PARTIEL D'ÉLECTRONIQUE *(durée : 1h30)*
Document autorisé : 1 feuille A4 recto-verso.
Calculatrice autorisée

Les Amplificateurs Opérationnels utilisés dans les exercices de cet examen sont supposés idéaux.
Les exercices 1 et 2 peuvent être traités de manière indépendante.

Exercice 1 Filtre actif (14 points)

A. Exploitation d'un tracé dans le plan de Bode

On souhaite réaliser un filtre à base d'AOP dont la réponse dans le diagramme de Bode (partie module uniquement), est représenté est représentée à la **figure 1**.

1. Quelle est la nature de ce filtre ?
2. Relever la valeur du gain maximum G_{max}.
3. Relever la fréquence f_0 pour laquelle le gain est maximum.
4. Relever les valeurs des fréquences de coupure basse f_{c1} et haute et f_{c2}. En déduire la valeur du facteur de qualité Q de ce filtre donnée par la relation $Q = \frac{f_0}{f_{c2}-f_{c1}}$.
5. Calculer les pentes à basses et hautes fréquences (les détails du calcul sont demandés). En déduire l'ordre de ce filtre.

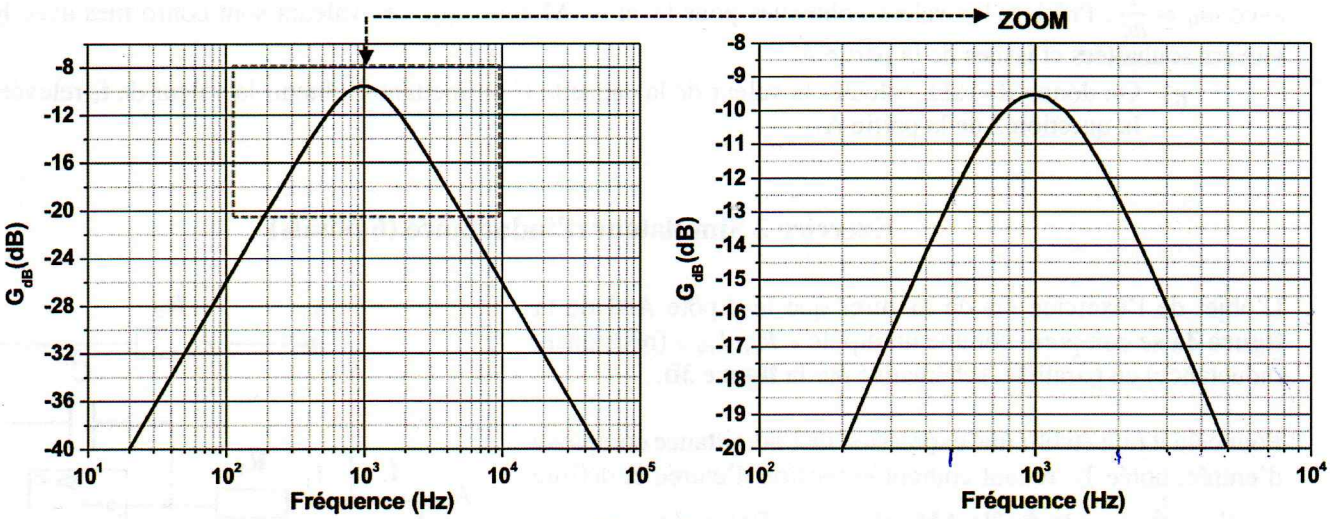

Figure 1.

B. Réalisation du filtre

Pour réaliser ce filtre on propose d'utiliser la structure de RAUCH représentée à la **figure 1** où U_e est la tension sinusoïdale de pulsation ω appliquée à l'entrée et U_s la tension de sortie.

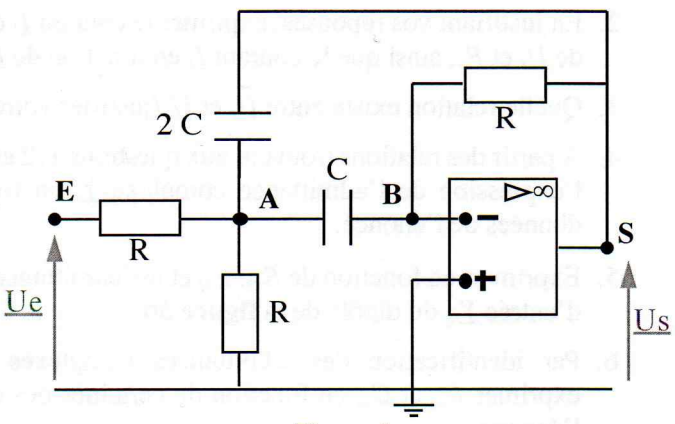

Figure 1.

