

CAMINO CLUB

RAMBO

WUUSTWEZEL

*Elektriciteit van de Honda Camino en 12V Gelijkspanning schakeling
door Dû Jokke aka Little Smokey..*

Om even eens en voor altijd de fabels uit de elektriciteitswereld te verbannen, een kleine tutorial die de elektriciteitsopwekking en componenten van de Honda Camino beschrijft in functie van het maken van een schakeling om 12V gelijkspanning op te wekken.

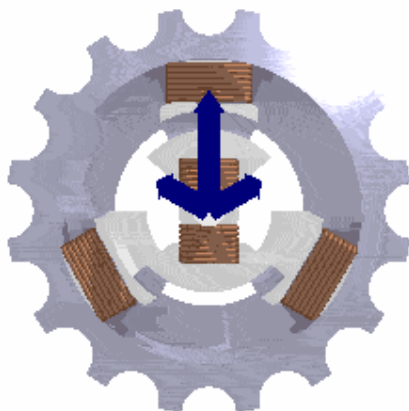
1. Theorie

1.1 Opwekken van de elektriciteit

1.1.1 Algemeen

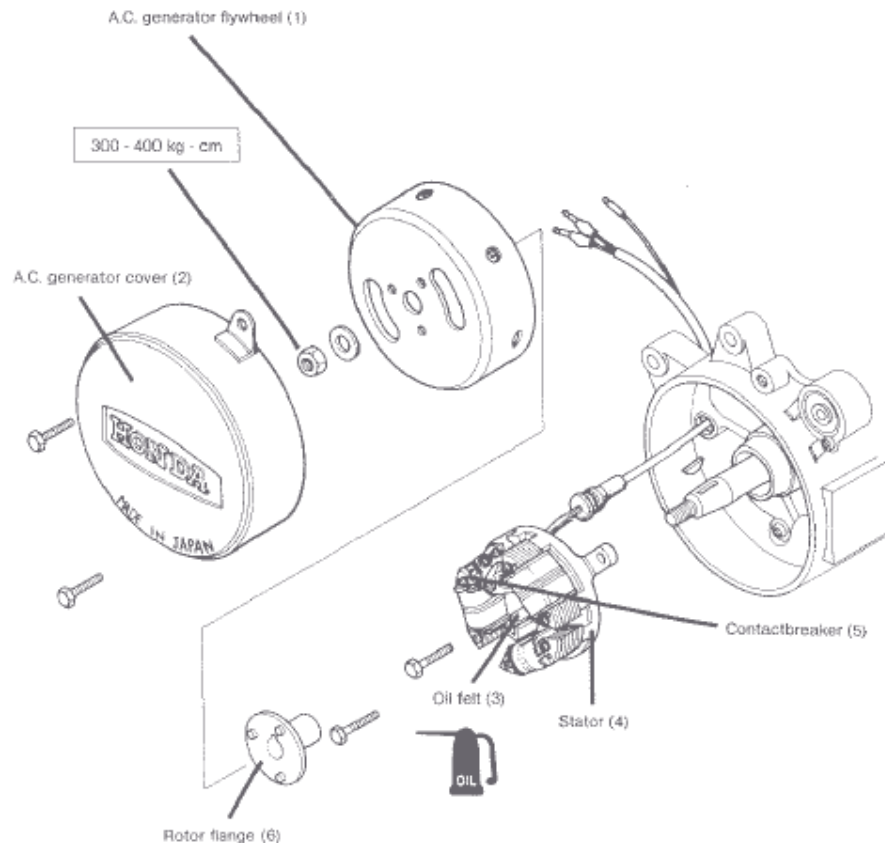
Een Honda Camino wekt elektriciteit op via zijn ingebouwde alternator. Men spreekt hier van een alternator omdat de magneten ronddraaien en de spoelen gefixeerd zijn en dus statisch. Men spreekt daarom ook van een “stator”. Bij een generator is het andersom, daar draaien de spoelen rond de magneten.

De werking van een alternator is relatief eenvoudig. Zonder in te gaan op ingewikkelde technische details kan je een alternator voorstellen als een spoel waar een magneet in of naast ronddraait. Elke keer een pool van de magneet voorbij de spoel komt, wordt een halve sinusgolf aan spanning opgewekt. Bij de Honda Camino is het vliegwiel een permanente magneet en zitten er 3 spoelen vast gefixeerd aan het frame. Zo wekt de Camino in elk spoel (dus 3 maal met 1 magneet) zijn elektriciteit op.



