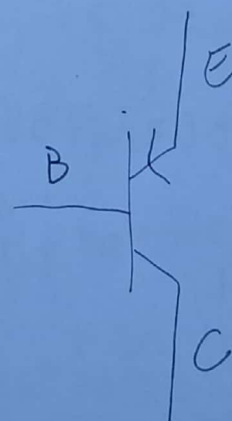
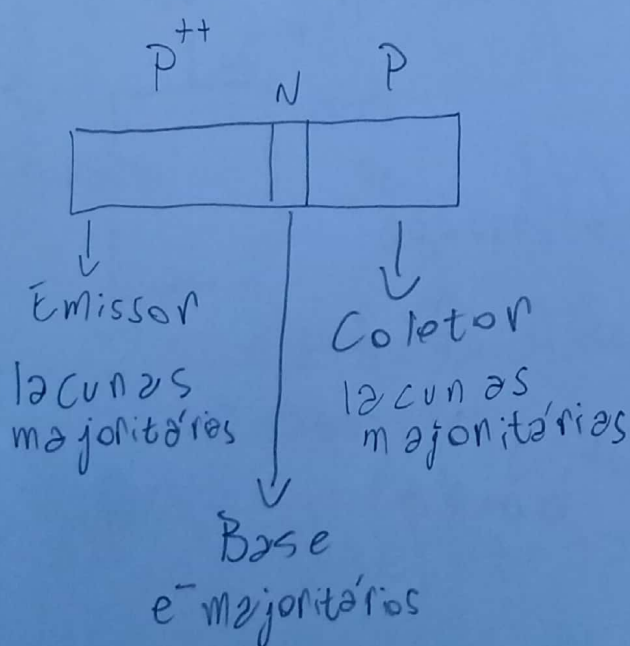
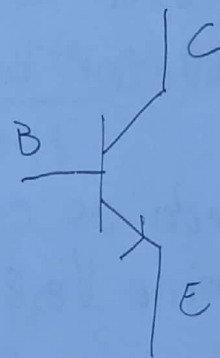
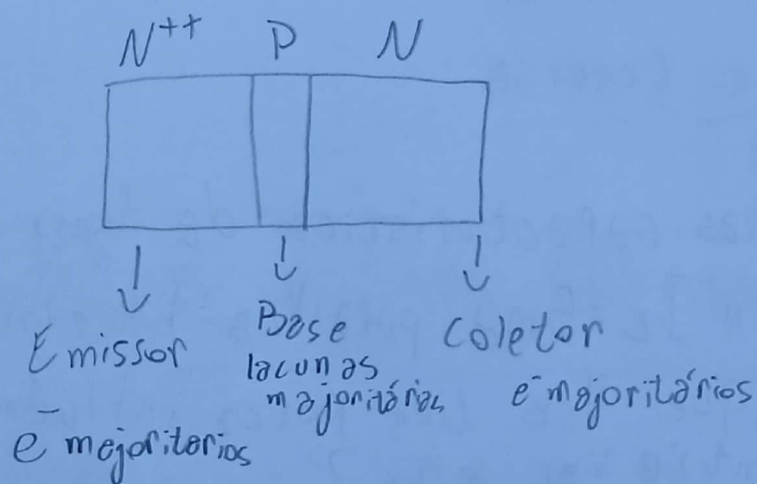


Luís Otávio Lopes Amorim

SP3034178

① Quais as duas denominações dadas ao IBJ? Esboce a estrutura básica de cada um e identifique seus portadores majoritários e minoritários. Desenhe o símbolo gráfico próximo a cada um. alguma informação será alterada se trocarmos o silício por germânio?



Germânio: mudança apenas nos gráficos de entrada e saída.

② Qual é a principal diferença entre um dispositivo unipolar e bipolar?

No unipolar apenas um tipo de portador se desloca, já no bipolar tanto lacunas quanto  $e^-$  se deslocam.

③ Como devem ser polarizadas as duas junções de um transistor para que ele opere adequadamente como amplificador?

Junção emissor base: direta

Junção coletor base: reversa

⑪ Utilizando as curvas características da figura 3.7 determine  $V_{BE}$  em  $I_E = 5\text{mA}$  para  $V_{CB} = 1, 10 \text{ e } 20\text{V}$ .

