

Licence 2ème année Sciences pour l'ingénieur. Parcours EEA
Cours "Électronique"
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.

Question de cours (7/20 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. Pour obtenir un diagramme de Bode, préciser l'hypothèse utilisée sur le régime de fonctionnement du quadripôle caractérisé par le diagramme
- 4. Pour obtenir un diagramme de Bode, on utilise une relation mathématique liant les nombres complexes associés aux tensions à l'entrée et en sortie du quadripôle. Comment s'appelle cette relation ?
- 5. Qu'elles sont les deux représentations graphiques utilisées dans le diagramme de Bode. Pour chacune d'entre elles, on précisera correctement les grandeurs représentées en abscisses et en ordonnées ainsi que le type d'échelle utilisé.

Problème : Etude d'un filtre à l'aide d'une structure de Sallen-Key (13/20)

Dans ce problème, un filtre passe-bas du second ordre à composants actifs est étudié. Celui-ci est réalisé suivant une structure de Sallen-Key présentée sur la figure (1). Chaque dipôle de la figure caractérisé par son admittance Y_i consiste soit en une résistance, soit en un condensateur. Le quadripôle Q est un amplificateur de tension d'impédance d'entrée infinie et d'impédance de sortie nulle.

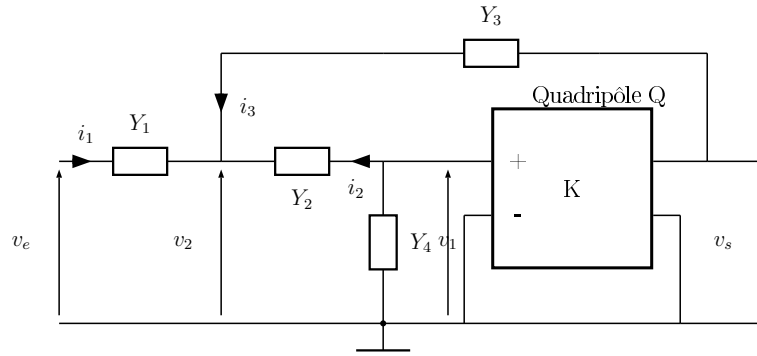


FIG. 1 – Structure de Sallen-Key

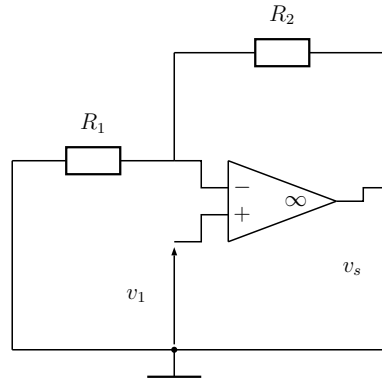


FIG. 2 – Amplificateur opérationnel câble en montage non-inverseur. L'AO est supposé idéal

1 Etude de l'amplificateur de tension

L'amplificateur de tension est réalisé à l'aide du montage présenté sur la figure (2). L'amplificateur opérationnel est supposé idéal et correctement alimenté (les alimentations continues du circuit ne sont pas représentées sur la figure).

- 1. Donner l'expression du gain en tension v_s/v_1 noté K en fonction des valeurs des résistances R_1 et R_2 .
- 2. Déterminer les valeurs numériques des résistances R_1 et R_2 permettant d'obtenir un gain en tension égal à 1
- 3. Ce type de montage permet il d'obtenir une impédance d'entrée infinie et une impédance de sortie nulle. Justifier votre réponse.

2 Etude du filtre

Dans toute cette partie, on suppose que le signal d'entrée est sinusoïdal, on peut donc utiliser la représentation en nombre complexe des grandeurs électriques. L'amplificateur opérationnel est supposé idéal et correctement alimenté (les alimentations continues du circuit ne sont pas représentées sur la figure).

2.1 Calcul de la fonction de transfert

Le texte guide pour établir les différentes expressions mathématiques permettant d'obtenir la fonction de transfert. Les étudiants peuvent soit suivre le texte d'examen en donnant les réponse aux questions 1 à 6, soit calculer par eux-même la fonction de transfert et donner

directement la réponse à la question 6 sans répondre aux questions 1 à 5.

- 1. Donner l'expression du courant i_1 en fonction des tensions v_e, v_2 et de l'admittance Y_1 .
- 2. Donner l'expression du courant i_2 en fonction des tensions v_1, v_2 et de l'admittance Y_2 .
- 3. Donner l'expression du courant i_3 en fonction des tensions v_s, v_2 et de l'admittance Y_3 .
- 4. Que vaut la somme des courants i_1, i_2 et i_3 au noeud A. Cette expression sera notée (A) par la suite.
- 5. Calculer les transferts en tension entre les tensions v_1 et v_2 et entre les tensions v_1 et v_s . En déduire les relations (notées (B) et (C)) existantes entre v_1 et v_s et entre v_2 et v_s .
- 6. A l'aide des expressions (B) et (C), éliminer les tensions v_1 et v_2 de l'expression (A) pour obtenir l'expression de la fonction de transfert v_s/v_e .
- 7. Simplifier la relation dans le cas où $K = 1$.

2.2 Diagramme de bode d'un filtre passe-bas d'ordre 2

On réalise un filtre passe-bas d'ordre 2 en choisissant $Y_1 = 1/R_1, Y_2 = 1/R_2, Y_3 = j \cdot C_3 \cdot \omega$ et $Y_4 = j \cdot C_4 \cdot \omega$ et $K = 1$. La fonction de transfert $T(j\omega)$ a alors pour expression :

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

On donne $H_0 = 1$ et $Q = 5$.