Een vereenvoudigde weergave van een alternator. De pijlen laten de inwerking van het magnetisch veld zien.

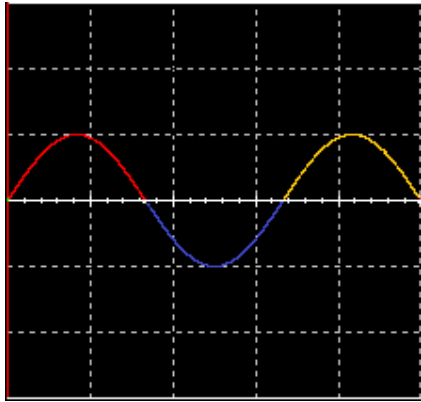
Onderstaande ploftekening komt uit een Honda Camino “shop manual” van 1983 en toont de alternator. Hie zie je dat de spoelen aan de binnenkant zitten en het magnetisch vliegwiel er langs buiten rond draait.



Magnetische vliegwiel (1) de stator met 3 vaste spoelen (4) en ook nog een contactbreker (5).

De contactbreker is een mechanisch onderdeel. Die zit voor de transformator (of “bobijn”) die je ontstekingskaars of “Bougie” laat vonken. Een van de spoelen is namelijk verbonden met die transformator die van de 6 tot 12V die opgewekt wordt, 10 000 V tot 15 000 volt maakt. Zulke hoge spanningen zijn nodig om tussen 2 ijzeren contactpunten de lucht te laten geleiden (en dus te overbruggen) wat een vonk teweeg brangt. Indien deze contactbreker er niet zou zijn, zou de bougie constant vonken en zou je niet ver vooruit geraken. Er zit ook nog een mechanisch vertragsmechanisme op aan de andere kant. Hoe sneller je rijdt, hoe meer dit uitvliegt door de middelpuntvliedende kracht. Hierdoor wordt de ontsteking nog beter geregeld, door het tijdstip van de vonk te wijzigen naargelang het aantal toeren.

Maar hoe wordt de elektriciteit nu eigenlijk opgewekt? Bekijk onderstaande grafiek even. Deze toont één en een halve sinusgolf. Dit toont hoe de elektrische spanning zich gedraagt in 1 spoel, als de magneet 1,5 rondgedraaid is. De witte lijn in het midden is het nulpunt. Daar bedraagt de spanning 0 Volt.



Omdat positief en negatief elkaar afwisselen, spreekt men van wisselspanning of AC (Alternating Current)

Wat gebeurt er? :

Rood : De eerste keer komt de noordpool van de magneet in de buurt van de spoel en begint met opwekken. Hoe dichterbij de noordpool komt, hoe hoger de opgewekte spanning. Als de pool er “vlak boven” is ben je op het hoogste punt in de rode piek, dit noemt men de piekspanning of piekamplitude. Dan draait de magneet verder en neemt de spanning af.

Blauw: De andere kant van de magneet is anders gepolariseerd (zuid). Het magneetveld draait nu om als de zuidpool dichterbij komt. Het blauwe dal geeft dit aan. Wederom komt men op een piek, en de spanning neemt daarna weer af naarmate de zuidpool verder zich verder verwijderd.

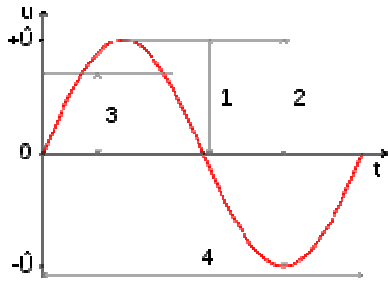
Geel: Dan komt de noordpool weer terug dichterbij in de gele zone en begin alles opnieuw.

Rood en blauw samen vormen dus 1 cyclus => 1 cyclus is het 360 graden ronddraaien van de magneet.

1.1.2 RMS Versus Piek

Een Camino wekt theoretisch gezien “tussen de 6 Volt en 12 Volt” **RMS** op, afhankelijk van het toerental en de uitvoering (en ook afhankelijk welke Honda specificatie je leest). RMS is een afkorting voor het Engelse “Root Mean Square” wat in het Nederlands bekend is als het “Kwadratisch Gemiddelde”. Het gaat dus niet om zomaar een gemiddelde, want dat gaat niet op voor onze alternator.

