

CE

**CONRAD**



## Inhoudsopgave

<b>Inleiding</b>	<b>5</b>
<b>Componenten - basiskennis</b>	<b>5</b>
De batterij	5
Weerstanden	5
De keramische condensator	7
De elektrolytische condensator (kortweg elco)	8
De LED	8
De transistor	9
<b>De mogelijkheden van een multimeter</b>	<b>10</b>
<b>De CAT-certificering bepaalt het toepassingsgebied</b>	<b>11</b>
CAT-klassen	11
<b>De meetsnoeren correct aansluiten</b>	<b>12</b>
<b>Het meetinstrument correct instellen</b>	<b>14</b>
<b>1</b> <b>Hoe meet men een weerstand door?</b>	<b>15</b>
<b>2</b> <b>Meetfouten voorkomen</b>	<b>17</b>
<b>3</b> <b>Hoe gedragen weerstanden in serie zich?</b>	<b>19</b>
<b>4</b> <b>Hoe gedragen parallel geschakelde weerstanden zich?</b>	<b>21</b>
<b>5</b> <b>De condensator meten</b>	<b>23</b>
<b>6</b> <b>Condensatoren in serie geschakeld</b>	<b>25</b>
<b>7</b> <b>Condensatoren parallel geschakeld</b>	<b>28</b>
<b>8</b> <b>Hoe meet men gelijkspanning?</b>	<b>30</b>
<b>9</b> <b>Hoe meet men wisselspanning?</b>	<b>33</b>
<b>10</b> <b>Hoe meet men stroom?</b>	<b>34</b>

<b>11</b>	<b>Hoe meet men of er een verbinding bestaat?</b>	<b>37</b>
<b>12</b>	<b>Metten aan een schakeling: Spanning meten aan afzonderlijke componenten</b>	<b>39</b>
<b>13</b>	<b>Weerstand meten in een schakeling:</b>	<b>41</b>
<b>14</b>	<b>Metten aan een schakeling: Afzonderlijke stromen in een schakeling bepalen</b>	<b>43</b>
<b>15</b>	<b>Meetresultaten controleren</b>	<b>47</b>
<b>16</b>	<b>De multimeter als batterijtester</b>	<b>48</b>
<b>17</b>	<b>Metten van diodes</b>	<b>50</b>
<b>18</b>	<b>Controleren van transistors</b>	<b>53</b>
<b>19</b>	<b>Controleren van LED's</b>	<b>54</b>
<b>20</b>	<b>Temperaturen meten</b>	<b>56</b>
	<b>Bijlage Vermogen en arbeid</b>	<b>59</b>

## Inleiding

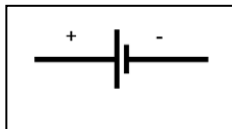
In de vakhandel zijn verscheidene multimeters te koop waarmee u zelf uitgebreide metingen kunt verrichten aan elektronische componenten en schakelingen. Hiervoor is echter een zekere basiskennis nodig over de bediening van een dergelijk meetinstrument en over de componenten waaraan u wilt meten.

Met dit lespakket leert u stap voor stap de geheimen van het juiste meten kennen. In een reeks oefeningen die steeds op elkaar voortbouwen, leert u hoe u verschillende componenten kunt herkennen, hoe u ze kunt doormeten en hoe ze zich in een schakeling gedragen. Met deze kennis kunt u zelf vaststellen of een bepaalde component defect is, of hoe deze op de juiste manier in een schakeling geplaatst kan worden. Met dit lespakket leert u de basisbeginselen voor succesvol werken met de multimeter.

## Componenten – basiskennis

### De batterij

De batterij moet altijd in de juiste richting worden aangesloten. De gebruikte batterijklem heeft daarom een rode aansluitdraad voor de pluspool en een zwarte draad voor de minpool. Deze beide draden moeten met de juiste polariteit op het experimenteerbord worden aangesloten.



**Afb. 1:** Tekensymbool van een batterij

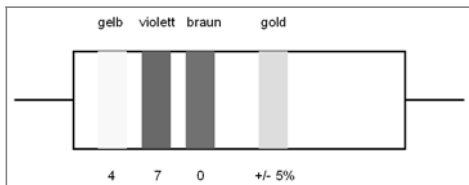
### Weerstand

Weerstanden behoren tot de eenvoudigste elektronische componenten. Ze zijn voorzien van een kleurcode die uit drie ringen bestaat. De code wordt

gelezen vanaf de rand naar het midden. Een vierde ring die wat verder weg staat, geeft de tolerantie van de weerstand aan. De kleurcode begint bij de ring die zich het dichtst bij de rand bevindt. De eerste twee ringen staan voor twee cijfers, de derde voor een vermenigvuldigingsfactor van de weerstand in Ohm. De vierde ring geeft de tolerantie aan. De weerstand wordt aangegeven in Ohm [ $\Omega$ ].

Kleur	Ring 1 1 <sup>e</sup> cijfer	Ring 2 2 <sup>e</sup> cijfer	Ring 3 Verm. factor	Ring 4 Tolerantie
Zwart		0	1	
Bruin	1	1	10	1%
Rood	2	2	100	2%
Oranje	3	3	1000	
Geel	4	4	10.000	
Groen	5	5	100.000	0,5%
Blauw	6	6	1.000.000	
Paars	7	7	10.000.000	
Grijs	8	8		
Wit	9	9		
Goud			0,1	5%
Zilver			0,01	10%

**Afb. 2:** Kleurcode op een weerstand



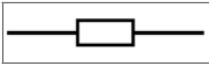
**Afb 3:** Een weerstand met kleurringen geel, paars, bruin en goud heeft een weerstand van 470 Ohm met een tolerantie van 5%.



**Afb. 4:** De weerstand

In het lespakket vindt u de volgende weerstanden:

330 Ohm	oranje, oranje, bruin
1 kOhm	bruin, zwart, rood
2,2 MOhm	rood, rood, groen



**Afb 5:** Tekensymbool van een weerstand

### De keramische condensator

Ook de condensator is een elementaire elektronische component. Deze is in twee uitvoeringen verkrijgbaar. De eenvoudigste variant is de kleine, ronde, vlakke, keramische condensator. Deze heeft geen polariteit. De capaciteit van een condensator wordt aangegeven in Farad (F). De capaciteit wordt aangegeven met een cijfercode. "104" betekent 10 maal 10 tot de macht 4, oftewel 100.000 pF (picofarad).



**Afb 6:** Tekensymbool van een keramische condensator



**Afb 7:** Keramische condensator

## De elektrolytische condensator (kortweg elco)

De elektrolytische condensator (elco) heeft een grotere capaciteit. Hij is cilindervormig en moet met de juiste polariteit worden ingebouwd. De minpool is gemarkeerd met een witte ring aan de zijkant en heeft een kortere aansluitdraad. Een elco gaat kapot als deze met de verkeerde polariteit wordt aangesloten. De capaciteit wordt in normale tekst aangegeven.



**Afb 8:** Tekensymbool van een elektrolytische condensator (elco)



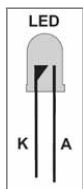
**Afb. 9:** Een elektrolytische condensator moet met de juiste polariteit worden ingebouwd.

## De LED

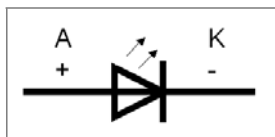
Bij het inbouwen van een LED moet u op de polariteit letten. De LED heeft twee aansluitdraden van verschillende lengte. De langste is de pluspool en wordt anode (A) genoemd. De kortste draad is de minpool en wordt kathode (K) genoemd.

De polariteit is ook binnen in de LED te herkennen. De minpool heeft ongeveer de vorm van een grote driehoek. De pluspool is juist heel klein uitgevoerd.





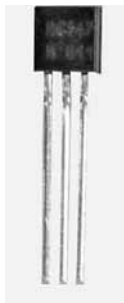
**Afb 10:** Een LED moet altijd met de juiste polariteit worden aangesloten.



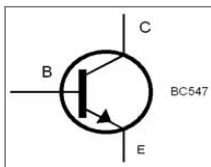
**Afb. 11:** Tekensymbool van een LED

## De transistor

Een transistor versterkt kleine stromen. De aansluitingen van de transistor heten emitter (E), basis (B) en collector (C). De cilindrische behuizing heeft een vlakke kant. Hier staat de typeaanduiding. Als u de transistor zo vasthoudt dat de aansluitingen naar beneden wijzen en u het opschrift kunt lezen, dan bevindt de emitter zich aan de rechterkant. De basis bevindt zich in het midden.



**Afb 12:** Een transistor met zicht op de afgevlakte kant. De aansluitingen van links naar rechts: Collector (C), basis (B) en emitter (E).

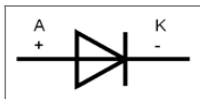


**Afb 13:** Tekensymbool van een NPN-transistor

De diode

Een diode laat stroom slechts in een richting door. U kunt een diode vergelijken met een terugslagventiel in de waterinstallatietechniek.

Diodes hebben meestal, net als weerstanden, een cilindrische vorm. De minpool (K) is met een ring aangegeven.



**Afb 14:** Tekensymbool van een diode



**Afb. 15:** De diode

## De mogelijkheden van een multimeter

Multimeters worden erdoor gekenmerkt dat er alles mee gemeten kan worden. Dat betekent natuurlijk nog niet dat het een eenvoudig instrument is waar men direct mee vertrouwd is. Kijkt u eens aandachtig naar de grote instelknop, waarmee u het meetbereik en de te meten grootheden kunt selecteren. Welke mogelijkheden zijn er? Welke hebt u nodig? Dat zijn de vragen die u bij de aankoop al moet stellen.

Kijkt u ook eens naar de meetsnoeren. Ze hebben verschillende kleuren (rood: pluspool; zwart: minpool). Met behulp van de gebruiksaanwijzing kunt u uw meetinstrument leren kennen voordat u ermee gaat meten.



**Afb. 16:** U dient het instrument eerst te leren kennen. Het helpt om de handleiding zorgvuldig te bestuderen.

## **De CAT-certificering bepaalt het toepassingsgebied**

Multimeters moeten aan verschillende veiligheidseisen voldoen zodat het instrument veilig kan worden gebruikt. Merk bovendien op dat het meten van stroom en spanning geen spelletje is, en dat er gevaren aan zijn verbonden!

Multimeters moeten bestand zijn tegen een combinatie van constante spanningen en zogenaamde transiënte piekspanningen. Deze maatregelen zijn ingedeeld in 4 CAT-classes. Hoe hoger de CAT-klasse, hoe flexibeler het instrument kan worden gebruikt.

