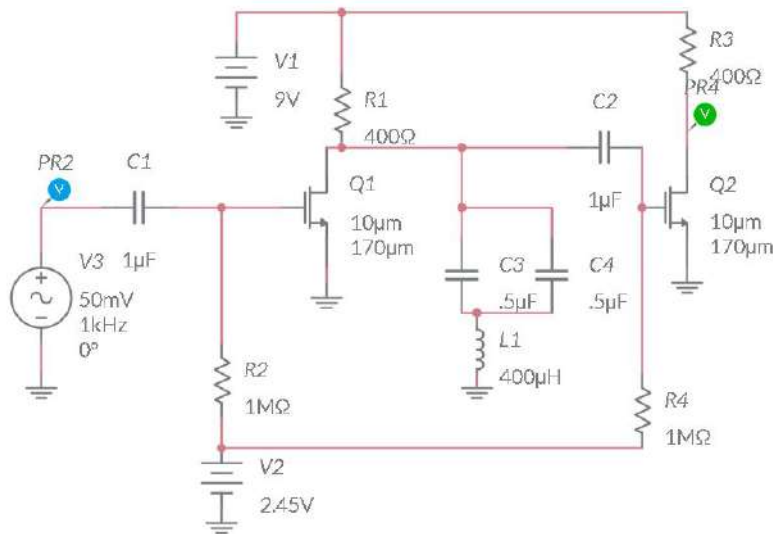


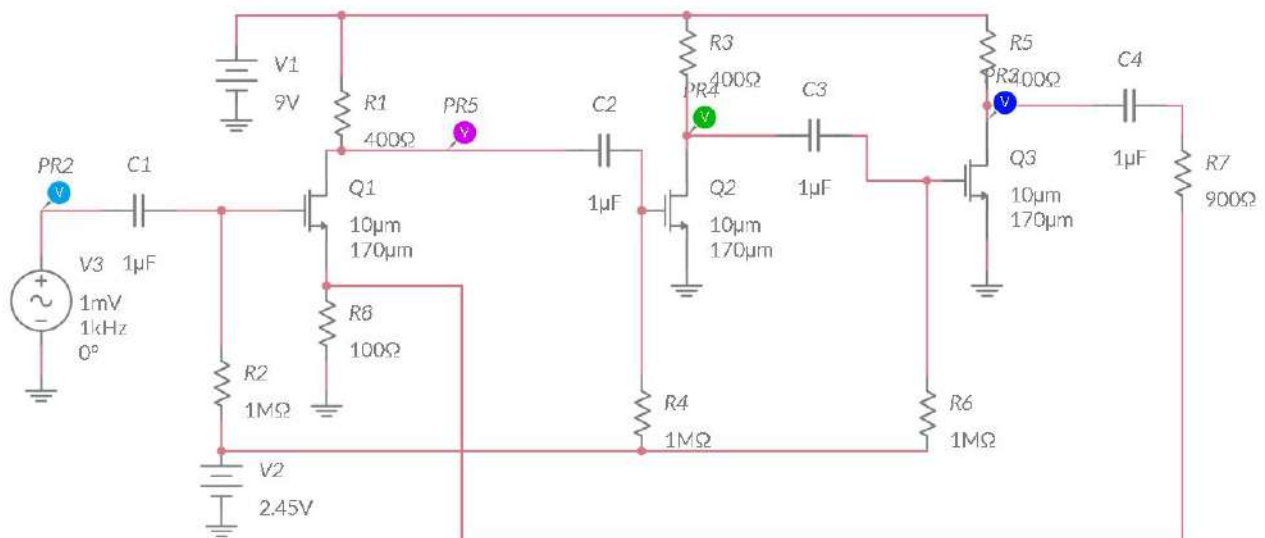
P1 2023.1 Eletrônica Analógica Aplicada Prof. Marcelo Perotoni

Considere 0.7 V a queda tensão base-emissor.

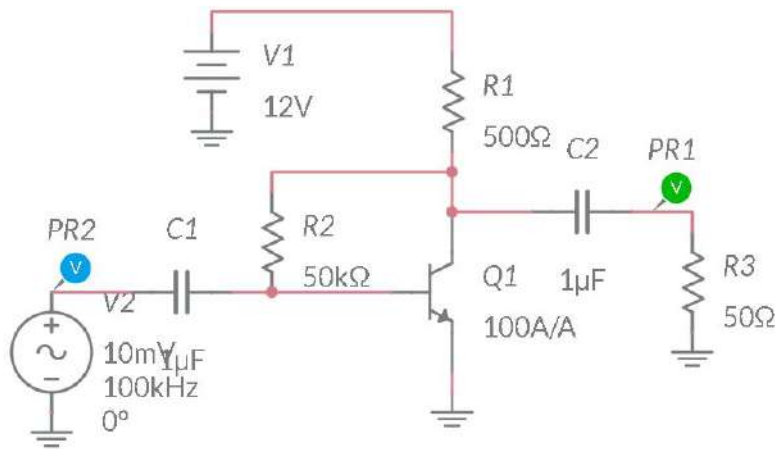
[1] Para o amplificador baseado no CD4007 foi implementado um filtro LC simples entre os dois estágios, com os capacitores C3 e C4 e o indutor L1. Calcule a frequência de ressonância e esboce a resposta em frequência do circuito, em dB. Considere que a saída no pino verde é 2 Vpp enquanto que a entrada tem 0.1 mVpp, o amplificador tem frequência máxima estimada em torno de 2 MHz. Para o pólo de frequência inferior, considere apenas o capacitor C1 mais a resistência que ele enxerga. $f_r = 1/2\pi\sqrt{LC}$



