

● Laagspanningsconversie ●

Kees van der Vlies

een 'gelijkstroomtransformator' voor vele doeleinden

Het kan gebeuren dat u nog een voedingsadapter hebt liggen, die nu net niet de juiste spanning afgeeft voor een nieuw of ander apparaat. U kunt dan overwegen een nieuwe adapter te kopen, maar er zijn andere, misschien goedkopere oplossingen. Heeft u nog een acculader of een (laptop)voedingsadapter over? Dan kunt u die nog gebruiken voor de voeding van andere laagspanningsapparatuur.

Mogelijke toepassingen:

- voeding voor led-verlichting
- acculader / voeding van laptops en notebooks
- voeding van geluidsapparatuur, tv's, camera, navigatiesysteem, koelbox, modeltreinen, enz.
- omzetting van (boord)spanning in schepen, auto's, tuinhuisje, e.d. zowel DC als AC (zie tekst in kader *Enkele begrippen en waarschuwingen*)
- gebruik bij alternatieve energiebronnen: zonnecellen, windmolens

Niet al deze toepassingen ga ik behandelen. Ze lopen nogal uiteen. Het maakt natuurlijk heel wat verschil of u 10 watt wilt verwerken of 2 kW. En of uw bron permanent is (netspanning) of door ontlading verkregen wordt (batterijen, accu's).

Het belangrijkste idee dat ik wil overbrengen, is: gelijkstroom (DC, eigenlijk: *gelijkspanning*) is met elektronische schakelingen vrij eenvoudig te 'transformeren' naar een lagere of hogere spanning, die stabiel blijft.

Die schakelingen zijn kant-en-klaar te koop voor prijzen van een paar euro tot honderden euro's. Ze zijn klein, maar krachtig.

Een complete adapter

Soms is het goedkoper een nieuwe complete adapter te kopen, bijv. wanneer u 5V DC nodig heeft voor een usb-gevoed apparaat. Die adaptertjes, vaak in stekkervorm, zijn al leverbaar voor enkele euro's, bijv. in een aanbieding bij de Action, en kunnen toch wel 2A of meer leveren, dat is 10 watt. Er zijn adapters met twee of vier usb-connectoren. Let op: het maximale vermogen geldt voor alle aansluitingen gezamenlijk. U kunt de usb-uitgang van een computer gebruiken om andere apparaten te voeden, maar stelt u zich daar niet te veel van voor. Met een paar watt is het gauw bekeken.



Voor aansluiting van uw laptop in de auto, via het sigarettenaansteker-contact, zijn speciale kabels met spanningsomzetter te koop. Deze zijn vrij prijzig, behalve dan de Voltcraft die slechts 1,5 A biedt. De andere komen allemaal op enkele tientjes, maar leveren meestal niet meer dan 65 tot 80W. Een enkele komt op 120W, maar is dan duurder. Sommige (dure) adapters kunnen zowel op de 12V van de auto als op de lichtnetspanning thuis (230V) aangesloten worden. Voor zeer mobiel en intensief gebruik wel een uitkomst.



Er zijn daarnaast omzeters, die bijv. van 12V accuspanning in de auto (gelijkstroom dus) naar 230V wisselspanning gaan (lichtnetspanning dus), waarop u de eigen adapter van de laptop of een ander 230V-apparaat dan weer aansluit. Deze converters leveren gemiddeld 60 tot 150 W, als ze gevoed worden vanuit de sigarettenaansteker. Modellen die rechtstreeks op de accupolen aangesloten worden, gaan verder: enige honderden tot een paar duizend watt. Die kunnen een accu vrij snel leegtrekken.



Bij deze opstelling vindt er dus tweemaal omzetting plaats: van gelijkstroom laagspanning (accu) naar wisselstroom middenspanning (lichtnet) en weer in de laptopadapter terug naar gelijkstroom laagspanning (in de voedingsadapter van de laptop). Het is heel belangrijk dat u niet alleen de spanningen kent, waarmee u wilt werken, maar ook het vermogen (gegeven in watt of ampère)!

Zie de tekst in kader *Enkele begrippen en waarschuwingen*.

