

## OS – TP 11

# Analyse spectrale

## Effet d'un filtre sur un signal créneau

### Introduction

Un signal temporel  $s(t)$  peut généralement se décomposer en une somme de signaux sinusoïdaux ou cosinusoidaux de différentes fréquences. L'analyse spectrale consiste à déterminer les amplitudes des différentes composantes de cette somme, c'est-à-dire de donner l'amplitude correspondant à chaque fréquence (spectre).

Un filtre linéaire agira alors sur chacune des composantes harmoniques du signal  $s(t)$ , chaque harmonique étant atténuée et déphasée en fonction de sa fréquence et des caractéristiques propres du filtre utilisé. Le signal en sortie du filtre sera alors la recombinaison de chacun des signaux sinusoïdaux après leur passage à travers le filtre.

### I - Spectre d'un signal électrique

#### Paramètres d'acquisition - Théorème de Shannon

1. Brancher et allumer le GBF. Le régler pour qu'il génère un signal sinusoïdal de fréquence 1 kHz. Régler l'amplitude à 5 V. Câbler la sortie OUTPUT avec un câble mixte coaxial-rouge/noir.
2. Allumer l'ordinateur, lancer le logiciel LatisPro. Brancher la sortie du GBF sur la voie EA0 du boîtier d'acquisition.
3. Réglage des paramètres (Paramètres > Onglet acquisition > Boîte acquisition). Choisir 200 points et une période d'échantillonnage  $T_e = 0,75$  ms. Renommer la voie EA0 en « Acquisition hors Shannon ». Lancer l'acquisition avec F10. Enregistrer votre feuille de travail dans Bureau/PTSI/NomsDuBinome-Shannon. Double-cliquer sur l'axe des abscisses et modifier l'échelle de façon à voir l'intervalle de temps [0 ; 20 ms]. Observation.
4. Cocher la case « ajouter les courbes ». Régler les paramètres d'acquisition avec 200 points et une période d'échantillonnage  $T_e = 10$   $\mu$ s. Lancer l'acquisition (F10). Renommer la courbe en « Acquisition Shannon ». Ouvrir une nouvelle fenêtre; retirer cette deuxième courbe de la première fenêtre et la placer dans la deuxième fenêtre. Enregistrer votre feuille dans Bureau/PTSI/NomsDuBinome-Shannon. Observation. Conclusion.
5. Agencer vos deux fenêtres en mosaïque grâce à la touche F5. Imprimer votre plan de travail.

#### I.1 - Spectre d'un signal créneau avec *offset*

1. Ouvrir une nouvelle feuille de travail.
2. Dans LatisPro renommer la voie EA0 en « Signal créneau », décocher la case « ajouter des courbes » et cocher la case « Mode permanent » qui transforme l'ensemble SYSAM-SP5+LatisPro en oscilloscope. Lancer l'acquisition (F10).
3. Choisir maintenant sur le GBF un signal créneau, régler l'amplitude à 2 V (le signal va donc de +2 à -2 V). À l'aide de la fonctionnalité DC OFFSET du GBF obtenir un signal de valeur moyenne 2 V (le signal va donc de 0 à 4 V). Lorsque le signal est correctement réglé, arrêter l'acquisition (touche ESC), décocher le mode permanent. Régler les paramètres d'acquisition à 2000 points avec  $T_e = 10$   $\mu$ s et relancer l'acquisition.
4. On souhaite réaliser l'analyse de Fourier du signal acquis, puis la synthèse d'un signal à partir de cette analyse. Pour cela aller dans Traitements > Calculs spécifiques > Synthèse harmonique ou presser la touche F7. Choisir un calcul en amplitude et argument, faire glisser la courbe et presser « calcul ». Enregistrer votre feuille dans Bureau/PTSI/NomsDuBinome-Signal creneau. F5 pour Mosaïque Auto. Observer le spectre en amplitude en réduisant l'échelle en abscisse de façon à observer le spectre de 0 à 10 kHz. Imprimer votre plan de travail.

5. Ouvrir le tableur (F11). Faire glisser la courbe « Amplitude de signal créneau » en tête d'une colonne de tableau et faire glisser les données de fréquence « fct (fréquence) » dans une deuxième colonne. F5 pour Mosaïque Auto. Par sécurité, copier-coller également les données dans des colonnes adjacentes. Enregistrer. Modifier une par une certaines valeurs dans la colonne « Amplitude de signal créneau » du tableur et observer l'effet sur la courbe synthétisée. Que se passe-t-il notamment quand on annule dans le spectre la première valeur d'amplitude (celle qui logiquement correspond à la fréquence nulle) ?

## II - Étude théorique de filtres d'ordre 1

On souhaite réaliser un filtre passe-bas d'ordre 1 en utilisant uniquement les 2 dipôles suivants :  $R = 1,5 \text{ k}\Omega$  et  $C = 100 \text{ nF}$ .

