



Universidade Eduardo Mondlane

Faculdade de Ciências

Departamento de Física

Exame Normal - E. Analógica | Data: 14/06/2017 | Hora: 10:00 – 12:00 hrs.

1. Explique o que entende por dopagem e qual é a sua finalidade. [3.0 Valores]
2. Num material semicondutor cujos átomos tem " $j$ " electrões na última camada é adicionado átomos com " $j-1$ " electrões de valência. Indique os portadores minoritários nesse material e justifique a razão da sua escolha. [3.0 Valores]
3. Indique de uma forma sequenciada as etapas de um processo de retificação e esboce a forma do sinal na saída de cada etapa. [3.0 Valores]
4. Para o circuito da fig.4, determine as tensões de entrada de modo que o diodo Zener funcione correctamente regulando a tensão. i)- Esboce a forma do sinal de entrada em função do tempo e indique o ripple correspondente. [5.0 Valores]
5. Detemine o ganho de tensão do amplificador da fig.2 considerando que  $V_T = 26\text{mV}$ . [6.0 Valores]

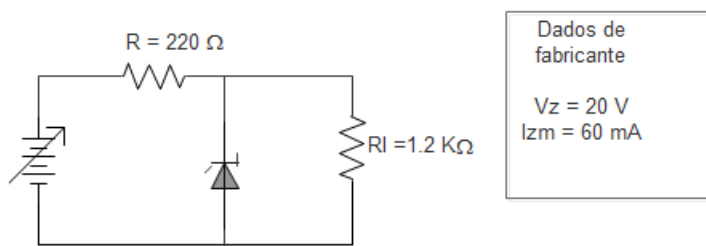


Figura 1:

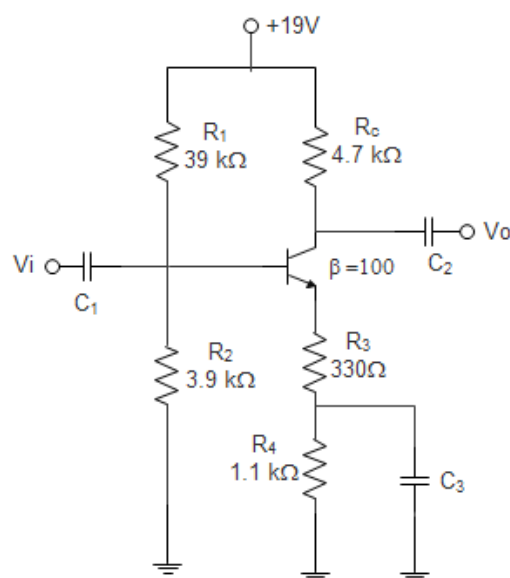


Figura 2:

Bom Trabalho !

1. Dopagem é o processo de introdução de impurezas num semiconductor intrínseco com vista a melhorar de uma forma controlada a sua condutibilidade eléctrica.
2. Os portadores minoritários são os electrões. Considerando " $j = 4$ " que é o caso de Silício, os átomos com " $j - 1$ " são os do 3º grupo como é o caso de Boro, assim, quando os átomos de Boro são introduzidos num cristal intrínseco de Silício, três electrões de Boro emparelham-se com três de Silício e fica com défice de um para completar a ligação. Em sequência disso, o Silício cede um electrão ao Boro e por essa razão fica com défice de um electrão e torna-se um ião positivo.
3. Etapas de retificação: (*aceita-se também quem usou meia onda*)

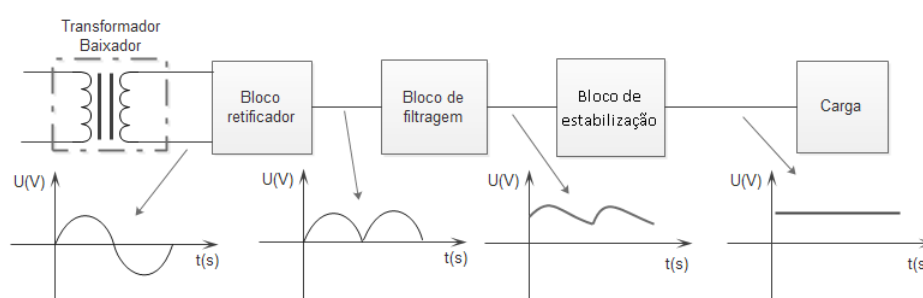


Figura 3:

4. Tensões máxima e mínima:

$$V_{min} = \frac{R_L + R}{R_L} \times V_L \rightarrow V_{min} = \frac{1200 + 220}{1200} \times 20 = 23.67V$$

$$I_L = \frac{V_L}{R_L} \rightarrow I_L = \frac{20V}{1200\Omega} = 16.67mA$$

$$I_{RM} = I_{ZM} + I_L \rightarrow I_{RM} = 60mA + 16.67mA = 76.67mA$$

$$V_{max} = I_{ZM} \times V_Z = 36.87V$$

- a) O esboço é:

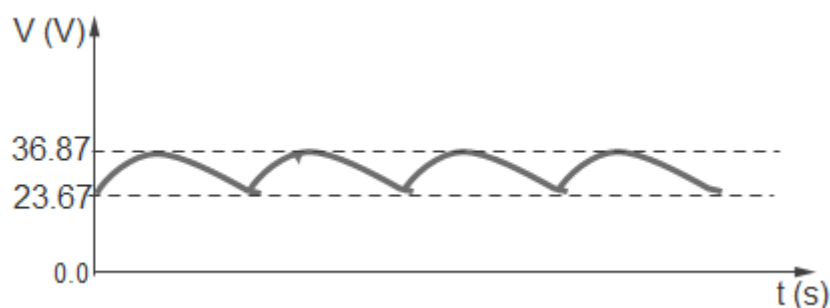


Figura 4:

## 5. Determinação de ganho de tensão

### i) Análise cc

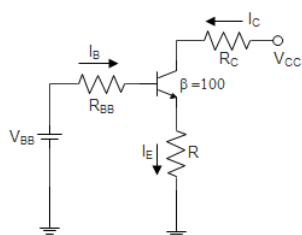


Figura 5:

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

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

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

$$I_C = \beta I_B$$

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

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

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

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

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

### ii) Análise ac

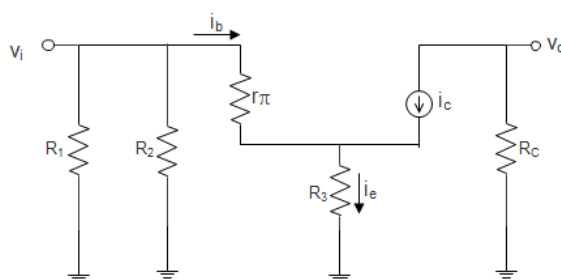


Figura 6:

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

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

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

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

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

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

Fim !

Todos os comentários podem ser enviados para:

[bartolomeujoaquim.ubisse@gmail.com](mailto:bartolomeujoaquim.ubisse@gmail.com)