Enkele begrippen en waarschuwingen

Een algemeen advies: als u niet van een beetje knutselen houdt en/of weinig ervaring hebt met elektriciteit, begin er dan niet aan. Koop dan liever een kanten-klare voedingsadapter, van de juiste soort, uiteraard. Ook al omdat de meegeleverde documentatie bij de componenten vaak ontbreekt of heel summier is. In Nederland zijn de begrippen 'gelijkstroom' en 'wisselstroom' gangbaar, hoewel het om de aanduiding van elektrische spanning (potentiaalverschil) gaat. Internationaal zijn de aanduidingen:

- AC (Alternating Current) voor wisselspanning, vaak met het teken ~
- DC (Direct Current) voor gelijkspanning, vaak met het teken =

Deze twee moeten niet met elkaar verward worden!

De Engelstalige benaming voor de gelijkstroom-schakelcircuits is: voltage regulator. Ze fungeren als 'gelijkstroom-transformator' en kunnen in een breed gebied ingezet worden. De verwerkte (opgenomen of afgegeven) stroom, de stroomsterkte, wordt gegeven in A (ampère, in het Engels nog vaak aangeduid met Amps) of met de kleinere waarde: mA (milli-ampère, één duizendste A). Het opgenomen of afgegeven vermogen, ook wel de belastbaarheid genoemd, wordt aangeduid in W (watt) of VA (volt-ampère). Het 'wattage' wordt berekend door de spanning (in V) met de stroomsterkte (in A) te vermenigvuldigen. Als twee van deze drie waarden (W, V en A) bekend zijn, kan de derde waarde berekend worden. De formule: $W=V \times A$. In de aanbieding wordt soms alleen het 'wattage' genoemd. Bij de specificaties staan dan de details. Ik ga ervan uit dat u enigszins vertrouwd bent met deze begrippen en het belang ervan. In ieder geval kan het uitgangsvermogen (in watt) nooit (!) meer zijn dan het opgenomen vermogen aan de ingang. Er gaat immers altijd energie verloren in elektrische processen. Het rendement kan nooit 100% worden.

Buck / step-down tegenover boost / step-up in gelijkspanningsomzetter

In de tekst staan twee begrippen: buck of step-down voor schakelingen waarbij de uitgangsspanning lager is dan de ingangsspanning. En boost of step-up waar de spanning omhoog 'getransformeerd' wordt. Er zijn schakelingen die zowel naar een hogere als naar een lagere spanning kunnen omzetten. Het instellen, vaak alleen maar nodig voor de uitgangsspanning, gaat op verschillende manieren: met een jumper, een bruggetje of een instelschroef (een draai- of instelpotmeter met veel 'slagen' om nauwkeurige instelling te vergemakkelijken). Ook gewone potentiometers (variabele weerstand) komen voor, maar dan is het risico van ongewilde verstelling wel erg groot.

Koeling

Veel schakelingen worden geleverd met een koellichaam, vooral (natuurlijk) als er veel vermogen verwerkt moet worden. Bij de documentatie wordt vaak het maximale vermogen opgegeven met in de specificaties de mededeling dat extra koeling dan vereist is. Dat kan bijvoorbeeld door er een ventilatortje op te zetten of een extra groot koellichaam, dat u herkent aan de ribben.

Rendement, vermogen en Dell-notebooks

Het rendement van de hier besproken schakelingen is erg hoog: 80 tot 95%. Maar het rendement hangt af van de te overbruggen spanningsverschillen en het vermogen. Ook is

bijna altijd een minimum spanningsverschil tussen in- en uitgang noodzakelijk, de uitgang moet dan bijv. 2V lager zijn dan de ingang. De ingang biedt meestal een ruim bereik en hoeft dan niet ingesteld te worden. Het spreekt vanzelf dat de schakelingen die een groter vermogen kunnen verstouwen, ook groter in afmetingen zijn en meer warmte afgeven. Voor de toepassing die u voor ogen heeft, is het van belang te weten hoeveel vermogen u van de voltage regulator vraagt en hoeveel vermogen u aan de ingang ervan kunt leveren. Een huis-tuin-en-keuken auto-acculader levert meestal 6A of 10A, bij 12V. Een laptop-adapter/acculader, vooral die van enige jaren geleden, heeft ca. 5 tot 8,5 A beschikbaar bij 19 tot 12V.

