

MP20 – INDUCTION, AUTO-INDUCTION

12 juin 2021

Nicolas Barros & Abel Feuvrier

Oui
MR C

Pas facile de trouver une chanson qui parle
d'inductances mutuelles

Nicolas Barros, 07/04/2021

Niveau : L2

Commentaires du jury

Bibliographie

♣ *Quaranta IV*, **Quaranta**

♣ *Jolidon Vert*, **Jolidon**

♣ *Polys de TP*, **Ferrand**

→ expériences

→ Tout ce qu'on veut savoir sur la chute de l'aimant

→ Le minimum vital sur la chute de l'aimant

Points à faire en préparation

- Mesure de la tension aux bornes de la bobine à différents angles
- Mesures des dimensions des tubes au pied à coulisse, mesures pour la chute dans l'aimant en aluminium
- e , U et f à différentes fréquences pour l'inductance mutuelle.

Expériences

- ☞ Vérification de la loi de Faraday
- ☞ Chute d'un aimant dans un tube conducteur
- ☞ Calcul d'un coefficient d'inductance mutuelle

Table des matières

1	Illustration de la loi de Faraday	2
2	Application : freinage magnétique	3
3	Inductance mutuelle	3
4	Questions	4

On rappelle la loi de Faraday : $e_{\text{ind}} = -\frac{d\Phi_B}{dt}$. Tout le montage est là.

1 Illustration de la loi de Faraday

On dispose deux bobines P93.10 en configuration Helmholtz (cf. poly Ferrand magnétisme), ce qui permet d'obtenir un champ magnétique uniforme, d'expression $B \simeq \frac{8}{5\sqrt{5}} \frac{\mu_0 N I}{R}$. **Attention : pour avoir cette expression, il y a une condition sur le branchement mais aussi sur la distance entre les bobines, cf schéma.**

On débite un courant alternatif dans les bobines : on a donc un champ $\vec{B}$ uniforme et oscillant, susceptible de créer un flux variable dans une spire judicieusement placée, aux bornes de laquelle apparaîtrait alors une fém induite par loi de Faraday.

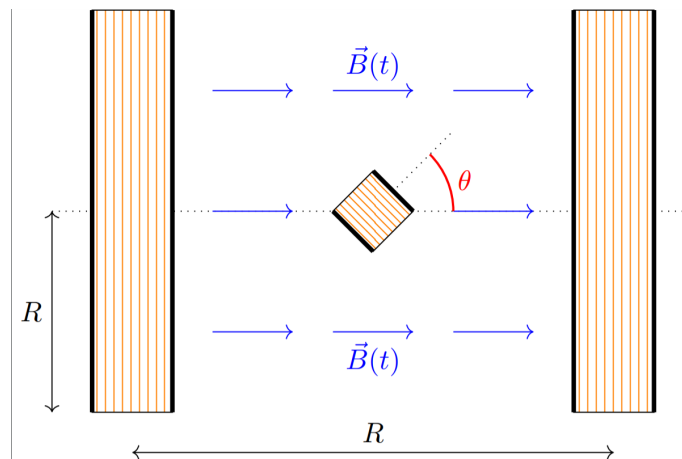


FIGURE 1 – Schéma du dispositif expérimental de l'illustration de la loi de Faraday



Illustration de la loi de Faraday

✏ fait maison mais fonctionnel

⌚ 10 minutes

Matos : alernostat P57.12 (**gaffe : lire la figure 2**, bobines de Helmholtz P93.10, rapporteur, petite bobine de 1000 spires, rhéostat (solide), ampèremètre, cales en bois relativement fines

On balance quelques ampères de 50 Hz dans les bobines de Helmholtz en série avec un rhéostat et un ampèremètre (attention aux limites des composants). Placer, au milieu des bobines des Helmholtz, la petite bobine, sur un rapporteur qui mesure l'angle θ comme sur le schéma 1.

Pour différents θ entre 0 et 90°C, en notant $U(\theta)$ l'amplitude de la tension aux bornes de la petite bobine, on mesure $A = \frac{1}{2} (U(\theta) + U(-\theta))$. On trace ensuite A en fonction de $\cos(\theta)$ et on vérifie la loi linéaire.

