

ÉCOLE SUPÉRIEURE POLYTECHNIQUE

[illegible]

MÉMOIRE EN VUE DE L'OBTENTION

Mention : Electronique

Parcours : Electronique et commande

GENERATEUR D'ENERGIE

Présenté par :

RANDRIANATENAINA Faliambinitsoa Radotiana
RAZAKAMANANA Herinjatovo Mirana
TOJOSOA Herman

Soutenu le : 23 mars 2017

Numéro d'ordre :003/EN/L3/EC/17

Année universitaire 2015-2016

UNIVERSITE D'ANTANANARIVO
ECOLE SUPERIEURE POLYTECHNIQUE
D'ANTANANARIVO

.....
MENTION ÉLECTRONIQUE
.....

MEMOIRE EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME DE
LICENCE

Mention : Electronique

Parcours : Electronique et commande

GENERATEUR D'ENERGIE

Présenté par :

RANDRIANATENAINA Faliambinitsoa Radotiana

RAZAKAMANANA Herinjatovo Mirana

TOJOSOA Herman

Devant le Jury composé de :

Monsieur RASTEFANO Elisée, Président

Monsieur ZOHARINTSIHOARANA Ny Avo, Examineur

Directeur de mémoire : Monsieur HERINANTENAINA Edmond Fils

Soutenu le : 23 mars 2017

Numéro d'ordre : 003/EN/L3/EC/17

Année universitaire 2015-2016

TENY FISAORANA

Hoy ny fahendrena malagasy manao hoe: “Ny fisaorana dia toy ny fary lava vaniny ka tsy lany hamamiana”.

Maro ny mendrika an’izany fisaorana izany, fisaorana izay atao toy fiarahaban’ny masoandro miposaka ka mahataratra ny Avo. Mendrika loatra raha atolotra ho an’Andriamanitra ny fisaorana ambony indrindra.

Manaraka izany, izao no tanteraka dia tao ireo nitoto nahafotsy, nahandro nahamasaka, vy nahitana sy angady nananana, izy ireo izay tsy azo dinganana amin’izao teny fisaorana izao, an’isan’ireny:

Andriamatoa ANDRIAMANANTSOA Guy Danielson, tomponan’adraitra voalohany eto amin’ny sampam-pampianarana “ELECTRONIQUE”

Izao fanohanana-kevitra izao dia natao teo anoloan’ny fitsaran’Andriamatoa RASTEFANO Elisée, izay filoha mitarika sy ny mpikambana Andriamatoa ZOHARINTSIHOARANA Ny Avo Tongalafatra koa fisaorana azy ireo izany.

Ny hazo no vanonko lakana hono ny tany naniriana no tsara; izahay no nahatanteraka izao dia teo Andriamatoa HERINANTENAINA Edmond Fils, izay nitarika sy nanoro lâlana anay tamin’ny asa rehetra natao.

Ny farany fa tsy kely indrindra, ny fianankaviana, ireo tapaka sy namana, nanohana na mivantana na ankolaka, izay tsy ho voatanisa eto dia toloranay fisaorana avokoa.

Ataonay toy ny fisaoran’ily tsy mahay miteny ka ny misaotra no averimberina.

MISAOTRA!

MISAOTRA!

MISAOTRA!

RANDRIANANTENAINA Faliambinintsoa Radotiana

RAZAKAMANANANA Herinjatovo Mirana

TOJOSOA Herman

REMERCIEMENTS

Tout d'abord, nous tenons à remercier Dieu qui nous a donné sa bénédiction d'avoir franchi ces trois années d'études passées et nous voici présent à terme en réalisant ce travail de mémoire.

Nous nous permettons alors de témoigner nos plus profondes gratitude et nos sincères remerciements au Seigneur Tout Puissant.

Nous tenons également à exprimer notre reconnaissance et nos vifs remerciements à tous ceux qui ont apporté leur aide dans la réalisation de ce mémoire, en particulier :

Madame ANDRIAMANANTSOA Guy Danielson, Responsable de la Mention Electronique.

Monsieur RASTEFANO Elisée, qui a voulu présider la soutenance de ce mémoire malgré ses innombrables occupations.

Le membre du Jury ici présent pour examiner la soutenance de ce mémoire, qui est Monsieur ZOHARINTSIHOARANA Ny Avo Tongalafatra.

Et Monsieur HERINANTENAINA Edmond Fils, directeur de ce présent mémoire qui n'a pas ménagé ses efforts et ses conseils pour l'accomplissement de ce travail, malgré ces différentes responsabilités.

Tous les enseignants de la Mention Electronique sans exceptions pour les connaissances et les formations qu'ils nous ont prodigué durant ces trois ans passés. Nous tenons à remercier aussi notre famille, nos amis pour leurs aides durant la préparation de ce mémoire. Un remerciement particulier s'adresse à nos parents pour leurs soutiens indéfectibles qui m'ont permis de toujours avancer.

RANDRIANANTENAINA Faliambinintsoa Radotiana

RAZAKAMANANANA Herinjatovo Mirana

TOJOSOA Herman

RESUME

Ce mémoire présente la conception et la réalisation d'un générateur d'énergie électrique. Le système est formé par des aimants et d'une bobine interne d'un ventilateur d'un ordinateur portable. Les aimants sont placés sur les pales et sur les 4 angles du quadrilatère du ventilateur. Trois expériences sont conçues et ont donné respectivement les résultats : 1.5 V, 1.9 V et 2.5V.

SOMMAIRE

<i>TENY FISAORANA</i>	i
<i>REMERCIEMENTS</i>	ii
RESUME.....	iii
SOMMAIRE	iv
LISTE DES ABREVIATIONS	vi
LISTE DE FIGURES	vii
LISTE DES TABLEAUX	ix
INTRODUCTION.....	1
CHAPITRE 1 : GENERALITES DES PHENOMENES D'AUTO-INDUCTIONS	2
1.1 PHENOMENES D'INDUCTION ELECTROMAGNETIQUE	2
1.1.1 Rappel sur les champs magnétiques	2
1.1.2 Action d'un champ magnétique uniforme	4
1.1.3 Loi de Laplace	5
1.1.4 Induction électromagnétique	6
1.2. AUTO-INDUCTION	9
1.2.1 Mise en évidence	9
1.2.2 Flux propres et inductances propres	11
1.2.3 Force électromotrice de l'auto-induction	12
1.2.4 Tension aux bornes de la bobine	13
1.2.5 Puissance d'une bobine	14
CHAPITRE 2 : MODELISATION D'UN GENERATEUR D'ENERGIE	15
2.1. ETUDES CONCERNANT L'AIMANT.....	15
2.1.1 Pôles d'un aimant	15
2.1.2 Champ magnétique d'un aimant.....	16
2.2 CREATION D'UNE TENSION A L'AIDE D'UN AIMANT ET D'UNE BOBINE	17
2.2.1 Production d'une tension variable	17
2.2.2 Mise en évidence	19
CHAPITRE 3-REALISATION DU GENERATEUR D'ENERGIE	22
3.1. PRESENTATION DES MATERIELS ET LES METHODES UTILISES	22
3.1.1 Les matériels.....	22
3.1.2 Les méthodes	25
3.2 LES RESULTATS OBTENUS POUR CHAQUE EXPERIENCE	27

3.2.1 Résultat de l'association des aimants alnicos avec les aimants néodymes.....	27
3.2.2 Résultat de l'association des aimants ferrites avec les aimants néodymes.....	27
3.2.3 Résultat l'association des aimants samariums cobalts avec les néodymes.....	27
3.3 INTERPRETATIONS ET SUGGESTIONS.....	28
3.3.1 Interprétations des résultats	28
3.3.2 Suggestions.....	28
3.3.3. Conclusion.....	29
CONCLUSION	30
ANNEXE I : TRANSFORMATEURS	31
ANNEXE II : LES COMPOSANTS PASSIFS.....	32
ANNEXE III : LES COMPOSANTS ACTIFS.....	34
REFERENCES	36

