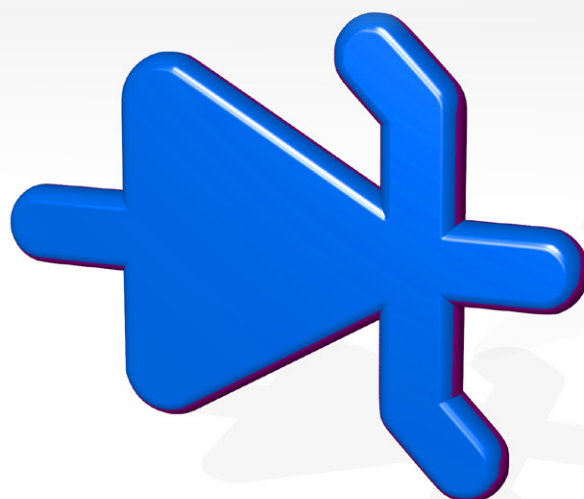


Alle begin...

...zenert er vrolijk op los

Eric Bogers (Elektor)

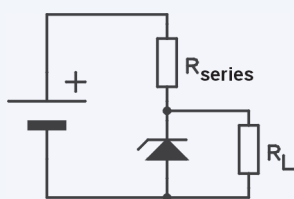
We hebben de vorige aflevering afgesloten met een snelle blik op de zenerdiode – een veelgebruikte component waar we hier uitgebreid aandacht aan zullen besteden.



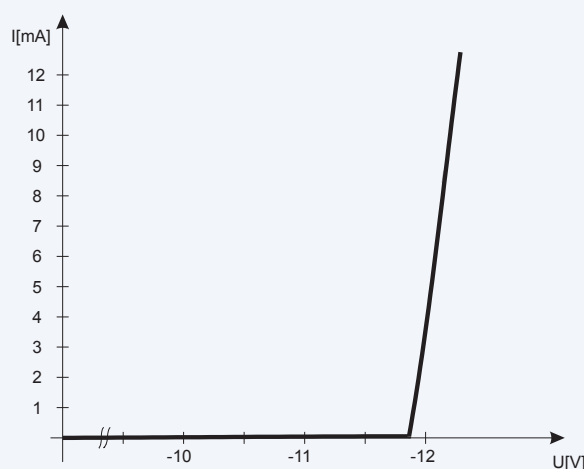
Om uw geheugen een beetje op te frissen: een zenerdiode wordt in sperrichting gebruikt, en in tegenstelling tot een gewone diode gaat hij niet kapot als hij in sperichting gaat geleiden. Dat maakt de zenerdiode ideaal voor het stabiliseren van spanningen. Heel belangrijk is dat een zenerdiode altijd in combinatie met een serie-weerstand moet worden gebruikt die de stroom door de component begrenst. Een en ander is in **figuur 1** aanschouwelijk gemaakt. Het schemasymbool van de zenerdiode verschilt van dat van de gewone diode door het 'haaltje' aan de kathode.

Figuur 2 toont de stroom/spanningkarakteristiek van een zenerdiode, in dit geval een ZPD12. Zoals u misschien al vermoedde door de '12' in het typenummer, is dit een diode met een sperspanning ('zener spanning') van 12 V. Uit de grafiek blijkt dat deze zenerdiode bij een spanning van iets minder dan 12 V (om precies te zijn 11,87 V) begint te geleiden; naarmate de stroom toeneemt, loopt die

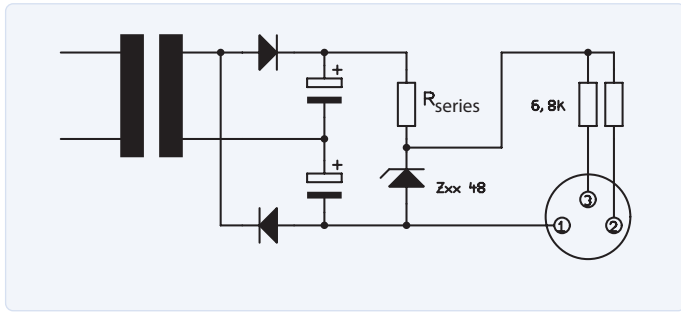
spanning iets op. Het belangrijkste is echter dat de spanning over de diode een redelijk constante waarde van 12 V houdt, en dat maakt deze component geschikt voor het stabiliseren van spanningen. Het maximale verliesvermogen voor een zenerdiode uit de ZPD-reeks bedraagt 500 mW. Omdat de spanning iets toeneemt naarmate er meer stroom door de diode loopt, zouden we eigenlijk een tweedegraads vergelijking nodig hebben om de maximaal



