

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA**  
**TECNOLOGÍA DE DISPOSITIVOS Y COMPONENTES**  
**Convocatoria oficial 1P 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) **Dibuje** el diagrama de bandas de energía de un semiconductor dopado con impurezas  $N_a=10^{15}\text{cm}^{-3}$   $N_d=10^5 \text{ cm}^{-3}$ . Indique los valores exactos entre  $E_c$ ,  $E_v$ ,  $E_F$ ,  $E_i$  y las expresiones fundamentales para obtener dichos valores. ( $n_i= 1,5 \cdot 10^{10} \text{ cm}^{-3}$ ,  $E_g = 1,1 \text{ eV}$  y masas efectivas iguales  $m_h=m_e$ ).



2. (1 pto) Se trabaja con un SC tipo  $p$  fuertemente extrínseco, con una sección transversal  $A=10000 \mu\text{m}^2$ . Si se cuenta con un perfil de portadores correspondiente a  $n(x) = N_o e^{-\alpha x}$  ( $x$  en  $\mu\text{m}$ ). **Responda.** (Datos:  $n_i= 1,5 \cdot 10^{10} \text{ cm}^{-3}$ ,  $N_o=2 \cdot 10^{14} \text{ cm}^{-3}$ ,  $\alpha=0.05 \mu\text{m}^{-1}$ ,  $D_n = D_p = 25 \text{ cm}^2/\text{s}$ )

a.- ¿Cuánto es el flujo difusivo de electrones en $x=0$ ?	$\phi_{n(x)} = \alpha N_o D_n = 2,5 \cdot 10^{18} \text{ cm}^2 \text{ s}^{-1}$
b.- Si se deja en <b>equilibrio térmico</b> cuál será la corriente total neta	$I_T = 0 \text{ A}$

3. (0.5 ptos) La corriente de difusión de portadores se produce necesariamente si (indique la sentencia correcta):
- Se aplica un campo eléctrico
  - Hay una distribución no homogénea de portadores**
  - Se ha dopado de manera uniforme el SC
  - Se ha producido un incremento de temperatura
4. (0.5 ptos) Se puede afirmar (indique la sentencia correcta):
- La conductividad es inversamente proporcional a la movilidad.
  - La dispersión es inversamente proporcional al tiempo de relajación.**
  - La movilidad es inversamente proporcional al coeficiente de dispersión.
  - La movilidad es inversamente proporcional al tiempo de relajación.
5. (1 pto) Las capacidades de transición y difusión de una unión pn en ausencia de polarización ( $V_D=0\text{V}$ ) toman los valores  $C_{jo}=1,045 \text{ pF}$  y  $C_{do}=4.11 \times 10^{-8} \text{ pF}$ , respectivamente. Datos:  $A=10^4 \mu\text{m}^2$ ,  $\epsilon_s=1.045 \text{ pF/cm}$ ,  $n_i=1.5 \times 10^{10} \text{ cm}^{-3}$ ,  $N_d=3 \times 10^{15} \text{ cm}^{-3}$  y  $N_a=10^{15} \text{ cm}^{-3}$ . Se pide:

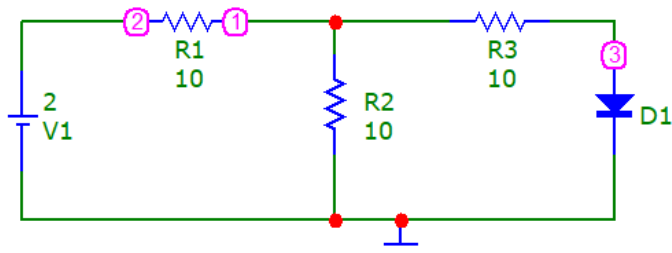
a.- Potencial de contacto $V_o = \frac{kT}{q} \ln\left(\frac{N_d N_a}{n_i^2}\right) \rightarrow V_o = 0.58 \text{ V}$	b.- Anchura total de la región de carga espacial $x_o$ si $V_D=0\text{V}$ $C_{jo} = \epsilon_s \frac{A}{x_o}$ <b><math>x=1 \mu\text{m}</math></b>
--	---

6. (0.5 ptos) En referencia a una unión pn se puede afirmar que (indique la sentencia correcta):

- La región de carga espacial depende de la tensión  $V_D$  aplicada sobre la unión.
- Las anchuras de carga espacial,  $x_n$  y  $x_p$ , son independientes del dopado.
- El potencial de contacto es independiente de la temperatura.
- Tiene carácter óhmico.

