

LP 2 - Acquisition et traitement des données

Niveau: L₁

Prerequis

- * Le pendule simple - equation et periode
- * grandeur analogique et numerique
- * Signal électrique
- * Notion de langage binaire (bits octets)
- * Incertitudes

Bibliographie

- Expérience:
- Le pendule simple de A à Z.
 - Mesure camera + bille par signal discret ?

Introduction Pédagogique

- * Ce cours se place au niveau L1 car il est essentiel pour l'élève de savoir faire une acquisition et de savoir utiliser les données obtenues pour trouver une grandeur ou valider un modèle.
- * On a néanmoins besoin que l'élève ait quelques notions de phys. Q pour pouvoir étudier un système physique connu.
- * On utilisera le pendule simple comme fil conducteur de la leçon, il sera donc nécessaire que l'élève sache en faire l'étude, et qu'il connaisse la formule pour la période.
- * On va aussi réinvestir des connaissances de lycée sur le langage binaire et la notion de signaux analog. Q et numérique.
- * Dans ce cours on fait le choix de travailler avec un signal phys. Q analogique pour voir un maximum d'étape dans la chaîne d'acquisition et de traitement.
- * On a choisi de faire du traitement de données numérique, mais on pourra en TP faire du traitement du vidéo avec les élèves : on pourra filmer la chute d'une bille et la trajectoire d'un pendule coupé avec un cutter.
- * La mise en place de protocole par le traitement de donnée n'est pas aisée pour les élèves, par ça on fera le démarche pas à pas en insistant sur le passage entre chaque étapes ; Et en essayant de se baser sur des analogies et des illustrations pour permettre à l'élève de passer au dessus des difficultés de cette leçon qui sont :
 - Comprendre l'intérêt de chacune des étapes du processus
 - Comprendre le principe de l'échantillonnage
- * Le but sera d'amener l'élève à avoir un esprit crit. Q et de s'interroger sur pourquoi il faut chaque étape de l'acquisition.
- * TD on pourra faire des applications sur la conversion par que l'élève se familiarise avec cette notion abstraite. Ainsi que des petites plus calculatoires sur les incertitudes.
- * TP de traitement d'image, on repère une mesure avec le pendule, mais avec la mise en place d'un protocole pour retrouver une valeur par régression linéaire.
- * Etude de données sur les capteurs.

Introduction

- * La physique c'est l'étude de l'environnement qui nous entoure, et par cela il nous faut des données afin de pouvoir les analyser.
- * Par avoir des informations on doit faire une mesure, à on va attribuer une quantité définie à une grandeur.
- * Toutes ces quantités forme un ensemble de données que l'on va pouvoir étudier.
- * On va donc avoir 3 étapes dans notre démarche scientifique.
 - Acquisition : à on recueille des données
 - Traitement : on va appliquer des modèles mathématiques / faire des modélisations
 - Validation : comme toujours on va vérifier que l'expérience colle avec la théorie.
- * Aujourd'hui on va mettre en œuvre ces 3 étapes par essai et ce remonter à la valeur de g par mesure de la période d'oscillation du pendule.

Objectif : Comprendre comment passer d'une grandeur physique à une grandeur quantifiable.
Savoir faire le traitement de données par valider ou invalider un modèle.

Transition : Comment fait-on pour avoir des données exploitables ?

I. Du mesurande au signal

- * Qu'est ce que c'est une mesurande ?
- * Mesurande: c'est une grandeur physique, objet de la mesure
- * Mesure: ensemble des opérations expérimentales permettant l'attribution d'une valeur numérique à la mesurande.
- * C'est peut être un peu obscur par le moment, on va voir sur un système réel pour expliciter ces termes

A. Détection d'une grandeur physique

- * Dans ce cours on cherche à mesurer g le champ de pesanteur, mais on n'a pas d'appareils pour le mesurer directement.
- * On va donc faire une mesure indirecte en mesurant l'effet de g sur un système.
- * g a un effet sur tout les objets qui ont une masse. Donc sur vous, moi, ce pendule.

* Dessin pendule

- * Un PFD nous donne $\ddot{\theta} + \frac{g}{L} \theta = 0$, déjà fait en mécanique.

↳ on a un oscillateur harmonique de période $T_0 = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}}$

- * Si on arrive à avoir la période, connaissant L on pourra trouver g
- * Par avoir la période on pourrait utiliser un chronomètre, mais on ne serait pas très précis.
- * Si on peut mesurer la position du pendule on pourrait trouver la période!
- * Ici: mesurande: angle θ
mesure: une valeur de tension que je vais chercher à avoir sur mon ordinateur

Transition: Comment peut-on faire pour obtenir une grandeur utilisable à partir d'un angle ?

