

Constance-stroombron voor super heldere LED's

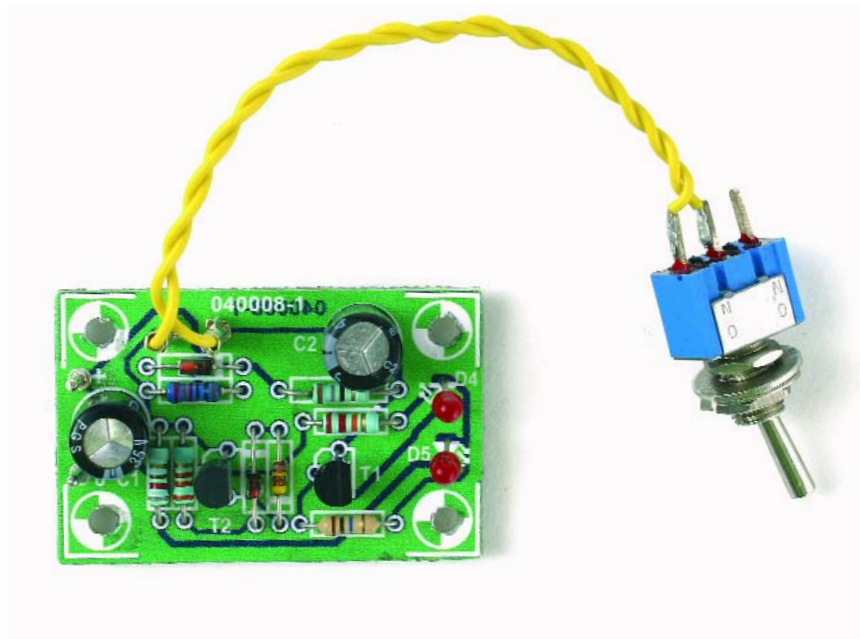
Olaf König

Steeds vaker zie je dat super heldere LED's worden toegepast als verlichting of als (waarschuwings-) signaalgevers. Om er voor te zorgen dat de lichtintensiteit constant is, moeten LED's met een constante stroombron worden aangestuurd. De meest gebruikelijke manier is dit met een voorschakelweerstand te realiseren. De niet-lineaire spanning/stroom-karakteristiek, het NTC-karakter van LED's en variaties in de voedingsspanning hebben echter een behoorlijke invloed op de helderheid. Dat kan dus beter!

De hier voorgestelde schakeling is een low-drop constante-stroombron, speciaal voor super heldere LED's die toegepast worden als schijnwerper, achterlicht, richtingaanwijzer, nep-auto-alarm-indicatie enzovoort. De schakeling levert een constante stroom van 20 mA bij een spanning van 4,5...30 V of 50 mA bij 4,5...12 V en beschikt bovendien over een knipperoptie. Er valt slechts 0,6 V over de schakeling zelf, zodat nagenoeg de volledige voedingsspanning voor de LED's gebruikt kan worden.

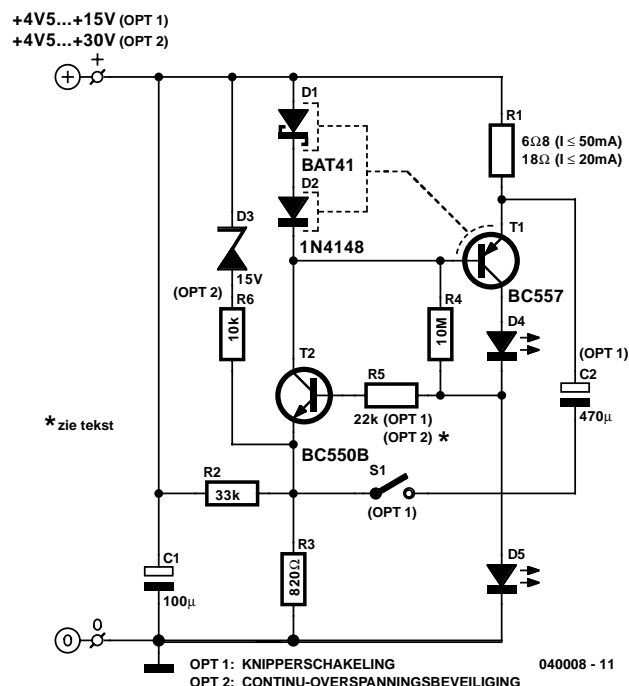
Als de spanning wordt ingeschakeld en de schakeling belicht is, zorgt D5 voor een aanloopspanning. Een LED kan namelijk ook als fotocel werken! Om ervoor te zorgen dat de constante-stroombron ook in het donker werkt, zorgt R4 voor een minimale basisstroom voor T1 en T2. In ieder geval komen beide transistoren dus een beetje in geleiding.

