

M20 : Induction - Autoinduction

Introduction :

- Induction : phénomène lié à la variation d'un champ magnétique dans un circuit. La variation de flux $d\Phi$ de ce champ pendant la durée dt entraîne l'apparition d'une f.é.m. $e = - d\Phi/dt$ (loi de Lenz-Faraday).
- Autoinduction est un cas particulier de l'induction où un circuit électrique est à la fois inducteur et induit. Ce phénomène est aussi régi par la loi de Lenz – Faraday.

Notions bien expliquées dans le poly de Philou.

I - Mise en évidence de la loi de Lenz Faraday.

Partie purement qualitative mais qui permet de bien décrire la loi de Lenz-Faraday :

$$e = - d\Phi/dt$$

Correspond aux parties **II.1.1 à II.1.3 du poly**.

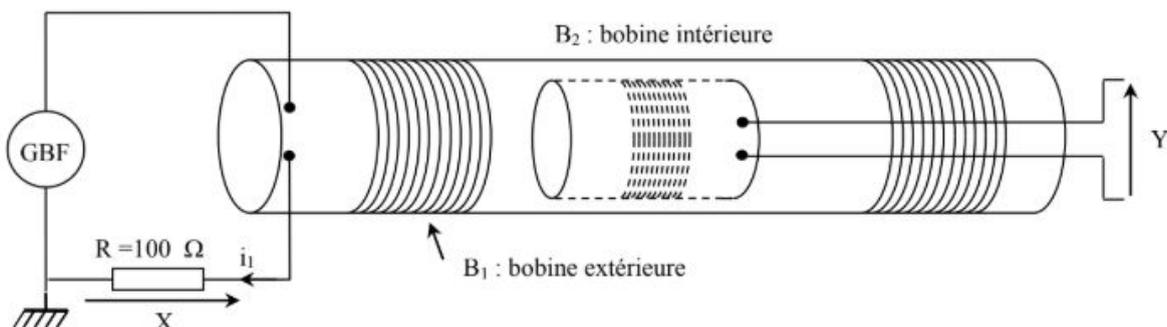
On met en évidence deux choses :

- Que le sens du mouvement de l'aimant influence sur le signe du courant : traduit le “-” de la loi de Lenz Faraday, la bobine crée un courant pour s'opposer aux variations.
- Plus on va vite, plus on a du courant : bien proportionnel à une dérivée temporelle.

II - Phénomène d'induction/Inductance mutuelle.

Une manipulation possible avant de s'intéresser à l'inductance est la vérification de la formule $B_1 = \mu_0 n_1 i_1$, mais ça n'est pas nécessaire.

Laurence avait réalisé la **Manipulation 2 page 5,6 et 7** du Poly.

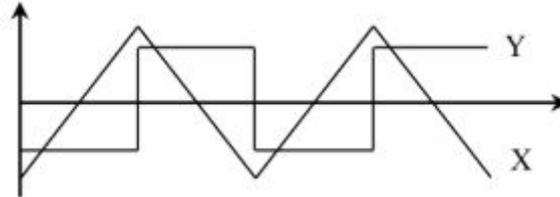


La loi pour l'inductance mutuelle donne :

$$e = - M \frac{di}{dt}$$

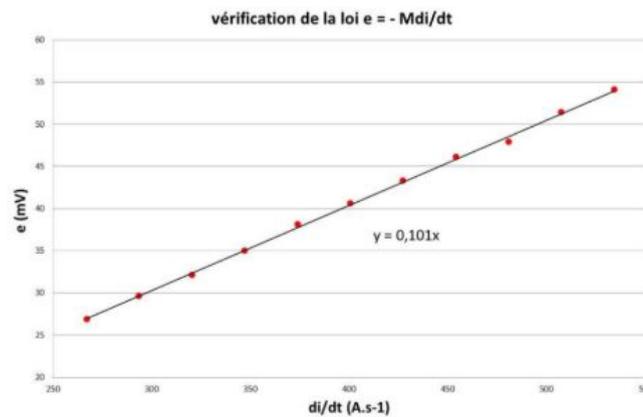
Le but est ici de mesurer le coefficient d'inductance mutuelle M entre les deux bobines (supposées infinies, donc source d'erreur.)

La résistance R (dont il est utile de mesurer précisément la résistance) nous donne accès au courant ($X=Ri_1$) via la loi d'Ohm. Elle permet aussi d'atténuer l'effet auto inductif de la bobine. On mesure en Y la f.é.m induite e . Si on affiche les deux en même temps, on doit obtenir :



On observe directement le caractère dérivatif (le triangle devient un créneau, et le sens est en accord avec le signe “-” de la loi.

La valeur crête/crête de Y nous donne $2e$, et la pente de X donne $R di_1/dt$. On effectue une série de mesures pour des valeurs de fréquence allant de 1 kHz à 2 kHz (cohérent avec la résistance utilisée) pour obtenir une droite :

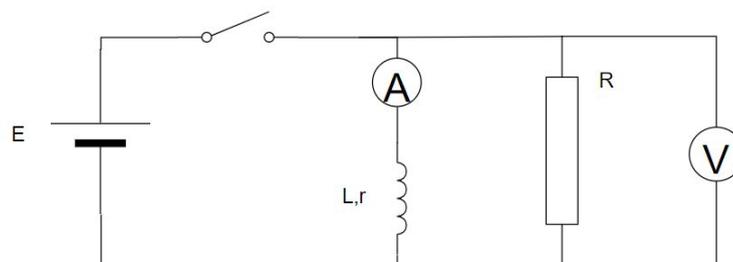


Le coefficient directeur de cette droite est M , à comparer avec la valeur attendue :

$$M = \mu_0 N_2 S_2 n_1$$

III - Autoinduction (à partir de page 10 du Poly).

Plusieurs expériences sont présentées et permettent de mettre en évidence qualitativement l'auto-induction. Pour le quantitatif :



Laurence a choisi dans un premier temps de mesurer expérimentalement l'inductance d'une bobine (Correspond à la manip **III.2.1**) puis de montrer que l'énergie emmagasinée dans une bobine est $E = Li^2$. Pour cela elle a suivi le protocole **III.3 du poly**. Dans les deux cas on utilise le circuit ci dessus. **On utilise Latispro comme Voltmètre.**

Il faut connaître R, r et L ainsi que leurs incertitudes (mesure au RLC-mètre ou datasheet). A titre indicatif on avait environ $E = 6V$, $R = 10 \Omega$, $r = 10 \Omega$ $L = 65 \text{ mH}$.

Pour la mesure expérimentale de L , on utilise le transitoire de la bobine : on acquiert U_r et le coefficient de l'exponentiel de la montée correspond à $(R+r)/L$, on a un L expérimental. (page 14 du poly).

L'incertitude sur L est donnée par (en notant b le facteur exponentiel $(R+r)/L$) :

$$\Delta L = \sqrt{\left(\frac{\Delta R}{b}\right)^2 + \left(\frac{\Delta r}{b}\right)^2 + \frac{(R+r)^2}{b^4} + \Delta b^2}$$

Je ne sais pas d'où sort cette formule...

Pour l'énergie emmagasinée, se reporter à la partie **III.3 du poly**, très bien détaillée.

Conclusion :

utilisations de l'induction (freinage (<https://www.youtube.com/watch?v=AmCx172Smml>), plaques à induction, transfo...)

En autre manip possible, on peut s'intéresser à l'ajout d'un Ferromagnétique dans une grosse bobine (Manipulation page 22) ou mesure de flux (IV.1.3).