

Universidad Tecnológica Nacional
Facultad Regional Buenos Aires



Dispositivos electrónicos
Unidad N°2: Juntura PN y Diodo

Integrantes:

- Albanesi, Tomas Agustin

Docentes:

- Ing. Zuazquita, Ricardo
- Ing. Oreglia, Eduardo

May 13, 2023

Contents

1	Teoría	3
1.1	Determinacion de capacidad de juntura	3
2	Resumen de fórmulas	4
2.1	Potencial de contacto ψ_0	4
2.2	Ancho de juntura l	4
2.3	Ancho de juntura Zona P l_p y Zona N l_n	4
2.4	Campo electrico maximo E_0	4
2.5	Capacidad de juntura C_j	4
2.6	Corriente de diodo I	5
2.7	Resistencia estatica R_E	5
2.8	Resistencia dinamica r_d	5
2.9	Rendimiento de emision γ	5
3	Ejercicios	6
3.1	Ejercicio 2.1	6

1 Teoría

1.1 Determinacion de capacidad de juntura

Si se aplica una tension V a una juntura y se provoca una variacion dV , las cargas almacenadas en la zona de transicion de la juntura varian en dQ . Esto implica un efecto capacitivo del diodo.

Se define como la capacidad de transicion, o de carga espacial, o simplemente de juntura a la capacidad que presenta la juntura en esas condiciones y se lo simboliza con C_j .

Su definicion es la siguiente:

$$C_j = \frac{dQ}{d(\psi_0 - V)} = -\frac{dQ}{dV} \quad (1)$$

Puedo multiplicar y dividir por un diferencial de longitud:

$$C_j = -\frac{dQ}{dV} = -\frac{dQ}{dl} \cdot \frac{dl}{dV} \quad (2)$$

Como ya se tiene la expresion de la longitud de la juntura l se la puede derivar respecto de la tension, y se obtiene la siguiente ecuacion:

$$\frac{dl}{dV} = -\frac{1}{2} \cdot \left[\frac{2 \cdot \epsilon}{q_e} \right] \quad (3)$$

2 Resumen de fórmulas

2.1 Potencial de contacto ψ_0

En una juntura PN el potencial de contacto viene dado por la siguiente ecuación:

$$\psi_0 = \frac{k \cdot T}{q_e} \cdot \ln \left(\frac{N_A \cdot N_D}{n_i^2(T)} \right) \quad (4)$$

2.2 Ancho de juntura l

En una juntura PN el ancho de la juntura se determina con la siguiente ecuación:

$$l = \sqrt{\frac{2 \cdot \epsilon_r \cdot \epsilon_0}{q_e} \cdot (\psi_0 - V_D) \cdot \left(\frac{N_A + N_D}{N_A \cdot N_D} \right)} \quad (5)$$

2.3 Ancho de juntura Zona P l_p y Zona N l_n

En una juntura PN el ancho de la juntura de la zona N se determina con la siguiente ecuación:

$$l_n = l \cdot \frac{N_A}{N_A + N_D} \quad (6)$$

Para determinar el ancho de la otra zona:

$$l_p = l - l_n \quad (7)$$

2.4 Campo electrico maximo E_0

En una juntura PN el campo electrico se determina con la siguiente ecuación:

$$E_0 = E_{max} = -2 \cdot \frac{\psi_0 - V_D}{l} \quad (8)$$

2.5 Capacidad de juntura C_j

En una juntura PN la capacidad de juntura se determina con la siguiente ecuación:

$$C_j = \frac{\epsilon_r \cdot \epsilon_0 \cdot A}{l} \quad (9)$$

Y la capacidad de juntura por unidad de area, o capacidad de juntura especifica se determina de la siguiente forma:

$$\frac{C_j}{A} = C'_j = \frac{\epsilon_r \cdot \epsilon_0}{l} \quad (10)$$

2.6 Corriente de diodo I

La corriente del diodo esta determinada por la siguiente ecuacion:

$$I = I_s \cdot \left(e^{\frac{q \cdot V}{k \cdot T}} - 1 \right) \quad (11)$$

Si se define $V_T = \frac{k \cdot T}{q}$:

$$I = I_s \cdot \left(e^{\frac{V}{V_T}} - 1 \right) \quad (12)$$

2.7 Resistencia estatica R_E

La resistencia estatica del diodo esta determinada por la siguiente ecuacion:

$$R_E = \frac{V_{DQ}}{I_{DQ}} \quad (13)$$

2.8 Resistencia dinamica r_d

La resistencia dinamica del diodo esta determinada por la siguiente ecuacion:

$$r_d = \frac{V_T}{I_{DQ}} = \frac{V_T}{I_s \cdot e^{\frac{V}{V_T}}} \quad (14)$$

2.9 Rendimiento de emision γ

El rendimiento de emision esta determinado por la siguiente ecuacion:

$$\gamma_p = \frac{J_p(0)}{J_p(0) + J_n(0)} \quad (15)$$

$$\gamma_n = \frac{J_n(0)}{J_p(0) + J_n(0)} \quad (16)$$

$$\gamma_n = 1 - \gamma_p \quad (17)$$

Recordando que:

$$J_p(0) = \frac{q \cdot D_p}{L_p} \cdot p_{n_o} \cdot \left(e^{\frac{V}{V_T}} - 1 \right) = \frac{q \cdot D_p}{L_p} \cdot \frac{n_i^2}{N_D} \cdot \left(e^{\frac{V}{V_T}} - 1 \right) \quad (18)$$

$$J_n(0) = \frac{q \cdot D_n}{L_n} \cdot n_{p_o} \cdot \left(e^{\frac{V}{V_T}} - 1 \right) = \frac{q \cdot D_n}{L_n} \cdot \frac{n_i^2}{N_A} \cdot \left(e^{\frac{V}{V_T}} - 1 \right) \quad (19)$$

2.10 Corriente de saturacion inversa I_s

La corriente de saturacion inversa esta determinada por la siguiente ecuacion:

$$I_s = q \cdot A \cdot \left(\frac{D_p \cdot p_{n0}}{L_p} + \frac{D_n \cdot n_{p0}}{L_n} \right) \quad (20)$$

3 Ejercicios

3.1 Ejercicio 2.1

Para una juntura abrupta idealizada de Si a $T=300K$, en equilibrio térmico, con $N_A = 1 \cdot 10^{14} cm^{-3}$ y $N_D = 5 \cdot 10^{13} cm^{-3}$, calcular:

- a) El potencial de contacto.
- b) El ancho l de la juntura en la zona de carga espacial.
- c) Las longitudes l_n y l_p .
- d) El campo eléctrico máximo E_{max} .
- e) La capacidad específica de juntura C'_{J_0} .

- a) La ecuación que permite calcular el potencial de contacto es la siguiente:

$$\psi_0 = \frac{k \cdot T}{q_e} \cdot \ln \left(\frac{N_A \cdot N_D}{n_i^2(T)} \right) \quad (21)$$

Reemplazando los valores del problema:

$$\psi_0 = \frac{1.38 \cdot 10^{-23} \frac{J}{K} \cdot 300K}{1.6 \cdot 10^{-19} C} \cdot \ln \left(\frac{1 \cdot 10^{14} cm^{-3} \cdot 5 \cdot 10^{13} cm^{-3}}{(1.5 \cdot 10^{10} cm^{-3})^2} \right) \quad (22)$$

$\psi_0 \approx 0.459V \approx 459mV$

 (23)

- b) La ecuación que permite calcular el ancho de juntura es la siguiente: