Modèle de l'alternateur 33009

NOTICE

Scannez
et découvrez !

Pour scanner, téléchargez l'app Unitag gratuite sur unitag.io/app

Retrouvez l'ensemble de nos gammes sur : www.pierron.fr

PIERRON
ÉQUIPEMENT PÉDAGOGIQUE SCIENTIFIQUE

PIERRON - ASCO & CELDA • CS 80609 • 57206 SARREGUEMINES Cedex • France
Tél. : 03 87 95 14 77 • **Fax :** 03 87 98 45 91
E-mail : education-france@pierron.fr

Présentation

1 - Introduction

Ce dispositif met immédiatement en évidence l'intérêt d'un alternateur, convertisseur d'énergie mécanique en énergie électrique suffisante pour produire l'éclairage d'une lampe à incandescence.

Il est conçu pour étudier et approfondir au besoin, les savoirs et savoir-faire du programme, à partir d'un ensemble d'expériences qui permettent de :

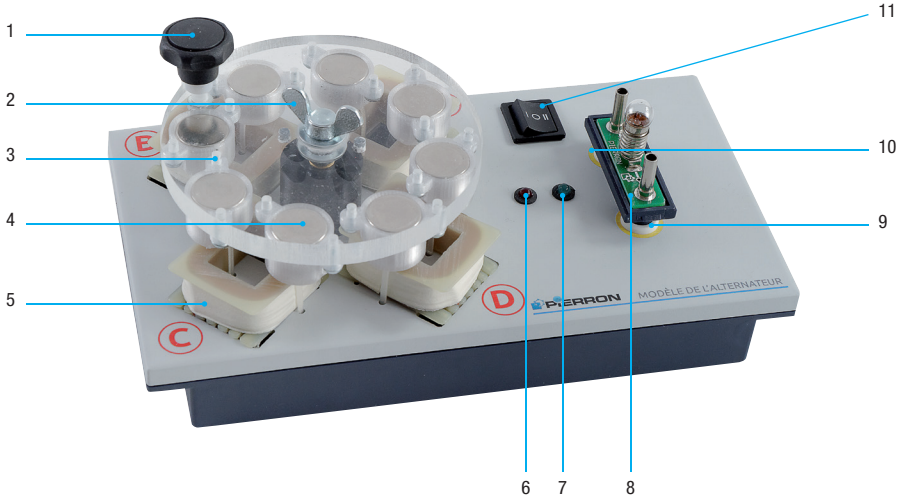
- montrer qu'un alternateur produit de l'énergie électrique ;
- reconnaître et caractériser les éléments principaux d'un modèle d'alternateur : source de champ magnétique, bobines de fil conductrices ;
- montrer la création d'un champ magnétique par une bobine parcourue par un courant ;
- mettre en évidence le phénomène d'induction électromagnétique et ce qui le caractérise ;
- faire ressortir les paramètres qui influent sur l'importance de ce phénomène ;
- étudier la nature de la f.é.m. d'induction et montrer les paramètres qui influent sur ses caractéristiques ;
- montrer comment on passe de l'expérience de principe (phénomène d'induction électromagnétique) au dispositif pratique : l'alternateur.

2 - Contenu de l'emballage

- Un modèle de l'alternateur
- Une lampe à incandescence sur un cavalier SÉCUCONTACT®
- Une notice

