

# démarrer en électronique (5)

...est moins difficile qu'on ne l'imagine !

Dans l'épisode précédent de cette série d'articles, nous avons examiné le circuit en H et remarqué qu'il est préférable de ne pas ou pas toujours négliger la résistance des conducteurs dans le monde réel. Il est temps de se pencher sur le courant alternatif.

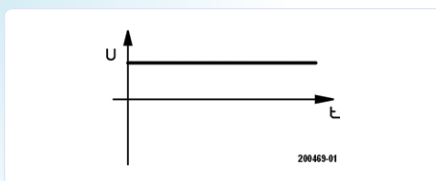


Figure 1. Tension continue.

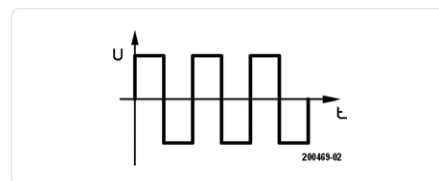


Figure 2. Tension alternative (ici en forme de rectangle).

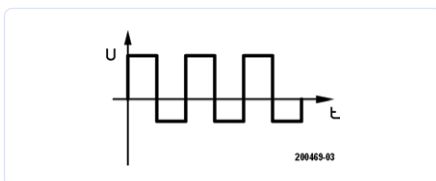


Figure 3. Une tension alternative superposée à une tension continue.

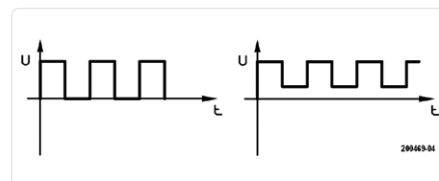


Figure 4. Tension continue pulsée.

## Ont contribué à cet article :

Idée et illustrations : **Michel Ebner**

Rédaction : **Eric Bogers**

Traduction : **Alice Coper**

Maquette : **Giel Dols**

Tous les exemples et calculs des épisodes précédents de cette série d'articles étaient basés sur une *tension continue*. Les choses se corsent avec une *tension alternative*. Un amplificateur audio, par exemple, n'amplifie que des tensions alternatives.

Tout le monde sait qu'une pile délivre une tension dont la polarité ne change pas, c'est une tension continue. L'*amplitude* de cette tension peut changer, elle diminue jusqu'à ce que la batterie soit entièrement déchargée, mais la *polarité* ne change pas. La **figure 1** montre un exemple de tension continue.

Avec une tension alternative, en revanche, la polarité change périodiquement. L'amplitude de la tension peut changer aussi (voir ci-dessous), mais pas forcément, comme le montre la **figure 2**. C'est une onde carrée, une tension alternative, mais ce n'est pas son niveau qui change, seulement sa polarité. La valeur *moyenne* de cette tension alternative, considérée sur une période plus longue, est égale à zéro. Il s'agit alors d'une tension purement alternative.

Il est concevable que la valeur *moyenne* d'une tension alternative ne soit pas nulle, bien que la polarité change sans cesse. Dans ce cas, nous avons une tension alternative *superposée* à une tension continue, en d'autres termes, la tension en question est la *somme* d'une tension alternative pure et d'une composante continue (**fig. 3**).

La **figure 4** montre une situation similaire, à un gros détail près. Le niveau change périodiquement, mais la polarité reste la même. C'est une tension continue dite *pulsée*.

## Durée et fréquence de la période

La durée d'une période *complète* d'une tension alternative est appelée la durée de la période *T* de cette tension alternative et est donnée en secondes. La réciproque de cette durée de période est la fréquence *f*, exprimée en hertz (Hz) :

$$f = \frac{1}{T}$$

En Europe, la fréquence du réseau est de 50 Hz (60 Hz outre-atlantique). La durée de la période de la fréquence du réseau de 50 Hz est

$$T = \frac{1}{f} = \frac{1}{50\text{Hz}} = 0,02\text{s} = 20\text{ms}$$

## Tension alternative sinusoïdale

La tension alternative qui nous intéresse le plus est la tension alternative sinusoïdale (fig. 5). L'évolution dans le temps de cette tension est déterminée par la formule :

$$U(t) = U_{top} \cdot \sin\left(\frac{2 \cdot \pi \cdot t}{T}\right) = U_{top} \cdot \sin(2 \cdot \pi \cdot f \cdot t) = U_{top} \cdot \sin(\omega \cdot t)$$

La valeur la plus élevée atteinte par une tension alternative est appelée **valeur de crête**. Vous ne serez pas non plus surpris d'apprendre qu'une tension alternative qui n'atteint sa valeur de crête que **périodiquement** est moins **efficace** (c'est-à-dire qu'elle ne pourra pas développer autant de puissance) qu'une tension **continue** ayant la même valeur de crête. C'est pour pouvoir comparer le courant continu au courant alternatif que l'on a forgé la notion de **valeur efficace** :

*La valeur efficace d'une tension alternative correspond à la valeur efficace de la tension continue, qui libère dans une résistance ohmique la même quantité de chaleur que la tension alternative correspondante.*

Ainsi, une ampoule brille-t-elle autant avec une tension continue de 12 V qu'avec une tension alternative de 12 V<sub>eff</sub>. Remarque : lorsque la valeur d'une tension alternative est donnée, il s'agit toujours de la valeur efficace, sauf indication contraire explicite.

