

MATRIX

locktronics™

Inductance and Electromagnetism



MATRIX

CP4976

www.matrixtsl.com

Copyright 2023-2025 Matrix Technology Solutions Limited

	Introduction	3
Fiche de travail 1	Mesure du champ magnétique terrestre	5
Feuille de travail 2	Mesure d'un champ électromagnétique	7
Feuille de travail 3	Champ électromagnétique autour d'une bobine	9
Fiche de travail 4	Matériaux ferromagnétiques	11
Feuille de travail 5	B et H dans le magnétisme	12
Feuille de travail 6	Règle de la main gauche (moteur) de Fleming	14
Fiche de travail 7	Produire de l'électricité	16
Feuille de travail 8	Générateur rotatif	18
Feuille de travail 9	L'électromagnétisme génère de l'électricité	20
Feuille de travail 10	Auto-inductance	22
Feuille de travail 11	Applications de l'inductance	24
Feuille de travail 12	Transformateurs	26
	Document de l'élève	30
	Notes pour l'instructeur	43

Le kit Electromagnétisme est livré avec trois capteurs Data Harvest :

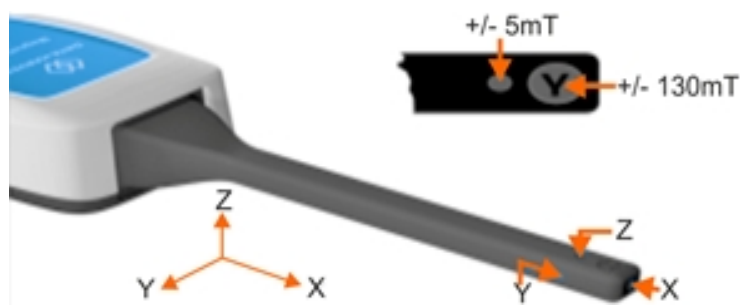
- un capteur de champ magnétique ;
- deux capteurs "tension-courant", capables de mesurer à la fois la tension et le courant.

Capteur de champ magnétique Data Harvest :

Le capteur de champ magnétique Smart Wireless peut être utilisé pour explorer à la fois la magnitude et le champ magnétique.

direction d'un champ magnétique dans les trois dimensions X, Y et Z.

Il dispose de deux gammes, ± 5 ou ± 130 mT, et est compatible avec les technologies USB et Bluetooth.



Le capteur utilise deux dispositifs de détection 3D à effet Hall placés près de l'extrémité de la baguette. Le dispositif de ± 5 mT est placé directement derrière le point sur le couvercle de l'extrémité.

Le dispositif de ± 130 mT est situé directement derrière la lettre "Y".

Capteur "tension-courant" de la récolte de données :



Le kit est livré avec deux capteurs, l'un capable de lire des tensions jusqu'à ± 20 V et des courants de ± 1 A, l'autre lecture ± 5 V et $\pm 0,1$ A. Ces plages sont imprimées sur les étiquettes des capteurs.

Connexion des capteurs :

- Lancez le logiciel "EasySense2", disponible sur le site Web de Data Harvest à l'adresse <https://store.data-harvest.co.uk/easysense2>.
- Connexion par Bluetooth :
 - Appuyez sur le bouton situé à la base du capteur pour lancer le processus de connexion. Lorsque la liaison est établie, une LED verte s'allume et s'éteint sur le capteur.
 - Dans l'onglet Appareils de l'application, recherchez le capteur de champ magnétique et connectez-le. (Lorsque plusieurs groupes utilisent des capteurs, le numéro à 6 chiffres imprimé sur l'étiquette peut être utilisé pour identifier un capteur particulier).
- Connexion par USB :
 - Reliez le capteur au PC ou à la tablette qui exécute le logiciel "EasySense2".

Fiche de travail 1

Mesure du champ magnétique terrestre

La Terre est entourée d'un champ magnétique dont pôles magnétiques sont actuellement situés près des pôles géographiques nord et sud.

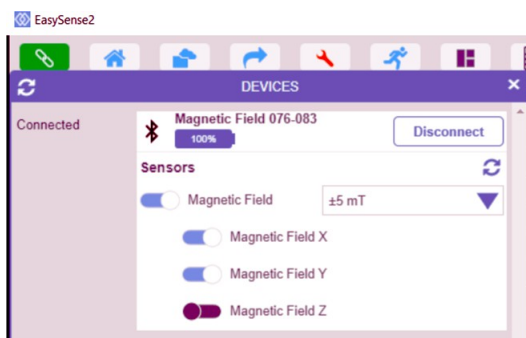
Il résulte de courants de convection dans un mélange fer et de nickel en fusion dans le noyau externe de la Terre.

Il dévie la majeure partie du vent solaire, des particules chargées éjectées par le Soleil qui protègent la couche d'ozone, laquelle protège la Terre des rayons ultraviolets nocifs. Le champ est loin d'être uniforme et varie à la surface du globe.

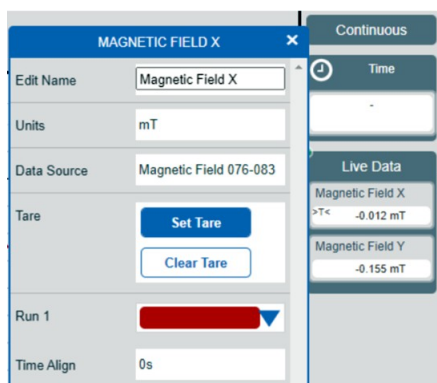


À vous de jouer :

- Lancez le logiciel EasySense2 et choisissez une expérience graphique.
- Connectez le capteur magnétique, sélectionnez la plage $\pm 5\text{mT}$ et vérifiez que les champs X et Y (mais pas Z) sont activés.



- Tenez le capteur à l'horizontale en l'air, à l'écart des matériaux magnétiques tels que les meubles à armature métallique.
- Cliquez sur les champs "Live Data" à droite de l'écran pour définir une tare ("zéro") pour X et Y. Notez que les deux directions doivent être "tarées" individuellement.



- Cliquez sur le bouton "Démarrer" en bas de l'écran.
- Tournez le capteur d'un tour complet dans le sens des aiguilles d'une montre tout en le maintenant à l'horizontale.
- Une fois qu'une rotation complète a été effectuée, cliquez sur le bouton "Stop" pour arrêter l'enregistrement.

Fiche de travail 1

Mesure du champ magnétique terrestre

Et alors ?

- Le graphique se rapproche de deux ondes sinusoïdales décalées d'environ 90° l'une par rapport à l'autre. Le capteur X donne des valeurs maximales et minimales lorsqu'il est orienté nord/sud, tandis que le capteur Y le fait lorsqu'il est orienté est/ouest.
- Par défaut, l'axe des y du graphique affiche la plage complète du capteur. Cliquez sur les étiquettes de l'axe des y pour afficher boîte de dialogue "Y-AXIS" et remplacez "Default Range" par "Min to Max" ou "User Range" pour rendre les données mesurées plus visibles.
- L'intensité totale du champ mesurée pour chaque axe est la différence entre les valeurs maximale et minimale, calculée pour vous à l'aide de la fonction "Stats", dans l'onglet "Outils".
- Essayez d'utiliser l'outil "Lissage" pour améliorer l'aspect des traces.
- Lorsque vous êtes satisfait du graphique, vous pouvez soit l'enregistrer au format ".es2" via l'onglet "Fichier", soit en faire une capture d'écran et l'enregistrer dans le document de l'élève à l'aide d'une application de retouche d'images.
- Utilisez le graphique pour estimer l'intensité totale du champ pour chaque axe.
- Notez vos réponses dans la fiche de l'élève.
- Comparez vos réponses avec celles trouvées sur Internet, par exemple par le British Geological Survey.

Défis :

1. Utilisez le capteur de champ magnétique pour trouver la direction du nord magnétique à l'endroit où vous vous trouvez. (Il peut être plus facile d'utiliser l'option "Chiffres" pour le type d'expérience).
Rappelons que le nord magnétique est la direction indiquée par l'extrémité nord de l'aiguille d'une boussole. Comme les pôles opposés s'attirent, cela signifie que le nord magnétique est en fait le pôle sud du champ magnétique terrestre. Ainsi, le capteur de champ donne lecture maximale lorsqu'il est orienté vers le sud et une lecture minimale lorsqu'il est orienté vers le nord.
Vérifiez votre résultat en le comparant au comportement d'une boussole ou en suspendant un barreau aimanté à un morceau de coton pour voir dans quelle direction il se fixe.

Feuille de travail 2

Mesure d'un champ électromagnétique

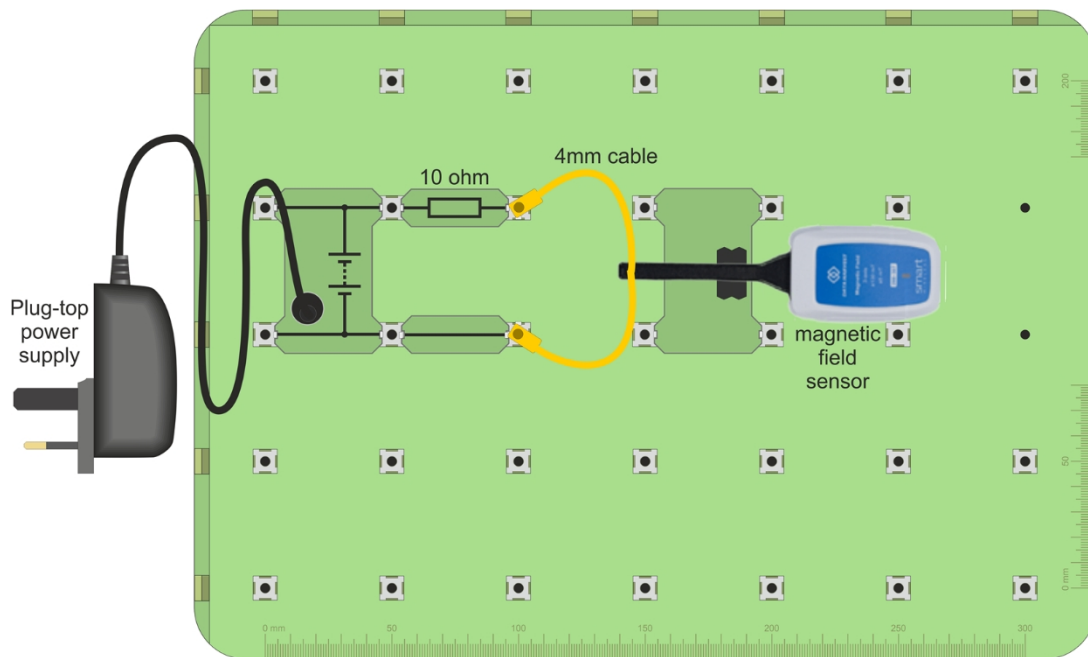
Un champ magnétique est créé lorsqu'un courant électrique circule dans un conducteur. Il trouve son origine dans le comportement des électrons qui composent le courant.

Ce champ est transitoire - il n'est présent que tant que le courant circule. Son intensité est maximale à proximité du fil et augmente lorsque le courant s'accroît.



À vous de jouer :

- Branchez le support d'alimentation et la résistance de 10Ω sur la carte Locktronics et montez le capteur de champ magnétique dans son support à proximité.
- Utilisez un câble de 4 mm pour compléter le circuit.
La présentation de Locktronics devrait ressembler à l'illustration ci-dessous.



- Régler l'alimentation du plug-top sur 5V.
- Réglez le capteur de champ magnétique sur la plage $\pm 5\text{mT}$ avec les trois axes du capteur activés et "tarés".
- Lancez l'option "Numbers" du logiciel EasySense et placez le câble en ligne droite sur la baguette, à proximité du point qui y est imprimé, comme indiqué sur le schéma.
- Allumez l'alimentation électrique. (Attention - la résistance va chauffer !)
- Enregistrez l'intensité du champ magnétique sur chacun des trois axes.