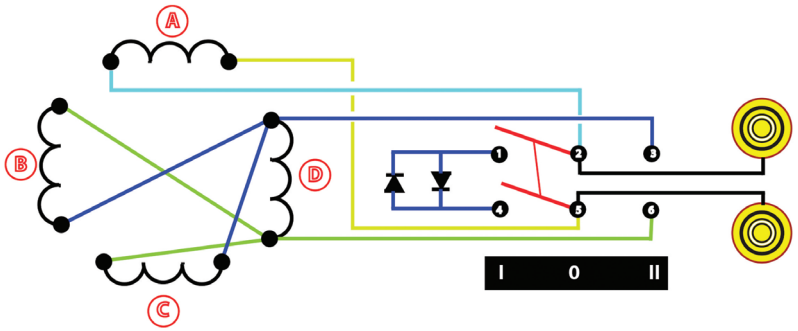
Caractéristiques

- 4 bobines de 900 spires (30 Ω ; U_{max} = 6 V ; I_{max} = 200 mA)
- 8 aimants néodyme
- Lampe 4 V / 40 mA au culot E10
- Raccordement sur douilles double puits Ø 4 mm
- Dimensions du support : 240 x 127 x 36 mm



(1) : Manivelle pour la rotation du plateau
(2) : Vis papillon pour la fixation du plateau
(3) : Plateau mobile, porte-aimants
(4) : Aimants (x8)
(5) : Bobines (x4) notées A, B, C et D
(6) : LED rouge
(7) : LED verte
(8) : Lampe E10 sur support
(9) : Douille double puits (D2)
(10) : Douille double puits (D1)
(11) : Commutateur à trois positions (I 0 II)

Détails de la connectique



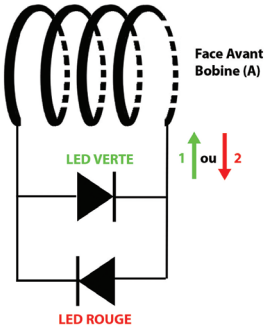
Le montage électrique ci-dessus comprend :

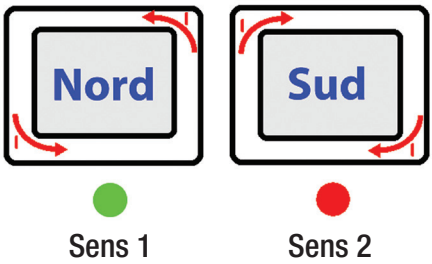
- un commutateur trois positions : **I 0 II** avec six bornes notées : **1**, **2**, **3**, **4**, **5**, **6** ;
- quatre bobines :
  - seule la bobine (**A**) est connectée aux deux douilles $\mathbf{D_1}$ et $\mathbf{D_2}$;
  - les trois autres bobines (**B**), (**C**) et (**D**) sont connectées en dérivations aux bornes **3** et **6**, dans le même sens d'enroulement ;

- deux diodes associées en parallèles, montées en inverse l'une de l'autre, connectées en **1** et **4** ;
- deux douilles double-puits connectées aux bornes **2** et **5**.

Le schéma ci-dessous indique la connexion de la bobine aux deux LED en mettant en évidence le sens de son enroulement, précision importante pour interpréter le phénomène d'induction électromagnétique en accord avec la loi de Lenz. Ainsi :

- Si le courant induit parcourt la bobine (**A**) dans le **sens 1**, la LED **verte** éclaire et la face avant de la bobine présente un pôle **NORD** ;
- Si le courant induit parcourt la bobine (**A**) dans le **sens 2**, la LED **rouge** éclaire et la face avant de la bobine présente un pôle **SUD**.





Vues de la face avant de la bobine A

Remarques pratiques importantes

Selon la position du commutateur **I 0 II**, on réalise ainsi les connexions suivantes :

- **I** : la bobine (**A**) est connectée au circuit comportant les deux LED et aussi $\mathbf{D_1}$ et $\mathbf{D_2}$ (voir remarque importante ci-après) ; ainsi lorsqu'on produit un courant induit dans cette bobine, l'une ou l'autre des deux LED éclairent.
  Ici, il est impératif de veiller à ce qu'aucun générateur ne soit connecté aux deux douilles D_1 et D_2. On évitera ainsi toute erreur expérimentale qui détériorerait les diodes ($U_{max} \approx 1{,}7$ V / 1,9 V).
  Tout le mode opératoire proposé ci-après élimine cette possibilité : il n'y aucun intérêt pratique à connecter un dipôle en D_1 et D_2.
- **0** : la bobine (**A**) peut être alors connectée à un dipôle externe par l'intermédiaire des deux douilles $\mathbf{D_1}$ et $\mathbf{D_2}$. Ce sera le cas d'un générateur (***pile 1,5 V***) ou de la lampe à incandescence *(8)* ou d'un oscilloscope.

