

TP 3 - Systèmes Linéaires Continus Filtrage Analogique

Partie I - Convolution, Transformée de Fourier et Filtrage (cf. TD 4.6)

Soit un filtre $H(f)$ passe-bas idéal de fréquence de coupure $f_c=2/T$.

Soit le signal x défini par :

$$x(t) = \begin{cases} 1 & \text{pour } t > 0 \\ 0 & \text{ailleurs} \end{cases}$$

Pour Matlab, il faudra représenter chaque fonction dans le domaine temporel sur un nombre fini de valeurs de t , $t \in [-20, 20]$ avec un pas $T_e=1/F_e=1/100$.

- Définir et tracer la fonction $x(t)$.

Dans le domaine fréquentiel, il faudra aussi représenter chaque fonction sur un nombre fini (égal à la taille du vecteur t) de valeurs de f dans l'intervalle $[-F_e/2, F_e/2]$ (instruction *linspace*).

- Définir le domaine fréquentiel et tracer la fonction $H(f)$.

En utilisant les fonctions *fftshift* et *fft*, il est possible de calculer $X(f)$, transformée de Fourier de $\Pi_T(t)$.

- Calculer et tracer $X(f)$ entre -2 et $+2$ Hz.
- Calculer et tracer $Y(f)$ entre -2 et $+2$ Hz, y étant la sortie du filtre en réponse à l'entrée porte.

A l'aide de la transformée de Fourier inverse *ifft*, il est possible de passer de $Y(f)$ à $y(t)$.

- Calculer et tracer $y(t)$.

Question subsidiaire :

- Tracer $y(t)$ pour différentes valeurs croissantes de la fréquence de coupure. Conclusion ?

Partie II - Filtres réels

Soit $x(t) = \sin(2\pi f_1 t) + \sin(2\pi f_2 t) + \sin(2\pi f_3 t)$ avec $f_1 = 5$ Hz, $f_2 = 20$ Hz, $f_3 = 35$ Hz.

Pour Matlab, il faudra représenter x sur un nombre fini ($F_s=512$) de valeurs de t , $t \in [0, 1]$ (fonction *linspace*).

De même, nous représenterons les fréquences f avec F_s valeurs entre $-F_s/2$ et $F_s/2$.

Quelle est la période d'échantillonnage du signal $x(t)$?

- Tracer la courbe $x(t)$ avec des légendes adéquates.

Nous allons construire un filtre de Chebyshev *analogique* de type I avec les caractéristiques suivantes :

- ordre 8
- filtre centré sur la fréquence $F_c=20$ Hz
- largeur de bande 20 Hz.

Quel est le type de ce filtre (passe-bas, passe-bande, passe-haut, ...) ?

Matlab (fonction *cheby1_asi*) fournit la fonction de transfert du filtre sous la forme de vecteurs de coefficients A et B . Grâce à la fonction *freqs_asi*, on peut calculer la réponse du filtre dans une gamme de pulsation $[\omega_1 \omega_2]$. Les fonctions *cheby1_asi* et *freqs_asi* sont disponibles en téléchargement sur le site de l'UV Tds.

- Construire le filtre et tracer sa fonction de transfert $H(f)$. Pour une meilleure visualisation, on se limitera entre 0 et 40 Hz.
- Calculer et tracer la courbe $y(t)$ avec des légendes adéquates. On se limitera à un intervalle de temps $[0,0.2]$.

Attention aux problèmes de décalage et d'échelle avec les fonctions *fft* et *ifft*.

- Pour vérifier les effets du filtre, tracer sur un même schéma la transformée de Fourier de $x(t)$ et celle de $y(t)$. On se limitera entre 0 et 40 Hz.
- Modifier le programme Matlab pour tracer les courbes temporelles et fréquentielles dans deux figures distinctes.

Commenter les résultats obtenus.

Question subsidiaire :

- Faire les mêmes opérations avec les autres filtres réels fournis par Matlab (*butter_asl*) et pour des ordres différents.

Consignes pour la rédaction du rapport

- Le rapport commence par une introduction générale présentant les objectifs du TP et une conclusion générale faisant le bilan de ce que vous avez retenu du TP.
- Pour chaque partie du TP
 - Présenter très brièvement ce qu'il y a à faire.
 - Présenter (si nécessaire) les développements théoriques.
 - Présenter le code matlab commenté ayant servi à résoudre le problème.
 - Présenter les résultats (graphiques ou numériques) et commenter les résultats (si nécessaire).
- Les rapports manuscrits ne sont pas acceptés.
- Joindre au rapport de TP, le script matlab (fichier avec extension .m) commenté que vous avez écrit.