

Travaux Pratiques N°4

Echantillonnage de signaux et analyse spectrale

Le TP comporte deux parties de préparation où les calculs nécessaires à la mise en place des mesures sont proposés. Il est fortement conseillé d'effectuer ces calculs avant la séance.

I. Echantillonnage d'un signal sinusoïdal

1) Préparation

- Rappeler l'expression du spectre du signal $x(t) = \cos(\omega_0 t)$ de durée infinie et celui du même signal limité à une durée T_e : $x(t) = \cos(\omega_0 t) \times \text{Rect}(t/(T_e/2))$.
- Tracer ces spectres en indiquant la position des zéros des lobes secondaires dans le cas du signal de durée finie.
- Calculer les valeurs de Δt et f_e pour un échantillonnage à 20 points / période du signal.
- Calculer le nombre de points N nécessaire pour mesurer 10 périodes au moins. On prendra la puissance de 2 supérieure ($N = 2^m$). Calculer la durée T_e correspondant à ce nombre de points.
- Calculer la différence de fréquence f_1 entre deux zéros secondaires consécutifs du spectre et tracer le spectre du signal ainsi échantillonné (la fréquence est une variable continue).
- Calculer Δf .
- Recalculer N et T_e pour avoir une résolution Δf quatre fois plus petite.

2) Manipulation

Préparer l'expérience pour l'échantillonnage d'un signal sinusoïdal de fréquence $f_0 = 100$ Hz et d'amplitude 1 volt (cf. annexe technique en page 2). Pour chaque étape, utiliser Scilab pour réaliser les opérations demandées. On fournira dans le compte-rendu un jeu d'exemples commentés.

- Echantillonner le signal (exécutable **Acquisition**) avec les caractéristiques trouvées dans la préparation et visualiser ce signal échantillonné en présentant le temps en secondes. Estimer la période T_0 du signal.
- Calculer la FFT du signal (fonction **fft** de Scilab) et représenter le spectre en fonction de la fréquence exprimée en Hz. Noter la présence ou non des lobes secondaires. Explication. Estimer la fréquence f_0 du signal.
- Refaites plusieurs fois les mesures en changeant un peu la fréquence du signal issu du générateur.
- Augmenter la résolution spectrale en ajoutant des zéros au signal (p.ex. en passant à $N = 1024$ points) et tracer le nouveau spectre. Explication du résultat.

II. Echantillonnage d'un signal carré

Dans cette partie on s'intéresse à l'échantillonnage d'un signal périodique en créneau de fréquence $f_0 = 100$ Hz et d'amplitude 1V.

1) Préparation

- Rappeler l'expression du spectre (SF) du signal carré.
- Tracer le spectre d'un signal carré de fréquence $f_0 = 100$ Hz échantillonné avec $f_e = 10$ kHz.
- Tracer le spectre d'un signal carré de fréquence $f_0 = 150$ Hz échantillonné avec $f_e = 2$ kHz.

2) Manipulation

- Faire l'acquisition d'un signal carré de $f_0 = 100$ Hz, avec $f_e = 10$ kHz et $T_e = 0,5$ s. Visualiser le signal et son spectre. Vérifier la résultat obtenu.
- Faire l'acquisition d'un signal carré de $f_0 = 150$ Hz, avec $f_e = 2$ kHz et $T_e = 2$ s. Visualiser le signal et son spectre et identifier les raies dues au repliement de spectre.

