

N.B/ (Il sera tenu compte de la présentation de la copie et de la qualité de la rédaction. Les résultats devront être encadrés. Des points seront attribués en conséquence).

Barème approximatif de notation : [PI/ 13 pts (1x13). PII/ 07 pts (3, 1, 1 ; 1, 1)].

Le sujet est constitué de deux parties indépendantes. Chaque partie du sujet doit être traitée sur des feuilles séparées.

Tous les amplificateurs opérationnels sont supposés parfaits. Ils sont alimentés par des tensions continues symétriques $\pm V_{cc} = \pm 15$ V. Leurs tensions de saturation sont $\pm V_{sat} = \pm 14$ V.

Première partie : ETUDE D'UN FONCTIONNEMENT LINEAIRE / NON LINEAIRE (Fig.1)

Le montage de la figure 1.a, peut fonctionner, suivant les valeurs des résistances, en régime linéaire ou non linéaire. Sa caractéristique de transfert est donnée à la figure 1.b.

- I.1. Donner l'expression du potentiel V^- en fonction de V_e , V_s , R_1 et R_2 .
 - I.2. Donner l'expression du potentiel V^+ en fonction de V_s , R_3 et R_4 .
 - I.3. Donner l'expression de ε en fonction de V_e , V_s , R_1 , R_2 , R_3 et R_4 .
 - I.4. On pose $m = R_1/R_2$ et $q = R_3/R_4$. Donner l'expression de ε en fonction de V_e , V_s , m et q .
 - I.5. L'AO fonctionne en régime linéaire si la pente de la droite $\varepsilon = f(V_s)$ est négative. Quel est alors la relation entre m et q et donc entre les résistances R_1 , R_2 , R_3 et R_4 ?
 - I.6. On choisit $q = 1$ et $m = 3$. Déterminer alors l'expression de $V_s(t)$.
 - I.7. L'AO fonctionne en régime non linéaire si la pente de la droite $\varepsilon = f(V_s)$ est positive. Quel est alors la relation entre m et q et donc entre les résistances R_1 , R_2 , R_3 et R_4 ?
- Pour la suite on considère le fonctionnement non linéaire de l'AO et on choisit $q = 3$ et $m = 1$.*
- I.8. Calculer ε en fonction de V_s et V_e .
 - I.9. Pour $V_e = -8$ V, calculer $\varepsilon = f(V_s)$. Tracer cette équation de $\varepsilon = f(V_s)$ sur la caractéristique de l'AO, $V_s = f(\varepsilon)$ de la figure 1.b. Que vaut alors V_s ? (Intersection des deux caractéristiques).
 - I.10. V_e augmente à partir de -8 V ; pour quelle valeur de $V_e = V_h$, y a-t-il basculement de la tension V_s ?
 - I.11. V_e diminue à partir de $+8$ V ; pour quelle valeur de $V_e = V_b$, y a-t-il basculement de la tension V_s ?
 - I.12. La tension $V_e(t)$ est représentée par la figure 1.c.
 - I.12.1. Tracer sur le même graphique $V_s = f(t)$ pour $0 \leq t \leq 2T$.
 - I.12.2. Représenter $V_s = f(V_e)$, flécher le sens de parcours et préciser les valeurs numériques caractéristiques de V_e et V_s . Quelle fonction remplit alors ce montage ?

Deuxième partie : ETUDE D'UN FILTRE ACTIF (Fig.2)

Le filtre de la figure 2, attaqué par une tension d'entrée $u_e(t)$, délivre à la sortie, en charge infinie, une tension $u_s(t)$. La capacité $C_1 = 10 \text{ nF}$.

II.1. Etablir l'expression de la fonction de transfert complexe de ce filtre $\underline{F}(jf)$ en régime harmonique sinusoïdal de pulsation ω et la mettre sous la forme :

$$\underline{F}(jf) = \frac{U_s}{U_e} = -k \frac{j(\frac{f}{f_0})}{1 + j(\frac{f}{f_0})} ; \text{Expliciter } K \text{ et } f_0 \text{ en fonction de } R_1, R_2 \text{ et } C.$$

II.2. Calculer R_1 et R_2 pour avoir une fréquence de coupure $f_0 = 5 \text{ kHz}$ et un gain statique $K = 2$.

II.3. Esquisser rapidement l'allure du diagramme de Bode. Quelle est la nature du filtre ?

II.4. On suppose maintenant que la tension d'entrée $U_e(t)$ est une tension périodique de fréquence $F = 2 \text{ kHz}$, qui possède la décomposition harmonique limitée aux quatre premiers termes suivants : $U_e(t) = U_{e0} + U_{e1} \sin(2\pi Ft + \phi_1) + U_{e2} \sin(2\pi 2Ft + \phi_2) + U_{e3} \sin(2\pi 3Ft + \phi_3)$

II.4.1. Identifier les différents termes de $U_e(t)$?

II.4.2. Quelle est alors l'expression de $U_s(t)$ à la sortie du filtre. Justifier votre réponse.

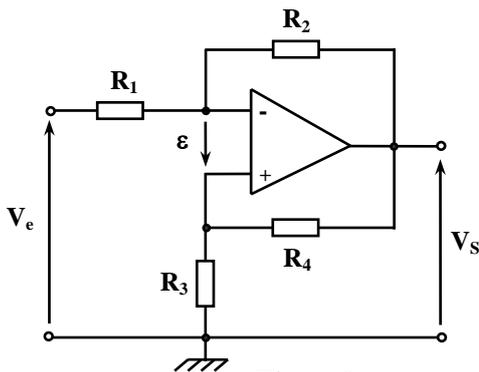


Figure 1.a

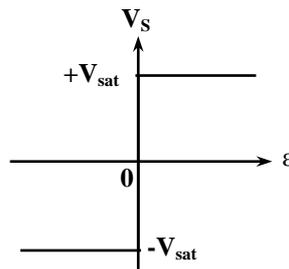


Figure 1.b

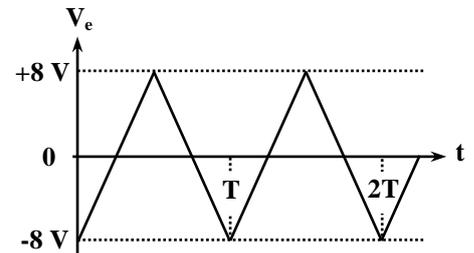


Figure 1.c

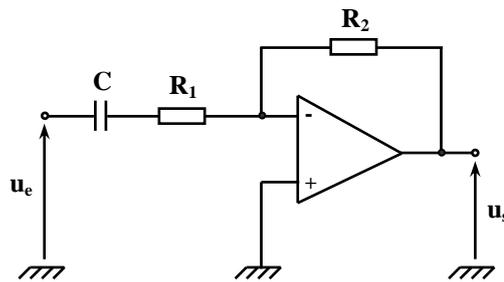


Figure 2

Bon Travail