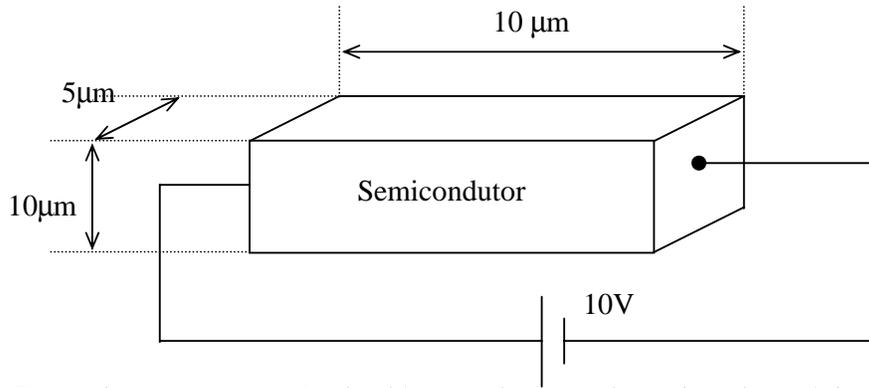


## PSI2223 – Introdução à Eletrônica

### Aula prática preparatória - 2a. Lista Adicional

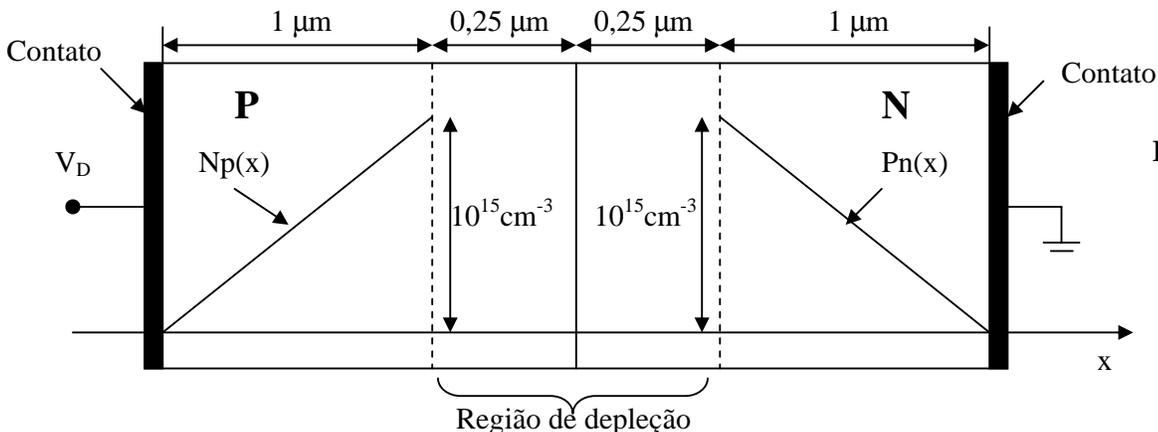
**(2a. Prova - 2003)** Dada uma barra de material semiconductor dopada com boro (impureza trivalente) numa concentração de  $9 \times 10^{15} \text{ cm}^{-3}$  e com fósforo (impureza pentavalente) numa concentração de  $5.9 \times 10^{16} \text{ cm}^{-3}$  na temperatura ambiente.

**Dados:**  $n_i = 1 \times 10^{10} \text{ cm}^{-3}$ ,  $V_T = 25 \text{ mV}$ ,  $\mu_n = 1000 \text{ cm}^2/\text{Vs}$ ,  $\mu_p = 500 \text{ cm}^2/\text{Vs}$ ,  $q = 1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$ .



- (a) Determine a concentração de elétrons e lacunas. O semiconductor é tipo N ou tipo P ? Justifique.  
 (b) Calcule a corrente elétrica através desta barra de material semiconductor quando uma tensão de  $10\text{V}$  é aplicado através da mesma. (c) Ainda considerando a tensão de  $10 \text{ V}$  aplicada através do material, qual o tempo médio que leva o elétron para percorrer a distância de  $10 \mu\text{m}$  de uma extremidade a outra do material. (d) Desenhe o diagrama de cargas equivalente (indicar apenas cargas fixas e móveis).

**(2a. Prova - 2004)** Dada uma junção PN diretamente polarizada (figura 1) onde estão indicados a região de depleção e os perfis de excesso de portadores (regiões quase neutras) com distribuição linear devido ao fato dos comprimentos das regiões P e N serem muito menores do que os respectivos comprimentos de difusão. Sabendo-se que  $q \cdot D_n = 5 \times 10^{-18} \text{ A} \cdot \text{cm}^2$ ,  $q \cdot D_p = 2,5 \times 10^{-18} \text{ A} \cdot \text{cm}^2$  e  $A$  (área da junção) =  $2 \times 10^{-5} \text{ cm}^2$ ,  $\epsilon_s = 10^{-12} \text{ F/cm}^2$  (produto da permissividade relativa pela permissividade do vácuo),  $\tau_T = 10 \mu\text{s}$  (tempo médio de trânsito).



