

# TP traitement du signal

## 1. Acquisition et analyse de Fourier

### 1 Génération d'un signal

Le but est d'obtenir le signal créneau de la figure 1.

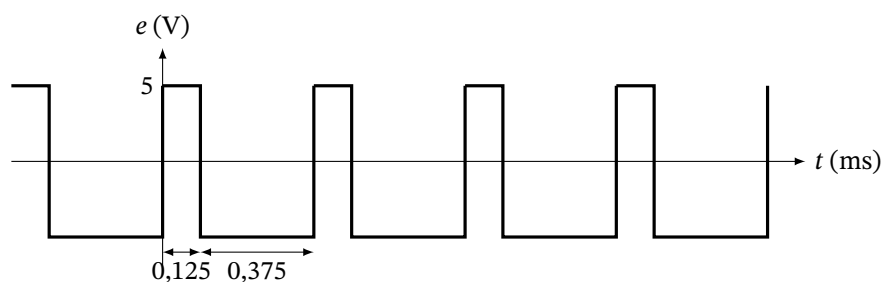


FIG. 1 : Allure du signal créneau à analyser.

#### 1.1 Préliminaire : définition de « amplitude »

Par votre cours de mathématiques, vous avez plutôt l'habitude d'appeler *amplitude*, pour le signal ci-dessus, la valeur absolue, commune, de la tension minimale et de la tension maximale, soit ici 5 V. Pour un signal harmonique  $e(t) = E \cos(\omega t + \varphi)$ , cela correspond à dire que l'amplitude vaut  $E$ .

Mais la plupart des oscilloscopes et des GBF manipulent l'amplitude via deux autres grandeurs. Si on note  $E$  l'amplitude au sens précédent, elles sont :

- l'amplitude efficace ( $E/\alpha$ ), appelée RMS en Anglais (*root mean square*), dont la valeur dépend de la forme du signal (par exemple  $\sqrt{2}$  pour un signal harmonique);
- l'amplitude « crête-à-crête », appelée pp en Anglais (*peak to peak*), différence entre les valeurs maximale et minimale, donc ici égale à  $2E$ .

#### 1.2 Réglage du GBF

Déterminez la fréquence et l'amplitude du signal, et ajustez le GBF en conséquence. Assurez-vous que le GBF est en mode crête-à-crête pour le réglage de l'amplitude.

Un GBF produit par défaut un signal qui oscille autour de 0, au sens où les tensions minimale et maximale sont opposées. Le réglage d'*offset* permet d'ajouter une constante au signal pour le faire osciller autour d'une valeur non nulle. Assurez-vous qu'il reste réglé à zéro pour ce TP.

Reste à *dissymétriser* le signal en rendant les durées des deux états « haut » et « bas » différentes.

#### Rapport cyclique

Le *rapport cyclique* d'un signal créneau est le rapport, sans dimension, de la durée d'un passage par l'état « haut » sur la durée totale d'une période. On l'exprime en général comme un pourcentage. En Anglais, on l'appelle *duty cycle*.

Repérez le réglage correspondant sur le GBF et donnez-lui la valeur qui permet de reproduire le signal voulu.

### 1.3 Vérification à l'oscilloscope numérique

Observez le signal sur un oscilloscope numérique.



Pour connecter le GBF et l'oscilloscope, vous allez utiliser un câble avec un connecteur BNC aux deux extrémités (représenté dans la figure ci-contre). Gardez en mémoire que *deux* signaux circulent dans un tel câble (on parle de câble *coaxial* car les deux signaux circulent dans des conducteurs cylindriques de même axe, séparés par un isolant). Le GBF et l'oscilloscope sont fabriqués suivant une norme qui assure qu'il n'y a pas de risque de « croiser les signaux » par accident (masses reliées entre elles, voir ci-dessous).

Utilisez les fonctions de mesure de l'oscilloscope afin de vérifier vos réglages (fréquence, amplitude crête-à-crête, rapport cyclique).

Un oscilloscope numérique fait en général ses mesures par capture d'écran puis traitement graphique. Il est donc *indispensable* d'ajuster les calibres pour rendre l'affichage le plus grand et lisible possible.

## 2 Analyse du signal

### 2.1 Branchement à la carte d'acquisition

Débranchez l'oscilloscope et envoyez le signal vers une entrée de la carte d'acquisition SYSAM (figure 2).



