

# démarrer en électronique... (13)

## Entrée en scène de la diode

Eric Bogers (Elektor)

Cela a pris un moment, mais nous avons enfin terminé notre tour des composants « passifs ». Dans cet article, nous nous intéresserons à quelques composants « actifs », et plus précisément aux semi-conducteurs. Voilà qui devient vraiment intéressant !



Nos premiers composants actifs : la diode et les composants associés. Une diode est-elle un composant actif ou passif ? On appelle composants actifs ceux qui sont capables d'amplifier un signal, ce qu'une diode ne fait pas. Mais parce qu'elle fait partie des composants semi-conducteurs (ou, dans le passé, des tubes électroniques, mais ceux-ci sortent du cadre de cette série d'articles), nous la rangeons dans la catégorie des transistors et autres composants actifs.

Si nous écrivions un « vrai » manuel, nous le commencerions avec de nombreuses pages sur les matériaux semi-conducteurs (silicium, germanium, sélénium et autres), le dopage, les jonctions PN et bien d'autres choses encore ; mais cette série d'articles s'adresse aux amateurs d'électronique débutants et non aux physiciens ou aux fabricants de semi-conducteurs. Le passionné d'électronique débutant est surtout intéressé par la fonction d'un composant particulier et comment il peut l'utiliser dans ses circuits – et beaucoup moins par la question de savoir comment et pourquoi un composant particulier fait ce qu'il fait.

Sur la **figure 1**, vous pouvez voir quelques modèles courants de diodes. En haut à gauche, deux diodes « ordinaires » : une 1N4148 et une 1N4001. En bas à gauche, trois LED (diodes électroluminescentes) de 3 mm, 5 mm et 10 mm de diamètre. À droite, un ensemble de quatre redresseurs en pont – ce sont des combinaisons de quatre diodes dans un seul boîtier. Ils sont utilisés en grand nombre dans les alimentations électriques à partir du secteur. Celui d'en bas à droite a un boîtier métallique avec un trou de vis de fixation à un radiateur. Son courant nominal dépasse 25 A.

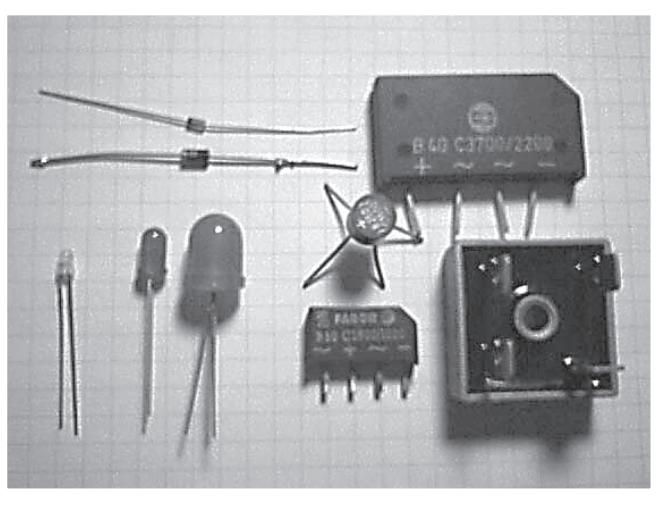


Figure 1. Échantillons de diodes et de ponts redresseurs.



Figure 2. Symboles schématiques de quelques diodes courantes.

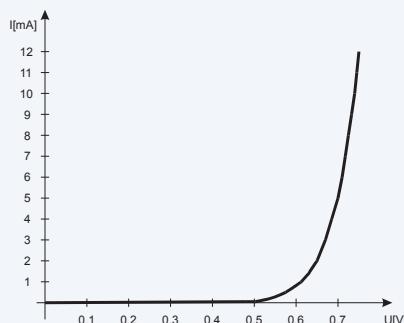


Figure 3. La caractéristique V/I d'une diode.