7. (1.5 pts) Calcular en el siguiente circuito:

- Estado del diodo** si la fuente  $V_1$ , de 2V, está suministrando 108 mA. **Dibuje** para ello la recta de carga sobre la característica estática (considerando valores típicos), y **calcule** los valores de corriente y tensión del diodo. **Marque** sobre la gráfica el punto de polarización de dicho diodo. Se trabaja a temperatura ambiente.
- Calcule** la potencia disipada por el diodo.



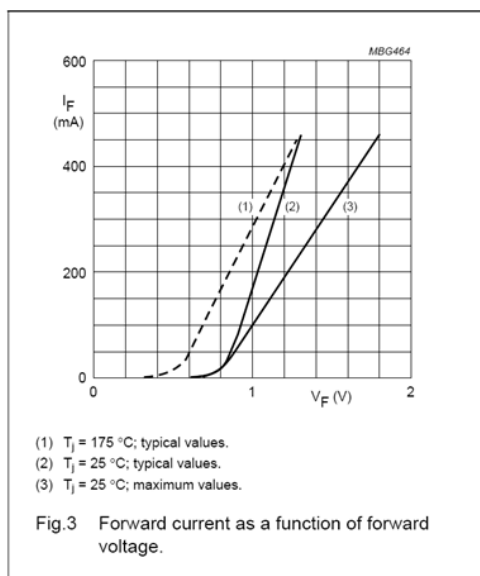
Estado del diodo

ON  
recta de carga  
 $V_d = 1 - 15 \cdot I_d$   
 $i_D = -60 \text{ mA/V} + 60 \text{ mA}$

Para  $I_d = 0$ ,  $V_d = 1 \text{ V}$   
Para  $V_d = 0 \text{ V}$ ,  $I_d = 60 \text{ mA}$

Al representar la recta de carga corta a la característica estática por el punto que aproximadamente se podría interpretar como: 20 mA y 0,8 V aproximadamente.

