

## PLAN DU TP N°3

TITRE DU TP :

### *GENERATION, CORRELATION ET PRODUIT DE CONVOLUTION DES SIGNAUX CONTINUS*

**OBJECTIFS :**

A la fin de la séance de travaux pratiques l'étudiant doit être capable de :

- Générer des signaux continus ;
- Réaliser la corrélation entre deux signaux analogiques;
- Réaliser la convolution entre deux signaux analogiques.

**PRE-REQUIS :**

Notions théoriques de base sur :

- La corrélation ;
- Le produit de convolution ;
- Matlab.

## *TP N°3 : GENERATION, PRODUIT DE CONVOLUTION ET CORRELATION DES SIGNAUX ANALOGIQUES*

### OBJECTIF GENERAL :

Réaliser le produit de convolution et la corrélation de quelques signaux analogiques en utilisant la maquette de traitement de signal et MATLAB.

| OBJECTIFS SPECIFIQUES  | ELEMENTS DE CONTENU  | MOYEN  | DUREE |
|--|--|--|-------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ L'étudiant sera capable de :</li> <li>- Générer les signaux analogiques en utilisant la maquette DSP ;</li> <li>- Générer les signaux analogiques en utilisant le logiciel Matlab.</li> </ul> | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Réalisation du câblage ;</li> <li>2. Génération des signaux sinusoïdaux, carrés et triangulaire.</li> <li>3. Visualisation sur l'oscilloscope et sur le pc</li> </ol>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ maquette ;</li> <li>▪ câble de communication ;</li> <li>▪ Ordinateur ;</li> <li>▪ Sonde ;</li> <li>▪ Cordons ;</li> <li>▪ Tableau.</li> </ul> | 45 mn |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ L'étudiant sera capable de :</li> <li>- Réaliser le produit de convolution entre deux signaux rectangulaires;</li> </ul>  | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ecriture de programme en Matlab,</li> <li>2. Exécution et Test de programme</li> <li>3. Interprétation des résultats</li> </ol>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Ordinateur ;</li> <li>▪ Logiciel Matlab.</li> </ul>   | 90 mn |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ L'étudiant sera capable de :</li> <li>- Réaliser la corrélation entre deux signaux carrés par le logiciel Matlab.</li> </ul>  | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Modification du programme de convolution en un programme d'auto corrélation ;</li> <li>2. Modification du programme de convolution en un programme d'inter corrélation.</li> <li>3. Exécution du programme et interprétation des résultats.</li> </ol> | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Ordinateur ;</li> <li>▪ Logiciel Matlab.</li> </ul>   | 45 mn |

## Travaux Pratiques N°3 :

### *GENERATION, PRODUIT DE CONVOLUTION ET CORRELATION DES SIGNAUX ANALOGIQUES*

#### Objectif :

L'objectif de ce TP est de générer, de visualiser quelques signaux analogiques, de déterminer leur produits de convolutions et leur corrélation en utilisant la maquette de traitement de signal et MATLAB.

#### I. Rappel théorique

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.

##### I.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 :

##### I.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 :

**\*Les signaux périodiques** : Se sont les signaux dont l'évolution dans le temps est prévisible et qui obéissent à une loi de répétition cyclique régulière, de période T.

$$s(t) = s(t + k.T), \text{ k est un entier.}$$

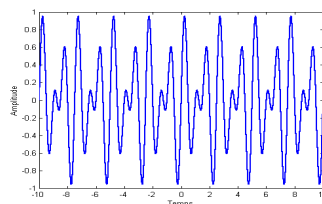


Figure (1) : Signal périodique.

