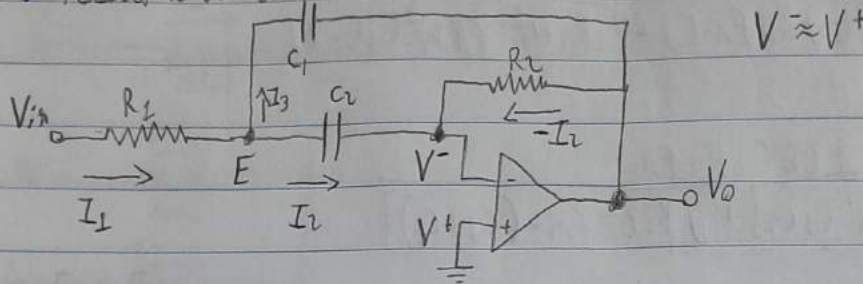


Avaliação 2 - Eletrônica

Nome: Thalisson Moura Teixeira

5,5 pontos

1º) a) Rescrevendo o circuito temosi



Analisando as correntes no ponto E, temos: $I_1 = I_2 + I_3$ onde
 $I_1 = \frac{V_{in} - V_E}{R_1}$; $I_2 = \frac{V_E - V_o}{X_{C2}}$; $I_3 = \frac{V_E - V_o}{X_{C1}}$

Substituindo V_E em I_1 e I_3 :

$$I_1 = \frac{V_{in}}{R_1} + \frac{V_o X_{C2}}{R_1 R_2} = \frac{V_{in} R_2 + V_o X_{C2}}{R_1 R_2} ; I_3 = \frac{-V_o X_{C2}}{X_{C1} R_2} - \frac{V_o}{X_{C1}} = -\frac{V_o (X_{C2} + R_2)}{X_{C1} R_2}$$

Substituindo I_1, I_2 e I_3 :

$$\frac{V_{in} R_2 + V_o X_{C2}}{R_1 R_2} = \frac{-V_o}{R_2} - \frac{V_o (X_{C2} + R_2)}{X_{C1} R_2} \rightarrow V_{in} = R_1 \cdot \left(\frac{-V_o}{R_2} - \frac{V_o (X_{C2} + R_2)}{X_{C1} R_2} - \frac{V_o X_{C2}}{R_1 R_2} \right)$$

$$V_{in} = -V_o \left(\frac{R_1}{R_2} + \frac{R_1 X_{C2} + R_1 R_2 + X_{C2}}{X_{C1} R_2} \right)$$

$$V_o = - \frac{1}{V_{in} \left(\frac{R_1}{R_2} + \frac{R_1 X_{C2} + R_1 R_2 + X_{C2}}{X_{C1} R_2} \right)}$$

Sabendo que $X_C = \frac{1}{j\omega C}$, onde C é a capacitância e $\omega = 2\pi f$ e cha-mando $j\omega = s$, temos:

$$V_o = - \frac{1}{V_{in} \left(\frac{R_1}{R_2} + \frac{R_1 \frac{1}{sC_2} + R_1 R_2 + \frac{1}{sC_2}}{\frac{1}{sC_1} R_2} \right)} = - \frac{1}{V_{in} \left(\frac{R_1}{R_2} + \frac{R_1 s C_1 + R_1 R_2 s^2 C_1 C_2 + 1}{s C_2 R_2} \right)}$$

$$I^o) a) V_o = - \frac{R_2 C_2 R_1}{R_1 R_2 C_2 + R_1 R_2 C_1 + R_1 R_2 R_2^2 C_1 C_2 + 1}$$

Substituindo si:

$$V_o = - \frac{j 2\pi f_{in} C_2 R_1}{R_1 \cdot j 2\pi f_{in} C_2 + R_1 j 2\pi f_{in} C_1 - R_1 R_2 4\pi^2 f_{in}^2 C_1 C_2 + 1}$$

$$Ganho = - \frac{j 2\pi C_2 R_2 f_{in}}{[1 - R_1 R_2 4\pi^2 f_{in}^2 C_1 C_2] + [j R_1 2\pi f_{in} \cdot (C_1 + C_2)]}$$

