

## LEDs, hoe zit het ook al weer?

Een LED is een diode. Een bijzondere diode, want hij geeft licht.

Een diode laat stroom door in slechts één richting, een LED ook.

In de doorlaatrichting heeft een diode een maximale stroomsterkte, daarboven gaat hij stuk, een LED ook.

In de sperrichting spert een diode een maximale spanning, daarboven gaat hij stuk, een LED ook.

Om stroom door te laten in de doorlaatrichting moet er een bepaalde spanning over de diode staan. Vaak wordt gezegd dat de spanning over een diode constant is, bij een siliciumdiode ca 0,7 Volt. Dat klopt ongeveer, maar niet helemaal. Voor degenen die op school bij wiskunde nog een beetje hebben opgelet: De doorlaatspanning is een logaritmische functie van de stroom. Als de stroom een beetje in de buurt komt van het maximum wat de diode aan kan (laten we zeggen in het bereik tussen 1% en 100% daarvan) varieert die spanning weinig en is deze voor de siliciumdiode ongeveer 0,7 Volt

Een LED is dus een diode. Hij geeft alleen licht. Op de exacte natuurkundige achtergrond hoe dat licht gemaakt wordt zullen we hier niet in gaan. Dan had je op school ook nog moeten opletten bij natuurkunde. Feit is wel dat de doorlaatspanning van de LED afhankelijk is van de golflengte die hij produceert. Een rode LED (lange golflengte) heeft een lagere doorlaatspanning dan een gele LED en die heeft weer een lagere doorlaatspanning dan een ultraviolette LED. Hoe korter de golflengte (en dus hoe hoger de energie van de fotonen die door de LED geproduceerd worden) hoe hoger de spanning moet zijn.

Wacht even, ultraviolette LED, wie gebruikt die eigenlijk? Nou, die gebruiken we eigenlijk best veel, namelijk als witte LEDs. Een witte LED is feitelijk een ultraviolette LED met een laagje fosfor er over. Hetzelfde soort spul als aan de binnenkant van een "TL-buis" zit.

Een LED kan slechts één golflengte licht produceren en wit licht is een mengsel van heel veel verschillende kleuren licht. De fosforlaag zet de UV straling om in zichtbaar licht. Door het fosfomengsel te variëren kan de verhouding van golflengtes in het licht en daarmee de kleurtemperatuur worden gevarieerd (cool-white, warm-white, etc).

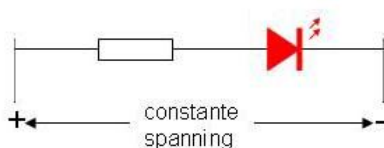
---

## Spanning en stroom

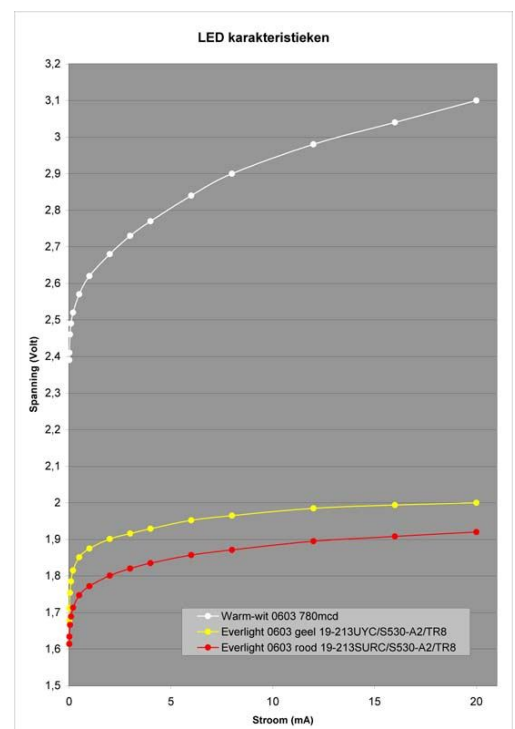
LEDs van verschillende kleuren hebben dus verschillende karakteristieken. Deze karakteristiek kun je meten. In onderstaand plaatje vind je een voorbeeld van een rode, gele en witte LED bij kamertemperatuur (klik voor een grotere versie). Let op: dit betekent niet dat alle LEDs deze karakteristiek hebben, het kan per merk en type verschillen!

Omdat de spanning-stroom karakteristiek (in doorlaatrichting) van een LED "knievormig" is, is het niet zo verstandig een LED met een vaste spanning aan te sturen. De karakteristiek is namelijk afhankelijk van een aantal factoren, zoals de omgevingstemperatuur en een kleine verandering daarvan kan dus al een forse stroom toe -of afname betekenen. Een LED hoor je aan te sturen met een constante stroom.

De meest eenvoudige manier om dat te bereiken is met een weerstand. Stel dat je een voedingsspanning hebt van 10 Volt en dat de LED bij de stroom die je er door wilt sturen een doorlaatspanning heeft van 2 Volt. De weerstand moet dan dus 8 Volt overbruggen. De wet van Ohm zegt Weerstand = Spanning / Stroom. Willen we een stroom van 10 mA, dan hebben we in ons voorbeeld dus een weerstand nodig van  $8V / 0,010A = 800 \text{ Ohm}$ .



