ensem

TP 1 : Fenêtrage, Acquisition et échantillonnage
Analyse spectrale des signaux

L'objectif de ce TP est d'illustrer la théorie de l'échantillonnage des signaux.

Matériel mis à disposition :
Un générateur de basse fréquence, une carte multifonction d'acquisition de type PCI 6024^{E} NI fréquence d'échantillonnage max 200 kéch/s, un ordinateur et Labview.

Labview est un logiciel de développement de programmes d'applications d'instrumentation virtuelle. La programmation se fait par un langage de programmation graphique.

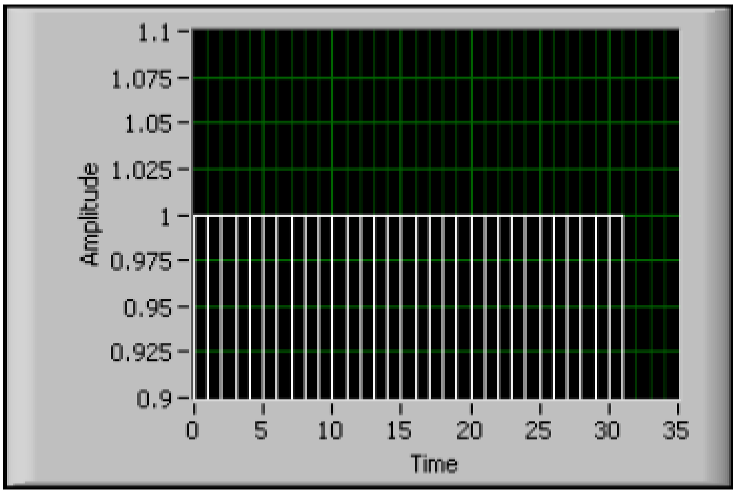
Evaluation.

Un seul compte-rendu est demandé, à la fin des 2 séances de TP (le compte rendu est a rendre à la fin de la dernière séance). L'information doit être synthétisée et le document ne doit pas dépasser 10 pages. En plus, chaque binôme sera évalué en séance.

1. Fenêtrage

1.1. Principe

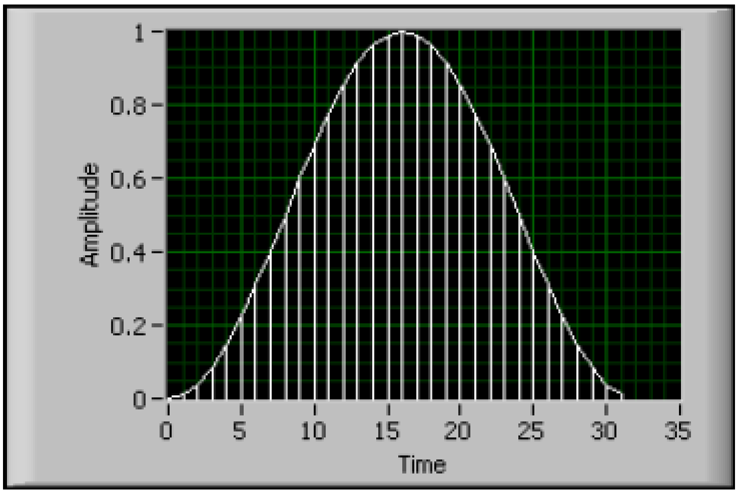
Borner l'observation d'un signal revient à définir la durée de son observation. Or sélectionner seulement une partie d'un signal pour l'analyser est équivalent à le multiplier par 1 dans la fenêtre d'analyse et par 0 à l'extérieur de la fenêtre**.** La multiplication de signaux dans le domaine temporel est équivalente à la convolution dans le domaine fréquentiel, le spectre des signaux fenêtrés est une convolution du spectre du signal avec la transformée de Fourier de la fenêtre choisie. Le fenêtrage change la forme des signaux dans le domaine temporel et affecte le spectre du signal fenêtré.
Il existe plusieurs formes de fenêtre d'observation
Exemples :
1. Fenêtre rectangulaire $w[n]=1 \quad pour \quad n=0,1,\ldots N-1$



Fenêtre rectangulaire pour *N=32*

2. Fenêtre de Hanning : $w[n]=0,5-0,5\cos\left(\frac{2\pi n}{N}\right) \quad pour \quad n=0,1,\ldots N-1$

La fenêtre de Hanning est utile pour analyser des transitoires plus longtemps que la durée de temps de la fenêtre et pour des applications d'usage universel.

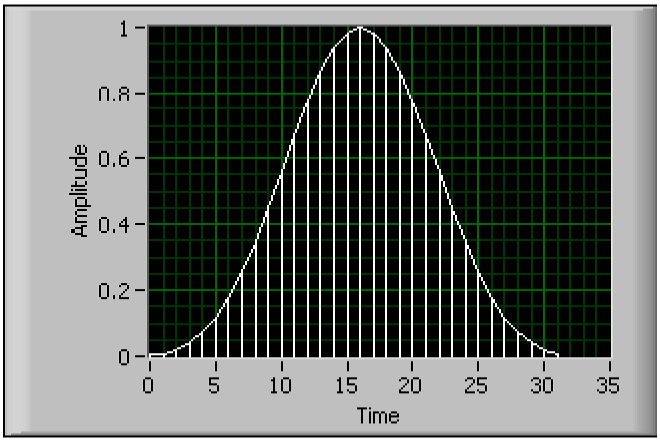
1. 