Reorganizando, temos:

$$Ganho = - \frac{j 2\pi C_2 R_2 f_{in}}{\left[1 - \left(\frac{f_{in}}{1}\right)^2\right] + \frac{j f_{in}}{2\pi \sqrt{R_1 R_2 C_1 C_2}}}$$

$$Ganho = - \frac{j 2\pi C_2 R_2 f_{in}}{\left[1 - \left(\frac{f_{in}}{f_0}\right)^2\right] + \frac{j f_{in}}{2\pi \sqrt{R_1 R_2 C_1 C_2}} \sqrt{\frac{R_2}{R_1} \cdot \left(\frac{\sqrt{C_1 C_2}}{C_1 + C_2}\right)}}$$

$$Ganho = - \frac{j 2\pi C_2 R_2 f_{in}}{\left[1 - \left(\frac{f_{in}}{f_0}\right)^2\right] + j \frac{f_{in}}{Q f_0}}$$

Aplicando o módulo do ganho:

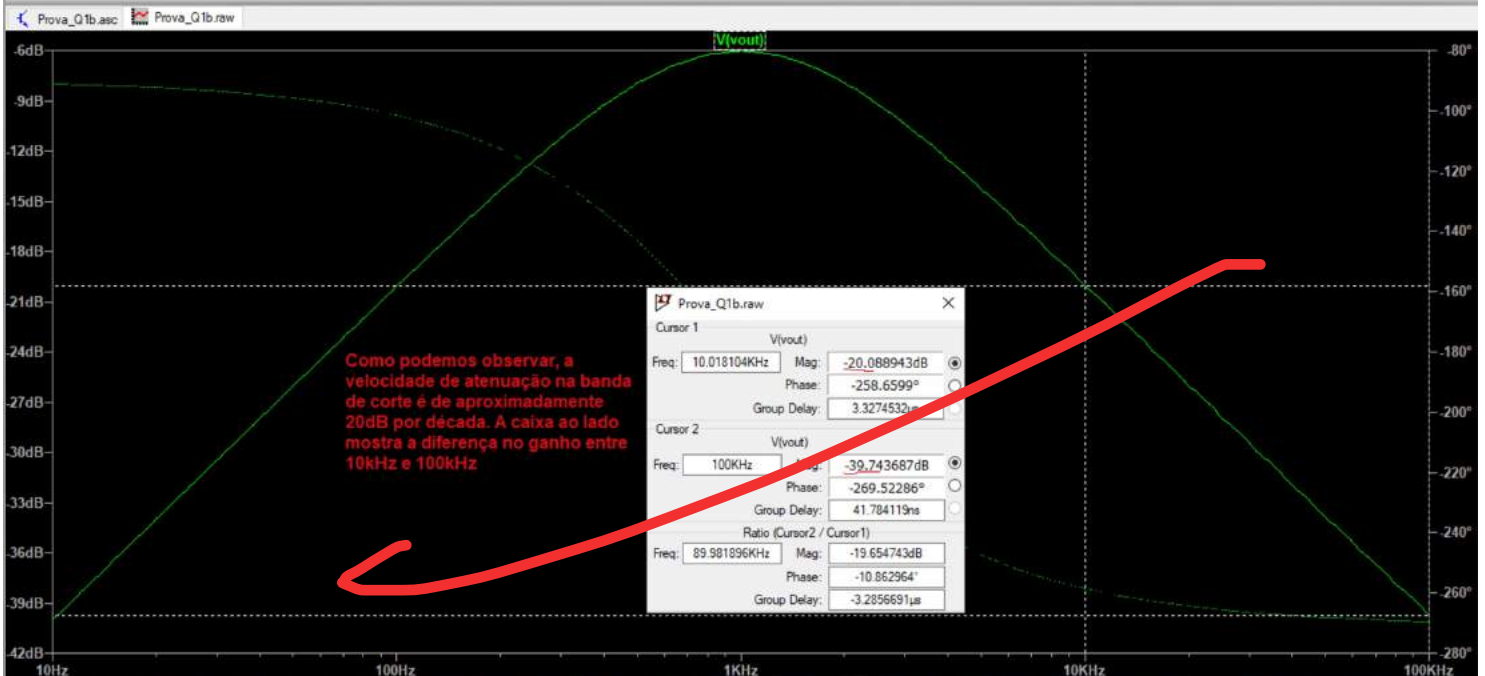
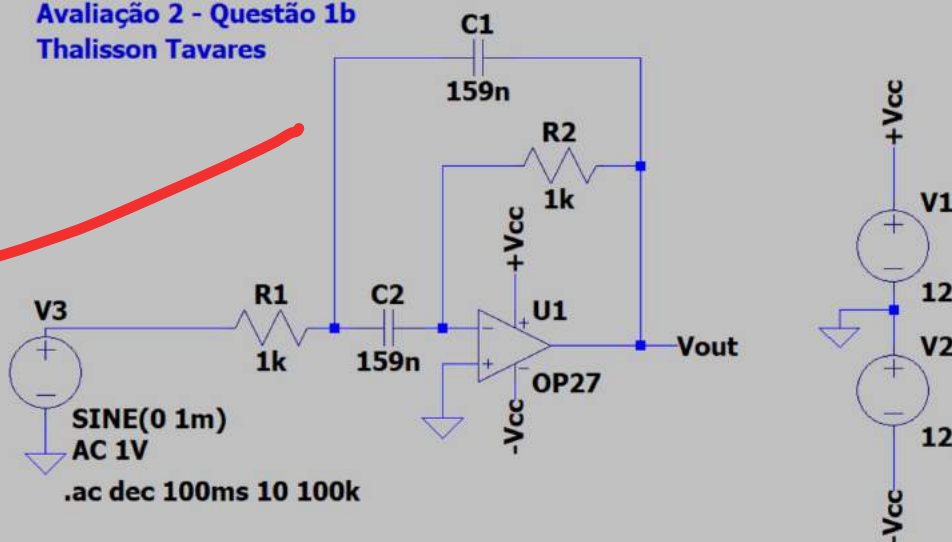
$$|Ganho| = \left| \frac{V_o}{V_{in}} \right| = \frac{2\pi R_2 C_2 f_{in}}{\sqrt{\left[1 - \left(\frac{f_{in}}{f_0}\right)^2\right]^2 + \left(\frac{f_{in}}{Q f_0}\right)^2}}$$

