

# Weerstand stroombeperking voor LED's

Om de stroom door een LED te beperken wordt een weerstand toegepast. Maar hoe hoog moet de waarde van zo'n weerstand eigenlijk zijn?

In de dagelijkse praktijk wordt een vuistregel toegepast die zegt trek 2 Volt van de voedingsspanning af en deel dat door 20 mA. We gaan op onderzoek uit om dat te verduidelijken.

## Waarom willen we de weerstandwaarde weten?

1. Als uit de specificaties van een te gebruiken LED de stroom gegeven is, bereken dan de juiste weerstandswaarde.
2. Als uit de specificaties de weerstandswaarde bekend is, wat is dan de LED stroom?
3. Als er geen specificaties bekend zijn maar wel de LED stroom en de LED kleur zoek dan de bijbehorende weerstandswaarde.
4. Met een totaal onbekende LED zoek de weerstand en de LED stroom op.

## Oplossing

1. Dit gaat het best met de grafische methode, zie de grafiek rechts.
  - \* Print de grafiek uit of teken deze met kalkpapier over.
  - \* Zoek de voorwaartse stroom op ten opzichte van de voorwaartse spanningsgrafiek in de technische gegevens. In het voorbeeld 10 mA. Trek de horizontale lijn. Deze snijdt de curve van de LED op het werkpunt.
  - \* Op de LED curve noteer de LED spanning.
  - \* Trek deze spanning af van de voedings-

spanning.

- \* Deel het verschil daarvan en deel dat getal door de gewenste stroom om de weerstandswaarde te krijgen.

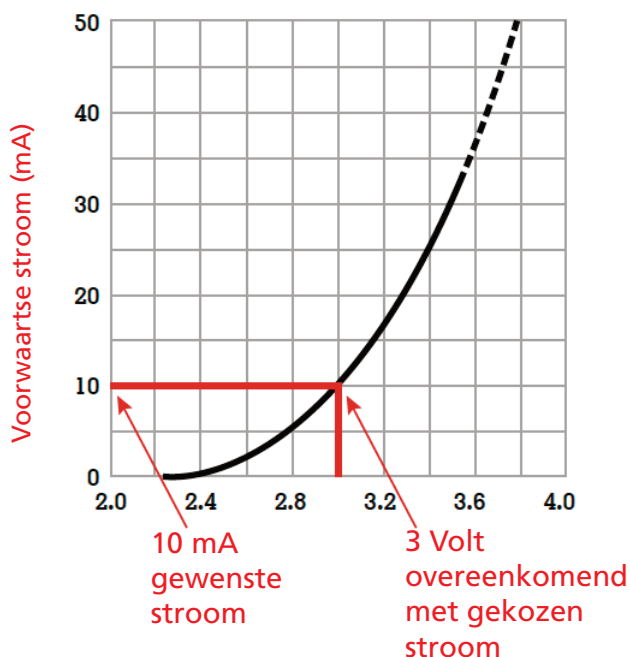
Verticaal zien we de stroom in mA en horizontaal de spanning in voorwaartse richting in Volt.

## Voorbeeld

We kiezen 5 Volts voedingsspanning met het gebruik van een 3 Volts LED.

We kiezen een stroom uit van 10 mA, daarbij hoort volgens de logaritmische en gedeeltelijk lineaire curve een spanning van 3 Volt. De hoek van de curve kan bij de ene LED iets sneller omhoog lopen en bij een andere wat vlakker zijn.

$$\frac{5 \text{ V} - 3 \text{ V}}{10 \text{ mA}} = 200 \text{ ohm}$$



## Oplossing

2. Dit gaat het best met de grafische methode.

\* Zoek de stroom/spannings grafiek uit de specificatie gegevens van de LED.

Verleng de horizontale as naar rechts zodat de voegingsspanning kan worden ingetekend.

Hier 5 Volt.