Podemos presumir que  $V_{CB}$  tem pouca influência sobre a relação entre  $V_{BE}$  e  $I_E$ ?

$$V_{CB} = 1\text{V} \Rightarrow V_{BE} = 0,8\text{V} \quad V_{CB} = 10\text{V} \Rightarrow V_{BE} = 0,78\text{V}$$

$$V_{CB} = 20\text{V} \Rightarrow V_{BE} = 0,75\text{V}$$

$$\Delta V_C = 20 - 1 = 19$$

$$\Delta V_{BE} = 0,8 - 0,75 = 0,05$$

$$\frac{\Delta V_{BE}}{\Delta V_C} = \frac{0,05}{19} = \frac{1}{380} \rightarrow \text{A influência é extremamente baixa!}$$

23) Utilizando as curvas características da figura 3.13 (a), determine  $\beta_{cc}$  para  $I_B = 25 \mu A$  e  $V_{CE} = 10V$ . Calcule, então,  $\alpha_{cc}$  e o valor resultante de  $I_E$  (Utilize o valor de  $I_C$  determinado por  $I_C = \beta_{cc} I_B$ ).

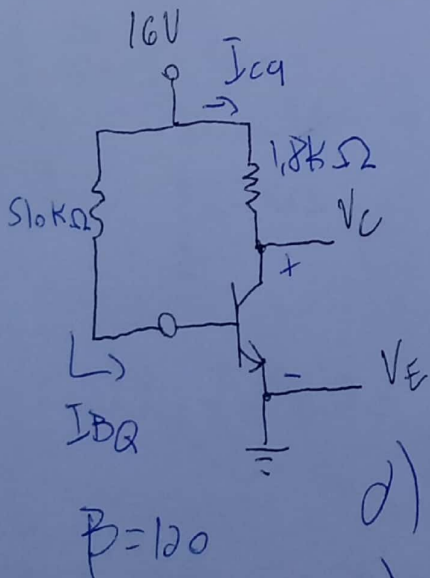
$$I_C = 2,7 mA \quad \beta_{cc} = \frac{I_C}{I_B} = \frac{2,7 \cdot 10^{-3}}{25 \cdot 10^{-6}} = 116$$

$$\alpha_{cc} = \frac{\beta}{\beta + 1} = \frac{116}{117} = 0,991$$

$$I_E = \frac{I_C}{\alpha} = \frac{\beta_{cc} I_B}{\alpha} = \frac{116 \cdot 25 \cdot 10^{-6}}{0,991} = 2,93 mA$$

$$\boxed{\beta_{cc} = 116 \quad \alpha_{cc} = 0,991 \quad I_E = 2,93 mA}$$

1) Determine a)  $I_{BQ}$  b)  $I_{CQ}$  c)  $V_{CEQ}$  d)  $V_C$  e)  $V_B$  f)  $V_E$



$$a) I_{BQ} = \frac{V_{CC} - V_{BE}}{R_B} = \frac{16 - 0,7}{510 \cdot 10^3} = 30 \mu A$$

$$b) I_{CQ} = \beta I_{BQ} = 120 \cdot 30 \cdot 10^{-6} = 3,6 mA$$

$$c) V_{CEQ} = V_{CC} - I_{CQ} R_C = 16 - 3,6 \cdot 10^{-3} \cdot 1,8 \cdot 10^3 = 9,52 V$$

$$d) V_C = V_{CEQ} = 9,52 V$$

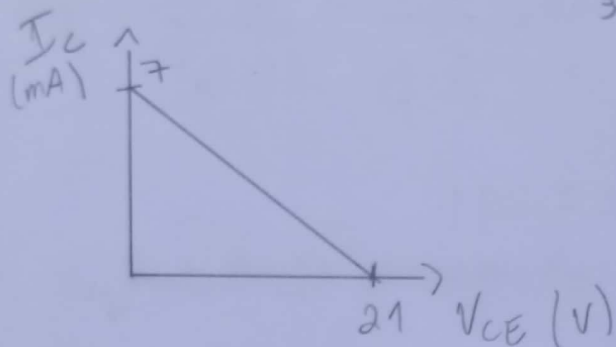
$$e) V_B = 0,7 V$$

$$f) V_E = 0 \text{ (direto no GND)}$$

5) Dadas as curvas do IBJ da figura 4.121:

a) Desenhe a reta de carga sobre as curvas determinada por  $E = 21V$  e  $R_C = 3K\Omega$  para uma configuração com polarização fixa.

