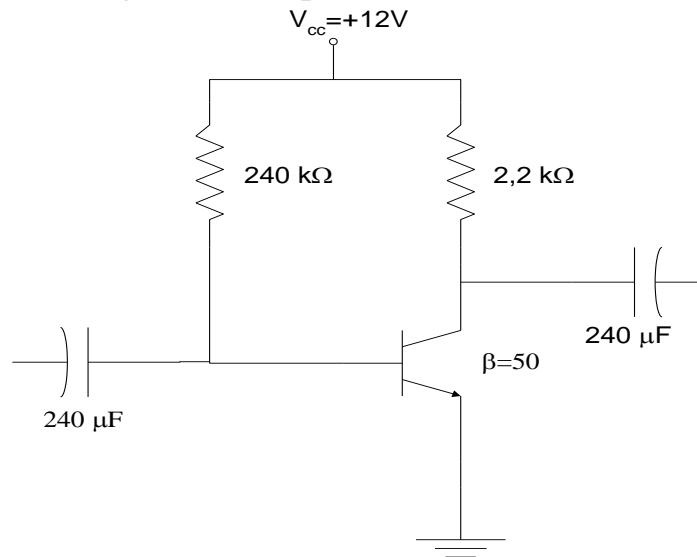


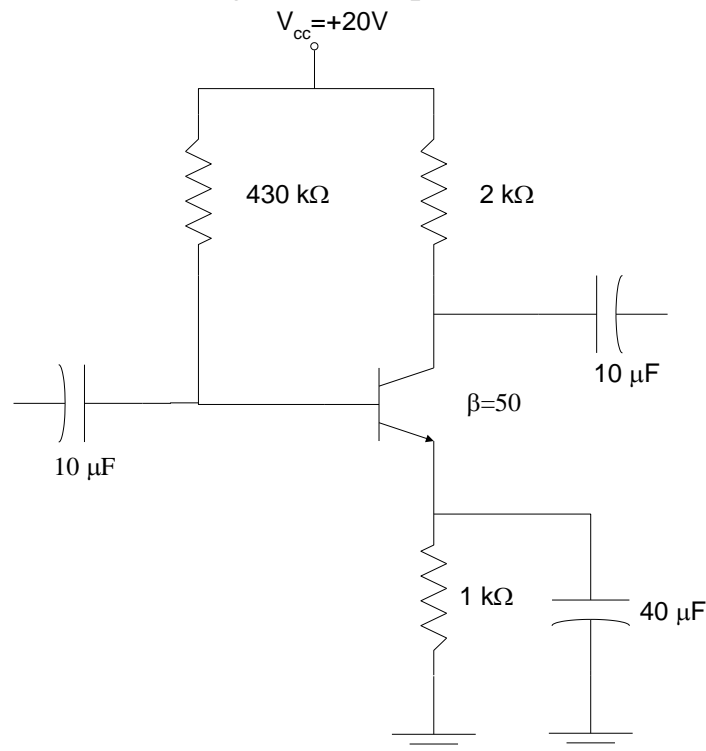
## LISTA DE EXERCÍCIOS TRANSISTORES

- 1) Determine  $I_b$ ,  $I_c$ ,  $V_{ce}$ ,  $V_b$ ,  $V_c$ ,  $V_{bc}$  no circuito abaixo. Considere a queda de tensão entre a base e o emissor de  $0,7V$  (ignorar os capacitores no cálculo):



Re:  $I_b=47,08 \mu A$ ;  $I_c=2,35 \text{ mA}$ ;  $V_{ce}=6,8V$ ;  $V_b=0,7V$ ,  $V_c=6,82V$ ,  $V_{bc}=6,12V$ .

- 2) Para o circuito abaixo, determine  $I_b$ ,  $I_c$ ,  $V_{ce}$ ,  $V_c$ ,  $V_b$ ,  $V_e$ ,  $V_{bc}$ . Considere a queda de tensão entre a base e o emissor de  $0,7V$  (ignorar os capacitores no cálculo).



