

TP n° 8 de Physique - Électricité

Filtrage passif d'ordre 1

Introduction et objectif du TP

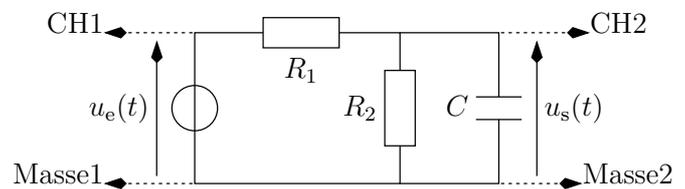
Les filtres analogiques sont des systèmes physiques qui permettent de transformer des signaux : en fonction de la fréquence du signal disposé en entrée, l'amplitude et la phase sont modifiées à la sortie. Ce comportement est celui, très général, d'un très grand nombre de systèmes. On peut imaginer filtrer des signaux acoustiques (microphone, chambre anéchoïque ou simple isolement phonique), mécaniques (amortisseurs de voiture, systèmes antisismiques ou au contraire sismographes), optiques (filtres colorés) ou électromagnétiques (antennes, systèmes de transmission). Deux de nos récepteurs biologiques sont eux-mêmes des filtres : l'œil ne voit que les ondes du domaine visible, et toutes les couleurs ne sont pas traitées de la même façon ; l'oreille entend sur une certaine bande passante, en général de 20 Hz à 20 kHz.

En électrocinétique, les filtres sont omniprésents : dans les appareils de communication (dont la radio est historiquement le premier, télévision, téléphones portables), dans l'électroménager (four micro-ondes), et de façon moins visible dans tous les appareils électroniques, dès que l'on a besoin d'une modification linéaire de signal électrique. Il peut aussi s'agir d'une modélisation : déterminer le filtre théorique, associé par exemple à un système antisismique, permet de le tester en modifiant ses paramètres sans construire autant de modèles réels, mais simplement en testant les réponses d'un filtre électronique équivalent.

L'objectif de cette séance de TP est de rappeler les méthodes pour étudier théoriquement le comportement harmonique des filtres et de réaliser des mesures sur deux filtres passifs d'ordres et de types différents.

1 Étude théorique

On étudie le filtre ci-contre, alimenté par un GBF. Le GBF délivre un signal sinusoïdal de fréquence et d'amplitude réglables. Les composants valent $R_1 = 10 \text{ k}\Omega$, $R_2 = 1,6 \text{ k}\Omega$ et $C = 100 \text{ nF}$.



- $\mathcal{P}1$ Déterminer le comportement asymptotique de ce filtre. En déduire le type et le gain statique.
- $\mathcal{P}2$ Déterminer la fonction de transfert H et la fréquence de coupure.
- $\mathcal{P}3$ En déduire la bande passante et la valeur du déphasage φ à la coupure.
- $\mathcal{P}4$ Tracer sur le papier semi-logarithmique les diagrammes de Bode asymptotiques.

2 Mise en œuvre expérimentale

Câbler ce circuit de façon à visualiser la tension $u_e(t)$ aux bornes du générateur en voie 1 de l'oscilloscope et la tension de sortie $u_s(t)$ en voie 2.

- $\mathcal{M}1$ Vérifier expérimentalement le type du filtre. Décrire les manipulations et les observations.
- $\mathcal{M}2$ Mesurer le gain statique.
- $\mathcal{P}5$ Proposer deux méthodes pour mesurer la fréquence de coupure.
- $\mathcal{M}3$ Les mettre en œuvre et comparer les résultats obtenus (notamment l'incertitude).

3 Relevé expérimental des diagrammes de Bode

On a accès, très souvent sur les oscilloscopes numériques, à des curseurs de mesure. Mais si ces curseurs permettent souvent de mesurer un temps (mesure horizontale), il est un peu moins fréquent de pouvoir mesurer directement un déphasage.

- $\mathcal{P}6$ Lorsque l'on a uniquement une mesure de durée Δt , où doit-on placer les curseurs et comment peut-on calculer le déphasage φ correspondant ?
- $\mathcal{P}7$ Établir les fréquences pour lesquelles on fera une mesure et les reporter dans le tableau. On choisira les fréquences de manière à avoir environ 3 mesures par décade et 5 points plus proches de la fréquence de coupure attendue.
- $\mathcal{M}4$ Les mesures en amplitude et en phase dépendent-elles des calibres choisis ? On pourra essayer de répondre en prenant une fréquence quelconque. Si oui, que faut-il faire pour améliorer la précision des mesures ?
- $\mathcal{M}5$ Relever dans un tableau les fréquences, les tensions d'entrée et de sortie ainsi que leur déphasage. Une fois les relevés effectués, réaliser les applications numériques puis tracer les diagrammes de Bode par-dessus les tracés asymptotiques. Commenter.

3.1 Application à un signal non sinusoïdal

On remplace le signal sinusoïdal d'entrée par un signal créneau.

- $\mathcal{M}6$ En partant d'une fréquence basse, augmenter progressivement la fréquence. À partir de quelle fréquence observe-t-on l'intégration du signal ? Commenter.