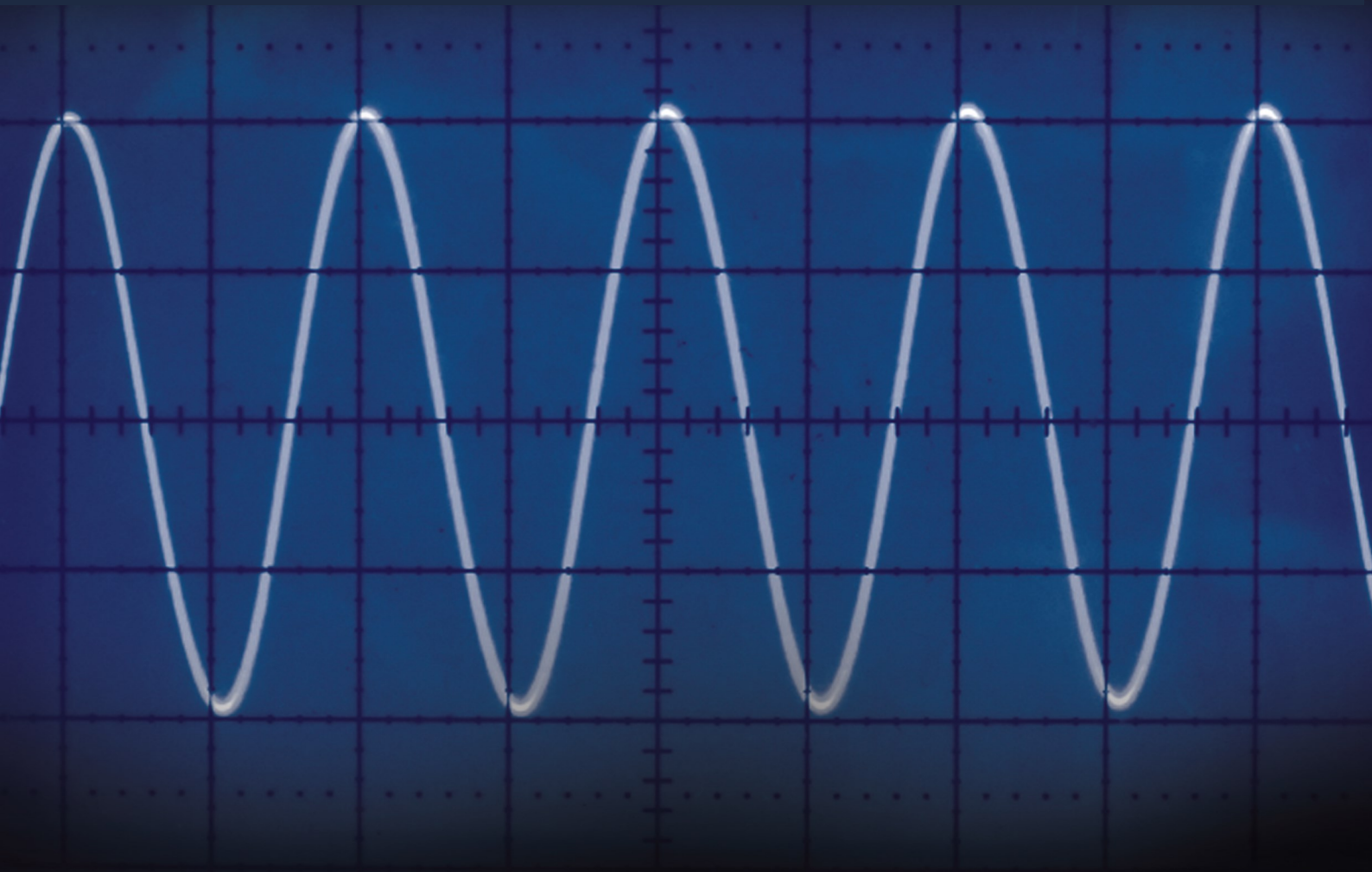


# locktronics

Simplifying Electricity

## Principes du courant alternatif pour les techniciens automobiles



LK8392

**MATRIX**  
www.matrixmultimedia.com

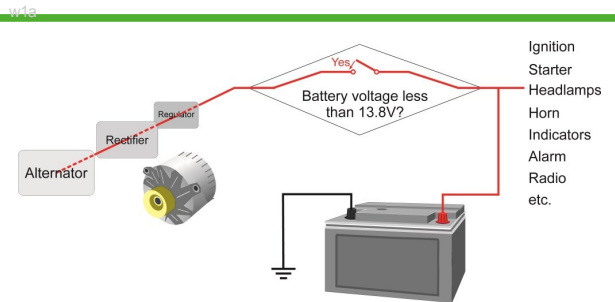
Copyright © 2009 Matrix Multimedia Limited

Feuille de travail 1 - Électricité automobile	3
Feuille de travail 2 - AC vs DC	5
Feuille de travail 3 - Diodes	7
Fiche de travail 4 - Redresseur demi-onde	9
Feuille de travail 5 - Redressement à onde entière	11
Feuille de travail 6 - Tension d'ondulation	13
Fiche de travail 7 - Inducteurs	15
Feuille de travail 8 - Condensateurs	17
Guide de l'instructeur	19
Aide Picoscope	27

# Fiche de travail 1

## Auto Electrics

La batterie au plomb occupe souvent le devant de la scène lorsque l'on parle d'électricité automobile. Elle fournit du courant continu (DC) à une tension proche de 12V. Cependant, il existe d'autres éléments importants



le système d'allumage électronique qui génère la

Le réseau CAN (Controller Area Network) permet aux commutateurs et aux capteurs de communiquer entre eux et avec le nombre toujours croissant d'autres dispositifs électroniques incorporés dans le système électrique.

En réalité, l'électricité à courant alternatif joue un rôle important dans le fonctionnement de la voiture moderne. Nous commencerons ce cours en passant en revue certains aspects du courant alternatif, puis en le comparant au courant continu.

Pour ce faire, nous avons besoin d'un équipement permettant de générer et d'examiner des signaux alternatifs - respectivement un générateur de signaux et un oscilloscope. Les détails de fonctionnement de ces appareils varient d'un fabricant à l'autre et même d'un modèle à l'autre. Dans ce cours, nous nous concentrons sur l'utilisation d'un oscilloscope virtuel sur PC pour examiner les signaux alternatifs - un Picoscope. Son fonctionnement est détaillé dans les deux dernières pages de ces feuilles de travail.

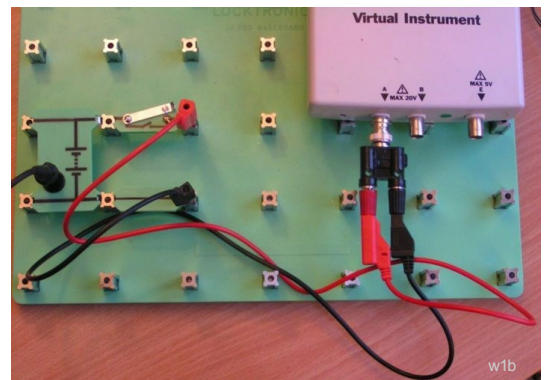
### À vous de jouer :

Régler l'alimentation en courant continu sur 9V.  
Connecter un oscilloscope à l'alimentation comme indiqué sur la photo ci-contre.

Fermez l'interrupteur et enregistrez la trace de courant continu visible à l'écran.

Remplacez maintenant l'alimentation en courant continu par une alimentation en courant alternatif d'une tension comprise entre 8 et 13 V CA. La sortie de l'alimentation en courant alternatif est radicalement différente de l'alimentation 9V DC que vous venez d'examiner.

Connectez un oscilloscope à l'alimentation en courant alternatif, fermez l'interrupteur et enregistrez la trace de courant alternatif visible à l'écran.



### Les réglages de l'oscilloscope sont les

suivants **Base de temps** - 5ms/div (multiplicateur X x1)

**Plage de tension** - Entrée A -  $\pm 20V$  DC (multiplicateur Y x1)

**Mode de déclenchement** - Répétition **Canal de déclenchement** - chA

**Direction du déclenchement** - Montante **Seuil de déclenchement** - 200mV

### Et alors ?

L'image du haut montre une trace typique de la sortie de l'alimentation en courant continu. Notez que cette tension est constante dans le temps. Utilisez **votre** trace pour mesurer la sortie de l'alimentation en courant continu et enregistrez le résultat dans le tableau.

Mesures	Valeur
Tension de sortie de l'alimentation en courant continu	V

La deuxième image montre une trace typique de l'alimentation en courant alternatif. Cette forme est connue sous le nom de signal sinusoïdal (ou onde sinusoïdale). Assurez-vous de bien comprendre ce tracé. La tension change de sens lorsque le tracé passe par 0V. Le temps nécessaire pour produire un cycle (c'est-à-dire un pic plus un creux) est appelé **période** du signal CA et est mesuré en secondes. Le nombre de cycles produits par seconde est appelé **fréquence** du signal CA et est mesuré en hertz. (1 Hz signifie qu'un cycle est produit chaque seconde.) Ce nombre peut être calculé à l'aide de la relation suivante :

$$\text{Fréquence} = 1 / \text{période}$$

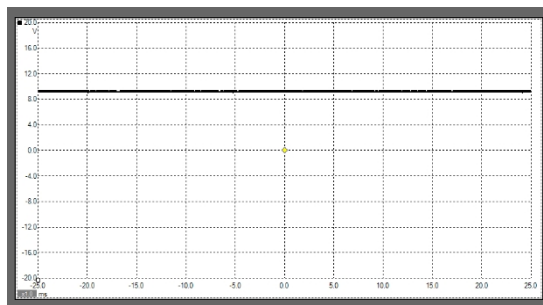
La troisième image utilise des flèches pour identifier la tension de crête (ou amplitude), A, et la période (P) du signal. Utilisez **votre** trace pour mesurer ces quantités et enregistrez les résultats dans le tableau suivant.

tableau. Utilisez votre valeur de la période pour calculer la fréquence alternative et notez-la également.

### Pour mémoire :

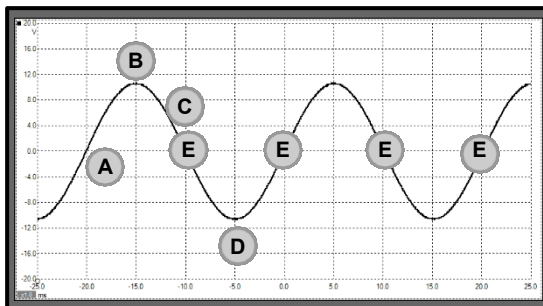
- La forme du signal CA délivré par les sources d'énergie CA est appelée **sinusoïdale**.
- Le temps nécessaire pour produire un cycle (c'est-à-dire un pic et un creux) du signal CA est appelé **période** du signal et est mesuré en secondes.
- Le nombre de cycles du signal CA produit par seconde est appelé fréquence du signal et est mesuré en hertz.
- La période et la fréquence sont liées par l'équation suivante : Fréquence = 1 / période

Alimentati



w1c

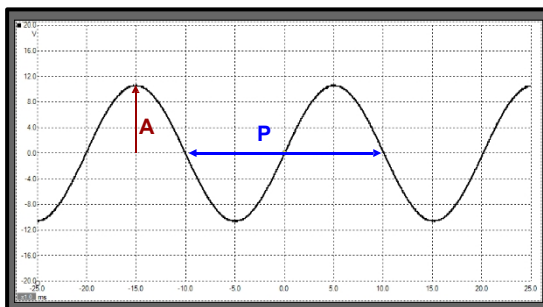
Alimentati  
on en  
courant  
alternatif



w1d

D Tension négative maximale  
E La tension change de direction

Alimentati



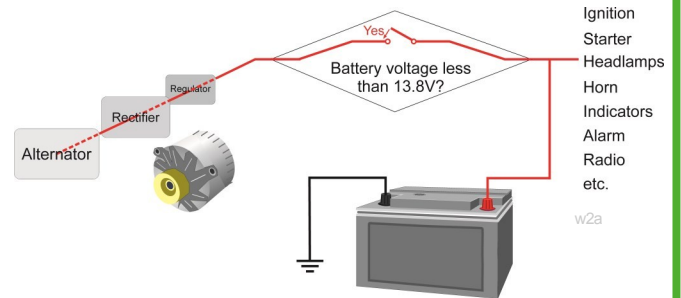
w1e

Amplitude  
Période

Mesures	Valeur
Amplitude du signal CA	V
Période du signal AC	s
Fréquence du signal AC	Hz

