
LABORATOIRE 5

L'INDUCTION ÉLECTROMAGNÉTIQUE DANS UNE BOBINE

But

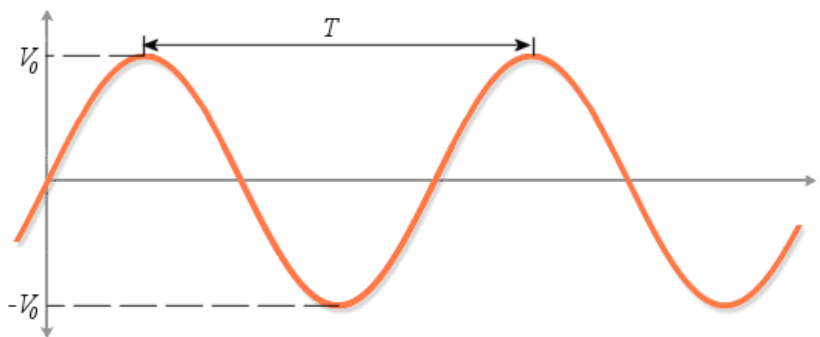
Ce laboratoire a pour but de vérifier la formule de l'induction électromagnétique.

$$\Delta V_L = L \frac{dI}{dt}$$

THÉORIE

Le courant alternatif (C.A.)

Le courant alternatif est un courant qui varie dans le temps de façon sinusoïdale. Le voltage varie également de la même façon, c'est à dire selon



Graphique de la tension alternative

$$i = i_0 \sin(\omega t) \tag{1}$$

$$\Delta v = \Delta v_0 \sin(\omega t + \phi)$$

Le potentiel passe donc de $-v_0$ à v_0 (appelé l'amplitude du potentiel) et le courant de $-i_0$ à i_0 (appelé l'amplitude du courant). La fréquence angulaire ω est

$$\omega = 2\pi f \tag{2}$$

5- L'induction électromagnétique dans une bobine

La fréquence f représente de nombre d'oscillation par seconde et s'exprime en Hertz (Hz). La période est le temps nécessaire pour que le courant complète un cycle complet d'oscillation. Cette période T est l'inverse de la fréquence donc $T = 1 / f$. Notez que la tension moyenne est nulle, et ainsi que le courant moyen.

Lorsque vous utilisez le voltmètre ou l'ampèremètre en courant alternatif, vous remarquerez que la valeur du potentiel ou du courant ne varie pas, même si on travaille en courant alternatif. C'est tout simplement que le multimètre ne donne pas la valeur instantanée du voltage et du courant. Il ne donne pas non plus la valeur moyenne puisqu'on vient juste de dire que ces moyennes sont toujours nulles pour un courant alternatif. Le multimètre donne plutôt la valeur efficace du courant ou du potentiel. Cette valeur efficace est reliée à l'amplitude par

$$\Delta V = \frac{1}{\sqrt{2}} \Delta v_0 \quad (3)$$

et

$$I = \frac{1}{\sqrt{2}} i_0. \quad (4)$$

L'induction électromagnétique

Si on fait la loi de Kirchhoff avec une source branchée à une bobine d'induction. On obtient

$$\varepsilon - L \frac{di}{dt} = 0 \quad (5)$$

Ainsi on doit avoir

$$\begin{aligned} \varepsilon &= L \frac{di}{dt} \\ \Delta v_0 \sin(\omega t + \phi) &= L \frac{di}{dt} \end{aligned} \quad (6)$$

Selon le courant donné à l'équation 1, la différence de potentiel aux bornes de l'inducteur est

$$L \frac{di}{dt} = L \frac{d(i_0 \sin \omega t)}{dt} = \omega L i_0 \cos \omega t \quad (7)$$

5- L'INDUCTION ÉLECTROMAGNÉTIQUE DANS UNE BOBINE

ce qui nous donne

$$\Delta v_0 \sin(\omega t + \phi) = \omega L i_0 \cos \omega t \quad (8)$$

En utilisant l'identité trigonométrique $\cos \theta = \sin(\theta + \pi/2)$, on peut changer le côté droit de l'équation pour obtenir

$$\Delta v_0 \sin(\omega t + \phi) = \omega L i_0 \sin(\omega t + \pi/2) \quad (9)$$

En comparant les deux côtés de l'équation, on peut trouver le lien entre l'amplitude du courant et l'amplitude de la différence de potentiel. Ce lien est

$$\Delta v_0 = \omega L i_0 \quad (10)$$

C'est cette relation entre l'amplitude du courant et l'amplitude de la différence de potentiel que nous allons vérifier.

