

## Ejercicio refuerzo Tema 1.1 Semiconductores

El rango de temperaturas de trabajo para un circuito digital de la familia 74 (uso civil) es de 0°C a 70°C, mientras que la familia 54 (uso militar) lo extiende desde -55°C hasta 125°C. Dado un semiconductor basado en Silicio:

$$N_C = 2.82 \cdot 10^{19} \text{ cm}^{-3}, N_V = 1.83 \cdot 10^{19} \text{ cm}^{-3}, E_g = 1.12 \text{ eV}, \mu_N = 1350 \text{ cm}^2/(\text{Vs}), \mu_P = 500 \text{ cm}^2/(\text{Vs})$$

NOTA: suponer que estos parámetros no dependen de la temperatura.

$$k = 86.2 \cdot 10^{-6} \text{ eV/K}, q = 1.6 \cdot 10^{-19} \text{ C}, T (\text{K}) = T (\text{°C}) + 273.15$$

- a) Calcular la resistencia  $\left(R = \frac{L}{\sigma A}\right)$  de un bloque de sección  $A = 0.5 \text{ cm}^2$  y longitud  $L = 1 \text{ cm}$  de material intrínseco a una temperatura de -55°C, 0°C, 27°C, 70°C y 125°C. Notar la fuerte dependencia de la resistencia con la temperatura.
- b) Calcular la conductividad del material a 27°C:
  - 1) dopado con  $10^{15}$  impurezas donadores por centímetro cúbico.
  - 2) dopado con  $10^{15}$  impurezas donadores por centímetro cúbico y  $10^{16}$  impurezas aceptadoras por centímetro cúbico.
  - 3) sin impurezas.
  - 4) dopado con  $10^{10}$  impurezas aceptadoras por centímetro cúbico.
  - 5) dopado con  $10^{15}$  impurezas donadores por centímetro cúbico, iluminado con una intensidad que triplica el número de electrones en banda de conducción respecto del caso sin iluminación.
  - 6) sin impurezas, iluminado con la misma intensidad del caso anterior.

Calcular el nivel de Fermi en los casos en los que sea posible.

- c) Un semiconductor dopado ofrece, si se cumpla la siguiente desigualdad, una conductividad independiente de la temperatura:

$$\text{Concentración de portadores mayoritarios} > 10 n_i$$

Calcular la temperatura máxima de trabajo para el caso b2. Si necesitamos una conductividad independiente de la temperatura, ¿Este material es válido para uso militar y civil, solo civil o ninguno de los dos?

### Solución

- a)  $R (27^\circ\text{C}) = 747 \text{ k}\Omega$
- b)
  - 1)  $\sigma = 0.216 \Omega^{-1} \text{ cm}^{-1}$
  - 2)  $\sigma = 0.72 \Omega^{-1} \text{ cm}^{-1}$
  - 3)  $\sigma = 2.677 \cdot 10^{-6} \Omega^{-1} \text{ cm}^{-1}$
  - 4)  $\sigma = 2.378 \cdot 10^{-6} \Omega^{-1} \text{ cm}^{-1}$
  - 5)  $\sigma = 0.808 \Omega^{-1} \text{ cm}^{-1}$
  - 6)  $\sigma = 0.592 \Omega^{-1} \text{ cm}^{-1}$
- c)  $T_{\max} = 367.77 \text{ °C}$