

UNI-meter

UN-26

Een praktisch UNIVERSEEL MEETINSTRUMENT met 16 meetbereiken

EN goede milliampère-volt-ohm-meter is voor elke radioman een onmisbaar instrument en dat het merendeel onzer lezers hiervan is doordrongen, blijkt wel uit de uitgebreide correspondentie over dit onderwerp en de vele ontwerpjes die wij geregeld ontvangen.

Aangezien echter de tot nog toe beschreven schakelingen meestal waren gebaseerd op het gebruik van een bepaald type meter en bepaalde onderdelen, leek het ons van belang eens een algemeen bruikbare schakeling te ontwerpen, welke zodanig is opgezet, dat met een minimum aan onderdelen en vrijwel elk metertype een betrouwbaar instrument kan worden samengesteld. Bovendien wordt in onderstaande beschrijving uitvoerig ingegaan op de berekening van de verschillende schakelementen, zodat eenieder aan de hand van de rekenvoorbeelden gemakkelijk zelf een dergelijk instrument kan ontwerpen met meer en eventueel andere meetbereiken.

De opzet van de Uni-meter is daarom zodanig gekozen dat slechts een betrekkelijk eenvoudige vierstandenschakelaar kan worden gebruikt voor het omschakelen van het meter systeem voor meting van resp. wisselspanning, gelijkspanning, gelijkstroom en weerstand. De verschillende bereiken worden echter gekozen door het verplaatsen van een stekker aan een der meetsnoeren in verschillende stekerbussen. Deze methode heeft het voordeel van eenvoudige — dus goedkope — constructie en men hoeft zich niet te bekommeren over de speciale eisen, waaraan een betrouwbaar werkende kiesschakelaar in een universeelmeter behoort te voldoen. Tijdens het gebruik van deze meter zal men bovendien minder gemakkelijk een vergissing begaan, welke beschadiging van het instrument tot gevolg kan hebben.

Hieronder zullen wij de opbouw van het apparaat stap voor stap beschrijven.

Opzet en berekening

Aangezien de weerstand R_m van het meterspoeltje nooit precies bekend is en bovendien van exemplaar tot exemplaar van een zelfde metertype nog wel eens kan verschillen, brengen we eerst met een serie-weerstandje R_1 de totale weerstand van het metersysteem op een ronde waarde (voorzoover de fabriek niet reeds zo'n weerstandje in het meterhuis heeft aangebracht). We doen dit als volgt. Eerst schakelen we een geleende voltmeter parallel aan ons metertje en bepalen hoe groot de aan de klemmen gelegde spanning is bij volle wijzeruitslag. Daarna zetten we beide meters in serie — de geleende wordt op een stroombereik geschakeld — en meten de stroomsterkte voor volle uitslag van ons instrument. In beide gevallen kan een 4,5 volts batterij met daaraan parallel geschakelde 10 kilohm potentiometer als stroombron dienen. Vonden we in beide gevallen bv. 110 mV en 0,1 mA, dan is volgens de wet van Ohm de meterweer-