Let op als u een Dell-laptop/notebook wilt aansluiten op de 'nieuwe' bron! Dat draait meestal op een teleurstelling uit, omdat Dell via een derde stroomleiding controleert of er wel een echte Dell-adapter aangesloten is. U kunt wel een Dell-adapter als bron voor een spanningsconverter inzetten, maar dan moet u de controleleiding niet gebruiken. Dat is even uitzoeken en voor een beginner niet aan te bevelen. Ook nog een weetje: de spanningsomzetter kunnen storing veroorzaken op nabij geplaatste audio- en videoapparatuur. Er zijn methoden voor om deze storing te onderdrukken, maar het voert te ver om deze hier te beschrijven.

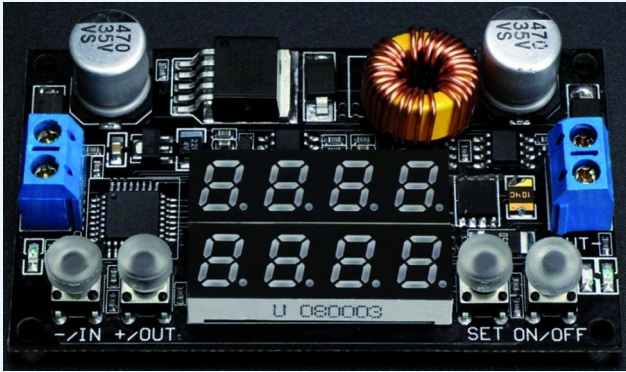


Polariteit en spanning

Omdat het gaat over gelijkstroom, is de polariteit van essentieel belang. Een verwisseling kan desastreuze gevolgen hebben. Soms is de uitgang beveiligd met een zekering. De ingang is dat meestal niet. Er wordt dan aangeraden een diode in een ingangslijn op te nemen om schade bij verwisseling van + en - te voorkomen. Het spreekt vanzelf dat u enige kennis moet hebben of opdoen over de hoogte van de (gelijk)spanningen, vooral aan de uitgang van de spanningsregelaar. Het aan te sluiten apparaat kan verwoest worden, als u het een te hoge spanning toevoert of niet (goed) functioneren als de aangeleverde spanning te laag is. Het gebruik van een universeelmeter (of multimeter) voor het meten van spanning en stroom is sterk aan te bevelen. Daar moet u dus mee overweg kunnen.

Inbouw

De meeste hiergenoemde schakelingen worden zonder omkasting geleverd, maar zijn altijd klein genoeg om in een kleine behuizing (met ventilatie!) ingebouwd te worden. Eventueel kan daar een kleine plastic huishoud-doos voor genomen worden.



Met een beetje geluk past de gelijkspanningsbron, bijv. de oude voedingsadapter, daar ook bij in. Of bouw de voltage regulator in bij het onderdeel of apparaat dat de 'ge-transformeerde' spanning moet ontvangen. Sommige voltage regulators zijn voorzien van een display dat de spanning en/of de stroomsterkte toont, soms met drukknoppen om die in te stellen. Voor inbouw kan dit een extra uitdaging vormen, want dan zult u een kijkopening willen creëren en bij de drukknoppen willen komen. Voor de ware knutselaars zijn overigens ook losse digitale of analoge spannings- en stroomsterktemeters te koop voor inbouw. Deze kosten enkele euro's en zijn vrij nauwkeurig.

Let op de aansluitplug

Er zijn nogal veel typen aansluitpluggen. Dus heeft u de keuze tussen:

- geen pluggen gebruiken; de eventueel nog aanwezige pluggen van de kabel knippen en de draadeinden op uw eigen manier met elkaar verbinden, al was het maar met een kroonsteentje. Let u nog steeds op plus en min!
- zorgen voor passende en bruikbare pluggen; let erop dat er waarschijnlijk nog flink wat stroom doorheen gaat. Wees dus bedacht op oververhitting en de gevaren daaraan verbonden.

