

MP25 : Mesures de fréquences temporelles (domaine de l'optique exclu)

Mai 2021

References

- [1] <https://enspsp.gitlab.io/pensps-static/formations/masterfesup/bases/coursenligne/TPElecAgreg.pdf>
- [2]

Introduction

Une fréquence temporelle est définie par un phénomène physique se répétant dans le temps, dit périodique. Il caractérise le nombre de répétition du phénomène. Toutes les mesures de fréquences que nous pouvons faire se font en fonction d'une horloge de référence qui est souvent celle de nos appareils. C'est une fréquence (une transition hyperfine de Cesium à 9 192 631 770 Hz) qui définit la seconde, et le mètre (via la célérité de la lumière).

1 Mesure dans le domaine temporel : mesure de la fréquence d'un pendule simple

On mesure la période d'oscillation d'un pendule simple. C'est l'idée la plus simple que l'on peut avoir. Pour cela on réalise une étude statistique. On lâche le pendule toujours à un angle fixé (qui est encore dans l'approximation des petits angles). On lance le chronomètre à un repère (par exemple à 0). On compte un certain nombre de périodes, c'est à dire le nombre de fois où le pendule passe devant notre repère (attention dans le même sens, sinon on a des demie-périodes). Ensuite, on fait une moyenne, et on peut comparer la valeur de fréquence que l'on trouve avec la valeur théorique que l'on doit avoir avec $T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$ (vérifier la formule).

Transition : Cette mesure n'est pas très précise. Notre référence de temps est ici un chronomètre. Ce n'est pas la meilleur ref. Ici le plus précis que l'on puisse avoir est les horloges des GBF et des oscillos.

2 Mesure fréquentielle : Diapason

On excite un diapason, on branche un micro amplifié à un oscilloscope.

Pour les petits oscillos, leur mémoire est de 1 mégapoint mais pour faire une FFT ils n'utilisent pas toute leur profondeur mémoire, et n'utilise que 60 000 points. Et on a : $N_{acq} = T_0 f_e$. Donc on peut bien avoir une fréquence d'échantillonnage supérieure à $2f_{max}$. Par contre trop de points sont utilisés pour la zone avant 440Hz et après donc on ne peut pas avoir une assez bonne résolution pour mesurer la largeur du pic et remonter au facteur de qualité. Pour cela il faut par exemple sous-échantillonné pour avoir un repliement et donc avoir plus de point utilisés pour faire le pic. Le facteur de qualité est tel que : $\Delta f = \frac{f_c}{Q}$ avec f_c qui est la fréquence de résonance du diapason et Δf est la bande passante du diapason c'est à dire la largeur à mi-hauteur du pic.

Le facteur de qualité pour un diapason est de l'ordre de 4000.

On ne mesure pas ici le facteur de qualité, ce n'est pas vraiment pertinent dans le cas de ce montage mais ça nous permet de faire une transition.

Transition : On cherche à avoir une autre méthode pour mesurer la fréquence et qui nous permette d'avoir une meilleure résolution pour mesurer le facteur de qualité.

3 Mesure par translation de fréquences

[Poly TP JBD]

On utilise un multiplieur. Sur la voie 1 on envoie le micro, sur la voie 2 on envoie un signal du GBF à une fréquence proche de celle du diapason (par exemple : 438Hz). Penser à mettre la borne C à la masse. On multiplie les deux signaux, on fait une FFT et on retrouve les fréquences : $f_{GBF} - f_d$ et $f_{GBF} + f_d$. Comme le micro envoie une composante continue on retrouve également la fréquence du GBF.

On a cependant la présence des pics de hautes fréquences que l'on veut couper. On met donc un filtre passe bas RC à la sortie avec une fréquence de coupure de 20Hz. Attention à l'échelle en ordonnée, elle est en dB, pour mieux voir qu'on ne les voit plus, le mettre en linéaire.

4 Caractérisation des horloges des GBF

On place deux GBF sur un sommateur. On leur met une fréquence de 100kHz et 100kHz attention, il faut bien se mettre à la même fréquence. Ils ont des fréquences d'horloge qui diffèrent légèrement. On observe donc des battement. On relève la période des battements. Cela nous permet d'avoir la précision de l'horloge. On mesure avec des battements la différence en fréquence. (attention la période c'est entre 2 minima.

La précision se fait en pourcentage de la valeur. C'est pour cela qu'il vaut mieux envoyer une grande puissance.

5 Mesure d'un désaccord

On peut essayer de mesure