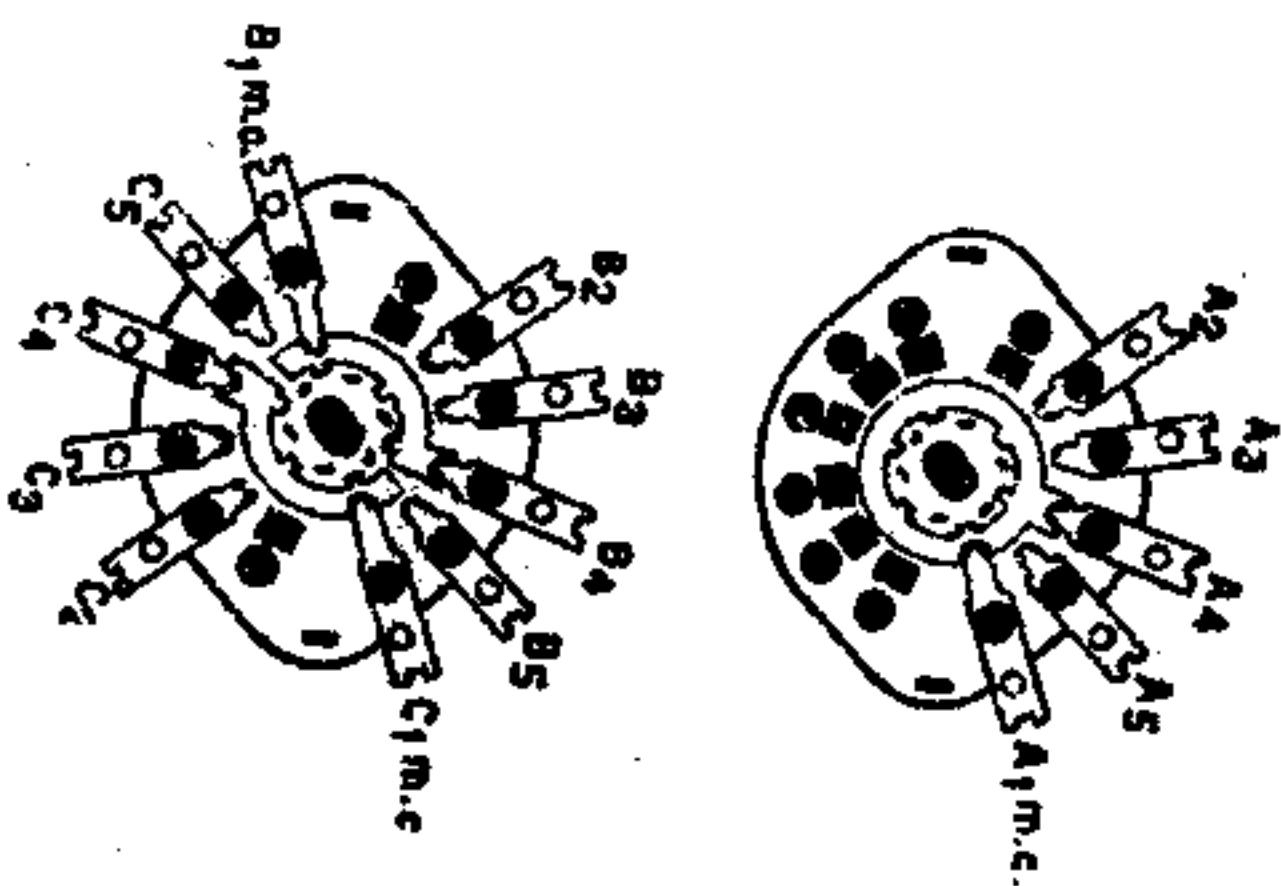
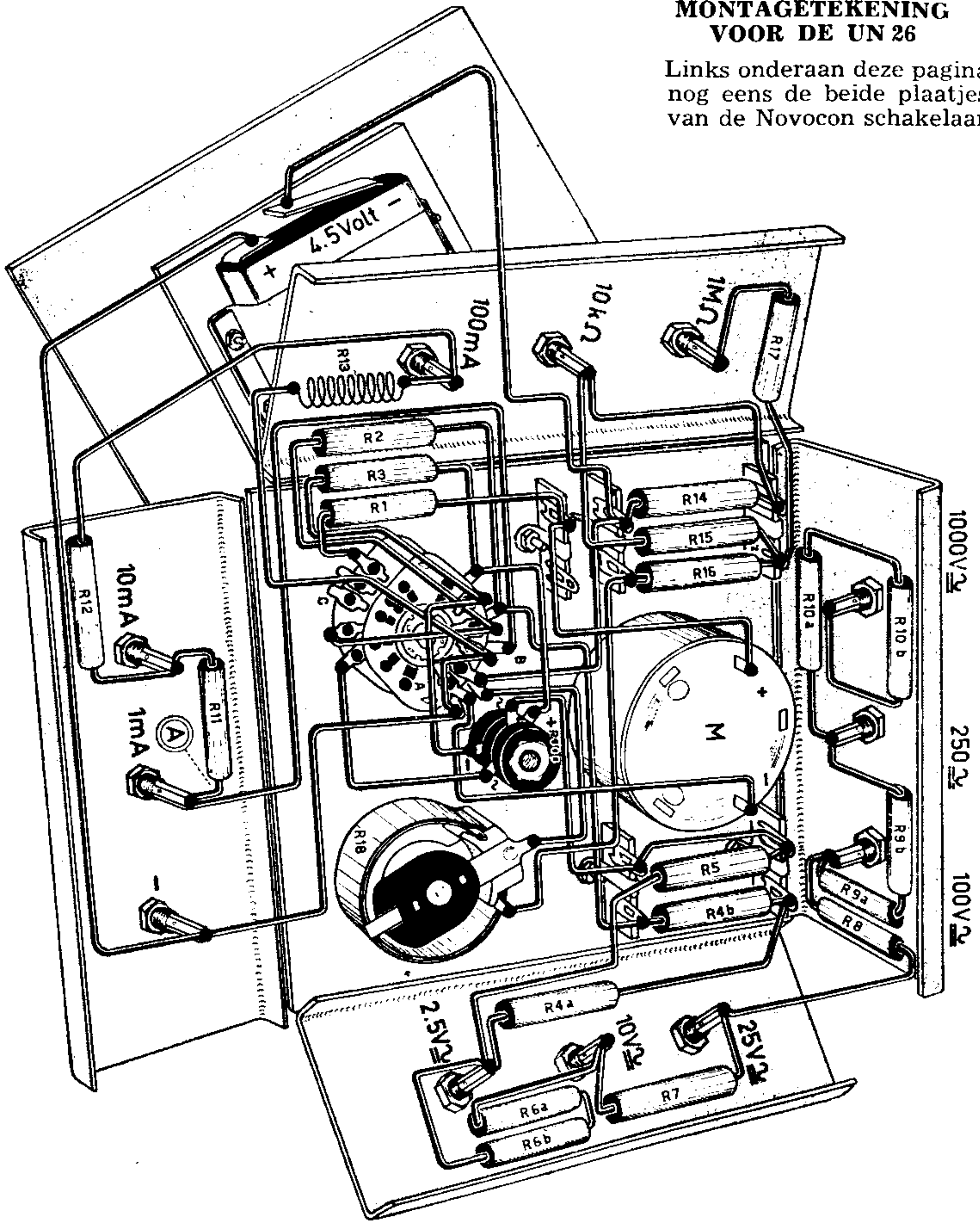
$$\text{stand gelijk aan } R_m = \frac{110}{0,1} \Omega = 1100 \Omega.$$

