

CL-1902_053242
ENSEMBLE D'ÉLECTROMAGNÉTISME

MANUEL DE L'ÉTUDIANT

CL1902-97-V2022-2

© **ConsuLab Educatech Inc, 2022. Tous droits réservés.**

Aucune partie de cet ouvrage ne peut être reproduite ou transmise sous quelque forme que ce soit, par quelque moyen que ce soit, électronique, mécanique, y compris par photocopie et enregistrement, ou par tout système de stockage ou de recherche d'informations, sans l'autorisation écrite de l'éditeur. Imprimé au Canada..

Consulab Educatech Inc
4210, rue Jean-Marchand
Québec, QC G2C 1Y6 Canada
Téléphone : 418.688.9067
800.567.0791 / 810.222.4525 (É.-U.)
Télécopieur : 418.843.3444
Courriel : info@consulab.com
Site Internet : www.consulab.com

TABLE DES MATIÈRES

Introduction.....	5
Stratégies pédagogiques.....	5
Modules didactiques.....	6
Instruments.....	8
Théorie	
Magnétisme.....	11
Électromagnétisme.....	13
Les lois de Faraday.....	16
Solénoïde électromagnétique.....	17
Auto-inductance.....	18
Induction mutuelle.....	19
Système d'allumage automobile.....	20
Règle de la main droite 21	
Système de charge d'un alternateur CA.....	22
Générateur CC.....	22
Circuit de charge de l'alternateur.....	25
Fonctionnement du moteur.....	28
ACTIVITÉS D'APPRENTISSAGE	
Module A-1	
SA-1 Activité d'apprentissage de niveau 1 — Champs magnétiques.....	31
SA-1 Activité d'apprentissage de niveau 1 — Feuille des résultats.....	33
SA-2 Activité d'apprentissage de niveau 2 — Electroaimants.....	34
SA-2 Activité d'apprentissage de niveau 2 — Feuille des résultats.....	36
SA-3 Activité d'apprentissage de niveau 3 — Lois de Faraday.....	37
SA-3 Activité d'apprentissage de niveau 3 — Feuille des résultats.....	39
Module A-2	
SA-4 Activité d'apprentissage de niveau 1 — Inversion de polarité.....	40
SA-5 Activité d'apprentissage de niveau 2 — Solénoïde électromagnétique.....	42
SA-6 Activité d'apprentissage de niveau 3 — Solénoïde et actionneur.....	44
SA-6 Activité d'apprentissage de niveau 3 — Feuille des résultats.....	46
Test sur les modules A-1 et A-2.....	47
Test sur les modules A-1 et A-2 — Feuille de réponses.....	49
Module B-1 et Module B-2	
SA-7 Activité d'apprentissage de niveau 1 — Auto-inductance.....	50
SA-7 Activité d'apprentissage de niveau 1 — Feuille des résultats.....	53
SA-8 Activité d'apprentissage de niveau 2 — Inductance mutuelle.....	54
SA-9 Activité d'apprentissage de niveau 3 — Indemnité mutuelle.....	56

Module C

SA-10	Activité d'apprentissage de niveau 1 — Action du noyau central	57
SA-11	Activité d'apprentissage de niveau 2 — Induction mutuelle.....	59
SA-12	Activité d'apprentissage de niveau 3 — Action de l'induction mutuelle.....	61
SA-12	Activité d'apprentissage de niveau 3 — Feuille des résultats.....	63
	Test sur les modules B-1, B-2 et C	64
	Test sur les modules B-1, B-2 et C — Feuille des résultats	68

Module D

SA-13	Activité d'apprentissage de niveau 1 — Règle de la main droite 69	
SA-14	Activité d'apprentissage de niveau 2 — Flux de la main droite	70
SA-15	Activité d'apprentissage de niveau 3 — Déplacement des roues du chariot.....	71
SA-15	Activité d'apprentissage de niveau 3 — Feuille des résultats.....	74
	Test sur le module D	75
	Test sur le module D — Feuille des résultats	77

Module E

SA-16	Activité d'apprentissage de niveau 1 — Génération du courant	78
SA-17	Activité d'apprentissage de niveau 2 — Redressement à simple alternance	79
SA-18	Activité d'apprentissage de niveau 3 — Redressement à double alternance	80
SA-18	Activité d'apprentissage de niveau 3 — Feuille des résultats.....	82
	Test sur le module E	83
	Test sur le module E — Feuille de réponse.....	87

Module F-1 et Module F-2

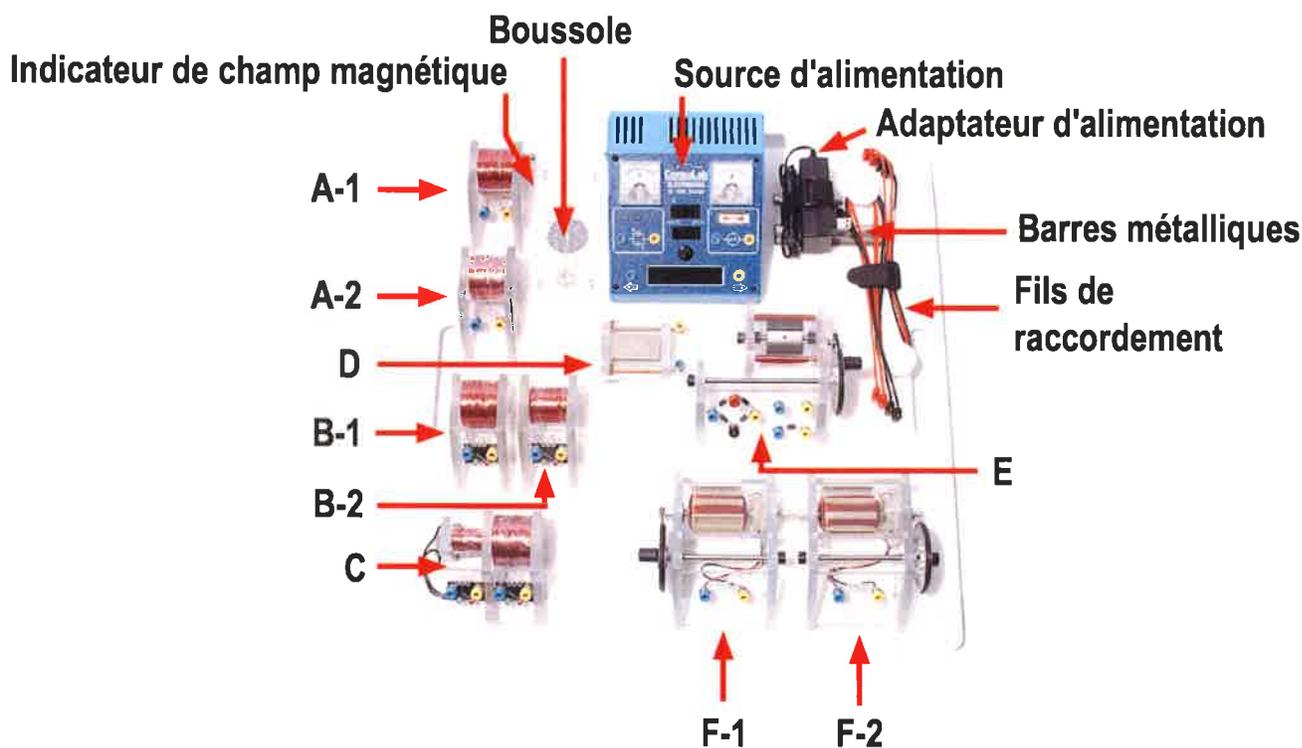
SA-19	Activité d'apprentissage de niveau 1 — Fonctionnement du moteur F-1	88
SA-20	Activité d'apprentissage de niveau 2 — Fonctionnement du moteur F-2	91
SA-21	Activité d'apprentissage de niveau 3 — Système de génération du moteur.....	93
SA-21	Activité d'apprentissage de niveau 3 — Feuille des résultats.....	97
	Test sur les modules F-1 et F-2.....	98
	Test sur les modules F-1 et F-2 — Feuille des résultats	100

INTRODUCTION

L'ensemble d'électromagnétisme CL-1902_053242 est conçu pour l'enseignement des principes du magnétisme et de l'électromagnétisme dans le but de démontrer les champs magnétiques (lignes de flux magnétique et de force), comment ces principes sont générés et pour quels composants automobiles ils sont utilisés. Les activités de ce manuel sont gérables par l'étudiant et lui permettent d'apprendre les principes enseignés selon son propre rythme. Il peut alors construire des circuits avec des lignes de force magnétique en utilisant les modules A-1, A-2, B-1 et B-2 de l'ensemble, et décrire ce qui se passe lorsqu'un courant et une tension sont appliqués à une bobine de fil. Les modules B-1, B-2 et C lui permettent d'en apprendre davantage sur l'auto-inductance et l'inductance mutuelle. Le module D présente un modèle d'étude de la règle de la main droite. Cette section explique ce qui se passe lorsqu'un aimant traverse une bobine de fil selon les lois d'induction électromagnétique de Michael Faraday, qui font le lien entre le magnétisme et le fonctionnement des solénoïdes, des moteurs et des générateurs. Le module E permet à l'étudiant d'apprendre en détail comment l'électromagnétisme génère du courant dans un générateur CA. De plus, il sera en mesure de découvrir le fonctionnement des moteurs électriques lors des activités avec le module F. Cet ensemble didactique offre des travaux pratiques dont les objectifs sont axés sur des critères de référence spécifiques (CRI).

OBJECTIFS PÉDAGOGIQUES DE TYPE CRI

- **Critères de rendement** – Description exacte des résultats à atteindre et de la méthode dont ils doivent être évalués selon des critères spécifiques qui identifient ce qui doit être appris par l'étudiant.
- **Ressources éducatives et moyens d'apprentissage** – Démontrer la réalisation des objectifs d'apprentissage par la mise en place des 21 activités du manuel, classées par niveaux (3) avec les modules A à F, ainsi que par des discussions de groupe et par l'apport de documents complémentaires.
- **Critères d'évaluation** – Tests visant à évaluer l'étudiant sur les notions apprises, les compétences acquises et les résultats obtenus en fonction des objectifs spécifiques à chaque activité.
- **L'étudiant doit suivre les procédures du manuel pour bien réussir chacune des activités d'apprentissage.**



VUE EN PLONGÉE DE L'ENSEMBLE CL-1902

MODULES DIDACTIQUES

MODULE A-1

Le module comprend une bobine de fil qui permet de démontrer comment un conducteur porteur de courant crée un champ magnétique. Les deux extrémités de la bobine sont connectées aux bornes bleue et jaune.



MODULE A-2

Le module comprend une bobine de fil, dont l'enroulement est en sens opposé à celui du module A-1, qui permet de démontrer comment un conducteur de courant crée un champ magnétique et comment la direction des enroulements affecte le champ magnétique généré. Les deux extrémités de la bobine sont connectées aux bornes bleue et jaune.



MODULE B-1

Le module comprend une seule bobine de fil avec un noyau ouvert. Il est identique au module A-2. Les deux extrémités de la bobine sont connectées aux bornes bleue et jaune du module. Une DEL rouge et une DEL verte sont connectées entre les deux bornes. Ces diodes électroluminescentes ont des polarités opposées.



MODULE B-2

Le module comprend une seule bobine avec noyau ouvert. Il permet de démontrer l'induction mutuelle; la façon dont l'électricité peut être transférée d'une bobine à une autre avec un noyau ferreux. Sa bobine possède moins de spires que celle du module B-1. Il y a une différence physique entre B-1 et B-2 : les deux extrémités de la bobine sont connectées aux bornes bleue et jaune du module. Une DEL rouge et une DEL verte sont connectées entre les deux bornes. Ces diodes électroluminescentes ont des polarités opposées.



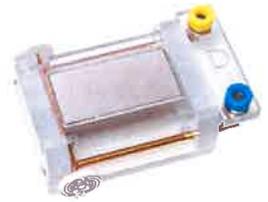
MODULE C

Le module permet de démontrer l'augmentation du rendement lorsqu'une bobine est placée dans une autre et l'action d'un noyau ferreux. Ses deux bobines possèdent un nombre différent de spires. La bobine intérieure peut être déplacée horizontalement de l'intérieur vers l'extérieur par rapport à la bobine extérieure. Ses deux extrémités sont connectées à des bornes bleue et jaune à l'avant du module. Une DEL rouge et une DEL verte sont branchées entre les bornes de chaque bobine et possèdent des polarités opposées. L'intérieur du noyau de la bobine intérieure comporte un noyau avec plusieurs tiges en aimant permanent.

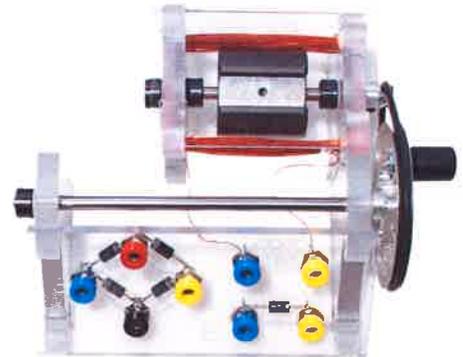


MODULE D

Ce module permet de démontrer comment un conducteur traversé par du courant génère un champ magnétique autour de lui et de démontrer la règle de la main droite. Il comprend deux aimants permanents qui sont placés entre des tiges conductrices et non magnétiques. Une autre tige, qui est mobile avec deux roues à ses extrémités, est aussi conductrice et non magnétique, agit comme un essieu et repose sur les deux autres tiges fixes. L'une des tiges fixes est connectée à la borne jaune et l'autre à la borne bleue.

**MODULE E**

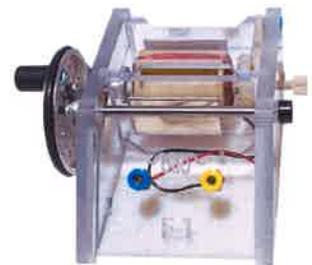
Ce module comprend un aimant permanent monté sur un arbre ou rotor entraîné à l'aide d'une manivelle. Il n'y a qu'une seule bobine. Elle est stationnaire, mais placée près du rotor avec ses deux extrémités connectées aux bornes bleu et jaune de l'autre section du module. De plus, une diode simple est montée sur la face avant et est branchée à des bornes bleue et jaune. Il y a aussi quatre diodes interconnectées qui forment un pont redresseur de type Wheatstone, dont deux sont reliées aux bornes bleue et jaune et les deux autres aux bornes rouge et noire.

**MODULE F-1**

Le module F-1 est un moteur CC doté d'une paire de segments sur le collecteur et d'un enroulement. Une seule bobine est enroulée autour de l'armature (segment simple) et peut être tournée avec la manivelle. Les deux extrémités de la bobine sont chacune reliées au collecteur à segment simple en cuivre monté sur l'arbre d'armature. Les segments sont isolés électriquement les uns des autres.

Les segments sont munis de deux balais qui sont reliés par des fils rouges et noirs, lesquels sont connectés aux bornes bleue et jaune. Les balais sont montés dans un porte-balais avec régleur qui permet de bloquer manuellement leur position autour du collecteur.

REMARQUE : Le coupleur coulissant sur l'extrémité droite de l'arbre d'armature sert à connecter les moteurs F-1 et F-2. Il faut aligner la surface plate des deux arbres avant de faire glisser le raccord. F-1 et F-2 peuvent être entraînés électriquement, manuellement à l'aide d'une manivelle, individuellement ou accouplés.

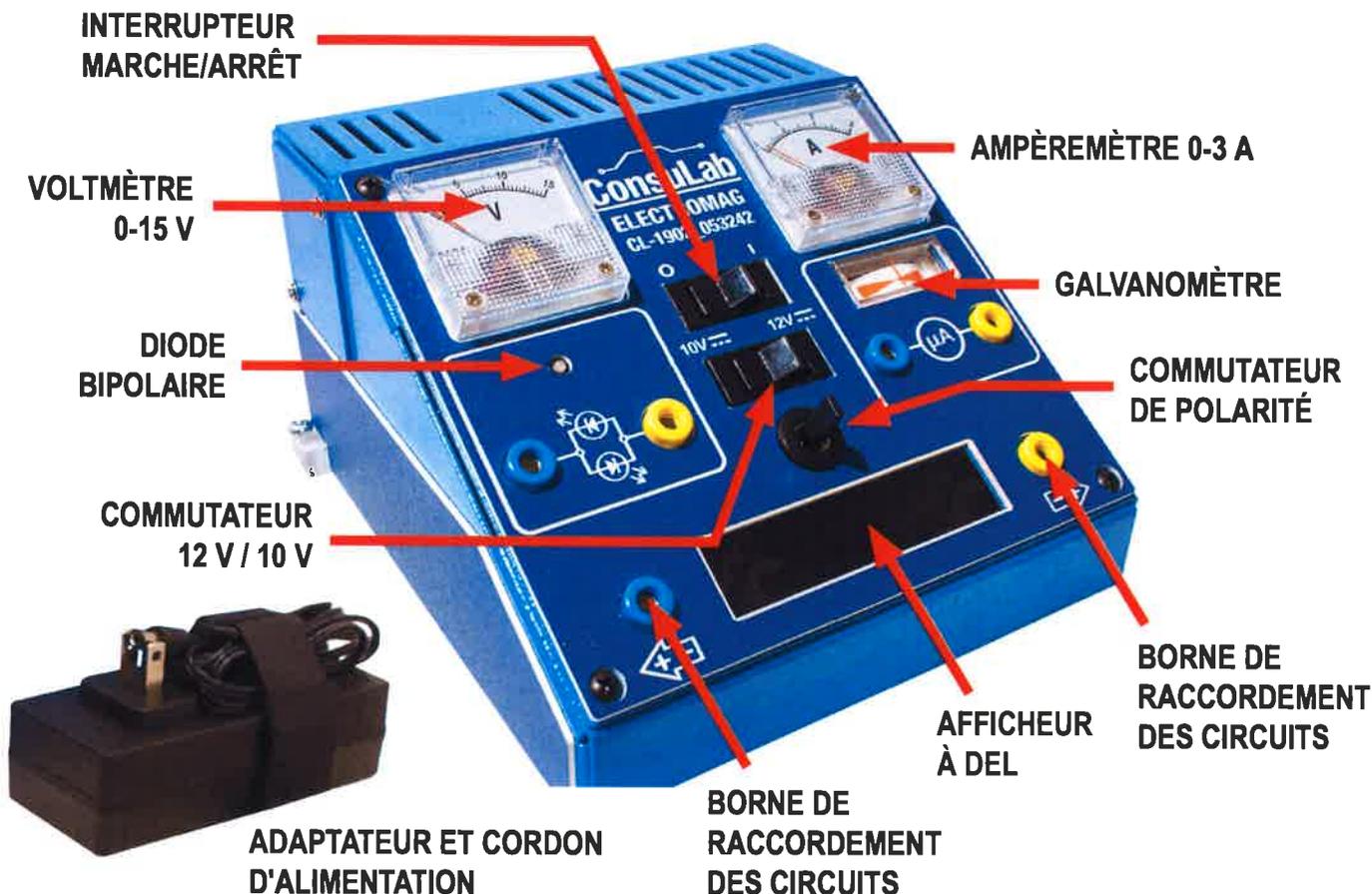
**MODULE F-2**

Le module F-2 est un moteur CC avec plusieurs paires de segments sur le collecteur et avec de nombreux enroulements. Il est doté de deux bobines dont les enroulements sont montés à 90° l'un par rapport à l'autre autour d'une armature (segment double) qui peut être tournée avec une manivelle. Les extrémités de chaque bobine sont reliées à un segment en cuivre du collecteur sur l'arbre de l'armature.

Il y a un total de quatre segments de commutation. Les segments sont isolés électriquement les uns des autres. Les deux balais sont disposés sur le collecteur à 90° l'un par rapport à l'autre contre les quatre segments. Les fils rouges et noirs des balais sont connectés aux bornes bleue et jaune. Ce module n'a pas de régleur de position des balais.



INSTRUMENTS ET ACCESSOIRES



VOLTMÈTRE 0-15 V — AMPÈREMÈTRE 0-3 A

Le voltmètre et l'ampèremètre de la source d'alimentation sont connectés en interne aux bornes de sortie. Aucune autre raccordement n'est nécessaire pour les activités.



GALVANOMÈTRE

Le galvanomètre ou microampèremètre doit être connecté dans un circuit électrique à l'aide de ses bornes μA bleue et jaune. Il comprend un indicateur à aiguille avec des palettes de fer aimantées qui servent à montrer la présence d'un flux.



DIODE BIPOLAIRE

La diode bipolaire doit être connectée dans un circuit électrique à l'aide de ses bornes bleue et jaune.



COMMUTATEUR 12V / 10V

L'utilisateur peut choisir la tension du circuit lors des activités : 10 VCC ou 12 VCC.



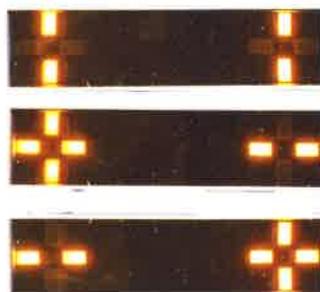
COMMUTATEUR DE POLARITÉ AVEC AFFICHEUR À DEL

L'utilisateur peut inverser manuellement les polarités de sortie d'alimentation + et -. La source est munie d'un commutateur à bascule qui détermine les côtés positif et négatif des bornes de sortie bleue et jaune du circuit. L'afficheur indique la polarité sélectionnée à l'aide de signes + et - en jaune.



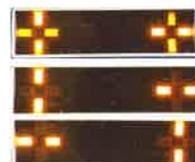
SIGNES DE L'AFFICHEUR

POSITIONS DU COMMUTATEUR



- ← AU CENTRE
(indiquant que la source est sous tension)
- ← VERS LA GAUCHE
(indiquant un courant du négatif au positif)
- ← VERS LA DROITE
(indiquant un courant du positif au négatif)

Après une période d'inactivité d'environ 30 minutes lorsque la source d'alimentation est sous tension, l'afficheur commence à afficher de façon aléatoire les combinaisons de signe ci-contre. Il suffit alors de choisir la direction du courant souhaité ou de réinitialiser le système avec l'interrupteur marche-arrêt de la source.



BOUSSOLE

Une boussole est utilisée pour détecter et indiquer les pôles d'un champ magnétique.

REMARQUE : La flèche rouge pointe vers le pôle NORD de la Terre (pôle SUD magnétique). La boussole sert ici à indiquer les pôles NORD et SUD magnétiques des composants du module et non les pôles NORD et SUD directionnels de la Terre.

PÔLE NORD
DE LA TERRE



INDICATEUR DE CHAMP MAGNÉTIQUE

Une série de petites tiges ferreuses sont maintenues sous vide dans de minuscules alvéoles sur la plaque. Les tiges sont attirées par les champs magnétiques qui entourent les composants de l'ensemble lorsque l'indicateur est placé à proximité.



TIGES
FERREUSES

TIGES MÉTALLIQUES

Tige d'aimant permanent de 8 cm (3 po) x 1,25 cm (1/2 po)

Tige en aluminium (non ferreuse) de 12 cm (5 po) x 1,25 cm (1/2 po)

Tige en acier (ferreuse) de 12 cm (5 po) x 1,25 cm (1/2 po)



FILS DE RACCORDEMENT

Fils rouges (2) de 81,3 cm (32 po)

Fils noirs (2) de 81,3 cm (32 po)



THÉORIE

MAGNÉTISME

Au dix-septième siècle, Sir William Gilbert croyait que la Terre était un gros aimant ayant des pôles nord et sud. La théorie du magnétisme a été observée pour la première fois à partir d'une pierre d'aimant et ensuite de la réaction des métaux à base de fer. Gilbert a sculpté une boule de pierre aimantée (Figure 1) et a démontré qu'une boussole pointe toujours vers le pôle nord de la Terre, peu importe où elle est placée sur la boule.

La pierre d'aimant est un morceau de magnétite naturellement magnétisé, soit un minéral d'oxyde de fer qui est ferromagnétique. Lorsque la pierre est suspendue dans les airs de sorte qu'elle puisse tourner librement, elle pointe automatiquement vers le pôle Nord. Cette pierre est devenue la première boussole de l'histoire. Les pôles magnétiques des molécules dans la plupart des matériaux sont disposés de façon aléatoire, de sorte qu'il n'y a aucune force magnétique. Dans certains métaux comme le fer, le nickel et le cobalt, les molécules peuvent être alignées de sorte que leur pôle nord pointe chacun dans une direction quelconque et que leur pôle sud soit dans le sens opposé. Ces matériaux peuvent devenir des aimants. Les molécules s'alignent naturellement dans une pierre d'aimant.



Figure 1 Pierre aimantée

Le **champ magnétique**, comme illustré à la figure 2, est l'espace entourant un aimant à travers lequel des lignes de force externes y circulent. La direction de ces lignes est déterminée par la polarité. Chaque aimant (Figure 2) possède un pôle nord et un pôle sud. Les pôles se comportent quelque peu comme des charges électriques. Les pôles opposés s'attirent et les pôles identiques se repoussent (voir Figures 2 et 3). À l'intérieur de l'aimant lui-même, les lignes de force se déplacent du sud au nord. À l'extérieur, elles vont du nord au sud et retournent au pôle sud de l'aimant. Plus il y a de lignes de force, plus fort est l'aimant.

CHAMP MAGNÉTIQUE

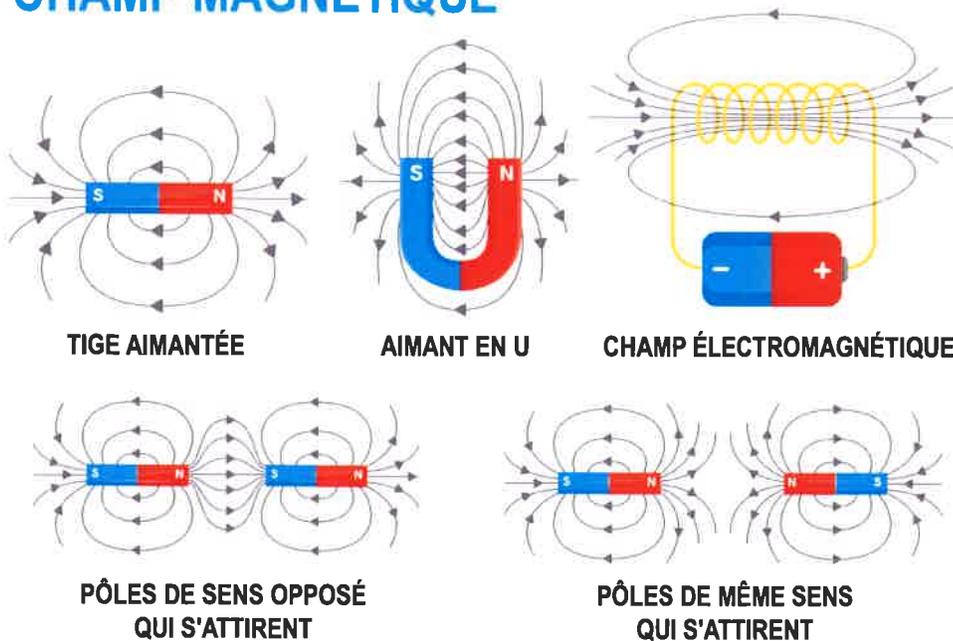


Figure 2 Champs magnétiques de plusieurs aimants différents. Les lignes de force magnétique aussi appelées lignes de flux ou champ magnétique sont directionnelles et sortent du pôle nord et entrent par le pôle sud.

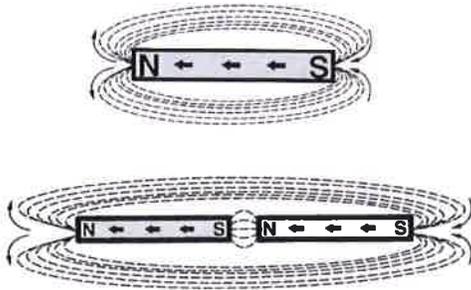


Figure 3 Aimants et leur magnétisme

Le magnétisme établit le lien entre l'énergie mécanique et l'électricité. L'électricité et le magnétisme sont reliés étant donné que tout courant électrique traversant un conducteur crée un champ magnétique. En outre, tout conducteur se déplaçant à travers un champ magnétique crée un courant électrique. L'électricité génère le magnétisme et le magnétisme crée l'électricité. Au moyen du magnétisme, un alternateur convertit une partie de la puissance mécanique du moteur en potentiel de force électromotrice (F.E.M.). À l'opposé, le magnétisme permet à un démarreur de convertir l'énergie électrique de la batterie en puissance mécanique pour lancer le moteur.

Toute présence de magnétisme constitue essentiellement de l'électromagnétisme qui provient de l'énergie cinétique des électrons. Chaque fois qu'un courant électrique circule à travers un conducteur, un champ magnétique est créé. Lorsqu'un aimant est librement suspendu, ses pôles tendent à pointer vers les pôles magnétiques nord et sud de la Terre, comme une boussole.

La figure 4 illustre un champ magnétique composé de nombreuses lignes de force invisibles. Ces lignes sont appelées champ magnétique, flux magnétique ou lignes de force magnétique. On peut comparer le flux magnétique au courant électrique. Les lignes de flux sont directionnelles qui SORTENT du pôle nord et qui ENTRENT par le pôle sud. Elles sont concentrées au niveau des pôles et s'étendent dans les zones entre les pôles. Le flux magnétique est le produit du champ magnétique moyen multiplié par la zone perpendiculaire qu'il pénètre. Il est utilisé pour faire fonctionner des solénoïdes et des transformateurs. Dans un générateur électrique où le champ magnétique s'introduit dans une bobine rotative, la zone utilisée pour définir le flux est l'étendue de la zone de la bobine perpendiculairement au champ magnétique. La densité de flux fait référence au nombre de lignes magnétiques par unité de surface. On se sert d'une jauge de Gauss pour mesurer les champs magnétiques.

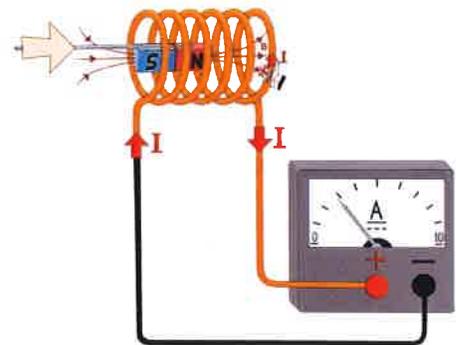


Figure 4 Flux magnétique ou lignes de force magnétique entourant une barre aimantée.

Le champ magnétique est une quantité vectorielle puisqu'il possède une direction et une magnitude. Il montre l'influence magnétique sur les charges électriques en mouvement, les courants électriques et les matériaux magnétiques. Le champ magnétique d'un aimant permanent s'exerce sur des matériaux magnétiques comme le fer et attire ou repousse d'autres aimants.

Résumé du magnétisme

- Les lignes de flux sont directionnelles, sortent des aimants du pôle nord et entrent par le pôle sud.
- Les lignes magnétiques de flux entourant une bobine ressemblent à celles entourant une barre aimantée.
- La densité ou la concentration du flux crée la force magnétique. Un champ magnétique puissant présente un champ de flux à forte densité alors qu'un champ magnétique faible est associé à un champ de flux à basse densité.
- La densité de flux est toujours élevée au maximum au niveau des pôles d'un aimant.
- Les lignes de flux ne se croisent pas dans un aimant permanent.
- Les lignes de flux de même direction s'attirent tandis que celles de direction contraire ont tendance à se repousser.

ÉLECTROMAGNÉTISME

Le magnétisme peut également se former par électricité. Au début du 19^e siècle, les savants ont découvert que les conducteurs porteurs de courant étaient entourés d'un champ magnétique. Le courant passant à travers un conducteur tel qu'un fil de cuivre crée un champ magnétique environnant.

Ce phénomène peut être observé en superposant une boussole sur toute la longueur d'un fil de cuivre à travers lequel le courant circule, comme illustré à la figure 5, du côté positif au côté négatif du circuit. L'aiguille dévie de son orientation nord-sud lorsque cela se produit.

Le flux de courant qui traverse le fil crée un champ magnétique autour de lui. Plus il y a de courant qui circule, plus le champ magnétique est fort. Ce type de magnétisme qui est créé autour du conducteur lorsque le courant circule est appelé l'**électromagnétisme**.



Figure 5 Électromagnétisme

Dans la figure 6, le champ magnétique entourant un conducteur linéaire qui est porteur de courant, se compose de plusieurs cercles concentriques de flux sur toute sa longueur. Le nombre de lignes magnétiques ainsi que leur longueur par rapport à la surface du fil déterminent la force ou le flux magnétique.

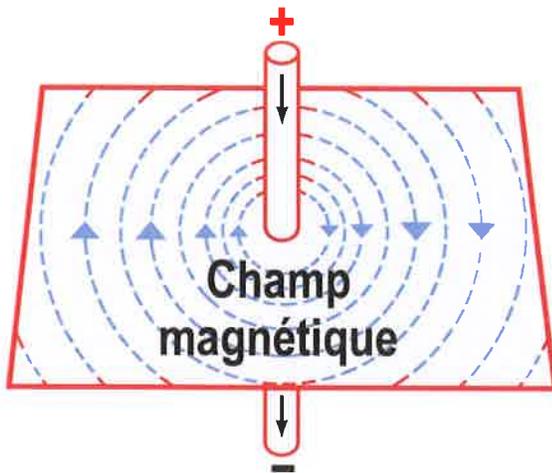


Figure 6 Champ magnétique autour d'un conducteur linéaire, porteur de courant, selon la théorie conventionnelle du flux de courant, qui tourne du positif au négatif.



Figure 7 Règle de la main droite qui détermine la direction du champ à partir de la théorie classique du débit.

RÈGLES RELATIVES AU CHAMP ÉLECTROMAGNÉTIQUE

- Les lignes de force magnétique ou flux magnétique ne se déplacent pas lorsque le courant traversant un conducteur reste à une valeur constante. Quand le courant augmente, les lignes de force magnétique environnantes s'éloignent davantage.
- L'intensité et la force des lignes de force magnétique s'accroissent proportionnellement avec l'augmentation du courant qui traverse le conducteur. Ils diminuent aussi proportionnellement avec la réduction du flux de courant dans le conducteur.
- En outre, l'intensité et la force des lignes magnétiques diminuent lorsque la longueur du fil augmente. Cette longueur est inversement proportionnelle au champ magnétique ou au flux.
- Dans une automobile, pour l'électricité et le magnétisme, il est important de noter ici que nous utilisons la théorie conventionnelle du courant qui part du positif pour se rendre au négatif ou à la masse (+ à -). Nous utilisons alors la règle de la main droite pour déterminer la direction des lignes de flux magnétique comme illustré à la figure 7. Cette règle établit que, si vous enveloppez votre main droite autour d'un conducteur porteur de courant avec le pouce dans la direction du flux de courant (du positif au négatif), vos doigts repliés pointent alors vers les lignes de force.

Dans une voiture ou un camion, le champ magnétique créé autour d'un conducteur linéaire peut être assez fort pour interférer avec le flux de courant dans des circuits sensibles à proximité, mais ce n'est pas suffisant pour interagir efficacement. Le fil doit être enroulé sous forme de bobine pour concentrer le champ magnétique. Plus le nombre de spires de la bobine est élevé, plus le champ magnétique est fort. Lorsque vous placez un noyau en fer doux à l'intérieur d'une bobine, il devient un électroaimant assez puissant pour déplacer des objets. Lors des activités d'apprentissage, nous utiliserons la règle de la main droite afin de déterminer la direction des lignes de force magnétique. Il existe également une règle de la main gauche pour la théorie du flux d'électrons, qui circulent du négatif au positif. Nous n'allons utiliser que la règle de la main droite dans les exercices du module E.

Équation pour calculer un champ électromagnétique :

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

Cette équation sert uniquement à illustrer l'interrelation entre les facteurs qui contribuent au champ magnétique :

- B = Intensité du champ magnétique en teslas
- N = nombre de tours ou spires dans la bobine
- μ = constante pour la perméabilité de l'espace libre
- l = longueur du fil de la bobine en mètres
- I = intensité ou courant électrique

En tant que techniciens, vous devez savoir que le nombre de tours dans la bobine et le courant qui y traverse sont directement proportionnels au champ magnétique. Ainsi, si vous augmentez le nombre de spires de la bobine ou bien le courant, le champ magnétique devient plus fort.

Boucle de fil conducteur

Enrouler un fil conducteur en boucle autour d'un conducteur linéaire peut renforcer le champ magnétique. En effet, lorsque le fil est enroulé, les champs qui se rencontrent au centre de la boucle combinent leurs forces (Figure 8). La règle de la main droite s'applique également aux boucles de fil conducteur.

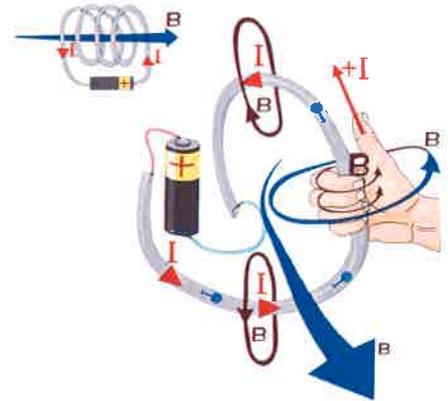


Figure 8 Boucle de fil conducteur

Conducteur de bobine

Si plusieurs boucles de fil conducteur sont présentes dans une bobine, la densité du flux magnétique est renforcée. Les lignes de flux autour d'une bobine sont les mêmes que celles autour d'une barre aimantée (Figure 9). Ces lignes sortent du pôle nord et entrent au pôle sud. On peut utiliser la règle de la main droite pour déterminer le pôle nord d'une bobine. L'augmentation du nombre de spires ou de l'intensité du courant électrique dans la bobine, ou les deux en même temps, peuvent renforcer le champ magnétique.

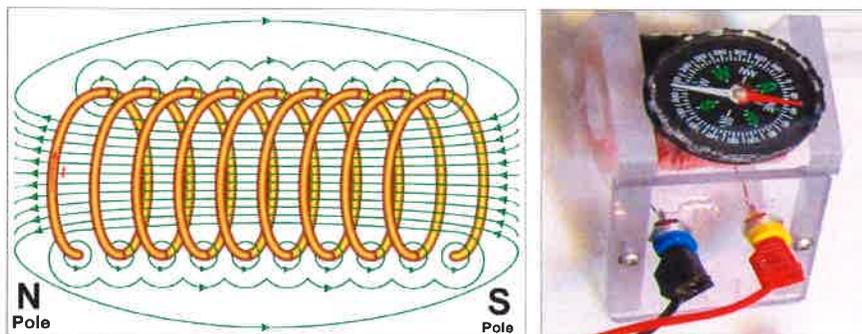


Figure 9 Conducteur de bobine

Électroaimants

Pour renforcer le champ magnétique qui entoure un conducteur porteur de courant, il faut ajouter un noyau en fer doux (Figure 10). La perméabilité du fer doux fait en sorte que les lignes de flux magnétique peuvent le traverser facilement. Si une tige de fer est placée à l'intérieur d'un conducteur de bobine, les lignes de flux se concentrent dans le noyau de fer, plutôt que de passer à côté. Cette concentration de lignes qui fait augmenter la force du champ magnétique à l'intérieur de la bobine définit parfaitement les électroaimants.



Figure 10 Électroaimants

Si la bobine est constituée de plusieurs boucles de fil, la densité du flux magnétique est alors renforcée. Les lignes de flux autour d'une bobine sont les mêmes que celles qui entourent une tige aimantée (Figure 11). La règle de la main droite montre le pouce et les doigts qui indiquent la direction du flux de courant, du positif au négatif, et aussi celle du champ magnétique. Les lignes magnétiques de force ou de flux sortent du pôle nord et entrent par le pôle sud.

Vous pouvez utiliser la règle de la main droite (Figure 12) pour trouver le pôle nord d'une bobine. Il suffit de saisir la bobine avec votre main droite en repliant vos doigts autour de la surface dans la direction du flux de courant, du positif au négatif. Votre pouce va automatiquement pointer vers le nord magnétique de l'électroaimant. Plus il y a de tours de fil et de courant dans l'électroaimant, plus le champ magnétique est renforcé.

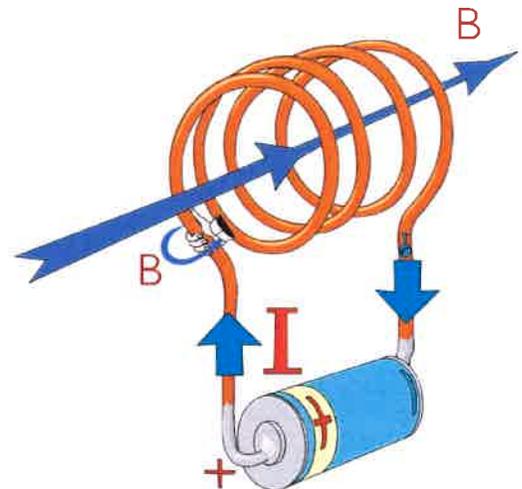


Figure 11 Le champ magnétique est généré de B à B lorsque le courant traverse la bobine dans la direction du flux magnétique.



Figure 12 Règle de la main droite pour les bobines

LES LOIS DE FARADAY

Un champ magnétique peut créer un flux de courant à travers un conducteur tant que l'un d'eux est en mouvement. L'induction magnétique est le phénomène physique qui résulte de l'utilisation d'un aimant permanent pour créer un champ. La figure 13 illustre bien ce phénomène. Lorsqu'un conducteur est maintenu en place à l'intérieur du champ magnétique d'un aimant en U, tel qu'illustré dans le schéma 1, le voltmètre qui est connecté au conducteur n'indique aucune tension, soit aucune différence de potentiel électrique ou de force électromotrice entre ces 2 points. Tant que l'aimant et le conducteur sont fixes, aucun courant ne circule. Cependant, lorsque le conducteur est déplacé dans le champ magnétique afin qu'il traverse les lignes de force, le voltmètre enregistre alors une différence de tension selon le schéma 2. Cette lecture prouve que le courant se déplace. Il circule lorsque le conducteur ou l'aimant est en mouvement; dès qu'un des deux s'arrête, le courant cesse de se déplacer. Le courant et la tension induits dans le conducteur peuvent s'accroître de trois façons :

- Par l'augmentation de la vitesse à laquelle les lignes de force sont traversées par le conducteur;
- Par l'augmentation du nombre de brins du conducteur traversés par des lignes de force;
- Par l'augmentation de la force du champ magnétique.

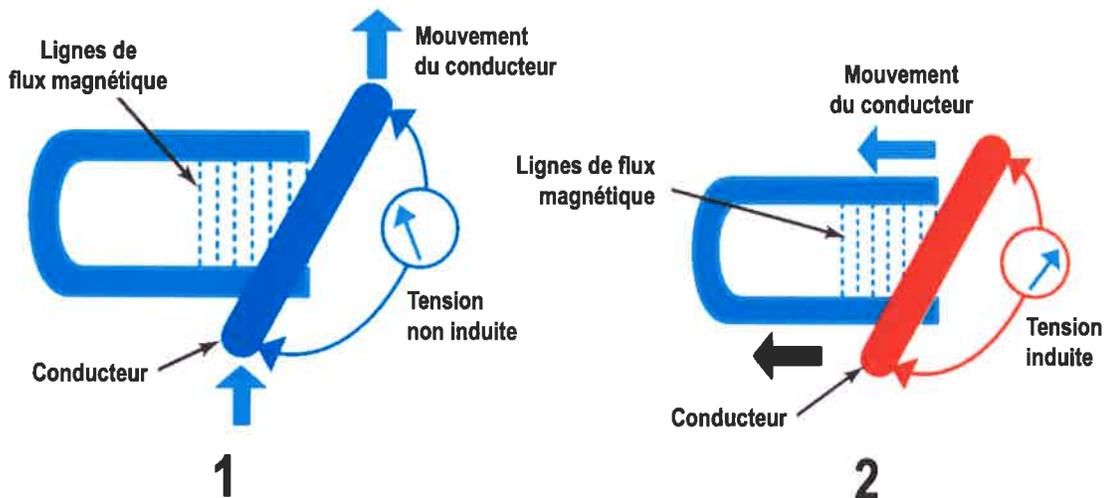


Figure 13 Induction magnétique

L'induction électromagnétique et les lois de Faraday

Les travaux de Faraday ont permis de définir deux lois sur l'induction électromagnétique. La **première loi** décrit l'induction de la force électromotrice (F.E.M.) dans un conducteur et la **deuxième loi** quantifie la F.E.M. produite dans le conducteur. Elles servent notamment à expliquer les principes de fonctionnement des dynamos ou génératrices (CC) et des alternateurs (CA) qui produisent du courant dans une voiture ou un camion.

Première loi de Faraday

Michael Faraday a déclaré qu'une force électromotrice (F.E.M.) est induite dans une bobine lorsque le flux magnétique qui la traverse change avec le temps. Chaque fois qu'un conducteur est placé dans un champ magnétique variable, une F.E.M. est induite. Si le circuit conducteur est fermé, un courant est induit et il est appelé *courant induit*.

Deuxième loi de Faraday

La force électromotrice (F.E.M.) induite dans une bobine est égale au taux de changement du flux magnétique. Le flux magnétique est le produit résultant du nombre de tours dans la bobine et du flux magnétique associé à la bobine. Les courants sont produits par des variations dans le champ magnétique. Ils sont appelés des courants induits, car ils sont générés par un champ magnétique changeant. La F.E.M. qui produit ce courant est nommée une *force électromotrice induite*.

SOLÉNOÏDE ÉLECTROMAGNÉTIQUE

Un solénoïde (Figure 14) est un dispositif qui utilise l'électromagnétisme pour produire des mouvements en petits incréments d'avant en arrière qui sont commandés individuellement. Cependant, le solénoïde conventionnel produit beaucoup plus de force de maintien qu'un relais. Cela signifie que le solénoïde peut faire plus que fermer les contacteurs comme le fait un relais.

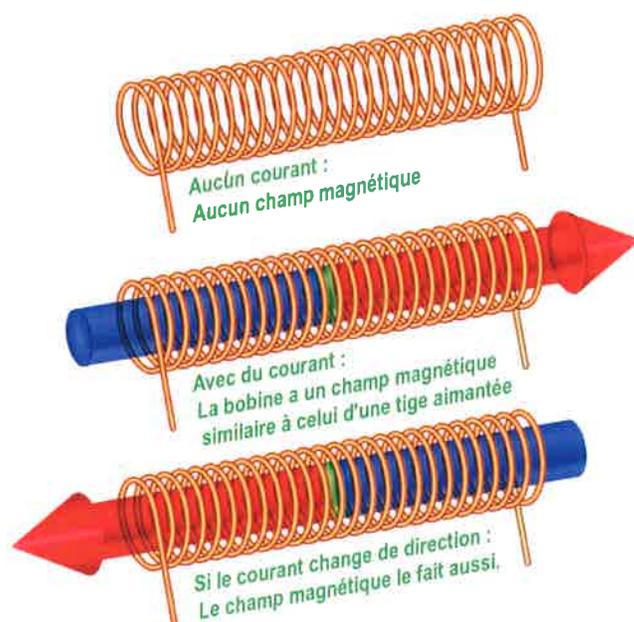


Figure 14 Le solénoïde électromagnétique est une bobine de fil conducteur de forme cylindrique qui agit comme un aimant lorsqu'il transporte du courant électrique. La polarité de la bobine peut être modifiée pour inverser le mouvement.

Lorsque le courant traverse la bobine d'un solénoïde, l'électromagnétisme déplace le noyau en fer dans la bobine; quand le courant cesse, le noyau retourne à sa position de base. Ces mouvements de va-et-vient du noyau peuvent être associés à une partie mobile d'un dispositif. Pensons notamment à une serrure à commande électrique munie d'une gâche qui peut se déplacer dans les deux directions afin de verrouiller ou de déverrouiller la portière d'un véhicule.

Vous pouvez utiliser la bobine du module A-2 de l'ensemble CL-1902 ainsi qu'une tige en fer pour démontrer le fonctionnement d'un actionneur à solénoïde (Figure 15), selon l'exemple de la serrure à commande électrique. La bobine du module A-2 devient électromagnétique lorsqu'elle est mise sous tension. Le module A-1 pourrait également être employé pour démontrer cet effet, mais il n'y a pas assez de place au centre de la bobine pour y insérer la tige. Grâce à l'utilisation de l'électromagnétisme, le solénoïde peut faire déplacer la tige dans un sens, puis dans l'autre en inversant simplement la polarité du circuit.

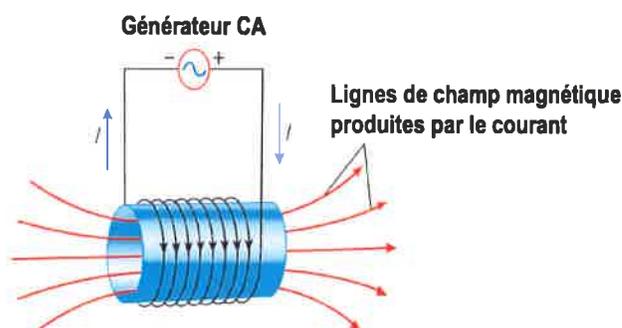


Figure 15 Actionneur à solénoïde

AUTO-INDUCTANCE

L'auto-inductance est l'induction d'une force électromotrice (F.E.M.) dans un circuit lorsque la variation du courant est inconstante. Elle résiste ou s'oppose aux changements de courant qui traverse le circuit. Ce phénomène est dû à la F.E.M. auto-induite qui est produite dans la bobine. L'auto-inductance est l'induction d'une tension dans un fil porteur de courant. La loi de Lenz stipule que cette tension auto-induite tend à s'opposer au courant qui la produit. Si le courant continue à augmenter, cette nouvelle tension s'oppose à l'augmentation. Lorsque le courant se stabilise, la contre-tension n'est plus induite. Il n'y a plus d'expansion des lignes de flux, donc aucun mouvement relatif. Lorsque le courant envoyé à la bobine est coupé, les lignes de flux magnétique en s'effondrant induisent aussitôt une tension dans la bobine. Cette dernière tente de maintenir le courant de départ. La tension auto-induite s'oppose et ralentit la diminution du courant d'origine. Elle s'oppose à la tension de source et on l'appelle *force contre-électromotrice (F.C.E.M.)*. À titre de référence, prenez connaissance de l'équation d'auto-inductance suivante :

$$E = -L \frac{\Delta I}{\Delta t}$$

E = F.E.M. générée

$-L$ = Auto-inductance mesurée en henrys

I = Variation ou différence du courant dans la bobine

t = Variation ou différence du temps écoulé

En utilisant l'équation ci-dessus comme référence, lorsque nous avons une variation de courant d'un alternateur ou d'une batterie (Figure 15) avec une différence du temps écoulé (t) qui demeure constante, le nombre de lignes de force mesurées par la variation de courant (I) reste également constant. Il n'y a alors aucune présence de F.C.E.M. dans la bobine pendant cette durée. Si l'alimentation est coupée, le courant de batterie diminue entre T1 et T2. Au fur et à mesure que ce courant diminue, les lignes de flux magnétique générées par le courant vont réduire par le fait même. Une force contre-électromotrice dans la bobine est produite par induction électromagnétique. Elle empêche le flux magnétique provenant du courant de diminuer et sa direction reste la même que celle de la F.E.M. générée par le générateur CA (alternateur) ou le courant de la batterie. La C.F.E.M. s'oppose à toute modification du courant dans un circuit. L'auto-inductance agit comme une inertie. Il faut donc garder un juste équilibre avec la force contre-électromotrice qui a été créée pour établir le courant. On parvient à cet équilibre en tirant l'énergie de potentiel magnétique stockée dans l'armature d'un solénoïde automobile.

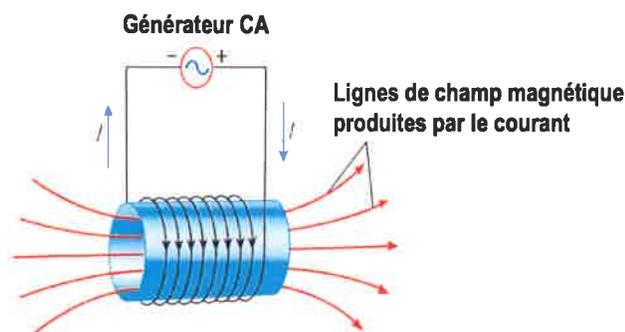


Figure 15 Actionneur à solénoïde

INDUCTION MUTUELLE

Lorsque deux bobines sont placées à proximité l'une de l'autre, le champ magnétique d'une des bobines tend à se lier à l'autre. Cela génère une tension dans la seconde bobine. La propriété magnétique d'une bobine qui affecte ou modifie la tension d'une autre bobine est appelée *induction mutuelle*. Le changement de courant dans la bobine primaire crée un changement de flux magnétique dans la bobine secondaire, produisant ainsi une force électromotrice induite dans la bobine secondaire. De plus, lorsque deux bobines sont rapprochées et reliées par le même noyau de fer, l'énergie peut être transférée d'une à l'autre par le couplage magnétique (Figure 16).

