



2023

5. Courant alternatif (AC) et courant continu (DC)

R2 : Guide SCRAPY

Numéro de projet: **2021-1-FR01-KA220-SCH-000031617**



Le soutien de la Commission européenne à la production de cette publication ne constitue pas une approbation du contenu, qui reflète uniquement les points de vue des auteurs, et la Commission ne peut être tenue responsable de toute utilisation qui pourrait être faite des informations contenues dans ce document.



Co-funded by
the European Union

ECAM EPMI
30/04/2023

Table des matières

1. Introduction	2
2 Courant alternatif (AC)	2
2.1 Formes d'onde	3
2.2 Description d'une onde sinusoïdale	4
2.3 Demandes	6
3. Courant continu (DC)	6
3.1 Description du CD	7
3.2 Demandes	7
4. Bataille des courants	8
4.1 Campagne de dénigrement d'Edison	9
4.2 L'essor du courant alternatif	10
4.3 Courant continu haute tension (HVDC)	10
5. Conclusion	10

1. Introduction

AC et DC décrivent les types de flux de courant dans un circuit. En courant continu (DC), la charge électrique (courant) ne circule que dans un seul sens. La charge électrique en courant alternatif (AC), en revanche, change périodiquement de direction. La tension dans les circuits alternatifs s'inverse également périodiquement car le courant change de direction.

La plupart des appareils électroniques numériques que vous construirez utiliseront le courant continu. Cependant, il est important de comprendre certains concepts de la climatisation. La plupart des maisons sont câblées pour le courant alternatif.

Ce que vous apprendrez :

- L'histoire derrière AC et DC
- Différentes façons de générer du courant alternatif et continu

Quelques exemples d'applications AC et DC

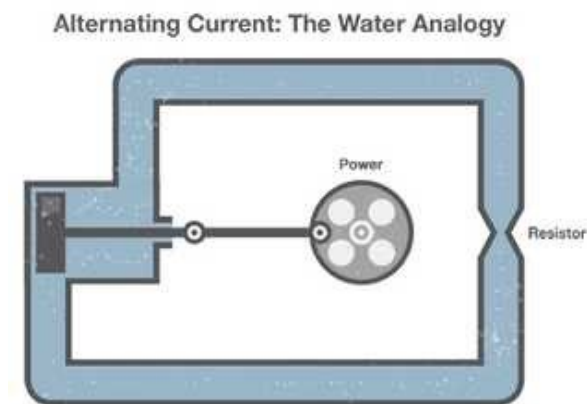
2 Courant alternatif (AC)

Le courant alternatif décrit le flux de charge qui change périodiquement de direction. En conséquence, le niveau de tension s'inverse également avec le courant. Le courant alternatif est utilisé pour alimenter en électricité les maisons, les immeubles de bureaux, etc.

Générer du courant alternatif

Le courant alternatif peut être produit à l'aide d'un appareil appelé alternateur. Cet appareil est un type spécial de générateur électrique conçu pour produire du courant alternatif.

Une boucle de fil est tournée à l'intérieur d'un champ magnétique, ce qui induit un courant le long du fil. La rotation du fil peut provenir de plusieurs moyens : une éolienne, une turbine à vapeur, de l'eau qui coule, etc. Étant donné que le fil tourne et entre périodiquement dans une polarité magnétique différente, la tension et le courant alternent sur le fil.

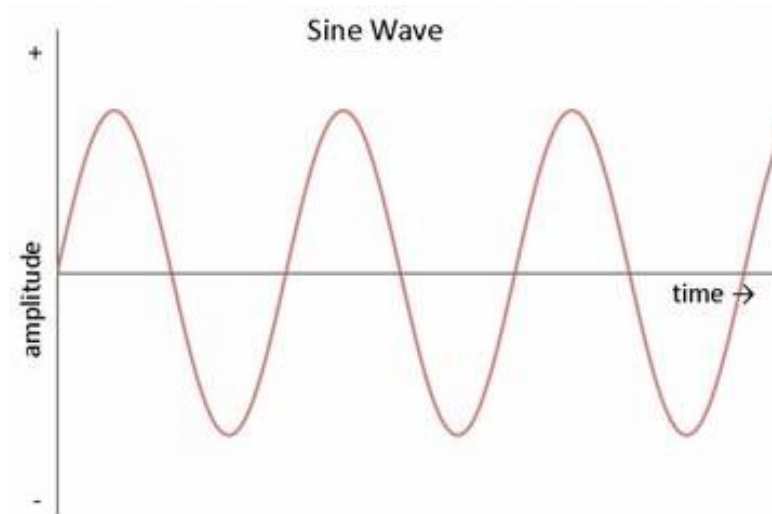


Courant alternatif

Pour générer du courant alternatif dans un ensemble de conduites d'eau, nous connectons une manivelle mécanique à un piston qui déplace l'eau dans les conduites d'avant en arrière (notre courant « alternatif »). Notez que la section pincée du tuyau offre toujours une résistance à l'écoulement de l'eau, quelle que soit la direction de l'écoulement.

