

TP4 Traitement du signal:

Synthèse de filtres numériques RIF et démodulation stéréo

Table des matières

II) Analyse spectrale d'un sinusöide.....	3
II.1) TFD d'une sinusöide.....	3
II.1.1).....	3
II.1.2).....	3
II.1.3).....	3
II.1.4).....	3
IV) Annexe.....	5
IV.1) TFD d'une sinusöide.....	5
IV.2) Fenötre de la TFD.....	5
IV.3) Fenötre de la TFD.....	5
IV.4) Introduction à l'analyse temps-fréquence.....	5
IV.5) Étude d'un signal synthétique.....	5
IV.6) Script plotstft.m.....	5

II) Analyse spectrale d'un sinusöide

II.1) TFD d'une sinusöide

II.1.1)

Le critère de Shannon requiert que la fréquence d'échantillonnage soit supérieure à deux fois la fréquence maximale du signal, ce critère est respecté dans notre cas :

$$1\,000\text{Hz} > 2 \cdot 100\text{Hz}$$

II.1.2)

Lorsque l'on trace la représentation fréquentielle de la sinusöide on remarque qu'un Dirac apparaît, on peut donc retrouver la fréquence de la sinusöide ainsi que son amplitude en utilisant la fonction `max` de matlab.

- Fréquence retrouvée : 100Hz
- Amplitude retrouvée : 1

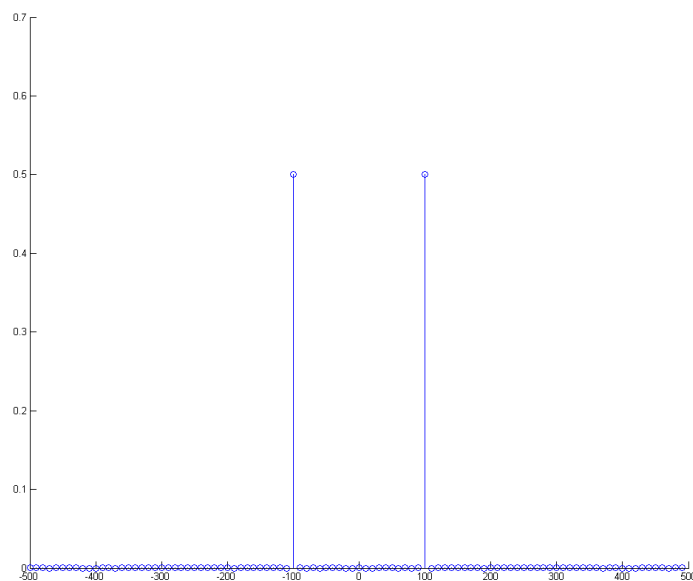


Figure 1 : Représentation fréquentielle de la sinusöide avec $f_0=100\text{Hz}$

II.1.3)

Lorsque l'on trace la représentation fréquentielle de la sinusöide avec une fréquence de 95Hz, le Dirac qui devrait être en 95Hz "fuit" sur les fréquences adjacentes, l'utilisation de la fonction `max` de matlab ne permet pas de retrouver de façon précise la fréquence de la sinusöide ainsi que son amplitude.