### **CAT-classes**

#### **CAT I**

Multimeters gecertificeerd als CAT I hebben slechts beperkte veiligheidsvoorzieningen. Ze mogen alleen gebruikt worden in afgeschermd elektronische werkgebieden en voor metingen aan apparaten. Deze moeten voldoende bescherming bieden tegen transiënte piekspanningen.

## CAT II

Multimeters van klasse CAT II kunnen worden toegepast voor apparaten die aan het lichtnet zijn aangesloten. Alleen eenfasig, geen krachtstroom. Hieronder vallen huishoudelijke apparaten en draagbaar elektrisch gereedschap. Stopcontacten en leidingen mogen slechts beperkt worden gemeten. Multimeters voor de elektronica-hobbyist moeten minstens van klasse CAT II zijn

## CAT III

Met multimeters van klasse CAT III zijn al geschikt voor metingen aan driefase- en verdeelnetwerken en aan eenfasige commerciële verlichting. Zo kunnen al gebruikt worden om aan draaistroommotoren of bijvoorbeeld contactdozen voor hoge belasting te meten.

## CAT IV

Met CAT IV is het bovendien nog toegestaan metingen te verrichten aan de draaistroomaansluitingen van het elektriciteitsnet en aan vrije leidingen. Het gaat hierbij om apparaten voor metingen die een particulier niet mag uitvoeren.

## De meetsnoeren correct aansluiten

De meetsnoeren zijn vrijwel nooit direct aan de multimeter bevestigd. Meestal hebben de instrumenten 3 of 4 aansluitopeningen waar de meetsnoeren kunnen worden ingestoken. **Dat mag in principe alleen als de meetsnoeren nog nergens op zijn aangesloten!**

Het zwarte meetsnoer komt in het algemeen overeen met de minpool (retourleiding). Ze moet worden aangesloten aan COM. In welke aansluitopening het rode meetsnoer (de plus oftewel de toevoerleiding) moet worden gestoken, hangt af van welke meting moet worden uitgevoerd en van de bijschriften bij de aansluitopeningen. In het instrument dat we hier als voorbeeld gebruiken, zijn drie rode aansluitopeningen voorzien. De rechtse is van het bijschrift "HzVΩ" voorzien. het rode meetsnoer moet in deze opening gestoken worden als u bijvoorbeeld spanning (V) of weerstand (Ω) wilt

meten. "Hz" refereert aan frequentiemetingen, die alleen nodig zijn voor specialisten. Deze opening moet meestal ook gekozen worden voor het meten van kleine stromen zoals die normaal gesproken in elektronische schakelingen voorkomen. Bij ons instrument is hiervoor een aparte aansluitopening beschikbaar. Deze is voorzien van het bijschrift " $\mu\text{mA}$ ". Als er normale stromen moeten worden gemeten op het gebied van hobbyelektronica, dan moet het rode meetsnoer hier op worden aangesloten. Bij multimeters met 3 aansluitingen zijn de functies voor het meten van kleine stromen, spanning en weerstand via een en dezelfde aansluiting te gebruiken.

De vierde aansluitopening van de multimeter heeft het bijschrift "20A MAX". Deze is bedoeld voor het meten van grote stromen en is normaal gesproken niet nodig voor een electronicavakman of -hobbyist.

Raadpleeg de documentatie bij de multimeter voor nadere details over de aansluitingen en voor achtergrondinformatie over het uitvoeren van de metingen.



**Afb. 17:** De meeste multimeters hebben 3 of 4 aansluitingen voor de meetsnoeren, te gebruiken afhankelijk van de uit te voeren meting.



**Afb. 18:** Het zwarte meetsnoer moet aan COM worden aangesloten. Ze komt overeen met de retourleiding (de minpool).



**Afb 19:** Voor spannings- en weerstandsmetingen moet u bij dit model het rode meetsnoer in de rechtse opening (HzVΩ) steken. Voor het meten van kleine stromen moet de aansluiting  $\mu$ mA worden gebruikt.

## Het meetinstrument correct instellen

Multimeters meten niet eenvoudigweg alleen spanning, stroom en weerstand. Ze moeten correct worden ingesteld, want er is bijvoorbeeld verschil tussen gelijk- en wisselspanning/stroom. Bovendien hebben de multimeters verschillende meetbereiken. De Voltcraft VC-11 heeft bijvoorbeeld alleen al 5 meetbereiken voor gelijkspanning: voor zeer kleine spanningen tot 200 mV, 2 V, 20 V, 200 V en 250 V.

Omdat u vooraf niet precies kunt inschatten hoe hoog de te meten spanning is, moet u steeds beginnen met het hoogste bereik. Bij de Voltcraft VC-11 is dat voor gelijkspanning 250 V. Als er op het display slechts een lage meetwaarde wordt getoond, bijvoorbeeld 14 V, dan kunt u terugschakelen naar het meetbereik 20 V. Het instrument meet dan met de hoogst mogelijke nauwkeurigheid.

Ook bij het meten van andere grootheden, bijvoorbeeld wisselspanning, gelijk- en wisselstroom, weerstand e.d., moet u zo te werk gaan.

Door te beginnen met het hoogste meetbereik, beschermt u de kwetsbare meetelektronica tegen overbelasting en de onherstelbare schade die daaruit voorkomt. **Maak er daarom een gewoonte van om bij iedere meting te beginnen met het hoogste meetbereik.**



**Afb 20:** Let erop dat u de juiste te meten grootte selecteert (bijv. "gelijkstroom" als u gelijkstroom wilt meten).



**Afb. 21:** Zet het instrument voor iedere meting op het hoogste meetbereik. Bij dit apparaat is dat voor gelijkspanning 250 V.

## 1 Hoe meet men een weerstand door?

Vorbereiding:

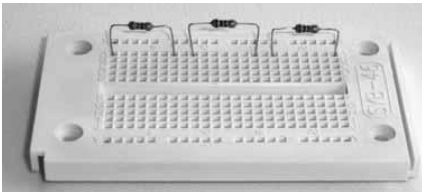
Buig van één weerstand van  $330 \Omega$ , één van  $1 \text{ k}\Omega$  en één van  $2,2 \text{ M}\Omega$  de aansluitdraden  $90$  graden om, zodat u de weerstanden in het experimenteerbord kunt steken (zie afb. 22).

Zorg ervoor dat u beide handen vrij hebt door twee meetpennen te maken van twee volledig gestripte stukken draad van ongeveer  $7 \text{ cm}$  die u stevig om de meetpen wikkelt. Er moet ongeveer  $1 \text{ cm}$  recht uitsteken. Met behulp hiervan kunt u de meetpennen direct in het experimenteerbord prikken.

U heeft voor het meten van weerstand geen externe stroombron zoals een 9 V-batterij nodig. In de multimeter is voor weerstandsmetingen al een batterij ingebouwd.

Steek de beide meetpennen nu parallel aan een van de weerstanden in het experimenteerbord en stel het instrument in op een weerstandsbereik van 2000 k $\Omega$ . Meet zo alle drie de weerstanden. Bij twee metingen ziet u '001' en bij de derde "1--".

De meetwaarden zijn niet erg bruikbaar, hoewel u eigenlijk alles correct heeft gedaan. Waar ligt dit aan? Aan de keuze van het meetbereik. Meer hierover in oefening 2.

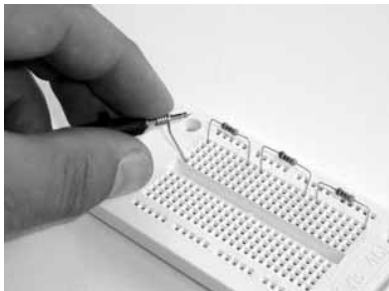


**Afb. 22:** Buig de aansluitdraden van 3 weerstanden 90 graden om en steek de weerstanden in het experimenteerbord.



**Afb. 23:** Er worden 2 gestripte draadeinden van ongeveer 7 cm om de meetpennen gewikkeld.





**Afb. 24:** Ze kunt u de meetpennen direct aansluiten aan het experimenteerbord.



**Afb. 25:** In het hoogste meetbereik zijn de meetresultaten nog heel onnauwkeurig.

## 2 Meetfouten voorkomen

Volgens de meting in de vorige oefening waren twee weerstanden even groot. U ziet de meetfout door het onjuist ingestelde meetbereik.

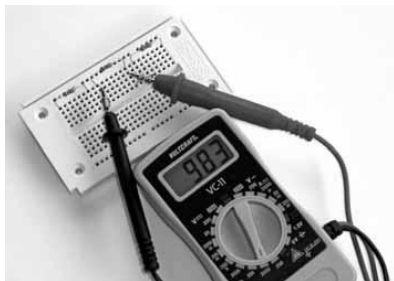
Meet daarom nogmaals de weerstanden op het experimenteerbord en schakel daarbij het meetbereik stap voor stap naar beneden.

De "1" voor 1 k $\Omega$  in het 2000 k $\Omega$ -bereik verandert in 0,98, oftewel 980  $\Omega$  in het 20 k $\Omega$ -bereik. Schakelt u nu verder terug naar het 2000  $\Omega$ -bereik, dan verschijnt de meetwaarde 983  $\Omega$ . Daarmee heeft u het optimale en nauwkeurigste meetbereik bepaald. Als u nog verder terugschakelt naar het 200  $\Omega$ -bereik, dan verschijnt er op het display alleen nog maar "1--". Dat betekent dat het meetbereik te laag is.

Voer deze meting ook nog eens uit voor de andere weerstand waarvoor u eerder "1" voor 1 k $\Omega$  hebt gemeten. Bij deze weerstand zult u vaststellen dat de werkelijke waarde 326  $\Omega$  is. Dat betekent dat u met een weerstand van 330  $\Omega$  te maken heeft.

Bij de derde weerstand, die van 2,2 M $\Omega$  zult u zien dat in elk meetbereik de waarde "1--"verschijnt. Dat betekent dat deze multimeter niet geschikt is om dergelijke grote weerstanden te meten. Bij de keuze van de juiste multimeter is het van belang te bedenken wat men allemaal met het instrument wil meten.

Een meting is alleen nauwkeurig als het volle meetbereik wordt gebruikt. U moet daarom altijd tot aan het laagst mogelijke meetbereik terugschakelen. Hoe groter het geselecteerde meetbereik, hoe groter de meetfout en hoe onnauwkeuriger de meting. Dat is ook van toepassing voor stroom- en spanningsmetingen.



