

Licence 2ème année Sciences pour l'ingénieur. Parcours EEA
Module EPE41T "Électronique analogique"
Terminal, durée : 1h30

*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.

Ce sujet comporte deux parties : certaines questions de cours sont utiles pour le problème. Ces deux éléments ne peuvent donc pas être traités de façon indépendantes.

Question de cours (7 points environ)

- 1. Dans le cas d'un amplificateur opérationnel réel, donner la relation existante entre la tension de sortie v_s et les tensions des entrées inverseuse et non inverseuse respectivement notées v_- et v_+ . On fera apparaître dans la relation le gain différentiel en tension A_D .
- 2. Indiquer les trois hypothèses de fonctionnement pour un amplificateur opérationnel idéal.
- 3. Rappeler la définition de la matrice de transfert [T] d'un quadripôle : on fera le schéma du quadripôle en faisant clairement apparaître les grandeurs électriques mises en jeu en entrée et en sortie du quadripôle. Indiquer la définition de la matrice [T] et les 2 relations existantes entre les paramètres de la matrice et les grandeurs électriques.
- 4. Rappeler la technique générale de calcul des éléments des matrices apparaissant dans la représentation matricielle des quadripôles. Utiliser cette technique pour rappeler la méthode de calcul des paramètres t_{ij} des éléments de la matrice de transfert d'un quadripôle.

Problème : Filtre passe-bas d'ordre 2 (13 points environ)

Question préliminaire

On considère un quadripôle avec une impédance de charge infinie (fonctionnement à vide du système). On note v_e la tension à l'entrée du quadripôle et v_s celle en sortie. On suppose connue la matrice de transfert de celui-ci (les éléments de la matrice sont notées t_{11} , t_{12} , t_{21} et t_{22}).

- 1. Donner l'expression du transfert en tension v_s/v_e dans ces conditions en fonction des éléments de la matrice de transfert et montrer que celle-ci s'écrit :

$$\frac{v_s}{v_e} = \frac{t_{11} \cdot t_{22} - t_{12} \cdot t_{21}}{t_{22}} \quad (1)$$

Le schéma électrique du filtre passe bas d'ordre 2 est donnée sur la figure 1. Il est constitué par la mise en cascade de deux cellules d'ordre 1, la première à base de composants passifs et la seconde utilisant un amplificateur opérationnel. Un amplificateur opérationnel est également câblé en suiveur. Les amplificateurs opérationnels sont supposés idéaux. On suppose également un fonctionnement en régime linéaire du circuit avec le signal d'entrée de type sinusoïdal.

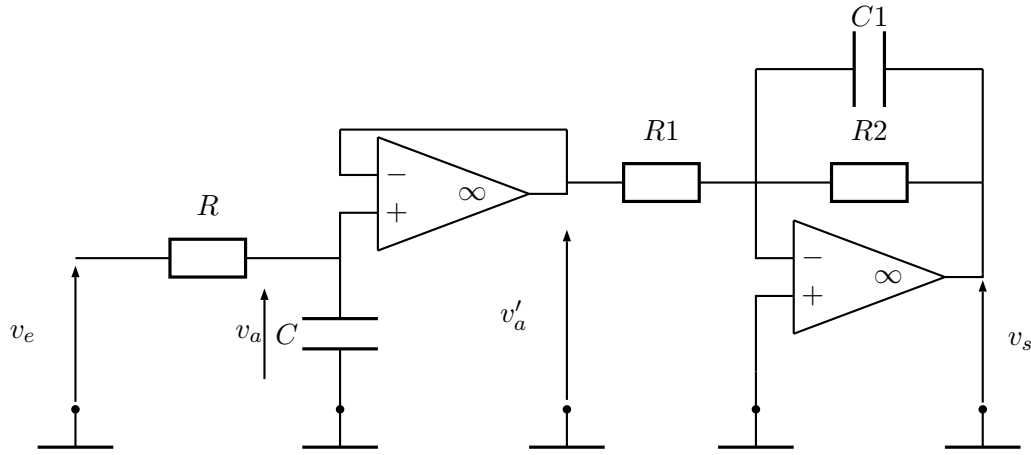


FIG. 1 – Filtre d'ordre 2 étudié

Etude de la cellule d'ordre 1 à base de composants passifs

Cette cellule est constituée de la résistance R et du condensateur C .

- 2. A l'aide de la technique générale, calculer les éléments de la matrice de transfert du quadripôle. Montrer que
 - $t_{11} = 1$
 - $t_{12} = -R$
 - $t_{21} = -j \cdot C \cdot \omega$
 - $t_{22} = (1 + j \cdot RC \cdot \omega)$
- 3. En utilisant le résultat de la question préliminaire, donner l'expression du transfert en tension v_a/v_e .