Les signaux sinusoïdaux sont un cas particulier de ces signaux :

$$s(t) = A.\sin[(2.\pi/T)t + \phi]$$

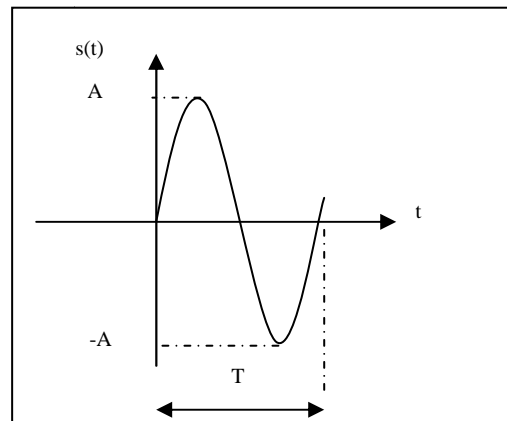


Figure (2) : Signal sinusoïdal.

**I.1.2. Les signaux aléatoires :** Se sont les signaux dont le comportement temporel est imprévisible, gouvernée par les lois du hasard.

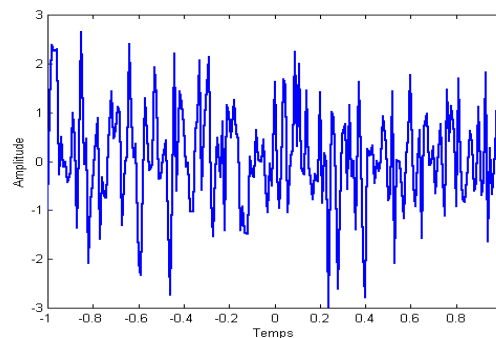


Figure (3) : Signal aléatoire.

## I.2. Produit de Convolution

### I.2.1. Définition du produit de convolution

La réponse  $y(t)$  d'un système linéaire ; ayant pour réponse impulsionnelle  $h(t)$  ; à une entrée  $x(t)$  est une superposition de réponses impulsionnelles amplifiées par des valeurs instantanées de  $x(t)$  ; cette opération est appelée : convolution de  $x$  par  $h$  et noté «  $*$  ».

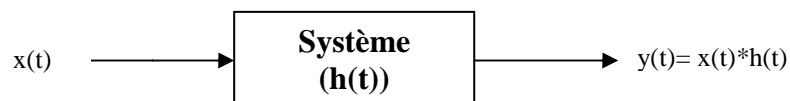


Figure (4) : La réponse du système.

### I.2.2. Equation générale de convolution :

$$Y(t) = x(t) * h(t) = \int_{-\infty}^{+\infty} x(t - \tau) \cdot h(\tau) \cdot d\tau = \int_{-\infty}^{+\infty} x(\tau) \cdot h(t - \tau) \cdot d\tau$$

### I.3. Fonction de corrélation

Pour comparer deux signaux entre eux, ou faire ressortir une caractéristique d'un signal noyé dans le bruit, on compare le signal  $x(t)$  pris à un instant «  $t$  », à un signal  $y(t)$  pris à un instant «  $t' = t - \tau$  »,

#### I.3.1. L'inter corrélation

L'inter corrélation compare un signal  $x(t)$  et un signal  $y(t)$  retardé.

Pour les signaux à énergie finie :

$$C_{x,y}(t) = \int_{-\infty}^{+\infty} x(\tau) \cdot y(\tau - t) d\tau$$

#### I.3.2. L'auto corrélation

L'auto corrélation réalise une comparaison entre un signal  $x(t)$  et ses copies retardées

Pour les signaux à énergie finie :

$$C_{x,x}(t) = \int_{-\infty}^{+\infty} x(\tau) \cdot x(\tau - t) d\tau$$

## II. Etude pratique

### II.1. Matériels utilisés

- Maquette : L'unité principale CI-51001 et l'unité CIC-520 ;
- Ordinateur ;
- Câble de communication entre PC et maquette ;
- Oscilloscope ;
- Sonde ;
- Cordons.