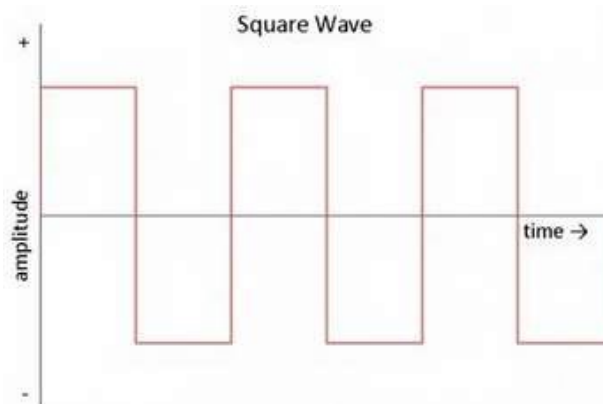
2.1 Formes d'onde

Le courant alternatif peut prendre plusieurs formes, à condition que la tension et le courant soient alternés. Si nous connectons un oscilloscope à un circuit alternatif et traçons sa tension au fil du temps, nous pourrions voir plusieurs formes d'onde différentes. Le type de courant alternatif le plus courant est l'onde sinusoïdale. Le courant alternatif dans la plupart des maisons et des bureaux a une tension oscillante qui produit une onde sinusoïdale.



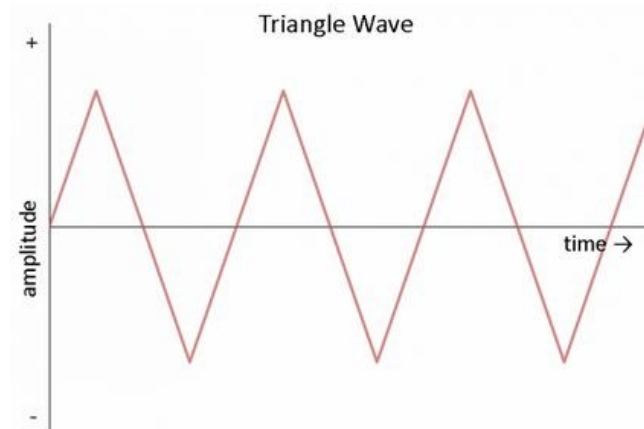
Onde sinusoïdale

D'autres formes courantes de courant alternatif incluent l'onde carrée et l'onde triangulaire :



Vague carrée

Les ondes carrées sont souvent utilisées dans l'électronique numérique et à commutation pour tester leur fonctionnement.



Vague triangulaire

Les ondes triangulaires se trouvent dans la synthèse sonore et sont utiles pour tester l'électronique linéaire comme les amplificateurs.

2.2 Description d'une onde sinusoïdale

Nous souhaitons souvent décrire une forme d'onde CA en termes mathématiques. Pour cet exemple, nous utiliserons l'onde sinusoïdale commune. Une onde sinusoïdale comporte trois parties : l'amplitude, la fréquence et la phase.

En regardant uniquement la tension, nous pouvons décrire une onde sinusoïdale comme la fonction mathématique :

$$V(t) = V_P \sin(2\pi ft + \phi)$$

Vermont est notre tension en fonction du temps, ce qui signifie que notre tension change avec le temps. L'équation à droite du signe égal décrit l'évolution de la tension au fil du temps.

V_P est l'amplitude. Ceci décrit la tension maximale que notre onde sinusoïdale peut atteindre dans les deux sens, ce qui signifie que notre tension peut être de +V_P.volts, -V_P.volts, ou quelque part entre les deux.

La fonction sin() indique que notre tension sera sous la forme d'une onde sinusoïdale périodique, qui est une oscillation douce autour de 0V.

