

LP21 : Acquisition et traitement de données

Biblio :

- Les Capteurs en instrumentation industrielle, G. Ash et coll, Dunod

-Duffait-lièvre expérience d'électronique : Convertisseur analogique numérique montre quelques exemples, de filtres... Th acquisition et traitement dont fourrier si on veut aller plus loin.

-Panorama de la Physique : un peu de blabla potentiellement utile sur la compression de signal.

-Cours de photo numérique : CAN distingue bien échantillonnage/quantification

-Dictionnaire de physique : + de 6000 termes, nombreuses références historiques, 3700 référence bibliographiques

https://www.f-legrand.fr/scidoc/docimg/numerique/tfd/echantillonnage/echantillonnage.html#:~:text=Th%C3%A9or%C3%A8me%20de%20Shannon%20%3A%20pour%20que,condition%20de%20Nyquist%2DShannon.). (Intéressant : explique la reconstruction complète du signal avec la TF)

Pré-requis :

1) Mécanique (PFD, TMC, TEC, TEM) L1

2) Incertitudes(concepts): Incertitudes type : A et B, formules de compositions, incertitude élargie, Présentation du résultat (CS, intervalle de confiance) L1

3) Résolution d'équation différentielles. L1

4) Connaissance sur les CAN (TS)

Intro pédagogique :

Niveau L1 car ils ont besoin de ces outils pour le cursus c'est essentiel. Et se serait trop dure pour la TS

-Donner les outils aux élèves afin qu'ils acquièrent l'autonomie nécessaire à leur futur carrière scientifique dans la mise en œuvre de protocoles permettant le mesurage de grandeurs physique.

-Comprendre la nécessité d'accompagner chaque mesure de son incertitude.

-Eveiller chez les élèves leur capacité d'émettre un jugement critique quant à leur résultats ainsi que leur donner les arguments pour corriger, le cas échéant, ou émettre des hypothèses sur les raisons. Ce qui constitue l'un des piliers dans la résolution de problème d'après le programme de BCPST. Ce

cours constituera une mise en application des calculs d'incertitudes dont les concepts auront été donné dans un polycopié lu.

-Assimiler le fait qu'ils soient acteur dans le mesurage d'une grandeur et non spectateur. Les outils numériques restent des outils, ils sont subordonnés à l'usage que l'on en a.

La mécanique est en prérequis car le but n'est bien sûr pas que ces concepts soient limitants ils doivent avoir bien été assimilés par les élèves.

De même cette leçon ne constitue pas une découverte des incertitudes mais une mise en application de celle-ci.

D'une manière générale cette leçon s'inscrit dans une séquence pédagogique comprenant en plus de la leçon un TP sur un autre oscillateur le ressort. On y déterminera notamment la constante de raideur du ressort et l'on ira plus loin avec la démonstration du TEM. Ce qui permettra d'utiliser davantage les fonctionnalités de Latis pro. Regressi sera aussi utilisé pour le traitement au chronomètre.

-Difficulté :

-Faire la distinction entre les biais théoriques qui ne sont pas ce qui nous intéresse et qui ne sont pas évaluer dans nos calculs d'incertitudes.

-Réussir à évaluer une incertitude en apportant les bons arguments.

Intro : théorie/exp

I-Mise en place d'une démarche scientifique limité avec les objets du quotidien

II-Exploitation et limitations des outils numériques pour la détermination de grandeurs expérimentales

III-Détermination de l'accélération de pesanteur avec un potentiomètre

Conclusion

Intro:

a)Intro général

Le monde qui nous entoure génère des quantités astronomiques de données, chaque jour 30000Go de données nouvelles sur internet. Ces données sont plus ou moins fiable. Vous avez vu en terminale en proba les sondages, intervalles de confiance... De même le but de cette leçon vas être de mettre en place tout les outils nécessaire pour jauger de la qualité d'un résultat obtenu. C'est pas le cas de tout le monde mais en tant que scientifique c'est notre devoir d'aller dans le sens des chiffre. On verra aussi en quoi les outils modernes nous apportent davantage de precision.

Acquisition : définition

Traitement : définition

b)

la physique de même que la chimie peut se découper en deux domaines, la partie expérimentale et la partie théorique.

