

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA
TECNOLOGÍA DE DISPOSITIVOS Y COMPONENTES
1er control 2020-21

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 pto) Se tiene silicio intrínseco con $E_g = 1.1 \text{ eV}$, que tiene masas efectivas de electrones y huecos iguales, y en el cual la densidad efectiva de estados, correspondiente a la banda de conducción, es constante, e igual a $U_c = 1,13 \cdot 10^{19} \text{ estados/cm}^3$. Se pide:

a.- Calcular la concentración de electrones .	$n_o = 3.15 \text{ e } 09 \text{ cm}^{-3}$
b.- Si se dopa con impurezas, y como resultado se desplaza el nivel de Fermi a la posición $E_F = E_v + 0.3 \text{ eV}$, de qué tipo de SC se trata. Razone su respuesta.	<i>Tipo p, pq EF está por debajo de Ei</i>

- 2) (1 pto) Conteste a las siguientes cuestiones breves:

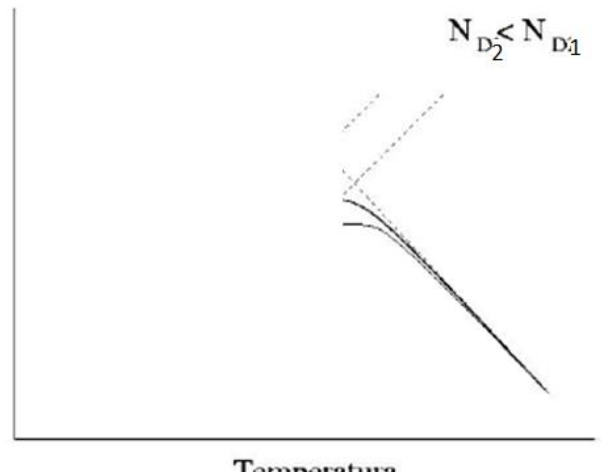
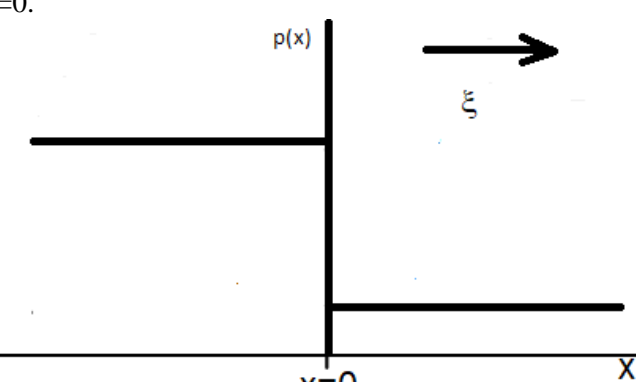
a.- Se cuenta con un SC dopado únicamente con impurezas donadoras, con una concentración de electrones de $1.5 \times 10^{10} \text{ cm}^{-3}$ y de huecos de 10^{10} cm^{-3} . ¿Qué valor de impurezas ionizadas tiene el SC si trabajamos a temperatura ambiente?	$N_d = 0.5 \text{ e } 10 \text{ cm}^{-3}$
b.- Teniendo en cuenta las figuras que se muestran a continuación correspondientes a un SC intrínseco con masas efectivas iguales, represente cualitativamente sobre las mismas que cambios se producirían, y explíquelos brevemente, si la masa del electrón fuese menor que la de los huecos . <i>La densidad de estados en la banda de conducción es menor, así que Ei se desplaza para arriba.</i> <i>Habría que modificar la densidad de estados de conducción haciéndola menor y dibujar que Ei se desplaza hacia arriba.</i>	

