

TP 28 : Mesure d'inductance

D'après M. Melzani

Les points du programme :

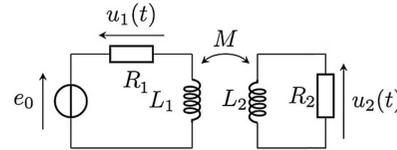
- Mesurer la valeur de l'inductance propre d'une bobine.
- Créer un champ magnétique tournant à l'aide de deux ou trois bobines et mettre en rotation une aiguille aimantée.

Matériel : deux bobines (500 spires), un noyau de fer, résistance variable (boîte à décades), GBF, oscilloscope, fils.

1. Inductance mutuelle M

Le montage ci-contre permet de mesurer le coefficient d'inductance mutuelle entre deux bobines.

La première bobine est montée en série avec une résistance $R_1 = 100 \Omega$ et un générateur de tension e_0 harmonique de fréquence $f = 1,0 \text{ kHz}$. La seconde bobine est montée en série avec une résistance $R_2 = 100 \text{ M}\Omega$ (résistance d'entrée de l'oscilloscope).



Q1. Flécher les courants dans chacune des parties du montage.

Q2. En prenant en compte l'induction mutuelle, exprimer la loi des mailles dans chaque partie du circuit.

Q3. En utilisant les notations complexes, exprimer le courant \underline{i}_2 en fonction de L_2 , M , \underline{i}_1 et de la pulsation $\omega = 2\pi \cdot f$.

Q4. Simplifier l'expression précédente en utilisant le fait que la valeur de la résistance R_2 est bien supérieure à la valeur de l'impédance de la bobine 2. Exprimer alors la tension \underline{u}_2 en fonction de M , \underline{u}_1 , R_1 et de ω .

Réaliser le montage, observer u_1 et u_2 à l'oscilloscope (attention pour u_1 aux problèmes de masse, il faut placer R_1 et L_1 dans l'ordre adéquat qui n'est pas forcément celui du schéma). Régler l'amplitude du générateur sur 5 V.

Faire vérifier le montage avant la mise sous tension.

Explorer différentes configurations des deux bobines.

Q5. Comment varie $|M|$ si on éloigne les bobines l'une de l'autre ? Si elles ne sont pas en face ? Répondre sans faire de mesure précise, juste des observations.

Q6. Dédire de la relation en complexes ci-dessus un moyen de mesurer le coefficient d'inductance mutuelle M .

Réaliser cette mesure dans une configuration où il est maximal.

Recommencer la mesure, cette fois en insérant dans les deux bobines un noyau de fer. Commenter.

2. Inductance propre L

On souhaite maintenant mesurer l'inductance propre de chacune des bobines. On utilise le même montage, mais uniquement la partie de gauche sur le schéma (donc sans la seconde bobine).

On exploite les relations $u_{L1} = L_1 \frac{di_1}{dt}$ et $u_1 = R_1 \cdot i_1$, ce qui donne $u_{L1} = \frac{L_1}{R_1} \cdot \frac{du_1}{dt}$.

Q7. Traduire la relation précédente en complexe et en déduire une méthode de mesure de l'inductance propre L_1 .

- Réaliser le montage. Ne pas mettre sous tension : appeler l'enseignant pour vérification.
- Mettre en œuvre la méthode proposée. Attention, vous allez rencontrer des problèmes de masses avec l'oscilloscope et il faudra peut-être utiliser une astuce ...
- Faire une mesure de L_1 pour la bobine seule, puis avec le noyau de fer, comparer et conclure.

3. Coefficient de couplage

Pour deux circuits en interaction magnétique, on définit le coefficient de couplage

$$k = \frac{|M|}{\sqrt{L_1 L_2}}$$

On a montré en cours que $k \in [0, 1]$, le couplage parfait étant pour $k = 1$.

Q8. Avec les données précédentes, calculer k pour le couplage des deux bobines, sans et avec le noyau magnétique.

4. Production d'un champ tournant (complément pour les plus rapides)

Matériel : deux bobines (500 spires), deux noyaux de fer pointus, 2 résistance variable (boîte à décades), GBF, une aiguille aimantée, fils.

L'objectif est de produire un champ tournant, et de l'utiliser pour faire tourner une aiguille aimantée. C'est le principe du moteur synchrone (voir TD I3 exercice 2).

- Placer à l'intérieur de chaque bobine un noyau de fer pointu.
- Disposer les deux bobines à 90° l'une de l'autre, les placer chacune en série avec une résistance de 100Ω et les alimenter respectivement grâce à la sortie 1 et la sortie 2 du GBF.
- Régler la sortie 1 du GBF pour obtenir un signal sinusoïdal de 3 Hz et d'amplitude égale à 10V.
- Régler la sortie 2 du GBF pour obtenir un signal sinusoïdal de 3 Hz et d'amplitude égale à 10V en rajoutant un déphasage de 90° .
- Placer l'aiguille aimantée devant les bobines.
- Après vérification du montage par l'enseignant**, alimenter les bobines et observer le résultat.

