

Electronique :

TP n°1 : le signal numérisé

Nom :

Auteur(s) : MD-PR

Prénom :

Date : 2024

Groupe :

Version : V1

Ecrire votre nom dans l'espace réservé ci-dessus.

La partie préparation est à faire avant le début du TP. Elle sera évaluée en début de séance (/3 pts)

Les jalons sont à faire valider par l'enseignant dès que :

- *L'objectif expérimental est atteint*
- *La réponse à la question est rédigée dans l'encadré*

La dernière partie propose des exercices en mode projet pour « aller plus loin »

Ce que vous allez apprendre dans ce TP

1. Révision et approfondissement sur l'utilisation de l'oscilloscope
2. Découverte de la chaîne de traitement numérique du signal
3. Découverte des notions d'échantillonnage et de quantification

PARTIE A – PRÉPARATION (3 PTS)

A-1. Rappelez la définition de la valeur efficace d'un signal.

A-2. Donnez l'expression de la tension efficace d'un signal d'amplitude A de forme sinusoïdale ;

A-3. On considère le signal alternatif carré de fréquence F de la figure 1. Dans le cas où $A = 1$ V, complétez le tableau ci-dessous.

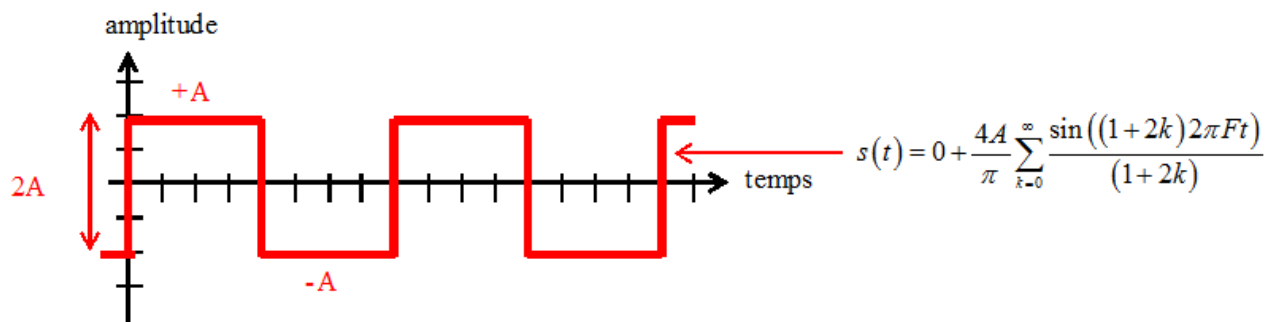


Figure 1 : signal carré – chronogramme et définition.

Fréquence	F	2F	3F	4F	5F	6F
Valeur efficace (mV)						

A.4. On considère un nombre binaire codé sur 3 bits. Combien de valeurs décimales ce nombre peut-il prendre ?

A.5. Lorsque vous achetez un écran, vous avez le choix entre des modèles 50 ou 100 Hz. A quoi correspond cette valeur (Google est votre ami) ? En déduire la durée qui s'écoule entre chaque image.

A.6. Que signifie l'unité kS/s ou kSa/s (Google est encore votre ami).

--

PARTIE B – MAÎTRISE DES INFORMATIONS FOURNIES PAR L'OSCILLOSCOPE (6.5 PTS)

B-1. Visualisation d'un signal à l'oscilloscope et mesure d'amplitude et phase

Réglez la voie d'entrée en mode « DC ».

Générez un signal sinusoïdal alternatif d'amplitude 1 V et de fréquence 250 Hz et visualisez-le sur l'oscilloscope.

J1	Vérifiez le bon accord entre le signal généré et le signal visualisé à l'oscilloscope. Rappelez comment régler correctement les différents appareils.

Générez un signal alternatif carré sinusoïdal d'amplitude 2 V et de fréquence 5 Hz. Visualisez ce signal sur l'oscilloscope sur deux voies :

- en mode DC sur la voie 1 ;
- en mode AC sur la voie 2.

Expérimentez les deux modes d'acquisition (AC et DC) sur un signal sinusoïdal d'amplitude 2 V aux 3 fréquences suivantes : 1000 Hz - 10 Hz – 1 Hz.

J2	Observez (et mesurez) la variation de l'amplitude entre les deux voies « DC » et « AC ». Analysez le résultat et proposez une interprétation. De quel type est la fonction de transfert qui modifie le signal ? Estimez sa fréquence de coupure à -3 dB.