Dans le cas d'utilisation d'un générateur, il convient de respecter strictement les caractéristiques de la bobine (*§ Caractéristiques*).
Ainsi pour éviter tout risque, on propose d'utiliser une pile 1,5 V.

- **II** : les quatre bobines se trouvent alors associées en dérivation : chaque bobine constitue une dérivation dont les nœuds sont matérialisés par les deux douilles ; on sera amené à les connecter à la lampe à incandescence *(8)* ou à un oscilloscope.

Expérimentation

1 - Présentation de l'alternateur en fonctionnement

1.1. Matériel nécessaire

- ❏ Une maquette Alternateur
- ❏ Une lampe à incandescence *(8)*

1.2. Objectif

Il s'agit de :

- présenter un alternateur en fonctionnement qui permet l'éclairage d'une lampe à incandescence ;
- montrer qu'il s'agit d'un convertisseur d'énergie mécanique en énergie électrique.

1.3. Mode opératoire

- Placer la maquette de l'alternateur sur un plan de travail, commutateur en position **II**.
- Enficher la lampe *(8)* dans les douilles *(9)* et *(10)*.
- Mettre en rotation le plateau *(3)* à l'aide de la manivelle *(1)* qui peut servir de lanceur pour obtenir une vitesse de rotation plus grande.
- Observer le résultat de cette opération sur la lampe, au fur et à mesure que le plateau ralenti ; en déduire quel paramètre influe sur l'importance de l'effet observé.
- Déterminer le rôle de l'alternateur d'un point de vue énergétique.

On observe que, pour une certaine vitesse de rotation du plateau, la lampe éclaire, d'autant plus que la vitesse de rotation est grande.
L'alternateur est un convertisseur d'énergie : il convertit l'énergie mécanique en énergie électrique.

2 - Étude des éléments principaux de l'alternateur

Cette étude fait suite à l'expérimentation précédente.

2.1. Matériel

- ❏ Une maquette Alternateur seule (la lampe *(8)* est enlevée)

Matériels non fournis :

- ❏ Un interrupteur, réf. 04162.10
- ❏ Une pile 1,5 V de type AA ou LR6, réf. 06340.10
- ❏ Une boussole, réf. 00056.10
- ❏ Un aimant droit avec pôles Nord et Sud repérés, réf. 03052.10
- ❏ Des fils de connexion

2.2. Objectif

Il s'agit d'identifier les éléments fonctionnels qui composent ce modèle d'alternateur.

2.3. Recherche des éléments constitutifs de l'alternateur

- Observer le dispositif et émettre des hypothèses sur les éléments fonctionnels qui le composent.

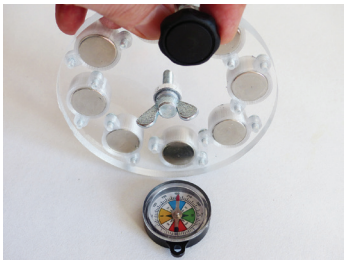
On peut supposer la présence de huit aimants cylindriques et de quatre bobines de fil conductrices.

2.4. Identification des éléments de l'alternateur

Enlever le plateau *(3)* en dévissant la vis papillon *(2)*.

2.4.1. Identification des aimants

- Approcher une boussole (ou le pôle d'un aimant) au voisinage de chacune des bases d'un cylindre *(4)* du plateau *(3)*.
- Noter l'effet observé sur la boussole (ou le pôle de l'aimant).
- Identifier alors la nature de cet objet cylindrique ; par suite, déterminer ses pôles, et ce, pour chaque cylindre.