Feuille de travail 2

Mesure d'un champ électromagnétique

A vous de jouer.....

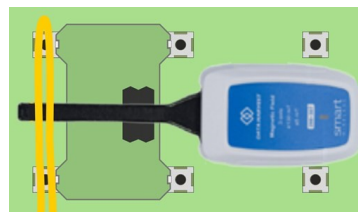
- Placer le câble verticalement à travers le capteur de manière à ce qu'il soit perpendiculaire à l'étape précédente. Enregistrez à nouveau l'intensité du champ sur les trois axes.
- Enfin, placez le câble le long de la baguette elle-même, à angle droit par rapport aux deux tests précédents. Enregistrez les intensités de champ.
- Essayez de relier les relevés à la forme du champ magnétique.

Défis :

1. Différentes formes de fils :

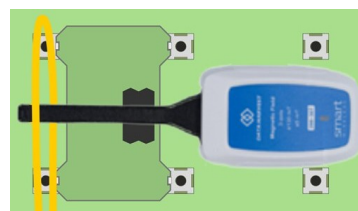
Plier le câble pour former une boucle sur le dessus du capteur, comme indiqué dans le schéma ci-contre.

Qu'advient-il relevés du champ magnétique ?



Ensuite, former une boucle avec câble, placée autour du capteur, comme indiqué ci-contre.

Comparez maintenant les relevés de champ magnétique pour les deux arrangements.



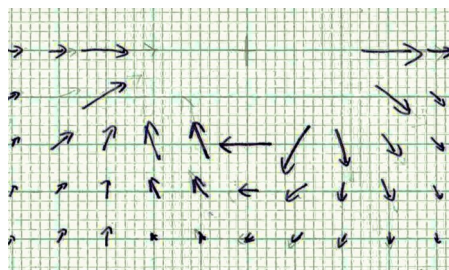
Notez vos résultats dans la fiche de l'élève et expliquez pourquoi ces deux situations produisent des résultats différents.

2. Champ magnétique autour d'un barreau aimanté :

Utilisez le capteur pour étudier le champ magnétique autour d'un barreau aimanté.

Procédure suggérée :

- Placez l'aimant au centre d'une feuille de papier millimétré.
- Sélectionner la plage de ± 130 mT et tarer (mettre à zéro) chaque axe pour éliminer les effets du champ magnétique terrestre.
- Abaissez le capteur verticalement sur chaque coin de la grille de 10 mm.
- Pour chaque position, dessinez sur le papier un vecteur dont la longueur et la direction sont proportionnelles aux mesures du champ magnétique.



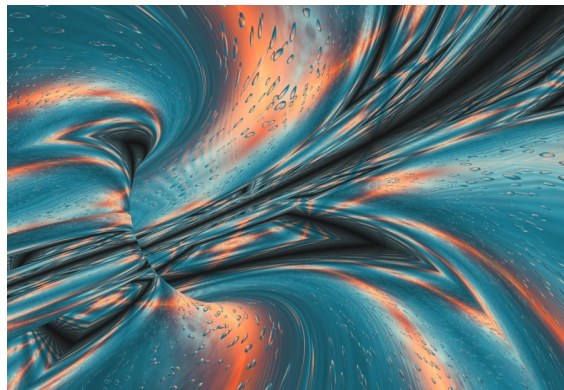
- Des résultats typiques sont présentés ci-contre.

- Utilisez vos résultats pour dessiner le schéma du flux autour d'un barreau aimanté dans la fiche de l'élève.

Feuille de travail 3

Champ électromagnétique autour d'une bobine

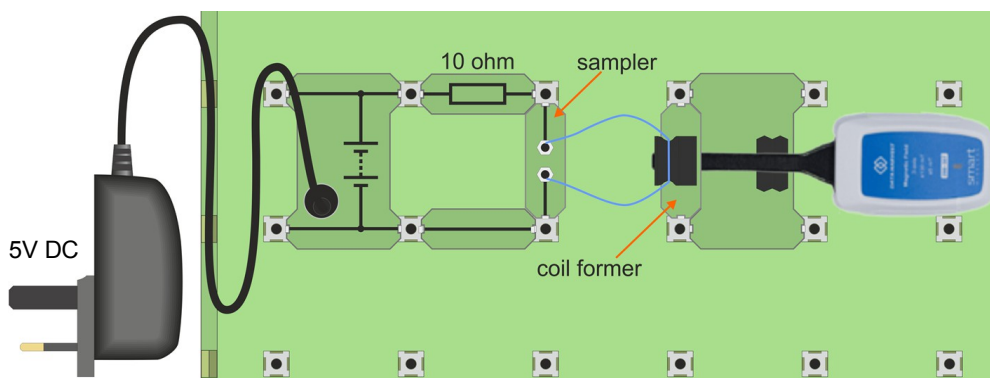
Les bobines porteuses de courant sont au cœur d'un certain nombre de dispositifs courants, tels que les moteurs électriques, les générateurs, les électro-aimants et les transformateurs. Dans les circuits électroniques, elles deviennent des inducteurs, utilisés pour contrôler les circuits à courant alternatif. En médecine, elles apparaissent dans les appareils d'imagerie IRM.



1. Nombre de tours de la bobine :

À vous de jouer :

- Le schéma de Locktronics est similaire au précédent, sauf qu'il comprend un formeur de bobine autour duquel sont enroulés deux tours de fil à âme unique de 0,6 mm et qui est connecté à l'échantillonneur. (Faites une torsion dans le fil pour maintenir les boucles en position).



- Réglez le capteur de champ magnétique sur la plage $\pm 5\text{mT}$ avec les trois axes du capteur activés et "tarés". Localisez-le avec la pointe de la "baguette" à l'intérieur de la bobine.
- Lancez l'option 'Numbers' du logiciel EasySense et allumez l'alimentation 5V. (Attention - la résistance va chauffer !)
- Ajustez la position du capteur à l'intérieur de la bobine pour obtenir une lecture maximale.
- Notez l'intensité du champ magnétique sur les trois axes de la fiche de l'élève.
- Coupez l'alimentation et enroulez deux tours fil supplémentaires autour de la bobine pour obtenir quatre tours au total.
- Procédez de la même manière, mais avec des bobines comportant plus de tours fil. Commencez par une bobine de six tours, puis augmentez le nombre de tours à huit tours et enfin à dix tours.
- Notez les résultats dans la fiche de l'élève.
- Découvrez ce qui se passe lorsque vous inversez le sens du courant en inversant l'échantillonneur.
- Commentez vos résultats dans le document de l'élève.

Feuille de travail 3

Champ électromagnétique autour d'une bobine

Et alors ?

Le champ magnétique au centre d'une bobine est donné par $B = \mu_0 N I / D$ où N est le nombre spires de la bobine, I est le courant (A) qui la traverse et D est son diamètre (m).

Le moule à bobine a diamètre de 15 mm. Comment les résultats se comparent-ils à la valeur prévue ?

La perméabilité de l'espace libre, $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ T mA}^{-1}$.

- Utilisez cette formule pour calculer la valeur théorique de l'intensité du champ magnétique à l'endroit où se trouve l'antenne.
centre des bobines que vous avez utilisées.
- Complétez le tableau de la fiche de l'élève avec vos résultats.

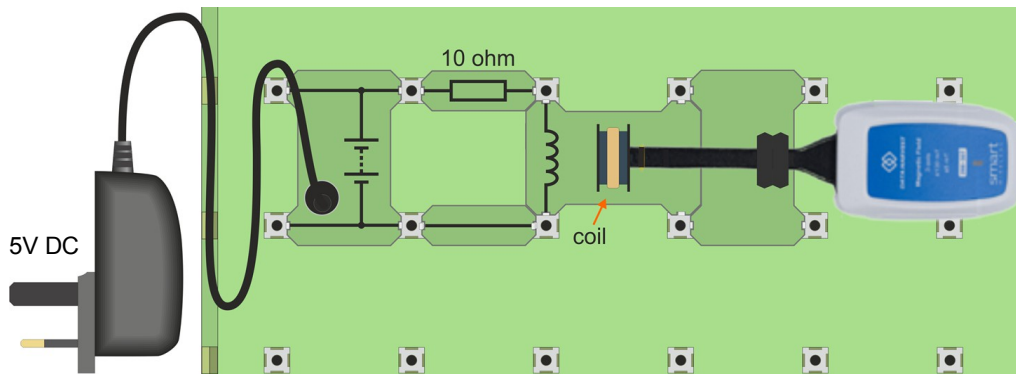
Défi :

- Testez de la même manière les autres bobines fournies dans le kit.
- Notez vos résultats dans la fiche de l'élève.

2. Distance entre la bobine

et vous :

- La présentation de Locktronics est similaire à la , à ceci près qu'elle comporte un bobine.



- Placer le capteur de champ magnétique avec l'extrémité de la "baguette" à l'intérieur de la bobine.
- Lancez l'option 'Numbers' du logiciel EasySense et mettez l'appareil sous tension (5V). l'approvisionnement.
- Ajustez la position du capteur à l'intérieur de la bobine pour obtenir une lecture maximale.
- Notez l'intensité du champ magnétique sur les trois axes de la fiche de l'élève.
- Placez une règle le long du corps du capteur.
- Retirez le capteur de la bobine de 1 cm et mesurez à nouveau le champ magnétique.
- Répétez cette opération pour des distances de 2 cm, 3 cm et 4 cm.
- Notez les résultats dans la fiche de l'élève.
- Utilisez ces résultats pour tracer un graphique de l'intensité du champ magnétique en fonction de la distance par rapport à la bobine.

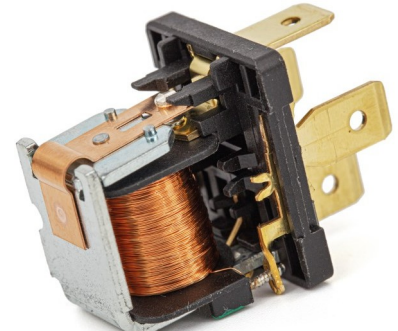
Fiche de travail 4

Matériaux ferromagnétiques

Un petit nombre de matériaux interagissent avec un magnétique pour l'intensifier, ce qui donne lieu à de nombreuses applications.

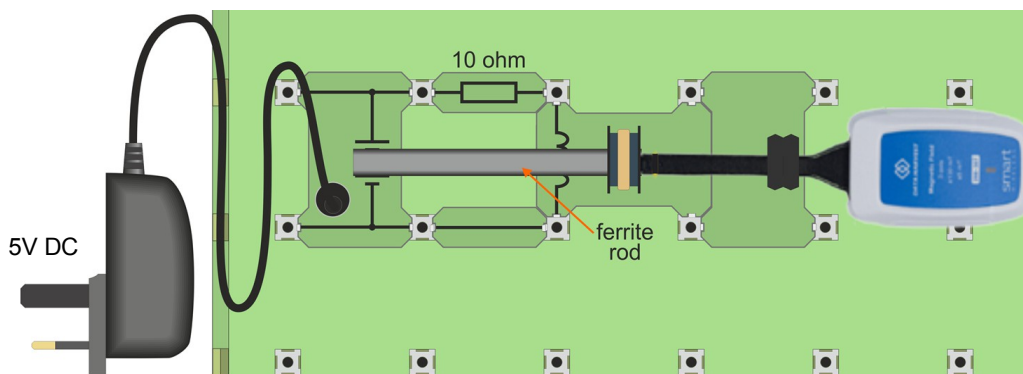
Ces matériaux sont magnétisés et subissent une force due au champ magnétique.

