

PSI2. Oscillateurs couplés.**I) Auto-inductance des deux bobines.**

A la fréquence $f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$, l'impédance totale est réelle, donc la tension de sortie du GBF et le courant (et donc la tension aux bornes de la résistance) sont en phase, donc proportionnelles entre elles. En suivant les deux tensions à l'oscilloscope en mode XY, l'ellipse se transforme en segment à la fréquence f_0 . Cette méthode est très précise, quasiment au Hz près.

A maîtriser : à cause des problèmes de masse, la résistance doit absolument être connectée à la masse du GBF donc en dernier dans le circuit.

A savoir aussi : à la fréquence f_0 , on a aussi résonance d'intensité (voir cours de Sup).

Expérience faite avec un condensateur de 100nF et une résistance de 200Ω.

I.1) Exploiter la propriété précédente avec $R=100\Omega$, $C=100\text{nF}$ (**boîtes de précision**), pour déterminer les inductances L_1 et L_2 des deux bobines fournies.

Pour L_1 , on mesure $f_{o1} = 2316 \text{ Hz}$ soit une auto-inductance $L_1 = 47,2 \text{ mH}$

Pour L_2 , on mesure $f_{o2} = 2288 \text{ Hz}$ soit une auto-inductance $L_2 = 48,4 \text{ mH}$

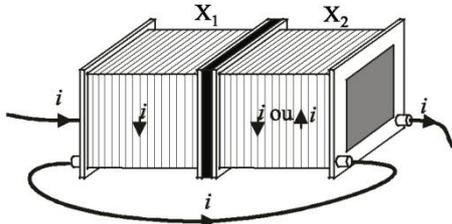
Une bobine de TP de 1000 tours a donc une auto-inductance d'environ 50mH. A retenir.

I.2) Résonance d'intensité à reconnaître.

II) Couplage des deux bobines. Mesure de la mutuelle inductance.

On va effectuer le couplage où les deux bobines sont accolées. Selon le sens de branchement des fils, le coefficient de mutuelle inductance est $M = \pm|M| = \pm k\sqrt{L_1L_2}$.

Pour déterminer $|M|$ et k , on branche en plus les deux bobines en série selon le dessin suivant :



Selon la configuration des branchements, les deux valeurs de l'inductance sont : $L_1 + L_2 \pm 2|M|$.

Reprendre le montage de la partie I, mesurer les deux inductances globales et en déduire $|M|$ et k .

Même manip avec les deux inductances en série tête-bêche. Deux branchement possibles, associés au signe positif ou négatif de M .

Manip3 : on mesure $f_{o3} = 1776 \text{ Hz}$ soit une auto-inductance $L_3 = 80,3 \text{ mH}$. La mutuelle inductance est ici négative et on calcule $M_3 = -7,65 \text{ mH}$

Manip4 : on mesure $f_{o4} = 1514 \text{ Hz}$ soit une auto-inductance $L_4 = 110,5 \text{ mH}$. La mutuelle inductance est ici positive et on calcule $M_4 = 7,45 \text{ mH}$

On évalue donc $|M|=7,55\text{mH}$ et le coefficient d'influence vaut donc $k \approx 0,16$.

III) Couplage en régime sinusoïdal permanent.