Leent de geleende meter zich niet erg voor nauwkeurige aflezing van kleine spanningen, dan kan men de meterweerstand ook vinden door een variabele weerstand parallel aan de te onderzoeken meter te schakelen en deze zo regelen, dat de wijzer precies tot de helft uitslaat. M.b.v. de geleende meter controleert men de doorgaande stroom, die gelijk moet blijven aan de eerder gemeten waarde voor volle uitslag. De parallelgeschakelde weerstand is nu gelijk aan de meterweerstand en men kan de waarde meten op een meetbrug.

De in het voorbeeld gevonden waarde van 1100 Ω ronden we af op 1200 Ω door 100 Ω met het draaispoelsysteem in serie te schakelen. In deze vorm zouden we het systeem als voltmeter kunnen toepassen met een weerstand van 10 000 Ω/V ; om echter voor de wissel- en gelijkspanningsbereiken dezelfde voorschakelweerstand te kunnen gebruiken hebben wij de gevoeligheid iets verkleind, nl. tot 0,15 mA volle uitslag, door toevoe-

MONTAGETEKENING VOOR DE UN 26

Links onderaan deze pagina
nog eens de beide plaatjes
van de Novocon schakelaar



ging van de shuntweerstand R2 (zie fig. 1). Hierdoor wordt tevens bereikt, dat voor de voorschakelweerstand ronde getallen uit de bus komen. Van een totale stroom van 0.15 mA neemt de meter 0.1 mA voor zijn rekening. 0.05 mA — of wel de helft van de meterstroom moet dus door R2 worden geleid, zodat laatstgenoemde twee maal zo groot moet zijn als $R_m + R_1$, dus 2400 Ω . De juiste waarde van R2 moeten we controleren, daarna te gaan, of de stroom in de schakeling van fig. 1 werkelijk 0.15 mA bedraagt indien ons metertje volle uitslag vertoont. Voor spanningsmetingen is nu de totale meterweerstand 6666 Ω/V , voor 't 2.5 V bereik wordt dit dus $2.5 \times 6666 \Omega = 16665 \Omega$. De serie-

parallelschakeling van $R_m + R_1$ en R_2 ver-
tegenwoordigt reeds 800Ω , zodat $R_4 =$
 $16666 \Omega - 800 \Omega = 15866 \Omega$. Op dezelfde ma-
nier worden de overige voorschakelwee-
standen R_6 t/m R_{10} berekend.

