

Les conditions permettant de manipuler en toute sécurité doivent être connues et respectées. Pour « voir » aisément le phénomène d'induction créé par un aimant dans une bobine, le galvanomètre à cadre mobile est mieux adapté que l'oscilloscope. Enfin, il est peu admissible d'occulter les aspects énergétiques.

Un certain nombre d'expériences sont faites assez couramment dans l'enseignement secondaire. On attend du candidat qu'il justifie les choix faits, notamment en ce qui concerne les caractéristiques des composants utilisés. Assez souvent, le candidat essaie de visualiser le champ (ou le flux) inducteur. Comme il n'obtient facilement que la force électromotrice d'induction, il lui faut réaliser un circuit intégrateur. C'est parfois possible facilement en plaçant une simple résistance dont il faut justifier la valeur avec soin.

Le transformateur constitue un bel exemple d'application du phénomène d'induction. Il est dommage qu'il ne soit guère présenté qu'avec le secondaire ouvert, c'est-à-dire quand il ne sert à rien. Le principe de base du fonctionnement des moteurs à courant continu fait appel à la force de Laplace, non à l'induction électromagnétique (étant entendu que celle-ci intervient dans le détail des calculs, par exemple de la force électromotrice).

L'étude du transformateur ne doit pas uniquement se faire à vide mais en présence de charges résistives et réactives.

Introduction

Définition de l'induction et de l'auto-induction

(attention : il est impératif de couper progressivement l'alimentation avec des systèmes inductifs, sinon il y a risque d'engendrer de grandes tensions)

I L'induction

1) Présentation du phénomène: aspect qualitatif

Cf Duffait Capes P70

- Réaliser un circuit en branchant un galvanomètre ou mieux en faisant une acquisition à l'oscillo aux bornes d'une bobine et déplacer un aimant droit devant la bobine.
- Mise en évidence du phénomène d'induction (le courant induit est transformé en tension via la résistance d'entrée de l'oscillo).
- Vérification de la loi de Lenz (être rigoureux dans les explications: sens du courant, flux, etc.): l'effet s'oppose à la cause.
- Influence de la rapidité d'exécution
- Faire bouger la bobine devant l'aimant et vérifier les mêmes lois
- Faire varier l'angle d'attaque de l'aimant: expliquer le flux

2) Circuit fixe dans un champ magnétique fixe fonction du temps

- Utilisation de deux bobines l'une dans l'autre

Dans l'inducteur on fait passer un courant triangulaire créé grâce à un GBF et une résistance

Dans ce solénoïde considéré comme infini on a $B_1 = \mu_0 n_1 I = \pm \mu_0 n_1 k t$

Dans le second apparaît une fem induite $e = - \pm \mu_0 n_1 k N_2 S_2$

Donc dans la seconde bobine on obtient un signal carré opposé en signe au signal dans la 1^{ère} bobine.

- Attention au sens des bobines pour l'acquisition par l'oscillo.

- Faire une moyenne sur le signal 2 pour effacer le bruit

- A l'oscillo déterminer la valeur de k en mesurer la tension X et la période T

Mesurer k et e pour différentes valeurs de fréquences et tracer $e = f(k)$

Trouver la pente de cette droite: c'est la valeur du coefficient d'inductance mutuelle

- Comparer à la valeur théorique $M = \mu_0 n_1 N_2 S_2$ (différence notable)

3) Application de l'induction

a) L'alternateur

Faire tourner un aimant devant une bobine et visualiser à l'oscillo la fem induite

Mesurer à l'oscillo la période de la fem et avec un stroboscope la période de rotation de l'aimant. Montrer qu'elles sont identiques.

b) Les courants de Foucault

Faire osciller une plaque métallique entre les armatures d'un aimant en U

Montrer la présence de ralentissement dus aux courants de Foucault et leur inexistences lors de vitesses faibles.

II L'auto-induction

1) Mise en évidence du phénomène : Retard à l'établissement d'un courant

Cf Quaranta IV P 40 Il faut choisir des lampes ayant une faible résistance à froid et vérifier que la tension du générateur les fait briller normalement en régime permanent

Ou Surtension à l'ouverture d'un circuit

Utiliser une lampe au néon et une bobine avec une forte inductance (1 H)

2) Caractérisation de la fem d'auto-induction

Utiliser un montage série avec une bobine et une résistance de même valeur que celle de la bobine

Le GBF est triangulaire

Ajouter une résistance de $5\text{ k}\Omega$ pour avoir un circuit essentiellement résistif

Faire en sorte que le GBF soit sans masse

A l'oscillo on peut voir, en additionnant les signaux, que la tension aux bornes de la bobine seule est une tension carrée

On peut obtenir la valeur de la self

3) Energie emmagasinée

Transfert de l'énergie de la bobine dans un condensateur

CF Duffait Capes P 77

Ou calcul avec l'oscillo numérique (Poly de rennes)

4) Mesure de l'impédance

a) bobine sans noyau à basses fréquences

- mesure en continu : à faire avec un ohmmètre et non un RLCmètre

- mesure en alternatif : mesure par pont

Utiliser des composants précis

Mesurer la ddp du pont avec un voltmètre (la sonde atténue trop le signal)

Faire l'expérience à différentes fréquences ne dépassant pas 20 kHz

⇒ En basses fréquences l'inductance est quasiment constante et la résistance augmente de façon notable

b) bobine sans noyau à hautes fréquences

Montrer l'effet capacitif de la bobine en HF. Avec un générateur de courant constant, le circuit bouchon équivalent passe par un maximum à la résonance.

c) effet d'un noyau sur une bobine

Avec un RLCmètre mesurer L et le facteur de dissipation D pour la bobine seul, avec un noyau compact et avec un bloc feuilleté. Le faire à deux fréquences

⇒ L'ajout d'un noyau augmente l'inductance de la bobine qui évolue aussi en fonction de la fréquence. On voit aussi que l'ajout d'un bloc augmente la résistance mais la modère si le bloc est feuilleté (limitation des courants de Foucault)

Conclusion