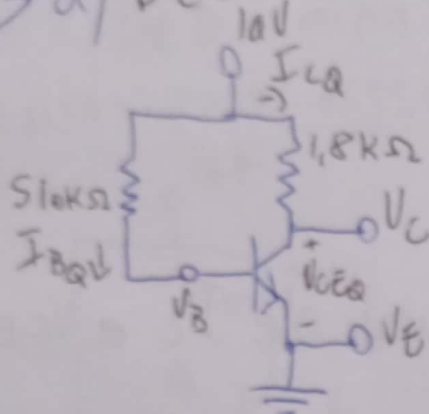


Luís Otávio Lopes Amorim  
SP3034178

(14a) Determine  $I_C$  e  $V_{CE}$



$$\beta = 120$$

$$I_B = \frac{16 - 0.7}{510} = 30 \mu A$$

$$I_C = 120 \cdot 30 \cdot 10^{-6} = 3.6 \text{ mA}$$

$$V_{CE} = 16 - 3.6 \cdot 1.8 = 9.52 \text{ V}$$

b) Repita a a para  $\beta = 180$

$$I_C = 180 \cdot 30 \cdot 10^{-6} = 5.4 \text{ mA}$$

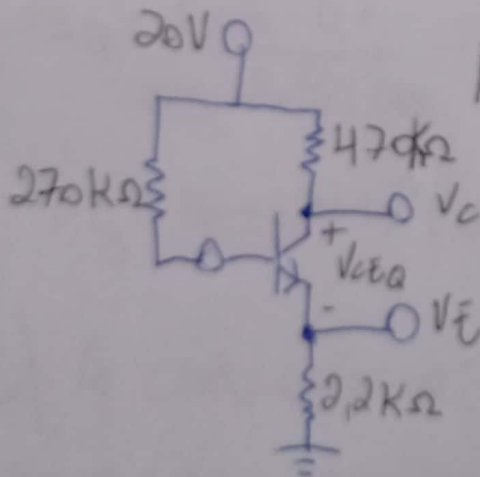
$$V_{CE} = 16 - 5.4 \cdot 1.8 = 6.28 \text{ V}$$

c) Determine a variação percentual de  $I_C$  e  $V_{CE}$

$$\% \Delta I_C = \left| \frac{5.4 - 3.6}{3.6} \right| \cdot 100\% = 50\%$$

$$\% \Delta V_{CE} = \left| \frac{6.28 - 9.52}{9.52} \right| \cdot 100\% = 34.03\%$$

d) Determine  $I_C$  e  $V_{CE}$



$$\beta = 125$$

$$I_B = \frac{20 - 0.7}{270 + 125 \cdot 2.2} = 35.27 \mu A$$

$$I_C = 125 \cdot 35.27 \cdot 10^{-6} = 4.4 \text{ mA}$$

$$V_{CE} = 20 - 4.4 \cdot (470 + 2.2) = 8.23 \text{ V}$$

e) O mesmo para  $\beta = 187,5$

$$I_B = \frac{20 - 0,7}{270 + 188,5 \cdot 2,2} = 28,18 \mu A$$

$$I_C = 187,5 \cdot 28,18 \cdot 10^{-6} = 5,28 \text{ mA}$$

$$V_{CE} = 20 - 5,28 \cdot (470 + 2,2) = 5,88 \text{ V}$$

f) Determine a variação percentual de  $I_C$  e  $V_{CE}$

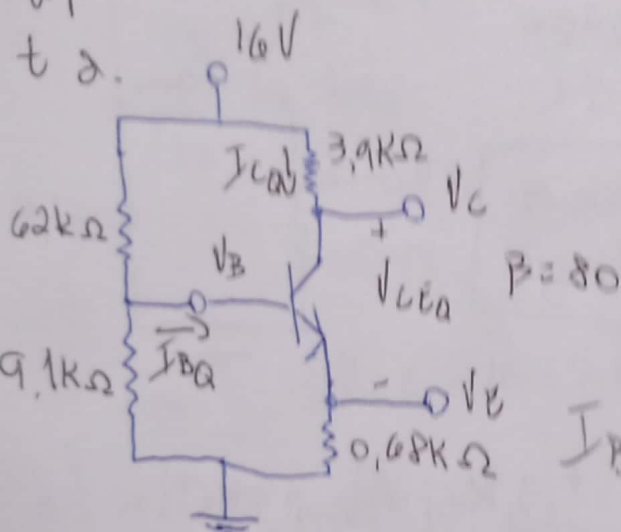
$$\% \Delta I_C = \left| \frac{5,28 - 4,4}{4,4} \right| \cdot 100 = 20\%$$

$$\% \Delta V_{CE} = \left| \frac{5,88 - 8,23}{8,23} \right| \cdot 100 = 28,66\%$$

g) Nas duas vezes  $\beta$  aumentou em 50%. Compare as variações percentuais de  $I_C$  e  $V_{CE}$ .