1º) b) Dado $R_1 = R_2 = 1k\Omega$, $C_1 = C_2 = 159nF$ tem-se:

$$Q = \frac{\sqrt{R_2} \left(\sqrt{C_1 \cdot C_2} \right)}{\sqrt{R_1} (C_1 + C_2)} = \frac{\sqrt{1000} \left(\sqrt{159 \cdot 10^{-9}} \right)}{\sqrt{1000} (2 \cdot 159 \cdot 10^{-9})} = \frac{1}{2} = \boxed{0,5}$$

$$f_0 = \frac{1}{2\pi \sqrt{R_1 R_2 C_1 C_2}} = \frac{1}{2\pi \cdot 1000 \cdot 159 \cdot 10^{-9}} = \boxed{1000,97 \text{ Hz}} \approx 1 \text{ kHz}$$

Avaliação 2 - Questão 1b Thalisson Tavares



2,0 pontos

2º) Como visto em aula o nMOS funciona como chave aberta em nível lógico 0 e chave fechada com nível lógico 1, enquanto o pMOS atua como chave aberta em nível lógico 1 e como chave fechada em nível lógico 0.

De acordo com essas informações e analisando o circuito percebemos que sempre que as entradas A, B e C estiverem todas em nível lógico 0, os transistores Q_1 , Q_2 e Q_3 não saturam e a saída Y será 1, enquanto Q_5 , Q_6 , Q_7 e Q_8 estarão em corte, ou seja, se $\bar{A} \cdot \bar{B} \cdot \bar{C}$ então Y.

Quando A ou B ou C estiverem em nível lógico 1, os transistores Q_1 , Q_2 e Q_3 estarão em corte e a saída Y dependerá apenas de D, se D for 0, Q_4 estará em saturação, enquanto Q_5 , Q_6 , Q_7 e Q_8 estarão em corte, sendo a saída $Y=1$. Se D for 1, Q_4 estará em corte e Q_5 em saturação, enquanto Q_6 , Q_7 e Q_8 dependerão de C, B e A, respectivamente, porém como pelo menos um estará em nível lógico 1, a saída estará saturada sendo nível lógico 0, $Y=0$.

Resumindo, temos que a saída terá nível lógico 1 quando A, B e C forem 0, ou quando D for 0. Portanto temos:

$$Y = \bar{A} \cdot \bar{B} \cdot \bar{C} + \bar{D}$$

A tabela a seguir mostra a saída Y e a situação de cada transistor (C - corte, S - saturação) para cada configuração de entrada.