La théorie permet d'explicitier des phénomènes qui s'en elle pourrait sembler chaotique. Elle permet de prévoir ou des retrouver des valeurs mesurer expérimentalement. Par exemple la mesure le l'accélération de pesanteur. Une théorie se fonde sur des postulats que l'on sait parfois grossier (exemple pendule sans frottement, faux car il s'arrête) et ne peu par essence pas être prouvé. Donc comment la valide-t-on si on ne peut la prouver ?

C'est là qu'intervient la deuxième branche de la physique la physique expérimentale. Une théorie en remplacera une autre si elle prédit davantage de phénomène et fonctionne là ou la précédente s'avérait défailante. Cependant la mesure d'une grandeur est loin d'être simple et les métrologues peuvent mettre de années pour calculer une grandeur avec précision. Déjà pour l'anecdote on ne pouvait pas définir la masse de manière précise jusqu'en mai 2019 (étalon de masse). On verra que la mesure d'une grandeur n'est pas aussi directe qu'elle n'y paraît, l'expérimentateur a un vrai rôle a joué.

I-Mise en place d'une démarche scientifique limitée avec les objets du quotidien

Intro : on va voir que mes avec un appareillage limité on peut faire preuve de rigueur dans la démarche et obtenir des résultats mieux qu'un moldu. J'aurais pu prendre un pendule simple.

En effet Eratosthène dans l'antiquité avait réussi à évaluer la circonférence de la terre à 1000km près (400000km) donc c'est vraiment pas mal.

a. Modélisation du problème

Sous-partie extérieur au reste

Système , réf, repère, force...

résolution

On ne considère pas les limites théorique, l'approximation des petits angles marche on est comme il faut.

Démontrer formule de la période

b. Acquisition :

Séparer le tableau en deux non scientifique : je suis non scientifique 1 mesure et je dis que j'ai déterminé g

Je prends mon chronomètre je mesure. J'obtiens un temps, que je relie à ma fréquence ou à ma pulsation (mettre les formule). Alors, un non scientifique se dira peut-être que mesurer 10 périodes c'est mieux, donc il change sa méthode d'acquisition. Première latitude à notre disposition pour mesurer le signal. Le non scientifique aura envie de mesurer aux max alors que non on sait que c'est pas bien.

On s'avance un peu mais nous on sait que mesurer 10 périodes limite l'erreur car on a toujours uniquement 2 déclenchements de chronomètre. Mais monsieur tout le monde s'arrête là, pas le scientifique. J'applique ma formule et je trouve ma période. Mais avec un chrono précision bof bof du coup que faire ? Première question que l'on doit se poser est-ce qu'on a fini ? Si je reprends une mesure je trouve une valeur différente laquelle est juste ?

Mes données il me faut les traiter de sorte à pouvoir affirmer avec plus ou moins d'aplomb quant à la justesse de ma mesure.

c. Traitement des données :

Le traitement va nous permettre d'optimiser notre processus et donner une valeur cohérente avec la méthode mise en place.

Pour mon temps incertitude de type A ou B : tableau en deux type B (montrer l'intérêt de 10 T0)

Type A : attention on garde l'incertitude sur le digit c'est seulement celle sur le temps de réaction qui est évalué autrement.

Je calcul l'incertitude élargie pour attribuer un niveau de confiance. Je mets le bon nombre de chiffre significatif.

d. Validité du résultat

Je porte un regard critique. Je compare mon résultat avec la littérature si possible, si c'est dans l'intervalle d'incertitude c'est gagné. Toutefois si mon intervalle d'incertitude est trop grand je ne peux rien prouver. Si je réalise un contrôle qualité de l'eau et que ma barre pour la teneur en Pb dépasse la valeur critique c'est pas bon. La validité ne dépend pas que de la mesure mais aussi de ce qu'on souhaite en faire. Pour g si je veux montrer que g équateur est différent de g pôle il me faut des domaines disjoints (ce serait bien si ce n'était pas le cas $g(\text{pole})=9.862\text{m/s}^2$, $g(\text{eq})=9.780$). quand on veut validé une théorie on a intérêt à avoir une faible incertitude. Maintenant en tant que scientifique j'ai des outils à ma disposition pour gagner en précision, et il convient de se les approprier.