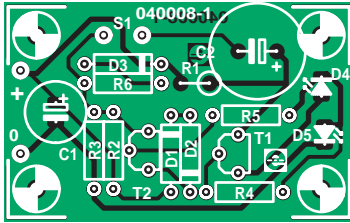
De transistoren zijn zo geschakeld dat de ene de basisstroom voor de andere verzorgt. Hierdoor zal deze stroom een bepaalde nominale waarde aannemen. Deze stroom is stabiel en omdat de spanning over D5 (verminderd met de basis/emitter-spanning van T2) ook over R3 staat (R5 speelt hier voorlopig geen rol), loopt er dus door R3 een gestabiliseerde stroom. Verder loopt deze constante stroom via T2 voornamelijk door D1 en D2. De bijdrage van de basisstroom door T1 is te verwaarlozen. De spanning over D1 en D2 is door de gestabiliseerde stroom natuurlijk ook stabiel. Verminderd met de basis/emitter-spanning van T1 staat deze spanning over R1 en zorgt zo voor een constante stroom door T1 en D5 (en eventueel D4). Hiermee is de cirkel rond. Het gaat dus eigenlijk om twee constante-stroombronnen die elkaar stabiliseren. Tot zover de principe-



werking van de schakeling. Door R2 wordt de spanning over R3 verhoogd. Hierdoor wordt de stroom evenredig met de voedingsspanning vermindert en zo verder gestabiliseerd. R2 is zo gekozen dat de stroom zelfs een beetje inzakt als de voedingsspanning toeneemt. Op deze manier wordt een zo groot mogelijke verzadiging van T1 bereikt als de spanning te laag is. Terwijl D2 bedoeld is om het verloop van de basis-emitterspanning van T1 te compenseren, zorgt Schottky-diode D1 juist voor een

steile spanningsafval over R1. D1 en D2 zijn thermisch aan T1 gekoppeld. Als de temperatuur stijgt, zal daardoor de stroom eerder afnemen dan stijgen. LED D4 is zo in de schakeling opgenomen dat bij lage voedingsspanningen wordt voorkomen dat T2 in verzadiging gaat. Dat scheelt namelijk ongeveer 0,2 V. Een batterij zal op deze manier volledig leeg worden getrokken. Let echter op: in tegenstelling tot een batterij mag een accu nooit helemaal ontladen worden! Als de schakeling wordt gebruikt om wat





mee te experimenteren, is het raadzaam de overspanningsbeveiliging (D3, R6) in te bouwen. Als de spanning te hoog wordt, komt D3 in geleiding. De meeste stroom zal dan door de diode lopen in plaats van door T2. Vanaf ongeveer 15 V wordt de stroom dan sterk teruggeregeld volgens hetzelfde principe als bij R2. Dit is met name om te voorkomen dat T1 te heet wordt als er 50 mA wordt geleverd. De bovengrens aan de overspanning wordt nu in principe alleen nog bepaald door de maximale U_{CE} van beide transistoren.

