Université Badji Mokhtar Annaba
Faculté des sciences de l'ingéniorat
Département d'électronique

TP 8 MASTER 1 DECIMATION, INTERPOLATION ET FILTRES MULTICADENCES

1. INTRODUCTION

Dans ce TP nous allons nous intéresser à la décimation et l'interpolation des signaux numériques. La décimation d'un signal consiste à diminuer sa fréquence d'échantillonnage. Ce signal doit être à bande étroite pour respecter le théorème d'échantillonnage. Ceci implique un filtrage passe bas avant l'opération de décimation. L'interpolation d'un signal consiste à augmenter sa fréquence d'échantillonnage. Ces deux opérations sont souvent utilisées dans plusieurs techniques de traitement numériques des signaux notamment en en filtrage numérique permettant ainsi de réduire d'une manière significative la synthèse des filtres numériques, c'est ce qu'on appelle les filtres multi-cadences. Mais aussi elles peuvent être utilisées en traitement de la parole, en compression, dans certains traitements numériques utilisés en communication numérique et aussi dans certaines transformations telle que la DWT (Discret Wavelet Transform ou Transformation en ondelettes discrètes.

2. DECIMATION

Comme nous l'avons déjà indiqué la décimation d'un signal consiste à diminuer sa fréquence d'échantillonnage. Ce signal doit être à bande étroite pour respecter le théorème d'échantillonnage. Ceci implique un filtrage passe bas avant l'opération de décimation.

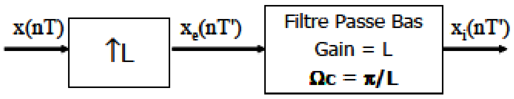
Soit un signal simulé que nous pouvons créer par Matlab, où N est le nombre de ses échantillons :

```
N = 192; n = 0:1:N-1;
x = sin(2*pi*0.02*n)+sin(2*pi*0.09*n);
```

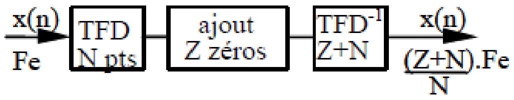
– Étudiez les effets sur le spectre d'un signal d'une décimation par 2 puis par 4. On exprimera la décimation par M par : y1 = x(1 :2 :N) ;.
– Utilisez ensuite la fonction decimate(x,M) de Matlab qui effectue en plus un filtrage anti-repliement avant décimation. Comparez avec la version sans filtrage.
– Étudiez maintenant les effets sur le spectre d'un signal d'une décimation par 6. Expliquez le résultat obtenu.

3. INTERPOLATION

L'interpolation d'un signal consiste à augmenter sa fréquence d'échantillonnage. Les deux principales méthodes sont l'insertion de L - 1 zéros dans la réponse temporelle réalisant une interpolation par un facteur " *L (voir* figure ci-dessous), et l'ajout de Z zéros dans le domaine fréquentiel impliquant une interpolation par un facteur $L = N+Z/N$ où N est la taille de la FFT (voir figure ci-dessous).



(a) Interpolation par insertion de zéros et filtrage

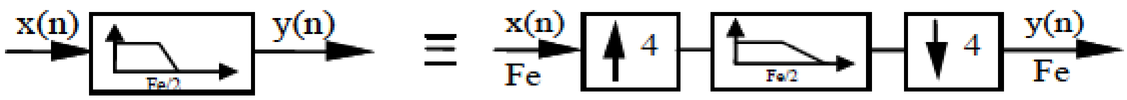


(b) Interpolation par TFD et ajout de zéros

– A partir du signal utilisé dans la section 2 (DECIMATION) décimé d'un facteur 4, réalisez l'insertion de zéros (élévateur de fréquence) et vérifiez son impact sur le spectre.
On prendra un facteur d'interpolation $L = 4$.
– Réaliser l'interpolateur par insertion de zéros et filtrage RIF passe bas.
– Réaliser l'interpolateur par TFD et ajout de zéros.
– Comparer qualitativement les deux méthodes d'interpolation.

4. APPLICATION AU FILTRAGE PAR DECIMATION-INTERPOLATION

La réalisation de filtres numériques peut être simplifiée par une série de traitements interpolation-filtrage-décimation. L'exemple le plus connu est le filtre de lissage du Compact Disc qui réalise un filtrage très sélectif à *Fe*=2. Il est en pratique réalisé par le schéma ci-dessous.



Comparer les fonctions de transfert et les complexités des deux types de filtrage par la méthode directe et la méthode multicadence.

Annexe

H Décimation et Interpolation

```
% II.6 Décimation et interpolation
% 6.1 Décimation

N = 192;
n = 0:1:N-1;
x = sin(2*pi*0.02*n)+sin(2*pi*0.09*n);

figure; subplot(4,1,1); stem(x); grid
subplot(4,1,2); plot(x)

y1 = x(1:2:N); subplot(4,1,2); stem(y1); grid
y2 = x(1:4:N); subplot(4,1,3); stem(y2); grid
y3 = x(1:6:N); subplot(4,1,4); stem(y3); grid

y1 = decimate(x,2); subplot(4,1,3); stem(y1)
y2 = decimate(x,4); subplot(4,1,4); stem(y2)

X = fft(x,300);
Y1 = fft(y1,300);
Y2 = fft(y2,300);
Y3 = fft(y3,300);

figure; subplot(4,1,1); plot(abs(X)); grid
subplot(4,1,2); plot(abs(Y1)); grid
subplot(4,1,3); plot(abs(Y2)); grid
subplot(4,1,4); plot(abs(Y3)); grid

% 6.2 Interpolation

L=4;
x = y2; %sinus décimé par 4
y = zeros(N, 1);
y(1:L:N) = x;
figure; stem(y); grid

X = fft(x,300);
Y = fft(y,300);
figure; subplot(2,1,1); plot(abs(X)); grid
subplot(2,1,2); plot(abs(Y)); grid

Nrif = 33;     % Longueur du filtre RIF, doit etre impair pour la suite
...... A COMPLETER
y1 = filter(.....);
```

```
figure; plot(y1); grid

Y1 = fft(y1,300);
figure; plot(abs(Y1)); grid


% Interpolation par TFD
..... A COMPLETER

% 6.3 Filtrage
%filtre sans int/dec
Nrif = 21;      % Longueur du filtre RIF, doit etre impair pour la suite
Wc = pi/2;
b = Wc/pi*sinc(Wc/pi*(-(Nrif-1)/2:(Nrif-1)/2));
bh = b.*hamming(Nrif)';

N=256;
[h,t]=impz(bh,1,N);
H=fft(h,N);
figure; plot(abs(H)); grid

%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
%filtre équivalent avec int/dec

%%%% Interpolation
.......

%%%%  Filtre
.......

%%%% Decimation
......
```