1. Proposer un schéma de montage pour ce filtre. vous ferez clairement apparaître les branchements de l'oscilloscope permettant de visualiser la tension d'entrée  $v_e$  et la tension de sortie  $v_s$ .
2. Déterminer la valeur théorique de la pulsation  $\omega_c$  et de la fréquence  $f_c$  de coupure de ce filtre.
3. Donner l'expression du gain en décibel  $G_{dB}$  et du déphasage  $\varphi$  apporté par le filtre.
4. Tracer le diagramme de Bode asymptotique théorique du filtre.

On souhaite maintenant, tout en gardant les mêmes composants, réaliser un filtre passe-haut.

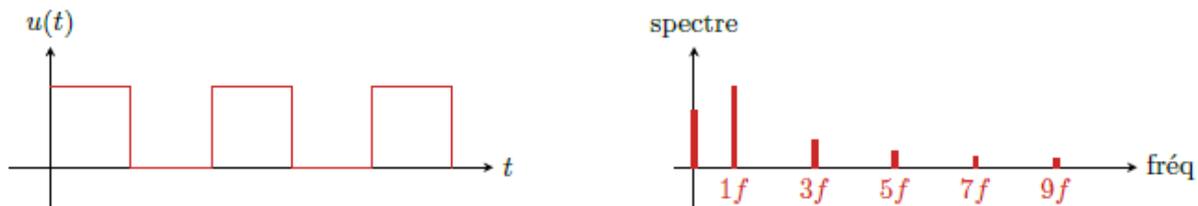
5. En théorie, serait-il possible de conserver le même montage que précédemment ? En pratique, que faudrait-il faire pour pouvoir continuer à visualiser  $v_e$  et  $v_s$  à l'oscilloscope ?
6. Donner, sans calculs mais en les justifiant, les valeurs des pulsation et fréquence de coupure ainsi que le diagramme de Bode asymptotique de ce filtre.

## III - Filtrage d'un signal créneau

Le développement de Fourier d'un signal créneau de fréquence  $f$  et d'amplitude  $E$  s'écrit

$$s(t) = \langle s \rangle + \frac{4E}{\pi} \sum_{n \text{ impair}} \frac{1}{n} \sin(2\pi nft)$$

Il ne contient donc que des harmoniques impaires dont l'amplitude est inversement proportionnelle à  $n$ .

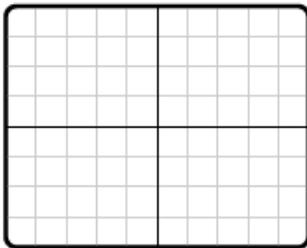
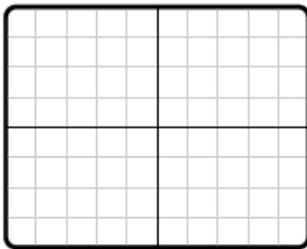
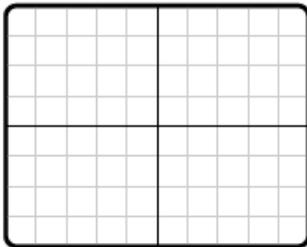


### III.1 - Filtrage passe-bas

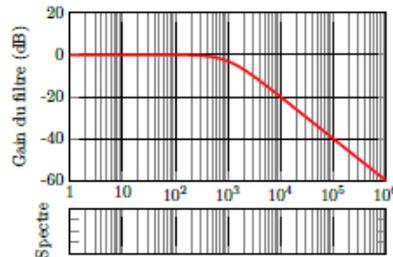
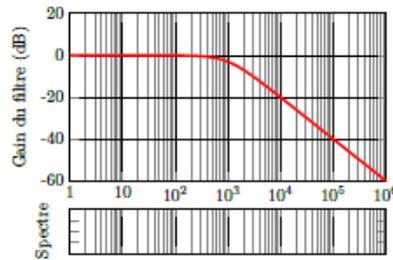
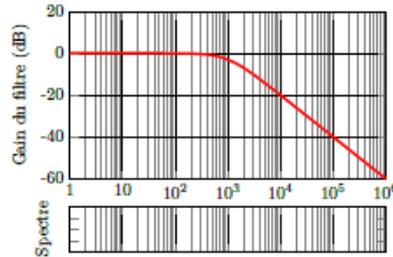
Envoyer en entrée du filtre RC construit précédemment un signal créneau et visualiser les tensions en entrée et en sortie du filtre avec l'oscilloscope. En s'appuyant sur le diagramme de Bode, interpréter l'allure du signal de sortie pour les fréquences 10 Hz, 10 kHz et enfin 300 Hz.



Signal observé :



Bode et spectre :



Interprétation :

### III.2 - Filtrage passe-haut

Modifier le montage pour obtenir un filtre passe-haut. Reproduire l'expérience précédente, mais cette fois-ci **en anticipant les résultats**.



Bode et spectre :



Prévision :



Signal observé :