# Feuille de travail 2

## AC vs DC



Quelles sont les mesures en courant alternatif qui nous indiquent la puissance ou l'énergie

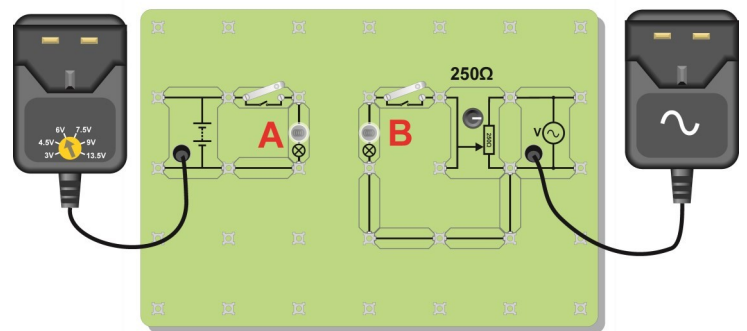
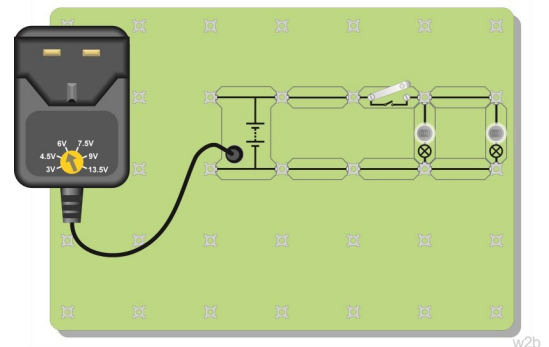
Fermez l'interrupteur. Les deux lampes doivent s'allumer et avoir la même luminosité. Si nécessaire, changez une ampoule jusqu'à ce que vous en trouviez deux qui correspondent et donnent la même luminosité.

Mettez maintenant en place les deux circuits illustrés dans le diagramme du bas. La lampe A est alimentée par la source de courant continu de 6V, et la lampe B par une alimentation en courant alternatif.

Réglez le "pot" jusqu'à ce que les deux ampoules aient la même luminosité. Dans cette position, la tension alternative aux bornes de la lampe B a exactement le même effet que la tension continue aux bornes de la lampe A.

Branchez un multimètre, réglé sur la plage de 20 V CC, pour lire la tension aux bornes de la lampe A. Notez la mesure dans le tableau. Il s'agit de la valeur efficace de la tension alternative.

Branchez maintenant un oscilloscope sur la lampe B et enregistrez le signal alternatif qui la traverse. (L'image montre une alimentation en courant alternatif "plug top" ; il est également possible d'utiliser un générateur de signaux et une alimentation en courant alternatif conventionnels).



Mesures	Valeur
Tension continue aux bornes de la lampe A	V

**Paramètres de l'oscilloscope** - les mêmes que ceux de la feuille de travail 1 :

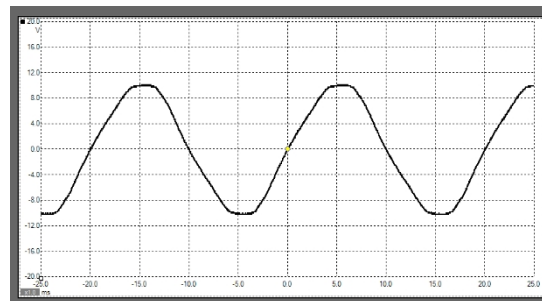
**Base de temps** - 5ms/div (multiplicateur X x1)  
**Plage de tension** - Entrée A - ±20V DC (multiplicateur Y x1)  
**Mode de déclenchement** - Répétition **Canal de déclenchement** - ch A **Direction de déclenchement** - Montante **Seuil de déclenchement** - 200mV



## Et alors ?

L'enquête que vous avez menée a montré que l'alimentation en courant alternatif de la lampe B avait le même effet que l'alimentation en courant continu de 6 V - les deux lampes avaient la même luminosité.

En d'autres termes, la valeur **efficace de** l'alimentation en courant alternatif était de 6V. Bien que RMS signifie "root-mean-square" (moyenne quadratique), il est plus utile de la considérer comme la tension continue qui produirait le même effet que l'alimentation en courant alternatif.



w2d

L'oscillogramme montre une trace typique de courant alternatif.

La valeur efficace, 6V, n'apparaît pas comme une caractéristique évidente de cette trace. Nous l'obtenons de la manière suivante :

- Mesurez la tension de crête (amplitude) indiquée sur la courbe et inscrivez-la dans le tableau.
- Divisez ensuite cette valeur maximale par la racine carrée de 2 (1,4 environ) et inscrivez votre réponse dans la ligne suivante du tableau.
- Vous devriez constater que le résultat est très proche de 6V.

Mesures	Valeur
Tension alternative de crête dans la lampe B	V
Valeur de crête Tension AC / $\sqrt{2}$	V

Cela repose sur le résultat, obtenu à l'aide des mathématiques, que pour un signal sinusoïdal :

$$V_{RMS} = V_{PEAK} / \sqrt{2}$$

(Le résultat ne dépend **pas** de la fréquence du courant alternatif, mais de la "forme" du signal. Pour un signal carré qui passe de 0V à  $V_{PEAK}$ , la formule est la suivante :

$$V_{RMS} = V_{PEAK} / 2)$$

### Pour mémoire :

- La valeur RMS (root-mean-square) d'un signal AC sinusoïdal donne la tension DC équivalente qui a le même effet. Pour remplacer une source d'alimentation en courant alternatif, dont la tension efficace est de 12 V, vous pouvez utiliser une source de courant continu de 12 V à la place.
- La valeur efficace et la valeur de crête d'un signal alternatif sinusoïdal sont liées par la relation suivante :

$$\text{Valeur de crête} = \text{valeur efficace} \times \sqrt{2}$$

# Fiche de travail 3

## Diodes

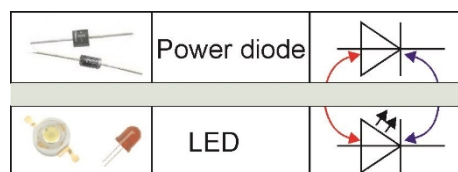
La plupart des gens ont entendu parler de la loi d'Ohm. Elle décrit un lien très simple entre la tension et le courant : doublez le courant et vous doublez la tension ;

*Si l'on divise par quatre le courant, on divise par quatre la tension, et ainsi de suite.*

Très peu de composants se comportent réellement de cette manière. Les résistances le font (à condition qu'elles ne chauffent pas), les diodes **non**.

Il existe deux formes courantes de diodes : la diode de puissance et la diode électroluminescente (DEL). Toutes deux ont leur place dans les systèmes électriques automobiles :

- la diode de puissance est utilisée comme redresseur - pour transformer le courant alternatif de l'alternateur en courant continu.
- Les LED sont utilisées dans les feux d'avertissement, les feux de freinage, les feux latéraux et même les phares.



### À vous de jouer :

Mettez en place le dispositif illustré dans le schéma. Dans un sens La procédure à suivre est indiquée dans le deuxième diagramme.

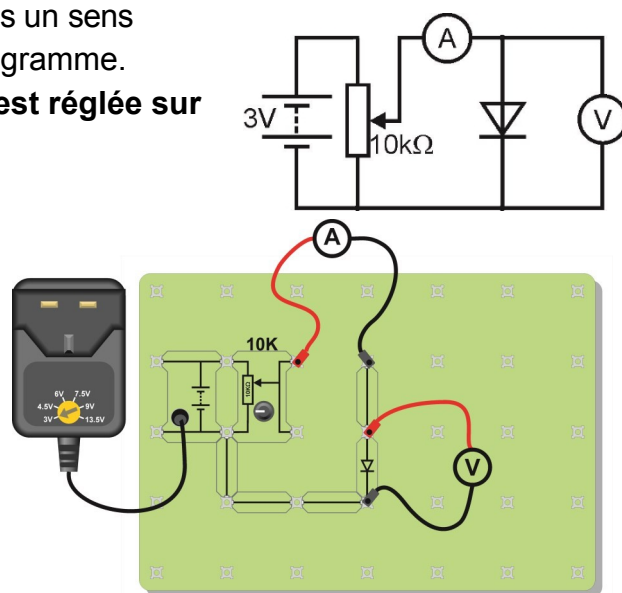
**Assurez-vous que l'alimentation en courant continu est réglée sur 3V.**

La résistance variable nous permet de modifier le voltage appliqué à la diode. Remarquez que l'anode est connectée à l'extrémité positive de l'alimentation. On dit que la diode est **polarisée vers l'avant**.

Établissez un tableau de résultats comme celui présenté ci-dessous. **Avant d'allumer l'appareil**, sélectionnez la plage de **200 mA CC** sur l'ampèremètre et la plage de **20 V CC** sur le voltmètre. Tournez le bouton de la résistance variable à fond dans le sens inverse des aiguilles d'une montre pour régler la valeur de l'ampèremètre. tension d'alimentation à zéro. Tourner ensuite lentement le bouton dans le sens des aiguilles d'une montre jusqu'à ce que le courant à travers la diode atteigne 2,0 mA. Relevez la tension aux bornes de la diode et inscrivez-la dans le tableau.

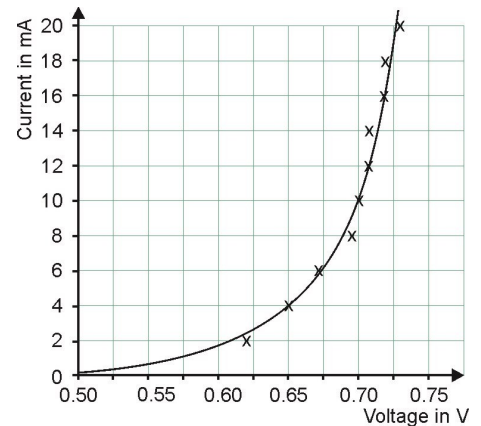
Augmentez le courant jusqu'à 4,0 mA. Relevez à nouveau la tension et inscrivez-la dans le tableau. **Attention - tournez le bouton de la résistance variable très doucement**. Le courant change rapidement pour une variation minime de la tension. Le courant par 2mA jusqu'à 20mA, en relevant la tension à chaque fois et en enregistrant les résultats.

Réduisez maintenant la tension à zéro et coupez l'alimentation. Retirez la diode du circuit et replacez-la dans l'autre sens. On dit que la diode est maintenant polarisée à l'envers. Mettre l'alimentation en marche. Tournez lentement le bouton de la résistance variable jusqu'à sa valeur maximale. Remarquez qu'il n'y a pratiquement pas de courant qui circule.



Courant à travers la diode	Tension aux bornes de la diode
2,0 mA	
4,0 mA	

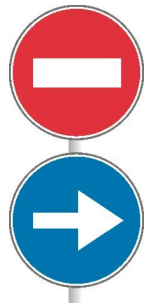
Tracez un graphique pour les résultats enregistrés dans le tableau, c'est-à-dire pour la polarisation avant (il n'est pas nécessaire de tracer un graphique pour la polarisation arrière). (Il n'est pas nécessaire de tracer un graphique pour le biais inverse.) Tracez une courbe lisse, comme celle qui est illustrée, en utilisant les points que vous avez tracés comme guide.