**Afb 26:** Een weerstand van  $983 \Omega$  wordt gemeten in meetbereik  $2000 \Omega$ . Daarmee is het optimale meetbereik voor deze weerstand gevonden.



**Afb. 27:** Bij een correcte keuze van het meetbereik blijkt de oorspronkelijk als  $1 \text{ k}\Omega$  gemeten weerstand, in werkelijkheid  $330 \Omega$  te zijn.

### 3 Hoe gedragen weerstanden in serie zich?

Weerstanden worden niet altijd afzonderlijk, maar soms ook gecombineerd in schakelingen gebruikt. Een van de mogelijkheden is om de weerstanden in serie te schakelen. Steek twee weerstanden van  $1 \text{ k}\Omega$  in serie in het experimenteerbord.

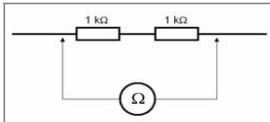
Sluit nu een meetsnoer aan op de linkerkant van de linkse weerstand en de andere op de rechterkant van de rechtse weerstand. In deze testschakeling zult u ongeveer  $1970 \Omega$  meten, dus ongeveer  $2 \text{ k}\Omega$ .

Als weerstanden in serie zijn geschakeld, is de totale weerstand, zoals die nu ook hebt gemeten, de som van de afzonderlijke weerstanden. Dus:

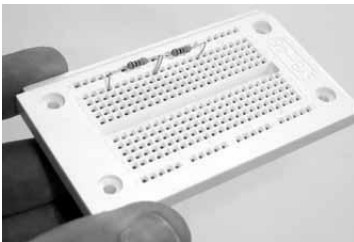
$$R_{\text{tot}} = R_1 + R_2 + \dots + R_n$$

$$2\text{k}\Omega = 1\text{k}\Omega + 1\text{k}\Omega$$

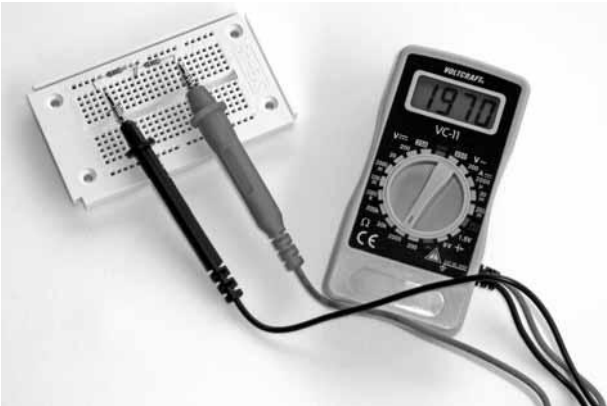
Probeer u ook eens een serieschakeling van meer en van verschillende weerstanden. Op deze manier kunt u zelf een weerstand samenstellen die niet beschikbaar is als losse component.



**Afb. 28:** Twee weerstanden in serie geschakeld: om de totale weerstand te meten sluit u een meetsnoer aan op de linkeraansluiting van de linkse weerstand en de andere op de rechteraansluiting van de rechtse weerstand.



**Afb. 29:** Twee weerstanden in serie geschakeld.



**Afb. 30:** De totale weerstand van twee in serie geschakelde weerstanden is gelijk aan de som van de afzonderlijke weerstanden.

#### **4 Hoe gedragen parallel geschakelde weerstanden zich?**

Weerstanden kunnen ook parallel geschakeld worden. Een eenvoudige parallelschakeling bestaat uit minstens twee weerstanden. Er kunnen natuurlijk ook meer weerstanden parallel geschakeld worden.

Steek twee weerstanden van  $1\text{ k}\Omega$  onder elkaar in het experimenteerbord. Zo zijn ze parallel geschakeld. Sluit de meetsnoeren nu aan op de uiteinden van beide weerstanden. Meet nu de totale weerstand. Deze is bij onze schakeling  $493\ \Omega$ , de helft dus van de afzonderlijke weerstanden.

Schakelt u nu een weerstand van  $1\text{ k}\Omega$  en een van  $330\ \Omega$  parallel. De totale weerstand is nu ongeveer  $245\ \Omega$ . Probeer u ook eens andere combinaties.

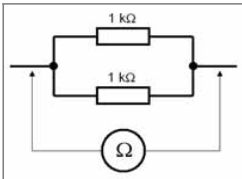
Bij parallel geschakelde weerstanden is de totale weerstand altijd kleiner dan de kleinste afzonderlijke weerstand.

U kunt de totale weerstand uitrekenen met de volgende formule:

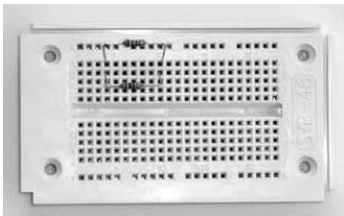
$$1/R_{\text{tot}} = 1/R_1 + 1/R_2 + \dots + 1/R_n$$

$$1/248 \Omega = 1/1000 \Omega + 1/330 \Omega$$

Gebruik de toets 1/x op uw rekenmachine om de totale weerstand uit te rekenen.



**Afb 31:** Bij twee parallel geschakelde weerstanden is de totale weerstand altijd kleiner dan de kleinste afzonderlijke weerstand.



**Afb 32:** Twee parallel geschakelde weerstanden op het experimenteerbord



**Afb. 33:** Twee parallel geschakelde weerstanden van elk  $1\text{ k}\Omega$  geven een totale weerstand van  $493\ \Omega$ . Het is niet exact  $500\ \Omega$  vanwege de tolerantie bij de productie van de weerstanden.

## 5 De condensator meten

Om de capaciteit van een condensator te meten, heeft u een multimeter nodig die geschikt is voor capaciteitsmetingen. Helaas zijn relatief weinig multimeters in staat om capaciteit te meten en dan alleen nog multimeters van hoge kwaliteit. Standaardmultimeters kunnen meestal alleen spanning, stroom en weerstand meten.

Let op!

Ontlaad de condensator voordat u deze aan het meetinstrument aansluit. Sluit daarvoor de beide aansluitingen kort. Leg hiervoor een tang of een schroevendraaier over de beide contacten. Houd gereedschap altijd bij de geïsoleerde handgreep vast, want bij het kortsluiten kan een zeer energierijke ontlading optreden. Raak daarom nooit de aansluitingen aan van condensatoren met een spanning groter dan  $35\text{ V}$  gelijkspanning of  $25\text{ V}$  wisselspanning. Vooral niet als u niet zeker weet of hij is opgeladen of niet. Voorzichtig, levensgevaar!

Steek nu de te meten condensator in het experimenteerbord en wel zodanig dat u de beide zelfgemaakte meetpennen op het experimenteerbord kunt plaatsen zonder dat ze elkaar raken.

De te meten condensator mag in geen geval in een (deel-)schakeling zijn opgenomen.

De meetopstelling is dezelfde als bij de weerstandsmeting. U moet dus alleen het rode en het zwarte meetsnoer aan de condensator koppelen. Om beide handen vrij te houden voor de bediening van de multimeter, gebruikt u ook hier weer de zelfgemaakte meetpennen, zodat u de meetsnoeren vast op het experimenteerbord kunt aansluiten.

Let bij het aansluiten van de meetsnoeren, met name in het geval van elektrolytische condensatoren (elco's) op de juiste polariteit. Sluit de rode leiding aan op de pluspool van de condensator en de zwarte op de minpool.

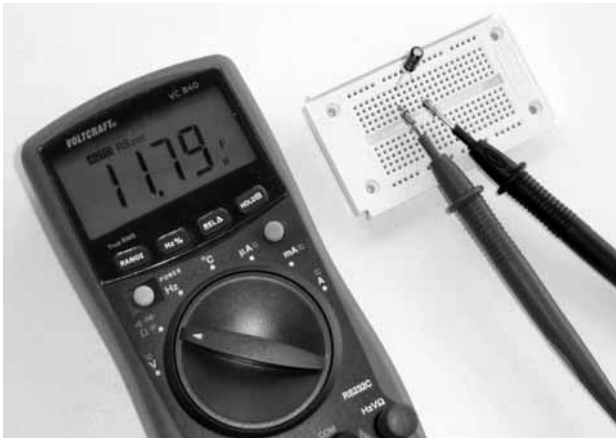
Zet de multimeter aan en selecteer met de grote draaiknop de stand "weerstandsmeting". Deze is multifunctioneel. Druk daarna zo vaak op de functiekeuze toets tot u aan de rechterkant van het display "nF" ziet verschijnen. Dit staat voor nanofarad. Farad is de eenheid van elektrische capaciteit. De meeste condensatoren hebben een capaciteit tussen enkele picofarad (pF) en enkele millifarad (mF).

Het meten van de capaciteit duurt even. Het duurt enkele seconden voordat u de definitieve waarde kunt aflezen.





**Afb 34:** Condensatoren mogen alleen gemeten worden als ze niet in een (deel-)schakeling zijn opgenomen. De te meten condensator moet in het experimenteerbord worden gestoken. De twee meetsnoeren moeten met de juiste polariteit worden aangesloten.



**Afb. 35:** Kies op de multimeter de stand "capaciteitsmeting". Het duurt een paar seconden voordat u de meetwaarde kunt aflezen.

## 6 Condensatoren in serie geschakeld

Bij de oefening "Hoe gedragen weerstanden in serie zich?" hebt u gezien dat de totale weerstand de som was van de afzonderlijke in serie geschakelde weerstanden.

Bouw op het experimenteerbord een serieschakeling van 2 condensatoren op (bijvoorbeeld elk met een capaciteit van  $10 \mu\text{F}$ ). Let op de juiste polariteit. Bij elektrolytische condensatoren moet de min van de ene

condensator verbonden worden met de plus van de andere. Aangezien condensatoren zelfstandig (zonder weerstand of externe stroombron) worden gemeten, kunt u het rode meetsnoer direct aan de plus van de ene condensator aansluiten en het zwarte meetsnoer aan de minpool van de andere.

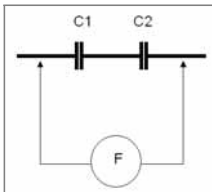
Schakel de multimeter nu op capaciteitsmeting en wacht enkele seconden, totdat de meetwaarde niet meer verandert. U zult nu ongeveer 5,7  $\mu\text{F}$  meten, dus ongeveer de helft van de 10  $\mu\text{F}$  van de afzonderlijke condensatoren.

