

1 - Uma lâmina de Silício é dopada com As em uma concentração de  $10^{17}/cm^3$ . Qual a concentração de lacunas a 300K? Qual é o valor do nível de Fermi relativo a  $E_i$ ?

$$N_d \gg n_i \rightarrow n = N_D$$

$$p = \frac{n_i^2}{N_D} = \frac{2,25 \times 10^{20}}{10^{17}} = 2250/cm^3$$

$$E_F - E_i = \frac{kT}{q} \ln \frac{N_D}{n_i} = 0,407 eV$$

2 - Calcular a largura da região de depleção de uma junção PN abrupta.

Dados:  $N_A = 2 \times 10^{16} / cm^3$ ,  $N_D = 3 \times 10^{18} / cm^3$ , permissividade elétrica do silício igual a 11,8.

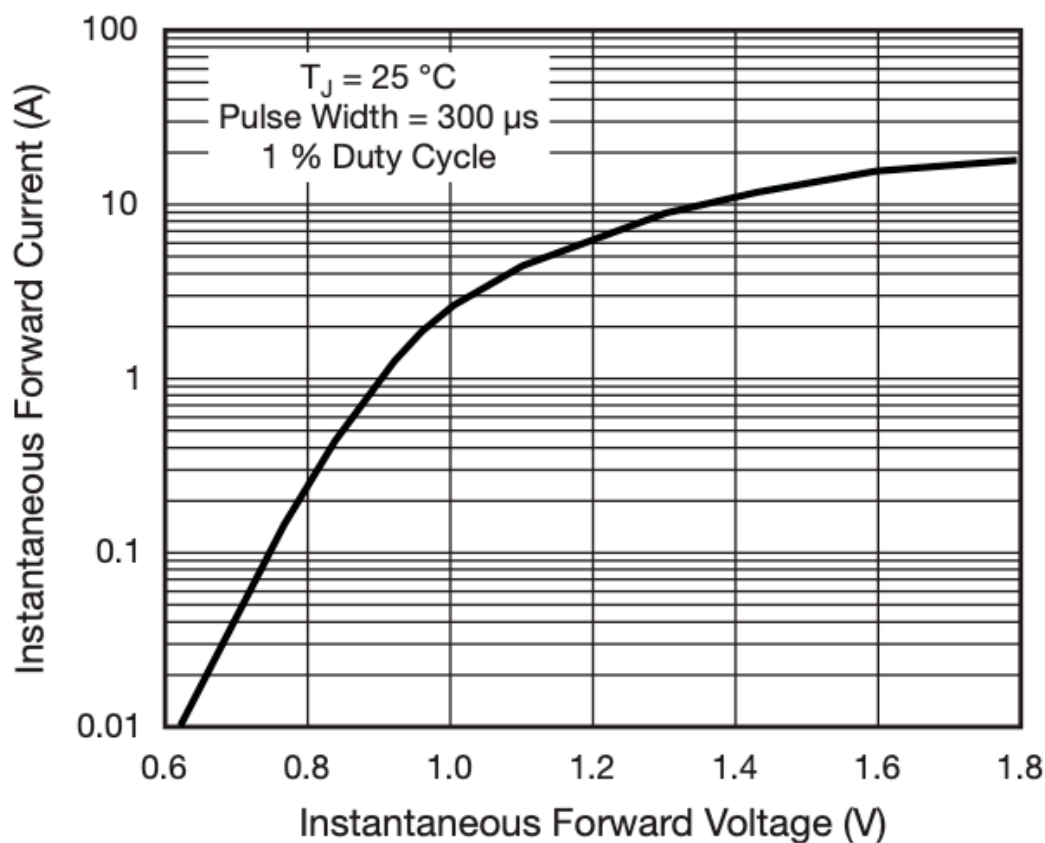
$$V_0 = \frac{kT}{q} \ln \frac{N_A N_D}{n_i^2}$$

$$V_0 = \frac{1,38 \cdot 10^{-23} \cdot 300}{1,6 \cdot 10^{-19}} \ln \frac{2 \cdot 10^{16} \cdot 3 \cdot 10^{18}}{2,25 \cdot 10^{20}} = 0,859 eV$$

$$W = \left[ \frac{2\epsilon_0\epsilon_{Si}V_0}{q} \left( \frac{1}{N_A} + \frac{1}{N_D} \right) \right]^{1/2}$$

$$W = \left[ \frac{2 \cdot 8,85 \cdot 10^{-12} \cdot 11,8 \cdot 0,859}{1,6 \cdot 10^{-19}} \left( \frac{1}{3 \cdot 10^{18}} + \frac{1}{2 \cdot 10^{16}} \right) \right]^{1/2} = 237 \mu m$$

