

Filtrage

Capacités exigibles

- ▶ Mettre en œuvre un dispositif expérimental illustrant l'utilité des fonctions de transfert pour un système linéaire à un ou plusieurs étages.
- ▶ Étudier le filtrage linéaire d'un signal non sinusoïdal à partir d'une analyse spectrale.

I Documents

Document 1 : Matériel

- ▶ Un GBF
 ▶ Une carte d'acquisition + ordi et LatisPro
- ▶ Trois boîtes à décade (résistance, capacité et inductance)

Document 2 : Filtrés RLC

À partir d'un montage RLC série, on peut créer trois types de filtres :

Passe-bas

$$\underline{H} = \frac{1}{1 - x^2 + jx/Q}$$

En prenant la tension aux bornes du **condensateur**.

Passe-bande

$$\underline{H} = \frac{1}{1 + j/Q(x - 1/x)}$$

En prenant la tension aux bornes de la **résistance**.

Passe-haut

$$\underline{H} = \frac{-x^2}{1 - x^2 + jx/Q}$$

En prenant la tension aux bornes de la **bobine**.

$$\text{Avec } Q = \frac{1}{R} \sqrt{\frac{L}{C}} \quad x = \frac{\omega}{\omega_0} \quad \omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}$$

Chacun de ces filtres présente un phénomène de résonance lorsque $Q \geq 1/\sqrt{2}$.

Document 3 : Diagramme de Bode sur LatisPro en temps réel

Pour voir apparaître le diagramme de BODE de votre filtre et le voir évoluer en temps direct, il faut suivre les étapes ci-dessous :

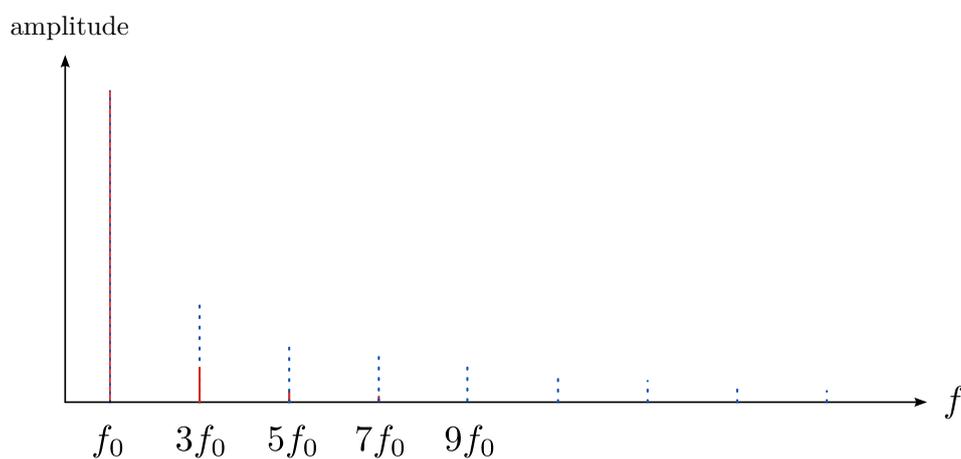
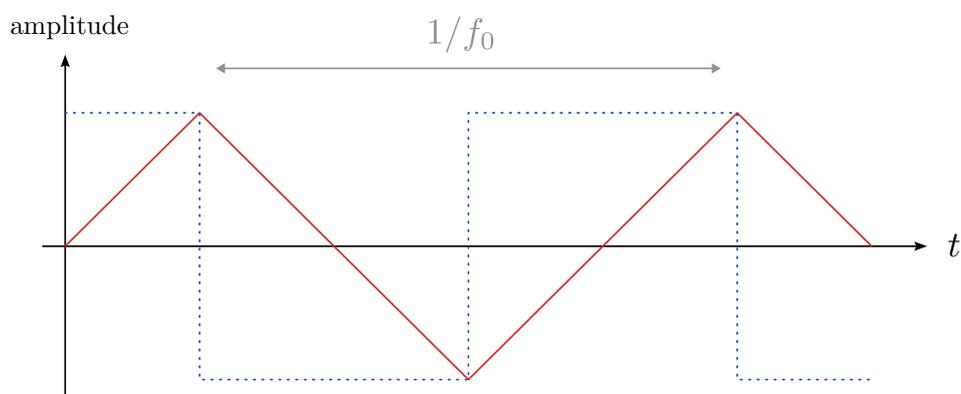
- ① Choisir la forme de signal et la fréquence adaptée.
- ② Acquérir sur **ENTRE UNE ET DEUX PÉRIODES** avec un nombre de points suffisant (environ 2000).
- ③ **D'ABORD** effectuer le calcul de la transformée de FOURIER de l'entrée (Traitements > Calculs spécifiques > Analyse de Fourier).
- ④ **PUIS** celle de la sortie.
- ⑤ Dans la feuille de calcul, définir le gain en décibel.

