

# TD Filtrage Numérique

## Exercice 1: Filtre Intégrateur

On désire réaliser un intégrateur numérique à partir de l'équation de récurrence :

$$y[k] = y[k-1] + T e^{\frac{x[k] + x[k-1]}{2}}$$

1. Calculer la transformée en Z de sa réponse impulsionnelle.
2. Donner un schéma de réalisation possible

## Exercice 2: Etude d'un filtre numérique défini par sa fonction de transfert

Un filtre est caractérisé par la fonction de transfert

$$H(Z) = \frac{(1 - Z^{-3})^2}{9(1 - Z^{-1})^2}$$

1. Déterminer l'équation de récurrence du filtre.
2. Trouver une forme non récursive de ce filtre. Ce filtre est-il FIR ou IIR ?
3. Tracer les réponses indicielle et impulsionnelle.
4. Exprimer le gain complexe et tracer sa phase et son module.

## Exercice 3: Acquisition d'une mesure d'un capteur de vibration

Nous disposons d'un capteur de vibrations dont le spectre du signal de sortie (voir figure 1) a 2 composantes: i) Le signal utile sur la bande de fréquence comprise entre 0 et 50 Hz ii) Un perturbateur sur la bande 50 à 75 Hz.

1. Après tous les traitements analogiques et/ou numériques, quelle devrait être la cadence des données sur laquelle serait représenté le signal utile?

Nous disposons d'un convertisseur analogique numérique (CAN) qu'on pourrait échantillonner à 100 ou à 200 Hz et d'un FPGA qu'on pourra utiliser pour implanter des traitements numériques.

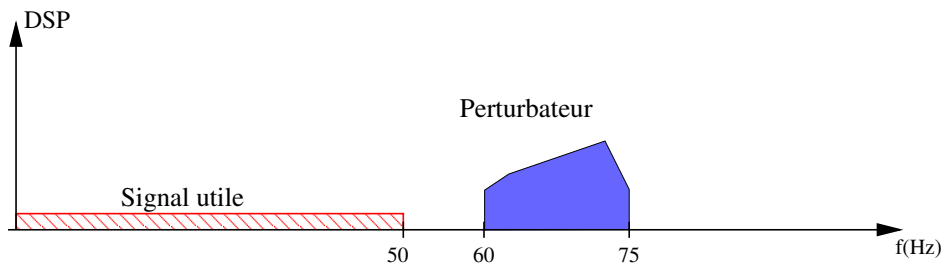


Figure 1: Spectre de sortie du capteur

2. Tracer à main levée le spectre à la sortie du CAN pour les 2 fréquences d'échantillonnage possibles?
3. Quelle fréquence d'échantillonnage doit-on utiliser parmi les 2 possibles? Expliquer le traitement nécessaire qui permettrait de représenter les données à la cadence déterminée dans la question 1.

Pour implanter le filtre passe-bas nécessaire à l'opération de décimation, nous utiliserons la méthode de la TF inverse.

4. Calculer la transformée de Fourier inverse du filtre passe bas idéal

$$|F(f)| = \begin{cases} 1, & \text{pour } f \in ]-50; 50[ \\ 0, & \text{sinon} \end{cases}$$

5. En utilisant Octave, calculer la réponse impulsionnelle sur la plage  $-10T_s$  à  $10T_s$ , avec  $T_s$  la période d'échantillonnage du CAN.
6. Le filtre obtenu a une caractéristique très intéressante, déterminez la.