B-2. Mode FFT

Pour accéder à la visualisation de sa « FFT », vous devez suivre la procédure suivante

- 1) Sélectionnez « FFT » dans le menu « Maths »
 - sélectionnez la voie à analyser et validez ;
 - sélectionnez l'échelle verticale, qui peut être linéaire (toujours en valeur efficace) ou en DBVeff.
- 2) La résolution verticale est automatiquement déterminée en fonction du choix initial sur la courbe temporelle (cette dernière doit être proche de la pleine échelle de l'oscilloscope).
- 3) La résolution horizontale est obtenue en modifiant le nombre de périodes du signal observées à l'écran. Pour plus de clarté, vous pouvez retirer la courbe temporelle en double-cliquant sur cette voie.

Ces étapes étant effectuées, réglez l'oscilloscope pour avoir (environ) 500 Hz par carreau et un calibre vertical de 200 mV / division.

J3	Générez un signal sinusoïdal d'amplitude 1 V et de fréquence 1 kHz. Mesurez la fréquence et l'amplitude de la raie en échelle linéaire. Représentez le spectre de raie (simplifié). Confrontez vos résultats à la théorie.

J4	Générez un signal carré de 250 Hz d'1 V d'amplitude. Mesurez la fréquence et l'amplitude des raies en échelle linéaire. Indiquez l'amplitude des raies dans le tableau suivant. Représentez le spectre de raie en échelle linéaire. Visualisez la FFT en échelle en DbVeff. Quel est l'intérêt d'une échelle logarithmique pour la visualisation d'un spectre ?
-----------	--

Fréquence harmonique (Hz)	250	500	750	1000	1250	1500	1750
Amplitude efficace (V)							

PARTIE C – PRISE EN MAIN DE LA CHAÎNE DE TRAITEMENT NUMÉRIQUE DU SIGNAL TNS (2.5 PTS)

C-1. Découverte du système de traitement numérique du signal

Afin de mettre en exergue la numérisation, la reconstitution analogique et l'utilisation d'un ordinateur, nous allons mettre en œuvre une carte d'acquisition NI-USB-6211. Cette carte intègre une connectique d'entrée numérisant le signal d'entrée (BNC) pour le « transformer » en signal numérique (nombre binaire), un microcontrôleur paramétrable par le PC via le logiciel NI-MAX (ou le module Python nidaqmx) et une connectique de sortie transformant le signal numérique en signal analogique (BNC).

Brancher la carte d'acquisition au PC grâce au câble USB.

Lancer le logiciel NI MAX.

Dans la fenêtre de gauche, en dessous de *Système*, ouvrir *Périphériques et interfaces* : vous devez voir apparaître après le symbole de l'USB le NI USB-6211 « Dev1 » ; Si ce n'est pas le cas, effectuez la « procédure lancement service NI » disponible sur commun.domenjoud/.

ATTENTION : il est possible que le nom du boîtier soit différent, par exemple « Dev2 », dans ce cas il faut bien noter son nom pour en tenir compte dans la suite.

Cliquez avec le bouton droit de la souris sur le nom de la carte d'acquisition, il apparaît alors un menu contextuel dans lequel il faut choisir *Panneaux de test*.

Dans la fenêtre *Panneaux de test*, l'onglet *Entrée analogique* permet de paramétrer la configuration de l'ADC. Il faut choisir :

- Nom de la voie : Dev1/ai0 ; Ici le Nom peut aussi être Dev2/ai0 par exemple comme discuté plus haut ;

- Mode : Continu (ce qui signifie que l'échantillonnage va se réaliser en continu) ;
- Configuration de l'entrée : Asymétrique référencée (ce qui signifie que la différence de potentiel est mesurée entre le connecteur ai0 et la référence de masse de l'USB) ;
- Normalement les limites d'entrée sont déjà paramétrées entre -10V et +10V ;
- Fréquence (Hz) : 250000 (ceci correspond à la fréquence d'échantillonnage maximale de la carte d'acquisition) ;
- Echantillons à lire : 10000 (c'est la taille du paquet d'échantillons qui seront représentés sur l'oscillogramme).

Connecter le GBF à la carte d'acquisition sur l'entrée AI 0 et réglez le GBF pour qu'il délivre un signal sinusoïdal :

- de fréquence 250 Hz ;
- d'amplitude 10 V ;
- de tension continue 0 V (« tension de décalage » = « offset »).

