

Soluciones a los EJERCICIOS: T4

- 1.- En una unión PN de silicio a $T = 300\text{K}$ con concentraciones, $N_A = 10^{17}\text{cm}^{-3}$ y $N_D = 10^{15}\text{cm}^{-3}$, calcular:
 - a) El potencial de contacto.
Sol.: $V_{bi}=0,7\text{V}$.
 - b) La anchura de la zona de carga espacial.
Sol.: $W=9,6 \cdot 10^{-6}\text{cm}$.
 - c) El campo eléctrico máximo.
Sol.: $E_m=1,5 \cdot 10^3\text{V/cm}$.

- 2.- Una unión PN de Si está dopada con $N_A = 10^{18}\text{cm}^{-3}$ y $N_D = 10^{15}\text{cm}^{-3}$. El área de la unión es $6 \cdot 10^{-4}\text{cm}^2$. En paralelo con la unión se coloca una inductancia de $2,2\text{mH}$. Calcular la frecuencia de resonancia del circuito para tensiones de polarización inversa $V_R = 1\text{V}$ y $V_R = 10\text{V}$.
Sol.: $f_R(V_R=1\text{V})=2,96 \cdot 10^5\text{Hz}$, $f_R(V_R=10\text{V})=4,66 \cdot 10^5\text{Hz}$.

- 3.- Considerar una unión PN inicialmente polarizada en directa con $V_F = 0,6\text{V}$ a 300K . Si se incrementa la temperatura a 310K ¿qué aumento de tensión se requiere para mantener constante la corriente a través de la unión?
Sol.: $\Delta V_F=0,02\text{V}$.

- 4.- Una unión PN de Si a $T = 300\text{K}$ tiene una sección $A = 10^{-3}\text{cm}^2$. Los niveles de dopaje son: $N_D = 10^{18}\text{cm}^{-3}$ y $N_A = 10^{16}\text{cm}^{-3}$; las vidas medias de los minoritarios son: $\tau_p = 10^{-8}\text{s}$ y $\tau_n = 10^{-7}\text{s}$, y los coeficientes de difusión: $D_p = 10\text{cm}^2/\text{s}$ y $D_n = 25\text{cm}^2/\text{s}$.
 - a) Calcular la corriente inversa de saturación.
Sol.: $I_0=5,3 \cdot 10^{-14}\text{A}$.
 - b) Si se polariza el diodo en directa con una tensión $V = 0,2\text{V}$, calcular el circuito equivalente de pequeña señal.
**Sol.: Circuito de pequeña señal: $r_d || C_J || C_D$,
 $r_d=2,16 \cdot 10^8\Omega$, $C_J=3,70 \cdot 10^{-11}\text{F}$, $C_D=4,63 \cdot 10^{-16}\text{F}$.**
 - c) Repetir el apartado b) para una tensión de polarización directa $V = 0,6\text{V}$.
Sol.: $r_d=42,5\Omega$, $C_J=6,25 \cdot 10^{-11}\text{F}$, $C_D=2,35 \cdot 10^{-9}\text{F}$.

- 5.- Una unión PN de Si a 300K tiene los siguientes parámetros: $N_D = 10^{16}\text{cm}^{-3}$, $N_A = 5 \cdot 10^{18}\text{cm}^{-3}$, $\tau_n = \tau_p = 1\mu\text{s}$ y $A = 10^{-2}\text{cm}^2$. Suponiendo que las dos zonas neutras son mucho más anchas que las longitudes de difusión, obtener la tensión que habrá que aplicar para que la corriente en polarización directa sea 1mA .
Sol.: $V_D=0,59\text{V}$.

- 6.- a) En una unión PN de Si con los siguientes parámetros: $D_p = 10\text{cm}^2/\text{s}$, $N_D = 10^{17}\text{cm}^{-3}$, $N_A \gg N_D$ y $\tau_p = 1\mu\text{s}$, calcular aproximadamente la carga por unidad de área almacenada a una polarización directa de $0,5\text{V}$.
Sol.: $Q_{pn}=2,57 \cdot 10^{-10}\text{C/cm}^2$.
 - b) Estimar el tiempo necesario para que la tensión en circuito abierto se reduzca a menos de 10mV una vez abierto el circuito.
Sol.: $t=1,9 \cdot 10^{-5}\text{s}$.

- 7.- La eficiencia de inyección de huecos se define como, $\gamma = J_p/(J_n+J_p)$.
- a) Demostrar que dicha eficiencia puede expresarse como $\gamma = 1/[1+\sigma_n L_p/(\sigma_p L_n)]$ donde σ_n y σ_p son las conductividades debidas a electrones y huecos y L_n y L_p son las longitudes de difusión de electrones y huecos.
- b) ¿Qué habrá que hacer con los dopajes para que γ se aproxime a la unidad?
- Sol.: $N_A \gg N_D$.**

- 8.- La característica I-V de un diodo es $I = 10^{-6}[\exp(V/V_T) - 1]A$. Se conecta dicho diodo a una fuente de tensión $V_S = 1,2V$ a través de una resistencia de 200Ω como se indica en la figura.

