

# Spectraal-lamp

## Drie LED-typen in één lamp

Wolfgang Zeiller



LED's worden gewoonlijk met een constante stroom gevoed, waardoor de helderheid niet van de voedingsspanning afhangt. Voor een constante stroom is een constante-stroombron nodig, waarvoor T1 in de schakeling van **figuur 1** wordt gebruikt. Op de basis van de transistor wordt een spanning  $U_B$  gezet, die iets groter moet zijn dan de  $U_{BE}$  van de transistor, die ongeveer 0,65 V bedraagt. De transistor geleidt dan en de stroom erdoor veroorzaakt een spanningsval over R2. Als deze spanningsval  $U_{R2}$  plus de  $U_{BE}$  van 0,65 V gelijk is aan de spanning op de basis, blijft de stroom constant.

Om te zorgen dat de spanning op de basis constant blijft, wordt een constante-spanningsbron (R1 en D1) gebruikt. Voor D1 wordt een infrarood LED gebruikt, niet - zoals men

Met witte LED's zijn prima zaklampen te bouwen. In deze schakeling zijn bovendien nog een infrarood- en een UV-LED opgenomen, zodat niet alleen het zichtbare gebied wordt weergegeven, maar ook delen van het spectrum aan weerszijden daarvan.

zou denken - om het lichtspectrum te vergroten, maar omdat de drempelspanning van deze LED ongeveer 1 V bedraagt. Dat is dus iets meer als  $U_{BE}$ . De drempelspanning van een rode LED bedraagt ongeveer 1,8 V, die van een witte LED zelfs 3,5 V. Als in de rommelbak geen IR-LED ligt, kan ze uit een niet meer gebruikte afstandsbediening worden gesloopt. Als ook dat niet mogelijk is, kan ze worden vervangen door een serieschakeling van een normale siliciumdiode (1N4148: 0,65 V) en een Schottky-diode (bijv. een BAT85 of een BAT43, 0,35 V).

Met een voedingsspanning van 9 V en een voorschakelweerstand van 10 k $\Omega$  loopt door diode D1 een stroom van:

$$I_{LED} = (U_B - U_{D1}) / R1 = 800 \mu A.$$

De basisstroom is hierbij verwaarloosd. Bij deze lage stroom geeft de LED geen licht, maar men spaart energie. Om de LED (onzichtbaar) te laten branden, is minstens 20 mA nodig. Voor R1 kan dan een waarde van 510  $\Omega$  worden gebruikt. Met een stroom van 20 mA door D1 moet men er wel rekening mee houden dat de spanning over de LED wat hoger is dan de eerder

genoemde drempelspanning.

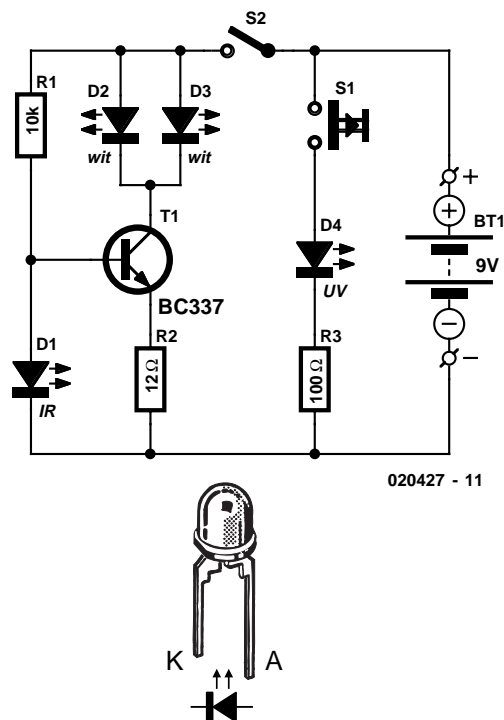
De constante stroom door de transistor wordt gebruikt om twee parallel geschakelde witte LED's (D2 en D3) te voeden. De stroom door iedere LED moet 20 mA bedragen, dus totaal 40 mA. Nu kunnen we de waarde van R2 berekenen:

$$R2 = (U_{D1} - U_{BE}) / I_{D2,D3} = (1,0 V - 0,65 V) / 40 mA = 8,75 \Omega$$

Voor de zekerheid hebben we voor R2 een waarde van 12  $\Omega$  genomen, de stroom bedraagt dan ongeveer 33 mA. Voor de helderheid maakt de iets lagere stroom vrij weinig uit.

