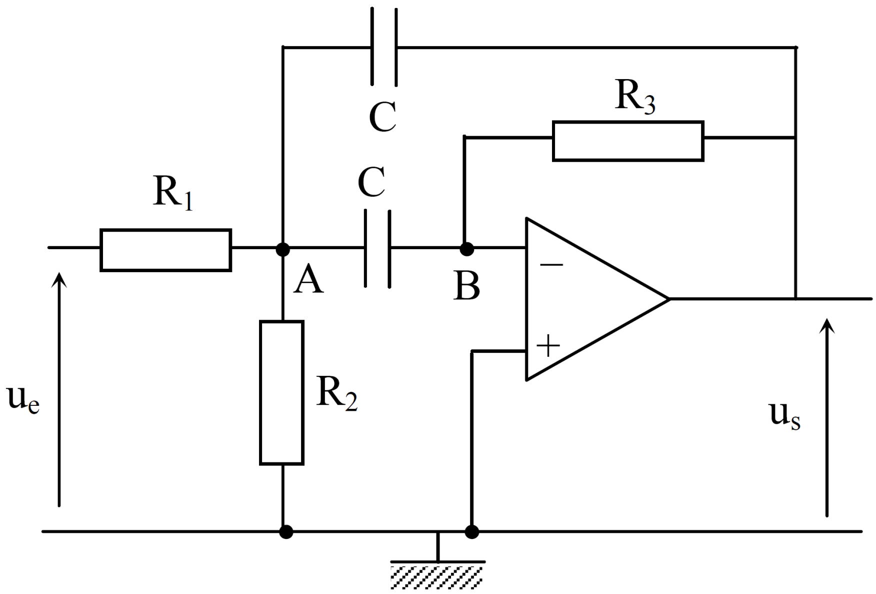
TP n^{o}7 : Filtrage avec amplificateur linéaire intégré (ALI)

Matériel disponible

- un GBF numérique
- un oscilloscope numérique
- une plaque d'essai permettant de fixer des petits composants électroniques et comportant déjà un ALI
- des petits fils
- des petits composants électroniques (résistances, condensateurs) à venir chercher sur la paillasse professeur
- un RLC-mètre
- des pinces crocodiles
- une alimentation +15V/-15V pour l'ALI
- un Jupyter Notebook est disponible pour réaliser les calculs d'incertitude (Capytale $10a5 - 786880$)

I Etude d'un filtre passe-bande très sélectif

On étudie le filtre actif dit « à structure de Rauch » ci dessous. Réaliser le montage avec $\mathrm{R}_1 = 10\mathrm{k}\Omega$, $\mathrm{R}_2 = 1,0\mathrm{k}\Omega$, $\mathrm{R}_3 = 68\mathrm{k}\Omega$ et $\mathrm{C} = 22\mathrm{nF}$. On vérifiera systématiquement les valeurs des composants à l'aide du RLC-mètre.



I.1 Questions préparatoires à faire avant le TP

1. À l'aide d'une loi de nœuds exprimée en terme de potentiels (théorème de Millman), montrer que la fonction de transfert $\underline{\mathrm{H}}(\mathrm{j}\omega)$ de ce montage est celle d'un filtre passe-bande de pulsation centrale ω_0 et de facteur de qualité Q, de la forme :
$$\underline{\mathrm{H}}(j\omega) = \frac{\mathrm{G}_\circ}{1 + j\mathrm{Q}\left(\frac{\omega}{\omega_0} - \frac{\omega_0}{\omega}\right)}$$
Afin de simplifier les calculs, on pourra poser $R = R_1R_2/\left(R_1 + R_2\right)$. Montrer que :
$$\mathrm{G}_0 = -\frac{\mathrm{R}_3}{2\mathrm{R}_1} \quad ; \quad \mathrm{Q} = \frac{1}{2}\sqrt{\frac{\mathrm{R}_3}{\mathrm{R}}} \quad ; \quad \omega_0 = \frac{1}{\mathrm{C}\sqrt{\mathrm{R}\mathrm{R}_3}}$$
2. Sachant que tous les composants sont connus à 1% près, en déduire la valeur de G_0, Q et $f_0 = \frac{\omega_0}{2\pi}$ avec les incertitudes associées. On utilisera pour cela le fichier Capytale $10a5 - 786880$.

I.2 Manipulations

Pour toute la suite, on utilisera un signal d'entrée sinusoïdal d'amplitude 1 V.

1. Vérifier que le filtre réalisé est bien un filtre passe-bande.
2. Mesurer **le plus précisément possible**[1] $G0$, f_0 et les fréquences de coupure $f_{c,1}$ et $f_{c,2}$ ainsi que leurs incertitudes. On en déduira la valeur de Q et son incertitude (petit calcul à faire sur feuille cette fois...). On vérifiera la compatibilité des mesures avec les valeurs obtenues théoriquement en calculant le Z-score pour les 3 grandeurs avec le Jupyter Notebook.

Appel professeur n°1 (pour vérifier les résultats obtenus)

3. Tracer le diagramme de Bode (Gain en dB seulement ici) avec Latis Pro[2]. Vérifier qu'on peut y lire G_0, f_0, $f_{c,1}$ et $f_{c,2}$ et qu'on retrouve bien les bonnes pentes à basse et haute fréquence. Le filtre étant sélectif, on veillera à augmenter le nombre de points de mesure au voisinage de f_0.

Appel professeur n°2 (pour vérifier le diagramme de Bode)

II Utilisation du filtre passe-bande

1. À l'aide du filtre précédent, montrer qu'on peut récupérer l'harmonique fondamentale d'un signal créneau de fréquence f_0 (on ajustera la valeur à celle trouvée expérimentalement pour la fréquence propre du filtre de Rauch) et d'amplitude $1V$.
2. Vérifier la cohérence de l'amplitude théorique du pic principal avec le spectre obtenu, sachant que le développement de Fourier d'un signal créneau impair de valeur moyenne nulle et d'amplitude E est donné par :

$$u_e(t) = \frac{4E}{\pi} \sum_{p=0}^{\infty} \frac{\sin\left[(2p+1)2\pi f_0 t\right]}{2p+1}$$

Appel professeur n°3 (pour vérifier le spectre et discuter de l'amplitude du pic principal)

1. On pensera à utiliser le mode XY pour déterminer f_0 très précisément.
2. On se reportera aux annexes du TP précédent.