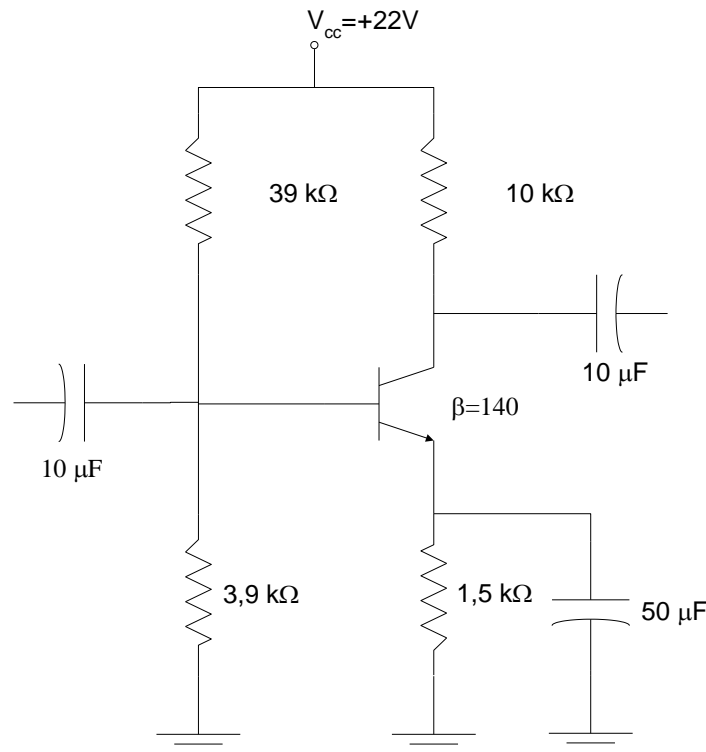
Re: Considerando  $I_e = I_c$ :  $I_b=40,2 \mu A$ ;  $I_c=2,01 \text{ mA}$ ;  $V_e=2,01V$ ;  $V_b=2,71V$ ;  $V_c=20-I_c \cdot R_c=20-2,01 \cdot 2 \cdot 10^{-3}=15,97V$ ;  $V_{ce}=V_c-V_e=15,97-2,01=13,96V$ ;  $V_{bc}=V_b-V_c=2,71-15,97=-13,26V$ .

- 3) Monte uma tabela comparando as tensões e correntes de polarização dos circuitos dos exercícios 1 e 2 para  $\beta=50$  e  $\beta=100$ . Compare as variações em  $I_c$  e  $V_{ce}$  para o mesmo aumento de  $\beta$ .

Re:

	Exercício 1	Exercício 2
$I_c, \beta=50$	2,35 mA	2,01 mA
$V_{ce}, \beta=50$	6,8 V	13,96 V
$I_c, \beta=100$	4,7 mA	4,02 mA
$V_{ce}, \beta=100$	1,16 V	7,98 V

- 4) Determine  $I_c$  e  $V_{ce}$  para o circuito com a configuração abaixo, aplicando o cálculo do circuito equivalente de Thévenin no cálculo da tensão e corrente na base (ignorar os capacitores no cálculo).



Re: Pelo divisor de tensão:  $V_b=2V$ ;  $I_e=(V_b- V_e)/R_e=(2-0,7)/1,5 \cdot 10^3=0,87mA$ ; considerando  $I_e= I_c=0,87 mA$ ;  $V_{ce}= V_c-V_e=13,3-1,3=12 V$ .

- 5) Calcule  $I_c$  e  $V_{ce}$  para o circuito do exercício anterior calculando a tensão da base pelo divisor de tensão e considerando  $V_{ce}=V_{cc} - I_c \cdot (R_c + R_e)$ . Compare os resultados com o exercício anterior.

