

# démarrer en électronique... (15)

## multiplication de tensions



Eric Bogers (Elektor)

Nous avons terminé l'épisode précédent par un circuit redresseur simple que nous avons utilisé pour générer une tension d'alimentation symétrique (c'est-à-dire tension positive et négative égales). Une propriété intéressante de ce circuit est que nous pouvons également l'utiliser comme doubleur de tension.

Dans la **figure 1**, nous rappelons le schéma du redresseur qui génère une tension d'alimentation symétrique. Une tension positive apparaîtra aux bornes de la résistance en haut et une tension négative de même amplitude apparaîtra aux bornes de celle en bas — mesurées par rapport au nœud commun de ces deux résistances. Bien entendu, cela s'avère extrêmement utile si nous devons (par exemple) alimenter deux amplificateurs opérationnels. Mais attendez un peu ! Nous ne sommes pas obligés d'utiliser le nœud qui relie ces deux résistances comme une connexion commune ! Si nous ne le faisons pas, alors nous obtenons environ le double de la tension du transformateur aux bornes des deux résistances. Ce circuit est donc un doubleur de tension.

Réorganisons un peu les composants du circuit de la **figure 1** — voir **figure 2**. Il s'agit également d'un doubleur de tension. Pendant les demi-périodes négatives de la tension alternative d'entrée, le condensateur C1 est chargé à la valeur de crête de la tension alternative. Puis, pendant la demi-période positive, la tension de sortie du transformateur est ajoutée à cette tension aux bornes de C1, de sorte que le condensateur C2 est chargé via la diode D2 pour doubler la valeur de crête de la tension CA.

Bien entendu, la tension aux bornes de C2 ne sera jamais égale au double de la valeur de crête de la tension alternative. D'abord, nous devons soustraire les chutes de tension dans le sens direct des deux diodes, et ensuite, C2 sera déchargé par la résistance (c'est-à-dire la charge).

Il est possible d'utiliser ce type de circuit pour charger un

condensateur à une tension élevée et de l'utiliser, par exemple, comme dispositif de déclenchement dans un spectacle pyrotechnique .

La **figure 3** montre un circuit qui triple la tension. Pendant la demi-période positive, le condensateur C1 est chargé à la tension de crête. Cela donne la possibilité de charger C2 pendant la demi-période négative au double de la valeur de crête. Pendant les demi-périodes positives, la valeur de crête est également ajoutée à la tension de crête double de C2. Celle-ci est finalement utilisée pour charger le condensateur C3 via D3.

Enfin, nous avons représenté sur la **figure 4** le schéma d'un quadrupleur de tension. Pendant la demi-période négative, C1 se charge via D1 à la valeur crête de la tension alternative. Pendant la demi-période positive, la valeur de crête de la tension alternative du transformateur est ajoutée à la tension aux bornes de C1 ; elle permet de charger le condensateur C3 via D2 au double de la valeur de crête. Pendant la demi-période négative, le condensateur C2 est ensuite chargé via D3 à trois fois la valeur de crête, et enfin (toujours pendant la demi-période positive) le condensateur C4 se charge via D4 à quatre fois la valeur de crête.

Nous pourrions continuer ce petit jeu — en théorie, il est possible de concevoir un moltiplicateur de tension qui multiplie la tension alternative d'entrée par un nombre très important. Mais, cela nécessite un nombre considérable de composants, et en plus l'efficacité du circuit diminue rapidement : les moltiplicateurs à diodes sont maudits par une résistance interne assez élevée. Sous charge, la

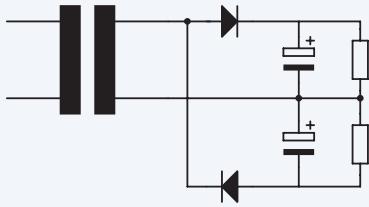


Figure 1. Voici comment nous générions une tension d'alimentation symétrique.

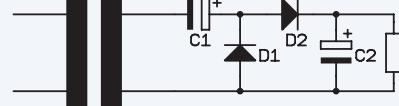


Figure 2. Le circuit est également un doubleur de tension.

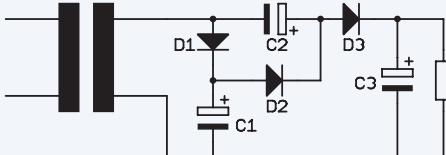


Figure 3. Tripleur de tension.

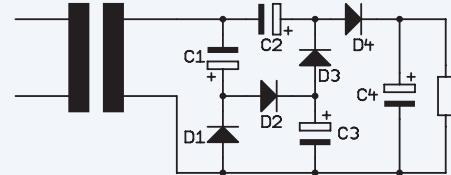


Figure 4. Quadrupleur de tension.

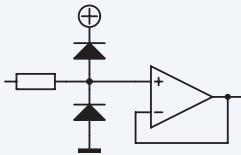


Figure 5. Limitation de la tension d'entrée.