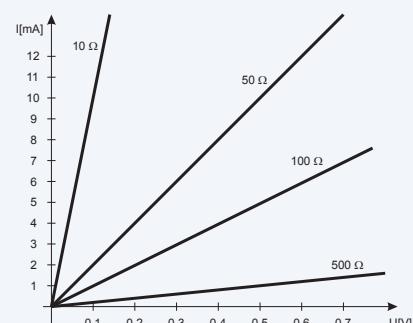


Figure 4. Caractéristiques V/I de quatre résistances.

## La diode

Une diode fonctionne comme un redresseur de courant électrique : elle est conductrice dans un sens, mais pas dans l'autre. La **figure 2** présente les symboles schématiques de quelques diodes ; de haut en bas : une diode ordinaire, une diode électroluminescente (LED) et en dessous, deux versions du symbole de la diode Zener (dans le symbole du bas, le 'Z' de Zener est reconnaissable). Le symbole de la diode ressemble à une flèche qui pointe dans la direction de circulation du courant. La borne de gauche (positive) dans la figure 2 est appelée l'anode et celle de droite (négative) est appelée la cathode.

Une diode (au silicium) commence à être conductrice lorsque la tension sur l'anode dépasse celle sur la cathode d'environ 0,6 V – un peu comme une soupape mécanique où une certaine différence de pression est nécessaire avant qu'elle ne s'ouvre. Cette valeur est caractéristique du matériau semi-conducteur, dans ce cas le silicium. Pour une diode au germanium, elle est d'environ 0,3 V. Un physicien peut sans doute en fournir une explication détaillée, mais pour notre propos, c'est sans importance. Nous ne retenons que ces deux tensions : 0,6 V pour le silicium et 0,3 V pour le germanium.

Cela devient plus intéressant lorsque nous faisons un graphique du courant traversant une diode en fonction de la tension à ses bornes. La **figure 3** en donne un exemple. Dans ce diagramme V/I, l'axe horizontal représente la tension et l'axe vertical le courant. À titre de comparaison, la **figure 4** montre les caractéristiques V/I de quelques résistances ordinaires, des droites dont la pente est inversement proportionnelle à la valeur de la résistance.

L'examen attentif de la figure 3 montre que jusqu'à une tension de 0,5 V, il ne se passe presque rien – pratiquement aucun courant ne traverse la diode. Au-delà de 0,5 V, la pente de la courbe augmente rapidement ; à partir de ce point, elle est principalement déterminée par la résistance interne de la diode.

Pour être complet, la courbe de la figure 3 a été mesurée sur une diode au silicium de type 1N4148, mais la plupart des autres diodes au silicium présentent une courbe très voisine.

## Spécifications d'une diode

Le fabricant d'une diode spécifiera au moins le courant maximal dans le sens direct et la tension maximale dans le sens inverse (sens de blocage, où la tension de la cathode est plus positive que celle de l'anode). Souvent, la puissance maximale admissible (la dissipation maximale) d'une diode est également mentionnée.

Le courant maximum de la 1N4148 (une diode à petits signaux « typique ») utilisée comme exemple ici, s'élève à 100 mA, tandis que la dissipation maximale est de 500 mW.

D'autre part, une diode n'est pas non plus capable de bloquer une tension inverse excessivement élevée. Lorsque le seuil de cette tension est dépassé, la diode commence à conduire dans le sens inverse. Si le courant n'est alors pas fortement limité, la diode surchauffe, provoquant la fusion du cristal de silicium, ce qui rend permanente la conduction dans les deux sens. Cette tension plus élevée entraîne également une dissipation beaucoup plus grande, de sorte que la diode sera détruite par un courant bien plus faible que dans le sens direct.

## Régulation des tensions

En utilisant des diodes ordinaires, on peut obtenir une tension raisonnablement stable de manière très simple (voir **fig. 5**). Tout d'abord, le circuit à gauche de la figure 5 : ici, une diode est connectée via une résistance série de  $1\text{ k}\Omega$  à une source de tension continue. Pour une tension de la source de 7,5 V, un courant de 6,68 mA circule, et la chute de tension aux bornes de la diode s'élève à 0,715 V. Doublons maintenant la tension de la source à 15 V : le courant passe à 14,12 mA, mais la tension aux bornes de la diode n'augmente que faiblement, à 0,761 V. Conclusion : en doublant la tension d'alimentation, la tension aux bornes de la diode n'augmente que d'environ 6 %.

