

Mesure des fréquences temporelles

Matériel

- pendule simple
- chronomètre
- 2 diapasons + marteau + masses
- micro
- oscilloscope
- GBF
- multiplieur
- filtre passe-bas

Introduction

Une fréquence temporelle est définie pour un phénomène physique se répétant dans le temps, dit périodique, avec une certaine période temporelle T . La fréquence caractérise le nombre de répétition du phénomène par unité de temps. Toutes les mesures de fréquence se font par rapport à une horloge de référence : celle de nos appareils.

I Pendule simple

On cherche la période d'un pendule simple. $\ddot{\theta} + \frac{g}{l}\sin(\theta) = 0$, dans l'approximation des petits angles, on peut écrire : $\ddot{\theta} + \frac{g}{l}\theta = 0$ (oscillateur harmonique), $\omega_0 = \sqrt{\frac{g}{l}}$ donc $T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$

On mesure la période du pendule avec un chronomètre, on la compare à la période « théorique » en mesurant l . On en déduit la fréquence. On fait la mesure plusieurs fois pour faire une étude statistique.

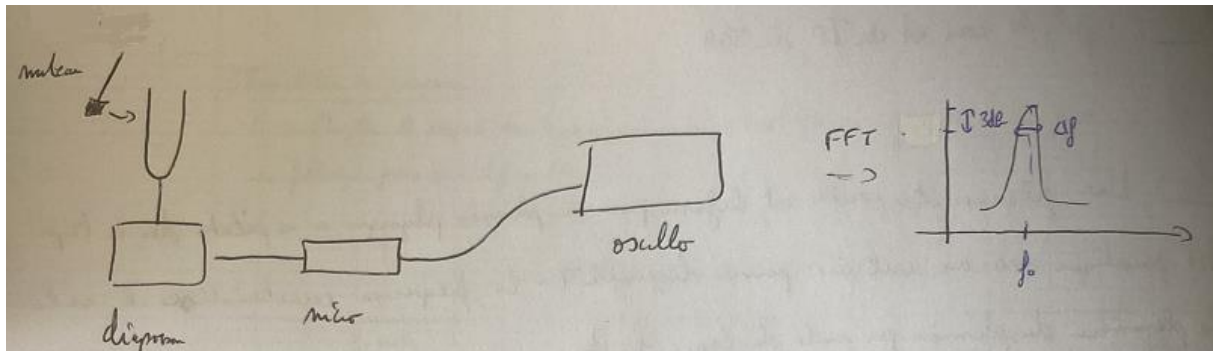
La mesure dans le domaine temporel fonctionne bien car T est grande mais dans le cas du diapason, T est noyée dans le bruit.

II Diapason

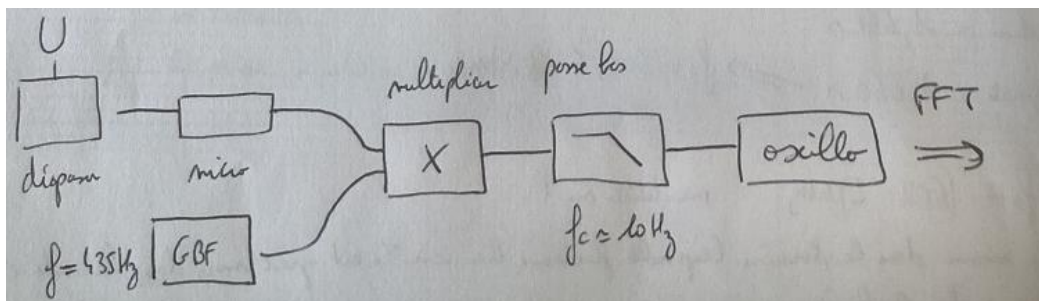
On frappe un diapason et on récupère le signal avec un oscilloscope via un micro. On récupère le signal sur IGOR et on fait la TF pour mesurer la fréquence du diapason. On mesure f_0 et Δf , on en déduit le facteur de qualité Q . La fréquence d'échantillonnage doit être au moins 2 fois plus grande que la

fréquence du diapason (critère de Shannon). On prend $f_e = 1 \text{ kHz}$. On doit avoir un maximum de points : $N = f_e T_0$, $T_0 = \frac{1}{\delta f}$, δf est le pas en fréquence

Il faut que $\delta f \ll \Delta f = \frac{f_0}{Q}$, Δf est la bande passante à -3 dB.



Si on ne dispose pas de beaucoup de points, on peut faire une translation de fréquence :



On relie le micro et le GBF à un multiplieur, on ajoute un filtre passe-bas derrière et on relie à l'oscilloscope. On prend $f = 435 \text{ Hz}$, et $f_c = 10 \text{ Hz}$

On frappe le diapason, on utilise (juste après) le mode SINGLE de l'oscilloscope et on fait la TF.

$f_e = \frac{N}{T_0} > 2f_{max}$, si N est trop petit (et/ou si T_0 est trop grand), le critère de Shannon n'est plus respecté.

On observe les fréquences $f_0 - f$ et $f_0 + f$, la deuxième est coupée par le filtre passe-bas, $f_{mas} = f_0 - f$.

III Battements

On frappe deux diapasons (dont l'un est désaccordé), on récupère le signal à l'oscilloscope via un micro.

On observe des battements. On mesure la fréquence des battements à l'oscilloscope, $T_{batt} = \frac{2}{|f_1 - f_2|}$.

On en déduit $f_1 - f_2$. On peut mesurer la période du signal rapide : $T_{rapide} = \frac{2}{f_1 + f_2}$, on en déduit f_2 (diapason désaccordé).

Conclusion

On a vu 3 méthodes pour mesurer une fréquence temporelle : mesure par période, mesure par TF et mesure par battements. Tous nos résultats sont limités par rapport à la précision des horloges de référence des appareils de mesure (quartz) (de l'ordre de 10^{-6} s).