À ce stade, nous pourrions solliciter votre amour des mathématiques pour administrer la preuve de cette correspondance. Dans le cadre de cet article, nous nous contenterons d'affirmer qu'il existe la relation suivante entre la valeur de crête et la valeur efficace d'une tension alternative sinusoïdale, que vous devrez croire sur parole :

$$U_{top} = U_{eff} \cdot \sqrt{2}$$

Nous voici armés pour calculer une tension alternative bien connue de tous depuis longtemps : la tension alternative de 230 V du réseau électrique. Nous connaissons sa valeur efficace, mais quelle est donc sa valeur de crête (*crest factor CF*) ?

$$U_{top} = U_{eff} \cdot \sqrt{2} = 230 V \cdot 1,41 = 324,3 V$$

## Facteur de crête

Une dernière explication avant de laisser la théorie pour nous concentrer sur la pratique de l'électronique. Le rapport entre valeur de crête et valeur efficace d'une tension alternative est appelé **facteur de crête** :

$$CF = \frac{U_{top}}{U_{eff}}$$

Pour une tension carrée (fig. 2), le facteur de crête est de 1. Pour une tension d'onde sinusoïdale, il est de  $\sqrt{2}$ . Pour un signal triangulaire, de  $\sqrt{3}$ . Il convient de mentionner que le facteur de crête pour un signal de bruit est infini, puisque plus le bruit est « aléatoire », plus le facteur de crête est élevé. Il est peu probable que vous ayez un jour besoin de cela, mais ne vaut-il pas mieux le savoir que l'ignorer ?

## Entre théorie et pratique...

Entre théorie et pratique, il y a les schémas et les liste de composants ! On ne construit pas un circuit électronique en vidant sur la table une boîte de composants pour les assembler ensuite au hasard. Au contraire, vous réfléchissez soigneusement à ce que vous voulez, puis vous faites sur papier un schéma de ce qui pourrait devenir le circuit final. Vous l'essayez d'abord sur une carte d'expérimentation, et après avoir apporté les améliorations nécessaires, vous finissez par arriver au schéma final.

À partir de ce schéma, vous dessinez les pistes d'un circuit imprimé, avec son plan d'implantation des composants. Il existe différentes variantes de modes de câblage des composants pour arriver à un circuit final qui marche.

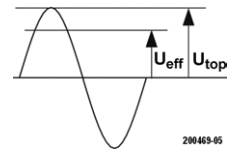


Figure 5. Une période complète d'une tension alternative sinusoïdale.

La liste des composants est indispensable, notamment pour réunir tous les composants requis, soit qu'ils proviennent de vos réserves, soit que vous les commandiez.

Si vous parcourez cette édition (ou toute autre) du magazine Elektor, vous trouverez de nombreux exemples de schémas, de dessins de circuits imprimés, de listes de composants, etc. Si vous souhaitez vous faire une idée complète de ce qu'implique la réalisation d'un produit électronique destiné à la vente, je vous renvoie à l'excellente série d'articles *bureau d'études - zone D — De l'idée au produit* de Clemens Valens, dont le premier épisode avait été publié dans le numéro de septembre/octobre 2019 d'Elektor. La série se termine dans cette édition.

Dans notre prochain article, nous reviendrons sur les éléments tangibles dont vous aurez à vous occuper en pratique. ◀

200469-04

La série d'articles *démarrer en électronique* est basée sur le livre « *Basic Course Electronics* » de Michael Ebner, publié par Elektor.

## Votre avis, s'il vous plaît ...

Vous pouvez adresser vos questions ou vos commentaires à l'auteur de cet article par courriel : [redaction@elektor.fr](mailto:redaction@elektor.fr)



## DANS L'E-CHOPPE D'ELEKTOR

- **Basic Electronics for Beginners (PDF)**  
[www.elektor.fr/basic-electronics-for-beginners-e-book](http://www.elektor.fr/basic-electronics-for-beginners-e-book)
- **L'électronique pour les débutants**  
[www.elektor.fr/l-electronique-pour-les-debutants](http://www.elektor.fr/l-electronique-pour-les-debutants)