No circuito com polarização fixa, as variações percentuais de  $I_C$  e  $V_{CE}$  foram maiores. Isso significa que circuitos com polarização no emissor são menos sensíveis à variações de  $\beta$ .

23) a) Determine  $I_{CQ}$ ,  $V_{CEQ}$  e  $I_{BQ}$  utilizando o método aproximado mesmo que a condição não seja satisfeita.



$$V_B = \frac{R_2 V_{CC}}{R_1 + R_2} = \frac{9,1 \cdot 10^3 \cdot 16}{(62 + 9,1) \cdot 10^3} = 2,04 \text{ V}$$

$$V_E = V_B - V_{BE} = 2,04 - 0,7 = 1,34 \text{ V}$$

$$I_E = \frac{V_E}{R_E} = \frac{1,34}{0,68} = 1,97 \text{ mA}$$

$$I_{BQ} = \frac{I_E}{\beta + 1} = 24,32 \text{ } \mu\text{A}$$

$$I_{CQ} + I_{BQ} = I_{EQ} \Rightarrow I_{CQ} = 1,94 \text{ mA}$$

$$V_{CEQ} = V_{CC} - I_C (R_C + R_E) = 16 - 1,94 \cdot 10^{-3} (3,9 + 0,68) \cdot 10^3 = 7,11 \text{ V}$$

$$\boxed{I_{CQ} = 1,94 \text{ mA} \quad I_{BQ} = 24,32 \text{ } \mu\text{A} \quad V_{CEQ} = 7,11 \text{ V}}$$

b) O mesmo usando o método exato

$$R_{Th} = \frac{62 \cdot 10^3 \cdot 9,1 \cdot 10^3}{(62 + 9,1) \cdot 10^3} = 7,93 \text{ k}\Omega \quad E_{Th} = \frac{9,1 \cdot 10^3 \cdot 16}{(62 + 9,1) \cdot 10^3} = 0,05 \text{ V}$$

$$I_{BQ} = \frac{0,05 - 0,7}{7,93 \cdot 10^3 + \frac{1600}{80}} = -21,42 \text{ } \mu\text{A} \quad I_{CQ} = 80 \cdot 21,42 \cdot 10^{-6} = 1,71 \text{ mA}$$

$$V_{CEQ} = 16 - 1,71 \cdot 10^{-3} (0,68 + 3,9) \cdot 10^3 = 8,16 \text{ V}$$

$$\boxed{I_{CQ} = 1,71 \text{ mA} \\ V_{CEQ} = 8,16 \text{ V} \\ I_{BQ} = 21,42 \text{ } \mu\text{A}}$$

c) A condição é suficiente?  
necessária

$80 \cdot 0,68 > 10 \cdot 9,1$  A diferença é de 11,8% em  $I_{CQ}$   
 $54,4 > 91$  e de 41,7% em  $V_{CEQ}$ , logo a condição é necessária.

24) a) Utilizando as curvas características da figura 4.121, determine  $R_C$  e  $R_E$  para o circuito com divisor de tensão cujo ponto Q de  $I_{CQ} = 5\text{mA}$  e  $V_{CEQ} = 8\text{V}$ . Utilize  $V_{CC} = 24\text{V}$  e  $R_C = 3R_E$

$$R_C + R_E = \frac{V_{CC} - V_{CEQ}}{I_{CQ}} = \frac{24 - 8}{5 \cdot 10^{-3}} = 3200$$

$$\begin{cases} R_C + R_E = 3200 \\ R_C = 3R_E \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} 4R_E = 3200 \\ R_E = 800\Omega \\ R_C = 2400\Omega \end{cases}$$

b) Calcule  $V_E$

$$\text{LKT: } -V_{CC} + I_{CQ}R_C + V_{CEQ} + V_E = 0 \Rightarrow V_E = V_{CC} - I_{CQ}R_C - V_{CEQ} = 4$$

$$\boxed{V_E = 4\text{V}}$$

c) Determine  $V_B$

$$V_B = V_E - V_{BE} = 4 - 0.7 = 3.3\text{V}$$

$$\boxed{V_B = 3.3\text{V}}$$

d) Calcule  $R_2$ , se  $R_1 = 24\text{k}\Omega$ , presumindo  $\beta R_E > 10R_2$

