

Elektriciteitsleer

In het uiterst complexe gebied van de elektriciteitsleer zijn een aantal punten geselecteerd die voor het SWTK gedeelte gekend moeten worden.

Stroomsterkte

Alle atomen bestaan uit een kern waar omheen elektronen 'zweven'. De kern bestaat uit positief en negatief geladen deeltjes en is in feite neutraal. De elektronen zijn alle negatief.

Elektronen kunnen gemakkelijk 'overstappen' van het ene atoom naar het andere en zelfs van molecuul naar molecuul. Dit 'overstappen' gelukt makkelijk in geleiders, zoals metalen en zout- en zuuroplossingen, en moeilijk in isolatoren (rubber, plastic en bijv. gedestilleerd water).

De snelheid van de elektriciteitsbeweging, de stroomsterkte, wordt aangegeven in Coulomb/seconde en afgesproken is dat 1 Coulomb/sec gelijk is aan 1 Ampère.

Stroomsterkte wordt aangeduid met de hoofdletter I en 1 Ampère gedurende 1 uur = 1 Ah.

Potentiaal verschil of spanningsverschil

In een generator, dynamo of een galvanisch element (batterij of accu) ontstaat door de werking daarvan een plaats met een hoge potentiaal (daar waar de elektronen naar toe worden gestuwd, we noemen dat de + pool) en daar tegenover een plaats met een lage potentiaal, de - pool.

Het potentiaal verschil tussen beide polen heet het spanningsverschil en wordt aangeduid in Volt (V).

Voor spanningsverschil, kortweg spanning, gebruiken we de hoofdletter U.

Zodra er een uitwendige verbinding gemaakt wordt tussen de + pool en de - pool zal er een stroom gaan lopen in die verbinding van + naar - (en door de spanningsbron van - naar +).

Verband tussen stroom en spanning, tussen I en U


Wet van Ohm



In een toestel dat zelf geen spanning opwekt is de stroomsterkte evenredig met de spanning waarop dit toestel is aangesloten.

Als in zo'n toestel geen warmte wordt opgewekt behoudt deze verhouding dezelfde waarde.

De weerstand (aangeduid met de hoofdletter R) van een toestel is de verhouding tussen de aangelegde spanning en de daardoor opgewekte stroom, mits dit toestel zelf geen spanning opwekt (eenheid = Ohm, Ω).

Hieruit volgt de weerstand $R = U : I$ en tevens $U = I \times R$ of van praktische aard: Indien men de spanning en de weerstand van een toestel weet kan men de stroomsterkte berekenen aan de hand van **$I = U : R$** .

Het symbool dat thans voor weerstanden wordt gebruikt ziet er als volgt uit  *en dus niet zoals ik het laatst in de les gebruikte.*

Zo  En dus niet zo 

Elektrische energie

In een verbruikstoestel stroomt elektriciteit van de positieve naar de negatieve kant. Bij dit transport wordt elektrische energie verbruikt en omgezet in arbeid, chemische energie, licht of warmte. De elektrische energie wordt gemeten in Joule's.

Definitie:

1 calorie is de hoeveelheid warmte die nodig is om 1 gram water, 1° Celcius in temperatuur te doen stijgen.

Gebleken is dat 1 Joule gelijkwaardig is aan 0,2389 calorie (afgerond 0,24 cal)

Het vermogen (P) van een toestel is de snelheid van haar energieverbruik of energieontwikkeling (de eenheid is Watt en 1 Watt = 1 Joule/sec).

Bij een potentiaal verschil van bijvoorbeeld U Volt wordt bij elke Coulomb elektriciteit, getransporteerd van de positieve naar de negatieve klem, een hoeveelheid van U Joule verbruikt (Wet van Ohm). Er is dus U Joule per Coulomb getransporteerd van de positieve naar de negatieve klem.

Als in dat geval de stroomsterkte I Amp zou zijn, dan wordt er I Coulomb/sec getransporteerd en is het vermogen $U \text{ J/C} \times I \text{ C/sec} = U \times I \text{ J/sec} = U \times I \text{ Watt}$, m.a.w. **$P = U \times I \text{ Watt}$** .