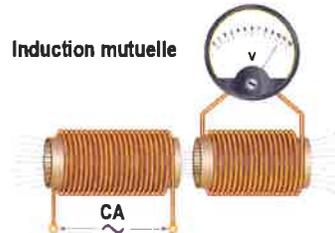


Figure 16 Induction mutuelle (Source : Shutterstock^{MC})

L'induction mutuelle représente l'expansion ou l'effondrement du champ magnétique autour de la première bobine qui induit une tension dans la seconde. Généralement, les deux bobines sont enroulées sur le même noyau de fer. L'enroulement qui peut être connecté à une batterie par l'intermédiaire d'un commutateur est l'enroulement primaire. L'autre enroulement qui est relié à un circuit externe est l'enroulement secondaire. L'inductance mutuelle est le principe selon lequel fonctionnent les transformateurs et les bobines d'allumage. Les conditions de commutation sont indiquées à la figure 16 :

1. Lorsque le commutateur est ouvert, il n'y a pas de courant dans l'enroulement primaire, ni de champ magnétique et, par conséquent, ni de tension dans l'enroulement secondaire;
2. Lorsque le commutateur est fermé, le courant circule dans le circuit et un champ magnétique se forme autour des deux enroulements. L'enroulement primaire transforme ainsi l'énergie électrique de la batterie en énergie magnétique par rapport au champ en expansion. Au fur et à mesure que le champ se développe, il traverse l'enroulement secondaire et y induit une tension. Un instrument mesureur connecté au circuit secondaire indique le courant;
3. Lorsque le champ magnétique est étendu à sa pleine puissance, il reste stable tant que le même débit de courant est présent. Les lignes de flux arrêtent de traverser l'enroulement. Il n'y a pas de mouvement relatif ni de tension dans l'enroulement secondaire, comme indiqué par l'instrument mesureur.
4. Lorsque vous ouvrez le circuit, le courant principal s'arrête et le champ magnétique s'effond. Par conséquent, les lignes de flux magnétique traversent l'enroulement secondaire en sens opposé. Cela induit une tension secondaire avec du courant dans la direction opposée, comme l'indique l'instrument mesureur.

À titre de référence, prenez connaissance de l'équation suivant pour définir l'inductance mutuelle :

$$E = -M \frac{\Delta I_p}{\Delta t}$$

E = F.E.M. induite dans la bobine secondaire B-2

$-M$ = Inductance mutuelle mesurée en henrys

I_p = Variation ou différence de courant dans la bobine primaire

t = Variation ou différence du temps écoulé

La taille d'une force électromotrice induite mutuellement est proportionnelle à la différence de courant calculée par le nombre de lignes de force magnétique dans la bobine primaire (B-1 du CL-1902) dans une unité de temps. Le résultat est multiplié par une constante que nous appellerons $-M$, déterminée par le nombre de spires des bobines B-1 et B-2 ainsi que par d'autres facteurs tels que le type de fer constituant la tige à insérer et l'orientation des deux bobines. Ces renseignements sont fournis à titre de référence uniquement. **Le principe de l'inductance mutuelle est utilisé pour faire fonctionner de nos jours tous les transformateurs et les bobines d'allumage d'un véhicule.**

SYSTÈME D'ALLUMAGE AUTOMOBILE

Le système d'allumage automobile conventionnel (Figure 17) repose sur les principes de l'électro-magnétisme appliqués à la bobine d'allumage, qui est en fait un transformateur élévateur fonctionnant selon l'inductance mutuelle. Le système comprend les composants et le filage nécessaires pour créer et distribuer une tension pouvant atteindre 40 000 volts ou plus. Il applique la tension de batterie au côté positif de la bobine d'allumage et relie le côté négatif à la masse. Lorsque le fil négatif de la bobine est mis à la masse, le circuit primaire de la bobine (à basse tension) est bouclé et un champ magnétique est créé par les enroulements de la bobine. Lorsque le circuit est ouvert, le champ magnétique s'effond et induit une haute tension dans l'enroulement secondaire de la bobine d'allumage, qui est utilisée pour générer une tension suffisamment grande pour connecter les électrodes de la bougie afin de créer une étincelle. Les systèmes d'allumage conventionnels utilisaient un rupteur mobile (points d'allumage) pour établir et interrompre la connexion électrique à la masse. Aujourd'hui, le système d'allumage électronique est muni d'un capteur tel qu'une bobine de détection ou d'un commutateur à effet Hall pour signaler au module de commande du véhicule de créer et de couper la masse primaire de la bobine d'allumage.

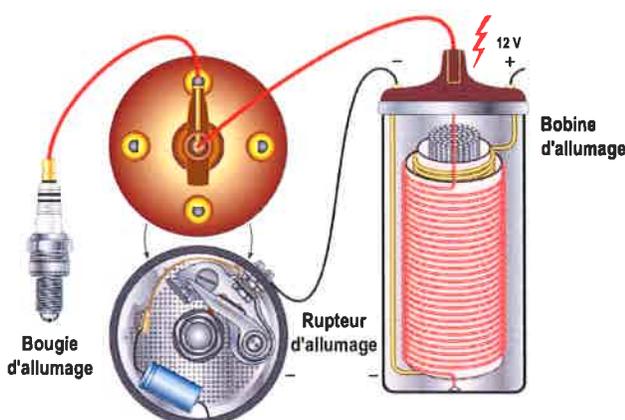


Figure 17 Rupteur et condensateur d'un système d'allumage automobile conventionnel

Lorsque le contact d'allumage est mis, la tension 12 V doit être présente à la borne positive et également à la borne négative de la bobine. Les signes positif (+) et négatif (-) de la bobine indique que sa borne positive est plus proche de la borne positive de la batterie que sa borne négative. C'est ce que l'on appelle la polarité de bobine. La polarité est déterminée par le sens du courant de la bobine, soit vers la gauche ou vers la droite. La polarité d'une bobine d'allumage est surtout déterminée par le sens de rotation des enroulements. La polarité correcte est indiquée sur ses bornes primaires. Si les fils primaires de la bobine sont inversés, la tension nécessaire pour allumer les bougies d'allumage augmente de 40 %. La tension de sortie de la bobine est directement proportionnelle au rapport entre le nombre de spires primaires et de spires secondaires utilisées dans la bobine.

Bobine d'allumage

La bobine d'allumage crée une étincelle à haute tension par induction électromagnétique (I.E.M.). Le principe de l'induction électromagnétique ou de l'I.E.M. stipule que, lorsqu'un champ magnétique traverse un conducteur, une tension y est induite. Dans certains véhicules, les bobines d'allumage sont de véritables transformateurs élévateurs dans lesquels les enroulements primaire et secondaire ne sont pas connectés électriquement.

RÈGLE DE LA MAIN DROITE

Un conducteur linéaire, comme les tiges en cuivre du module D, comporte des lignes de force qui gravitent de façon circulaire. Vous pouvez déterminer la polarité des lignes de force autour du conducteur en utilisant la règle de la main droite (Figures 18 et 19) pour connaître la direction du flux. Pour ce faire, il faut enrouler la main droite autour d'un fil conducteur porteur de courant avec votre pouce pointant dans la direction du débit de courant (du positif au négatif), avec les doigts repliés pointant dans la direction des lignes de force ou du flux magnétique. Pour tout ce qui touche l'électricité et le magnétisme dans le domaine automobile, il est important de noter qu'on utilise souvent la théorie conventionnelle du courant positif au négatif ou à la masse (+ à -).



Figure 18 Règle de la main droite pour la direction de champ utilisée avec la théorie conventionnelle du débit

Le champ magnétique ou le flux autour d'un conducteur peut être assez fort pour effectuer un travail utile comme l'exemple du déplacement de la tige conductrice sur roues du module D. Pour concentrer le champ magnétique, le fil doit être enroulé dans une bobine. Plus il y a de spires, plus le champ magnétique est fort. Lorsqu'un noyau en fer doux est inséré dans la bobine, il devient un électroaimant puissant qui est capable de déplacer des objets comme le fait un solénoïde.

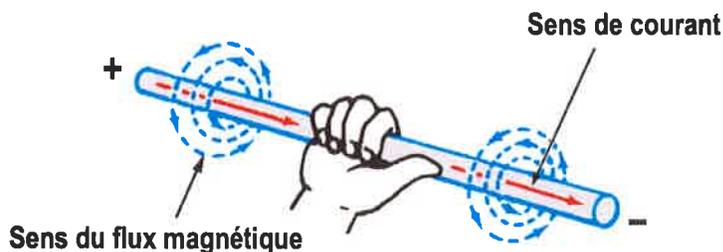


Figure 19 Règle de la main droite pour trouver la direction du champ magnétique et du courant

SYSTÈME DE CHARGE D'UN GÉNÉRATEUR CA

L'alternateur (Figure 20), ou générateur CA, est entraîné par le vilebrequin par l'entremise d'une courroie afin de convertir l'énergie mécanique du moteur en électricité. L'électricité est générée par l'action de la ligne de force magnétique du rotor traversant un conducteur appelé stator qui y induit une tension. Cette énergie maintient l'état de charge de la batterie (E.C.B.) et actionne les charges du système électrique. Les caractéristiques d'un système de charge sont décrites ci-dessous.

- L'alternateur est associé au courant alternatif (CA) qu'il génère;
- Le courant alternatif est redressé ou converti en courant continu (CC) à l'aide d'un pont redresseur à diodes pour alimenter la batterie en CC à pleine charge;
- L'alternateur doit produire suffisamment d'électricité pour recharger la batterie et alimenter les charges du véhicule;
- Le stator vient du mot *stationnaire*, parce que le conducteur d'un alternateur ne bouge pas contrairement à l'armature d'une dynamo ou d'une génératrice CC.



Figure 20 Alternateur entraîné par courroie

DYNAMO OU GÉNÉRATRICE CC

Pour mieux comprendre l'alternateur, nous allons examiner les principes élémentaires de la dynamo ou de la génératrice CC. Elle se sert également de l'induction électromagnétique pour produire du courant continu, comme illustré à la figure 21. Lorsque les lignes de force magnétique traversent un conducteur (boucle filaire), une tension est induite dans ce même conducteur. La génératrice CC utilise un noyau feuilleté ou des feuilles de fer pour créer un électroaimant. Lorsque le courant traverse la bobine, un champ ou flux magnétique est alors créé entre ses axes polaires. On pourrait aussi se servir d'aimants permanents.

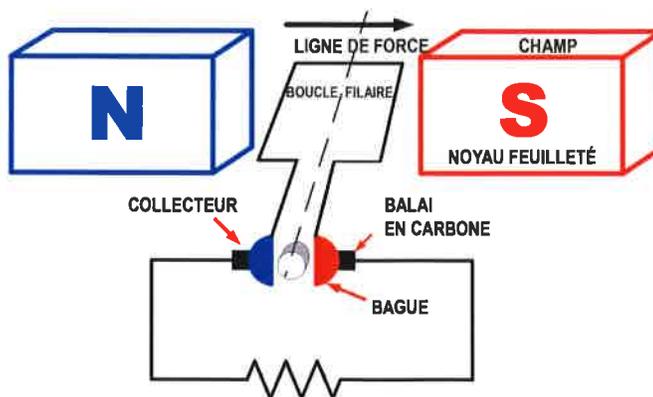


Figure 21 Dynamo ou génératrice CC

La figure 22 illustre une seule boucle de fil métallique entre les pôles nord et sud. Lorsque cette boucle tourne dans des champs magnétiques, elle traverse les lignes de force et induit une tension. Quand le circuit de la boucle de fil est complété, le courant circule.



Figure 22 Génératrice CC

Rotor

La boucle filaire du rotor est connectée à une double bague appelée *collecteur à bague rotatif* et des balais en carbone captent l'énergie électrique lorsque les bagues tournent. Les conducteurs des balais transfèrent l'énergie vers le circuit de charge illustré sous la forme d'une résistance à la figure 21. Durant la rotation complète de la boucle filaire, la tension induite s'inverse et le courant circule alors dans la direction opposée (courant CA) après le premier demi-tour. Pour produire une énergie de sortie dans une direction ou une polarité (courant continu), on se sert du collecteur à bague rotatif. Au cours du second demi-tour, les balais en carbone s'énergisent à partir des segments de commutation opposés à ceux sur lesquels ils glissent pendant le premier demi-tour en conservant le même sens de rotation. La forme d'onde de sortie n'est pas un courant continu de niveau constant, mais augmente et diminue pour créer un modèle appelé courant continu pulsé. Ainsi, pour un tour complet de boucle filaire (360°), deux formes d'onde (onde sinusoïdale) sont produites.

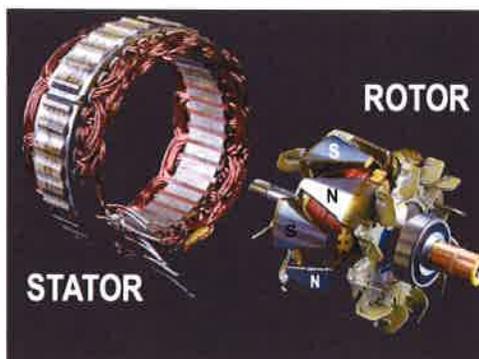


Figure 23 Rotor de l'alternateur (enroulement inducteur)

L'enroulement inducteur (Figure 23) génère un champ magnétique et remplace les enroulements de champ magnétique à noyau feuilleté utilisés dans une génératrice CC. Les pôles du rotor peuvent conserver un certain magnétisme lorsqu'ils ne sont pas sollicités. Toutefois, le magnétisme résiduel n'est pas assez fort pour induire une tension entre les conducteurs. Ainsi, l'enroulement inducteur ou l'enroulement de champ fait varier le courant inducteur à travers l'enroulement du rotor pour gérer la force du champ magnétique et ce courant inducteur est contrôlé par un régulateur de tension en ajoutant une résistance en série au circuit. Un noyau en fer souple est monté à l'intérieur de l'enroulement du rotor qui est magnétisé lorsque le courant inducteur circule dans l'enroulement. Les pôles prennent la polarité magnétique du noyau auquel ils sont fixés et le courant est acheminé à l'enroulement inducteur par des bagues collectrices et des balais dans un alternateur à balais. En combinant le fer doux du noyau à l'acier des moitiés du rotor, cela améliore la perméabilité du champ magnétique.

Stator

La figure 24 est une représentation graphique d'un alternateur, dont l'induit ou le stator remplace la carcasse de la génératrice CC. Les enroulements du stator sont stratifiés pour empêcher la formation de courants de Foucault indésirables dans le noyau ferreux. Trois conducteurs de l'alternateur sont enroulés autour du noyau cylindrique feuilleté pour former une seule pièce appelée le *stator*. Le stator ne tourne pas, tout comme le collecteur de la génératrice CC. Les enroulements du stator comprennent chacun un certain nombre de spires et sont espacés uniformément autour du noyau. Il y a autant d'enroulements statoriques que de paires de pôles N-S dans le rotor. L'alternateur à balais utilise des balais en carbone qui se glissent sur deux bagues collectrices (figure 24). Ces balais sont alimentés par le courant de la batterie qui entre et qui sort du circuit du stator. Ils sont installés dans des porte-balais. Le courant inducteur est d'environ 1,5 à 3,0 ampères.

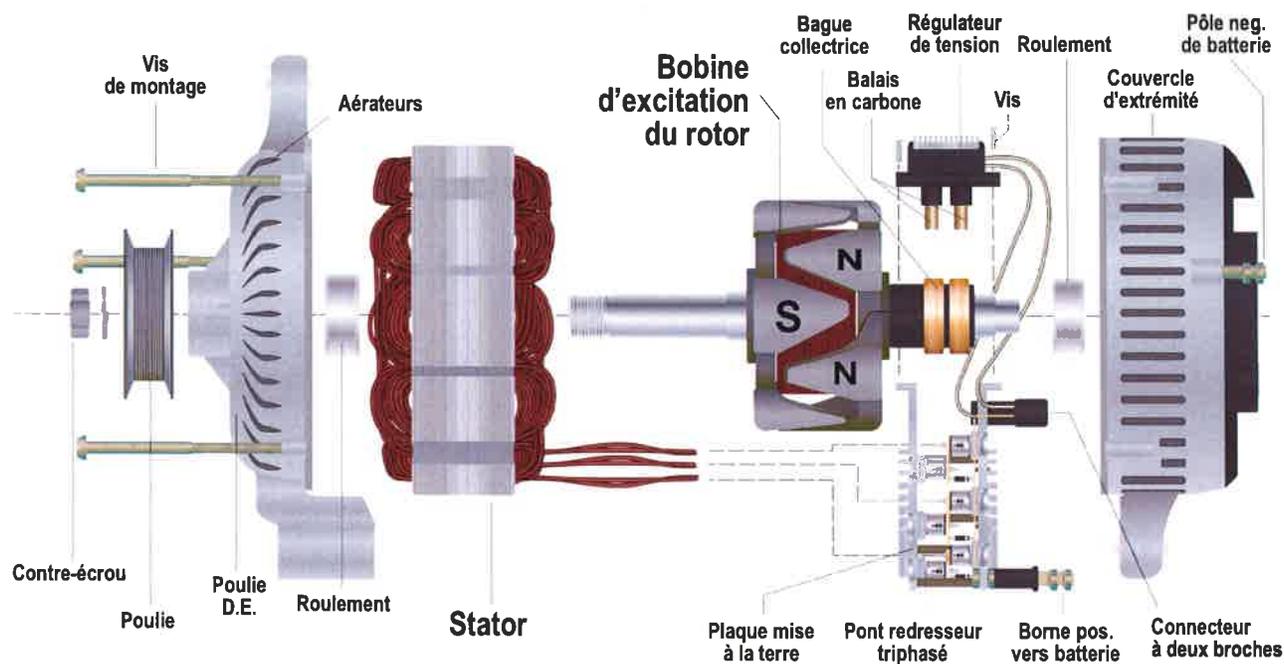


Figure 24 Vue éclatée de l'alternateur et de son stator

CIRCUIT DE CHARGE DE L'ALTERNATEUR

Le circuit de charge de l'alternateur (Figure 25) est constitué d'un aimant rotatif à l'intérieur d'un stator ou conducteur à boucle fixe. Le courant alternatif produit dans le conducteur est redressé par une seule diode comme dans le redressement à simple alternance ou par plusieurs diodes pour le redressement à double alternance. Les activités d'apprentissage du présent manuel ne traite pas de la régulation de tension. Cependant, dans un alternateur automobile, le régulateur de tension limite le courant d'excitation et la tension de sortie de l'alternateur en fonction des spécifications du système électrique. Le courant CA induit une tension dans le stator en faisant tourner le champ magnétique à l'intérieur du conducteur à boucle fixe. La sortie de courant CA la plus élevée est produite chaque fois que le rotor est parallèle au stator et à ses champs magnétiques positionnés à angle droit. Le rotor fait un quart de tour et se place en parallèle à 90 degrés de la position du stator et des champs magnétiques, faisant passer la tension en crête positive, puis en crête négative, pour produire une tension d'onde sinusoïdale. La forme d'onde est contrôlée par l'angle entre l'aimant et le conducteur.

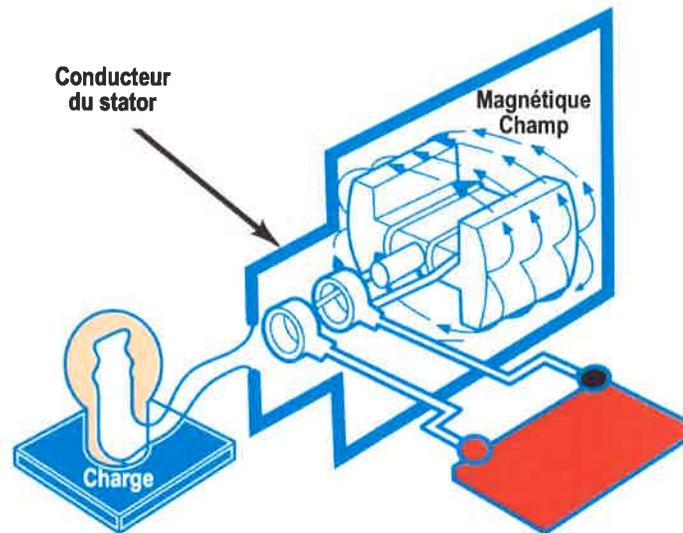


Figure 25 Fonctionnement basé sur la rotation du champ magnétique à l'intérieur d'un conducteur à boucle fixe

Le régulateur de tension (Figure 26) installé dans un véhicule ajoute une résistance en série au circuit de champ par l'intermédiaire d'un dispositif mécanique ou électronique ou par la gestion contrôlée du moteur.

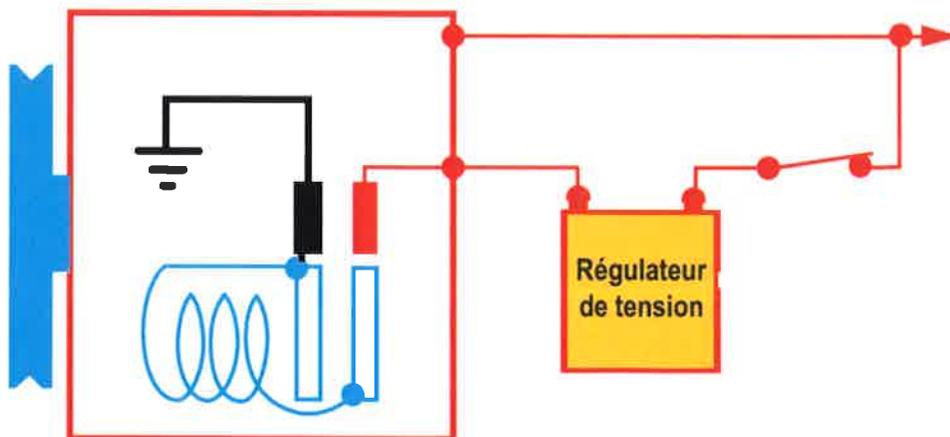


Figure 26 Régulation de la tension

Redressement à simple alternance

Un redresseur à simple alternance transforme la tension CA en tension CC (Figure 27). Le circuit redresseur à simple alternance utilisé dans l'ensemble CL-1902 ne contient qu'une seule diode pour cette transformation. Il est défini comme un type de redresseur qui permet de ne passer qu'un demi-cycle d'une forme d'onde de tension CA tout en bloquant l'autre.



Figure 27 Diode simple du module E utilisée comme redresseur à simple alternance

Pont redresseur à diodes à double alternance

Le courant du groupe de diodes à double alternance (Figure 28) circule d'abord dans un sens, puis dans l'autre, de sorte qu'il est qualifié d'alternatif. Tant que le rotor tourne, le courant inverse son débit à chaque demi-tour. Les systèmes automobiles nécessitent du courant continu (CC) pour fonctionner. Le courant alternatif ou CA doit être redressé pour diriger le courant visant à recharger la batterie et à alimenter les systèmes du véhicule. Cela s'effectue grâce à des diodes. Des diodes supplémentaires sont nécessaires dans le circuit pour compléter le redressement à double alternance (Figure 28).

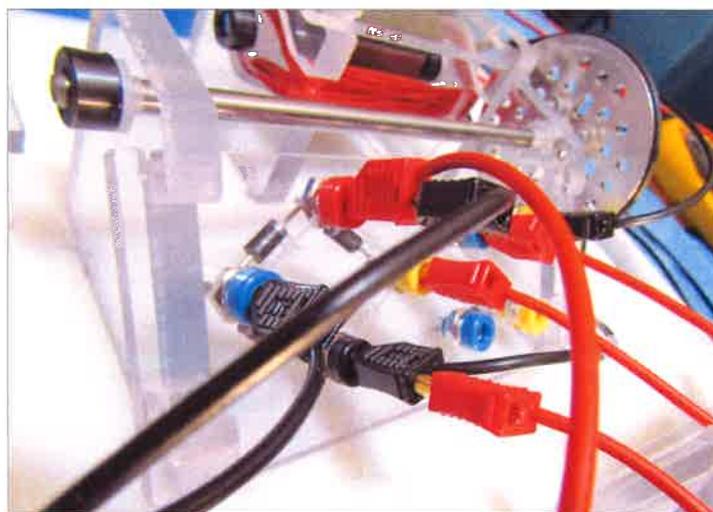


Figure 28 Quatre diodes du module E utilisées comme pont redresseur à double alternance

Une diode agit comme un interrupteur unidirectionnel ou une soupape électrique. La diode bloque la moitié de la tension CA (Figure 29). Elle permet au courant de circuler de X à Y, comme illustré dans la section A du schéma ci-dessous. Dans la section B, le courant ne peut pas circuler de Y à X, car la diode bloque le chemin. La première moitié du débit (de X à Y) peut traverser la diode, tel qu'indiqué dans le graphique (semi-onde sinusoïdale XY). La seconde moitié (de Y à X) n'a pas pu passer par la diode et elle n'est pas représentée dans la forme d'onde du graphique, car le courant n'a jamais traversé le circuit. Lorsque la tension s'inverse au début du cycle de rotor suivant, le débit de courant peut circuler via la diode XY.