Slide récapitulative du cheminement

II- Exploitation et limitations des outils numériques pour la détermination de grandeurs expérimentales

Le monde autour de nous est analogique (température pression, c'est continue) mais les ordinateurs sont numérique, d'ailleurs notre perception est analogique alors qu'en vrai l'œil n'enregistre pas en continue. Et le numérique peut duper notre œil et paraître continue. Si les images par seconde ne défilent pas assez vite on remarque la supercherie.

Définition : analogique et numérique

Analogique : Qualifie un signal ou une grandeur pouvant rendre n'importe quel valeur dans un intervalle, de façon continue.

Ex : une tension, la température.

Numérique : Qualifie un signal ou une grandeur ne pouvant rendre que des valeurs discrètes.

Tout les signaux échanger par un ordi.

Maintenant on vas voir l'importance de bien régler l'appareil.

a) modélisation

Mais d'abord modélisation :

CAN : Le fonctionnement c'est une boite noir à notre niveau (schéma entrée sortie)

Traiter le capteur comme une boite noire ? Le dire, on a as besoin de tout comprendre simplement de comprendre ses limitations de sorte à pouvoir porter un regard critique sur nos expériences.

2 paramètres d'importance la résolution et l'échantillonnage.

Expérience GBF (signal « parfait ») on l'envoie sur un oscillo et en parallèle sur latis pro.

b) échantillonnage

Echantillonnage : montrer qu'avec un temps d'échantillonnage trop grand on a un signal aberrant.
Critère de Shannon : ... Cas un peu limite dans la pratique on se place au-dessus, mais si on acquiert suffisamment de période avec le critère de Shannon ça doit suffire. ($f_e > 2F$)

Donner du sens physique au critère de Shannon, de manière intuitive. Manière de le voir supposons que je me place à $f_e = f$ je serais toujours du même côté de la courbe, si je diminue certes je vais rebasculer mais il me faudra plusieurs périodes.

c) Quantification :

Montrer ce qu'il se passe avec un mauvais $\Delta E = 2 \cdot (\text{calibre}) / 2^{12}$, on voit véritablement apparaître les pas numériques car la calibration n'est pas la bonne. On a bien vu une incidence réel, maintenant que l'on a bien compris les principe de fonctionnement on l'applique au pendule/ressort.

Conclusion : ici on a vu que l'oscilloscope a la capacité de fournir un signal correct et l'on s'est contenté de créer artificiellement des limitations. Mais si l'on prend de signaux de grande fréquence ou d'amplitude très faible on peut tout à fait être limité par le critère de Shannon. L'expérimentateur doit s'assurer d'utiliser ses outils de manière optimale.

III- Détermination de l'accélération de pesenteur avec un potentiomètre

a) Modèle théorique

Développement du modèle mécanique (l'un ou l'autre, l'autre sera vu en TP) (approximations...)

Faire un schéma avec le potentiomètre qui fait l'acquisition et Latis pro ou on va faire le traitement

Capteur boîte noir qui n'exerce à priori aucune influence sur la mesure. Entrée valeur de $R(\theta)$ en sortie une tension. (à voir)

Equation du pendule

b) Acquisition de la période

Valeur de la période

Valeur de g trouver, calcul des incertitudes, pour Latis pro prendre le pas, transférer sur regressi.

Description de la méthode aller vite sur le résultat et conclure sur la validité de la démarche. Peut-on conclure si l'on est au pôle ou à l'équateur ?

c) Conclusion :

as-t-on réussi à déterminer g , mieux que le modèle à la main? On voit qu'on a fait des hypothèses on a pas pris en compte les incertitudes sur la mesure du capteur ou sur l'influence du capteur sur l , ou bien on peut se tromper ou bien on a raison, dans le cadre du programme ce qui compte c'est de justifier faut hypothèses pour présenter un résultat recevable en un minimum de temps.

Montrée le schéma des acquisitions et traitements, le remonter.

Conclusion :

Bien choisir son matos intervient aussi en amont, suivant la précision souhaité on doit savoir de quel appareil on aura besoin. Plus que le calcul la démarche est importante, et la critique de cette dernière.

