

Examen de TP de traitement numérique du signal

Mercredi 18 décembre

Sujet d'examen de TP de TNS

Epreuve sur ordinateur sous Matlab/Octave. Durée 1h. Les seuls documents autorisés sont l'aide de Matlab/Octave avec **help** et les documents suivants disponible en ligne :

<http://www-l2ti.univ-paris13.fr/~dauphin/polyMatlabCpl.pdf>

<http://www-l2ti.univ-paris13.fr/~dauphin/poly.pdf>

http://www-l2ti.univ-paris13.fr/~dauphin/tp_tns_m1ir.pdf

http://www-l2ti.univ-paris13.fr/~dauphin/aide_listing.txt

Les réponses doivent être conformes aux définitions du traitement du signal vues en cours et ce même si Matlab/Octave utilise une convention différente. Pour Octave, certaines fonctions font appel à des bibliothèques, il peut être utile d'exécuter des commandes telles que

```
pkg load statistics
```

```
pkg load signal
```

Pour chaque exercice, il vous faut donner la réponse aux questions ainsi que le programme ayant permis de trouver ces réponses ou la façon dont vous les avez obtenues.

Prénom

NOM

Exercice 1. *On considère le signal temps discret périodique représenté sur la figure 1. L'échelle des abscisses représente ici des secondes.*

1. *Quelle est la fréquence d'échantillonnage ?*

<u>Réponse</u>	<u>Code Matlab/Octave</u>

2. *Combien vaut x_{345} ?*

<u>Réponse</u>	<u>Code Matlab/Octave</u>

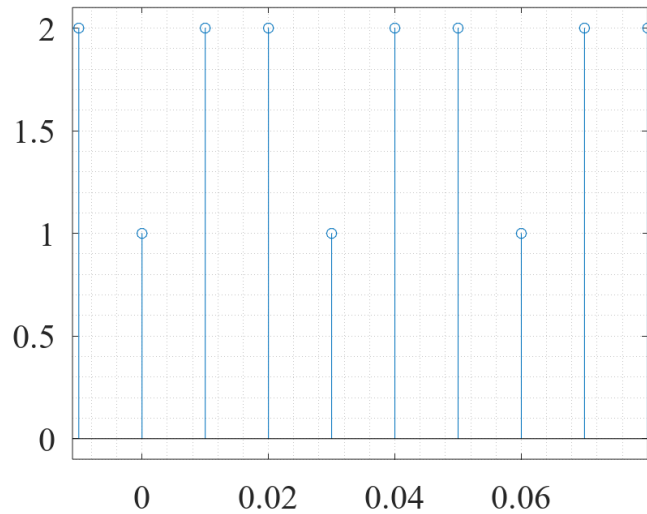


Figure 1: Graphe du signal temps discret périodique x_n . Exercice 1

3. Calculez le module de sa transformée de Fourier en la fréquence $f = 150\text{Hz}$.

Réponse	Code Matlab/Octave

Solution

La figure 1 représente le signal suivant.

$$x_n = \begin{cases} 1 & \text{si } n \text{ est multiple de } 3 \\ 2 & \text{si } n - 1 \text{ est multiple de } 3 \\ 2 & \text{si } n - 2 \text{ est multiple de } 3 \end{cases}$$

```
fe=100;
xn= repmat([1 2 2],1,4);
tn=(-3+(0:(3*4-1)))/fe;
stem(tn,xn); axis([-1/fe-1/fe/10 7/fe+1/fe -0.1 2.1]);
set(gca, 'FontSize', 20, 'fontName','Times');
grid minor on;
```

1. $f_e = \frac{1}{0.01} = 100\text{Hz}$.
2. 345 est multiple de 3 donc $x_{345} = 1$
3. Sa transformée de Fourier en $f = 150\text{Hz}$ est identique à celle à 50Hz qui ne correspond à aucun pic (ni 0, ni 33, ni 66Hz). La réponse est donc 0 pour le module et indéfini pour l'argument.

Si cela correspondait à un pic avec $f_k = \frac{k f_e}{3}$, par exemple 66Hz, voici ce qu'on aurait pu faire comme simulation.

```
xn=[1 2 2];
Xk=fft(xn)/3;
abs(Xk(3)), angle(Xk(3)), %0.33 pi
```

Une deuxième méthode est la définition de la TFD.

```
xn=[1 2 2]; n=0:2; k=2;
Xk=sum(xn.*exp(-2*i*pi*k*n/3))/3,
abs(Xk), angle(Xk), %0.33 %pi
```

Exercice 2. On considère le signal temps discret $x_n = (-1)^n \mathbf{1}_{\mathbb{N}}[n]$ échantillonné à la fréquence $f_e = 10\text{Hz}$. Ce signal est placé en entrée d'un filtre de relation entrée-sortie $y_n - 0.5y_{n-1} = x_n + x_{n-1} + x_{n-2}$.

1. Déterminez les vecteurs A et B correspondant au filtre défini par sa relation entrée-sortie.

2. Déterminez la sortie y_n associée à l'instant $t = 2.3\text{s}$.

<u>Réponse</u>	<u>Code Matlab/Octave</u>

Solution

Première solution

```
fe=10;
t0=2.3;
t=0:1/fe:t0; n=0:(length(t)-1);
xn=(-1).^(n);
B=[1 1 1]; A=[1 -0.5];
yn=filter(B,A,xn);
yn(end), %-0.66667
```

Deuxième solution

```
fe=10; t0=2.3;
n=0; ynm1=0; xnm1=0; xnm2=0;
while(1)
    t=n/fe;
    xn=(-1)^n;
    yn=0.5*ynm1+xn+xnm1+xnm2;
    if ~(t<t0) disp(t), disp(yn), break; end
    n=n+1; ynm1=yn; xnm2=xnm1; xnm1=xn;
end
%2.3 -0.66667
```

Exercice 3. Les fichiers `file208.mat` et `file208.txt` accessibles sur

<https://www-l2ti.univ-paris13.fr/~dauphin/>

Ces deux fichiers contiennent tous les deux, les mêmes informations, à savoir deux variables **emis** et **recu** qui sont des signaux échantillonnés à 100kHz. Le premier signal est la simulation d'un signal émis par un radar et le deuxième signal est la simulation du signal reçu, il est bruité par rapport au premier et aussi retardé.

1. Déterminez le retard entre les deux signaux ?

Pour lire le fichier il est possible d'écrire

```
load file208.mat
```

ou bien

```
file=fopen('file208.txt');
N=length('# columns');
while(1)
    str=fgetl(file);
    if (length(str)>N&&(1==strcmp(str(1:N),'# columns')) break; end
end
x=str2num(fgetl(file));
while(1)
    str=fgetl(file);
    if (length(str)>N&&(1==strcmp(str(1:N),'# columns')) break; end
end
y=str2num(fgetl(file));
```

Réponse	Code Matlab/Octave

Solution

Simulation de l'expérience

```
fe=100e3; N=1000;
t=(0:(N-1))/fe;
x=[randn(1,N) zeros(1,N)]; emis=x;
y=[zeros(1,421) x]; y=y+4*randn(1,length(y)); recu=y;
save l:\u0\web\file208.mat -mat7-binary x y;
save l:\u0\web\file208.txt x y;
```

Solution

```
load file208.mat;
fe=100e3;
L=1000; gamma=xcorr(y,x,L);
ech_t=(-L:L)/fe;
plot(ech_t,gamma);
[~,ind]=max(gamma);
ech_t(ind), %4.21e-3;
```