### Et alors ?

La diode est une "valve à sens unique". Elle ne laisse passer le courant que dans un seul sens. Lorsqu'elle est polarisée vers l'avant, elle est conductrice, avec une chute de tension d'environ 0,7 V. Lorsqu'elle est polarisée vers l'arrière, elle n'est pas conductrice (pour les faibles tensions). Lorsqu'elle est polarisée en sens inverse, elle ne conduit pas (pour les faibles tensions).

(Une résistance permet au courant de circuler de manière égale quel que soit le sens dans lequel elle est connectée).



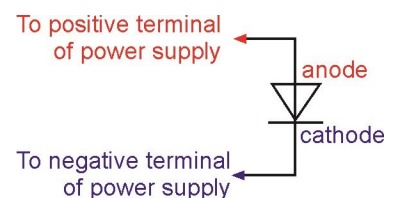
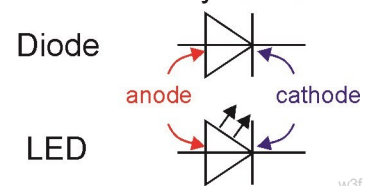
### Pour mémoire :

*Copiez les diagrammes.*

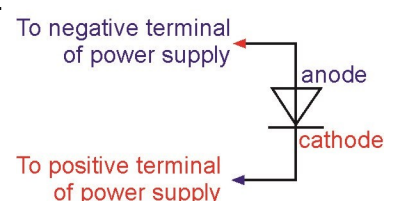
*La première montre les symboles des circuits pour les diodes et les DEL. Le second montre la différence entre la polarisation directe et la polarisation inverse.*

- La diode est une "valve à sens unique". Elle ne laisse passer le courant que dans un seul sens.
- Il est conducteur lorsqu'il est polarisé vers l'avant et ne conduit pas lorsqu'il est polarisé vers l'arrière.
- Lorsqu'il est conducteur, il y a une chute de tension d'environ 0,7 V à travers lui.
- La diode électroluminescente (DEL) se comporte de la même manière.
- Il s'allume lorsqu'il est polarisé vers l'avant, et le courant atteint environ 10mA. Il présente alors une chute de tension d'environ 2V.
- Il doit être protégé contre les courants élevés en connectant une résistance en série.

### Two diode symbols



### Forward bias



### Reverse bias



# Fiche de travail 4

## Redresseur demi-onde



La majeure partie du système électrique de l'automobile fonctionne en courant continu (DC). L'alternateur génère toutefois du courant alternatif (AC). Un dispositif est nécessaire pour transformer le CA en CC afin que l'alternateur puisse répondre aux besoins du système. Ce processus est appelé rectification et le dispositif est la diode.

Il existe plusieurs façons d'utiliser des diodes pour convertir le courant alternatif en courant continu. Cette feuille de travail examine le moyen le plus simple - le redresseur demi-onde.

### À vous de jouer :

Montez le circuit illustré dans le schéma, en utilisant l'alimentation en courant alternatif. La résistance de 1k $\Omega$  représente tous les dispositifs du système électrique de la voiture. Le diagramme montre deux positions pour l'oscilloscope, d'abord connecté aux points marqués **AC** et ensuite connecté aux points marqués **DC**.

Si votre oscilloscope possède deux voies d'entrée, connectez-en une au **courant alternatif** et l'autre au **courant continu**.

Si votre oscilloscope n'a qu'une seule voie d'entrée, connectez-le pour mesurer chacun des signaux à tour de rôle. Les réglages de l'oscilloscope sont indiqués en bas de page (identiques pour les deux méthodes). Enregistrez la trace observée à l'écran avant et après la diode.

Vous devriez constater que le courant qui traverse la résistance de 1k $\Omega$  est continu - il ne change pas de direction.

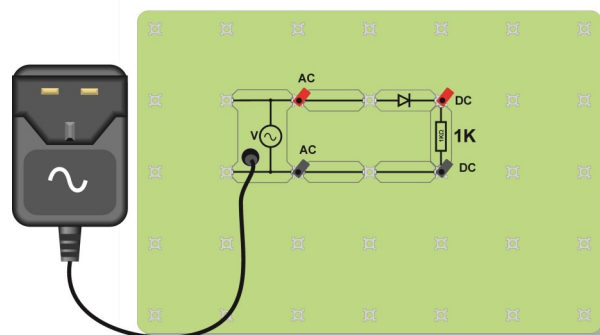
Cependant, il ne s'agit pas de la DC lisse que vous avez vue dans la feuille de travail 1.

Les performances de ce redresseur peuvent être améliorées en ajoutant un condensateur.

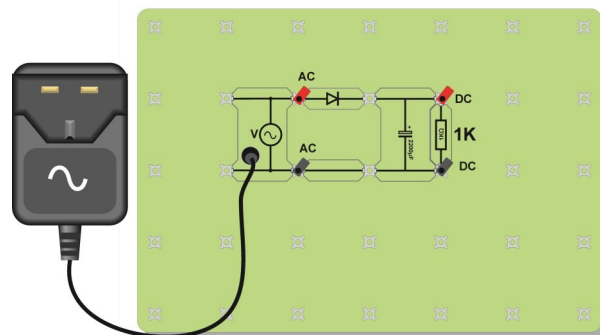
Monter le circuit

Le deuxième schéma montre l'ajout d'un condensateur de grande valeur (2200 $\mu$ F), appelé condensateur de lissage.

En utilisant les mêmes paramètres que précédemment, utilisez un oscilloscope pour enregistrer la forme d'onde à travers la charge de 1k $\Omega$  (en se connectant aux fils étiquetés DC à nouveau).



w4b



w4c

#### Paramètres de l'oscilloscope :

**Base de temps** - 10ms/div (multiplicateur X x1)

**Plage de tension** - Entrée A -  $\pm 10$ V DC (multiplicateur Y x1) (Entrée B - mêmes réglages - si utilisée.)

**Mode de déclenchement** - Auto

**Canal de déclenchement** - chA

**Direction de déclenchement** - Montante

**Seuil de déclenchement** - 200mV

## Et alors ?

La diode permet au courant de la traverser (ainsi que la charge de  $1k\Omega$ ) dans une seule direction. Elle agit comme une petite résistance pour les courants qui tentent de circuler dans une direction (lorsqu'elle est polarisée en avant) et comme une très grande résistance pour les courants qui tentent de circuler dans l'autre direction (lorsqu'elle est polarisée en arrière).

Le premier oscillogramme montre une trace typique obtenue à partir du premier circuit. L'entrée CA est transformée en sortie CC (redressée). Remarquez que, bien que la sortie soit CC (puisqu'elle ne franchit jamais la ligne 0V), il ne s'agit pas d'un CC stable. Comparez cela avec la trace obtenue à partir de l'alimentation en courant continu dans la feuille de travail 1. Le deuxième oscillogramme montre le même signal, en utilisant un réglage de base de temps différent pour l'oscilloscope (2ms/div.).

Ceci montre le redressement de manière plus détaillée. En particulier, vous remarquerez que la sortie CC, en rouge, est approximativement de 1,5 mégawatt.

0,7V de moins que l'entrée AC. La diode ne conduit pas vraiment jusqu'à ce que la tension à travers elle atteigne 0,7V. Une fois qu'elle commence à conduire, il y a une chute de 0,7V à travers la diode, laissant la sortie DC 0,7V en dessous de l'entrée AC en tout point.

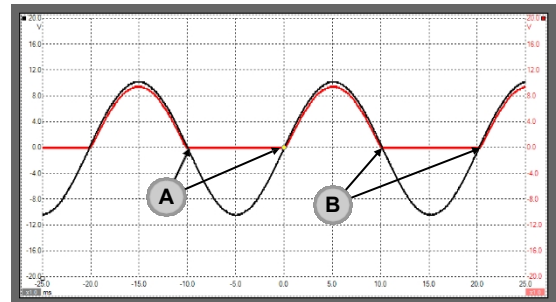
Le troisième diagramme montre l'effet de l'ajout d'un condensateur de lissage. La tension de sortie est maintenant à la fois continue et stable.

La taille du condensateur pose problème. Elles seront examinées ultérieurement.

## Pour mémoire :

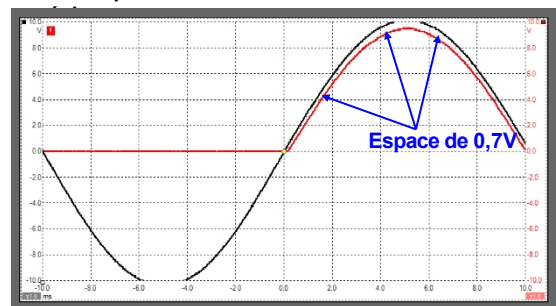
- Le processus de transformation du courant alternatif en courant continu est appelé rectification.
- Le redressement semi-onde n'utilise qu'une seule diode, mais ne transforme que la moitié du signal alternatif en courant continu. Aucun courant ne circule pendant la moitié du temps.
- La diode au silicium ne conduit que lorsqu'elle est orientée vers l'avant et qu'elle est traversée par une tension d'au moins 0,7V.
- La sortie de ce redresseur demi-onde est inférieure de 0,7 V à l'entrée CA et n'est pas un courant continu lisse.
- Un grand condensateur peut être connecté à la sortie du redresseur demi-onde pour atténuer le signal continu produit.

### Rectification simple

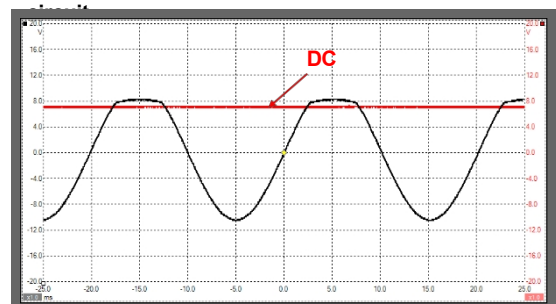


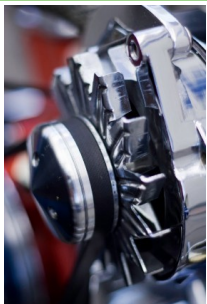
AC — Un courant alternatif change de direction ici  
 DC — Le courant continu ne change pas de direction

### Une vue plus



### Avec le condensateur en





Un circuit redresseur demi-onde n'utilise qu'une seule diode, mais il n'exploite pas efficacement l'énergie électrique disponible. Pendant la moitié du temps, aucun courant ne circule dans la charge.

Un redresseur pleine onde surmonte cette limitation, mais utilise un certain nombre de diodes pour ce faire, et fait chuter une plus grande partie de la tension alternative à travers elles en conséquence. Néanmoins, il s'agit de la solution la plus courante pour convertir la sortie CA de l'alternateur en CC.

### À vous de jouer :

Montez le circuit illustré dans le diagramme, en utilisant l'alimentation en courant alternatif. Une fois de plus, la résistance de  $1k\Omega$  représente la charge - tous les appareils du système électrique de la voiture.

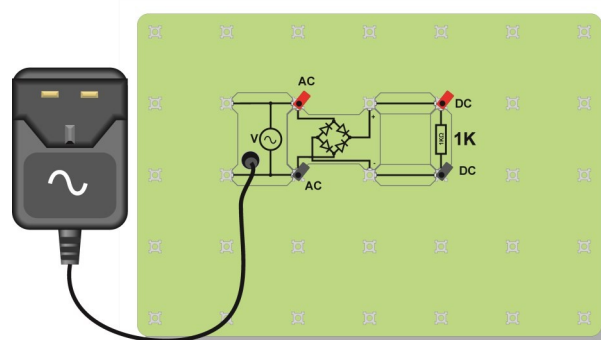
#### Important :

**Si votre oscilloscope dispose de deux voies d'entrée, n'en connectez pas une au courant alternatif et l'autre au courant continu. Cela court-circuiterait l'une des diodes. (La raison est expliquée plus en détail à la page suivante).**

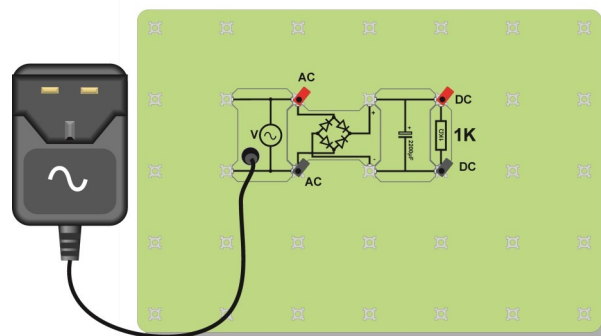
Connectez une voie de votre oscilloscope pour mesurer l'entrée du signal CA. Connectez-le ensuite pour mesurer le signal de sortie en courant continu. Les réglages de l'oscilloscope sont indiqués au bas de la page et sont les mêmes que ceux que vous avez utilisés lors de la dernière investigation. Enregistrez les traces de courant alternatif et de courant continu.

