

Licence 2ème année Sciences pour l'ingénieur. Parcours EEA
Module ELPE31T "Électronique analogique"
Terminal, durée indicative 1h15 parmi 2h30

*Document autorisé : une feuille A4 recto-verso manuscrite ou dactylographiée
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.

Question de cours (5 points)

- 1. Indiquer les trois hypothèses de fonctionnement pour un amplificateur opérationnel idéal
- 2. Indiquer, dans un cas général, le type de bouclage à effectuer pour obtenir un fonctionnement linéaire d'un amplificateur opérationnel. Justifier brièvement votre réponse.
- 3. Quelles sont, en fonction des tensions d'alimentation notées VCC pour l'alimentation positive et VSS pour l'alimentation négative les valeurs des tensions présentes en sortie d'un amplificateur opérationnel fonctionnant en saturation ?
- 4. Donner la définition d'un filtre.
- 5. Quelle est la définition de l'ordre d'un filtre ?

Problème : Réalisation d'un filtre passe bande avec un facteur de qualité $Q > 1$ (15 points)

On rappelle que l'expression de la fonction de transfert d'un filtre passe-bande d'ordre 2 est donnée par :

$$T(j\omega) = \frac{H_0 \cdot \frac{1}{Q}(j\omega/\omega_0)}{1 + \frac{1}{Q}(j\omega/\omega_0) + (j\omega/\omega_0)^2} \quad (1)$$

Dans tout le problème, on cherche à obtenir $\omega_0/(2 \cdot \pi) = 5$ kHz et $Q=7$.

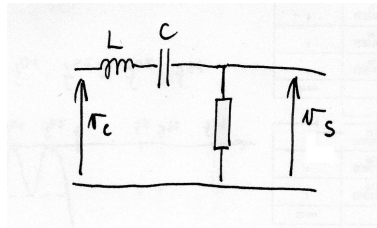
Pour vous guider, un système d'étoile (*, ** ou *** par ordre de difficulté) indique la difficulté estimée par le rédacteur de ce sujet d'examen des différentes parties ou de certaines questions.

1 Etude du diagramme de Bode dans le cas général (*)

- 1. Donner l'expression de la fonction de transfert $T(j\omega)$ quand $\omega \rightarrow 0$ en faisant apparaître un terme en puissance de $j\omega$
- 2. En déduire l'expression de $20 \cdot \text{Log} |T(j\omega)|$ (qui sera notée $|T_{dB}(j\omega)|$ par la suite) pour $\omega \rightarrow 0$
- 3. Donner l'expression de la fonction de transfert $T(j\omega)$ quand $\omega \rightarrow \infty$ en faisant apparaître un terme en puissance de $j\omega$
- 4. En déduire l'expression de $|T_{dB}(j\omega)|$ pour $\omega \rightarrow \infty$
- 5. Donner l'expression de $T(j\omega)$ pour $\omega = \omega_0$.
En déduire la propriété mathématique de cette expression et la conséquence de cette propriété sur le déphasage des signaux à l'entrée et à la sortie du filtre? (**)
- 6. Pour $H_0 = 1$, calculer les valeurs numériques de $|T_{dB}(j\omega)|$ pour les valeurs de pulsation indiquées dans le tableau que vous complétez (tableau donné dans la page à rendre avec la copie)
- 7. Donner sur le graphique joint (dans la page à rendre avec la copie) la représentation graphique du diagramme asymptotique de bode et les valeurs numériques calculées