Even wat technische benamingen bij onze cyclus wisselspanning:



1. Piek amplitude (\hat{U} of a)
2. Piek tot piek amplitude
3. RMS waarde
4. Tijdsspanne van 1 cyclus

Waarom wordt deze RMS waarde gebruikt? Wel, de piekwaarde (weergegeven als \hat{U} of a) wordt slechts eventjes gehaald in elke cyclus. Als men wil weten hoeveel vermogen de alternator constant kan leveren is de RMS waarde veel interessanter. Dit is een getal dat niet enkel de piekwaarde, maar een gemiddeldere waarde weergeeft over het ganse verloop in tijd.

Voor de wiskundigen onder ons: Het kwadratisch gemiddelde van een verzameling waarden is de vierkantswortel van het gemiddelde van deze waarden. In formulevorm:

$$x_{\text{rms}} = \sqrt{\frac{x_1^2 + x_2^2 + \dots + x_n^2}{n}}$$

Voor een sinusgolf is dit nog net iets anders. Dit komt omdat de waarde op elk moment verandert. We krijgen dus oneindig veel $x_1^2 + x_2^2 + \dots$ in de formule zodat we met limieten en integralen moeten gaan rekenen. We gaan hier verder wiskundig niet op ingaan, maar uiteindelijk kan deze voor een sinusgolf gelukkig vereenvoudigd worden tot onderstaande formule:

Vereenvoudigde formule RMS waarde:

$$V_{\text{rms}} = \frac{a}{\sqrt{2}}$$

Waarbij a de piek amplitude is, i.e. de waarde van de spanning op het hoogste punt van de sinusgolf.

Zo kunnen we ook weer heel gemakkelijk de piekwaarde afleiden namelijk:

$$a = V_{\text{rms}} * \sqrt{2}$$

Dus: 6 maal de Wortel van 2 -> $6 * 1.4142 = 8,48V$ oplevert. Rij je sneller en is het eerder 12V dat je opwekt, dan is de piek $12 * 1,4142 = 16,97 V$. Maar zoals reeds gezegd zijn we met de piekwaarde niet al te veel.

1.1.3 Over frequentie en toerental

Als de piekwaarde maar tussen de 8,48 en 16,97 Volt uitkomt, hoe komt het dan dat er lampjes van 6V worden gebruikt?

Deze lampjes zijn gemaakt voor wisselspanning en kunnen deze piekwaardes dus gemakkelijk verdragen. Hun toleranties zijn ook iets hoger. En bij normaal gebruik levert de Camino eerder ongeveer 6V Rms zoals eerder gezien dan meer.

Als de brommer opgevoerd is, is dit een ander verhaal. Als je sneller rijdt (of zelfs harder fietst met een dynamo op de fiets) zie je dat je lampje harder brandt. Dat is onmiskenbaar. Er is dus duidelijk een relatie tussen de snelheid van rotatie van de alternator, en hoe hard je lampje brandt (wat gelijk is aan hoeveel stroom je lampje trekt -> zie hoofdstuk Formules verderop).

Voor een alternator geldt de volgende relatie tussen snelheid (in toeren per minuut) en frequentie (in cycli per seconde uitgedrukt in Herz (Hz) :

$$f = N \cdot P / 120 \quad \text{ofwel} \quad N = 120 \cdot f / P$$

Met N=rotatiesnelheid in toeren per minuut, f= frequentie in Hz, P=aantal polen (magneetpolen). Stijgt het toerental, dan stijgt dus ook de frequentie.

| Polen | Toeren/min | Frequentie |
|-------|------------|---------------------|
| 2 | 2000 | 33,33333333 |
| 2 | 3000 | 50 |
| 2 | 4000 | 66,66666667 |
| 2 | 5000 | 83,33333333 |
| 2 | 6000 | 100 |
| 2 | 7000 | 116,66666667 |
| 2 | 8000 | 133,33333333 |
| 2 | 9000 | 150 |
| 2 | 10000 | 166,66666667 |

In deze voorbeeldtabel zie je hoe de frequentie toeneemt als het toerental toeneemt. De polen van de magneet passeren dus meerdere malen de spoelen om spanning op te wekken. Je zou kunnen zeggen dat een hogere frequentie, een hogere piekspanningswaarde én dus ook RMS spanningswaarde zal opleveren.