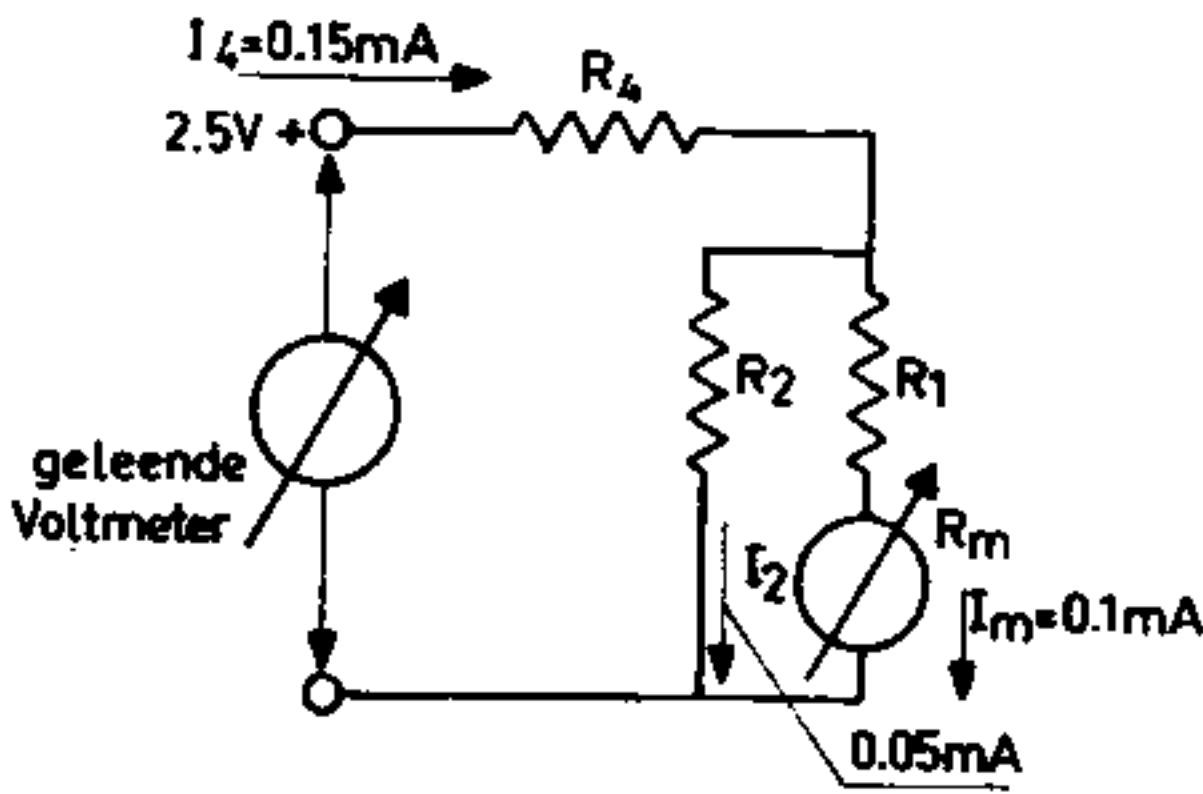


Fig. 1

Wisselspanningbereik

Voor het wisselspanningbereik nemen we
ook weer de waarde van $0,15 \text{ mA}$ voor volle
wijzeruitslag als basis. Het draaispoelsysteem
wijst de gemiddelde waarde aan van de pu-
serende gelijkstroom I_g , welke door de ge-
lijkrichtcel C wordt geleverd. Dat is dus $0,9$
maal de effectieve waarde van de wissel-
stroom I_w , die door de meetcel vloeit. Nu
meet men steeds de effectieve waarde van
de wisselstroom en -spanning, dus in fig. 2
moet voor volle wijzeruitslag I_w gelijk zijn
aan $0,15 \text{ mA}$. Dan moet dus $I_g = 0,9 \times 0,15$
 $\text{mA} = 0,135 \text{ mA}$ zijn. Door het metersysteem
en R_1 vloeit bij volle uitslag $I_m = 0,1 \text{ mA}$,
zodat de resterende $0,035 \text{ mA}$ door R_3 wordt

