

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA

TECNOLOGÍA DE DISPOSITIVOS Y COMPONENTES

1P- 2018-19

Nombre:

Constantes: $KT/q = 0,025 \text{ V}$, $q = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$, $h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$, $4,14 \cdot 10^{-15} \text{ eV}\cdot\text{s}$, $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$

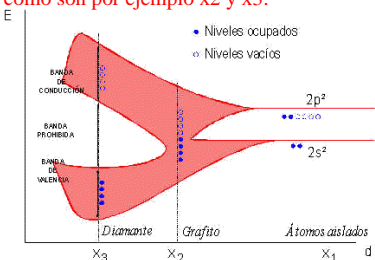
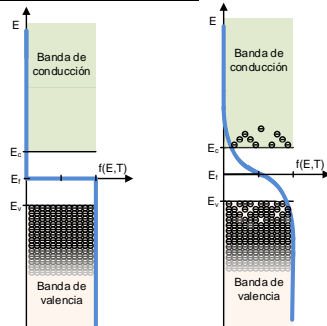
1. (1.5 pts) Se tiene un semiconductor (a temperatura ambiente) con $E_c = E_f + 0.3 \text{ eV}$ y $E_c = E_v + 1.10 \text{ eV}$, donde E_c es el mínimo de la banda de conducción, E_v el máximo de la banda de valencia y E_f el nivel de Fermi. La densidad efectiva de estado de la banda de conducción es $U_c = 3.28 \cdot 10^{19} \text{ estados cm}^{-3}$, constante para todo el rango de temperaturas. Siendo las masas efectivas de electrones y huecos iguales ($m_e = m_h$), responda.

a.- ¿Cuál es la concentración de huecos ?	$p_0 = 4.15 \cdot 10^5 \text{ cm}^{-3}$
b.- ¿Y de impurezas?	$N_d = 2,02 \cdot 10^{14} \text{ cm}^{-3}$
c.- Si calentamos el semiconductor hasta una temperatura T_1 a la cual la concentración intrínseca resulta ser $n_i = 2 \cdot 10^{19} \text{ cm}^{-3}$; ¿Cuál sería la concentración de huecos a esa temperatura T_1 ?	$p_0(T_1) = 2 \cdot 10^{19} \text{ cm}^{-3}$

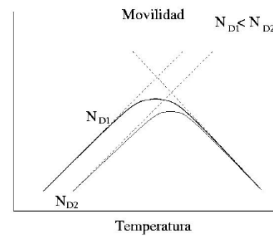
2. (1.5 pts) Suponiendo que la concentración de electrones del semiconductor fuese $n = 10^{15} \cdot e^{-x} \text{ cm}^{-3}$ (x en μm), los coeficientes de difusión de electrones y huecos son $D_n = D_p = 25 \text{ cm}^2/\text{s}$ a 300 K, y que se aplica un campo eléctrico al semiconductor $\xi = 2 \cdot 10^3 \text{ V/m}$. Responda.

a.- ¿Cuál es el flujo de difusión de electrones, ϕ_{dn} ?	$\phi_{dn} = Dn \cdot 10^{15} e^{-x} \cdot 10^4 \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1} = 25 \cdot 10^{19} e^{-x} \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$
b.- ¿Qué efecto provocaría sobre el flujo de difusión de electrones, ϕ_{dn} el hecho de que la concentración de éstos fuese $n = 10^{15} + 10^{15} e^{-x} \text{ cm}^{-3}$?	NINGUNO
c.- ¿Cuál es la conductividad de los electrones en el primer caso, para $x=0$?	$\sigma_n = q n \mu_n = 1.6 e^{-19} \cdot 10^{15} \cdot 25/0.025 = 0.16 \text{ S/cm}$

3. (1.5 pts) Responda a las siguientes cuestiones

<p>Represente los niveles energéticos de un semiconductor en el que sus N átomos se acercan, frente a la distancia interatómica. Indique de forma cualitativa, sobre la gráfica, cómo serían las distancias interatómicas características de un conductor y de un aislante.</p>	<p>Indicar dos distancias compatibles con un aislante y con un conductor, como son por ejemplo x_2 y x_3.</p> 
<p>Represente la distribución de Fermi Dirac, sobre el diagrama de bandas de energía de un semiconductor a una temperatura de 0K. ¿Qué efecto tendrá sobre esta gráfica el aumento de la temperatura? Dibújela de manera aproximada a una temperatura mayor que 0K.</p>	

Represente la movilidad (eje y) frente a la temperatura (eje x), en el **rango de las altas temperaturas**, para dos semiconductores distintos con dopados $N_{D1} < N_{D2}$. Justifique brevemente dicha gráfica



Solo la parte de pendiente negativa!