$$V_{CE} = 21V \quad R_C = 3K\Omega \quad I_C = \frac{21}{3000} = 7mA$$



b) Escolha um ponto de operação entre o corte e a saturação. Determine  $R_B$  que estabelece esse ponto.

$$I_B = 30\mu A$$

$$R_B = \frac{V_{CC} - V_{BE}}{I_B} = \frac{21 - 0.7}{30 \cdot 10^{-6}} = 676K\Omega$$

c) Quais são os valores resultantes de  $I_C$  e  $V_{CEQ}$ ?

$$V_{CE} \approx 9V \quad I_C \approx 3mA$$

d) Qual é  $\beta$  nesse ponto?

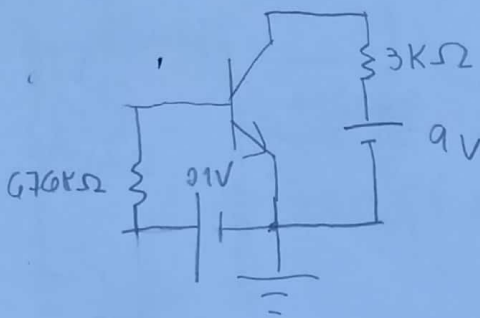
$$\beta = \frac{I_C}{I_B} = \frac{3 \cdot 10^{-3}}{30 \cdot 10^{-6}} = 100$$

e) Qual é o valor de  $\alpha$ ?  $\alpha = \frac{\beta}{\beta + 1} = 0.99$

f) Qual é o valor de  $I_{Csat}$ ?  $I_{Csat} = \frac{V_{CC}}{R_C} = \frac{21}{3000} = 7mA$



g) Esboce a configuração com polarização fixa resultante.



h) Qual a potência dissipada neste ponto?

$$P_D = V_{CE} I_C = 27 \text{ mW} \checkmark$$

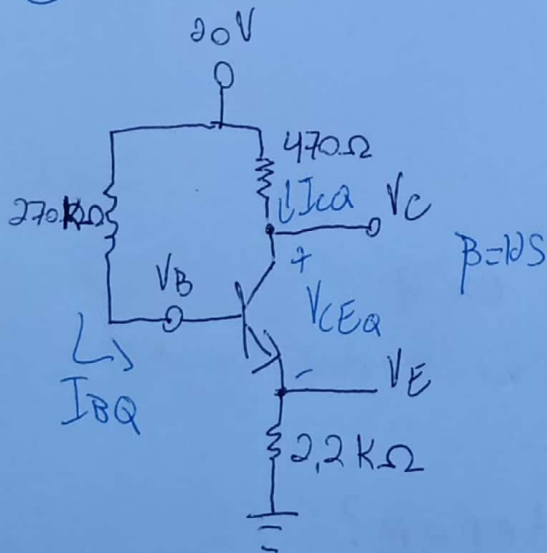
i) Qual a potência dissipada pela fonte  $V_{CC}$ ?

$$P_S = V_{CC} (I_C + I_B) = 21 (3 \cdot 10^{-3} + 30 \cdot 10^{-6}) = 63,63 \text{ mW} \checkmark$$

j) Determine a potência dos elementos resistivos pela diferença dos resultados anteriores.

$$P_R = P_S - P_D = 63,63 - 27 = 36,63 \text{ mW} \checkmark$$

8) Determine



$$a) I_{BQ} = \frac{V_{CC} - V_{BE}}{R_B + (\beta + 1) R_E} = \frac{19,3}{54700} = 35,27 \mu\text{A} \checkmark$$