[2] [a] Ao circuito anterior foi acrescido outro estágio, e feedback (resistores R7 e R8, C4 apenas bloqueia o DC). Qual o tipo de feedback que temos (amostra/compara)? [b] Calcule o fator de realimentação β e diga se o ganho realimentado aproximado está consistente com a simulada (Na saída temos aproximadamente 22 mV pp, na entrada temos 2 mV pp)). Eq. Black: $A_f = \frac{A}{1+A\beta}$



[3] [a] Calcule a corrente de coletor e o VCE do circuito. Considere que a corrente no resistor de $500\ \Omega$ é igual a I_C . O transistor tem $h_{fe} = 100$. [b] Identifique o tipo de realimentação no transistor, e desenhe o modelo de pequenos sinais com loading.



[4] Para o circuito da questão anterior (3), desenhe o modelo de pequenos sinais e calcule o ganho de tensão **sem** usar as regras de feedback. Sobre o modelo de pequenos sinais, use KCL e KVL ache A_V .

$$r_e = 26mV/I_{CQ}$$

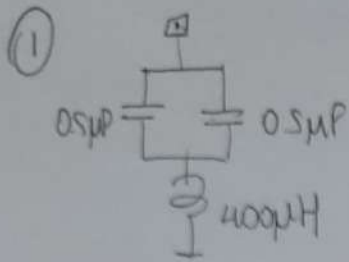
Regras loading:

No circuito de entrada, se amostra Tensão faz $V_o = 0$.

No circuito de entrada, se amostra Corrente faz $I_o = 0$.

No circuito de saída, se compara Tensão faz $I_i = 0$.

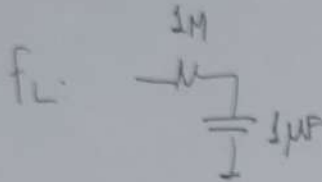
No circuito de saída, se compara Corrente faz $V_i = 0$.



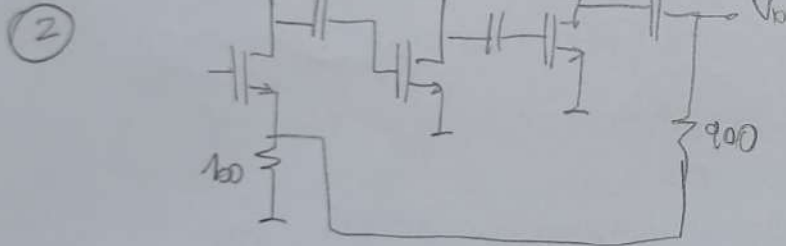
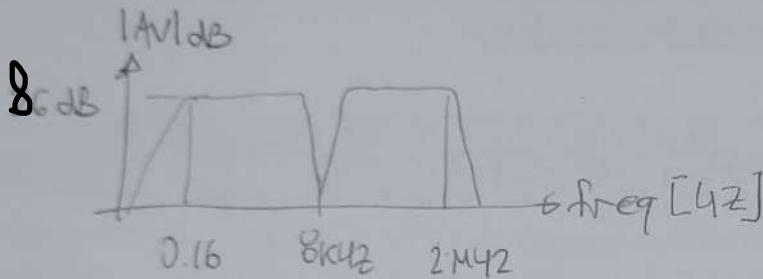
→ LC série em ressonância e um circuito

$$f_r = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} = \frac{1}{2\pi\sqrt{400 \times 10^{-6} \times 0.5 \times 10^{-6}}} \approx 8 \text{ kHz}$$

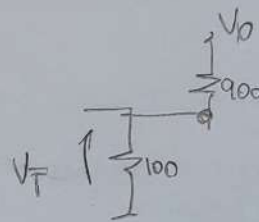
$$A_V = \frac{V_o}{V_i} = \frac{2}{0.1 \text{ m}} = 20 \text{ E3} \quad A_{V \text{ dB}} = 20 \log 20 \times 10^3 = 86 \text{ dB}$$



$$f_L = \frac{1}{2\pi RC} = \frac{1}{2\pi \times 1 \times 10^6 \times 1 \times 10^{-6}} \approx 0.16 \text{ Hz}$$



