

EXAMEN D'ÉLECTRONIQUE (durée : 1h30)
Document autorisé : 1 feuille A4 recto-verso

Les Amplificateurs Opérationnels utilisés dans les exercices de cet examen sont supposés idéaux. Les exercices 1, 2 et 3 peuvent être traités de manière indépendante.

Exercice 1 Réponse d'un comparateur à hystérésis à un signal sinusoïdal (5 points)

Le montage de la figure 1 représente un comparateur à hystérésis inverseur réalisé à partir d'un Amplificateur Opérationnel parfait dont les tensions de saturation sont symétriques $|U_{sat+}| = |U_{sat-}| = U_{sat} = 14V$

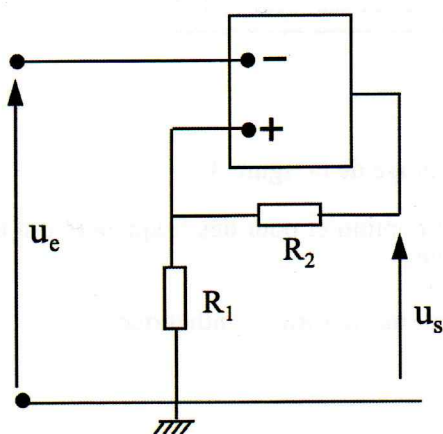


Figure 1.

1. Démontrer que ce comparateur possède deux seuils de basculement symétriques, appelés basculement bas U_{bb} et basculement haut U_{bh} , dont on donnera les expressions en fonction de R_1 , R_2 et U_{sat} .

2. Le signal $U_e(t)$ appliqué à l'entrée est un signal sinusoïdal d'expression $U_e(t) = 7 \sin(200\pi \times t)$
 On donne également $R_1 = 1 \text{ k}\Omega$ et $R_2 = 3 \text{ k}\Omega$.

Tracer sur le même graphe et pour plusieurs périodes, en précisant les échelles, les variations des tensions d'entrée $U_e(t)$ et de sortie $U_s(t)$.

Exercice 2 Simulateur d'impédance (5 points)

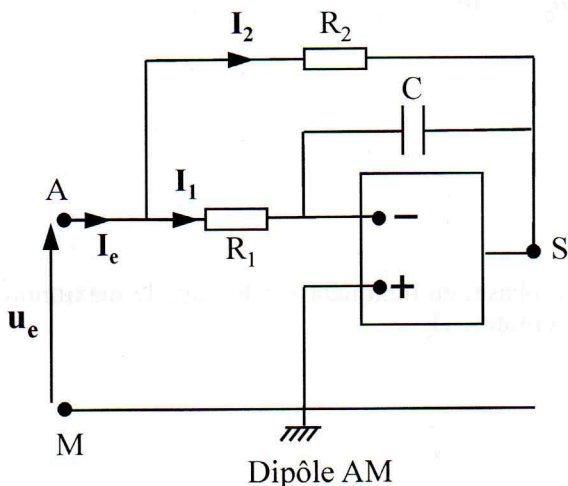


Figure 2.

On souhaite démontrer que le dipôle AM représenté à la figure 2, vu entre les points A et M, est équivalent à l'association en parallèle d'une inductance L_e et d'une résistance R_e .

Pour cela :

- Calculer l'admittance d'entrée du montage et la mettre sous la forme $Y_e = \frac{I_e}{U_e} = \frac{1}{R_e} + \frac{1}{jL_e\omega}$
- Donner les expressions de L_e et R_e en fonction de R_1 , R_2 et de C .

Exercice 3 Filtre actif (12 points)

On considère le montage de la figure 3 où $U_e(t)$ est la tension sinusoïdale appliquée à l'entrée et $U_s(t)$ la tension de sortie.

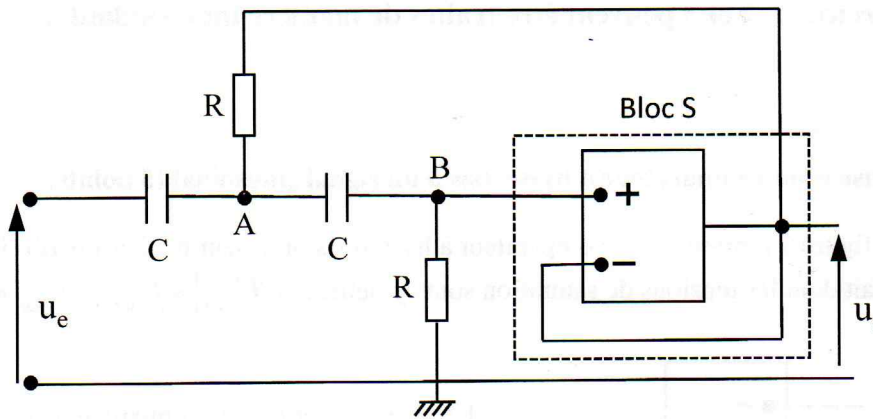


Figure 3.

1. Rappeler le nom et la fonction de transfert du bloc S du montage de la figure 3.
2. En considérant le comportement des condensateurs pour le continu et pour des fréquences qui tendent vers l'infini, prévoir la nature du filtre réalisé par ce montage.
3. Montrer que la fonction de transfert de ce filtre peut s'écrire sous la forme synthétique:

$$H = \frac{(Y_C)^2}{(Y_R + Y_C)^2}$$

où Y_R et Y_C représentent les admittances complexes associées respectivement à la résistance et au condensateur. Pour cela, l'application du théorème de Millman aux nœuds A et B du montage pourra être utile.

4. En remplaçant Y_R et Y_C par leurs expressions, écrire la fonction de transfert sous la forme :

$$H(j\omega) = A \frac{\left(j \frac{\omega}{\omega_0}\right)^2}{1 + 2m j \frac{\omega}{\omega_0} + \left(j \frac{\omega}{\omega_0}\right)^2}$$

en précisant les expressions de A, m et ω_0 .

5. Déterminer l'expression du gain en tension $G_{dB}(\omega)$.
6. Déterminer l'expression de la phase $\Phi(\omega)$.
7. Tracer l'allure du diagramme de Bode en gain et en phase, en indiquant sur le tracé le maximum de renseignements utiles (gain maximum, pentes et asymptotes...)