$$b) I_{CQ} = \beta I_{BQ} = 125 \cdot 35,27 = 4,4 \text{ mA}$$

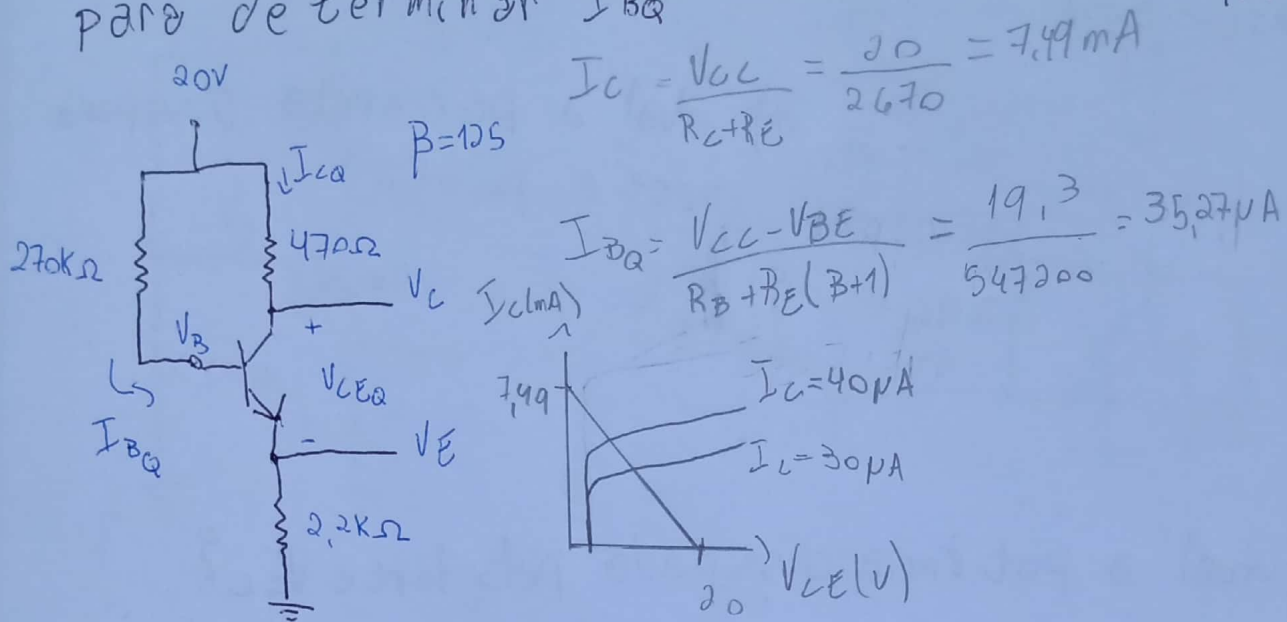
$$c) V_{CEQ} = V_{CC} - I_{CQ} (R_C + R_E) = 20 - 4,4 \cdot 10^{-3} (2670) \\ V_{CEQ} = 8,25 \text{ V} \checkmark$$

$$d) V_C = V_{CC} - I_{CQ} R_C = 20 - 470 \cdot 4,4 \cdot 10^{-3} \\ V_C = 17,93 \text{ V} \checkmark$$

$$e) V_B = V_{CC} - I_B R_B \\ V_B = 20 - 35,27 \cdot 10^{-6} \cdot 270 \cdot 10^3 \\ V_B = 10,47 \text{ V} \checkmark$$

$$f) V_E = I_E R_E = (4,4 \cdot 10^{-3} + 35,27 \cdot 10^{-6}) \cdot 2,2 \cdot 10^3 \\ V_E = 9,75 \text{ V} \checkmark$$

9a) Desenhe a reta de carga usando  $\beta$  do problema 8 para determinar  $I_{BQ}$



b) Calcule o ponto Q e os valores resultantes de  $I_{CQ}$  e  $V_{CEQ}$

$I_{CQ} = 4.6mA$        $V_{CEQ} = 7.5V$

c) Determine  $\beta$  no ponto Q

$$\beta = \frac{I_{CQ}}{I_{BQ}} = \frac{4.6 \cdot 10^{-3}}{35.27 \cdot 10^{-6}} = 130.42$$

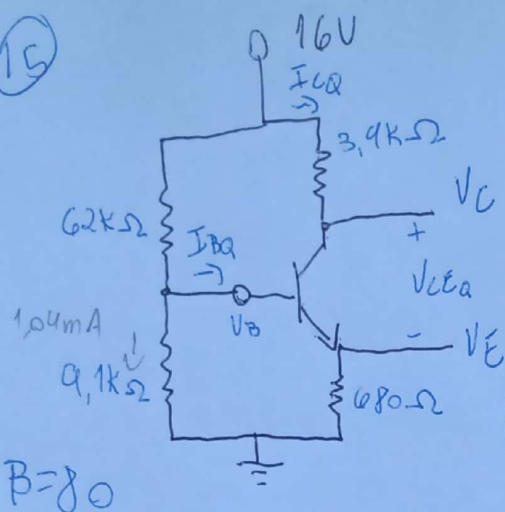
d) Compare  $\beta$  do ex. 8 e do ex. 9.

$$\frac{\beta_9 - \beta_8}{\beta_8} = \frac{5.42 - 120}{120} = 4.52\% \rightarrow \text{diferença muito baixa!}$$

e) Porque os resultados diferem?