LISTE DES ABREVIATIONS

AOP: Amplificateur Opérationnel

BJT: Bipolar Junction Transistor

CAN : Convertisseur analogique numérique

CI : Circuit intégré

f.e.m : Force electromotrice

FET: Field Effect Transistor

GBF : Générateur à basse fréquence

MOSFET: Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor

Sm-Co : Samarium Cobalt

LISTE DE FIGURES

Figure 1.1 Expérience des fils.....	2
Figure 1.2 Une particule animée par \vec{v} dans un champ \vec{B}	3
Figure :1.3 Cyclotron – spectroscope de masse.....	4
Figure 1.4 : Un solénoïde portant N spires sur une longueur L.....	5
Figure 1.5 Circuit filiforme non rectiligne.....	6
Figure 1.6: Mise en évidence de la tension induite.....	6
Figure 1.7 : Mise en évidence du courant i de bobine.....	7
Figure1.8: Barre conductrice MN entraînée avec une vitesse \vec{v} dans un champ magnétique \vec{B}	8
Figure 1.9 : Circuit avec bobine.....	9
Figure 1.10 : L'allure de la tension u aux borne de GBF.....	10
Figure1.11 : Allure de la tension Ri	10
Figure 1.12: Allure de la tension Ri	10
Figure 1.13 : Expérience sur le phénomène d'auto-induction.....	11
Figure 1.14 Induction L passant par i	12
Figure1.15 : Bobine longue.....	12
Figure1.16 :Modele equivalente du bobine ideale.....	13
Figure 1.17 : Modele equivalente d'une bobine réelle.....	13
Figure 2.1 : Schéma des différents aimants	15
Figure 2.2 : Aimant de même nom.....	13
Figure 2.3: Aimant de nom différent.....	15
Figure 2.4 : Bobine avec ligne des champs.....	16
Figure 2.5 : Spectre d'un aimant droit.....	16
Figure 2.6: Un aimant en U.....	17
Figure 2.7 : Mesure de la tension aux bornes de la bobine.....	17
Figure 2.8: Mesure de la tension aux bornes de la bobine.....	18
Figure 2.9 : Bobine de cuivre tourne autour d'un aimant.....	18
Figure 2.10 : Représentation d'un générateur d'énergie.....	21
Figure 3.1 : Les aimants ferrites.....	22
Figure 3.2 : Les aimants néodymes	23
Figure 3.3 : Les aimants alnicos	24

Figure 3.4 Les aimants samariums cobalts.....	25
Figure 3.5 Un ventilateur d'un ordinateur portable.....	25
Figure 3.6 Mise en place des aimants alnicos et des aimants néodymes.....	26
Figure 3.7 : Mise en place des aimants ferrites sur les pales.....	26
Figure 3.8 : Mise en place des aimants samariums cobalts et des aimants néodymes.....	27
Figure I-1 Types des transformateurs.....	31
Figure II.1 Types des résistances.....	32
Figure III.1 Différentes types des condensateurs.....	33
Figure IV.1 Diodes.....	34
Figure IV.2 Allure du fonctionnement d'une diode.....	34
Figure V.1 Types des transistors.....	34

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Liste de résistances.....	32
Tableau 2 : Liste de transistors.....	35

INTRODUCTION

Actuellement l'électricité est devenu une nécessité indispensable, presque tous les pays au monde l'utilise comme source de développement. Tout évolue très vite, beaucoup des matériels quotidiennement utilisés ont besoin d'électricité. Plus la technologie évolue, plus le monde devient dépendant de l'électricité.

Mais l'électricité présente encore une limite, particulièrement à Madagascar, une partie majoritaire de la grande île ne bénéficie pas encore d'électricité. En plus le prix est très cher par rapport au service offert. C'est bien dans ce cas que notre travail se rapporte qui s'intitule « Générateur d'Energie Electrique ».

Ce travail de mémoire comporte trois parties. Dans la première partie nous allons mettre en évidence les généralités des phénomènes d'auto-inductions. Nous allons voir les phénomènes d'induction électromagnétique ainsi que l'auto-induction. Dans la deuxième partie se portera la modélisation d'un générateur d'énergie, en faisant des études expérimentales concernant l'aimant et la bobine. La troisième partie se portera la réalisation du générateur d'énergie, en présentant les matériels et les méthodes, ensuite les résultats et se terminera par des interprétations et des suggestions.

CHAPITRE 1 : GENERALITES DES PHENOMENES D'AUTO-INDUCTIONS

Les aimants furent découverts d'abord en Chine et puis en Grèce. Les premiers aimants sont des pierres noires qui ont la propriété d'attirer des objets en fer. Cette pierre est constituée de *magnétite*, un minéral de fer composé principalement d'oxyde de fer. Ce chapitre nous explique les phénomènes d'induction électromagnétique en premier lieu. Il s'en suivra les phénomènes d'auto-inductions. [1]

1.1 PHENOMENES D'INDUCTION ELECTROMAGNETIQUE

1.1.1 Rappel sur les champs magnétiques

Le champ magnétique créé par un aimant est l'espace situé autour de celui-ci, dans les quelles toutes aiguilles aimantées sont déviées. [2]

a. Force magnétique – Champ magnétique

i. Force magnétique

La figure 1.1 illustre les deux sens de courants possibles, soit de même sens puis s'attirent, soit de sens contraire puis se repoussent.

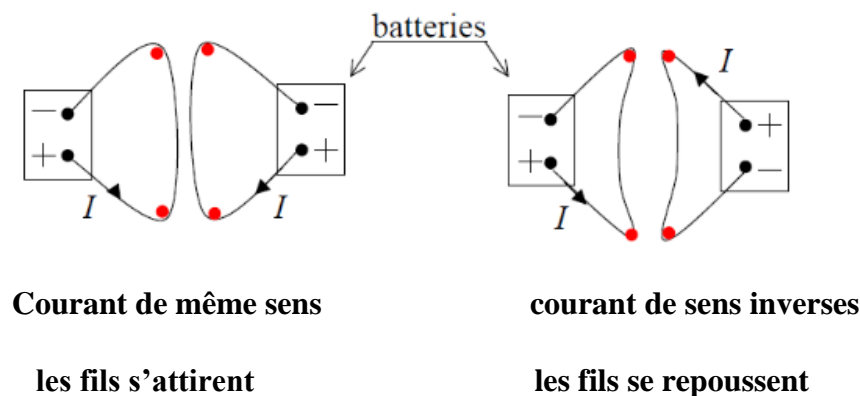


Figure 1.1 Expérience des fils

Cette force (par unité de longueur) apparaît proportionnelle au produit des intensités des 2 courants, dépendante de leur sens relatif et inversement proportionnelle au carré de la distance qui les séparent.

Dans ce fait, on constate que la force ne dépend que du mouvement de la charge, c'est ainsi qu'il y a une apparition d'une nouvelle force appelée : **force magnétique**.

Considérons une charge ponctuelle q , et animé d'une vitesse \mathbf{v} , cette force est soumise à une force électrostatique :

$$\vec{F} = q\vec{E} \text{ où } E \text{ représente le vecteur champ électrique.}$$

Lorsque la charge q est animée par la vitesse \vec{v} , elle est soumise à une force magnétique qui dépend à la fois de la direction et du module de \vec{v} , on la note \vec{f} , la figure 1.2 montre la particule animée par \vec{v} .

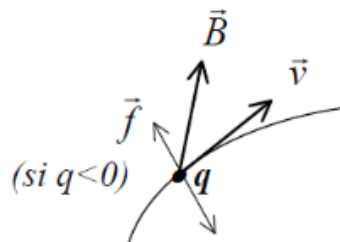


Figure 1.2 Une particule animée par \vec{v} dans un champ \vec{B}

f [Newton ou N] : Force magnétique

q [Coulomb ou C] : la charge ponctuelle portée par la particule

\mathbf{B} [Tesla ou T] : vecteur champ magnétique associé à cette force magnétique

\mathbf{v} [m/s] : vitesse de la charge ponctuelle q

$$\text{On a } q\vec{v} \wedge \vec{B} = |q| v B \sin \alpha$$

α est l'angle que fait B avec v .

L'équation devient alors

$$f = |q| v B \sin \alpha$$

Remarque : Le sens de peut-être par la règle du tire-bouchon. On fait tourner le poignet dans le sens (qv vers B), le sens de progression du tire-bouchon représente le sens de F_m .

Particulièrement si la force magnétique F_m est perpendiculaire au champ B et la vitesse v , c'est-à-dire que $\sin \alpha = 90^\circ$ (ou $\sin \alpha = \frac{\pi}{2}$ rad), alors la force magnétique F_m s'écrit comme suit :

$$f = |q| v B$$

b. Forces de Lorentz et Champs magnétiques

La force totale qui agit sur la charge q placée dans un champ magnétique et électrique a pour résultante \vec{F} telle que :

$$\vec{F} = \overrightarrow{F_e} + \vec{f}$$

Ceci est équivalente à

$$\vec{F} = q (\vec{E} + \vec{v} \wedge \vec{B})$$

$F[N]$: force de Lorentz

E [Volt ou V] : Champ électrostatique

La force de Lorentz est notée par F .