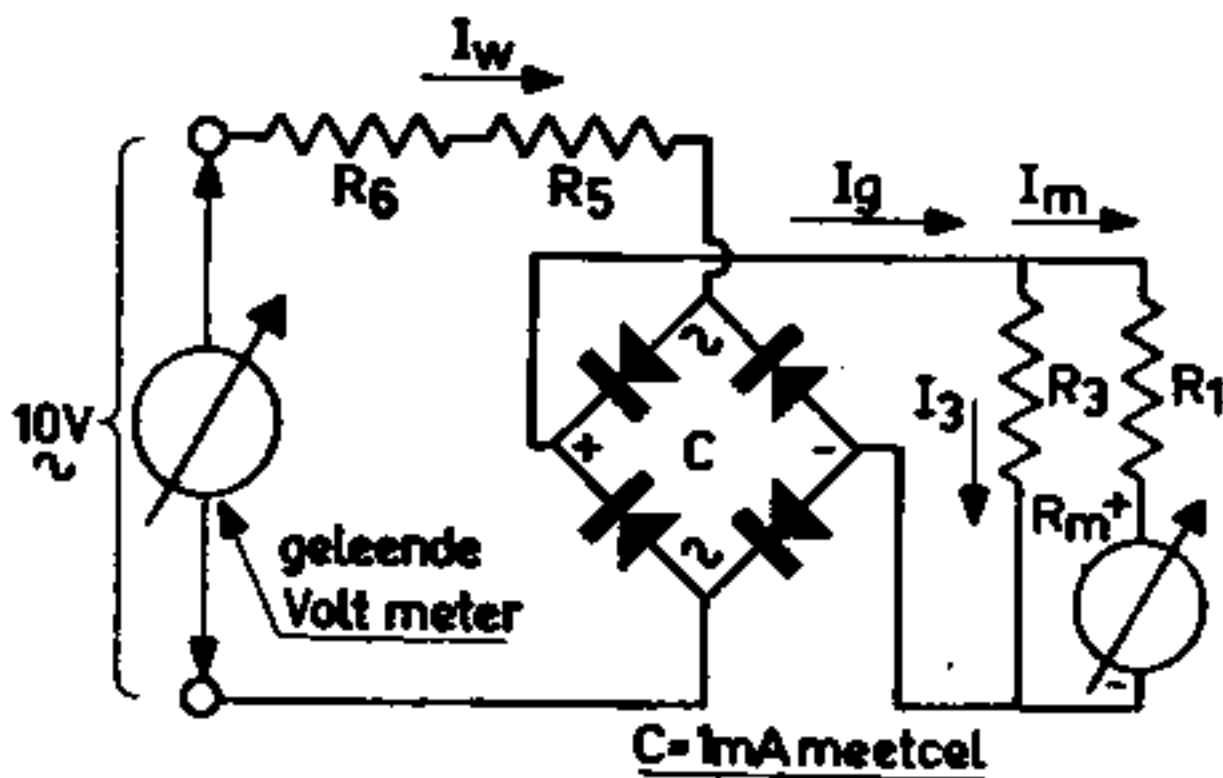


Fig. 2

afgevoerd, welke weerstand hier dus in de
plaats komt van R_2 , welke bij gelijkspan-
ningmetingen wordt ingeschakeld. $R_3 =$
 $0,1$

$$\frac{0,1}{0,035} \times (R_m + R_1) = 3428,5 \Omega. \text{ Voordat } R_3$$

definitief wordt gemonteerd controleren
resp. corrigeren we zijn juiste waarde op
dezelfde wijze, als dit met R_2 is gedaan, maar
nu moet de totale stroom $0,135 \text{ mA}$ zijn.

In fig. 2 heeft R_5 dezelfde functie als R_4
in fig. 1, maar de waarde van eerstgenoem-
de moet in dit geval experimenteel worden
bepaald, omdat de nooit precies bekende —
en bovendien nog met temperatuur en
stroomdoorgang variërende weerstand van de
meetcel er mee in serie staat. Die variëren-
de celweerstand is tevens oorzaak van het
niet lineaire schaalverloop voor lage span-
ningsbereiken, vandaar is in dit ontwerp ook
geen $2,5 \text{ V}$ wisselspanningbereik toegepast.
Zodra grote voorschakelweerstand met de
cel in serie staan is de procentuele weer-
standsvariatie van het geheel te verwaarlo-
zen, zodat voor de hogere meetbereiken de
normale meterschaal voldoende nauwkeurig

is. Voor het 10 V wisselspanningsbereik moet
men echter een afzonderlijke schaalverdeling
aangebrenge of een ijktabel dan wel ijkkrom-
me gebruiken. In ons geval vonden we voor
 R_5 een waarde van ca. 11620Ω . Men bepaalt
de vereiste waarde, door aan de 10 V aan-
sluiting van de UN-26 10 V wisselspanning
toe te voeren, — te controleren met paral-
lel geschakelde (geleende) voltmeter — waar-
na R_5 wordt ingesteld voor volle uitslag van
het instrument. De hogere bereiken kloppen
dan automatisch.

Gelijkstroombereiken

Voor het meten van gelijkstroom is een
universeelshunt toegepast, bestaande uit
 R_{11} 12 - 13 (fig. 3). De totale weerstand be-
rekenen we uit de betrekking