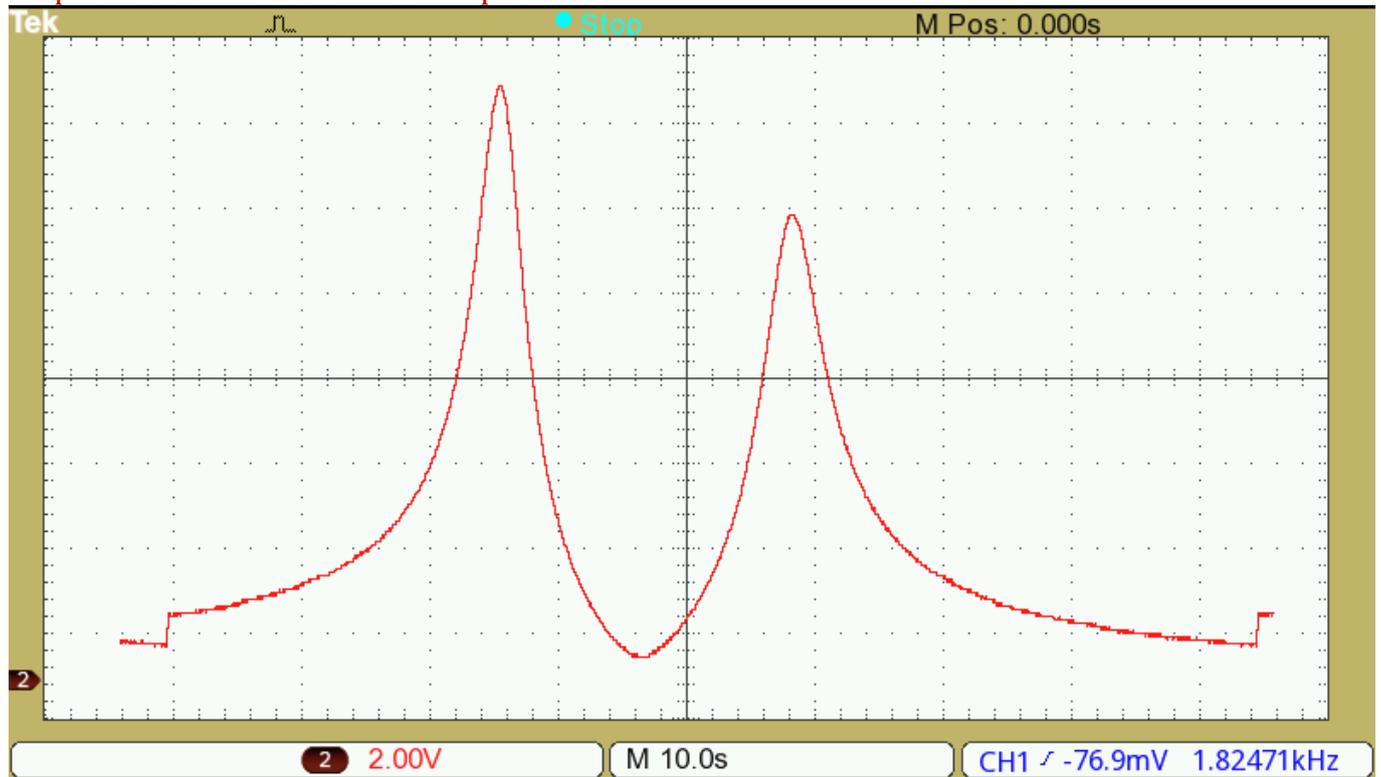
1) En parcourant l'intervalle fréquentiel nécessaire, montrer la présence de deux résonances. Vérifier d'autre part le bon fonctionnement du suiveur sur tout l'intervalle fréquentiel.

Au balayage manuel, le seul problème éventuel est le mauvais fonctionnement du suiveur quand on réclame trop de courant aux résonances. Typiquement, l'amplitude d'entrée est de l'ordre de 0,5V et l'amplitude aux bornes du condensateur peut atteindre 12V.

2) Construire l'allure graphique de $u_{1\text{eff}}(\omega)$ avec points remarquables. (Multimètre et regressi à disposition).

