

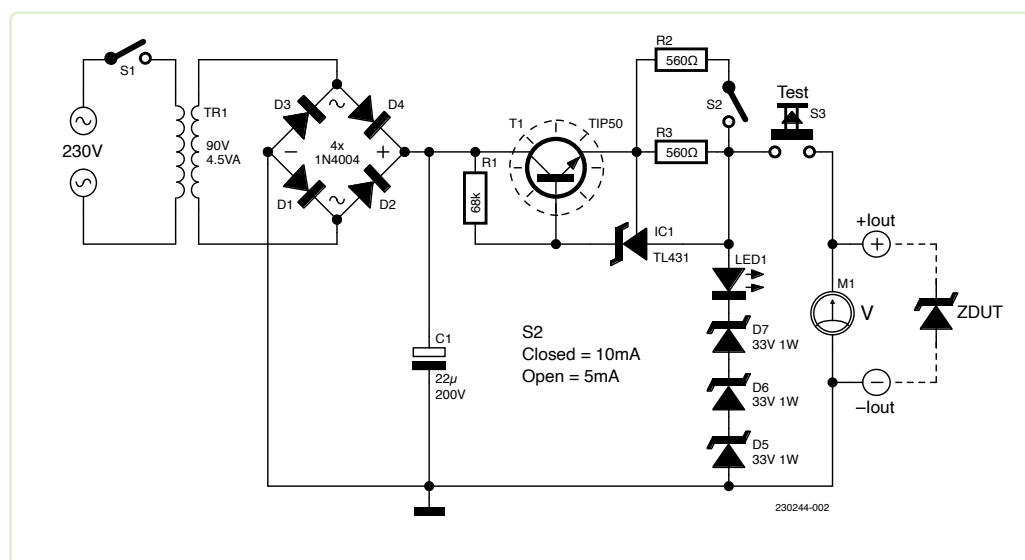
41 Zenermeter

meet de Z-spanning van Z-diodes $\leq 100\text{ V}$

Giovanni Carrera (Italië)

Iedere (hobby)elektronicus heeft wel een doos met oude componenten die 'ooit nog wel eens van pas kunnen komen'. Maar na verloop van tijd of door onleesbare of onbegrijpelijke opdrukken is het niet altijd meer duidelijk wat voor componenten het zijn. Bij zenerdiodes is het daarnaast ook nog de vraag of ze 'het nog doen'. Met behulp van deze zenermeter kunnen deze vragen beantwoord worden.

Voor mijn prototypes gebruik ik vaak componenten van printen die ik uit oude apparaten heb gesloopt. Ik gebruik het hier beschreven meetapparaat al jaren om de sperspanning van Z-diodes te meten. Het beschreven apparaat is ook bruikbaar om normale of Schottky-diodes te testen. De maximale meetspanning is 100 V bij een (schakelbare) constante stroom van 5 mA of 10 mA. Dat maakt het apparaat ook geschikt om kleine gloeilampjes en neonlampjes te testen. Het testen van LED's is daarentegen af te raden omdat de sperspanning van veel LED's is gespecificeerd tot maximaal 5 V en een LED dus zomaar kan sneuvelen als deze in sperrichting wordt aangesloten.



Figuur 1. Schema van de eenvoudige zenermeter.

Schema

Het schema van de zenermeter is te zien in **figuur 1**. Het hart van de schakeling is IC1, een TL431 precisie-shuntregelaar, waarvan het spanningsbereik flink is vergroot met behulp van transistor T1. In deze schakeling resulteert deze combinatie in een gestabiliseerde stroombron met een spanningsbereik van 0 tot ruim 200 V. Dit regelgedrag komt doordat IC1 de spanning over zichzelf zo regelt dat er een referentiespanning $V_{ref} = 2,5\text{ V}$ over R3 (en R2 bij gesloten S2) staat. Bij R3 = 560 Ω , resulteert dit in een stroom van ongeveer 4,5 mA. Als S2 gesloten wordt verdubbelt de stroom tot 9 mA. Daarbij komt dan nog de stroom door R1. In de TL431-datasheet [1] wordt aan deze stroom gerefereerd als I_{KA} . Omdat de secundaire spanning van kleine nettransformatoren onbelast vaak zo'n 20% hoger is dan de nominale spanning, staat achter de gelijkrichter zo'n 150 V over C1. In rust, dat wil zeggen zonder ZDUT (**Z** Diode **U**nder **T**est) of met S3 geopend, loopt de uitgang van de stroombron (en op de anode van LED1) op tot de som van de Z-spanningen van alle drie Z-diodes D5...D7 plus de doorlaatspanning van LED1. Voltmeter M1 zal daarom een spanning van