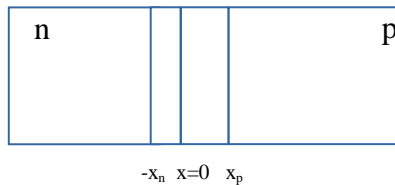
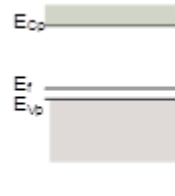
A altas temperaturas la dispersión dominante proviene de las vibraciones de la red cristalina, y por tanto es independiente del nivel de dopado, y decrece ya que al aumentar la temperatura, aumentan las vibraciones y decrece la movilidad.

4. (1 pts) Responda a las siguientes cuestiones

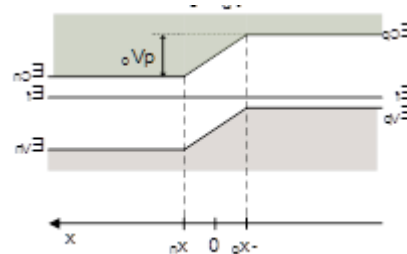
Dibujar el diagrama de bandas de energía de un SC tipo n con $E_g = 1$ eV, indicando los niveles energéticos E_g , E_c , E_v y E_i , y dónde se estima que se encuentre E_F .



Dibujar el diagrama de bandas de energía de un SC tipo p con $E_g = 1$ eV, indicando los niveles energéticos E_g , E_c , E_v y E_i , y dónde se estima que se encuentre E_F .



Dibujar el diagrama de bandas si se unen dichos semiconductores, **tal y como aparece en la figura**, en equilibrio térmico, indicando los niveles energéticos característicos E_{cn} , E_{vn} , E_{in} , E_{cp} , E_{vp} , E_{ip} , qV_o y E_F y relacionándolos con los niveles de los apartados anteriores.



5. (1 pts) Se tiene una unión pn de silicio ($E_g = 1,1$ eV y $n_i = 1,5 \cdot 10^{10} \text{ cm}^{-3}$) de sección $A = 10^4 \mu\text{m}^2$ en equilibrio térmico y a temperatura ambiente. El dopado en el lado n es $N_d = 2 \cdot 10^{17} \text{ cm}^{-3}$. Responda:

a.- ¿Cuánto debería ser el dopado en el lado p para que el potencial de contacto sea de $V_o = 0,7$ V a T ambiente?

$$N_a = 1.6 \cdot 10^{15} \text{ cm}^{-3}$$

b.- Si la profundidad de la zona de carga espacial en n es $x_n = 0,1 \mu\text{m}$, ¿Cuánto es la profundidad de la zona de carga espacial en p?

$$x_p = 12.5 \mu\text{m}$$

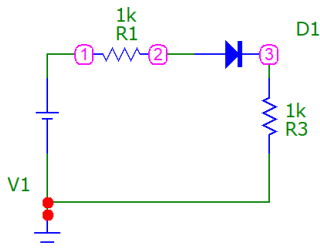
6. (1 pts) Se cuenta con el siguiente circuito. Los valores de las resistencias son $R_1 = 1 \text{ K}\Omega$ y $R_2 = 1 \text{ K}\Omega$ y se cuenta con los datos de la hoja característica que se adjunta. Se pide...

a.- Tensión V_1 para que pase por la resistencia R_3 una corriente de 3mA.

b.- Si se aplica una tensión $V_1 = -30\text{V}$, ¿qué potencia disipa el diodo?

a.- Suponiendo el diodo en conducción y obteniendo la caída de tensión en el diodo para esa corriente:
 $(V_1 - 0.675) \text{ V} / 2 \text{ k}\Omega = 3 \text{ mA} \rightarrow V_1 = 6.675 \text{ V}$

Como la corriente es positiva se confirma que el diodo está conduciendo



b.- El diodo está en inversa en este caso. Para la tensión aplicada la corriente se obtiene de las curvas de la hoja característica.