Hieruit kunt u concluderen:

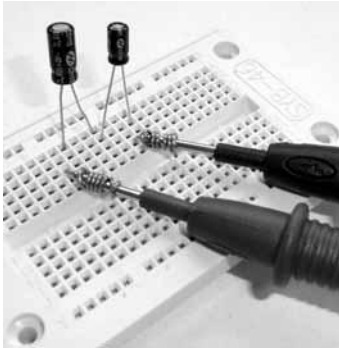
De totale capaciteit wordt lager als u meer condensatoren in serie schakelt. U kunt de totale capaciteit van in serie geschakelde condensatoren uitrekenen met de volgende formule:

$$1/C_{\text{tot}} = 1/C_1 + 1/C_2 + \dots 1/C_n$$

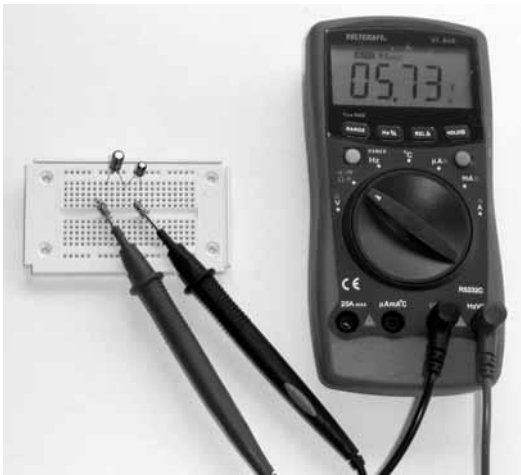
Gebruik de toets 1/x op uw rekenmachine om de totale capaciteit uit te rekenen.



**Afb. 36:** Twee condensatoren in serie geschakeld.



**Afb. 37:** Let bij het inbouwen van de twee elco's op de polariteit. Ook de meetsnoeren moeten met de juiste polariteit worden aangesloten.



**Afb. 38:** Bij twee in serie geschakelde condensatoren van  $10\ \mu\text{F}$  meet u de helft van de capaciteit van de afzonderlijke condensatoren.

## 7 Condensatoren parallel geschakeld

Tijdens de oefening "Hoe gedragen parallel geschakelde weerstanden zich?" heeft u gezien dat de totale weerstand kleiner is dan de kleinste afzonderlijke weerstand.

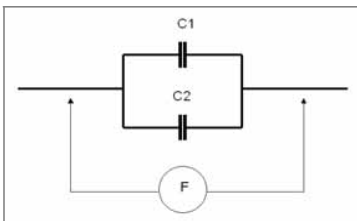
Bouw op het experimenteerbord een parallelschakeling van 2 condensatoren op (bijvoorbeeld elk met een capaciteit van  $10\ \mu\text{F}$ ). Let op de juiste polariteit. Bij elektrolytische condensatoren moeten aan de ene kant de twee pluspolen gekoppeld worden en aan de andere kant de twee minpolen. Aangezien condensatoren zelfstandig (zonder weerstand of externe stroombron) worden gemeten, kunt u het rode meetsnoer direct aan de plus van de beide condensatoren aansluiten en het zwarte meetsnoer aan de minpolen.

Schakel de multimeter nu op capaciteitsmeting en wacht enkele seconden, totdat de meetwaarde niet meer verandert. U zult nu ongeveer  $23,2\ \mu\text{F}$  meten, dus het dubbele van de  $10\ \mu\text{F}$  van de afzonderlijke condensatoren.

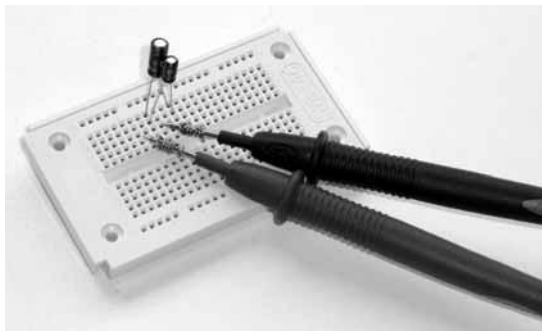
Hieruit kunt u concluderen: Als condensatoren parallel geschakeld worden, is de totale capaciteit gelijk aan de som van de afzonderlijke capaciteiten.

U kunt de totale capaciteit van parallel geschakelde condensatoren uitrekenen met de volgende formule:

$$C_{\text{tot}} = C_1 + C_2 + \dots C_n$$



**Afb. 39:** Schakeling voor het meten van twee parallel geschakelde condensatoren.



**Afb. 40:** Let bij het inbouwen van de twee elco's op de polariteit. Ook de meetsnoeren moeten met de juiste polariteit worden aangesloten.



**Afb. 41:** Bij twee parallel geschakelde condensatoren van elk  $10\ \mu\text{F}$  meet u de som van de afzonderlijke capaciteiten.

## 8 Hoe meet men gelijkspanning?

Bouw eerst een eenvoudige schakeling met een LED op het experimenteerbord. Schakel daarvoor een weerstand van 1 k $\Omega$  in serie met een LED. Gebruik een draadbrug voor de retourleiding van de LED naar de minpool van de batterij.

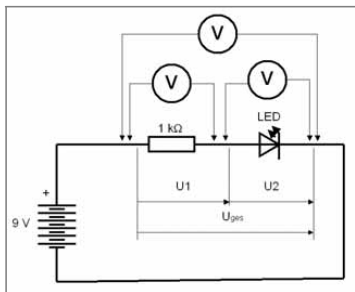
Schakel voor het meten van gelijkspanning de multimeter op een gelijkspanningsbereik. U kunt ook de spanning direct aan de batterij meten, door de rode meetpen tegen de pluspool te houden en de zwarte tegen de minpool. De multimeter heeft bij het meten van spanning een zeer hoge ingangsweerstand. Er loopt dan ook bijna geen stroom, zodat de batterij niet leeg raakt.

De LED-schakeling bestaat feitelijk uit twee belastingen, de weerstand en de LED. Over beide treedt een spanningsval op. De som van beide spanningen is gelijk aan de spanning over de batterij.

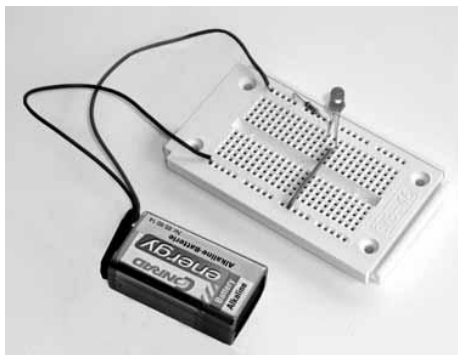
Meet de spanning over de weerstand door de meetpennen tegen de beide aansluitingen van de weerstand te houden. Let daarbij op de juiste polariteit. Het rode meetsnoer hoort bij de plus, de zwarte bij de min. Als u de meetsnoeren omwisselt, dan ziet u een minteken voor de meetwaarde. Zorg er ook voor dat u het juiste meetbereik kiest, zodat u zo nauwkeurig mogelijk meet. Meet ook de spanning over de LED en de totale spanning over de weerstand en de LED samen.

De spanningen bij in serie geschakelde belastingen voldoen aan de volgende vergelijking:

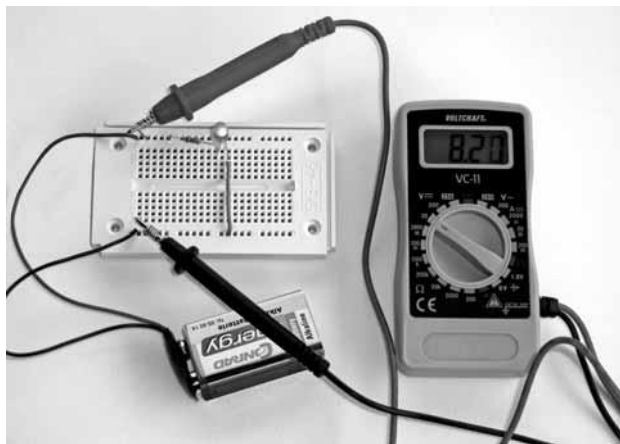
$$U_{\text{tot}} = U_1 + U_2 + \dots + U_n$$



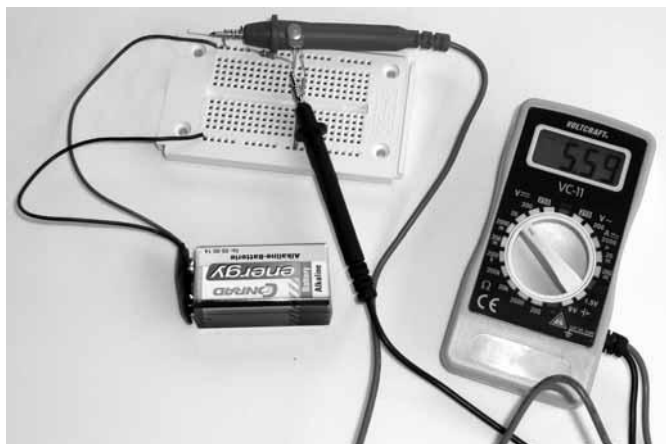
**Afb. 42:** Opbouw van de eenvoudige LED-schakeling. Over beide belastingen, dus zowel over de weerstand als over de LED, staat een spanning ( $U_1$  en  $U_2$ )  $U_{\text{tot}}$  is de totale spanning over de beide belastingen samen.



**Afb. 43:** Opbouw van de eenvoudige LED-schakeling.



**Afb. 44:** Als totale spanning wordt 8,2 V gemeten.



**Afb. 45:** Over de 1 k $\Omega$ -weerstand spaat een spanning van 5,59V. Gebruik steeds het optimale meetbereik om zo nauwkeurig mogelijk te meten.



## 9 Hoe meet men wisselspanning?

Het meten van wisselspanning is in principe hetzelfde als het meten van gelijkspanning. U hoeft er alleen maar op te letten dat u op de multimeter een meetbereik voor wisselspanning instelt. Anders meet u geen spanning, hoewel die wel aanwezig is.

Schakel de multimeter op het meetbereik van 200 V wisselspanning en schakel de zojuist gebouwde LED-schakeling nogmaals in. Meet nu de afzonderlijke spanning over de weerstand en de LED en de totale spanning over de twee samen. Hoewel de LED hetzelfde brandt als eerder, is de meetwaarde op het display toch telkens tweemaal zo groot.

Als u een lage wisselspanning wilt meten in een apparaat dat op het lichtnet is aangesloten, en u heeft de multimeter op gelijkspanning ingesteld, dan meet u 0,0 V, hoewel er wel degelijk spanning aanwezig is!

