

contrôleur de diode idéale

circuits à diodes à faible dissipation de puissance

Rainer Schuster (Allemagne)

La réduction de la puissance dissipée par les diodes est essentielle lorsque des courants élevés circulent à des tensions relativement faibles (par exemple, lorsque des panneaux solaires ou des batteries lithium ion sont connectés en parallèle). Des contrôleurs de diodes idéales ont été développés pour minimiser la dissipation de puissance dans de telles situations.

Un exemple typique d'utilisation de diodes est illustré à la **figure 1**. Là, les diodes sont nécessaires pour empêcher le courant de circuler d'une batterie ou d'un panneau solaire vers une autre batterie ou un autre panneau. Mais si nous considérons la dissipation de puissance des diodes au silicium, par exemple pour un modèle 1N5404, la fiche technique indique que la tension directe est de 1 V à 3 A (**figure 2**). Cela signifie que la puissance dissipée à 3 A est de 3 W.

C'est un peu mieux si vous utilisez une diode Schottky telle que la 1N5822, qui peut également supporter 3 A. À ce niveau de courant, la chute de tension sur la diode n'est que de 0,45 V, ce qui correspond à une dissipation de puissance de 1,35 W, comme l'illustre la **figure 3**.

Mais si vous voulez utiliser des diodes à des courants plus élevés, par exemple à 100 A ou plus (ce qui est tout à fait envisageable avec les batteries lithium-ion), la puissance dissipée atteint un niveau intolérable de 50 W ou plus, même si vous utilisez des diodes Schottky.

Diode idéale

Pour réduire cette dissipation de puissance, Linear Technology a développé des circuits de contrôle de diode idéale, notamment

le LTC4357. Ce contrôleur possède une broche d'entrée (anode), une broche de sortie (cathode), et une broche de masse. En combinant le contrôleur avec un MOSFET à canal n, comme le montre le circuit de la **figure 4**, nous obtenons une diode « idéale », et le LTC4357 a une tension maximale nominale de 80 V. Bien entendu, la tension nominale maximale drain-source du MOSFET doit être au moins égale à la tension présente entre l'entrée et la sortie. Le courant maximal de la diode ne dépend que du courant de drain maximal nominal du MOSFET, et la puissance dissipée ne dépend que de la résistance drain-source du MOSFET à l'état passant.

Dans l'exemple de circuit illustré à la **figure 4**, le LTC4357 fonctionne comme un comparateur. Lorsque la tension d'entrée est supérieure à la tension de sortie, Q1 est activé, sinon Q1 est bloqué pour empêcher le passage du courant de la cathode (drain) vers l'anode (source).

En regardant la **figure 4**, vous vous demanderez comment le circuit peut fonctionner avec la broche de tension d'alimentation du LTC4357 (VDD) connectée à la sortie (cathode). En effet, lorsque le LTC4357 est mis sous tension, il tire sa tension d'alimentation à travers la diode de corps du

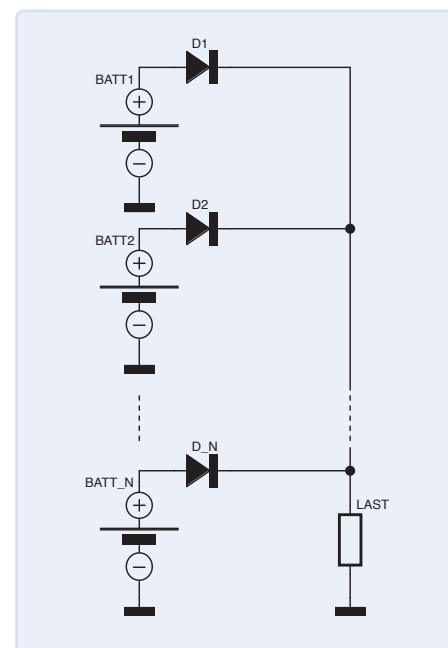


Figure 1. Une faible dissipation de puissance est importante lorsque des panneaux solaires ou des batteries sont connectés en parallèle.

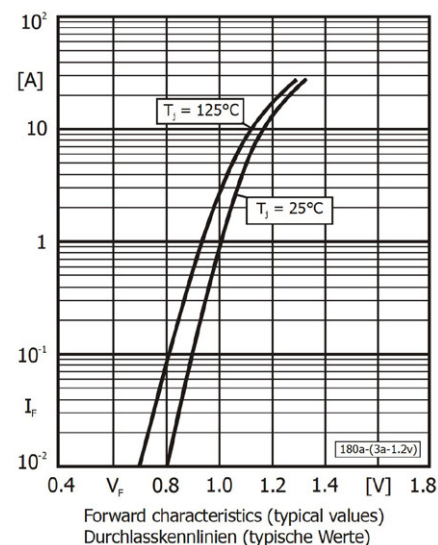


Figure 2. Caractéristique de la tension directe du 1N5404 en fonction du courant (source : fiche technique de Diotec Semiconductor).

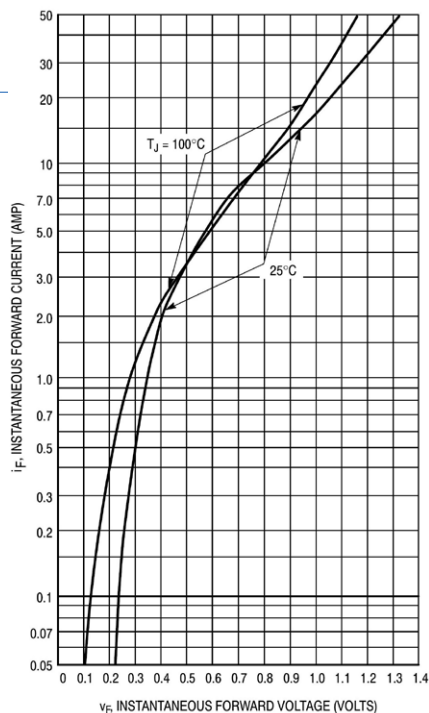


Figure 3. Caractéristique de la tension directe en fonction du courant du 1N5822 (source : fiche technique de Onsemi).

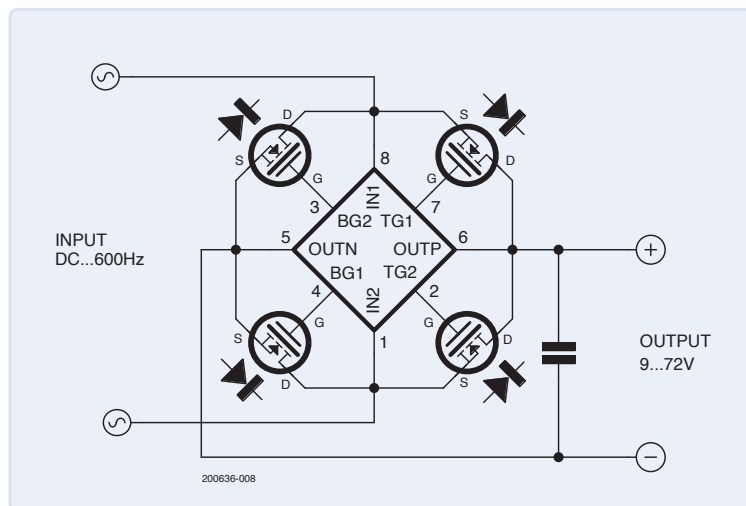


Figure 5. Un redresseur utilisant le LT4320.

MOSFET si aucune tension provenant d'une autre source n'est fournie à la cathode. En outre, le MOSFET se bloque s'il y a un court-circuit entre la borne de la cathode et la masse.

Dans le circuit d'application illustré, nous utilisons un MOSFET de type IRF2805. Selon sa fiche technique, la résistance drain-source est de seulement 4,7 mΩ. Avec un courant de 3 A, la chute de tension n'est donc que de 14,1 mV, de sorte que la puissance dissipée est limitée à 42 mW. Le tableau suivant montre des chiffres comparatifs entre le MOSFET et une diode (dans ce cas une IXYS DSEI 120) à un courant de 75 A.

Composant	Chute de tension	Puissance dissipée
IRF2805	350 mV	26 W
DSEI 120	1,5 V	112,5 W

Les fichiers Eagle pour le schéma et la disposition du circuit illustré précédemment sont disponibles sur [1].

Et en alternative ?

L'LT4357 a une limitation : il ne convient pas pour le redressement des tensions alternatives. Pour pallier ce problème, Linear Technology propose également le LT4320, qui peut être utilisé pour construire un pont redresseur. Le circuit d'application typique

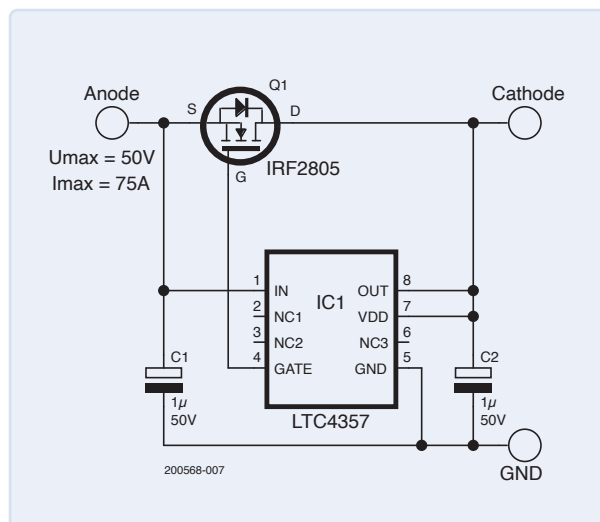


Figure 4. Le circuit d'application standard se compose d'un contrôleur de diode idéale et d'un MOSFET.

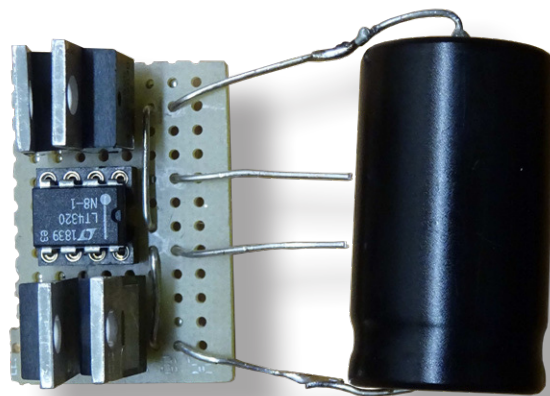


Figure 6. Circuit redresseur sur une plaque de prototypage.

illustré à la **figure 5** est extrait de la fiche technique de Linear Technology.

Il est ainsi possible de réaliser des ponts redresseurs pour des tensions de 9 à 70 V. La gamme de fréquences s'étend du CC à 60 Hz avec le LT4320, ou du CC à 600 Hz avec le LT4320-1. Et là encore, le courant maximal et la puissance dissipée du redresseur dépendent des MOSFET utilisés. Les fichiers Eagle pour le schéma et la disposition (pour les versions CMS et THT) de ce circuit redresseur sont également disponibles à [1]. La disposition est réalisée de manière à ce que le circuit assemblé puisse remplacer les redresseurs à pont de type BxxCyyy conventionnels. La **figure 6** montre un circuit redresseur construit sur un morceau de perfboard.

Bref

Les contrôleurs de diode idéale de Linear Technology permettent de réduire considé-

ramblement la dissipation de puissance des diodes et des redresseurs. La complexité accrue du circuit (et le coût supplémentaire) est tout à fait acceptable pour les circuits fonctionnant à des niveaux de courant élevés.

Bien entendu, les contrôleurs de diode idéale de Linear Technology ne sont pas parfaits, comme le montre la forme d'onde de tension du redresseur de la « diode idéale » (**figure 7**), car les paramètres parasites des composants réels ne peuvent pas être éliminés par simple souhait. Néanmoins, la combinaison d'un contrôleur et d'un MOSFET est le meilleur moyen de réduire la puissance dissipée d'une diode.

Des schémas pour la simulation avec LTSpice sont disponibles pour le LT4357 et

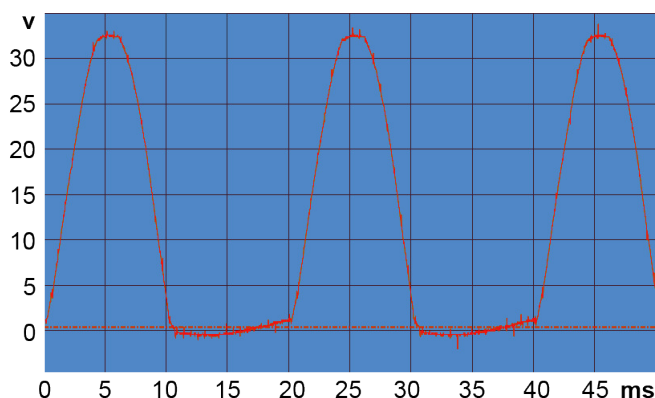


Figure 7. Forme d'onde de la tension de sortie du redresseur.

le LT4320 à [1]. Vous pouvez visionner une vidéo sur ce sujet à l'adresse [2].

200568-04

Des questions, des commentaires ?

Contactez Elektor (redaction@elektor.com).



PRODUITS

> Livre

« *Electronic Circuits For All* »,
M. A. Shustov et A.M. Shustov.
(SKU 18333)
www.elektor.fr/18333

LIENS

[1] Ce projet sur Elektor Labs : <https://www.elektormagazine.fr/labs/ideal-diode-controller>

[2] R. Schuster, « Ideal Diode Controller, » YouTube, novembre 2020 : <https://www.youtube.com/watch?v=nd1zTrDmi0w>

Publicité



L'afficheur E-Paper d'Ynvisible Le papier électronique le plus abordable.

Ynvisible présentera son papier électronique E-Paper, un afficheur abordable et à très faible consommation d'énergie, au salon **electronica 2022**.

Visitez le hall B5, stand 118

ynvisible

SCANNEZ POUR EN SAVOIR PLUS