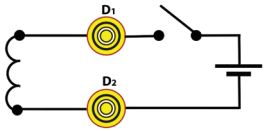


L'effet sur la boussole (ou un pôle de l'aimant) placé au voisinage d'une base d'un cylindre met en évidence que chaque cylindre est un aimant dont on identifie facilement un pôle Nord et un pôle Sud.

On a ainsi huit aimants cylindriques dont les pôles sont disposés alternativement sur le plateau.

2.4.2. Identification de la bobine (A) : champ magnétique créé par un courant

- Placer le commutateur en position **0** : seule la bobine (**A**) est connectée aux douilles $\mathbf{D_1}$ et $\mathbf{D_2}$.
- Connecter aux douilles $\mathbf{D_1}$ et $\mathbf{D_2}$, la portion série : interrupteur, pile 1,5 V avec trois fils de connexion.
  La bobine (**A**) est déjà reliée aux deux douilles via le commutateur en position **0**.



- Tenir verticalement la maquette (*Fig.1* ci-dessous).
- Fermer le circuit.
- Approcher la boussole au voisinage de la face « avant » de la bobine et observer le résultat. En déduire l'effet que produit le courant dans la bobine.
- Inverser les connexions du générateur et refaire l'expérience précédente (*Fig. 2* ci-dessous).

Fig. 1

Fig. 2

- Conclure sur l'effet et le sens du courant dans une bobine.

Une bobine parcourue par un courant continu crée un champ magnétique : une face correspond à un pôle Nord et l'autre à un pôle Sud. Les pôles s'inversent si on inverse le sens du courant.

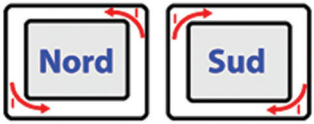


Fig. 1 Fig. 2

La nature de chaque pôle de la bobine dépend du sens du courant **I** ; ce que l'on peut retrouver en utilisant la règle du tire-bouchon de Maxwell : exemple ci-contre, vue de la face « avant » de la bobine.

Cette connaissance du sens du courant et de la nature du pôle pourra être réinvestie dans l'exploitation du phénomène d'induction électromagnétique *§ 3*.

2.4.3. Hypothèse sur le principe d'un alternateur

- À partir des expériences précédentes (*§ 1* et *§ 2*), émettre une hypothèse pour interpréter l'éclairement de la lampe.

C'est le déplacement des aimants au voisinage des bobines qui est responsable de l'éclairement de la lampe.
Il y a création d'un courant dans le circuit de la lampe qui illustre le phénomène d'induction électromagnétique.

C'est la présentation de ce phénomène qui fait l'objet du paragraphe suivant.

3 - Étude du phénomène d'induction électromagnétique

3.1. Matériel

❏ Une maquette Alternateur : plateau *(3)* enlevé, lampe *(8)* enlevée

Matériels non fournis :

❏ Un aimant droit avec pôles Nord et Sud repérés, réf. 03052.10
❏ Des fils de connexion

3.2. Objectif

Il s'agit de mettre en évidence le phénomène d'induction électromagnétique et de déterminer ce qui le caractérise, en relation ou non, selon le programme, avec les lois de Lenz et de Faraday.

3.3. Expériences d'induction électromagnétique dans une bobine

- Placer la maquette (sans le plateau *(3)*, ni la lampe *(8)*) sur un plan de travail.
- Placer le commutateur en position **I** : ce qui met en jeu la seule bobine (**A**) et les deux LED colorées.
- Approcher plus ou moins rapidement le pôle Nord (ou Sud) de l'aimant vers la bobine : observer le résultat au niveau des LED.
- Faire de même en éloignant le pôle Nord (ou Sud) de l'aimant.
- En déduire la fonction d'un alternateur.
- Interpréter les résultats, selon le programme de la classe, à l'aide des lois de Lenz et de Faraday.

