



Universidade Eduardo Mondlane

Faculdade de Ciências

Departamento de Física

Teste 2 - E. Analógica | Data: 31/05/2017 | Hora: 10:00 – 12:00 hrs.

Responda atentamente as perguntas que lhe são colocadas e mostre todos os passos necessários.

1. Explique em que difere um transistor bipolar de junção (TBJ) de um transistor de efeito de campo (FET). [3.5 Valores]
2. Explique como é que surge o canal num NMOS de tipo enriquecimento. [3.5 Valores]
3. Explique o que entende por corrente de engate num SCR. [3.0 Valores]
4. Determine o ganho de tensão do amplificador da fig.1 considerando que $V_T = 26\text{mV}$. [6.0 Valores]
5. Determine as magnitudes dos resistores do circuito da fig.2 considerando que $V_p = -3\text{V}$, $I_{DSS} = 9\text{mA}$, $V_G = 5\text{V}$, $I_D = 4\text{mA}$ e $V_D = 11\text{V}$. [4.0 Valores]

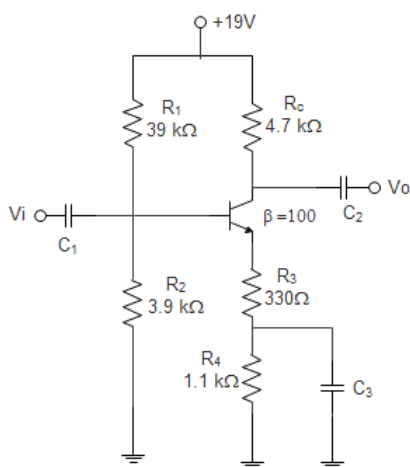


Figura 1:

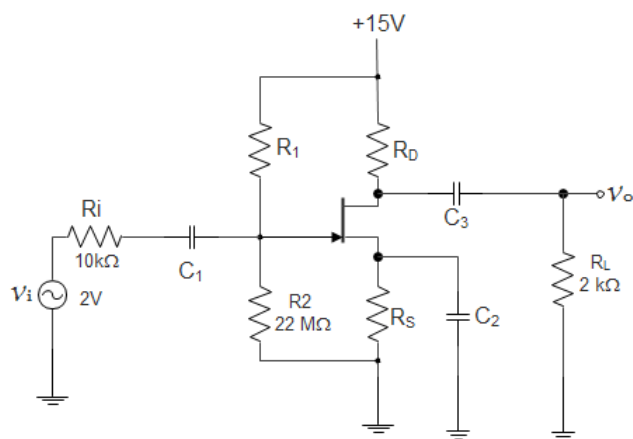


Figura 2:

Bom Trabalho !

1. Os FETs são unipolares enquanto que os TBJs são bipolares; Os FETs usam campo eléctrico para controlar a condutibilidade do seu canal enquanto que os TBJs usam a corrente de base; Os FETs comparativamente com os TBJs tem uma alta impedância de entrada, tem uma comutação rápida, dimensões pequenas, maior estabilidade térmica, menor ruído, etc.
2. Num NMOS de tipo enriquecimento o canal surge quando se aplica uma diferença de potencial entre a porta e a fonte com um valor superior que a tensão limiar, isto é, $V_{GS} > V_t$. Durante a aplicação deste V_{GS} , as lacunas da parte superior do substrato junto á camada do dieléctrico são repelidas para a parte mais inferior do substrato e, nessa deslocação vão deixando iões negativos referentes às impurezas aceitadoras. Ainda mais, o potencial positivo na porta atrai mais electrões junto da região da carga espacial resultante de saída das lacunas. À medida que se vai aumentando o valor de V_{GS} , mais será a concentração de electrões próximo á superfície do substrato e logo que $V_{GS} \geq V_t$ uma região n será criada conectando-se deste modo as regiões de fonte e dreno e, com aplicação de V_{DS} uma corrente circulará entre a fonte e o dreno.
3. Corrente de engate (latching current) é a mínima corrente anódica necessária para que mesmo com a retirada do pulso na porta do tiristor ele continue no estado ativado.
4. Determinação de ganho de tensão
 - i) Análise cc