2 Réalisation à l'aide de composants passifs (*)

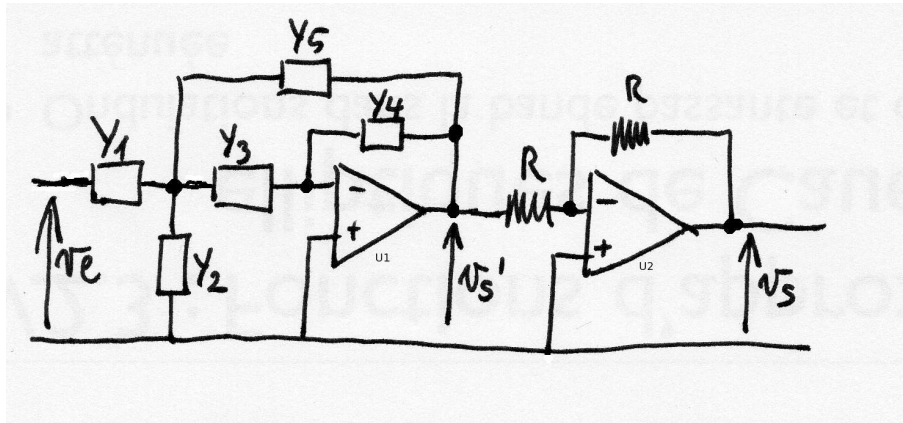
On considère le quadripôle représenté sur la figure suivante. On donne $L=100 \mu\text{H}$ et $C=10 \mu\text{F}$



- 1. Donner l'expression de la fonction de transfert v_s/v_e en fonction des éléments du montage.
- 2. En déduire les expressions des paramètres H_0 , Q et ω_0 définis dans l'équation (1).
- 3. Vérifier que la valeur numérique de ω_0 est conforme à la valeur souhaitée.
- 4. Quelle doit être la valeur de R pour que le facteur de qualité soit égal à 7?
- 5. La réalisation pratique de ce montage aboutit à une valeur de R inférieure à celle calculée précédemment. Pour quelle raison d'après vous?

3 Réalisation à l'aide de composants actifs (***)

Le schéma du montage est indiqué sur la figure suivante.



Il utilise deux amplificateurs opérationnels U1 et U2 et des dipôles linéaires. On suppose dans cette partie que les amplificateurs opérationnels sont parfaits et correctement alimentés. On note Y_i ($i=1\dots 5$) les admittances des dipôles utilisées dans chaque branche. Chaque dipôle est soit une résistance ($Y_i = 1/R_i$) soit un condensateur de capacité C_i ($Y_i = jC_i\omega$).

On rappelle que pour la structure de Rauch, l'expression du transfert en tension v'_s/v_e est :

$$\frac{v'_s}{v_e} = -\frac{Y_1 \cdot Y_3}{Y_3 \cdot Y_5 + Y_4 \cdot (Y_1 + Y_2 + Y_3 + Y_5)}$$

- 1. Donner l'expression de v_s/v'_s et préciser le rôle du montage ainsi réalisé autour de l'amplificateur opérationnel U2. (*)
- 2. En déduire l'expression de v_s/v_e et donner l'expression de la fonction de transfert pour $Y_1 = 1/R_1$, $Y_2 = 1/R_2$, $Y_3 = jC_3\omega$, $Y_4 = 1/R_4$ et $Y_5 = jC_5\omega$. (**)
- 3. Déterminer les expressions des paramètres H_0 , Q et ω_0 en fonction de R_1 , R_2 , C_3 , R_4 et C_5 . (***)
- 4 Pour $R_2 = R_1 = 1 \text{ k}\Omega$, $R_4 = 320 \Omega$ et $C_3 = C_5 = 100 \text{ nF}$, vérifier que le montage réalisé répond aux critères imposés pour les valeurs numériques de Q et ω_0 .
- 5. Dans la réalisation pratique de ce montage, pensez vous que les valeurs mesurées de Q et ω_0 seront conformes à celles prédites par l'étude théorique que vous venez de mener? Justifier bien évidemment votre réponse.

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

Numéro :

Tableau réponse

ω	$w_0/4$	$w_0/2$	$w_0/1,5$	$1,5 \cdot w_0$	$2 \cdot w_0$	$4 \cdot w_0$
$ T(j\omega) $						

Graphique réponse