Fenêtre Hanning pour *N=32*

3. Fenêtre de Blackman –Harris

$w[n]=w[n]=[\mathrm{a0}-\mathrm{a1}\cos(2\pi \mathrm{n/N})+\ \mathrm{a2}\cos(4\pi \mathrm{n/N})]$ *pour* $n=0,1,\ldots N-1$ avec

$\mathrm{a0}=7938/18608$ $\mathrm{a1}=9240/18608$ $\mathrm{a2}=$ 1430/18608



Fenêtre de Blackman Harris pour *N=32*

La fenêtre de Blackman-Harris est utile pour mesurer des composantes de faibles amplitudes en présence de grandes composantes, tels qu'une mesure de déformation.

NB cf page 250 http://www.n4iqt.com/dallasis4/labview_7.0_daq_course.pdf

1.2. Réalisation pratique

Construire un signal de la forme :

$x[n]=(s_1[n]+s_2[n])\ \mathrm{f}[n]$

Avec $s_1[n]\,et\ \mathrm{s}_2[n]$ 2 signaux générés et $\mathrm{f}[n]$ la fonction ‘*fenêtre*’

1. Générer deux signaux par des simulateurs de fonctions Labview. Au départ, les deux ondes seront sinusoïdales de différentes amplitudes et de différentes fréquences
   Nbre d’échantillons/seconde=1000 e/s
   Nbre d’échantillons=1000

Amplitude A_1 de s_1 [0.001, 1] et Amplitude A_2 de s_2 [1 , 2]
Fréquences f_1=60Hz et f_2=70Hz

2. Réaliser l'addition des deux signaux
3. Multiplier le signal résultant *x[n]* par une fenêtre temporelle (rectangulaire, Hanning…)
4. Visualiser les signaux individuellement puis la somme des deux après fenêtrage
5. Faire l'analyse spectrale du signal résultant

L'onde sinusoïdale $s_1[n]$ doit avoir une amplitude beaucoup plus faible que l'onde sinusoïdale 2 $s_1[n]$. Sans fenêtrage, il n'est pas possible de distinguer les deux ondes sinusoïdales dans le domaine de fréquence. Avec une fenêtre appropriée, vous pouvez clairement séparer les crêtes dans le domaine de fréquence qui correspond aux deux ondes sinusoïdales. Le graphe dans le domaine fréquentiel affiche les résultats ainsi vous pouvez comparer l'effet de différentes fonctions de fenêtre.

2. Théorème de l'échantillonnage

2.1. Le thèorème

Le théorème de Nyquist-Shannon, (Harry Nyquist, Claude Shannon), énonce que pour représenter correctement un signal numérisé, la fréquence d'échantillonnage d'un signal doit être égale ou supérieure au double de la fréquence maximale contenue dans ce signal, afin de convertir ce signal d'une forme continue à une forme discrète (discontinue dans le temps). Ce théorème est à la base de la conversion analogique-numérique des signaux.

2.2. Partie pratique

- Réaliser l'acquisition d'un signal généré par un Générateur Basse Fréquence GBF dont les paramètres de configuration sont variables (forme, amplitude, fréquence)
- Configurer l'acquisition sous Labview (la carte d'acquisition est soit une 6024 E PCI ou la USB 621M de chez NI ref http://www.ni.com/data-acquisition/multifunction/f/)
- Visualiser son évolution numérisée et sa transformée de Fourier discrète en Hz.

La fréquence d'échantillonnage, la longueur de la fenêtre d'observation doivent rester des paramètres utilisateurs.

Voici quelques exemples de configuration

Acquérir un signal sinusoïdal à 400 Hz numérisé en 128 points à une fréquence d'échantillonnage de 1kHz. Donner la résolution fréquentielle. Observations temporelles et fréquentielles, commenter.

Acquérir un signal sinusoïdal à 400 Hz numérisé en 1024 points à une fréquence d'échantillonnage de 1 kHz. Observations temporelles et fréquentielles, commenter.

Acquérir un signal sinusoïdal à 600 Hz numérisé en 128 points à une fréquence d'échantillonnage de 1 kHz. Observations temporelles et fréquentielles, commenter.

Acquérir un signal sinusoïdal à 1000 Hz numérisé en 128 points à une fréquence d'échantillonnage de 1 kHz. Observations temporelles et fréquentielles, commenter.

Acquérir un signal carré à 100 Hz numérisé en 128 points à une fréquence d'échantillonnage de 1 kHz. Observations temporelles et fréquentielles, commenter.

Acquérir un signal carré à 400 Hz numérisé en 128 points à une fréquence d'échantillonnage de 1 kHz. Observations temporelles et fréquentielles, commenter.

Conclusions.