Doe geen metingen aan de 230 V netspanning van het stopcontact. Op de eerste plaats omdat u dan met hoge spanning werkt en ermee in aanraking kunt komen, omdat de blanke meetpennen spanning kunnen voeren. Dit kan tot dodelijke ongelukken leiden! Bovendien zijn multimeters vaak maar geschikt tot een spanning van maximaal 250V. Deze waarde kan in de buurt van een nettransformator overschreden worden, waardoor het instrument wordt overbelast.



**Afb. 46:** Als u probeert gelijkspanning in een schakeling te meten terwijl u het instrument niet op gelijkspanning, maar ten onrechte op wisselspanning hebt ingesteld, dan is de gemeten spanning het dubbele van de werkelijke spanning. In werkelijkheid is er echter ten opzichte van eerder niets gewijzigd in de schakeling.

## 10 Hoe meet men stroom?

U heeft al gezien dat bij in serie geschakelde belastingen (zoals de eenvoudige LED-schakeling) over iedere belasting een spanning staat. De som van deze afzonderlijke spanningen is gelijk aan de totale spanning. Bestudeer de schakeling nog eens nauwkeuriger. U ziet dat alle belastingen in een keten liggen. De stroom door alle belastingen in de keten is gelijk. De totale stroom is ook gelijk aan de stroom door de afzonderlijke belastingen.

Om stroom te meten, moet u de multimeter daarom in serie schakelen met de belasting(en). Verwijder daarom de draadbrug tussen de LED en de minpool van de batterij. Vervang deze door de multimeter. Het rode meetsnoer moet op de LED worden aangesloten, het zwarte meetsnoer op de minpool van de batterij.

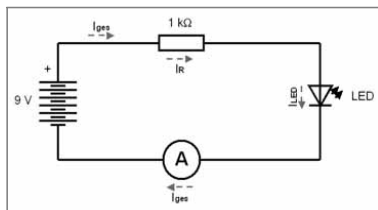
Stel, voordat u de batterij aansluit, de multimeter in op het hoogste meetbereik voor stroom, 200 milliAmpère (200 mA). Kies vervolgens telkens een lager meetbereik, totdat u een nauwkeurige meetwaarde kunt aflezen. Bij deze meting is dat het meetbereik van 20 mA en meet u een stroom van ongeveer 5,5 mA door de schakeling.

Schakel niet naar een te klein meetbereik. Het meetinstrument zou erdoor overbelast worden.

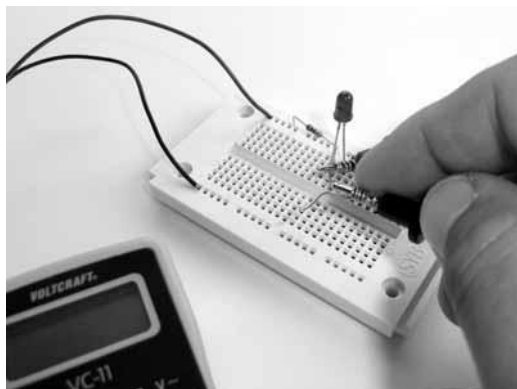
Bij de meeste meetinstrumenten zijn de circuits voor stroommeting beveiligd met zekeringen. Deze mogen alleen worden vervangen als de meter niet wordt gebruikt.

Door het meetinstrument loopt dezelfde stroom als door de andere belastingen in de schakeling. De multimeter heeft bij het meten van stroom een zeer kleine ingangsweerstand en beïnvloedt de schakeling dan ook weinig, waardoor de meetwaarde dus niet verstoord wordt.

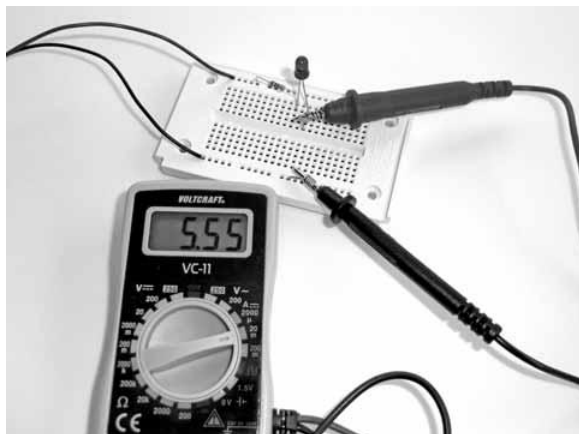
Let op! Meet nooit de stroom rechtstreeks over een belasting. Als u bijvoorbeeld de meetsnoeren tegen de beide aansluitingen van de batterij houdt, dan zou u de batterij als het ware kortsluiten. Daarbij lopen zeer grote stromen, die gevaarlijk zijn en die het meetinstrument kunnen beschadigen.



**Afb. 47:** Schakel voor het meten van stroom de multimeter op een stroombereik.



**Afb. 48:** De multimeter moet als vervanging van de draadbrug in de schakeling worden opgenomen. Daardoor is de multimeter in serie geschakeld met de andere belastingen.



**Afb. 49:** Door de multimeter loopt dezelfde stroom als door de andere belastingen in de schakeling.

## 11 Hoe meet men of er een verbinding bestaat?

Het meten of twee punten verbinding maken, kan om verschillende redeneren nuttig zijn. Als u in een meeraderige kabel bijvoorbeeld een bepaalde ader wilt vinden of als u wilt vaststellen of een kabel gebroken is.

Veel multimeters hebben daarom een meetbereik waarbij niet alleen de meetresultaten op het display getoond worden, maar waarbij ook een geluidssignaal klinkt als er verbinding is tussen de meetsnoeren.

Met de ohmmeter (weerstandsmeting) is ook heel eenvoudig te bepalen of er verbinding bestaat. Enige basisbeginselen: Selecteer het  $\Omega$ -meetbereik op de multimeter en houd de meetpennen tegen elkaar. Op het display wordt dan  $0,0 \Omega$  getoond, wat zoveel betekent als "geen weerstand" (er is verbinding). Zodra u de meetpennen van elkaar haalt, wordt de weerstand oneindig groot en toont de multimeter "1--". Dit kunt u interpreteren als "geen verbinding" of kabelbreuk. Probeer bij verschillende kabels te bepalen of er verbinding is.

Een kabel moet spanningsloos zijn voordat u kunt meten of er verbinding is. De kabel mag dus niet op een spanningsbron zijn aangesloten!



**Afb. 50:** Als u de multimeter instelt op weerstandsmeting en u houdt beide meetpennen tegen elkaar aan, dan wordt een weerstand getoond van  $0,0 \Omega$  of  $0,01 \Omega$ . Dit betekent dat er verbinding is, deze heeft namelijk bijna geen weerstand.



**Afb. 51:** Als de meetpennen van elkaar zijn gescheiden, dan is de weerstand oneindig groot en wordt "1--" getoond. Dat duidt op een kabelbreuk of bij een meeraderige kabel, dat de gemeten uiteinden niet bij dezelfde ader horen.

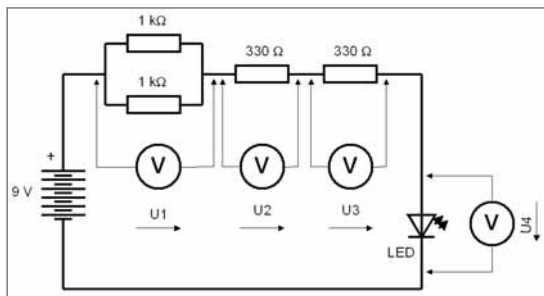


**Afb. 52:** Bepalen of er verbinding bestaat bij een kabel.

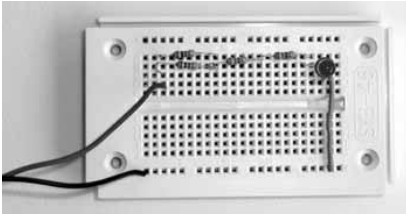
## 12 Meten aan een schakeling: Spanning meten aan afzonderlijke componenten

Bouw een gecombineerde LED-schakeling op. Schakel de twee  $1\text{ k}\Omega$ -weerstanden parallel, schakel vervolgens de beide  $330\ \Omega$ -weerstanden hiermee in serie en schakel ten slotte de LED ook in serie. Daardoor bevat de schakeling vier belastingen waarover u de spanning kunt meten. Houd daarvoor de meetpennen telkens tegen de beide aansluitingen van een weerstand of die van de LED.

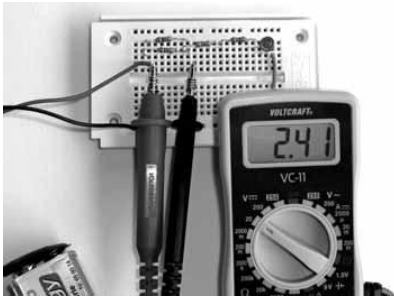
U ziet dat over beide weerstanden van  $330\ \Omega$  dezelfde spanning staat ( $1,59\text{ V}$ ). U kunt de twee parallel geschakelde weerstanden als een geheel beschouwen en u meet een "quasi gemeenschappelijke" spanning over de weerstanden. Of u nu de spanning over de ene  $1\text{ k}\Omega$ -weerstand meet, of over de andere, of over beide samen, de spanning is altijd even hoog. In ons geval ongeveer  $2,41\text{ V}$ . Over de LED staat een spanning van ongeveer  $3,2\text{ V}$ .



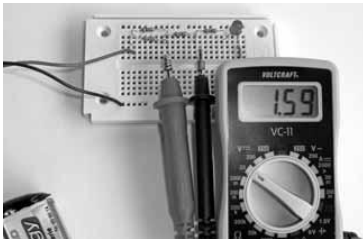
**Afb 53:** Gecombineerde LED-schakeling, opgebouwd uit twee parallelle weerstanden van  $1\text{ k}\Omega$  met twee weerstanden van  $330\ \Omega$  in serie daarmee. In de afbeelding zijn ook de afzonderlijke meetpunten getekend.



**Afb 54:** Opbouw van een gemengde serie-/parallelschakeling voor de aansturing van een LED.



**Afb. 55:** Of u nu de spanning over een van de  $1\text{ k}\Omega$ -weerstanden meet, of over beide samen, de spanning is altijd even hoog.