Selon la nature du matériau, celui-ci peut magnétisé en permanence ou perdre sa magnétisation lorsqu'il quitte le champ magnétique.



À vous de jouer :

- Le schéma de Locktronics est identique à celui utilisé dans la partie 2 de la feuille de travail 3, à l'exception de 'ajout de la tige de ferrite.
- Celui-ci est inséré dans la bobine et poussé jusqu'à l'extrémité de la baguette.



- Le capteur de champ magnétique est installé de la même manière que précédemment.
- Lancez l'option 'Numbers' du logiciel EasySense et mettez l'appareil sous tension.
- Répétez la même investigation que dans la partie 2 de la fiche de travail 3, en mesurant l'intensité du champ magnétique à des distances de 1 cm, 2 cm, 3 cm et 4 cm de la bobine.
- Notez l'intensité du champ magnétique sur les trois axes de la fiche de l'élève et utilisez-la pour calculer l'intensité du champ magnétique.
pour tracer à nouveau un graphique de l'intensité du champ magnétique en fonction de la distance par rapport à la bobine.
- Comparez ce graphique avec le précédent (sans le noyau de ferrite) et commentez la comparaison dans la fiche de l'élève.

Défi :

- Maintenez le capteur de champ magnétique à 4 cm de la bobine.
- Remplacez la tige de ferrite par une série d'autres objets, tels que des ciseaux en acier, du fil de cuivre, un tournevis en acier, un clou, etc. et mesurez l'intensité du champ produit pour chacun d'entre eux.
- Notez vos résultats dans la fiche de l'élève.

Feuille de travail 5

B et H dans le magnétisme

C'est un peu comme la **gravité** et le **poids** ! La **gravité** est champ de force créé par des morceaux de matière. Il existe des champs gravitationnels forts et faibles.

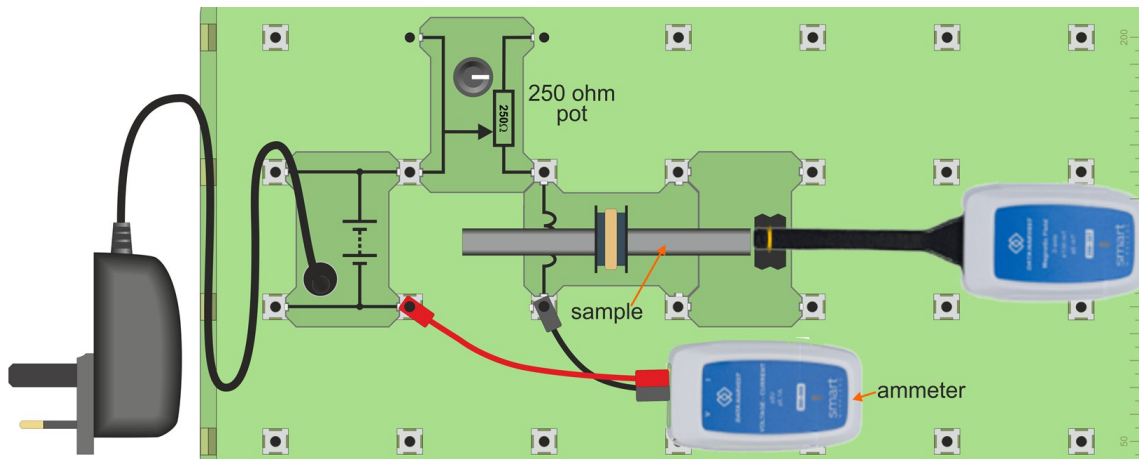
L'**intensité du champ gravitationnel** mesure leur force. En présence de matière, ce champ produit l'effet que nous appelons le **poids**.

Un champ magnétique, créé par des aimants permanents ou des fils conducteurs de courant, est mesuré **par l'intensité du champ magnétique**. En présence d'un matériau magnétique, il provoque une magnétisation - crée un aimant - dont l'intensité est mesurée par la **densité**



À vous de jouer :

- Construisez le schéma de Locktronics illustré ci-dessous. Il comprend une alimentation 12VDC, un câble de 250 Ω potentiomètre, connecté comme une résistance variable et le capteur de courant Data Harvest.
- Pour , utilisez le barreau de ferrite comme échantillon, inséré dans la bobine comme précédemment et poussé jusqu'à l'extrémité de la baguette du capteur de champ magnétique.



- Réglez l'alimentation du plug-top pour qu'elle délivre 12V, mais ne l'allumez pas.
- Le capteur de champ magnétique est configuré avec seulement le capteur de l'axe X actif, sur la plage de +/- 5mT. gamme.
- Tournez le "pot" pour obtenir une résistance maximale.
- Connectez le logiciel EasySense2 à l'axe X du capteur de champ magnétique et à l'axe de courant du capteur "Tension - Courant".
- Cliquez sur l'étiquette de l'axe temporel du graphique et passez de "temps" à "courant".

Feuille de travail 5

B et H dans le magnétisme

A vous de jouer.....

- Lancez l'enregistrement et mettez l'appareil sous tension.
- Tournez lentement le "pot" pour diminuer sa résistance et augmenter ainsi le courant.
- Maintenant, tournez lentement le "pot" vers l'arrière pour obtenir le courant minimum.
- Ensuite, inversez la polarité de l'alimentation en retirant le support de l'alimentation, en le tournant de 180° et en remettant en place. Tournez à nouveau le potentiomètre pour régler le courant du minimum au maximum et de nouveau au minimum. Ensuite, coupez l'alimentation et arrêtez l'enregistrement.
- Lorsque vous êtes satisfait du graphique, vous pouvez soit l'enregistrer au format ".es2", via l'onglet "Fichier", soit en faire une capture d'écran et l'enregistrer dans le document de l'élève, à l'aide d'une application de retouche d'images.

Défi :

- Si vous disposez d'une alimentation de laboratoire avec une fonction de courant constant, utilisez-la pour tracer des courbes pour des courants allant jusqu'à 1A (cette opération doit être effectuée rapidement car la bobine va chauffer pendant le test).
- Enregistrez le graphique obtenu comme précédemment.

Et alors ?

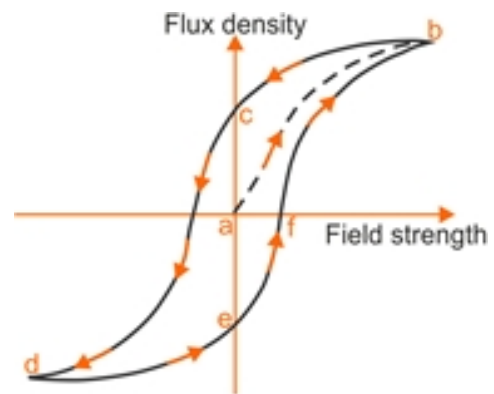
Lorsque l'intensité du champ augmente sur un échantillon non magnétisé, la densité de flux augmente également (des points "a" à "b").

La courbe s'aplatit lorsque l'échantillon atteint la saturation. Lorsque l'intensité du champ est réduite, le magnétisme résiduel de l'échantillon fait que le graphique suit la courbe des points "b" à "c".

L'inversion de la force d'aimantation réarrange la structure moléculaire. Finalement, l'échantillon est à nouveau démagnétisé, au point "c". Au-delà de ce point, la l'échantillon est magnétisé dans la opposée. En augmentant encore cette magnétisation, l'échantillon atteindra le point de saturation mais dans la direction opposée, le point "d" sur la courbe, un point symétrique au point "b".

Si la magnétisation est à nouveau réduite à zéro, magnétisme résiduel présent dans noyau égal à la valeur précédente, mais en sens inverse, au point "e".

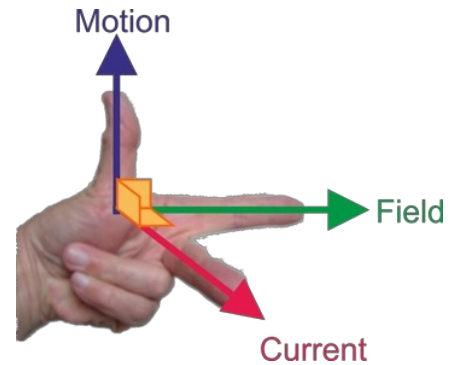
Lorsque l'intensité du champ augmente à nouveau dans le sens positif, densité du flux magnétique atteint zéro au point "f" avant de revenir à la saturation au point "a".



Feuille de travail 6

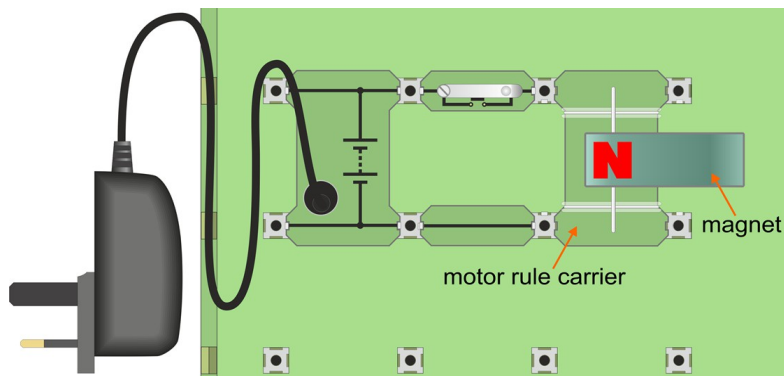
Règle de la main gauche (moteur) de Fleming

Lorsque deux aimants sont placés l'un près de l'autre, il est probable qu'ils se rapprochent ou s'éloignent l'un de l'autre. Un courant électrique produit toujours un champ magnétique. Lorsqu'un autre aimant se trouve à proximité, il est probable qu'un mouvement se produise. Le problème inhabituel est la direction dans laquelle le mouvement se produit. C'est là que la règle de la main gauche de Fleming est utile !



À vous de jouer :

- Construisez le système illustré ci-dessous.
Pour plus de clarté, l'aimant n'a pas été poussé au-dessus de la tige métallique.
Poussez-le en travers, de façon à ce que la tige mobile se trouve au milieu du champ magnétique.



- L'alimentation est réglée sur 3V.
- Appuyez sur l'interrupteur et observez ce qui se passe.
- Retournez ensuite l'aimant de façon à ce que le pôle sud soit en haut.
- Appuyez à nouveau sur l'interrupteur. Quelle est la différence ?
- Inverser le sens du courant en faisant tourner le support d'alimentation de manière à ce que le courant négatif soit inversé.
(ligne courte sur le symbole) se trouve en haut.
- Que se passe-t-il maintenant lorsque vous appuyez sur l'interrupteur ?
- Augmenter la tension d'alimentation à 12V pour augmenter le courant circulant dans la tige.
- Voyez-vous une différence lorsque vous fermez l'interrupteur ?
- Notez vos conclusions dans la fiche de l'élève.

Feuille de travail 6

Règle de la main gauche (moteur) de Fleming

Et alors ?

Les pôles de l'aimant dans l'appareil créent un champ entre eux. Lorsque le courant traverse le barreau métallique, il génère des lignes circulaires de flux magnétique autour du conducteur. Celles-ci renforcent le champ magnétique d'un côté de la barre et le réduisent de l'autre. Ce déséquilibre est à l'origine de la force qui déplace la barre.

C'est le principe de tous les moteurs électriques. Dans un moteur pratique, la barre métallique est un fil de cuivre ou d'aluminium. Elle fait partie d'un faisceau de fils qui transportent tous du courant afin d'augmenter la force produite. Elle fait également partie de l'armature, ce qui produit un mouvement rotatif plutôt que linéaire.

Défi :

- Complétez le modèle donné dans la fiche de l'élève en ajoutant des lignes pour représenter les lignes de flux magnétique. En vous référant à ces lignes, expliquez pourquoi l'inversion du courant inverse le sens du mouvement.