En tant que scientifique et futur ingénieur vous devez savoir utiliser le matériel dans les meilleures conditions de mesure et vous assurer de la justesse de votre résultat. A l'inverse en temps qu'ingénieur vous devrez aussi évaluer qu'elle méthode utiliser en fonction de la précision souhaité, car il y aura forcément un coup plus élevé pour une méthode plus précise. Pour cela notamment il faudra être vigilant de bien choisir le ΔE et de respecter le critère de Shannon. Le rôle du physicien ne s'arrêtera pas là, il doit être en mesure de traiter le signal acquis en appliquant des filtres pour limiter le bruit... C'est crucial pour les processus de conversion. Notamment pour la reconstitution de signal. Ce critère est bien plus fort que ce qui a été vu aujourd'hui car il garantit que l'on puisse, selon certaines conditions restituer le signal d'origine à partir d'une série de point. Il y a donc zéro perte d'information alors qu'on a eu besoin que d'un minimum d'information pour stocker le signal et le stockage est important, processus de compression des fichiers...

Ouverture sur les capteurs et l'influence qu'ils ont sur la mesure, comme branché un multimètre exerce une influence souvent minime mais parfois pas suivant le circuit.

Avec la TF on peut reconstituer le signal d'origine même si on a peu de point (tant qu'on respecte le critère de Shannon), c'est très fort. Il faut par contre des périodes complètes pour l'acquisition.

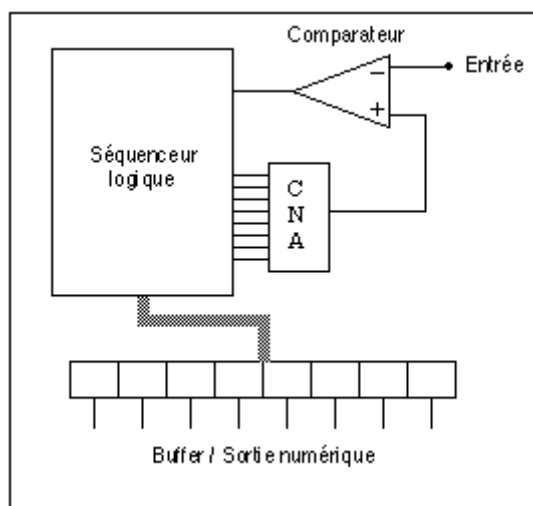
CAN : Pourquoi un CAN ? les signaux réels sont analogique : une tension, la température... c'est continue.

En fait on remarque qu'il se passe beaucoup de chose depuis l'acquisition jusqu'au traitement et la machine est bête et a ses paramètres par défaut, c'est à l'expérimentateur de régler les trucs.

Potentiomètre :

Un **potentiomètre** (appelé familièrement **potard**) est un type de **résistance variable** à trois bornes, dont une est reliée à un curseur se déplaçant sur une piste résistante terminée par les deux autres bornes¹. Ce système permet de recueillir, entre la borne reliée au curseur et une des deux autres bornes, une tension qui dépend de la position du curseur et de la **tension** à laquelle est soumise la résistance¹

Un CAN c'est quoi ?



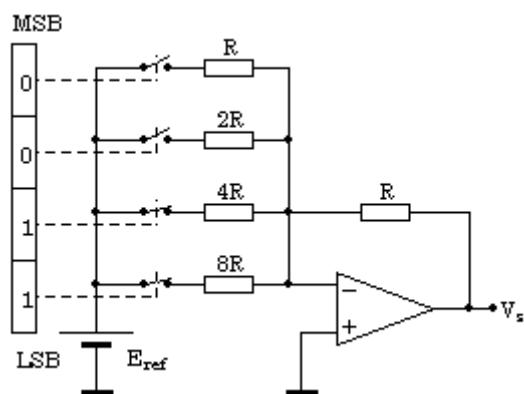
La pièce centrale du schéma de la figure 22 est... un CNA !

En pratique, un séquenceur logique va balayer les codes binaires (de façon plus ou moins astucieuse), ces codes vont être convertis en une tension analogique par le CNA, tension qui va être comparée à celle d'entrée. Le basculement du comparateur arrête le processus, et la donnée est basculée et mémorisée dans le buffer de sortie.

Il ne faut pas oublier ce que cache ce schéma, à savoir la composition du CNA, et en particulier la référence de tension. Cette référence peut d'ailleurs être intégrée ou non dans le CNA ; dans ce dernier cas, il faudra en mettre une à l'extérieur (la remarque est valable pour les CNA).