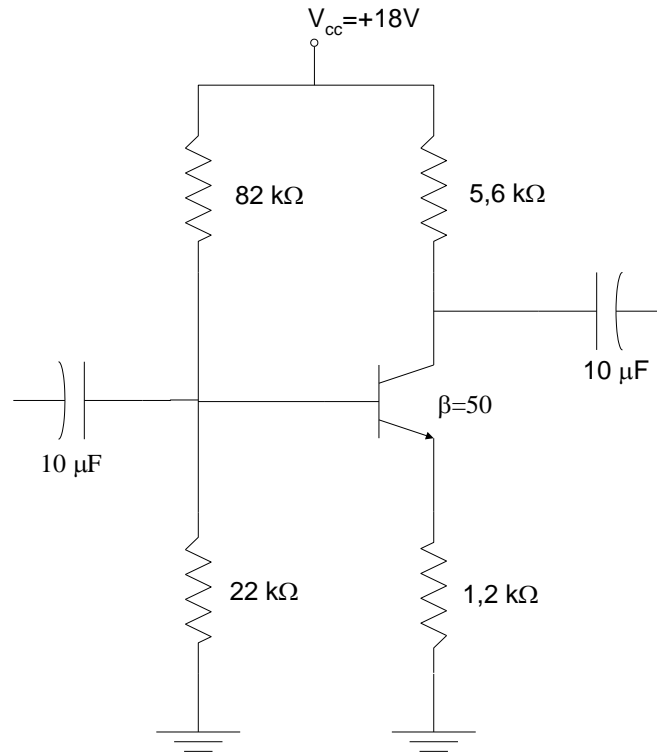
Re:  $I_c=I_e=0,87 mA$ ;  $V_{ce}= 12 V$ .

- 6) Repita o cálculo do exercício 4 com  $\beta$  reduzido para 70 e compare os resultados.  
Re:  $V_b=2V$ ;  $I_e= I_c=0,87 mA$ ;  $V_{ce}= V_c-V_e=12V$ .

7) Determine os valores de  $I_c$  e  $V_{ce}$  no circuito abaixo utilizando como cálculos para a tensão da base:

- o equivalente de Thévenin;
- o divisor de tensão, considerando  $V_{ce} = V_{cc} - I_c \cdot (R_c + R_e)$ .

Compare os dois resultados obtidos (ignorar os capacitores no cálculo).

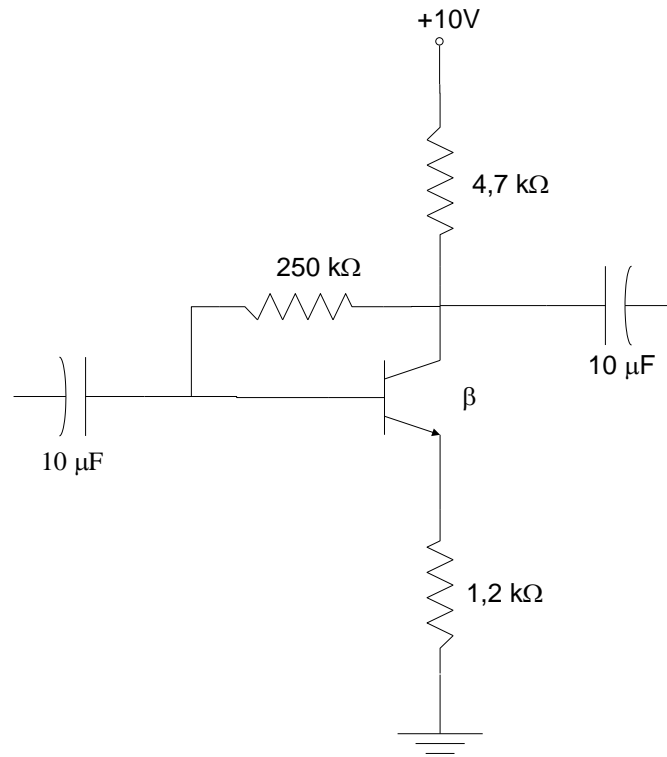


Re:

- Thévenin:  $V_b = 3,81V$ ;  $R_{th} = (82 \cdot 10^3 // 22 \cdot 10^3) = 82 \cdot 10^3 \cdot 22 \cdot 10^3 / (82 \cdot 10^3 + 22 \cdot 10^3) = 17,35k\Omega$   
 pelo ramo entre a base e emissor:  $V_b = V_{be} + I_b \cdot R_{th} + I_e \cdot R_e = V_{be} + I_b \cdot R_{th} + I_b \cdot \beta \cdot R_e$ ;  $I_b = (V_b - V_{be}) / (R_{th} + \beta \cdot R_e) = (3,81 - 0,7) / (17,35 \cdot 10^3 + 50 \cdot 1,2 \cdot 10^3) = 40,08 \mu A$ ;  $I_e = I_c = I_b \cdot \beta = 40,08 \cdot 10^{-6} \cdot 50 = 2mA$ ;  $V_c = 18 - I_c \cdot R_c = 18 - 2 \cdot 10^{-3} \cdot 5,6 \cdot 10^3 = 6,77V$ .