Illustrations

Pour approcher l'aimant et montrer facilement son effet, on peut prendre appui sur la maquette, approcher l'aimant de la bobine (**A**) et effectuer un mouvement plus ou moins sec du poignet (*Fig. 3*), dans ce seul sens.

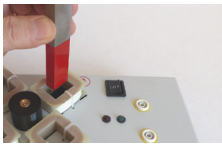


Fig. 3

Pour éloigner l'aimant, introduire l'aimant dans la bobine et le retirer avec un mouvement plus ou moins sec du poignet (*Fig. 4*), dans ce seul sens.

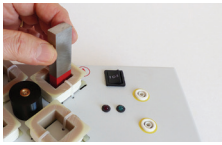


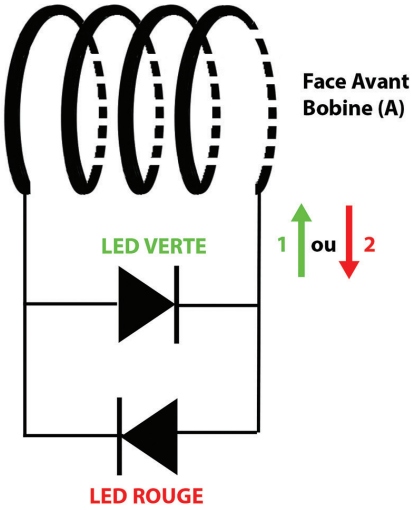
Fig. 4

On observe qu'en approchant le pôle Nord de l'aimant en direction de la bobine, la LED verte s'allume brièvement plus ou moins « fort », si le mouvement est plus ou moins rapide. En le retirant, c'est le même constat mais avec la LED rouge.
Si on fait les mêmes expériences avec le pôle Sud de l'aimant, les résultats sont inversés au niveau des LED.
On peut ainsi produire un courant qui circule alternativement dans un sens ou dans l'autre par un va-et-vient d'un aimant au voisinage d'une face de la bobine : d'où la fonction d'alternateur.

La loi de Lenz : le sens du courant induit dans la bobine est tel que les effets qu'il produit s'opposent à la cause qui lui donne naissance.

Pôle Nord approché

L'éclairement de la LED verte montre qu'un courant induit circule dans la bobine dans le sens **1**. La face Avant de la bobine est un pôle Nord qui tend à s'opposer à l'approche du pôle Nord de l'aimant.



Pôle Nord éloigné

L'éclairement de la LED rouge montre qu'un courant induit circule dans la bobine dans le sens **2**. La face Avant de la bobine est un pôle Sud qui tend à s'opposer à l'éloignement du pôle Nord de l'aimant.

Pôle Sud approché

L'éclairement de la LED rouge montre qu'un courant induit circule dans la bobine dans le sens **2**. La face Avant de la bobine est un pôle

Sud qui tend à s'opposer à l'approche du pôle Sud de l'aimant.

Pôle Sud éloigné

L'éclairement de la LED verte montre qu'un courant induit circule dans la bobine dans le sens **1**. La face Avant de la bobine est un pôle Nord qui tend à s'opposer à l'éloignement du pôle Sud de l'aimant.

La loi de Faraday :

$$e = -\frac{d\Phi}{dt} \quad \text{avec} \quad \Phi = N.\vec{S}.\vec{B}$$

où N nombre de spires de la bobine, $\vec{S}$ vecteur surface de la bobine et $\vec{B}$ champ d'induction magnétique.
L'effet, lié à la f.é.m. d'induction produite, est d'autant plus important que la variation du flux est grande.

4 - De l'induction électromagnétique au principe de l'alternateur

4.1. Matériel

- ❏ Une maquette Alternateur
- ❏ Une lampe à incandescence (4 V / 40 mA)

4.2. Objectif

Il s'agit de :

- montrer le principe d'un alternateur, générateur de courant alternatif qui permet l'éclairement d'une lampe ;
- augmenter les performances de l'alternateur : modèle de la maquette Alternateur.

