

LEDs voor achterlicht en remlicht - theorie en praktische aanwijzingen

Het artikel van Jeroen Berntsen in Traxion van september was voor de sleutelaars van Zuid aanleiding om eens in deze materie te duiken. Tijdens de laatste sleutelbijeenkomst hebben we een aantal aspecten doorgenomen van het gebruik van LEDs in de achterlichten en/of remlichten van onze Tractions. In dit artikeltje proberen we e.e.a. uit te leggen en praktische aanwijzingen te geven voor degenen die er zelf mee aan de slag willen.

Waarom LEDs?

Het klinkt leuk, en bij demonstraties lijken LEDs soms een indrukwekkende felheid te hebben, maar levert het ook echt voordelen op?

Ja:

1. LEDs hebben een veel lager stroomverbruik voor dezelfde lichtopbrengst dan gloeilampen: ze hebben een hogere efficiency. Bij de sleutelbijeenkomst hebben we vastgesteld dat een 1W LED ruwweg evenveel licht geeft als een 10W gloeilamp. Bij de LED is een serieweerstand gebruikt die ook nog bijna 1W verbruikt.
2. Door het lagere stroomverbruik is er ook minder spanningsval in het circuit naar het achterlicht toe.
3. LEDs hebben een veel langere levensduur dan gloeilampen.
4. LEDs zijn er in verschillende kleuren, bijv. ook rood. Daarmee is een verbleekt achterlichtglas geen probleem meer, het achterlicht is dan toch rood.

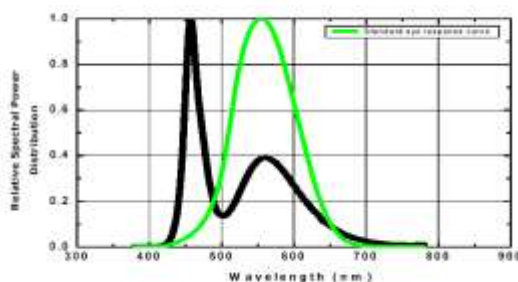
Merken en typen

We hebben het hier over power-LEDs die van verschillende merken op de markt zijn zoals bijvoorbeeld de LumiLeds Luxeon zoals door Jeroen Berntsen gebruikt. Wij hadden de beschikking over een aantal witte power-LEDs van Seoul semiconductor (type W42182) en een aantal rode LEDs van LumiLeds (type Luxeon K2). Er is een verschil tussen de diverse series van een fabrikant. Bijvoorbeeld, de witte Seoul Semi W42182 levert bij 350 mA tussen 80 en 100 lumen, de witte Seoul Semi W32182 52 lumen terwijl de rode LumiLeds K2 bij 350 mA rond de 45 lumen levert.

Kleuren.

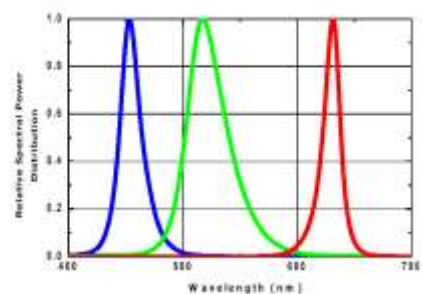
LEDs zijn in verschillende kleuren te krijgen. Als je in de documentatie kijkt zie je dat een witte LED een aanzienlijk hogere lichtopbrengst heeft dan een rode. Bij onze experimenten is echter gebleken dat je voor een achterlicht toch beter een rode LED kunt nemen. Witte LEDs zijn namelijk eigenlijk blauwe LEDs zijn met een dun laagje fosfor dat wit oplicht (net als in een TL-buis). Hierdoor bevat de witte LED maar zeer weinig rood licht (grafiek 1). Het rode achterlichtglas werkt als een rooddoorlaatfilter en bij zelfs een zeer felle witte LED komt er dus eigenlijk maar weinig licht door. Zie de grafiekjes voor Pure White (Seoul Semi W42182) en Red (Seoul Semi R42182).