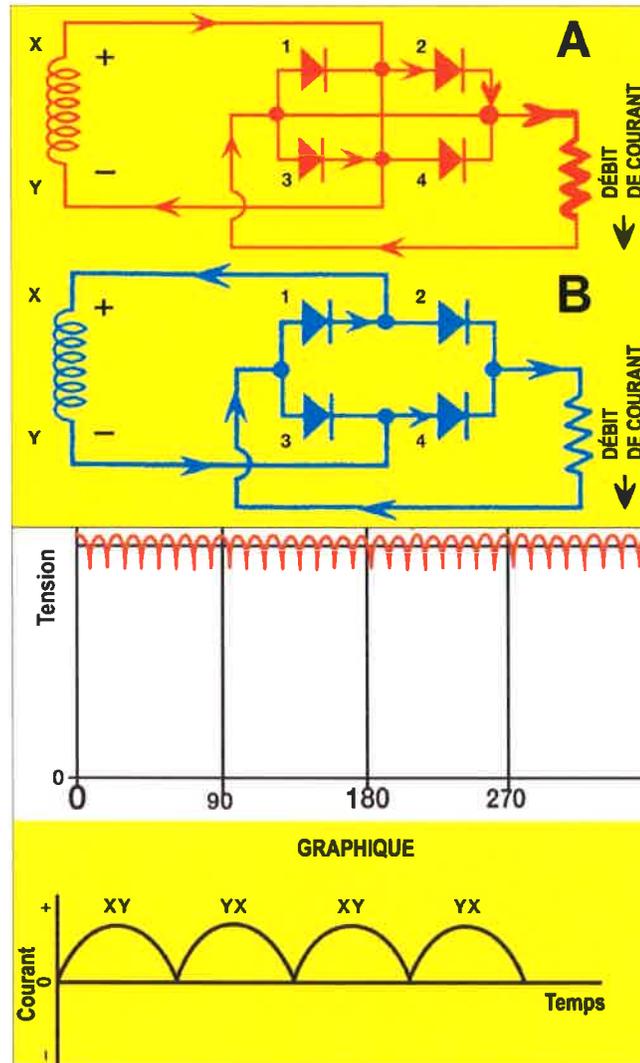


Figure 29 Pont redresseur à diodes à double alternance

Lorsque vous ajoutez des diodes supplémentaires au circuit, cela permet de redresser plus de tension CA en tension CC. Dans la section A, le courant passe de X à Y. Il part de X, traverse la diode n° 2, puis la charge, puis la diode n° 3 et retourne à Y. Dans la section B, le courant passe de Y à X. Il part de Y, traverse la diode n° 4, puis la charge, ensuite la diode n° 1 et retourne à X. Le courant circule dans la charge dans le même sens, car le CA a été redressé en CC. La forme d'onde du graphique de la figure 29 montre la sortie de courant d'un alternateur avec un conducteur et 4 diodes. Il y a plus de courant car toute la tension a été redressée. C'est ce que l'on appelle le redressement à pleine alternance.

FUNCTIONNEMENT DU MOTEUR ÉLECTRIQUE

L'électroaimant (Figure 30) se forme dans une boucle de fil métallique qui est placée entre deux pôles électromagnétiques. Les moteurs travaillent sur le principe de la **répulsion magnétique**. Cette répulsion se produit lorsqu'une simple boucle de fil conducteur, composée d'une armature, d'un collecteur et de balais, se trouve dans un champ magnétique et que du courant la traverse. Deux champs magnétiques distincts sont alors créés. L'un de ces champs est produit par l'aimant (pôles de l'enroulement du champ magnétique) et l'autre par le courant circulant à travers le groupe conducteur (armature, collecteur et balais). La figure 30 montre le champ magnétique de l'aimant qui se déplace du pôle S au pôle N et le champ magnétique du conducteur qui rayonne autour.

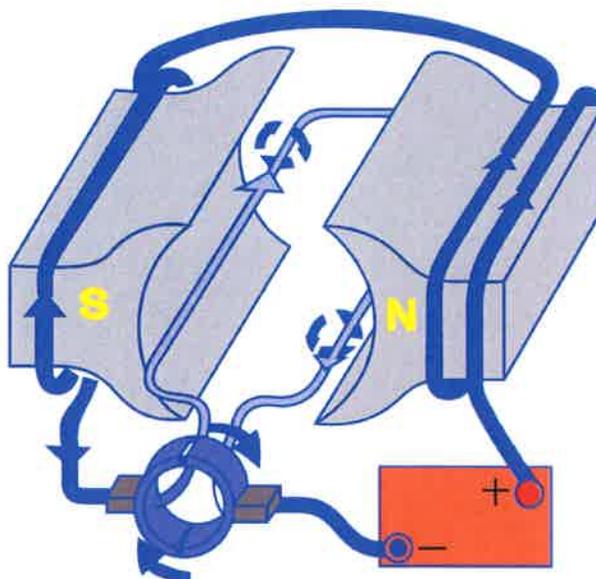


Figure 30 Schéma de fonctionnement du moteur électrique

Les lignes de force magnétique agissent comme une bande en caoutchouc. Le flux magnétique s'étire et tente de se raccourcir. Il y a un champ magnétique plus fort d'un côté de la boucle filaire et un très faible de l'autre côté. Par surcroît l'armature, qui est le conducteur, est repoussée par un champ magnétique fort et tourne vers le champ magnétique plus faible. À mesure qu'augmentent le courant dans le conducteur ou dans l'armature du moteur et la résistance des enroulements de champ magnétique, les conditions suivantes se produisent :

- Le nombre de lignes de magnétisme s'accroît du côté fort;
- Une force de répulsion plus significative est appliquée au conducteur (armature);
- Le conducteur tente de plus en plus de se déplacer vers le côté faible afin d'atteindre un état neutre équilibré;
- Une plus grande quantité de chaleur électrique est générée;
- La présence du pôle N et du pôle S d'un aimant est déterminante;
- La bague collectrice est séparée en deux sections en cuivre (collecteur);
- Le conducteur est plié en forme de U dont les deux extrémités sont connectées aux demi-bagues;
- Les balais fixes sont raccordés à une batterie;
- La combinaison de la boucle de conducteur en U et de la bague collectrice en cuivre est appelée le collecteur, car ils tournent ensemble et deviennent l'armature.

Explication du fonctionnement du moteur électrique

Un redresseur à simple alternance transforme la tension CA en tension CC (Figure 30). Le circuit redresseur utilisé dans l'ensemble pour effectuer un redressement de la tension à simple alternance ne contient qu'une seule diode. Ce type de redresseur permet de passer seulement un demi-cycle d'une forme d'onde de tension CA tout en bloquant l'autre demi-cycle.

1. Le courant passe de la borne négative (-) de la batterie (Figure 30) vers le balai et l'anneau en cuivre les plus près du pôle S, traverse le conducteur (armature) et se rend à la bague et au balai les plus rapprochés du pôle N, et retourne enfin à la batterie par la borne positive (+). Ce débit électrique se déplace vers le bas la partie de la boucle qui est près du pôle N et vers le haut celle près du pôle S. Lorsqu'il y a un champ fort d'un des côtés du conducteur et un champ faible de l'autre, le conducteur en soi passe du champ fort au champ faible. Un champ magnétique plus faible entre les pôles N et S d'un côté du conducteur est repoussé par le champ magnétique plus fort de l'autre côté du conducteur. L'armature du moteur se met ensuite à tourner.
2. En tournant, les deux côtés du conducteur en boucle inversent les positions et les deux moitiés de la bague collectrice entrent alternativement en contact avec les balais fixes du côté opposé.
3. Ceci provoque l'inversion de la direction du débit de courant électrique (courant alternatif) dans les bagues collectrices, qui continuent à tourner dans la même direction.

Vitesse du moteur

Les facteurs suivants peuvent faire varier la vitesse d'un moteur :

- Tension d'alimentation;
- Flux magnétique et débit de courant dans l'enroulement inducteur;
- Tension et résistance d'armature.

Applications automobiles

Les moteurs électriques sont utilisés dans un véhicule, notamment pour lancer le moteur et pour actionner les vitres ou glaces à commande électrique, les sièges, le rétroviseur et l'accélérateur.

ACTIVITÉS D'APPRENTISSAGE

NOTE : Dans plusieurs activités nous faisons référence à l'utilisation d'un multimètre numérique pour la mesure du courant en microampères (μA). Si votre établissement ne dispose pas d'un instrument capable de mesurer des microampères, vous pouvez utiliser une échelle en milliampères en sachant que ces mesures seront moins précises que celles des microampères. Par exemple : $500 \mu\text{A}$ s'afficherait comme 5 mA , etc. De plus, l'ensemble CL-1902 est équipé d'un galvanomètre qui est en soi un microampèremètre, mais sans mesure quantifiée.

MODULE A-1**ACTIVITÉ D'APPRENTISSAGE SA-1 NIVEAU 1****Champs magnétiques**

(Page 1 de 2)

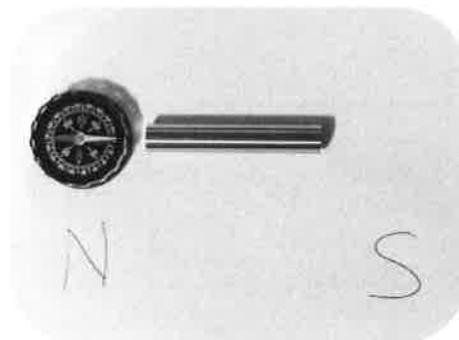
Utilisez la feuille des résultats pour inscrire vos réponses. N'écrivez pas sur cette feuille.

Explication: Un champ magnétique est constitué de nombreuses lignes de force invisibles. Ces lignes sont appelées des lignes de force magnétique, ou bien un champ magnétique ou un flux magnétique. Le flux magnétique peut être comparé au courant. Les lignes du flux sont des lignes directionnelles qui SORTENT du pôle N et qui ENTRENT par le pôle S. Les lignes sont concentrées au niveau des pôles d'un aimant permanent et s'étendent dans les zones entre les pôles.

Objectif : Démontrer le mouvement complet du champ magnétique autour d'un aimant permanent.

Matériel requis : Boussole, tige d'aimant permanent de 8 cm, crayon et feuille de papier.

1. Prenez une feuille de papier blanche et inscrivez un N en bas à **GAUCHE** pour indiquer le pôle nord et un S à **DROITE** pour le pôle sud.
2. Placez la boussole à **GAUCHE** du pôle N de la tige aimantée. L'aiguille de la boussole devrait pointer vers son pôle nord.



3. Déplacez la boussole vers le haut et ensuite vers la droite de la tige juste au-dessus du pôle N. L'aiguille de la boussole devrait pivoter dans le sens horaire indiquant la présence du champ magnétique autour de la tige.



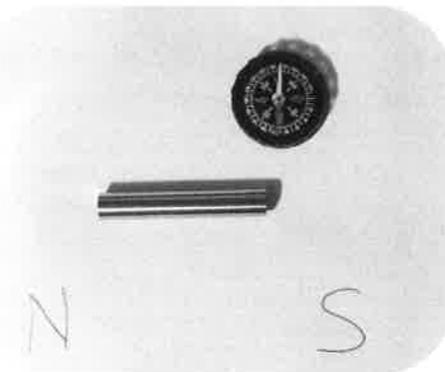
4. Continuez à déplacer la boussole vers l'autre extrémité. Vous devriez voir l'aiguille réagir aux lignes du flux magnétique de la tige.



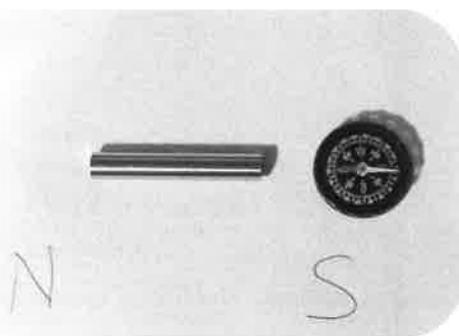
MODULE A-1**ACTIVITÉ D'APPRENTISSAGE SA-1 NIVEAU 1****Champs magnétiques**

(Page 2 de 2)

5. Le mouvement continu de la boussole passant au-dessus du pôle sud fait tourner l'aiguille à 180 degrés par rapport à sa position à l'étape 3.



6. Déplacez la boussole à droite du pôle S de la tige. L'aiguille devrait maintenant pointer vers son pôle S.

**CONCLUSION**

Cette activité permet de démontrer le mouvement complet du champ magnétique autour d'un aimant permanent. Les lignes du flux magnétique sont directionnelles, sortent du pôle nord et entrent par le pôle sud.

7. Savez-vous maintenant ce qu'est le magnétisme? OUI___ NON___
8. Savez-vous maintenant qu'il existe des lignes de force magnétique? OUI___ NON___
9. Si vous avez répondu oui, qu'est-ce qui vous a amené à cette conclusion?

Passez en revue les notions sur le magnétisme dans la section théorique si nécessaire.

MODULE A-1
ACTIVITÉ D'APPRENTISSAGE SA-1 NIVEAU 1
Feuille des résultats

7. Savez-vous maintenant ce qu'est le magnétisme? OUI___ NON___
8. Savez-vous maintenant qu'il existe des lignes de force magnétique? OUI___ NON___
9. Si vous avez répondu oui, qu'est-ce qui vous a amené à cette conclusion?

NOM : _____ GROUPE : _____ DATE : _____

ENSEIGNANT : _____ NOTE : _____

MODULE A-1

ACTIVITÉ D'APPRENTISSAGE SA-2 NIVEAU 2

Électroaimants

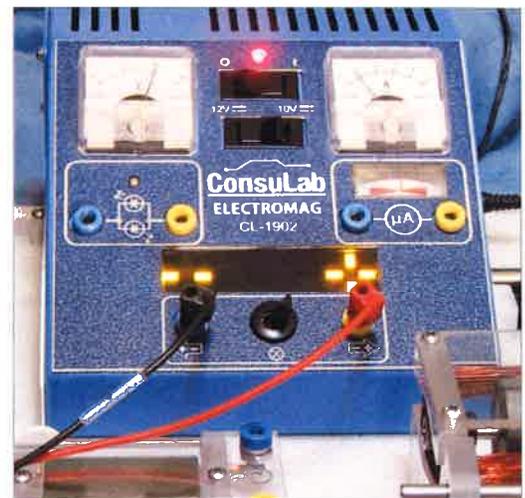
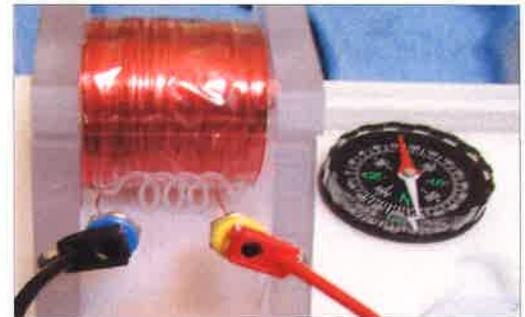
(Page 1 de 2)

Utilisez la feuille des résultats pour inscrire vos réponses. N'écrivez pas sur cette feuille.

Objectif : Démontrer comment le courant qui circule dans un conducteur crée un champ magnétique autour de lui.

Matériel requis : Boussole.

1. Branchez un fil rouge de la borne jaune de l'alimentation à la borne jaune du **module A-1**.
2. Branchez un fil noir de la borne bleue de l'alimentation à la borne bleue du **module A-1**.
3. Placez la boussole à côté du module A-1. L'aiguille de la boussole n'indique pas la présence d'un champ magnétique lorsque le circuit est hors tension.
4. Basculez le commutateur d'alimentation à 12 V et le commutateur de polarité à droite pour obtenir un flux de courant du positif au négatif. Mettez la source d'alimentation sous tension.



MODULE A-1

ACTIVITÉ D'APPRENTISSAGE SA-2 NIVEAU 2

Électroaimants

(Page 2 de 2)

5. Lorsque le circuit est alimenté, l'aiguille de la boussole pointe vers le nord et indique la présence d'un champ magnétique.



6. Basculer le commutateur de polarité vers la gauche. La boussole devrait maintenant indiquer le pôle sud.



CONCLUSION

Les conducteurs porteurs de courant sont entourés d'un champ magnétique. Le courant passant à travers un conducteur tel un fil de cuivre crée un champ magnétique autour de lui. Nous avons démontré ce phénomène en plaçant une boussole près de la bobine du Module A-1. L'aiguille a pivoté vers le nord, montrant la présence du champ magnétique et, lorsque la polarité est inversée, l'aiguille a pointé vers le sud.

7. Savez-vous ce qui différencie un électroaimant d'un aimant?

8. Savez-vous maintenant pourquoi on utilise la règle de la main droite? OUI___ NON___

9. Si vous avez répondu oui, qu'est-ce qui vous a amené à cette conclusion?

Passez en revue les notions sur l'électromagnétisme dans la section théorique si nécessaire.

MODULE A-1
ACTIVITÉ D'APPRENTISSAGE SA-2 NIVEAU 2
Feuille des résultats

7. S... mant?

*Peja répondu p.35
Doubton*

8. Savez-vous maintenant pourquoi on utilise la règle de la main droite? OUI ___ NON ___

9. Si vous avez répondu oui, qu'est-ce qui vous a amené à cette conclusion?

NOM : _____ GROUPE : _____ DATE : _____

ENSEIGNANT : _____ NOTE : _____

MODULE A-1

ACTIVITÉ D'APPRENTISSAGE SA-3 NIVEAU 3

Les lois de Faraday

(Page 1 de 2)

Utilisez la feuille des résultats pour inscrire vos réponses. N'écrivez pas sur cette feuille.

Objectif : Observer l'effet des variations dans un champ magnétique.

Matériel requis : Tige d'aimant permanent de 8 cm.

1. Branchez un fil rouge de la borne bleue du galvanomètre à la borne bleue du **module A-1**.
2. Branchez un fil noir de la borne jaune du galvanomètre à la borne jaune du **module A-1**.



3. Faites glisser la tige aimantée à l'intérieur de la bobine, avec son pôle nord en premier. Vous devriez voir bouger l'indicateur à aiguille du galvanomètre.



4. Le fait de déposer l'aimant dans la bobine génère beaucoup de lignes magnétiques, mais aucun courant selon le galvanomètre. La bobine ne produit du courant que lorsque le flux magnétique varie.



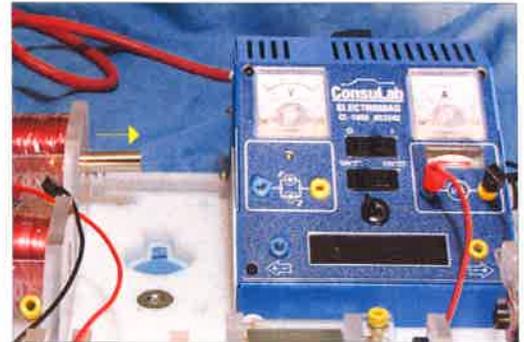
MODULE A-1

ACTIVITÉ D'APPRENTISSAGE SA-3 NIVEAU 3

Les lois de Faraday

(Page 2 de 2)

5. Lorsque l'on retire l'aimant de la bobine, l'indicateur du galvanomètre passe au négatif avec l'effet inverse.



CONCLUSION

Les courants sont produits par des variations du flux magnétique.

6. Savez-vous maintenant à quoi sert l'induction électromagnétique et à quoi sert-elle dans une voiture ou un camion?
OUI ___ NON ___
7. Si vous avez répondu oui, qu'est-ce qui vous a amené à cette conclusion?

Passez en revue les notions sur les lois de Faraday dans la section théorique si nécessaire.

MODULE A-1
ACTIVITÉ D'APPRENTISSAGE SA-3 NIVEAU 3
Feuille des résultats

6. Savez-vous maintenant à quoi sert l'induction électromagnétique et à quoi sert-elle dans une voiture ou un camion ?
OUI ___ NON ___

7. Si vous avez répondu oui, qu'est-ce qui vous a amené à cette conclusion?

NOM : _____ GROUPE : _____ DATE : _____

ENSEIGNANT : _____ NOTE : _____

MODULE A-2

ACTIVITÉ D'APPRENTISSAGE SA-4 NIVEAU 1

Polarité inversée

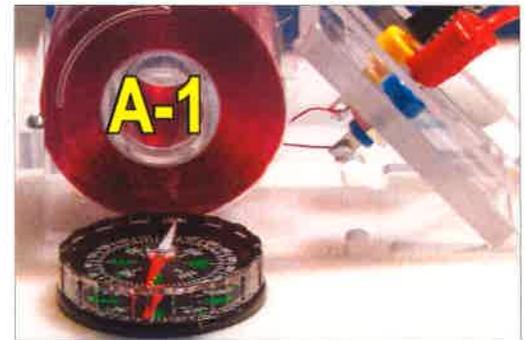
(Page 1 de 2)

Objectif: Mettre les bobines A-1 et A-2 sous tension pour démontrer que A-2 est enroulée en sens inverse par rapport à A-1.

Matériel requis : Boussole.

Bobine A-1

1. Branchez un fil rouge de la borne bleue de l'alimentation à la borne bleue du **module A-1**.
2. Branchez un fil noir de la borne jaune de l'alimentation à la borne jaune du **module A-1**.
3. Placez la boussole à gauche de la **bobine A-1**.
4. Mettez l'alimentation sous tension et basculez le commutateur de polarité vers la gauche en sélectionnant un mouvement de courant du positif au négatif.
5. L'aiguille de la boussole pointe vers le **NORD** pour indiquer la présence d'un champ magnétique.



Bobine A-2

6. Branchez un fil rouge de la borne bleue de l'alimentation à la borne positive bleue du **module A-2**.
7. Branchez un fil noir de la borne jaune de l'alimentation à la borne jaune du **module A-2**.
8. Placez la boussole à gauche de la **bobine A-2**.
9. En gardant l'alimentation sous tension et la boussole au même endroit, l'aiguille devrait pivoter de 180° et pointer vers le sud pour vous indiquer que la **bobine A-2** est en polarité inversée.



MODULE A-2

ACTIVITÉ D'APPRENTISSAGE SA-4 NIVEAU 1

Polarité inversée

(Page 2 de 2)

10. Comparez les mouvements de boussole des deux bobines.



CONCLUSION

Les conducteurs porteurs de courant sont entourés d'un champ magnétique. Le courant passant à travers un conducteur tel qu'un fil de cuivre crée un champ magnétique autour de lui. Ce phénomène a été démontré en plaçant la boussole devant la bobine du **module A-2**. Le module A-2 est différent du module A-1 parce que son enroulement de bobine est en polarité inversée et que l'aiguille de la boussole indique le **SUD** pour signaler la présence d'un champ magnétique dans la direction opposée et orientée vers le pôle sud.

MODULE A-2

ACTIVITÉ D'APPRENTISSAGE SA-5 NIVEAU 2

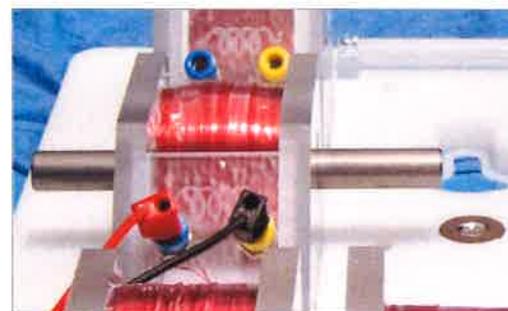
Solénoïde électromagnétique

(Page 1 de 2)

Objectif : Démontrer comment on se sert d'un solénoïde électromagnétique pour déplacer des objets pour une action mécanique.

Matériel requis : Tige en fer de 12 cm et règle.

1. Mettez la source d'alimentation hors tension.
2. Placez le commutateur de polarité au centre (neutre).
3. Réglez l'alimentation à 12 volts.
4. Branchez un fil rouge de la borne bleue de l'alimentation à la borne bleue du **module A-2**.
5. Branchez un fil noir de la borne jaune de l'alimentation à la borne jaune du **module A-2**.
6. Mettez la source d'alimentation sous tension.
7. Insérez la tige en fer dans la **bobine A-2** comme indiqué sur la photo.
8. Placez une règle sur le module A-2 de sorte que le chiffre 3 du côté pouces de la règle soit aligné sur l'extrémité de la tige. Voir la photo ci-contre. Assurez-vous que la tige soit bien positionnée sur ce chiffre et que la polarité soit au neutre.



MODULE A-2

ACTIVITÉ D'APPRENTISSAGE SA-5 NIVEAU 2

Électroaimant

(Page 2 de 2)

9. Déplacez le commutateur de polarité vers la **GAUCHE** pour obtenir un débit de courant circulant du positif au négatif. Avec cette polarité, la tige en fer devrait bouger vers la gauche d'environ un demi-pouce (1,25 cm).



CONCLUSION

Une bobine à enroulement inversé peut constituer un solénoïde électromagnétique permettant de déplacer des objets pour une action ou une commande mécanique.

MODULE A-2

ACTIVITÉ D'APPRENTISSAGE SA-6 NIVEAU 3

Actionneur à solénoïde

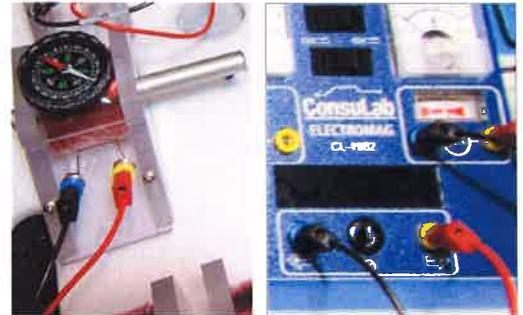
(Page 1 de 2)

Utilisez la feuille des résultats pour inscrire vos réponses. N'écrivez pas sur cette feuille.

Objectif: Démontrer comment l'induction électromagnétique fait fonctionner les actionneurs à solénoïde.

Matériel requis : Tige en fer de 12 cm et boussole.

1. Branchez un fil rouge de la borne jaune de l'alimentation à la borne jaune du **module A-2**.
2. Branchez un fil noir de la borne bleue de l'alimentation à la borne bleue du **module A-2**.
3. Insérez la tige en fer dans la **bobine A-2** comme la photo ci-contre. **Basculez le commutateur de polarité vers la droite pour avoir un débit de courant allant du positif au négatif.**
4. Mettez la source d'alimentation sous tension. La tige devrait se déplacer vers la gauche pour simuler le mouvement d'un actionneur de verrouillage des portes à commande électrique.
5. Coupez l'alimentation et **basculez le commutateur de polarité vers la gauche pour avoir un débit allant du négatif au positif**. Insérez la tige dans la **bobine A-2** comme la photo ci-contre.
6. Mettez la source d'alimentation sous tension et la tige devrait maintenant se déplacer vers la droite.



MODULE A-2

ACTIVITÉ D'APPRENTISSAGE SA-6 NIVEAU 3

Actionneur à solénoïde

(Page 2 de 2)

CONCLUSION

Vous pouvez utiliser un solénoïde électromagnétique pour déplacer des dispositifs ou objets à des fins d'action mécanique et aussi modifier la polarité pour les déplacer en sens opposée.

7. Savez-vous maintenant comment l'induction électromagnétique fait fonctionner les actionneurs à solénoïde dans les voitures et les camions d'aujourd'hui? OUI ___ NON ___
8. Si vous avez répondu oui, qu'est-ce qui vous a amené à cette conclusion?

Passez en revue les notions sur le solénoïde électromagnétique dans la section théorique si nécessaire.

MODULE A-2
ACTIVITÉ D'APPRENTISSAGE SA-6 NIVEAU 3
Feuille des résultats

7. Savez-vous maintenant comment l'induction électromagnétique fait fonctionner les actionneurs à solénoïde dans les voitures et les camions d'aujourd'hui?

OUI ___ NON ___

8. Si vous avez répondu oui, qu'est-ce qui vous a amené à cette conclusion?

NOM : _____ GROUPE : _____ DATE : _____

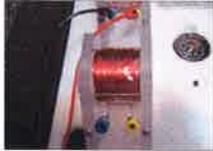
ENSEIGNANT : _____ NOTE : _____

TEST SUR LE MODULE A-1 ET LE MODULE A-2

(Page 1 de 2)

Utilisez la feuille des résultats pour inscrire vos réponses. N'écrivez pas sur cette feuille.