- 3) (1.5 pto) Se dopa un semiconductor (sección transversal $A = 10000 \mu\text{m}^2$, de longitud $100 \mu\text{m}$, $\mu_p = \mu_n = 10^3 \text{ cm}^2/\text{Vs}$, $n_i = 1,5 \cdot 10^{10} \text{ cm}^{-3}$.) con una concentración de impurezas aceptoras $N_a = 10^{15} \text{ cm}^{-3}$, homogénea en todo el material, y se le deja en equilibrio térmico. Se pide:

a.- Corriente difusiva de huecos en $x=0$	$I=0\text{A}$
---	---------------

b.- ¿Cuánto vale el coeficiente de difusión de huecos?	$D_p = 25 \text{ cm}^2/\text{s}$
c.- Volver a calcular el flujo difusivo si, en las mismas condiciones, el dopado es $N_a = 10^{15} (e^{-x/100}) \text{ cm}^{-3}$ medido x en μm , en el punto $x=10 \mu\text{m}$.	$\Phi_{dp} = -D_p \cdot dN_a/dx = (25 \cdot 10^{15} \cdot \exp(-10/100) \cdot 10^{-4}/100) = 2.3 \cdot 10^{18} \text{ cm}^{-2}\text{s}^{-1}$

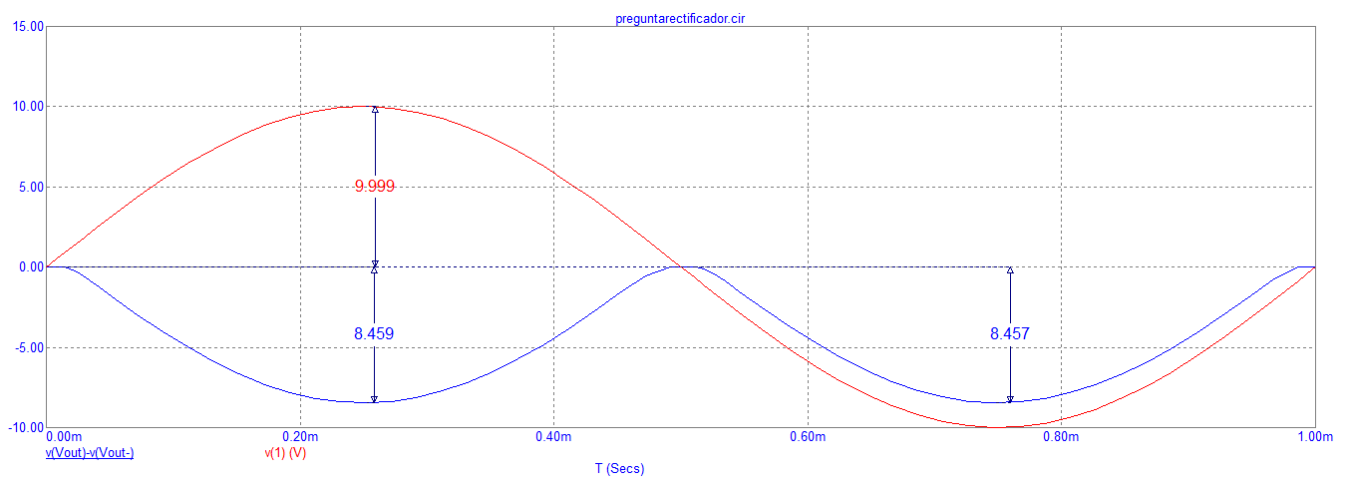
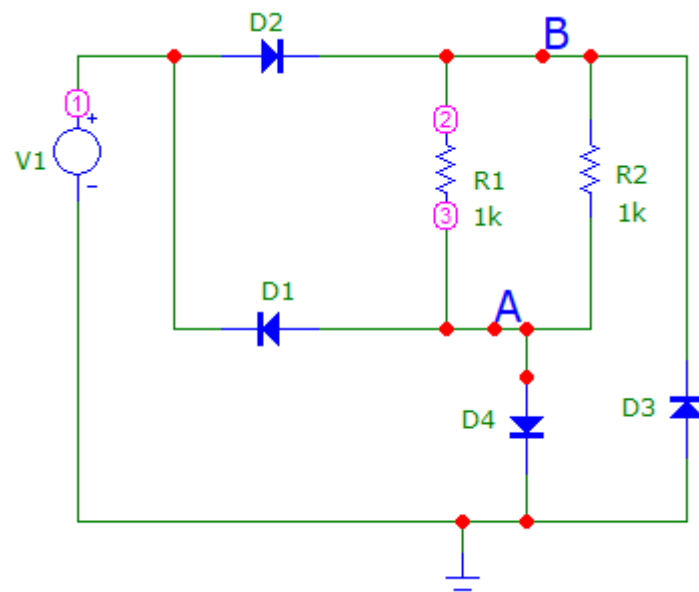
4) (1 pto) Responda a las siguientes cuestiones cortas:

 <p style="text-align: center;">Temperatura</p>	Represente en el cuadro de la izquierda, la gráfica que representa los tiempos de relajación con respecto a la temperatura, para dos SC con distinto dopado, siendo $N_{D1} > N_{D2}$, únicamente a altas temperaturas.		
<p>Se cuenta con el siguiente perfil de portadores p, y un campo eléctrico que se aplica sobre todo el material, con el sentido que se muestra en la figura. Indique en las columnas de la derecha el SENTIDO de los flujos y las corrientes de portadores, en el punto $x=0$.</p> 	Flujos → Flujo difusivo huecos → Flujo de arrastre huecos	Corrientes → Corriente difusiva huecos → Corriente de arrastre huecos	

5) (1.5 ptos) Las capacidades de transición y difusión de una unión pn en ausencia de polarización toman los valores $C_{jo} = 0.967 \text{ pF}$ y $C_{do} = 3.46 \times 10^{-8} \text{ pF}$, respectivamente. Datos: $A = 10^4 \mu\text{m}^2$, $\epsilon_s = 1.045 \text{ pF/cm}$, $n_i = 1.5 \times 10^{10} \text{ cm}^{-3}$, $I_0 = 9,8 \text{ nA}$, $\eta = 1$, $V_0 = 0,57 \text{ V}$, $N_d = 2 \times 10^{15} \text{ cm}^{-3}$ y $N_a = 10^{15} \text{ cm}^{-3}$. Se pide:

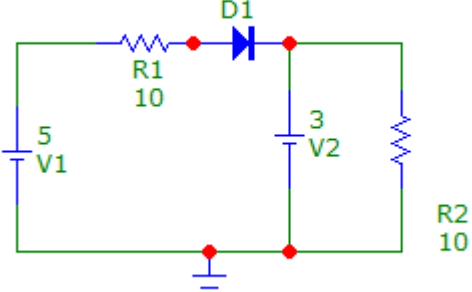
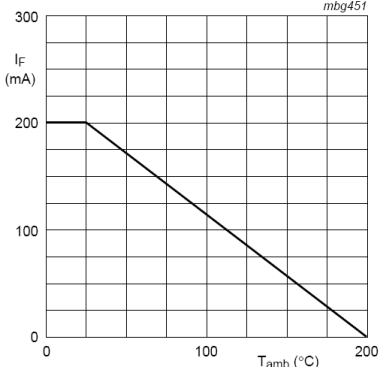
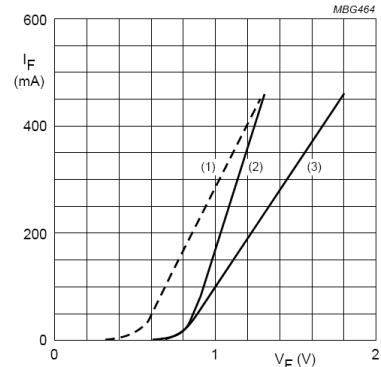
a.- Representa la expresión teórica de C_d en función de V_D , y calcule el valor numérico para $V_D = 0,6 \text{ V}$. $C_d = C_{do} e^{V_D/\Phi_T}$ $C_d = 916 \text{ pF}$	b.- La corriente máxima dinámica que atraviesa la unión si se le aplica una tensión $v_D(t) = 0.6 + 0.1 \cdot \sin(2\pi 1 \text{ Mt}) \text{ V}$. Si no se ha realizado el apartado anterior indique la ecuación teórica que habría que aplicar. $i_D = 916 \text{ pF} \cdot 0.1 \cdot 2 \cdot \pi \cdot 1 \text{ M} \cdot \cos(2\pi 1 \text{ Mt}) = 0.575 \text{ mA}$
--	--