FIG. 2 : Carte SYSAM.

Le branchement soulève plusieurs points importants et va permettre de répondre à une question esquivée au paragraphe précédent : s'il y a deux signaux qui circulent dans un câble coaxial, l'un est la tension à étudier, mais l'autre ?

### Unicité de la masse



La masse est définie comme un point du circuit choisi comme origine des potentiels. Elle est donc unique : si plusieurs points doivent être à la masse, il faut les connecter entre eux.

Quand vous utilisez des appareils branchés sur le réseau électrique, vous n'avez pas le choix : la masse est définie comme étant la *Terre*, qui est le connecteur mâle dans une prise murale (photo ci-contre). Cela concerne donc, pour commencer, les GBF, les oscilloscopes et les cartes d'acquisition.

Donc, dans un câble coaxial utilisé avec ces appareils, l'un des signaux est la tension à utiliser / étudier, l'autre est la masse.

**En théorie, les masses de ces appareils sont automatiquement reliées entre elles par le réseau électrique du bâtiment, mais mieux vaut les relier manuellement dans votre montage.**

Comme la carte d'acquisition ne comporte pas de connecteur BNC, vous allez devoir utiliser un câble mixte, BNC d'un côté et banane de l'autre (figure 3a) ou un adaptateur en Y (figure 3b).



**FIG. 3 :** a) Câble BNC-banane, b) adaptateur BNC-banane en Y. La masse correspond toujours au connecteur noir.

Lors de la séparation des signaux véhiculés par un câble coaxial, la masse correspond toujours au câble ou connecteur de couleur noire (qu'il y ait un symbole masse ou non).

Après avoir fait le bon branchement entre le GBF et la carte d'acquisition *en respectant l'unicité de la masse*, vérifiez que la carte est allumée puis lancez le logiciel Latis Pro.

## 2.2 Acquisition dans Latis Pro

Repérez la rangée de boutons représentée figure 4a et cliquez sur le bouton du milieu (Acquisition).



**FIG. 4 :** Latis Pro : a) les trois modes utilisation, b) réglages de l'acquisition.

Vous disposez de trois paramètres pour régler l'enregistrement (acquisition) du signal par Latis Pro :

- le nombre de points de mesure  $N$
- la durée séparant deux points de mesure, appelée *période d'échantillonnage*  $T_e$
- la durée totale de l'acquisition  $T_{\text{tot}}$

Ces trois paramètres ne sont pas indépendants :  $T_{\text{tot}} = NT_e$ .

Pour des raisons qui seront étudiées dans un TP ultérieur, vous choisirez leurs valeurs comme suit :

- durée totale d'une dizaine de périodes
- environ un millier de points de mesure

Attention, changer un paramètre va forcément modifier l'un des deux autres. Latis Pro peut être un peu capricieux, il vous faudra peut-être quelques tentatives pour arriver à fixer les deux que vous voulez.

Ceci fait, sélectionnez l'entrée analogique sur laquelle vous avez branché le GBF, assurez-vous que le mode différentiel n'est *pas* coché puis appuyez sur la touche F10 pour déclencher l'enregistrement. Si tout se passe bien, le tableur de Latis Pro doit se remplir de valeurs, et la courbe doit apparaître dans la fenêtre du grapheur.

## 2.3 Analyse spectrale

Allez dans le menu « Outils » pour activer l'*Analyse de Fourier*. Après lui avoir indiqué quel signal analyser, vous devez voir apparaître le spectre de Fourier du créneau.

Un clic droit dans la fenêtre contenant le spectre vous permet alors de sélectionner l'outil *pointeur* ou *réticule* pour obtenir les coordonnées du point sous le pointeur de la souris. Un deuxième clic droit offre l'option « Lié à la courbe » qui simplifie la visée.

1. Repérez dans quelles unités sont exprimées les grandeurs en abscisse et en ordonnée.
2. Rappelez quelle relation doit exister entre les abscisses des pics observés.
3. Mesurez les abscisses de quelques pics et commentez les valeurs.
4. Ouvrez le notebook [TP\\_fourier1\\_amplitudes\\_invn.ipynb](#) et effectuez le travail qui y est demandé.