- 1 Quel composant de l'ensemble CL-1902 est illustré sur la photo et quelle est sa particularité ou son rôle?



- A. Module A-1 avec bobine pour démontrer comment un conducteur de courant crée un champ magnétique.
B. Module A-2 avec bobine enroulée en sens inverse pour démontrer comment un conducteur de courant crée un champ magnétique.
C. Module B-1 semblable au module A-2, mais avec bobine de caractéristiques différentes.
D. Module B-2 semblable au module B-1, mais avec bobine qui a deux fois plus de spires.
- 2 Comment sont appelées les lignes de force d'un aimant?
- A. Lignes de flux
B. Polarité magnétique
C. Pôles magnétisés
D. Densité du flux
- 3 La règle de la main droite se réalise en plaçant votre main droite sur un conducteur porteur de courant avec le pouce qui pointe dans la direction du débit de courant (du positif au négatif) et les doigts incurvés qui pointent :
- A. dans la direction opposée aux lignes de flux magnétique.
B. dans la direction des lignes de flux magnétique.
C. à angle droit par rapport aux lignes de flux magnétique.
D. à un angle de 45° par rapport aux lignes de flux magnétique.
- 4 Deux techniciens expliquent les phénomènes de l'électricité et du magnétisme. Le technicien A affirme que tout courant électrique passant par un conducteur crée un champ magnétique. Le technicien B dit que l'électricité crée du magnétisme tandis que le magnétisme produit de l'électricité. Qui a raison?
- A. Le technicien A
B. Le technicien B
C. Les deux ont raison
D. Les deux ont tort
- 5 Cette question contient le mot SAUF. Lisez attentivement la question avant de choisir la bonne réponse. Les conditions suivantes peuvent faire renforcer un champ magnétique, sauf :
- A. l'ajout d'un noyau en fer doux au centre de la bobine.
B. l'augmentation du nombre de spires dans l'enroulement.
C. l'augmentation du courant.
D. la diminution du courant.
- 6 Lors de l'activité SA-3 de niveau 3 sur la loi de l'électromagnétisme de Faraday, vous pouvez voir l'aiguille sursauter suite au courant généré lorsque :
- A. l'aimant se déplace dans la bobine.
B. l'aimant ne bouge pas.
C. l'interrupteur d'alimentation est placé à Arrêt.
D. l'interrupteur d'alimentation est placé à Marche.

TEST SUR LE MODULE A-1 ET LE MODULE A-2

(Page 2 de 2)

- 7 Lors de l'activité SA-1 de niveau 1 sur les champs magnétiques, lorsque vous déplacez la boussole vers le haut et ensuite vers la droite, juste au-dessus du pôle nord de la tige, qu'arrive-t-il?
- A. L'aiguille tourne dans le sens horaire indiquant qu'il y a un champ magnétique autour de l'aimant.
 - B. L'aiguille tourne dans le sens antihoraire indiquant qu'il y a un champ magnétique autour de l'aimant.
 - C. L'aiguille pointe vers le pôle N.
 - D. L'aiguille pointe vers le pôle S.
- 8 À l'étape 9 de l'activité SA-4 de niveau 1, lorsque l'alimentation est sous tension, la boussole pointe vers le SUD et indique la présence d'un champ magnétique dans :
- A. la direction normale.
 - B. la direction opposée.
 - C. la direction avant.
 - D. la direction de commande.
- 9 Deux techniciens discutent de l'activité SA-5 de niveau 2. Le technicien A dit que la tige en fer se déplace avec tout changement de polarité. Le technicien B explique qu'à l'étape 5, lorsqu'on bascule le commutateur de polarité, la tige bouge vers la gauche d'environ 5 cm. Qui a raison?
- A. Le technicien A
 - B. Le technicien B
 - C. Les deux ont raison
 - D. Les deux ont tort
- 10 Lorsque le courant traverse la bobine d'un solénoïde, l'électromagnétisme déplace le noyau de fer vers l'intérieur. Quand le courant cesse de circuler dans la bobine, que fait le noyau?
- A. Il reste au même endroit.
 - B. Il revient à sa position initiale.
 - C. Il avance beaucoup.
 - D. Il avance légèrement.

TEST SUR LE MODULE A-1 ET LE MODULE A-2**Feuille des résultats**

NOM DE L'ÉTUDIANT _____ DATE _____

Encerclez la bonne réponse.

1. A B C D
2. A B C D
3. A B C D
4. A B C D
5. A B C D
6. A B C D
7. A B C D
8. A B C D
9. A B C D
10. A B C D

NOTE DE L'ENSEIGNANT : _____

COMMENTAIRES : _____

MODULE B-1 ET MODULE B-2

ACTIVITÉ D'APPRENTISSAGE SA-7 NIVEAU 1

Auto-inductance

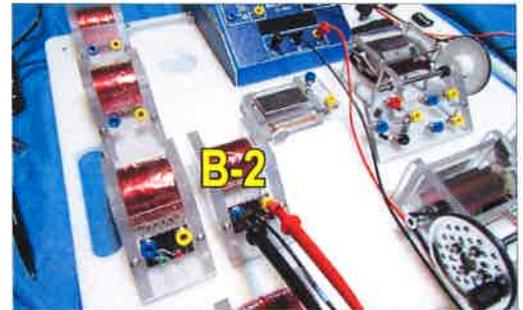
(Page 1 de 3)

Utilisez la feuille des résultats pour inscrire vos réponses. N'écrivez pas sur cette feuille.

Objectif: Démontrer que l'auto-inductance est l'induction d'une force électromotrice dans un circuit lorsque le courant varie.

Matériel requis : Multimètre numérique et boussole.

1. Branchez un fil rouge de la borne jaune de l'alimentation à la borne jaune du **module B-2**.
2. Branchez un fil noir de la borne bleue de l'alimentation à la borne bleue du **module B-2**. Vous pouvez également connecter un multimètre numérique en mode voltmètre CC aux bornes positive et négative de la bobine B-2 qui servira plus tard dans l'activité.



3. Placez la boussole sur le **module B-2** et actionnez l'interrupteur d'alimentation. **Le commutateur de polarité doit être positionné à droite pour avoir un débit de courant du positif au négatif.** Au fur et à mesure que le courant circule, le flux magnétique est créé lorsque sa densité augmente. L'aiguille de la boussole pointe vers le nord pour indiquer la présence d'un champ magnétique. Si vous utilisez la règle de la main droite, les lignes de force se dirigent vers le pôle nord par rapport au côté gauche de la bobine.



4. Mettez la source d'alimentation hors tension et observez la boussole. Les directions sont inversées; le côté gauche de la **bobine B-2** devient alors le pôle sud. En effet, la bobine elle-même produit un champ magnétique qui est dans le sens opposé à celui créé par la batterie afin d'empêcher la densité du flux d'augmenter. Ce phénomène est basé sur la loi de Lenz qui stipule que la direction du courant électrique induit dans un conducteur par un champ magnétique variable, est comme la direction du champ magnétique créé par le courant induit qui s'oppose aux changements dans le champ magnétique initial.



Une force électromotrice (F.E.M.) est créée et fait circuler le courant dans la direction opposée au courant de la batterie. Il s'agit alors d'une force contre-électromotrice (F.C.E.M.).



MODULE B-1 ET MODULE B-2

ACTIVITÉ D'APPRENTISSAGE SA-7 NIVEAU 1

Auto-inductance

(Page 2 de 3)

5. Connectez un fil rouge de la borne jaune du galvanomètre à la borne jaune de la **bobine B-2** et connectez un fil noir de la borne bleue du galvanomètre à la borne bleue de B-2.
6. Connectez en reprise arrière un fil rouge de la borne jaune de la bobine B-2 à la borne jaune supérieure du **module E (générateur CA)** et un fil noir de la borne bleue de la bobine B-2 à la borne bleue supérieure du **module E (générateur CA)**.
7. Connectez un multimètre numérique réglé au mode voltmètre CA aux bornes jaune et bleue du galvanomètre, qui était raccordé en parallèle au début de l'activité.
8. Utilisez la manivelle du générateur CA du module E pour produire un courant alternatif dans la bobine B-2 afin de démontrer l'auto-induction. Vous devriez être capable de générer environ 0,5 VAC (± 453 mV) comme l'indique le multimètre.
9. Lorsque vous arrêtez le lancement manuel du générateur CA du module E, le multimètre numérique affiche momentanément la tension de la F.C.E.M., soit environ 4,5 mV.



CONCLUSION

L'auto-inductance est l'induction d'une force électromotrice (F.E.M.) dans un circuit lorsque le courant dans ce circuit varie. Elle résiste ou s'oppose au changement de courant qui traverse le circuit. Ce phénomène est dû à la F.E.M. auto-induite qui est générée dans la bobine. L'auto-inductance est l'induction d'une nouvelle tension ou d'une contre-tension dans un conducteur de courant. La loi de Lenz stipule que cette tension tend à s'opposer au courant qui la produit. Si le courant continue à augmenter, la tension auto-induite s'oppose à cette augmentation. Du moment que le courant se stabilise, la contre-tension n'est plus induite, car il n'y a plus de lignes de flux en expansion (aucun mouvement relatif).

Lorsque le courant qui est envoyé à la bobine est interrompu, les lignes de flux magnétique en affaissement induisent automatiquement une tension dans la bobine qui tente de maintenir le courant comme il était initialement. La tension auto-induite s'oppose et ralentit la diminution du courant d'origine. Cette tension qui s'oppose à la tension source est appelée force contre-électromotrice (F.C.E.M.). La F.C.E.M. s'oppose à toute modification de courant dans un circuit. L'auto-inductance agit comme une inertie. Il faut donc compenser cette force contre-électromotrice pour rétablir le courant initial. Ce travail de compensation est stocké sous forme d'énergie de potentiel magnétique qui est transmise vers l'armature d'un solénoïde automobile.

MODULE B-1 ET MODULE B-2
ACTIVITÉ D'APPRENTISSAGE SA-7 NIVEAU 1

Auto-inductance

(Page 3 de 3)

9. Savez-vous maintenant ce qu'est l'auto-inductance?

OUI ___ NON ___

10. Savez-vous maintenant à quoi sert l'auto-inductance dans le fonctionnement d'une automobile?

OUI ___ NON ___

11. Si vous avez répondu oui, qu'est-ce qui vous a amené à cette conclusion?

Passez en revue les notions sur l'auto-inductance dans la section théorique si nécessaire.

MODULE B-1 ET MODULE B-2
ACTIVITÉ D'APPRENTISSAGE SA-7 NIVEAU 1
Feuille des résultats

9 Savez-vous maintenant ce qu'est l'auto-inductance?

OUI ___ NON ___

10 Savez-vous maintenant à quoi sert l'auto-inductance dans le fonctionnement d'une automobile?

OUI ___ NON ___

11 Si vous avez répondu oui, qu'est-ce qui vous a amené à cette conclusion?

NOM : _____ GROUPE : _____ DATE : _____

ENSEIGNANT : _____ NOTE : _____

MODULE B-1 ET MODULE B-2

ACTIVITÉ D'APPRENTISSAGE SA-8 NIVEAU 2

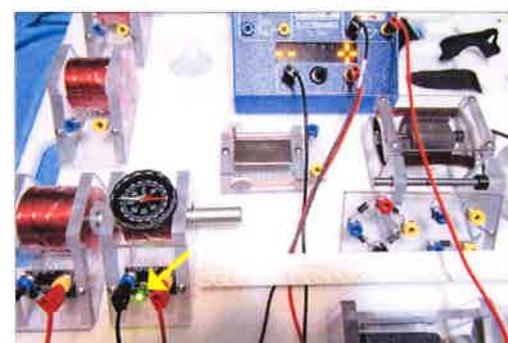
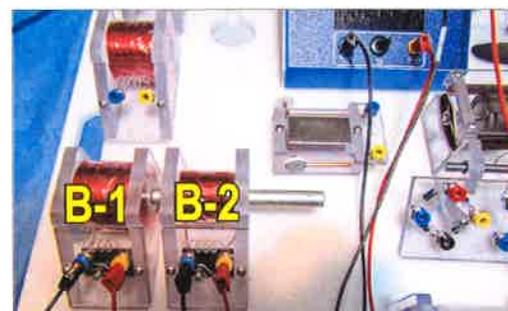
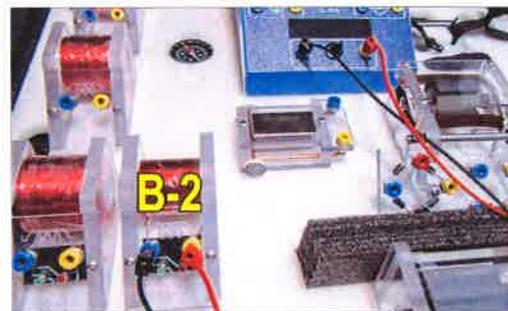
Inductance mutuelle

(Page 1 de 2)

Objectif: Observer la propriété appelée inductance mutuelle qui affecte le courant et la tension dans une bobine secondaire.

Matériel requis : Multimètre, tige en fer de 12 cm, règle et boussole.

1. Branchez un fil rouge de la borne jaune de l'alimentation à la borne jaune du **module B-2**.
2. Branchez un fil noir de la borne bleue de l'alimentation à la borne bleue du **module B-2**.
3. Branchez un fil rouge de la borne jaune du galvanomètre à la borne jaune du **module B-1**.
4. Branchez un fil noir de la borne bleue du galvanomètre à la borne bleue du **module B-1**.
5. Connectez le cordon d'alimentation CA à la source de l'ensemble.
6. Insérez la tige en fer dans la **bobine B-2** comme illustré ci-contre jusqu'à ce qu'elle commence pénétrer dans la **bobine B-1**.
7. Servez-vous de la règle pour mesurer le mouvement de la tige dans la bobine B-2 lorsque vous mettez le circuit sous tension.
8. Placez la boussole sur la bobine B-2 et notez la direction de l'aiguille.
9. Actionnez l'interrupteur d'alimentation. La DEL verte du module B-2 devrait s'allumer pour indiquer un flux de puissance et la tige en fer devrait se déplacer vers la gauche, à l'intérieur de la bobine B-1 d'environ un demi-pouce (1,25 cm), suite à la création du flux magnétique d'induction mutuel dans la bobine B-1 par la bobine B-2. Notez que la boussole pointe maintenant vers le sud.



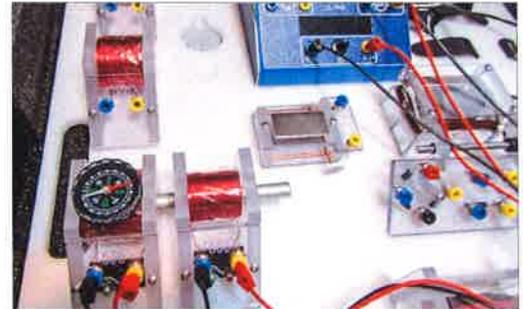
MODULE B-1 ET MODULE B-2

ACTIVITÉ D'APPRENTISSAGE SA-8 NIVEAU 2

Inductance mutuelle

(Page 2 de 2)

10. Mettez la source d'alimentation hors tension et placez maintenant la boussole sur la bobine B-1.



11. Notez que l'aiguille de la boussole pivote vers le pôle nord pour indiquer la présence d'une force contre-électromotrice (F.C.E.M.).



12. Notez le changement de flux en μA du galvanomètre.



CONCLUSION

La force électromotrice (F.E.M.) de la bobine B-1 est créée par l'alimentation et celle de la bobine B-2 par induction mutuelle. Lorsque deux bobines sont installées à proximité l'une de l'autre, le champ magnétique de l'une des bobines tend à se lier à l'autre. Cela génère une tension dans la seconde bobine. Cette propriété, qui affecte ou modifie le courant et la tension d'une bobine secondaire, est appelée inductance mutuelle. Le changement de courant dans la bobine primaire crée une modification du flux magnétique dans la bobine secondaire, y induisant ainsi une F.E.M.

MODULE B-1 ET MODULE B-2

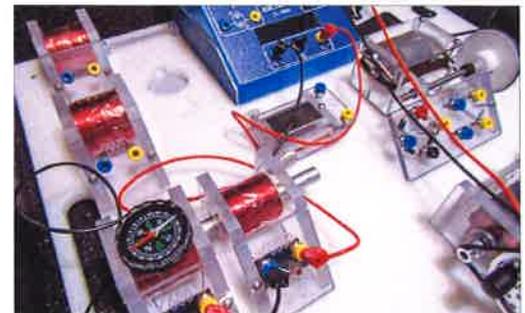
ACTIVITÉ D'APPRENTISSAGE SA-9 NIVEAU 3

Inductance mutuelle

Objectif: Démontrer l'inductance mutuelle en utilisant les bobines des modules B-1 et B-2.

Matériel requis : Tige en fer de 12 cm, règle et boussole.

1. Branchez un fil rouge de la borne jaune du galvanomètre à la borne jaune du **module B-2** et un fil noir de la borne bleue du galvanomètre à la borne bleue de la **module B-2**.
2. Branchez le cordon d'alimentation CA à la source de l'ensemble.
3. Insérez la tige en fer dans la **bobine B-1** comme l'image ci-contre et placez la boussole sur la **bobine B-2**.
4. Mettez l'interrupteur d'alimentation en position de marche. La DEL verte du module B-2 devrait s'allumer pour indiquer que le courant circule dans la bobine. Un flux magnétique est alors créé de sorte que le côté droit de la bobine devient le pôle S comme indiqué par la boussole. La tige est poussée plus loin dans la bobine B-1 par le champ magnétique.
5. Le flux magnétique de la bobine primaire (B-2) traverse la bobine secondaire (B-1) et y génère une F.E.M. qui repousse l'autre flux magnétique provenant de B-2. C'est maintenant une force contre-électromotrice (F.C.E.M.) qui a été produite dans la **bobine B-1**. Lorsque l'alimentation est coupée, le courant qui traverse la **bobine B-2** devient nul et le flux magnétique diminue. En plaçant la boussole sur B-1 lorsque l'alimentation est coupée, l'aiguille pivote et indique le pôle nord. Cette condition empêche le flux magnétique de la bobine B-2 de diminuer.
6. La F.E.M de B1 est inversée par rapport à celle de B-2. Cette force électromotrice fait augmenter le flux magnétique selon le galvanomètre.



CONCLUSION

Le flux magnétique de la bobine primaire (B-2) traverse la bobine secondaire (B-1), où une F.E.M. est générée dans cette dernière, qui repousse le flux magnétique de la bobine primaire pour produire une F.C.E.M. dans la secondaire. Lorsque l'alimentation est coupée, le courant de la bobine B-2 est à 0 et le flux magnétique s'effond. La bobine B-1, avec la source mise hors tension, fait dévier l'aiguille de la boussole vers le pôle N. Le flux magnétique de B-2 est alors réduit.

MODULE C

ACTIVITÉ D'APPRENTISSAGE SA-10 NIVEAU 1

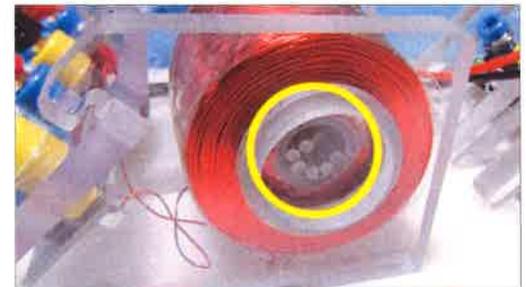
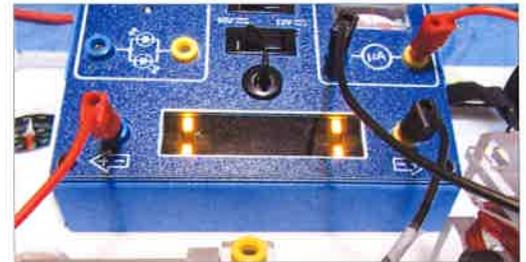
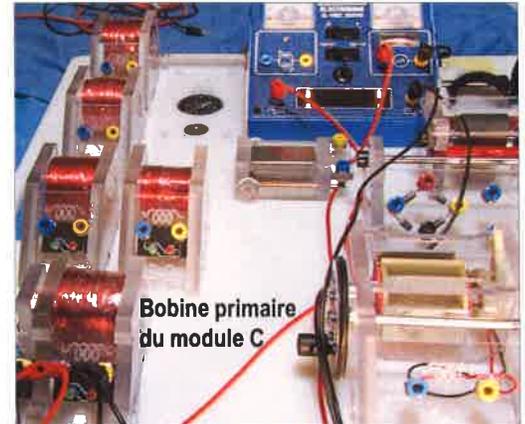
Réaction du noyau central d'une bobine

(Page 1 de 2)

Objectif: Démontrer comment réagit le noyau central d'une bobine au champ magnétique.

Matériel requis : Boussole.

1. Branchez un fil rouge de la borne bleue de l'alimentation à la borne bleue de la **bobine primaire du module C**, qui est celle de droite.
2. Branchez un fil noir de la borne jaune de l'alimentation à la borne jaune de la **bobine primaire du module C**.
3. Avec une polarité neutre (commutateur placé au centre), mettez la source d'alimentation sous tension. Portez attention au noyau ferreux à tiges d'aimant permanent au centre de la plus petite bobine qui est insérée dans la grosse.
4. Réglez maintenant le commutateur de polarité à gauche et notez ce qui arrive aux tiges aimantées au centre du noyau.
5. Placez le commutateur à droite et notez que les tiges se sont déplacées.



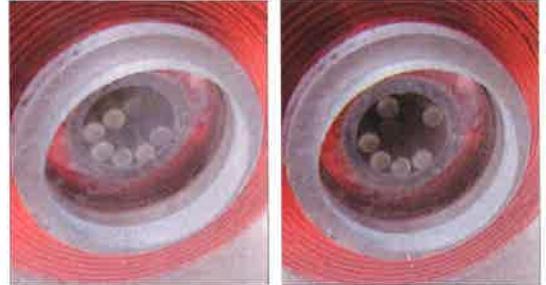
MODULE C

ACTIVITÉ D'APPRENTISSAGE SA-10 NIVEAU 1

Réaction du noyau central d'une bobine

(Page 2 de 2)

6. Le mouvement des tiges aimantées indique la réaction du noyau à la présence d'un champ magnétique ou d'un flux au centre de la bobine.



CONCLUSION

Le noyau à aimants permanents de la bobine primaire du module C fonctionne comme celui d'un transformateur élévateur fortement affecté par le rayonnement d'un champ magnétique ou comme une bobine d'allumage automobile qui est utilisée pour créer suffisamment de tension dans l'amorce d'une étincelle de bougie.

MODULE C

ACTIVITÉ D'APPRENTISSAGE SA-11 NIVEAU 2

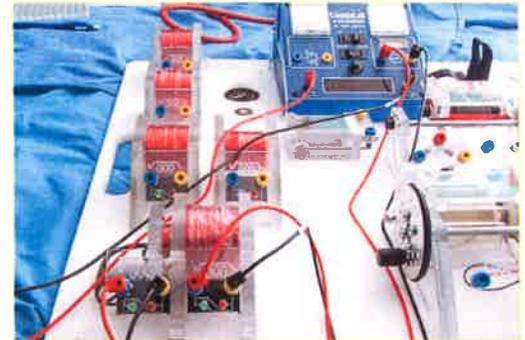
Induction mutuelle

(Page 1 de 2)

Objectif: Démontrer l'induction mutuelle en changeant de polarité.

Matériel requis : Multimètre numérique, oscilloscope (facultatif) et boussole.

1. Branchez un fil rouge de la borne bleue de l'alimentation à la borne bleue de la **bobine intérieure (primaire) du module C**.
2. Branchez un fil noir de la borne jaune de l'alimentation à la borne jaune de la **bobine intérieure (primaire) du module C**.
3. Branchez un fil rouge de la borne bleue du galvanomètre à la borne bleue de la **bobine extérieure (secondaire) du module C**.
4. Branchez un fil noir de la borne jaune du galvanomètre à la borne jaune de la **bobine extérieure (secondaire) du module C**.
5. Branchez la sonde rouge du multimètre partant du port μA jusqu'à la borne bleue de la bobine extérieure (secondaire) du module C, en reprise arrière sur le fil rouge.
6. Branchez la sonde noire du multimètre partant du port **COM** jusqu'à la borne jaune de la bobine extérieure (secondaire) du module C, en reprise arrière sur le fil noir.
7. Réglez le multimètre numérique en mode ampèremètre sur l'échelle 4 000 μA en activant la fonction d'enregistrement Min-Max.
8. Placez la boussole à droite de la bobine secondaire du module C.
9. Mettez l'ensemble sous tension. Lorsque vous déplacez le commutateur de polarité vers la **GAUCHE**, la DEL rouge de la bobine primaire s'allume. L'aiguille de la boussole devrait pointer vers le sud.
10. Entrez et sortez la bobine primaire de la bobine secondaire afin que le multimètre mesure le courant en microampères. Cette action devrait générer environ 508 μA .
11. Utilisez la fonction d'enregistrement des valeurs minimales et maximales du multimètre pour définir l'ampérage moyen. Vous pouvez aussi vous servir d'un oscilloscope numérique pour cette activité. Le galvanomètre de l'ensemble indique également une augmentation de flux.



CONCLUSION (pour les étapes 5 à 11) :

Lorsque le commutateur de polarité est placé à **GAUCHE** pour obtenir un débit **du positif au négatif**, le courant de la bobine primaire diminue et devient nul. Une force électromotrice (F.E.M.) est générée au secondaire dans la direction qui empêche une réduction du champ magnétique au primaire, comme le montre la boussole qui pivote vers le sud. La DEL rouge de la bobine primaire s'allume en raison du courant créé par la F.E.M. Nous pouvons lire des microampères sur l'afficheur du multimètre.