Un exemple est illustré pour mesurer le rapport $\frac{e}{m}$ d'un électron:

Une particule q est entrée dans une chambre où règne un champ magnétique uniforme B avec une vitesse \vec{v}_0 , dont $\vec{v}_0 \perp \vec{B}$. Ceci est représenté sur la figure 1.3

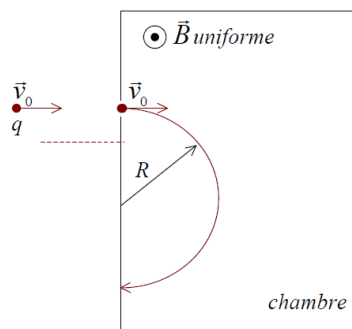


Figure :1.3 Cyclotron – spectroscopie de masse

1.1.2 Action d'un champ magnétique uniforme

a. Sur un solénoïde

Ainsi, dans le circuit simple ci-dessous, l'approche de l'aimant place le circuit fermé C dans un champ B dépendant du temps et, pendant le déplacement de l'aimant, on assiste au passage d'un courant dans un sens bien déterminé, qui d'ailleurs s'inverse quand on éloigne l'aimant. L'amplitude du courant dépend de la vitesse de déplacement de l'aimant, et donc de

la rapidité de la variation de B. Elle dépend aussi de nombre de spires formant le solénoïde et de leur surface. On représente ici sur la figure 1.4, un exemple d'un solénoïde. [2]

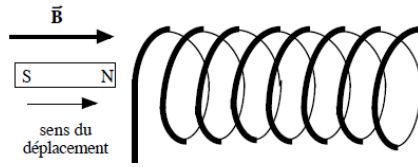


Figure 1.4 : Un solénoïde portant N spires sur une longueur L

Soit R le rayon d'une spire du solénoïde. Notons qu'il est très petit devant L ($R \ll L$)
On a donc ici un champ uniforme à l'intérieur d'un solénoïde alors ce champ peut s'exprimer :

$$B = \mu_0 \frac{N}{L} I$$

B [Tesla ou T] : champ magnétique uniforme

$\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$ SI (Unité Système International) : perméabilité dans le vide

N : nombre de spires du solénoïde

I [ampère ou A] : Intensité de courant

1.1.3 Loi de Laplace

a. Circuit filiforme rectiligne

Une tige MN traversée par un courant d'intensité I , de longueur L et plongée dans un champ magnétique homogène extérieur B subit une force : **force de Laplace \vec{F}**

$$\vec{F} = I \cdot \overrightarrow{MN} \wedge \vec{B}$$

b. Circuit filiforme non rectiligne

Si le circuit n'est pas rectiligne, on le découpe en élément de longueur suffisamment petit dl pour être considéré comme rectiligne.

La figure 1.5 illustre ce circuit.

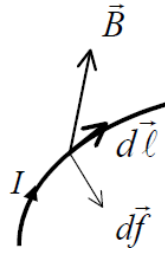


Figure 1.5 Circuit filiforme non rectiligne

\vec{df} est la force élémentaire qui agit sur l'élément de circuit $I d\vec{\ell}$ placé dans le champ B

Puis on somme toutes les forces en considérant tout le circuit. La force totale s'écrit :

$$\vec{f} = \oint_c \vec{df} = \oint_c I d\vec{\ell} \wedge \vec{B}$$

1.1.4 Induction électromagnétique

a. Phénomène d'induction électromagnétique

Une variation au cours du temps du flux magnétique à travers un circuit (ouvert ou fermé) engendre une tension appelée **force électromotrice induite**. Une mise en évidence est montrée sur la figure 1.6.

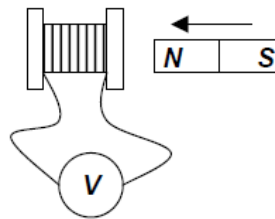


Figure 1.6: Mise en évidence de la tension induite

Lorsqu'on déplace un aimant au voisinage d'une bobine, on observe une déviation du voltmètre, il apparaît donc aux bornes de la bobine une tension induite. Si le circuit est fermé par l'intermédiaire d'une charge, il y a circulation de courant dans le circuit appelé **courant induit**. [3]

La figure 1.7 est une mise en évidence d'un courant dans une bobine.

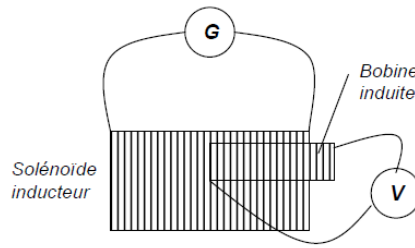


Figure 1.7 : Mise en évidence du courant i de bobine

Lorsqu'on déplace horizontalement le barreau aimanté devant la bobine, on constate que l'aiguille du galvanomètre dévie preuve du passage du courant dans la bobine. Lorsque le déplacement s'arrête, l'intensité de courant devient nul. Ceci nous montre que la variation du flux à travers la bobine est à l'origine du passage du courant

b. Loi de Faraday

Tout circuit soumis à une variation de flux, voit apparaître à ses bornes une force électromotrice (tension) e telle que :

$$e = - \frac{d\phi}{dt}$$

- La force électromotrice e est exprimé en volt [V]
- $\frac{d\phi}{dt}$: C'est la variation de ϕ en fonction de temps

Soit un conducteur de longueur dl entraîné avec une vitesse v dans un champ magnétique B . On a le flux élémentaire :

$$d^2\phi = B \, d^2s$$

Avec $d(ds) = (\vec{v} dt \wedge \vec{dl})$

Alors $d^2\phi = B(\vec{v} dt \wedge \vec{dl})$

$$\frac{d(d\phi)}{dt} = \int d \frac{d\phi}{dt} = - \int de$$

D'où la LOI DE FARADAY

$$e = - \frac{d\phi}{dt}$$

c. Loi de Lenz

Le phénomène d'induction électromagnétique est tel que par ses effets, il s'oppose aux causes qui lui donne naissance. La figure 1.8 illustre la création d'un champ à l'aide d'un déplacement.

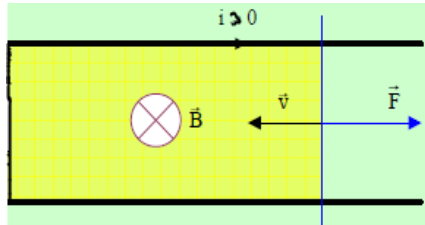


Figure 1.8: Barre conductrice MN entraînée avec une vitesse \vec{v} dans un champ magnétique \vec{B}

- Supposons que la vitesse v (constante) est perpendiculaire au champ uniforme \vec{B}

Pour un élément dl de MN, on a :

$$d\vec{e} = (\vec{v} \wedge \vec{B}) d\vec{l}$$

En intégrant membres à membres

$$\text{On a} \quad \int d\vec{e} = \int (\vec{v} \wedge \vec{B}) d\vec{l}$$

$$e = v \cdot B \int dl$$

$$e = v \cdot B \cdot l$$

d. Quantité d'électricité induite

Considérons un circuit fermé de résistance R .

D'après la LOI de FARADAY

$$e = - \frac{d\phi}{dt} = iR \quad i : \text{courant induit}$$

$$i = - \frac{1}{R} \frac{d\phi}{dt}$$

$$\text{or} \quad i dt = dq$$

$$\text{d'où} \quad \int dq = - \frac{1}{R} \int_{\phi_1}^{\phi_2} d\phi$$

$$q = - \frac{1}{R} (\phi_2 - \phi_1)$$

La quantité d'électricité transportée par le courant induit ne dépend que de la variation des flux. [2]

1.2. AUTO-INDUCTION

En sachant que toute variation de flux magnétique à proximité d'un conducteur faisait apparaître une force électromotrice d'induction aux bornes du conducteur ou un courant induit si le circuit est fermé. Il est distingué clairement qu'un inducteur extérieur provoquant la « cause » (aimant, bobine...) et qu'un induit subissant les « effets » (conducteur ou circuit).

Mais, une bobine parcourue par un courant crée son propre champ magnétique. Si celui-ci varie, elle va provoquer des phénomènes d'induction appelées ici **auto-induction** car l'inducteur et l'induit sont confondus. [2]

1.2.1 Mise en évidence

L'auto-induction est mise en évidence par des expériences

- Expérience 1 :

La figure 1.9 illustre un circuit d'expérience à 2 voies

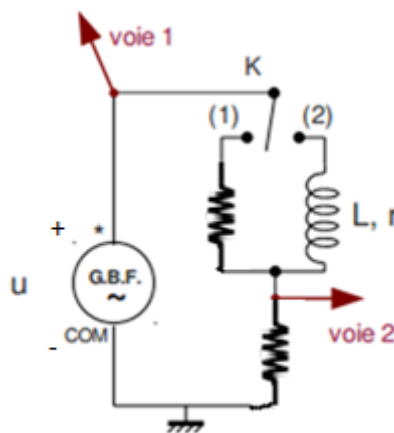


Figure 1.9 : Circuit avec bobine

Les matériels utilisés sont : une résistance $R = 1\text{k}\Omega$, une bobine d'induction $L = 1\text{H}$, oscilloscope, GBF pour fréquence égale à 200 Hz.

