

ORDRE DES INGÉNIEURS DU QUÉBEC

SESSION DE NOVEMBRE 2015

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 équilibre à la température $T=300$ K. Sachant que les densités de donneurs et d'accepteurs sont $N_d = 10^{16} \text{ cm}^{-3}$ et respectivement $N_a = 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ et la densité de porteurs intrinsèques est $n_i = 1.5 \times 10^{10} \text{ cm}^{-3}$ calculer :

- Les densités de porteurs libres dans chacune des régions (n_n , p_n , n_p et p_p). (10 points)
- La tension de diffusion V_d . (5 points)
- La largeur de la zone de charge d'espace W . (5 points)

Note : $e = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$, $k = 8.62 \times 10^{-5} \text{ eVK}^{-1}$ et $\varepsilon = 1.04 \times 10^{-12} \text{ F/cm}$.

QUESTION 2 (20 points)

Soit le circuit de la figure 1, $V_+ = 15 \text{ V}$, $V_- = -15 \text{ V}$, $V_1 = 8 \text{ V}$, $V_2 = 4 \text{ V}$, $R_1 = 10 \text{ k}\Omega$, $R_2 = 10 \text{ k}\Omega$ et $-15 \text{ V} \leq v_i \leq 15 \text{ V}$:

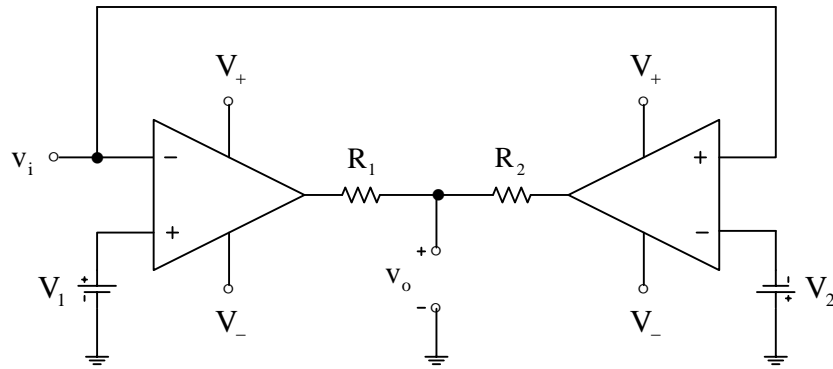


Figure 1

Trouver et dessiner la tension v_o en fonction de v_i . (20 points)

QUESTION 3 (20 points)

Pour le circuit de la figure 2, $R_1 = 5 \text{ k}\Omega$, $R_2 = 5 \text{ k}\Omega$, $V_{D1} = V_{D2} = 0.7 \text{ V}$, $V_1 = 3.3 \text{ V}$, $V_2 = 5.3 \text{ V}$ et $-10 \text{ V} \leq v_i \leq 10 \text{ V}$:

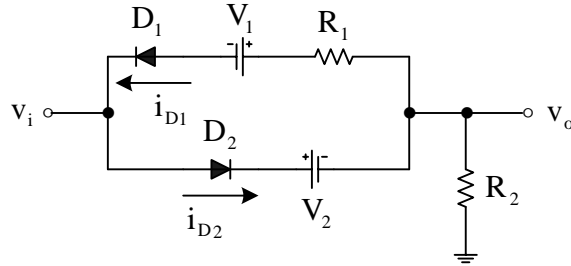


Figure 2

- Trouver et dessiner la tension v_o en fonction de v_i . (10 points)
- Trouver et dessiner les courants i_{D1} et i_{D2} en fonction de v_i . (10 points)

QUESTION 4 (20 points)

Pour les circuits de la figure 3a et 3b, $R_B = 1.2 \text{ k}\Omega$, $R_C = 180 \Omega$, $R_E = 180 \Omega$, $V_{CC} = 6 \text{ V}$, $v_{BE} = 0.7 \text{ V}$, $\beta_F = 50$ et chaque diode DEL D_1 et D_2 a une tension $V_f = 2 \text{ V}$ quand son courant est de 10 mA :

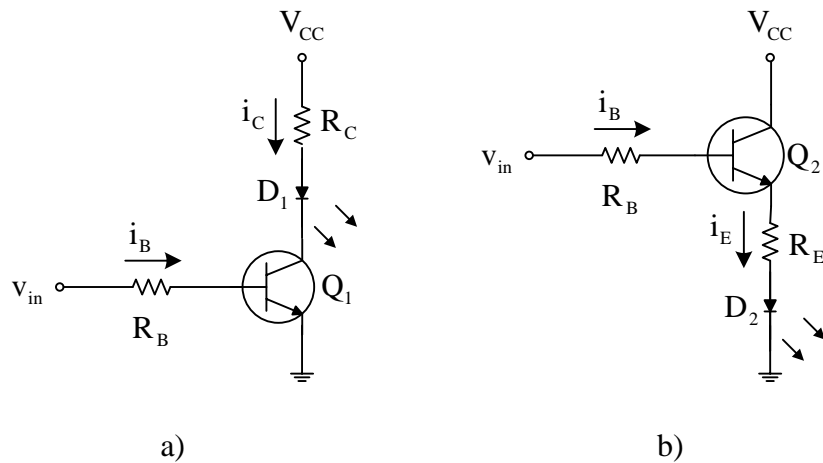


Figure 3

Déterminer, pour les deux circuits 3a et 3b, les valeurs de v_{in} et de v_{CE} si les courants dans les diodes sont de 10 mA . (20 points)

QUESTION 5 (20 points)

On considère un CAN (Convertisseur Analogique Numérique) qui code, par valeur inférieure, un enregistrement sonore, avec $n = 16$ bits et une fréquence d'échantillonnage $f_e = 44.1$ kHz. La plage de conversion des tensions d'entrée s'étend de 0 à 10 V. On demande :

- Calculer le pas de conversion Δ . (4 points)
- Si à l'instant t_k le signal d'entrée est u_k trouver, à la microseconde près, la durée qui sépare t_k de l'instant t_{k+1} , auquel on peut présenter le prochain échantillon de tension. (4 points)
- Déterminer la fréquence maximale du spectre du signal d'entrée qu'on peut convertir. (4 points)
- Donner le code binaire et hexadécimal quand on converti l'échantillon $u_k = 2.78$ V. (8 points)