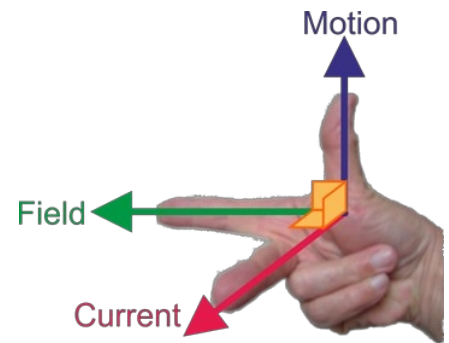
Fiche de travail 7

Produire de l'électricité

La dernière feuille de travail illustre le fonctionnement de la règle de la main gauche de Fleming : "le champ plus le courant produit le mouvement".

Fleming avait deux mains, sûr ! Sa règle de la main droite est un guide pour un effet différent :

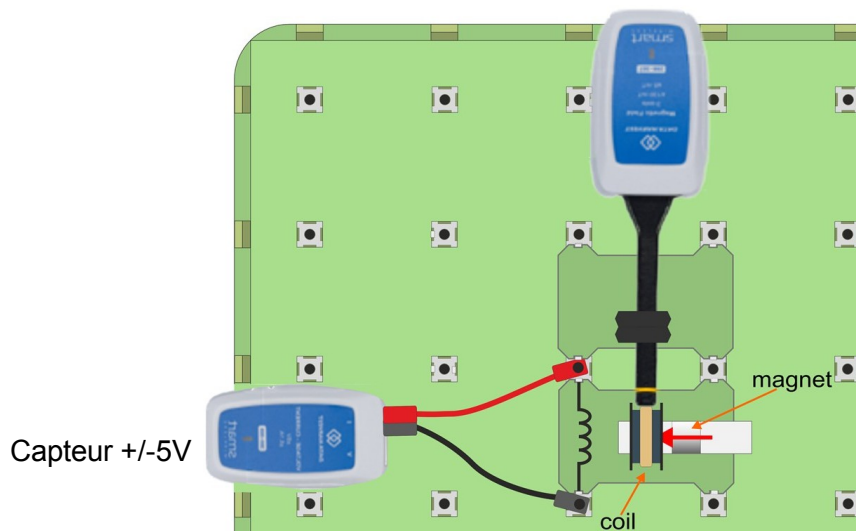
Lorsqu'un conducteur et un champ magnétique se déplacent l'un par rapport à l'autre, un courant électrique est induit dans le conducteur. Les trois mêmes quantités, mais des entrées et sorties différentes - "champ plus mouvement produit un courant".



À vous de jouer :

Cet effet peut être démontré en déplaçant un aimant dans une bobine.

- Le tube contenant l'aimant au néodyme est placé de manière à pouvoir glisser facilement dans la bobine.



- Connecter la bobine au capteur de tension Data Harvest.
- Dans le logiciel EasySense, connectez-vous au capteur de tension-courant $\pm 5V$ et au capteur de champ magnétique. Sélectionnez l'axe X du capteur de champ et réglez-le sur la plage de 130 mT. Sélectionnez la trace de tension du capteur de tension-courant.
- Cliquez sur l'icône "Setup" en bas à gauche de la fenêtre et modifiez l'intervalle d'enregistrement à 10ms.

Fiche de travail 7

Produire de l'électricité

A vous de jouer.....

- Sur un graphique de la tension en fonction du champ magnétique, il n'est pas facile de voir la tension car les mesures sont très petites. Une solution consiste à multiplier les mesures de tension pour les rendre comparables aux mesures de champ magnétique.
Pour ce faire, cliquez sur le bouton "Calculer" afin d'ajouter une trace mathématique au logiciel EasySense. Affichez la tension x 100. (Formule = "ax", Valeur pour a = 100, x = Tension).
- Cliquez sur le bouton "Start" du logiciel et faites glisser l'aimant dans la bobine.
- Cliquez sur le bouton "Stop" pour arrêter l'enregistrement.
- Le graphique montre un double pic lorsqu'un pôle puis l'autre passent à travers la bobine.
- Lorsque vous êtes satisfait du graphique, vous pouvez soit l'enregistrer au format ".es2", via l'onglet "Fichier", soit en faire capture d'écran et l'enregistrer dans le document de l'élève à l'aide d'une application de retouche d'images.
- Remarquez l'effet de la vitesse sur la tension produite. La tension maximale dépend de vitesse. Plus l'aimant se déplace rapidement, plus la tension produite est élevée.

CALCULATION	
Name	Volts x100
Number decimals	3
Series Unit	
Section	All
Formula	ax
Value for 'a'	100
Series for x	Voltage (V)
Apply	

Et alors ?

Au fur et à mesure que l'aimant se rapproche de la bobine, l'intensité du champ magnétique augmente. Puis, lorsque l'aimant traverse la bobine, on observe un champ de polarité opposée.

Le champ changeant induit une tension dans la bobine, mesurée par le capteur de tension-courant. Lorsque le mouvement est lent, tension induite est d'environ 100 mV. Un mouvement plus rapide peut générer une tension d'environ 1,0 V.

Le principe illustré ici est à la base de tous les générateurs électromécaniques. Dans les générateurs pratiques, on utilise généralement un mouvement rotatif plutôt qu'un mouvement alternatif et il est plus courant que la bobine tourne alors que l'aimant est immobile.

Feuille de travail 8

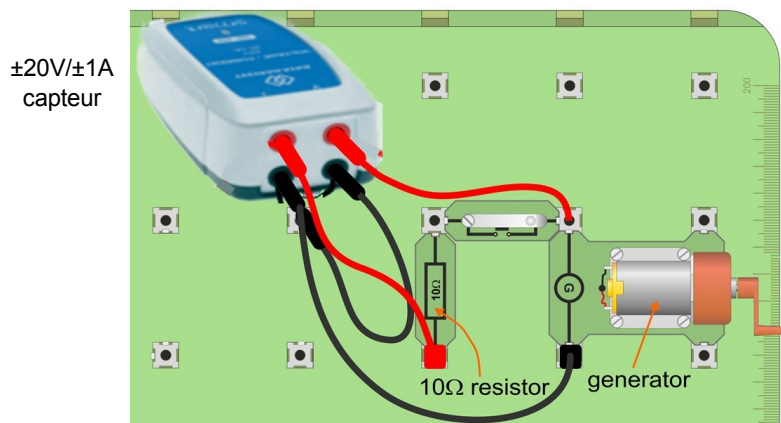
Générateur rotatif

Générer de l'électricité en faisant passer un aimant dans une bobine n'est pas très utile dans le monde réel. La plupart des générateurs pratiques convertissent le mouvement rotatif en électricité. Le générateur rotatif est construit de la même manière qu'un moteur. En fait, le composant du générateur Locktronics est un moteur à courant continu auquel est attachée une manivelle !



À vous de jouer :

- Construisez le système illustré ci-dessous. Le capteur de tension-courant $\pm 20V / \pm 1A$ est connecté de manière à ce que les entrées de tension soient connectées pour mesurer la tension aux bornes du générateur et que les entrées de courant mesurent le courant circulant à travers la résistance de 10Ω et le générateur lorsque l'on appuie sur l'interrupteur.



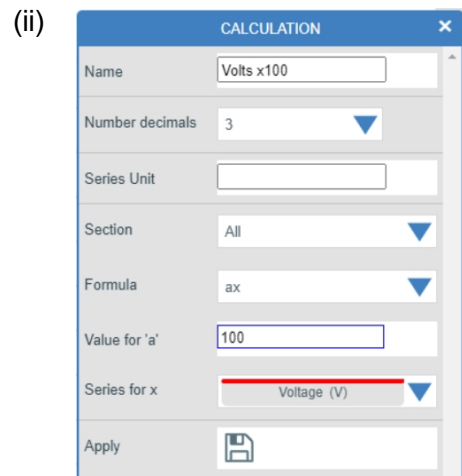
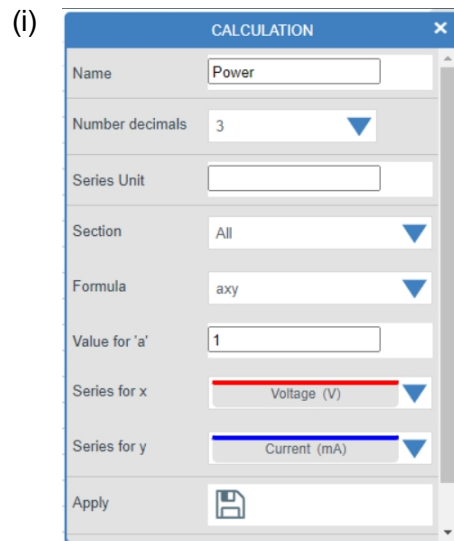
- Lancez l'enregistrement du logiciel EasySense.
- Tournez la poignée du générateur. La tension augmente avec la vitesse de rotation. (Cette expérience nécessite idéalement deux mains, l'une pour faire tourner le générateur et l'autre pour le faire fonctionner).
l'empêcher de sauter de sa position.
- Appuyez sur l'interrupteur pour connecter la résistance au circuit, puis relâchez-le.
- Cliquez sur le bouton "Stop" pour arrêter l'enregistrement.
- Notez ce que vous voyez (et ressentez) dans la fiche de l'élève.
- Ajoutez deux fonctions mathématiques au graphique EasySense :
 - (i) Le calcul de la "puissance", tension x courant, donne la puissance délivrée en mW.
 - (ii) Le calcul "Volts x 100" met à l'échelle la tension de manière à ce que les traces soient toutes facilement visualisables sur les mêmes axes.

Feuille de travail 8

Générateur rotatif

A vous de jouer.....

Fonctions mathématiques :



- Lorsque vous êtes satisfait du graphique, vous pouvez soit l'enregistrer au format ".es2", via onglet "Fichier", soit en faire une capture d'écran et l'enregistrer dans le document de l'élève à l'aide d'une application de retouche d'images.

Et alors ?

Le moteur contient collecteur qui relie contacts du générateur à la bobine qui se trouve dans le champ magnétique à ce moment-là. Le résultat est une tension de sortie continue.

(Un générateur à courant alternatif utiliserait des bagues collectrices plutôt qu'un collecteur. Chaque bobine fait circuler le courant dans un sens puis dans l'autre lorsqu'elle traverse le champ magnétique).

Trois sections distinctes sont visibles sur le graphique, en fonction de l'état du commutateur.

1. L'interrupteur n'est pas enfoncé.

- Le générateur est facile à faire tourner et la tension augmente au fur et à mesure que la vitesse augmente.
- Il n'y a pas de puissance développée puisqu'aucun courant ne circule dans l'interrupteur ouvert.
- La tension varie parce qu'il est difficile de faire tourner le générateur à une vitesse constante.

2. L'interrupteur est actionné.

- Le courant traverse l'interrupteur fermé et alimente la résistance.
- Il devient nettement plus difficile de faire tourner le générateur. Il ralentit et la tension baisse.

3. L'interrupteur est relâché.

- Le courant tombe à zéro. Le générateur tourne plus facilement et la tension augmente.