La sortie en courant continu varie moins que pour le redressement demi-onde, mais ce n'est toujours pas un voltage stable. Essayez le même remède que dans la dernière étude - connectez un grand condensateur à la sortie du redresseur pleine onde. Le circuit modifié est illustré dans le deuxième diagramme.

En utilisant les mêmes paramètres que précédemment, utilisez l'oscilloscope pour enregistrer la forme d'onde à travers la charge de  $1k\Omega$ .



w5b



w5c

#### Paramètres de l'oscilloscope :

**Base de temps** - 10ms/div  
(multiplicateur X x1)

**Plage de tension** - Entrée A -  $\pm 10V$  DC (multiplicateur Y x1)

**Mode de déclenchement** -  
Auto **Canal de déclenchement** - chA  
**Direction de déclenchement** - Montante  
**Seuil de déclenchement** -  
200mV

# Fiche de travail 5

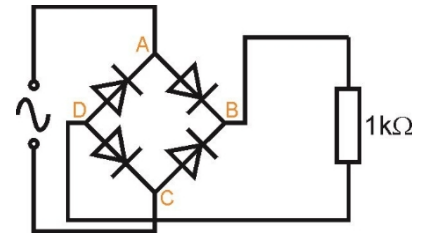
## Redresseur pleine onde



### Et alors ?

Le schéma du redresseur à onde pleine est représenté ci-contre.

A la page précédente, il a été souligné que, dans ce circuit, il n'est pas possible de mesurer simultanément le courant alternatif et le courant continu à l'aide de deux canaux de l'oscilloscope.



Pour ce faire, vous devez connecter une voie aux points **A** et **C** pour mesurer le signal CA, et l'autre aux points **B** et **D** pour mesurer le signal CC. Cependant, l'oscilloscope dispose d'une connexion 0V commune entre les deux canaux. Cela signifie que vous connecteriez les points **C** et **D** ensemble, par exemple, à travers la connexion commune de l'oscilloscope, et que vous court-circuiteriez ainsi l'une des diodes.

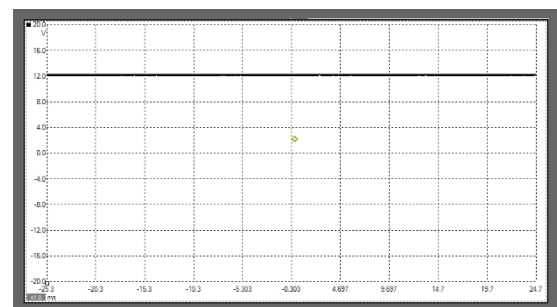
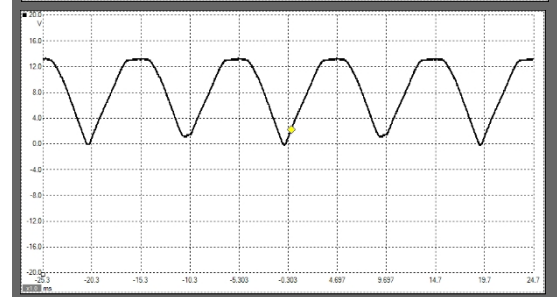
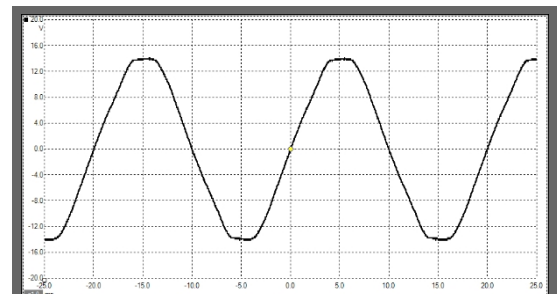
Les trois tracés de l'oscilloscope montrent le signal alternatif entrant dans le redresseur à ondes pleines, la sortie en courant continu et l'effet de l'ajout d'un condensateur pour lisser la sortie.

La sortie CC, sur la trace du milieu, est une amélioration de la sortie demi-onde, en ce sens que le courant circule dans la charge tout au long du cycle CA. Là encore, il s'agit d'un courant continu, car la trace ne franchit jamais la ligne 0 V. Cependant, une fois encore, un condensateur de lissage est nécessaire pour fournir un courant régulier. Cependant, une fois de plus, un condensateur de lissage est nécessaire pour fournir un courant continu stable.

### Pour mémoire :

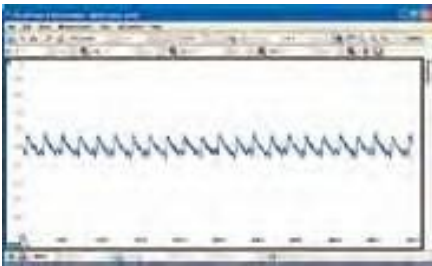
- Le redressement pleine onde utilise au moins quatre diodes, mais permet au courant de circuler à travers la charge tout au long du cycle d'alimentation en courant alternatif.
- La sortie de ce redresseur pleine onde, qui utilise quatre diodes, est inférieure de 1,4 V à l'entrée en courant alternatif et n'est pas un courant continu lisse.
- Là encore, un grand condensateur peut être connecté à la sortie du redresseur pour lisser le signal continu produit.

### Redressement à ondes pleines



# Fiche de travail 6

## Tension d'ondulation



Une batterie plomb-acide fournit une tension continue très stable, de l'ordre de 12V. De nombreux appareils électroniques deviennent instables s'ils sont soumis à des tensions d'alimentation "bruyantes".

Nous avons vu que le processus de redressement produit du courant continu, mais pas un courant continu stable, à moins qu'un condensateur de grande valeur ne soit ajouté pour adoucir la sortie du courant continu.

Mais quelle est la taille du condensateur nécessaire ?

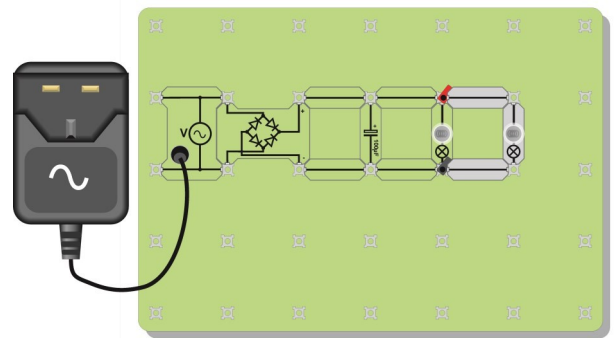
### À vous de jouer :

Le circuit illustré dans le diagramme vous permet d'étudier la connexion entre la charge attachée à un redresseur et la taille du condensateur nécessaire pour produire une tension continue stable pour cette charge.

Commencez avec une seule lampe connectée et un condensateur de lissage de 100µF. Utilisez l'oscilloscope pour contrôler la sortie du redresseur, en utilisant les réglages donnés à l'annexe. oscilloscope

Dans chaque cas, mesurez la tension d'ondulation présente sur la sortie. (Le diagramme de la page suivante illustre la signification de la tension d'ondulation).

Inscrivez vos mesures dans le tableau.



Chargement	Condensateur	Tension d'ondulation
Une lampe	100µF	
Deux lampes	100µF	
Trois lampes	100µF	
Trois lampes	2000µF	

### Paramètres de l'oscilloscope :

**Base de temps** - 10ms/div (multiplicateur X x1)

**Plage de tension** - Entrée A - ±10V DC (multiplicateur Y x1)

**Mode de déclenchement** -

Auto **Canal de déclenchement** - chA

**Direction de déclenchement** - Montante  
**Seuil de déclenchement** - 200mV



## Et alors ?

Les diagrammes montrent des traces typiques pour cette recherche. L'objectif est de produire un courant continu stable, comme celui indiqué sur la trace de la feuille de travail 1. Les tracés de l'oscilloscope montrent différents degrés de réussite dans la réalisation de cet objectif. Les tracés des circuits qui utilisent un ca- paciteur de 100 $\mu$ F ne montrent pas de courant continu stable. La tension d'ondulation donne une mesure de leur instabilité.

Lorsque les diodes conduisent suffisamment, le courant consommé par la charge (les ampoules) provient de la source d'alimentation en courant alternatif. Cependant, lorsque le courant à travers les diodes diminue, les ampoules tirent le courant du condensateur de lissage à la place, le faisant se décharger et provoquant une baisse de la tension à travers lui.

Plus le courant demandé est important, plus le condensateur se décharge et plus la tension d'ondulation augmente. Le condensateur est un réservoir de charge électrique. Dans un réservoir d'eau, le niveau de l'eau baisse lorsque les consommateurs y puisent de l'eau. Il finit par se remplir à nouveau lorsqu'il pleut. Le condensateur est rechargé en charge électrique la prochaine fois que le courant à travers les diodes augmente suffisamment.

Au fur et à mesure que l'on ajoute des lampes, l'intensité du courant augmente et la tension d'ondulation devient plus importante (pire). La solution consiste à utiliser un condensateur plus grand pour lisser la tension d'alimentation. L'effet de l'augmentation du condensateur de lissage à 2200 $\mu$ F est illustré dans la trace inférieure.

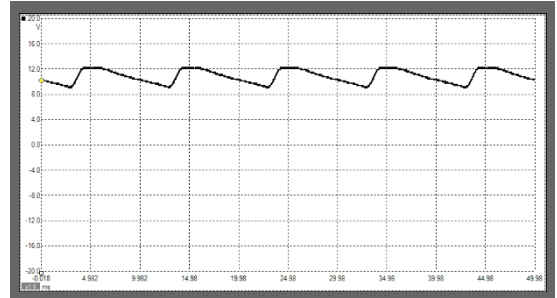
Le dernier diagramme montre comment la tension d'ondulation se forme du fait que la charge demande du courant au condensateur.

## Pour mémoire :

Copiez le schéma final montrant la formation de la tension d'ondulation.

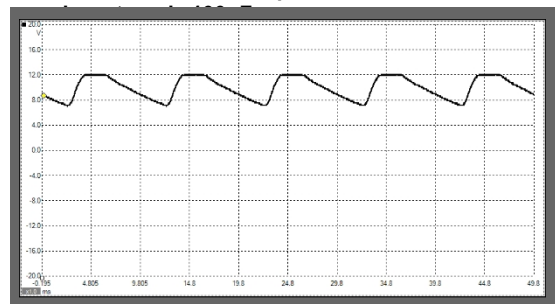
- La tension d'ondulation indique le degré d'instabilité de la sortie du redresseur.
- La tension d'ondulation augmente au fur et à mesure que le courant est demandé par la charge.
- Plus le condensateur de lissage est important, plus la tension d'ondulation est faible.