- Divisor de tensão:  $V_b = 3,81V$ ;  $V_e = V_b - V_{be} = 3,81 - 0,7 = 3,11V$ ;  $I_e = I_c = V_e / R_e = 3,11 / 1,2 \cdot 10^3 = 2,59mA$ ;  $V_c = 18 - I_c \cdot R_c = 18 - 2,59 \cdot 10^{-3} \cdot 5,6 \cdot 10^3 = 3,49V$ ;  $V_{ce} = V_c - V_e = 3,49 - 3,11 = 0,38V$ .

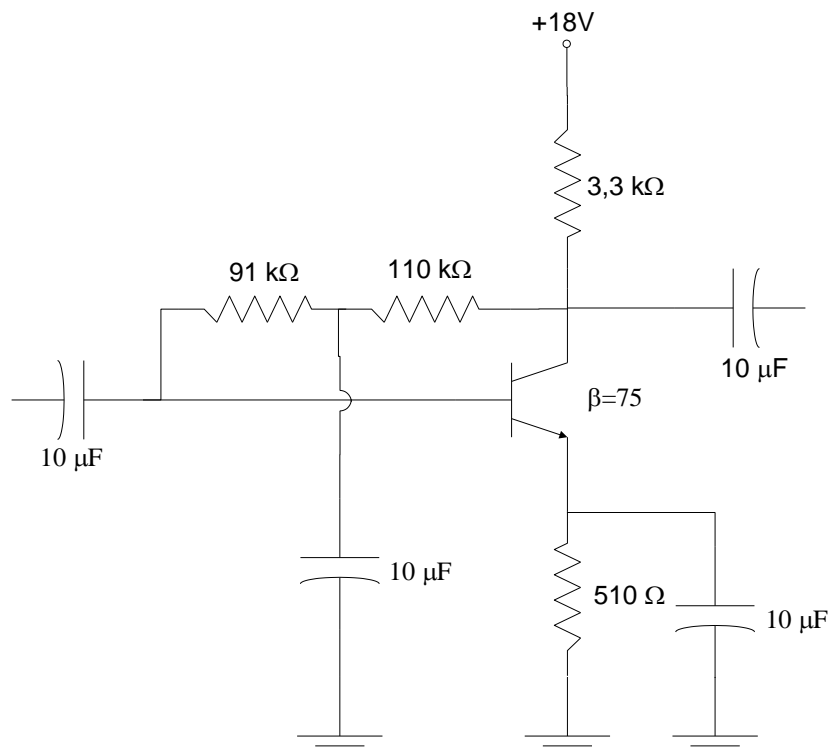
8) Determine  $I_c$  e  $V_{ce}$  para  $\beta$  igual à 90 e 135 no circuito da figura abaixo e considerando a queda de tensão entre a base e o emissor de 0,7V (ignorar os capacitores no cálculo).



Re:

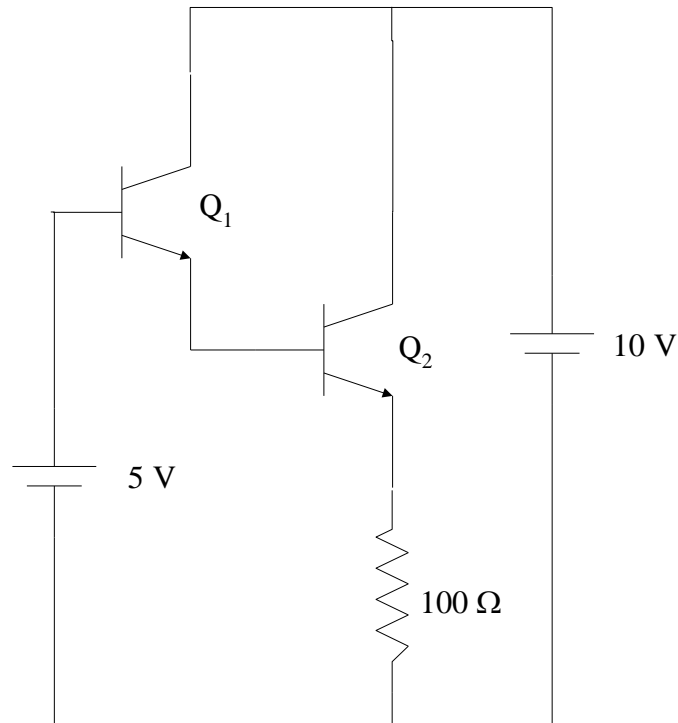
- para  $\beta=90$ :  $I_c=1,07 \text{ mA}$ ,  $V_{ce}=3,69 \text{ V}$ .
- para  $\beta=135$ :  $I_c=1,2 \text{ mA}$ ,  $V_{ce}=2,92 \text{ V}$ .