### II.2. Manipulation

- 1 - Connecter l'ordinateur à la maquette de traitement de signal « CIC-520 » ;
- 2 - Placer « **Audio selector** » à la position FG ;
- 3 - Connecter « **OutPut** » de « **Audio selector** » de l'unité principal à l'entrée « **in jack j<sub>2</sub>** » de la maquette DSP « CIC-520 » ;
- 4 - En utilisant une sonde, connecter l'entrée du canal « **ch<sub>1</sub>** » de l'oscilloscope à la sortie « **OutPut** » du générateur ;
- 5 - Appliquer un signal sinusoïdal du GBF, d'amplitude  $A=1\text{v}$  et de fréquence  $f_0 = 1\text{khz}$ , à l'entrée **j<sub>2</sub>** ;
- 6 - Charger le programme addarc.obj du logiciel C54x Code Explorer, en utilisant le chemin suivant :

**C:\dskplus\demos\recorder\addacr.obj.**

- 7 - Appuyer sur « **RUN** » pour avoir le signal choisi ;
- 8 - Cliquer sur « **View** » de la barre d'outil, choisir « **Graphics** » ;
- 9 - Changer les paramètres du tableau selon les valeurs ci-dessous et cela pour le domaine Temporel:

|                    |        |             |   |
|--------------------|--------|-------------|---|
| Setup for Graphics |        |             |   |
| Starting address   | 0x1800 | Line graph  | ↓ |
| Page:              | Data   | 16-bit S-I  | ↓ |
| Buffer Size:       | 0x003F | Time Domain | ↓ |
| Display Size:      | 0x003F | LinerScale  | ↓ |
| Sampling Freq:     | 16000  | Auto Scale  | ↓ |

- 10 - Visualiser le signal sinusoïdal sur l'écran du PC ;
- 11 - Déterminer la période  $T_0$  de ce signal et la comparer avec celle lue sur l'écran de L'oscilloscope ;
- 12- Appliquer des signaux sinusoïdaux à in jack « **j<sub>2</sub>** » d'amplitude et de fréquences suivantes :  
 $A= 2\text{V}$ ,  $F = 2\text{ khz}$  ,  $F = 4\text{ khz}$  et  $F = 6\text{ khz}$  .  
 Pour ces caractéristiques des signaux il faut changer les valeurs du Buffer et Display size « **0X00FF** » pour pouvoir visualisé les signaux ;
- 13- Représenter les signaux et interpréter les résultats.

### III. Simulation par MATLAB

### III.1. Représentation de quelques signaux par MATLAB

Soit quelques notions de base de Matlab que vous allez utiliser :

Plot : Trace une représentation graphique.

Grid : affiche une grille.

Title : attribue un titre au graphique.

Xlabel : attribue un texte à l'axe des abscisses.

Ylabel : attribue un texte à l'axe des ordonnées.

pi : c'est la valeur 3.14

#### III.1.1. Représentation de l'impulsion de Dirac : $\delta(t)$

❖ Soit le programme suivant :

```
%Génération d'une impulsion unité
%Génération d'un vecteur de -10 0 20
n=-10:20;
%Génération de l'impulsion unité
u=[zeros(1,10) 1 zeros(1,20)];
%Tracer le signal généré
stem(n,u);
xlabel('Temps indexé en n');
ylabel('Amplitude');
title('impulsion unité');
axis([-10 20 0 1.2]);
```

1- Exécuter ce programme.

2- Faire les changements nécessaires au programme ci-dessus pour représenter les impulsions suivantes :

$$3 \delta(t), 2 \delta(t + 2), \delta(t + 3) \text{ et } \delta(t-1).$$

#### III.1.2. Génération d'une impulsion rectangulaire

❖ Soit le programme suivant :

```

t = -1:0.00001:1 ;
x1 = rectpuls(t,0.05) ;
plot(t,x1) ; axis([-0.1 0.1 -0.2 1.2])
; grid ;
xlabel('Temps(sec)');
ylabel('Amplitude');
title('impulsion rectangulaire ') ;

```

- 1- Exécuter ce programme et déterminer les caractéristiques.
- 2- Modifier Ce programme pour construire une impulsion rectangulaire de durée  $T=0.08$  s et d'amplitude  $A=2V$ .