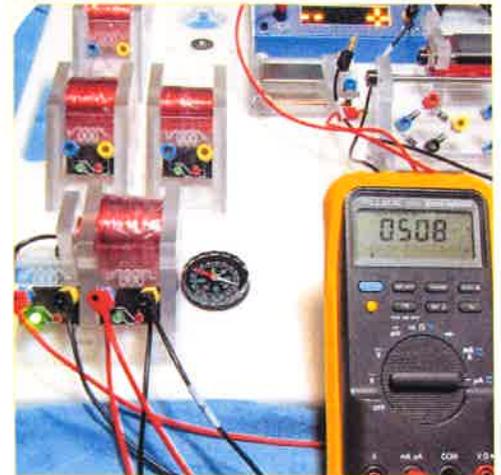
MODULE C

ACTIVITÉ D'APPRENTISSAGE SA-11 NIVEAU 2

Induction mutuelle

(Page 2 de 2)

12. Conservez les mêmes raccordements pour la suite. Déplacez maintenant le commutateur de polarité vers la **DROITE**. La DEL verte de la bobine intérieure (primaire) du module C devrait s'allumer. La boussole pointe maintenant vers le NORD.
13. Entrez et sortez la bobine primaire de la bobine extérieure (secondaire) afin que le multimètre mesure le courant en microampères. Cette action devrait générer environ 508 μA et possiblement davantage.
14. Utilisez la fonction d'enregistrement des valeurs minimales et maximales du multimètre pour définir l'ampérage moyen. Vous pouvez aussi vous servir d'un oscilloscope numérique pour cette activité. Le galvanomètre de l'ensemble indique également une augmentation du flux.



CONCLUSION (pour les étapes 12 à 14) :

Lorsque le commutateur de polarité est positionné à **DROITE** pour l'obtention d'un débit **du négatif au positif**, le courant traverse alors la bobine primaire. Un champ magnétique a été créé dans cette bobine, comme l'indique la boussole, soit vers le NORD. Une force électromotrice (F.E.M.) est générée dans la bobine secondaire par induction électromagnétique dans la direction qui empêche la réduction du champ magnétique dans la bobine primaire. La DEL verte est allumée par le courant créé par cette F.E.M. qui donne une lecture en microampères au multimètre.

MODULE C

ACTIVITÉ D'APPRENTISSAGE SA-12 NIVEAU 3

Effet de l'induction mutuelle

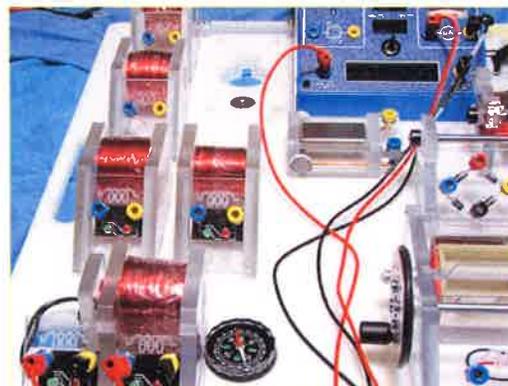
(Page 1 de 2)

Utilisez la feuille des résultats pour inscrire vos réponses. N'écrivez pas sur cette feuille.

Objectif: Démontrez comment l'effondrement du champ magnétique d'une bobine secondaire provoque une augmentation de courant dans cette bobine.

Matériel requis : Multimètre numérique et boussole.

1. Branchez un fil rouge de la borne bleue de l'alimentation à la borne bleue de la **bobine intérieure (primaire) du module C**.
2. Branchez un fil noir de la borne jaune de l'alimentation à la borne jaune de la **bobine intérieure (primaire) du module C**.
3. Placez la boussole à droite du module C près des bobines.
4. Branchez un fil rouge de la borne bleue du galvanomètre à la borne bleue de la **bobine extérieure (secondaire) du module C**.
5. Branchez un fil noir de la borne jaune du galvanomètre à la borne jaune de la **bobine extérieure (secondaire) du module C**.
6. Connectez un multimètre numérique au bornier de la bobine extérieure.
7. Connectez la sonde rouge du multimètre du port μA à la borne bleue de la bobine extérieure (secondaire).
8. Connectez la sonde noire du multimètre du port **COM** à la borne jaune de la même bobine.
9. Réglez le multimètre numérique en mode ampèremètre sur l'échelle 4 000 μA avec la fonction d'enregistrement Min-Max activée.
10. Mettez l'ensemble sous tension.
11. Déplacez le commutateur de polarité vers la gauche. La DEL rouge de la bobine primaire devrait s'allumer et l'aiguille de la boussole pointe alors vers le sud pour indiquer la présence d'un champ magnétique.
12. Déplacez la bobine primaire vers l'intérieur et l'extérieur de la bobine secondaire pour que le multimètre mesure le courant en microampères. Cette action génère une mesure d'environ 508 μA .
13. Le galvanomètre indique une augmentation du flux et le multimètre numérique affiche une valeur comprise entre 800 et 2 200 microampères.



MODULE C

ACTIVITÉ D'APPRENTISSAGE SA-12 NIVEAU 3

Effet de l'induction mutuelle

(Page 2 de 2)

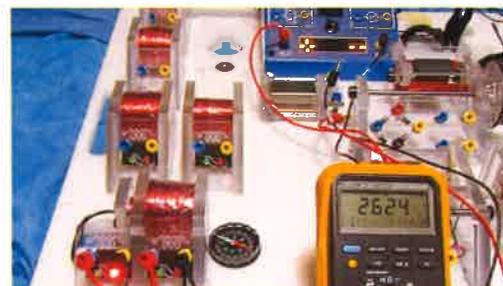
14. Sortez la bobine primaire de la bobine secondaire. L'aiguille de la boussole s'éloigne du pôle S, indiquant un effondrement du champ magnétique.



15. Déconnectez le fil de masse de la bobine primaire.



16. Poussez la bobine primaire d'avant en arrière, vers l'intérieur et l'extérieur de la bobine secondaire du module C, puis rebranchez aussitôt le fil de masse. Le multimètre devrait afficher un courant plus élevé que celui de l'étape 12.



CONCLUSION

Cette activité permet de démontrer comment l'effondrement du champ magnétique dans la bobine secondaire du module C provoque une augmentation de courant dans cette même bobine, comme l'indique le galvanomètre et le multimètre, tel l'effet d'induction mutuelle dans une bobine d'allumage.

17. Savez-vous maintenant ce qu'est l'inductance mutuelle?

OUI ___ NON ___

18. Connaissez-vous maintenant l'effet de l'inductance mutuelle dans les circuits d'une automobile?

OUI ___ NON ___

19. Si vous avez répondu oui, qu'est-ce qui vous a amené à cette conclusion?

Passez en revue les notions sur l'induction mutuelle dans la section théorique si nécessaire.

MODULE C
ACTIVITÉ D'APPRENTISSAGE SA-12 NIVEAU 3
Feuille des résultats

17. Savez-vous maintenant ce qu'est l'inductance mutuelle?

OUI ___ NON ___

18. Connaissez-vous maintenant l'effet de l'inductance mutuelle dans les circuits d'une automobile?

OUI ___ NON ___

19. Si vous avez répondu oui, qu'est-ce qui vous a amené à cette conclusion?

NOM : _____ GROUPE : _____ DATE : _____

ENSEIGNANT : _____ NOTE : _____

TEST SUR LE MODULE B-1, LE MODULE B-2 ET LE MODULE C

(Page 1 de 4)

Utilisez la feuille des résultats pour inscrire vos réponses. N'écrivez pas sur cette feuille.

1. Le technicien A dit que l'auto-inductance est l'induction d'une force électromotrice (F.E.M.) dans un circuit lorsque le courant qui y circule change. Le technicien B affirme que la loi de Lenz stipule qu'une tension auto-induite tend à faire augmenter le courant qui la produit. Qui a raison?

- A. Le technicien A
- B. Le technicien B
- C. Les deux ont raison
- D. Les deux ont tort

$$E = -L \frac{\Delta I}{\Delta t}$$

E = F.E.M. générée

$-L$ = Auto-inductance mesurée en henrys

I = Variation ou différence de courant dans la bobine

t = Variation ou différence du temps écoulé

2. En utilisant l'équation ci-dessus pour calculer l'auto-induction, si le temps reste constant et que le nombre de lignes de force est le même suite à une variation de courant, à quel résultat arriverez-vous?
- A. Aucune force contre-électromotrice (F.C.E.M.) n'est créée dans la bobine.
 - B. Une force contre-électromotrice (F.C.E.M.) est créée dans la bobine.
 - C. À mesure que le courant diminue, les lignes de flux magnétique augmentent.
 - D. Le flux magnétique créé par le courant est différent de la force électromotrice (F.E.M.).
3. Lequel de ces éléments est généré par l'induction électromagnétique dans la bobine, empêchant le flux magnétique créé par le courant de diminuer et d'inverser la direction de ce même courant?
- A. Flux magnétique
 - B. Force électromotrice (F.E.M.)
 - C. Force contre-électromotrice (F.C.E.M.)
 - D. Réductance
4. Lors de l'activité SA-7 de niveau 1 sur l'auto-inductance, si vous placez la boussole sur la bobine B-2 et que vous mettez l'ensemble sous tension, que se produit-il?
- A. L'aiguille de la boussole pointe vers le nord.
 - B. L'aiguille de la boussole pointe vers le sud.
 - C. L'aiguille de la boussole ne bouge pas.
 - D. La boussole pointe vers l'est.
5. Lors de l'activité SA-8 de niveau 2 sur l'inductance mutuelle, lorsque vous mettez l'ensemble sous tension, la DEL verte s'allume pour indiquer que le courant circule dans le circuit. Que se passe-t-il ensuite?
- A. La tige en fer se déplace vers la droite.
 - B. La tige en fer se déplace vers la gauche.
 - C. L'aiguille de la boussole pointe vers l'ouest.
 - D. L'aiguille de la boussole pointe vers le nord.

TEST SUR LE MODULE B-1, LE MODULE B-2 ET LE MODULE C

(Page 2 de 4)

6. Lors de l'étape 11 de l'activité SA-8 de niveau 2 sur l'inductance mutuelle, lorsque vous coupez l'alimentation et que vous déplacez la boussole de la bobine B-2 à la bobine B-1, l'aiguille pivote vers le pôle N et indique la présence de quel élément?
- A. Force contre-électromotrice (F.C.E.M.)
 - B. Force électromotrice (F.E.M.)
 - C. Courant élevé
 - D. Courant faible
7. Deux techniciens discutent de l'étape 6 de l'activité SA-9 de niveau 3 sur l'inductance mutuelle. Le technicien A indique que la direction de la force électromotrice dans la bobine B-1 est la même que celle dans la bobine B-2. Le technicien B indique que la F.E.M. provoque une augmentation de flux magnétique indiquée par le galvanomètre. Qui a raison?
- A. Le technicien A
 - B. Le technicien B
 - C. Les deux ont raison
 - D. Les deux ont tort
8. Suite à l'activité SA-7 de niveau 1 sur l'auto-inductance, le technicien A dit que la force électromotrice (F.E.M.) est plutôt appelée force contre-électromotrice (F.C.E.M.). Le technicien B affirme que le champ magnétique créé par un courant induit s'oppose aux changements du champ magnétique initial. Qui a raison?
- A. Le technicien A
 - B. Le technicien B
 - C. Les deux ont raison
 - D. Les deux ont tort
9. Le technicien A indique que la propriété magnétique d'une bobine qui affecte ou modifie la tension d'une autre bobine est appelée *auto-induction*. Le technicien B affirme que l'enroulement primaire d'une bobine transforme l'énergie électrique arrivant de la batterie en énergie magnétique d'un champ en expansion. Qui a raison?
- A. Le technicien A
 - B. Le technicien B
 - C. Les deux ont raison
 - D. Les deux ont tort
10. La bobine d'allumage crée une étincelle à haute tension selon :
- A. l'induction électromagnétique.
 - B. les principes d'action et de réaction.
 - C. la loi d'Ohm.
 - D. la loi de Watt.
11. Lors de l'activité SA-10 de niveau 1 sur la réaction du noyau central, vous devez positionner le commutateur de polarité à gauche ou à droite. Le technicien A dit que les tiges d'aimant permanent du noyau central se déplacent de haut en bas. Le technicien B indique qu'il n'y a aucun mouvement au niveau du noyau central. Qui a raison?
- A. Le technicien A
 - B. Le technicien B
 - C. Les deux ont raison
 - D. Les deux ont tort

TEST SUR LE MODULE B-1, LE MODULE B-2 ET LE MODULE C

(Page 3 de 4)

12. Si vous utilisez un multimètre numérique pour mesurer le courant lors de l'activité sur l'induction mutuelle, comment devez-vous le configurer?
- A. Sonde rouge dans le port $V\Omega$ et cadran réglé sur mA/A.
 - B. Sonde noire dans le port COM et cadran réglé sur mA/A.
 - C. Fonction Min-Max activée et échelle 400 μA sélectionnée.
 - D. Fonction Min-Max activée et échelle 4 000 μA sélectionnée.
13. Deux techniciens discutent de l'étape 2 de l'activité SA-11 de niveau 2 sur l'induction mutuelle. Le technicien A dit, qu'une fois le commutateur de polarité placé à gauche, la DEL rouge s'allume et que l'aiguille de la boussole pointe vers le nord. Le technicien B indique qu'il faut placer la boussole à droite de la bobine extérieure (secondaire) du module C et que vous devez mettre l'ensemble sous tension. Qui a raison?
- A. Le technicien A
 - B. Le technicien B
 - C. Les deux ont raison
 - D. Les deux ont tort
14. À l'étape 2 de l'activité SA-11 de niveau 2 sur l'induction mutuelle, en déplaçant le commutateur de polarité vers la gauche pour avoir un débit du positif au négatif, le courant qui passe dans la bobine intérieure (primaire) diminue et donne environ :
- A. 0 volts
 - B. 5 volts
 - C. 12 millivolts
 - D. 24 millivolts
15. La propriété magnétique d'une bobine qui affecte ou modifie la tension d'une autre bobine est appelée :
- A. Auto-induction
 - B. Induction mutuelle
 - C. Induction primaire
 - D. Induction secondaire
16. Deux techniciens définissent l'induction mutuelle. Le technicien A indique que, lorsque deux bobines sont proches et connectées par le même noyau ferreux, l'énergie peut être transférée de l'une à l'autre par couplage magnétique. Le technicien B affirme que l'induction mutuelle se définit comme l'expansion ou l'effondrement du champ magnétique autour d'une bobine induisant une tension dans la seconde bobine. Qui a raison?
- A. Le technicien A
 - B. Le technicien B
 - C. Les deux ont raison
 - D. Les deux ont tort

TEST SUR LE MODULE B-1, LE MODULE B-2 ET LE MODULE C

(Page 4 de 4)



17. Dans la photo ci-dessus, lors de l'activité SA-12 de niveau 3 sur l'induction mutuelle, quelles mesures ont été prises?
- A. Celles de la réduction du champ magnétique dans la bobine intérieure (primaire).
 - B. Celles de la création du champ magnétique dans la bobine intérieure (primaire).
 - C. Celles de la réduction du champ magnétique dans la bobine extérieure (secondaire).
 - D. Celles de la création du champ magnétique dans la bobine extérieure (secondaire).
18. Le technicien A explique que l'activité SA-12 de niveau 3 démontre comment l'effondrement du champ magnétique de la bobine extérieure (secondaire) du module C entraîne une diminution du courant secondaire, comme l'indique le galvanomètre. Le technicien B dit que le galvanomètre affiche une augmentation du débit lors de cette activité. Qui a raison?
- A. Le technicien A
 - B. Le technicien B
 - C. Les deux ont raison
 - D. Les deux ont tort
19. Lorsque le champ magnétique s'étend à pleine capacité, il reste stable tant que la quantité de :
- A. courant y est présente.
 - B. tension y est présente.
 - C. puissance y est présente.
 - D. résistance y est présente.
20. Le principe de l'inductance mutuelle est démontré dans l'activité SA-12 de niveau 3. Lequel de ces composants automobiles est utilisé ?
- A. Générateur CA
 - B. Bobine d'allumage
 - C. Batterie
 - D. Démarreur

TEST SUR LE MODULE B-1, LE MODULE B-2 ET LE MODULE C

Feuille des résultats

NOM DE L'ÉTUDIANT _____ DATE _____

Encerchez la bonne réponse.

- 1. A B C D
- 2. A B C D
- 3. A B C D
- 4. A B C D
- 5. A B C D
- 6. A B C D
- 7. A B C D
- 8. A B C D
- 9. A B C D
- 10. A B C D
- 11. A B C D
- 12. A B C D
- 13. A B C D
- 14. A B C D
- 15. A B C D
- 16. A B C D
- 17. A B C D
- 18. A B C D
- 19. A B C D
- 20. A B C D

NOTE DE L'ENSEIGNANT : _____

COMMENTAIRES : _____

MODULE D

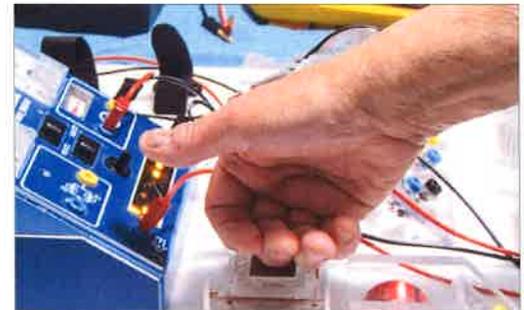
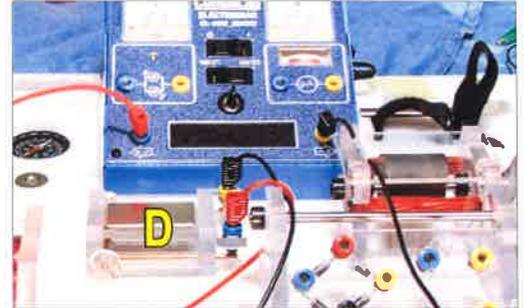
ACTIVITÉ D'APPRENTISSAGE SA-13 NIVEAU 1

Règle de la main droite

Objectif: Démontrer la règle de la main droite selon la loi de Lenz.

Matériel requis : Boussole.

1. Connectez un fil rouge de la borne bleue de l'alimentation à la borne bleue du **module D**.
2. Connectez un fil noir de la borne jaune de l'alimentation à la borne jaune du **module D**.
3. Mettez sous tension la source d'alimentation réglée à 12 volts et basculez le commutateur de polarité vers la gauche pour obtenir un courant du positif au négatif.
4. Placez votre main droite comme dans la photo ci-contre sur le module D pour simuler la règle de la main droite avec le pouce pointant dans la direction du débit de courant positif à négatif et avec vos doigts repliés et orientés dans la direction du champ magnétique.
5. Placez la boussole entre la source d'alimentation et le module D. L'aiguille devrait pointer vers le pôle N et indiquer la présence de lignes de force ou de flux magnétique.



CONCLUSION

Selon la théorie conventionnelle du courant allant du positif au négatif ou vers la masse (+ à -), la règle de la main droite est utilisée pour déterminer la direction des lignes de flux magnétique selon les directives de l'étape 4. L'aiguille de la boussole pointe alors vers le nord. Cette règle indique que si vous enveloppez votre main droite autour d'un conducteur de courant avec le pouce pointant dans la direction du débit de courant (+ à -), vos doigts incurvés pointent dans la direction des lignes de force.

MODULE D

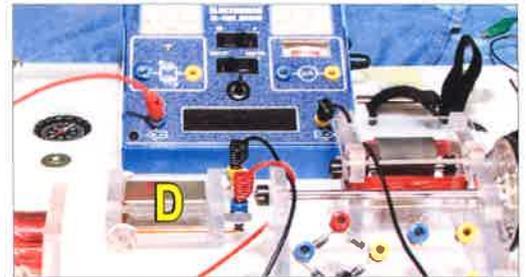
ACTIVITÉ D'APPRENTISSAGE SA-14 NIVEAU 2

Flux magnétique selon la règle de la main droite

Objectif: Se servir de la règle de la main droite pour indiquer les variations de champ magnétique des conducteurs positifs et négatifs.

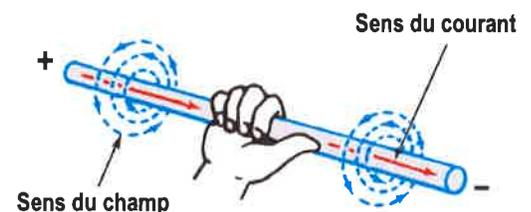
Matériel requis : Boussole.

1. Connectez un fil rouge de la borne bleue de l'alimentation à la borne bleue du **module D**.
2. Connectez un fil noir de la borne jaune de l'alimentation à la borne jaune du **module D**.
3. Mettez sous tension la source d'alimentation réglée à 12 volts et basculez le commutateur de polarité vers la gauche pour obtenir un courant du positif au négatif.
4. Placez la boussole sur le fil rouge et notez la direction de l'aiguille. Elle pivote vers le pôle S.
5. Posez maintenant la boussole sur le fil noir et notez la direction du flux. L'aiguille tourne vers la gauche pour indiquer la variation des lignes de force magnétique du conducteur positif au conducteur négatif.



CONCLUSION

Cette activité permet de démontrer comment varient les lignes de force du flux magnétique du côté négatif au côté positif. La direction du courant électrique qui est induit dans un conducteur par un champ magnétique variable est telle que le champ magnétique créé par le courant induit s'oppose à la variation du champ magnétique initial. C'est la loi de Lenz.



MODULE D

ACTIVITÉ D'APPRENTISSAGE SA-15 NIVEAU 3

Les mouvements de la tige mobile du chariot

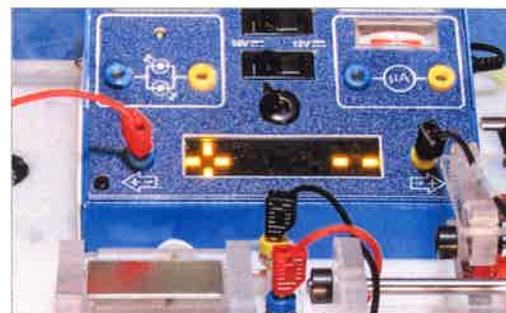
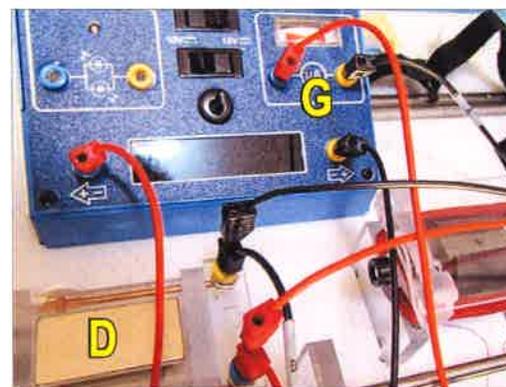
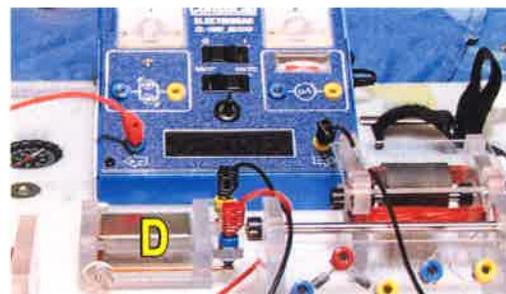
(Page 1 de 3)

Utilisez la feuille des résultats pour inscrire vos réponses. N'écrivez pas sur cette feuille.

Objectif: Démontrer comment la règle de la main droite est utilisée pour déterminer la direction des lignes de flux magnétique.

Matériel requis : Aucun.

1. Connectez un fil rouge de la borne bleue de l'alimentation à la borne bleue du **module D**.
2. Connectez un fil noir de la borne jaune de l'alimentation à la borne jaune du **module D**.
3. Vous pouvez également brancher le galvanomètre au circuit pour visualiser les variations de flux. Connectez un fil rouge de la borne bleue du galvanomètre en reprise arrière sur la borne d'alimentation (bleue) du **module D**.
4. Connectez un fil noir de la borne jaune du galvanomètre en reprise arrière sur la borne de masse (jaune) du **module D**.
5. Placez le commutateur d'alimentation du circuit à 12 volts.
6. Basculez le commutateur de polarité du positif au négatif et du négatif au positif. Cela peut ne pas fonctionner au début en raison de l'inertie du chariot; un objet reste au repos sauf s'il est déplacé par une force extérieure. Vous devrez pousser très légèrement la tige mobile du module. Elle doit se déplacer d'avant en arrière suite au changement de polarité du débit de courant.
7. La photo ci-contre montre l'emplacement de la tige mobile sur les rails fixes du module D; la tige doit commencer à rouler d'avant en arrière à partir de cet endroit.



MODULE D

ACTIVITÉ D'APPRENTISSAGE SA-15 NIVEAU 3

Les mouvements de la tige mobile du chariot

(Page 2 de 3)

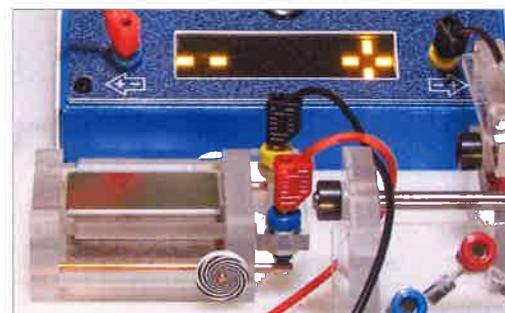
8. L'image ci-contre montre la position la plus à gauche de la tige mobile avec le débit de courant du positif au négatif.



9. Lorsque la tige mobile du chariot se déplace d'avant en arrière, avec le débit du positif au négatif, l'indicateur du galvanomètre part complètement vers la gauche, ce qui indique une augmentation importante de courant en microampères.



10. Cette photo montre la position la plus à droite de la tige mobile lorsque la polarité du débit est du négatif au positif.



11. Lorsque les roues du chariot vont d'avant en arrière, avec le débit du négatif au positif, l'indicateur du galvanomètre se déplace complètement vers la droite, indiquant un gain important en courant.



MODULE D

ACTIVITÉ D'APPRENTISSAGE SA-15 NIVEAU 3

Les mouvements de la tige mobile du chariot

(Page 3 de 3)

CONCLUSION

Cette activité démontre comment la règle de la main droite est utilisée pour déterminer la direction des lignes de flux magnétique. Si vous enveloppez votre main droite autour d'un conducteur qui est porteur de courant avec le pouce pointant dans la direction du débit de courant (du positif au négatif), vos doigts incurvés pointent dans la direction des lignes de force ou du flux magnétique. Vous pouvez également voir comment le courant augmente dans le circuit et comment les pôles opposés forcent la tige mobile du chariot à se déplacer d'un sens à l'autre, de la même manière que fonctionne un moteur électrique ou un solénoïde.

12. Pouvez-vous maintenant expliquer la règle de la droite?

OUI ___ NON ___

13. Savez-vous maintenant que la règle de la droite est applicable dans le fonctionnement des systèmes automobiles?

OUI ___ NON ___

14. Si vous avez répondu oui, qu'est-ce qui vous a amené à cette conclusion?

Passez en revue la règle de la main droite expliquée dans la section théorique si nécessaire.