amostra tensão → input $V_o = 0$
 compara tensão → output $I_i = 0$



$$\beta = \frac{\text{amostra}}{\text{compara}} = \frac{V_F}{V_o}$$

$$V_F = V_o \frac{100}{1000}$$

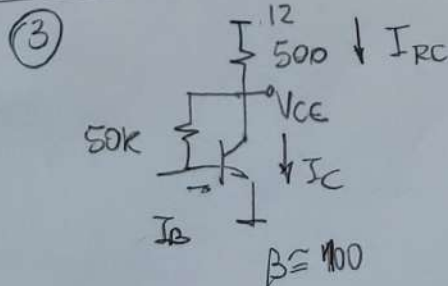
$$\frac{V_F}{V_o} = 0.1$$

$$A_F \approx \frac{1}{\beta} = \frac{10}{1} = 10$$

simulado

$$A_F \approx \frac{22}{2} = 11 \text{ V/V}$$

← muito parecido!



$$I_{RC} \approx I_C = \beta I_B$$

$$I_{RC} = \frac{12 - V_{CE}}{500}$$

$$I_B = \frac{V_{CE} - 0.7}{50000}$$

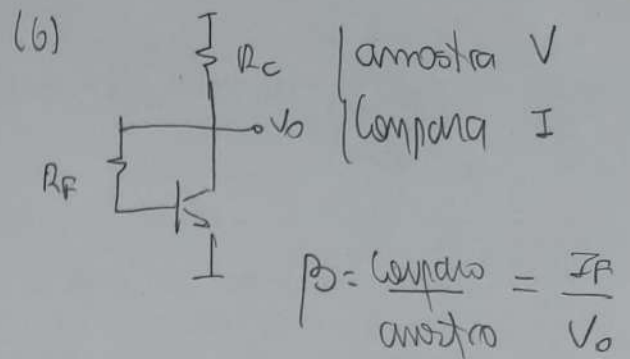
$$\frac{12 - V_{CE}}{500} = \beta \cdot \frac{V_{CE} - 0.7}{50000}$$

$$12 - V_{CE} = \frac{50 \times 2 \times 10^4}{50 \times 10^4} (V_{CE} - 0.7)$$

$$12 - V_{CE} = V_{CE} - 0.7$$

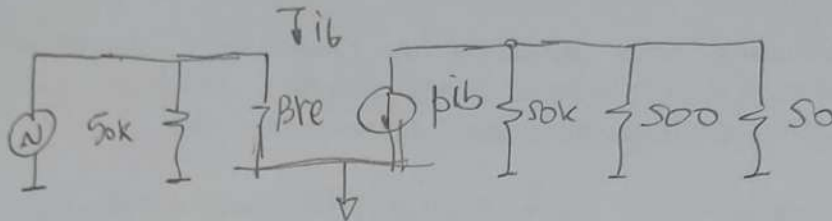
$$2V_{CE} = 12.7 \rightarrow V_{CE} \approx 6.35$$

$$I_c \approx \frac{12 - 6.35}{500} = 11.3 \text{ mA}$$



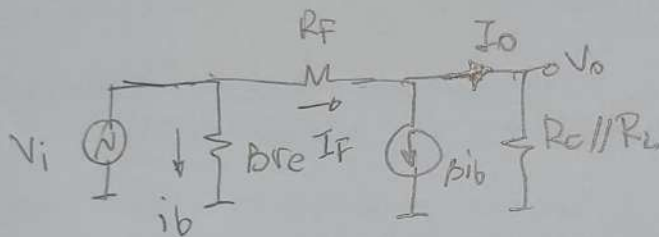
região loading

amostragem V \rightarrow FAZ $V_o = 0$
Compensação I \rightarrow FAZ $V_i = 0$



$$r_e = \frac{26}{11.3} \approx 2.35 \Omega$$

(4)



$$i_b = \frac{V_i}{\beta r_e} \quad I_F = \frac{V_i - V_o}{R_F}$$

$$I_o = I_F - \beta I_B \quad (\text{KCL})$$

$$\frac{V_o}{R_c || R_L} = \frac{V_i - V_o}{R_F} - \beta \frac{V_i}{\beta r_e} \rightarrow \frac{V_o}{R_c || R_L} = V_i \left[\frac{1}{R_F} - \frac{1}{r_e} \right] - \frac{V_o}{R_F}$$

$$V_o \left[\frac{1}{R_c || R_L} + \frac{1}{R_F} \right] = V_i \left[\frac{r_e - R_F}{R_F r_e} \right] \rightarrow V_o \left[\frac{R_F + R_c || R_L}{(R_c || R_L) R_F} \right] = V_i \left[\frac{r_e - R_F}{R_F r_e} \right]$$

$$R_c || R_L = 45.45 = 50 || 500$$

$$R_F = 50k$$

$$r_e = 2.35 \Omega$$

$$\rightarrow A_v = \frac{V_o}{V_i} = \frac{2.3 - 50k}{2.3(50k)} \cdot \frac{(45.45)(50k)}{50k + 45.45}$$

$$A_v \approx -19$$