Etude de la cellule d'ordre 1 utilisant un amplificateur opérationnel

Cette cellule est constituée des résistances $R1$ et $R2$, du condensateur $C1$ et d'un amplificateur opérationnel.

- 4. Avec les hypothèses utilisées, donner l'expression du transfert en tension v_s/v'_a en utilisant les lois de Kirschhoff ou le théorème de Millman.
- 5. Dédurre des résultats obtenus aux questions 3 et 4 précédentes l'expression de la fonction de transfert v_s/v_e .
- 6. Précisez le rôle de l'amplificateur opérationnel câblé en suiveur.

Diagramme de Bode

Le filtre obtenu est un filtre passe-bas du second ordre. On rappelle que l'expression de la fonction de transfert d'un filtre du second ordre est :

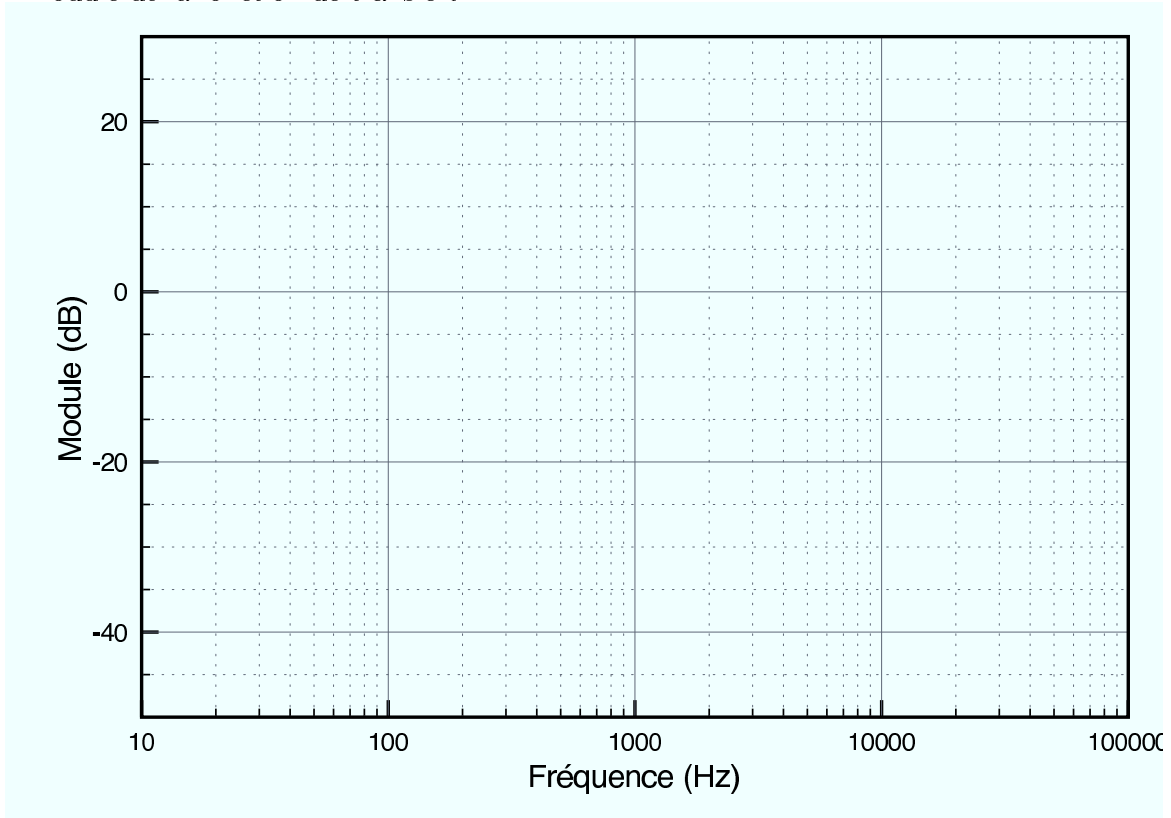
$$\frac{H_{PB}}{1 + \frac{1}{Q} \cdot \left(\frac{j\omega}{\omega_0}\right) + \left(\frac{j\omega}{\omega_0}\right)^2}$$

- 7. Par identification avec l'expression obtenue dans la question 5, donner les expressions des paramètres H_{PB} , ω_0 et Q
- 8 On donne $H_{PB} = 10$, $f_0 = \omega_0/(2 \cdot \pi) = 500 \text{ Hz}$ et 3. Tracer le diagramme de Bode sur la fiche réponse jointe au texte d'examen.

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

Numéro :

- Module de la fonction de transfert



- Argument de la fonction de transfert

