

LP21-Acquisition et traitement de données

Leçon par Tim

Element imposé : résolution spectrale (manip)

Niveau L1

Prérequis

- Signaux (Numérique/analogique) (secondaire)
- Electrocinétique (résistance, caractéristique d'un dipôle) (secondaire)
- Mécanique du pendule simple et pesant (PFD, TMC) (L1)
- Transformée de Fourier (L1)
- Signaux sinusoïdaux (secondaire)
- Incertitude (L1)

Difficultés

- Utilisation abstraite, transformée de fourier (relation entre les domaines temporels et fréquentiels)
- Savoir analyser et critiquer une méthode d'acquisition

Activité documentaire / TP Exp : analyse de fichiers sonores avec audacity Num : tracer le spectre de Fourier d'un signal avec python

Objectifs Faire réaliser que les capteurs sont des objets physiques et qu'ils ont une incertitude et une réponse pas forcément linéaire.

bibliographie

- manip : Bellier p260, Duffait p264
- Asch (capteurs) cours SPCL : génie des procédés, TI R400v1 (capteurs)

Introduction

Ajd, acquisition et traitement de données en science. Le but est de comprendre comment faire une mesure, comprendre les capteurs.

On a un phénomène physique (comme les oscillations d'un pendule) qui est dans le monde physique.

Ce que l'on veut récupérer est un signal numérisé, pour observer notre phénomène sur l'écran de l'ordinateur.

Ces deux informations sont les extrémités de la chaîne de mesure.

La sortie est ici une valeur électrique de tension. Le phénomène physique est appelé [mesurande](#).

On peut alors détailler la chaîne de mesure :

$\xrightarrow{\text{mesurande}}$ Capteur \longrightarrow Conditionneur \longrightarrow filtrage \longrightarrow CAN $\xrightarrow{\text{signalelectrique}}$ ordinateur

Ce qui va nous intéresser est alors comment on passe du capteur au signal électrique.

1 La mesure (capteur)

1.1 Type de capteur

Un **Capteur** est un dispositif qui permet de **convertir** une **grandeur physique** sous une autre forme ce qui fournit un signal véhiculant une information.

Un capteur **passif** est un capteur qui ne nécessite pas d'alimentation électrique. Ex : panneau photovoltaïque en figure 1

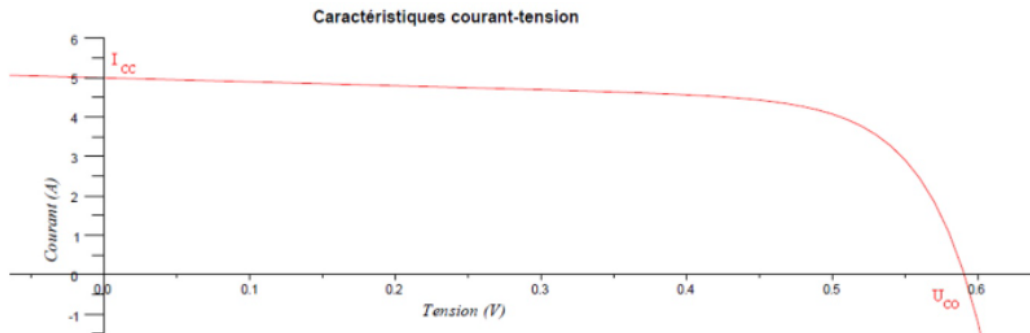


Figure 1: Caractéristique courant/tension d'une cellule photovoltaïque (ici)

Un capteur **actif** est un capteur qui nécessite une alimentation électrique. Cette alimentation nous permet de retrouver le point de fonctionnement (figure 2).