### III.1.3. Génération du sinus cardinal :sinc (x)

Soit la fonction  $y(x) = \text{sinc}(x) = \sin(x)/x$ .

On utilise l'expression logique( $x \neq 0$ ) pour exprimer : que la  $\lim y(x) = 1$  lorsque  $x \rightarrow 0$ .

❖ Soit le programme suivant :

```

%Tracage de la fonction sinus cardinal
%Domaine des valeurs de la variable x
x=-4*pi:pi/100:4*pi;
%valeurs de la fonction
y=(x==0)+sin(x)./(x+(x==0));
%Tracage de la fonction sinus cardinal
plot(x,y)
grid
title('sinus cardinal y=sin(x)/x')

```

### III.1. 4. Génération de quelques signaux :

Soit les programmes ci- dessous :

Exécuter, déterminer le nom, le type de chaque signal ainsi que sa forme générale et terminer ce qui manque dans les programmes (commentaires, titre...)

❖ Programme1 :



```

fs = 10000 ;
t = 0:1/fs:1.5 ;
y = square(2*pi*50*t) ;
plot(t,y), axis([0 0.1 -1.2
1.2]),
grid
xlabel('Temps (sec)') ;
ylabel('Amplitude') ;
title('signal .....')

```

### ❖ Programme2 :

```

t = -1:0.00001:1 ;
x2 = tripuls(t,0.04) ;
plot(t,x2),
axis([-0.1 0.1 -0.2 1.2]),
grid ;
xlabel('Temps (sec)') ;
ylabel('Amplitude') ;
title('impulsion .....') ;

```

### ❖ Programme3 :

```

fs = 10000 ;
t = 0:1/fs:1.5 ;
y1 = sawtooth(2*pi*50*t) ;
plot(t,y1); axis([0 0.1 -1.2
1.2]); grid;
xlabel('Temps (sec)') ;
ylabel('Amplitude') ;
title('signal ..... ' ) ;

```

### ❖ Programme4 :

1- Exécuter ce programme.

2- Faire les changements nécessaires au programme ci-dessous pour représenter le signal :  $y(t) = 2 \cdot \sin(x)$

```

x=0:0.001:4*pi ;
y=sin(x) ;
plot(x, y) ;
axis([0 4*pi -1.2 1.2]) ;
grid ;

```

### III.2. Produit de convolution de deux signaux analogiques

Le programme Matlab suivant 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.

❖ **Programme :**

- 1-1 Tester le programme ci-dessus et vérifier théoriquement le résultat obtenu.
- 1-2 Changer le programme pour avoir le produit de convolution de deux signaux rectangulaires identiques.
- 1-3 Interpréter les résultats des deux questions.

```
clear
x=zeros(100,1);
for i=41:60,x(i)=2;end;
y=zeros(100,1);
for i=31:70,y(i)=3;end;
N=100;
a=-N/2:N/2-1;
b=-N:N-2;
subplot(2,2,1);plot(a,x);axis([-50,50,0,2.5]);grid;
title('premier signal');xlabel('t');ylabel('x(t)');
subplot(2,2,2);plot(a,y);axis([-50,50,0,3.5]);grid;
title('deuxième signal');xlabel('t');ylabel('y(t)');
subplot(2,2,4);plot(b,conv(x,y));grid;
axis([-60 60 0 140]);title('convolution');xlabel('t');
```

### III.3. Corrélation

#### III.3. 1. Inter – Corrélation

En utilisant le programme du produit de convolution ci-dessus, écrire un programme Matlab qui calcule et trace l'inter-corrélation (commande **xcorr**) de deux signaux rectangulaires, un de largeur 20s et d'amplitude 2 v et l'autre de largeur 40s et d'amplitude 3v.

Vérifier théoriquement le résultat obtenu.

#### III.3. 2. Auto – Corrélation

Changer le programme pour qu'il permet de donner l'auto-corrélation d'un signal rectangulaire de largeur 40s (commence à -31 et se termine à 10) et d'amplitude 2v.