

Licence "Sciences et technologie", mention "Sciences pour l'ingénieur"
Module ELPE31T "Électronique analogique"
Terminal, durée indicative 1h15 parmi 2h30

Document autorisé : une feuille A4 recto-verso manuscrite ou dactylographiée
Tableau relation matrices quadripôles

Calculatrice autorisée

Chaque candidat doit, en début d'épreuve, porter son nom dans le coin de la copie qu'il cachera par collage après avoir été pointé. Il devra, en outre, porter son numéro de place sur chacune des copies, intercalaires ou pièces annexées.

1 Question de cours (environ 7 points)

- 1. Quelle est la particularité de la matrice Y d'un quadripôle passif unilatéral ?
- 2. Indiquer les trois hypothèses de fonctionnement pour un amplificateur opérationnel idéal.
- 3. On considère un filtre passe-haut d'ordre 1 de fréquence de coupure f_c et de gain dans la bande passante G_0 . Dessiner le diagramme de Bode asymptotique en précisant la valeur du gain en dB pour la fréquence de coupure et la pente de la courbe du gain dans la bande atténuée.
- 4. Dans le cas d'un filtre du second ordre, donner la définition du facteur de qualité, on pourra pour cela rappeler l'expression du dénominateur de la fonction de transfert d'un filtre du second ordre.

2 Problème : amplificateur d'instrumentation (environ 13 points)

On considère le montage indiqué sur la figure (1). Les amplificateurs opérationnels sont supposés parfaits. Dans ce problème, l'expression de la fonction de transfert théorique du montage sera dans un premier temps établie. Dans un second temps on s'intéressera à la réponse en fréquence de celui-ci pour la réalisation d'un filtre passe-haut avec un gain en tension supérieur à 0 dB dans la bande passante.

2.1 Expression de la fonction de transfert du montage

On considère tout d'abord le montage réalisé autour de l'amplificateur opérationnel U3. Celui-ci utilise deux résistances identiques R_2 et deux impédances identiques Z_1 .

- 1. Dans le cas où l'impédance Z_3 est une résistance R_3 , redessiner le schéma en faisant apparaître les tensions v_S , v_A et v_B et en ne représentant pas le reste du circuit utilisant les amplificateurs opérationnels U1 et U2 et les résistances R_1 et R_2 .
- 2. A quel montage classique correspond le montage représenté dans la question 1 ? Quelle est la relation liant les tensions v_S , v_A et v_B en fonction de R_3 et R_4 .
- 3. Justifier brièvement que l'étude du circuit dessiné en 1 peut être effectuée indépendamment du circuit utilisant les amplificateurs opérationnels U1 et U2. Quelle(s) propriété(s) des montages à amplificateurs opérationnels idéaux fonctionnant en régime linéaire est(sont) utilisée(s) ?
- 4. En généralisant l'expression obtenue en 2 au cas d'une étude en régime sinusoïdal, quelle est la relation liant les nombres complexes $\overline{v_S}$, $\overline{v_A}$ et $\overline{v_B}$ en fonction de R_4 et Z_3 . Démontrer que :

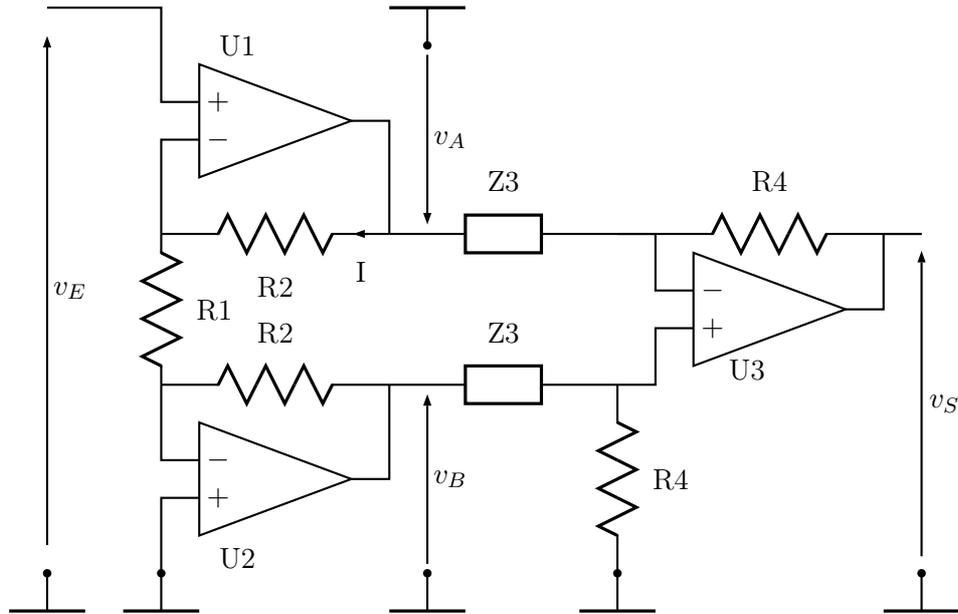


FIGURE 1 – Amplificateur d'instrumentation étudié dans le problème. Lorsque $Z3$ est constitué d'une résistance en série avec un condensateur. Le montage a un comportement de type filtre pass-haut.

$$\overline{v_S} = \frac{R4}{Z3}(\overline{v_B} - \overline{v_A})$$

- 5. Redessiner le circuit réalisé avec les amplificateurs opérationnels U1 et U2 en indiquant les tensions v_E , v_A et v_B et le courant I.
- 6. Quel est le courant circulant dans la résistance R1 et dans la résistance R2 utilisée autour de U2? Quelle propriété des amplificateurs opérationnels idéaux est utilisée pour justifier ce résultat?
- 7. Donner pour la résistance R1 et les deux résistances R2, l'expression du courant I en fonction des tensions $\overline{v_E}$, $\overline{v_A}$ et $\overline{v_B}$ et des résistances R1 et R2.
- 8. En déduire l'expression de $\overline{v_A}$ en fonction de $\overline{v_E}$ et celle de $\overline{v_B}$ en fonction de $\overline{v_E}$.
- 9. Démontrer alors que le transfert en tension du montage est donné par l'expression suivante :

$$\overline{v_S} = \left(1 + \frac{2 \cdot R2}{R1}\right) \cdot \frac{R4}{Z3} \cdot \overline{v_E}$$

2.2 Diagramme de Bode

Chaque impédance $Z3$ est constituée d'une résistance R en série avec un condensateur C. On note la fonction de transfert $\overline{T(j \cdot \omega)} = \overline{v_S} / \overline{v_E}$.

- 1. Donner l'expression de $\overline{T(j \cdot \omega)}$ en fonction de R, C, R1 et R2.
- 2. Mettre $\overline{T(j \cdot \omega)}$ sous la forme $G0 \cdot \frac{j\omega/\omega_c}{1+j\omega/\omega_c}$ et indiquer les expressions de $G0$ et ω_c .
- 3. Application numérique. On impose $C=159$ nF, $R2=2$ k Ω , $R4/R=2$. Calculer la valeur numérique de la résistance R pour que la fréquence de coupure soit égale à 1 kHz. Calculer la valeur numérique de la résistance R1 pour que $20 \cdot \text{Log}(G0) = 20$ dB.
- 4. Tracer le diagramme de Bode du filtre ainsi réalisé sur la feuille réponse à joindre dans votre copie.

Fiche réponse à joindre à la copie en indiquant votre numéro de table SVP.

Numéro :

