

TD S8 : Circuit fixe dans un champ magnétique qui dépend du temps

Table des matières

1	Vrai ou faux	1
2	Inductance d'une bobine	1
3	Expérience des étincelles de rupture	1
4	Pince ampèremétrique	2
5	Mesure d'une inductance mutuelle.	2
6	Le transformateur	3

1 Vrai ou faux

1.1. Une bobine placée dans un champ magnétique variable est le siège d'une f.é.m induite.

1.2. Dans une bobine placée dans un champ magnétique variable on a toujours un courant induit.

1.3. Une f.é.m induite n'apparaît dans une bobine que si on approche le pôle nord d'un aimant de l'une de ses faces.

1.4. Le phénomène d'induction ne s'observe que si l'inducteur se déplace par rapport à l'induit et vice-versa.

1.5. Un transformateur peut être alimenté par une tension continue.

2 Inductance d'une bobine

L'inductance d'une bobine est définie par la relation $\Phi = Li$ où Φ est le flux au travers de la bobine du champ magnétique créé par elle-même et i le courant qui circule dans la bobine. On considère un solénoïde de longueur ℓ comportant N spires de rayon a . On se place dans l'approximation du solénoïde infini.

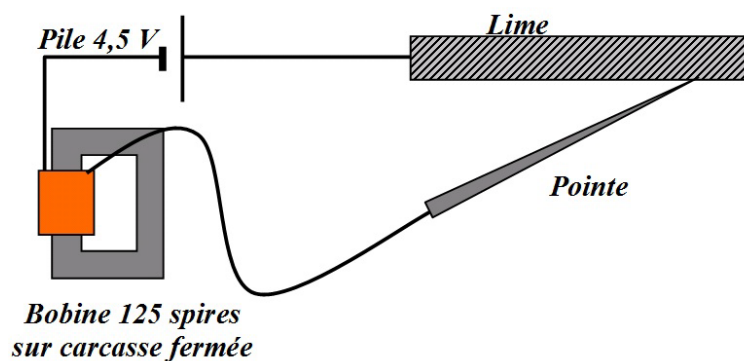
2.1. Exprimer le champ magnétique créé à l'intérieur du solénoïde infini.

2.2. Exprimer le flux à travers une spire du solénoïde (faire un schéma).

2.3. En déduire l'expression du flux au travers N spires et retrouver l'expression de l'inductance L .

3 Expérience des étincelles de rupture

Lorsque l'on fait glisser la tige métallique sur la lime, on observe des étincelles au niveau de leur contact. Interprétez les observations. Utilité et inconvénient de ce phénomène.

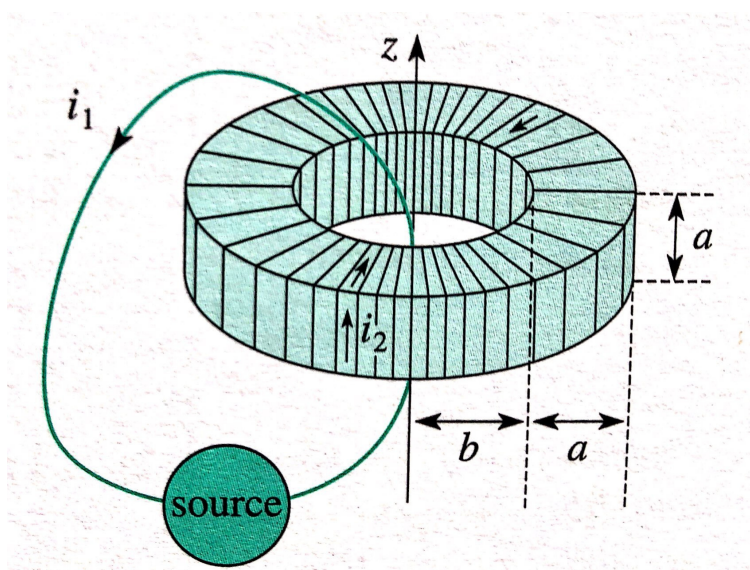


4 Pince ampèremétrique

N spires sont régulièrement bobinées sur un tore de section carrée de côté a , d'axe (Oz) (dirigé vers le haut) et de rayon intérieur b . Cette bobine a une résistance ohmique totale R_2 . Une spire parcourue par un courant $i_1(t) = I_1\sqrt{2}\cos(\omega t)$ enlace le tore. On rappelle que le champ magnétique est nul à l'extérieur du Tore et vaut, à l'intérieur du Tore :

$$\vec{B}_2 = -\frac{\mu_0 N i_2}{2\pi r} \vec{u}_\theta$$

où $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ H.m}^{-1}$ est la perméabilité magnétique du vide.



4.1. Exprimer l'inductance L_2 de la bobine torique et l'inductance mutuelle M des deux circuits en respectant les orientations de la figure.

4.2. La bobine torique est fermée sur elle-même. Exprimer le courant $i_2(t)$ dans cette bobine, en régime sinusoïdal.

Simplifier cette expression quand $R_2 \ll L_2\omega$. Quelle application pratique y voyez-vous ?

