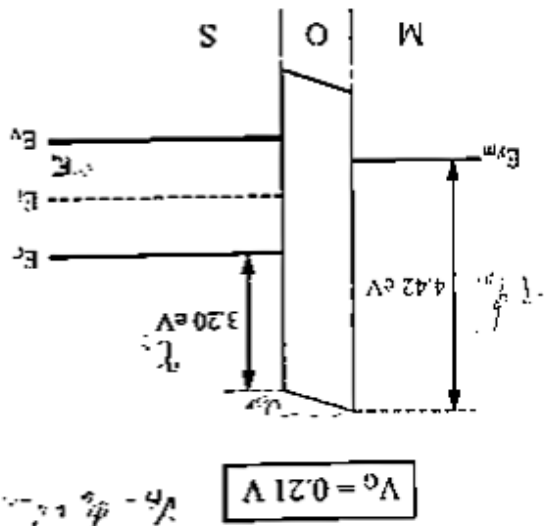
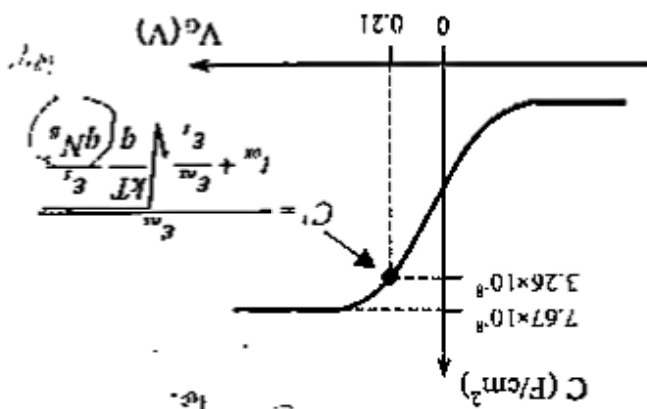


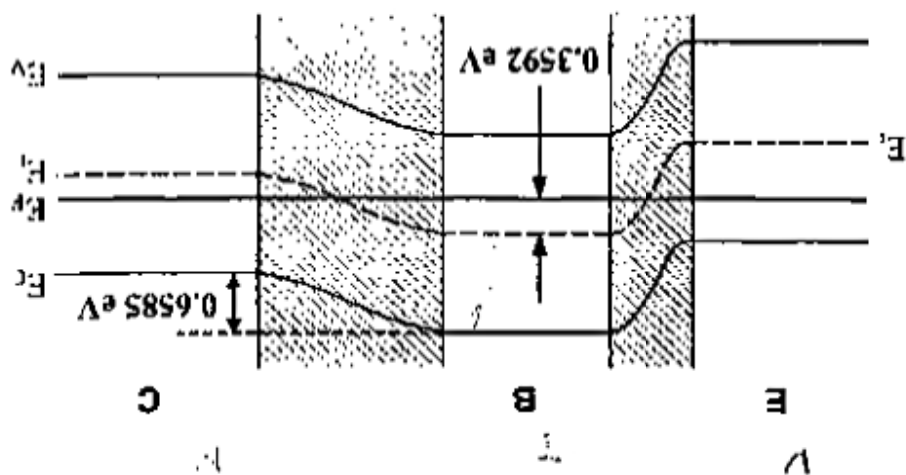
1. Se muestra a continuación la característica C-V de una estructura MOS en la que se destaca el punto correspondiente al estado mostrado en el diagrama de bandas de energía incompleto adjunto.



- a) Hallar el dopado del sustrato. N_A
- b) Hallar la densidad de cargas atrapadas en el óxido.
- c) Completar el diagrama de bandas energía con:
- Nivel de Fermi en el semiconductor, indicando su distancia con respecto al nivel de Fermi intrínseco.
 - Diferencia de potencial en el óxido.
- d) Indicar de forma razonada a qué tipo de MOSFET corresponde esta estructura.

2. Considerar un diodo de unión PN de Si con las siguientes características: $N_A = 10^{19} \text{ cm}^{-3}$, $N_D = 2 \times 10^{16} \text{ cm}^{-3}$, sección transversal de 2 mm^2 y tiempo de vida medio de minoritarios de 1 ns en ambas regiones.
- a) Calcular el plano de la región neutra N en el que la corriente de portadores mayoritarios es el triple de la corriente de portadores minoritarios para una polarización directa de 0.66 V .
- b) Calcular en dicho plano las distintas componentes de corriente de ambos tipos de portadores.
- c) Dibujar las distintas componentes de corriente de ambos tipos de portadores en la región neutra N.

1. En la figura inferior se muestra el diagrama de bandas de energía de un transistor BJT de silicio a 300 K. El transistor presenta, además, las siguientes características: contaminación de emisor 10^{17} cm^{-3} , área efectiva 0.01 mm^2 y tiempo de vida de minoritarios 0.1 ns en las tres regiones.



a) Indicar razonadamente el tipo de transistor que representa la figura.

El transistor se polariza en activa directa de tal modo que la magnitud de la corriente de colector es de 2.76 mA, mientras que la magnitud de la corriente asociada a los portadores inyectados de base a emisor es de 5.10 μA .

Se considerará despreciable la generación/recombinación en las zonas de carga espacial. En estas condiciones las corrientes de emisor y colector de un transistor NPN vienen dadas por las siguientes expresiones:

$$-I_E = qA \frac{D_{Bn} L_b}{L_b} \cdot \left[\frac{1}{\sinh \frac{W_B}{L_b}} \cdot \left(e^{qV_{BE}/kT} - 1 \right) - \frac{1}{\tanh \frac{W_B}{L_b}} \cdot \left(e^{qV_{BC}/kT} - 1 \right) \right] + qA \frac{D_{Bp} L_p}{L_p} \cdot \left(e^{qV_{BC}/kT} - 1 \right)$$

$$I_C = qA \frac{D_{Bn} L_b}{L_b} \cdot \left[\frac{1}{\sinh \frac{W_B}{L_b}} \cdot \left(e^{qV_{BE}/kT} - 1 \right) - \frac{1}{\tanh \frac{W_B}{L_b}} \cdot \left(e^{qV_{BC}/kT} - 1 \right) \right] - qA \frac{D_{Bp} L_p}{L_p} \cdot \left(e^{qV_{BC}/kT} - 1 \right)$$

b) Hallar la anchura efectiva de base en el punto de trabajo.

c) Hallar la polarización de la unión emisora.

d) Hallar la corriente de emisor.

e) Hallar los factores de ganancia, expresándolos en función de componentes de corrientes, y la ganancia β del transistor.

f) Dibujar cualitativamente el diagrama de bandas de energía del transistor en el punto de trabajo.

Utilizar las siguientes aproximaciones cuando sea conveniente:

$$\text{si } x \ll 1 \Rightarrow \sinh x \approx x$$

$$\text{si } x \ll 1 \Rightarrow \cosh x \approx 1 + \frac{1}{2}x^2$$