



## Arduino basis elektronica deel 2

Handleiding van Helpmij.nl

Auteur: drejansen

mei 2021

“ Dé grootste en gratis computerhelpdesk van Nederland ”

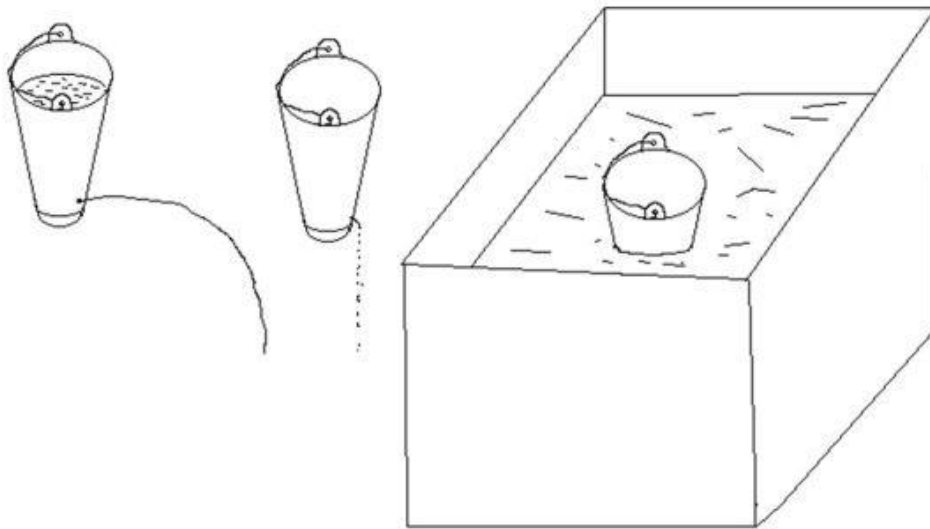


## Elektronica, uitgangsnivo -0- Deel -2-

Hierin worden de overige passieve elementen, arbeid en vermogen en de transistor behandeld.

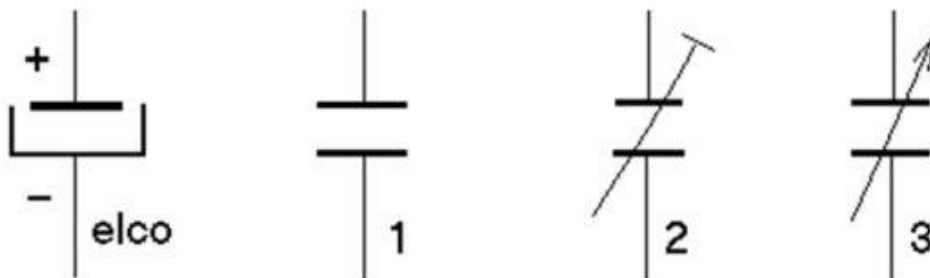
### De condensator

De condensator is vergelijkbaar met een emmer, deze emmer bevat elektronen. Net als water kunnen er meer of minder van in een emmer. De emmer kan voor een deel gevuld zijn, maar ook helemaal vol zitten. Sla onderin aan de zijkant een gat, in een met water gevulde emmer. De straal die er uit spuit is aanvankelijk krachtig, maar als het waterniveau in de emmer daalt, stroomt het water er met minder kracht uit. Tot slot druppelt het water tot de emmer leeg is.



Druk je deze lege emmer (met gat) in een bak met water, dan stroomt de emmer vol. Aanvankelijk met grote snelheid, maar naarmate het niveau in de emmer het niveau buiten de emmer nadert, verloopt het volstromen trager. De emmer zal niet tot de rand vol lopen, als de emmer niet tot aan de rand in het water is ondergedompeld. De waterstroom stopt zodra het niveau in de emmer en buiten de emmer aan elkaar gelijk zijn. Allemaal logisch toch? Nou dat is het ook in de elektronica! Er zijn grote en kleine emmers.