### In serie of parallel?

In eerste instantie lijkt het niet erg handig om de twee witte LED's parallel te schakelen. Bij serieschakeling zou de opgenomen stroom toch immers half zo groot zijn. Maar een probleem zou dan de spanningsval over de LED's zijn. In onze schakeling moet de voedingsspanning minstens zo hoog zijn als de LED-spanning (3,3 V) plus de spanningsval over R2 (0,35 V) plus een marge voor de collector/emitter-overgang van de transistor, in totaal grofweg 4 V. Met de LED's in serie zou daar nog 3,3 V bij



020427 - 11

Figuur 1. Een constante-stroombron en twee superfelle witte LED's brengen licht in de duisternis.

komen, dus de voedingsspanning zou minimaal 7,3 V moeten bedragen. Dat lijkt voor een 9-V-blokbatterij geen probleem, maar schijn bedriegt. Kijk maar eens naar de ontlaadfunctie van een 9 V alkaline blokbatterij in **figuur 2**. De grafiek is weliswaar al wat verouderd en moderne batterijen leveren betere prestaties, maar het principe blijft staan. Kijk eerst eens naar de curve voor 220 Ω, die voor onze schakeling (met een LED-stroom van 40 mA) geldt. De curve voor 470 Ω geldt voor LED's die in serie zijn geschakeld. Deze laatste kromme passeert de kri-

tische spanning van 7,3 V na ongeveer 11 uur; de kromme met de dubbele stroom passeert het 4,0-V-punt na 13 uur. Dit verschil is nog niet echt groot, maar als een van de LED's een drempelspanning van bijvoorbeeld 3,6 V zou hebben (wat in de praktijk vaak voorkomt), dan zou een batterijspanning van 7,9 V nodig zijn. De 470-Ω-karakteristiek bereikt deze spanning al na vier uur! In de praktijk bleek de gemiddelde brandtijd van de 40-mA-schakeling circa 17 uur te bedragen. Dat is voldoende om de langste Nederlandse nacht te overbruggen (21.12 in Schiermonnik-

oog). Zelfs met een batterijspanning van 3 V (!) kan de lamp nog als sleutelgatzoeker worden gebruikt.

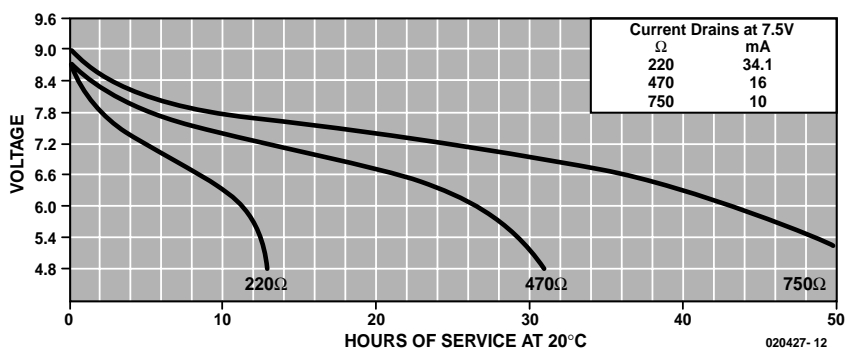
Als er zulke verschillen in drempelspanning zijn, hoe kunnen dan twee LED's parallel worden geschakeld zonder (vereffenings) voorschakelweerstand te gebruiken? Zou de LED met de laagste drempelspanning niet alle stroom gaan trekken (en snel kapot gaan?). Het antwoord is eenvoudig: de LED's hebben een vrij grote inwendige weerstand van circa 18 Ω. Daardoor kan ook een ongelijk LED-paar de ter beschikking staande stroom toch (min of meer) gemeenschappelijk delen. Al te ongelijk is ook niet goed, want naarmate het verschil groter is zal de dissipatie van de LED met de lagere drempelspanning des te hoger worden. Ze valt eerder uit dan de andere, die vervolgens de dubbele stroom te verwerken krijgt en daarna ook snel het tijdelijke voor het eeuwige zal verwisselen.

### Ultraviolet

Een handig extraatje van de schakeling is de UV-LED die via een 100-Ω-weerstand is aangesloten. Zo kan de spectraal-lamp ook als bankbiljettentester worden gebruikt. D4 is trouwens geen echte UV-LED, maar met 405 nm golflengte 'bijna UV'. Echt UV begint onder 400 nm. Het voordeel hiervan is dat 'bijna-UV' minder schadelijk voor het oog is dan echt UV, al moet men ook niet direct in zo'n LED kijken. Omdat de UV-LED met een aparte drukknop wordt bediend en per keer slechts enkele seconden hoeft te branden, kan voorschakelweerstand R3 (= 100 Ω) een lage waarde hebben. De UV-LED brandt daarmee enorm helder.

### Zaklamp-behuizing

Om de zaklamp 'in vorm' te brengen wordt een kleine kunststof behuizing met een apart batterijvak gebruikt. De etsbak voor printen kan in de kast blijven, want met zo weinig onderdelen kan de schakeling op heel eenvoudige wijze worden opgebouwd. Nodig is een stukje printplaat waarvan de koperlaag wordt blank geschuurd en waarvan enkele stukken worden afgeknipt. Eén stuk moet zo groot zijn dat het in het kastje past. Verder zijn nog een paar strips en soldeereilanden nodig. Deze delen worden dan - in de juiste configuratie - met dubbelzijdig plakband of secondelijm op de grondplaat vastgezet. Vervolgens kunnen de onderdelen erop worden vastgesoldeerd. Op de foto is duidelijk te zien wat de bedoeling is. De schakelaar en de drukknop worden met smeltlijm tegen het deksel gelijmd en met snoetjes op de print aangesloten.



Figuur 2. Ontlaadcurves van een 9 V alkaline blokbatterij.

(020427)