Een weerstand is voor een LED een goede "stroombron" mits de spanning die de weerstand overbrugt in een redelijke



verhouding staat tot de doorlaatspanning van de LED zelf. Als de spanning over de weerstand slechts 10% zou zijn van de bedrijfsspanning van de LED, dan zou een variatie van 5% in de karakteristiek van de LED al leiden tot een verandering van 50% van de stroom.

---

## Het bepalen van de juiste serieweerstand

Goed, hoe bepaal je nu de juiste serieweerstand voor een LED?

1. Stel vast welke voedingsspanning je hebt. Als je het niet weet moet je het meten.
2. Bepaal hoeveel stroom je door je LED wilt sturen. Als je geen idee hebt zul je het gewoon moeten uitproberen. Ga in eerste instantie op 50% van de maximale stroom zitten die de LED volgens de fabrikant kan hebben. Geeft-ie te weinig licht dan kun je nog iets omhoog, geeft-ie te veel licht dan ga je naar beneden qua stroomsterkte.
3. Bepaal wat de doorlaatspanning van je LED is bij de door jou gewenste stroomsterkte. Je kunt daarvoor bovenstaande grafiek gebruiken als richtlijn.
4. Bereken nu de weerstand volgens  $R = (V - V_f) / I$

- I = de stroom die je wilt
- V = de voedingsspanning die je gebruikt
- $V_f$  = de doorlaatspanning van de LED
- R = de weerstand

Tip: als je de spanning uitdrukt in Volt en de stroom in milli-Ampere, krijg je de weerstand in kilo-Ohm

Hoe nauwkeurig moet die weerstand nu in de praktijk zijn? Nou eigenlijk helemaal niet. Een verschil van 20% in stroom door een LED zie je nauwelijks, dus of je nu 470 Ohm of 560 Ohm gebruikt, maakt in de praktijk weinig uit. Kies dus gewoon een weerstand uit de E12 reeks die het dichtst in de buurt zit van wat je hebt berekend.

LET OP: Zorg er altijd voor dat je een redelijk verschil hebt tussen de voedingsspanning en de bedrijfsspanning van je LED. Een goede richtlijn is de voedingsspanning minimaal 50% hoger te kiezen dan de bedrijfsspanning van de LED.

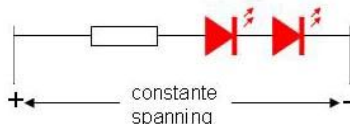
---

## Meerdere LEDs, parallel of serieschakeling?

Wil je meerdere LEDs aansluiten dan kun je ze uiteraard allemaal apart aansluiten met een eigen serieweerstand. Dat is gewoon meerdere keren bovenstaande situatie. We nemen daarbij aan dat je spanningsbron niet verandert door de hogere belasting die je aan sluit.

Wil je e.e.a. optimaliseren, dan heb je verschillende opties.

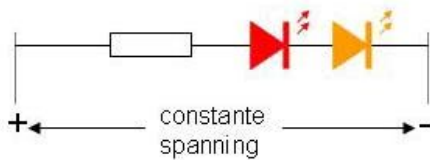
De eerste is een serieschakeling van de LEDs. Dit ziet er als volgt uit:



De gezamenlijke bedrijfsspanning van je LEDs wordt nu de som van de afzonderlijke bedrijfsspanningen en de berekening van je weerstand wordt nu  $R = (V - n * V_f) / I$ , waarbij "n" het aantal LEDs is dat je in serie zet.

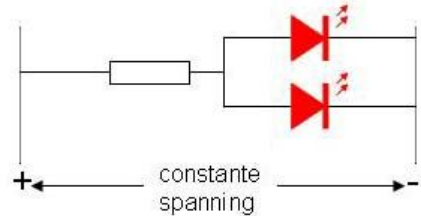
Merk op dat je voedingsspanning wel toereikend moet zijn om nog voldoende spanning over de weerstand over te houden, anders werkt het simpelweg niet.

Dit kan zelfs met verschillende LEDs, mits je door de verschillende LEDs dezelfde stroom wilt sturen:



De bedrijfsspanningen van de afzonderlijke LEDs moet je in dit geval optellen bij je berekening.

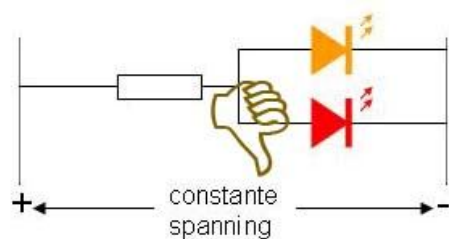
Is je voedingsspanning niet hoog genoeg voor een serieschakeling, dan kun je terugvallen op een parallelschakeling:



De berekening van je weerstand wordt nu  $R = (V - V_f) / (n * I)$ , waarbij "n" het aantal LEDs is dat je parallel zet.

**LET OP:** dit werkt alleen als de LED's identiek zijn. Over de LEDs staat nu immers exact dezelfde spanning en de stroom verdeelt zich alleen netjes over alle LEDs als de karakteristieken identiek zijn. Vanwege de "knievormige" karakteristiek zorgt een klein onderling verschil al voor een groot verschil in stroomsterkte.

Het volgende gaat dus in elk geval NIET werken:



Kijk nog maar eens op onderstaand plaatje. Als je snapt waarom het niet werkt heb je de theorie redelijk begrepen.

Created by Leon van Perlo. Last Modification: dinsdag 26 van Januari, 2010 15:42:11 CET by Leon van Perlo.