MODULE D
ACTIVITÉ D'APPRENTISSAGE SA-15 NIVEAU 3
Feuille des résultats

12. Pouvez-vous maintenant expliquer la règle de la droite ?

OUI ___ NON ___

13. Savez-vous maintenant que la règle de la droite est applicable dans le fonctionnement des systèmes automobiles?

OUI ___ NON ___

14. Si vous avez répondu oui, qu'est-ce qui vous a amené à cette conclusion?

NOM : _____ GROUPE : _____ DATE : _____

ENSEIGNANT : _____ NOTE : _____

TEST SUR LE MODULE D

(Page 1 de 2)

Utilisez la feuille des résultats pour inscrire vos réponses. N'écrivez pas sur cette feuille.

1. Dans un conducteur en cuivre comme les tiges fixes du module D, les lignes de force autour sont circulaires. Quelle loi ou règle parmi les suivantes vous permet de déterminer la polarité de ces lignes autour du conducteur?
 - A. Loi de Coulomb
 - B. Loi d'Ohm
 - C. Règle de la main gauche
 - D. Règle de la main droite
2. Deux techniciens tentent d'expliquer la règle de la main droite. Le technicien A affirme que le champ magnétique autour d'un conducteur peut être assez fort pour exécuter des tâches efficaces comme le déplacement des roues d'une remorque. Le technicien B affirme que pour concentrer un champ magnétique, le conducteur doit être enroulé dans une bobine. Il dit aussi que le champ magnétique est plus fort s'il y a moins de boucles. Qui a raison?
 - A. Le technicien A
 - B. Le technicien B
 - C. Les deux ont raison
 - D. Les deux ont tort
3. Lors de l'activité SA-13 de niveau 1 sur la règle de la main droite, où se trouve la boussole?
 - A. Entre la source d'alimentation et le module C
 - B. Entre la source d'alimentation et le module D
 - C. À droite du module D
 - D. À gauche du module D
4. La règle de la main droite stipule que, si vous enveloppez votre main droite autour d'un conducteur porteur de courant, vos doigts repliés pointent :
 - A. dans la direction du débit de courant.
 - B. de gauche à droite.
 - C. dans la direction des lignes de force ou du flux magnétique.
 - D. de droite à gauche.
5. Lors de l'activité SA-14 de niveau 2 sur le flux magnétique selon la règle de la main droite, où est placée la boussole?
 - A. Entre la source d'alimentation et le module C
 - B. Entre la source d'alimentation et le module D
 - C. À gauche du module D
 - D. Sur le fil rouge connecté à la source d'alimentation
6. Deux techniciens discutent de l'activité SA-14 de niveau 2 sur le flux magnétique selon la règle de la main droite. Le technicien A dit qu'en plaçant la boussole sur le fil noir, l'aiguille de la boussole pivote vers la gauche. Le technicien B indique que cette action montre la variation des lignes de force magnétique du conducteur positif au conducteur négatif. Qui a raison?
 - A. Le technicien A
 - B. Le technicien B
 - C. Les deux ont raison
 - D. Les deux ont tort

TEST DU MODULE D

(Page 2 de 2)

7. La direction du courant électrique qui est induit dans un conducteur par un champ magnétique variable fait que le champ magnétique créé par le courant induit s'oppose à la variation du champ magnétique initial. Quelle loi de la physique permet de le démontrer?
- A. La loi de Lentz
 - B. La loi d'Ohm
 - C. Loi de Coulomb
 - D. Loi de Watt
8. Deux techniciens discutent de l'étape 2 de l'activité SA-15 de niveau 3 sur les mouvements de la tige mobile du chariot. Le technicien A indique qu'il faut connecter un fil rouge de la borne jaune du galvanomètre à la borne bleue du module D. Le technicien B indique qu'il faut connecter un fil noir de la borne jaune du galvanomètre à la borne jaune du module D. Qui a raison?
- A. Le technicien A
 - B. Le technicien B
 - C. Les deux ont raison
 - D. Les deux ont tort
9. À l'étape 6 de l'activité SA-15 de niveau 3 sur les mouvements de la tige mobile du chariot, que devriez-vous peut-être faire pour entamer le déplacement de cette tige?
- A. Appliquer une légère poussée
 - B. Inverser les fils de raccordement
 - C. Augmenter la tension du circuit de 10 à 12 volts
 - D. Utiliser le commutateur de polarité.
10. **Cette question contient le mot SAUF. Lisez attentivement la question avant de choisir votre réponse.**
L'activité SA-15 de niveau 3 sur les mouvements de la tige mobile du chariot démontre comment l'augmentation du courant et l'opposition des pôles favorisent le déplacement de la tige d'une position à l'autre de la même manière que pourraient fonctionner les éléments suivants, SAUF :
- A. Le moteur électrique
 - B. Le solénoïde
 - C. Les relais
 - D. La résistance

TEST DU MODULE D**Feuille des résultats**

NOM DE L'ÉTUDIANT _____ DATE _____

Encerclez la bonne réponse.

1. A B C D
2. A B C D
3. A B C D
4. A B C D
5. A B C D
6. A B C D
7. A B C D
8. A B C D
9. A B C D
10. A B C D

NOTE DE L'ENSEIGNANT : _____

COMMENTAIRES : _____

MODULE E

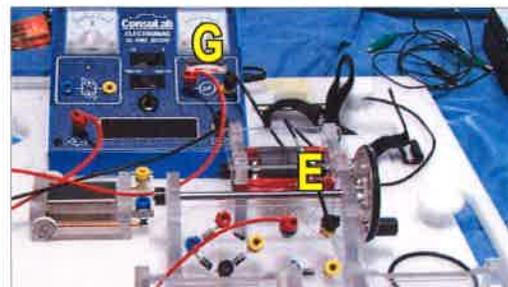
ACTIVITÉ D'APPRENTISSAGE SA-16 NIVEAU 1

La génération de courant

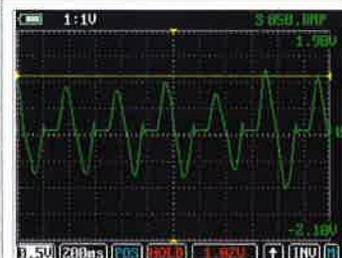
Objectif: Observer l'action du courant du rotor dans le générateur de courant alternatif ou l'alternateur.

Matériel requis : Multimètre et oscilloscope (facultatif).

1. Connectez un fil rouge de la borne bleue du galvanomètre à la borne bleue supérieure du **module E**.
2. Connectez un fil noir de la borne jaune d'alimentation du galvanomètre à la borne jaune supérieure du **module E**.
3. Branchez le multimètre dans le circuit du générateur CA en branchant la sonde rouge de son port μA à la borne bleue du galvanomètre en reprise arrière sur le fil rouge.
4. Connectez la sonde noire du multimètre de son port COM à la borne jaune du galvanomètre en reprise arrière sur le fil noir.
5. Réglez le multimètre en mode ampèremètre sur l'échelle $4\,000\ \mu\text{A}$ en activant la fonction d'enregistrement Min-Max sur Max en CC.
6. Tournez la poulie reliée au générateur CA à l'aide de la courroie en caoutchouc afin de le lancer aussi rapidement que possible et observez l'ampérage. Le multimètre devrait afficher environ $1\,424\ \mu\text{A}$.
7. Le galvanomètre indique un flux à la sortie du générateur.



8. Il y a corrélation entre :



Le déplacement manuel de la tige à l'intérieur de la bobine du module A-1 et la rotation du générateur sans avoir alimenté l'ensemble. L'oscilloscope affiche une vitesse plus rapide qui fait augmenter l'amplitude et la fréquence du signal de sortie.

CONCLUSION

L'action du courant du rotor dans le générateur CA produit un courant de sortie dans son stator qui affiche environ $1\,424\ \mu\text{A}$ au multimètre et provoque une augmentation de flux au galvanomètre. Si vous branchez un oscilloscope dans le circuit, vous y verrez une forme d'onde sinusoïdale complète, comme illustré dans le motif d'oscilloscope ci-dessus.

MODULE E

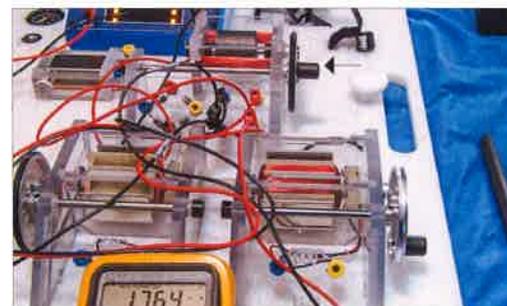
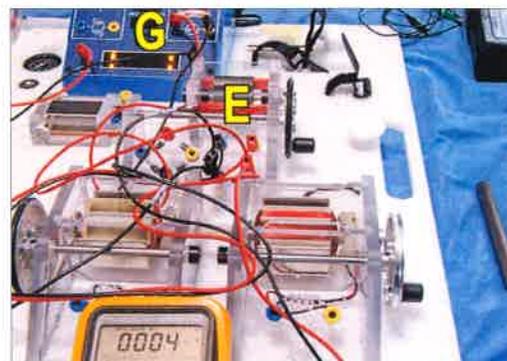
ACTIVITÉ D'APPRENTISSAGE SA-17 NIVEAU 2

Redressement à simple alternance

Objectif: Démontrer un redressement de courant à simple alternance.

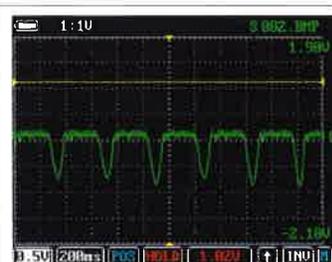
Matériel requis : Multimètre et oscilloscope (facultatif).

1. Branchez un fil rouge de la borne jaune à la sortie du stator (générateur CA) du **module E** à la borne jaune de la diode simple.
2. Branchez un fil noir de la borne bleue à la sortie du stator du **module E**.
3. Connectez un fil noir de la borne jaune du galvanomètre à la borne bleue du module E (stator) en reprise arrière sur le connecteur noir.
4. Connectez un fil rouge de la borne bleue du galvanomètre à la borne jaune du module E (stator) en reprise arrière sur le connecteur rouge.
5. Connectez la sonde rouge du multimètre du port μA à la borne bleue du galvanomètre en reprise arrière sur le connecteur rouge.
6. Connectez la sonde noire du multimètre du port COM à la borne jaune du galvanomètre en reprise arrière sur le connecteur noir.
7. Réglez le multimètre en mode ampèremètre sur l'échelle 4 000 μA en activant la fonction d'enregistrement Min-Max à Max sur CC.
8. Tournez la manivelle reliée au générateur à l'aide de la courroie en caoutchouc afin de le lancer aussi rapidement que possible et observez l'ampérage : Le multimètre devrait afficher environ 1 764 μA .
Un oscilloscope présente à l'écran un motif à simple alternance, car le courant est continu et il ne va que dans une seule direction. Il s'agit de la moitié d'une onde sinusoïdale qui avait été générée à l'étape 6 de l'activité SA-16 de niveau 1 sur la génération de courant.



CONCLUSION

Cette activité permet d'obtenir une tension monophasée simple alternance où il y a un flux de courant qui traverse un circuit simple dans un sens et en direction opposée par la suite. Tant que le rotor tourne, le courant inverse son débit à chaque demi-tour et génère un courant alternatif. Le courant de sortie doit être redressé en courant continu pour assurer la recharge de la batterie. C'est le rôle des diodes. L'oscilloscope affiche alors un motif à simple alternance vers la gauche.



Ce motif affiche le signal du déplacement manuel de la tige dans la bobine A-1 dont une borne est branchée à la diode du module E et l'autre borne de la diode connectée à l'oscilloscope. La polarité est inversée, l'ensemble n'est pas alimenté et le redressement à simple alternance est négatif.

MODULE E

ACTIVITÉ D'APPRENTISSAGE SA-18 NIVEAU 3

Redressement à double alternance

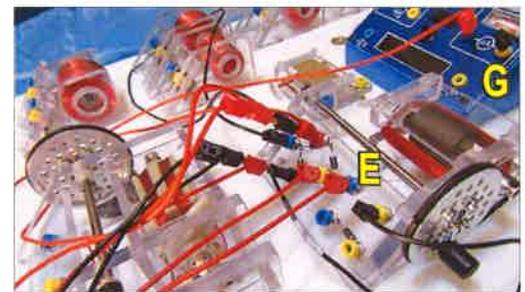
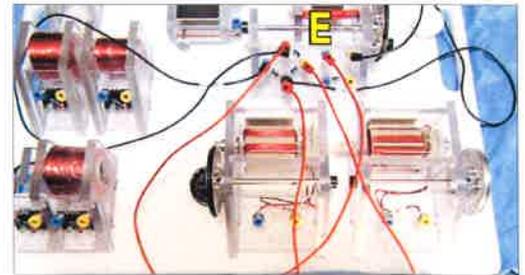
(Page 1 de 2)

Utilisez la feuille des résultats pour inscrire vos réponses. N'écrivez pas sur cette feuille.

Objectif: Démontrer un redressement de courant à double alternance.

Matériel requis : Multimètre.

1. Connectez un fil noir de la borne jaune supérieure du **module E** à la borne noire du pont redresseur à diodes.
2. Branchez un fil rouge de la borne bleue supérieure du **module E** à la borne rouge du pont redresseur à diodes.
3. Branchez un fil noir entre la borne bleue et la borne rouge du pont redresseur à diodes du **module E**.
4. Branchez un fil rouge de la borne noire et la borne jaune du pont redresseur à diodes du **module E**.
5. Branchez le galvanomètre et le multimètre dans le circuit.
6. Branchez des fils noirs à ces instruments qui doivent relier en reprise arrière la borne noire du pont redresseur à diodes.
7. Branchez des fils rouges à ces instruments qui doivent relier en reprise arrière la borne rouge du pont redresseur à diodes.
8. Réglez le multimètre numérique sur l'échelle 400 mA en activant la fonction d'enregistrement Min-Max sur Max en CC.
9. Tournez la manivelle du module E pour générer du courant jusqu'à la sortie du pont redresseur à diodes. Le galvanomètre devrait indiquer un débit de courant en microampères plus important que celui du redresseur à simple alternance, mais vous ne pouvez pas quantifier sa valeur. Par contre, le multimètre numérique devrait afficher un courant d'environ 37,2 milliampères.



MODULE E

ACTIVITÉ D'APPRENTISSAGE SA-18 NIVEAU 3

Redressement à double alternance

(Page 2 de 2)

10. Le multimètre peut également mesurer le courant en μA , soit environ 1 688 microampères.



11. L'ampérage peut aussi se mesurer en courant alternatif à l'aide du multimètre. Il suffit d'activer la fonction CA à l'aide du bouton bleu du multimètre. L'écran devrait afficher près de 200 milliampères CA.



12. De plus, il est aussi possible de relever la tension CC à la sortie du pont redresseur à diodes, en réglant le multimètre sur une échelle de tension CC. Cette mesure devrait donner environ 0,164 VCC.



CONCLUSION

Le pont redresseur à diodes du module E est constitué de 4 diodes connectées en boucle. Comme la tension CA est induite en boucle, elle est convertie en tension CC par les diodes du pont. Elles convertissent alors toute la tension CA en tension de courant continu. En raison du fait que toute la tension CA est convertie, le pont à diodes est appelé *redresseur à double alternance*, qui convertit les deux moitiés de chaque cycle d'une onde alternative (signal CA) en un signal CC pulsé. Ce type de redresseur transforme la tension à l'aide de plusieurs diodes. Le redressement d'une onde complète est le processus de conversion d'un signal CA en signal CC. L'ajout de diodes au circuit permet de convertir une plus grande quantité de tension CA en CC. C'est pour cette raison que vous avez mesuré, lors de cette activité, un courant redressé à double alternance supérieur au courant redressé à simple alternance.

13. Savez-vous maintenant comment fonctionne un générateur CA ou un alternateur dans une automobile?

OUI ___ NON ___

14. Connaissez-vous maintenant la différence entre le redresseur à simple alternance et l'autre à double alternance?

OUI ___ NON ___

15. Savez-vous à quoi sert un redresseur dans une automobile?

OUI ___ NON ___

16. Si vous avez répondu oui, qu'est-ce qui vous a amené à cette conclusion?

Passez en revue les notions sur le système de charge de l'alternateur CA dans la section théorique si nécessaire.

MODULE E
ACTIVITÉ D'APPRENTISSAGE SA-18 NIVEAU 3
Feuille des résultats

13. Savez-vous maintenant comment fonctionne un générateur CA ou un alternateur dans une automobile?

OUI ___ NON ___

14. Connaissez-vous maintenant la différence entre le redresseur à simple alternance et l'autre à double alternance?

OUI ___ NON ___

15. Savez-vous à quoi sert un redresseur dans une automobile?

OUI ___ NON ___

16. Si vous avez répondu oui, qu'est-ce qui vous a amené à cette conclusion?

NOM : _____ GROUPE : _____ DATE : _____

ENSEIGNANT : _____ NOTE : _____

TEST SUR LE MODULE E

(Page 1 de 4)

Utilisez la feuille des résultats pour inscrire vos réponses. N'écrivez pas sur cette feuille.

- À l'étape 8 de l'activité SA-16 de niveau 1 sur la génération de courant, quel type de forme d'onde est généré?
 - Carré
 - Sinus
 - Simple alternance
 - Numérique
- Le technicien A dit, qu'à l'étape 7 de l'activité SA-16 de niveau 1 sur la génération de courant, le galvanomètre indique un flux vers la droite. Le technicien B affirme que l'action du courant du rotor dans le générateur CA crée une réduction de l'ampérage. Qui a raison?
 - Le technicien A
 - Le technicien B
 - Les deux ont raison
 - Les deux ont tort
- Le courant alternatif (CA) est redressé ou converti en courant continu (CC) à l'aide du :
 - Pont redresseur à diodes
 - Pont redresseur à transistor
 - Condensateur
 - Pont de thermistance
- Le fil en boucle d'un générateur est connecté à une double bague appelée :
 - Régulateur
 - Jeu de balais en charbon
 - Armature
 - Collecteur
- Comment nomme-t-on l'ensemble sur la photo ci-dessous?



- Rotor
- Stator
- Collecteur
- Armature

TEST SUR LE MODULE E

(Page 2 de 4)

6. Sur la photo suivante, que faut-il utiliser dans le CL-1902 pour avoir un redresseur à simple alternance?



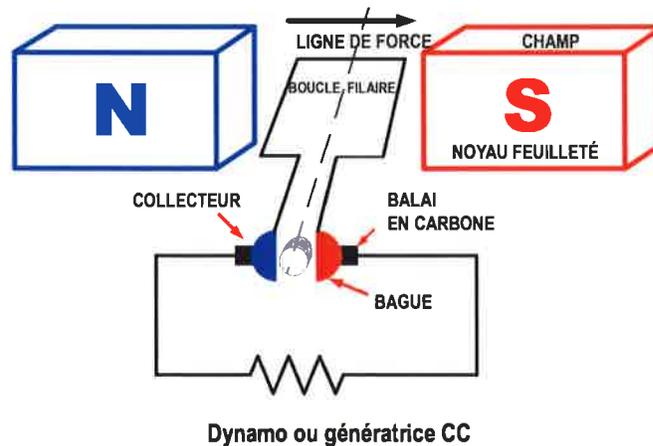
- A. Une seule diode
B. Plusieurs diodes
C. Un transistor
D. Un condensateur
7. À l'étape 6 de l'activité SA-16 de niveau 1 sur la génération de courant, quel composant sert à alimenter le module E?
- A. Batterie
B. Source d'alimentation
C. Module F-2
D. Poulie à manivelle
8. Dans un alternateur de type à balais en charbon, où se trouvent ces balais?
- A. Sur le collecteur à bague rotatif
B. Sur les roulements rotatifs
C. Sur les segments de commutation
D. Sur le conducteur à boucle filaire
9. Deux techniciens discutent de l'activité SA-16 de niveau 1 sur la génération de courant. Le technicien A affirme que, dans la forme d'onde à simple alternance d'une tension monophasée qui est présentée lors cette activité, le courant circule dans un circuit simple, d'abord dans un sens et dans le sens opposé par la suite. Le technicien B dit que le courant inverse son débit à chaque tour complet du rotor et génère du courant alternatif, aussi longtemps qu'il tourne la manivelle. Qui a raison?
- A. Le technicien A
B. Le technicien B
C. Les deux ont raison
D. Les deux ont tort
10. Lequel des composants d'un alternateur est un conducteur qui remplace la carcasse ou l'inducteur d'une génératrice CC?
- A. Rotor
B. Stator
C. Collecteur
D. Pont redresseur
11. Parmi les composants suivants d'un alternateur, lequel génère un champ magnétique qui remplace les bobines de champ ou les aimants permanents d'une génératrice CC?
- A. Rotor
B. Stator
C. Collecteur
D. Pont redresseur

TEST SUR LE MODULE E

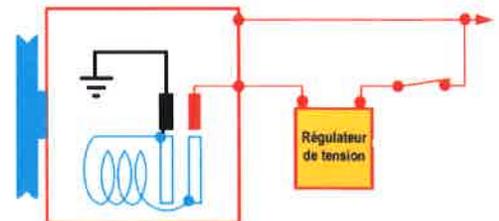
(Page 3 de 4)

12. À l'étape 1 de l'activité SA-18 de niveau 3 sur le redressement à double alternance, à quelle borne du pont redresseur à diodes devez-vous connecter un fil rouge partant de la borne bleue du module E?
- Borne jaune
 - Borne rouge
 - Borne bleue
 - Borne noire
13. À l'étape 6 de l'activité SA-18 de niveau 3 sur le redressement à double alternance, à quel endroit du circuit devez-vous connecter en reprise arrière les fils noirs partant du galvanomètre et du multimètre :
- Borne noire du pont redresseur à diodes
 - Borne rouge du pont redresseur à diodes
 - Borne bleue du pont redresseur à diodes
 - Borne jaune du pont redresseur à diodes
14. À l'étape 8 de l'activité SA-18 de niveau 3 sur le redressement à double alternance, quelle échelle de mesure utilise-t-on?
- 4000 μ A
 - 4000 mA
 - 400 μ A
 - 400 mA
15. À propos de ce schéma, le technicien A indique que les lignes de force magnétique qui traversent ou coupent un conducteur (boucle de fil) induisent une tension dans ce conducteur. Le technicien B dit que la génératrice CC utilise un noyau feuilleté en fer pour créer un électroaimant. Qui a raison?

- Le technicien A
- Le technicien B
- Les deux ont raison
- Les deux ont tort



16. Que se passe-t-il dans ce schéma de circuit d'alternateur?
- Une résistance a été ajoutée en série au circuit d'induction.
 - Un courant a été ajouté en série au circuit d'induction.
 - Une résistance a été ajoutée en parallèle au circuit d'induction.
 - Un courant a été ajouté en parallèle au circuit d'induction.



TEST SUR LE MODULE E

(Page 4 de 4)

17. À l'étape 9 de l'activité SA-18 de niveau 3 sur le redressement à double alternance, le galvanomètre indique une valeur différente de celle du redresseur à simple alternance. Laquelle?
- A. Courant en microampères plus petit non quantifié
 - B. Courant en microampères plus élevé non quantifié
 - C. Courant en microampères plus élevé quantifié
 - D. Courant en microampères plus petit quantifié
18. Deux techniciens discutent de l'activité SA-18 de niveau 3 sur le redressement à double alternance. Le technicien A explique que les redresseurs à double alternance convertissent la tension CC en CA à l'aide de plusieurs diodes. Le technicien B affirme que l'ajout de diodes au circuit permet de redresser davantage de tension CA en CC. Qui a raison?
- A. Le technicien A
 - B. Le technicien B
 - C. Les deux ont raison
 - D. Les deux ont tort
19. Que raccorde-t-on au module E selon cette photo?



- A. Quatre diodes utilisées pour redresser un courant à double alternance
 - B. Trois diodes utilisées pour redresser un courant à double alternance
 - C. Deux diodes utilisées pour redresser un courant à double alternance
 - D. Une diode utilisée pour redresser un courant à double alternance
20. Dans un alternateur automobile, qu'est-ce qui limite le courant d'induction et, par conséquent, sa tension de sortie en fonction des spécifications du système électrique?
- A. Stator
 - B. Commutateur
 - C. Trio de diodes
 - D. Régulateur de tension

TEST SUR LE MODULE E**Feuille des résultats**

NOM DE L'ÉTUDIANT _____ DATE _____

Encercler la bonne réponse.

1. A B C D
2. A B C D
3. A B C D
4. A B C D
5. A B C D
6. A B C D
7. A B C D
8. A B C D
9. A B C D
10. A B C D
11. A B C D
12. A B C D
13. A B C D
14. A B C D
15. A B C D
16. A B C D
17. A B C D
18. A B C D
19. A B C D
20. A B C D

NOTE DE L'ENSEIGNANT : _____

COMMENTAIRES : _____

MODULE F-1 ET MODULE F-2

ACTIVITÉ D'APPRENTISSAGE SA-19 NIVEAU 1

Fonctionnement du moteur F-1

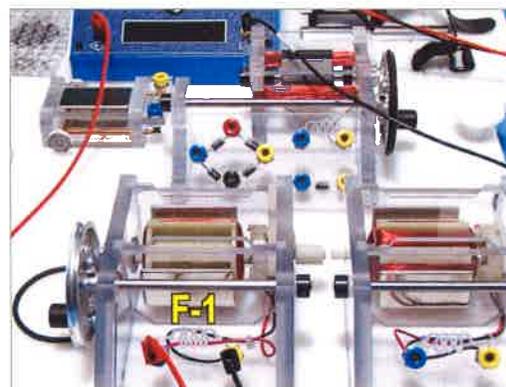
(Page 1 de 3)

Utilisez la feuille des résultats pour inscrire vos réponses. N'écrivez pas sur cette feuille.

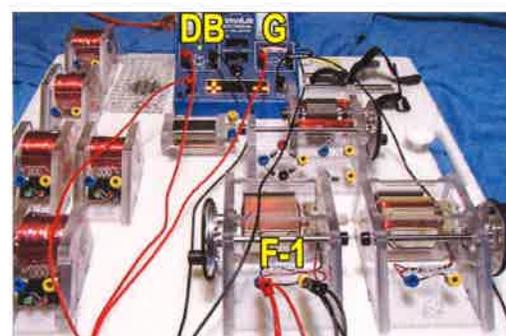
Objectif: Démontrer que la vitesse d'un moteur peut être contrôlée par la position des balais lors du fonctionnement.

Matériel requis : Aucun

1. Connectez un fil rouge de la borne bleue de l'alimentation à la borne bleue du **module F-1**.
2. Connectez un fil noir de la borne jaune de l'alimentation à la borne jaune du **module F-1**.