MÉTHODE UTILISÉE

Encore une fois, nous allons y aller avec la simplicité. Nous allons tout simplement faire passer un courant alternatif dans une bobine et mesurer la tension aux bornes de la bobine. En mesurant ensuite ω et L , nous pourrions ensuite calculer la tension prévue par l'équation 10 et la comparer à la valeur mesurée.

APPAREILS

- Multimètre

Ampèremètre (AC): Toutes les échelles sauf 20 A	0,8% + 10 chiffres
Échelle de 20 A	2,0% + 20 chiffres

- Appareil pour mesurer l'inductance (LCR meter)

	Échelle de 200 μ H	2% + 2 chiffres		
chiffres	Échelle de 2mH, 20 mH, 200 mH	1%	+	2
	Échelle de 2H, 20H	2%	+	2

5- L'INDUCTION ÉLECTROMAGNÉTIQUE DANS UNE BOBINE

chiffres

Échelle de 200 H

3% + 2 chiffres

- Oscilloscope

Incertitude sur la valeur de l'échelle : $\pm 3\%$

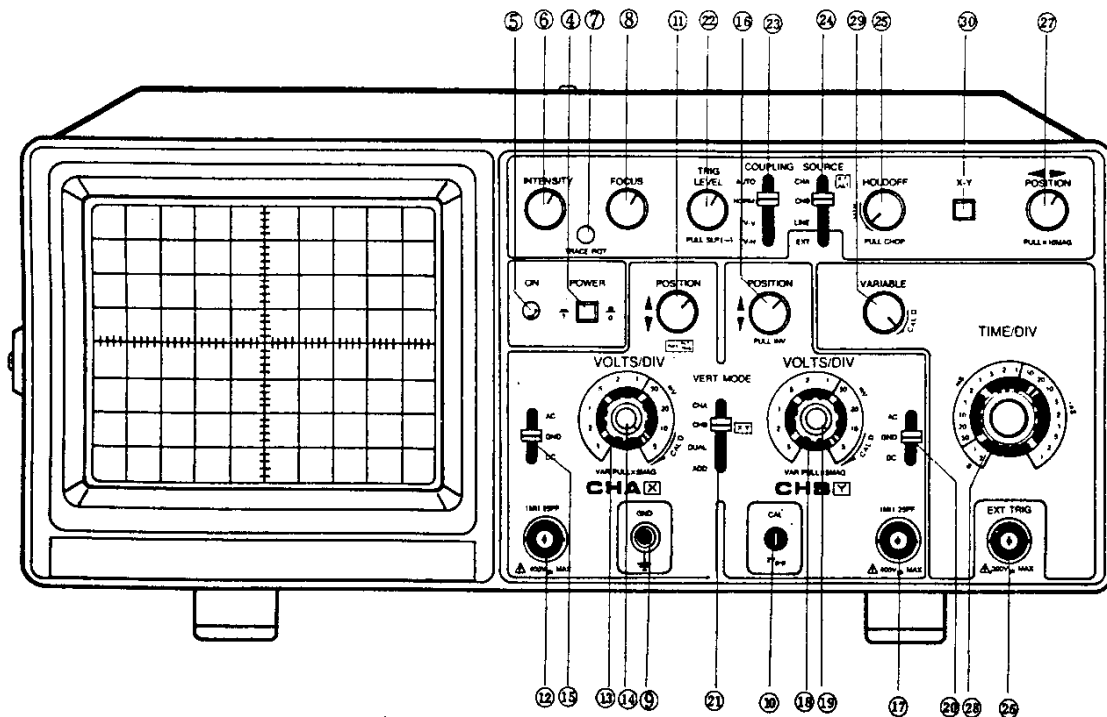
- Source de courant alternatif

Incertitude sur la fréquence : ± 1 chiffre

- Bobine d'inductance.

COMMENT ÇA MARCHE UN OSCILLOSCOPE ?

On va tout d'abord se familiariser avec l'oscilloscope. Il s'agit en gros d'un voltmètre qui affiche sur un écran la forme du signal reçu.