Bereken de stroom door de bekende serie weerstandswaarde, alsof deze rechtstreeks op de voedingspanning is aangesloten. Dit is de weerstands / belastingscurve (rode lijn). We hebben een weerstand van 470 ohm de stroom geheel links wordt dan:

$$I = \frac{5 \text{ V}}{470 \text{ ohm}} = 10,6 \text{ mA}$$

Trek een rechte lijn vanaf de 5 Volt voedingsspanning naar de zojuist berekende stroom.

\* Op het punt waar de belastingslijn de LED curve snijdt wordt het werkpunt van de LED.

## Oplossing

3. Zoek de weerstandswaarde op. Zonder dat er gegevens (grafieken) van de LED bekend zijn is het gokken naar de stroom/spanningscurve. Voor het gemak kijken we naar de curve uit fig 1.

Of pakken de specificaties van LITEON erbij voor de L1 3/4 LED serie.

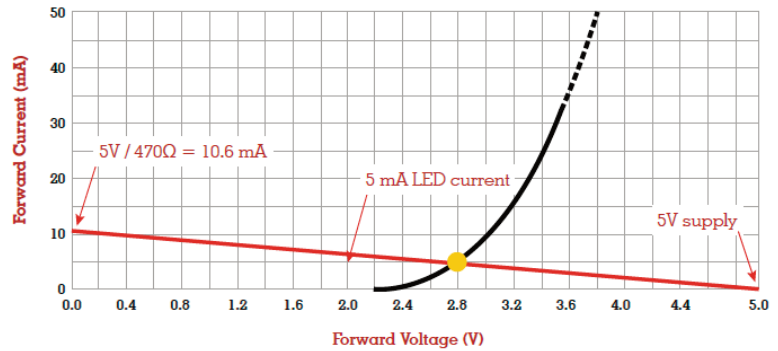
(2006764.pdf). De maximale stroom bedraagt daar 30 mA.

Maar zoals bekend wijzigt de voorwaartse spanning van een LED met de uitgestraalde kleur (type LED). Vandaar dat we eerst bepalen wat voor een kleur LED we de gegevens willen uitrekenen.

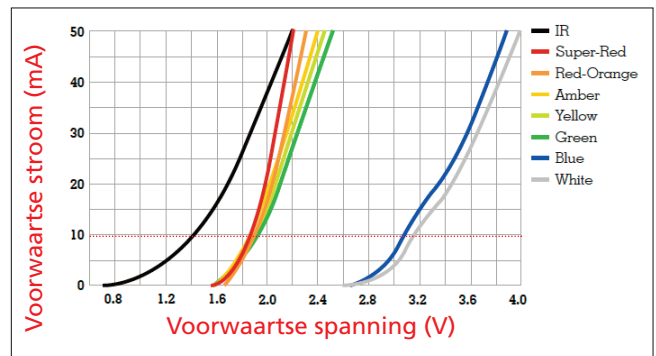
Zie de LED spanningsgrafiek ten opzichte van de golflengtes van de LED.

Een infrarood (lage frequentie van licht) LED heeft de grootste golflengte en daarmee ook direct de laagste spanning.

We onderscheiden in totaal drie soorten curves gerelateerd aan de kleur van de LED.



De rode lijn geeft de belastingslijn aan met het werkpunt (gele stip) met de JFET curve.



- \* IR infrarood
- \* Rood, oranje, geel tot groen
- \* Blauw en wit

Bij witte LED's wordt in wezen een Ultra violette kleur licht uitgezonden en met diverse fosfors de kleur naar het zichtbare witte deel geschoven.

Indien we 10 mA als richtlijn (rode gestippelde lijn) nemen dan zien we een enorme verscheidenheid aan spanningen ten opzichte van de kleurtypen.

Bij IR is dat 1,4 Volt, bij de groen 1,95 V en bij de blauwe en witte ca. 3,1 Volt.

De berekening van de bijpassende weerstand volgt op de manier van 1 of 2.