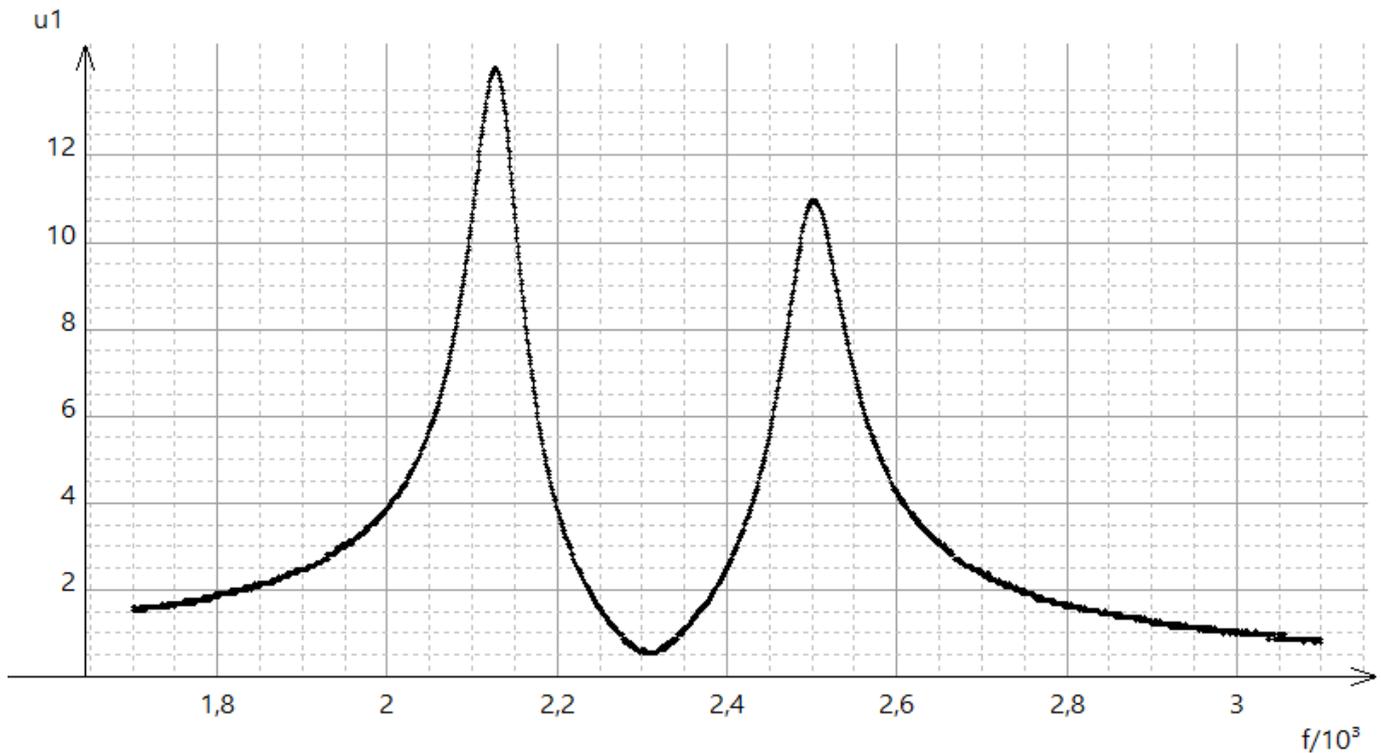
Avec cette méthode, on pourra avoir une vingtaine de points. On peut utiliser la wobulation avec un détecteur de crête.

On peut alors obtenir à l'oscilloscope :



Balayage fréquentiel linéaire de 1700Hz à 3100Hz en 85s. On voit les petites translations verticale de début et de fin.

On peut transférer le fichier de données de l'oscilloscope vers l'ordinateur, traiter le fichier (colonnes superflues, notation de la décimale) avec un tableur (Excell marche très bien) et le récupérer et traiter sous régressi. On obtient, fréquence en abscisse, amplitude en ordonnée :



3) Vérifier la présence de deux résonances de part et d'autre de l'anti-résonance. Les calculs montrent que les deux fréquences de résonance sont $\frac{f_0}{\sqrt{1 \pm k}}$. En déduire une nouvelle estimation de k . Commentaire.

Le calcul a été fait en négligeant les aspects résistifs, notamment les résistances internes des deux bobines. Voir exercice correspondant.

La fréquence d'antirésonance est à $f_0 \approx 2320$ Hz, correspondant à la résonance de l'OH non couplé.

On mesure les deux fréquences de résonances à : $f_1 = 2127$ Hz et $f_2 = 2500$ Hz

On peut évaluer k par :

$$\frac{f_2}{f_1} = \sqrt{\frac{1+k}{1-k}} \quad \text{d'où} \quad k = \frac{\left(\frac{f_2}{f_1}\right)^2 - 1}{\left(\frac{f_2}{f_1}\right)^2 + 1} \approx 0,16$$

Soit une valeur très proche de celle obtenue à la partie I.