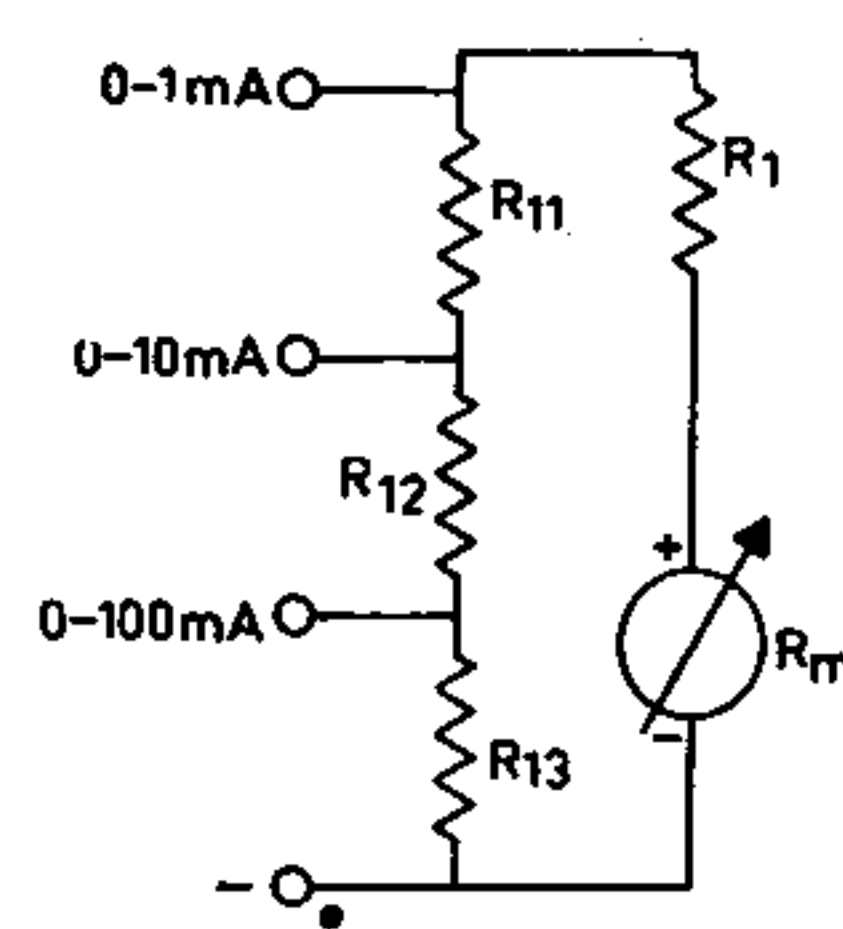


Fig. 3

$$R_s = \frac{R_m + R_1}{\frac{I_t}{I_m} - 1}$$

waarin

I_t = stroom-
sterkte voor 't
kleinste bereik.

I_m = meter-
stroom bij volle
uitslag.

$R_m + R_1$ =
meterwee-
stand.

$$R_s = R_{11} + R_{12} + R_{13}$$

Voor een kleinste bereik van 1 mA vinden
we $R_s = \frac{1200}{1/0,1 - 1} \Omega = 133,33 \Omega$. Verder

geldt, dat voor een n maal groter stroom-
bereik de universeelshunt op $1/n$ gedeelte
van zijn totale weerstand moet worden af-
getakt. Voor het 10 mA bereik is in ons ge-
val $n = 10$, zodat $R_{12} + R_{13} = 0,1 R_s =$
 $13,33 \Omega$. Voor het 100 mA bereik wordt dan
 $R_{13} = 0,01 R_s = 1,33 \Omega$. R_{12} moet dus
 $13,33 \Omega - 1,33 \Omega = 12 \Omega$ zijn; R_{11} wordt
 $133,33 \Omega - 13,33 \Omega = 120 \Omega$.

Deze weerstanden moeten ieder afzonderlijk

zo nauwkeurig
mogelijk de bere-
kende waarde be-
zitten. Dit kun-
nen we controle-
ren door tijdelijk
de schakeling van
fig. 4 op te zet-
ten. Voor $R_{11} =$
 120Ω en $R_1 + R_m$
 $= 1200 \Omega$ verhou-
den I_m en I_{11}
zich als $1 : 10$, bij
volle uitslag is
 $I_m = 0,1 \text{ mA}$, dus

$I_{11} = 1 \text{ mA}$ en de door de geleende meter
aangewezen totale stroom moet dus $1,1 \text{ mA}$
zijn. Vervangen we in fig. 4 R_{11} door R_{12} ,
dan moet de totale stroom $10,1 \text{ mA}$ zijn voor
volle uitslag van ons draaispoelsysteem. Ne-
men we voor R_{11} en R_{12} normale handels-
weerstand die iets boven de nominale
waarde uitvallen, dan is door parallelscha-
keling van een of meer weerstanden van
aanmerkelijk grotere waarde de vereiste
weerstand gemakkelijk te verwezenlijken.

