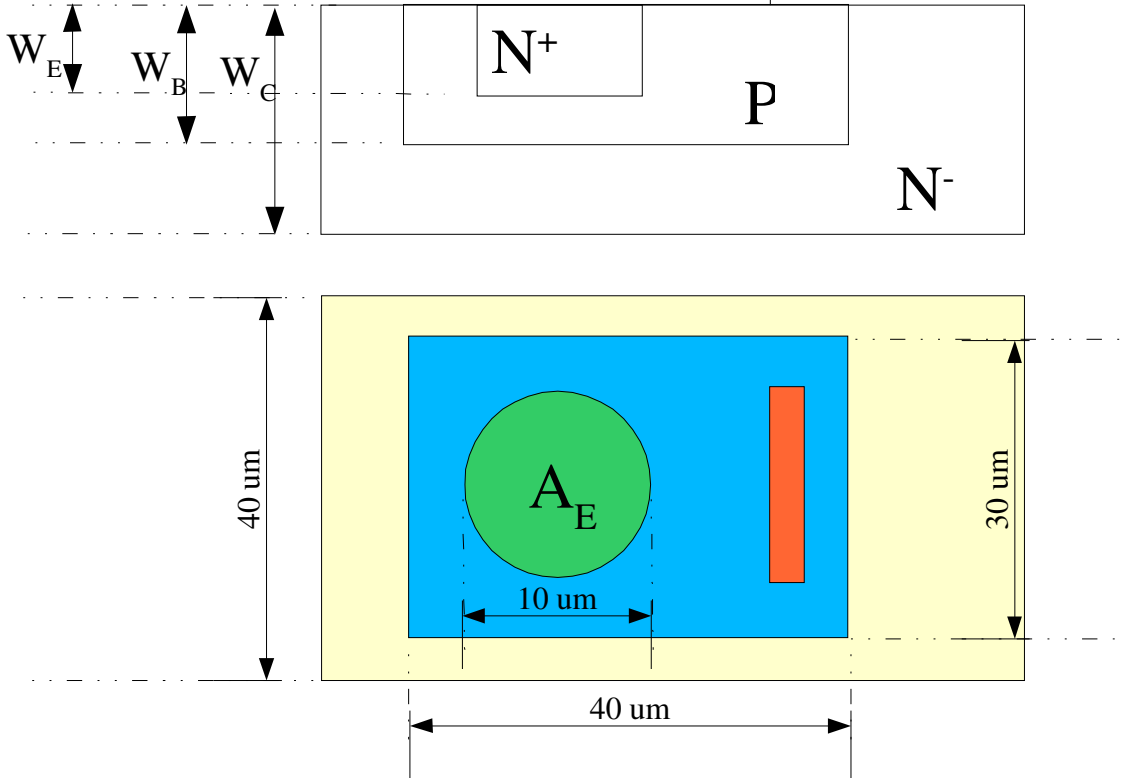


PROVA IE-718

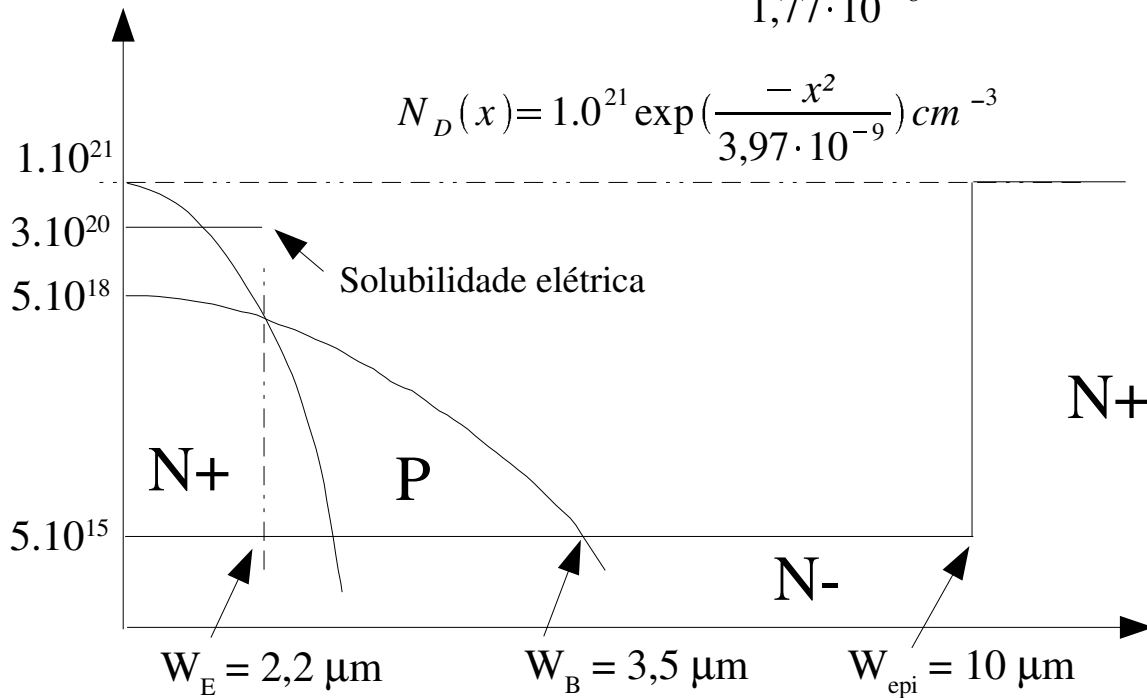
Exercício 1

Para um transistor bipolar com perfil e geometria apresentados abaixo, calcular todos os parâmetros do modelo elétrico e fazer um gráfico de $\beta_F \times I_C$ e de $\beta_R \times I_E$



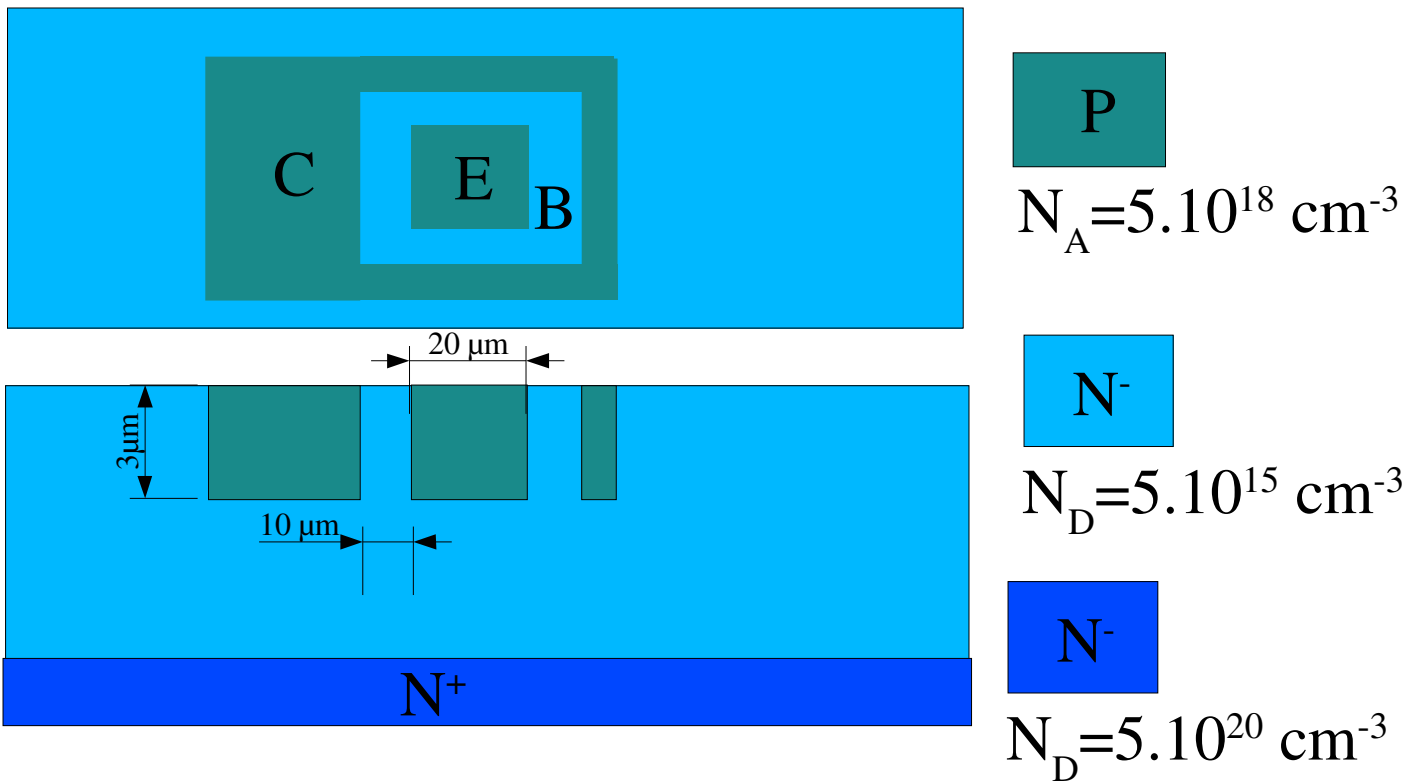
$$N_A(x) = 5.10^{18} \exp\left(\frac{-x^2}{1,77 \cdot 10^{-8}}\right) \text{cm}^{-3}$$

$$N_D(x) = 1.0^{21} \exp\left(\frac{-x^2}{3,97 \cdot 10^{-9}}\right) \text{cm}^{-3}$$



