

M20 : Induction, auto-induction

Louis Heitz et Vincent Brémaud

Sommaire

Rapport du jury	3
Bibliographie	3
Introduction	4
I Mesure d'une auto-induction	4
II Ecrantage par courant de Foucault	4
III Capteur de position inductif	5
Conclusion	6
A Correction	6
B Commentaires	6
C Matériels	6
D Expériences faites les années précédentes	6
E Questions du jury	6
F Tableau présenté	6

Le code couleur utilisé dans ce document est le suivant :

- → Pour des éléments de correction / des questions posées par le correcteur
- Pour les renvois vers la bibliographie
- *Pour des remarques diverses des auteurs*
- ⚠ Pour des points particulièrement délicats, des erreurs à ne pas commettre
- Pour des liens cliquables

Rapports du jury

- **2017** : Les notions d'induction, auto-induction, induction mutuelle sont souvent mal comprises rendant l'interprétation délicate de certains résultats.
- **2016** : Lors de ce montage, trop de candidats abusent des expériences qualitatives et transforment la séance en une série d'expériences de cours sur l'induction et obtiennent de ce fait une note médiocre. Les mesures ne doivent pas se résumer à l'étude d'un circuit RL. Par ailleurs, la notion d'inductance mutuelle est souvent mal dégagée, en particulier à cause de mauvais choix dans les composants utilisés et dans la fréquence d'excitation. Le transformateur aurait sa place dans ce montage.

Bibliographie

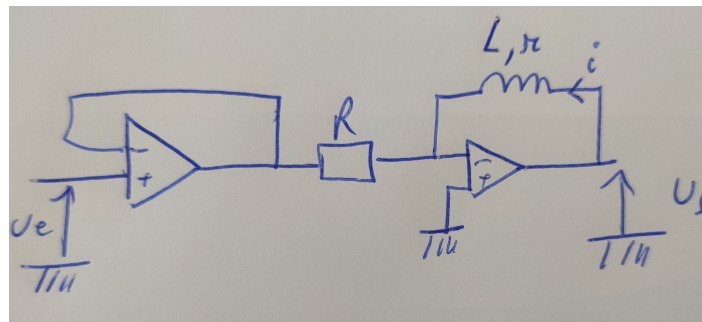
- [1] Hprépa, Electromagnétisme, très complet sur l'induction [A CHECKER dans le détail]

Introduction

Induction = variation temporelle du flux induit une tension. Si courant passe : auto induction, sinon induction. Utile pour conversion électromécanique, au quotidien omniprésent..

I Mesure d'une auto-induction

On mesure simplement L d'une bobine.



On prend $R \sim 100\Omega$, on met un suiveur en entrée pour éviter de gérer l'impédance du GBF. On trouve la même valeur qu'avec le RLC-mètre, ça marche avec $L = 47mH$

$$U_s/U_e = \frac{r + jL\omega}{R} \implies \left| \frac{U_s}{U_e} \right|^2 = \frac{L^2}{R^2} \omega^2 + \frac{r^2}{R^2}$$

II Ecrantage par courant de Foucault

On applique un champ magnétique \vec{B}_0 sinusoïdal à l'aide d'un solénoïde. On place à l'intérieur de celui-ci un conducteur cylindrique, qui sera le siège de courants de Foucault. Ceux-ci vont créer un champ magnétique de sens opposé à \vec{B}_0 .

On mesure le champ magnétique au sein du tube à l'aide d'un petit solénoïde : sa tension est proportionnelle à la variation de flux du champ magnétique. On appelle U_{vide} la tension sans conducteur, U_{tube} la tension avec le conducteur.

On montre que : **cf BUP**

$$\frac{B_{int}}{B_0} = \frac{1}{1 + j\frac{\omega}{\omega_c}}$$

où $\omega_c = \frac{2}{\mu_0 \sigma r_c h}$, h étant l'épaisseur du conducteur, r_c son rayon σ sa conductivité.

Or $B\vec{U}$, on a alors :

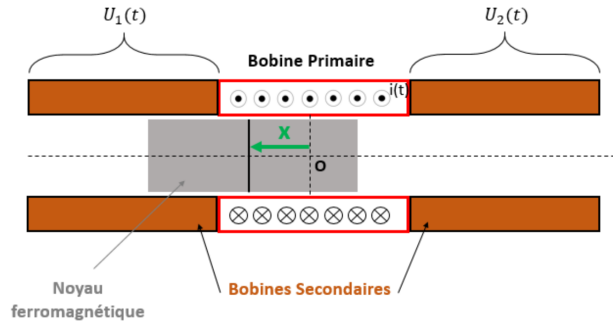
$$\alpha = \frac{\sqrt{U_{vide}^2 - U_{tube}^2}}{U_{tube}} = \mu_0 r_c h \sigma \pi f$$

On remonte alors à σ pour le cuivre.

Attention au choix de la fréquence, on veut éviter d'avoir les effets d'épaisseur de peau, donc on travaille à suffisamment basse fréquence.

Lorsqu'on augmente la fréquence, on n'a plus une loi linéaire, il y a l'épaisseur de peau à prendre en compte, pour $f \sim 20kHz$

III Capteur de position inductif



On cherche à mesurer la position du centre du barreau. Pour cela, on applique un courant dans la bobine primaire, le fait de déplacer le barreau va changer la valeur du flux dans chacune des autres bobines, donc la tension à leur borne.

On a :

$$U_2 = -M_{12} \frac{di_1}{dt} \quad U_3 = -M_{13} \frac{di_1}{dt}$$

Puisque les bobines 1 et 3 sont similaires, les mutuelles sont une même fonction M évaluée en deux positions x différentes. En mesurant $U_2 - U_3$, on a alors :

$$u = U_2 - U_3 = (M(x_3) - M(x_2)) \frac{di_1}{dt} = M_{app}(x) \frac{di_1}{dt}$$

Où x_2 et x_3 sont liés du fait que c'est le même barreau qui traverse les deux bobines.

Pour avoir un capteur de position, il s'agit alors d'étalonner M_{app} en fonction de x , la position du centre du barreau. Pour se faire, on mesure le courant en entrée en plaçant une résistance en série de la bobine primaire. Pour mesurer le courant, on fait le même montage que pour la mesure d'auto induction,

Conclusion

Mesure d'autoinductance, puis induction (pas de courant) puis utilisation pour capteur de position, notion de mutuelle

A Correction

B Commentaires

C Matériels

D Expériences faites les années précédentes

- Ceci
- Cela

E Questions du jury

F Tableau présenté