9) Determine  $I_c$  e  $I_b$  para o circuito abaixo (queda de tensão entre a base e o emissor igual a  $0,7 \text{ V}$ , ignorar os capacitores no cálculo).



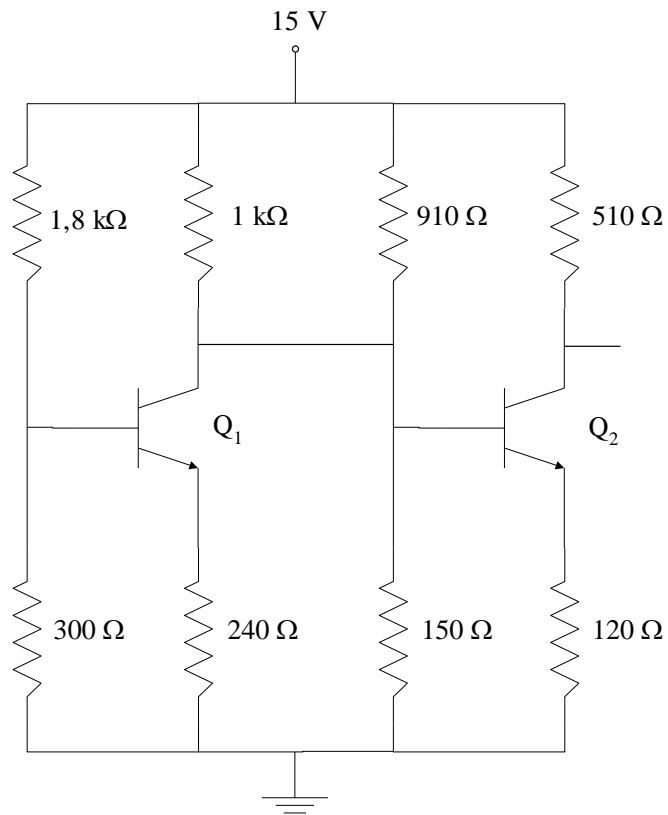
Re:  $I_b=35,5 \mu\text{A}$ ;  $I_c=2,66\text{mA}$ .

- 10) Determine a corrente no coletor do transistor  $Q_1$  no circuito abaixo, considerando a queda de tensão entre a base e o emissor dos dois transistores ( $Q_1$  e  $Q_2$ ) igual à  $0,7\text{V}$ , a corrente do coletor igual à corrente do emissor de cada um dos transistores e o ganho no transistor 2 igual à 100.



Re:  $V_{b1}=5\text{V}$ ;  $V_{e1}=V_{b2}=V_{b1}-V_{be}=5-0,7=4,3\text{V}$ ;  $V_{e2}=V_{b2}-V_{be}=4,3-0,7=3,6\text{V}$ ;  
 $I_{c2}=I_{e2}=V_{e2}/R_{e2}=3,6/100=26\text{mA}$ ;  $I_{c1}=I_{e1}=I_{b2}=I_{c2}/\beta=26 \cdot 10^{-3}/100=0,26\text{mA}$ .

- 11) Qual a tensão nos coletores dos transistores  $Q_2$  e  $Q_1$  do circuito abaixo, considerando os dois transistores iguais e com uma queda de tensão entre a base e o emissor de  $0,7\text{V}$ ?