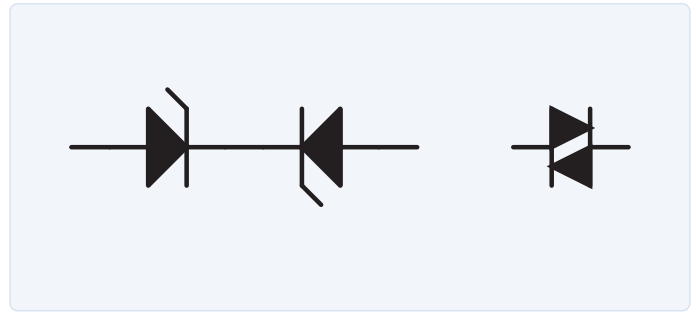
Figuur 1. Basisschakeling met een zenerdiode.



Figuur 2. Karakteristiek van een zenerdiode.



Figuur 3. Gestabiliseerde fantoomvoeding.



Figuur 4. Diac.

toelaatbare stroom te berekenen. Als vuistregel kunnen we echter met een gerust hart uitgaan van 90% van de nominale spanning:

$$I_{max} = \frac{0.9 \cdot P_{loss}}{U} = \frac{0.9 \cdot 0.5 \text{ W}}{12 \text{ V}} = 37.5 \text{ mA}$$

De schakeling van figuur 1 is slechts geschikt voor relatief geringe stromen, omdat anders de serieweerstand te klein is en dus de stroom door de diode te groot. Dat zou een zeer groot verliesvermogen tot gevolg hebben. Dat is de reden dat zenerdiodes vrijwel altijd in combinatie met transistoren of opamps worden toegepast.

Voor een goed begrip zullen we echter een schakeling als die van figuur 1 doorrekenen; daarvoor kiezen we een schakeling die wordt gebruikt voor de stabilisatie van de fantoomvoeding van een microfoon [1].

Fantoomvoeding wordt gebruikt om een microfoon via de microfoonkabel van spanning te voorzien. Vooral condensatormicrofoons kunnen het niet zonder fantoomvoeding stellen voor de voeding van de ingebouwde versterker. Fantoomvoeding wordt echter ook wel voor andere apparaten gebruikt.

De fantoomvoeding levert een spanning van 48 V, die via twee weerstanden van 6,8 kΩ op de beide aders van de microfoonkabel (XLR-connector: pinnen 2 en 3) wordt gezet. De massa wordt uiteraard met de afscherming van de microfoonkabel (XLR-connector: pin 1) verbonden.

We willen deze voedingsschakeling zo dimensioneren dat de fantoomvoeding onder alle omstandigheden stabiel blijft. De laagst denkbare belastingsweerstand is nul ohm, zodat de schakeling dan slechts wordt belast door de parallelschakeling van de twee weerstanden van 6,8 kΩ – in totaal is dat dus 3,4 kΩ.

De maximale belastingsstroom bedraagt zodoende:

$$I_L = \frac{U}{R_L} = \frac{48 \text{ V}}{3.4 \text{ k}\Omega} = 14.1 \text{ mA}$$

Voor de trafo willen we een 24V-type gebruiken; de maximale spanning over de elco bedraagt dan:

$$U_{top} = 48 \text{ V} \cdot \sqrt{2} - 1.4 \text{ V} = 66.5 \text{ V}$$

Gedurende een halve periode mag de spanning inzakken tot ongeveer de helft van het verschil tussen de onbelaste spanning en de nominale spanning van de fantoomvoeding:

$$\Delta U = \frac{66.5 \text{ V} - 48 \text{ V}}{2} = 9.3 \text{ V}$$

Dat betekent voor de waarde van de bufferelco:

$$C = \frac{I}{f \cdot \Delta U} = \frac{14.1 \text{ mA}}{50 \text{ Hz} \cdot 9.3 \text{ V}} = 30.3 \text{ }\mu\text{F}$$