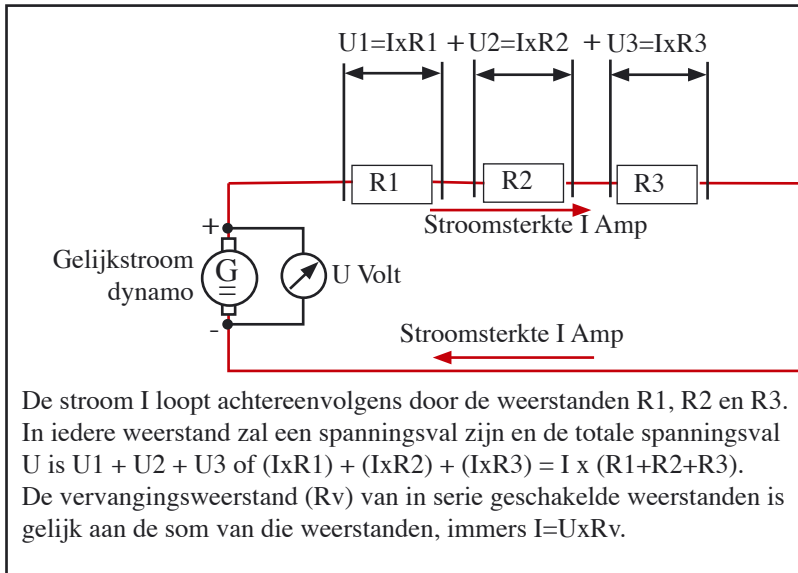
De vermogensformule $P = U \times I \text{ Watt}$ moet gekend worden. Uitdrukkelijk is hierbij vermeld dat dit alleen

voor gelijkstroom opgaat. De wisselstroomtechniek is, ondanks dat het aan boord algemeen gebruikt wordt, dit eerste jaar nog niet aan de orde (behalve de alternator, maar daarover later).

De motorvermogens worden tegenwoordig in kWatt's uitgedruk en niet meer in pk's. Hieronder de omrekening van pk's naar Watt's (leuk om te weten, maar niet meer dan dat).

1 kW = 102 kgm/sec, 1 pk = 75 kgm/sec, waardoor 1 kW = 1,36 pk of **1 pk = 0,736 kW = 736 Watt**.

Serieschakeling van weerstanden

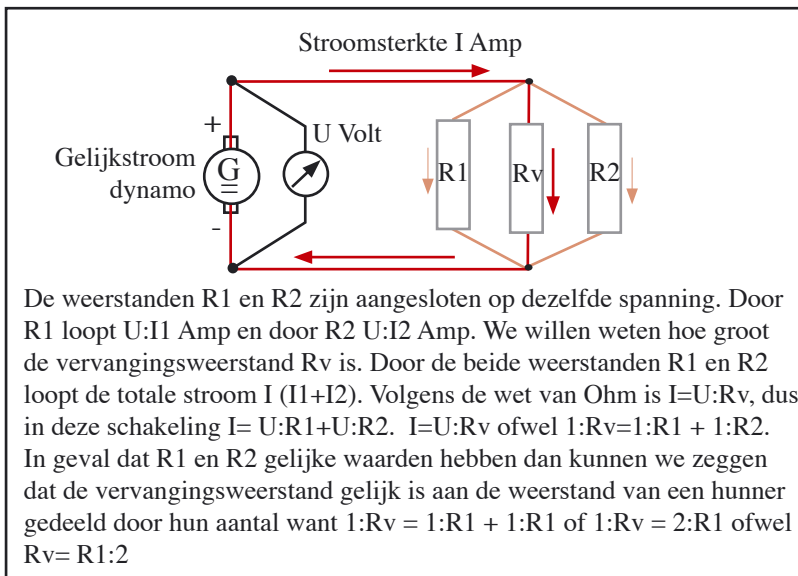


Het kenmerk van een serieschakeling van weerstanden (of gebruikstoestellen) is dat alle weerstanden achtereenvolgens doorlopen worden door dezelfde stroom.