Als u nog een oude lichtnetadapter heeft, waarvan u het uitgangskabeltje met plug nog kunt gebruiken, bewaar dat dan.

Technologie

Bij schakelende voedingen (switchers) en diverse dimmers en toerentalregelaars wordt de uitgangsspanning verkregen door de 'gelijkstroom' - ja ook bij wisselstroom wordt die altijd eerst gelijkgericht aan de ingang 'in stukjes' te hakken, waardoor hoogfrequente pulsen ontstaan, bijv. 150kHz of meer. Deze zijn gemakkelijk en efficiënt met een kleine transformator om te zetten in een andere spanning. Daarna wordt de stroom weer gelijkgericht en gestabiliseerd (met een terugkoppeling). De hier genoemde gelijkspanningstransformatie werkt op dezelfde manier. Er gaat daarbij weinig energie verloren. In een grote transformator die wel nodig zou zijn om via netfrequentie (50 of 60 Hz) hetzelfde proces te doorlopen is het rendement veel minder. Er is voor het schakelproces wat meer elektronica nodig, maar door de massaproductie is die tegenwoordig goedkoop. De technologie wordt overal gebruikt waar met verschillende gelijkspanningen in één apparaat gewerkt wordt. Denk alleen al aan de computer, waar naast elkaar spanningen gebruikt kunnen worden van bijv. 1,28V, 1,2V, 1,35V, 1,520V, 2,2V, 3,2V, 5V en 12V. U ziet: er komen zelfs lage spanningen voor die tot op de duizendste volt gespecificeerd worden. Er zijn dan verschillende voltage regulators ingezet, meestal geïntegreerd op het moederbord.

Door geautomatiseerde aanpassing van de pulsbreedte in de eerste trap kan de spanning keurig stabiel blijven ongeacht de belasting.

Andere typische toepassingen

- Bij batterijvoeding kan er nog energie aan de batterijen of accu's onttrokken worden, ook als de spanning al beneden de nominale waarde gedaald is. Ook de 'powerbanks' voor mobiele telefoons werken met deze technologie.
- Bij het opladen van accu's (oplaadbare batterijen) kan het proces nauwkeuriger bestuurd worden als men de laadstroom en de laadspanning automatisch variabel aanpast aan de oplaadkarakteristieken van het te laden accu of batterijtype.

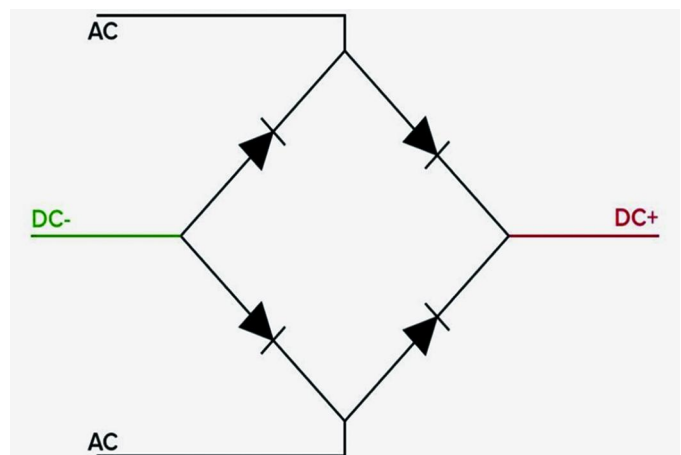
Heeft u nog een wisselstroomtransformator of -adapter liggen?

Hoewel ik het hier steeds heb over een gelijkspanningsbron als voeding voor de voltage regulator, kunt u ook uit de voeten met een gewone trafo, dus een die alleen maar wisselspanning afgeeft. Veel mensen hebben die nog wel ergens liggen: een oude beltrafo, een transformator voor halogeenlampen, voor kerstverlichting of een voedingstrafo voor een niet meer gebruikt apparaat (elektrische deken) of speelgoed (modeltrein, autoracebaan). De eigenschappen ervan: uitgangsspanning en maximale stroom aan de secundaire zijde moet u dan wel weten of meten. En ook even checken of hij echt wisselspanning afgeeft, want soms zit de gelijkrichter ingebouwd.