2π est une constante qui convertit la fréquence des cycles (en hertz) en fréquence angulaire (radians par seconde).

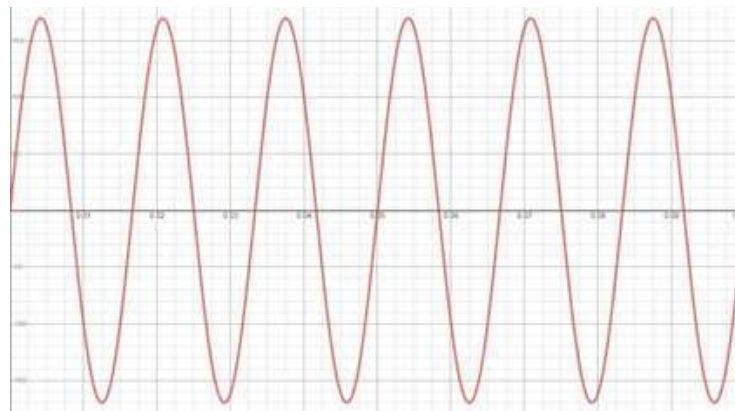
f décrit la fréquence de l'onde sinusoïdale. Ceci est donné sous la forme d'un hertz ou d'unités par seconde. La fréquence indique combien de fois une forme d'onde particulière (dans ce cas, un cycle de notre onde sinusoïdale - une montée et une descente) se produit en une seconde.

test notre variable indépendante : le temps (mesuré en secondes). À mesure que le temps varie, notre forme d'onde varie.

ϕ décrit la phase de l'onde sinusoïdale. La phase est une mesure du décalage temporel de la forme d'onde. Il est souvent donné sous forme de nombre compris entre 0 et 360 et mesuré en degrés. En raison de la nature périodique de l'onde sinusoïdale, si la forme d'onde est décalée de 360° , elle redevient la même forme d'onde que si elle était décalée de 0° . Par souci de simplicité, nous supposons que la phase est à 0° pour la suite de ce tutoriel. Nous pouvons nous tourner vers notre fidèle point de vente pour un bon exemple du fonctionnement d'une forme d'onde CA. Aux États-Unis, l'alimentation électrique fournie à nos maisons est du courant alternatif avec environ 170 V zéro à crête (amplitude) et 60 Hz (fréquence). Nous pouvons insérer ces nombres dans notre formule pour obtenir l'équation (rappelez-vous que nous supposons que notre phase est 0) :

$$V(t) = 170 \sin(2\pi 60t)$$

Nous pouvons utiliser notre calculatrice graphique pratique pour représenter graphiquement cette équation. Si aucune calculatrice graphique n'est disponible, nous pouvons utiliser un programme graphique en ligne gratuit comme [Desmos](#) (Notez que vous devrez peut-être utiliser « y » au lieu de « v » dans l'équation pour voir le graphique).



Le graphique de l'équation

Notez que, comme nous l'avons prédit, la tension monte périodiquement jusqu'à 170 V et descend jusqu'à -170 V. De plus, 60 cycles d'onde sinusoïdale se produisent chaque seconde. Si nous devions mesurer la tension dans nos prises avec un oscilloscope, voici ce que nous verrions (ATTENTION : n'essayez pas de mesurer la tension dans une prise avec un oscilloscope ! Cela endommagerait l'équipement).

NOTE: Vous avez peut-être entendu dire que la tension alternative aux États-Unis est de 120 V. C'est également exact. Comment? Lorsqu'on parle de courant alternatif (puisque la tension change constamment), il est souvent plus facile d'utiliser une moyenne. Pour ce faire, nous utilisons une méthode appelée "[La moyenne quadratique](#)." (RMS). Il est souvent utile d'utiliser la valeur RMS pour AC lorsque vous souhaitez calculer Puissance électrique. Même si, dans

notre exemple, nous avons une tension variant de -170 V à 170 V , la moyenne quadratique est de 120 V RMS .

2.3 Demandes

Les prises de courant à la maison et au bureau sont toujours AC. En effet, il est facile de générer et de transporter du courant alternatif sur de longues distances. Aux hautes tensions (supérieures à 110 kV), moins d'énergie est perdue lors du transport de l'énergie électrique. Des tensions plus élevées signifient des courants plus faibles et des courants plus faibles signifient moins de chaleur générée dans la ligne électrique en raison de la résistance. Le courant alternatif peut être facilement converti vers et depuis des tensions élevées à l'aide de transformateurs.