De vervangingsweerstand van een groep weerstanden is die weerstand die bij aansluiting op de groepsspanning dezelfde stroom opneemt als die groep weerstanden.

$$R_v = R_1 + R_2 + \text{enz}$$

Parallelschakeling van weerstanden



Het kenmerk van een parallelschakeling van weerstanden is dat ze zijn aangesloten op dezelfde spanning.

De vervangingsweerstand van parallel geschakelde weerstanden is kleiner dan de kleinste van de parallel geschakelde weerstanden.

$$\frac{1}{R_v} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots$$

De bedoeling van deze uitleg is het verschil aan te tonen tussen serie en parallelschakeling en de invloed die beide schakelingen hebben op de stroomsterkte. Praktisch gezien zouden we dit kunnen gebruiken als we bijvoorbeeld een radio van 9 Volt gaan gebruiken op een 12 Volts gelijkspanning. Wel moet natuurlijk de eigen weerstand van de radio bekend zijn.

Weerstanden lopen op in een vaste reeks waardoor het mogelijk is dat de beoogde waarde niet voorhande is. Door middel van bovenstaande berekeningen zouden we zelf dus de gewenste waarde kunnen samenstellen.

Pagina 18 t/m 27 van de blauwe bijlage behandelt dit onderwerp ook.

U hoeft niet het bewijs te leren, doch de beide formuleetjes zijn praktisch

Het begrip serie en parallelschakeling kennen we ook als we 24 volt uit een 12 Volts accu willen hebben. We schakelen dan 2 12 Volts accu's achter elkaar door de - van de ene te verbinden met de + van de andere. Bij parallelschakeling verbinden we de gelijke polen. De spanning blijft dan 12 Volt.

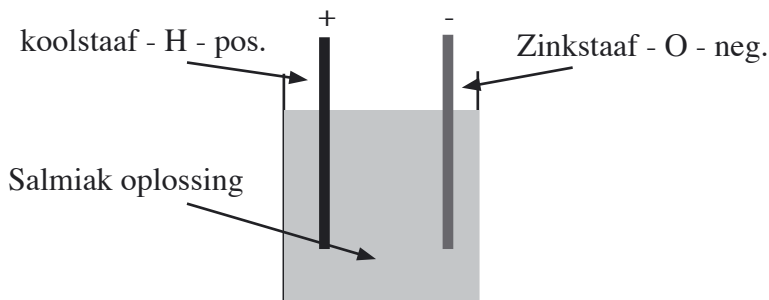
Het Galvanisch element

Als een materiaal wordt ondergedompeld in een oplossing van een zout of een zuur dan ontstaat er een potentiaal verschil tussen het materiaal en de oplossing.

Zodra we twee verschillende materialen onderdompelen in dezelfde oplossing dan ontstaat er voor beide materialen verschillende waarden t.o.v. die oplossing, dus ook t.o.v. elkaar.

Dit proces bepaalt feitelijk de werking van de batterij en de accu

Het Leclanché element ofwel de gewone niet oplaadbare batterij



De klemspanning is het potentiaal verschil als er door het element een stroom loopt.

Het Leclanché element in bedrijf

Zodra er een stroom loopt wordt het water (H_2O) gedeeltelijk ontleed. De vrije zuurstof verzamelt bij de zinkplaat en tast deze aan (het zink oxydeert). De vrije waterstof verzamelt zich bij de koolstaaf en is negatief geladen t.o.v. de staaf en verhindert de stroomdoorgang (potarisatie). Dit wordt in het element teniet gedaan door een zgn depolarisator in dit geval bruinsteen die de waterstof bindt en daarbij zelf wordt gereduceert. Als de bruinsteen op is is het element uitgewerkt.