➔ *Dit exacte effect heeft te maken met de weerstand van magneten door het elektromagnetische veld, of afhankelijk van het type alternator, de spanning in spoelen die als elektromagneet fungeren. De oorzaak van dit simpele effect is echter een is een zeer ingewikkelde materie die we hier niet gaan behandelen.*

Simpel gezegd: de alternator die we eerder hebben uitgelegd, heeft magneten die altijd even sterk zijn. Doordoor stijgt de terminale spanning (SPANNING niet stroom!) als men deze sneller doet draaien.

Omdat stroom vloeit in functie van spanning en weerstand ($I=U/R$, zie formules) , krijgt met dus een hogere stroom bij dezelfde weerstand (die van je lampje) als het toerental van de alternator omhoog gaat.

Een hogere stroom wekt meer warmte op in zijn geleiders. Aangezien je lampje maar een dun draadje heeft zal dat dus letterlijk doorbranden als de stroom te hoog wordt.

- *Er is echter nog een effect dat de dingen wat moeilijker maakt, en dat is de spanningsregulatie. Wanneer een alternator onbelast draait (dus geen verbruikers aangesloten, zoals lampjes etc) zal deze een hogere uitgangsspanning hebben. Wanneer hij belast wordt, zakt deze spanning. Omdat een voltmeter praktisch niets zal verbruiken (heeft een hoge interne weerstand) als je 2 draadjes meet, zal je altijd een iets hogere spanning meten dan er werkelijk tijdens belasting aanwezig zal zijn. Dus wil je echt weten hoeveel spanning er opgewekt wordt, belast dan zowel de brommer als het circuit. Anders gezegd: rijden en meten parallel over het lampje bijvoorbeeld. In de praktijk is dit niet altijd haalbaar, dus werken we met benaderingen. Een alternator van een Camino is ook geen raketonderdeel, dus ook hier zijn weer hoge toleranties aanwezig.*

1.1.4 Toleranties

Zoals al enkele malen aangehaald heeft de elektriciteit van een Camino veel hogere toleranties dan elektronica voor pakweg een longfunctiemachine. Daardoor moet je alle waardes altijd met een serieuze korrel zout nemen. 6 Volt kan even goed 7 Volt zijn, of 8, of 5,5. En dan hangt het nog eens van het toerental af ook. Alle componenten worden daardoor zwaar genoeg genomen, en zijn door de ingenieurs die de Camino hebben ontwikkeld getest. Het geweldige aan zulke rudimentaire elektriciteit in de Camino is dat je lampje altijd brandt. Misschien iets minder fel of iets feller, maar dat doet er niet toe. Het lampje zelf heeft ook weer toleranties, dus werkt bij 7 of 8 volt ook nog steeds. Goedkopere onderdelen hebben vaker scherpere toleranties en gaan daarom vaker kapot.

1.2 Enkele formules

In elektriciteit worden volgende symbolen gebruikt:

| | |
|-----------------------------|--|
| I | Stroom (hoofdletter i) uitgedrukt in Ampère (A) |
| U | Spanning uitgedrukt in Volt (V) |
| R | Weerstand (R esistance) uitgedrukt in Ohm (Ω) |
| P | Vermogen (P ower) uitgedrukt in Watt (W) |
| φ | Faseverschuiving (Griekse letter 'Fie') uitgedrukt in graden (°) |

Enkele formules die de verhoudingen hiertussen weergeven:

$U = I * R$ De verhouding tussen spanning, stroom en weerstand.

$P = U * I (* \cos \varphi)$ De verhouding tussen vermogen, spanning en stroom.

$P = I^2 * R$ De verhouding tussen vermogen stroom en weerstand.

- Omdat een Honda Camino een eenfasige niet verschoven spanning en stroom opwekt, is φ gelijk aan 0. De cosinus van 0 is 1, dus deze factor kan men laten vallen. Dat geeft dan : $P = U * I$. Dit o.a. komt omdat de 3 spoelen die in een camino zitten niet aan elkaar gekoppeld zijn.

Toegepast op de Camino. Aangezien de spoelen ongeveer tussen de 20W en 50 Watt aankunnen bij 6v tot 12V, geldt:

$$P = U * I \Rightarrow 20W = 6 * I$$

$$I = 20 W / 6V \Rightarrow I = 3,33A$$

$$\text{Of } I = 50W / 12V = 4,1A$$

$$\text{Of } I = 50W / 6V = 8,3$$

Iedereen die dus meer dan 8A wil opwekken met eender welke schakeling komt bedrogen uit, want je spoel zal dan absoluut zeker te warm worden en doorbranden. Hoogstwaarschijnlijk brandt je schakeling eerder door omdat deze meestal lichter is uitgevoerd. Vergeet echter weer de toleranties niet.

