TP n°5
Filtrage numérique

connaissances requises	Principe de la numérisation d'un signal, méthode d'Euler pour la dérivation numérique.
but du TP	Réalisation d'un filtre numérique
matériel prof	1 GBF à deux sorties, 1 oscilloscope, multiplieur AD (hors boitier) + alimentation + plaquette lab, haut parleur
matériel élève	Carte d'acquisition FOXY, GBF, boitier multiplieur AD + alimentation, haut parleur

Le filtrage numérique s'effectue de manière informatique après avoir numérisé le signal que l'on veut filtrer. Pour ce TP, la numérisation s'éffectue à l'aide de l'interface d'acquisition FOXY dont on choisira judicieusement la fréquence d'échantillonage. Une fois l'échantillonage réalisé, les valeurs se trouvent dans un tableur de l'atelier scientifique et l'on réalise les calculs directement dans le tableur.

I) Opérations numériques sur les signaux

Cette partie du TP s'interesse à la réalisation de fonctions simples mais nécessaires à la réalisation de filtres numériques : dérivation et intégration.

Vous utiliserez dans un premier temps des signaux simples générés à l'aide du GBF sur votre paillasse (sinusoïdes, triangles ou créneaux) de fréquence f comprise entre la centaine de hertz et le kilohertz.

Le signal d'entrée analogique $u(t)$ est numérisé à l'aide de l'interface d'acquisition qui stocke un fichier texte contenant les valeurs u_n, n étant un entier. Pour calculer la dérivée de ce signal, on utilise la méthode d'Euler :

$$s(t) = \frac{\mathrm{d}u}{\mathrm{d}t} = \frac{u(t+\mathrm{d}t) - u(t)}{\mathrm{d}t} \longleftrightarrow s_n = \frac{u_{n+1} - u_n}{T_e}$$

avec T_e la période d'échantillonage.

C'est à vous !

Appliquer cette méthode pour un signal simple de votre choix (sinusoïde, triangle ou créneau) afin de déterminer numériquement puis de tracer sa dérivée.

Adapter cette méthode et exprimer le terme v_{n+1} de l'intégrale d'un signal d'entrée u.

C'est à vous !

Mettre en œuvre le calcul de l'intégrale et tracer celles correspondant aux signaux sinusoïdaux, triangles et créneau. Par convention, on prendra $v_0 = 0$.

On cherche maintenant à réaliser un filtre passe-bas d'ordre 1 de fréquence de coupure $f_c = \dfrac{1}{\tau_c} \approx f$ et de gain statique H_0.

- Rappeler la fonction de transfert de ce filtre, en déduire l'équation différentielle reliant l'entrée et la sortie.
- Donner alors la formule permettant de calculer le terme s_{n+1} de la sortie en fonction de s_n, u_n et des constantes.

C'est à vous !

- Implémenter ce filtre et observer la sortie pour un signal créneau.

II) Restitution du signal modulant

Vous disposez d'un signal modulé en amplitude émis depuis le bureau (et à récupérer sur les ports devant votre paillasse) de la forme :

$$v_m(t) = v_0 \left(1 + m\cos(2\pi f_s t)\right)\cos(2\pi f_p t)$$

dont vous chercher à récupérer le signal modulant (de fréquence f_s inconnue à priori) afin de pouvoir l'écouter au haut parleur.

- D'après ce qui précède et à partir de vos connaissances (vous pouvez utiliser les TP précédents), proposer un protocole expérimental permettant de restituer le signal modulant.

C'est à vous !

- Mettre en oeuvre le protocole et écouter le signal modulant.