

# Traitement du Signal

## TP 3

Dănuț Ovidiu POP

### Travailler avec le filtrage analogique

- 1) Concevez un filtre analogique et tracez sa réponse en fréquence, en montrant les points critiques en utilisant le filtre Chebyshev type I.
  - Génère un signal composé de 5 Hz et 30 Hz, échantillonné à 2 kHz
  - Concevez un filtre passe-haut numérique à 25 Hz pour supprimer la tonalité de 15 Hz et appliquez-le au signal. (Il est recommandé d'utiliser le format des sections de second ordre lors du filtrage, pour éviter les erreurs numériques avec le format de la fonction de transfert (ba))
- 2) Concevez un filtre analogique et tracez sa réponse en fréquence, en montrant les points critiques en utilisant le filtre Chebyshev type II.
  - Génère un signal composé de 5 Hz et 30 Hz, échantillonné à 2 kHz
  - Concevez un filtre passe-haut numérique à 25 Hz pour supprimer la tonalité de 15 Hz et appliquez-le au signal. (Il est recommandé d'utiliser le format des sections de second ordre lors du filtrage, pour éviter les erreurs numériques avec le format de la fonction de transfert (ba))
- 3) Concevez un filtre analogique et tracez sa réponse en fréquence, en montrant les points critiques en utilisant le filtre Butterworth.
  - Génère un signal composé de 5 Hz et 30 Hz, échantillonné à 2 kHz
  - Concevez un filtre passe-haut numérique à 25 Hz pour supprimer la tonalité de 15 Hz et appliquez-le au signal. (Il est recommandé d'utiliser le format des sections de second ordre lors du filtrage, pour éviter les erreurs numériques avec le format de la fonction de transfert (ba))
- 4) Concevez un filtre analogique et tracez sa réponse en fréquence, en montrant les points critiques en utilisant le filtre Caer.
  - Génère un signal composé de 5 Hz et 30 Hz, échantillonné à 2 kHz
  - Concevez un filtre passe-haut numérique à 25 Hz pour supprimer la tonalité de 15 Hz et appliquez-le au signal. (Il est recommandé d'utiliser le format des sections de second ordre lors du filtrage, pour éviter les erreurs numériques avec le format de la fonction de transfert (ba))
- 5) Faites une comparaison entre les filtres ci-dessus. Quelle est votre conclusion?
- 6) **Représentation du signal réel**

On considère le signal

$$x(t) = \frac{\sin(\pi f_0 t)}{\pi t} \quad \text{avec } f_0 = 5 \text{ Hz}$$

Ce signal sera étudié dans l'intervalle temporel  $[-2, 2]$ .

- Définir le domaine temporel  $t \in [-2, 2]$  avec un pas  $T_0 = 0.001$ . Le vecteur  $t$  ainsi défini servira dans la partie reconstruction du TP.
- Représenter le signal  $x(t)$ . Ce signal « réel » sera utilisé pour l'échantillonnage réel.

7) **Echantillonnage idéal**

- Echantillonner  $x(t)$  et représenter le signal échantillonné pour trois fréquences d'échantillonnage  $F_e$  différentes (don't 5Hz). On tracera les trois signaux sur une même fenêtre graphique mais avec des axes différents.
- Commenter vos résultats. Quelle condition doit vérifier la fréquence d'échantillonnage  $F_e$  ?

8) **Echantillonnage real**

On cherche maintenant à réaliser un échantillonnage réel du signal à l'aide d'un échantillonneur moyennneur. La valeur d'un échantillon est donnée par :

$$x(nT_e) = \frac{1}{\Delta T} \int_{nT_e}^{nT_e + \Delta T} x(t) dt \cdot$$

On utilisera une méthode approchée pour évaluer l'intégrale.

- Tracer et comparer plusieurs signaux échantillonnés en fonction de la période d'échantillonnage  $T_e$  et de la largeur  $\Delta T$  de l'intervalle de moyennage.
- Commenter vos résultats et proposer une conclusion sur la qualité de l'échantillonnage en fonction de ces deux paramètres.

9) **Reconstruction**

- Appliquer la méthode d'extrapolation d'ordre 0 aux signaux échantillonnés par les deux méthodes précédentes.
- Comparer les signaux reconstruits au signal  $x(t)$  réel.
- Implémenter la méthode d'extrapolation d'ordre 1 qui consiste à reconstruire le signal entre l'échantillon  $x(nT_e)$  et  $x((n+1)T_e)$  par la droite qui joint les deux points.