Le courant alternatif est également capable d'alimenter des moteurs électriques. Les moteurs et les générateurs sont les mêmes appareils, mais les moteurs convertissent l'énergie électrique en énergie mécanique (si l'arbre d'un moteur tourne, une tension est générée aux bornes !). Ceci est utile pour de nombreux gros appareils électroménagers comme les lave-vaisselle, les réfrigérateurs, etc., qui fonctionnent au courant alternatif.

3. Courant continu (DC)

Le courant continu est un peu plus facile à comprendre que le courant alternatif. Plutôt que d'osciller d'avant en arrière, le courant continu fournit une tension ou un courant constant.

Générer du courant continu

Le DC peut être généré de plusieurs manières :

- Un générateur AC équipé d'un dispositif appelé « commutateur » peut produire du courant continu
- Utilisation d'un appareil appelé « redresseur » qui convertit le courant alternatif en courant continu
- Les batteries fournissent du courant continu, généré par une réaction chimique à l'intérieur de la batterie.

En reprenant notre analogie avec l'eau, le courant continu est semblable à un réservoir d'eau avec un tuyau à son extrémité.



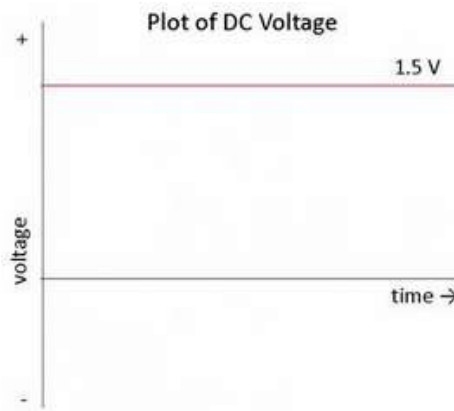
Analogie de l'eau

Le réservoir ne peut pousser l'eau que dans un seul sens : par le tuyau. Semblable à notre batterie produisant du courant continu, une fois le réservoir vide, l'eau ne circule plus dans les tuyaux.

3.1 Description du CD

Le courant continu est défini comme le flux de courant « unidirectionnel » ; le courant ne circule que dans un seul sens. La tension et le courant peuvent varier dans le temps tant que la direction du flux ne change pas. Pour simplifier les choses, nous supposons que la tension est une constante. Par exemple, nous supposons qu'une pile AA fournit 1,5 V, ce qui peut être décrit en termes mathématiques comme suit :

Si nous traçons cela au fil du temps, nous voyons une tension constante :

$$V(t) = 1.5V$$


L'intrigue de la tension continue

Qu'est-ce que cela signifie? Cela signifie que nous pouvons compter sur la plupart des sources DC pour fournir une tension constante dans le temps. En réalité, une batterie perdra lentement sa charge, ce qui signifie que la tension chutera à mesure que la batterie est utilisée. Dans la plupart des cas, nous pouvons supposer que la tension est constante.

3.2 Demandes

Tous les projets et pièces électroniques en vente sur SparkFun fonctionnent sur DC. Tout ce qui fonctionne avec une batterie se branche au mur avec un adaptateur pour courant alternatif, ou utilise un câble USB pour l'alimentation en courant continu. Voici des exemples d'électronique CC :

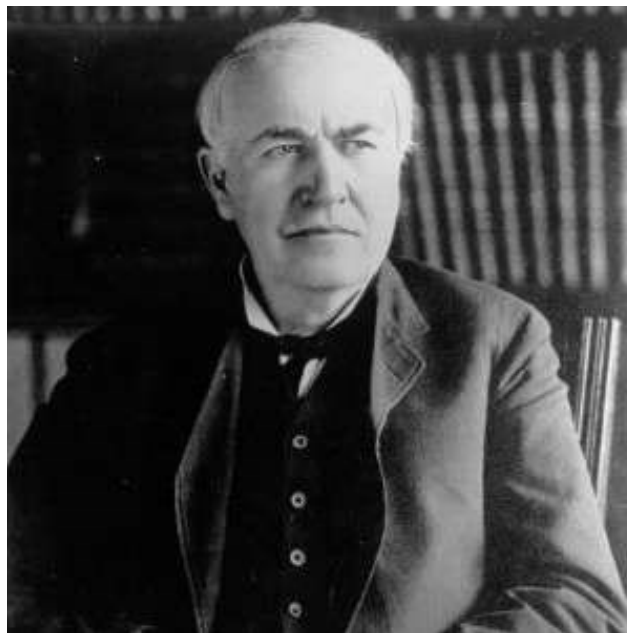
- Téléphones portables
- Le basé sur LilyPadGantelet de dés D&D
- Téléviseurs à écran plat (le courant alternatif entre dans le téléviseur, qui est converti en courant continu)
- Lampes de poche
- Véhicules hybrides et électriques