- Fréquence retrouvée : 90Hz
- Amplitude retrouvée : 0.6518

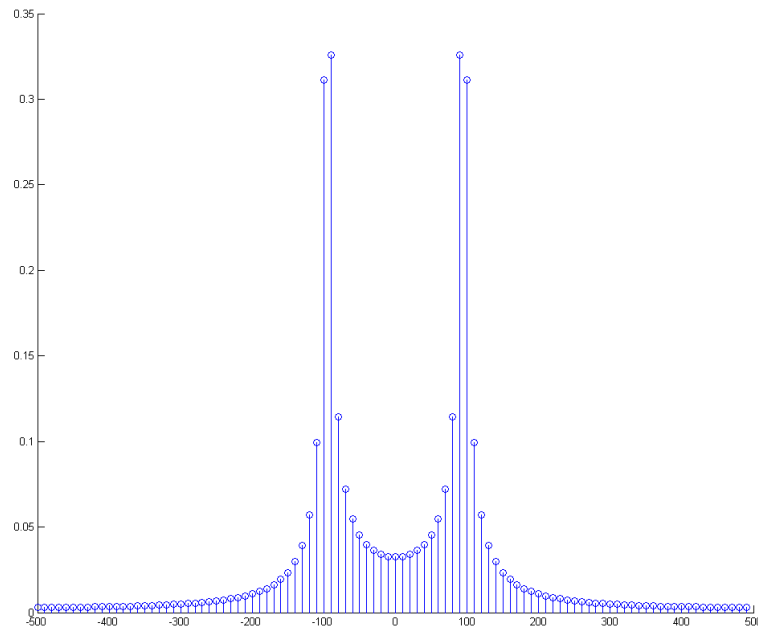


Figure 2 : Représentation fréquentielle de la sinusoïde avec $f_0=95\text{Hz}$

II.1.4)

Calcul de l'erreur relative pour $N=100$:

- $f_0=100\text{Hz} \rightarrow (1-1)/1=0 \%$
- $f_0=95\text{Hz} \rightarrow (1-0.6518)/1=34.82 \%$

Calcul de l'erreur relative pour $N=1000$:

- $f_0=100\text{Hz} \rightarrow (1-1)/1=0 \%$
- $f_0=95\text{Hz} \rightarrow (1-1)/1=0 \%$

La précision est bien améliorée

II.1.5)

Valeurs trouvées pour $f_0=99.5$ et $N=1000$:

- Fréquence retrouvée : 99Hz
- Amplitude retrouvée : 0.6380

- Erreur relative : 36.20 %

L'erreur relative est proche de la valeur maximale trouvée en cours

II.1.6)

II.1.7)

II.1.8)

L'erreur relative maximal calculée en cours est de 36 %

L'erreur de 36.2 % pour la sinusoïde ayant $f_0=99.5\text{Hz}$ correspond bien à celle obtenue en cours.

II.1.9)

L'erreur relative maximal calculée en cours est de 36 %

L'erreur de 36.2 % pour la sinusoïde ayant $f_0=99.5\text{Hz}$ correspond bien à celle obtenue en cours.

II.1.10)

Calcul de l'erreur relative pour $N=100$ et un bourrage de 900 zéros

Avec $f_0=100$:

- Fréquence retrouvée : 99.90Hz
- Amplitude retrouvée : 1.0
- Erreur relative : 0 %

Avec $f_0=100$:

- Fréquence retrouvée : 94.90Hz
- Amplitude retrouvée : 1.0
- Erreur relative : 0 %

La précision est bien améliorée

II.2) Fenêtrage de la TFD

II.2.1)

L'effet sur la TFSF de la pondération par une fenêtre de Hanning se traduit par l'élargissement du Dirac à f_0 dans la représentation fréquentielle et une diminution de l'amplitude maximale de la représentation fréquentielle.