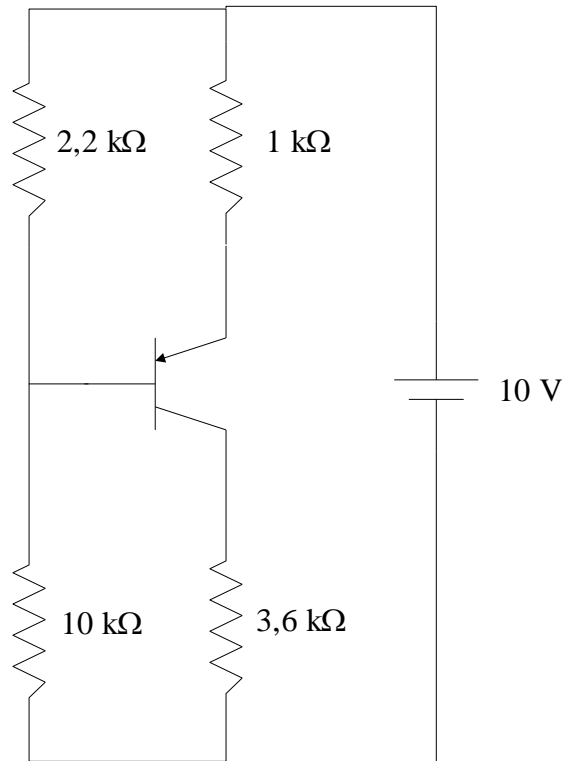
$$R_e: V_{b1} = 15 \cdot 300 / (1,8 \cdot 10^3 + 300) = 2,14V; V_{e1} = V_{b1} - V_{be} = 2,14 - 0,7 = 1,44V;$$

$$I_{e1} = I_{c1} = V_{e1} / R_{e1} = 1,44 / 240 = 6,01mA; V_{c1} = 15 - I_{c1} \cdot R_{c1} = 15 - 6,01 \cdot 10^{-3} \cdot 1 \cdot 10^3 = 9V;$$

$$V_{b2} = 15 \cdot 150 / (910 + 150) = 2,12V; V_{e2} = V_{b2} - V_{be} = 2,12 - 0,7 = 1,42V;$$

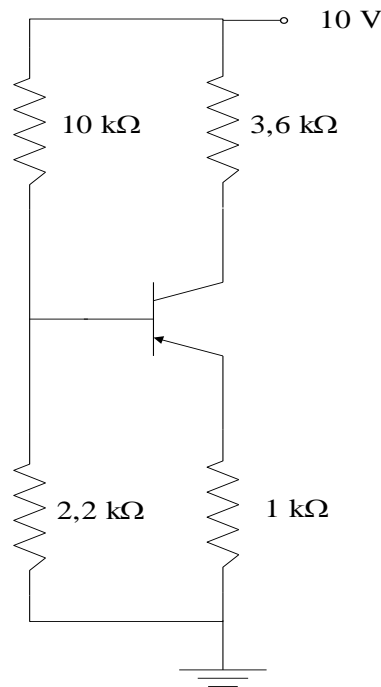
$$I_{e2} = I_{c2} = V_{e2} / R_{e2} = 1,42 / 120 = 11,86mA; V_{c2} = 15 - I_{c2} \cdot R_{c2} = 15 - 11,86 \cdot 10^{-3} \cdot 510 = 8,95V.$$

- 12) Qual a diferença de potencial entre o terminal coletor e o emissor do transistor no circuito abaixo? Considere a queda de tensão entre o emissor e a base do transistor PNP igual à 0,7V.