**Afb. 56:** Over twee even grote weerstanden die in serie geschakeld zijn, staat ook altijd dezelfde spanning.



### 13 Weerstanden meten in een schakeling:

Als u afzonderlijke weerstanden in een schakeling probeert te meten, dan moet u erop letten dat er andere componenten parallel geschakeld kunnen zijn aan de weerstand. Deze componenten worden dan als het ware meegemeten. Dat gebeurt bijvoorbeeld bij de twee parallelle weerstanden. Van deze weerstanden kunt u bijvoorbeeld alleen de gezamenlijke weerstand meten. Als u de afzonderlijke weerstand wilt meten, moet u minstens een aansluiting van een van beide weerstanden losmaken. Alleen zo kunt u de afzonderlijke weerstanden (mogelijk meer dan twee) meten.

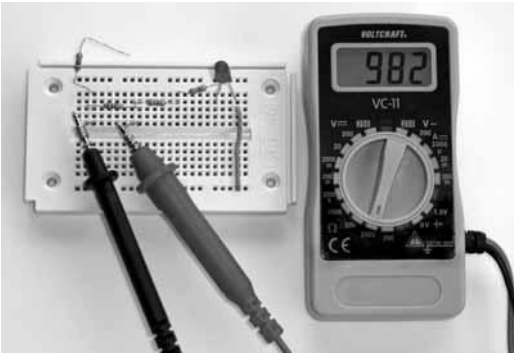
U kunt ook de gecombineerde weerstand meten, bijvoorbeeld de totale weerstand van de weerstanden samen of van de schakeling. De totale weerstand van onze schakeling is bijvoorbeeld  $1139 \Omega$ . Gebruik hiervoor het  $2000 \Omega$ -meetbereik. Deze waarde,  $1,1 \text{ k}\Omega$ , komt ongeveer overeen met de  $1 \text{ k}\Omega$  die de voorschakelweerstand moet hebben om de LED te laten branden.

Inclusief de LED bedraagt de totale weerstand  $31,1 \text{ k}\Omega$ . Om die te kunnen meten, moet u het meetbereik van  $200 \text{ k}\Omega$  kiezen.

Als u weerstanden wilt meten in een schakeling, dan moet de spanning zijn uitgeschakeld. Er mag dus geen batterij zijn aangesloten.



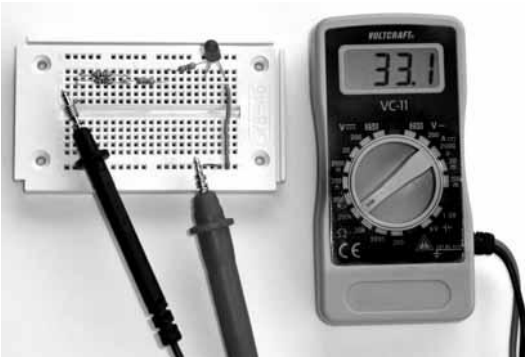
Afb. 57: Van de twee parallel geschakelde  $1 \text{ k}\Omega$ -weerstand kan alleen de gezamenlijk weerstand van  $493 \Omega$  worden gemeten.



**Afb. 58:** Om de afzonderlijke weerstanden te meten, moet één weerstand aan één kant worden losgemaakt. Alleen op die manier kunt u de afzonderlijke weerstanden meten.



**Afb. 59:** U kunt afzonderlijke weerstanden alleen correct meten als er geen andere componenten parallel geschakeld zijn.



**Afb. 60:** Als u bij het meten van de totale weerstand van de schakeling een oneindig grote weerstand meet, dan kan dat wijzen op een defecte schakeling.

## 14 Meten aan een schakeling: Afzonderlijke stromen in een schakeling bepalen

In een serieschakeling loopt door alle elementen (bijvoorbeeld weerstanden) dezelfde stroom. De stroomsterkte is dus overal gelijk. Als u meerdere belastingen parallel schakelt, dan wordt de totale stroom verdeeld. De stroom is groter als de weerstand van een belasting kleiner is en omgekeerd. De som van de afzonderlijke stromen is gelijk aan de totale stroom. Hieruit is de voor parallelschakelingen de volgende vergelijking af te leiden:

$$I_{\text{tot}} = I_1 + I_2 + \dots + I_n$$

Bij een serieschakeling geldt:

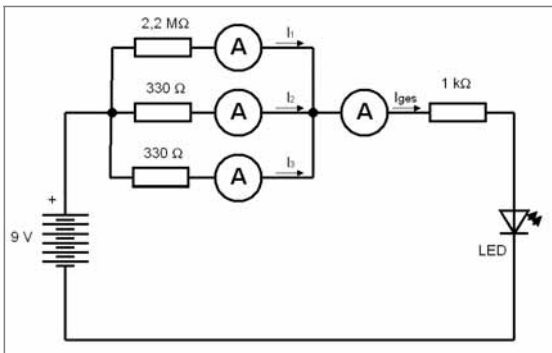
$$I_{\text{tot}} = I_1 = I_2 = \dots = I_n$$

Bouw voor deze oefening een schakeling die bestaat uit drie parallelle weerstanden, twee van  $330 \Omega$  en een van  $2,2 \text{ M}\Omega$ . Gebruik telkens draadbruggen die zonodig gemakkelijk te verwijderen zijn, zodat u de

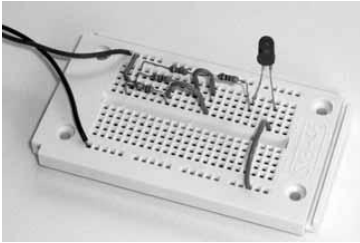
multimeter eenvoudig in een bepaalde stroomtak te kunnen opnemen. Schakel een  $1\text{ k}\Omega$ -weerstand in serie met de drie parallelle weerstanden. Tenslotte schakelt u de LED in serie die via de weerstanden wordt gevoed. Zorg ook voor een meetmogelijkheid in deze stroomtak.

De totale stroom in deze schakeling,  $I_{\text{tot}}$ , is gelijk aan  $4,87\text{ mA}$ . Het is de som van de afzonderlijke stroom door de drie parallelle weerstanden en is gelijk aan de stroom door de serieweerstand en de LED.

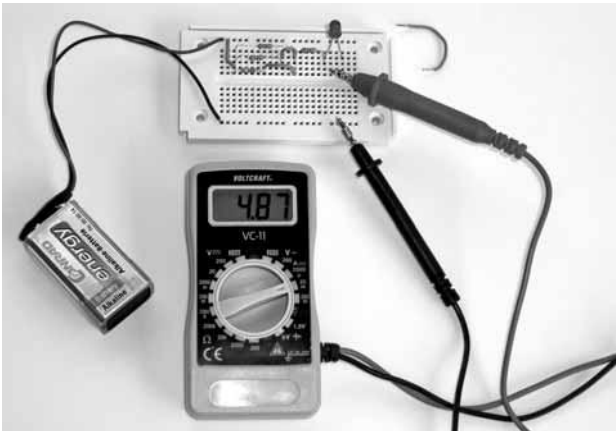
Door de zeer hoge  $2,2\text{ M}\Omega$ -weerstand loopt nauwelijks stroom. De gemeten stroom van  $1\text{ mA}$  duidt op een grote meetfout. Om werkelijk  $1\text{ mA}$  door de weerstand te laten lopen, zou een spanning van  $2200\text{ V}$  nodig zijn. Door elk van beide weerstanden van  $330\ \Omega$  loopt ongeveer  $2,4\text{ mA}$ . De som van de gemeten afzonderlijke stromen is iets lager dan de gemeten totale stroom. Dit ligt aan onvermijdelijke meetfouten.



**Afb 61:** Pas draadbruggen toe in deze gecombineerde schakelingen van parallel- en seriegeschakelde weerstanden. U kunt deze draadbruggen dan vervangen door de multimeter om de stroom te meten.



**Afb 62:** Voor geschikte meetpunten voor de stroommetingen in de paden van de parallel geschakelde weerstanden, moeten de aansluitingen op een verschillende lengte worden omgebogen.



**Afb. 63:** De gemeten totale stroom door deze schakeling is 4,87 mA. Dat is de som van de afzonderlijke stroom door de drie parallelle weerstanden en is gelijk aan de stroom door de serieweerstand en de LED.



**Afb. 64:** Door de zeer hoge  $2,2\text{ M}\Omega$ -weerstand loopt nauwelijks stroom. De gemeten stroom van  $1\text{ mA}$  is alleen het gevolg van meetfouten. In werkelijkheid is de stroom veel kleiner.



**Afb. 65:** Door elk van beide weerstanden van  $330\ \Omega$  loopt ongeveer  $2,4\text{ mA}$ .

## 15 Meetresultaten controleren

U heeft in de vorige oefeningen al enkele formules leren kennen. We wijden een heel hoofdstuk aan de belangrijkste formules: de wet van Ohm. De wet van Ohm beschrijft de samenhang tussen stroom, spanning en weerstand. Het toont nog eens theoretisch aan wat u bij de verschillende metingen al geconstateerd hebt: bijvoorbeeld dat door hoge weerstanden een kleine stroom loopt en dat er een hoge spanning over de weerstand staat.

Met de wet van Ohm voor gelijkstroom en spanning

$$R = U / I$$

$$I = U / R$$

$$U = I * R$$

U ... Spanning in Volt (V)

I ... Stroom in Ampère (A)

R ... Weerstand in Ohm ( $\Omega$ )

kunt u metingen theoretisch onderbouwen De berekeningen kunnen u echter ook helpen om eventuele meetfouten te herkennen. Deze kunnen bijvoorbeeld voorkomen als u zich bij het aflezen van een meetwaarde in de plaats van de komma vergist.

Met de wet van Ohm kunt u ook besparen op het aantal benodigde metingen. Als u bijvoorbeeld de spanning en de weerstand al kent, dan kunt u de stroom die door de schakeling loopt uitrekenen met de formule  $I = U / R$ . U kunt natuurlijk ook deelstromen en deelspanningen in een schakeling bepalen. U kunt zelfs weerstanden uitrekenen.

Enige rekenvoorbeelden:

Hoe groot is de stroom door een weerstand van  $330 \Omega$  als er een spanning over de weerstand staat van  $9 \text{ V}$ ?

$$I = U / R \quad 9 \text{ V} / 330 \Omega = 0,027 \text{ A} = 27 \text{ mA}$$

De totale weerstand van een schakeling is  $1500 \Omega$ , de totale stroom door de schakeling  $I_{\text{tot}} = 40 \text{ mA}$ . Hoe hoog is de spanning waar de schakeling aan is aangesloten?

$$U = I * R \quad 0,04 \text{ A} * 1.500 \Omega = 60 \text{ V}$$

## 16 De multimeter als batterijtester

Multimeters kunnen ook gebruikt worden als batterijtester. Omdat multimeters heel precies meten, kunnen ze precies aangeven hoe vol een batterij of een accu werkelijk nog is. Met de goed/slecht-weergave van veel batterijtesters is slechts een zeer vage uitspraak te doen.