- 6) (1.5 ptos) Se tiene el siguiente rectificador. La entrada es una señal senoidal de amplitud 10 V, y cuya frecuencia es 1 kHz. Los parámetros del circuito son: $R_1 = R_2 = 1\text{ k}\Omega$, y $V_F = 0,8\text{ V}$ para todos los diodos. Dibujar un periodo de la entrada (0.5 pto) y la salida (1 pto), que se define como **la tensión que cae en el nodo A, respecto al nodo B, es decir, $V_A - V_B$** , indicando los valores máximos, mínimos, y periodos involucrados.



- 7) (1.5 ptos) Calcular en el siguiente circuito:

- a.- Estado del diodo para $V_1 = 5\text{ V}$ y $V_2 = 3\text{ V}$ y su potencia disipada si trabajamos a temperatura ambiente. Dibuje para ello la recta de carga sobre la característica estática, e indique sobre la gráfica el punto de polarización de dicho diodo. Se trabaja a temperatura ambiente.
- b.- Calcular la temperatura máxima a la que podríamos trabajar con los valores obtenidos en el apartado anterior.

	<p>Estado del diodo</p> <p>ON</p> <p>recta de carga</p> $V_1 - V_D - V_2 / R_1 = I_D$ <p>Para $I_D = 0$, $V_D = 2\text{ V}$ Para $V_D = 0\text{ V}$, $I_D = 200\text{ mA}$</p> <p>Al representar la ecuación corta a la curva 2 por 100mA y 0,8V.</p> <p>Así que la potencia disipada es 80mW</p>
<p>GRAPHICAL DATA</p> <div data-bbox="148 792 632 1368">  <p>Device mounted on an FR4 printed-circuit board; lead length 10 mm.</p> <p>Fig.2 Maximum permissible continuous forward current as a function of ambient temperature.</p> </div> <div data-bbox="660 792 1144 1368">  <p>(1) $T_J = 175\text{ }^{\circ}\text{C}$; typical values. (2) $T_J = 25\text{ }^{\circ}\text{C}$; typical values. (3) $T_J = 25\text{ }^{\circ}\text{C}$; maximum values.</p> <p>Fig.3 Forward current as a function of forward voltage.</p> </div>	<p>Temperatura máxima 110°C</p>

8) (1 pto) Pregunta tema 5

Si al semiconductor del ejercicio 1 se le deposita una capa de plata, razone si la unión metal-semiconductora resultante tiene un carácter rectificador u óhmico.

Como la afinidad electrónica es 4.01 para el Si, pero hay que sumarle 0.8eV, de la distancia del E_f a E_c , la función de trabajo del metal es menor que la del SC. Al ser de tipo p, y la barrera Schottky afectar a los huecos, que son mayoritarios, el carácter es rectificador.

Afinidades electrónicas de algunos semiconductores.

semiconductor	Función de trabajo χ_{sc} [eV]
Ge, germanio	4.13
Si, silicio	4.01
GaAs, arseniuro de galio	4.07
AlAs, arseniuro de aluminio	3.5

Funciones de trabajo de algunos elementos	
Elemento	Función de trabajo ϕ_m [eV]
Ag, plata	4.26
Al, alumionio	4.28
Au, oro	5.1
Cr, cromo	4.5
Mo, molibdeno	4.6
Ni, niquel	5.15
Pd, paladio	5.12
Pt, platino	5.65
Ti, titanio	4.33
W, tungsteno	4.55