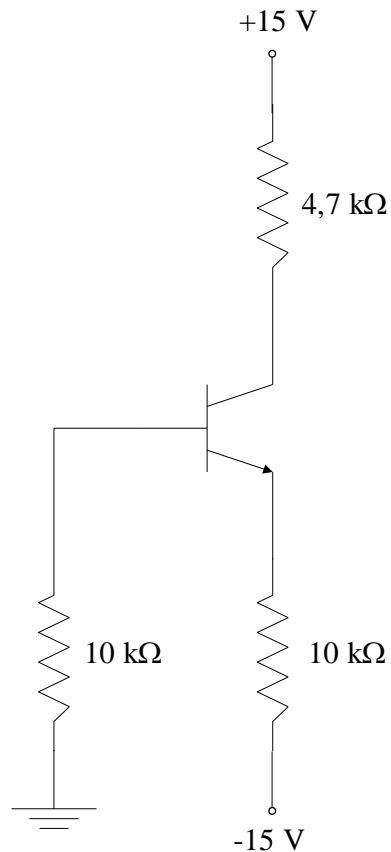
Re:  $V_b = 10 \cdot 10 \cdot 10^3 / (2,2 \cdot 10^3 + 10 \cdot 10^3) = 8,2V$ ;  $V_e = V_b + V_{eb} = 8,2 + 0,7 = 8,9V$ ;  $I_e = (10 - V_e) / R_e = (10 - 8,9) / 1 \cdot 10^3 = 1,1mA$ ;  $V_c = I_c \cdot R_c = I_e \cdot R_c = 1,1 \cdot 10^{-3} \cdot 3,6 \cdot 10^3 = 3,96V$ ;  $V_{ce} = V_c - V_e = 3,96 - 8,9 = -4,94V$ .

13) Qual a tensão no coletor e no emissor do circuito abaixo?  $V_{EB} = 0,7V$ .



Re:  $V_b = 10 \cdot 2,2 \cdot 10^3 / (2,2 \cdot 10^3 + 10 \cdot 10^3) = 1,8V$ ; como  $V_b > V_e$ , o transistor está com o diodo base emissor polarizado reversamente:  $I_c = I_e = 0$ . Então  $V_c = 10V$  e  $V_e = 0V$ ,  $V_{ce} = 10V$ .

- 14) Qual a corrente e a tensão no coletor do circuito abaixo? Considerando  $\beta=120$ ,  $V_{be}=0,7$  e uma tolerância no valor dos resistores igual à 5%, qual o valor máximo e mínimo da corrente no coletor?



Re:

- Pela malha entre a base e emissor:  $15 = I_b \cdot R_b + V_{be} + I_e \cdot R_e = I_b \cdot 10 \cdot 10^3 + 0,7 + I_b \cdot \beta \cdot 10 \cdot 10^3$ ;  $I_b = (15 - 0,7) / (10 \cdot 10^3 + 120 \cdot 10 \cdot 10^3) = 11,81 \mu\text{A}$ ;  $I_c = I_b \cdot \beta = 11,81 \cdot 10^{-6} \cdot 120 = 1,42 \text{mA}$ ;  $V_c = 15 - I_c \cdot R_c = 15 - 1,42 \cdot 10^{-3} \cdot 4,7 \cdot 10^3 = 8,33 \text{V}$ ;
- Tolerância de -5% nos resistores (maior valor da corrente no coletor):  $15 = I_b \cdot R_b + V_{be} + I_e \cdot R_e = I_b \cdot 9,5 \cdot 10^3 + 0,7 + I_b \cdot \beta \cdot 9,5 \cdot 10^3$ ;  $I_b = (15 - 0,7) / (9,5 \cdot 10^3 + 120 \cdot 9,5 \cdot 10^3) = 12,44 \mu\text{A}$ ;  $I_c = I_b \cdot \beta = 12,44 \cdot 10^{-6} \cdot 120 = 1,49 \text{mA}$ ;  $V_c = 15 - I_c \cdot R_c = 15 - 1,49 \cdot 10^{-3} \cdot 4,465 \cdot 10^3 = 8,33 \text{V}$ ;
- Tolerância de +5% nos resistores:  $15 = I_b \cdot R_b + V_{be} + I_e \cdot R_e = I_b \cdot 10,5 \cdot 10^3 + 0,7 + I_b \cdot \beta \cdot 10,5 \cdot 10^3$ ;  $I_b = (15 - 0,7) / (10,5 \cdot 10^3 + 120 \cdot 10,5 \cdot 10^3) = 11,26 \mu\text{A}$ ;  $I_c = I_b \cdot \beta = 11,26 \cdot 10^{-6} \cdot 120 = 1,35 \text{mA}$ ;  $V_c = 15 - I_c \cdot R_c = 15 - 1,35 \cdot 10^{-3} \cdot 4,935 \cdot 10^3 = 7,65 \text{V}$ ;