La figure 1.10 montre l'allure de la tension aux bornes d'un GBF

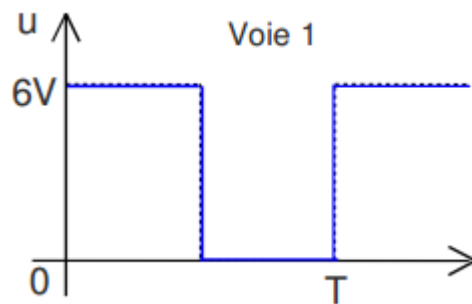


Figure 1.10 : L'allure de la tension u aux bornes de GBF

En mettant l'interrupteur k à la position (1), l'allure de la tension est devenue comme sur la Fig. 1.11 :

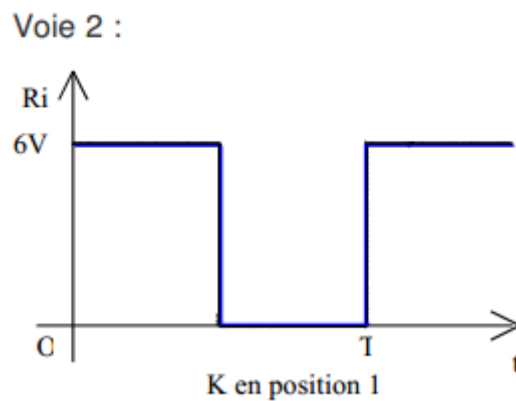


Figure 1.11 : Allure de la tension R_i

En plaçant l'interrupteur K à la position (2), le changement de la forme de l'allure est représenté sur la figure 1.12 :

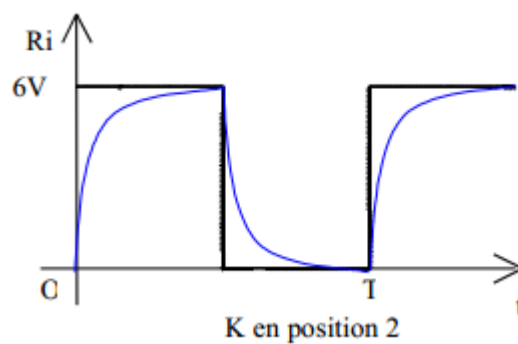


Figure 1.12: Allure de la tension R_i

Pour interpréter cette expérience 1 : la tension u est variable donc le champ magnétique à l'intérieur de la bobine est variable ce qui implique une apparition d'une f.e.m., d'après la loi de Lenz, s'oppose à la cause qui lui a donné la naissance. C'est le phénomène d'auto-induction : la bobine est à la fois inducteur et induit.

- Expérience 2 :

La figure 1.13 illustre le circuit expérimental du phénomène d'auto-induction.

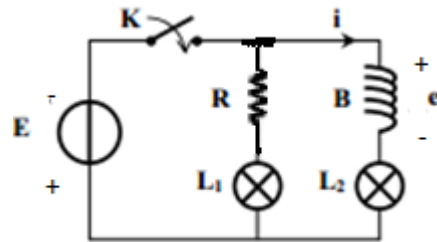


Figure 1.13 : Expérience sur le phénomène d'auto-induction

Il est observé à la fermeture de l'interrupteur K que la lampe L_2 s'allume en retard par rapport à la lampe L_1 qui s'allume instantanément. L'augmentation de l'intensité dans la bobine engendre une augmentation du champ magnétique. Il y a donc un phénomène d'induction et une f.e.m. e négative apparaît aux bornes de la bobine qui va s'opposer à la variation de courant (loi de Lenz). La bobine s'oppose donc à la variation du champ magnétique qu'elle crée elle-même ; d'où le terme auto-induction.

1.2.2 Flux propres et inductances propres

a. Flux propres

Le flux propre est donné par la formule suivante :

$$\Phi_{\text{propre}} = \iint \vec{B}_{\text{propre}} \cdot d\vec{s}$$

Mais pour calculer le champ magnétique il faut faire sortir I de l'intégrale et le flux propre devient :

$$\text{On a } \vec{B}(M) = \oint \frac{\mu_0}{4\pi} I d\vec{l} \wedge \frac{\vec{r}}{r^3}$$

$$\text{Et } \phi_{\text{propre}} = \iint \vec{B}(M) \cdot d\vec{S}$$

Le flux ϕ que la bobine crée et qu'elle embrasse à travers la totalité de ces spires, c'est à dire son flux propre est proportionnel à i .

L : coefficient de proportionnalité exprimé en henry (H), appelé inductance propre de la bobine. [1]

b. Inductance d'une bobine

L'inductance d'une bobine noté L sur la figure 1.14 est le rapport entre la tension u a ses borne et la variation du courant qui traverse cette bobine dans la convention recepteur.

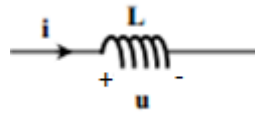


Figure1.14 : Inductance L passant par un courant i

Donc $u = L \frac{\Delta i}{\Delta t}$ avec L en Henry [H] ; i en ampère [A] et en seconde [s].

S'il s'agit d'une bobine longue comme la figure 1.15, l'inductance peut s'exprime simplement en fonction de ces parametre geometrique

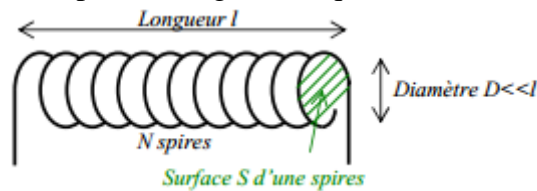


Figure1.15 : Bobine longue

Si le noyau de la bobine est vide, alors :

$L = \mu_0 (N^2 S) / l$ avec L en henry (H) ; S en metres carrés (m^2) ; l en metres (m) et $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ H.m}^{-1}$

1.2.3 Force électromotrice de l'auto-induction

a. Cas général

Ce que l'on voit précédement $\phi_{\text{propre}} = Li$

Et d' apres la loi de Faraday : $e = - \frac{d\phi}{dt}$

Alors la force electromotrice de l'auto-induction est :

$$e = - \frac{d(LI)}{dt} \quad \text{dans le cas generale}$$

Pour avoir la f.e.m (force électromotrice) auto-induction, il varier soit la geometrie soit l'intensité.

b. Pour un circuit indeformable

L'inductance L est constante, donc $e = -L \frac{dI}{dt}$; le signe négatif traduit la loi de Lenz

La f.e.m d'auto-induction e est proportionnelle à la dérivée de l'intensité du courant dans le circuit. Ainsi que :

$$e_{\text{auto}} = -L \frac{di}{dt}$$

1.2.4 Tension aux bornes de la bobine

Il y a deux types de bobine : la bobine idéale et la bobine réelle.

a. Bobine idéale

Une bobine idéale est une bobine dont la résistance est nulle.

Une bobine est considérée comme idéale quand $L \frac{di}{dt} \gg Ri$. La figure 1.16 montre un modèle équivalent de la bobine idéale.



Figure 1.16 : Modèle équivalent d'une bobine idéale

$$U_1 = -e = L \frac{di}{dt}$$

b. Bobine réelle

Une bobine réelle est une bobine avec une résistance r , un schéma équivalent est illustré sur la Fig. 1.17.

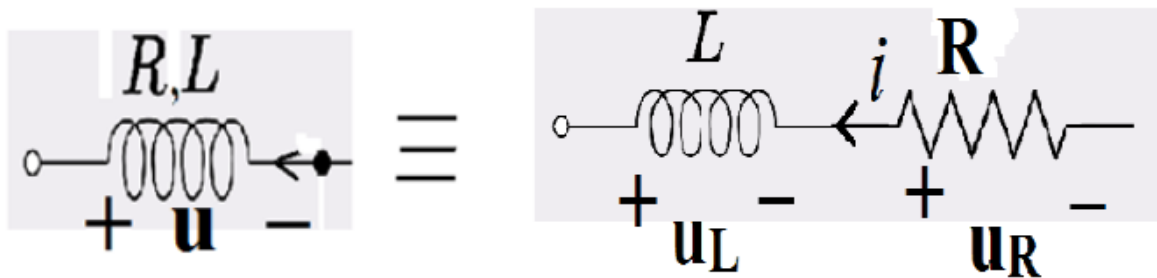


Figure 1.17 : Modèle équivalent d'une bobine réelle

$$u_R = Ri \text{ et } u_L = -e = L \frac{di}{dt}$$

Donc la tension aux bornes d'une bobine réelle est :

$$u = Ri + L \frac{di}{dt}$$

R : résistance interne de la bobine

L : son inductance

u : tension aux bornes de la bobine

En régime continu ($\frac{di}{dt} = 0$), la bobine est équivalente à la résistance r, l'équation devient **$u = r.i$** .