Ondulation avec une ampoule et un condensateur de 100 $\mu$ F



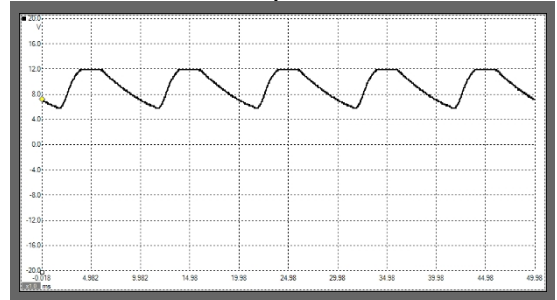
w6d

Ondulation avec deux ampoules et un

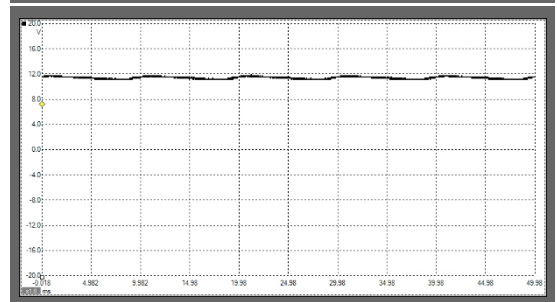


w6e

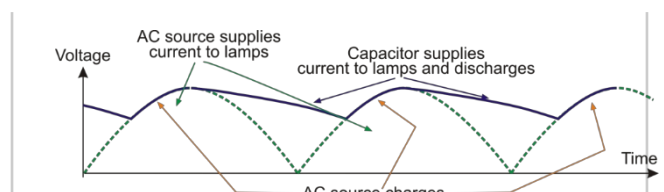
Ondulation avec trois ampoules et un



w6f



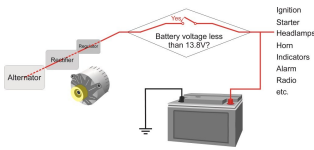
w6g



# Fiche de travail 7

## Inducteurs

vla



Les résistances s'opposent aux courants électriques. Les inducteurs s'opposent aux modifications des courants électriques, mais le mécanisme est différent.

Un courant électrique circulant dans l'inducteur crée un champ magnétique. Augmenter le courant signifie augmenter le champ magnétique, ce qui prend de l'énergie au courant et s'oppose à l'augmentation. Réduire le courant signifie réduire le champ magnétique, ce qui libère de l'énergie qui tente de maintenir le courant.

Les inducteurs se comportent un peu comme des volants d'inertie sur un arbre en rotation. Leur moment angulaire tente de maintenir l'arbre en rotation à la même vitesse. Lorsque l'arbre commence à ralentir, l'énergie stockée dans le volant d'inertie tente de le maintenir en mouvement. Lorsque l'arbre essaie d'accélérer, le volant d'inertie a besoin d'énergie pour accélérer, et le volant d'inertie semble donc résister au changement.

### À vous de jouer :

Connectez une inductance de 47mH en série avec l'alimentation en courant alternatif/générateur de signaux, comme indiqué dans le schéma de circuit.

Utilisez suffisamment de liaisons pour que le courant puisse être mesuré au point A.

La photographie montre une façon de construire le circuit.

Réglez le générateur de signaux CA pour qu'il émette une fréquence de 50 Hz.

Retirez le lien de connexion en A et branchez à sa place un multimètre réglé pour lire un courant alternatif de 20 mA.

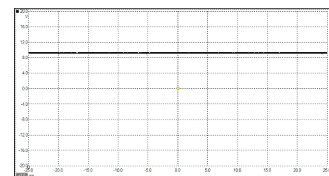
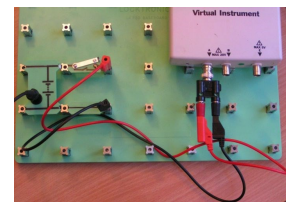
multimètre, réglé pour lire jusqu'à 20mA AC, à sa place. Enregistrez le courant circulant au point A dans le tableau.

Retirez le multimètre et remplacez le lien A. Réglez le multimètre pour qu'il puisse lire des tensions alternatives allant jusqu'à 20 V et branchez-le en parallèle avec l'inducteur. Notez la tension dans le tableau.

Changez maintenant la fréquence de l'alimentation en 100 Hz et répétez les mesures. Notez-les dans le tableau.

Faites de même pour les fréquences de 500Hz et 1kHz (1 000 Hz). Notez à nouveau ces mesures dans le tableau.

Le tableau vous permet de prendre deux séries de mesures à chaque fréquence afin d'améliorer la précision de vos résultats.



Fréquence	Courant I	Tension V
50Hz		
100Hz		
500Hz		
1kHz		

### Et alors ?

- Les résistances se comportent de manière simple, selon la loi d'Ohm. Si vous doublez le courant qui traverse la résistance, vous doublez la tension qui lui est appliquée, et ainsi de suite.  
Le rapport entre la tension et le courant est appelé résistance.
- Les inducteurs sont plus compliqués. Si vous doublez la *vitesse de variation du courant* à travers l'inducteur, vous doublez la tension chutant à travers lui, et ainsi de suite. Le rapport entre la tension et la vitesse de variation du courant est appelé **inductance L**.
- Plus la fréquence du courant alternatif est élevée, plus le courant varie rapidement et plus la chute de tension dans l'inducteur est importante. En d'autres termes, la chute de tension dépend de la fréquence de l'alimentation en courant alternatif. Ce **n'est pas le cas** des résistances pures, pour lesquelles la fréquence n'a aucun effet.
- Nous décrivons ce comportement en termes de **réactance (inductive),  $X_L$** , définie, de la même manière que la résistance, comme  **$X_L = V / I$** . **PAR CONSÉQUENT, LES** unités de réactance sont des ohms.
- La réactance inductive mesure l'opposition de l'inducteur à la variation du courant. Plus la fréquence ,f, est élevée, plus la variation du courant est importante. En fait, la formule de la réactance inductive est la suivante :  **$X_L = 2 \pi f L$**
- A l'aide de vos mesures, calculez  $X_L$  , à partir de la formule :  
$$X_L = V / I$$
et la comparer à la valeur calculée à l'aide de  
$$X_L = 2 \pi f L \text{ où } L = 47\text{mH}$$
- Effectuez ces calculs et complétez le tableau suivant avec vos résultats :

Fréquence	Réactance inductive $X_L = V / I$	Réactance inductive $X_L = 2 \pi f L$
50Hz		
100Hz		
500Hz		
1kHz		



### Pour mémoire :

L'opposition d'un inducteur aux variations de courant est appelée réactance inductive,  $X_L$  , donnée par la formule :  $X_L = 2 \pi f L$  où f est la fréquence du signal alternatif et L l'inductance de l'inducteur.

Elle peut également être obtenue à partir de la formule  $X_L = V / I$ , où V et I sont respectivement la tension et le courant efficaces.

L'inductance est mesurée dans une unité appelée henry (H) et la réactance en ohms.

Complétez ce qui suit :

Lorsque la fréquence du courant alternatif est doublée, la réactance inductive est de .....



Un courant électrique crée un champ **magnétique** à l'intérieur d'un inducteur. Celui-ci s'oppose alors aux variations des *courants* électriques.

Un courant électrique crée un champ **électrique** sur les plaques d'un condensateur.

Cela s'oppose aux changements de la *tension* appliquée au condensateur.

Avant que la tension ne puisse augmenter, les électrons doivent circuler sur les plaques du condensateur, ce qui augmente le champ électrique. Cela nécessite de l'énergie. Lorsque la tension tente de diminuer, les électrons s'écoulent des plaques, réduisant ainsi le champ électrique. Ces électrons tentent de maintenir la tension dans le condensateur.

Les condensateurs se comportent un peu comme des seaux dans un circuit d'eau. Ils doivent se remplir avant que l'eau ne s'écoule ailleurs dans le circuit. Lorsque le débit d'eau commence à diminuer, l'eau excédentaire s'écoule du seau, en essayant de maintenir le débit.

### À vous de jouer :

Connectez un condensateur de  $1\mu\text{F}$  en série avec l'alimentation en courant alternatif, comme indiqué dans le schéma de câblage.

Utilisez suffisamment de liaisons pour que le courant puisse être mesuré au point **A**.

Réglez l'alimentation en courant alternatif pour qu'elle émette une fréquence de 50 Hz.

Enlever le lien de connexion en **A** et brancher à sa place un multimètre réglé pour lire jusqu'à 20mA AC. Noter dans le tableau le courant circulant au point **A**.

Retirez le multimètre et remplacez le lien **A**.

Réglez le multimètre pour qu'il puisse lire des tensions alternatives allant jusqu'à 20 V et connectez-le en parallèle avec le condensateur.

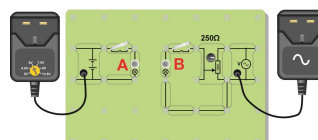
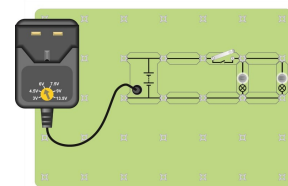
Enregistrez la tension dans le tableau.

Changez maintenant la fréquence de l'alimentation en 100 Hz et répétez les mesures.

Inscrivez-les dans le tableau.

Faites de même pour les fréquences de 500 Hz et de 1 kHz (1 000 Hz). Notez à nouveau ces mesures dans le tableau.

Comme précédemment, le tableau vous permet de prendre deux séries de mesures à chaque fréquence afin d'améliorer la précision de vos résultats.



Fréquence	Courant I	Tension V
50Hz		
100Hz		
500Hz		
1kHz		

# Fiche de travail 8

## Condensateurs

### Et alors ?

- Avec les résistances, lorsque vous doublez le *courant* à travers la résistance, vous doublez la tension aux bornes de la résistance, etc. Avec les inducteurs, lorsque vous doublez le taux de variation du *courant* à travers l'inducteur, vous doublez la tension aux bornes de l'inducteur, et ainsi de suite.
- Les condensateurs s'opposent à une tension variable. Plus le taux de variation de la *tension est rapide*, plus le courant qui doit circuler pour charger ou décharger le condensateur est important. Plus la fréquence du courant alternatif est élevée, plus la *tension* change rapidement et plus le courant circulant dans le circuit est important. En d'autres termes, le courant dépend de la fréquence de l'alimentation en courant alternatif.
- Nous décrivons ce comportement en termes de **réactance capacitive**,  $X_C$ , définie, dans le cadre de l'analyse de la **réactance capacitive**, comme suit de la même manière que la résistance, c'est-à-dire  $X_C = V / I$ . Comme précédemment, les unités de réactance sont les ohms.
- La réactance capacitive mesure l'opposition du condensateur à la variation du courant. Plus la fréquence  $f$ , est élevée, plus la variation de tension est importante et plus le flux de courant est élevé. La formule de la réactance capacitive est la suivante :  $X_C = 1 / (2 \pi f C)$
- Les condensateurs sont en quelque sorte l'image inversée des inducteurs. Lorsque la fréquence de l'alimentation en courant alternatif augmente, un inducteur offre plus d'opposition (c'est-à-dire que la réactance inductive augmente et que le courant diminue) tandis qu'un condensateur offre moins d'opposition (c'est-à-dire que la réactance capacitive diminue et que le courant augmente).
- A l'aide de vos mesures, calculez le  $X_C$ , en utilisant les deux :

$$X_C = V / I \quad \text{et} \quad X_C = 1 / (2 \pi f C) \quad \text{où } C = 1 \mu\text{F}$$

- Effectuez ces calculs et complétez le tableau suivant avec vos résultats :

Fréquence	Réactance capacitive $X_C = V / I$	Réactance capacitive $X_C = 1 / (2 \pi f C)$
50Hz		
100Hz		
500Hz		
1kHz		



### Pour mémoire :

L'opposition d'un condensateur à une variation de tension est appelée réactance capacitive,  $X_C$ , donnée par la formule :  $X_C = 1 / (2 \pi f C)$  où  $f$  est la fréquence du signal CA et  $C$  la capacité du condensateur.

Elle peut également être obtenue à partir de la formule  $X_C = V / I$ , où  $V$  et  $I$  sont respectivement la tension et le courant efficaces.

La capacité est mesurée en farads (F), bien que, dans la pratique, cette unité soit trop grande. La plupart des condensateurs ont des valeurs exprimées en microfarads ( $\mu\text{F}$ ). Complétez les éléments suivants :

Lorsque la fréquence AC est doublée, la réactance capacitive est de .....



