

1 Considere o circuito da figura 1. Use o modelo "fonte + resistência" para os díodos, com  $V_D = 0.7\text{ V}$  e  $R_D = 100\ \Omega$ .

1.1 Desenhe o circuito equivalente para corrente contínua e calcule as correntes nos díodos, sabendo que  $R_1 = 15\text{ k}\Omega$  e  $R_2 = 5\text{ k}\Omega$ .

1.2 Nas condições da alínea anterior, calcule a tensão  $V_o$ .

1.3 Desenhe o circuito equivalente para corrente alternada e calcule as correntes nos díodos.

1.4 Entre que valores varia a tensão  $v_o$ ?

2 Considere o circuito da figura 2. O transistor apresenta um  $\beta = 150$ .

2.1 Calcule as correntes de base, colectores e emissor do transistor.

2.2 Calcule o valor da tensão contínua entre o colectores e o emissor do transistor.

2.3 Desenhe o circuito equivalente para corrente alternada, substituindo o transistor pelo seu modelo em T.

2.4 Calcule os parâmetros de corrente alternada do modelo do transistor.

2.5 Calcule as impedâncias de entrada e de saída do circuito.

2.6 Calcule o valor de  $v_o$ , sabendo que  $v_i = 30\text{ mV}$ .

2.7 Calcule a potência dissipada pelo transistor nas condições das alíneas 2.1 e 2.2. Se a resistência térmica entre a junção e o ambiente for de  $50^\circ\text{C/W}$ , qual será o aumento de temperatura da sua junção?

3 Considere o circuito da figura 3, em que o  $\beta$  do transistor é igual a 200.

3.1 Calcule as tensões em B e C e as correntes de base e de colectores quando  $V_A = 15\text{ V}$ .

3.2 Nas condições da alínea 3.1, em que região de operação se encontra o transistor?

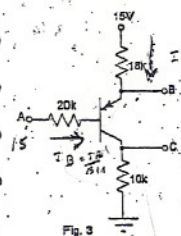
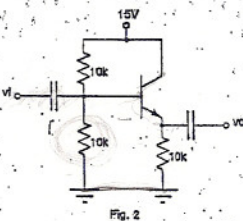
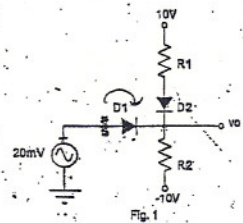
3.3 Calcule as tensões em B e C e as correntes de base e de colectores quando  $V_A = 0\text{ V}$ .

3.4 Nas condições da alínea 3.3, em que região de operação se encontra o transistor?

4 Considere um transistor de potência a funcionar com  $V_{CE} = 5\text{ V}$  e  $I_C = 4\text{ A}$ .

4.1 Supondo que a resistência térmica entre a junção e o ambiente é de  $4^\circ\text{C/W}$ , e que a temperatura ambiente é de  $25^\circ\text{C}$ , qual será a temperatura a que se encontra a junção?

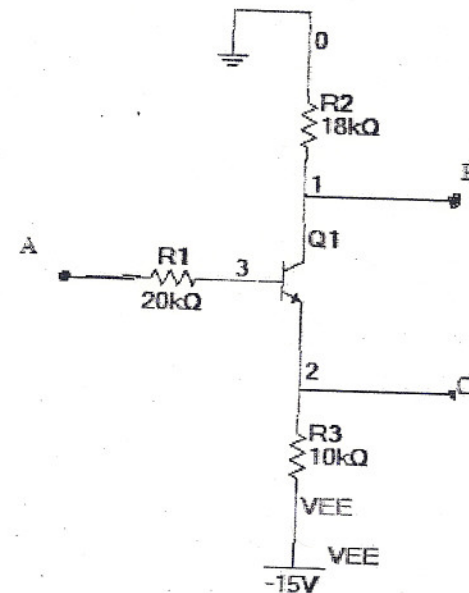
4.2 Supondo que a temperatura máxima que a junção pode atingir é de  $125^\circ\text{C}$ , qual é a corrente máxima de colectores, considerando que  $V_{CE}$  e a temperatura ambiente não variam.



2. Considere o circuito da fig. ao lado com  $\beta = 250$ .

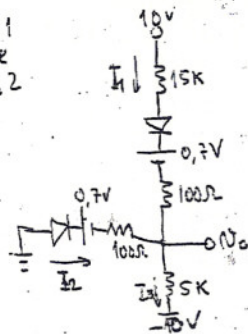
2.1. Calcule as tensões B e C e as correntes de base e de colectores quando  $V_A = -15\text{ V}$ . Em que região de operação se encontra o transistor?

2.2. Calcule as tensões B e C e as correntes de base e de colectores quando  $V_A = 0\text{ V}$ . Em que região de operação se encontra o transistor?



1ª chamada

1.1  
e  
1.2



$$I_1 + I_2 = I_3$$

$$\frac{10 - V_0 - 0,7}{15K + 100}$$

$$+ \frac{0 - V_0 - 0,7}{100} =$$

$$\frac{V_0 - (-10)}{5K}$$

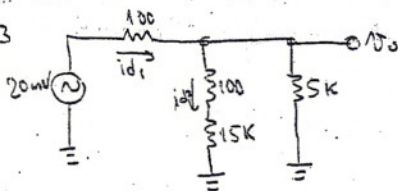
$$V_0 = -0,817V$$

$$I_1 = 0,67mA$$

$$I_2 = 1,17mA$$

$$I_3 = 1,83mA$$

1.3



$$(15K + 100) || 5K = 3756,22$$

$$V_0 = 20m \frac{3756,22}{3756,22 + 100}$$

$$V_0 = 19,48mV$$

$$i_{D1} = \frac{20m - V_0}{100} = 52\mu A$$

$$i_{D2} = \frac{V_0}{15K + 100} = 1,29mA$$

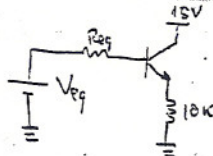
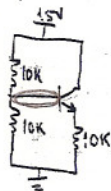
1.4