1.2.5 Puissance d'une bobine

La puissance est obtenue à partir du produit de la tension u et du courant i, elle est exprimée en watt [W].

$$u = Ri - e$$

$$P = u.i = R.i^2 + L.i. \frac{di}{dt}$$

$R.i^2$ est toujours positif

$L.i. \frac{di}{dt} > 0$ si $i > 0$ et croissant. P est alors positif, la bobine reçoit de l'énergie

Et $L.i. \frac{di}{dt} < 0$ si $i < 0$ et décroissant. P est alors négative, la bobine restitue de l'énergie

Pour résumer, le phénomène d'auto-induction est basé sur la relation entre l'aimant et la bobine, en introduisant un aimant à l'intérieur d'une bobine. Par la suite, dans le chapitre suivant, une représentation d'un générateur d'énergie est illustrée, toujours en utilisant l'aimant et la bobine.

CHAPITRE 2 : MODELISATION D'UN GENERATEUR D'ENERGIE

C'est la représentation du générateur d'énergie par un autre, plus facile à appréhender. Dans ce chapitre, les études concernant l'aimant sont présentées en premier lieu. Ceci est suivi de la création d'une tension à l'aide d'un aimant et d'une bobine.

2.1. ETUDES CONCERNANT L'AIMANT

Un aimant est un objet capable de produire un champ magnétique. En premier lieu, il y a les aimants dits permanents, c'est-à-dire qui possèdent un champ magnétique propre par exemple certaines roches comme la magnétite ou l'hématite, de la famille des oxydes de fer.

Ce sont ces roches qui ont été utilisées pour fabriquer les premières boussoles. Il existe aussi des aimants non permanents, dont le magnétisme est provoqué (ou induit). Par exemple, en alimentant en courant un bobinage de fil électrique, on obtient un électro-aimant. Un champ magnétique externe (fort) peut aussi induire dans les matériaux un magnétisme non permanent, provoquant soit une attraction, soit une répulsion. [3]

2.1.1 Pôles d'un aimant

Un aimant comporte toujours deux pôles appelés pôle Nord (N) et pôle Sud (S) situés, en général, à ces deux extrémités. Un aimant exerce une action à distance sur un autre aimant. La figure 2.1 illustre trois types d'aimants :

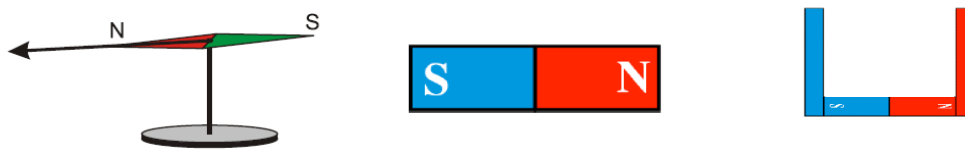


Figure 2.1 : Schéma des différents aimants

Il est indiqué sur la figure 2.2 que deux pôles de même nom se repoussent par contre sur la figure 2.3, deux pôles de nom différent s'attirent.

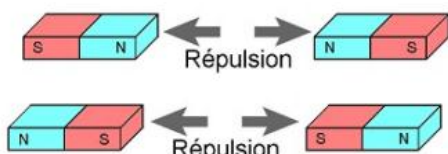


Figure 2.2 : Aimants de même nom



Figure 2.3: Aimant de nom différent

Un aimant a la propriété d'attirer les corps en fer, en nickel, cobalt. Cette attraction a lieu à l'extrémité de l'aimant, c'est-à-dire, dans les pôles de l'aimant.

2.1.2 Champ magnétique d'un aimant

Les sources de champs magnétiques existent à l'état naturel (terre, aimant naturel) ou peuvent être créés artificiellement (aimant, électro-aimant).

a. Champ magnétique en un point

Le champ magnétique en un point est caractérisé par son vecteur champ magnétique \vec{B} . Chaque ligne de champ est orientée de telle façon qu'elle sorte par le pôle Nord (N) et entre par le pôle Sud (S). La figure 2.4 montre les lignes des champs d'une bobine.



Figure 2.4 : Bobine avec ligne des champs

Les lignes de champ magnétique indiquent en tout point du champ la direction et le sens du vecteur \vec{B} : B est tangent aux lignes de champ. Plus les lignes de champ sont denses, plus B est important. Le champ B se caractérise par sa direction, son sens et son intensité qui est exprimé en Tesla T.

\vec{B} { Direction : celle d'une aiguille magnétique placée en ce point
Sens : celui de la force magnétique sur le pôle Nord de l'aiguille
Intensité : d'autant plus grande que les forces magnétiques sont plus importantes.

b. Champ magnétique créé par un aimant droit

Les lignes de champ sortent du pôle Nord et entrent par le pôle sud. La figure 2.5 montre les spectres d'un aimant droit.

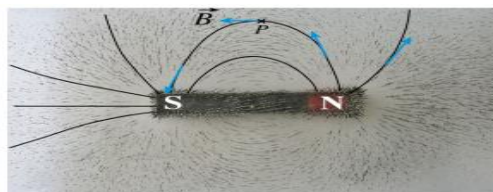


Figure 2.5 : Spectre d'un aimant droit

Les lignes de champ vont de pôle nord au pôle sud et le champ est tangent aux lignes des champs.

c. Champ magnétique créé par un aimant en U

Le champ magnétique à l'intérieure d'un aimant en U sont uniforme, c'est-à-dire, même direction, même sens, même intensité. La figure 2.6 montre un aimant en U.

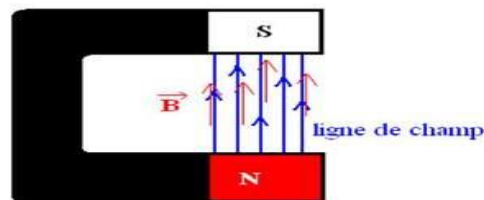


Figure 2.6: Un aimant en U

2.2 CREATION D'UNE TENSION A L'AIDE D'UN AIMANT ET D'UNE BOBINE

La bobine est une composante de base de l'électronique (comme la résistance, le condensateur etc.), elle est constituée d'un enroulement de fil de conducteur formant plusieurs spires. Une bobine traversée par un courant produit par un champ magnétique.

2.2.1 Production d'une tension variable

Faraday et Henry venaient de découvrir *l'induction électromagnétique* qui est la différence de potentiel entre les deux extrémités du fil formant la boucle. La différence de potentiel obtenue s'appelle la *différence de potentiel induite*. Cette différence de potentiel fera un courant si la boucle de fil se referme sur elle-même pour faire un circuit. [4]

Pour cette étude, deux expériences sont conçues : l'introduction d'un aimant à travers une bobine, puis une rotation de la bobine entre deux aimants.

a. Introduction d'un aimant à travers une bobine

En plaçant un aimant devant une bobine de fil de cuivre. Dans le premier cas, on obtient une différence de potentiel induite en approchant ou en éloignant un aimant d'une boucle de fil. La figure 2.7 représente une façon de mesurer la tension aux bornes de la bobine.

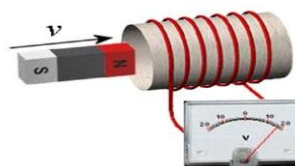


Figure 2.7 : Mesure de la tension aux bornes de la bobine

En observant cette expérience, trois cas sont possibles :

- Il y a une différence de potentielle induite uniquement si l'aimant et la bobine s'approchent ou s'éloignent l'un de l'autre.

- Plus l'aimant déplace rapidement, plus la différence de potentiel induite est importante.

- En approchant l'aimant avec le pôle nord en premier, il y a un courant dans un sens.

En éloignant l'aimant, le courant dans la bobine est dans l'autre sens. La façon de mesurer la tension est montré sur la Fig. 2.8.

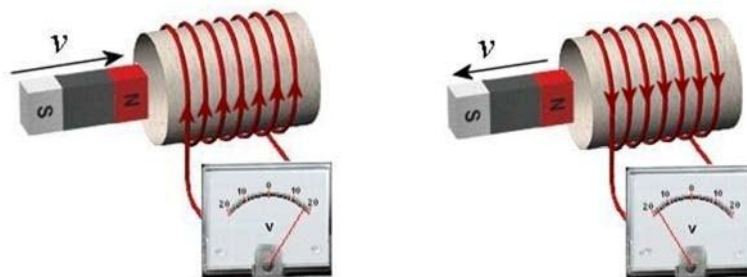


Figure 2.8: Mesure de la tension aux bornes de la bobine

b. Rotation de la bobine entre deux aimants

La rotation de la boucle de fil dans un champ magnétique peut créer une différence de potentielle induite ou un courant induit. La figure 2.9 illustre cette expérience.

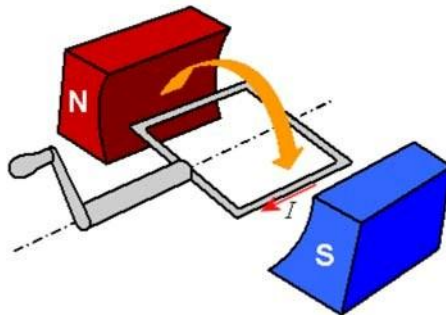


Figure 2.9 : Bobine de cuivre tourne autour d'un aimant

En observant cette expérience, trois cas sont possibles :

- Il y a une différence de potentiel induite uniquement si la bobine tourne. Notez qu'on pourrait obtenir une différence de potentiel en laissant la boucle immobile et en faisant tourner les aimants autour de la boucle.