$$\frac{R_1 + R_2}{R_2} = \frac{V_{CC}}{V_B} \Rightarrow \frac{24 \cdot 10^3 + 1}{R_2} = \frac{24}{3.3} \Rightarrow 24 \cdot 10^3 = \frac{20.7}{3.3} R_2 \Rightarrow R_2 = 3.82\text{k}\Omega$$

$$\boxed{R_2 = 3.82\text{k}\Omega}$$

e) Calcule  $\beta$  no ponto Q

$$\text{LKT: } -V_{CC} + I_B R_1 + V_B = 0 \Rightarrow I_B = \frac{24 - 3.3}{24} = 862.5\mu\text{A}$$

$$\beta = \frac{I_C}{I_B} = \frac{5 \cdot 10^{-3}}{862.5 \cdot 10^{-6}} = 5.79$$

$$\boxed{\beta = 5.79}$$

f) Verifique a suposição do item d).

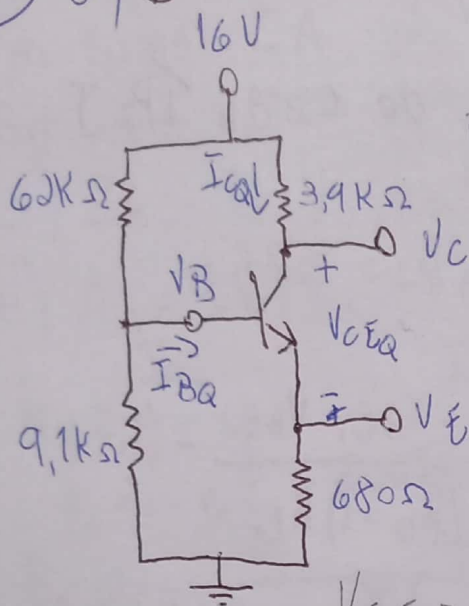
$$5.79 \cdot 800 > 10 \cdot 3820$$

$$4637 > 38200$$

A suposição é falsa!



25) a) Determine  $I_C$  e  $V_{CE}$



$$\beta = 80$$

$$R_{Th} = \frac{62 \cdot 9,1}{62 + 9,1} = 7,9 K\Omega$$

$$E_{Th} = \frac{9,1 \cdot 16}{62 + 9,1} = 2 V$$

$$I_B = \frac{2 - 0,7}{7,9 + 81 \cdot 0,68} = 20,6 \mu A$$

$$I_C = 20,6 \cdot 80 = 1,6 mA$$

$$V_{CE} = 16 - 1,6(3,9 + 0,68) = 8,6 V$$

$$I_C = 1,6 mA$$

$$V_{CE} = 8,6 V$$

b) Altere  $\beta$  para 120 (aumento de 60%) e determine os novos valores de  $I_C$  e  $V_{CE}$

$$I_B = \frac{2 - 0,7}{7,9 + 121 \cdot 0,68} = 14,4 \mu A \quad I_C = 120 \cdot 14,4 \cdot 10^{-6} = 1,7 mA$$

$$V_{CE} = 16 - 1,7(3,9 + 0,68) = 8,2 V$$

$$I_C = 1,7 mA$$

$$V_{CE} = 8,2 V$$

c) Determine o valor da variação percentual de  $I_C$  e  $V_{CE}$ .

$$\% \Delta I_C = \left| \frac{I_{Cb} - I_{Ca}}{I_{Ca}} \right| \cdot 100\% = 6,25\%$$

$$\% \Delta V_{CE} = \left| \frac{V_{CEb} - V_{CEa}}{V_{CEa}} \right| \cdot 100\% = 4,65\%$$

