

TP 5 : Fourier : la DSF et la FFT

Distinguons clairement les trois représentations de Fourier :

La DSF :

*Elle ne peut représenter qu'un signal **périodique** défini quelquesoit t depuis un temps infini et sur une durée infinie. Son spectre complet est une succession infinie de valeurs discrètes d'amplitudes et de phases régulièrement espacées dans l'espace des fréquences (hors nullité de composantes harmoniques)*

La TF (Transformée de Fourier) :

*Elle peut représenter **tout signal même aperiodique** et non nul sur une fenêtre temporelle limitée. Son spectre est une fonction continue de la fréquence (le signal contient a priori toutes les fréquences et non seulement une famille d'harmoniques)*

La FFT (Transformée de Fourier Rapide) :

*C'est un traitement numérique appliqué à un **signal échantillonné** (liste finie de N valeurs discrètes prélevées à la fréquence d'échantillonnage $f_e \equiv \frac{1}{\delta t}$) **sur une fenêtre temporelle limitée** $\Delta t = N \cdot \delta t \equiv \frac{N}{f_e}$ définissant une périodicité artificielle par répétition infinie de la fenêtre. Le résultat du calcul est une liste de N valeurs complexes d'amplitudes dans un espace des fréquences discrétisé d'incrément fréquentiel $\delta f = \frac{1}{\Delta t} = \frac{f_e}{N}$. Le nombre N est systématiquement une puissance de 2 ($N=2^n$) pour utiliser un algorithme rapide dans le calcul approché de transformée de Fourier.*

A- De l'échelle linéaire à l'échelle logarithmique pour les amplitudes réelles

A l'aide de la calculette, donnez les écarts théoriques en dB entre les pics d'amplitudes successives pour les signaux fondamentaux vus en cours (carré, triangle). Présentez les résultats dans un tableau :

	$20 \cdot \log_{10}(V_3/V_1)$	$20 \cdot \log_{10}(V_5/V_1)$	$20 \cdot \log_{10}(V_7/V_1)$	$20 \cdot \log_{10}(V_9/V_1)$
carré				
triangle				

B- FFT calculée par le logiciel Regressi™

Lancez une simulation avec le logiciel REGRESSI.

-Proposez le signal TRIANGLE(t,1000,0.5) [Nb de points 1024, tmini=0, tmaxi=0,01] et notez l'incrément temporel et la fréquence d'échantillonnage. Justifiez les relations.

-Cliquez l'icône  et commentez la FFT. Comparez la fréquence maximale sur l'axe des abscisses à la fréquence d'échantillonnage. Comparez la fréquence du fondamental à l'incrément de fréquence.

-Cliquez l'icône  et relevez les valeurs d'amplitude des harmoniques

-Cliquez l'icône  et visualisez simultanément le signal temporel, la fenêtre temporelle de calcul.

-Choisissez un nombre entier de périodes puis un nombre demi-entier. Commentez en fonction du nombre de périodes dans la fenêtre. Conclure sur l'incrément fréquentiel c-a-d indirectement sur le temps qui joue le rôle de période d'un signal fondamental dont on évalue les harmoniques.

(On pourra refaire ce travail avec le signal CRENEAU)

(On pourra refaire ce travail en modifiant le rapport cyclique du TRIANGLE)

C- FFT calculée par l'oscilloscope numérique HP™

Visualisez un signal triangulaire de 2V crête-à-crête et de fréquence 1kHz fourni par un GBF GX320 sur l'entrée 1 de l'oscillo HP.

Appuyez sur la touche de fonctions \pm entre les touches des voies 1 et 2
fonction 1 OFF et fonction 2 ON

Le symbole $\text{fft}(1)$ apparait en haut de l'écran indiquant qu'il réalise la FFT du signal en voie 1 : une série de pics se superpose à la fenêtre temporelle. Jouez sur la base de temps (affichez une cinquantaine de périodes à l'écran) et observez l'évolution de la fenêtre de FFT.

En appuyant deux fois sur le bouton de la voie 1, la représentation temporelle disparaît.

Rappuyez sur \pm pour avoir le menu FFT. Jouez sur Units/div et RefLev pour voir les sommets des 4 ou 5 premiers «pics». Dans FFT Menu, choisissez Window FlatTop pour mesurer précisément les écarts logarithmiques d'amplitude et confirmer (ou non) le tableau du A.

Une pression sur \pm fait apparaître fugitivement un affichage en vidéo inverse du grandeur en kSa/s. de quoi s'agit-il ? Sur combien de points l'oscillo travaille-t-il ?

(On pourra refaire ce travail en modifiant le rapport cyclique du signal triangulaire)

(On pourra refaire ce travail avec un signal carré symétrique)

D- Relevé du diagramme de Bode d'un filtre inconnu par soustraction de FFT

Au lieu de tester la réponse à une sinusoïde de pulsation progressivement variable, on peut profiter du principe de la DSF d'un signal créneau pour relever quelques valeurs de (gdB,f) par décade.

Décrire précisément (et en le justifiant) un protocole permettant de relever assez correctement un diagramme de Bode de gain de filtre inconnu sur 3 décades sans utiliser de signal sinusoïdal (*Rq: il est en effet plus aisé aujourd'hui de faire des oscillateurs astables (basculements) que des oscillateurs sinusoïdaux de bonne qualité*)

Relever un diagramme de Bode de gain de votre filtre inconnu (en citant le numéro de la boîte noire). En déduire le type de filtre et ses paramètres caractéristiques. (avec une minoration approximative des incertitudes !)