Feuille de travail 9

L'électromagnétisme génère de l'électricité

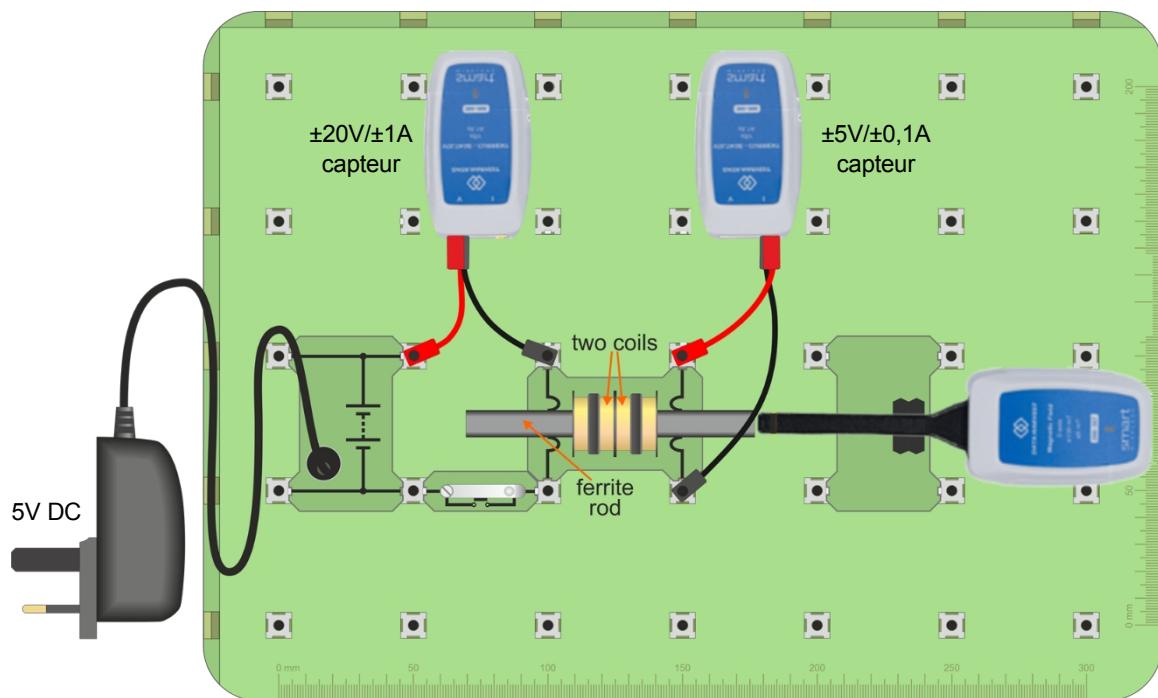
Au lieu de déplacer physiquement un aimant pour créer un champ magnétique mobile et générer de l'électricité, il est plus courant d'utiliser un champ magnétique mobile généré électriquement.

Les bobines d'allumage des voitures, les transformateurs de puissance, les plaques à induction des cuisinières utilisent tous ce principe. La photo montre une plaque de recharge pour smartphone qui utilise cette approche pour charger la batterie.



À vous de jouer :

- Construisez le système illustré ci-dessous. Un capteur de tension-courant est installé pour mesurer courant fourni à la bobine de gauche. L'autre est configuré pour mesurer la tension générée dans la bobine de droite.



Étape 1 - Montrer que le courant dans la bobine de gauche produit un champ magnétique :

- Connectez le logiciel EasySense au capteur de courant et au capteur de champ magnétique. Ignorez le capteur de tension pour le moment.
- Retirez la tige de ferrite et positionnez le capteur de champ de manière à ce qu'il soit au centre des deux bobines. Ajoutez une trace mathématique au graphique EasySense avec le nom "Current / 100" et formule "ax". Utilisez la valeur 0,01 pour "a" et la mesure du courant (mA) pour "x". Le graphique doit représenter le courant x100 et l'intensité du champ magnétique en fonction du temps.

Feuille de travail 9

L'électromagnétisme génère de l'électricité

À vous de jouer :

- Mettez l'alimentation 5V sous tension.
- Lancez le graphique et appuyez sur l'interrupteur. Notez les mesures du courant et de l'intensité du champ lorsque l'interrupteur est actionné.
- Retirez la sonde des bobines et insérez la tige de ferrite. Positionnez la sonde de manière à ce qu'elle touche l'extrémité de la tige et répétez l'expérience.

Étape 2 - Montrer qu'un courant dans la bobine de gauche induit une tension dans l'autre bobine :

- Créez un nouveau graphique EasySense et connectez le logiciel au capteur de courant et au capteur de tension.
- Cette fois, nous n'utilisons pas le capteur de champ magnétique. (Le logiciel EasySense est limité à la vitesse du dispositif le plus lent et le capteur de champ magnétique est trop lent pour capturer l'effet que nous étudions ici).
- Ajoutez un tracé mathématique au graphique avec le nom "Current / 1000" et la formule "ax". Utilisez la valeur 0,001 pour "a" et la mesure du courant (mA) pour "x". Affichez la tension et le courant / 1000 sur le graphique (plutôt que la mesure brute du courant).
- Cliquez sur l'icône des paramètres en bas du graphique et réglez l'intervalle de mesure sur 1 ms.
- Démarrez le graphique et appuyez et relâchez l'interrupteur. Essayez avec et sans la tige de ferrite.

Étape 3 - Montrer que le champ magnétique en mouvement induit une tension.

- Lancez un nouveau graphique EasySense et appuyez sur l'interrupteur.
- En maintenant l'interrupteur enfoncé, déplacez la tige de ferrite dans et hors de la bobine.
- Observez les résultats sur le graphique.
- Essayez de bouger à différentes vitesses.

Et alors ?

Lorsque le courant circule dans la bobine de gauche, il produit un champ magnétique qui augmente à partir de zéro et reste ensuite constant. Ce champ imprègne la deuxième bobine. Pendant qu'il se modifie (d'abord en augmentant), il induit une tension dans la deuxième bobine.

L'introduction du barreau de ferrite intensifie le champ magnétique, en couplant les bobines.

Le déplacement de tige de ferrite dans et hors des bobines augmente considérablement la tension induite.

C'est la *variation* du flux, et non le flux lui-même, qui induit la tension. Lorsque le champ magnétique est statique, il n'induit pas de tension.

Feuille de travail 10

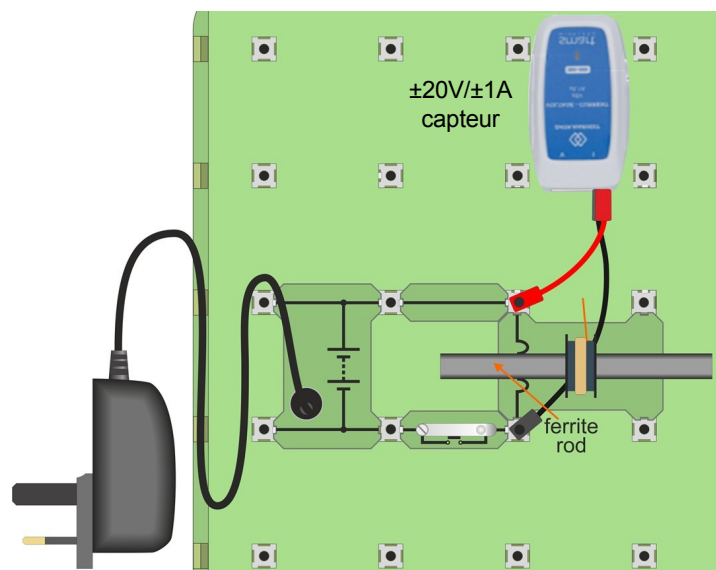
Auto-inductance

Une variation du champ magnétique dans une bobine induit une tension dans une bobine voisine.
 La bobine qui crée un champ magnétique se trouve elle-même à l'intérieur de ce champ.
 La question est de savoir si la bobine induit une tension en elle-même.



À vous de jouer :

- Construire le système ci-contre.



Cette expérience vise à capturer un événement transitoire. Pour ce faire, il faut un déclencheur dans logiciel EasySense. Cliquez sur le bouton "Setup" qui se trouve sous le graphique.

- Configurez les éléments suivants :
 - intervalle d'enregistrement - 100 μ s ;
 - condition de démarrage - "supérieur à 1V",
(lorsque l'on appuie sur le bouton "Start", le logiciel attend une tension supérieure à 1V avant d'enregistrer les données sur le graphique) ;
 - temps de pré-déclenchement - 100 ms,
(le graphique montre les événements à partir de 100 ms avant le déclenchement) ;
 - durée - 1s,
(l'enregistrement s'arrête 1s après le déclenchement).

Feuille de travail 10

Auto-inductance

A vous de jouer.....

- Appuyez sur le bouton "Start" du graphique EasySense. Le message "Waiting for Trigger" apparaît.
- Appuyez sur l'interrupteur et relâchez-le rapidement pour capturer la forme d'onde.
- Lorsque vous êtes satisfait du graphique, vous pouvez soit l'enregistrer au format ".es2", via l'onglet "Fichier", soit en faire une capture d'écran et l'enregistrer dans le document de l'élève à l'aide d'une application de retouche d'images.

Et alors ?

Lorsque le courant circule dans la bobine, il génère un champ magnétique. Lorsque le courant est coupé, le champ se réduit à néant. Comme la bobine se trouve à l'intérieur du champ magnétique lorsque ce changement se produit, une tension est induite dans la bobine.

En pratique, cela signifie qu'une tension est induite chaque fois qu'un courant changeant circule dans un conducteur. Cette tension s'oppose toujours à toute variation du courant.

Cet effet est connu sous le nom d'inductance. Tous les conducteurs présentent une inductance, mais l'effet peut être amplifié par la disposition des conducteurs dans une bobine et par la présence d'un noyau ferromagnétique qui la traverse.

Feuille de travail 11

Applications de l'inductance

Les plaques de cuisson à induction sont de plus en plus répandues dans les cuisines. Des bobines de fil de cuivre sont placées sous une plaque de cuisson en verre. Lors du passage d'un courant électrique, les bobines créent un champ magnétique. Une casserole, dont la base est faite d'un métal magnétique, placée sur la table de cuisson, chauffe en raison des courants électriques qui y sont induits. La table de cuisson et les ustensiles non magnétiques restent froids.

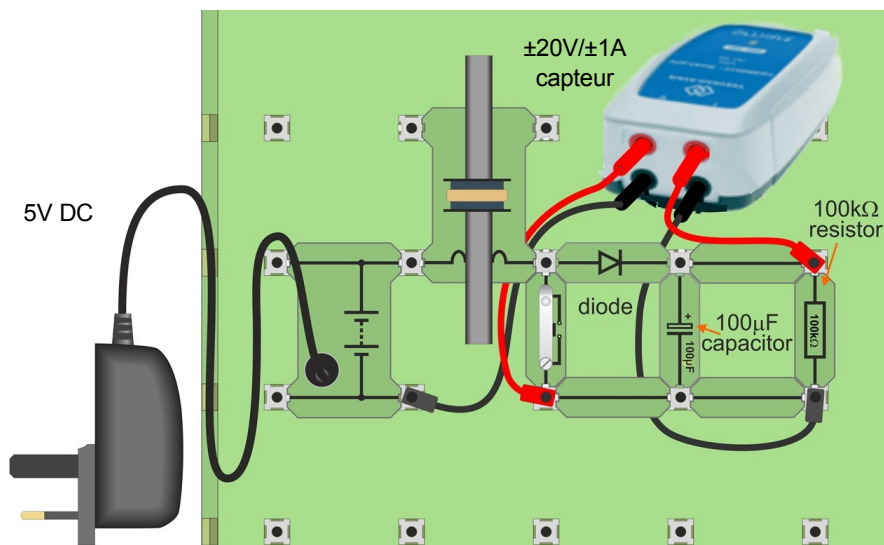


À vous de jouer :

Chaque fois que le courant circulant dans un conducteur change, il y a un changement dans le champ magnétique. Ce champ magnétique changeant induit une tension qui s'oppose à la variation du courant. D'un point de vue électrique, les inducteurs s'opposent aux variations de courant.

Dans cette feuille de travail, nous examinons une application pratique de ce principe.

- Construisez le système illustré ci-dessous.
Remarquez l'orientation de la diode et la polarité du condensateur.



