

TP n°3 Filtrage actif

PSI 2022/2023

Compétences expérimentales

- Mettre en oeuvre divers montages utilisant un ALI.
- Avec le plus d'autonomie possible, proposer et mettre en oeuvre des protocoles de mesures de grandeurs électriques.
- Exploiter les mesures en identifiant les sources d'erreurs et en estimant avec soin les incertitudes.
- Confronter les résultats expérimentaux au modèle théorique associé.

Matériel

Vous disposez :

- de résistances et de condensateurs,
- d'un générateur basse fréquence (GBF),
- d'un amplificateur linéaire intégré et de son alimentation
- d'un oscilloscope et d'une carte sysam.

Introduction

Les filtres passifs, élaborés avec des résistances, des inductances et des condensateurs permettent de résoudre beaucoup de problèmes de filtrage en instrumentation électronique. Cependant ils présentent quelques inconvénients :

- Mauvais comportement des bobines à basses fréquences ;
- Sensibilité des caractéristiques aux impédances de charge et de la source.

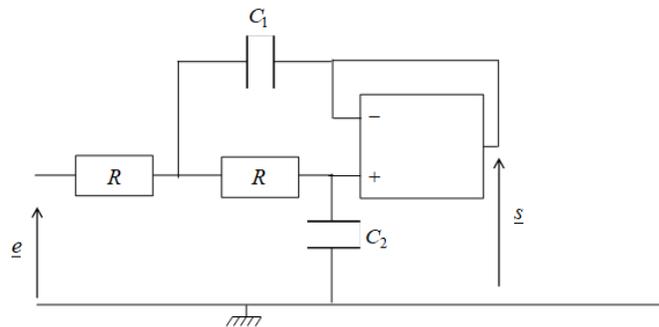
L'introduction d'éléments actifs (amplificateur opérationnel) permet de résoudre ces problèmes mais génère d'autres inconvénients :

- Consommation d'énergie ;
- Possibilité d'instabilité ;
- Mauvais fonctionnement aux fréquences élevées (lié au caractère passe-bas de l'ALI, au slew-rate...).

Parmi les filtres actifs, les filtres polynomiaux de Butterworth présentent l'avantage d'une bande passante relativement plate. Nous allons en étudier deux ici.

I Filtre de Sallen-Key

La structure du filtre est la suivante :



On peut montrer théoriquement que le gain de ce filtre peut se mettre sous la forme :

$$G = \frac{1}{\sqrt{1 + \left(\frac{\omega}{\omega_0}\right)^4}}$$

avec $\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{2}RC_1}$ lorsque $C_1 = 2C_2$.

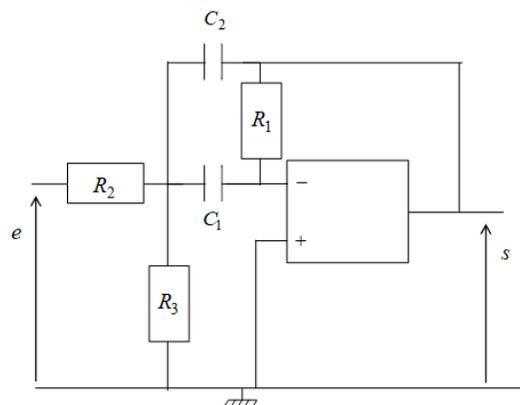
Manipulations

Pour la réalisation et les applications numériques, on prendra deux résistances $R = 1\text{k}\Omega$, une capacité de 22 nF et une capacité de 44 nF.

1. Effectuer le montage puis tracer le diagramme de Bode en gain et en phase de ce montage. Déterminer expérimentalement la fréquence de coupure. Vérifier avec la valeur prévue théoriquement.
2. Alimenter la tension d'entrée du filtre par un signal en créneaux d'amplitude 2 V. Observer la forme du signal de sortie à basse et à haute fréquence. Commenter.

II Filtre de Rauch

La structure du filtre est la suivante :



Pour la réalisation et les applications numériques, on prendra $R_1 = R_2 = R \approx 500\Omega$, $C_1 = C_2 = C \approx 50\text{ nF}$, $R_3 = 20\text{ k}\Omega$.

Analyse (à faire en parallèle aux manipulations)

1. Déterminer la forme du gain en fonction de R, C, R_3 et ω . En déduire l'expression théorique du gain à la résonance, de la fréquence de résonance et du facteur de qualité. Comparer avec les résultats expérimentaux.
2. On impose un signal d'entrée créneau de fréquence f et d'amplitude E . Prévoir la forme du signal de sortie lorsque f est égal à :
 - la fréquence de résonance,
 - la fréquence de résonance divisée par 3,
 - la fréquence de résonance divisée par 5.

Montage

1. Effectuer le montage puis tracer le diagramme de Bode en gain et en phase de ce montage. Déterminer expérimentalement la fréquence de résonance, le gain à la résonance et la largeur de la bande passante.
 2. Alimenter la tension d'entrée du filtre par un signal en créneaux d'amplitude 2V et de fréquence f . Observer la forme du signal de sortie lorsque f est égal à :
 - la fréquence de résonance,
 - la fréquence de résonance divisée par 3,
 - la fréquence de résonance divisée par 5.
-