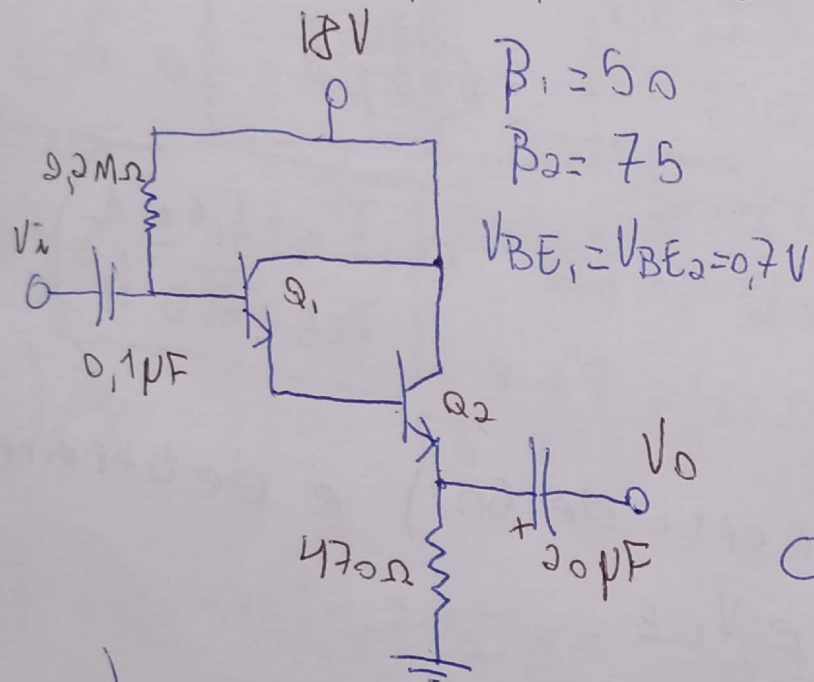
d) Compare com o exercício 14

Das 3 configurações, essa foi a que teve a menor variação, com uma diferença bem grande para as outras.

e) Qual a configuração menos sensível à variação de  $\beta$ ? Divisor de tensão

46) a) Para o amplificador Darlington determine

- a)  $\beta_D$  b)  $I_B$  de cada  $\text{BJT}$  c)  $I_C$  de cada  $\text{BJT}$   
 d)  $V_{C1}$ ,  $V_{C2}$ ,  $V_{E1}$  e  $V_{E2}$



$$\beta_1 = 50$$

$$\beta_2 = 75$$

$$V_{BE1} = V_{BE2} = 0.7V$$

a)  $\beta_D = \beta_1 \beta_2 = 3750$

b)  $I_{B1} = \frac{V_{CC} - V_{BE1} - V_{BE2}}{R_B + (\beta_D + 1)R_E} = 4.2 \mu A$

$$I_{B2} = (\beta_1 + 1) I_{B1} = 214.2 \mu A$$

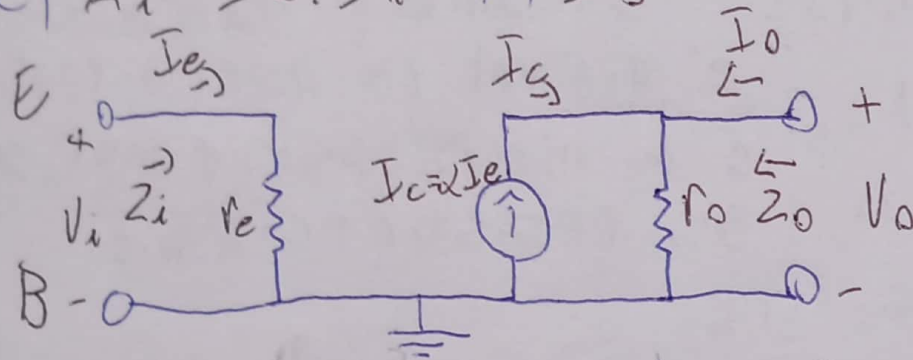
c)  $I_{C2} \approx \beta_D I_{B1} = 15.75 \text{ mA}$   
 $I_{C1} \approx I_{E1} = \beta_1 I_{B1} = 210 \mu A$

d)  $V_{C1} = V_{C2} = V_{CC} = 18V$   
 $V_{E2} = I_{E2} R_E = 15.75 \cdot 0.47 = 7.4V$   
 $V_{E1} = V_{B2} = V_{BE2} + V_{E2} = 8.1V$

7) Para a configuração base comum e aplicado um sinal CA de  $10\text{mV}$ , resultando em  $I_{e0} = 0,5\text{mA}$  se  $\alpha = 0,980$  determine

a)  $Z_i$  b)  $V_o$ , se  $R_L = 1,2\text{k}\Omega$  c)  $A_v = V_o/V_i$  d)  $Z_o$  com  $r_o = \infty\Omega$

e)  $A_i = I_o/I_i$  f)  $I_b$



a)  $Z_i = \frac{10}{0,5} = 20\Omega$  b)  $V_o = R_L I_o = 1,2 (0,98 \cdot 0,5) = 580\text{mV}$

c)  $A_v = \frac{580}{10} = 58$  d)  $Z_o = \infty\Omega$  e)  $A_i = \alpha = 0,98$

f)  $I_c = 0,98 I_e = 0,49\text{mA}$   $I_e = I_c + I_b$   
 $I_b = I_e - I_c = 10\text{NA}$

4) Qual é a reatância de um capacitor de  $10 \mu F$  em  $1 kHz$ ? Em circuitos com resistências de  $k\Omega$ , seria adequado usar um curto-circuito nessa condição? E em  $100 kHz$ ?

