

Ideale diode-controller

diodeschakelingen met geringe vermogensdissipatie

Rainer Schuster (Duitsland)

Vermindering van de vermogensdissipatie van diodes is essentieel in alle situaties waarin grote stromen vloeien bij relatief lage spanningen (bijvoorbeeld wanneer zonnepanelen of Li-Ion-accu's parallel zijn geschakeld). Er zijn ideale diode-controllers ontwikkeld om de vermogensdissipatie in zulke gevallen te minimaliseren.

Een typische toepassing van diodes is geschetst in **figuur 1**. De diodes zijn hier nodig om te voorkomen dat er stroom van de ene accu (of zonnepaneel) in de andere accu (of zonnepaneel) vloeit. Maar als je naar de vermogensdissipatie van siliciumdiodes zoals 1N5404 kijkt, blijkt uit de datasheet dat de doorlaatspanning 1 V is bij 3 A (**figuur 2**). Dat betekent dat de vermogensdissipatie bij 3 A maar liefst 3 W bedraagt.

De situatie is iets beter als je een Schottky-diode gebruikt, zoals de 1N5822 die ook 3 A aan kan. Bij deze stroom bedraagt de spanningsval over de diode slechts 0,45 V, wat overeenkomt met een vermogensdissipatie van 1,35 W, zoals geïllustreerd in **figuur 3**.

Maar als je diodes wilt gebruiken bij grotere stromen, zoals 100 A of meer (wat zeker realistisch is met Li-Ion-accu's), stijgt de vermogensdissipatie tot een onaanvaardbaar niveau van 50 W of meer, zelfs als je Schottky-diodes gebruikt.

De ideale diode

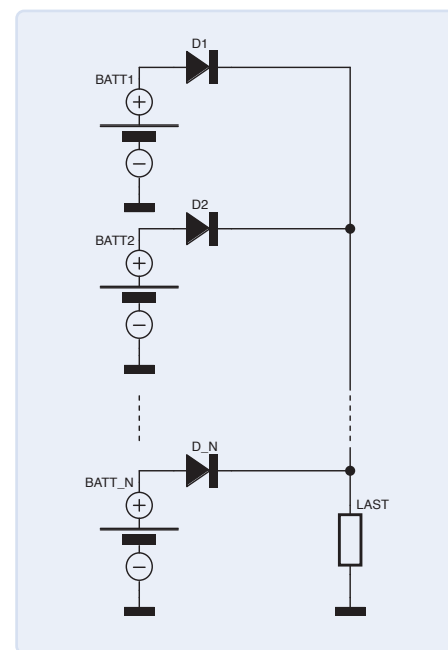
Om deze vermogensdissipatie te verminderen, heeft Linear Technology ideale diode-controllers ontwikkeld, zoals de LTC4357. Deze controller heeft een ingang (anode), een uitgang (kathode) en een massa-aansluiting. Door de controller te combineren met een N-kanaal MOSFET, zoals in de schakeling van **figuur 4**,

ontstaat een 'ideale' diode, waarbij de LTC4357 een nominale maximumspanning van 80 V heeft. Uiteraard moet de maximale nominale drain/source-spanning van de MOSFET ten minste gelijk zijn aan de spanning tussen de ingang en de uitgang. De maximale diodestroom hangt alleen af van de maximale nominale drainstroom van de MOSFET, en de vermogensdissipatie hangt alleen af van de drain/source-weerstand van de MOSFET in aan-toestand.

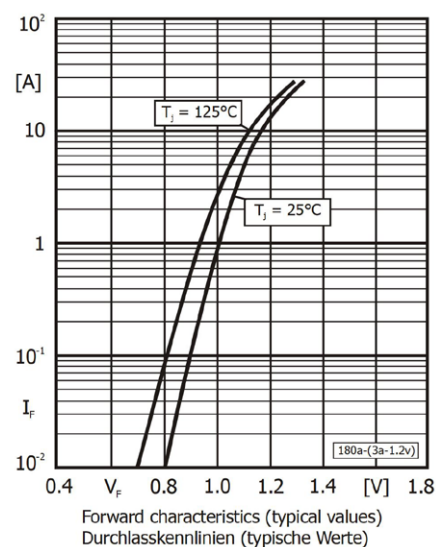
In de typische toepassing van **figuur 4** werkt de LTC4357 in principe als een comparator. Wanneer de ingangsspanning hoger is dan de uitgangsspanning, wordt Q1 ingeschakeld, en anders wordt Q1 uitgeschakeld om te voorkomen dat er stroom vloeit van de kathode (drain) naar de anode (source).

Als je naar **figuur 4** kijkt, vraag je je misschien af hoe de schakeling kan werken als de voeding van de LTC4357 (VDD) aangesloten op de uitgang (kathode). Het antwoord is dat wanneer de LTC4357 wordt ingeschakeld, hij zijn voedingsspanning krijgt via de diode van de MOSFET als er geen spanning van een andere bron aanwezig is op de kathode. Bovendien wordt de MOSFET uitgeschakeld als er een kortsluiting is tussen de kathode en massa.

