

Mesure de fréquences temporelles (domaine de l'optique exclu

16 juin 2021

L'idéal est de mesurer une fréquence d'oscillation d'un système; on ne peut pas forcément compter sur la fiabilité d'un être humain pour mesurer une durée très fine; la seconde est définie aujourd'hui à partir de la période d'oscillation entre deux niveaux hyperfins du césium 133, laquelle a une durée ridiculement petite. On est donc à la recherche d'outils permettant de faire le travail à notre place.

On n'oubliera pas de procéder à des calculs d'incertitude.

1 Un laser, une photodiode, un oscilloscope

On peut bricoler un dispositif permettant de mesurer la période d'oscillation d'un pendule par exemple.

A défaut, utiliser un simple chronomètre : mais on remarquera que cette méthode n'est pas très « sérieuse » et qu'on pourra avoir des incertitudes très élevées et difficilement quantifiables. A la rigueur, en introduction avant d'introduire un dispositif automatisé.

2 Un stroboscope

2.1 Une expérience que le jury ne veut plus voir

Un stroboscope permettra de mesurer la fréquence de vibration de la corde de Melde (l'oscillation doit être réglée à une fréquence de résonance). Il faut réussir à régler le stroboscope afin de « figer » la corde. Il est possible de

mesurer des fréquences bien plus faibles (un laser n'aurait pas été facilement utilisable avec la corde), après l'appréciation du figeage de la corde a peut-être quelque-chose d'empirique, lié à la persistance rétinienne de l'œil humain... Mesure pas aussi précise que ce qui peut être obtenu par le fréquence-mètre à 5 digits. A voir s'il n'existerait pas un autre domaine pour utiliser cette expérience (mesurer une vitesse de rotation, comme un tachymètre?)

2.2 Un substitut

On pourrait construire un moteur et mesurer par stroboscopie la vitesse de rotation de l'aiguille (en partant d'une fréquence élevée pour s'arrêter à la première fréquence permettant de figer l'aiguille; c'est une problématique de cette méthode qu'il serait intelligent de présenter), ou employer une DEL placée sous l'aiguille et une photodiode au-dessus. La rotation de l'aiguille fait qu'elle cache régulièrement la DEL et on peut mesurer ainsi la fréquence de rotation de l'aiguille en la reliant à un oscilloscope.

3 Mesure via des battements

A partir d'une fréquence connue, on peut mesurer les battements produits par la superposition du son initial à un son de fréquence assez proche mais inconnue et en déduire la fréquence associée. On peut essayer ma manip secrète d'application à l'acoustique musicale si on le souhaite.

4 Utilisation de la détection synchrone

Une application en électronique. Un montage simple. C'est une technique qui a de plus un fort taux de réjection du bruit. On utilise l'effet Doppler sur la table traçante, c'est une mesure obtenue par comparaison.

On peut commencer par trouver la fréquence captée par le récepteur immobile (normalement la même que la fréquence incidente). Lorsque le récepteur est en mouvement, on devrait observer que la fréquence captée a changé. On se placera alors sur la bonne fréquence (peut-être que ce sera compliqué si le mobile se déplace pas de manière régulière).

Sinon, la détection synchrone peut permettre de trouver la fréquence de la modulante et on revient ainsi aux battements.

Autres pistes

Tachymètre? Jeter un œil au BUP 592 si jamais.