

TP N°8
ACQUISITION D'UN SIGNAL
PERIODIQUE
ETUDE D'UN FILTRE PASSE-BANDE

L'objectif de ce TP est de comprendre et de réaliser l'acquisition d'un signal périodique simple puis de l'analyser par transformée de Fourier. La méthode est ensuite utilisée pour étudier un filtre d'ordre 2.

Le matériel utilisé comprend:

- La carte d'acquisition SYSAM – SP5 d'Eurosmart.
- Le logiciel Latis-Pro.
- Un GBF.
- Un ALI et son alimentation +15/-15 V
- Résistances et condensateurs.
- Une notice succincte d'utilisation de LatisPro (cf. document sur le site en rubrique TP).

I. ACQUISITION

Ouvrir le logiciel Latis-Pro ; brancher la carte d'acquisition sur le secteur et la connecter sur l'ordinateur (câble gris torsadé, port USB) ; connecter le GBF sur la carte par l'intermédiaire d'une des entrées EA.

A l'ouverture de Latis Pro la feuille de travail affiche sur la gauche trois menus de travail :

- Entrée analogique,
- Acquisition,
- Déclenchement

Dans le menu "entrée analogique, vous pouvez sélectionner la ou les voies à activer.

Dans le menu "acquisition", vous pouvez régler "Te" ainsi que le nombre de points acquis : "Points" correspond au nombre total de points acquis.

"Te" correspond à l'intervalle de temps séparant l'acquisition de deux points consécutifs ; c'est le **temps d'échantillonnage**.

"Total" correspond au temps total d'acquisition : quel est son lien avec Te et Points ? Lorsque vous réglez Points et Te et que vous appuyer sur « Entrée », il s'affiche automatiquement.

Faire l'acquisition d'un signal sinusoïdal de fréquence 1kHz, avec une fréquence d'échantillonnage ($1/Te$) de 1050 Hz ; qu'observez-vous ? Interpréter.

Refaire l'acquisition avec une fréquence d'échantillonnage de 2,5 kHz puis de 5 kHz ; conclure qualitativement quant au choix de la fréquence d'échantillonnage.

Remarques :

Lorsqu'une courbe est acquise, un clic droit permet de choisir certaines options de traitement de cette courbe.

En double-cliquant sur l'échelle des abscisses ou des ordonnées on peut changer leurs valeurs extrêmes.

Le menu "Traitements" permet aussi d'utiliser des outils de calcul à partir de la courbe (voir **II.**)

Condition de Nyquist-Shannon : La fréquence d'échantillonnage doit être égale au double de la plus grande fréquence contenue dans le signal à traiter

II. TRANSFORMEE DE FOURIER

Lors du traitement numérique à l'oscilloscope ou à l'ordinateur, la détermination d'un signal numérisé passe par un algorithme appelé FFT : Fast Fourier Transform ou transformée de Fourier rapide.

Pour réaliser dans de bonnes conditions cette opération, il convient de respecter quelques règles liées au mode de calcul :

1. La fréquence d'échantillonnage doit respecter le **critère de Shannon**.
2. La partie du signal exploitée pour le calcul est limitée temporellement : soit T_H le temps total d'acquisition, aussi appelé horizon temporel. Les variations du signal qui se font sur une durée supérieure à T_H ne seront pas prises en compte ; la résolution spectrale de la FFT est donc liée à T_H :
La résolution en fréquence du spectre obtenu est $\frac{1}{T_H}$.
3. N le nombre de points d'acquisition vérifie $NT_E = T_H$. Comme $F_E > 2f_{\max}$, $\frac{N}{T_H} > 2f_{\max}$ et donc :
La plage fréquentielle d'analyse est limitée à $\frac{N}{2T_H}$ donc à $\frac{F_E}{2}$.
4. L'algorithme de calcul est optimisé si **N est une puissance de 2**.
5. Si l'on utilise un ordinateur après une acquisition, l'analyse est meilleure si :
 T_H est un nombre entier de périodes du signal.

A. Analyse de signaux simples

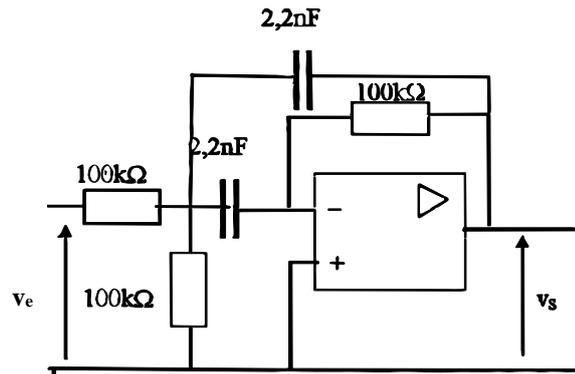
On se propose d'analyser un signal sinusoïdal, un signal créneau, un signal triangulaire et de vérifier les valeurs relatives des harmoniques.

