

ORDRE DES INGÉNIEURS DU QUÉBEC

SESSION DE MAI 2022

Toute documentation permise
Calculatrices: modèles autorisés seulement
Durée de l'examen : 3 heures

14-PH-A5 Dispositifs à semi-conducteurs et circuits

QUESTION 1 (20 points)

On considère une jonction pn en silicium à la température $T = 300 \text{ K}$. La zone n est dopée à $N_d = 1.4 \times 10^{16} \text{ atomes/cm}^3$ et la zone p à $N_a = 1.1 \times 10^{18} \text{ atomes/cm}^3$. On supposera que le nombre de porteurs du silicium intrinsèque est $n_i = 1.6 \times 10^{10} \text{ atomes/cm}^3$ et que la constante diélectrique relative du silicium vaut 11.7

Calculer :

- La hauteur de la barrière de la jonction en absence de polarisation. (4 points)
- Le nombre d'électrons dans la zone p et le nombre de trous dans la zone n . (8 points)
- L'épaisseur de la zone de déplétion de la région p et celle de la région n en absence de polarisation. (8 points)

Note : $e = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$, $k = 8.62 \times 10^{-5} \text{ eV/K}$ et $\epsilon_0 = 8.854 \times 10^{-12} \text{ F/m}$.

QUESTION 2 (20 points)

Soit le circuit de la figure 1. Sachant que $R_1 = 2.2 \text{ k}\Omega$, $R_2 = 47 \text{ k}\Omega$, $V^+ = 15 \text{ V}$, $V^- = -15 \text{ V}$ et le gain en boucle ouverte $A_o = 10^4$ déterminer la tension de sortie V_o et la différence $(v_+ - v_-)$ dans les cas :

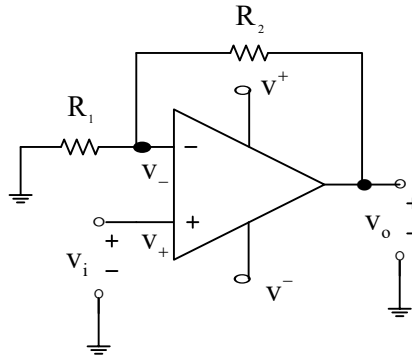


Figure 1

- a. $V_i = 0.5 \text{ V}$ (10 points)
- b. $V_i = 1 \text{ V}$ (10 points)

QUESTION 3 (20 points)

Pour le circuit de la figure 2, $R_1 = 10 \text{ k}\Omega$, $V_{D1} = 0.7 \text{ V}$, $V_R = 3 \text{ V}$, $v_i(t) = 12 \sin(2\pi \times 10^3 t)$ et $T = 1 \text{ ms}$:

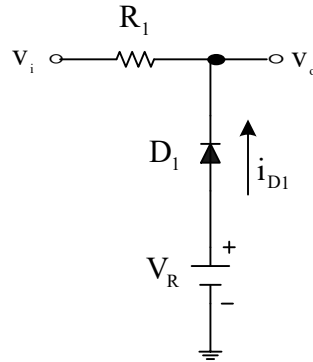


Figure 2

- Trouver et dessiner la tension $v_o(t)$ pour $0 \leq t \leq T$. (10 points)
- Trouver et dessiner le courant $i_{D1}(t)$ pour $0 \leq t \leq T$. (10 points)

QUESTION 4 (20 points)

Pour le circuit de la figure 3, $R_1 = 47 \text{ k}\Omega$, $R_2 = 82 \text{ k}\Omega$, $R_E = 1.5 \text{ k}\Omega$, $R_L = 1.5 \text{ k}\Omega$, $R_s = 10 \text{ k}\Omega$, $V_{CC} = 12 \text{ V}$, $V_{EB} = 0.7 \text{ V}$, $\beta = 100$, $V_T = 26 \text{ mV}$ et $r_0 = \infty$:

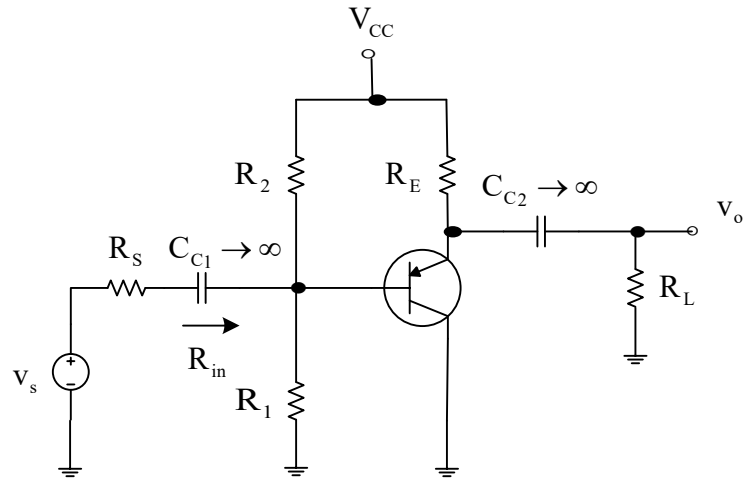


Figure 3

- Déterminer I_C et V_{EC} . (8 points)
- Déterminer R_{in} et $A_v = \frac{V_o}{V_s}$. (12 points)

QUESTION 5 (20 points)

Un CAN unipolaire à 10 bits, de fréquence maximale d'échantillonnage de 10 MHz, est caractérisé par un pas de conversion de 4.8 mV.

- a. Déterminer la plage de valeurs d'entrée du convertisseur. (8 points)
- b. Trouver le code en sortie si l'entrée vaut 2.59 V, pour une conversion par arrondi et pour une conversion par troncature. (8 points)
- c. Indiquer la durée de conversion selon la structure du CAN, à conversion simultanée et à pesées successives. (4 points)