- 1. Déterminer l'expression du module $|T(j\omega)|$. Que devient cette expression pour $\omega = 0$ et pour $\omega \gg \omega_0$.
- 2. Compléter la table donnée sur la fiche réponse jointe au texte d'examen.
- 3. Tracer sur le graphique de la fiche réponse jointe au texte d'examen les points calculés dans la question précédente ainsi que l'évolution asymptotique déduite de la question 2.2.1.
- 4. Déterminer l'expression de l'argument $arg(T(j\omega))$. Que devient cette expression pour $\omega = 0$ et pour $\omega \gg \omega_0$.
- 5. Compléter la table donnée sur la fiche réponse jointe au texte d'examen.
- 6. Tracer sur le graphique de la fiche réponse jointe au texte d'examen les points calculés dans la question précédente ainsi que l'évolution asymptotique déduite de la question 2.2.1.
- 7. Donner les expressions de ω_0 et Q en fonction des éléments du montage.

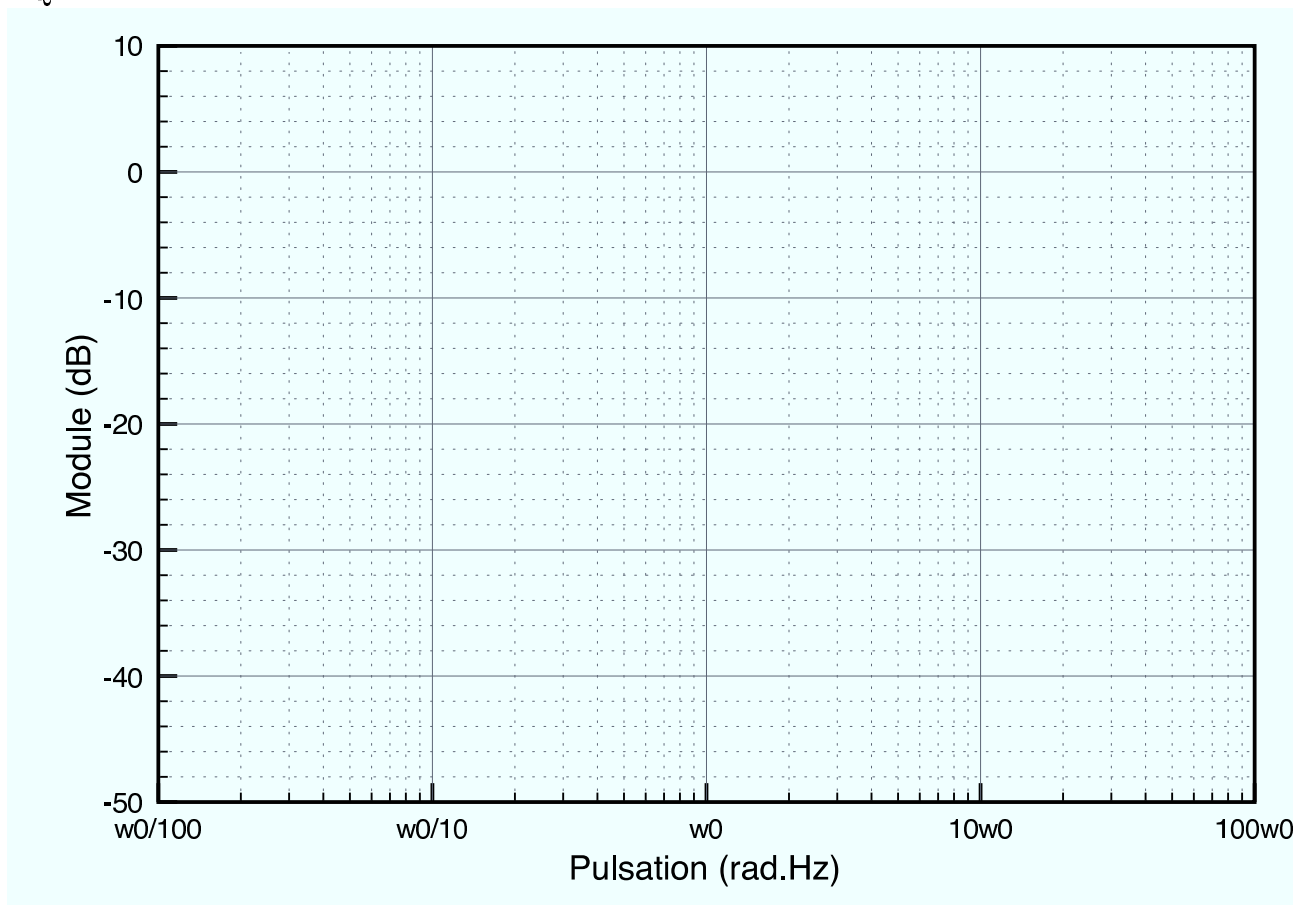
Fiche réponse à joindre à la copie en n'indiquant son numéro de table SVP.

Numéro :

.....
- Question 2.2.2

ω	$w_0/100$	$w_0/10$	w_0	$10 \cdot w_0$	$100 \cdot w_0$
$ T(j\omega) $					

- Question 2.2.3



- Question 2.2.5

ω	$w_0/100$	$w_0/10$	ω_0	$10 \cdot \omega_0$	$100 \cdot \omega_0$
$arg(T(j\omega))$					

- Question 2.2.6