4.3. Expérimentation

Il est utile de mettre à profit ici le fait que les deux LED n'ont pas exactement la même tension de seuil, tension minimale d'éclairement : **1,7 V** pour la LED rouge et **1,9 V** pour la LED verte.

4.3.1. Principe d'un alternateur

- Placer la maquette de l'alternateur sur un plan de travail (avec plateau *(3)* en place, sans la lampe *(8)*).
- Placer le commutateur en position **I**.

La bobine (**A**) est alors connectée aux seules LED.

- Faire tourner le plateau plus ou moins rapidement et observer l'éclairement des LED jusqu'à l'arrêt de rotation du disque.
- Interpréter le résultat pour montrer que l'on a créé un alternateur.

On observe que les LED clignotent : ce qui met en évidence l'existence d'un courant alternatif créé par le déplacement des aimants au voisinage de la bobine, par induction électromagnétique.

Autrement dit, les variations du champ magnétique, produit par les aimants « alternés » en mouvement au voisinage de la bobine, créent une f.é.m. d'induction alternative et donc un courant alternatif dans le circuit comprenant la bobine. Tension et intensité du courant sont suffisantes pour permettre l'éclairement des LED.
L'éclairement est d'autant plus important que la vitesse de rotation du disque est grande, donc que les variations du champ magnétique au voisinage de la bobine sont grandes.

Remarque :
En fin de rotation, seule la LED rouge éclaire alternativement car la tension devient insuffisante (< 1,9 V) pour l'éclairement de la LED verte.

4.3.2. Utilité d'un alternateur

- Placer la maquette de l'alternateur sur un plan de travail.
- Placer le commutateur en position **0** et la lampe *(8)* enfichée dans les deux douilles *(9 et 10)*.
  La bobine (**A**) est alors connectée à la seule lampe.
- Faire tourner le plateau plus ou moins rapidement et observer l'éclairement de la lampe jusqu'à l'arrêt de rotation du disque.
- Interpréter le résultat.

On retrouve l'interprétation précédente. L'alternateur produit une tension et un courant d'intensité suffisants pour l'éclairement de la lampe. Cet éclairement est inférieur à son éclairement normal car l'intensité du courant est insuffisant pour répondre aux conditions nominales d'utilisation de la lampe (4 V / 40 mA).

4.3.3. De l'alternateur de principe au modèle d'alternateur de la maquette

- Placer la maquette de l'alternateur sur un plan de travail.
- Placer le commutateur en position **II** et la lampe *(8)* dans les deux douilles *(9 et 10)*.
  Les quatre bobines sont alors connectées à la seule lampe.
- Faire tourner le plateau plus ou moins rapidement et observer l'éclairement de la lampe jusqu'à l'arrêt de rotation du disque.
- Comparer son éclairement avec celui de la situation *§ 4.3.2* à vitesse de rotation voisine.

  Remarque :
  Il peut être commode de faire la comparaison en basculant très rapidement le commutateur de la position **II** à **0**, de **0** à **II**, etc… au cours de la rotation.

- Interpréter le résultat en prenant en compte le branchement des quatre bobines dans le circuit.

L'éclairement de la lampe est plus important car l'intensité du courant qui la traverse est plus important : l'intensité de ce courant principal est la somme des intensités des courants dérivés produits dans chacune des bobines.

5 - L'alternateur, un générateur de tension alternative

5.1. Matériel

- ❏ Une maquette Alternateur
- ❏ Une lampe à incandescence (4 V / 40 mA)

Matériels non fournis :

- ❏ Un oscilloscope, réf 15587.10
- ❏ Des fils de connexion

5.2. Objectif

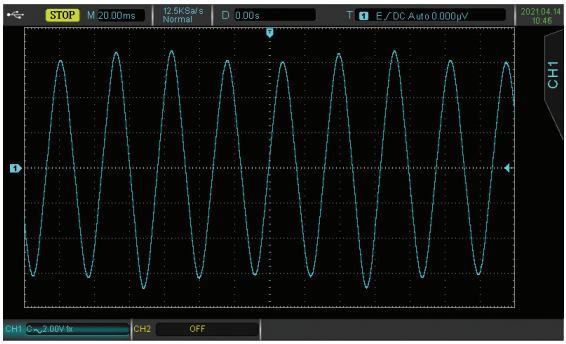
Selon les conditions expérimentales choisies, il s'agit de montrer les caractéristiques de la f.é.m. d'induction et du courant induit produits.

