

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université Mohamed BOUDIAF - M'sila



Faculté de Technologie
Département de Génie Electrique

MODULE : TP Traitement du signal & TP Optimisation

ANNEE D'ETUDE : 1^{er} Année Master Automatique et systèmes

ENSEIGNANT : Dr. HERIZI Abdelghafour

**TP 1 : Représentation de signaux et applications de la
transformée de Fourier sous Matlab**

I. Objectif du TP :

- Générer et visualiser quelques signaux.
- Réaliser la convolution entre deux signaux analogiques
- Déterminer la corrélation entre deux signaux continus en utilisant MATLAB.

II. Rappel :

Un signal est la représentation physique de l'information. La description mathématique des signaux est l'objectif de la théorie du signal. Elle offre les moyens d'analyser, de concevoir et de caractériser les systèmes de traitement de l'information.

II.1 Représentation temporelle des signaux :

Cette représentation est basée sur l'évolution du signal en fonction du temps. On distingue deux types fondamentaux de signaux :

II.1.1 Les signaux certains ou déterministes :

Leur évolution en fonction du temps peut être parfaitement décrite par un modèle mathématique. Parmi les signaux déterministes on distingue :

1. Les signaux périodiques : ce sont les signaux dont l'évolution dans le temps est prévisible et qui obéissent à une loi de répétition cyclique régulière, de période T .
2. Les signaux aléatoires : Ce sont les signaux dont le comportement temporel est imprévisible, gouvernée par les lois du hasard.

II.2 Produit de Convolution :

En traitement du signal, la convolution est l'outil permettant de calculer la sortie d'un système. En effet, pour un signal d'entrée $e(t)$ soumis à un système de fonction transfert $h(t)$, la sortie sera la convolution des deux fonctions $h(t) * e(t)$.

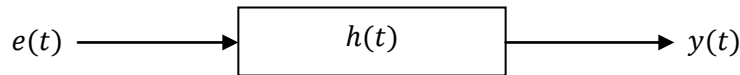


Figure 1 : Produit de convolution.

$$y(t) = \int_{-\infty}^{+\infty} e(\tau)h(t - \tau)d\tau = \int_{-\infty}^{+\infty} e(t - \tau)h(\tau)d\tau$$

II.3 Fonctions de corrélation :

Les fonctions de corrélation caractérisent de degré de dépendance entre les variables aléatoires.

II.3.1 Fonction d'autocorrélation :

On définit la fonction d'autocorrélation par :

$$R_{xx}(T) = \int x(t)x(t + T)dt$$

$$\text{Si } T = 0 : R_{xx}(0) = \int |x(t)|^2 dt$$

Si $x(t)$ réel : R est aussi réelle et paire. On montre que la fonction R est max à l'origine.

II.3.2 Fonction d'inter-corrélation :

Pour deux signaux continus $x(t)$ et $y(t)$, le produit de corrélation est décrit par :

$$R_{xy}(\tau) = \int_{-\infty}^{+\infty} x(t)y(t + \tau)dt$$

II.4 Transformée de Fourier :

La transformation de Fourier, généralisée par l'emploi des distributions, permet d'obtenir une représentation spectrale des signaux déterministes. Celle-ci exprime la répartition fréquentielle de l'amplitude, de phase, de l'énergie ou de puissance des signaux considérés.

Soit $x(t)$ un signal déterministe, sa Transformée de Fourier est une fonction généralement complexe, de la variable réelle f définis par :

$$X(f) = \int_{-\infty}^{+\infty} x(t)e^{-j2\pi ft} dt$$

III. Manipulations :

III.1 Manipulation 1 :

A- Traçage de Dirac :

```
clear all; close all; clc;

fs=250;
pas = 1/fs;
t=-5:pas:5;
A=not(t);
plot(t,A,'linewidth',3);
gridon;
title('La fonction A(t)=Dirac');
xlabel('temps (ms)');
ylabel('amplitude');
```

B- Traçage de l'échelon :

```
clear all; close all; clc;

fs=250;
pas = 1/fs;
t=-5:pas:5;
B=1/2*(sign(t)+1);
plot(t,B,'linewidth',3);
gridon;
title('La fonction B(t)=echelon');
xlabel('temps (ms)');
ylabel('amplitude');
```

C- Tapez le code Matlab suivant:

```
clear all; close all; clc;
pas = pi/10;
t=0:pas:2*pi;
C=sin(t);
plot(t,C,'linewidth',2); grid on;
title('La fonction c(t)');
xlabel('temps');
ylabel('amplitude');
```

C-1: que fait ce programme ?

C-2: étaler l'intervalle de temps 4 fois, que remarquez-vous ?

III.2 Manipulation 2 :

Soit la fonction $y(t)$ définit comme suit :

$$y(t) = \begin{cases} \sin(t) & \text{si } t \leq 0 \\ \sin(4 * t) & \text{si } t > 0 \end{cases}$$

1- Écrire un programme (dans un fichier nommé Manip02.m) qui trace le signal $y(t)$ dans l'intervalle $[-4*\pi, +4*\pi]$ avec un pas égale à $(\pi/100)$.

2- Ecrire sur la figure du tracé de $y(t)$ les labels "x" et "y" et le titre comme suit :

" $y = \sin(t)$ si $x \leq 0$ et $\sin(4t)$ si $x > 0$ "

III.3 Manipulation 3 :

Donner le programme Matlab qui calcule le produit de convolution (La commande : **conv**) de deux signaux rectangulaires , l'un de durée 20 s et d'amplitude 2v et l'autre de durée 40s et d'amplitude 3v.

III.4 Manipulation 4 :

1. Donner le programme sous Matlab qui calcule-la transformée de Fourier d'un signal rectangulaire centré, d'amplitude $A=1v$ et de largeur $T= 20s$.
2. Transformée de Fourier d'un signal cosinus : Donner le programme qui permet de construire et d'afficher un signal cosinus $x(t)$ d'amplitude 1v, de fréquence f_0 . Ce vecteur x est composé de N points et représente r périodes du cosinus. La variable temps du signal est entre 0 et $T_{max} = r/f_0$. Le programme permet aussi de calculer et d'afficher la transformée de Fourier de ce signal en utilisant la définition de la transformée de Fourier et aussi en utilisant la commande **fft** (Fast Fourier Transform) de Matlab (Voir le help de **fft**, **abs** et **fftshift**).

III.5 Manipulation 5 :

Voici un signal sinusoïdal amorti décrit comme suit :

$$\begin{cases} x(t) = \exp(-0.2 * t) .* s(t) & \text{pour } t > 0 \\ s(t) = \sin(0.35 * t) \end{cases}$$

si on prend l'intervalle de traçage $t=-10:1000$

- 1- tracer le signal $x(t)$ en utilisant la commande Matlab **stem**, on limite les bordure du signal par cette commande après la fonction **stem** : **axis([-10 30 -0.6 0.6]);**
- 2- calculer la transformée de Fourier de ce signal en utilisant la commande **fft**, puis tracer son spectre par les commandes suivantes : **real**, **imag**.

Remarque : pour réaliser la plage de fréquence, on prend

$$f=(0:N-1)*1000/N;$$

tel que $N=\text{length}(t)$;

- 3- tracer le module et la phase de $x(t)$ transformée
- 4- Afficher toutes les figures dans une même image à l'aide de la commande **subplot**. La commande **subplot** permet de réaliser la mise en page des figures.