1. Pure White



grafiek 1

5. Red, Green, Blue



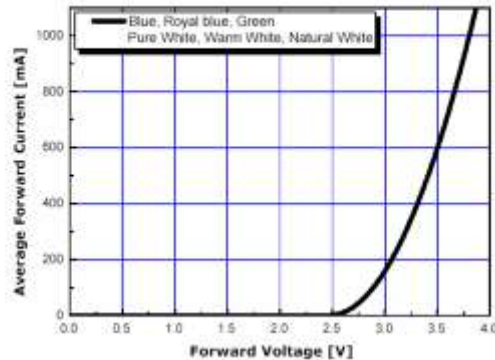
grafiek 2

Aansturen: theorie

Een eigenschap van LEDs is dat de lichtopbrengst afhangt van de ingestelde stroom terwijl de spanning daar slechts een afgeleide van is. In grafiek 3 kun je aflezen welke spanning er over de LED komt te staan bij een gekozen ingestelde stroom.

Voor de witte Seoul Semi W42182 geldt:

1. Forward Voltage vs. Forward Current, $T_a=25^\circ\text{C}$



grafiek 3

De spanning over de LED (forward voltage) zoals uit figuur 3 is een 'typische' waarde en geldt niet voor alle LEDs. Tijdens de productie van LEDs ontstaan er namelijk grote verschillen in de forward voltage van de LEDs. Hierdoor verschuift de curve in grafiek 3 meer of minder naar links of rechts. Zoals gesteld is de lichtopbrengst gekoppeld aan de stroom en niet aan de spanning, dus door de productieverschillen zal de ene LED op een wat hogere of lagere spanning moeten staan om dezelfde lichtopbrengst te geven. Naast productieverschillen, is de typische forward voltage van de LED ook afhankelijk van de kleur. Zo is bijvoorbeeld de forward voltage van een witte LED ongeveer 0.6 V hoger dan de forward voltage van een rode LED.

Het zal nu duidelijk zijn dat de aansturing met een 'stroombron' die de stroom vastlegt en constant houdt de sterke voorkeur geniet. Met een goede aansturing kan iedere willekeurige LED correct worden aangesloten zonder dat productieverschillen of kleur een invloed hebben op de goede werking van de verlichting.

Remlicht en achterlicht

Uiteraard willen we dat een remlicht meer licht geeft dan een achterlicht. Dat kan door een LED als achterlicht aan te sturen met een lagere stroom van bijvoorbeeld 350 mA en een LED als remlicht met de maximaal toegestane stroom van bijvoorbeeld 1000 mA.

Het bleek bij proefjes dat 1 LED onvoldoende is als remlicht. In tegenstelling tot wat veel mensen denken worden ook LEDs flink warm. De temperatuur in een LED kan zonder koeling makkelijk oplopen tot zo'n 200°C bij maximale aansturing! In ons geval bleek dat bij voldoende stroom om helder genoeg te zijn als remlicht (800 mA) de LED door het eigen gedissipeerde vermogen binnen 1 a 2 minuten kwam te overlijden. Door 2 LEDs toe te passen wordt het gedissipeerde vermogen per LED gehalveerd en blijft de temperatuur binnen de grenzen.

Aansturen in de praktijk: de beste oplossing

Er zijn diverse aansturingen mogelijk:

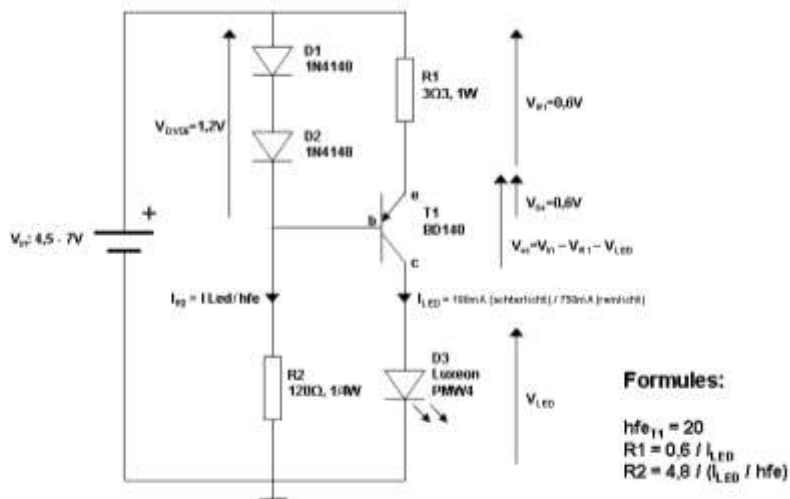
	Voordelen	nadelen
serieweerstand <i>altijd één per LED, dus bij voorkeur vlak bij de LED</i>	Simpel Goedkoop	lichtopbrengst varieert enigszins met de boordspanning
JB's circuit LM317 (spanningsbron als stroombron) <i>Kan centraal, bijvoorbeeld in kofferruimte</i>	lichtopbrengst stabiel tussen ca. 5 en 7 V	iets meer electronische onderdelen nodig lichtopbrengst zakt extra hard in bij 4 V

Maar de oplossing die onze voorkeur heeft is zoals in figuur 2 (en figuur 3 voor 12V), bedacht door Matthijs.

Hierbij worden 2 LEDjes toegepast, die beide branden als achterlicht en die beide met meer stroom branden als remlicht. Als achterlicht hebben we gekozen voor 175 mA voor de twee LEDs samen (dus bijna 90 mA per LED) terwijl we als remlicht voor 750 mA hebben gekozen. Deze instelling zorgt voor voldoende achterverlichting en geeft een flink contrast wanneer er geremd wordt.

De werking:

De basiswerking van figuur 2 & 3 is identiek en het enige verschil zit in de wijze waarop de LEDs worden aangesloten. De schakeling maakt gebruik van een eenvoudige vermogenstransistor (PNP) die zich gedraagt als een serieweerstand die zichzelf instelt op de juiste waarde. Voor de uitleg van de werking beschouwen we het vereenvoudigde schema in figuur 1 voor een 6V auto:



figuur 1: principe van de schakeling

Bij het inschakelen van de verlichting komt er een spanning van 6V op het circuit te staan. Doordat diodes D1 en D2 in de doorlaatrichting staan, zal er nu een vaste spanning vallen over beide diodes van ongeveer 1,2V. Dezelfde spanning van 1,2V staat nu dus ook over weerstand R1 en de emitter-basis overgang van T1. De emitter-basis overgang van T1 is een vaste waarde die ongeveer 0,6V bedraagt. De spanning over R1 is nu 1,2V – 0,6V = 0,6V. We willen graag een LED stroom van 180mA dus de wet van Ohm geeft nu voor R1 $R = U / I = 0,6V / 180mA = 3,3\Omega$. Dit is nu de ingestelde stroom door de LED D3. Wil je een andere stroom (I) instellen, dan kan dat dus door het aanpassen van weerstand R1.

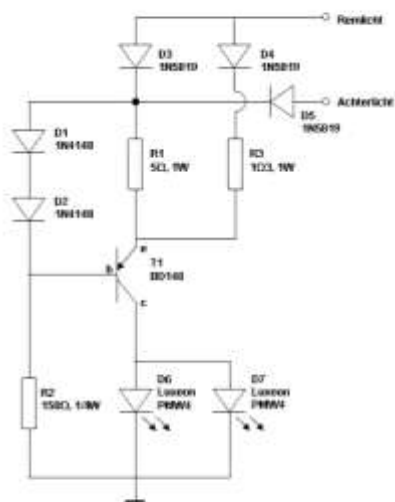
Variatie van de boordspanning heeft geen enkele invloed op de ingestelde stroom omdat de spanning over diodes D1 en D2 constant blijft.