## Oplossing

4. Dezelfde algemene Kleur LED curves kunnen worden gebruikt om de LED stroom bij een bepaalde weerstand te kiezen, zoals oplossing 2. Maar u kunt natuurlijk ook kiezen voor de meetmethode om de specificaties van de LED zelf op te meten.

Als er weinig tot niets van de LED bekend is dan is het eenvoudig om de gegevens te achterhalen.

## Opmeten

- \* Verbindt in serie met de LED een 100 ohm weerstand en een 1 kOhm regelbare weerstand. De 100 Ohm weerstand is voor de beveiliging van de LED. Met behulp van een mA-meter (analoog of digitaal) wordt de stroom gemeten. Sluit deze schakeling aan op een voeding van ca. 5 Volt gelijkspanning of iets anders.
- \* Varieer de potentimeter totdat de meter de gewenste stroom weergeeft.
- \* Haal de potentionmeter uit de schakeling en meet de weerstandswaarde op.
- \* Kies standaard waarden uit de E6 reeks zoals 100, 150, 220, 330, 470, 680 of 1 K etc.)

## Polariteit van de LED

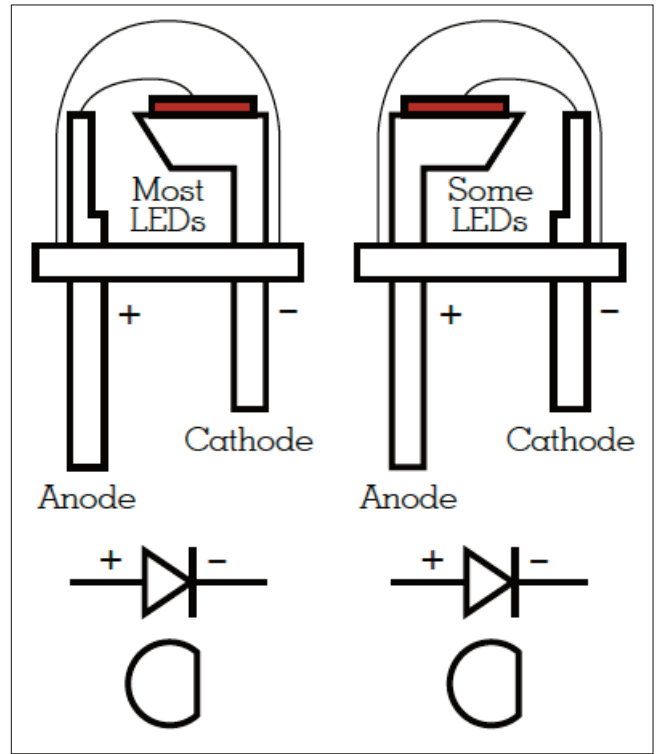
Er zijn (helaas) twee typen in omloop. De meeste LED's hebben een kleinere interne aansluiting in het glas hetgeen dan de anode of te wel de + aansluiting is. De kathode heeft een groter oppervlak.

Helaas zijn er ook LED's die juist de tegenovergestelde opzet hebben. Wat wellicht helpt is dat de + aansluiting meestal een langere aansluiting heeft dan de - aansluiting.