Condensatoren hebben, net als weerstanden, geen polariteit. Als je er te veel elektronen in probeert te gieten gaan ze kapot. De aangelegde spanning mag de maximaal toelaatbare spanning niet overschrijden. Een ELCO kan veel elektronen bevatten maar heeft WEL een polariteit, dus + en - aansluiting. Hieronder wat varianten:



-1- is een "gewone" condensator. -2- een instelbare en -3- een regelbare condensator.

De capaciteit van een condensator wordt met de hoofdletter **C** aangegeven en uitgedrukt in Farad. Met de hoofdletter **F**. De farad is een grote eenheid, dus wordt deze in micro farad uitgedrukt:  $\mu\text{F}$

ofwel een miljoenste deel van een farad. Voor 'micro' wordt de Griekse letter: mu gebruikt:  $\mu$ . Ik sluit een spanning aan op een condensator, aanvankelijk meet je een grote stroom, omdat de condensator (emmer) leeg is, de weerstand is op dat eerste, kortstondige moment 0 ohm, Je meet dan geen spanning over de condensator. Naarmate de stroom de condensator laadt (emmer loopt vol) zal de stroom afnemen, totdat er geen stroom meer vloeit, de weerstand is dan oneindig hoog, dan meet je de volle spanning over de condensator. Een vreemde situatie: geen spanning, grote stroom = kortsluiting, later grote spanning geen stroom = oneindig hoge weerstand. Dit verband tussen spanning en stroom is te berekenen, maar zoals ik in deel -1- schreef: hier geen moeilijke formules! Laat je de condensator via een weerstand vollopen, dan loopt hij langzamer vol, immers, de serieweerstand beperkt de stroom, waardoor er geen volle sluiting bij eerste aanleg is. Stel, ik neem de emmer-met-gat en duw die in het water, Dan stroomt er water, tot dat het niveau in de emmer gelijk is aan daarbuiten. Beweeg ik de emmer steeds op en neer, dan stroomt het water afwisselend in en uit de emmer, er vloeit wisselstroom! Deze wisselstroom start snel, loopt terug met het vol of leeglopen van de emmer. De stroom wisselt. Maar de spanning over de condensator wisselt ook! Het bijzondere is nu, dat spanning en stroom niet tegelijkertijd aanwezig zijn, sterker nog: is de spanning maximaal, dan is de stroom juist minimaal en andersom. Laat dit even rustig bezinken, want dit gedrag is niet geheel onbelangrijk!

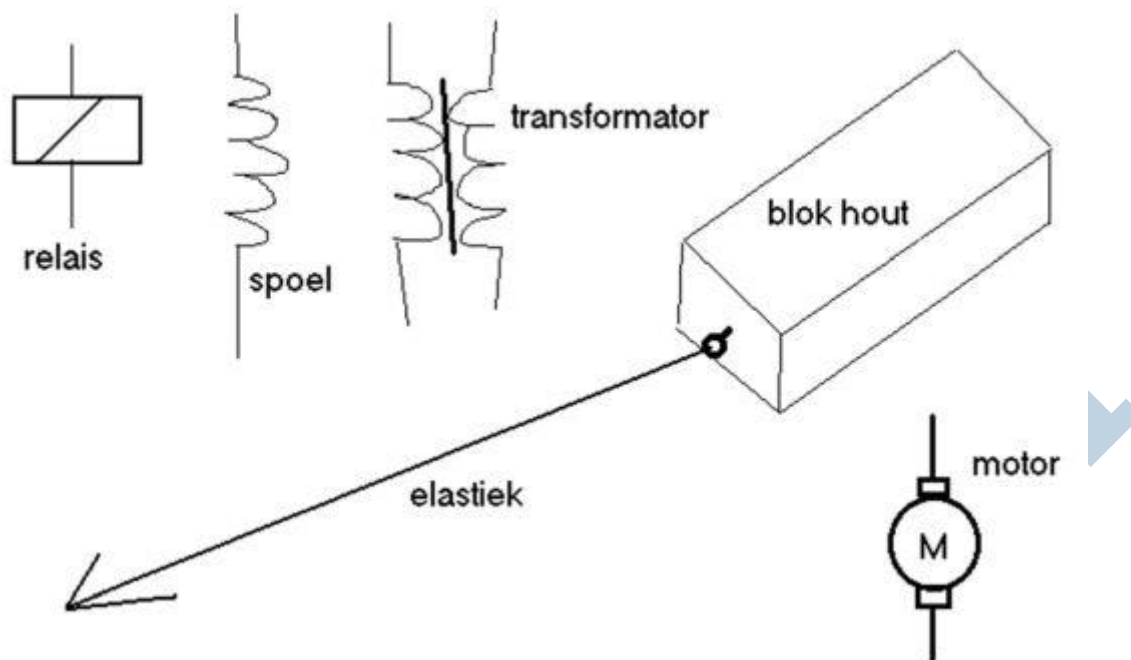
Wanneer ik de emmer langzaam op en neer beweeg (= lage frequentie), dan is het gedrag anders, dan wanneer ik de emmer heel snel (= hoge frequentie) op en neer beweeg. Bij lage frequentie heeft de weerstand van de condensator een grotere invloed dan bij hoge frequentie. Let op! De Arduino werkt op 16 MHz, dan zijn heel kleine condensatoren al van grote invloed. Twee naast elkaar liggende draden vormen zo een kleine condensator. Daarover meer als de Arduino zelf aan de beurt is.

