

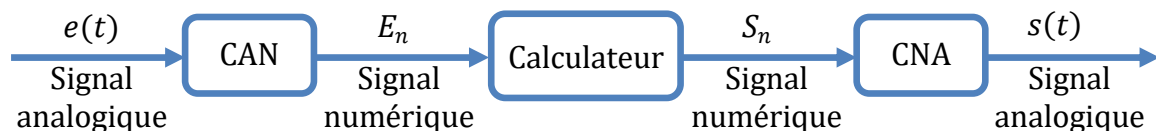
FILTRAGE NUMERIQUE

Extraits du programme

Filtrage numérique.	Mettre en œuvre une chaîne d'acquisition et de conversion. <u>Capacité numérique</u> : réaliser, à l'aide d'un langage de programmation, un filtrage numérique d'un signal issu d'une acquisition, et mettre en évidence la limitation introduite par l'échantillonnage.
---------------------	---

Un filtre numérique opère sur des signaux numériques en leur appliquant un algorithme de calcul qui dépend du traitement recherché.

Un convertisseur analogique-numérique (CAN) doit d'abord convertir un signal analogique en signal numérique, qui est traité numériquement, puis converti en signal analogique par un convertisseur numérique-analogique (CNA).



Le signal analogique sera généré à l'aide de la carte Sysam et numérisé par LatisPro. Il sera ensuite filtré grâce à Python.

L'objectif de ce travail est de filtrer un signal numérique et de mettre en évidence la limitation introduite par l'échantillonnage.

1. Préparation

On réalise le filtrage d'un signal $e(t)$ analogique à l'aide d'un filtre passe bas du premier ordre de fonction de transfert :

$$\underline{H}(j\omega) = \frac{1}{1 + j\omega/\omega_c}$$

Q1. Que représente la pulsation ω_c ?

Q2. Déterminer l'équation différentielle qui relie la tension de sortie du filtre $s(t)$ à la tension d'entrée $e(t)$.

Pour réaliser des signaux numériques, $e(t)$ et $s(t)$ sont échantillonnés pendant une durée Δt à une fréquence d'échantillonnage $f_e = 1/T_e$ pour fournir des tableaux à N éléments $e[k]$ et $s[k]$ avec $0 \leq k \leq N-1$.

Q3. En utilisant une méthode d'Euler explicite déterminer $s[k + 1]$ en fonction de $s[k]$, $e[k]$, T_e et f_c .

2. Matériel

Un ordinateur avec Python, LatisPro, et une carte Sysam.

3. Manipulations

3.1. Signal d'entrée

A l'aide de LatisPro, générer sur l'une des sorties de la carte Sysam un signal analogique de fréquence $f = 500$ Hz et d'amplitude $E = 5$ V.

Numériser ce signal à une fréquence d'échantillonnage $f_e = 10$ kHz pendant 50 ms.

Le critère de Shannon est-il respecté ?

Quel est le nombre N d'échantillons ?

Exporter les données (EA0, pas SA1) dans votre répertoire personnel en format csv.

3.2. Extraction du signal échantillonné

Ouvrir Pyzo (ou Spyder) et charger le fichier TPFiltrage_ElevesLatis.py.

Sauvegarder ce fichier dans votre répertoire personnel.

Ce script permet de tracer les signaux d'entrée et de sortie en fonction du temps, ainsi que leurs spectres.

Les spectres sont calculés comme dans le TP Echantillonnage.

Introduire le nom du fichier csv que vous venez de créer.

Compléter les lignes concernant les données d'échantillonnage.

Exécuter le script et commenter.

3.3. Filtrage

La partie filtrage est à écrire dans le script.

On a défini un tableau de N zéros appelé signal_sortie.

Définir une fréquence de coupure $f_c = 100$ Hz pour le filtre passe-bas.

Écrire la boucle permettant le calcul du signal de sortie, après passage dans le filtre, en utilisant la méthode d'Euler vue en préparation.

Écrire les lignes permettant le calcul du spectre du signal de sortie.

Tracer le signal de sortie et son spectre. Commenter le spectre.

Mesurer l'amplitude du signal de sortie et valider cette mesure par un calcul de l'amplitude théorique.

Remarque : le signal de sortie étant initialisé à 0, on observe un régime transitoire, dont la durée vaut environ 5τ avec $\tau = 1/2\pi f_c$. Ce transitoire déforme également le spectre. On peut corriger ce défaut en coupant dans le signal de sortie la durée du transitoire, cela avant d'en prendre le spectre.

3.4. Influence de la fréquence d'échantillonnage

Reprendre à partir de 3.1. en choisissant une fréquence du signal de $f = 5500$ Hz, sans changer les paramètres d'acquisition.

Commenter les spectres.

3.5. Caractère intégrateur du filtre

Reprendre à partir de 3.1. en générant un signal carré de fréquence $f = 500$ Hz et d'amplitude $E = 5$ V échantillonné à $f_e = 10$ kHz pendant 50 ms.

La fréquence de coupure du filtre passe-bas sera $f_c = 100$ Hz.

4. Etude d'un filtre d'ordre deux

Si le temps le permet, programmer un filtrage numérique passe-bas du second ordre avec :

- Un facteur de qualité Q à définir ;
- Une fréquence propre f_0 à définir.
- Un gain maximal H_0 à définir.