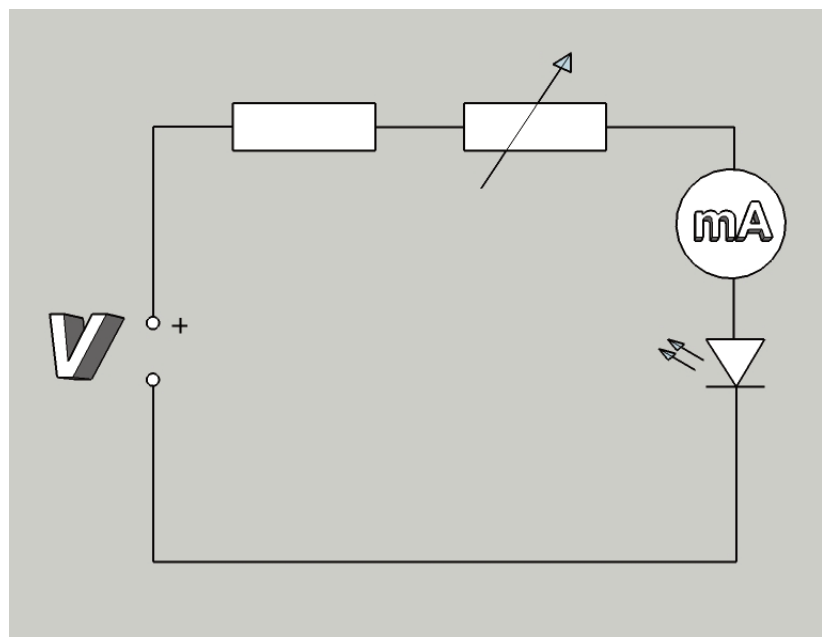
En dan is er nog de methode om met een simpele multimeter in de stand diode test de LED eenvoudig door te meten.

## Algemeen

LED (Light Emiting Diodes) is een



speciaal diode type waarbij licht wordt uitgestraald als deze op de juiste wijze van spanning (en stroom) wordt voorzien. Typende spanningen en stromen kunnen uit de specificatie gegevens van de LED worden gehaald. De twee aansluitingen van de LED heten anode (+) en kathode (-). De anode dient met de postieve pool te worden verbonden en de kathode met de negatieve. In de meeste gevallen heeft de LED verschillende lengten van de aansluitdraden, waardoor we de + en - pool kunnen ontdekken.



Bij een bepaalde LED hebben we gekozen voor 20 mA met 2 V.

De weerstand die we nodig hebben bij 3 V zal dan ongeveer 50 ohm zijn, Bij 9 Volt 350 ohm en bij een voedingsspanning van 12 V 500 Ohm. Kies altijd de waarde uit de E-reeks van de weerstanden die het dichtst bij de berekende waarde ligt.

De spanning van een LED kan met de temperatuur veranderen, zie de grafiek rechts. En die verandering zal het grootst zijn als de spanning van de LED niet veel afwijkt van de uiteindelijk gebruikte voedingsspanning. In het ontwerp dient met deze effecten rekening te worden gehouden, waarbij de stroom niet te veel mag toenemen.

### LED's in serie schakelen

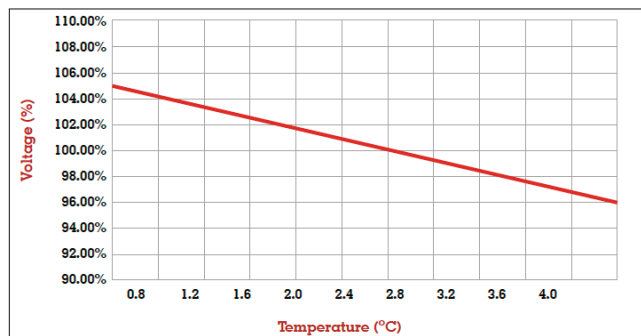
LED's kunnen in serie worden gezet om meerdere LED's in een keer aan te sturen met een hogere voedingsspanning. Hou er daarbij rekening mee dat ze dan allemaal dezelfde stroom krijgen. De LED spanningen worden dan opgeteld.

### LED's parallel schakelen

LED's moeten nooit direct in parallel worden geschakeld omdat daarbij de stroom niet op dezelfde manier wordt verdeeld. Plaats altijd een weerstand in serie met ELKE LED om zo individueel op de juiste stroom te kunnen instellen.