Als laatste wordt R_{13} afgeregeld. Deze
weerstand maken we van een stukje weer-
standdraad, dat op de juiste lengte wordt
gebracht door het op te nemen in de defi-
nitieve schakeling (fig. 3). In serie met de
hulpmeter wordt precies 100 mA naar het

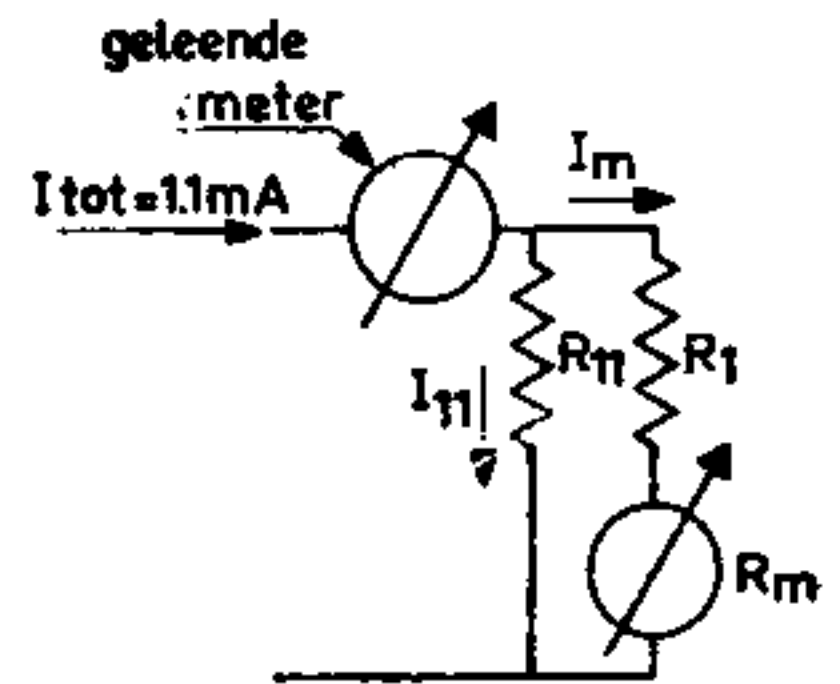


Fig. 4

100 mA aansluitbusje gevoerd en R13 wordt zo afgesteld, dat ons instrument vol uitslaat. Houdt er rekening mede, dat tijdens solderen aan R13 de verschillende metaalsoorten een thermo element vormen, zodat hij verhitting van de las de opgewekte thermo EMK

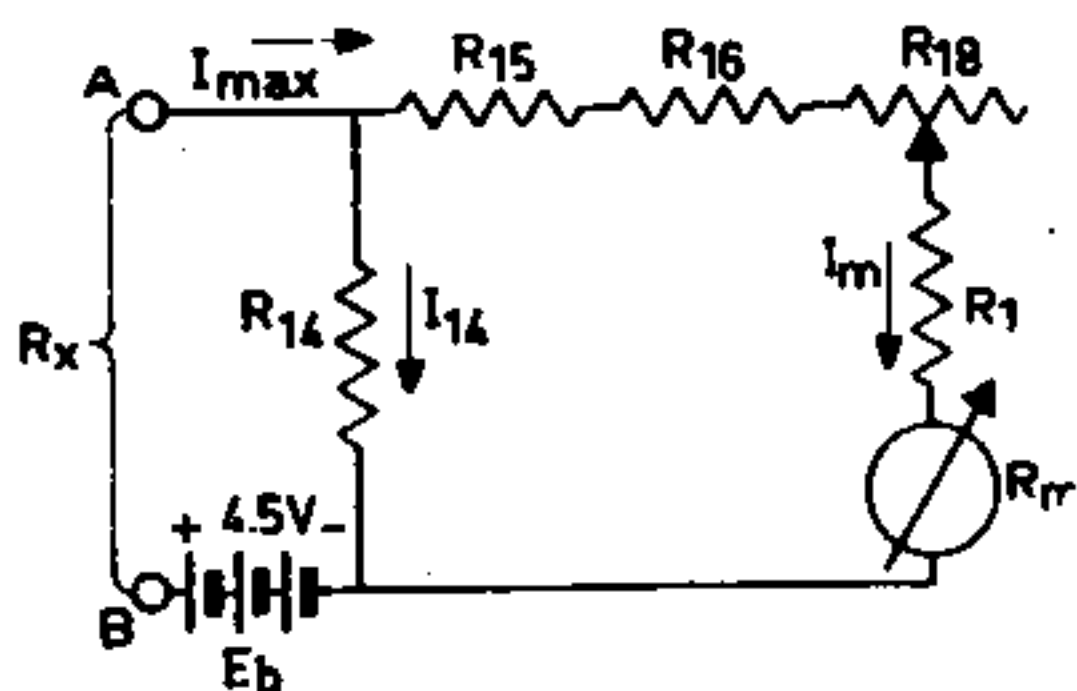


Fig. 5

de meter een misleidende uitslag geeft. Wacht dus met de laatste controle totdat alles volledig is afgekoeld.