Omdat een waarde van 33 μF moeilijk verkrijgbaar is, kiezen we voor een exemplaar van 47 μF. Nu gebruiken we deze waarde om het daadwerkelijke spanningsverschil te berekenen:

$$\Delta U = \frac{I}{f \cdot C} = \frac{14.1 \text{ mA}}{50 \text{ Hz} \cdot 47 \text{ }\mu\text{F}} = 6 \text{ V}$$

De laagste spanning over de elco bedraagt dus 60,5 V. Over de serieweerstand (R_{series}) valt dan een spanning van 12,5 V, en de stroom door de serieweerstand is tenminste gelijk aan de stroom door de belasting (de zenerdiode mag dan net stroomloos zijn). Zodoende geldt voor de serieweerstand:

$$R_{series} = \frac{12.5 \text{ V}}{14.1 \text{ mA}} = 886.5 \text{ }\Omega$$

We kiezen uiteraard voor de standaardwaarde van 820 Ω. Bij een onbelaste schakeling loopt de grootste stroom door de zenerdiode. De spanning over de elco schommelt tussen 60,5 V en 66,5 V, en bedraagt gemiddeld dus 63,5 V. De gemiddelde stroom door de weerstand en dus door de zenerdiode bedraagt in onbelaste toestand zodoende:

$$I = \frac{63.5 \text{ V} - 48 \text{ V}}{820 \text{ }\Omega} = 18.9 \text{ mA}$$

En dus geldt voor het verliesvermogen:

$$P = U \cdot I = 48 \text{ V} \cdot 18.9 \text{ mA} = 907.2 \text{ mW}$$

De diac

De (min of meer constante) zenerspanning staat uitsluitend in sperrichting over een zenerdiode. Als een zenerdiode in doorlaatrichting wordt gebruikt, valt er slechts evenveel spanning over als over een normale diode. Dat betekent dat een zenerdiode voor veel AC-toepassingen (dat wil zeggen toepassingen waarbij wisselspanningen om de hoek komen kijken) minder geschikt is.

We kunnen ons in zo'n geval echter 'behelpen' door twee tegengesteld gepoolde zenerdioden in serie te schakelen, zoals in **figuur 4** links is geschetst. Terzijde: onbegrijpelijkwijls is hiervoor de term 'antiparallel geschakeld' ingeburgerd geraakt – maar met parallelschakeling heeft dit niets van doen ('antiserie' zou beter zijn). Bij uw elektronica-postorderaar (de 'elektronicawinkel om de hoek' bestaat helaas niet meer) kunt u onder de exotische benaming 'diac' twee op deze manier aangesloten zenerdioden in één behuizing kopen. De nominale spanning van diacs bedraagt normaliter ongeveer 33 V; ze worden eigenlijk alleen in conventionele dimmers gebruikt (daar komen we volgende keer nog op terug). ◀

220384-03

De artikelreeks "Alle begin..." is gebaseerd op het boek "Basiscursus elektronica" van Michael Ebner, dat bij Elektor is verschenen.

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.

WEBLINK

[1] Fantoomvoeding:
<https://nl.wikipedia.org/wiki/Fantoomvoeding>



GERELATEERDE PRODUCTEN

► Michael Ebner, *Basiscursus elektronica*
(E-Boek, SKU 18232)
www.elektor.nl/18232

Advertisement



TAKING THE NOISE OUT OF E-MOBILITY



WÜRTH
ELEKTRONIK
MORE THAN
YOU EXPECT

WE meet @ electronica
Hall A5, Booth 406

Noise free e-mobility

e-Mobility is no longer a question of tomorrow and the number of e-vehicles is increasing day by day. Handling EMI noise is becoming more and more crucial, when it comes to design new electronic devices and systems. Würth Elektronik offers a wide range of EMC components, which support the best possible EMI suppression for all kinds of e-mobility applications. With an outstanding design-in support, catalogue products ex stock and samples free of charge, the time to market can significantly be accelerated. Besides ferrites for assembly into cables or harnesses, Würth Elektronik offers many PCB mounted ferrites and common mode chokes as well as EMI shielding products.

www.we-online.com/emobility

- Large portfolio of EMC components
- Design-in-support
- Samples free of charge
- Orders below MOQ
- Design kits with lifelong free refill