ongeveer 100 V weergeven als S3 ingedrukt wordt zonder aangesloten ZDUT. Terug naar I_{KA} : het verschil tussen 150 V en 100 V staat over R1, wat resulteert in een I_{KA} van 0,5 mA. Als de uitgang wordt kortgesloten en S3 wordt ingedrukt staat er bijna 150 V over R1 en zal de stroom oplopen tot $I_{KA} = 1,5\text{ mA}$. De 'relatief constante' stroom door ZDUT varieert zodoende van 5 mA tot 6 mA afhankelijk van de uitgangsspanning, en van 9,5 mA tot 10,5 mA bij gesloten schakelaar S2.

Druktoets S3 is toegevoegd om te voorkomen dat er altijd spanning op de uitgang staat. Als S2 gesloten is, verdubbelt de stroom van 5 mA tot 10 mA. LED1 licht op als S3 niet ingedrukt is, of als geen ZDUT is aangesloten terwijl S3 wordt ingedrukt. Als S3 wordt ingedrukt en er is – bijvoorbeeld – een 82 V Z-diode op de juiste manier aangesloten, zal de uitgangsspanning op M1 en op de anode van LED1 dalen tot 82 V. Het gevolg is dat er geen stroom door LED1 en D5...D7 zal lopen en de LED blijft uit. Als een Z- of normale diode in doorlaatrichting wordt aangesloten, zal de spanning dalen tot ongeveer 0,7 V en zal LED1 ook niet oplichten. Maar let op: niet alle 'standaard'-diodes kunnen 100 V in sperrichting verdragen!

Zener- en Z-diodes

Deze beide termen vloeien voort uit het feit dat er tenminste twee soorten diodes gebruikt worden om spanningen te stabiliseren. In het geval van Z-diodes met spanningen lager dan 5 V wordt meestal gebruik gemaakt van het zogenaamde Zener-effect (gebaseerd op het tunnel-effect van elektronen) met een negatieve temperatuurcoëfficiënt. Boven 5 V overweegt het lawine-effect, en dat heeft een positieve temperatuurcoëfficiënt. Bij spanningen tussen 5 V en 6 V resulteren de temperatuurcoëfficiënten gecombineerd bij bepaalde stromen in een temperatuurcoëfficiënt van 0 mV/K. Strikt genomen is er nog een derde type: diodes met spanningen lager dan 1,8 V. Een diode met 1,5 V is geen 'echte' zener, maar bestaat uit twee normale diodes in serie in één behuizing; deze twee worden dan ook in doorlaatrichting gebruikt. Datzelfde geldt voor de meeste 0,7 V zenerdiodes – deze hebben maar één pn-overgang en worden ook in doorlaatrichting gebruikt.

Enkele opmerkingen

Het lastigste onderdeel om te vinden is de kleine transformator Tr1 met een secundaire spanning van 90 V. Maar misschien is een transformator met 2 x 48 V secundair makkelijker te vinden. De secundaire windingen leveren dan in serie geschakeld 96 V wat geen probleem is. Twee losse 2,5 VA transformatoren met een secundaire spanning van 48 V zijn ook bruikbaar. De primaire aansluitingen komen dan parallel en de secundaire in serie – let daarbij wel op de correcte fase.

Waarom deze relatief hoge spanningen? Z-diodes zijn verkrijgbaar met spanningen van 1,5 V tot ruim 100 V. Met een testspanning tot ruim 100 V kunnen vrijwel alle gangbare Z-diodes getest worden. Overigens: je hebt je waarschijnlijk al enkele malen afgevraagd waarom we de term 'Z-diode' in dit artikel gebruiken is en niet gewoon zenerdiode. Deze terminologische kwestie wordt nader uitgelegd in het kader **Zener- en Z-diodes**.