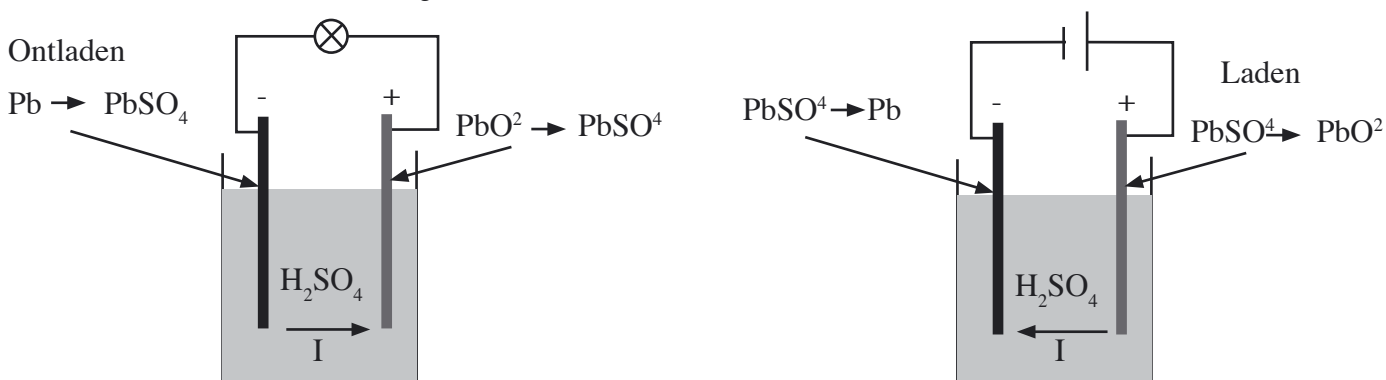
In de praktische uitvoering is de zinken staaf het omhulsel en zit de koolstaaf in de kern. De oplossing wordt gebonden zodat we niet met een klotsend bakje in de zaklantaarn rondlopen.

De accu(mulator) - pagina 30-31-32-33-34-35 en 36 blauwe bijlage

Feitelijk werkt de accumulator volgens hetzelfde principe doch de beide materialen zink en kool zijn vervangen door loodplaten (Pb) en beide bedekt met een laagje onoplosbaar loodsulfaat ($PbSO_4$) ondergedompeld in verdund zwavelzuur (H_2SO_4). Zodra we nu elektrische stroom toevoeren aan de platen zal aan de ene zijde (de anode) het loodsulfaat omgezet worden in lood terwijl op de andere plaat (de kathode) het loodsulfaat wordt omgezet in loodoxide (PbO_2). In geladen toestand is al het loodsulfaat omgezet. Als we met de zuurweger gaan meten zien we dat het soortelijk gewicht groter is (het drijvertje ligt hoger op het zwavelzuur). In geval van ontlading gaan de beide platen Pb en PbO_2 weer een verbinding met het zwavelzuur aan waardoor er weer loodsulfaat ontstaat. Het proces stopt als de platen 'afgedekt' zijn met loodsulfaat. De zwavelzuurconcentratie is minder en het drijvertje van de zuurweger zal dieper in het zwavelzuur liggen.

Feitelijk is dit de enige manier om de ladingstoestand of elektrische energie van een accu te bepalen, omdat een voltmeter slecht het potentiaalverschil tussen de + en - meet.

Door elektrolyse van het aanwezige water wordt dit gescheiden in waterstof en zuurstof hetgeen zeer explosief is. **DUS NOOIT VUUR BIJ ACCU'S EN ZORGEN VOOR EEN GOEDE VENTILATIE**



Magnetisme

Wet van Coulomb

De krachten die twee magneetpolen op elkaar uitoefenen is evenredig met de beide poolsterkten en omgekeerd evenredig met de onderlinge afstand.

Magnetisch veld is een ruimte waarbinnen men op elk punt een magnetische kracht kan waarnemen.

Indien door een elektrische geleider stroom wordt gevoerd ontstaat er om de geleider een magnetisch veld waarbinnen de krachtlijnen zich gedragen als concentrische cirkels. De richting van dit veld volgt uit de zogenaamde schroefregel, d.i. door een schroef in de richting van de hoge potentiaal te draaien.

Als we van deze geleider een ringspoel maken dan blijkt dat de krachtlijnen zich binnen de gevormde spoel bevinden en daar een krachtig magnetisch veld vormen. Zodra we nu deze spoel om een ijzeren kern wikkelen wordt dit magnetische veld duizende malen krachtiger.

Als we een geleider door een magnetisch veld bewegen, zodanig dat deze krachtlijnen snijdt dan ontstaat er een potentiaalverschil tussen de uiteinden van die geleider.

