

# MATERIALES ELÉCTRICOS

## TRABAJO PRACTICO N°6

## JUNTURA P-N DIRECTA

- 1) Analizar la neutralidad eléctrica en un material semiconductor Tipo N y en un Semiconductor tipo P
- 2) Recordar de prácticos anteriores, el Diagrama de bandas para cada tipo de semiconductor Tipo N y P dibujando el nivel de Fermi y las impurezas.
- 3) Juntar los dos materiales Tipo N y P y analizar desde el punto de vista del Diagrama de bandas que sucede en condiciones de Equilibrio.
- 4) Repetir lo mismo desde el punto de vista corpuscular.
- 5) ¿Qué es una juntura “PN”, para qué se usa? ¿Explicar cómo puede una juntura PN comportarse como diodo rectificador?
- 6) Analizar el movimiento de los electrones y huecos en una juntura PN en equilibrio térmico.
- 7) ¿Que es la zona de deplexión en la juntura P-N? ¿De qué está formada: de electrones, huecos, impurezas aceptoras o donadoras? ¿Ionizadas o neutras? Dibuje. ¿Por qué se forma? Justifique
- 8) Indicar si hay carga libre en la zona de deplexión. Justifique.
- 9) Calcular el potencial de juntura  $V_{j0}$  a una temperatura de 300 [°K], para las siguientes contaminaciones :

$N_A$ [cm-3]	$N_D$ [cm-3]
1E14	1E14
1E15	1E16
1E16	1E19
1E18	1E17
1E14	1E18
1E19	1E19

- 10) Al polarizar una juntura en sentido directo ¿la zona de deplexión crece o disminuye de ancho? ¿El potencial crece o disminuye? Dibujar circuito y justificar la respuesta.
  - 11) Ídem anterior pero la juntura polarizada en inverso.
  - 12) Escribir la Ley de la Juntura y definir el significado de cada uno de los términos. Analizar para polarización directa y para polarización inversa
  - 13) ¿Cuáles son las zonas neutras de la juntura? Dibuje en relación a la zona de deplexión.
  - 14) Para una juntura en equilibrio indicar cuales son las componentes de corriente que atraviesan la juntura. ¿Cuánto debe valer la corriente total?
  - 15) Ídem anterior pero con polarización directa y luego con polarización inversa.
  - 16) Dibujar la concentración de portadores de una juntura P-N
    - a) Con polarización directa
    - b) con polarización inversa.
  - 17) Dibujar el Diagrama de Bandas para
    - a) Una juntura polarizada en directo
    - b) Una juntura en inverso.
- En cada caso resaltar la posición del nivel de Fermi y Justificar su significado.
- 18) Dibujar el esquema de una juntura P-N indicando las corrientes por campo y por difusión que la atraviesan en función de la distancia  $x$  medida desde la juntura.
  - 19) Escribir la ecuación de corriente-tensión ( $I_D$  vs  $V_D$ ) de una juntura “PN” Explicar el significado de cada término. Demostrar la expresión y justificar porqué aparece el término exponencial  $e^{qV/kT}$
  - 20) Dibujar las curvas tensión corriente de una juntura “PN”, comparar con el modelo lineal por tramos. Definir la tensión de umbral o tensión de arranque  $V_\delta$ . ¿Es la misma tensión que el potencial de juntura  $V_{j0}$ ?

- 21) Analizar los términos de los cuales depende  $I_s$  (corriente de saturación en inversa). Tratar de poner  $I_s$  en función de  $n_i$  (concentración intrínseca). ¿Qué parámetros habría que modificar para minimizar  $I_s$ ?
- 22) Analizar una juntura P+N y una juntura N+P. En cada caso indique que zona determina el valor de  $I_s$  y qué portador pesa más en la corriente directa. Justificar.
- 23) Una juntura PN tiene el lado N contaminado con  $N_D = 10E13$  [ $\text{cm}^{-3}$ ] y el lado P contaminado con  $N_A = 1E15$  [ $\text{cm}^{-3}$ ].
  - a) Calcular el potencial  $V_{j0}$  cuando la juntura esta con polarización cero.
  - b) Si se polariza directa de tal manera que circula una corriente con una densidad  $J=10$  [ $\mu\text{A}/\text{cm}^2$ ]. Calcular la concentración de exceso  $p'(x_n)$  y  $n'(-x_p)$ . Comparar sus valores.
  - c) Calcular las densidades de corriente  $J_n$  y  $J_p$  para  $x = 0$
  - d) Dibujar  $J_n(x)$  y  $J_p(x)$
  - e) ¿Que diferencia existe en las corrientes  $J(x=0)$  y  $J(x=W_n)$ ?
  - f) Calcular el campo eléctrico en las zonas neutras “n” y “p”
  - g) Escribir la ecuación de corriente-tensión ( $I_D$  vs  $V_D$ ), calcular  $I_s$
  - h) ¿El valor de  $I_s$  queda determinado por los parámetros de la zona N o la zona P?
- 24) ¿Cómo varia con la temperatura la corriente de saturación en inversa del diodo?
- 25) ¿Cómo varia con la temperatura la tensión de la juntura (a corriente constante)?
- 26) Explicar por qué el potencial de juntura no puede ser medido colocando un voltímetro entre los terminales ni midiendo la corriente de cortocircuito.

### EJERCICIOS ADICIONALES

- 1) Una juntura PN de  $0,1[\text{mm}^2]$  de Área, tiene el lado N contaminado con  $N_D = 1E15$  [ $\text{cm}^{-3}$ ] y el lado P contaminado con  $N_A = 1E16$  [ $\text{cm}^{-3}$ ].
  - a) Calcular el potencial  $V_{j0}$  cuando la juntura esta con polarización cero.
  - b) Si se polariza directa de tal manera que circula una corriente de  $100$  [ $\mu\text{A}$ ]. Calcular la concentración inyectada  $p(x_n)$  y  $n(-x_p)$ . Comparar sus valores y Justificar.
  - c) Dibujar  $p(x)$  y  $n(x)$ .
  - d) Calcular las densidades de corriente  $J_n$  y  $J_p$  para  $x = 0$
  - e) Dibujar  $J_n(x)$  y  $J_p(x)$
  - f) ¿Qué diferencia existe en las corrientes  $J(x=0)$  y  $J(x=W_n)$ ?
  - g) Escribir la ecuación de corriente-tensión ( $I_D$  vs  $V_D$ ) y calcular  $I_s$
  - h) ¿El valor de  $I_s$  queda determinado por los parámetros de la zona N o la zona P?