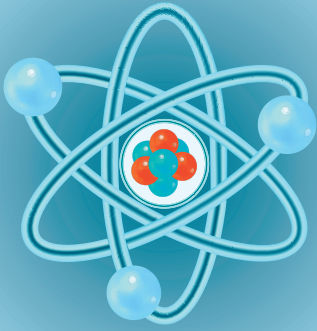




Alle begin...

...hoeft niet zo moeilijk te zijn

Eric Bogers

Er zijn van die hobby's waar je nooit iets hoeft uit te rekenen – wie met verf en penseel aan de slag gaat, hoeft niet eerst uit te rekenen hoe groen het gras is (dat overigens bij de burens altijd groener schijnt te zijn). Dat is in de elektronica heel anders: daar is (nauwkeurig) rekenen van het grootste belang om geblakerde onderdelen, gesprongen zekeringen en erger te voorkomen.

Geleiding

In de vorige aflevering hebben we het over spanning en stroom gehad; laten we nu eens kijken wat voor leuke dingen we daarmee kunnen doen.

Uit ervaring weten we allemaal dat bepaalde materialen (zoals metalen) een elektrische stroom beter geleiden dan andere; en er zijn ook materialen die de stroom niet of nauwelijks geleiden. In dat laatste geval spreken we wel van isolatoren. Glas is een goed voorbeeld, en het zal u misschien verbazen, maar water is ook een uitstekende isolator (het moet dan wel gedestilleerd of beter nog dubbel gedestilleerd water – *aqua bidest* – zijn).

Er is in de natuurkunde een grootheid gedefinieerd die deze materiaaleigenschap specificeert: de geleidbaarheid (of het geleidingsvermogen).

Geleidbaarheid

Er bestaat een fraai lineair verband tussen de spanning over en de stroom door een geleider, dat als volgt in formulevorm gegoten kan worden:

$$G = I/U$$

Oftewel: het quotiënt van stroom en spanning is de geleidbaarheid – hoe meer stroom er bij een gegeven spanning loopt, des te beter de geleiding en des te groter de geleidbaarheid G . De geleidbaarheid G wordt uitgedrukt in de eenheid siemens (S).

Weerstand

Nu is in de praktijk de spanning getalsmatig meestal groter dan de stroom, zodat de waarde van de geleidbaarheid bijna altijd (veel) kleiner dan één zal zijn. En elektronici zijn ook maar mensen – zij rekenen niet graag met heel kleine waarden. Daarom wordt in de praktijk meestal met het omgekeerde van de geleidbaarheid gerekend: de weerstand. Hoe beter een geleider de elektrische stroom geleidt, des te geringer is diens weerstand. De weerstand R wordt uitgedrukt in de eenheid ohm (symbool Ω). Er geldt:

$$R = U/I$$

En dit is dan (eindelijk!) die beroemde *wet van Ohm*, waar zelfs mensen die absoluut niets van elektronica weten wel eens van gehoord hebben.

Intermezzo

In de dagelijkse elektronicapraktijk is de ohm een vrij kleine eenheid, doorgaans hebben we met veel grotere waarden te maken, bijvoorbeeld 8.200 Ω . De farad daarentegen (de eenheid waarin de capaciteit wordt uitgedrukt; daar komen we in een volgende aflevering nog uitgebreid op terug) is weer onhandelbaar groot. Om nu te voorkomen dat we 'onhandelbare' waarden steeds voluit moeten schrijven en uitspreken ("we monteren hier een weerstand van achtduizendtweehonderd ohm" of (nog erger) "hier komt een condensator van éénachtienmiljoenste farad") gebruiken we decimale voorvoegsels, waarvan de belangrijkste in de onderstaande tabel zijn samengevat.

Zodoende spreken we van een weerstand van 8,2 k Ω en een condensator van 18 μ F. Omdat die Griekse hoofdletter omega

Veelvouden		
naam	symbool	waarde
tera	T	10^{12}
giga	G	10^9
mega	M	10^6
kilo	k	10^3
hecto	h	10^2
deca	d	10^1
Fracties		
naam	symbool	waarde
deci	d	10^{-1}
centi	c	10^{-2}
milli	m	10^{-3}
micro	μ	10^{-6}
nano	n	10^{-9}
pico	p	10^{-12}

(Ω) en kleine letter mu (μ) vaak lastig op een 'normaal' toetsenbord te vinden zijn, wordt in plaats van de decimale komma vaak wel het decimale voorvoegsel geschreven; maar let op: dat doen we alleen wanneer er geen gevaar voor misverstanden bestaat! Dus:

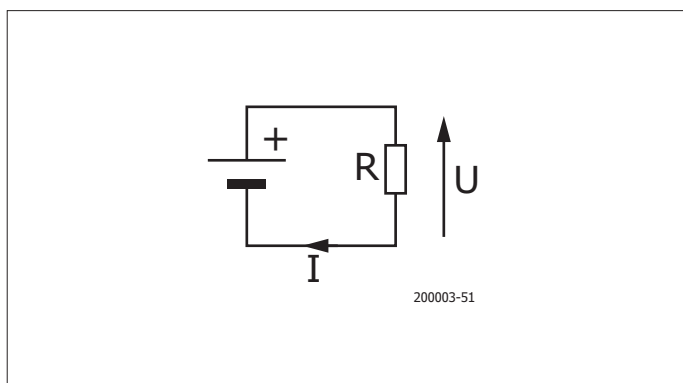
$$8.200 \Omega = 8,2 \text{ k}\Omega = 8\text{k}2$$

$$0,0000000056 \text{ F} = 5,6 \text{ nF} = 5\text{n}6$$

De stroomkring

Nu loopt een elektrische stroom niet 'zomaar': die komt ergens vandaan en die gaat ergens naar toe. In het eenvoudigste geval komt de stroom uit (de pluspool van) een batterij en loopt die naar de minpool van diezelfde batterij, zodat een gesloten kring ontstaat. In een 'open' kring kan geen stroom lopen!

Opmerking: eigenlijk zijn het de elektronen die in precies te tegenovergestelde richting bewegen; de algemeen gebruikelijke stroomrichting van plus naar min waar we mee rekenen is een erfenis uit het verleden, toen elektronen nog niet bekend waren. Laten we nu eens de meest elementaire stroomkring bekijken



Figuur 1. De eenvoudigst denkbare (gesloten) stroomkring.

die we ons kunnen voorstellen: die bestaat uit niet meer dan een batterij en een weerstand (**figuur 1**).

We zien links de batterij en rechts de weerstand. De verbindingdraden van de pluspool van de batterij naar de bovenkant van de weerstand en van de onderkant van de weerstand naar de minpool van de batterij worden verondersteld 'ideaal' te zijn, deze hebben dus geen weerstand (dat is 'in het echt' natuurlijk niet zo, maar in eenvoudige schakelingen is deze aanname meestal geen probleem). Over de weerstand staat dus precies de batterijspanning U , zoals door de spanningspijl aangegeven (die wijst van de min naar de plus). In deze stroomkring loopt een stroom I , die ook met een pijl is aangegeven (vergeet niet: de stroom waarmee we rekenen loopt van de plus naar de min).

Nu gaan we (eindelijk!) een beetje rekenen. We gaan uit van een 9V-batterij (zo'n 'blokje') en een weerstand van 2.200Ω ($2\text{k}2$). De vraag is dan welke stroom er in de kring loopt.

$$R = U/I \rightarrow I = U/R = 9 \text{ V} / 2200 \Omega = 0,00409 \text{ A} = 4,09 \text{ mA}$$

Deze 'schakeling' doet natuurlijk niet veel – er loopt een stroom door een weerstand. Wat gebeurt er echter in die weerstand? Die wordt warm – dat is eigenlijk het principe van een elektrische radiator. In de vorige aflevering hebben we gezien hoe we

het vermogen kunnen berekenen dat in de weerstand in warmte wordt omgezet (*wordt gedissipeerd*, zegt de vakman m/v):

$$P = U \cdot I = U^2/R = 81 \text{ V}^2 / 2200 \Omega = 0,0368 \text{ W} = 36,8 \text{ mW}$$

Dat is niet veel – het ging in ons voorbeeld om een wel heel bescheiden elektrisch kacheltje. Maar neem eens aan dat we een weerstand van 220Ω hadden gebruikt - dus tien keer kleiner. Dan komen we uit op een dissipatie van 368 mW (tien keer zoveel) en dan wordt het interessant. In veel elektronische schakelingen worden zo klein (en goedkoop) mogelijke weerstanden gebruikt, die zijn gespecificeerd voor een (maximaal) vermogen van 250 mW (zie ook de onderdelenlijsten bij de zelfbouwprojecten in dit blad). Zo'n weerstandje zou hier echter binnen de korste keren verbranden, met alle gevolgen van dien...

Een laatste voorbeeld tot slot. We willen een theater-schijnwerper van 1000 W via een verlengkabeltje op een stopcontact aansluiten. Hoeveel stroom moet dat kabeltje kunnen verwerken zonder dan de boel in brand vliegt?



$$P = U \cdot I \rightarrow I = P/U = 1000 \text{ W} / 230 \text{ V} = 4,35 \text{ A}$$

Volgende keer gaan we verder met wat ingewikkelder schakelingen met weerstanden. ◀

(200003-01)

De artikelreeks "Alle begin..." is gebaseerd op het boek "Basiscursus elektronica" van Michael Ebner, dat bij Elektor is verschenen.

IN DE STORE

→ Boek: Basiscursus elektronica
www.elektor.nl/13950

→ E-boek: Basiscursus elektronica
www.elektor.nl/18232