- Le capteur de tension/courant mesure le courant fourni par l'alimentation et mesure également la tension aux bornes de la résistance de 100kΩ.
- Connectez le capteur au logiciel EasySense et configurez-le pour générer un graphique, comme suit dans les études précédentes. L'intervalle de mesure par défaut de 50 ms convient parfaitement à cette tâche.

Feuille de travail 11

Applications de l'inductance

A vous de jouer.....

- Cliquez sur le bouton "Démarrer" en bas de l'écran.
- Mettez l'alimentation en marche. Un petit courant traverse la bobine et la diode et tension aux bornes de la résistance est légèrement inférieure à 5V.
- Appuyez brièvement sur l'interrupteur et relâchez-le. La tension augmente puis diminue.
- Continuez à appuyer sur l'interrupteur et à le relâcher pour voir jusqu'à quel niveau la tension de sortie peut s'élever.
- Sélectionnez une tension de sortie comprise entre 5V et ce maximum et voyez dans quelle mesure vous pouvez maintenir la sortie à cette valeur en actionnant l'interrupteur à chaque fois que la tension commence à baisser.
- Comme précédemment, lorsque vous êtes satisfait du graphique, sauvegardez-le au format ".es2" ou enregistrez-en une copie d'écran dans le document de l'élève.

Défi :

- Étudier l'effet de élimination du noyau de ferrite.

Et alors ?

Ce type de circuit est un exemple d'alimentation découpage (SMPS).

Un SMPS est un dispositif qui régule tension d'une alimentation non régulée par commutation. Il permet de réduire la consommation d'énergie et la quantité de chaleur dissipée, dans un ordinateur par exemple.

Il repose sur le fait qu'un inducteur s'oppose aux variations de courant. Lorsque l'on appuie sur l'interrupteur, le courant dans l'inducteur augmente. Lorsqu'il est relâché, une tension est générée qui tente de maintenir le courant. La tension fait circuler le courant à travers la diode, dans le condensateur. Le condensateur peut être chargé à un niveau supérieur à la tension d'entrée, car la diode empêche la charge de retourner dans l'alimentation.

Un SMPS pratique comporte un contrôleur qui surveille la tension de sortie. Le contrôleur impulse un interrupteur électronique afin de maintenir une tension de sortie constante.

Feuille de travail 12

Transformateurs

Traditionnellement, l'électricité est produite sous forme de courant alternatif (CA), puis transformée et distribuée dans tout le pays à haute tension. Elle est ensuite retransformée à une tension adaptée à la maison ou à l'industrie.

L'avantage : des tensions de distribution plus élevées nécessitent des courants plus faibles pour le même transfert d'énergie. Des courants plus faibles réduisent les pertes d'énergie causées par la résistance des câbles utilisés pour transmettre l'énergie.

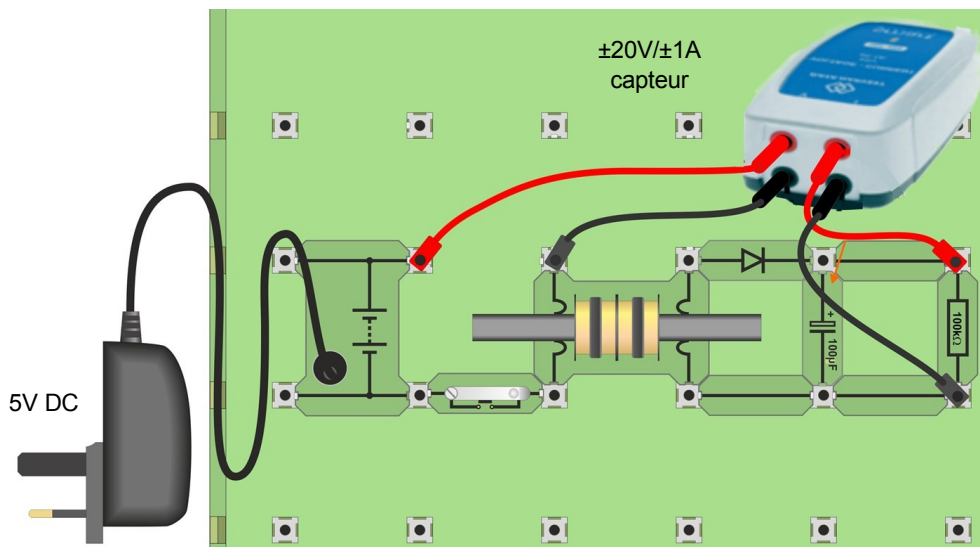


À vous de jouer :

1. Le principe :

Dans cette feuille de travail, nous examinons une autre application pratique de l'induction - le transformateur.

- Construisez le système illustré ci-dessous. Il est très similaire à celui de la dernière feuille de travail, mais il utilise deux bobines, séparées électriquement l'une de l'autre.



- Réglez l'alimentation à 5V et mettez-la sous tension.
- Comparez les performances de ce circuit à celles du circuit avec une seule bobine.
- Une fois de plus, voyez la différence que fait le noyau de ferrite.

Et alors ?

Ce type SMPS présente l'avantage que la sortie est électriquement isolée de l'entrée. Cependant, la tension de sortie de ce SMPS est plus faible.

Dans un transformateur idéal, toute l'énergie contenue dans la bobine primaire est transférée au secondaire. Ce transformateur n'est pas idéal et une partie importante de cette énergie est perdue.

Feuille de travail 12

Transformateurs

À vous de jouer :

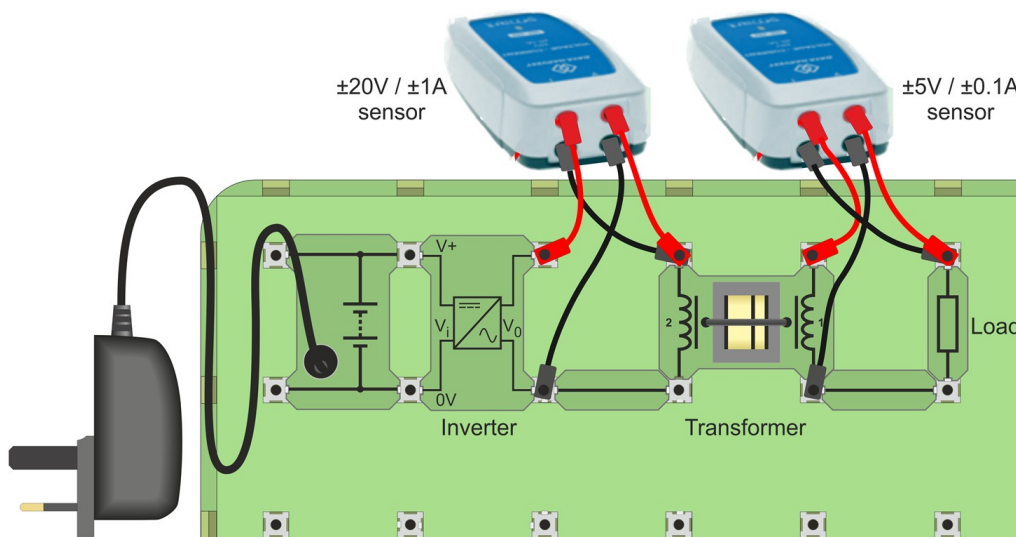
2. Transformateur abaisseur :

Cette partie de l'étude utilise un transformateur plus efficace qui comporte deux fois plus de tours sur la bobine primaire que sur la bobine secondaire.

Au lieu de faire varier le courant en appuyant et en relâchant l'interrupteur de manière répétée, ce circuit utilise un onduleur pour générer un courant alternatif d'une valeur de crête d'environ 4 V. Cette tension génère un champ magnétique variant continuellement, qui produit à son tour une tension de sortie alternative. Cette tension génère un champ magnétique variant continuellement, qui produit à son tour une tension de sortie alternative.

- Construisez le circuit illustré ci-dessous.

Le capteur $\pm 20V$ est utilisé pour mesurer la tension à travers la bobine primaire et le capteur $\pm 1A$ mesure le courant à travers celle-ci. Le capteur $\pm 5V$ mesure la tension aux bornes de la bobine secondaire et le capteur $\pm 0,1A$ mesure le courant de sortie à travers la charge.



Étape 1 - Comportement de la tension :

- Régler l'alimentation électrique sur 12V et mettre en marche.
- Connecter une résistance de 10Ω comme charge.
- Pour , nous n'avons pas besoin des capteurs actuels. Sous l'onglet "Devices", désactivez les deux capteurs suivants
les capteurs de courant.
- Avec l'intervalle par défaut de 50 ms, cliquez sur "Démarrer" pour produire un graphique montrant comment V_{IN} , tension aux bornes de la bobine primaire, et V_{OUT} , la tension aux bornes de la bobine secondaire, varie en fonction du temps.
(Vous pouvez identifier la tension en cliquant sur les champs "Tension" dans "Données en direct" sur l'application logicielle EasySense. Il vous indique quelle source de données (capteur) est associée à quelle trace de couleur).
- Une fois que vous avez obtenu un graphique satisfaisant, enregistrez-le et ajoutez-le dans la fiche de l'élève.

Feuille de travail 12

Transformateurs

A vous de jouer.....

2. Transformateur abaisseur.....

Étape 2 - Comportement actuel :

- Cette fois, nous n'avons pas besoin des capteurs de tension. Désactivez les deux.
- Toujours en utilisant l'intervalle par défaut de 50 ms, cliquez sur "Démarrer" pour produire un graphique montrant comment I_N , le courant à travers la bobine primaire, et I_{OUT} , courant à travers le secondaire, varient en fonction du temps.
- Une fois que vous avez obtenu un graphique satisfaisant, enregistrez-le et ajoutez-le dans la fiche de l'élève.

Étape 3 - Comportement en matière d'alimentation :

- Activer tous les capteurs.
- Utilisez la fonction "Calculer" de l'application pour créer un graphique de la puissance d'entrée et de la puissance de sortie en fonction du temps. La puissance est égale à la tension multipliée par le courant. Choisissez la fonction "axy" et réglez $a = 1$, $x =$ tension et $y =$ courant, le courant et la tension d'entrée pour générer la puissance d'entrée, et le courant et la tension de sortie pour générer la puissance de sortie.
- Le graphique semble compliqué, car il comporte six traces pour le courant, la tension et la puissance. Cliquez sur l'axe des ordonnées du graphique et supprimez les traces pour les tensions et les courants.

Défis

1. Obtenez des graphiques de puissance pour différentes charges, y compris en circuit ouvert (sans charge). (Avec des courants plus faibles, la lecture du courant peut ne pas être enregistrée pendant une partie du cycle. La courbe de puissance peut alors présenter des lacunes).
2. Inversez le transformateur de façon à ce que la bobine primaire ait moins de tours de fil que secondaire. Commentez ses performances.

Et alors ?

Les transformateurs fonctionnent grâce à leur inductance mutuelle - une variation du courant dans une bobine induit une tension dans l'autre.

Un transformateur abaisseur est un transformateur dont la bobine primaire comporte plus de tours que la bobine secondaire.

Il "abaisse" la tension, ce qui donne une tension de sortie inférieure à la tension d'entrée, mais "augmente" courant de manière à ce que le courant de sortie soit plus élevé.

Tous les transformateurs sont "à pertes", c'est-à-dire qu'ils ont un rendement inférieur à 100 %. Le transformateur utilisé dans cette enquête a un rendement élevé et manipule la puissance.

Cependant, il perd toujours un peu d'énergie.

**Docume
nt de
l'élève**

Fiche de travail 1 - Mesurer le champ magnétique terrestre

Champ total pour l'axe N/S mT=

Champ total pour l'axe E/W mT=

Résultats de la recherche sur Internet :

.....
.....
.....
.....
.....

