

Objectifs :

- Mesurer une inductance propre via un circuit électrique. Observer l'influence des paramètres constitutifs.
- Observer le phénomène d'induction mutuelle et mesurer une inductance mutuelle.

Matériel

- Bobines 500 ou 1000 spires, noyaux de fer doux.
- GBF, oscilloscope, décades de R et C et outils généraux de traitement.

I Inductance propre d'une bobine**I.1 Auto-inductance**

On considère un solénoïde d'axe (Ox) , de longueur ℓ , constitué de N spires de surface S . Lorsque la bobine est alimentée, chaque spire est parcourue par un courant i . Vous avez vu en cours que dans la limite où la bobine est « longue », son inductance propre L est donnée par

$$L = \mu_0 \frac{N^2}{\ell} S \quad (1)$$

Expérience 1 – Mesure de l'inductance propre

- ☞ Déterminer l'inductance propre de la bobine en mesurant *par la méthode de votre choix* la pulsation propre ω_0 d'un circuit RLC, les valeurs de la résistance et du condensateur étant choisies par vos soins.
- ☞ Comparer qualitativement avec la formule (1), sans déterminer d'incertitude.
- ☞ Vérifier là aussi qualitativement que l'inductance propre est proportionnelle à N^2 .

1. Quels avantages peut présenter la méthode choisie par rapport à une méthode basé sur l'étude d'un circuit RLC ?

I.2 Influence du noyau de fer

Le *fer doux* est un matériau ferromagnétique doux qui s'aimante fortement sous l'effet du champ magnétique extérieur qui lui est imposé (celui créé par la bobine), ce qui a pour effet d'augmenter le champ et d'en canaliser les lignes dans la bobine. Il en résulte ainsi un flux propre plus important et finalement une inductance plus élevée.

Pour une large gamme de valeurs du champ extérieur, cela revient à modifier la valeur de la perméabilité magnétique : on multiplie μ_0 par un coefficient μ_r sans dimension appelé **perméabilité relative** du matériau. Le champ magnétique au sein d'un solénoïde contenant un noyau de fer doux vaut ainsi

$$\vec{B} = \mu_0 \mu_r n i \vec{u}_x \quad (2)$$

et son inductance propre devient donc

$$L = \mu_0 \mu_r \frac{N^2}{\ell} S \quad (3)$$

Un bon matériau ferromagnétique possède une perméabilité relative de l'ordre ou supérieure à $\mu_r = 500$.

Remarque La perméabilité relative μ_r joue un rôle analogue à la permittivité relative ϵ_r d'un matériau ou d'un solvant en électrostatique.

Expérience 2 – Perméabilité relative d'un noyau de fer doux

- ☞ Placer un noyau de fer doux dans la bobine.
- ☞ En mesurant l'inductance propre comme précédemment, estimer qualitativement la valeur de la perméabilité relative du matériau.

II Inductance mutuelle

On considère deux circuits contenant chacun une bobine. Lorsque ces deux bobines sont suffisamment proches, un phénomène d'**induction mutuelle** apparaît. Le coefficient d'induction mutuelle M , algébrique, dépend de la configuration géométrique des circuits et de leur disposition relative.

On considère deux bobines de coefficients d'auto-induction respectifs L_1 et L_2 , placées en série **et** en influence l'une l'autre.

2. Montrer que d'un point de vue électrique, ces bobines sont équivalentes à une bobine **unique** d'inductance équivalente

$$L_{eq} = L_1 + L_2 \pm 2|M| \quad (4)$$

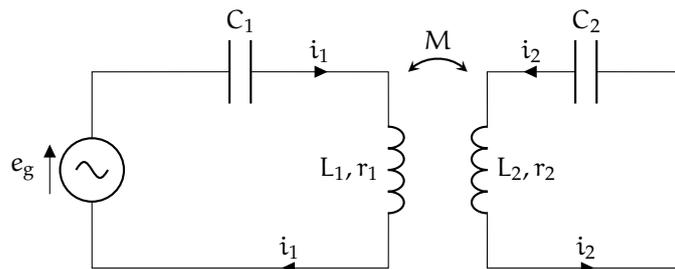
où M désigne le coefficient d'induction mutuelle des bobines, le signe \pm dépendant de la disposition respective des bobines.

Expérience 3 – Mesure de $|M|$

- ☞ Choisir deux bobines semblables, et mesurer leurs coefficients d'auto-induction L_1 et L_2 avec la méthode précédente.
- ☞ Placer alors les deux bobines en influence en les rapprochant l'une l'autre, fixer leurs positions respectives, et les brancher en série dans le même circuit R L C. Mesurer leur coefficient d'induction mutuelle $|M|$.
- ☞ Relier les deux bobines par un noyau de fer doux. Comment évolue $|M|$? Qu'a-t-on fabriqué ?

III Oscillateurs couplés par induction mutuelle (si le temps le permet)

On se propose d'étudier les oscillations entre deux circuits quasi-LC couplés par induction mutuelle.



On choisit les valeurs numériques des capacités identiques, ainsi que des bobines identiques, de sorte que

$$C_1 = C_2 = C \quad L_1 = L_2 = L \quad \text{et} \quad r_1 = r_2 = r \quad (5)$$

3. En supposant dans un premier temps que les circuits ne sont pas couplés, quelle est l'expression de la pulsation propre ω_0 commune aux deux circuits ?

Expérience 4 – Oscillateurs couplés

- ☞ Câbler les deux circuits ci-dessus en prenant deux bobines globalement identiques et $C = 10 \text{ nF}$.
- ☞ Alimenter le premier circuit par un signal créneau de période T grande devant la pseudo-période propre des circuits :

$$T \gg T_0 = \frac{2\pi}{\omega_0} \quad (6)$$

- ☞ Qu'observe-t-on ? Expliquer.