



**Dispositivos Electrónicos**

Apellidos y Nombre: \_\_\_\_\_

**Cuestión 1 (2 puntos)**

Con el modelo de bandas de energía para un semiconductor, indicar como se representan: a) un semiconductor intrínseco; b) un semiconductor tipo p no degenerado; c) un semiconductor tipo n degenerado; d) En condiciones de equilibrio y  $T > 0$  K, ¿cuál es la probabilidad de que un estado electrónico esté ocupado si su posición coincide con la del nivel de Fermi?

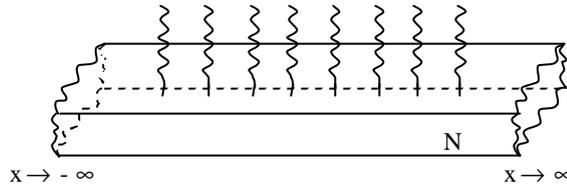
**Problema 1 (2.5 puntos)**

En una muestra de Si uniformemente dopada, determinar las concentraciones en el equilibrio de electrones y huecos en las condiciones siguientes:

- a) Temperatura ambiente,  $N_A \ll N_D$ ,  $N_D = 10^{15} \text{ cm}^{-3}$
- b) Temperatura ambiente,  $N_A = 9 \cdot 10^{15} \text{ cm}^{-3}$ ,  $N_D = 10^{16} \text{ cm}^{-3}$
- c)  $T = 650 \text{ K}$ ,  $N_A = 0$ ,  $N_D = 10^{14} \text{ cm}^{-3}$ , determinar además la posición de  $E_i$ , calcular  $E_F - E_i$  y dibujar, cuidando las escalas, el diagrama de bandas de energía para la muestra de Si. Nota:  $E_G(\text{Si}) = 1.015 \text{ eV}$  y  $n_i = 10^{16} \text{ cm}^{-3}$  a  $650 \text{ K}$

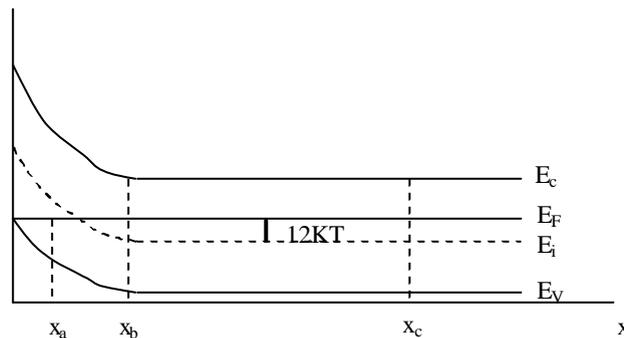
**Problema 2 (2.5 puntos)**

Una barrera de Si uniformemente impurificada se ilumina a partir de un instante  $t = 0$  generándose  $G_L$  pares de  $e-h^+$  por  $\text{cm}^3$  y por segundo en el volumen del semiconductor. Determinar las concentraciones de los portadores en función del tiempo.



**Problema 3 (3 puntos)**

Un semiconductor está caracterizado por el diagrama de bandas de energía siguiente:



Si  $E_G = 1.12 \text{ eV}$ ,  $KT = 0.026 \text{ eV}$ ,  $n_i = 10^{10} \text{ cm}^{-3}$ ,  $\mu_p = 470 \text{ cm}^2/\text{Vs}$  y  $\tau_p = 10^{-6} \text{ s}$ .

- a) ¿Cómo varía el potencial dentro del semiconductor en función de  $x$ ?
- b) ¿Cuál es la dependencia con  $x$  del campo eléctrico dentro del semiconductor?
- c) ¿Podremos considerar siempre situación clásica? ¿dónde no?
- d) ¿Cómo se modifica la concentración de huecos con la posición? Indicar sus valores numéricos en  $x = x_a$  y  $x = x_c$ .
- e) ¿Existe corriente de arrastre de huecos en  $x = x_a$ ? ¿Existe corriente de difusión de huecos en  $x = x_a$ ? ¿Cuál es la densidad de corriente de huecos total en  $x = x_a$ ?



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE TELECOMUNICACIÓN  
UNIVERSIDAD DE LAS PALMAS DE GRAN CANARIA

Convocatoria Ordinaria  
16 de Julio de 2003



**Dispositivos Electrónicos**

Apellidos y Nombre: \_\_\_\_\_

**Cuestión 2 (2 puntos)**

Describe cualitativamente la unión PN abrupta. Dibuje el diagrama de bandas a lo largo de la unión, así como el perfil de carga, el campo eléctrico, potencial y la concentración de portadores.

**Problema 4 (3 puntos)**

Una unión abrupta de silicio, aproximada por una unión escalón, tiene un dopado de  $N_D=10^{15} \text{ cm}^{-3}$ ,  $N_A=5 \cdot 10^{15} \text{ cm}^{-3}$ , y una sección transversal ( $A$ ) de  $10^{-4} \text{ cm}^2$ . Suponga una aproximación por vaciamiento,  $V_A=0$  y  $n_i=10^{10} \text{ cm}^{-3}$ , y:

- Calcule  $V_{bi}$ .
- Calcule  $x_n$ ,  $x_p$  y la anchura total de la región de vaciamiento.
- ¿Cuál es la carga iónica positiva total en la región de vaciamiento?
- Calcule el campo eléctrico en  $x=0$ .
- Trace el diagrama de densidad de cargas y campo eléctrico respecto al eje  $x$  desplazado.
- Calcule los valores de  $n_p$  y  $p_n$  en las regiones masivas.
- Dibuje los diagramas de bandas de energía del dispositivo.
- ¿Qué porcentaje de  $W$  es la región de vaciamiento  $p$ , y cuál la región de vaciamiento  $n$ ?

**Problema 5 (2 puntos)**

En el caso de un diodo de unión escalón de silicio, mantenido a temperatura ambiente ( $T=300 \text{ K}$ ), éste es dopado de modo que  $E_F=E_V+2kT$  del lado  $p$ , y  $E_F=E_C-E_G/4$  del lado  $n$ ; la sección transversal  $A=10^{-3} \text{ cm}^2$ .

- Trace el diagrama de bandas de energía en equilibrio para este diodo.

Determine la tensión interna  $V_{bi}$ , como resultado simbólico y numérico. Haga  $kT=0,026 \text{ eV}$ .

**Problema 6 (3 puntos)**

Una unión escalón de silicio tiene  $N_A=5 \cdot 10^{15} \text{ cm}^{-3}$  y  $N_D=10^{15} \text{ cm}^{-3}$ ,  $D_N=33.75 \text{ cm}^2/\text{s}$ ,  $D_P=12.4 \text{ cm}^2/\text{s}$ ,  $n_i=10^{10} \text{ cm}^{-3}$ ,  $kT=0,026 \text{ eV}$ ,  $A=10^{-4} \text{ cm}^2$ ,  $\tau_p=0.4 \mu\text{s}$  y  $\tau_n=0.1 \mu\text{s}$ . Calcule:

- La corriente de saturación inversa debida a huecos.
- La corriente de saturación inversa debida a electrones.
- La corriente de saturación inversa,  $I_o$ .
- Si  $V_A=V_{bi}/2$ , calcule:
  - la concentración de huecos y la concentración de huecos inyectados en  $x_n$ .
  - la concentración de huecos en  $x'=L_p/2$ .