Veiligheidszelve kan je daarom best nooit meer dan 3 ampère proberen te halen uit je Camino.

➔ *Allemaal goed en wel, maar hoe zit dat nu met die 12V?*

1.3.6 Volt wisselspanning omvormen naar 12V Gelijkspanning

Ik heb al veel schema's zien rondvliegen op het internet, en hoewel sommige wel zullen werken heb ik meestal bedenkingen bij de uitleg van de werking en componenten. Hierbij dus mijn versie van een omvormer, met hopelijk alle uitleg erbij die je nodig hebt

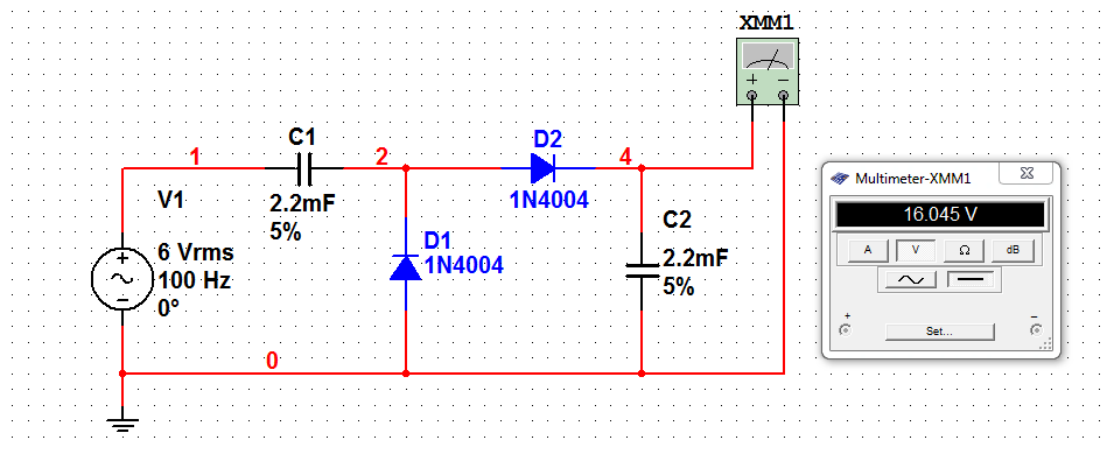
1.3.1 Spanningsverdubbelaar

Een spanningsverdubbelaar is zo simpel als het klein is. Het bestaat uit 2 diodes en 2 condensators.

Een diode is een ding dat slechts stroom laat vloeien in 1 richting.

Een condensator is een ding dat fungeert als een vluchtig oplaadbaar batterijtje.

Ik gebruikte Electronics Workbench om het een en ander te simuleren. Zie hier de eenvoudige spanningsverdubbelaar:



Een standaard spanningsverdubbelaar.

De aandachtige lezer merkt natuurlijk direct dat $6\text{V} \times 2 = 12\text{V}$, en geen 16 zoals hier staat. Wel dat heeft weer te maken met de toleranties en de waarden van de componenten, en het feit dat "spanningsverdubbelaar" slechts een naam is. In elektronica is niets precies of exact. We hebben ook iets meer spanning nodig dan 12V, waarom zie je zo.

Wat gebeurt er hier?

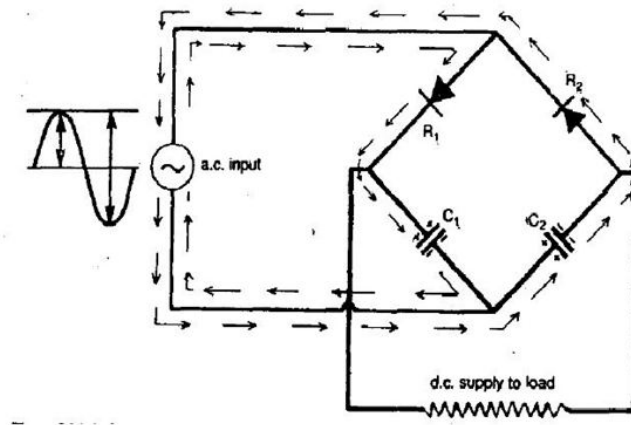
De stroombron (onze alternator) wekt spanning op (zie theorie). Deze stijgt tot op zijn piekwaarde en daalt weer tot 0, om dan negatief te herbeginnen (herinner je de sinusgolf?).

