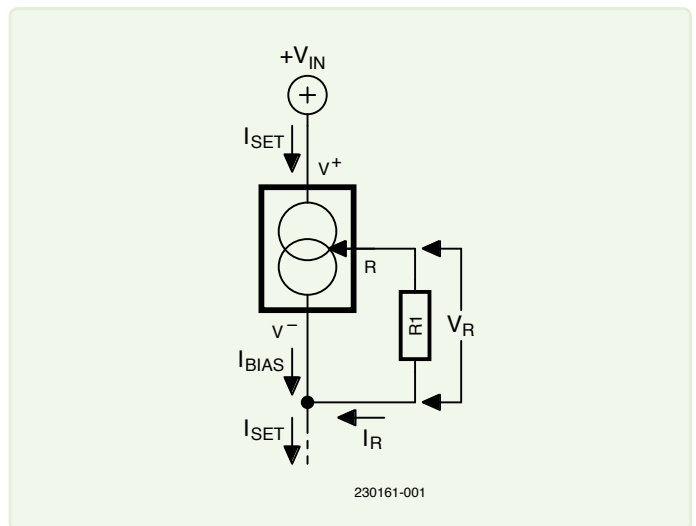


Temperatuurgestabiliseerde IC-stroombron

neutraliseer de temperatuurdift van deze driebeeners

Dr. Thomas Scherer (Duitsland)

Geïntegreerde driebeelige stroombronnen zijn een beproefd middel om veel analoge schakelingen te vereenvoudigen en nemen weinig ruimte in op de print. Helaas vertonen deze IC's echter een aanzienlijke temperatuurdift. Met een extra diode plus weerstand kun je ze echter voor een groot deel temperatuurstabiel maken.



Figuur 1. Basisschakeling van de LM334 geïntegreerde stroombron.

Er is bijna geen elektronicus die deze driebeelige IC's niet kent waarvan de uitgangsstroom kan worden ingesteld op de gewenste waarde door middel van een externe weerstand. Een toepassingsvoorbeeld: met slechts twee componenten kan de gemeenschappelijke-emitterstroom van een transistor-verschilversterker bijzonder simpel en handig worden aangepast. Helaas hebben deze IC's voor sommige toepassingen een niet te verwaarlozen temperatuurcoëfficiënt. Maar met slechts twee extra componenten kan zo'n stroombron zeer temperatuurstabiel worden gemaakt.

LM334

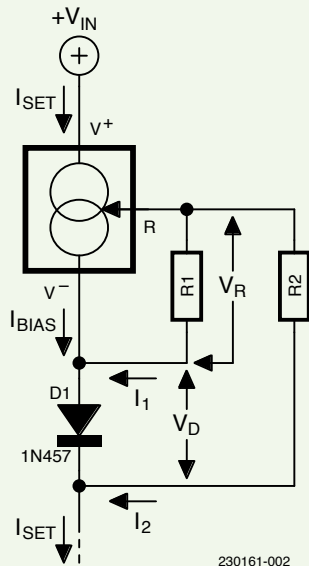
De stroombronnen uit de LM124-/LM224-/LM334-serie zijn niet alleen typische vertegenwoordigers van deze IC-klasse, maar worden ook veel gebruikt. Het uitgangsbereik van deze IC's, instelbaar via een externe weerstand, loopt van 1 μ A tot 10 mA. De goedkope LM334-variant heeft de hoogste componenttolerantie. In het volgende wordt verwezen naar het LM334 type vanwege het wijdverbreide gebruik, maar de overwegingen zijn evenzeer van toepassing op de LM124 en LM224. **Figuur 1** toont de typische toepassing. Tussen de pennen R en V- staat een spanning V_R van ongeveer 64 mV bij 25 °C. De totale stroom I_{SET} door het IC bestaat uit I_R (dat is de stroom door R_{SET}) en de kleinere

I_{BIAS} . I_R is ongeveer 14 tot 18 keer zo groot als I_{BIAS} , zodat we I_{BIAS} vrijwel kunnen verwaarlozen. De volgende vergelijking is daarom geschikt als vuistregel:

$$I_{SET} = 64 \text{ mV} / R_{SET} \times 1,06$$

Voor een stroom van 1 mA zou bijvoorbeeld een weerstand van 68 Ω zeer geschikt zijn voor R_{SET} . De typische nauwkeurigheid van de stroom die op deze manier wordt ingesteld, bedraagt ongeveer 3%.