- a) Determinar la corriente que circula por el diodo y la caída de tensión entre sus extremos a 300K.

Sol.: $V_{DQ}=0,22V$, $I_{DQ}=4,9 \cdot 10^{-3}A$.

- b) Calcular la resistencia dinámica en el punto de trabajo.

Sol.: $r_d=5,3\Omega$.

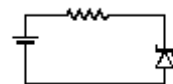


- 9.- La resistencia de pequeña señal de un diodo de Si a $T = 300K$ polarizado en directa es $r_d = 48\Omega$. Su corriente inversa de saturación es $2 \cdot 10^{-11}A$. Calcular la tensión de polarización directa que habrá que aplicar para obtener ese valor de r_d .

Sol.: $V_D=0,44V$.

- 10.- Un diodo Zener tiene una tensión de ruptura $V_Z = 10V$ y una resistencia dinámica en la región de ruptura $r_Z = 2\Omega$ y es capaz de consumir una potencia de $5W$ sin quemarse. Si se polariza con una tensión $V = 25V$ con una resistencia en serie, tal como se indica en la figura, ¿cuál deberá ser el valor de dicha resistencia R para que el diodo no se quemara?

Sol.: $R=31\Omega$.



- 11.- En una unión PN de Si a 300K la relación entre los dopajes a ambos lados es $N_D = 50N_A$ y su potencial de contacto es $V_{bi} = 0,75V$.

- a) Encontrar la relación entre las anchuras de las zonas de carga espacial a ambos lados de la unión, x_n/x_p (siendo $x_n+x_p = W$).

Sol.: $x_n/x_p=0,02$.

- b) Encontrar N_D y N_A .

Sol.: $N_A=3,98 \cdot 10^{15}cm^{-3}$, $N_D=1,99 \cdot 10^{17}cm^{-3}$.

- c) Determinar el campo eléctrico a polarización nula.

Sol.: $E_m=30kV/cm$.

- 12.- Una unión PN de Si a 300K con $N_A \gg N_D$ responde a la ecuación, $I = 10^{-9}[\exp(V/V_T)-1]A$. La vida media de los huecos en la región N es $\tau_p = 10^{-7}s$ y para una cierta polarización circula una corriente de $1mA$. Calcular:

- a) La tensión a la que se ha polarizado.

Sol.: $V_D=0,36V$.

- b) La carga almacenada a esa polarización.

Sol.: $Q=10^{-10}C$.

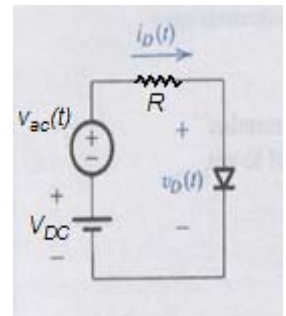
- c) La resistencia dinámica a esa polarización.

Sol.: $r_d=25,9\Omega$.

- d) La capacidad de difusión a esa polarización.

Sol.: $C_D=3,9 \cdot 10^{-9}F$.

13.- En el circuito de la figura el diodo responde a la ecuación $I = I_0[\exp(V/V_T)-1]$, donde $I_0 = 10^{-9}A$. La fuente de tensión continua es $V_{DC} = 10V$, la fuente de señal alterna es $v_{ac}(t) = 0,1V \cdot \text{sen}(\omega t)$ y la resistencia $R = 1K\Omega$.



a) Encontrar la caída de tensión continua en el diodo a 300K.

Sol.: $V_{DQ}=0,42V$.

b) Calcular la resistencia dinámica del diodo en el punto de trabajo.

Sol.: $r_d=2,7\Omega$.

c) Encontrar la caída de tensión alterna en el diodo despreciando las capacidades parásitas del mismo.

Sol.: $v_d(t)=2,7 \cdot 10^{-4}V \cdot \text{sen}(\omega t)$.

14.- Una unión PN de silicio a 300K ($V_T = 0,026V$) con $N_D \gg N_A$ responde a la ecuación: $I = 10^{-10}[\exp(V/V_T)-1]A$. La vida media de los electrones en la región P es, $\tau_n = 10^{-6}s$ y para una cierta polarización circula una corriente de 1mA. Calcular:

a) La tensión a la que se ha polarizado.

Sol.: $V_D=0,42V$.

b) La carga almacenada a esa polarización.

Sol.: $Q=10^{-9}C$.

c) La resistencia dinámica a esa polarización.

Sol.: $r_d=25,9\Omega$.

d) La capacidad de difusión a esa polarización.

Sol.: $C_D=3,9 \cdot 10^{-8}F$.