Graphique obtenu dans cette feuille de travail :

Feuille d'activité 2 - Mesurer un champ électromagnétique

Mesures du champ magnétique pour un fil simple placé **en travers** du capteur : Axe X

..... Axe Y Axe Z

Mesures du champ magnétique pour un fil **vertical** unique :

Axe X Axe des Y Axe Z

..... Mesures du champ magnétique pour un fil simple **courant le long**

du capteur : Axe X Axe Y

Axe Z

Qu'est-ce que cela révèle sur la forme du champ magnétique autour d'un courant ?
le fil porteur ?

.....

Défi 1 :

Boucle de câble sur la partie supérieure de la baguette de détection :

Axe X Axe des Y Axe Z

Boucle de câble enroulée autour de la tige du capteur :

Axe X Axe des Y Axe Z

Pourquoi ces résultats sont-ils différents ?

.....

Défi 2 :

Modèle de flux magnétique autour d'un barreau aimanté :



Fiche de travail 3 - Champ électromagnétique autour d'une bobine

1. Nombre tours de la bobine :

Nombre de tours de fil	Champ de l'axe X en mT	Champ de l'axe Y en mT	Champ de l'axe Z en mT
2			
4			
6			
8			
10			

Effet de la ré direction :

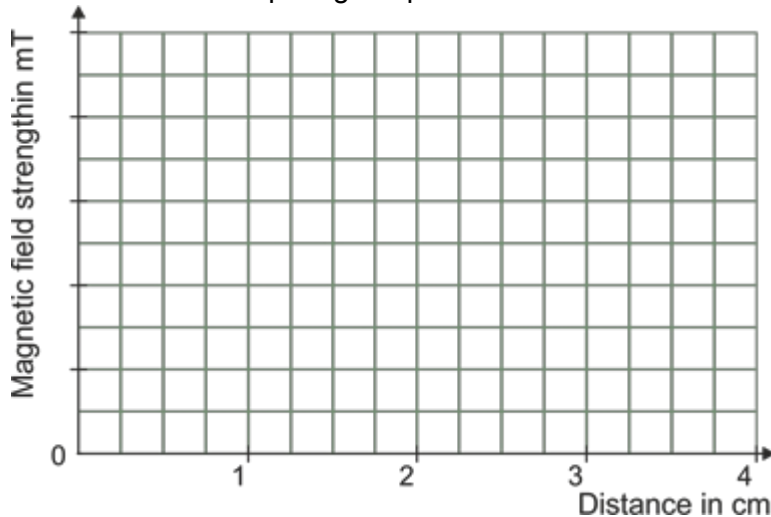
versing current

.....

2. Distance par rapport à la bobine :

Distance de bobine en cm	Champ de l'axe X en mT	Champ de l'axe Y en mT	Champ de l'axe Z en mT
0			
1			
2			
3			
4			

Graphique de l'intensité du champ magnétique en fonction de la distance :

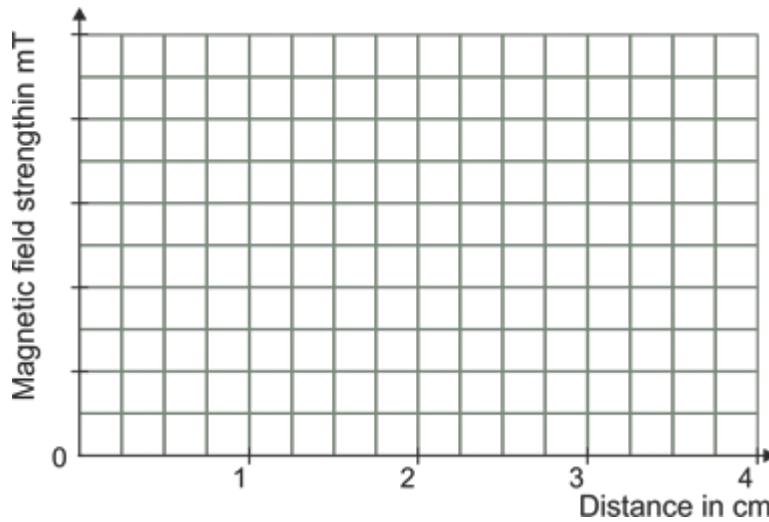


Fiche de travail 4 - Matériaux ferromagnétiques

Distance de la bobine avec noyau de ferrite :

Distance de bobine en cm	Champ de l'axe X en mT	Champ de l'axe Y en mT	Champ de l'axe Z en mT
0			
1			
2			
3			
4			

Graphique de l'intensité du champ magnétique en fonction de la distance avec le noyau de ferrite en place :



Effet du noyau de ferrite :

.....

.....

Défi

Matériau	Intensité du champ à 4 cm en mT

Fiche de travail 5 - B et H dans le magnétisme

Graphique obtenu dans cette feuille de travail :

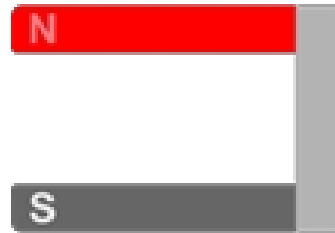
Graphique (courant fort) obtenu dans cette feuille de travail :

Fiche de travail 6 - Règle du moteur gauche de Fleming

Effet de l'inversion du champ magnétique / de la direction du courant / de l'intensité du courant :

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

Champ magnétique autour de l'aimant en fer à cheval :



En vous référant à cela, expliquez pourquoi l'inversion du courant inverse la direction du mouvement.

.....
.....
.....
.....
.....

Fiche de travail 7 - Produire de l'électricité

Graphique obtenu dans cette feuille de travail :

Fiche de travail 8 - Générateur rotatif

Graphique obtenu dans cette feuille de travail :

Effet de la fermeture puis de l'ouverture de l'interrupteur :

.....
.....
.....
.....
.....
.....

Fiche de travail 9 - L'électromagnétisme génère de l'électricité

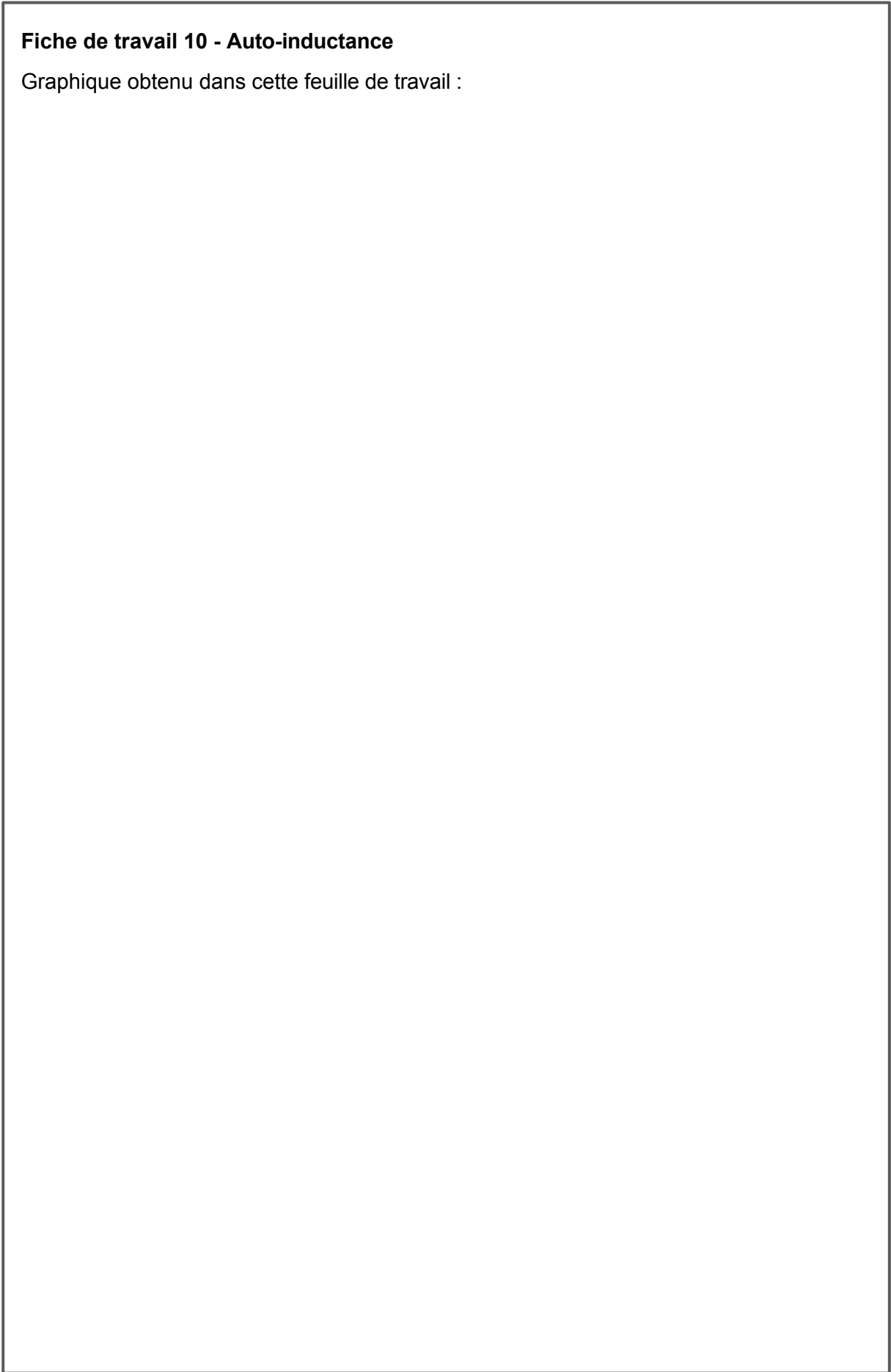
Graphique montrant qu'un courant dans la bobine L.H. génère un champ magnétique :

Graphique montrant qu'un courant dans la bobine L.H. génère une tension dans la bobine R.H :

Graphique montrant que le champ magnétique en mouvement induit une tension.. :

Fiche de travail 10 - Auto-inductance

Graphique obtenu dans cette feuille de travail :



Feuille de travail 11 - Applications de l'inductance

Graphique obtenu dans cette feuille de travail :

Feuille de travail 12 - Applications de l'inductance

Graphique obtenu dans cette feuille de travail :

Notes pour le Instructeur

Notes pour l'instructeur

A propos de ce cours

Introduction

Ce module permet aux étudiants d'étudier le magnétisme et l'électromagnétisme et leurs conséquences à travers une série d'investigations pratiques utilisant des capteurs sans fil modernes.

Objectif

L'objectif est de préparer les étudiants à des cours sur le magnétisme et l'induction électromagnétique, tels que l'unité du diplôme national étendu en ingénierie BTEC Level 3.

Connaissances préalables

On attend des étudiants qu'ils aient suivi un cours d'introduction aux sciences, leur permettant de prendre, d'enregistrer et d'analyser des observations scientifiques et de comprendre qu'elles contiennent des erreurs inhérentes. Des compétences en mathématiques et en informatique sont souhaitables.

Utiliser ce cours :

Les feuilles de travail et le document de l'élève doivent être imprimés ou photocopiés, de préférence en couleur, pour l'usage des élèves.

Chaque feuille de travail comprend

- une introduction au sujet étudié ;
- des instructions étape par étape pour l'enquête qui suit.

La fiche de l'élève est un enregistrement des mesures prises dans chaque feuille de travail et des questions qui s'y rapportent. Les élèves n'ont pas besoin d'une copie permanente des fiches de travail, mais ils ont besoin de leur propre copie de la fiche de l'élève.

Ce format encourage l'auto-apprentissage, les étudiants travaillant à un rythme adapté à leurs capacités. C'est à l'instructeur de s'assurer que la compréhension de l'élève suit le rythme de sa progression dans les fiches de travail. Une façon de procéder consiste à "signer" chaque feuille de travail au fur et à mesure que l'élève la remplit et, ce faisant, à avoir une brève discussion pour évaluer la compréhension par l'élève des idées et des concepts en jeu.