5.3. Expériences

5.3.1. Expérience 1 : Caractéristiques de la f.é.m. d'induction aux bornes de la bobine (A)

- Placer la maquette sur un plan de travail, avec plateau *(3)* en place (sans la lampe *(8)*).
- Placer le commutateur en position **0**.
  Seule la bobine (**A**) est alors concernée.
- Brancher un oscilloscope aux bornes des deux douilles *(9 et 10)*.
- Faire tourner le plateau plus ou moins rapidement et observer l'oscillogramme obtenu.

Illustration :

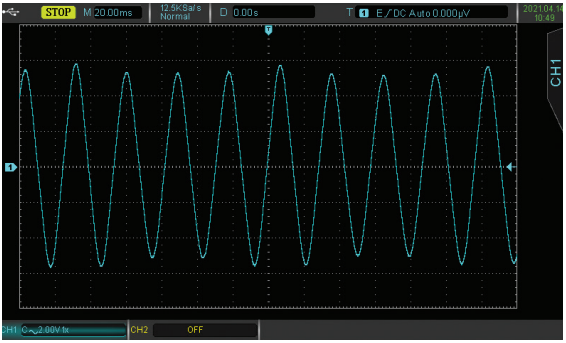


La tension produite est alternative (non sinusoïdale), périodique, d'amplitude 6,0 V (dans les conditions de rotation du disque).
Ses caractéristiques, période et amplitude, dépendent de la vitesse de rotation du disque.

5.3.2. Expérience 2 : F.é.m. et intensité du courant induit

- Placer la maquette sur un plan de travail.
- Placer le commutateur en position **0** et la lampe *(8)* dans les deux douilles *(9 et 10)*.
- Brancher un oscilloscope aux bornes de la lampe.
- Faire tourner le plateau plus ou moins rapidement.
- Observer et interpréter le résultat : lampe et oscillogramme.

Illustration :

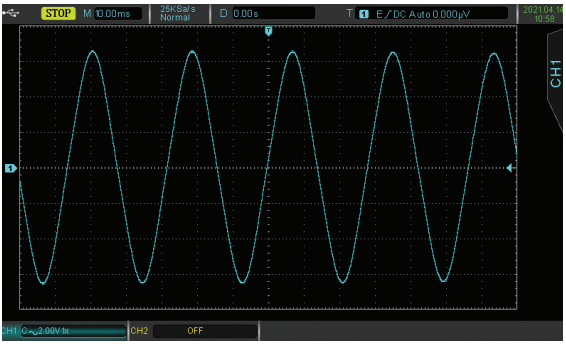


Il est possible de produire un faible éclairement de la lampe. La tension produite est alternative, périodique, d'amplitude 4,7 V environ (dans les conditions de rotation du disque).
La tension produite est supérieure au point de fonctionnement de la lampe (> 4 V) mais l'intensité du courant induit est trop faible pour produire l'éclairage normal de la lampe.

5.3.3. Expérience 3 : Un alternateur qui produit un courant d'intensité notable

- Placer la maquette sur un plan de travail.
- Placer le commutateur en position **II** et la lampe *(8)* dans les deux douilles *(9 et 10)*
  Les quatre bobines sont alors en jeu.
- Brancher un oscilloscope aux bornes de la lampe.
- Faire tourner le plateau plus ou moins rapidement et observer le résultat : oscilloscope et lampe.
- Interpréter le résultat notamment en ce qui concerne le montage des bobines.