Ik sluit nu een gelijkspanning op de condensator aan. Dan vloeit er eenmalig een stroom en houdt na enige tijd op. Oké, dat is dat. Daar waar stroom vloeit, is weerstand, althans je kan die berekenen. Alleen, op welk tijdstip bereken ik die weerstand? de weerstand verloopt in de tijd van 0 ohm naar oneindig hoog. Hierover zijn ook afspraken gemaakt, maar ook daarmee wil ik u niet vermoeien, onthoud dat dit zo is, verder geen gezeur.

Nu sluit ik een **wisselspanning** aan op deze condensator. Er blijkt een stroom te lopen, een **wisselstroom**. Wanneer er een stroom vloeit en een spanning meetbaar is, is er sprake van een weerstand! De condensator heeft een **wisselstroomweerstand**. Is de frequentie van deze wisselspanning hoger, dan is deze wisselstroomweerstand kleiner. De wisselstroomweerstand is afhankelijk van de frequentie en condensatorcapaciteit, die formule zal ik u besparen. De condensator-weerstand wordt  $X_c$  genoemd en in ohm uitgedrukt. Frequentie wordt aangeduid met de hoofdletter **F** uitgedrukt in Hertz **Hz**. Hertz. Dit is het aantal bewegingen/wisselingen per seconde.

### **De tegenhanger van de condensator is de spoel!**

Een spoel is een bosje koperdraad, ELK bosje koperdraad is een spoel. Steek je er een stuk ijzer in die spoel, dan wordt het alleen maar erger! Wat is er dan zo erg? Nou, lees verder! Meet je met een universeelmeter over een condensator, dan zie je even een lage weerstand die snel naar oneindig oploopt (de universeelmeter werkt met gelijkspanning). Meet je een spoel, dan meet je gewoon een ohmse weerstand. Het bosje koperdraad heeft weerstand, die kan je meten! Een dunne, lange koperdraad heeft méér weerstand dan een korte dikke draad, maar dat weet je al uit deel -1-.



