

fischer<sup>®</sup>technik<sup>®</sup> l-e3

# Voltmeter

voor experimenten met de  
fischertechnik uitbreidingsdozen

elektromechanika em

elektronika ec

hobby 3

hobby 4

®



Art. nr. 2 30083 5



## 1. Technische gegevens

### 1.1 Elektrische spanningsmeter:

Draaispoel meetmechanisme. Volledige uitslag: 10 Volt **gelijkspanning**

Inwendige weerstand: 3 kOhm per volt ( $k\Omega/v$ )

Vergroot beginbereik, kan als nul-aanwijzer worden gebruikt.

### 1.2 Potentiometer

1 kOhm( $k\Omega$ ) met lineaire karakteristiek.

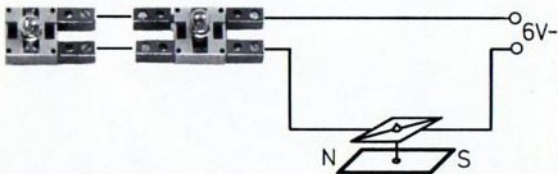
Max. belasting: 100 mA.

Fischer-Werke · 7241 Tumlingen  
Made in Germany · Ref.nr. 33·9/73/3h

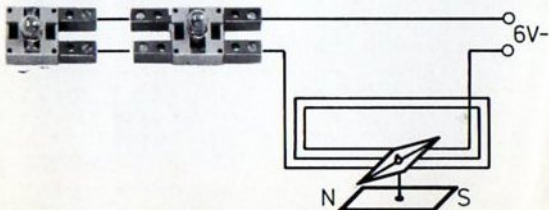
## 2. De werking van de draaispoel

Wanneer door een draad een stroom loopt, dan ontstaat rondom de draad een magnetisch veld.

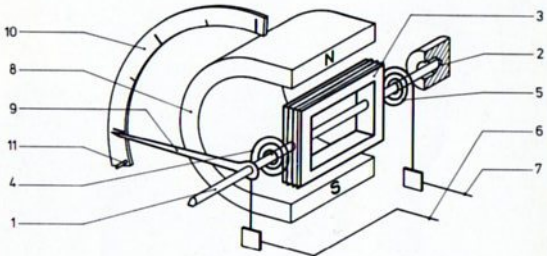
Met een kompasnaald of een gemagnetiseerd stalen plaatje dat vrij gemakkelijk op de punt van een naald kan draaien, kunnen we de volgende proef nemen:



De elektrische geleider moet zo dicht mogelijk boven of onder de kompasnaald lopen. Als we de stroom inschakelen, dan gaat de kompasnaald in een andere richting staan. De richting en de grootte van de afbuiging hangt af van de stroomrichting door de draad en de sterkte van de stroom. Dit natuurkundige effect wordt toegepast bij elektromagneten en elektrische meetapparatuur. De beschreven werking op de magnetische naald wordt versterkt door de geleider tot een spoel te wikkelen zodat de stroom een aantal keren over de naald wordt geleid.

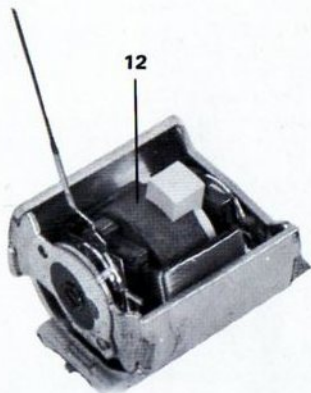


In het veelvuldig voor elektrische meetapparatuur toegepaste draaispoelmechanisme, wordt dit principe omgekeerd. De spoel is draaibaar gelagerd en in plaats van de magnetische noord- en zuidpool van de aarde wordt een permanente magneet gebruikt.



De as 1 is op z'n punten gelagerd in de achterste lager 2 en de niet getekende lager aan de voorkant. Op het raampje 3 is een dunne, met lak geïsoleerde koperdraad gewikkeld van enkele duizenden windingen. De beide uiteinden van de draad zijn, via de twee geïsoleerde spiraalveren 4 en 5 op het raampje, verbonden met de aansluitpunten 6 en 7. De as met het raampje ligt tussen de noord- en de zuidpool van de permanente magneet 8.

Laten we nu een stroom door de wikkeling vloeien, dan ontstaat er om het raampje een magnetisch veld. Hierdoor draait het raampje naar links of naar rechts, afhankelijk van de polariteit van het veld. Hoever het raampje draait, wordt bepaald door de stroomsterkte, het aantal windingen, de sterkte van de magneet en de veerkracht van de spiraalveren. Als we de stroomtoevoer onderbreken, dan valt het magnetisch veld om de spoel weg en draaien de beide spiraalveren 4 en 5 het raampje terug in de nulstand. De wijzer 9 die vastzit op de as, geeft op de schaal 10 de grootte van de stroom aan.



Op de schets is een hoefijzervormige nagneet getekend, in de fischertechnik voltmeter wordt een 'kernmagneet' 12 gebruikt. De draaibare spoel is er omheen gebouwd. De werking is precies hetzelfde als beschreven in de schets. De konstruktie van de fischertechnik voltmeter is zodanig – o. a. door de stand van de spiraalveren – dat de nulstand zover van de linker wijzeraanslag 11 ligt, dat ook een uitslag naar links is te zien.