Om de batterijspanning te meten, schakelt u de multimeter in op een gelijkspanningsbereik. U weet vooraf hoe hoog de te verwachten spanning is. U kunt dus meteen het juiste meetbereik kiezen: bijvoorbeeld 2 V voor 1,5 V-batterijen.

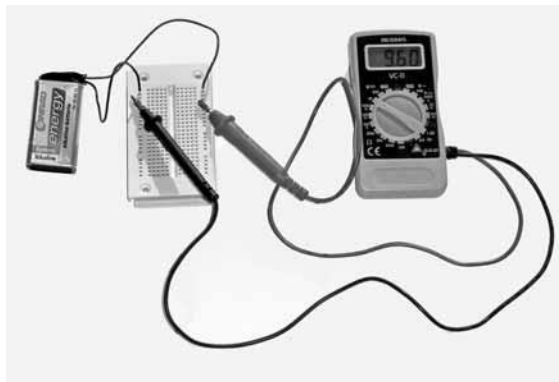
Houd de rode meetpen tegen de pluspool en de zwarte tegen de minpool. U kunt direct de precieze spanning van de batterij op het display aflezen.

Veel multimeters, ook de Voltcraft VC-11, hebben een apart meetbereik voor batterijtests. Deze liggen rond de 1,5 V en de 9 V. Met deze meetbereiken kunt u heel precies de batterijspanning meten.

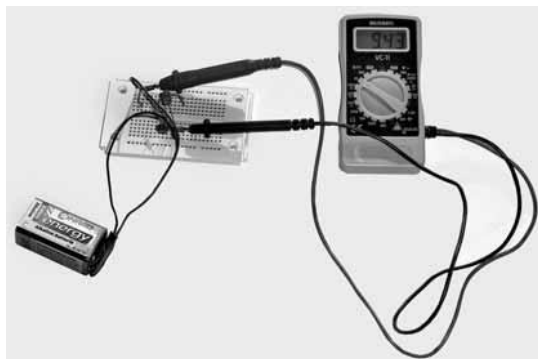
Maar zelfs als de multimeter de spanning op twee cijfers achter de komma nauwkeurig aangeeft, zegt de meting nog niet zo veel. De gemeten onbelaste spanning is immers hoger dan die wanneer de batterij belast wordt.

Het meetresultaat zegt pas iets als de spanning van de batterij of de accu gemeten wordt terwijl deze belast wordt.





**Afb. 66:** De onbelaste spanning van deze batterij is 9,6 V.



**Afb. 67:** Onder belasting daalt deze spanning tot 9,43 V. U kunt alleen een betrouwbare uitspraak doen of de batterij nog voldoende vol is, als u meet bij eenzelfde belasting als bij normaal gebruik.

## 17 Meten van diodes

Een diode laat stroom slechts in een richting door. Multimeters hebben vaak een diode-testfunctie waarmee de doorlaatrichting van een diode kan worden bepaald. Deze functie is meestal gecombineerd met het meten of er verbinding bestaat. De ingebouwde pieper geeft een geluidssignaal als er verbinding bestaat.

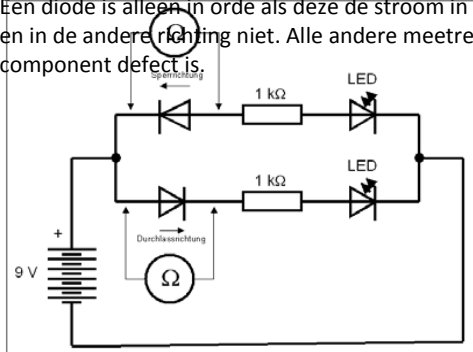
Diodes kunnen ook doorgemeten worden met de weerstandsfunctie van de multimeter. Als u een zeer kleine weerstand meet, dan meet u in de doorlaatrichting, als u een zeer hoge weerstand meet, dan meet u in de sperrichting.

Bouw eerst een eenvoudige schakeling met een LED. Deze bestaat uit een LED en een weerstand van 1 k $\Omega$ . Neem ook nog een diode op in de stroomkring. Bouw tegelijkertijd op het experimenteerbord een tweede LED-schakeling op. In deze schakeling bouwt u de diode echter in omgekeerde richting in. De richting van de diode herkent u aan een ring aan een kant van het cilindervormige deel. Als u nu de batterij aansluit, gaat er maar een LED branden. De andere blijft gedoofd, omdat de diode in de voedingsleiding in de sperrichting geschakeld is. Onthoud welke LED brandt en welke niet. Maak vervolgens de batterij los.

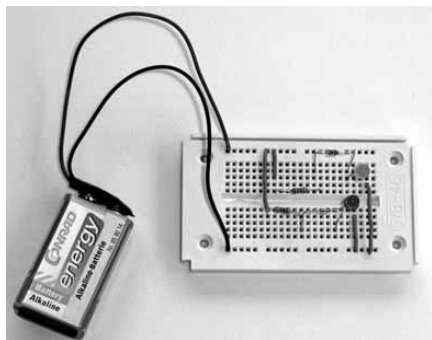
Stel de multimeter in op weerstandsmeting en houd de meetpennen tegen beide zijden van een diode, net als u bij het meten van weerstand doet. Doe dat voor beide diodes. Als het display '1--' aangeeft, dan heeft u in de sperrichting gemeten. Als er een meetwaarde wordt getoond, dan heeft u in de doorlaatrichting gemeten.

Als u in de sperrichting blijkt te hebben gemeten bij de brandende LED, dan heeft u de meetpennen verkeerd om tegen de diode gehouden. Let bij het testen van diodes dus steeds op de polariteit. De rode meetpen moet tegen de zijde met de ring worden gehouden. In principe moet u echter in de stroomrichting van de schakeling meten.

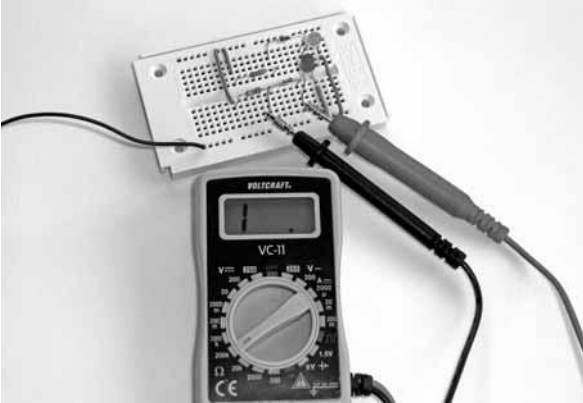
Met deze meetmethode kunt u ook goed nagaan of de diode correct werkt. Een diode is alleen in orde als deze de stroom in een richting wel doorlaat en in de andere richting niet. Alle andere meetresultaten betekenen dat de component defect is.



**Afb 68:** De testschakeling voor de diode ziet er nogal ingewikkeld uit. Deze is er echter niet alleen voor bedoeld om te laten zien wat er gebeurt als een diode verkeerd om is ingebouwd, maar ook om te tonen hoe u de meetpennen correct tegen de diode houdt.



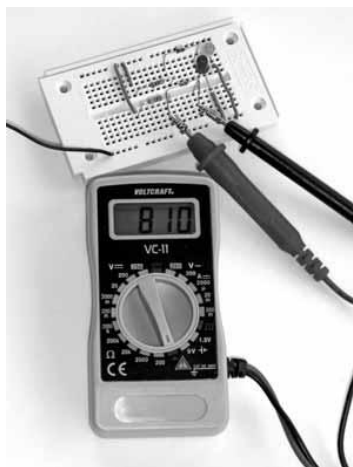
**Afb 69:** In deze testopzet heeft u twee eenvoudige LED-schakelingen gemaakt. In beide stroomkringen is een diode geplaatst, de ene in de doorlaatrichting, de andere in de sperrichting.



**Afb. 70:** Hier is de diode in sperrichting geplaatst. De gemeten weerstand is oneindig hoog.



**Afb. 71:** U meet de diode in de doorlaatrichting als u de rode meetpen aan de kant van de ring tegen de diode houdt.



**Afb. 72:** Een andere methode is de diode-testfunctie van de Voltcraft VC-11. Als er een meetwaarde wordt getoond, dan wordt de diode in de doorlaatrichting gemeten.

## 18 Controleren van transistors

Er zijn slechts weinig multimeters waar u een transistor op kunt aansluiten en die nauwkeurig kunt doormeten. Het is echter wel mogelijk om de basisfunctionaliteit te controleren met een multimeter. U moet zich echter wel beperken tot de uitspraak 'werkt wel' of 'werkt niet'.

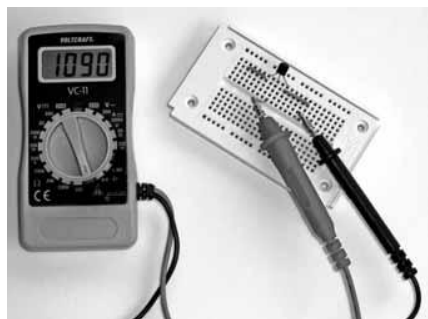
Zie de transistor als een combinatie van twee diodes, zoals ook het vervangingsschema laat zien. Stel de multimeter eerst in op diode-test. Op de Voltcraft VC-11 wordt de diode met een rood symbooltje weergegeven. Om een NPN-transistor te testen, houdt u de rode meetpen tegen de basis en de zwarte tegen de collector en daarna tegen de emitter. In beide gevallen moet het instrument ongeveer dezelfde waarde aangeven. Als het instrument in dit meetbereik spanningen toont, dan moeten die rond de 0,7-0,8 V liggen. De VC-11 geeft geen spanning maar een relatieve waarde

aan. Deze ligt voor beide metingen rond de 1080. Dit laat zien dat de transistor in principe in orde is.

Als u op deze manier een PNP-transistor wilt testen, dan hoeft u alleen maar de meetpennen te verwisselen.



**Afb. 73:** Met een eenvoudige multimeter kunt u slechts globaal bepalen of de transistor in orde is. Om een NPN-transistor te testen, houdt u de rode meetpen tegen de basis en de zwarte tegen de collector en daarna tegen de emitter.