Niet te krap

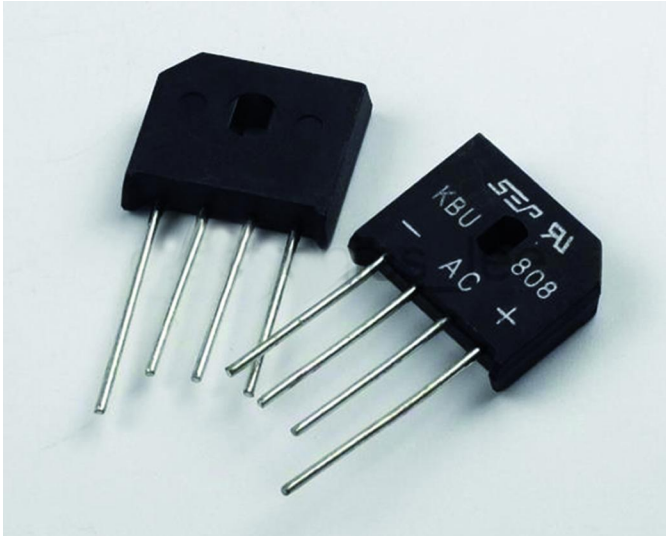
Alle elektronica en elektrische apparaten die tot aan de uiterste grenzen van hun belastbaarheid moeten werken, zullen vroeger of later de geest geven. Probeer niet het onderste uit de kan te halen, want ook een transformator kan stuk gaan. Zo is een beltransformator bij mij na bijna 20 jaar trouwe dienst met een luide knal en 'vuurwerk' uit elkaar gespat. Zodra u een verdachte lucht ruikt uit een elektrisch apparaat en/of sterke verhitting waarneemt, is het verstandig de stroom ernaartoe uit te schakelen. Elektronica is meestal kwetsbaarder dan passieve componenten, zoals trafo's.

Om van de uitgangsspanning van een trafo gelijkstroom te maken hoeft u slechts een brugcel (of 4 losse diodes) in de uitgangsleding op te nemen. Deze gelijkrichters (bridge rectificifiers), die soms heel veel stroom kunnen verwerken (25 of 50A en spanningen tot 1000V), zijn voor een euro of enkele euro's te koop.

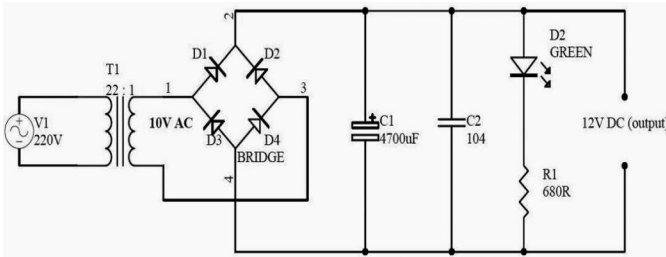


U hoeft dan niet bang te zijn dat de gelijkrichter te krap bemeten zou zijn. Losse 6A en 10A-diodes (1000V) kosten slechts een paar cent tot 20 cent per stuk en zijn vaak alleen maar in minimaal aantallen van 20 stuks (of meer) te koop. (Voor de fijnproevers: wilt u extra afvlakking van de gelijk-

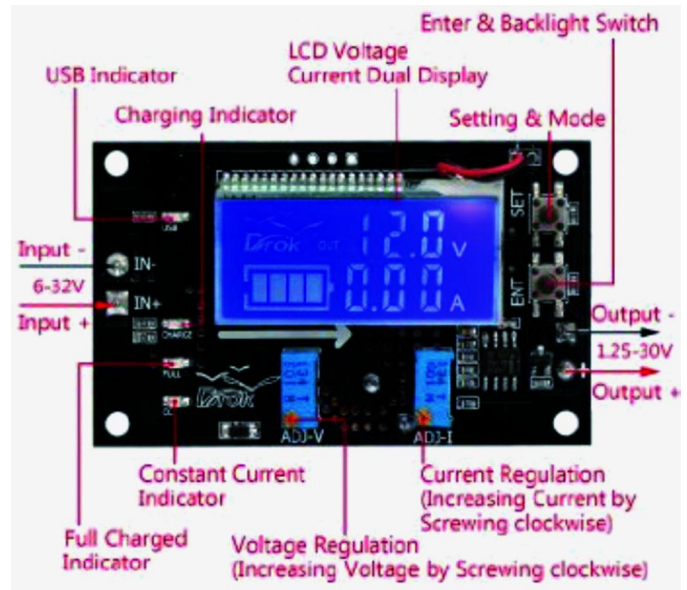
gerichte pulserende spanning, dan kunt u nog een forse elco over de uitgang van de brugcel zetten, maar meestal is dat niet nodig.)