Dit is de zogenaamde **Inductiewet van Faraday**. Het punt met de hoge potentiaal volgt ook weer uit de schroefregel. De richting van het veld draaien we nu over de kleinste hoek naar de bewegingsrichting.

Logisch is dat het maximale verschil ontstaat indien deze beweging loodrecht op de richting van de krachtlijnen is. Omgekeerd is dus dat als we een stroom toevoeren deze geleider zal gaan bewegen.

Gelijkstroom- en wisselstroomdynamo's of elektromotoren

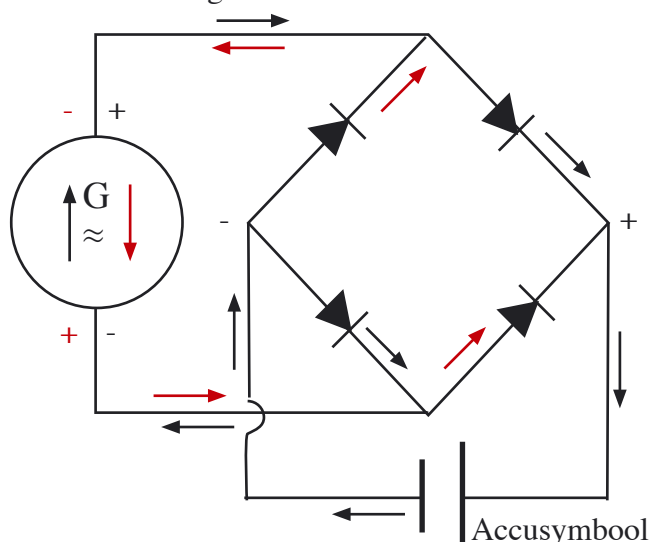
Op het hiervoorgaande is nu de werking van de dynamo of generator en de elektromotor gebaseerd.

Het magnetische veld wordt verkregen door permanente magneten (de fietsdynamo) of door de ijzeren kernen met daaromheen de veldwikkelingen. De geleider is gewikkeld op het anker. Laten we het anker draaien dan zullen de geleiders het sterke magnetische veld van de veldwikkelingen snijden en zodoende spanning opwekken. Hoe hoger het toerental hoe groter het spanningsverschil. Als we nu de beide uiteinden via koolborstels en slepringen met een externe stroomkring en een daarin opgenomen verbruikstoestel (bijv. een lampje) verbinden zal er in de kring een (wissel)stroom gaan lopen. Immers de geleider gaat eerst onder een noordpool en 180° later onder een zuidpool door waardoor + en - wisselen (schroefregel).

Men krijgt uit deze dynamo een gelijkstroom door niet met twee slepringen te werken doch met twee van elkaar geïsoleerde segmenten. De koolborstel die aan de + kant zit zal nu altijd stroom afgeven omdat 180° later de tegenoverliggende geleider aan de + kant is. Het wordt wel een pulserende stroom die van 0 naar maximaal gaat en vervolgens weer naar 0. Een constantere gelijkstroom ontstaat door meerdere windingen op het anker te plaatsen alle gekoppeld aan een eigen segmentje van de collector.

In de blauwe bijlage vindt u op pagina 13 en 14 enige tekeningetjes en bijbehorende beschrijving.

De gelijkstroom wordt altijd aangeduid met de hoofdletters DC (direct current) en wisselstroom met AC (alternating current). Bij de wisselstroomdynamo, de alternator, die we thans standaard op onze motor vinden wordt de AC omgezet naar DC d.m.v. een serie diodes, de zgn gelijkrichter.



Diode zijn apparaatjes die vanuit een zijde stroom gemakkelijk doorlaten terwijl ze van de andere zijde een zeer hoge weerstand hebben. Het symbool hiervoor ziet er zo uit.



Het schema van een gelijkrichter ziet er als volgt uit. Doordat een diode in de geopende richting een kleine spanningsval veroorzaakt zal de stroom, zodra die de keuze uit twee in de goede richting liggende diodes heeft, de weg van de minste weerstand nemen en dat is de kortste weg naar de laagste potentiaal.