3. Connectez un fil rouge de la borne bleue de la diode bipolaire en reprise arrière sur le fil de la borne bleue du module F-1.
4. Connectez un fil noir de la borne jaune de la diode bipolaire en reprise arrière sur le fil de la borne jaune du module F-1.
5. Raccordez des fils entre les bornes du galvanomètre et celles de la diode bipolaire en reprise arrière sur les connecteurs en place.



6. Lancez le moteur F-1 en tournant la manivelle en sens antihoraire. La diode bipolaire devrait s'activer (DEL allumée en vert) et le galvanomètre indiquer un flux complètement vers la gauche.



7. Lancez le moteur F-1 dans le sens horaire. La DEL de la diode bipolaire devrait maintenant s'allumer en rouge et le galvanomètre indiquer un flux de courant allant au maximum vers la droite.



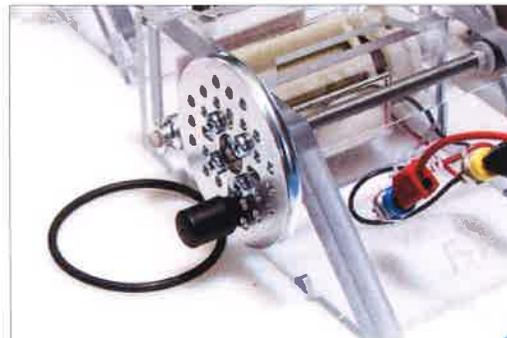
MODULE F-1 ET MODULE F-2

ACTIVITÉ D'APPRENTISSAGE SA-19 NIVEAU 1

Fonctionnement du moteur F-1

(Page 2 de 3)

8. Enlevez la courroie en caoutchouc du module F-1 et assurez-vous que les moteurs F-1 et F-2 ne soient pas accouplés.

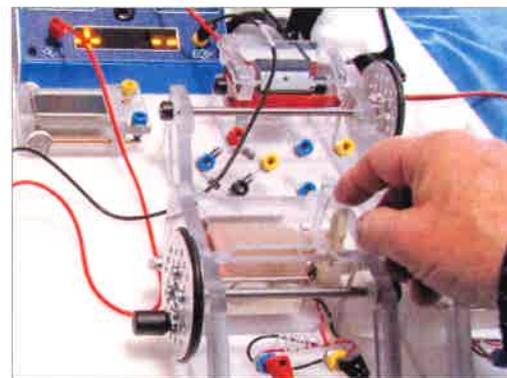


9. Le module F-1 représente un moteur à vitesse variable doté d'un jeu de balais mobiles et d'un collecteur à deux segments avec seulement deux bobines de champ magnétique. Le déplacement des balais vers l'avant permet d'augmenter la vitesse du moteur. Cette vitesse peut varier de trois façons :

- En changeant la tension d'alimentation;
- En changeant le flux magnétique et le courant dans l'enroulement inducteur;
- En changeant la tension et la résistance de l'armature.



10. Mettez l'alimentation sous tension à 12 volts et déplacez le commutateur de polarité vers la gauche pour obtenir un débit de courant du positif au négatif.
11. Vous devrez tourner légèrement l'armature du moteur de gauche pour le faire fonctionner ou régler le porte-balais avec le levier en direction de la source d'alimentation.
12. Dès que le moteur tourne, déplacez les balais à la limite vers le bloc d'alimentation pour obtenir la vitesse maximale du moteur.



MODULE F-1 ET MODULE F-2

ACTIVITÉ D'APPRENTISSAGE SA-19 NIVEAU 1

Fonctionnement du moteur F-1

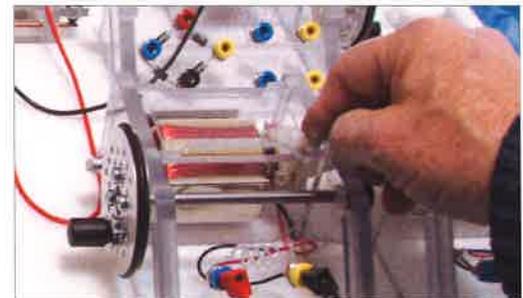
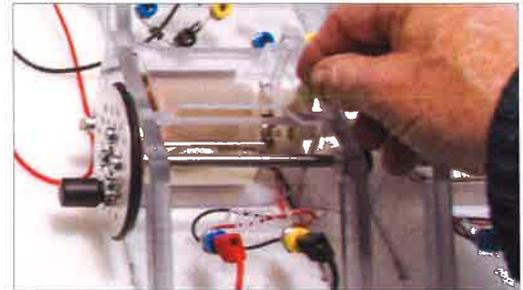
(Page 3 de 3)

13. Mettez l'ensemble hors tension et installez la courroie autour de la manivelle. Alimentez le motor et étirez la courroie comme la photo ci-contre. Le moteur à vitesse maximale devrait normalement s'arrêter.

REMARQUE : Assurez-vous qu'aucun de vos fils ne s'emmêle dans les arbres du moteur.



14. Enlevez la courroie d'entraînement de l'armature du moteur et le moteur tournera à nouveau.
15. Déplacez le jeu de balais vers le bas ou vers le bornier du moteur pour obtenir la vitesse minimale du moteur. Le moteur s'arrêtera.



CONCLUSION

Lorsque vous alimentez le moteur du module F-1, il fonctionne au départ avec une légère poussée de l'armature ou avec les balais déplacés au maximum vers la source d'alimentation. Si vous réglez le jeu de balais du bas vers le haut ou à l'opposé, la vitesse du moteur change. Ceci permet de démontrer que la vitesse du moteur peut être contrôlée avec la position des balais. Pour ce faire, il faut varier la tension et la résistance de l'armature. Les moteurs à vitesse variable sont souvent utilisés dans les applications automobiles. Certains sont appelés moteurs pas-à-pas parce qu'ils se déplacent par incréments.

MODULE F-1 ET MODULE F-2

ACTIVITÉ D'APPRENTISSAGE SA-20 NIVEAU 2

Fonctionnement du moteur F-2

(Page 1 de 2)

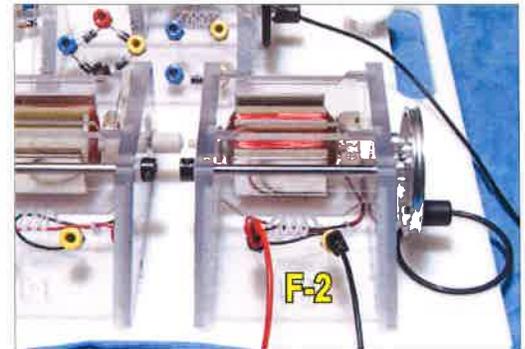
Utilisez la feuille des résultats pour inscrire vos réponses. N'écrivez pas sur cette feuille.

Objectif: Démontrer qu'un moteur tourne plus vite en augmentant le nombre d'enroulements d'excitation et de segments de commutation et que sa direction peut être inversée en changeant sa polarité.

Matériel requis : Aucun

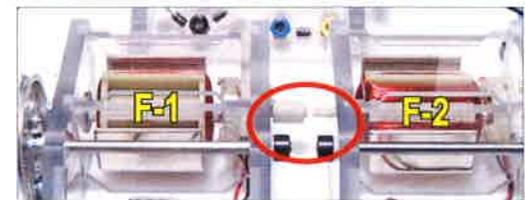
1. Connectez un fil rouge de la borne bleue de l'alimentation à la borne bleue du **module F-2**.
2. Connectez un fil noir de la borne jaune de l'alimentation à la borne jaune du **module F-2**.

REMARQUE : Assurez-vous qu'aucun de vos fils ne s'emmêle dans les arbres du moteur.



3. Veillez à ce que la courroie en caoutchouc ne soit pas installée sur la poulie du vilebrequin et que les moteurs F-1 et F-2 ne soient pas accouplés.

REMARQUE : Assurez-vous qu'aucun de vos fils ne s'emmêle dans les arbres du moteur.



4. Mettez l'alimentation sous tension à 12 volts et déplacez le commutateur de polarité vers la gauche pour obtenir un flux de courant du positif au négatif. Vous remarquerez que ce moteur a plus d'enroulements d'excitation que le moteur F-1 et qu'il tourne beaucoup plus vite.



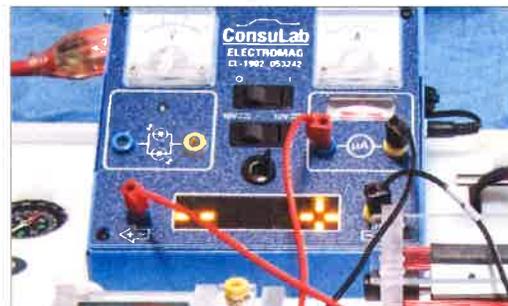
MODULE F-1 ET MODULE F-2

ACTIVITÉ D'APPRENTISSAGE SA-20 NIVEAU 2

Fonctionnement du moteur F-2

(Page 2 de 2)

- Placez le commutateur de polarité à droite pour obtenir un flux de courant du négatif au positif. Le moteur F-2 tourne maintenant en sens opposé et à la même vitesse. Vous pouvez changer plusieurs fois la polarité pour voir le changement de rotation du moteur.



CONCLUSION

Un moteur avec beaucoup plus d'enroulements d'excitation et de segments de commutation tourne plus vite et le changement de polarité inverse sa rotation. Cette configuration de moteur est parfaite pour le système de vitres ou de glaces à commande électrique d'un véhicule.

MODULE F-1 ET MODULE F-2

ACTIVITÉ D'APPRENTISSAGE SA-21 NIVEAU 3

Moteur et génératrice CC

(Page 1 de 4)

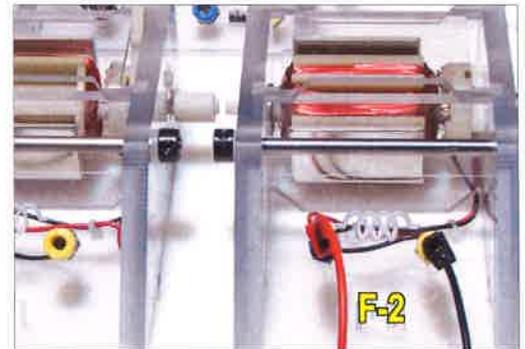
Utilisez la feuille des résultats pour inscrire vos réponses. N'écrivez pas sur cette feuille.

Objectif : Démontrer qu'un moteur CC peut se transformer en génératrice.

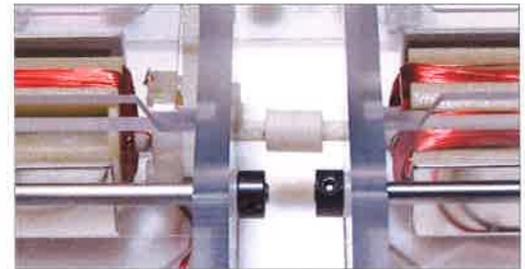
Matériel requis : Multimètre numérique.

1. Connectez un fil rouge de la borne bleue de l'alimentation à la borne bleue du **module F-2**.
2. Connectez un fil noir de la borne jaune de l'alimentation à la borne jaune du **module F-2**.

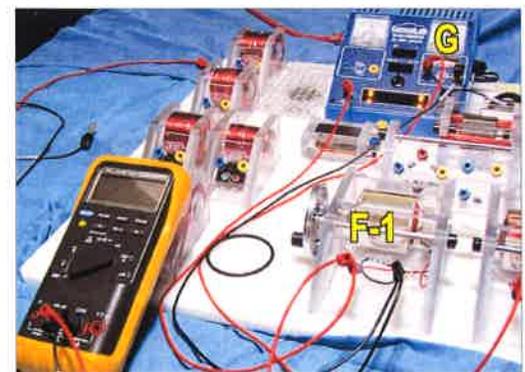
REMARQUE : Assurez-vous qu'aucun de vos fils ne s'emmêle dans les arbres du moteur.



3. Utilisez le coupleur coulissant pour connecter le moteur F-1 au moteur F-2.



4. Branchez un fil rouge de la borne bleue du galvanomètre à la borne bleue du moteur F-1.
5. Branchez un fil noir de la borne jaune du galvanomètre à la borne jaune du moteur F-1.
6. Branchez le multimètre au circuit en plaçant sa sonde rouge partant du port mA en reprise arrière sur le connecteur rouge du galvanomètre.
7. Branchez la sonde noire du multimètre partant du port COM en reprise arrière sur le connecteur noir du galvanomètre.
8. Réglez le multimètre en mode ampèremètre sur l'échelle 400 mA en courant alternatif. Activez la fonction d'enregistrement Min-Max sur les valeurs maximales.



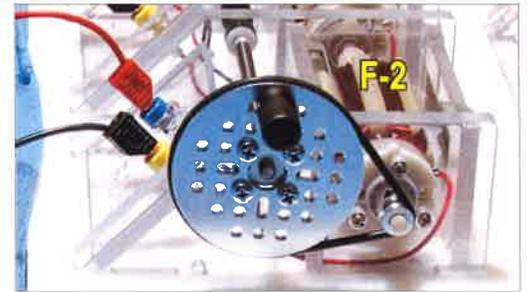
MODULE F-1 ET MODULE F-2

ACTIVITÉ D'APPRENTISSAGE SA-21 NIVEAU 3

Moteur et génératrice CC

(Page 2 de 4)

9. Installez la courroie du moteur F-2 et tournez la manivelle aussi vite que possible. Notez l'ampérage du courant et la direction du flux.



10. La mesure du courant CA donne environ 74,5 milliampères et le galvanomètre indique un flux fortement à gauche.



11. Réglez le multimètre en mode voltmètre sur l'échelle CA automatique en déplaçant la sonde rouge du port mA / μ A vers le port Volt Ohm.
12. Tournez la manivelle pour entraîner les moteurs. La mesure de la tension devrait donner environ 316 millivolts.



13. Enlevez la courroie d'entraînement du module F-2.



MODULE F-1 ET MODULE F-2

ACTIVITÉ D'APPRENTISSAGE SA-21 NIVEAU 3

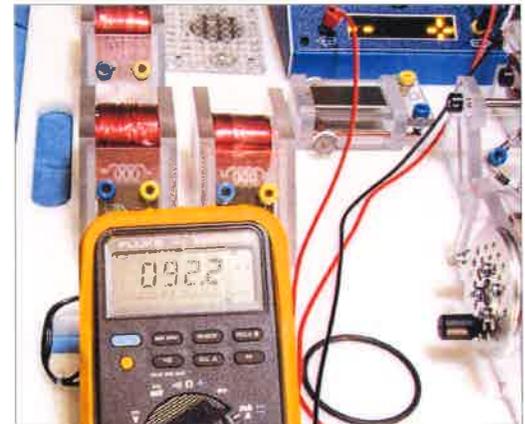
Moteur et génératrice CC

(Page 3 de 4)

14. Réglez les paramètres du multimètre numérique pour obtenir des mesures en milliampères.
15. Connectez le multimètre au circuit en plaçant la sonde rouge partant du port mA en reprise arrière sur le fil rouge du galvanomètre.
16. Connectez la sonde noire partant du port COM en reprise arrière sur le fil noir du galvanomètre.
17. Réglez le multimètre sur l'échelle 400 mA en courant alternatif.
18. Activez la fonction d'enregistrement Min-Max sur MAX.
19. Mettez l'ensemble sous tension et placez le commutateur de polarité à gauche pour obtenir un flux de courant du positif au négatif.
20. La mesure de courant devrait donner environ 97,6 mA.
21. Quand le moteur accélère, le courant passe à environ 102,4 mA.



22. Placez le commutateur de polarité à droite pour obtenir un débit du négatif au positif. Notez le courant en sens opposé. Le multimètre devrait afficher environ 92,2 mA. La tension CA en sens inverse devrait donner environ 0,527 mV.



23. Notez l'indicateur du galvanomètre qui part maintenant vers la droite.



MODULE F-1 ET MODULE F-2

ACTIVITÉ D'APPRENTISSAGE SA-21 NIVEAU 3

Moteur et génératrice CC

(Page 4 de 4)

24. Réglez le multimètre en mode voltmètre sur l'échelle CA automatique en déplaçant la sonde rouge du port mA / μ A vers le port Volt Ohm.
25. Mettez l'ensemble sous tension avec le commutateur de polarité réglé vers la gauche pour obtenir un flux de courant du positif au négatif. La tension devrait donner environ 316 millivolts CA, qui est la même mesure notée lors du lancement du moteur jusqu'à l'augmentation du régime.



26. Au fur et à mesure que la vitesse du moteur augmente, la tension de sortie augmente aussi jusqu'à environ 401,6 mV.



CONCLUSION

Un moteur CC peut se transformer en génératrice CC, car il fonctionne selon les mêmes règles magnétiques que celles de la dynamo. La vitesse d'un moteur CC augmente par inertie alors que la tension et l'ampérage augmentent avec la vitesse. La vitesse est le seul paramètre modifiable qui fait augmenter le régime du moteur. Plus le moteur tourne rapidement, plus la tension et le courant augmentent à la sortie.

27. Savez-vous maintenant comment fonctionne un moteur électrique?
OUI ___ NON ___
28. Savez-vous maintenant ce qui fait accélérer le régime d'un moteur?
OUI ___ NON ___
29. Savez-vous à quoi sert le moteur électrique dans une automobile?
OUI ___ NON ___
30. Si vous avez répondu oui, qu'est-ce qui vous a amené à cette conclusion?

Si nécessaire, passez en revue les informations sur le fonctionnement de la dynamo ou génératrice CC dans la section théorique.

MODULE F-1 ET MODULE F-2
ACTIVITÉ D'APPRENTISSAGE SA-21 NIVEAU 3
Feuille des résultats

27. Savez-vous maintenant comment fonctionne un moteur électrique?

OUI ___ NON ___

28. Savez-vous maintenant ce qui fait accélérer le régime d'un moteur?

OUI ___ NON ___

29. Savez-vous à quoi sert le moteur électrique dans une automobile?

OUI ___ NON ___

30. Si vous avez répondu oui, qu'est-ce qui vous a amené à cette conclusion?

NOM : _____ GROUPE : _____ DATE : _____

ENSEIGNANT : _____ NOTE : _____

TEST SUR LE MODULE F-1 ET LE MODULE F-2

(Page 1 de 3)

Utilisez la feuille des résultats pour inscrire vos réponses. N'écrivez pas sur cette feuille.

- Les moteurs électriques fonctionnent selon le principe suivant :
 - La répulsion magnétique
 - L'inertie
 - L'énergie négative
 - La propulsion magnétique
- Cette question contient le mot SAUF. Lisez attentivement la question avant de choisir votre réponse.**
Tous ces facteurs peuvent faire varier la vitesse d'un moteur, SAUF :
 - une tension d'alimentation variable.
 - un flux et un courant variables dans l'enroulement de champ.
 - une tension et une résistance d'armature variables.
 - une expansion variable du flux magnétique.
- Deux techniciens expliquent le fonctionnement du moteur électrique. Le technicien A indique que le courant circule de la borne négative (-) de la batterie, traverse les balais et le collecteur le plus près du pôle S, travers l'armature vers le collecteur et les balais les plus près du pôle N et se rend à la borne positive (+) de la batterie. Le technicien B explique que le débit électrique provoque une poussée vers le bas de la partie de la boucle près du pôle N et une poussée vers le haut celle près du pôle S. Lorsqu'il y a un champ fort d'un côté du conducteur et un champ faible de l'autre côté, le conducteur passe du champ fort au champ faible. Qui a raison?
 - Le technicien A
 - Le technicien B
 - Les deux ont raison
 - Les deux ont tort
- Dans un moteur électrique, quel facteur entre les pôles N et S d'un côté de conducteur fait tourner l'armature?
 - Champ magnétique plus faible
 - Champ magnétique plus fort
 - Flux de courant plus fort
 - Flux de courant plus faible
- À l'étape 1 de l'activité SA-19 de niveau 1 sur le fonctionnement du moteur F-1, vous devez connecter un fil rouge de la borne bleue de l'alimentation à la :
 - borne bleue du module F-1.
 - borne jaune du module F-1.
 - borne jaune du module F-2.
 - borne bleue du module F-2
- Quel instrument est utilisé à l'étape 6 de l'activité SA-19 de niveau 1 et quel rôle précis a-t-il?
 - Le multimètre qui sert à détecter la présence de tension.
 - L'ampèremètre qui sert à mesurer le circuit.
 - La diode bipolaire qui sert à détecter le débit de courant.
 - Le voltmètre qui sert à mesurer la tension.
- À l'étape 6 de l'activité SA-19 de niveau 1 sur le fonctionnement du moteur F-1, lorsque vous tournez le moteur F-1 dans le sens horaire, le témoin lumineux de la diode bipolaire devient :
 - vert.
 - rouge.
 - bleu.
 - jaune.

TEST SUR LE MODULE F-1 ET LE MODULE F-2

(Page 2 de 3)

8. Le technicien A indique que le moteur F-1 est un moteur à vitesse variable avec un jeu de balais mobiles et seulement un collecteur à deux segments avec quatre bobines de champ magnétique. Le technicien B explique que le déplacement des balais vers la source d'alimentation entraîne une augmentation de la vitesse du moteur. Qui a raison?
- A. Le technicien A
 - B. Le technicien B
 - C. Les deux ont raison
 - D. Les deux ont tort
9. Lorsque le moteur du module F-1 est à la vitesse maximale, que se passe-t-il lorsque la courroie entraîne l'armature du moteur?
- A. La vitesse du moteur double.
 - B. La vitesse du moteur augmente.
 - C. Le moteur s'arrête.
 - D. Le moteur s'arrête et démarre.
10. Deux techniciens décrivent le fonctionnement des modules F-1 et F-2. Le technicien A indique que la courroie est en place sur la poulie de vilebrequin lorsque le moteur est alimenté. Le technicien B indique que vous devez vous assurer que les moteurs F-1 et F-2 ne soient pas accouplés lors des exercices. Qui a raison?
- A. Le technicien A
 - B. Le technicien B
 - C. Les deux ont raison
 - D. Les deux ont tort
11. À l'étape 5 de l'activité SA-20 de niveau 2 sur le fonctionnement du moteur F-2, vous basculez le commutateur de polarité vers la droite pour avoir :
- A. un flux de tension du négatif au positif.
 - B. un flux de tension du positif au négatif.
 - C. un flux de courant du négatif au positif.
 - D. un flux de courant du positif au négatif.
12. Le moteur F-2 tourne plus vite que le moteur F-1 sans ajout de tension pour laquelle de ces raisons?
- A. F-2 a plus de bobines de champ que F-1.
 - B. F-2 a moins de bobines de champ que F-1.
 - C. F-2 a une résistance inférieure à celle de F-1.
 - D. F-2 est traversé par plus de courant que F-1.
13. Un moteur avec plus de bobines de champ et plus de segments sur le collecteur tourne plus rapidement et sa direction peut être inversée en :
- A. réduisant le nombre de champs.
 - B. augmentant la tension.
 - C. réduisant le nombre de segments du collecteur.
 - D. inversant la polarité.
14. Deux techniciens discutent du fonctionnement du moteur électrique. Le technicien A dit que les lignes de force magnétiques s'étirent et tentent de se retrécir. Le technicien B affirme qu'il y a un champ magnétique fort des deux côtés du conducteur en boucle filaire (induit, collecteur et balais). Qui a raison?
- A. Le technicien A
 - B. Le technicien B
 - C. Les deux ont raison
 - D. Les deux ont tort

TEST SUR LE MODULE F-1 ET LE MODULE F-2

(Page 3 de 3)

15. Laquelle parmi les actions suivantes n'est effectuée qu'à l'activité SA-21 de niveau 3 sur le moteur et génératrice CC?
- A. Déplacement du commutateur de polarité.
 - B. Accouplement des moteurs F-1 et F-2.
 - C. Désinstallation de la courroie d'entraînement.
 - D. Mise en charge du moteur.
16. Au cours de l'étape 6 de l'activité SA-21 de niveau 3 sur le moteur et génératrice CC, vous insérez un multimètre dans le circuit en connectant la sonde rouge en reprise arrière sur le fil rouge du galvanomètre à partir de quelle borne?
- A. Port COM du multimètre
 - B. Port μA du multimètre
 - C. Port mA du multimètre
 - D. Port CA du multimètre
17. Lors de l'étape 4 de l'activité SA-21 de niveau 3 sur le moteur et génératrice CC, quelle échelle de courant utilisez-vous?
- A. 4
 - B. 40
 - C. 400
 - D. 4000
18. Au cours de l'étape 11 de l'activité SA-21 de niveau 3 sur le moteur et génératrice CC, vous réglez le multimètre en volts CA avec la fonction de réglage automatique en déplaçant la sonde rouge du port mA/ μA au prpt Volt/Ohm pour mesurer :
- A. des megavolts.
 - B. des microvolts.
 - C. des volts.
 - D. des millivoltss
19. Lors de l'étape 10 de l'activité SA-21 de niveau 3 sur le moteur et génératrice CC, vous basculez le commutateur de polarité vers la droite pour obtenir un flux de courant du négatif au positif afin de mesurer le circuit en sens inverse. Le multimètre affiche approximativement un courant de 92,2 mA et une tension CA de 0,527 mV. Que fait le galvanomètre?
- A. Son indicateur se déplace vers la droite.
 - B. Son indicateur se déplace vers la gauche.
 - C. Son indicateur ne bouge pas.
 - D. Son indicateur se déplace légèrement.
20. Pour les activités de l'ensemble CL-1902 où l'on se sert du moteur F-2 pour entraîner le générateur CA du module F-1, lequel des facteurs suivants doit-on modifier pour faire augmenter l'ampérage?
- A. La tension.
 - B. Le flux magnétique.
 - C. La vitesse.
 - D. La résistance.

TEST SUR LE MODULE F-1 ET LE MODULE F-2**Feuille des résultats**

NOM DE L'ÉTUDIANT _____ DATE _____

Encerclez la bonne réponse.

1. A B C D
2. A B C D
3. A B C D
4. A B C D
5. A B C D
6. A B C D
7. A B C D
8. A B C D
9. A B C D
10. A B C D
11. A B C D
12. A B C D
13. A B C D
14. A B C D
15. A B C D
16. A B C D
17. A B C D
18. A B C D
19. A B C D
20. A B C D

NOTE DE L'ENSEIGNANT : _____

COMMENTAIRES : _____



**4210, rue Jean-Marchand
Québec, Québec
Canada G2C 1Y6
Téléphone : 418-688-9067
800-567-0791 (Amérique du Nord)
Télécopieur : 418-843-3444
Courriel : info@consulab
Internet : consulab.com**