Heeft u helemaal niets bruikbaar bij de hand, koop dan - eventueel op Marktplaats of een rommelmarkt of zo - een geschikte transformator. Let op: nieuwe beltrafo's kunnen vrij duur zijn: 12 tot 20 euro en sommige nog meer (50 euro), vaak omdat ze in de meterkast op een DINrail gemonteerd kunnen worden. De meeste beltrafo's leveren minimaal 1A bij 8 of 9V. Het is qua prijs dus alleen interessant als u goedkoop aan een transformator kunt komen. Ook gewone transformatoren zijn vrij duur, duurder dan voltage converters. U weet hopelijk dat een bruggelijkrichter de gelijkspanning 1,41 ($\sqrt{2}$) maal hoger maakt dan de wisselspanning die uit de transformator toegevoerd wordt. Dus als u van een beltrafo de 9 V uitgangsspanning gelijkricht met een brugcel, komt daar (in theorie) $9 \times \sqrt{2} = 12,7$ V gelijkspanning uit.



Als u nog beschikt over een trafo met meerdere uitgangsspanningen, zoals die van een elektrische trein, een elektrische deken of een beltrafo met drie secundaire uitgangen (3 - 5 - 9V AC), kunt u natuurlijk daar ook gebruik van maken om de gewenste spanning te verkrijgen. Maar alleen met een stabilisator, zoals bij de voltage regulators, kan de uitgangsspanning en/of de uitgangsstroom constant gehouden worden. Een regelbare trafo heeft dan het voordeel dat u het verschil tussen de spanning aan de ingang van de regelaar en die aan de uitgang kleiner kunt houden. Maar u zult toch niet zo gauw in de verleiding komen om van 55 V naar 1,5 V te willen 'bucken', hoop ik. Om over de omgekeerde weg ('boost') maar helemaal te zwijgen.



Over de voor- en nadelen van toezending uit het buitenland, met name China, is het nodige te zeggen. Van belang is dat u zich niet rijk rekent met de prijs, maar beseft dat snelheid van levering en garantie in uw besluit moeten meespelen. De Chinese sites en eBay beloven 'niet-geleverd=geld-terug', maar bij garanties wordt vaak de voorwaarde gesteld dat u het artikel op eigen kosten moet terugzenden. Er zijn ook andere regelingen, die met een soort tegoedbonnen werken.

Als u een Nederlandse leverancier zoekt, dan vindt u er heel veel. Conrad is wat elektronische componenten en apparaten betreft de grootste.

Veel succes

Tabel: mogelijkheden (altijd specificaties spanning en vermogen in acht nemen)

| stroombron | component 1 | component 2 | component 3 buck/boost |
|--|---------------|---------------|----------------------------|
| wisselstroombron netspanning | transformator | gelijkrichter | step-down/step-up regelaar |
| wisselstroombron laagspanning | | gelijkrichter | step-down/step-up regelaar |
| gelijkstroombron (accu/batterij/adapter) | | | step-down/step-up regelaar |

kant-en-klare adapter met gewenste specificaties (vermogen/spanning)

Berekening uitgangsvermogen:
 Uitgang (in W) = Ingang (in W) x rendement (in % of rekenfactor, altijd <1)
 Let op: van het rendement wordt meestal de gunstigste waarde vermeld! Bij 92% kan de praktijk bijv. 72 tot 92 % zijn, afhankelijk van gebruiksfactoren.