En utilisant un « circuit à deux étages » (figure 5, à droite), la tension est mieux régulée. La tension aux bornes des trois diodes en série est d'environ 2 V. Cette tension, déjà raisonnablement régulée, sert à alimenter la diode du deuxième étage.

Avec une tension d'entrée de 7,5 V, nous mesurons une tension de 0,617 V aux bornes de cette diode, qui passe à 0,662 V pour une tension d'entrée de 15 V. Ainsi, pour un doublement de la tension d'entrée (soit une augmentation de 100 %), la tension aux bornes de cette diode n'augmente que de 7 %.

La régulation de tensions à l'aide de diodes ordinaires n'est utilisée que pour des tensions très basses. Pour des tensions régulées plus élevées, nous utilisons des diodes Zener, que nous verrons dans le prochain article.

## Circuits d'alimentation

L'une des applications les plus importantes des diodes est celle de redresseur dans les sources d'alimentation. Les circuits électroniques ont besoin pour leur alimentation d'une tension

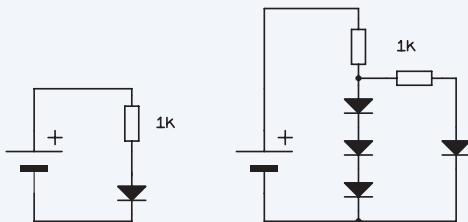
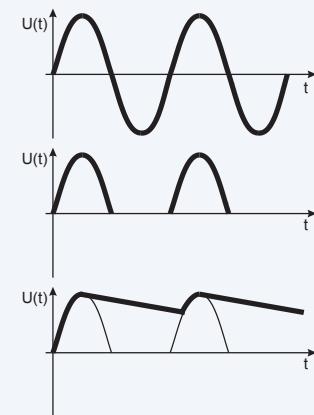


Figure 5. Régulation de tension avec des diodes ordinaires.



Figure 6. Redresseur simple alternance (demi-onde).



continue qui, selon l'appareil, peut être comprise entre 1,5 V et 150 V. Cependant, le secteur ne fournit qu'une tension alternative de 230 V. Cette tension doit donc d'abord être transformée en une basse tension adéquate, puis être redressée et lissée et, dans la plupart des cas, régulée.

### Redresseurs simple alternance

Simple alternance (**fig. 6**) signifie que, des deux demi-périodes de la tension d'entrée alternative, seule la demi-période positive est laissée passer et que pendant le temps relativement court où la tension de sortie du transformateur est supérieure à la tension aux bornes du condensateur tampon plus la chute de tension directe de la diode (qui s'élève à environ 0,7 V). Ce type de circuit est aussi appelé un redresseur demi-onde.

Sur la **figure 7**, le graphique du haut montre la tension alternative telle qu'elle est fournie par le transformateur. En l'absence du condensateur tampon, il y aura aux bornes de la résistance (la charge) une tension continue pulsée, comme le montre le graphique du milieu.

Le graphique du bas, le plus intéressant, montre la tension aux bornes du condensateur tampon. Au début de chaque demi-période positive de la tension alternative, ce condensateur est chargé très brièvement ; pendant le reste du cycle, il se décharge en alimentant la charge. En pratique, cette charge n'est généralement pas une simple résistance, mais un circuit électronique complet qu'il faut alimenter par une tension continue.

Dans le prochain article, nous verrons comment évaluer certaines caractéristiques de ces redresseurs (et d'autres) par le calcul. 

220003-04

*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](mailto:redaction@elektor.fr)).

### Contributeurs

Idée et illustrations : Michel Ebner  
Texte et rédaction : Eric Bogers  
Traduction : Helmut Müller  
Mise en page : Giel Dols



### 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)

