

# Induction, auto-induction

16 juin 2021

Le phénomène d'induction électromagnétique est caractérisé par l'apparition d'une force électromotrice dans un circuit traversé par un flux magnétique variable (loi de Lenz-Faraday). Il est à mettre en parallèle avec l'apparition d'un champ magnétique au voisinage d'un circuit électrique.

## 1 Auto-induction : inductance propre

Le coefficient d'inductance propre est relié au flux magnétique, engendré par un circuit électrique, et traversant celui-ci, par la relation  $\phi = Li$ .  $L$  est dans le cas général dépendant de la géométrie du circuit qui peut être assez tarabiscotée, pour un solénoïde il est assez simple à calculer cependant.  $\phi = \mu_0 \frac{n}{L} i \times nS = Li \Leftrightarrow L = \mu_0 \frac{n^2}{L} S$ , si on peut considérer que le solénoïde est infini.

On mesurera au RLC-mètre l'inductance d'un solénoïde de longueur variable et on tracera  $L$  en fonction de  $n^2$ .

On peut également penser au circuit RLC, étudier les oscillations.

## 2 Couplage de circuits par induction mutuelle

Au moyen de bobines de Helmholtz (identiques, et à distance contrôlable) monter deux circuits LC dont un sera relié à un GBF en wobulation. On peut noter la présence de deux pics de résonance pour le second circuit (tant que les bobines sont assez proches). On n'oubliera pas un ampli de puissance après le GBF.

Les pulsations de résonance (qu'on mesure sur le second circuit) sont :

$$\omega_1 = \frac{1}{\sqrt{C(L+M)}} \text{ et } \omega_2 = \frac{1}{\sqrt{C(L-M)}}$$

Sachant que  $\phi_{1M} = Mi_2 = B_2S_1$  ; que  $\omega_2^2 - \omega_1^2 = \frac{2M}{C(L^2 - M^2)}$  et que  $B_2(x) = \frac{\mu_0 I_2 n R^2}{2(R^2 + (x-d)^2)^{3/2}}$  avec  $d$  la distance séparant les spires et  $x$  la position dans l'espace (l'origine est fixée au centre de l'autre bobine), dans cette expérience  $x = 0$  donc ; on en déduit que  $M = \frac{\mu_0 S_1 n R^2}{2(R^2 + (x-d)^2)^{3/2}}$  On peut chercher à vérifier la relation entre  $\ln M$  et  $\ln(R^2 - d^2)$  (on s'attend à une droite de pente 3/2)

On détermine  $M$  via les pulsations de résonance (possible équation du second degré à résoudre).

### 3 Transformateurs

Une application de l'induction est le transformateur. On peut étudier un cycle d'hystérésis par exemple, ou montrer la loi reliant le rapport des amplitudes au primaire et au secondaire et le nombre de spires impliquées de chaque côté (rapport du nombre de spires impliquées car les flux s'ajoutent).

$$m = \frac{U_2}{U_1} = \frac{N_2}{N_1} = \frac{I_1}{I_2}$$

### 4 Courants de Foucault

La manip de l'aimant tombant dans un tube en cuivre est une manifestation de phénomènes d'induction, en particulier de la loi de Lenz. On modélise l'action des courants de Foucault par une force de frottement visqueux proportionnelle à  $\vec{v}$  :  $\vec{F} = -\alpha\vec{v}$  ; je ne sais pas trop d'où sort la valeur  $\alpha = \frac{45}{1024} \left(\frac{\mu_0 M}{a^2}\right)^2 \sigma e$  mais je ne suis pas certain qu'il soit nécessaire d'aller aussi loin.

### Bibliographie

<https://prepanouar.files.wordpress.com/2020/03/oscillateurs-couplecc81s.pdf>