Pour réaliser la transformée de Fourier d'un signal :

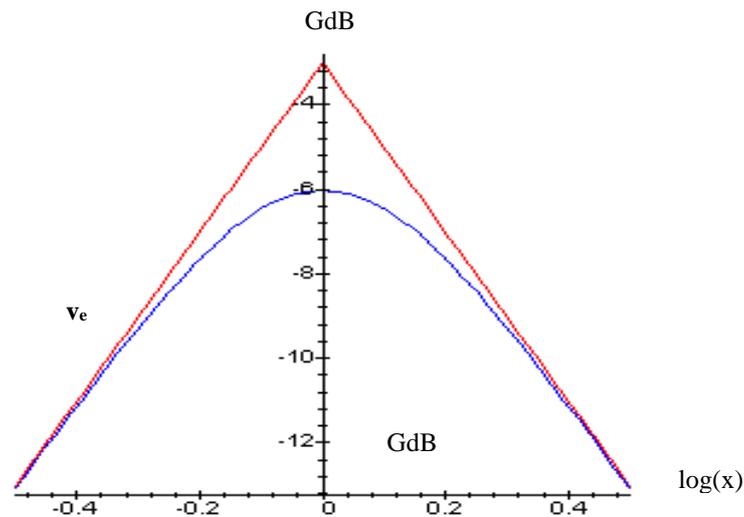
- Aller dans le menu "Traitements", choisir "Calculs spécifiques" puis "Analyse de Fourier".
- Cliquer sur "liste des courbes" (en haut à gauche de la feuille de travail) ; faire glisser la courbe à analyser et choisir "Amplitude" dans l'onglet "Avancé".
- Cliquer sur Calcul, le spectre en fréquence du signal choisi s'affiche.
- Pour repérer les pics et leurs amplitudes :
 - double cliquer sur le bandeau du haut de la fenêtre d'analyse,
 - choisir les échelles des abscisses et des ordonnées,
 - clic droit dans la fenêtre, sélectionner réticule, clic droit sélectionner : lié à la courbe, pointer la première raie, clic droit : mesurer abscisse et ordonnée.
 - Faire de même pour toutes les raies.
- Aller dans traitements, tableur et déplacer $S_Amplitude$, toutes les raies et leurs valeurs s'affichent.
- Vérifier vos résultats pour les trois types de courbes (avec par exemple $V_{\max} = 5$ V et $f = 1$ kHz) en les comparant aux valeurs théoriques données en cours.

B. Analyse d'un signal en sortie de filtre passe-bande

Le schéma électrique du filtre ainsi que son diagramme de BODE en gain et sa fonction de transfert



sont donnés ci-contre :



$$H(jx) = -\frac{1}{2} \frac{jx\sqrt{2}}{1 + jx\sqrt{2} - x^2}, \text{ avec } x = \frac{\omega}{\omega_0} \text{ et } \omega_0 = \frac{\sqrt{2}}{RC}$$

- Vérifier rapidement à l'oscilloscope le caractère passe-bande du filtre ; évaluer expérimentalement la valeur de la fréquence centrale et vérifier avec les données du texte.
- Vérifier le caractère intégrateur de ce filtre en faisant l'acquisition de la sortie et en l'analysant, lorsque l'entrée est un signal créneau de haute fréquence (préciser ce que l'on doit entendre ici par « haute fréquence »).
- Vérifier le caractère dérivateur de ce filtre en faisant l'acquisition de la sortie et en l'analysant, lorsque l'entrée est un signal triangulaire de basse fréquence (préciser ce que l'on doit entendre ici par « basse fréquence »).
- Attaquer le filtre par un signal créneau de fréquence $f = (1/3) \cdot f_{\text{centrale}}$
 - Faire l'acquisition et analyser le signal d'entrée et le signal de sortie ; faire ensuite le rapport des amplitudes des harmoniques de rang p (par exemple pour les quatre premières valeurs) ; vérifier la justesse de vos mesures en utilisant le diagramme de BODE.
 - A partir des valeurs des amplitudes des quatre premiers harmoniques non nuls du signal de sortie, faire tracer $\sum_{n=1}^4 A_n \cdot \sin(2 \cdot \pi i \cdot f \cdot t)$; retrouve-t-on le signal de sortie ? Pourquoi ?