



Dispositivos Electrónicos I

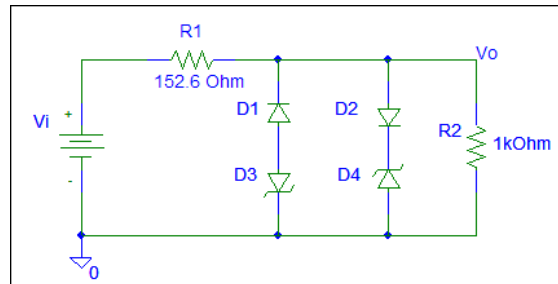
1º Ingeniería de Telecomunicación

Examen: 16 de Septiembre de 2008

1. Se considera una muestra de silicio con una densidad de impurezas donadoras $N_D = 10^{16} \text{ cm}^{-3}$.
 - (a) Calcular la energía para la cual la probabilidad de que un electrón ocupe un estado con esa energía es de 0.5. Obtener las concentraciones de electrones y huecos. **(0.7 puntos)**
 - (b) Supongamos que la muestra se ilumina uniformemente de forma que, una vez alcanzado el estado estacionario, se genera un exceso de pares electrón-hueco de 10^{15} cm^{-3} . Calcular las nuevas concentraciones de portadores y las posiciones de los pseudoniveles de fermi. **(0.7 puntos)**
 - (c) Calcular la conductividad de la muestra anterior para las dos situaciones descritas con anterioridad. **(0.6 puntos)**

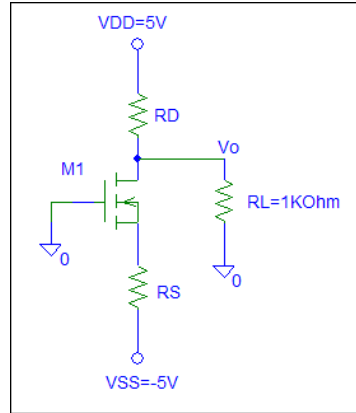
DATOS. $k_B = 8.6 \times 10^{-5} \text{ eV} \cdot \text{K}^{-1}$; $T = 300 \text{ K}$; $n_i = 1.45 \times 10^{10} \text{ cm}^{-3}$; $E_g = 1.12 \text{ eV}$; $N_C = 2.8 \times 10^{19} \text{ cm}^{-3}$; $N_V = 1.04 \times 10^{19} \text{ cm}^{-3}$; $\mu_n = 1200 \text{ cm}^2(\text{Vs})^{-1}$; $\mu_p = 380 \text{ cm}^2(\text{Vs})^{-1}$; $q = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$

2. (a) Dada una unión PN de silicio, se desea que el potencial barrera sea igual a $V_0 = 0.7 \text{ V}$. ¿Cuál debe ser la concentración de dopantes si ambas regiones se dopan con la misma concentración de impurezas? ¿Y si el lado N se dopa con una concentración de impurezas 10 veces superior a la del lado P? **(0.8 puntos)**
- (b) Dado el siguiente circuito, obtenga la característica de transferencia V_0 vs. V_I . Suponga los siguientes modelos lineales para los diodos: para D1 y D2, $V_\gamma = 0.5 \text{ V}$ y $R_D = 0 \Omega$; D3 y D4 son diodos zéner que cuando conducen en directa tienen $V_\gamma = 0.5 \text{ V}$ y $R_D = 0 \Omega$ y cuando conducen en inversa $-V_Z = 2.5 \text{ V}$ y $R_{ZD} = 20 \Omega$. **(1.2 puntos)**



DATOS $k_B = 8.6 \times 10^{-5} \text{ eV} \cdot \text{K}^{-1}$; $T = 300 \text{ K}$; $n_i = 1.45 \times 10^{10} \text{ cm}^{-3}$.

3. Se quiere diseñar el circuito de la figura empleando un transistor nMOSFET de silicio. Se requiere que la tensión umbral del transistor sea $V_T = 2$ V.



- (a) Calcular la capacidad del óxido por unidad de área necesaria para cumplir dicha especificación. La función trabajo del metal es $q\phi_m = 4.8$ eV. DATOS: $N_A = 10^{16} \text{ cm}^{-3}$, $q\chi_{\text{Si}} = 4.05$ eV, $\epsilon_{\text{Si}} = 11.9\epsilon_o$, $\epsilon_o = 8.85 \times 10^{-14} \text{ F/cm}$, $kT = 25.8$ meV, $n_i = 1.45 \times 10^{10} \text{ cm}^{-3}$, $E_g = 1.12$ eV, $N_C = 2.8 \times 10^{19} \text{ cm}^{-3}$, $N_V = 1.04 \times 10^{19} \text{ cm}^{-3}$, $q = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$. NOTA: $V_T = V_{FB} \pm 2\phi_F \pm \gamma\sqrt{2\phi_F}$, donde $\gamma = \frac{\sqrt{2\epsilon_{\text{Si}}qN_A}}{C_{ox}}$. **(1.4 puntos)**
- (b) ¿Qué valores deben tener las resistencias R_D y R_S para conseguir que $V_0 = 0$ V y que la corriente de drenador sea 1 mA? DATO: $\beta = 500 \mu\text{A/V}^2$ **(0.8 puntos)**
- (c) Si, empleando el mismo transistor, se realiza el mismo circuito pero con la fuente del MOSFET directamente unida a la fuente de tensión V_{SS} (esto es, $R_S = 0\Omega$), ¿cuál es el rango de valores que puede tomar la resistencia R_D de forma que el transistor opere en la región de saturación? **(0.8 puntos)**
4. El transistor bipolar que aparece en el circuito amplificador del lado izquierdo tiene una $\beta_F = 100$ siendo todos los condensadores de desacoplo.
- (a) Calcular la resistencia y la corriente de colector (R_C e I_C) teniendo en cuenta que la tensión colector emisor toma el valor $V_{CE} = 2$ V y $V_{BE-ON} = 0.8$ V. **(0.8 puntos)**
- (b) Obtener la ganancia del circuito en pequeña señal sin despreciar el efecto de ninguna resistencia. Suponga $V_t = 25.8$ mV. **(0.8 puntos)**
- (c) Calcular las distintas regiones de operación del transistor del circuito del lado derecho y la caída de tensión en la resistencia de 10Ω (V_0) cuando la tensión de la fuente de alimentación (V_1) varía entre -1 y 1 V. Suponer que el transistor utilizado es idéntico al de los otros dos apartados. **(0.8 puntos)**
- (d) El comportamiento del transistor en esta configuración se parece al de otro dispositivo electrónico. Indicar a cuál y por qué ocurre esto. **(0.6 puntos)**