3 - Para a curva característica indicada, calcule a resistência estática do diodo nas tensões diretas 0,8; 1,0 e 1,2V. (1N4000)



$$R = \frac{v}{i}$$

$$R(0,8V) = \frac{0,8V}{0,25A} = 3,2\Omega$$

$$R(1,0V) = \frac{1,0V}{2,5A} = 0,4\Omega$$

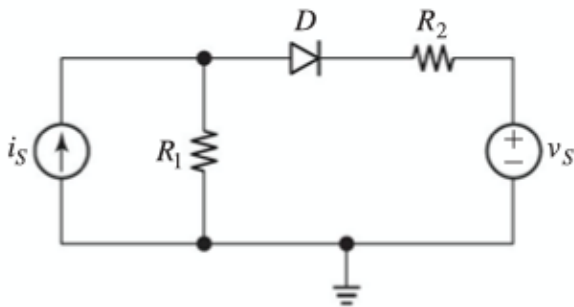
$$R(0,8V) = \frac{1,2V}{6A} = 0,2\Omega$$

4 - Calcular a resistência média entre 0,8 e 1,2V. Compare com o valor da resistência dinâmica do diodo, a uma temperatura de 300K e para corrente de 2,5A.

$$\Delta R = \frac{1,2V - 0,8V}{6A - 0,25A} = \frac{0,4V}{5,75A} = 0,069\Omega$$

$$R_D(300K) = \frac{26mV}{0,4A} = 0,065\Omega$$

5 - No circuito da figura sejam  $R_1 = 1k\Omega$  e  $R_2 = 2k\Omega$ , se  $v_s = 3V$ , encontre  $i_s$  de modo que a corrente no diodo D seja 1mA. Considerar o diodo ideal.



Se a corrente no diodo é 1mA, a tensão no resistor  $R_1$  é:

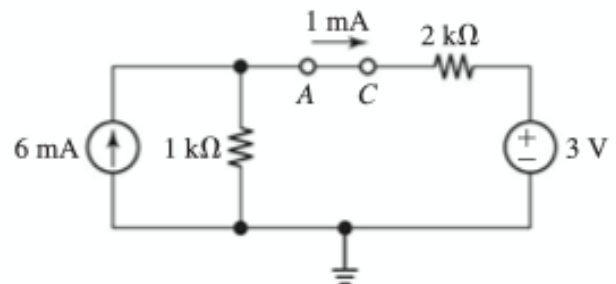
$$v_{R_1} = R_2 \cdot 1mA + v_s = 5V$$

A corrente em  $R_1$  é:

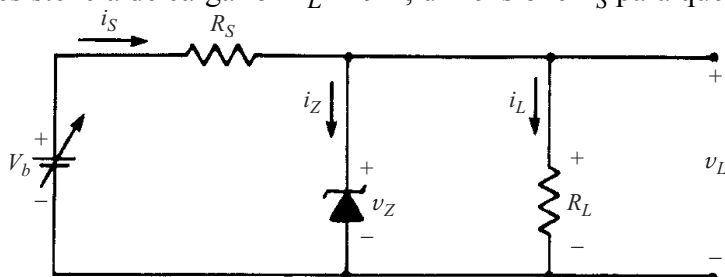
$$i_{R_1} = \frac{v_{R_1}}{R_1} = \frac{5V}{1k\Omega} = 5mA$$

Aplicando a lei de Kirchhoff no nó superior de  $R_1$  :

$$i_s = 5mA + 1mA = 6mA$$



6 - O diodo zener da figura tem uma tensão reversa  $V_Z = 8,2V$  para  $75mA \leq i_Z \leq 1A$ . Se a resistência de carga for  $R_L = 9\Omega$ , dimensione  $R_S$  para que  $v_L = V_Z$ , quando  $V_b = (12 \pm 1,2)V$ .



A corrente de carga é:

$$i_L = \frac{v_L}{R_L} = \frac{8,2}{9} = 0,911A$$

A resistencia Rs:

$$R_S = \frac{V_b - V_Z}{i_Z + i_L}$$

Calculando para 13,2V e a máxima corrente do zener:

$$R_S = \frac{13,2 - 8,2}{1 + 0,911} = 2,62\Omega$$

Vamos checar se para 10,8V a corrente no zener é maior que 75mA:

$$i_Z = \frac{10,8 - 8,2}{R_S} - i_L = 81,3mA$$

A regulação está preservada pois  $75mA \leq i_Z \leq 1A$  e  $v_L = V_Z = 8,2V$