Dans la suite :

- $\underline{V_E}$, $\underline{V_S}$, $\underline{V_A}$ et $\underline{V_B}$ représentent les potentiels associés respectivement aux points E, S, A et B du circuit.
- $\underline{Y_C}$ représente l'admittance associée à un condensateur de capacité C
- $\underline{Y_R}$ représente l'admittance associée à une résistance de valeur R

Attention : L'admittance associée à un condensateur de capacité 2C est égale à $2\underline{Y_C}$

1. **Comportement du filtre sans calculs**
   a) En considérant le comportement des condensateurs pour les pulsations nulles, redessiner le circuit et calculer la fonction de transfert $\underline{H}_{\omega=0}$ correspondante.
   b) En considérant le comportement des condensateurs pour des pulsations qui tendent vers l'infini, redessiner le circuit et calculer la fonction de transfert $\underline{H}_{\omega\to\infty}$ correspondante.
   c) En déduire que la nature du filtre est conforme à ce que l'on souhaite obtenir

2. **Calcul de la fonction de transfert**
   a) Rappeler les hypothèses de l'amplificateur idéal en régime linéaire.
   b) En appliquant théorème de Millman au nœud A, exprimer $\underline{V}_A$ en fonction de $\underline{V}_E$, $\underline{V}_S$, $\underline{V}_B$, $\underline{Y}_R$ et $\underline{Y}_C$
   c) En appliquant théorème de Millman au nœud B, exprimer $\underline{V}_B$ en fonction de $\underline{V}_A$, $\underline{V}_S$, $\underline{Y}_R$ et $\underline{Y}_C$
   d) De l'équation précédente déduire l'expression de $\underline{V}_A$ en fonction de $\underline{V}_S$, $\underline{Y}_R$et $\underline{Y}_C$
   e) En combinant les équations obtenues en b) et d) déduire que la fonction de transfert de ce filtre peut s'écrire sous la forme simplifiée :

$$\underline{H} = \frac{\underline{V_S}}{\underline{V_E}} = -\frac{\underline{Y_R}\,\underline{Y_C}}{2\underline{Y_C}^2 + \underline{Y_R}(3\underline{Y_C} + 2\underline{Y_R})}$$

   f) En remplaçant $\underline{Y}_C$, $\underline{Y}_R$ par leurs expressions, écrire la fonction de transfert sous la forme canonique:

$$\underline{H(j\omega)} = H_0 \frac{j\frac{\omega}{Q\omega_0}}{1 - (\frac{\omega}{\omega_0})^2 + j\frac{\omega}{Q\omega_0}}$$

avec $\omega_0 = \frac{1}{RC}$. Préciser les valeurs obtenues pour H_0 et Q. Montrer que ces valeurs sont conformes avec les valeurs souhaitées et issues de la partie A.

   g) On donne R=1kΩ, calculer la valeur de la capacité C permettant d'obtenir la valeur de f_0 relevée à la question 3 de la partie A.

Exercice 2 Simulateur d'inductance (6 points)

L'objet de l'exercice est de montrer que le dipôle **AM** de la **figure 3a** se comporte comme un dipôle « $R_{éq}$, $L_{éq}$ » (résistance, inductance) en parallèle, schématisé par la **figure 3b**.

Pour cela il faut établir une expression de l'admittance complexe d'entrée, notée $\underline{Y}_e$, reliant courant et tension d'entrée et définie par $\underline{Y}_e = \frac{\underline{I_e}}{\underline{U_e}}$, pour le dipôle **AM** schématisé **figure 3a**.

1. Quelle relation simple existe-t-il entre les courants $\underline{I}_e$, $\underline{I}_1$ et $\underline{I}_2$
2. En justifiant vos réponses, exprimer le courant $\underline{I}_1$ en fonction de $\underline{U}_e$ et R_1, ainsi que le courant $\underline{I}_2$ en fonction de $\underline{U}_e$, $\underline{U}_s$ et R_2
3. Quelle relation existe entre $\underline{U}_e$ et $\underline{U}_s$ (justifier votre réponse)
4. A partir des relations trouvées aux questions 1, 2 et 3, déduire l'expression de l'admittance complexe $\underline{Y}_e$ en fonction des données de l'énoncé.
5. Exprimer, en fonction de $R_{éq}$, $L_{éq}$ et ω l'admittance complexe d'entrée $\underline{Y}_{éq}$ du dipôle de la **figure 3b**.
6. Par identification des admittances complexes $\underline{Y}_e$ et $\underline{Y}_{éq}$, exprimer $R_{éq}$ et $C_{éq}$ en fonction de certaines des données de l'énoncé.
7. Quel est l'intérêt d'un tel montage ? Quel est l'inconvénient majeur ?

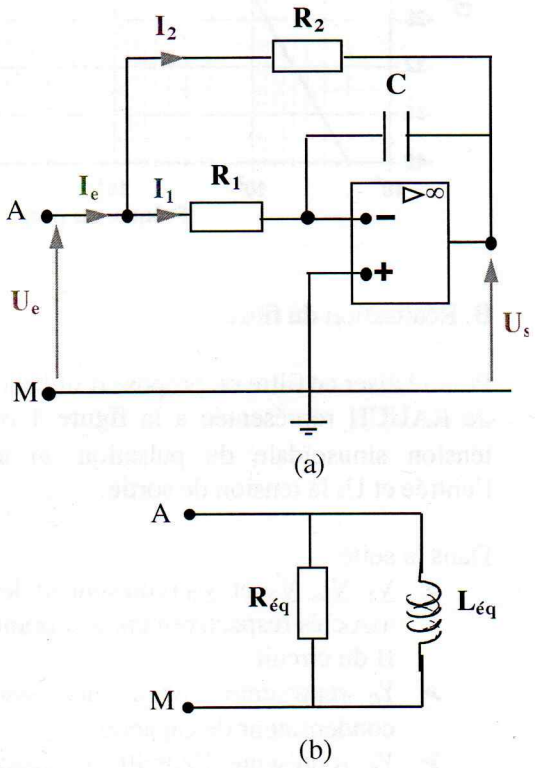

Figure 3.