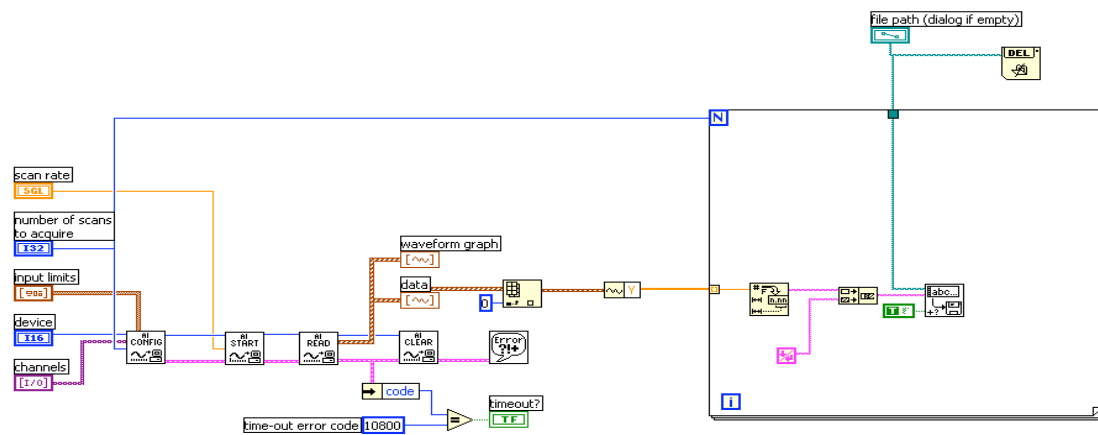
Annexe technique pour le TP N°4

1) Carte d'acquisition

Vous utiliserez un PC équipé d'une carte multifonction National Instruments NI6024E. Cette carte permet notamment de numériser des signaux analogiques, en mode Analog Input (elle permet aussi d'en générer, en mode Analog Output, de même qu'elle permet d'acquérir et générer des signaux numériques sous forme binaire Digital I/O).

Les signaux à numériser seront générés par un générateur BF externe (modèle Leader). La sortie de ce générateur est reliée à l'entrée de la carte NI6024E par l'intermédiaire d'un bornier (broches 68 et 34 pour l'entrée AI_0).

La carte d'acquisition est commandée depuis le bureau (desktop) sous Windows par un exécutable du logiciel LabView, préparée expressément pour le TP et nommée **Acquisition** (voir 3). Pour information, on reporte ci-dessous le schéma de l'exécutable.



2) Générer le signal

Le générateur permet de générer un signal sinusoïdal ou carré. La fréquence est fixée en combinant la rotation de la grande mollette et le choix de l'échelle (x10, x100 etc) par les boutons sur la droite. L'amplitude est déterminée par le choix d'une atténuation par la double mollette en bas à gauche (choix par palier par la mollette extérieure puis choix plus fin par la mollette intérieure).

Ces réglages ne sont pas précis : une visualisation du signal est pourtant nécessaire pour vérifier et corriger les paramètres choisis (voir 3).

3) Effectuer l'acquisition

Pour effectuer l'acquisition d'un signal lancer la fonction **Acquisition** par l'icône sur le bureau. Dans la fenêtre d'interface qui apparaît, choisir le nombre de points (**nombre de balayages à acquérir**) et la fréquence d'échantillonnage (**fréquence de balay.**), puis utiliser la flèche ➡ pour lancer l'acquisition.

Le signal ainsi échantillonné est alors affiché, et en même temps enregistré dans le fichier **Acqu.txt** sur le bureau de l'ordinateur, sous forme d'une seule colonne de valeurs. La visualisation directe permet de vérifier rapidement si les paramètres choisis (amplitude, période, nombre d'oscillations etc) sont corrects, avant d'exploiter les données enregistrées sous Scilab.

A chaque acquisition le fichier **Acqu.txt** est réactualisé : les données de l'acquisition précédente sont remplacées par les nouvelles valeurs. Vous pouvez cependant enregistrer des données dans un autre fichier en modifiant le nom du fichier directement sur la fenêtre d'acquisition.

4) Traiter le signal sous Scilab

Le logiciel Scilab s'exécute sous Windows à partir de l'icône sur le bureau. Le fonctionnement est alors identique que sous Linux. Le fichier **Acqu.txt** sur le bureau peut être lit de Scilab sans besoin de spécifier son répertoire.

Pour **imprimer** un graphe Scilab, l'exporter en format gif puis l'ouvrir et l'imprimer normalement.