

MP 25 – Mesure fréquences temporelles

31 mai 2021

Clément Gidel & Pascal Wang

Niveau :

Commentaires du jury

Bibliographie

✦ *Le nom du livre, l'auteur*¹

→ Expliciter si besoin l'intérêt du livre dans la leçon et pour quelles parties il est utile.

Prérequis

➤ prérequis

Expériences

☞ Biréfringence du quartz

Table des matières

Plan : Clément

Plan de Sylvio est bien. Dans les anciens plans au lieu de l'analyse harmonique de la flûte on fait plutôt l'analyse des modes propres des 4 masses couplées. Je pense que ça dépend de l'exploitation de chaque manip mais on peut éventuellement tenter les 4 si on va vite...

I) Oscillations d'un pendule. Bien se mettre dans le cas d'un pendule simple pour justifier la modélisation (mettre une masse la plus ponctuelle possible, éloignée de plus que l'ordre de son rayon).

II) Principe du fréquencesmètre. Bon ça marche bien de faire un créneau 0/5V mais c'est très sensible à l'offset qui semble jouer sur le rapport cyclique. Pour le principe, on peut utiliser le schéma de camille et David qui permet de bien comprendre comment on compte.

IV) Mesure par effet Doppler.

Conclusion

Ouverture :

Compléments/Questions

Passage

Introduction. On veut mesurer des fréquences en optique et en acoustique. Montrer un fréquencesmètre ou un accordeur (sur smartphone?) et on va expliquer comment ça marche.

I) Mesure d'une période du pendule pesant.

↓ *Quand la fréquence dépasse la dizaine de Hz, on ne peut pas la suivre à l'oeil et encore compter les oscillations par exemple pour mesurer la fréquence d'un diapason, il faut d'autres méthodes.*

II) Le fréquencesmètre. Diapo : comparateur à hystérésis, diode, pont diviseur de tension, multiplication avec une horloge. On obtient un signal de type TTL. Compteur.

On vérifie bloc par bloc à l'oscilloscope que chaque bloc se comporte comme annoncé. On vérifie que le compteur donne le bon résultat pour une entrée au GBF. Application : remplacer le GBF par un micro et utiliser un diapason en entrée.

↓ *Ici on a un signal simple qui oscille de part et d'autre de 0. Si un signal est plus compliqué, le comptage peut être faussé. Exemple : si on veut mesurer des battements (frapper des diapasons avec des fréquences légèrement différentes avec un lest), on entend à l'oreille qu'il y a un battement de fréquence de l'ordre du Hz. Mais le dispositif mesure 440 Hz.*

III) Effet Doppler et détection synchrone.

Schéma sur diapo de la détection synchrone.

Utiliser une pince pour les fils.

On mesure la fréquence finale à l'oscilloscope, qui n'est pas un instrument de mesure de fréquence. On aurait pu brancher le fréquencesmètre en sortie mais avec le bruit et les composants choisis, cela n'aurait pas marché.

Pour évaluer l'incertitude sur la vitesse du mobile, on peut faire une évaluation de type A et faire plusieurs lancers.

Ouverture : banc hyperfréquence, mesure de fréquences avec un équivalent acoustique d'une cavité fréquentielle. Chaque méthode est à utiliser dans le bon contexte.

Plan

Questions

- Incertitude sur le compteur de fréquencesmètre est 1Hz ?
- Comment marche un compteur ?
- Comment marche le moteur du mobile ? La vitesse est constante ? Comment le vérifier ? On le vérifie avec la largeur du pic fréquentiel dans le TF.

- Différence de hauteur entre l'émetteur et le récepteur, ça change quelque chose? Ca change juste l'amplitude.
- Comment mesurer un spectre haute fréquence qu'on a du mal à atteindre avec l'appareil de mesure? Avec la détection synchrone, on multiplie le signal avec un GBF de fréquence proche.
- Pourquoi mettre un micro dans la caisse de résonance? On le met en sortie car on a un ventre en sortie. Dedans on risque de tomber sur un noeud.
- Pourquoi un diapason est bien résolu en fréquence?
- Différence entre le spectre du diapason seul et le spectre du diapason+caisse de résonance? Largeur du pic donné par le facteur de qualité de la dissipation.
- Une résolution de 1Hz c'est correct en musique? Oui, les fluctuations de température peuvent être plus importantes.
- Pourquoi entre 0 et 5V? Faciliter la détection de seuil binaire.
- En considérant les frottements/dissipations, la fréquence d'oscillation est la fréquence propre? Non c'est la pseudo-pulsation, $\omega_r = \omega_0 \sqrt{1 - 1/4Q^2}$. Q est environ le nombre de pseudo oscillations. Pour un diapason, il y en a beaucoup, Q est grand et donc $\omega_r = \omega_0$.
- C'est quoi la largeur du spectre en fonction de ω_0 et Q ? ω/Q .

Commentaires

NB : les battements c'est quand on SOMME des cosinus de fréquence proche. Quand on MULTIPLIE des cosinus de fréquence proche, on des oscillations rapides autour d'une valeur moyenne qui oscille lentement.

Il faut montrer un spectre ou faire une TF.

Il faut mettre les caisses de résonance l'une en face de l'autre (pas parallèle) pour bien entendre les battements.