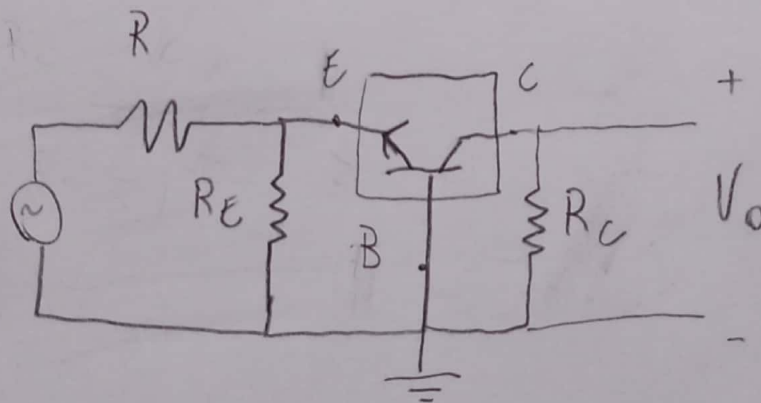
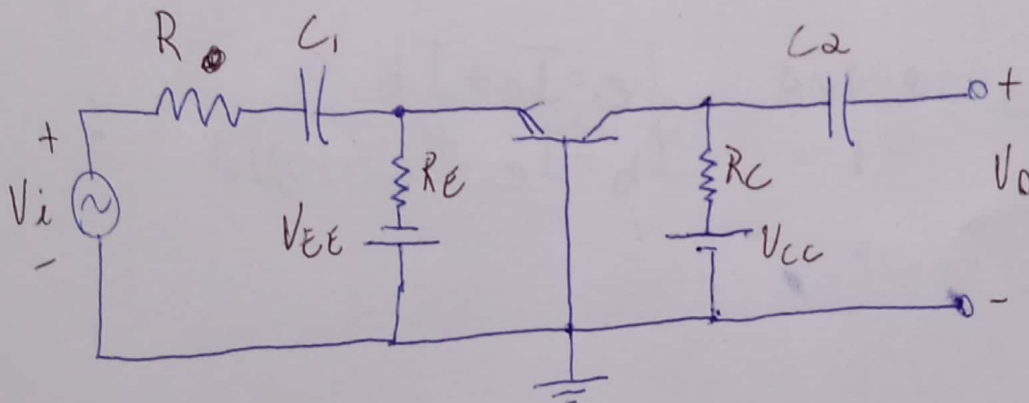
$$X_C = \frac{1}{2\pi \cdot 10^3 \cdot 10 \cdot 10^{-6}} = 15,9 \Omega$$

Em ambos os casos é viável já que a reatância é no mínimo 60x menor que as resistências.

$$X_C = \frac{1}{2\pi \cdot 10^5 \cdot 10 \cdot 10^{-6}} = 0,15 \Omega$$

$$\frac{15,9}{10^3} = 0,0159$$

5) Esboce o modelo equivalente





Ⓐ Utilizando o modelo re emissor comum e  $\beta = 80$ ,  $I_E = 2 \text{ mA}$ ,  $r_o = 40 \text{ k}\Omega$  determine:

a)  $Z_i$     b)  $I_b$     c)  $A_i = I_o/I_i$  se  $R_L = 1,2 \text{ k}\Omega$

d)  $A_v$  se  $R_L = 1,2 \text{ k}\Omega$

$$\text{a) } r_e = \frac{26 \text{ mV}}{2 \text{ mA}} = 13 \Omega \quad Z_i = \beta r_e = 1040 \Omega$$

$$\text{b) } I_b = \frac{I_c}{\beta} = \frac{I_e}{\beta + 1} = \frac{2 \cdot 10^{-3}}{81} = 24,69 \mu\text{A}$$

$$\text{c) } A_i = \frac{I_o}{I_i} = \frac{I_L}{I_b} = \frac{r_o \beta I_b}{r_o + R_L} = \frac{r_o \beta}{r_o + R_L} = \frac{40 \cdot 80}{40 \cdot 10^3 + 1,2 \cdot 10^3} = 77,67$$

$$\text{d) } A_v = \frac{V_o}{V_i} = \frac{-R_L \parallel r_o}{r_e} = \frac{-1,2 \cdot 40 \cdot 10^3}{13} = -89,6$$