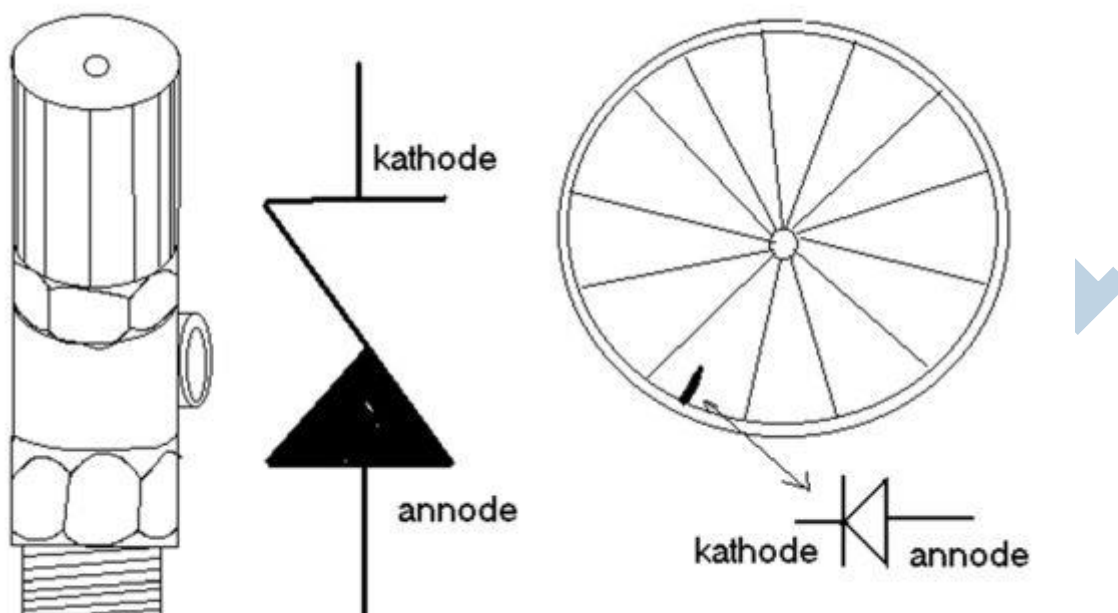
Alles waarin gewikkeld koperdraad zit, is een spoel, zoals een relais, trafo, motor etc. Blok hout met elastiek?? Weer een (enigszins manke) vergelijking, waarmee ik iets moeilijks probeer uit te leggen. Je trekt aan het elastiek om het blok hout naar links te bewegen. Het blok blijft in eerste instantie gewoon liggen, terwijl de spanning in het elastiek oploopt. Net zo lang, totdat het blok toch van zijn plek komt en eveneens naar links beweegt. Dan, ga jij naar rechts, maar het houtblok heeft inmiddels snelheid (massa traagheid) en gaat nog steeds naar links, terwijl jij al naar rechts gaat. De spanning in het elastiek wordt minder, maar loopt daarna weer op. Waardoor het houtblok **EVEN LATER** ook naar rechts gaat en jou volgt. Dus spanning en stroom lopen, net als bij de condensator, niet synchroon. In tegenstelling tot de condensator: hier éérst de spanning en daarna volgt de stroom (eerst het elastiek strakker en dan verschuift het houtblok). Dit gaat goed, totdat je de spanning wegneemt. Je stopt met heen en weer trekken van het elastiek. Het houtblok glijdt verder maar **WIL NIET STOPPEN!** Hier krijg je het puberale gedrag van een spoel. De spoel wekt nu zelf spanning op! Om de beweging in stand te kunnen houden. Die spanning loopt zo hoog op, dat het de aangelegde spanning overstijgt! Dit is iets om terdege rekening mee te houden! Een spoel sluit je via een transistor aan, omdat de Arduino zelf niet zo sterk is. Maar deze transistor zal, als je geen maatregelen neemt, sneuvelen. In zijn ondergang neemt hij dan ook de Arduino mee. Anderzijds is het een gunstige eigenschap: uit een 12V autoaccu wordt op deze manier een hoge spanning van enkele duizenden volts opgewekt die de bougies doet vonken, waardoor de benzine ontbrand. Tot zo ver de verbrandingsmotor.

Dat spoelgedrag, wordt **zelfinductie** genoemd. Ook op een spoel kan je wisselspanning aansluiten. Door die zelfinductie, meet je bij wisselspanning een veel hogere weerstand dan wanneer je met gelijkspanning werkt. Hier blijkt, dat naarmate de frequentie hoger is, de weerstand ook hoger wordt. Deze wisselstroom weerstand wordt  $X_L$  genoemd. Belangrijk! Onthoudt dat er hoge spanningen ontstaan bij schakelen van spoelen. Ja, ook al sluit je een gelijkspanning aan, dan wisselt het éénmalig. Vooral bij het uitschakelen van de gelijkspanning ontstaat een gevaarlijke spanningspiek! De oplossing komt verderop in dit verhaal aan de orde.