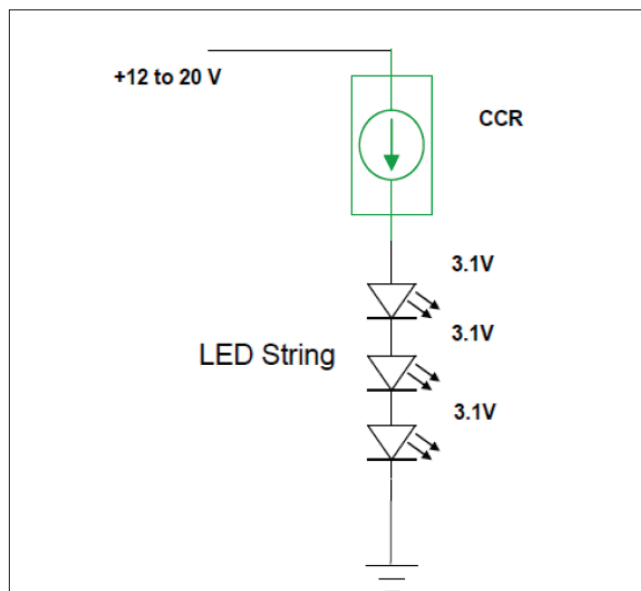
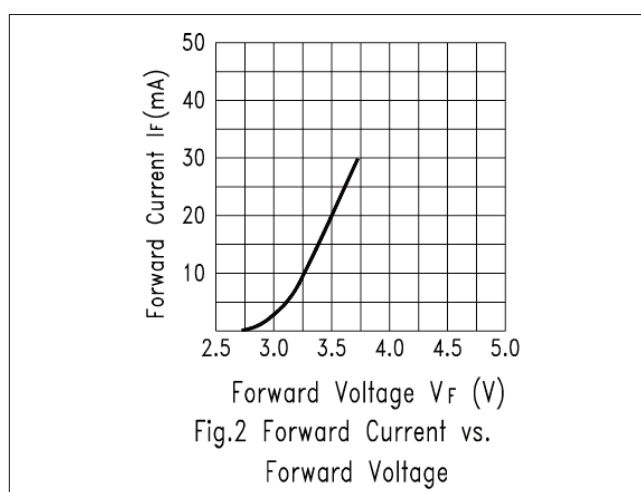
### LED's aansturen

LED's kunnen ook vanuit een transistor, FET of geïntegreerde schakeling worden aangestuurd. De meest optimale manier is door ze met een stroombron aan te sturen.



De spanning van een LED kan veranderen met de temperatuur. Bij 25° C is de normale waarde opgemeten van 100%.

De U/I curve van een LED uit een applicatie PDF van de fabrikant.



## Stroombron

Er zijn heel wat IC's beschikbaar. De U/I curve van de LED wordt daarbij minder belangrijk.

Eén van de IC's is de NSI50010YTIG van ON Semi.

Deze heeft slechts twee aansluitingen die speciaal voor aansturing van LED's is ontwikkeld. Met een breed gebied van aangelegde spanningen kan deze de juiste stroom beperken. De grafiek is hier naast weergegeven. De Ireg stroom bedraagt gemiddeld 25 mA voor dit type IC. Ze worden eenvoudig in serie met de LED geschakeld.

## Waarom witte LED's met constante stroom voeden?

Indien u LED's voor achtergrond verlichting gebruikt dan zijn er twee redenen om ze met constante stroom aan te sturen:

a) om de maximale toelaatbare stroom te begrenzen en daarmee de betrouwbaarheid. In de meeste gevallen is 30 mA de uiterste grens. Maar met temperatuurschommelingen dient dat teruggebracht te worden tot ca. 20 mA bij 50° C.

b) om een van tevoren gewenst en aangepaste lichtintensiteit te verkrijgen en met de juiste kleur van elke LED.

Het is dus onverstandig om witte LED's met een constante spanning aan te sturen.

## Licht meten

Met stroom door de LED wordt licht gegeven, maar ook het omgekeerde is mogelijk zoals bij een fotodiode: Licht kan ook in stroom worden omgezet alleen met een veel lager rendement dan met een normale fotodiode.

