TP7 : Filtres en cascade

MP 2026-2027, Lycée Baimbridge

13 octobre 2026

Matériel

Multimètre, GBF, boîte à décades de résistances, boîtes à décades de condensateurs, oscilloscope, fils, amplificateur opérationnel, alimentation continue +15V/-15V.

Objectif

Comprendre comment associer plusieurs filtres en utilisant un montage suiveur.

Compétences évaluées

- Concevoir un filtre électronique
- Mesurer un facteur de qualité
- Évaluer rigoureusement des incertitudes de mesure
- Confronter les résultats expérimentaux aux expressions théoriques.

Consignes pour le compte rendu de TP :

- *Décrire le protocole expérimental utilisé*
- *Utiliser un maximum de schémas*
- *Répondre aux questions à l'aide des numéros*
- *Apporter un soin particulier aux chiffres significatifs et au traitement des incertitudes*
- *Si la question n'est pas aboutie, indiquer tout de même ce que vous avez fait, vos mesures, et ce que vous auriez fait si vous aviez eu plus de temps*
- *Ne pas y passer trop de temps, vous êtes avant tout là pour manipuler !*

1 Etude des filtres séparés

On souhaite associer un filtre passe-bas ainsi qu'un filtre passe-haut afin de réaliser un filtre passe-bande.

☐ **1** – Proposer un montage permettant de fabriquer un filtre passe-bas et un montage permettant de fabriquer un passe-haut avec une résistance et un condensateur.

☐ **2** – Déterminer les fonctions de transfert de chacun de ces deux filtres :

$$\underline{H_1}(j\omega) = \frac{\underline{s_1}}{\underline{e_1}} \quad \text{et} \quad \underline{H_2}(j\omega) = \frac{\underline{s_2}}{\underline{e_2}} \tag{1}$$

☐ **3** – Réaliser les deux montages séparément, et mesurer les fréquences de coupure des filtres. Les comparer aux fréquences théoriques.

2 Association des deux filtres

On propose maintenant d'associer les deux filtres. Pour cela, on branche la sortie du premier filtre sur l'entrée du second.

☐ **4** – On pourrait penser qu'on obtiendra alors $\underline{H_{tot}} = \underline{H_1} \times \underline{H_2}$. Quel sera le facteur de qualité et la fréquence de résonance du filtre obtenu dans ce cas ?

On rappelle que pour un filtre du second ordre :

$$\underline{H}(j\omega) = \frac{jx}{1 + j\frac{x}{Q} - x^2} \quad \text{avec} \quad x = \frac{\omega}{\omega_0} \tag{2}$$

☐ **5** – Que peut-on dire du déphasage entre les signaux lorsque $\omega = \omega_0$? Utiliser le mode XY de l'oscilloscope pour mesurer la fréquence de résonance et la comparer à la valeur théorique.

☐ **6** – Tracer le diagramme de Bode du filtre sur papier millimétré ou sur un ordinateur. En déduire sa bande passante, puis son facteur de qualité. Obtient-on le résultat attendu ? Pourquoi ?

☐ **7** – En faisant un calcul complet de la fonction de transfert du circuit où les deux filtres sont reliés, montrer que :

$$\underline{H_{tot}}(j\omega) = \frac{jx}{1 + 3jx - x^2} \tag{3}$$

☐ **8** – Comparer cette expression à votre résultat expérimental.

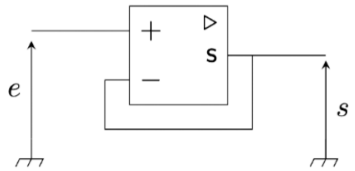
3 Association à l'aide d'un montage suiveur

Le montage suiveur et l'amplificateur linéaire intégré

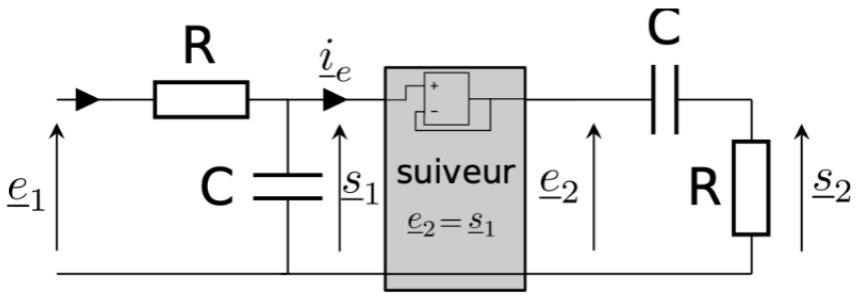
Un amplificateur linéaire intégré ou amplificateur opérationnel (abrégé ALI ou AO) est un quadripôle actif. Comme il s'agit d'un composant actif, il doit être alimenté par une source extérieure, en l'occurrence une source de tension continue ±15V. **L'alimentation de l'ALI doit être mise en place avant de lui envoyer un signal d'entrée quel qu'il soit.**

L'ALI, sous certaines conditions, permet de maintenir ses bornes + et - au même potentiel ($V_+ = V_-$), bien qu'aucun courant ne rentre ou ne sorte par ces bornes ($i_+ = i_- = 0$). Le courant sortant par la borne de sortie de l'ALI peut être non nul ($i_s \neq 0$).

On peut alors construire le montage suiveur :



On introduit maintenant un montage suiveur dans le circuit :



☐ **9** – Réaliser le montage, alimenter **d'abord l'ALI puis le reste du montage** et vérifier que l'on a bien $V_+ = V_-$ en pratique.

☐ **10** – Montrer par le calcul que l'on a désormais bien $\underline{H}_{tot} = \underline{H}_1 \times \underline{H}_2$. Quel est l'intérêt du montage suiveur ?

☐ **11** – Mesurer le nouveau facteur de qualité du filtre et comparer à sa valeur théorique.