Op de plek van D4 kunnen eventueel meerdere LED's in serie worden gezet. Er moet dan natuurlijk wel voor voldoende voedingsspanning worden gezorgd.

R5 en C2 zijn onderdeel van het knippergedeelte. Elco C1 zorgt hierbij voor ont koppeling van spanningspieken en HF-storing. Met C2 wordt de schakeling laagohmig teruggekoppeld. De pulsen die zo ontstaan zijn lang genoeg om duidelijk zichtbaar te zijn, maar kort genoeg om zo veel mogelijk energie te sparen. De duty-cycle bedraagt slechts 10%. Overigens zal bij basisspanningen onder 5 V

Onderdelenlijst

Weerstanden:

R1 = 6Ω of 18Ω *
 R2 = 33 k
 R3 = 820Ω
 R4 = 10 M
 R5 = 22 k of 0Ω *
 R6 = 10 k

Kondensatoren:

C1 = $100\mu/40\text{ V}$ radiaal
 C2 = $470\mu/40\text{ V}$ radiaal

Halfgeleiders:

D1, D2 = BAT41 of andere Schottky-diode met $I_F > 80\text{ mA}$
 D3 = zenerdiode 15 V, 500 mW
 D4, D5 = LED *
 T1 = BC557B
 T2 = BC550B

Diversen:

S1 = schakelaar *
 Print 040008-1 leverbaar via ThePCBShop
 Print-layout is ook beschikbaar op www.elektuur.nl/tijdschrift
 * zie tekst

(bij twee ingebouwde LED's) de duty-cycle tot 50% toenemen, terwijl de stroom gelijktijdig afneemt. Onder 4,6 V, vlak voordat de schakeling 'instort', is de pauze-tijd bijna nul. De 10%-pulsen zorgen voor een piekstroom van 100 mA, wat voor 50-mA-LED's toelaatbaar is. De flanken zijn zo steil dat twee parallel aangesloten schakelingen synchroon knippen als de ont koppeling tenminste 1Q bedraagt. De spanningsvariatie over C2 is met ongeveer 0,6 V zo klein dat nauwelijks energie verloren gaat.

We hebben voor deze constante-stroombron een kleine print ontworpen. Het opbouwen wordt hierdoor erg gemakkelijk en behoeft verder weinig commentaar. Diodes D1 en D2 zijn vlak naast T1 geplaatst en op die manier voldoende thermisch gekoppeld. Voor de maximale constante stroom van 50 mA moet voor R1 $6,8\Omega$ geplaatst worden. Voor 20 mA moet dit 18Ω zijn. R1 kan natuurlijk nog verder verhoogd worden om de stroom op een lagere gewenste waarde in te stellen. We gaan er van uit dat T1 een stroomversterking van 140 maal heeft. Als dit niet zo

is, dient R3 tot 680Ω verlaagd te worden. Door D1 en D2 moet een instelstroom van minstens het drievoudige van de basisstroom van T1 lopen. Door T2 loopt natuurlijk ook nog de gewone basisstroom. I_{R3} is dus $4 \cdot I_{B,T1}$ (I_{R2} is hier te verwaarlozen). Omdat D5 de spanning over R3 bepaalt, geldt hier:

$$R3 \leq B_{T1} \cdot [(U_{D4} - 0,65\text{ V}) / (4 \cdot I_{const})]$$

U_{R1} mag maximaal 340 mV bedragen. Bij het instellen van de stroom blijkt dat het soms beter uitkomt voor D2 een exemplaar met nét een iets andere tolerantiewaarde te kiezen. In hardnekkige gevallen kan de stroom namelijk te hoog zijn. Ook als het in een keer goed moet zijn (zonder te meten of af te regelen), kan het handig zijn twee 1N4148's parallel te zetten zodat het werkpunt een beetje lager op de karakteristiek ligt. Nog één belangrijke opmerking: kijk nooit direct in super heldere LED's. Vooral in het donker kan het netvlies van uw ogen makkelijk schade oplopen!