$V_0$  varia entre

$$< -0,817 - 19,48m = -0,8365V$$

$$-0,817 + 19,48m = -0,7975V$$

2.1



$$V_{eq} = 15 \frac{10k}{10k+10k} = 7,5V$$

$$R_{eq} = 10k \parallel 10k = 5k\Omega$$

malha base-emissor:  $\begin{cases} 7,5 - 5kI_b - 0,7 - 10kI_e = 0 \\ I_e = (\beta+1)I_b \end{cases}$

$$I_b = 4,49\mu A$$

$$I_c = \beta I_b = 0,673mA$$

$$I_e = (\beta+1)I_b = 0,678mA$$

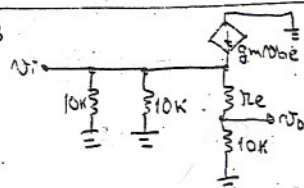
2.2

$$2.2 \quad V_c = 15V$$

$$V_e = 10kI_e = 6,78V$$

$$V_{ce} = 15 - 6,78 = 8,22V$$

2.3



$$2.4 \quad r_e = \frac{25mV}{I_e} = 36,83\Omega$$

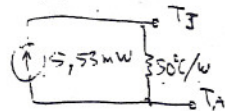
$$g_m = \frac{I_c}{25mV} = 26,8mA/V$$

$$2.5 \quad R_i = 10k \parallel 10k \parallel (\beta+1)(r_e + 10k) = 4983,6\Omega$$

$$R_o = 10k \parallel r_e + \left( \frac{10k \parallel 10k}{\beta+1} \right) = 69,5\Omega$$

$$2.6 \quad v_o = v_i \frac{10k}{r_e + 10k} = 29,83mV$$

$$2.7 \quad P_D = V_{ce}I_c = 8,22 \times 0,673m = 5,53mW$$



$$T_j = T_A + 50 \times 5,53m = T_A + 0,2765^\circ C$$

$$3.1 \quad V_A = 15V$$

3.2 função base-emissor inversamente polarizada  $\rightarrow$  corte

3.3 supõe zona activa

$$3.4 \text{ Malha emissor-base: } \begin{cases} 15 - 18kI_e - 0,7 - 20kI_b = 0 \\ I_e = (\beta+1)I_b \end{cases}$$

$$I_b = 3,93\mu A$$

$$I_c = \beta I_b = 0,786mA$$

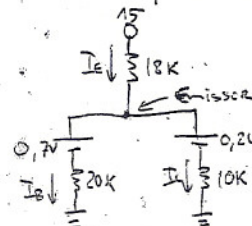
$$I_e = 0,79mA$$

$$V_c = 10kI_c = 7,86V$$

$$V_e = 15 - 18kI_e = 0,779V$$

$V_e$  não pode ser inferior a  $V_c$  (ver figura)  
Logo o transistor está à saturação

Circuito equivalente na saturação:



$$I_e = I_b + I_c$$

$$\frac{15 - V_e}{18k} = \frac{V_e - 0,7}{20k} + \frac{V_e - 0,2}{10k}$$

$$V_e = 4,32V$$

$$V_c = V_e - 0,2 = 4,12V$$

$$I_c = 0,41mA$$

$$I_e = 0,59mA$$

$$I_b = 0,18mA$$



2.1  $\rightarrow \beta = 250, V_A = -75V \rightarrow$  não há corrente  
 $I_B = 0A, I_C = 0A, V_B = 0V, V_E = -75V$

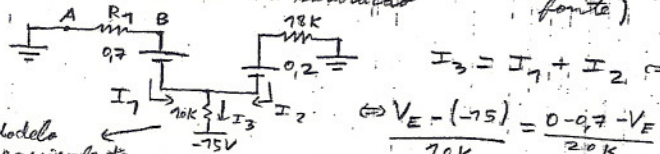
2.2  $\rightarrow V_A = 0V$   
 $\Rightarrow 0 - 20K \cdot I_B - 0,7 + 70K \cdot I_E - (-75) = 0$

$I_E = (\beta + 1) \cdot I_B$  e substitui-se.

$I_B = (1 - \alpha) \cdot I_E$  e substitui-se.

$I_B = 5,665 \mu A, I_C = 177 \mu A, I_E = 7,72 \mu A$

$V_B = 0 - 78K \cdot I_C = -20,04V \rightarrow$  impossível (maior que a fonte)  
 então está na saturação

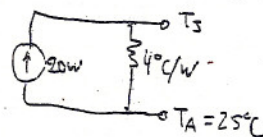


$I_3 = I_1 + I_2$

Modelo equivalente saturação

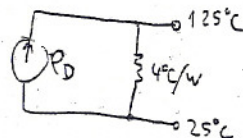
$\Rightarrow V_E - (-75) = 0 - 0,7 - V_E + \frac{70K}{20K} + 0 - 0,2 - V_E$   
 $\frac{70K}{78K} \Rightarrow \dots$

4.1  $P_D = 5 \times 4 = 20W$



$T_J = T_A + 20 \times 4 = 105^\circ C$

4.2



$P_D = \frac{125 - 25}{4} = 25W$

$P_D = V_{CE} I_C \Rightarrow I_C = 5A$