Et du coup comme exemple de CNA :

CNA à résistance pondéré, codage 4 bits



Numérique Vs Analogique :

Les données son mieux protéger car un bit c'est tout ou rien. Si un signal analogique est bruité on perd directement en qualité. Quand on a un signal numérique de légères fluctuations ne change pas la valeur du bit.

De manière générale le stockage, la duplication et le transport sont plus fiable.

Approx des petits angles : (0 à 20 °) (<1% d'erreur)

Ensuite Borda jusqu'à 70 ° : $T0(1+\text{Thetamax}^2/16)$

Annexe :

Programme terminale :

Transmettre et stocker de l'information

Notions et contenus	Compétences exigibles
Chaîne de transmission d'informations	Identifier les éléments d'une chaîne de transmission d'informations. Recueillir et exploiter des informations concernant des éléments de chaînes de transmission d'informations et leur évolution récente.
Images numériques Caractéristiques d'une image numérique : pixellisation, codage RVB et niveaux de gris.	Associer un tableau de nombres à une image numérique. <i>Mettre en œuvre un protocole expérimental utilisant un capteur (caméra ou appareil photo numériques par exemple) pour étudier un phénomène optique.</i>
Signal analogique et signal numérique Conversion d'un signal analogique en signal numérique. Échantillonnage ; quantification ; numérisation.	Reconnaître des signaux de nature analogique et des signaux de nature numérique. <i>Mettre en œuvre un protocole expérimental utilisant un échantillonneur-bloqueur et/ou un convertisseur analogique numérique (CAN) pour étudier l'influence des différents paramètres sur la numérisation d'un signal (d'origine sonore par exemple).</i>

Programme BCPST :

Notions et contenus	Capacités exigibles
Erreur ; composante aléatoire et composante systématique de l'erreur.	<p>Utiliser le vocabulaire de base de la métrologie : mesurage, valeur vraie, grandeur d'influence, erreur aléatoire, erreur systématique.</p> <p>Identifier les sources d'erreurs lors d'une mesure.</p>
<p>Notion d'incertitude, incertitude-type.</p> <p>Évaluation d'une incertitude-type.</p> <p>Incertitude-type composée.</p>	<p>Savoir que l'incertitude est un paramètre associé au résultat d'un mesurage, qui caractérise la dispersion des valeurs qui peuvent être raisonnablement attribuées à la grandeur mesurée.</p> <p>Procéder à l'évaluation de type A de l'incertitude-type (incertitude de répétabilité).</p> <p>Procéder à l'évaluation de type B de l'incertitude-type dans des cas simples (instruments gradués) ou à l'aide de données fournies par le constructeur.</p> <p>Évaluer l'incertitude-type d'une mesure obtenue à l'issue de la mise en œuvre d'un protocole présentant plusieurs sources d'erreurs indépendantes dans les cas simples d'une expression de la valeur mesurée sous la forme d'une somme, d'une différence, d'un produit ou d'un quotient ou bien à l'aide d'une formule fournie ou d'un logiciel.</p>

Incertitude élargie.	<p>Comparer les incertitudes associées à chaque source d'erreurs.</p> <p>Associer un niveau de confiance de 95 % à une incertitude élargie.</p>
Présentation d'un résultat expérimental.	<p>Exprimer le résultat d'une mesure par une valeur et une incertitude associée à un niveau de confiance.</p> <p>Présenter une valeur à l'aide de la notation scientifique adaptée à la précision des mesures et/ou des données.</p>
Vérification d'une loi physique ou validation d'un modèle ; ajustement de données expérimentales à l'aide d'une fonction de référence modélisant le phénomène.	<p>Utiliser un logiciel de régression linéaire.</p> <p>Expliquer en quoi le coefficient de corrélation n'est pas un outil adapté pour juger de la validité d'un modèle linéaire.</p> <p>Juger qualitativement si des données expérimentales avec incertitudes sont en accord avec un modèle linéaire.</p> <p>Extraire à l'aide d'un logiciel les incertitudes sur la pente et sur l'ordonnée à l'origine dans le cas de données en accord avec un modèle linéaire.</p>