## A propos de ce cours

### Introduction

Le cours est essentiellement pratique. L'équipement Locktronics permet de réaliser facilement et rapidement les opérations suivantes : construire et étudier des circuits électriques. Le résultat final peut ressembler exactement au schéma du circuit, grâce aux symboles imprimés sur chaque support de composant.

### Objectif

Le cours introduit les étudiants à l'utilisation des dispositifs à courant alternatif dans l'électricité automobile. Il le fait à travers une série d'expériences pratiques qui permettent aux étudiants d'unifier le travail théorique avec les compétences pratiques.

### Connaissances préalables

Il est recommandé que les étudiants aient suivi les cours "Questions d'électricité 1" et "Questions d'électricité 2", ou qu'ils aient une connaissance et une expérience équivalentes de la construction de circuits simples et de l'utilisation de multimètres.

### Objectifs d'apprentissage

À l'issue de ce cours, l'étudiant sera en mesure de

- Rappelons que la forme du signal CA délivré par les sources d'énergie CA est dite **sinusoïdale** ;
- définir le terme **période** du signal et savoir qu'elle est mesurée en secondes ;
- définir le terme **fréquence** du signal et savoir qu'elle est mesurée en hertz ;
- être capable d'utiliser la formule :  $\text{Fréquence} = 1 / \text{période}$  ;
- définissent la valeur **efficace** d'un signal alternatif sinusoïdal comme la tension continue équivalente ;
- être capable d'utiliser la formule suivante :  $\text{valeur de crête} = \text{valeur efficace} \times \sqrt{2}$  ;
- reconnaître les symboles d'une diode et d'une DEL, et faire la distinction entre la polarisation directe et la polarisation inverse ;
- Rappelons qu'une diode est conductrice lorsqu'elle est polarisée vers l'avant et qu'elle n'est pas conductrice lorsqu'elle est polarisée vers l'arrière ;
- savent qu'une diode au silicium présente une chute de tension d'environ 0,7 V lorsqu'elle conduit le courant ;
- Rappelons qu'une LED s'allume lorsqu'elle est polarisée vers l'avant avec un courant de  $\sim 10\text{mA}$  et une chute de tension de  $\sim 2\text{V}$  à travers elle ;
- savent qu'une DEL doit être protégée des courants élevés en connectant une résistance en série ;
- définir la **rectification** comme le processus de transformation du courant alternatif en courant continu ;
- savoir que le redressement demi-onde n'utilise qu'une seule diode, mais ne produit un courant continu que pendant la moitié du temps ;
- Rappelez-vous que le redressement demi-onde produit une tension de sortie continue qui est inférieure d'environ 0,7 V à la tension alternative de crête ;
- savoir que le redressement à ondes pleines utilise au moins quatre diodes, mais produit un courant continu tout au long du cycle alternatif ;
- Rappelez-vous que le redressement pleine onde produit une tension de sortie continue qui est inférieure d'environ 1,4 V à la tension alternative de crête ;
- savoir qu'un condensateur de grande valeur connecté à la sortie du redresseur lissera le signal continu produit ;
- être capable de mesurer la tension d'ondulation présente dans une alimentation en courant continu ;
- être capable de relier la taille du condensateur, nécessaire pour produire un lissage, au courant de charge ;
- savoir que l'opposition d'un inducteur aux variations de courant est appelée **réactance inductive** ;
- être capable d'utiliser la formule :  $X_L = 2 \pi f L$  pour calculer la réactance inductive ;
- être capable d'utiliser la formule  $X_L = V / I$ , où V et I sont respectivement la tension et le courant efficaces.
- savoir que l'inductance est mesurée dans une unité appelée henry (H) et que la réactance est mesurée en ohms ;
- savent que l'opposition d'un condensateur à une variation de tension est appelée réactance capacitive ;
- être capable d'utiliser la formule :  $X_C = 1 / (2 \pi f C)$  pour calculer la réactance capacitive ;
- être capable d'utiliser la formule  $X_C = V / I$ , où V et I sont respectivement la tension et le courant efficaces ;
- savoir que la capacité est mesurée en farads (F) ou en microfarads ( $\mu\text{F}$ ) ;
- Sachez que les inducteurs ont généralement une certaine résistance, en raison de la grande longueur du fil utilisé pour leur construction ;

## Ce dont l'étudiant aura besoin :

Pour suivre les cours de principes électriques avancés en courant continu et en courant alternatif, l'étudiant aura besoin des pièces indiquées dans le tableau.

En outre, l'étudiant aura besoin de

- 2 multimètres, capables de mesurer des courants alternatifs dans la gamme de 0 à 20mA, et des tensions alternatives dans la gamme de 0 à 15V. Nous recommandons l'article LK1110.
- 1 générateur de fonctions capable de générer des signaux AC sinusoïdaux avec des fréquences allant jusqu'à 10kHz. Pour cela, nous recommandons la pièce HP8990.
- 1 oscilloscope avec deux traces. Vous avez le choix entre un oscilloscope conventionnel et un oscilloscope sur PC. Pour cela, nous recommandons la pièce LK4679 qui est un oscilloscope conventionnel. Nous recommandons également le HP4679 PICOscope qui est un oscilloscope PC à deux traces de 5MHz, et le HP6730 qui est un oscilloscope plus puissant de 50MHz avec décodage intégré du bus CAN.

Qté	Code	Description
2	LK6209	Interrupteur marche/arrêt (reste en place, bande pivotante latérale)
12	LK5250	Lien de connexion
1	LK5202	Résistance - 1K, 1/4W, 5% (DIN)
1	LK5214	Potentiomètre, 10K (DIN)
1	LK5208	Potentiomètre 250 ohms (DIN)
1	LK6202	Condensateur, 100uF, électrolytique, 16V
1	LK6203	Condensateur, 2 200 uF, électrolytique, 25V
1	LK6205	Condensateur, 1 uF, polyester
1	LK6214R2	Self 47mH
3	LK2347	Ampoule MES, 6V, 0,04A
3	LK5291	Support de douille
1	LK8900	Plinthe 7 x 5 avec piliers de 4 mm
1	LK5266	Pont redresseur (1N4001)
1	LK6205	Condensateur, 1 uF, polyester
1	HP4039	Couvercle pour barquettes en plastique
1	HP5540	Plateau profond
1	HP9564	Plateau fille 62mm
1	HP7750	Insert en mousse du plateau fille Locktronics
1	LK2340	Support d'alimentation en courant alternatif
1	HP2666	Alimentation électrique internationale avec adaptateurs
1	LK8275	Support d'alimentation avec symbole de batterie
2	LK5555	Fil rouge de 2 mm à 4 mm pour porte logique
2	LK5556	Fil noir de 2 mm à 4 mm pour porte logique
1	LK5243	Diode (1N4001) puissance 50V
1	HP6529	BNC mâle vers double borne de 4 mm

## Sources d'énergie :

Les recherches effectuées dans ce module nécessitent deux sources d'alimentation, l'une en courant alternatif et l'autre en courant continu. Ces deux sources sont disponibles sous forme de blocs d'alimentation "plug-top".

Le HP2666 est une alimentation DC réglable offrant des tensions de sortie de 3V, 4.5V, 6V, 7.5V, 9V ou 12V, avec des courants typiques jusqu'à 1A. La tension est modifiée en tournant la molette de sélection située juste au-dessus de la broche de terre jusqu'à ce que la flèche pointe vers la tension requise. (L'instructeur peut décider d'effectuer tout ajustement nécessaire à la tension d'alimentation, ou permettre aux étudiants d'effectuer ces changements).

Le HP3728 est un bloc d'alimentation 12V AC fixe, uniquement pour le Royaume-Uni, qui délivre des courants allant jusqu'à 1A. Elle est connectée au reste du circuit Locktronics par une source de courant alternatif. Notez que n'importe quelle alimentation CA entre 8V et 13V peut être utilisée pour ces expériences.

## Utiliser ce cours :

Il est prévu que la série d'expériences présentées dans ce cours soit intégrée à un enseignement ou à des travaux dirigés en petits groupes qui introduisent la théorie sous-jacente aux travaux pratiques et la renforcent par des exemples écrits, des devoirs et des calculs.

Les feuilles de travail doivent être imprimées / photocopiées / plastifiées, de préférence en couleur, pour l'usage des élèves. Les élèves doivent être encouragés à prendre leurs propres notes et à copier les tableaux de résultats et les sections marquées "Pour mémoire". Il est peu probable qu'ils aient besoin de leur propre copie permanente de chaque feuille de travail.

Chaque feuille de travail comporte

- une introduction au sujet étudié ;
- des instructions étape par étape pour l'enquête qui suit ;
- une section intitulée "Et alors ?", qui vise à rassembler et à résumer les résultats, et à proposer quelques travaux d'approfondissement. Elle vise à encourager le développement d'idées, par la collaboration avec les participants et avec l'instructeur.
- une section intitulée "Pour mémoire", qui peut être copiée et complétée dans les cahiers d'exercices des élèves.

Ce format encourage l'auto-apprentissage, les étudiants travaillant à un rythme adapté à leurs capacités. C'est à l'enseignant de s'assurer que la compréhension des élèves suit le rythme de leur progression dans les fiches de travail. Une façon de le faire est de "signer" chaque feuille de travail, au fur et à mesure que l'élève la remplit, et de discuter brièvement avec lui pour évaluer sa compréhension des idées impliquées dans les exercices qu'elle contient.

## Le temps :

Il faut compter entre sept et neuf heures pour remplir les feuilles de travail.

On s'attend à ce qu'une durée similaire soit nécessaire pour soutenir l'apprentissage qui en résulte.

## Programme de travail

Feuille de travail	Notes pour l'instructeur	Calendrier
1	<p>Il est facile de classer les systèmes électriques automobiles dans la catégorie des systèmes à 12 V CC, alimentés par la batterie au plomb. L'objectif de cette feuille de travail est de montrer que ce système électrique comporte également d'autres aspects et, en particulier, que l'alternateur produit du courant alternatif qui est converti en courant continu, utilisé pour charger l'accumulateur au plomb, le cas échéant, et fournir de l'énergie électrique au système électrique de la voiture. Il cherche à faire la distinction entre le courant continu (CC) et le courant alternatif (CA).</p> <p>En étudiant le courant alternatif, les élèves utiliseront de nouvelles techniques et de nouveaux instruments de mesure. Comme les courants et les tensions alternatifs changent rapidement dans le temps, il est nécessaire de disposer d'un moyen de "geler" leur comportement. Pour ce module, nous utilisons le</p> <p>Un oscilloscope sur PC (essentiellement un oscilloscope à mémoire numérique) pour capturer les tensions alternatives variables, mais n'importe quel type d'oscilloscope peut être utilisé. Nous avons utilisé un oscilloscope PC appelé "Picoscope" et des informations sur son fonctionnement sont données au dos des feuilles de travail.</p> <p>C'est peut-être la première fois que les étudiants utilisent un oscilloscope, ou son équivalent, et cette première investigation peut être considérée comme un exercice d'entraînement. Une feuille d'aide est fournie pour les aider à configurer et à interpréter les traces produites par le Picoscope. Chaque feuille de travail énumère les paramètres recommandés pour l'étude en question.</p> <p>Des exemples de traces sont fournis pour rassurer les étudiants sur la conformité de leurs résultats avec les attentes. En raison de la variabilité des caractéristiques des appareils électroniques produits en masse, les détails précis des tracés obtenus peuvent varier légèrement par rapport aux exemples. Les caractéristiques des blocs d'alimentation varient également, de sorte que les étudiants peuvent obtenir des traces légèrement différentes. Les instructeurs doivent expliquer aux étudiants qu'il faut s'attendre à de telles variations dans le "monde réel".</p> <p>Les étudiants interprètent souvent mal les graphiques tension/temps, qui affichent des signaux de tension. Ils s'attendent à ce que le courant continu soit constant. Un signal continu variable les perturbe. Les instructeurs doivent insister sur le fait que le courant continu signifie que le courant circule toujours dans le même sens dans le circuit. Il ne change jamais de direction. La taille de la tension et du courant peut changer, mais si le flux est toujours dans la même direction, il s'agit d'un courant continu. Les instructeurs doivent souligner que le courant électrique ne change de direction que si le signal traverse l'axe 0V du graphique.</p> <p>L'étude se poursuit par l'introduction des termes période et fréquence pour les signaux à courant alternatif, et par l'énoncé de l'équation qui les relie. Comme pour toutes les relations mathématiques, la pratique permet d'assimiler les idées. Les instructeurs doivent veiller à ce que les étudiants s'exercent suffisamment à calculer des périodes et des fréquences équivalentes.</p> <p>Il est conseillé de rappeler aux étudiants les préfixes courants tels que kilo, milli et micro à ce stade. L'axe du temps des traces de l'oscilloscope sera gradué en millisecondes, par exemple.</p>	25 - 40 minutes