## Diode

Zo komen we op het volgende passieve element, het elektrische 'fietsventiel'. De lucht gaat er slechts in één richting doorheen. Maar net als een fietsventiel, bij te grote druk gaat hij kapot. Dus wees

voorzichtig met de luchtdruk (= spanning). Een groot ventiel kan meer lucht per tijdseenheid verplaatsen dan een klein ventieltje. Ja, ik val in herhaling, ik weet het.

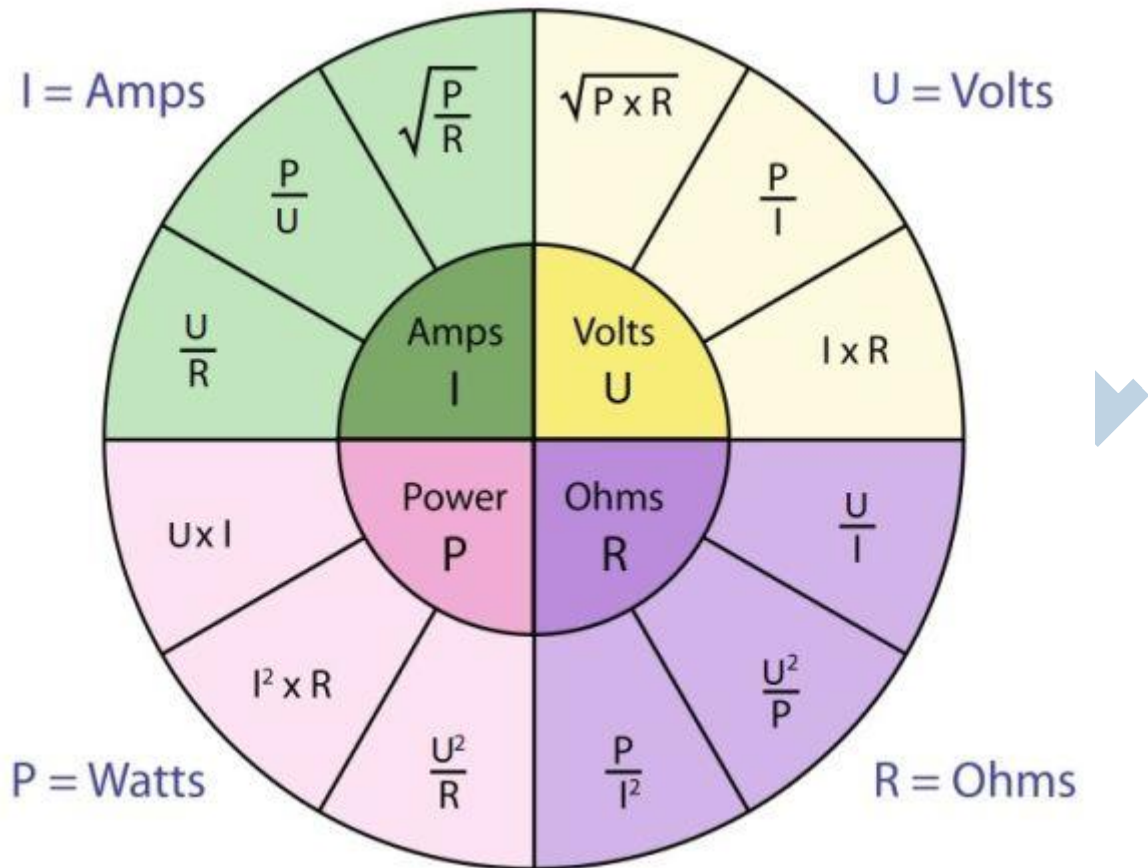


Een diode werkt net zo, de stroom gaat van anode naar kathode, niet andersom. Pomp je de band te hard op, dan slaat het ventiel door, waarna luid sissend de lucht door het ventiel ontsnapt. Natuurlijk, in het reparatiedoosje zit een reserve stukje ventielslang, bij diodes gaat het moeilijker, daarin zit geen ventielslangetje, in zijn geheel vervangen is de enige oplossing. Alweer een ezelsbruggetje om de stroomrichting te onthouden: **KNAP**. Als je knap bent dan weet je het: **K**athode **N**egatief, **A**node **P**ositief. Er zijn diodes die wel herstellen als ze zijn doorgeslagen. Dat zijn zenerdiodes. Die slaan door bij zekere spanning (de zenerspanning) en werken verder als gewone diode. Vergelijkbaar met het overstortventiel achter uw CV ketel, dat bij 3 bar opent en weer sluit als de druk is afgenomen. Zo zijn er ook diodes die licht, zelfs in diverse kleuren, geven, de LED's, tunneldiodes, etc.