Pour meubler, on peut montrer la limite de la discrétisation en temps de l'oscilloscope. Limite opposée du stockage mémoire de l'oscilloscope.

TF sur l'oscillo : il peut ne prendre que les points affichés. Ce serait bien d'exporter vers usb.

Au lieu de brancher/débrancher l'oscillo, on peut utiliser les 4 voies de l'oscillo.

Passage : Silvio

Plan :

Intro : mesure de vitesse par effet doppler, définition de la seconde avec l'atome de Cs 133.

I) Interet : mesure de g : expérience du pendule simple, on mesure la longueur du pendule et on chronomètre des oscillations, on trace la fréquence en fonction de la racine de la longueur, pour vérifier la formule $f = \frac{\sqrt{g}}{2\pi} \frac{1}{\sqrt{l}}$. Mais on insiste sur la facilité de ce montage pour calculer une fréquence, on passe donc à la manip suivante.

II) Montage du fréquencemètre : A) Signal TTL : On définit le signal Transistor Transistor Logic comme des créneaux très bien définie, On fait un comparateur à hystérésis, $R_1 = 390k\Omega$ et $R_2 = 100\Omega$, permet de transformer le signal capté par le micro en créneaux TTL. Et on envoie ça au fréquencemètre. cf TP pour le montage. B) Fréquencemètre : marche pas toujours.

III) Fast Fourier Transform (FFT) : A) Crière de Shanon : on énonce le critère de Shannon, et on parle du risque de repliement de spectre. On définit la résolution comme $\Delta f = \frac{f_c}{N}$. On fait une acquisition sur Latis-Pro : on mesure le son capté par un micro, produit par deux diapason frappé en même temps. On fait la FFT sur Latis-pro et on observe bien deux pic. Avec ces deux pic on peut montrer l'interet de prendre la bonne fréquence d'échantillonnage pour respecter le critère de Shannon. B) Résolution et repliement de spectre : OK, mélangé avec la partie précédente.

IV) Détection synchrone : A) Effet Doppler : Montage d'effet Doppler avec le chariot mobile. ON essaye de mesurer la vitesse du son dans l'air. On utilise la détection synchrone pour mesurer le Δf de l'effet doppler. ON câble donc un multiplieur et un RC pour récupérer $f + \Delta f$. ON mesure donc le δf pour différente vitesse du charriot afin de remonter à la valeur de c : $\frac{\Delta f}{f} = \frac{1}{c} v$.

Remarques/commentaires :

-

Questions :

- Quel était l'autre définition de la seconde avant de prendre le césium? On prenait la durée d'une année solaire.
- Quels sont les sources d'incertitude sur la mesure des oscillation du pendule? Chronomètre, reflex humain, une isoler chaque période, longueur du fil. Il faut prendre un grand fil pour diminuer l'incertitude.
- C'est un pendule simple ou n pendule pesant? Différence entre pendule simple et pendule pesant? Il faut un rayon de de la masse petit devant le rayon que fait la ficelle pour etre dans l'approximation du pendule simple.
- Intérêt du montage à hystérésis? Pourquoi avoir choisie ces valeurs de résistances? But est de transformer le signal sinusoïdale du micro en un créneaux en faisant saturer l'AOP. L'intérêt du comparateur à hystérésis est de fixer une valeur seuil autour de 0 pour éviter une commutation accidentel du au bruit du signal sinusoïdal lors du passage à 0, ce qui modifierai la fréquence du créneaux.
- Fonction de transfert du montage AOP? Explication su sens de commutation sur le cycle d'hystérésis?
- Pourquoi le fréquencemètre a besoin d'un signal TTL? A cause des portes logique à bascule, cf schéma du TP. Avantage c'est qu'on s'affranchie de l'amplitude car le front vertical fati qu'on ne compte que des passage à 0.
- La valeur sur le fréquencemètre fluctue, pourquoi? Comment améliorer le montage?
- Quel critère pour frapper correctement le diapason? IL faut rester dans sa gamme de fréquence, pas trop fort ni trop faible.
- Pourquoi tu as mis le micro dans la caisse de résonance du diapason? le mieux serait de le fixer sur un montage et non sur la paillasse.
- A quoi sert la caisse de résonance? Cela sert à adapter l'impédance avec l'extérieur, il n'y a pas d'onde stationnaire dans la caisse. On l'appelle caisse de résonance par abus de langage.
- On parle de fréquence du diapason, mais le signal est amortie. On mesure quoi alors? Une pseudo fréquence.
- Comment fonctionne un accordeur de musique alors? l'oreille humaine peut elle entendre des battements si deux diapasons ne sont pas accordé?
- Comment fonctionne l'algorithme de la FFT?
- Quel est le but du détecteur de fréquence synchrone?
- Comment fonctionne le chrono compteur du chariot de l'effet doppler?
- On pourrait faire un guide d'onde pour éviter la diffraction du signal HF par le chariot? Est ce que le chariot émetteur diffracte? On pourrait faire une lentille acoustique pour éviter la diffraction.
- Chariot surprise : Pourrait tu mesurer le coefficient de restitution d'une balle? Rapport de hauteur, critère énergétique.