## Vermogen

Het vermogen en het rendement zijn relatief laag, door de warmteontwikkeling in de LED, maar ook in de voorschakelweerstand. Bij hogere voedingsspanningen wordt de verhouding ongunstiger in het rendement.

### NSI45025T1G

#### Constant Current Regulator & LED Driver

45 V, 25 mA ± 15%, 460 mW Package

The linear constant current regulator (CCR) is a simple, economical and robust device designed to provide a cost-effective solution for regulating current in LEDs (similar to Constant Current Diode, CCD). The CCR is based on Self-Biased Transistor (SBT) technology and regulates current over a wide voltage range. It is designed with a negative temperature coefficient to protect LEDs from thermal runaway at extreme voltages and currents.

The CCR turns on immediately and is at 25% of regulation with only 0.5 V  $V_{AK}$ . It requires no external components allowing it to be designed as a high or low-side regulator. The high anode-cathode voltage rating withstands surges common in Automotive, Industrial and Commercial Signage applications. The CCR comes in thermally robust packages and is qualified to be UL94-V0 certified.

#### Features

- Robust Power Package: 460 mW
- Wide Operating Voltage Range
- Immediate Turn-On
- Voltage Surge Suppressing – Protecting LEDs
- SBT (Self-Biased Transistor) Technology
- Negative Temperature Coefficient
- NSV Prefix for Automotive and Other Applications Requiring Unique Site and Control Change Requirements; AEC-Q101 Qualified and PPAP Capable
- These Devices are Pb-Free, Halogen Free/BFR Free and are RoHS Compliant

#### Applications

- Automobile: Chevron Side Mirror Markers, Cluster, Display & Instrument Backlighting, CHMSL, Map Light
- AC Lighting Panels, Display Signage, Decorative Lighting, Channel Lettering
- Switch Contact Wetting



ON Semiconductor®  
<http://onsemi.com>

$I_{reg(SS)} = 25 \text{ mA}$   
@  $V_{AK} = 7.5 \text{ V}$

Anode 2  
Cathode 1

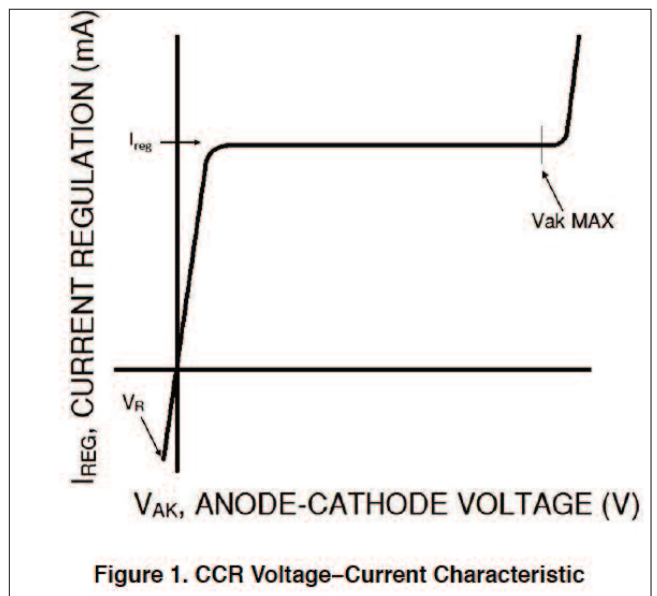


SOD-123  
CASE 425  
STYLE 1

#### MARKING DIAGRAM



AE = Device Code  
M = Date Code  
• = Pb-Free Package  
(Note: Microdot may be in either location)



## Variaties

Er zijn allerlei variaties op de markt zoals bv. de tweekleurenled (heen-en-weerled) of de LED met drie aansluitingen voor het aansturen van een rode en een groene, waardoor de mengkleur kan worden geregeld. Een blauwe LED zal bij een lage stroom meer groenig lijken en een rode LED wordt heel even geel bij een te hoge waarde van de toegelaten stroomsterkte.