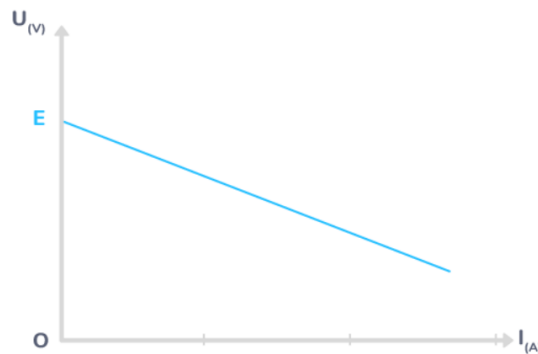


Figure 2: Caractéristique courant/tension d'un capteur actif (ici)

1.2 Propriétés des capteurs

On peut définir la **sensibilité** du capteur comme :

$$S = \frac{\Delta_S}{\Delta m}$$

Avec Δ_S la tension mesurée donc la variation du signal et Δm la variation du mesurande associé.

Dans le cas du pendule pesant fil rouge, on mesure U en fonction de l'angle et on obtient $S = 38,5 \text{ mV}^{\circ-1}$

On a alors pour le capteur une droite linéaire de coefficient directeur S . On vérifie avant la mesure qu'on est bien dans une zone linéaire.

Une autre caractéristique du capteur est son **Temps de réponse**. On souhaite qu'il soit le plus petit possible pour avoir une réponse instantané.

On l'écrit $\Delta t = (t_2 - t_1)$ avec t_2 le temps où la réponse vaut 50% de la consigne et t_1 le temps où la consigne est envoyée.

Un bon capteur est alors un capteur sensible, au temps de réponse court et linéaire

2 La numérisation

2.1 L'échantillonnage

Penons un signal sinusoïdal, la CAN prend une valeur toutes les T_e qui est alors la **période d'échantillonnage**.

Script python : on montre que si $T_e = \frac{1}{2}T_s$, on perd l'information (le pic dans la TF n'est plus le bon) et on peut alors définir le **critère de Shannon** pour éviter le sous-échantillonnage.

2.2 Critère de Shannon et repliement spectral

On voit qu'avec l'échantillonnage on a de nouveaux pics. Comment améliorer cette résolution spectrale ?

3 Résolution spectrale

$N_{points} = 2000$, $T_e = 2 \times 10^{-3}$ s donc la résolution spectrale est $f_N = \frac{1}{NT_e} = 25$ mHz, l'écart entre deu pics dans le spectre de Fourier.

Expérimentalement, on obtient : $f_{N,exp} = 25,8$ mHz. On remarque qu'on a deux critères sur lesquels jouer : N et T_e . Sinon, on peut rajouter N points 0 : c'est le zéropadding.

Conclusion

On a donc vu les caractéristiques temporelles d'un capteur et l'utilisation de la transformée de Fourier pour remonter à des fréquences. La prochaine fois on s'intéressera également à une autre partie de la chaîne de mesure : le filtrage.

Question

- Conditionneur : qu'est-ce que c'est ? Comme le capteur est passif, on va remonter à une résistance donc on a besoin de transformer cette résistance en tension. De manière générale, un conditionneur permet de passer d'une grandeur électrocinétique à une tension.
- Pourquoi on filtre après le conditionneur ? Enlever les bruits parasites.
- Principe de la CAN ? On a un échantillonneur bloqueur qui discrétise le signal en tension pour le coder en binaire.
- Différence entre une grandeur physique et un signal ?
- Le point de fonctionnement : pour des capteurs passifs ou actifs ? actifs
- Linéarité puis un bon capteur : grande sensibilité par rapport à quoi ? petit temps de réponse par rapport à quoi ? Sensibilité plus grande que le bruit : rapport signal sur bruit d'au moins 2. Temps de réponse plus petit que le temps caractéristique de variation du signal.
- Capteur qui n'est pas linéaire : grave ? Non, on peut encore l'utiliser mais on va traiter le signal reçu pour compenser la non linéarité du capteur ou inclus dans le conditionneur. Quelle type de contrainte ? On doit connaître l'étalonnage.
- Pourquoi on parle de repliement ? On introduit des fréquences fausses dues à l'échantillonnage

- Pourquoi on fait du zéropadding ? Le zéropadding nous permet de résoudre le spectre en augmentant N mais ne nous permet pas de voir les basses fréquences non visibles. Pour les voir, on devra augmenter le nombre de point.