Un petit ajustement préliminaire est nécessaire. Tout d'abord, il y a deux entrées sur un

5- L'INDUCTION ÉLECTROMAGNÉTIQUE DANS UNE BOBINE

oscilloscope. La première est le canal 1 (12) et la deuxième est le canal 2 (17) Comme nous n'utilisons qu'un seul signal, il faut choisir d'utiliser le canal 1. Donc vous regardez l'oscilloscope et vous apercevez le bouton **VERT MODE** (21). Ce bouton doit être en position **CH1** pour "channel 1". (Au prochain laboratoire, vous aurez à utiliser les deux canaux en même temps et alors vous choisirez **DUAL**.) Voilà, vous avez choisi le canal 1 dont les contrôles sont situés à gauche du bouton que vous venez d'utiliser. À droite, ce sont les contrôles du canal 2 que nous n'utiliserons pas. Maintenant, il faut s'assurer que le "ground" de notre signal est bien ajusté. Vous prenez donc le piton qui vous offre le choix entre **AC, GND et DC** (15). Placez-le sur **GND** qui signifie, vous l'avez deviné, "ground". Avec le piton **POS** (position) (11) avec une flèche en haut et en bas, vous pouvez modifier la position du "ground". En jouant avec ce piton, vous devriez alors voir la ligne se déplacer de haut en bas sur l'écran. Ajustez-le pour que la ligne soit en plein milieu de l'écran. Voilà, votre ground est ajusté. Placez maintenant le sélecteur en position **AC** puisqu'on va travailler avec du courant alternatif.

Vous pouvez maintenant brancher la source de courant alternatif au canal 1 de l'oscilloscope. Vous devriez alors apercevoir un signal sinusoïdal sur l'écran de votre oscilloscope. Il vous faut maintenant ajuster 2 autres petits boutons pour avoir un signal plus utilisable. Tout d'abord, saisissez le bouton **VOLT/DIV** (14) qu'il y a pour le canal 1. Vous devez tourner ce bouton pour changer l'échelle verticale jusqu'à ce que le signal entre complètement sur la hauteur de l'écran. Placez-le pour utiliser le plus grand d'écran possible sans dépasser l'écran. Il est possible qu'à ce moment, le signal soit très compressé, c'est-à-dire qu'on voit beaucoup de cycles d'oscillation sur l'écran ou encore que l'on ne voit que le début d'une oscillation. Si c'est le cas, il faut ajuster l'échelle horizontale avec le bouton **TIME/DIV** (28). Tournez ce bouton jusqu'à ce que vous ayez au moins un cycle du signal sur l'écran. Les échelles sont alors ajustées.

Il ne reste que très peu de boutons que vous pouvez utiliser. Ceux du canal 2 fonctionnent comme ceux du canal 1. Rassurez-vous, vous pourrez les toucher plus tard pour utiliser le canal 2. Tous les boutons en haut au milieu règlent la façon dont l'oscilloscope capte et affiche le signal. On ne touche pas à ces boutons, ils sont déjà en mode automatique. Les boutons en haut à gauche commandent l'écran. Si vous jouez avec le piton **INTENSITY** (6), le signal sur l'écran va pâlir ou devenir plus brillant. Le **FOCUS** (8) va ajuster le focus du signal s'il est flou.

5- L'INDUCTION ÉLECTROMAGNÉTIQUE DANS UNE BOBINE

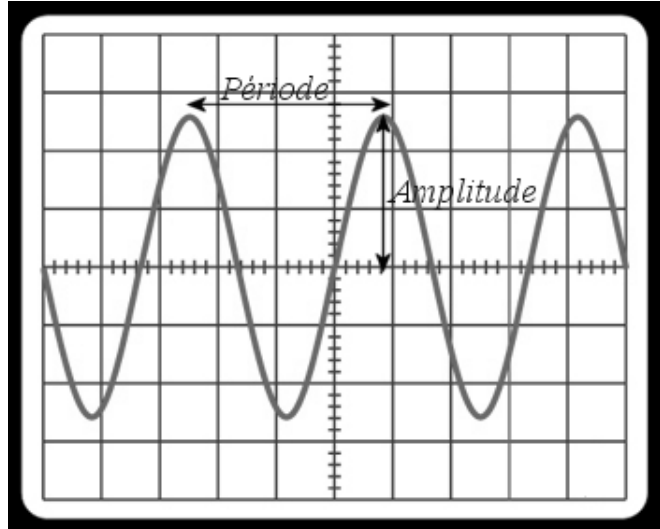
Comment prendre les mesures?