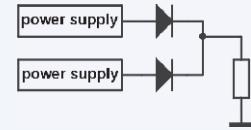


Figure 6. Connexion en parallèle de deux alimentations.

tension chute rapidement. Si l'on a besoin d'une haute tension un peu plus résistante à la charge, il est préférable d'utiliser un transformateur. Nous l'utilisons pour augmenter la tension et de la redresser ensuite.

### Autres circuits à diodes

Avant de nous plonger dans les diodes Zener et d'autres types de diodes intéressantes, nous allons d'abord jeter un coup d'œil à d'autres circuits à diodes fréquemment utilisés.

Le symbole schématique à droite de la **figure 5** est un amplificateur opérationnel, ou « ampli op ». Ces amplificateurs seront abordés en détail plus tard dans cette série. Pour le moment, il nous suffit de savoir que les ampli op ne fonctionneront pas si les tensions appliquées à leurs entrées sont (considérablement) supérieures à la tension d'alimentation positive ou inférieures à la tension d'alimentation négative. Pour éviter de telles mésaventures, nous pouvons ajouter des diodes entre l'entrée et les rails d'alimentation positif et négatif (comme le montre la **figure 5**), qui achemineront les

tensions d'entrée trop élevées vers l'alimentation. Avec ce circuit, il est important de limiter le courant avec une résistance en série (à gauche sur la **figure 5**). Le circuit de la **figure 5** est adapté à une tension d'alimentation asymétrique ; si vous utilisez une tension d'alimentation symétrique, l'anode de la diode inférieure n'est pas reliée à la masse mais à la tension d'alimentation négative.

Dans les concerts et spectacles, on utilise généralement deux sources d'alimentation pour les tables de mixage : si l'une d'elles tombe en panne, l'autre est disponible pour prendre le relais — après tout *the show must go on*. Ces alimentations peuvent être connectées à des circuits différents du réseau électrique, protégés par des fusibles distincts.

Ce n'est pas une très bonne idée de connecter deux sources de tension continue « simplement » en parallèle ; cela doit être fait avec des diodes. La source ayant la tension la plus élevée fournit le courant pour la charge, tandis que l'autre source de tension (l'alimentation de secours) n'a pas de charge.

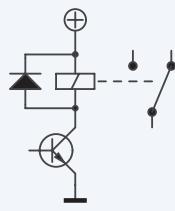


Figure 7. Diode de roue libre.

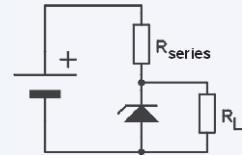


Figure 8. Application de base de la diode Zener.

Lorsque les deux alimentations fonctionnent et fournissent la même tension (ce qui devrait être le cas — après tout, elles sont régulées et compensent les différences de tension d'entrée), le courant total requis par la charge sera raisonnablement bien réparti entre les deux alimentations.

Les circuits d'alimentation des tables de mixage fournissent généralement différentes tensions. Vous devrez combiner chacune d'entre elles avec son propre réseau de diodes (comme le montre la **figure 6**).

Lorsqu'on coupe le courant, une inductance génère un pic de tension qui peut facilement atteindre une valeur de quelques centaines de volts — et c'est plus que suffisant pour porter un coup fatal aux semiconducteurs. Ce pic de tension est de polarité opposée à la tension normale d'alimentation, de sorte que nous pouvons, facilement, le court-circuiter avec une diode dite de roue libre, comme le montre la **figure 7**.

Dans cette figure, l'inductance est la bobine d'un relais ; le composant en bas est le transistor utilisé pour allumer et éteindre le relais. C'est ce transistor qui est protégé des tensions trop élevées par la diode de roue libre.

## Diode Zener

Si l'on utilise une diode ordinaire dans le sens inverse, elle commençera à conduire au-delà de la tension de claquage maximale possible (et rendra généralement l'âme). La tension de claquage d'une diode normale s'élève généralement à quelques centaines de volts et varie largement d'un exemple à l'autre.

En revanche, une diode Zener a une tension de claquage qui se situe (normalement) entre 1 V et 100 V. De plus, il s'agit d'un paramètre déterminé de manière raisonnablement précise.

Contrairement à une diode ordinaire, une diode Zener ne se détériore pas lorsqu'elle commence à conduire dans le sens inverse (bien sûr, vous devez limiter le courant qui circule dans le sens inverse à une valeur modérée). Cette propriété des diodes Zener leur permet de réguler des tensions plus élevées.

Vous devez toujours utiliser une diode Zener — comme dans la **figure 8** — en combinaison avec une résistance en série ; cette résistance limite le courant qui traverse la diode.

Nous concluons ainsi cet article. Dans le prochain épisode, nous continuerons avec la diode Zener et quelques autres membres intéressants de la famille des diodes. 

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

## Des questions, des commentaires ?

Contactez Elektor (redaction@elektor.fr).



## PRODUITS

➤ **B. Kainka, Initiation à l'électronique et programmation de montages pour débutants**  
[www.elektor.fr/19339](http://www.elektor.fr/19339)

➤ **R. Mallard, L'électronique pour les débutants**  
[www.elektor.fr/15662](http://www.elektor.fr/15662)