Explications :

- ▶ LatisPro ne recalcule en direct que la dernière transformée de FOURIER. L'entrée ne changeant pas (à condition d'avoir choisit une résistance grande devant les 50Ω du GBF), il faut donc la calculer en premier.
- ▶ Il est important de ne voir que deux périodes max à l'écran, de manière à ce que LatisPro n'en sélectionne qu'une seule pour le calcul de la transformée de FOURIER. Ainsi l'échantillonnage en fréquence restera constant, et donc sera le même pour l'entrée et la sortie.

Document 4 : Signaux triangle et créneau

Avec un GBF, on peut souvent choisir d'envoyer des signaux plus riches spectralement qu'une pure sinusoïde : le signal triangle et le signal créneau, dont on donne ci-dessous les formes temporelles et fréquentielles (pour une fondamentale f_0).

**But**

On cherche à tracer le diagramme de BODE en amplitude d'un filtre construit avec des composants simples.

Pendant tous le TP, on essaiera de travailler avec des fréquences plutôt basses, c'est-à-dire inférieures à 1000 Hz. Ainsi la carte d'acquisition ne présentera pas d'aberrations.

II Énoncé

A Méthode naïve : avec le GBF

- ① À l'aide du document 2, choisissez un circuit à construire. Faites en un schéma ci-dessous, en précisant les positions de la masse et des entrées de la carte d'acquisition.

- ② Quelles valeurs de L et C choisissez-vous, de sorte à respecter la consigne sur la fréquence ? Comment prendre R alors si l'on veut avoir une résonance modérée ? Vérifiez ensuite rapidement que vous avez effectivement une résonance autour de la fréquence prévue.

- ③ ✖ Dans les paramètres d'acquisition, choisissez le mode Pas à pas. Renseignez le paramètre d'abscisse (abscisse clavier) qui sera **la fréquence** (en Hz). Pour obtenir le gain du filtre, quelle mesure devez-vous effectuer :
 - › Valeur moyenne des signaux ?
 - › Valeur efficace ? (TRMS)
- ④ ✖ Lancez l'acquisition puis faites une dizaine de mesures (resserrez vos points autour de la fréquence de résonance).
- ⑤ ✖ À l'aide de la Feuille de calcul (Onglet Traitement ou raccourcis F3), définissez le gain en décibel et affichez ainsi le diagramme de BODE en amplitude.

Vous semble-t-il correct ? Quel gros inconvénient présente cette méthode ?

B Méthode plus astucieuse : avec un signal plus riche

L'idée est la suivante : au lieu d'envoyer les fréquences unes par unes en mesurant à la main le gain, on peut toutes les envoyer d'un coup et demander au logiciel de calculer le gain !

- ⑥ Quelle forme de signal allez-vous choisir pour envoyer le plus de fréquences possibles, et avec une meilleure amplitude ?
- ⑦ Comment choisir la fréquence f du signal envoyé pour que la fréquence propre f_0 tombe sur le cinquième harmonique ?
- ⑧ ✘ Suivre le protocole détaillé en document 3 afin de visualiser votre diagramme de BODE en amplitude.
- ⑨ ✘ Testez différentes valeurs de R , L ou C pour retrouver leur influence sur la fréquence propre et la résonance.