L'amplitude du signal est donnée par le nombre de divisions verticales du signal. Dans l'exemple ci-contre, on compte 2,6 divisions entre le maximum et le zéro. Si on est sur l'échelle de 5 V/div (voir le picon volt /div du canal 1) alors l'amplitude est donnée par

$$v_0 = 2,6 \text{ div} \cdot 5 \text{ Volts / div} = 13 \text{ V}$$

La période est donnée par le nombre de divisions horizontales multiplié par l'échelle du bouton **TIME/DIV**. Dans notre exemple ici, on voit 3,3 divisions. Supposons que l'on est à l'échelle de 10 ms /div, alors la période est de

$$T = 3,3 \text{ div} \cdot 10 \text{ ms / div} = 33 \text{ ms}$$



MANIPULATIONS

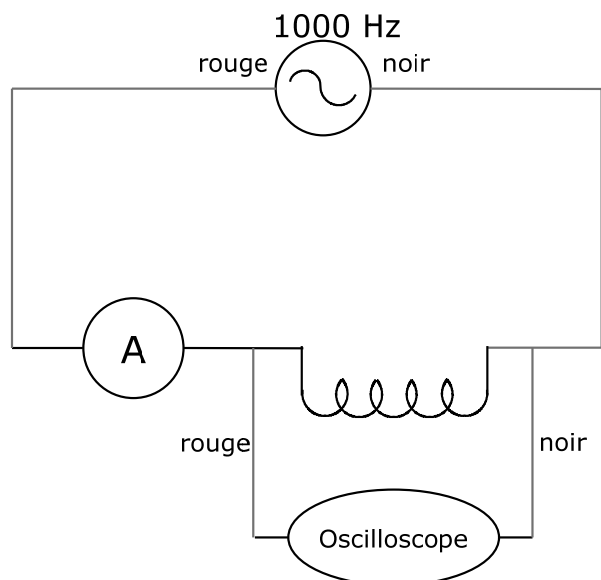
- Avec l'appareil pour mesurer l'inductance (LCR meter), mesurez l'inductance (L) de la bobine

$$L = \underline{\hspace{2cm}} \pm \underline{\hspace{0.5cm}}.$$

- Faites le montage suivant. Ajustez la fréquence de la source (f) à 1000 Hz

$$f = \underline{\hspace{2cm}} \pm \underline{\hspace{0.5cm}}.$$

- Faites le montage sur la figure.



5- L'INDUCTION ÉLECTROMAGNÉTIQUE DANS UNE BOBINE

- Mesurez l'amplitude de la différence de potentiel aux bornes de la bobine

Nombre de divisions pour l'amplitude : _____ incertitude : _____

Échelle volt/div : _____

- Mesurez la valeur du courant efficace (I) passant par la bobine.

$$I = \text{_____} \pm \text{_____}.$$

RÉSULTATS

Donnez les valeurs suivantes :

- L'inductance (L)
- La fréquence de la source (f)
- Le nombre de divisions pour l'amplitude
- L'échelle de l'oscilloscope
- Le courant efficace (I)

CALCULS

Valeur expérimentale de la tension aux bornes de la bobine

- Calculez l'amplitude de la tension avec les données de l'oscilloscope.

Valeur théorique de la tension aux bornes de la bobine

- Calculez la valeur de la fréquence angulaire (ω) du courant alternatif à partir de la fréquence de la source. (Équation 2)
- Calculez la valeur de l'amplitude du courant (i_0) à partir de la valeur effective donnée

5- L'INDUCTION ÉLECTROMAGNÉTIQUE DANS UNE BOBINE

par l'ampèremètre. (Équation 4)

- Calculez la valeur de l'amplitude de la tension aux bornes de la bobine (Δv_0) à l'aide de ω , I_0 et L . (Équation 10)

ANALYSE DES RÉSULTATS

- Comparez vos valeurs de la tension aux bornes de la bobine.

5- L'INDUCTION ÉLECTROMAGNÉTIQUE DANS UNE BOBINE

RÉSULTATS

Noms des membres de l'équipe: _____

$L =$ _____

$f =$ _____

Nombre de divisions pour l'amplitude : _____
incertitude : _____

Échelle volt/div : _____

$I =$ _____