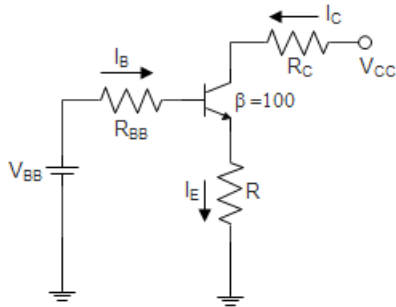


Figura 3:

$$R_{BB} = \frac{R_1 \times R_2}{R_1 + R_2} \Rightarrow R_{BB} = \frac{39000 \times 3900}{39000 + 3900} = 3545.45\Omega$$

$$V_{BB} = \frac{R_2}{R_1 + R_2} \times V_{CC} \Rightarrow V_{BB} = \frac{3900}{39000 + 3900} \times 19 = 1.73V$$

$$R = R_3 + R_4 = 330 + 1100 = 1430\Omega$$

$$I_C = \beta I_B$$

$$I_B + I_C = I_E \Rightarrow I_E = (\beta + 1)I_B$$

$$V_{BB} = I_B R_{BB} + V_{BE} + I_E R_E \Rightarrow V_{BB} = I_B (R_{BB} + (1 + \beta)R) + V_{BE}$$

$$\text{Assim: } I_B = \frac{V_{BB} - V_{BE}}{R_{BB} + (1 + \beta)R} \Rightarrow I_B = \frac{1.73 - 0.7}{3545.45 + (1 + 100)1430} = 6.94\mu A$$

$$I_C = \beta I_B \Rightarrow I_C = 100 \times 6.94\mu A = 0.69mA$$

$$I_E = (\beta + 1)I_B \Rightarrow I_E = (100 + 1) \times 6.94\mu A = 0.70mA$$

- ii) Análise ac

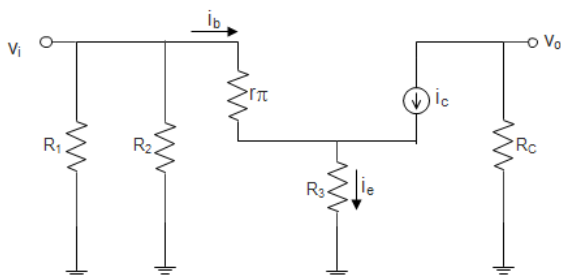


Figura 4:

$$r_\pi = \frac{V_T}{I_B} \Rightarrow r_\pi = \frac{26mV}{6.94\mu A} = 3745.22\Omega$$

$$i_b = \frac{v_i}{r_\pi + (1 + \beta)R_3}$$

$$i_c = \beta \times i_b \Rightarrow i_c = \frac{\beta v_i}{r_\pi + (1 + \beta)R_3}$$

$$v_o = i_c \times R_C \Rightarrow v_o = \frac{\beta R_C}{r_\pi + (1 + \beta)R_3} \times v_i$$

$$A_v = \frac{v_o}{v_i} \Rightarrow A_v = \frac{\beta R_C}{r_\pi + (1 + \beta)R_3}$$

$$A_v = \frac{100 \times 4700\Omega}{3745.22\Omega + (1 + 100) \times 330\Omega} = 12.67$$

5. Determine as magnitudes dos resistores do circuito da fig.2 considerando que $V_p = -3V$, $I_{DSS} = 9mA$, $V_G = 5V$, $I_D = 4mA$ e $V_D = 11V$.

$$V_{DD} = R_D I_D + V_D \Rightarrow R_D = \frac{V_{DD} - V_D}{I_D} \Rightarrow R_D = \frac{(15-11)V}{4mA} = 1k\Omega$$

$$I_D = I_{DSS} \left(1 - \frac{V_{GS}}{V_{GS(off)}}\right)^2 \Rightarrow 4mA = 9mA \left(1 + \frac{V_{GS}}{3}\right)^2 \Rightarrow V_{GS} = -5V \text{ ou } V_{GS} = -1V;$$

$$\text{Solução: } V_{GS} = -1V$$

$$V_{GS} = V_G - V_S \Rightarrow V_S = (5 + 1)V = 6V; V_{DS} = V_D - V_S = (11 - 6)V = 5V$$

$$V_{DD} = I_D R_D + V_{DS} + I_D R_S \Rightarrow R_S = \frac{V_{DD} - V_{DS} - I_D R_D}{I_D} \Rightarrow R_S = \frac{15V - 5V - 4 \cdot 10^{-3} A \times 10^3 \Omega}{4 \times 10^{-3} A} = 1.5k\Omega$$

$$I_G = 0A \rightarrow V_G = V_{GG} = 5V$$

$$V_{GG} = \frac{R_2}{R_1 + R_2} V_{DD} \Rightarrow R_1 = \left(\frac{V_{DD}}{V_{GG}} - 1\right) R_2 \Rightarrow R_1 = \left(\frac{15}{5} - 1\right) \times 22 \times 10^6 \Omega = 44M\Omega$$