

MP 31 : Résonance.

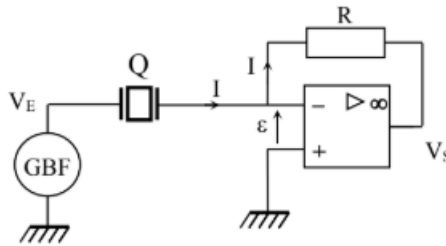
Montage par Mattéo Clerget, retranscrite par Paul Remigereau

Introduction :

Définition du phénomène de résonance : Énergie absorbée par un oscillateur est maximale, pour une fréquence à l'oscillateur. On a donc oscillation maximale. Mise en évidence avec 3 diapasons : résonances entre 2 diapasons de même fréquence, mais pas pour un diapason de fréquence différente (Partie II du poly).

1 Résonance série d'un Quartz (Partie III.3)

Le but est ici d'étudier la résonance électro-mécanique d'un Quartz.



$V_{Epeak-peak} = 400 \text{ mV}$ pour ne pas détruire le quartz.

1.1 Etude en régime permanent

Dans cette partie, on prend $R = 10 \text{ k}\Omega$. Le but est de tracer le diagramme de Bode du Quartz en restant très proche de la fréquence de résonance attendue. Bien expliqué dans le Poly, on en tire la fréquence de résonance plus précise, et le facteur de qualité.

Remarque : Il est possible de poursuivre les calculs avec les mesures pour déterminer les valeurs des caractéristiques du RLC équivalent au Quartz

1.2 Etude du régime transitoire à la résonance.

Cette partie est liée au Poly 33 sur les régimes transitoires, partie II.4. On prend ici $R = 100 \text{ k}\Omega$. On mesure le temps caractéristique à 63,2% τ . On compare à la valeur théorique attendue :

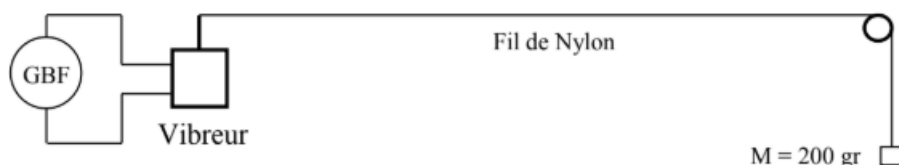
$$\tau_{att} = \frac{Q}{\pi f_0} \sim \text{centaines de millisecondes}$$

On a un régime transitoire long, c'est dû au fort facteur de qualité!

2 Corde de Melde : Résonance avec des ondes stationnaires.

Correspond à la partie **V.1** du poly Résonance et la partie **V.2** du poly 25 mesures de fréquences temporelles. On peut préférer faire ça avec des ondes acoustiques plutôt que la corde de Melde, se reporter au **V.2** qui redirige vers les ouvrages correspondants.

Le montage est le suivant : La valeur de la masse M doit être mesuré précisément (elle n'a pas



besoin d'être à 200 g exactement. On mesure L la longueur de la corde qui va vibrer, soit la distance entre le point d'accroche du vibreur et la poulie (L=1,69 m pendant la présentation). On peut mettre un drap noir derrière la corde pour que le Jury voit mieux les vibrations.

On présente le dispositif, qui ne présente des ondes que pour certaines fréquences précises, multiples d'une fréquence minimale qui est la fondamentale :

$$f_k = k f_0 = \frac{kc}{2L} = \frac{k}{2L} \sqrt{\frac{Mg}{\mu}}$$

où μ est la masse linéique du fil de Nylon. On suit le montage **V.2** du poly 25 mesures de fréquences temporelles, soit on mesure les fréquences de résonance pour différents fuseaux, on doit obtenir une droite, on obtient donc la fréquence f_0 , et on peut remonter à la masse linéique que l'on peut comparer à la valeur attendue.

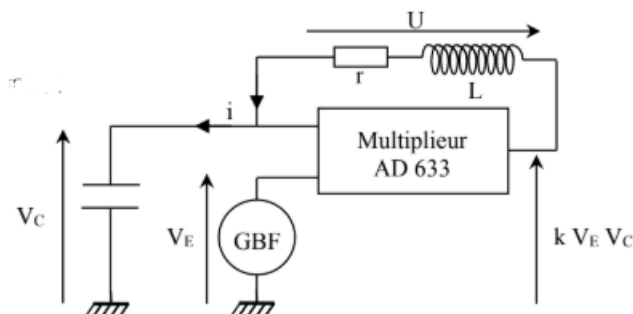
On a une incertitude de la forme :

$$\frac{\Delta\mu}{\mu} = \sqrt{\left(\frac{\Delta L}{L}\right)^2 + \left(\frac{\Delta f_0}{f_0}\right)^2 + \left(\frac{\Delta M}{M}\right)^2}$$

On peut avoir des écarts assez importants, du à l'incertitude sur les position des noeuds initiaux (notamment au niveau du vibreur...).

3 Résonance paramétrique. (VII.2 du Poly Résonance)

On peut mettre en évidence le phénomène de résonance paramétrique avec un pendule et une poulie (VII.1) si le temps le permet, et parler du Botafumeiro qui repose sur ce principe.



Suivre le poly : La fréquence de résonance f_0 du système correspond à celle du RLC classique, on peut donc la calculer :

$$f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

On choisit une période excitatrice à l'oscillo de $T_E = T_0/2$ On affiche sur l'oscillo V_c et V_e . On montre bien qu'il y a une amplitude seuil en dessous laquelle le circuit ne répond pas ($V_c = 0$). On règle ensuite plus précisément la fréquence excitatrice f_E pour que le signal V_c soit bien maximal. On peut comparer avec la fréquence obtenue théorique f_0 .

On peut aussi essayer de mesurer le seuil. ($V_{theorique} = 10 \pi^2 R C f_E$).

4 Autres Manipulations Possible

On peut étudier un simple RLC (III.2 plutôt que le Quartz, qui peut permettre de montrer qu'on sait utiliser la wobulation, mais en général le jury aime bien le Quartz...

Une autre manip quali que l'on peut faire aussi vite fait dans le domaine optique est avec la lampe à vapeur de sodium : on éclaire une vapeur de sodium (dans une première lampe à vapeur de sodium) avec une seconde lampe à vapeur de sodium et on observe la diffusion résonante des atomes Na (étant donné le faible diamètre de l'ampoule, on ne peut pas mettre en évidence l'absorption directement).