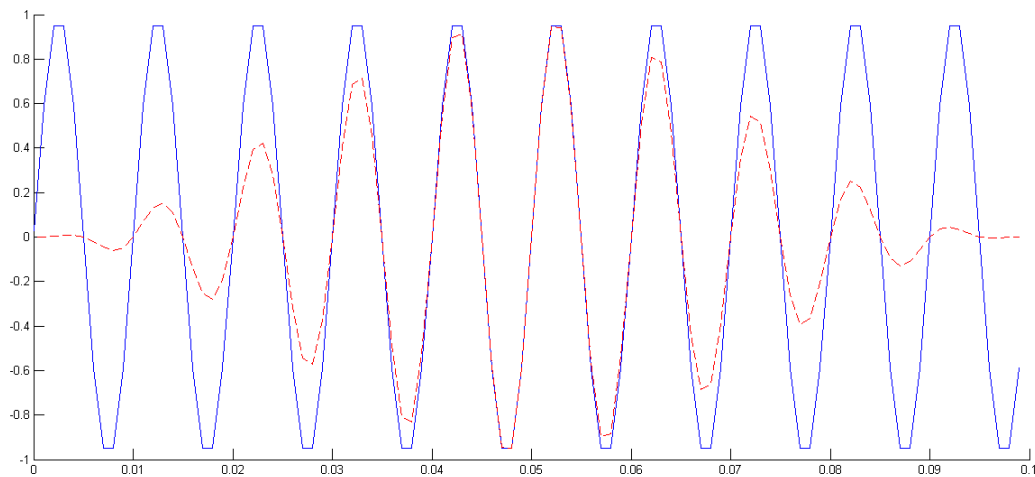


Figure 3 : Représentation temporelle de la sinusoïde (trait bleu continu) ainsi que de la sinusoïde pondérée (trait discontinu rouge) pour $f_0=100\text{Hz}$

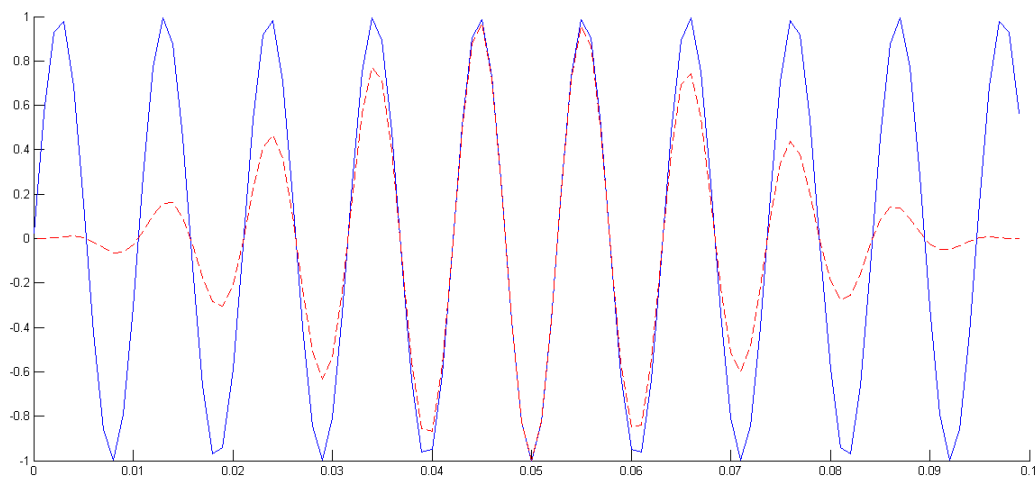


Figure 4 : Représentation temporelle de la sinusoïde (trait bleu continu) ainsi que de la sinusoïde pondérée (trait discontinu rouge) pour $f_0=95\text{Hz}$