Het meet-mechanisme heeft een niet-lineaire karakteristiek met een hoge gevoeligheid in het begin. Ook een kleine stroom geeft daardoor een duidelijke uitslag van de wijzer. De meter is dan ook als nul-aanwijzer toe te passen in een brugschakeling.

Het meetinstrument, bestaande uit een vaste magneet en een draaiende spoel, reageert alleen op gelijkstroom. Bij een wisselstroom kan de spoel het wisselen van de stroomrichting niet snel genoeg volgen, waardoor zij in de nulstand blijft staan.

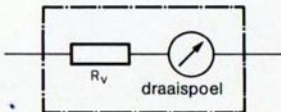
### 3. Hoe de voltmeter werkt

In dit hoofdstuk wordt verklaard hoe een elektrisch meetinstrument de grootte van de stroom die door de spoel vloeit, meet. Hoe meten we eigenlijk een elektrische spanning?

De dunne draad op de spoel – wikkeling geheten – heeft een vaste weerstand  $R$ . Om nu een bepaalde uitslag van de wijzer te verkrijgen, zal door de wikkeling ook een bepaalde stroom moeten vloeien. Dit bereiken we door op de wikkeling een spanning te zetten, die we berekenen met de Wet van Ohm:  $U = I \times R$ . De weerstand van de wikkeling is ongeveer 1500 Ohm en de volledige uitslag van de wijzer wordt bereikt bij een stroom van ongeveer 0.3 milli-ampère. Uit de berekening  $U = I \times R$  volgt dan dat er een spanning van 0.45 Volt nodig is om de wijzer geheel te doen uitslaan. Deze waarde zouden we natuurlijk op de daarmee overeenkomende plaats van de schaal kunnen schrijven.

Maar we willen met de fischertechnik voltmeter spanningen tot max. 10 Volt kunnen meten. Daarom is er een zgn. 'voorweerstand' ingebouwd met een waarde van ongeveer 32 kOhm. Deze staat in serie met de wikkeling van de draaispoel en begrenst de stroom in de wikkeling tot de gewenste waarde van 0.3 mA wanneer op de bussen van de voltmeter een 10 Volt gelijkspanning wordt gezet.

We krijgen dan de volgende schakeling:



De weerstand van de draaispoelwikkeling noemen we  $R_u$  en de voorgeschakelde weerstand  $R_V$ . De som van beide is dan de inwendige weerstand  $R_i$  van de voltmeter.

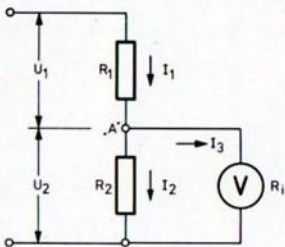
#### 4. Symbool voor een voltmeter

Gebruikt wordt een cirkel of een rechthoek met daarin de letter V.

Deze voltmeter wordt als een 'ideale' voltmeter gedacht, die de schakeling verder niet beïnvloedt.

#### 5. Wat er gebeurt als we een voltmeter inschakelen

We schakelen de voltmeter voor het meten van een spanning op een weerstand. Bij voorbeeld in de hieronder afgebeelde spanningsdeler. We moeten ons dan afvragen of door de parallelschakeling van de weerstand in de voltmeter en de weerstand  $R_2$  de spanningsverhoudingen veranderen. In punt A vertakt de stroom die door  $R_1$  loopt zich in 2 deelstromen.



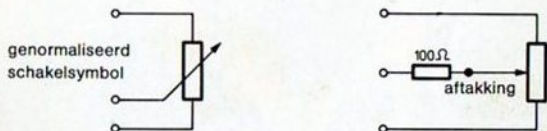
Alleen wanneer de deelstroom  $I_3$  die door de voltmeter loopt, veel kleiner is dan de deelstroom  $I_2$  verandert de te meten spanning  $U_2$  zo weinig, dat we het verschil mogen verwaarlozen.

Voor eenvoudige metingen is het voldoende wanneer de voltmeter een weerstand  $R_i$  heeft, die tenminste vijf keer zo groot is als de weerstand waarmee de voltmeter parallel wordt geschakeld.

## 6. Potentiometer van 1 kOhm

In de fischertechnik voltmeter is tevens een potentiometer ingebouwd. Deze staat geheel los van de spanningsmeter en wordt gebruikt voor proeven met de elektromechanika em, elektronika ec, hobby 3 en hobby 4.

Een potentiometer is een weerstand waarvan we de waarde kunnen veranderen.



Een potentiometer is te gebruiken als spanningsdeler of als veranderlijke (variabele) weerstand. In het laatste geval sluiten we slechts 2 klemmen aan. Daar de max. thermische (warmte) belasting van de potentiometer 1 Watt is, mag er door de meter geen stroom sterker dan 100 milli-ampère vloeien. De voor de aftakking liggende veiligheidsweerstand van 100 Ohm voorkomt kortsluiting bij een verkeerde schakeling.

## 7. Schakelsymbool van het totaal