De transistor T1 moet volledig opengestuurd worden waarbij we uitgaan van een versterkingsfactor (h_{fe}) van 20. Om de transistor volledig open te sturen moet er een emitter-basis stroom gaan lopen van I_{led} / h_{fe} . Voor de juiste instelling zullen we uit moeten gaan van de grootste LED stroom door T1 en dat is bij het remmen. Deze stroom is 750mA waardoor uit de formule leidt nu dat de emitter – basis stroom ongeveer 40mA moet zijn ($750mA / 20$). We kunnen nu de weerstandswaarde R2 bepalen met $R = U / I$. De spanning over R2 is 6V min de spanning over D1 & D2 en is dus $6V - 1,2V = 4,8V$. R2 is daarom $4,8V / 40mA = 120\Omega$.

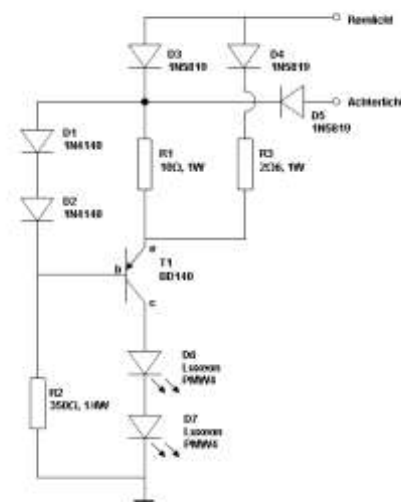
De transistor gedraagt zich zoals gesteld als een serie-weerstand die zich automatisch instelt. Als de verlichting brandt staat er over R1 0,6V. De forward voltage van de rode LEDs bij de lage stroom zal ongeveer 2,5V zijn zodat we dus $6V - 0,6V - 2,5V = 2,9V$ over hebben. Deze spanning zal komen te staan over de emitter – collector overgang van de transistor die het vermogen dissipeert. Verandert nu de forward voltage over de LED's of verandert de voedingsspanning, dan zal het verschil netjes door T1 worden gecompenseerd. Het gedissipeerde vermogen wordt overigens omgezet in warmte dus koeling van de transistor T1 is verstandig.

Figuur 2 & 3 maakt een gecombineerde werking van beide LED's voor achterlicht en remlicht mogelijk en laten de uiteindelijke oplossing zien. De diodes D3, D4 en D5 zijn in het schema opgenomen om te zorgen dat het remlicht niet bekrachtigd wordt bij het aanzetten van de achterlichten (D3, D4) en dat het verlichtingscircuit niet gevoed wordt bij het remmen (D5). De diodes D3, D4 en D5 zijn zogenaamde Schottky-diodes waardoor de spanningsval erg klein is. Toch zal er in de doorlaatrichting zo'n 0,3V spanningsval optreden over deze diodes. De gekozen weerstandswaarden bleken de meest ideale instelling voor de gewenste hoeveelheid licht en contrast.

Onze oplossing:



figuur 2: rem- en achterlicht voor 6V



figuur 3: rem- en achterlicht voor 12V

De voordelen van deze schakeling zijn:

- houdt de stroom door de LED vrijwel constant bij spanningen van 7V tot minder dan 3.5V

- gebruikt dezelfde LEDs voor zowel achterlicht als remlicht
- stromen laag genoeg om geen oververhitting te krijgen, ook niet bij wat hogere buitentemperaturen, en langdurig branden van remlicht.
- Ook voor 12V auto's (figuur 3)

Het nadeel is echter dat bij een 6V auto de spreiding in eigenschappen tussen de 2 parallel aangesloten LEDs niet zal worden opgevangen. Het kan daardoor zijn dat de ene LED wat helderder brandt dan de andere. Opvallen zal dat niet als ze dicht bij elkaar gemonteerd zijn. Toch is het beter LEDs te paren met ongeveer gelijke eigenschappen. Als ze op het oog ongeveer gelijk helder zijn, dan hoeft je zeker niet bang te zijn voor overbelasting van de helderste van de twee.