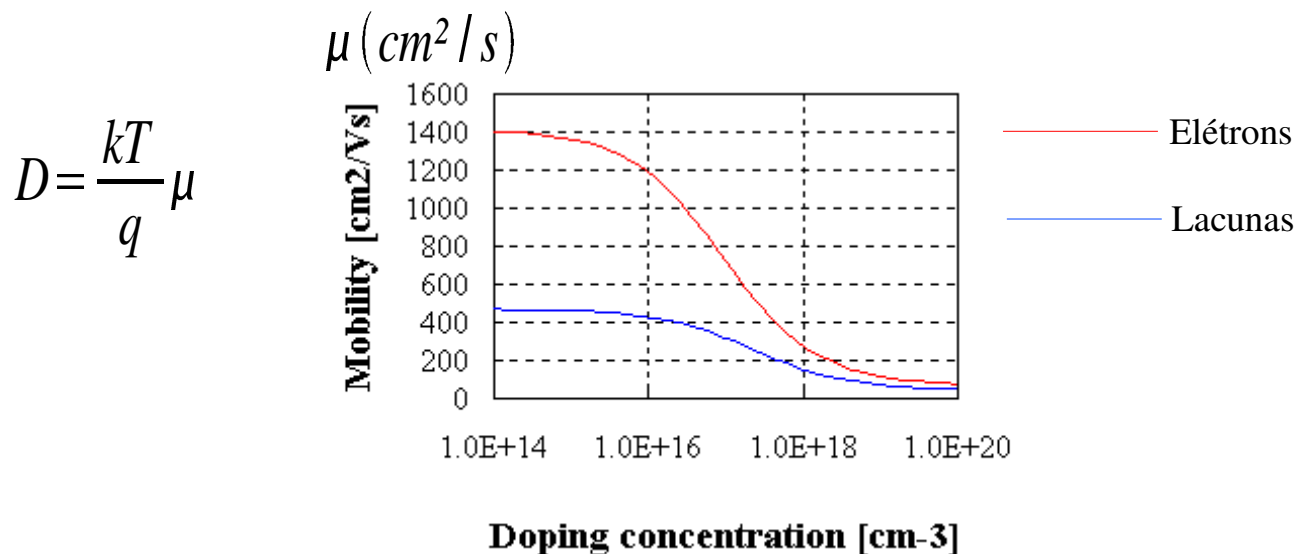
Exercício 2

Traçar gráficos de $\ln I_C \times V_{BE}$ e $\beta_F \times I_C$ e para um transistor PNP lateral, com geometria e dopagens (constantes) apresentadas abaixo.



Observações:

1- Calcular JBWE apenas para o transistor reverso no Exercício 1, onde a camada epitaxial e a camada enterrada funcionam como emissor.



Podemos resumir os efeitos de segunda ordem no modelamento do transistor bipolar calculando:

- 1) As correntes críticas de:
 - Alta Injeção na Base
 - Defocalização na Base
 - Alargamento da Base no Emissor
- 2) As correntes nas zonas passivas
 - Corrente de superfície I_R
 - Corrente Lateral I_L

No nosso caso, para I_R , foi medido: $\psi \approx 27$ e $\gamma \approx 7 \cdot 10^{-4}$ A.cm e $n_s = 1,8$

Alta Injeção na Base

$$J_{HIB} = \frac{4 D_{nB} Q_B}{(W_B)^2}$$

Defocalização

$$J_{ECC} = \frac{I_{ECC}}{A_E} = \frac{8 D_{nB} Q_B \beta_{NO}}{l^2} \quad (\text{geometria retangular})$$

$$J_{ECC} = \frac{I_{ECC}}{A_E} = \frac{8 D_{nB} Q_B \beta_{NO}}{r^2} \quad (\text{geometria circular})$$