Pour une intensité sinusoïdale d'amplitude I_0 et de pulsation ω , on obtient en théorie une fém d'amplitude $e_{\text{ind}} = \pi r^2 \omega \frac{8}{5\sqrt{5}} \frac{\mu_0 N I}{R} \cos(\theta)$, où R est le rayon des grosses bobines et r le rayon de la petite. On s'en fout un peu, on veut juste voir la dépendance en θ , mais on sait jamais.

- ⚠ Les alternostats utilisés créent de fortes surintensités au démarrage pouvant faire disjoncter l'alimentation de la salle de TP. Veuillez à respecter le protocole ci-dessous à chaque démarrage!

Avant d'allumer l'alternostat P57.6, tourner la molette sur 5%, ne rien brancher à ses bornes puis le mettre en route. Mettre la molette au minimum et brancher le boîtier prise/cordons de sécurités P57.14. On peut maintenant utiliser l'alternostat.

- ⚠ Redescendre la molette à 0 % avant d'intervenir sur un circuit alimenté par l'alternostat : les tensions sont importantes et la limite en courant est élevée!

FIGURE 2 – Rappels forts idoines de JérémY

Les hypothèses faites : ARQS évidemment, champ selon l'axe des grosses bobines et uniforme sur toute la petite bobine.

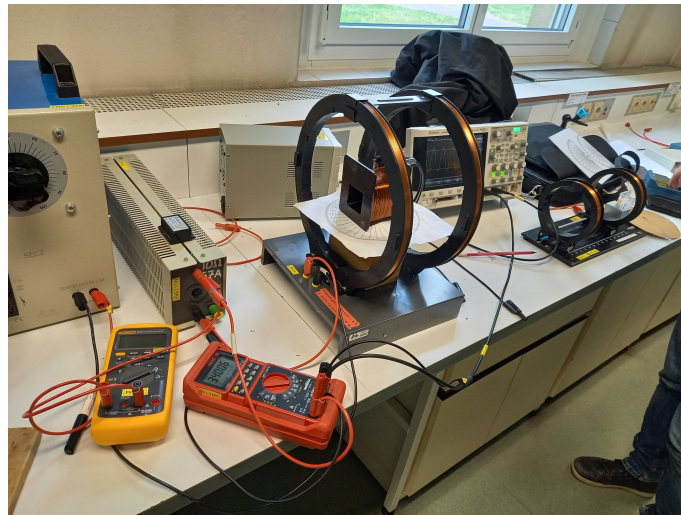


FIGURE 3 – Montage plutôt fait maison. Authentique et du terroir

2 Application : freinage magnétique

Chute de l'aimant $\rightarrow$ variation de flux magnétique à travers le tube $\rightarrow$ fém induite $\rightarrow$ courant de Foucault $\rightarrow$ nouveau champ B opposé à celui qui lui a donné naissance $\rightarrow$ freinage de l'aimant.



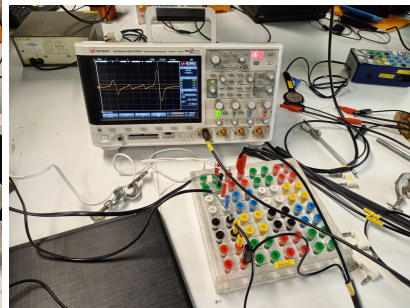
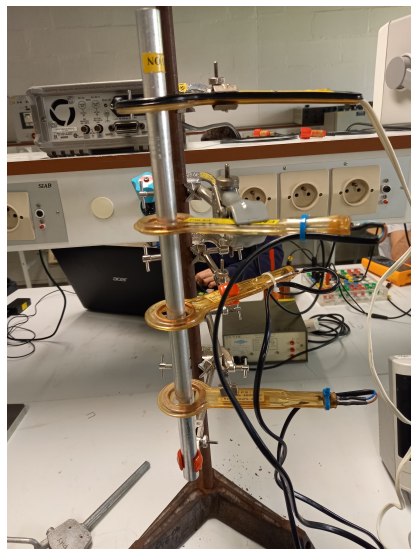
Chute d'un aimant dans un tube conducteur

🔧 Jolidon, poly

⌚ 10 minutes

Matos : Pied à coulisse fort précis, oscilloscope, plaquette, tubes P65.16, toutes les spires du placard P50.8, poti aimant néodyme P63

Bon c'est dans le poly (lire le Jolidon quand même), placer des spires à intervalle régulier (environ 8cm). Attention aux incertitudes : grosse imprécision sur a , on va mollo sur les propagations ok ? Et on prend le best pied à coulisse. Estimation des incertitudes sur Gum, mesures à l'oscillo et on reporte les points sous python pour avoir les v ?