## Programme de travail

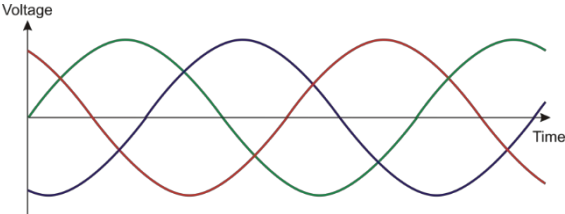
Feuille de travail	Notes pour l'instructeur	Calendrier
2	<p>Cette feuille de travail a pour but de comparer les effets du courant alternatif et du courant continu, et de trouver une quantité qui relie les deux.</p> <p>L'enquête porte sur l'intensité lumineuse produite par deux lampes, l'une alimentée en courant continu, l'autre en courant alternatif. Lorsque les rendements lumineux sont identiques, la puissance fournie par les deux formes d'électricité est comparable.</p> <p>L'une des faiblesses de cette approche réside dans le fait que les ampoules sont des dispositifs produits en série et que, même si elles sont censées être identiques, leurs performances peuvent varier légèrement. C'est pourquoi, dans la première partie de l'étude, les deux ampoules sont connectées en parallèle afin de voir si elles sont bien adaptées l'une à l'autre. Puisqu'elles sont en parallèle, elles ont la même tension entre elles et devraient donc produire des quantités égales de lumière. Les élèves sont invités à changer l'une des ampoules si elles ne correspondent pas. Il est conseillé de disposer d'un certain nombre d'ampoules de rechange au cas où cela se produirait.</p> <p>Un autre problème est la capacité de l'œil humain à comparer la luminosité des deux ampoules. Nous ne pouvons rien faire pour l'influencer et cela reste une source d'erreur probable si les résultats pour "RMS" ne correspondent pas à la théorie. L'analyse de la page 6 présente le terme RMS comme la mesure qui nous permet de comparer les sources d'alimentation en courant alternatif et en courant continu. Il n'y a aucune tentative de justifier ou d'expliquer pourquoi il en est ainsi. Pour ce faire, il faut faire du calcul intégral, ce qui dépasse le cadre de ce cours. De toute façon, il est peu probable qu'un traitement plus complet améliore la compréhension de l'étudiant. Les curieux pourraient être satisfaits en leur disant que "RMS" signifie "root-mean-squared" (moyenne quadratique) et est le résultat de la racine carrée de la moyenne (moyenne) du carré de la tension alternative, prise sur un cycle complet. La tension est "élevée au carré" pour éliminer le signe moins, puisque la tension est négative pendant la moitié du cycle. Cela signifie que l'ampoule s'allume et fournit donc de l'énergie, quel que soit le sens dans lequel le courant la traverse. La tension, et donc le carré de la tension, varie au cours du cycle de courant alternatif, et la moyenne est donc calculée. Comme il s'agit de la moyenne de <math>(\text{tension})^2</math>, il est nécessaire de prendre la racine carrée pour revenir à une tension simple.</p> <p>Le résultat nous donne une mesure qui peut être comparée au DC.</p> <p>Comme dans l'enquête précédente, les élèves reçoivent une formule. Cette fois-ci, elle relie la valeur efficace et la valeur de crête du signal alternatif :</p> $\text{Valeur de crête} = \text{valeur efficace} \times \sqrt{2}$ <p>Là encore, il est conseillé de donner beaucoup d'entraînement à l'application de cette formule, afin de donner confiance à l'enfant.</p>	30 - 45 minuscules



## Programme de travail

Feuille de travail	Notes pour l'instructeur	Tim... ingurgiter
3	<p>La loi d'Ohm semble toujours occuper une place importante dans les cours d'électricité. En réalité, seul un très petit nombre de composants sont susceptibles d'obéir à la loi d'Ohm. Il convient de le préciser, faute de quoi l'importance accordée à cette loi peut donner l'impression trompeuse qu'elle est d'application courante. Ici, les élèves rencontrent un composant qui n'obéit pas à la loi d'Ohm, le diode. Le schéma du montage est inclus dans l'espoir qu'il rende clair le rôle de la résistance variable. Lorsque la loi d'Ohm s'applique, le fait de doubler le courant dans un dispositif double la tension à ses bornes, et ainsi de suite. Les élèves ont besoin d'un moyen de contrôler le courant à travers la diode, et la résistance variable, configurée comme un diviseur de tension, permet de le faire.</p> <p>Le courant traversant la diode est varié et mesuré, et à chaque étape, la tension résultante à travers la diode est mesurée. L'ensemble des résultats obtenus est ensuite exprimé sous la forme d'un graphique. Le comportement de la loi d'Ohm devrait se traduire par un graphique en ligne droite. Ce n'est pas le cas de la diode. Les élèves trouveront à la page 7 un guide sur la forme du graphique obtenu.</p> <p>Les termes "polarisation directe" et "polarisation inverse" sont introduits, mais devront être renforcés par l'instructeur. Le symbole du circuit de la diode aide l'étudiant à identifier la polarisation présente. Le symbole contient une flèche qui indique la direction dans laquelle le courant est autorisé à circuler à travers la diode. Le courant circule du positif vers le négatif. Si le sens du courant correspond à celui de la flèche, la diode est polarisée vers l'avant et le courant circule.</p> <p>Les résultats se rapportent aux diodes et à une forme très courante de diode, la diode électroluminescente (DEL). Ils donnent le résultat généralisé et approximatif que la chute de tension directe pour une diode (de puissance) est de 0,7V et pour une DEL allumée est de 2V.</p>	25 - 40 minutes
4	<p>Les études précédentes se sont concentrées sur la comparaison des effets du courant alternatif et du courant continu. Nous allons maintenant nous intéresser au processus de conversion du courant alternatif en courant continu, appelé redressement. Il existe plusieurs façons de mettre en œuvre le redressement. Nous en étudierons deux, le redressement à demi-onde et le redressement à onde pleine. Le redressement pleine onde fait l'objet d'une fiche de travail.</p> <p>9. Nous examinons ici le redressement à demi-onde.</p> <p>Il faut rappeler aux élèves la signification des graphiques tension/temps. Le courant ne change de direction que lorsque la trace traverse la ligne 0V. S'il ne la croise jamais, le courant est continu, mais pas nécessairement stable.</p> <p>Le redressement demi-onde utilise la conduction unidirectionnelle d'une diode pour garantir que le courant traversant la charge ne s'inverse jamais, c'est-à-dire qu'il est toujours continu. Le circuit de redressement est simple : il suffit d'ajouter une diode en série avec la charge. Cependant, il n'est pas très efficace, car aucun courant ne circule pendant le demi-cycle négatif de l'alimentation en courant alternatif. Un redresseur demi-onde ne redresse que la moitié de la "vague" de courant alternatif. Lorsque cela ne pose pas de problème, il convient d'utiliser le redressement à demi-onde. L'un de ces cas est le simple câble</p> <p>-Chargeur de secours pour batterie acide, où il est admis que le processus de charge prendra un certain temps.</p> <p>Le redresseur demi-onde ne fournit pas un courant continu régulier. Il y a une importante tension d'ondulation (variation de la tension de sortie). Celle-ci peut être considérablement réduite en ajoutant un condensateur de grande valeur en parallèle avec la charge. Pour réduire la taille, il s'agit généralement d'un condensateur électrolytique, et il faut donc veiller à ce qu'il soit connecté dans le bon sens, comme indiqué dans le diagramme de la page 9. Les résultats montrent également que la sortie est inférieure de 0,7V parce que le voltage disponible est partagé entre la diode conductrice et la charge.</p>	25 - 40 minutes

## Programme de travail

Feuille de travail	Notes pour l'instructeur	Le temps de l'action
5	<p>L'étudiant étudie maintenant le redressement pleine onde. Comme son nom l'indique, il utilise les demi-cycles positifs et négatifs de l'alimentation en courant alternatif. Un courant continu peut circuler en permanence dans la charge, ce qui permet une utilisation plus efficace de l'alimentation. Cette amélioration de l'efficacité se fait au prix d'une plus grande complexité des circuits. Au moins quatre diodes sont utilisées pour redresser l'alimentation en courant alternatif.</p> <p>Souvent, les alternateurs automobiles émettent ce que l'on appelle un courant alternatif triphasé, c'est-à-dire trois signaux alternatifs superposés, mais décalés dans le temps. L'alternateur contient trois séries de bobines indépendantes. L'électroaimant rotatif génère un signal CA distinct dans chaque jeu de bobines. Pour plus de détails, voir le module "Moteurs et générateurs". Cette idée est illustrée dans le diagramme suivant.</p>  <p>Dans ce cas, le redressement pleine onde nécessite six diodes. Il est important que les étudiants n'essaient pas d'utiliser deux canaux d'entrée d'oscilloscope pour capturer deux signaux en même temps, à moins qu'ils n'aient une masse commune. Les boîtiers extérieurs des connecteurs BNC sont joints. L'utilisation de deux entrées, connectées à différentes parties d'un circuit, peut court-circuiter ces parties. Cette question est abordée à la page 12, à l'aide d'un schéma de circuit du redresseur à ondes pleines pour rendre le problème plus clair. Cependant, les instructeurs peuvent souhaiter discuter de ce problème avec les étudiants en raison de ses implications plus larges pour l'utilisation des instruments de test.</p>	
6	<p>Notre objectif est de générer un courant continu régulier à partir de l'alternateur. Produire du courant continu n'est pas difficile. Les propriétés des diodes rendent cette opération simple. Le problème est de le lisser.</p> <p>La mesure de la tension d'ondulation donne une indication de la régularité de l'alimentation électrique. Elle est mesurée comme la variation de la tension d'alimentation, mais est souvent exprimée en pourcentage de la tension d'alimentation.</p> <p>Lorsque le courant tiré de l'alimentation augmente, la tension d'ondulation augmente. Plus la capacité du condensateur de lissage est grande, plus la tension d'ondulation est faible. Cette étude explore ces questions en ajoutant de plus en plus de lampes, afin de tirer des courants plus importants du redresseur.</p> <p>En réalité, le condensateur de lissage est choisi pour offrir une tension d'ondulation suffisamment faible pour la demande de courant maximale prévue. Si un lissage plus important est nécessaire, un étage de régulation de tension est ajouté après le redresseur pleine onde.</p> <p>Cette étude porte sur le lissage de la sortie d'un redresseur à onde pleine. La même approche peut être utilisée pour les circuits demi-onde, mais la tâche est encore plus ardue. En gros, la taille du condensateur doit être doublée pour offrir la même tension d'ondulation à partir d'un redresseur semi-onde. Les réglages de la base de temps de l'oscilloscope sont différents dans cette étude afin de montrer l'ondulation de manière plus détaillée.</p>	