- Plus la boucle tourne rapidement, plus la différence de potentiel induite est importante.

- La direction du courant dans la boucle alterne pendant la rotation. Le courant est dans un sens pendant la moitié de la rotation et il est dans l'autre sens pendant l'autre moitié de la

direction. Le changement de direction se fait quand le plan de la boucle est perpendiculaire aux lignes de champ.

D'après ces deux expériences, il est possible de produire une tension à l'aide d'un aimant et bobine.

2.2.2 Mise en évidence

Pour mettre en évidence ces phénomènes, on dispose des matériels comme un barreau aimanté ayant 25cm de longueur, dont la section droite est un cercle de 3cm de diamètre et dont l'intensité d'aimantation est de 3.10^5 , une bobine de forme de cerceau annulaire de 4 cm de diamètre, formé de 400 spires en fil de cuivre de 0.4mm de diamètre, un ampèremètre dont le cadre est divisé en 100 parties de chaque côté de son zéro, et dont l'aiguille va au bout de l'échelle pour un courant de 10mA, sa résistance est de 10Ω , sa période d'oscillation propre est de 2s et son amortissement négligeable.

En admettant que le champ produit dans un solénoïde est uniforme sur toute la longueur, quelle intensité faut-il donner au courant inducteur pour que chacune des décharges induites produise un déplacement de l'aiguille atteignant 10 divisions ?

L'équation du mouvement du cadre de l'ampèremètre est :

$$K \frac{d(d\theta)}{dt} + C\theta = Ai \quad (1)$$

A l'équilibre $C\alpha = Ai$,

θ et α sont exprimés en "division". La sensibilité de l'appareil est :

$$\sigma = \frac{\alpha}{i} = \frac{A}{C} = \frac{100}{10} = 10 \text{ divisions /mA}$$

La période est de :

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{K}{C}} = 2s$$

Lorsqu'on plonge assez rapidement l'aimant dans la bobine, la variation de flux $\Delta\phi = N.B_s$, où B_s est le flux sortant de l'aimant, crée une f.é.m $e = \frac{d\phi}{dt}$.

Un courant induit

$$i = \frac{1}{R} \frac{d\phi}{dt}$$

D'où l'équation (1) devient :

$$K \frac{d(\frac{d\theta}{dt})}{dt} + C\theta = -\frac{A}{R} \frac{d\phi}{dt}$$

La variation de flux ayant lieu pendant un instant assez court, - τ à 0, pour que l'aiguille n'ait pas le temps de bouger, on a, en multipliant, tous les termes par dt et en intégrant de $-\tau$ à 0.

$$K \left(\frac{d\theta}{dt} \right) = \frac{A}{R} \int \frac{d\phi}{dt} dt = \frac{A}{R} \Delta\phi = \frac{A}{R} Ns \cdot B$$

Pour $t > 0$, le mouvement du système mobile, lancé avec la vitesse :

$$\left(\frac{d\theta}{dt} \right) = \frac{A}{K} \frac{N\Delta B}{R}$$

Alors

$$\theta \approx \theta_0 \sin \omega_0 t$$

$$\frac{d\theta}{dt} = \theta_M \omega_0 \cos \omega_0 t \approx \theta_M \omega_0, \text{ lorsque } t \text{ tend vers } 0$$

L'amplitude des oscillations est alors :

$$\theta_M = \frac{T}{2\pi} \frac{A}{K} \frac{N \cdot B S}{R}$$

$$\frac{A}{K} = \frac{C}{K} \sigma = \left(\frac{2\pi}{T} \right)^2$$

D'où

$$\theta_M = \frac{2\pi}{T} \frac{NBS}{R} \sigma$$

Dans le barreau aimanté, on a $B = \mu_0(H + J) \approx J\mu_0$ où H est le champ démagnétisant, pratiquement nul.

On rappelle que

$$\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ et } J = 3 \cdot 10^5$$

$$\text{alors } B = 12\pi \cdot 10^{-2} \text{ T}$$

La résistance de la bobine est :

$$R_L = \rho N \frac{\pi D}{\pi \frac{d}{4}} = 4\rho N \frac{D}{d} \frac{1}{4} = 4 \cdot 1,7 \cdot 10^{-8} \cdot 4 \cdot 10^2 \cdot 10^2 = 6,8 \Omega$$

La résistance totale est donc $6,8 + 10 = 16,8\Omega$

Comme

$$s = \frac{9\pi}{4} 10^{-4} \text{ et } \rho = 10^4$$

Alors

$$\Theta_M = \frac{2\pi}{2} 4.12\pi \frac{9\pi}{4} \frac{1}{16,8} 10^2 \cdot 10^{-2} = 65 \text{ divisions}$$

Avec les deux, bobine et ampèremètre, on peut mettre facilement en évidence les phénomènes d'induction.

La bobine est traversée par un flux :

$$\Phi = Ns.B = \mu \frac{N.N}{l} I.\pi.\frac{D.D}{4}$$

Elle est reliée à l'ampèremètre. Et sa résistance est égale à $0,68\Omega$, ce qui, avec l'ampèremètre fait $10,68\Omega$. Quand on coupe le courant I , on a :

$$\Theta_M = \frac{2\pi}{T} \frac{\Phi}{R} \sigma = \frac{2\pi}{2} 4\pi.10^{-7}.16.10^4.I.\pi.\frac{25}{4}.10^{-4} \frac{10000}{10,68} = 10 \text{ divisions}$$

$$\Theta_M (\text{en divisions}) = I (\text{en ampères})$$

Donc **$\Theta_M = 10 \text{ divisions}$** pour **$I = 10 \text{ A}$**

En résumé, la modélisation de ce générateur se présente donc comme la Fig. 2.10 :



Figure 2.10 : Représentation d'un générateur d'énergie

CHAPITRE 3-REALISATION DU GENERATEUR D'ENERGIE

Dans cette partie, il est présenté en premier temps les matériels et les méthodes utilisés. En second temps, les résultats seront illustrés. Pour terminer, des interprétations et des suggestions sont énumérés.

3.1. PRESENTATION DES MATERIELS ET LES METHODES UTILISES

Les matériels sont basés sur les aimants et la bobine.

3.1.1 Les matériels

a. Les aimants

Il existe quatre types d'aimants utilisés dans ce travail qui sont, les aimants ferrites, les aimants néodymes, les aimants alnicos et les aimants samariums cobalts.

i. Les aimants ferrites

Ils sont commercialisés depuis le milieu des années 1950, les aimants ferrites sont utilisés dans de nombreuses applications du fait de leur relativement faible coût de fabrication. Les aimants ferrite sont constitués à plus de 80% d'oxyde de fer et contiennent du strontium ou du baryum en fonction des propriétés magnétiques désirées et sont disponibles en versions isotrope et anisotrope. L'usinage de ce type d'aimant nécessite des outils diamants. Relativement cassante, cette matière est cependant très résistante à la corrosion, acides et solvants, et ses propriétés magnétiques se maintiennent sous des températures largement variables (-40 à +250°C). Les aimants ferrites sont représentés sur la Fig. 3.1. [7]



Figure 3.1 Les aimants ferrites

ii. Les aimants néodymes

Les premiers aimants néodyme ont été mis à disposition de l'industrie dans les années 70. Ces aimants terres rares sont les aimants les plus puissants actuellement commercialisés. Ces aimants, contiennent des « terres rares », des métaux aux propriétés voisines des lanthanides et aux prix très volatiles. Leur processus de fabrication est très complexe et les différentes matières premières doivent être mélangées dans des conditions spécifiques (sous-vide ou gaz inerte). Plus sensibles à l'oxydation que les autres matières magnétiques, les aimants néodyme sont dans la plupart des cas fournis avec traitement de surface, principalement zinc, nickel ou époxy. Par conséquent, les aimants néodymes sont généralement plus coûteux que les autres types d'aimants. De par leur excellente propriété magnétique, les aimants néodymes offrent une grande souplesse d'utilisation en remplacement des matériaux traditionnels tels que les aimants ferrite, alnicos et samarium cobalt, avec une plus grande efficacité et format plus compact. Ces aimants sont donc généralement utilisés pour des applications nécessitant un champ magnétique puissant dans un espace réduit. A titre de comparaison, les aimants néodymes nécessitent jusqu'à cinq fois moins d'espace que les aimants ferrites, à puissance magnétique égale. Néanmoins, ce type d'aimants a une température maximale d'utilisation moins élevée, allant jusqu'à 180°C pour certaines nuances. Pouvant atteindre des produits énergétiques maximales de 53 MGO et disposant d'une haute rémanence et coercivité, les aimants néodyme sont disponibles dans un large éventail de nuances, tailles et formes pour répondre à des applications spécifiques. Les aimants néodymes sont illustrés sur la Fig. 3.2. [7][8]



