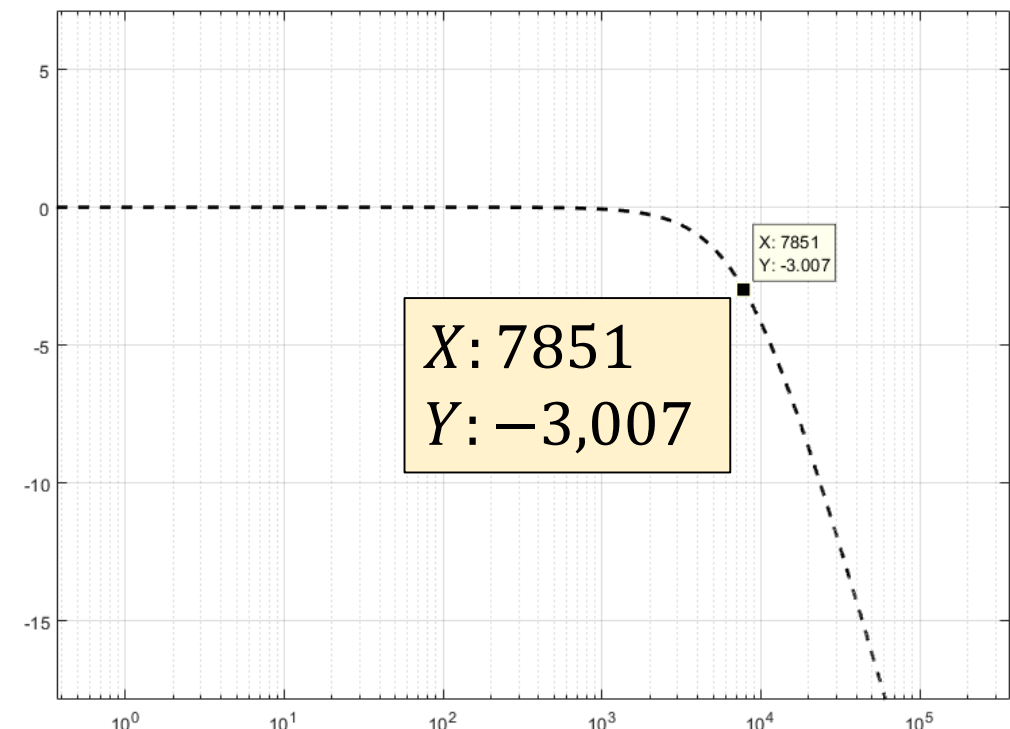
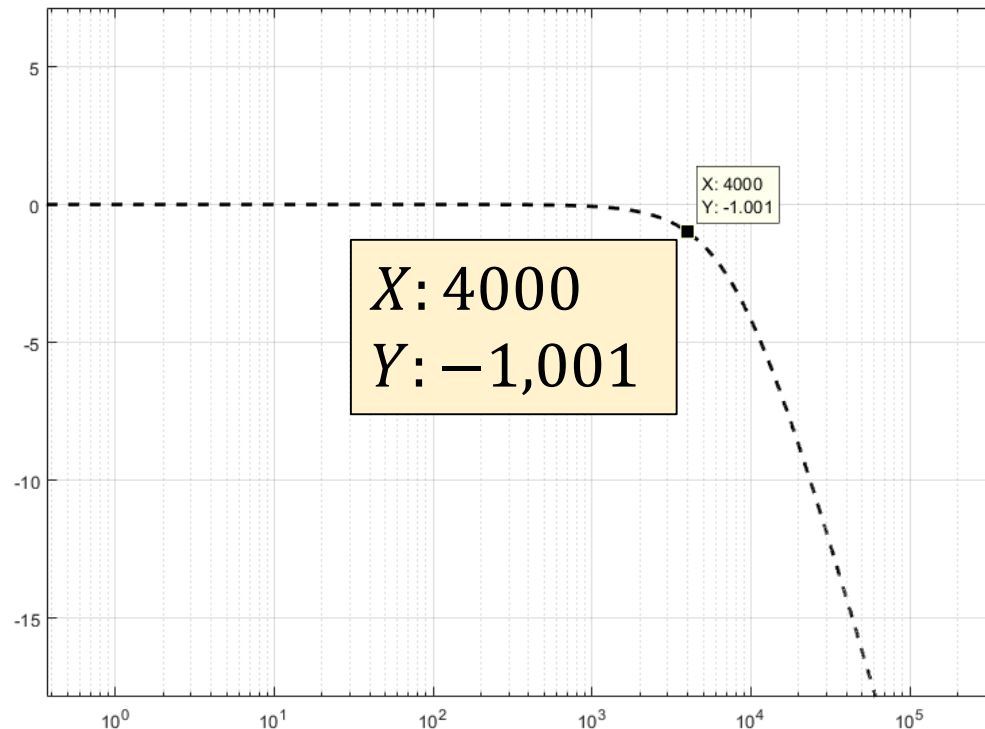
Existem n combinações possíveis, uma delas pode ser:

$$C = 1 \text{ nF} \quad e \quad R = 20 \text{ K}\Omega$$



Exercício 4

Note que na frequência de 4 KHz o ganho da função transferência cai 1db com um filtro com frequência de corte de 7,86 KHz, respeitando desta forma, o enunciado do exercício



Isso representa que uma componente de 4 KHz na entrada, terá aproximadamente 90% da sua amplitude original na saída.