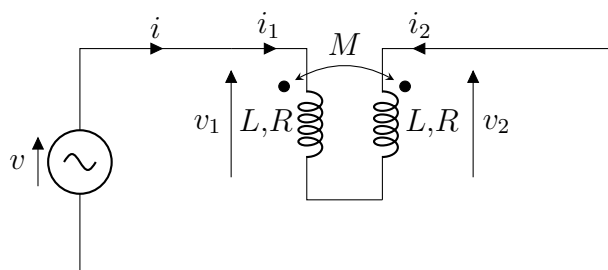
4.3. La bobine torique est ouverte. Exprimer la tension efficace à ses bornes.

5 Mesure d'une inductance mutuelle.

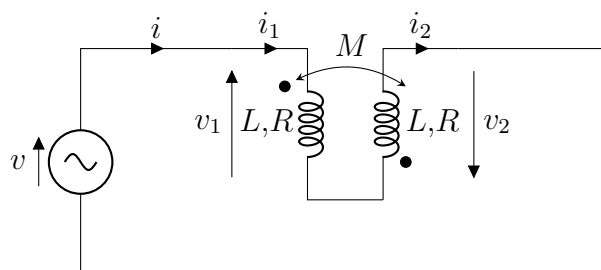
On souhaite mesurer l'inductance mutuelle M ainsi que l'inductance propre L de deux bobines identiques de résistance R placées au voisinage l'une de l'autre dans une position bien

définie (on pourrait par exemple les accoler tout en les plaçant dans le même axe pour avoir M le plus grand possible).

A cet effet, on alimente les bobines reliées en série par un générateur délivrant une tension sinusoïdale de valeur efficace $V = 20\text{ V}$ et de fréquence $f = 1000\text{ Hz}$. Deux branchements sont successivement réalisés comme le montrent les schémas ci-dessous où les points représentent les bornes homologues des bobines qui sont choisies telles que M est positif. Pour passer du montage (a) au montage (b), on a simplement permuté les branchements des bornes de la bobine 2 (celle de droite) sans modifier la position des bobines.



Montage (a)



Montage (b)

5.1. Comment identifier les bornes homologues telles que M est positif avant de réaliser les montages ?

5.2. Pour chacun des deux montages (a) et (b), exprimer $\underline{V}$ amplitude complexe de la tension d'alimentation en fonction de $\underline{I}_1$ et de $\underline{I}_2$ puis de $\underline{I}$.

5.3. Montrer qu'avec une fréquence suffisante, l'influence des résistances des bobines peut être négligée. Donner alors les expressions du rapport des valeurs efficaces $\alpha = \left(\frac{V}{I}\right)_a$ et $\beta = \left(\frac{V}{I}\right)_b$ pour chacun des deux montages (a) et (b).

5.4. Dédurre les expressions de L et M en fonction de α , β et $\omega = 2\pi f$.

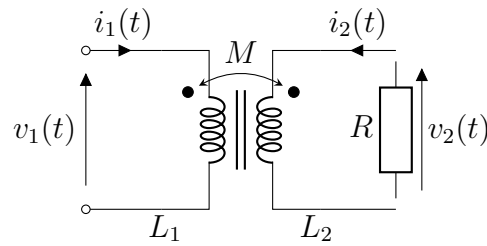
5.5. Application numérique : les valeurs efficaces du courant ont été relevées, on trouve $I = 53\text{ mA}$ pour le montage (a) et $I = 31,8\text{ mA}$ pour le montage (b). Calculer L et M . Si la résistance de chaque bobine est $R = 0,5\ \Omega$, vérifie-t-on que la fréquence choisie convient pour effectuer la mesure ?

6 Le transformateur

On modélise un transformateur par un bobinage primaire comportant N_1 spires et un bobinage secondaire comportant N_2 spires. Les résistances des bobinages sont négligeables et on pose les expressions suivantes pour leurs inductances propre et mutuelle, correspondant à une absence de fuites magnétiques :

$$M = kN_1N_2 \quad L_1 = kN_1^2 \quad L_2 = kN_2^2$$

avec k une constante positive donnée. Le bobinage secondaire est fermé sur une résistance de charge R et le circuit primaire est alimenté par un générateur de tension $v_1(t)$ sinusoïdale de pulsation ω .



6.1. Dessiner les circuits électriques équivalents en précisant les expressions des f.é.m. induites. En déduire 2 équations électriques entre les représentations complexes $\underline{i}_1$, $\underline{i}_2$, $\underline{v}_1$.

6.2. Que peut-on écrire si le secondaire est ouvert ($R \rightarrow \infty$) ? En déduire l'expression de $\frac{v_2}{v_1}$. Citer une application de ce circuit.

6.3. Le secondaire est en court-circuit (R est un fil). En déduire l'expression de $\frac{i_2}{i_1}$. Citer une application de ce circuit.