Figure 3.2 Les aimants néodymes

iii. Les aimants alnicos

Les premiers aimants Alnicos ont été développés dans le début des années 1930. D'abord utilisés dans des applications électroniques militaires lors de la seconde guerre mondiale, ce type d'aimant se développa ensuite très rapidement à des fins civiles. Ils sont composés d'un alliage d'aluminium, de nickel, de cobalt avec du fer, les aimants alnicos ont un coût raisonnable comparés à d'autres matières comme les aimants en néodyme par exemple, et une température maximale d'utilisation de 500°C, les aimants alnicos sont particulièrement bien adaptés à des applications spécifiques dans les secteurs de l'aéronautique et de l'automobile (capteurs). Toutefois, les aimants alnicos sont très sensibles aux facteurs de désaimantation, et doivent par conséquent respecter certaines formes et proportions longueur/diamètre pour éviter ce phénomène. La figure 3.3 illustre les aimants alnicos. [7][9]



Figure 3.3 Les aimants alnicos

iv. Les aimants samariums cobalts

Les aimants samarium cobalt (Sm-Co) sont les premiers aimants à base de terres rares à avoir été commercialisés, dans les années 1960. Du fait de ses propriétés magnétiques très performantes, ce type d'aimants est toujours utilisé dans un grand nombre d'applications haut de gamme. Ces aimants sont très résistants à la corrosion, et peuvent être utilisés jusqu'à des températures de 300°C et sont relativement peu sensibles aux facteurs de désaimantation et correspondent donc parfaitement à des applications pour des moteurs spécifiques. Il est toutefois déconseillé d'utiliser ces aimants en tant que composant structurel dans un assemblage

car ces aimants peuvent s'écailler. Les aimants samariums cobalts sont illustrés sur la Fig. 3.4. [7]



Figure 3.4 Les aimants samariums cobalts

b. La bobine

Une bobine est un rouleau de fils. A l'intérieur d'un ventilateur d'un ordinateur portable se trouve une petite bobine, alors dans ce travail ce ventilateur joue le rôle de la bobine.

La figure 3.5 représente le ventilateur d'un ordinateur portable.



Figure 3.5 Un ventilateur d'un ordinateur portable

3.1.2 Les méthodes

Les méthodes utilisées consistent l'assemblage de ces matériels, qui sont conçus suivant les trois expériences suivantes : la première expérience sera la mise en place des aimants alnicos et des aimants néodymes, la deuxième expérience s'agit de la mise en place des aimants ferrites, et se terminera par la mise en place des aimants des aimants samariums cobalts et des aimants néodymes.

a. Mise en place des aimants alnicos et des aimants néodymes

Un ventilateur d'un ordinateur portable comporte sept pales identiques. Les pales sont toutes inclinées de 15° par rapport à son entour. Des aimants alnicos sont collées un sur chaque pale. Il est conseillé que la dimension des aimants alnicos soit proportionnelle à la surface de la pale.

Quant aux aimants néodymes, un est collé sur chaque angle du quadrilatère du ventilateur. La figure 3.6 illustre cette emplacement.



Figure 3.6 Mise en place des aimants alnicos et des aimants néodymes

b. Mise en place des aimants ferrites

Les aimants ferrites sont placés sur chaque pale du ventilateur. La dimension d'un de ces aimants est à peu près de 3 mm de diamètre. Il faut sept rondelles pour les sept pales du ventilateur. Cette mise en place des aimants ferrites sur chaque pale est représentée sur la Fig. 3.7.



Figure 3.7 : Mise en place des aimants ferrites sur les pales

c. Mise en place des aimants samariums cobalts et des aimants néodymes

Les aimants néodymes sont aussi collés sur chaque angle droit du ventilateur. Tout comme chaque expérience précédente les aimants samariums cobalts sont placés sur les pales. La figure 3.8 illustre cet emplacement.



Figure 3.8 : Mise en place des aimants samariums cobalts et des aimants néodymes

3.2 LES RESULTATS OBTENUS POUR CHAQUE EXPERIENCE

Les résultats de chaque expérience sont énumérés dans ce paragraphe. Premièrement, le résultat de l'association des aimants alnicos avec les aimants néodymes. Deuxièmement, le résultat de l'association des aimants ferrites avec les aimants néodymes. Finalement, le résultat l'association des aimants samariums cobalts avec les néodymes.

3.2.1 Résultat de l'association des aimants alnicos avec les aimants néodymes

Dans cette expérience, il est observé que la pale du ventilateur a mal pour faire un tour. Il n'y a qu'une vibration observée.

Le multimètre est placé à la sortie pour mesurer la tension obtenue et affiche environ 1.5 V.

3.2.2 Résultat de l'association des aimants ferrites avec les aimants néodymes

Dans cette expérience, il est observé qu'il y a un peu de mouvement sur le ventilateur, c'est-à-dire que la pale n'arrive pas aussi à tourner. Mais le résultat est mieux que précédemment. Le multimètre affiche 1.9 V.

3.2.3 Résultat l'association des aimants samariums cobalts avec les néodymes

Dans cette expérience, il est observé que le pale arrive à faire un tour de $\frac{\pi}{2}$ puis elle regagne sa place initiale. Ce résultat est beaucoup mieux que précédemment. A la sortie, il est affiché 2.5 V.

3.3 INTERPRETATIONS ET SUGGESTIONS

3.3.1 Interprétations des résultats

Après avoir passé ces trois expériences, il est observé que le problème ne vient pas seulement des aimants alnicos, ni des aimants ferrites, ni des aimants samariums cobalts, mais de l'aimants néodymes qui sont fixés sur les angles de la pale.

En mettant les aimants sur les ailes, deux cas se présentent :

- Si l'aimant mise en place sur les ailes de la pale a le même nom que celui du disque dur alors le ventilateur commence à bouger un peu.
- Si dans le cas contraire, ils s'attirent et le ventilateur est coincé

Malgré tout essai en échangeant les aimants, la pale du ventilateur quasiment immobile. Le fait d'avoir une vibration n'est pas suffisant pour gagner du courant (ou de la tension) parce que le champ créé par l'aimant n'est pas assez fort pour tenir le ventilateur à tourner infiniment.

3.3.2 Suggestions d'améliorations

L'interprétation des expériences a montré que le problème vient des aimants qui n'arrivent pas à tourner la pale à cause de leurs deux pôles. Il est plus facile de réaliser ce générateur avec un aimant monopole : le principe du monopole magnétique.

a. Historique sur l'aimant monopole

L'existence de monopôles magnétiques est exclue par l'électromagnétisme classique et par la théorie de la relativité, mais en 1931 Paul Dirac en a démontré l'existence théorique dans le cadre de la physique quantique.

En septembre 2009, des chercheurs ont observé des quasi-particules artificielles présentant les propriétés du monopôle magnétique. Mais à ce jour, aucune particule élémentaire "libre" disposant d'un monopôle magnétique n'a été observée. Si une particule élémentaire disposant d'un monopôle magnétique était observée, les conséquences seraient importantes au niveau des théories d'unification des lois fondamentales de la physique car ces dernières s'opposent sur ce point. [8]

b. L'existence du monopole magnétique selon « La physique de particule »

En physique des particules, les monopôles magnétiques seraient un type de particule élémentaire possédant une charge magnétique ponctuelle. Leur existence a été postulée pour la première fois en 1894 par Pierre Curie dans un article sur *la possibilité d'existence de la*

conductibilité magnétique et du magnétisme libre, et Paul Dirac en a formalisé l'aspect quantique en 1931. [9] [10]

Ce type de particule devrait selon Pierre Curie répondre à des lois de symétrie et être chirale (c'est-à-dire présentant deux formes, un peu à la manière des mains, droites et gauches).

Malgré d'intenses recherches, cette sorte de particules n'a pas été observée à ce jour, et ne s'inscrit pas dans la théorie du modèle standard. Mais plusieurs théories de grande unification prévoient l'existence de monopôles ou au moins la possibilité de leur existence à haute énergie. Ces théories ne sont donc actuellement pas encore validées ou invalidées en l'absence d'observations dans leur domaine de prédiction mais on peut imaginer des mécanismes expliquant leur non observation à notre échelle d'énergie habituelle d'observation.

Sa découverte aurait des conséquences importantes, car elle complèterait de façon naturelle la théorie de l'électromagnétisme en rendant les équations de Maxwell complètement symétriques sous la dualité électrique-magnétique et d'autre part elle donnerait une explication naturelle à la quantification de la charge électrique.

3.3.3. Conclusion

Actuellement, toutes les informations sur le monopole magnétique sont toutes restées sur la théorie. Il est malheureusement nécessaire d'avoir cet aimant pour mettre à terme ce générateur d'énergie électrique utilisant des aimants et une bobine.