In ons voorbeeld begonnen we aan onze sinus aan de positieve zijde van de x-as (boven de lijn). Daardoor laadt condensator C1 op. Diode D1 zorgt ervoor dat onze min niet aan de plus van condensator C2 kan. (De diode laat enkel door in de richting van het 'pijl'tje')

In de 2^e helft van onze cyclus gaan we richting piek naar beneden in onze sinusgolf. Nu vloeit de stroom in tegengestelde richting (plus wordt min). Diode D1 laat deze door en daardoor kan condensator C2 zich wat opladen.

Echter, bij de volgende cyclus was condensator C1 al opgeladen, en geeft nu zijn stroom nu af! Deze wordt opgeteld bij C2, en mijn krijgt dus ongeveer 6V + ongeveer 6V! In praktijk zijn de condensators iets hoger opgeladen naargelang hun waarde en tolerantie.

Een alternatief schema:



Fabels die zich in deze schakeling voordoen

De waarde van de condensators maakt in deze schakeling weinig uit. Of je nu 2,2 millifarad of 570 microfarad neemt, het effect blijft hetzelfde.

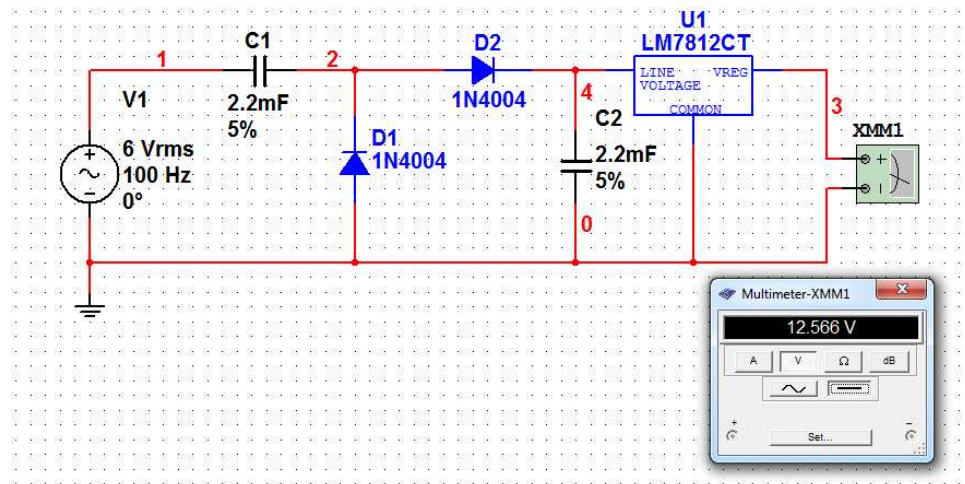
De waarde van een condensator wordt uitgedrukt in Farad. Een farad is een eenheid voor "lading". Statische elektriciteit is ook een vorm van lading. Zolang je condensator genoeg lading kan bevatten voor de korte tijd dat hij ze moet afgeven zal de schakeling werken.

Er moet wel op gelet worden dat de condensator niet "doorslaat". Aangezien een condensator 2 grote "platen" zijn heel dicht bij elkaar zitten met een beetje isolatie ertussen (lucht bijvoorbeeld), kan een te hoge voltage toch een vonkje van plaat tot plaat doen springen. Dan is de condensator kapot en je schakeling dus ook.

Daarom neem je best condensators die een hogere spanning aankunnen dan de piekspanning die je denkt op te wekken. 63 Volt en 100 Volt zijn bijvoorbeeld gangbare waarden. De diodes dienen ook afgestemd te worden op deze spanning.

Dat is nog altijd geen 12Volt hé!

Dat klopt! Daarvoor hebben we nog een spanningsstabilisator nodig. Een spanningsstabilisator zal vanuit een variabele input, liefst iets meer dan hij moet produceren, een stabiele 12V spanning maken. Het "teveel" gooit hij weg als warmte. Het schema:



Deze chip is een LM 7812 en komt in verschillende behuizingen. Het maakt weinig uit welke behuizing je kiest als je plaats genoeg hebt. Je hebt “rechtopstaande” en “platte ronde” behuizingen die gekenmerkt zijn als



TO-202 ;en



TO-3.