B. Milisation de capteurs

- * Un capteur: Dispositif qui soumis à l'action d'une mesurande non électrique produit un signal électrique en réponse
- * Dans notre cas on a un capteur potentiométrique
 - ↳ en fonction de l'angle on fait varier une résistance, on obtient donc une tension
 - ↳ on mesure donc $u = f(\theta)$
 - ↳ il permet de convertir la mesurande mécanique (θ) en un signal électrique
- * Le problème qui se pose maintenant c'est de pouvoir remonter à la valeur de l'angle en fonction du signal qu'on obtient
 - ↳ en gros j'ai 2V, ça fait 10° , 13° ?
- * Par ça on procède à un étalonnage du capteur
 - ↳ on mesure pour plusieurs angle la valeur de tension puis on trace une courbe d'étalonnage.
 - ↳ par notre capteur on trouve : $u =$  *projection*

Transition : On peut maintenant avoir un signal électrique en sortie du capteur qui nous permet de connaître l'angle, mais comment je peux faire pour avoir le signal sur mon ordinateur ?

II. Du signal à l'information

A- L'échantillonnage

- * En sortie du capteur j'ai un signal électrique continue en fonction de l'angle
 - ↳ un signal analogique
- * Hors notre ordinateur ne fonctionne qu'en numérique
 - ⇒ il faut donc faire l'échantillonnage du signal par l'avoir numérique
 - ↳ ça veut dire que tout les intervalle de temps T_e on relève la valeur du signal et on lui attribue une valeur que l'ordinateur va stocker.

* Démonstration Latis-Pro

- * Pour faire ça on utilise un convertisseur analogique numérique
 - ↳ La notre est une carte 12 bits, ça veut dire qu'elle prend $2^{12} = 4096$ valeurs différentes dans une gamme.
 - ↳ par exemple sur le calibre $+5/-5$: $AV = 10/4096 = 2.4 \text{ mV}$
 - ↳ on appelle cette valeur le pas (cf latis pro)
- * Ce qui est important dans l'échantillonnage c'est donc de choisir le bon calibre et la bonne fréquence d'échantillonnage T_e projo
- * Si T_e est trop grande on n'obtient pas un signal convenable
 - ↳ exp
 - ↳ Critère de Shannon: il faut $T_e < T/2$ pour avoir un signal correct
- * Si le pas est trop grand le signal ne sera pas précis
 - ↳ exp

Transition: Maintenant on a réussi à avoir les données représentant l'angle sur notre ordinateur.

Comment on peut faire à partir de ces données pour trouver g ?

B- Exploitation des données

* Maintenant qu'on a des données dans l'ordinateur, on peut utiliser un curseur pour mesurer la période

↳ on mesure $T =$ s



* On peut aussi se servir du logiciel pour modéliser les points qu'on a obtenu par la fonction que l'on espère avoir



↳ Le logiciel nous donne directement la fréquence et la période du signal. : $T =$

* On trouve donc $g = 4\pi^2 \frac{L}{T^2} =$ m.s⁻²

Transition : On peut voir que la valeur n'est pas exactement celle attendue.

Il faut aussi prendre en compte les erreurs qu'on a pu faire

C. Validité de la mesure: les incertitudes

* Comme toujours en physique il faut prendre en compte les incertitudes, elles sont très importantes, c'est elle qui permettent de rendre une valeur utilisable.

* Estimation des incertitudes de type A

- On fait un traitement statistique: on fait la mesure un grand nombre de fois

- Plus on répète la mesure plus on diminue les incertitudes. 

* Tableau avec incertitudes $\Rightarrow g = (\quad \pm \quad) \text{ m.s}^{-2}$

* Estimation des incertitudes de type B

- On prend en compte les incertitudes sur la mesure de L et de T

- On peut utiliser un logiciel dans lequel on rentre les incertitudes

↳ Démonstration GON NC $g = (\quad \pm \quad) \text{ m.s}^{-2}$ 

Conclusion

* Dans ce cours on a vu comment à partir d'une mesure physique (ici l'angle) on pouvait avoir des données exploitables par notre ordinateur

* On a aussi vu comment on pouvait traiter des données avec un logiciel

* On verra en TP d'autres méthodes pour traiter des données et évaluer les incertitudes