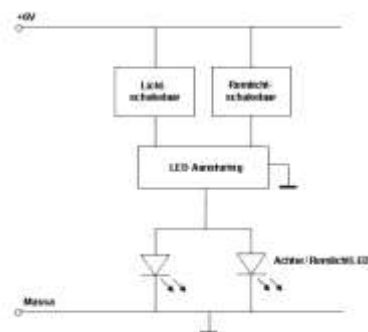
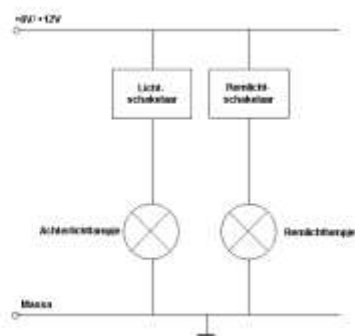
De perfectionist kan eventueel de schakeling verdubbelen en zo beide LEDs hun eigen aansturing geven.

Zorg in alle gevallen voor voldoende koeling van de vermogenstransistor. Een koelplaatje of montage op een metalen vlak is voldoende.

Plaatsing in de auto:

De schakeling

Het handigste is de beide circuitjes voor linker en rechter achter-/remlicht samen in een doosje te bouwen, en dit doosje te monteren in de auto waar de draden naar achteren zich splitsen naar links en rechts. Dat zal dus bij het blokje in de kofferruimte zijn. Van de beide draden van dit blokje naar bijv. het linker achterlicht zal maar één draad nog nodig zijn; de andere kan blijven liggen, maar wordt niet gebruikt. Als je later de zaak ooit wil terugbouwen dan kan dat gemakkelijk.



Zelf aan de slag: de LEDjes in de bestaande fittingen monteren.

Hieronder is de situatie beschreven als je de simpele oplossing met een serieweerstand gebruikt. Als je de schakeling van figuur 2 of 3 gebruikt, dan laat je de weerstand weg (d.w.z. vervangt hem door een draadje).

Bij toepassing van de schakeling van figuur 2 of 3 monteer je niet één maar twee LEDs in de fitting, parallel geschakeld (6v, fig. 2) of serie geschakeld (12V, fig. 3).

Uitvoeringsvormen:

op bajonettefitting:



- men neemt een oude lampfitting en demonteert het glazen peertje.
- maak de inhoud van de fitting schoon en monteer de weerstand aan het onderste puntje dit is de voeding van de (LED)lamp (dus de *plus*).
- Nu plaatst men de weerstand voor
 - a) Remlicht 3,9 ohm / 1 watt
 - b) Achterlicht 8,2 ohm / 1 watt
- Om geen sluiting te maken kan men er een krimpkous over schuiven.
- Vervolgens maakt men aan de zijkant twee muizenpoortjes waar de draad naar buiten wordt gelegd. Draad diameter 0,5 mm².
- Een draad die aan de *massa* zit soldeer je in de lampvoet en gaat naar de min van de LED. De *plus* aan de voeding.

buislampje-vervanger:

- opschuif oplossing van Jos



- Voor een buislampje ga je als volgt te werk men neemt een stukje printboard zaagt deze uit tot de grote van het buislampje met de breedte van een voetje van een bestaande buislampje en in het midden de grote van de LED.
- Het voetje van de buislamp is de massa. Aan de *plus* spanning van de LED constructie komt een weerstand van 3,9 ohm / 1 watt. Deze wordt gemonteerd aan een schuifcontact (Faston) deze heeft de breedte van de buislamphouder dit is om te voorkomen dat de LEDs niet draaien tijdens het rijden (denk aan trillen).

Voorbeelden diverse constructies:



Hulp: bel of mail Jos, Jac of Matthijs met je vragen.

jjamar@orange.nl

jojeplan@planet.nl

matthijspeters@orange.nl

Links:

http://www.seoulsemicon.co.kr/homepage/home_kor/product/spec/X4218X.pdf

www.conrad.nl

www.Velleman.be

<http://www.national.com/nationaltv/abdshow6/index.html>

Deze link wijst naar de 'Analog Design Show' van National, een erg Amerikaanse sessie waarbij de toepassing van LEDs besproken wordt. Zaken als thermisch management en driver technologie worden besproken. Een beetje vervelend (maar daardoor ook wel weer grappig) door het 'over-the-top' karakter maar wel heel erg informatief