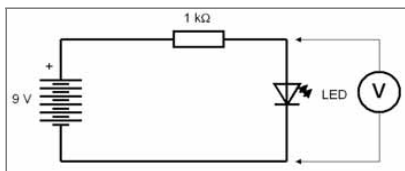


**Afb. 74:** In beide gevallen moet het instrument ongeveer dezelfde waarde aangeven.

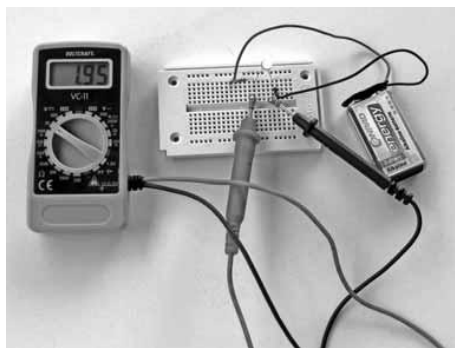
## 19 Controleren van LED's

Met een multimeter kan men een LED heel eenvoudig testen. Bouw hiervoor een eenvoudige schakeling met een LED op het experimenteerbord. Plaats de LED in serie met een weerstand van 1 k $\Omega$  en sluit een batterij van 9 V aan, zodat de LED gaat branden.

Meet nu de spanning over de LED. Sluit daarvoor de meetpennen aan op beide aansluitingen van de LED. Hierdoor is de multimeter parallel geschakeld aan de belasting, zoals dat gebruikelijk is bij het meten van spanning. U meet een spanning van ongeveer 2 V. Bovendien heeft u de controle dat de LED brandt.



**Afb. 75:** Met deze eenvoudige LED-schakeling kan het correct functioneren van de LED met een spanningsmeting worden gecontroleerd.



**Afb. 76:** De spanning over de LED is ongeveer 2 V.

## 20 Temperaturen meten

Veel multimeters kunnen ook temperatuur meten. U heeft daarvoor een temperatuursensor nodig. Multimeter Voltcraft VC840 gebruikt bijvoorbeeld een zogenaamde NiCrNi-sensor (Nikkel-Chroom-Nikkel type K). Het meetbereik voor temperatuur loopt bij dit instrument van -40 °C tot +1.000 °C. De meegeleverde draadtemperatuursensor is slechts geschikt voor temperaturen tot +400 °C.

Stel de multimeter in op het meetbereik „°C“. Dit staat voor temperatuurmeting. Schakel het instrument daarna in. U zult zien dat u zelfs zonder sensor de omgevingstemperatuur kunt meten. Hiermee kunt u snel bepalen hoe warm het in de ruimte is.

Sluit nu de beide meetsnoeren van de temperatuursensor aan op de multimeter. Ook nu sluit u het zwarte meetsnoer weer aan op de com-aansluiting. Het rode meetsnoer gaat naar de  $\Omega$ mA°C-aansluiting. U gebruikt deze aansluiting zelden voor metingen aan schakelingen of componenten. U bent er daarom niet aan gewend deze te gebruiken. Dit is ook de meestvoorkomende oorzaak als een temperatuurmeting niet werkt.

Let op! Sluit geen spanning aan op de  $\Omega$ mA°C-aansluiting. De multimeter kan erdoor worden beschadigd.

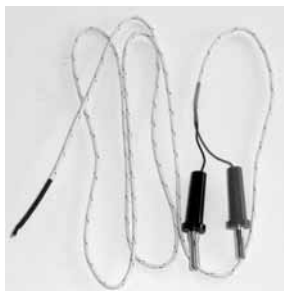
Let op. Alleen het uiteinde van de draadsensor is bestand tegen hoge temperaturen. Stel in geen geval de multimeter of de meetsnoeren bloot aan hoge temperaturen.

In tegenstelling tot elektrische grootheden, die u in de regel direct kunt aflezen, kunt u temperaturen pas na enige tijd aflezen. De temperatuursensor is opgebouwd uit verschillende materialen die eerst op de te meten temperatuur moeten komen. Houd de temperatuursensor daarom net zolang in of tegen het te meten medium, totdat de weergegeven waarde stabiel is. Dit duurt in de regel ongeveer 30 seconden.





**Afb. 77:** Zodra u de multimeter op het meetbereik voor temperatuur hebt ingesteld, kunt u de omgevingtemperatuur meten.



**Afb. 78:** Voor de temperatuurmeting wordt een zogenaamde NiCrNi-sensor (Nikkel-Chroom-Nikkel type K) gebruikt. Deze is geschikt voor temperaturen tot +400 °C.



**Afb. 79:** Het zwarte meetsnoer moet worden aangesloten op de COM-aansluiting. Het rode meetsnoer gaat naar de  $\Omega\text{AmA}^\circ\text{C}$ -aansluiting.



**Afb. 80:** Hier wordt de luchttemperatuur in de buurt van een halogeenlamp gemeten. Alleen het uiteinde van de draadsensor mag worden blootgesteld aan hoge temperaturen.

## Bijlage Vermogen en arbeid

Met de multimeter kunt u ook indirect het opgenomen vermogen uitrekenen van een schakeling en de arbeid die de elektrische energie verricht. Hiervoor moet u eerst het opgenomen vermogen bepalen. Hiervoor is het nodig zowel de stroom als de spanning te meten. Hierbij moet u de totale stroom  $I_{\text{tot}}$  en de totale spanning  $U_{\text{tot}}$  meten.

Met de formule:  $P = U * I$

P ... elektrisch vermogen in Watt (W)

U ... Spanning in Volt (V)

I ... Stroom in Ampère (A)

kunt u het opgenomen vermogen van de schakeling berekenen. Wilt u ook weten hoeveel elektriciteit u bijvoorbeeld in een uur verbruikt, dan moet u het berekende vermogen met 3600 vermenigvuldigen.

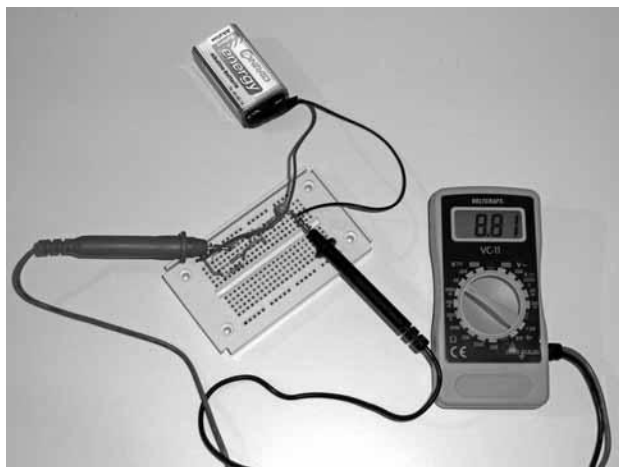
De formule:  $W = P * T$

W ... elektrische arbeid in Wattseconden (Ws)

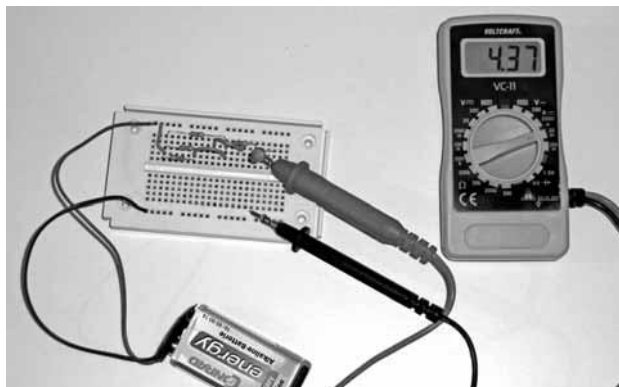
P ... elektrisch vermogen in Watt (W)

T ... Tijd in seconden (s)

Uw elektriciteitsmeter werkt overigens ook volgens dit principe Hier werkt u met de kleine eenheid Wattseconde, bij de elektriciteitsmeter is het gebruikelijk te spreken van kilowattuur (kWh).



**Afb. 81:** Om het opgenomen vermogen en de verrichte elektrische arbeid te bepalen, hoeft u alleen maar de totale spanning  $U_{\text{tot}}$  ...



**Afb. 82:** ... en de totale stroom door de schakeling  $I_{\text{tot}}$  te meten. U kunt de gewenste waarden dan gewoon uitrekenen.

## Colofon

© 2011 Franzis Verlag GmbH, 85540 Haar

www.elo-web.de

Auteur: Thomas Riegler

ISBN 978-3-645-10091-5

Opgesteld in opdracht van Conrad Electronic SE, Klaus-Conrad-Str. 1, 92240 Hirschau Alle rechten voorbehouden, ook die van fotomechanische kopieën en opslag op elektronische media. Het maken en verspreiden van kopieën op papier, gegevensdragers en internet, in het bijzonder in PDF formaat, is uitsluitend toegestaan met uitdrukkelijke toestemming van de uitgever en wordt zonder deze toestemming strafrechtelijk vervolgd.

De meeste productaanduidingen van hard- en software en bedrijfsnamen en -logo's die in dit document worden genoemd, zijn in de regel tevens geregistreerde handelsmerken dienen als zodanig te worden beschouwd. De uitgever volgt bij productaanduidingen de schrijfwijze van de fabrikanten.

Alle in dit boek gepresenteerde schakelingen en programma's zijn met de grootst mogelijke zorgvuldigheid ontwikkeld, gecontroleerd en getest. Desondanks kunnen fouten in het boek en de software niet volledig worden uitgesloten. De schrijver en de uitgever zijn in geval van opzet of grove nalatigheid aansprakelijk volgens de geldende wettelijke bepalingen. Daarnaast zijn de schrijver en de uitgever volgens de wetgeving op het gebied van productaansprakelijkheid alleen aansprakelijk bij lichamelijk of dodelijk letsel, bij schade aan de gezondheid of wegens verschuldigde schending van wezenlijke contractuele verplichtingen. De aanspraak op schadevergoeding in geval van schending van wezenlijke contractuele verplichtingen is beperkt tot de typische voorzienbare schade voor zover er geen sprake is van dwingende aansprakelijkheid volgens de wetgeving op het gebied van productaansprakelijkheid.



Elektrische en elektronische apparatuur mag niet met het huishoudelijk afval worden afgevoerd! Voer het product aan het einde van de levensduur af volgens de plaatselijk geldende voorschriften. Voor de afvoer zijn inzamellocaties ingericht waar u elektrische en elektronische apparatuur kosteloos kunt inleveren. Vraag bij uw gemeente na waar dergelijke inzamellocaties aanwezig zijn.



Dit product voldoet aan de geldende CE-richtlijnen wanneer het volgens de meegeleverde handleiding wordt gebruikt. De beschrijving maakt deel uit van het product en moet worden meegegeven wanneer u het product doorgeeft.