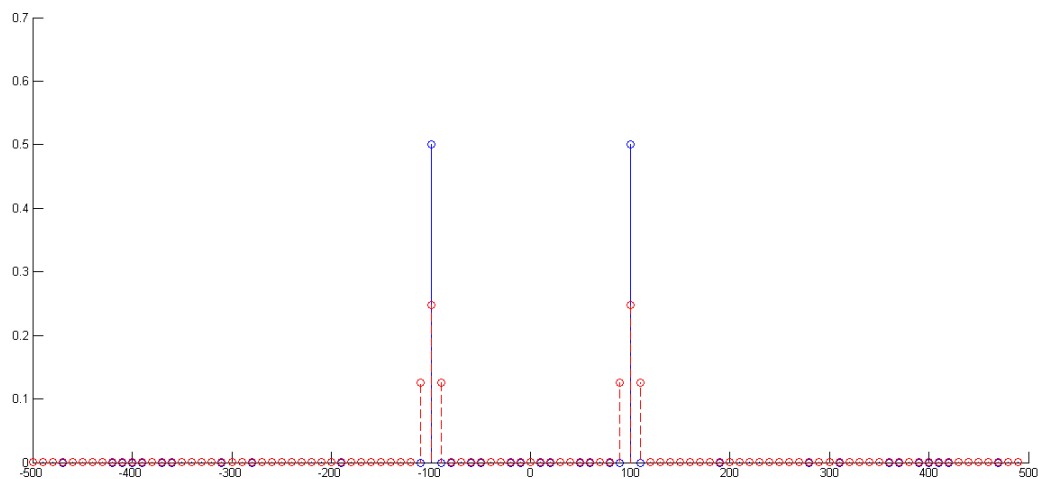


Figure 5 : Représentation fréquentielle de la sinusoïde (trait bleu continu) ainsi que de la sinusoïde pondérée (trait discontinu rouge) pour $f_0=100\text{Hz}$

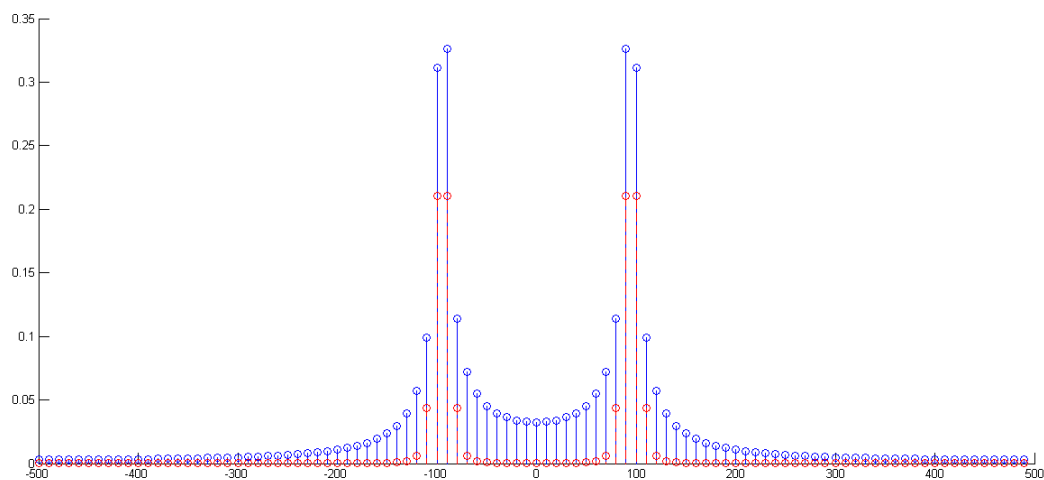


Figure 5 : Représentation fréquentielle de la sinusoïde (trait bleu continu) ainsi que de la sinusoïde pondérée (trait discontinu rouge) pour $f_0=95\text{Hz}$

II.2.1)

L'inconvénient de la pondération est la diminution des amplitudes maximales dans le spectre des fréquences du signal (voir figure 4 et 5)