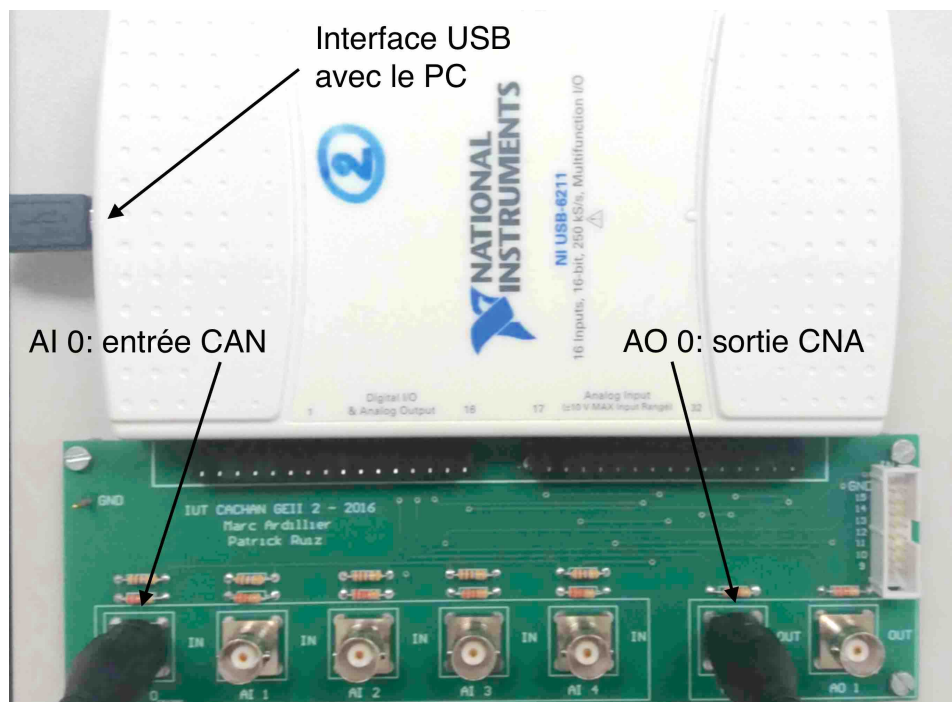


Figure 2 : carte d'acquisition (blanche) et platine de connexion entrée-sortie..

Revenir dans NI MAX.

Cliquez sur *Démarrer* : vous devez observer une période du signal sinusoïdal.

Toujours dans la fenêtre *Panneaux de test*, choisir l'onglet *Sortie analogique*, et la paramétrer de la façon suivante :

- Nom de la voie : Dev1/ao0 ; Attention... le nom peut être différent pour vous !
- Mode : Génération de tension sinusoïdale ;
- Mécanisme de transfert : USB en bloc (ceci signifie que les données sont transmises **par paquets** entre le PC et la carte d'acquisition);

- Ne pas modifier les limites de tension, elles sont normalement au maximum : -10V, +10V ;
- Fréquence : 250000 (c'est la **fréquence d'échantillonnage** et pas celle de la **sinusoïde** !)
- Amplitude de la sinusoïde 10V ;
- Fréquence de la sinusoïde : elle se règle automatiquement à 1000 fois moins que la fréquence d'échantillonnage rentrée plus haut (vous n'avez pas le choix).

Brancher une des voies de l'oscilloscope à la sortie AO 0.

Cliquez sur Démarrer : vous devez observer un signal sinusoïdal ;

J5	<p>Repérez physiquement les éléments suivants : Carte d'acquisition, PC, Connectique portant un signal analogique (entrée, sortie), Connectique portant un signal numérique (entrée, sortie).</p> <p>Dessinez un schéma synoptique de la chaîne de traitement du signal où apparaîtront ces différents éléments ainsi que les fonctions suivantes : <u>ADC, DAC, Calculateur.</u></p> <p>Quelle est la fréquence d'échantillonnage maximale et la résolution (nombre de bits) de cette carte ?</p> <p>Faites vérifier le bon fonctionnement de la carte à l'enseignant.</p>
----	---

Ensuite FERMER IMPERATIVEMENT NI MAX... sinon il interdit toute autre utilisation de la carte.