Pois a forma como  $I_{CQ}$  é encontrado é diferente.

15



a)  $I_{BQ}$

$$R_{eq} = \frac{62 \cdot 9.1}{62 + 9.1} = 7.93 k\Omega$$

$$E_{eq} = \frac{R_2 V_{CC}}{R_2 + R_1} = \frac{9.1 \cdot 16}{62 + 9.1} = 2.04 V$$

$$I_{BQ} = \frac{E_{eq} - V_{BE}}{R_{eq} + (\beta + 1) R_E} = \frac{2.04 - 0.7}{7.93 + 81 \cdot 0.68} = 21.26 \mu A$$

b)  $I_{CQ} = \beta I_{BQ} = 80 \cdot 21.26 = 1.7 mA$

c)  $V_{CEQ} = V_{CC} - I_{CQ} (R_C + R_E) = 16 - 1.7 \cdot 10^{-3} (4.580) = 8.21 V$

d)  $V_C = V_{CC} - I_{CQ} R_C = 16 - 1.7 \cdot 10^{-3} \cdot 3.9 \cdot 10^3 = 9.37 V$

e)  $V_E = R_E I_C = 1.7 \cdot 0.68 = 1.15 V$

f)  $V_B = V_E + V_{BE} = 1.15 + 0.7 = 1.85 V$

16) a) Repita a 15 usando  $\beta = 140$

$$R_{eq} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} = 7.93 k\Omega \quad E_{eq} = \frac{R_2 V_{CC}}{R_2 + R_1} = 2.04 V$$

$$I_{BQ} = \frac{E_{eq} - V_{BE}}{R_{eq} + (\beta + 1) R_E} = \frac{2.04 - 0.7}{7.93 \cdot 10^3 + 141 \cdot 0.68 \cdot 10^3} = 12.9 \mu A \quad I_{CQ} = \beta I_{BQ} = 1.8 mA$$

$$V_{CEQ} = 16 - 1.8 \cdot 10^{-3} (4.580) = 7.75 V \quad V_C = 16 - 1.8 \cdot 10^{-3} \cdot 3.9 \cdot 10^3 = 8.98 V$$

$$V_E = 0.68 \cdot 10^3 \cdot 1.8 \cdot 10^{-3} = 1.22 V \quad V_B = 1.22 + 0.7 = 1.92 V$$

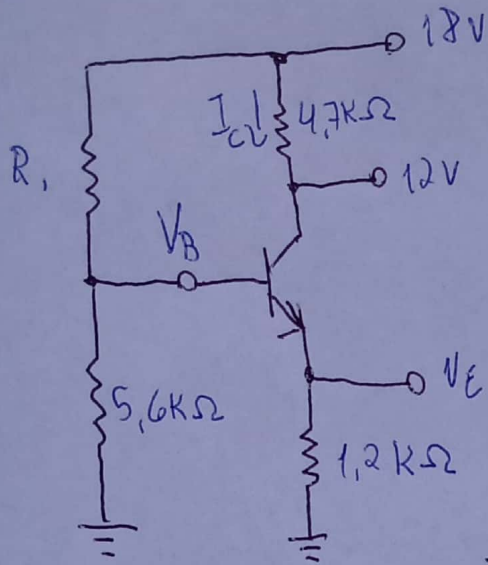
b) Quais os níveis mais afetados? Por quê?

O mais afetado foi  $I_{BQ}$  que caiu quase pela metade. Isso pois como o ganho ( $\beta$ ) aumentou o valor necessário de  $I_{BQ}$  para manter os outros valores pode diminuir, inclusive  $I_{BQ}$  diminui aprox. na mesma proporção que  $\beta$  aumenta

$$\frac{I_{BQ15}}{I_{BQ10}} = 1.64$$

$$\frac{\beta_{16}}{\beta_{15}} = 1.75$$

1a) Determine a corrente de saturação.



$$I_{Csat} = \frac{V_{CC}}{R_C + R_E} = \frac{18V}{5.9k\Omega}$$

$$I_{Csat} = 3.05mA$$