Université Ibn Tofail **Année Universitaire 2005-2006**
Faculté des Sciences de Kénitra
Département de Physique
DESA- SCTI

Travaux Dirigés No. 3
(Traitement du Signal)

Exercice 1 :

Soit $x_a(t)=a.\cos(2\pi f_0 t)$

a- On échantillonne ce signal avec une fréquence Fe, quelle condition doit-elle satisfaire pour éviter le chevauchement.

b- Donner l'expression du spectre du signal échantillonné.

c- Tracer le spectre du signal $x_a(t)$ et celui de sa version échantillonnée $x_e(t)$ dans les deux cas $Fe=3f_0$ et $Fe=1.25f_0$.

d- En filtrant le signal échantillonné par le filtre cardinal (filtre de Shannon) de fréquence de coupure Fe/2 et d'amplitude 1/Fe, donner l'expression du signal reconstitué. Qu'appelle ton cette opération ?. Ce filtre est-il réalisable physiquement ?. Qu'obtient-on comme sortie de ce filtre dans les deux cas $Fe=3f_0$ et $Fe=1.25f_0$.

e- Considérons maintenant $x_a(t)=a.\cos(2\pi f_1 t)+ b.\cos(2\pi f_0 t)$, avec $f_1=2f_0$

Si on choisit $Fe=2.5f_0$, quel sera le signal reconstitué ?

Exercice 2 :

- Quel est le nombre minimal d'échantillons pour représenter théoriquement sans perte un signal analogique de durée T et de fréquence maximale F_{max} ?

-Quelle est la fréquence de Nyquist (ou de Shannon) (fréquence minimale pour ne pas avoir un chevauchement) pour chacun des signaux suivants :

a- $x(t)=5\cos(1000\pi t)\cos(4000\pi t)$

b- $x(t)= \dfrac{\sin(200\pi t)}{\pi t}$

Exercice 3 :

Calculer la TFN des signaux suivants :

a- $x(k)=\delta(k)$

b- $x(k)=\delta(k-k_0)$

c- $x(k)=\begin{cases} A & \text{si } 0\le k\le N-1 \\ 0 & \text{ailleurs} \end{cases}$

d- $x(k)=\begin{cases} 1 & \text{si } k=0 \text{ ou } 3 \\ 0 & \text{sinon} \end{cases}$

e- $x(k)=\begin{cases} a^k & \text{si } 0\le k\le N-1 \\ 0 & \text{ailleurs} \end{cases}$, et en déduire sa TFD (amplitude et phase)

f- $x(k)= \dfrac{\sin(2\pi f_c k)}{\pi k}$ $(f_c=1/4)$

g- $wt=(2/N)rect_{N/2}(k)*\ rect_{N/2}(k)$

Exercice 4

Soit $x(k)=\cos(2\pi f_0 k)rect_N(k)$ (où N est impair).

a- Donner l'expression de la TFD (X(n)) de x(k)

b- Que devient X(n) si f_0 est un multiple de 1/N, ($\exists\, n_0\in Z/\ f_0= n_0/N$), conclure.

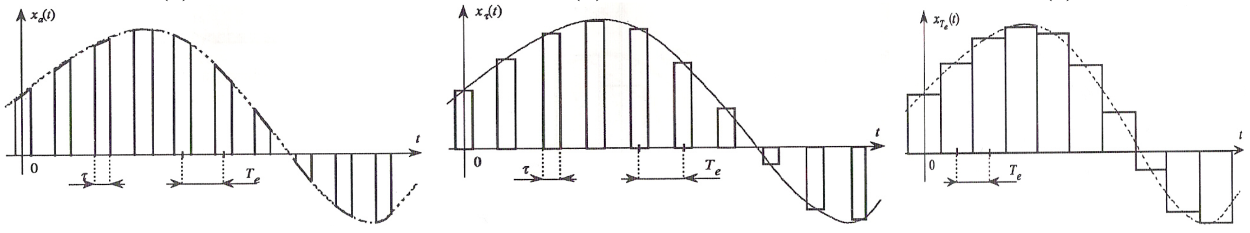
c- Quel problème peut se poser si f_0 n'est pas un multiple de 1/N. Qu'est ce qu'on peut proposer ?

d- si x(k) est la version discrète d'un signal analogique $x_a(t)$ échantillonné à F_e=10kHz. Quel est l'intervalle fréquentiel entre X(n) et X(n+1), sachant que la TFD X(n) est calculée sur N=1024 échantillons de ce signal. ?

Exercice 5

Exprimer les signaux suivants en fonction de la fonction fenêtre rectangle et en déduire leurs spectres (on considère le milieu des rectangles comme étant les instants d'échantillonnage kTe)

(a) (b) (c)



-le signal (a) correspond à un échantillonnage analogique appelé aussi échantillonnage suiveur, le signal prélevé recopie le signal d'entrée x(t) pendant une durée τ <<Te.
-le signal (b) correspond à un échantillonnage analogique mais en maintenant le signal prélevé constant durant τ.
-le signal (c) est le même que le signal (b) mais avec τ=Te. Il peut être considéré comme étant une restitution du signal x(kTe) par un bloqueur d'ordre zéro.