## Programme de travail

Feuille de travail	Notes pour l'instructeur	Calendrier
7	<p>L'objectif de l'étude est d'initier l'étudiant aux effets de la réactance inductive. L'alimentation en courant alternatif est remplacée par un générateur de fonctions, de sorte que l'effet de la modification de la fréquence puisse être exploré. Comme les élèves peuvent ne pas être familiarisés avec l'utilisation du générateur de fonctions, l'instructeur doit s'assurer qu'ils savent comment régler la fréquence.</p> <p>Pour ceux qui reprennent les études d'électricité après une pause, c'est l'occasion de revoir les compétences liées à l'utilisation des multimètres pour mesurer le courant et la tension. En particulier, il convient de rappeler aux étudiants que les mesures de tension peuvent être effectuées sans interrompre le circuit, car le multimètre est alors connecté en parallèle avec la résistance étudiée. En revanche, pour mesurer le courant en un point du circuit, il faut interrompre le circuit en ce point et y insérer le multimètre pour compléter le circuit.</p> <p>Les instructeurs doivent savoir que les gammes de courant faible de la plupart des multimètres sont protégées par des fusibles internes. Si un étudiant éprouve des difficultés à obtenir des lectures d'un circuit, il se peut que ce fusible interne ait sauté. Il est utile de disposer de quelques multimètres de rechange et des moyens de changer ces fusibles, afin de simplifier la leçon.</p> <p>Une comparaison est faite entre les résistances, qui s'opposent au courant, et les inductances, qui s'opposent à la variation du courant. L'instructeur peut souhaiter développer ce point et préciser ce que l'on entend par "taux de variation du courant".</p> <p>Les étudiants sont souvent déconcertés par le fait que la réactance soit mesurée en ohms. Il convient de préciser que cela provient de la définition de la réactance inductive et d'une formule qui ressemble à la loi d'Ohm, mais qui n'a rien à voir avec elle. L'opposition causée par les résistances est la résistance. Cependant, l'opposition causée par les inducteurs n'est pas l'inductance, mais la réactance inductive.</p> <p>Ils auront besoin de beaucoup de pratique pour calculer cette valeur à partir de la formule : <math>X_L = 2 \pi f L</math> car ils confondent les termes <math>f</math> et <math>L</math> et ont des difficultés à convertir les multiplicateurs tels que le "milli" souvent utilisé avec l'inductance.</p>	30 - 45 minuscules
8	<p>Il s'agit de la feuille de travail d'introduction aux condensateurs, équivalente à la feuille de travail 7.</p> <p>Il est important que les élèves comprennent que les inducteurs et les condensateurs sont en fait des images inversées l'une de l'autre. Le premier crée un champ magnétique, le second un champ électrique. Le premier a un courant qui augmente lentement une fois qu'une tension lui est appliquée. Le second est traversé par une tension qui augmente lentement lorsqu'un courant circule dans le circuit. Les inducteurs s'opposent à un changement de courant, les condensateurs à un changement de tension. Cette opposition augmente avec la fréquence dans les inducteurs, mais diminue avec la fréquence dans les condensateurs.</p> <p>Comme nous l'avons souligné plus haut, la différence entre la réactance et, dans le cas présent, la capacité, fait l'objet d'une confusion généralisée parmi les étudiants. L'opposition causée par les résistances est la résistance. Cependant, l'opposition causée par les condensateurs n'est pas leur capacité, mais leur réactance capacitive.</p> <p>Ils auront besoin de beaucoup de pratique pour calculer cela à partir de la formule :</p> <p><math>X_C = 1 / 2 \pi f C</math> car il leur est difficile de convertir des multiplicateurs tels que "micro" et "nano".</p>	30 - 45 minuscules

# Utilisation du Picoscope



Le Picoscope utilise les mêmes commandes qu'un oscilloscope :

## Base temporelle :

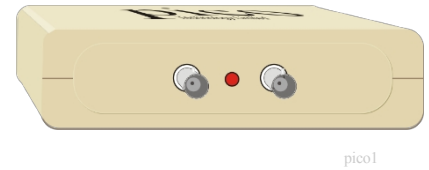
- contrôle l'échelle sur l'axe du temps (horizontal) ;
- étale la trace horizontalement si un nombre inférieur est utilisé. Sensibilité à la tension :

- contrôle l'échelle sur l'axe de tension (vertical) ;
- étale la trace verticalement si un nombre inférieur est utilisé.

## AC ou DC :

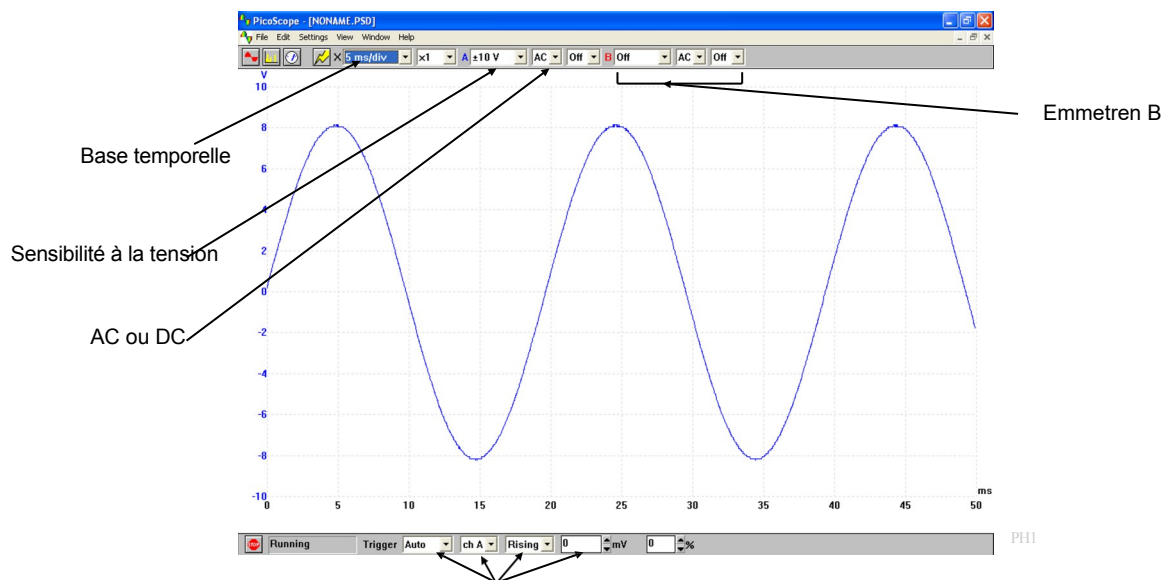
- ne montre que les tensions variables si l'on choisit AC (donc centre la trace sur 0V verticalement) ;
- indique les niveaux de tension réels si l'on choisit le courant continu. Déclencheur :
- examine le signal sélectionné pour décider du moment où il faut passer à la trace suivante ;
- attend que ce signal atteigne le niveau de tension sélectionné avant de démarrer ;
- peut se faire lorsqu'un signal ascendant ou descendant atteint ce niveau de tension. Stop / Go :

- **Stop** indique que la trace est "gelée" (c'est-à-dire qu'elle montre un événement stocké).
- La mention "Go" indique que la trace montre les événements en temps réel ;
- Cliquez sur la case pour passer de l'un à l'autre.



pico1

Les paramètres sont sélectionnés à l'écran à l'aide des cases déroulantes prévues à cet effet.



Dans cette trace :

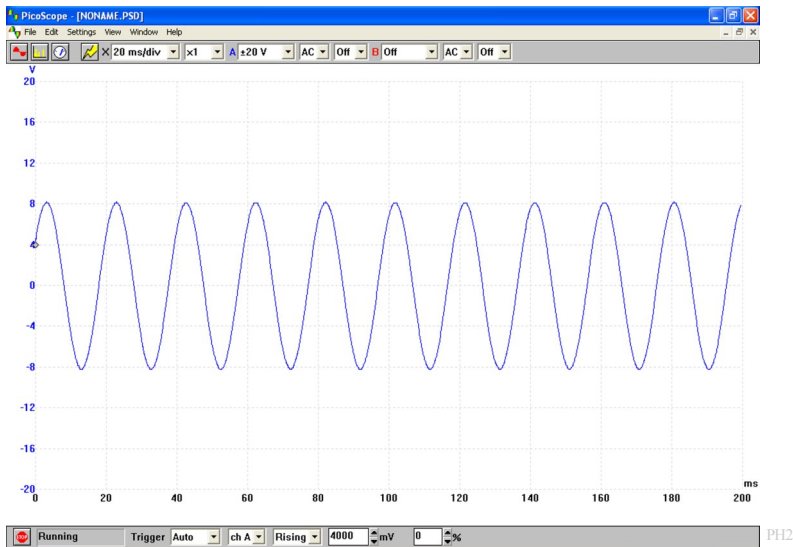
Déclenchement - quand / comment la trace démarre

Timebase = 5 ms/div, de sorte que l'échelle de temps (axe horizontal) est marquée par des divisions de 5 ms.

Sensibilité à la tension = ±10 V, de sorte que la plage de tension maximale possible (axe vertical) est de +10 V à -10 V. Déclenchement - Auto - ce qui permet d'afficher tout changement dans le signal au fur et à mesure qu'il se produit ;

- Ch A - regarde le signal sur le canal pour décider quand démarrer la trace ;
- Rising - attend qu'une tension croissante atteigne le seuil ;
- Seuil - 0 mV - démarre la trace lorsque le signal sur le canal A passe par 0V.

**Plus de traces Picoscope pour le même signal :**



Dans cette trace :

**Base de temps = 20ms/**

div,

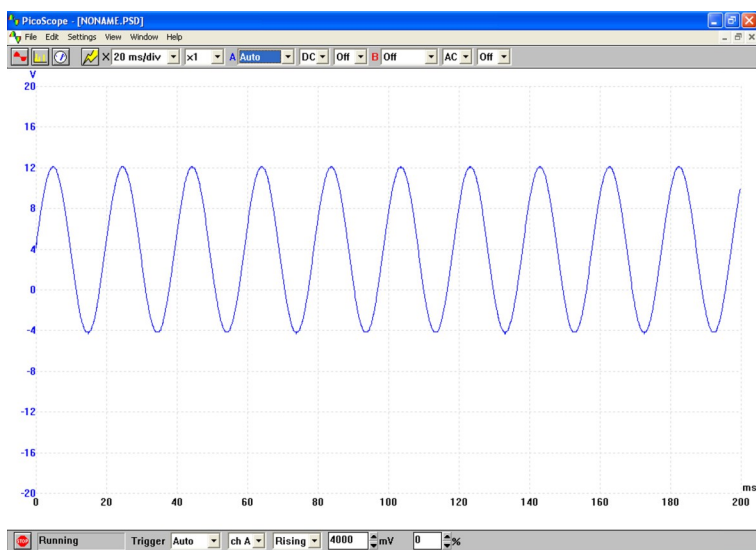
- l'échelle de temps (axe horizontal) est divisée en 20 ms ;
- la trace est "écrasée" horizontalement, mais montre une durée plus longue.

**Sensibilité à la tension = ±20 V,**

- la plage de tension maximale possible (axe vertical) est de +20V à -20V ;
- la trace est "écrasée" verticalement, mais montre une plus grande plage de tension possible.

**Déclenchement** - maintenant 4000 mV, et donc la trace ne commence pas avant que le signal sur le canal A n'atteigne 4000 mV.

(4V)



Dans cette trace :

les paramètres sont identiques, sauf que l'option DC est choisie. La trace est PH3 révèle que, dans l'ad- maintenant

n plus du signal alternatif, il y a une composante continue constante de +4V. La trace est centrée verticalement sur 4V, et non sur 0V. La composante CA la fait osciller de ±8V, c'est-à-dire entre -4V et +12V.



# Contrôle des versions



**01 04 2010**

Première version publiée

**08 06 2010**

Nombreuses **pages** Modificationssuite à l'examen

externe. 03 08 23 Reformaté dans un nouveau style

## **A propos de ce document :**

Code : LK8392

Développé pour le code produit LK8222 - Principes du courant alternatif pour les techniciens automobiles