

# TD2 : DSP (LES FILTRES FIR)

## EXERCICE N°1

Calculer les coefficients d'un filtre passe-bande FIR à 5 rai, avec une fréquence de coupure inférieure de 2000 Hz et une fréquence de coupure supérieure de 2400 Hz. La fréquence d'échantillonnage étant égale à 8000 Hz.

## EXERCICE N°2

1. Calculer les coefficients d'un filtre RIF passe-bas à N=5 coefficients, de fréquence de coupure  $f_c=882\text{Hz}$ . La fréquence d'échantillonnage est  $F_e=44100\text{Hz}$ .

2. Donner la réponse impulsionnelle de ce filtre (on se limitera aux coefficients connus).

3. Donner sa fonction de transfert en Z.

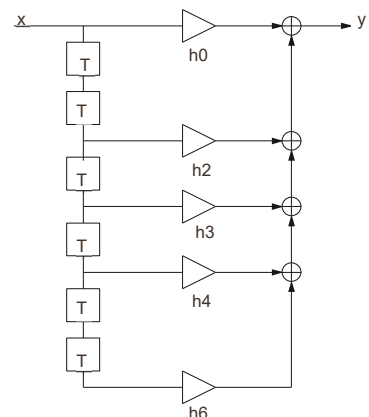
4. En déduire son équation aux différences.

5. Donner le signal de sortie résultant de l'application de cette équation au signal d'entrée :

$$e=\{1,0,0,0,0\}.$$

## EXERCICE N°3

Soit un filtre à réponse impulsionnelle finie dont le schéma de fonctionnement dans le domaine temporel est donné à la figure ci-contre. On pose  $T_e$  la période d'échantillonnage du système numérique ( $T_e = 1\text{s}$ ).



1. Donner l'expression de l'équation aux différences finies ainsi que la fonction de transfert en Z.

2. Déterminer et tracer la réponse impulsionnelle  $h(n)$  du filtre, lorsque  $h_0 = h_6 = 0.1$ ,  $h_2 = h_4 = -0.3$ ,  $h_3 = 0.49$ .

3. Calculer la réponse fréquentielle  $H(e^{j\Omega})$  du filtre. Déterminer son module et sa phase. On note que :

$$e^{-j\Omega_1} + e^{-j\Omega_2} = 2 \times e^{-\frac{j(\Omega_1+\Omega_2)}{2}} \times \cos\left(\frac{\Omega_2 - \Omega_1}{2}\right)$$

4. Donner les valeurs du module en  $\Omega = 0, \pi/2, \pi, 2\pi$ .

5. Tracer approximativement son module. De quel type de filtre s'agit-il?

## EXERCICE N°4

Soit le filtre numérique suivant :  $H(z) = 0,1.(z^{-1} + z^{-3}) + 0,2.z^{-2}$

On posera  $T_e$ , période d'échantillonnage, égal à  $1\text{ms}$ .

1. Donnez et tracez sa réponse impulsionnelle  $h(n)$ .

2. Calculez la réponse fréquentielle du système. Donnez la fréquence de coupure à -3dB.

3. Quel type de filtre est réalisé ?

4. Donnez l'expression de la sortie  $y(n)$  du filtre en fonction de l'entrée  $x(n)$ .

5. Calculez et dessinez le signal de sortie du filtre  $y(n)$  pour  $n = 0 \dots 7$  lorsque l'entrée est :

$$x(n) = \begin{cases} 1 & n = 0, 1 \\ 0 & \text{ailleurs} \end{cases}$$

## EXERCICE N°5

L'objectif de ce problème est la réalisation d'un filtre numérique passe-haut dont les caractéristiques sont:

- atténuation  $\delta_2 = 40dB$ ,
- fréquence de coupure à  $-3dB$ ,  $f_c = 6kHz$ ,
- fréquence en bande atténuée  $f_a = 2kHz$
- fréquence d'échantillonnage  $F_e = 36kHz$

### 1. Synthèse de filtre RIF à phase linéaire par fenêtrage

1. On considérera pour cette synthèse un filtre passe-haut idéal de fréquence de coupure  $f_c$ . Après avoir tracé de manière précise le filtre idéal  $H(e^{j\Omega})$ , calculez sa réponse impulsionnelle  $h(n)$  pour  $n = [-4... + 4]$ .
2. En fonction de l'atténuation et de la sélectivité, quel type de fenêtre faut-il utiliser, et quelle est la longueur  $N$  d'un filtre RIF dont la phase serait linéaire?
3. Exprimez  $h_a(n)$ , pour  $n = [-4... + 4]$ .
4. Tracez sa réponse impulsionnelle dans le cas où  $N = 9$ .

## EXERCICE N°6

Soit un filtre moyenneur à réponse impulsionnelle suivante :

$$h(n) = 0,333\delta(n) + 0,333\delta(n - 1) + 0,333\delta(n - 2) ; h(0) = h(1) = h(2) = 0,333$$

L'objectif de cet exercice est de calculer sa réponse pour une entrée :

$$x(n) = 0,2\delta(n) + 0,4\delta(n - 1) + 0,6\delta(n - 2).$$

1. Quel est l'ordre de ce filtre ?
2. Donner la valeur des échantillons  $x(0)$ ,  $x(1)$  et  $x(2)$ .
3. Calculer la sortie du filtre  $y(n)$  pour  $n$  de 0 à 5.
4. Tracer l'allure de la sortie  $y(n)$ .

On se propose dans cette partie de calculer la réponse de ce filtre en utilisant l'arithmétique fractionnaire Q1.3.

5. Faites la quantification des coefficients  $h(0)$ ,  $h(1)$  et  $h(2)$  ainsi que les valeurs des échantillons  $x(0)$ ,  $x(1)$  et  $x(2)$  en Q1.3 (faites l'arrondissement à la valeur la plus proche).
6. Calculer la réponse du filtre  $y(n)$  pour  $n$  de 0 à 5. Exprimer le résultat en Q1.3.
7. Comparer les valeurs de  $y(n)$  à celles trouvées dans la question 3.