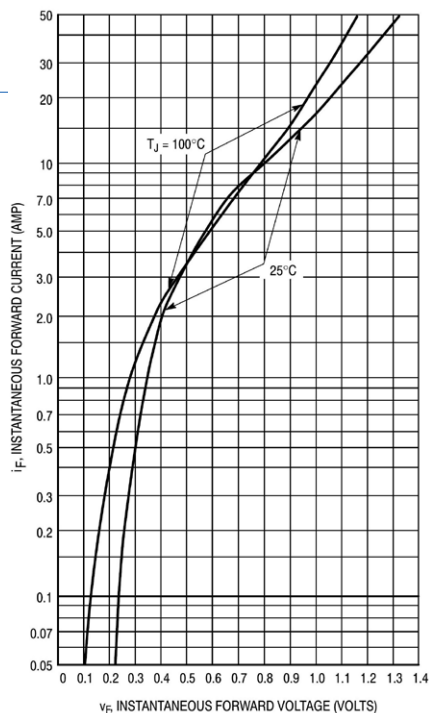
In de geïllustreerde toepassing wordt een MOSFET van het type IRF2805 gebruikt. Volgens de datasheet bedraagt de drain/source-weerstand slechts 4,7 mΩ. Bij een stroom van 3 A is de spanningsval over de



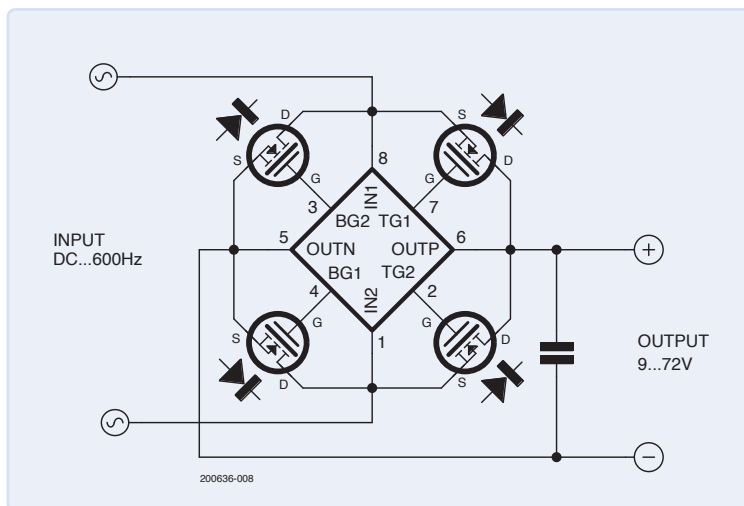
Figuur 1. Een geringe vermogensdissipatie is belangrijk wanneer zonnepanelen of accu's parallel worden geschakeld.



Figuur 2. Doorlaatspanning versus stroom bij een 1N5404 (bron: datasheet Diotec Semiconductor).



Figuur 3. Doorlaatspanning versus stroom bij een 1N5822 (bron: datasheet Onsemi).



Figuur 5. Een gelijkrichter met de LT4320.

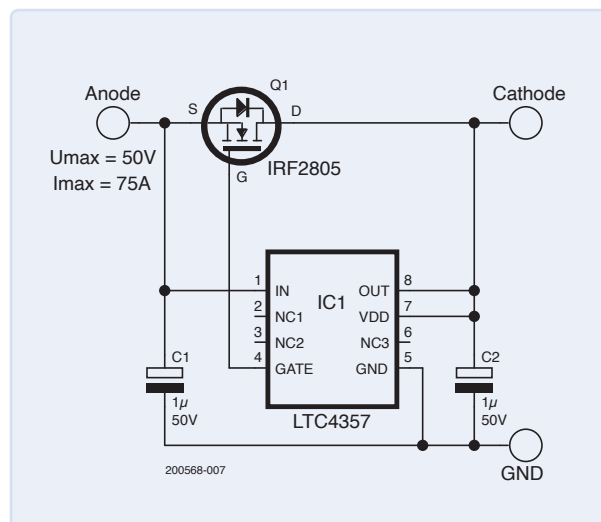
MOSFET zodoende slechts 14,1 mV, zodat de vermogensdissipatie slechts een bescheiden 42 mW bedraagt. In de onderstaande tabel is de MOSFET vergeleken met een diode van het type IXYS DSEI 120 bij een stroom van 75 A.