Alles zou in orde zijn als de spanning V_R niet zo' forse temperatuurdift van 214 μ V/K had, wat correspondeert met 0,33%/°C in de buurt van 25 °C. In de TO-92 behuizing is de thermische weerstand tussen het halfgeleiderkristal en de omgevingslucht ongeveer 180 °C/W. Bij een stroom van 10 mA en een spanningsval van 10 V zou er 100 mW worden gedissipeerd, resulterend in een temperatuurstijging van 18 °C. Dat zou dan weer een toename van de stroom van 6% veroorzaken. Dat kan in veel situaties met kleine stromen (en navenant kleine vermogensverliezen) acceptabel zijn, maar niet altijd. Interessant genoeg is het temperatuurverloop zo groot en zo lineair dat je zelfs een fatsoenlijke temperatuursensor met de LM334 kunt maken. Deze toepassing wordt beschreven in de datasheet [1].



Figuur 2. Met een extra weerstand en een diode wordt de stroombron temperatuurstabiel.

Compensatie van de temperatuurdrijf

De datasheet beschrijft ook hoe je de positieve temperatuurcoëfficiënt van de LM334 bijna volledig kunt compenseren met een extra weerstand en een diode. **Figuur 2** laat zien hoe.

De werking berust op het feit dat de spanning over een siliciumdiode een negatieve temperatuurcoëfficiënt heeft, die dus kan worden gebruikt om de positieve temperatuurcoëfficiënt van de LM334 te compenseren. I_{SET} is nu de som van I_1 , I_2 en I_{BIAS} . De stroom I_2 met zijn negatieve temperatuurcoëfficiënt wordt nu opgeteld bij de 'normale' stroom I_1 met positieve temperatuurcoëfficiënt.

De karakteristieken van de temperatuurcoëfficiënten van het IC en de diode zijn grotendeels gelijk, behalve dat de spanning over de diode ongeveer 630 mV is (bij 1 mA en 25 °C), wat ongeveer tien maal de spanningsval V_R over R1 is. I_2 hangt dus niet alleen af van de temperatuur van de diode, maar ook van de stroom die er doorheen loopt. Maar de verhouding van de stromen $I_1:I_2$ moet ongeveer 1:1 zijn. Dit resulteert in een verhouding van de weerstanden R1:R2 van 1:10, zodat de temperatuursverschillen elkaar opheffen. De exacte afleiding is te vinden in de datasheet.

Nauwkeurig genoeg voor praktische doeleinden kan de temperatuurgecompenseerde stroom als volgt vereenvoudigd worden geschat:

$$I_{SET} = 136 \text{ mV} / R1$$

terwijl $R2 = 10 \times R1$. Voor een temperatuurgecompenseerde stroom van 2 mA is een weerstand van 68 Ω nodig voor R1 en 680 Ω voor R2. In plaats van een 1N457 kan in Europa ook de meer gebruikelijke 1N4148 worden gebruikt. Omdat zowel het temperatuurverloop van de diode als dat van het LM334 IC afhangt van de stroom erdoorheen, wordt de lagere spanningsval bij de diode ook bij kleine stromen acceptabel gecompenseerd. ◀

230161-03

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] LM334-datasheet van Texas Instruments: <https://ti.com/lit/ds/symlink/lm334.pdf>

Test je kennis Win prijzen!

Heb jij het in je om tot echte elektronica-kenner gebombardeerd te worden? Test je kennis en doe mee aan onze spannende quiz! Je maakt kans op een exclusieve Elektor Classic Kit of een van de andere toffe prijzen.

Speel de quiz voor 31 Augustus 2023.
Succes en veel plezier!

Hoe doe je mee

1. Bestudeer de schakelingen uit het verleden.
Je vindt ze op pagina **105**, **113** en **123**.
2. Bepaal in welk jaar ze in Elektor zijn gepubliceerd.
3. Stuur de antwoorden in en maak kans op een prijs.

Visit elektormagazine.nl/quiz-23
om mee te spelen!

