

## TP4 – Filtrage Analogique

---

### Objectifs

- Appliquer un filtre réel pour supprimer les composantes indésirables d'un signal.
- Améliorer la qualité de filtrage en augmentant l'ordre du filtre.

**Commentaires :** Il est à remarquer que ce TP traite en principe des signaux continus. Or, l'utilisation de Matlab suppose l'échantillonnage du signal. Il faudra donc être vigilant par rapport aux différences de traitement entre le temps continu et le temps discret.

**Tracé des figures :** toutes les figures devront être tracées avec les axes et les légendes des axes appropriés.

**Travail demandé :** un script Matlab commenté contenant le travail réalisé et des commentaires sur ce que vous avez compris et pas compris, ou sur ce qui vous a semblé intéressant ou pas, bref tout commentaire pertinent sur le TP.

### Filtrage et diagramme de Bode

Sur le réseau électrique, un utilisateur a branché une prise CPL (Courant Porteur en Ligne), les signaux utiles sont de fréquences élevées. Le réseau électrique a cependant sa propre fréquence (50 Hz). Le boîtier de réception doit donc pouvoir filtrer les basses fréquences pour s'attaquer ensuite à la démodulation du signal utile.

Schématiquement :



Mathématiquement, un tel filtre fournit un signal de sortie en convoluant le signal d'entrée par la réponse temporelle du filtre :

$$y(t) = x(t) * h(t)$$

Nous souhaitons appliquer un filtre passe-haut pour supprimer la composante à 50 Hz. Soit notre signal d'entrée :

$$x(t) = \sin(2\pi f_1 t) + \sin(2\pi f_2 t) + \sin(2\pi f_3 t)$$

Avec  $f_1 = 500$  Hz,  $f_2 = 400$  Hz et  $f_3 = 50$  Hz

1. Définir le signal  $x(t)$  sur  $t = [0 \ 5]$  avec  $T_e = 0,0001$  s.

2. Tracer le signal  $x(t)$  et sa transformé de Fourier. Qu'observez-vous ?  
(Essayez de tracer avec  $T_e = 0,0005$  s. Remarques ?)

La fonction  $H(f)$  (transmittance complexe) du filtre passe haut de premier ordre est donnée par :

$$H(f) = (K.j.w/w_c) / (1 + j. w/w_c)$$

Avec  $K$  le gain du signal,  $w$  la pulsation et  $w_c$  la pulsation de coupure.

On se propose de tracer le diagramme de Bode de ce filtre et de l'appliquer au signal.

1. Tracer le module de la fonction  $H(f)$  avec  $K=1$  et  $w_c = 50$  rad/s.
2. Tracer  $20.\log(|H(f)|)$  pour différentes pulsations de coupure  $w_c$ , qu'observez-vous ? (Afficher avec semilogx)
3. Choisissez différentes fréquences de coupure et appliquez ce filtrage dans l'espace des fréquences. Qu'observez-vous ?
4. Choisissez  $w_c$  qui vous semble optimal. Le filtre est-il bien choisi ? Pourquoi ?
5. Observez le signal  $y(t)$  obtenu, puis Comparer-le avec le signal que vous auriez souhaité obtenir. Conclusions ?

## Dé-bruitage d'un signal sonore

Dans son petit studio du CROUS, un mauvais futur ingénieur a enregistré une musique en « .wav » avec un très vieux micro. Le résultat est peu concluant, un bruit strident s'est ajouté à sa musique. Heureusement son voisin, expert en traitement du signal est là pour le secourir :

**« C'est un bruit très haute fréquence, il suffit de le supprimer. » dit-il sûr de lui.**

1. Proposer une méthode pour supprimer ce bruit sur le signal.
2. Mettez-la en oeuvre. Quelle influence à le paramètre  $K$  du filtre que vous avez utilisé ?
3. Quelles remarques pouvez-vous faire notamment sur la sonorité du signal final.
4. Améliorer la qualité de filtrage en augmentant l'ordre du filtre.