Component	Spannings-verlies	Vermogens-dissipatie
IRF2805	350 mV	26 W
DSEI 120	1,5 V	112,5 W

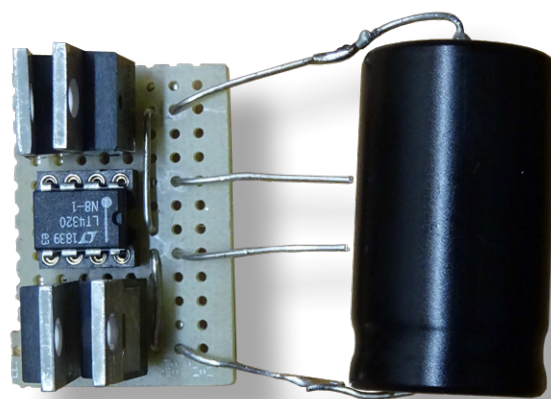
Hoe zit het met AC?

De LTC4357 heeft een tekortkoming: hij is niet geschikt voor gelijkrichting van

wisselspanningen. Om dit te ondervangen heeft Linear Technology de LT4320 in de aanbieding, waarmee een bruggelijkrichter kan worden gemaakt. De typische toepassing van **figuur 5** is overgenomen uit de datasheet van Linear Technologies. Op deze manier kunnen bruggelijkrichters voor spanningen van 9 tot 70 V worden gerealiseerd. Het frequentiebereik loopt van DC tot 60 Hz met de LT4320, of DC tot 600 Hz met de LT4320-1. Ook hier zijn de maximale stroom en vermogensdissipatie van de gelijkrichter afhankelijk van de gebruikte MOSFET's. De Eagle-bestanden voor het schema en de layout (voor SMD- en THT-versies) van deze gelijkrichterschake-



Figuur 4. De standaard-applicatie bestaat uit een ideale diode-controller en een MOSFET.



Figuur 6. Gelijkrichter-prototype op gaatjesprint.

ling zijn ook beschikbaar op [1]. De layout is zo opgezet dat de opgebouwde schakeling conventionele bruggelijkrichters van het type BxxCyyy kan vervangen. **Figuur 6** toont een gelijkrichterschakeling die op gaatjesprint is opgebouwd.

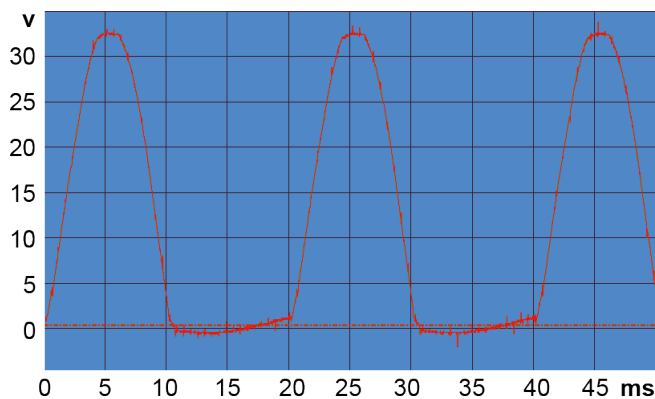
Conclusie

Met de ideale diode-controllers van Linear Technology kan de vermogensdissipatie van diodes en gelijkrichters drastisch worden gereduceerd. De grotere complexiteit van de schakeling (en de extra kosten) zijn volkomen aanvaardbaar in schakelingen die met grote stromen werken. Natuurlijk zijn de ideale diode-controllers van Linear Technology niet perfect ideaal, zoals moge blijken uit de spanningsvorm van de 'ideale-diode'-gelijkrichter (**figuur 7**), aangezien de parasitaire parameters van reële componenten altijd een rol zullen blijven spelen. Niettemin is de combinatie van controller en MOSFET de

beste manier om de vermogensdissipatie van een diode te verminderen.

De Eagle-bestanden voor het schema en de print-layout voor deze toepassing zijn beschikbaar op [1]. Schema's voor simulatie met LTSpice voor de LT4357 en LT4320 zijn beschikbaar op [1]. Een video over dit onderwerp kan worden bekeken op [2].

200568-03



Figuur 7. Golfvorm van de uitgangsspanning van de gelijkrichter.

Vragen of opmerkingen?

Hebt u technische vragen of opmerkingen naar aanleiding van dit artikel? Stuur een e-mail naar de redactie van Elektor via redactie@elektor.com.



GERELATEERDE PRODUCTEN

> **M. A. Shustov and A.M. Shustov,**
Electronic Circuits For All (SKU 18333)
www.elektor.nl/18333

WEBLINKS

[1] Projectpagina op Elektor Labs: <https://bit.ly/3PDZVz5>

[2] R. Schuster, "Ideal Diode Controller", YouTube, november 2020: www.youtube.com/watch?v=nd1zTrDmi0w

Advertentie



ynvisible

SCAN EN ONTDEK MEER!

Ynvisible's gedrukte E-Paper Displays zuinig met energie en met geld.

Ynvisible toont zijn ultrazuinige en kosteneffectieve e-paper display op electronica 2022.

Bezoek hal B5, stand 118