2º)

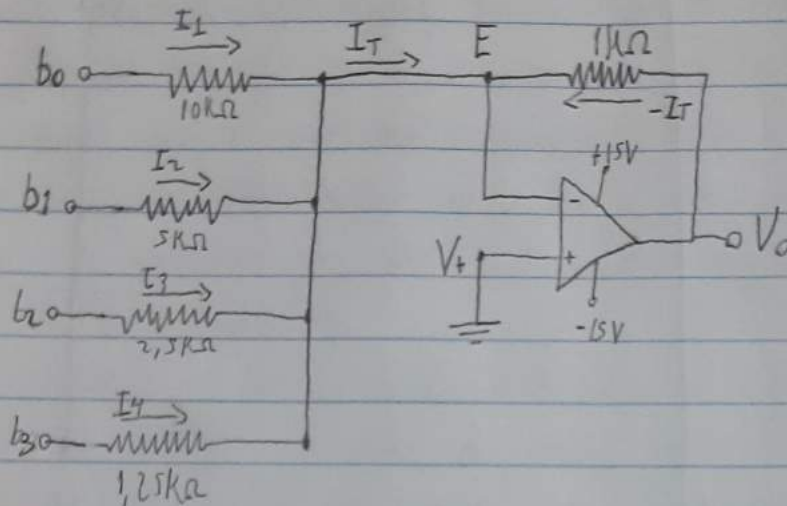
TABELA VERDADE

A	B	C	D	Y	Q ₁	Q ₂	Q ₃	Q ₄	Q ₅	Q ₆	Q ₇	Q ₈
0	0	0	0	1	S	S	S	S	C	C	C	C
0	0	0	1	1	S	S	S	C	C	C	C	C
0	0	1	0	1	C	C	C	S	C	C	C	C
0	0	1	1	0	C	C	C	C	S	S	C	C
0	1	0	0	1	C	C	C	S	C	C	C	C
0	1	0	1	0	C	C	C	C	S	C	S	C
0	1	1	0	1	C	C	C	S	C	C	C	C
0	1	1	1	0	C	C	C	C	S	S	S	C
1	0	0	0	1	C	C	C	S	C	C	C	C
1	0	0	1	0	C	C	C	C	S	C	C	S
1	0	1	0	1	C	C	C	S	C	C	C	C
1	0	1	1	0	C	C	C	C	S	S	C	S
1	1	0	0	1	C	C	C	S	C	C	C	C
1	1	0	1	0	C	C	C	C	S	C	S	S
1	1	1	0	1	C	C	C	S	C	C	C	C
1	1	1	1	0	C	C	C	C	S	S	S	S

$$Y = \bar{A} \cdot \bar{B} \cdot \bar{C} + \bar{D}$$

2,3 pontos

3ª) a) Fazendo a análise do circuito percebemos que quando todas as entradas estiverem em nível lógico 1 (+5V), uma corrente irá fluir de cada entrada para o ponto E como mostrado no circuito abaixo:



Como mencionado nos aulas de amplificadora operacional, devido o Terra Virtual a tensão entre as entradas do amplp, podem ser consideradas 0V, portanto o ponto $E \approx V^+$. Assim as correntes do circuito são:

$$I_1 = \frac{b_0}{10000}, \quad I_2 = \frac{b_1}{5000}, \quad I_3 = \frac{b_2}{2500}, \quad I_4 = \frac{b_3}{1250}$$

sendo $I_T = I_1 + I_2 + I_3 + I_4$

V_o é igual a queda de tensão no resistor de $1k\Omega$, e como V_o tem potencial maior que o ponto E, a corrente que passa por $1k\Omega$ é $-I_T$, assim:

$$V_o = -1000 \cdot I_T = -1000 \cdot \left(\frac{b_0}{10000} + \frac{b_1}{5000} + \frac{b_2}{2500} + \frac{b_3}{1250} \right)$$

$$V_o = -\frac{1}{1,25} \cdot \left(\frac{b_0}{8} + \frac{b_1}{4} + \frac{b_2}{2} + b_3 \right) \quad \text{x 5 Volts}$$

3º) b) Usando a calculadora e substituindo as entradas por 0V ou 5V a depender do nível lógico na fórmula da letra 'a' temos:

$b_3b_2b_1b_0$	V_o (Volts)
0000	0,00
0001	-0,50
0010	-1,00
0011	-1,50
0100	-2,00
0101	-2,50
0110	-3,00
0111	-3,50
1000	-4,00
1001	-4,50
1010	-5,00
1011	-5,50
1100	-6,00
1101	-6,50
1110	-7,00
1111	-7,50

← Fundo de escala

Como pode ser visto na tabela o fundo de escala é $-7,5V$