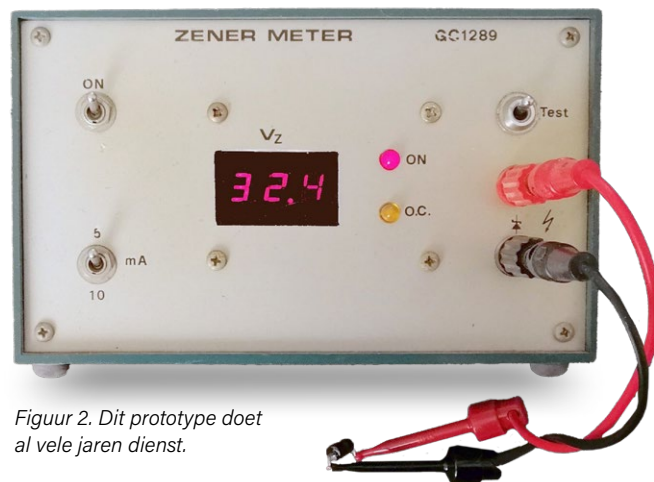
Voor T1 is een medium-power hoogspannings-NPN-transistor gebruikt. De maximale V_{CE} daarvan moet hoger zijn dan 200 V. Aangezien 10 mA x 150 V een vermogen van 1,5 W oplevert, moet T1 uitgerust worden met een klein koellichaam.

De schakeling is eenvoudig genoeg om op een stukje gaatjes- of experimenteerprint op te bouwen. Maar gezien de spanningen van 100 V en hoger moeten de veilige afstanden tussen componenten in acht worden genomen. Ik heb de elektronica in een plastic behuizing ingebouwd en heb een driecijferige digitale voltmeter-module met een meetbereik van 0...99 V gebruikt voor M1 (**figuur 2**). De rode LED is een aan-indicator en de gele LED met bijschrift O.C. is LED1. We hoeven niet te benadrukken dat na het bouwen van de schakeling Z-diodes met de nodige voorzichtigheid moeten worden gemeten vanwege de 'prikkelende' meetspanning van maximaal 100 V. ◀

230244-03 (vertaling: Adrie Kooijman)

Over de auteur

Giovanni Carrera heeft een graad in elektronica-engineering. Als professor aan de Faculteit Maritieme Techniek in Genua, Italië, heeft hij vele vakken gedoceerd, waaronder maritieme automatisering en simulatie van scheepsaandrijvingen. Carrera ging in 1970 met de 6502-CPU aan de slag en in latere jaren met vele andere processoren. Tegenwoordig heeft hij nog steeds plezier in het ontwerpen en bouwen van analoge en digitale elektronische schakelingen, waarover hij vaak schrijft in zijn blogs (ArduPicLab en GnssRtkLab) en in diverse tijdschriften.



Figuur 2. Dit prototype doet al vele jaren dienst.

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.



Onderdelenlijst

Weerstanden:

R1 = 68 k, 2 W
R2, R3 = 560 Ω

Condensatoren:

C1 = 22 μ /200 V elco

Halfgeleiders:

D1...D4 = 1N4004
D5...D7 = 33 V Z-diode, 1,3 W
LED1 = LED geel, 5 mm
T1 = NPN-transistor, $V_{CE} \geq 200$ V, bijv. TIP50
IC1 = TL431

Diversen:

S1, S2 = schakelaar SP 1 A/230 VAC
S3 = druktoets 1 A/230 VAC
M1 = DVM-module 2,5 of 3 cijfers, bereik 100 V
Tr1 = transformator 90 V secundair (zie tekst)
Koellichaam voor T1
2 stekkerbussen, 4 mm



Gerelateerd product

> Joy-IT VAX-1030 Wireless Multifunction Meter
(SKU 19199)
www.elektor.nl/19199

WEBLINK

[1] Datasheet TL431: <https://ti.com/lit/gpn/tl431>