$$P = (-30) \cdot (-20 \times 10^{-9}) = 6 \times 10^{-7} \text{ W}$$

Typical Characteristics

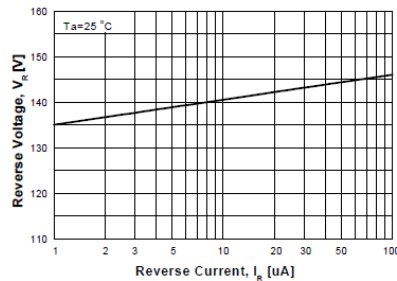


Figure 1. Reverse Voltage vs Reverse Current
BV - 1.0 to 100 uA

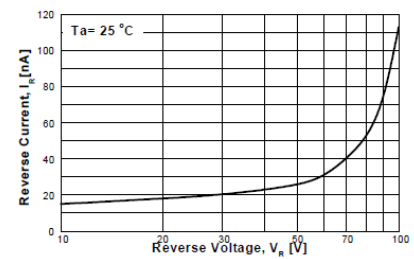


Figure 2. Reverse Current vs Reverse Voltage
IR - 10 to 100 V

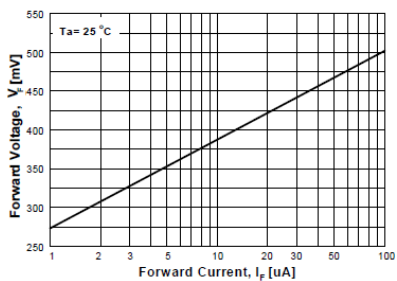


Figure 3. Forward Voltage vs Forward Current
VF - 1 to 100 uA

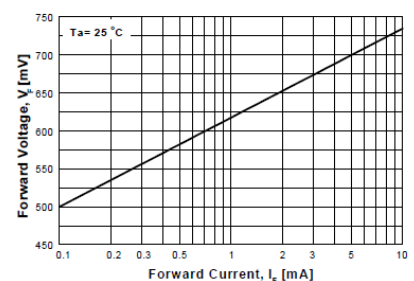


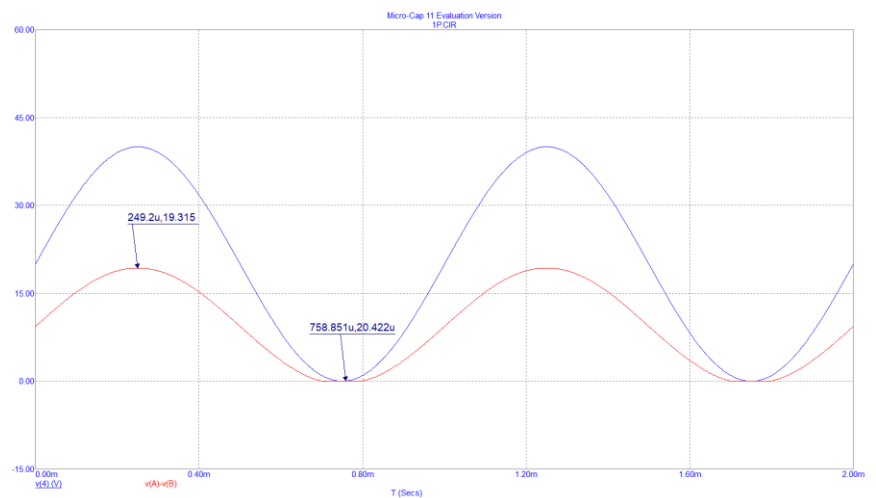
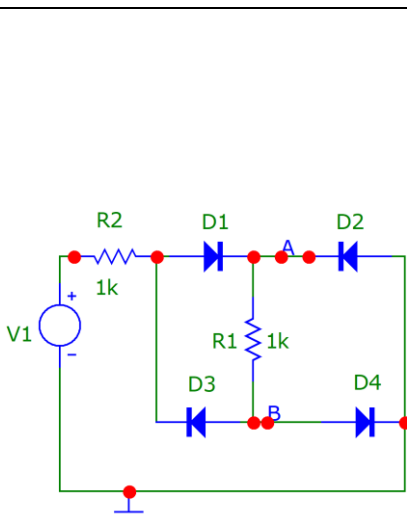
Figure 4. Forward Voltage vs Forward Current
VF - 0.1 to 10 mA

7. (1.5 ptos) Para el siguiente circuito rectificador, y siendo $R1=1 \text{ K}\Omega$, $R2=1 \text{ K}\Omega$, $V_F=0,7 \text{ V}$ y $V(t)$ una onda senoidal de valor $V1= 20+20 \sin(2\pi \cdot 1000 \cdot t)$. Se pide...

a.- Representar un periodo de la señal de entrada $V1$.

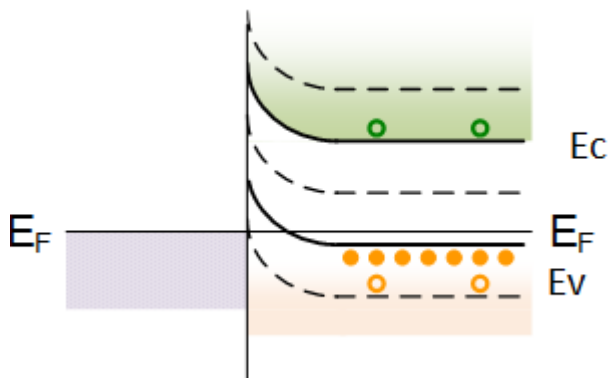
b.- Representar un periodo de la tensión de la resistencia $R1$ (V_A-V_B)

Indicar en ambas señales máximos, mínimos y periodo.



Solo era necesario dibujar un periodo

8. (1 pto) Represente el diagrama de energía en equilibrio térmico de una unión metal-SC, en el caso de que el SC sea tipo p y con una función de trabajo menor en el caso del SC que en el caso del metal. Indicar el nivel de Fermi, los extremos de las bandas en el semiconductor (E_c y E_v) y si corresponde a unión rectificadora u óhmica.



Unión óhmica