Les plus grandes sources d'incertitude (de très loin) sont les mesures au pied à coulisse : être très appliqué.

3 Inductance mutuelle

Quaranta IV à "induction". Si il manque des pages, feuilleter, elles sont pas loin imprimées à l'envers (comme les ragots, les petits potins, les faits divers, là où vous savez).

Le P59.4 fait grave le taf, mais notons que les mesures de l'expérience 1 reposent déjà sur l'inductance mutuelle.

Le montage est celui de la figure 4. Pour les mesures à l'oscillo, on pose les conventions de la figure 5. On a alors (raisonner sur une montée) : $e = -M \frac{1}{R} \frac{U_1}{\Delta t}$. Attention, il y a quelques subtilités : Δt n'est pas la période du signal (mais sa demi-période), U_1 est mesuré cr-cr contrairement à e . Truc sympa : le $-$ de cette formule est celui de la loi de Faraday, et plus globalement celui de la loi de Lenz. Ca peut être sympa de le constater à l'oscillo en prenant la tension aux bornes de l'inducteur.

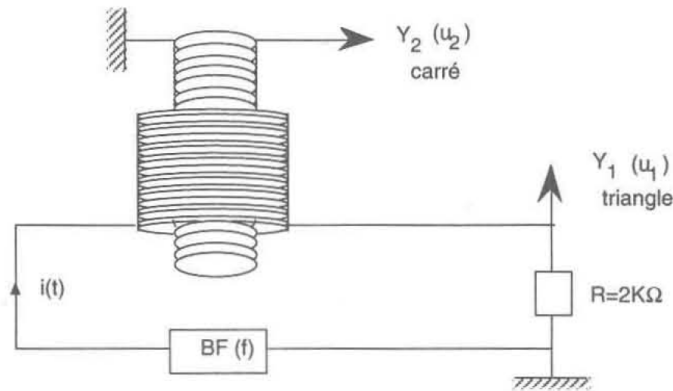


FIGURE 4 – Schéma du montage pour l'inductance mutuelle (P59.4)

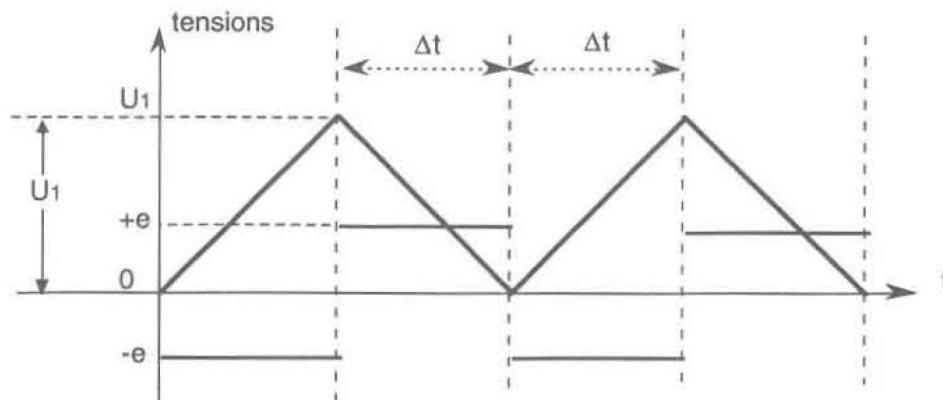


FIGURE 5 – Grandeurs pour la mesure d'inductance mutuelle



Mesure d'une inductance mutuelle

☞ Quaranta IV

⊖ 10 minutes

Pour différentes périodes, on mesure U_1 , e , Δt . On mesure R à l'ohmmètre. On trace ensuite e en fonction de $\frac{-1}{R} \frac{U_1}{\Delta t}$: le coefficient directeur est M , en Henry.

Quelle valeur pour la résistance du circuit inducteur ? C'est un compromis entre l'amplitude du signal (petite R donne grosses intensités) et sa propreté (petite R donne gros temps caractéristique L/R , donc signal triangle/rectangulaire bof bof).

4 Questions