4. Bataille des courants

Chaque maison et entreprise est câblée pour le courant alternatif. Toutefois, cette décision n'a pas été prise du jour au lendemain. À la fin des années 1880, diverses inventions aux États-Unis et en Europe ont conduit à une bataille à grande échelle entre la distribution du courant alternatif et celle du courant continu.

En 1886, Ganz Works, une entreprise d'électricité située à Budapest, a électrifié tout Rome au courant alternatif. Thomas Edison, quant à lui, avait construit 121 centrales électriques à courant continu aux États-Unis en 1887. Un tournant dans la bataille survint lorsque George Westinghouse, un célèbre industriel de Pittsburgh, acheta l'année suivante les brevets de Nikola Tesla pour les moteurs à courant alternatif et les transmissions. .

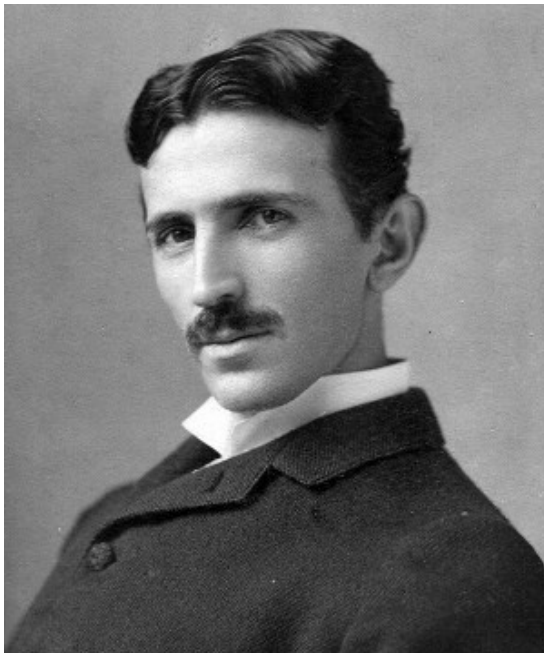
CA contre CC



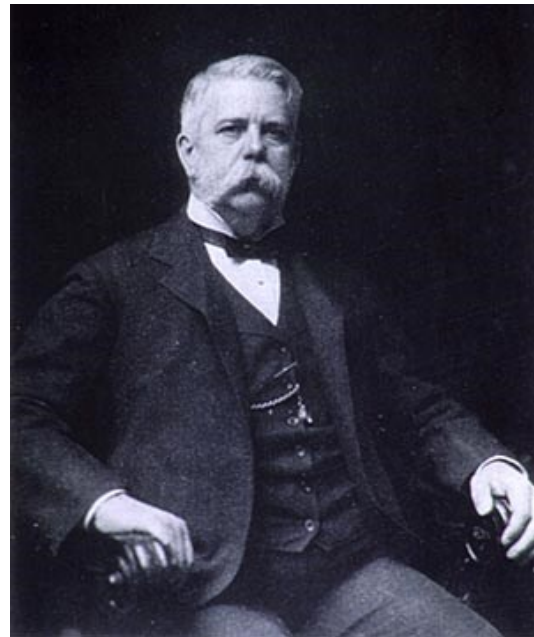
Thomas Edison (Image fournie par biography.com)

À la fin des années 1800, le courant continu ne pouvait pas être facilement converti en haute tension. En conséquence, Edison a proposé un système de petites centrales électriques locales qui alimenteraient des quartiers individuels ou des sections de la ville. L'alimentation était distribuée à l'aide de trois fils provenant de la centrale électrique : +110 volts, 0 volt et -110 volts. Les lumières et les moteurs peuvent être connectés entre la prise +110 V ou 110 V et 0 V (neutre). 110 V permettait une certaine chute de tension entre l'installation et la charge (maison, bureau, etc.).

Même si la chute de tension aux bornes des lignes électriques a été prise en compte, les centrales électriques doivent être situées à moins d'un kilomètre de l'utilisateur final. Cette limitation rendait la distribution d'électricité dans les zones rurales extrêmement difficile, voire impossible.