Illustration :



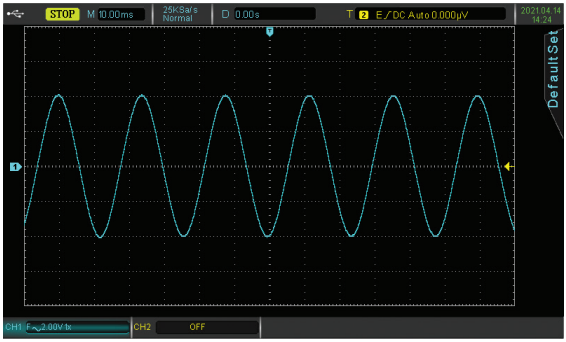
La tension produite est une tension pratiquement sinusoïdale, d'amplitude 6,0 V environ (dans les conditions de rotation du disque)
La lampe éclaire plus fort : l'intensité du courant produit est alors plus importante. Ce qui s'explique par un montage en dérivation des quatre bobines : les intensités des courants dérivés de chaque bobine s'ajoutent dans le courant principal de la lampe.

Ce modèle d'alternateur de démonstration est conçu pour s'adapter aux caractéristiques des bobines et des aimants utilisés. Ce qui fait qu'il diffère quelque peu des alternateurs industriels mais est fondé sur le même principe de l'induction électromagnétique.

Prolongement :

- Reprendre l'expérience précédente en ayant auparavant dévisser le plateau *(3)*, à l'aide de la vis papillon *(2)*, de façon à éloigner la partie inférieure des aimants *(4)* d'un centimètre environ des bobines *(5)*.
- Observer et interpréter le résultat.

Illustration :



La tension produite est une tension pratiquement sinusoïdale, d'amplitude 4,0 V environ (dans les conditions de rotation du disque)
On observe que la lampe éclaire moins fortement à vitesse de rotation identique (ou avoisinante).
En dévissant, on éloigne le plateau des bobines, ce qui diminue l'intensité **B** du champ magnétique au niveau de chaque bobine (un des facteurs de la loi de Faraday) et donc la f.é.m. d'induction.

1 - Entretien

Aucun entretien particulier n'est nécessaire au fonctionnement de votre appareil.
Toutes les opérations de maintenance ou de réparation doivent être réalisées par PIERRON - ASCO & CELDA. En cas de problème, n'hésitez pas à contacter le Service Clients.

2 - Garantie

Les matériels livrés par PIERRON - ASCO & CELDA sont garantis, à compter de leur livraison, contre tous défauts ou vices cachés du matériel vendu. Cette garantie est valable pour une durée de 2 ans après livraison et se limite à la réparation ou au remplacement du matériel défectueux. La garantie ne pourra être accordée en cas d'avarie résultant d'une utilisation incorrecte du matériel.
Sont exclus de cette garantie : la verrerie de laboratoire, les lampes, fusibles, tubes à vide, produits, pièces d'usure, matériel informatique et multimédia.
Certains matériels peuvent avoir une garantie inférieure à 2 ans, dans ce cas, la garantie spécifique est indiquée sur le catalogue ou document publicitaire.
Le retour de matériel sous garantie doit avoir notre accord écrit.
Vices apparents : nous ne pourrons admettre de réclamation qui ne nous serait pas parvenue dans un délai de quinze jours après livraison au maximum. À l'export, ce délai est porté à un mois.
La garantie ne s'appliquera pas lorsqu'une réparation ou intervention par une personne extérieure à notre Société aura été constatée.

ÉQUIPEMENT PÉDAGOGIQUE SCIENTIFIQUE

PIERRON - ASCO & CELDA
CS 80609 • 57206 SARREGUEMINES Cedex • France
Tél. : 03 87 95 14 77
Fax : 03 87 98 45 91
E-mail : education-france@pierron.fr