CONCLUSION

Bref, le monde entier est actuellement noyé dans la dépendance d'énergie électrique, malgré le prix et la qualité de l'offre.

Dans ce travail, nous avons développé un système de générateur d'énergie électrique. Il permettra aux utilisateurs de se faire un bénéfice selon le dépense quotidiennement. Il est conçu à l'aide des aimants : les aimants alnicos, les aimants néodymes, les aimants ferrites et les aimants samariums cobalts et une bobine qui se trouvait à l'intérieur d'un ventilateur d'un ordinateur portable.

Le bon emplacement des aimants sur les pales du ventilateur nous permet de récupérer une quantité modifiable d'une tension continue. Un régulateur est mis en place pour avoir la quantité suffisante pour une consommation localement.

La conception qu'on a réalisée est extensible parce qu'il est possible de viser un grand projet comme l'hélice éolienne, de le convertir indépendant de l'air et de rester en rotation infiniment.

Nous espérons faire une amélioration à notre travail, comme essayer de gagner encore plus de tension et courant. Ainsi avec une découverte de l'aimant monopole le gain en tension sera incroyable.

ANNEXE I : TRANSFORMATEURS

C'est un dispositif électrique qui est capable de changer l'amplitude selon la nécessité de l'utilisateur ou du circuits électrique en aval. Il peut abaisser ou augmenter l'amplitude d'un signal sinusoïdale que l'on voit souvent dans les appareils électroniques et dans les technologies de nos jours.

Le rapport de transformation est donné par la relation : $n = \frac{U_2}{U_1}$

Où U_2 est la tension de sortie et U_1 la tension d'entrée. Pour notre projet, la tension d'entrée est la tension débitée par le moteur



Figure I-1 Types des transformateurs

ANNEXE II : LES COMPOSANTS PASSIFS

1. Les résistances

Les conducteurs ne sont pas tous de bon conducteur d'électricité

Ce qui contient beaucoup d'électron libre comme par exemple l'or, l'argent, le cuivre, le fer sont des excellents conducteurs

L'unité de mesure de la résistance est l'Ohm, son symbole est la lettre grecque oméga (Ω). En électronique, la résistance est utilisée pour réduire la tension en volt et elle a la propriété de ralentir le passage d'un courant électrique dans un conducteur, un corps ou un dispositif quelconque. Ce ralentissement génère de la chaleur par effet Joule.

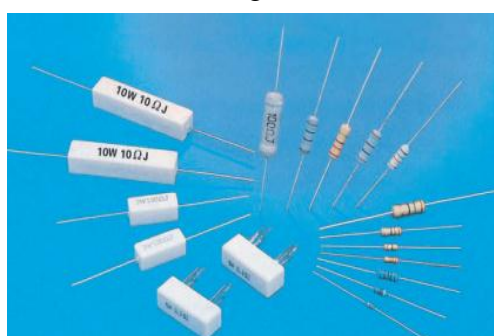


Figure II.1- Type des résistances

Dans notre réalisation, nous utilisons 8 résistances.

Les listes des résistances utilisées sont données par le tableau ci-dessous :

Tableau 2 Liste de résistances

Résistance	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8
Valeurs des résistance (Ω)	22 Ω	230 Ω	230 Ω	27 K Ω	27 K Ω	330 Ω	330 Ω	22 Ω

2. Les condensateurs

L'unité de mesure du condensateur est le Farad, cette unité est trop grande et on utilise principalement le sous multiple picofarad, nanofarad et le microfarad.

Physiquement, un condensateur est constitué de 2 lamelles métalliques séparés par un élément isolant. Sa propriété principale est de pouvoir stocker des charges électriques opposées sur ses armatures. La valeur absolue de ces charges est proportionnelle à la valeur

absolue de la tension qui lui est appliquée. Le condensateur est caractérisé par le coefficient de proportionnalité entre charge et tension appelé capacité électrique et exprimé en farads (F).

La relation caractéristique d'un condensateur idéal est : $i = C \frac{du}{dt}$.

Les signes sont tels que l'électrode par laquelle entre le courant (dans le sens conventionnel du courant : + vers -) voit son potentiel augmenter.

Le condensateur est utilisé principalement pour :

- Stabiliser une alimentation électrique (il se décharge lors des chutes de tension et se charge lors des pics de tension) ; traiter des signaux périodiques (filtrage...) ;
- Séparer le courant alternatif du courant continu, ce dernier étant bloqué par le condensateur ;
- Stocker de l'énergie, auquel cas on parle de super condensateur



Figure III.1 Différentes types des condensateurs

Dans notre réalisation, on utilise simplement deux condensateurs de valeur 0,47 μF

ANNEXE III : LES COMPOSANTS ACTIFS

1. Les diodes

Les diodes se représentent comme un petit cylindre en plastique ou en verre



Figure IV.1 Diodes

Si on applique une tension « alternatif » sur l'anode de la diode, on ne retrouvera que le demi-onde positive sur sa cathode et si on applique aussi une tension « alternatif » sur la cathode de la diode, on retrouvera que le demi-onde négatif sur l'anode

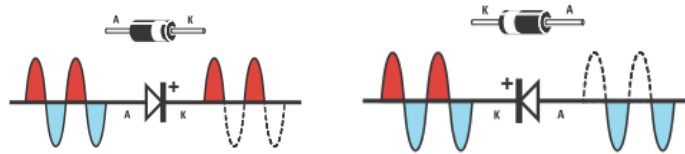


Figure IV.2 Allure du fonctionnement d'une diode

Nous utilisons 2 diodes de référence 1N5402 dans notre réalisation

2. Les transistors

Le transistor est un composant électronique qui est utilisé comme interrupteur dans les circuits logiques, comme amplificateur de signal, pour stabiliser une tension, moduler un signal ainsi que pour de nombreuses autres applications



Figure V.1 Types des transistors

C'est un composant fondamental des appareils électroniques et des circuits logiques. Il existe différents types de transistors comme : Bipolar Junction Transistor (BJT) (NPN, PNP) ; Field Effect Transistor (FET) par exemple : J2N 3819, ... Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor (MOSFET) : N-MOS, P-MOS, ...

- Listes des transistors

Les transistors utilisés sont donnés par le tableau ci-dessous :

Tableau 3 : Liste de Transistors

Transistors	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6
References	2N3055	BD680	BC549	BC549	BD680	2N3055

- Les transistors, les diodes, les résistances, les condensateurs et le transformateur sont les composants que nous utilisons pour réaliser ce convertisseur de tension

REFERENCES

- [01] E411ELM – Magnétostatique, Cours en Licence 2^{ème} année, Mention Electronique, Ecole Supérieure polytechnique d'Antananarivo, Année Universitaire 2014-2015.
- [02] [HTTP://Www.Auto.Org/Electronique/15i-induction-magnétique](http://Www.Auto.Org/Electronique/15i-induction-magnétique)
- [03] [HTTP://Www.A/Electromagnetique/cours/cours-induit](http://Www.A/Electromagnetique/cours/cours-induit)
- [04] [HTTP://Www.induit.Org/Electronique/générateur-courant](http://Www.induit.Org/Electronique/générateur-courant)
- [05] [HTTP://Www.Auto.Org/Electronique/15i-auto-induction](http://Www.Auto.Org/Electronique/15i-auto-induction)
- [06] [HTTP://Www.cours.pdf/magnetostatique/electromotrice](http://Www.cours.pdf/magnetostatique/electromotrice)
- [07] JASON PALMER, , « Magnetic electricity discovered », Science and Technology Reporter, BBC News, Consulté le 18 Octobre 2009.
- [08] PAUL DIRAC, « Quantized Singularities in the Electromagnetic Field », PRS (Proceedings of the Royal Society), London, 1931.
- [09] PIERRE CURIE, « Sur la possibilité d'existence de la conductibilité magnétique et du magnétisme libre », Séances de la Société Française de Physique, Paris, 1894.

Titre : **GENERATEUR D'ENERGIE**

Auteurs :

RANDRIANATENAINA Faliambinitsoa Radotiana (*)

RAZAKAMANANA Herinjatovoniaina Mirana (**)

TOJOSOA Herman (***)

Nombre de page : 36

Nombre de figures : 41

Nombre de tableaux : 02

RESUME

Ce mémoire présente la conception et la réalisation d'un générateur d'énergie électrique. Le système est formé par des aimants et d'une bobine interne d'un ventilateur d'un ordinateur portable. Les aimants sont placés sur les pales et sur les 4 angles du quadrilatère du ventilateur. Trois expériences sont conçues et ont donné respectivement les résultats : 1.5 V, 1.9 V et 2.5V.

Mots clés : Aimant, Bobine

Directeur du mémoire : Monsieur **HERINANTENAINA Edmond Fils**

Contact des auteurs :

+261 34 23 888 99 (*)

+261 34 67 006 08 (**)

+261 32 50 842 74 (***)

E-mail : htojosoa95@gmail.com (***)