Nicolas Tesla
(Image gracieuseté de wikipedia.org)



Georges Westinghouse
(Image gracieuseté de pbs.org)

Grâce aux brevets de Tesla, Westinghouse a travaillé pour perfectionner le système de distribution de courant alternatif. Les transformateurs constituaient une méthode peu coûteuse pour augmenter la tension du courant alternatif jusqu'à plusieurs milliers de volts et la ramener à des niveaux utilisables. À des tensions plus élevées, la même puissance pouvait être transmise avec un courant beaucoup plus faible, ce qui signifiait moins de perte de puissance due à la résistance des fils. En conséquence, les grandes centrales électriques pourraient être situées à des kilomètres et desservir un plus grand nombre de personnes et de bâtiments.

4.1 Campagne de dénigrement d'Edison

Au cours des années suivantes, Edison a mené une campagne visant à décourager fortement l'utilisation du courant alternatif aux États-Unis, notamment en faisant pression sur les législatures des États et en diffusant de la désinformation sur le courant alternatif. Edison a également ordonné à plusieurs techniciens d'électrocuter publiquement des animaux avec du courant alternatif pour tenter de montrer que le courant alternatif était plus dangereux que le courant continu. Pour tenter de démontrer ces dangers, Harold P. Brown et Arthur Kennelly, employés d'Edison, ont conçu la première chaise électrique pour l'État de New York utilisant le courant alternatif.

4.2 L'essor du courant alternatif

En 1891, l'Exposition électrotechnique internationale s'est tenue à Francfort, en Allemagne, et a présenté la première transmission longue distance de courant alternatif triphasé, qui alimentait les lumières et les moteurs de l'exposition. Plusieurs représentants de ce qui allait devenir General Electric étaient présents et ont ensuite été impressionnés par l'exposition. L'année suivante, General Electric se forme et commence à investir dans la technologie AC.

Westinghouse a remporté un contrat en 1893 pour construire un barrage hydroélectrique afin d'exploiter l'énergie des chutes du Niagara et de transmettre le courant alternatif à Buffalo, dans l'État de New York. Le projet a été achevé le 16 novembre 1896 et le courant alternatif a commencé à alimenter les industries de Buffalo. Cette étape marque le déclin du DC aux États-Unis. Alors que l'Europe adopterait une norme CA de 220-240 volts à 50 Hz, la norme en Amérique du Nord deviendrait 120 volts à 60 Hz.

4.3 Courant continu haute tension (HVDC)

L'ingénieur suisse René Thury a utilisé une série de moteurs-générateurs pour créer un système CC haute tension dans les années 1880, qui pouvait être utilisé pour transmettre de l'énergie CC sur de longues distances. Cependant, en raison du coût élevé et de la maintenance des systèmes Thury, le HVDC n'a jamais été adopté avant un siècle.

Avec l'invention de l'électronique à semi-conducteurs dans les années 1970, la transformation économique entre le courant alternatif et le courant continu est devenue possible. Des équipements spécialisés pourraient être utilisés pour générer du courant continu haute tension (certains atteignant 800 kV). Certaines parties de l'Europe ont commencé à utiliser des lignes HVDC pour relier électriquement divers pays.

Les lignes HVDC subissent moins de pertes que les lignes AC équivalentes sur des distances extrêmement longues. De plus, le HVDC permet de connecter différents systèmes AC (par exemple, 50 Hz et 60 Hz). Malgré leurs avantages, les systèmes HVDC sont plus coûteux et moins fiables que les systèmes AC courants.

En fin de compte, Edison, Tesla et Westinghouse pourraient voir leurs souhaits se réaliser. AC et DC peuvent coexister et chacun sert un objectif.

5. Conclusion

Vous devriez maintenant avoir une bonne compréhension des différences entre AC et DC. Le courant alternatif est plus facile à transformer entre les niveaux de tension, ce qui rend la transmission haute tension plus réalisable. Le courant continu, en revanche, se retrouve dans tous les appareils électroniques. Il faut savoir que les deux ne font pas très bon mélange et qu'il vous faudra transformer le AC en DC si vous souhaitez brancher la plupart des appareils électroniques sur une prise murale. Avec cette compréhension, vous devriez être prêt à aborder des circuits et des concepts plus complexes, même s'ils contiennent du courant alternatif.