Nous sommes conscients que c'est vous, en tant que praticien d'une discipline, qui déterminez comment et ce que les élèves apprennent. Les feuilles de travail ne sont pas destinées à remplacer ces connaissances ou d'autres connaissances sous-jacentes que vous choisissez d'enseigner. Pour les experts en la matière, les "Notes pour l'instructeur" sont fournies simplement pour révéler la réflexion qui sous-tend l'approche adoptée et fournir des exemples de résultats.

Pour le personnel dont les connaissances de base ne se situent pas dans le domaine couvert par le cours, ces notes peuvent à la fois apporter des éclaircissements et des conseils.

Objectifs d'apprentissage

A l'issue de ce cours, l'étudiant sera capable :

- indiquer que le tesla est l'unité de densité du flux magnétique ;
- expliquer ce que signifie l'effet Hall ;
- connecter un capteur Data Harvest à un PC ;
- utiliser un capteur de champ magnétique Data Harvest pour surveiller le champ magnétique terrestre ;
- utiliser un capteur de champ magnétique Data Harvest pour localiser le pôle Nord magnétique ;
- expliquer ce que signifie l'utilisation d'un dispositif de tare et son importance lors de la mesure de champs magnétiques faibles ;
- prédire et expliquer le résultat sur le champ magnétique généré par la présence d'une boucle de fil. sur le dessus de la baguette de détection ;
- prédire et expliquer le résultat sur le champ magnétique généré par l'enroulement d'une boucle de fil autour de la baguette du capteur ;
- utiliser un capteur de champ magnétique pour cartographier le champ magnétique autour d'un aimant permanent ;
- expliquer l'effet sur le champ magnétique produit par l'ajout de tours de fil à une bobine parcourue par un courant ;
- Indiquer ce qu'il advient du champ magnétique produit par une bobine de fil lorsque le sens du courant est inversé ;
- indiquer comment le champ magnétique produit varie en fonction de la distance par rapport à une bobine porteuse de courant ;
- utiliser la formule $\mathbf{B} = \mu_0 \mathbf{N I} / \mathbf{D}$ pour calculer la densité de flux magnétique au centre d'une bobine de fil circulaire ;
- décrire l'effet du placement d'une substance ferromagnétique dans un champ magnétique ;
- faire la distinction entre l'intensité du champ magnétique et la densité du flux magnétique ;
- esquisser et expliquer les caractéristiques significatives d'une courbe d'hystérésis magnétique ;
- énoncer la règle du moteur gauche de Fleming et l'effet de l'inversion du sens du courant ou du champ magnétique sur le mouvement qui en résulte ;
- Dessinez le schéma du champ magnétique d'un aimant en fer à cheval ;
- décrire et expliquer les caractéristiques de la tension générée lorsqu'un aimant traverse une bobine de fil ;
- décrire l'effet sur l'énergie requise pour générer une tension lorsqu'une charge attachée au générateur ;
- décrire les expériences qui démontrent :
 - un courant circulant dans une bobine génère un champ magnétique ;
 - un courant circulant dans une bobine génère une tension dans une seconde bobine qui lui est magnétiquement liée ;
 - un champ magnétique se déplaçant dans une bobine induit une tension à ses bornes ;
- expliquer comment se produit l'auto-inductance ;
- décrire une application de l'inductance ;

Feuille de travail	Notes
<p>Introduction</p>	<p>Concepts concernés : <i>champ magnétique</i> <i>Connectivité Bluetooth</i> <i>Effet Hall</i></p> <p>Cette section présente les deux types de capteurs fournis dans le kit d'électromagnétisme. Elle explique comment connecter le capteur de champ magnétique à l'aide d'une connexion Bluetooth sans fil ou d'une connexion USB câblée. Les instructeurs choisiront la solution la plus appropriée pour leur établissement.</p>
<p>Fiche de travail 1 Mesure du champ magnétique terrestre</p>	<p>Concepts concernés : <i>Densité du flux magnétique</i> <i>Magnétisme terrestre</i> <i>Nord magnétique</i> <i>Tare</i></p> <p>Le défi consiste à maintenir un mouvement régulier dans un cercle. Les élèves doivent être encouragés à répéter la tâche jusqu'à ce qu'ils obtiennent des tracés réguliers sur le graphique. La fonction "Lissage" du logiciel peut être utilisée pour améliorer l'apparence des tracés. Ils doivent ensuite télécharger une copie permanente du graphique pour leurs archives.</p> <p>Une tâche périphérique pour les élèves pourrait être d'étudier la question "Le champ magnétique terrestre - un outil ou un danger dans le monde moderne".</p>
<p>Feuille de travail 2 Mesure d'un champ électro-magnétique</p>	<p>En fonction de leur expérience antérieure, certains élèves peuvent avoir besoin d'aide pour la construction du circuit.</p> <p>Toute modification judicieuse de l'arrangement physique, par exemple l'utilisation d'élastiques pour maintenir le fil d'essai en place, doit être encouragée. Il est important qu'ils limitent la durée pendant laquelle l'alimentation électrique est allumée, car la résistance chauffera rapidement.</p> <p>Une discussion en classe pourrait avoir lieu pour expliquer pourquoi les trois situations produisent des résultats différents pour le même courant.</p> <p>Explication :</p> <p>Dans la seconde situation, le champ magnétique produit par une section câble est annulé par le champ magnétique dans l'autre section. parce que les courants dans les deux sections circulent dans des directions opposées. Lorsque la boucle fil se trouve autour du capteur, les deux champs magnétiques s'additionnent.</p>

Feuille de travail	Notes
Fiche de travail 3 Champ électromagnétique autour d'une bobine	<p>Aucun nouveau concept n'est impliqué.</p> <p>Une fois de plus, les élèves peuvent prendre des initiatives sur la façon dont la bobine fil est créée et maintenue. Comme précédemment, il est judicieux de limiter la durée de l'alimentation électrique afin d'éviter un échauffement excessif.</p> <p>Il est préférable de répéter le processus de tare avant de tester chaque nouvelle configuration afin d'améliorer la précision et la fiabilité.</p>
Fiche de travail 4 Matériaux ferromagnétiques	<p>Concepts concernés :</p> <p style="text-align: center;"><i>ferromagnétisme paramagnétisme diamagnétisme</i></p> <p>Le défi consiste ici à concevoir une méthode précise pour mesurer la distance entre la bobine et le capteur. Comme précédemment, les élèves doivent limiter la durée de l'alimentation électrique afin d'éviter un échauffement excessif.</p>
Feuille de travail 5 B et H en magnétisme	<p>Concepts concernés :</p> <p style="text-align: center;"><i>Densité du flux magnétique Intensité du champ magnétique hystérésis</i></p> <p>C'est la première fois qu'un capteur de courant et de tension est utilisé dans le cadre de l'enquête sur la santé publique.</p> <p>module. Il se peut que l'instructeur doive aider certains à le mettre en place. De même, les étudiants sont invités à manipuler la configuration de l'application logicielle pour la première fois.</p> <p>La signification du graphique peut ne pas être immédiatement évidente pour et peut nécessiter une discussion en classe et/ou l'intervention du professeur.</p>
Feuille de travail 6 Règle de la main gauche (moteur) de Fleming	<p>Concepts concernés :</p> <p style="text-align: center;"><i>Règle de la main gauche de Fleming schéma de flux pour un aimant en fer à cheval</i></p> <p>Le travail expérimental est relativement simple et ne devrait pas poser de grandes difficultés.</p> <p>Le défi est plus exigeant et peut nécessiter quelques conseils de la part de l'instructeur (bien que les graines de l'explication aient été plantées dans section "Et alors ?</p>

Feuille de travail	Notes
Fiche de travail 7 Produire de l'électricité	<p>Concepts concernés :</p> <p><i>Règle de la main droite de Fleming</i></p> <p>Peu importe que l'aimant ou le conducteur se déplace. Lorsqu'il y a un mouvement <i>relatif</i> entre eux, une tension est générée. Plus ce mouvement est rapide, plus la tension est élevée.</p> <p>L'instructeur peut souhaiter ramener la discussion à l'échelle subatomique et parler des électrons qui subissent une force lorsqu'ils sont entraînés dans le champ magnétique. En conséquence, ils dérivent vers une extrémité du conducteur, créant un champ électrique à travers celui-ci.</p>
Feuille de travail 8 Générateur rotatif	<p>Concepts concernés :</p> <p><i>Puissance électrique</i></p> <p>Le rôle de l'interrupteur peut ne pas être évident pour certains élèves. Lorsqu'il est ouvert, aucun courant ne traverse la résistance et aucune énergie n'y est donc dissipée. Lorsque l'interrupteur est actionné, il y a un courant, de la puissance est dissipée (sous forme de chaleur) et cette énergie doit être fournie par la personne qui tourne la poignée du générateur.</p>
Feuille de travail 9 L'électromagnétisme génère de l'électricité	<p>Aucun nouveau concept n'est impliqué.</p> <p>L'installation est relativement compliquée et il est facile pour les élèves de confondre les capteurs et les gammes nécessaires. Il peut être nécessaire de discuter de la raison pour laquelle trois étapes ont été identifiées. Pour résumer l'enquête, les caractéristiques saillantes des trois graphiques doivent être explorées.</p>
Feuille de travail 10 Autonome inductance	<p>Concepts concernés :</p> <p><i>inductance</i> <i>f.é.m. arrière</i></p> <p>L'important ici est que les élèves puissent interpréter le graphique résultant (comme celui présenté ci-dessous) et les facteurs qui déterminent sa taille. Elle peut causer des problèmes dans les circuits contenant des composants endommagés par une tension inverse (ce qui est le cas de nombreux dispositifs semi-conducteurs).</p>
Feuille de travail 11 Applications de l'inductance	<p>Concepts concernés :</p> <p><i>Alimentation à découpage</i></p> <p>Il peut être nécessaire d'expliquer à certains élèves les caractéristiques des graphiques et les rôles des composants dans le circuit (comme le montrent les annotations ajoutées aux graphiques ci-dessous).</p> <p>Dans ces graphiques, un calcul, courant /100, a été utilisé pour rendre les traces plus visibles. Pour des raisons similaires, la plage de lecture affichée sur l'axe vertical a été réduite à un maximum de 20V.</p>

Feuille de travail	Notes
<p data-bbox="199 344 406 450">Fiche de travail 12 Transformateurs</p>	<p data-bbox="432 293 692 322">Concepts concernés :</p> <p data-bbox="477 331 1225 403"><i>réseau national onduleur transformateur abaisseur</i> <i>transformateur élévateur efficacité énergétique</i></p> <p data-bbox="432 421 1390 521">Il faudra peut-être discuter de raison pour laquelle réseau national paie produire de l'électricité à une certaine tension, l'augmenter à une tension plus élevée, la réduire à nouveau plus tard.</p> <p data-bbox="432 533 1369 633">L'élève est invité à comparer les performances du SMPS à deux bobines avec celles étudiées dans la fiche de travail 11. La raison pour laquelle ce deuxième circuit fait le même travail n'est peut-être pas évidente.</p> <p data-bbox="432 645 1409 707">L'instructeur devra peut-être expliquer pourquoi, dans le second circuit, l'inverseur peut remplacer l'interrupteur du premier circuit.</p> <p data-bbox="432 719 1409 893">En étudiant le transformateur abaisseur, il est important que les élèves combinent les paires correctes de courant et de tension pour obtenir de la puissance. Avant de s'attaquer au deuxième défi, les élèves doivent savoir à quoi s'attendre d'un transformateur élévateur, qui peut sembler très mystérieux puisqu'il augmente la tension. L'aspect important est qu'il gaspille de l'énergie</p>