Bij het aansluiten van een spoel kan je een gewone diode zodanig over de spoel schakelen dat de kathode, aan + zijde zit. De diode doet niets, totdat de spoel/motor/relais wordt uitgeschakeld. De daarbij ontstane ongewenste piekspanning is tegengesteld gericht aan de aangelegde spanning. De diode sluit deze piekspanning kort, waardoor de achterliggende elektronica gespaard blijft. Bij het inschakelen ontstaat eveneens een piekspanning, maar die wordt door de laagohmige voeding zelf geblust. Zo'n diode wordt ook wel blusdiode of fly-back diode genoemd.

### Arbeid en vermogen

Je kan de tuin in een halve dag ompsitten, maar jouw buurman doet het in twee uur! De tuinen zijn even groot, de arbeid is dus gelijk. De buurman heeft het sneller gedaan, hij heeft méér vermogen! Arbeid wordt met de letter **-W-** aangegeven. De eenheid is Joule **-J-**. Vermogen is de arbeid per tijdseenheid, aangegeven met **-P-** en uitgedrukt in **-W-** (watt). In de elektriciteitsleer is  $P = U \times I$  ofwel vermogen is spanning maal stroom. Waar is de tijd gebleven? Welnu, die zit in de stroom verwerkt. Stroom is namelijk een hoeveelheid lading (coulomb) per seconde. Dáárin zit de tijd verstopt. Vergeet dit verder maar.



Hierboven alle formules op een rijtje.

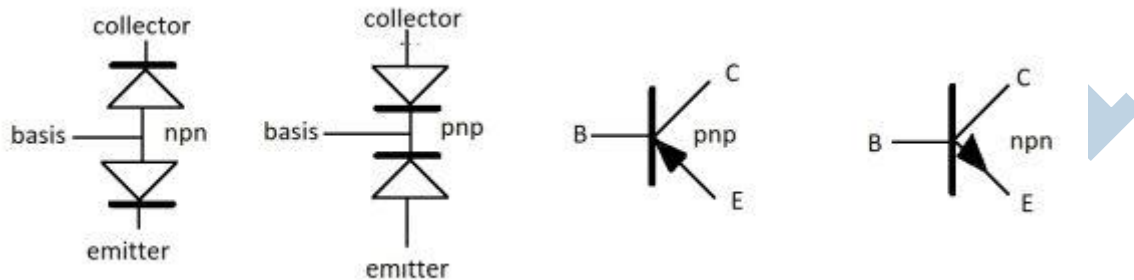
Spanning (U) kan je ook aanduiden met:  $I \times R$  en als je twee I's hebt, dan is dat  $I^2$ . Laat dit even rustig bezinken, bedenk dat er altijd sprake van vermogen is bij stroom EN spanning. Arbeid is dan het vermogen maal tijd:

$W = P \times t$  (tijd wordt met kleine letter -t- aangegeven. Bij de Arduino wordt weinig aan arbeid gedaan, dus laten we die voor wat het is. Vermogen is belangrijker, want vermogen geeft warmte en bij te veel warmte (te groot vermogen) gaan er dingen stuk! Een motor wordt warm, dat komt omdat er stroom doorheen loopt en er spanning op staat. De condensator wordt niet warm daar gaat toch óók stroom door en er staat óók spanning over. Dat komt omdat de fase verschuiving bij een condensator vrijwel 90 graden is. Bij een motor is de fasehoek kleiner. Omdat daar de ohmse koperweerstand een deel van de totale weerstand vormt. Omwille van de eenvoud van dit verhaal, ga ik hier niet verder op in. Het verklaart dat de motor wel en de condensator niet warm wordt. Let op! Bij schakelingen met spoelen EN condensatoren kan er resonantie optreden! Er is serie resonantie waarbij grote spanningen en parallel resonantie, waarbij grote stromen kunnen optreden. Dus altijd opletten als er condensatoren en spoelen in het geding zijn! Het hoe en waarom, leer je in commerciële elektronica cursussen!

### De transistor

Er zijn kranen voor grote volumestromen, kranen voor hoge druk, snelsluiters, etc. Zo ook in de elektronica, de kraan wordt dan: transistor, FET, darlington, triac, thyristor, etc. genoemd. Maar het principe van al die 'kranen' blijft gelijk, ze laten de elektronenstroom in meer of mindere mate door, of houden ze tegen tegen. In een audio versterker worden transistoren gebruikt om de stroom afwisselend meer of minder door te laten, in een ritme die wij muziek noemen. Hierbij moet de transistor zelf ook vermogen verwerken, waardoor hij warm wordt en dus gekoeld moet worden. Dit

is zo belangrijk, dat er complexe elektronica schakelingen omheen worden gemaakt om oververhitting te voorkomen. Gelukkig hoeven wij niet zo moeilijk te doen, de transistor staat bij ons óf geheel open, óf is geheel gesloten. Dat maakt het een stuk makkelijker! Vermogen wordt namelijk pas opgewekt als er stroom EN spanning aanwezig zijn. Voel/meet maar eens aan de lichtschakelaar thuis, die wordt niet warm als de lamp uit of aan staat. Uit = wel spanning, geen stroom. Aan = geen spanning, wel stroom. (Toch warm? Dan is er sprake van overgangswaerstand, waardoor op den duur zelfs brand kan ontstaan!)



Een transistor is eigenlijk een schakeling van twee dioden, tenminste, dat meet je als je met een universeelmeter aan de pootjes gaat meten. Er zijn twee typen transistoren (vaak worden transistoren 'torren' genoemd), PNP waarbij de kathoden aan elkaar zijn verbonden, en NPN je raad het al, daar zijn de anoden onderling verbonden. Wanneer je tussen basis en emitter een kleine spanning aansluit, dan opent de poort tussen collector en emitter. Op deze manier kan je met een kleine spanning/stroom, die de Arduino kan leveren, een veel grotere stroom/spanning van een motor/relais/lamp/etc. schakelen. Mag je emitter en collector omwisselen? Zoals ik het hier getekend heb, wel, maar als je wat nauwkeuriger meet, dan blijkt de emitter een zenerdiode te zijn.

Vergeet niet om een blusdiode over het te schakelen inductieve component te zetten.

Een condensator, met name een elco, heeft een zekere lading. Wanneer je elektronica uitschakelt en daarna snel weer inschakelt, kan er schade ontstaan. In de condensatoren van het zojuist uitgeschakelde apparaat zit nog lading. Deze nog aanwezige lading wordt bij de opnieuw ingeschakelde spanning opgeteld. Hierdoor kan de spanning op bepaalde punten verdubbelen. Vaak gaat dat goed, omdat die overspanning van korte duur is, maar het kan ook fout gaan. Daarom wordt er vaak geadviseerd om even te wachten alvorens opnieuw in te schakelen. De condensatoren krijgen zo de tijd om zich te ontladen, voordat ze opnieuw van spanning worden voorzien.

In een zgn 'diodepomp' wordt van deze eigenschap juist gebruik gemaakt om een hoge spanning op te wekken.

Volgende keer digitale poorten en de aanloop naar de Arduino.

Groeten, Dré Jansen