**Figura 1**

- (a) Determine as correntes de difusão de elétrons e lacunas ( $I_n$  e  $I_p$ ). Qual a corrente total através da junção ? (b) Determine a capacitância de difusão. (c) Determine a capacitância de depleção. (d) Desenhe o modelo do diodo para análise transitória (resistência, capacitor e fonte de corrente) considerando adequadamente a corrente do diodo, as capacitâncias anteriormente calculadas e sabendo-se que a resistência total associada aos contatos é de  $10 \Omega$

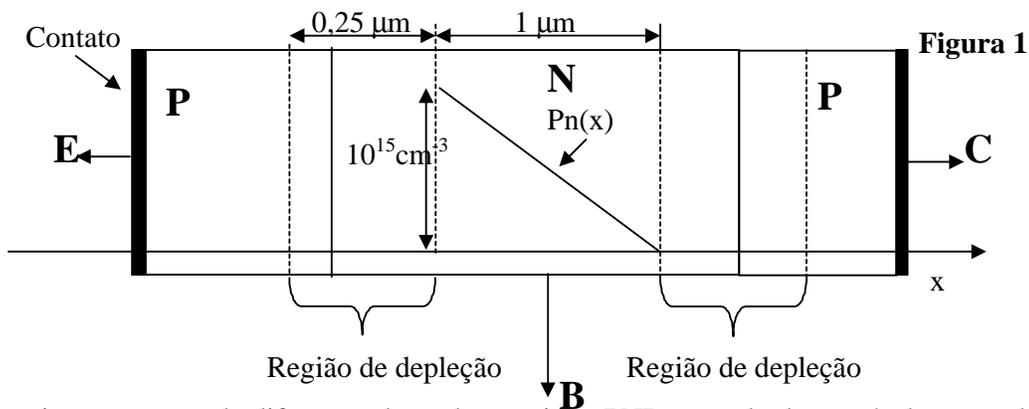
**(2a. Prova - 2004)** Uma junção PN apresenta  $N_A = 10^{17} \text{ cm}^{-3}$ ,  $N_D = 10^{15} \text{ cm}^{-3}$ ,  $L_p = 1 \mu\text{m}$  e  $L_n = 3 \mu\text{m}$ . Adote para os cálculos abaixo, os seguintes dados:

$D_p = 10 \text{ cm}^2/\text{s}$ ;  $D_n = 30 \text{ cm}^2/\text{s}$ ;  $k.T/q = 25 \text{ mV}$ ;  $n = 1$ ;  $q = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ ;  $n_i = 10^{10} \text{ cm}^{-3}$ ; Área =  $(10^4/1,6) \mu\text{m}^2$ ;  $\ln(10) \cong 2$ ;  $\ln(2) \cong 0,7$ ;

Determinar:

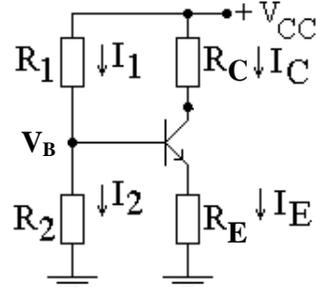
- A corrente no diodo se for polarizado reversamente com 10 V.
- A tensão no diodo se for polarizado diretamente com uma corrente de 1 mA.
- A relação entre as correntes de lacunas e de elétrons ( $I_p / I_n$ ).
- Se o diodo for polarizado de forma a se obter uma corrente total de 10 mA, qual será o valor das componentes de corrente de lacunas e de elétrons (obs.: utilize a relação obtida no item c).
- O tempo de vida dos elétrons na região tipo P.
- Se o diodo for polarizado reversamente de forma que a região de depleção total seja de 202  $\mu\text{m}$ , determinar a região de depleção que fica do lado P e do lado N.

**(Sub – 2004)** Dado um transistor PNP operando no modo ativo (junção BE diretamente polarizada e junção CB reversamente polarizada) onde estão indicados as regiões de depleção e o perfil de excesso de portadores na base com distribuição linear devido ao fato da base ser muito estreita. Sabendo-se que  $q \cdot D_n = 5 \times 10^{-18} \text{ A} \cdot \text{cm}^2$ ,  $q \cdot D_p = 2,5 \times 10^{-18} \text{ A} \cdot \text{cm}^2$  e  $A$  (área da junção) =  $2 \times 10^{-5} \text{ cm}^2$ ,  $\epsilon_S = 10^{-12} \text{ F/cm}$  (produto da permissividade relativa pela permissividade do vácuo),  $\tau_T = 10 \mu\text{s}$  (tempo médio de trânsito), pede-se:



- Determine a corrente de difusão na base do transistor PNP supondo desprezível a recombinação de portadores.
- Sabendo-se que a corrente de base é de 5  $\mu\text{A}$ , determine as correntes de coletor e emissor. Qual o valor do Ganho de corrente ?
- Determine as capacitâncias de difusão e depleção da junção base-emissor sendo dado a largura da região de depleção na figura 1.

**(Prova - 2003)** No circuito da figura abaixo, o transistor está polarizado no modo ativo.



Sabendo-se que  $V_{CC} = + 11,2 \text{ V}$ ,  $V_{BE} = 0,78 \text{ V}$ ,  $R_1 = 280 \text{ K}\Omega$ ,  $R_2 = 280 \text{ K}\Omega$ ,  $I_C = 2,00 \text{ mA}$ ,  $I_E = 2,02 \text{ mA}$ ,  $R_C = 1,98 \text{ K}\Omega$  e utilizando duas casas decimais no cálculo de todas as variáveis, pede-se:

- Determine o circuito equivalente de Thevenin visto da base do transistor.
- Determine o valor da resistência  $R_E$  e a tensão  $V_{CE}$ .
- Determine o potencial  $V_B$  e as correntes  $I_1$  e  $I_2$  conforme indicado na figura.

**Exercícios Recomendados:** 3.29, 3.30, 3.31, 3.32, 3.33, 3.34, 5.1, 5.2, 5.3, 5.4, 5.5, 5.6, 5.10, 5.11, Exemplos 5.4 a 5.10.

**Problemas Recomendados (final do capítulo):** 3.33, 3.34, 3.35, 3.36, 3.37, 3.38, 3.39, 5.1, 5.2, 5.3, 5.7, 5.9, 5.11, 5.12, 5.14, 5.32, 5.38, 3.39.