IV) Annexe

IV.1) TFD d'une sinusoïde

```
clear all;
close all;
clc;
hold on;

Fe=1000
N=100
x=(0:N-1)/Fe;

figure(1);
hold on;

f0_100=100
y_100=sin(2*pi*f0_100*x);
plot(x,y_100);

f0_95=95
y_95=sin(2*pi*f0_95*x);
plot(x,y_95);

f0_995=99.5
y_995=sin(2*pi*f0_995*x);
plot(x,y_995);

figure(2)
hold on

TF_y_100=fftshift(fft(y_100));
TF_y_95=fftshift(fft(y_95));
TF_y_995=fftshift(fft(y_995));

f = (0:N-1)/N*Fe-Fe/2;
stem(f, abs(TF_y_100)/N);
stem(f, abs(TF_y_95)/N);
stem(f, abs(TF_y_995)/N);

[amp_found_100, freq_found_100]=max(abs(TF_y_100));
freq_found_100=freq_found_100/N*Fe-Fe/2
amp_found_100=2*amp_found_100/N

err_relative_100=(1-amp_found_100)/1

[amp_found_95, freq_found_95]=max(abs(TF_y_95));
freq_found_95=freq_found_95/N*Fe-Fe/2
amp_found_95=2*amp_found_95/N

err_relative_95=(1-amp_found_95)/1

TF_y_995=fftshift(fft(y_995, N));

[amp_found_995, freq_found_995]=max(abs(TF_y_995));
freq_found_995=freq_found_995/N*Fe-Fe/2
amp_found_995=2*amp_found_995/N

err_relative_995=(1-amp_found_995)/1
```



```
figure(3)
hold on

M=10*N
f = (0:M-1)/M*Fe-Fe/2;

TF_y_100=fftshift(fft(y_100, M));
TF_y_95=fftshift(fft(y_95, M));

stem(f, abs(TF_y_100)/N);
stem(f, abs(TF_y_95)/N);

[amp_found_100, freq_found_100]=max(abs(TF_y_100));
freq_found_100=freq_found_100/M*Fe-Fe/2
amp_found_100=2*amp_found_100/N

err_relative_100=(1-amp_found_100)/1

[amp_found_95, freq_found_95]=max(abs(TF_y_95));
freq_found_95=freq_found_95/M*Fe-Fe/2
amp_found_95=2*amp_found_95/N

err_relative_95=(1-amp_found_95)/1
```

IV.2) Fenêtre de la TFD

```
clear all;
close all;
clc;
hold on;

Fe=1000
N=100
x=(0:N-1)/Fe;
n=0:N-1;
w_H=1/2*(1-cos(2*pi*n/(N-1)));

figure(1);
hold on;

f0_100=100
y_100=sin(2*pi*f0_100*x);
plot(x,y_100);

y_100_w=sin(2*pi*f0_100*x).*w_H;
plot(x,y_100_w);

f0_95=95
y_95=sin(2*pi*f0_95*x);
plot(x,y_95);

y_95_w=sin(2*pi*f0_95*x).*w_H;
plot(x,y_95_w);

figure(2)
```

```
hold on

f = (0:N-1)/N*Fe-Fe/2;

TF_y_100=fftshift(fft(y_100));
TF_y_100_w=fftshift(fft(y_100_w));
TF_y_95=fftshift(fft(y_95));
TF_y_95_w=fftshift(fft(y_95_w));

stem(f, abs(TF_y_100)/N);
stem(f, abs(TF_y_100_w)/N);
stem(f, abs(TF_y_95)/N);
stem(f, abs(TF_y_95_w)/N);

[amp_found_100, freq_found_100]=max(abs(TF_y_100));
freq_found_100=freq_found_100/N*Fe-Fe/2
amp_found_100=2*amp_found_100/N
err_relative_100=(1-amp_found_100)/1

[amp_found_100_w, freq_found_100_w]=max(abs(TF_y_100_w));
freq_found_100_w=freq_found_100_w/N*Fe-Fe/2
amp_found_100_w=2*amp_found_100_w/N
err_relative_100_w=(1-amp_found_100_w)/1

[amp_found_95, freq_found_95]=max(abs(TF_y_95));
freq_found_95=freq_found_95/N*Fe-Fe/2
amp_found_95=2*amp_found_95/N
err_relative_95=(1-amp_found_95)/1

[amp_found_95_w, freq_found_95_w]=max(abs(TF_y_95_w));
freq_found_95_w=freq_found_95_w/N*Fe-Fe/2
amp_found_95_w=2*amp_found_95_w/N
err_relative_95_w=(1-amp_found_95_w)/1
```

IV.3) Fenêtre de la TFD

IV.4) Introduction à l'analyse temps-fréquence

IV.5) Étude d'un signal synthétique

IV.6) Script plotstft.m