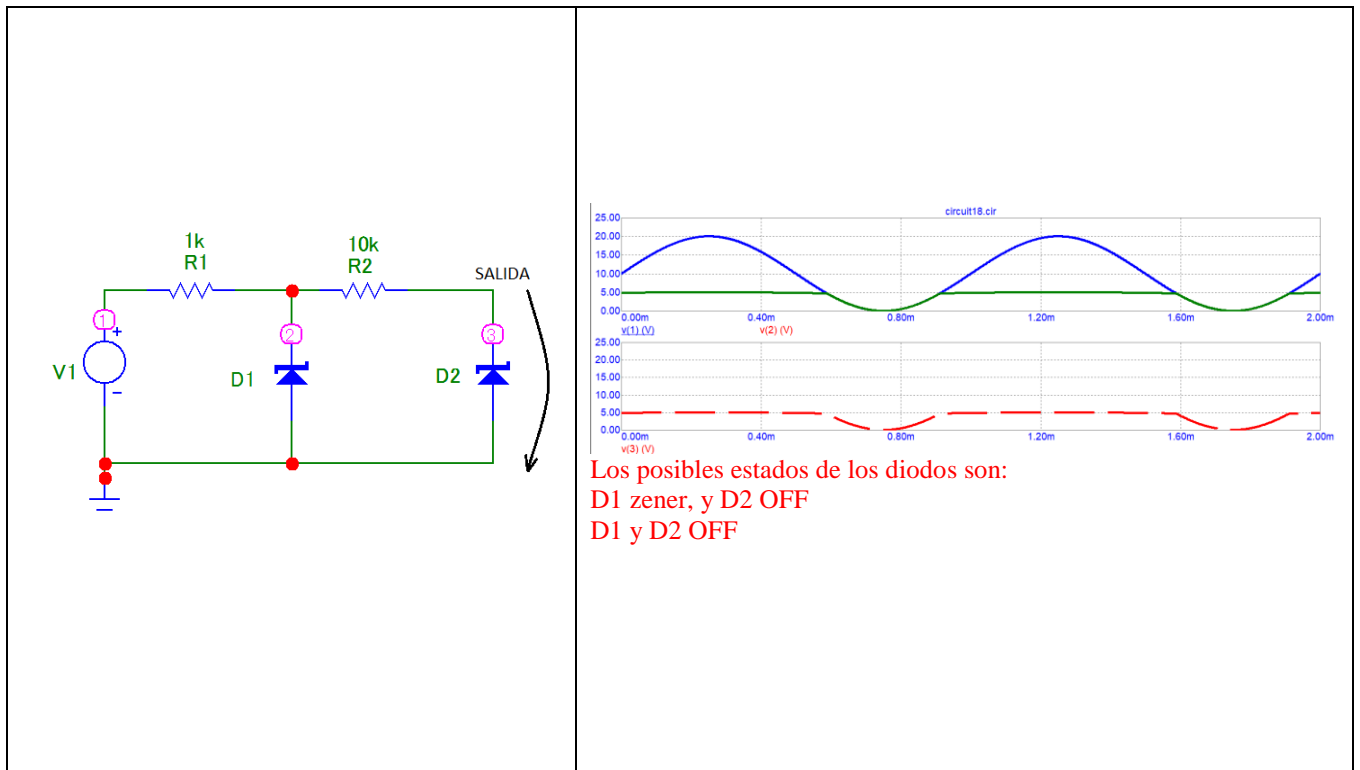
Calculando los valores con los datos del problema los valores del diodo dan  $V_d = 0,76 \text{ V}$  y  $I_d = 16 \text{ mA}$



La potencia disipada es  $P_d = 12,16 \text{ mW}$

8. (1.5 pts) Para el siguiente circuito rectificador, y siendo  $R_1 = 1 \text{ K}\Omega$ ,  $R_2 = 10 \text{ K}\Omega$ ,  $V_{F1}$  y  $V_{F2} = 0,7 \text{ V}$ ,  $V_{Z1} = 5 \text{ V}$  y  $V_{Z2} = 15 \text{ V}$ , y una onda senoidal de valor  $V_1 = 10 + 10 \sin(2\pi \cdot 1 \text{ k.t})$ . Se pide...

- Representar** un periodo de la señal de entrada  $V_1$ .
- Representar** un periodo de las tensiones del nodo 2 y de salida (nodo 3).  
**Indicar en ambas señales máximos, mínimos y periodo, y el estado de los diodos en cada zona.**



9. (1 pts) Sabiendo que el semiconductor del ejercicio 1 es silicio, indique qué metales de los proporcionados en la tabla adjunta darían una unión Metal-Semiconductor con carácter óhmico.

Como el semiconductor es tipo p, los huecos serán los portadores dominantes. La barrera Schottky debe aparecerles a los electrones para que el carácter de los huecos sea óhmico. Para eso, la función de trabajo del metal debe ser mayor que la del semiconductor

Función de trabajo del semiconductor (Si) = Afinidad electrónica +  $(E_c - E_f) = 4,02 \text{ eV} + (0,55 + 0,277) \text{ eV} = 4,85 \text{ eV}$

La función de trabajo del metal debe ser mayor que 4,85 eV, y por tanto serían válidos:

- Oro (5,1 eV)
- Níquel (5,15 eV)
- Paladio (5,12 eV)
- Platino (5,65 eV)

**Afinidades electrónicas de algunos semiconductores.**

semiconductor	Función de trabajo $\chi_{sc}$ [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 $\phi_m$ [eV]
Ag, plata	4.26
Al, aluminio	4.28
Au, oro	5.1
Cr, cromo	4.5
Mo, molibdeno	4.6
Ni, níquel	5.15
Pd, paladio	5.12
Pt, platino	5.65
Ti, titanio	4.33
W, tungsteno	4.55