1.3.2 FAQ

“Hoeveel watt kan ik trekken?”

Het vermogen dat je schakeling aankan, hangt in de eerste plaats af van hoeveel stroom je verbruiker zal trekken. Meestal wordt dit niet apart weergegeven, maar wordt ineens een wattage opgedrukt of in de specificaties gezet. Zoals bv op een lapje “5 Watt”. Nu weten wij dat $P=U \cdot I$, dus daar kunnen we al veel uit afleiden.

Indien je iets wenst aan te sluiten dat 5W zal verbruiken, dan zal:

$5W = 6V \cdot I \rightarrow I = 5W / 6V = 0.83 \text{ A}$ ofwel 83mA. De verbruiker zal dus 83 Milliampere verbruiken.

Of bijvoorbeeld 100W -> $100W / 6V = 16,6A$

16 Ampere is belachelijk veel voor je schakeling. Als je weet dat je een huis dient af te zekeren met 16A omdat je draden van 2,5mm² kunnen doorbranden bij hogere stroom, dan weet je dat dit geen veilig ampèrage is om door de dunne pootjes van condensators en chips te sturen. Deze branden gewoon direct door.

Hoeveel stroom kan er dan vloeien? Wel, de chip is meestal de zwakste schakel in een schakeling. Er bestaan allerhande uitvoeringen, maar een veelvoorkomende is een van 1,5A. Als je dus een LM7812, 1,5A koopt, mag er maximum 1,5 Ampère vloeien in je schakeling. Hoeveel watt je er kan aanhangen kan je dan berekenen met:

$$P = U \cdot I \rightarrow 6V \cdot 1,5A = 9 \text{ Watt}$$

Da's meer dan genoeg om wat leds en andere brol te doen branden. Zoals we al gezien hebben is de spanning ook niet altijd exact 6v rms, maar meestal iets hoger naar gelang het toerental. Zolang de LM7812 de overschot als warmte kan verstoken, blijft hij werken. Bij 8V kan je dan 12 watt aansluiten.

Een schakeling tot het uiterste drijven is nooit een goed idee, dus laten we voor de goede orde zelf een tolerantie invoeren, en niet boven de 10 W gaan bij een chip van 1,5 A

Ledjes hebben naargelang de kleur een ongeveer 2mA nodig om op te lichten. $0,02A \cdot 6V = 0,12W$. Da's dus een verbruik van 12 Milliwatt. Zo kan je dus heel wat leds aansluiten alvorens je aan 10 Watt zit (Een 80 tal)

Wat met hogere inputspanning?

Zoals al aangehaald kan de inputspanning variëren naargelang het toerental van de motor. Bij hoger toerental wordt een hogere spanning opgewekt.

De LM7812 zal dan meer vermogen moeten verliezen via warmte, en dat doet hij langs zijn behuizing. Kan je deze voldoende koelen, dan is er eigenlijk geen enkel probleem.

Als je dus bvb 83mA trekt via je verbruiker (zoals in eerder voorbeeld) en je alternator wekt 11 Volt op in plaats van 6, dan komt er meer dan 22volt over je LM7812 te staan na de spanningsverdubbelelaar. Afhankelijk van het type chip werkt je schakeling dan nog wel of niet. Dit valt voor elk merk en type op te zoeken via het datablad of datasheet. Google is daarbij je beste vriend. Kan de behuizing dit aan, en kan je de warmte afvoeren dan is er geen probleem. Je kan meer warmte afvoeren via een koelvin. Het datablad geeft meestal aan bij welke stromen je extra koeling moet voorzien en hoe groot deze moet zijn.

Echter, een hogere stroom trekken leidt altijd tot problemen, omdat elke draad waardoor hij vloeit zal opwarmen. Als hij dan niet dik genoeg is brandt hij door.

Bij een niet opgevoerde motor is een standaard LM7812 geen probleem bij normale belasting.

Kan ik hier een batterij mee opladen?

Neen. Hoewel er 12V uitkomt, heb je voor het laden van een batterij een gecontroleerde spanning EN gecontroleerde stroom nodig. Omdat de stroom vloeit in functie van de belasting ($I = U / R$), zal deze variëren en je batterij zal niet optimaal laden of zelfs stukgaan. Om dit te realiseren zijn enkele transistors nodig met een timer in een extra schakeling achter de spanningsverdubbelaar.