Alargamento da Base dentro do Emissor

$$J_C = J_{BWE}$$

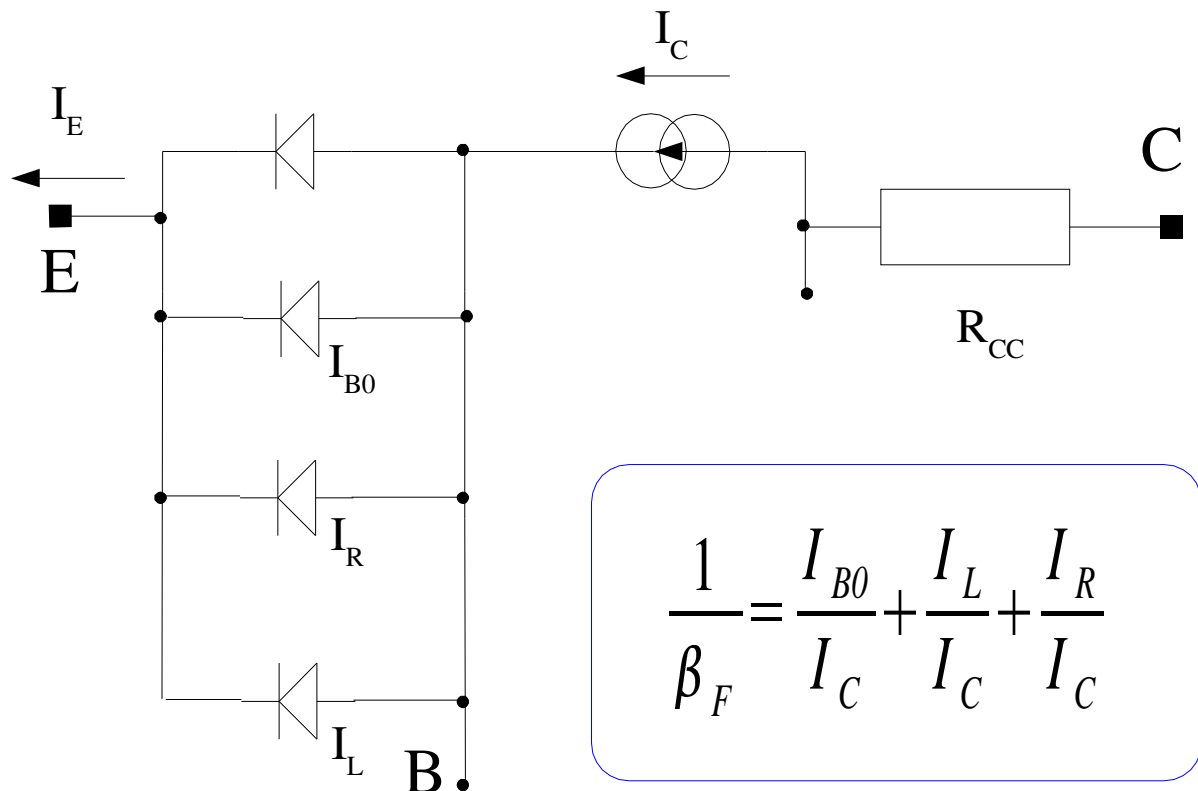
Quando temos:

$$Q_{SN} = \frac{D_{nN}}{D_{nB}} \cdot Q_B$$

Com

$$Q_{SN} = J_n \frac{(W_N)^2}{(4D_{nN})} + \sqrt{J_n \cdot (W_N)^2 \cdot \left(\frac{Q_B + Q_{SB}}{D_{nB}} \right)}$$

O modelo final (supondo $V_{BC} = 0$) fica dado por:



A corrente de coletor é sempre dada por:

$$I_C = \frac{\alpha_{NO} I_{SIO} \exp\left(\frac{V_{BE}}{V_T}\right)}{1 + \frac{I_C}{I_{Crítica}}}$$

A corrente de de superfície é dada por:

$$I_R = I_{SR} \cdot \exp\left(\frac{V_{BE}}{n_s V_T}\right)$$

e

$$I_{SR} = P_E \cdot \gamma \exp\left(-\frac{\psi}{n_s}\right)$$

A corrente de recombinação lateral é dada por:

$$I_L = I_{SL} \cdot \exp\left(\frac{V_{BE}}{V_T}\right)$$

A corrente intrínseca de base (SEM DEFOCALIZAÇÃO) é dada por:

$$I_{B0} = (1 - \alpha_{NO}) I_{SIO} \cdot \exp\left(\frac{V_{BE}}{V_T} - 1\right)$$

A corrente intrínseca de base (COM DEFOCALIZAÇÃO) é dada por:

$$I_{B0} = \frac{(1 - \alpha_{NO}) I_{SIO} \cdot \exp\left(\frac{V_{BE}}{V_T} - 1\right)}{1 + \frac{I_C}{I_{ECC}}}$$