C-2. Découverte du programme présent dans le calculateur

Ouvrir ANACONDA NAVIGATOR (Anaconda3). DEMARRER SPYDER en cliquant sur LAUNCH. Dans la fenêtre IPython console écrire :

```
In[1] : import nidaqmx
```

Au cas où le message `ModuleNotFoundError` apparaîtrait saisir la commande suivante :

```
In[1] : pip install nidaqmx
```

Puis relancer le kernel dans le menu *Consoles/Restart kernel*

Ensuite vérifiez à nouveau la bonne installation grâce à la commande `import nidaqmx`. En cas de d'échec recommencez à nouveau le process. S'il y a un nouvel échec appelez l'enseignant.

Aller dans `commun/ruiz/IUT_S3_electronique_TP1`, et **recopier le fichier python présent** dans le répertoire `C:/Etudiant/S3_electronique`. Dans Spyder choisir *File/Open file*, puis ouvrir le **fichier python contenu dans C:/Etudiant/S3_electronique**.

Ce programme est multitâche. En régime établi 3 tâches se déroulent simultanément

- L'acquisition (on dit aussi *lecture*) : `write_task`
- La *restitution* (on dit aussi *écriture*) : `read_task`
- La tâche de fond du calculateur, qui exécute l'algorithme de traitement du signal

Les paramètres utilisés par la carte sont ceux précisés dans ce programme (le programme écrase les paramètres NI MAX). **Assurez-vous que le nom de la carte paramétrée dans les instructions**

suivantes est celle que ne vous avez identifié dans NI MAX :

- `write_task.ao_channels.add_ao_voltage_chan`
- `read_task.ai_channels.add_ai_voltage_cha`

Vous pouvez maintenant **lancer l'exécution de l'application en cliquant sur la flèche verte** : vous devez obtenir sur la sortie AO0 une réplique de ce qui est appliqué à l'entrée AI0 par le GBF.

J6	Réglez l'entrée en sinusoïdal à 10 kHz. Visualisez simultanément et avec le même calibre l'entrée et la sortie de la carte d'acquisition en prenant soin de synchroniser l'oscilloscope sur le signal d'entrée. Représenter précisément les chronogrammes du signal d'entrée et de sortie sur une période.

PARTIE D – ANALYSE DU SIGNAL ÉCHANTILLONNÉ-BLOQUÉ (6.5 PTS)

D-1. Fréquence d'échantillonnage

J7	Mesurez la fréquence d'échantillonnage du système numérique en utilisant le chronogramme, et expliquez précisément comment vous avez fait.

Vous pouvez modifier la fréquence d'échantillonnage à partir du programme dans le PC grâce au paramètre `freqEch`. Modifiez cette fréquence et maintenir la taille du buffer `tailleBuf` à la moitié de la fréquence d'échantillonnage. Validez grâce au signal visualisé.

J8	En changeant la valeur de la fréquence d'échantillonnage dans le programme, expliquez <u>l'effet</u> sur le signal de sortie.

Nous revenons au réglage du début : fréquence d'échantillonnage de 50 kHz, GBF fournissant une sinusoïde de 10 kHz.

Cette fois-ci, visualisez le spectre du signal de sortie $s(t)$ à l'aide du mode FFT (échelle linéaire) de l'oscilloscope. Pour cela, vous adopterez le réglage horizontal d'environ 25 kHz/carreau en fonction des possibilités de l'oscilloscope (span 250 kHz).

J9	Représentez ci-dessous le spectre avec toutes les précisions numériques possibles. Expliquez les différences entre le spectre du signal analogique et le spectre du signal numérique

D-2. Quantification

Le code contenu dans la fonction `filtre` impose une fonction « suiveur de tension ».

En éditant cette partie, vous pouvez modifier le signal de sortie.

J10	<p>En modifiant le code contenu dans fonction filtre, générez un signal continu de 5 V. Relevez la valeur mesurée par l'oscilloscope (en mode « moyennneur » la mesure sera plus précise). Estimer l'écart entre ces deux valeurs.</p> <p>Comparez cette valeur à celle du quantum, défini par $q = \frac{10 - (-10)}{2^{16} - 1}$. Proposez une explication.</p>

PARTIE E – PARTIE PROJET (2 PTS)

Projet	<p>Calculez le nombre de bits auquel correspondrait le quantum calculé, ce résultat s'appelle l'ENOB.</p> <p>Éditez la fonction filtre pour amplifier le signal d'entrée d'un facteur -10, et imposez une saturation au signal de sortie en +5 V et -2V. Testez votre programme en envoyant en entrée un signal de fréquence 1 kHz et d'amplitude 500 mV.</p>