Weerstandbereiken

Wij kozen voor weerstandmeting twee bereiken, nl. 0...10 kΩ en 0...1 MΩ, waarbij de midden-schaalwaarden respectievelijk 250 Ω en 25 kΩ zijn. Fig. 5 geeft de schakeling van het eerste, fig. 6 die van het tweede bereik. De werking kan men zich als volgt voorstellen. De meter vormt met het weerstanden-netwerk een voltmeter (vgl. figuur 1, R1 is verlengd met R15-16 en R18; R14 neemt de plaats in van R4) die bij volle uitslag 4,5 V aanwijst. We houden echter de aangelegde spanning constant — hier een 4,5 volts batterij — maar schakelen „onbekende voor-schakelweerstanden” tussen A en B. Hoe groter Rx, des te minder slaat de meter uit, deze uitslagen kunnen we iken in ohms. Staat nu de wijzer precies in het midden van de schaal, dan is blijkbaar het „spannings-bereik” verdubbeld en dat betekent, dat de totale weerstand van de „voltmeter” eveneens 2 × zo groot is geworden; m.a.w. de „voorschakelweerstand” Rx is dan gelijk aan de meterweerstand. Beschouwen we de schakeling nu verder weer als ohm-meter, dan volgt hieruit, dat de vervangingsweerstand Rv, gevormd door R14, parallel aan de overige in serie geschakelde weerstanden, gelijk moet zijn aan de midden-schaalwaarde voor Rx. In fig. 5 vinden we voor Rv = 250 Ω (10 kΩ bereik) en Eb = 4,5 V, dat Imax = Eb/Rv = 18 mA. Door de metertak vloeit dan 0,1 mA, zodat R14 18 mA - 0,1 mA = 17,9 mA

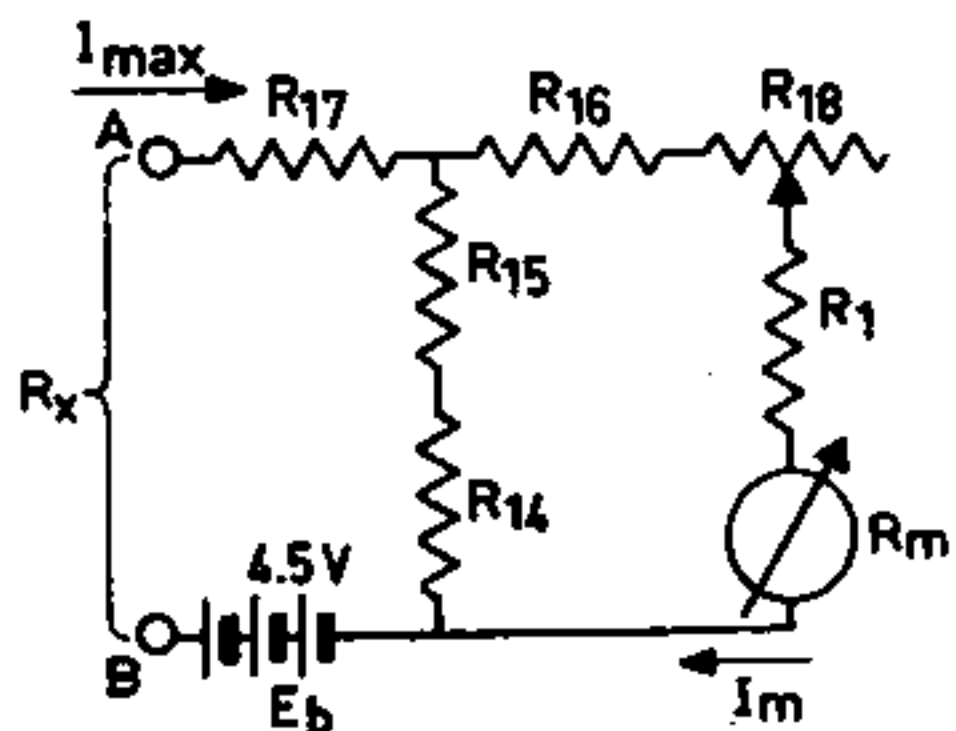


Fig. 6

voor zijn rekening moet nemen. Met kortgesloten klemmen A en B (Rx = 0) staat dan de volle 4,5 V (= 4500 mV) over R14, zodat zijn waarde moet zijn: 4500/17,9 Ω = 250,13 Ω. Door de metertak vloeit slechts 0,1 mA, zodat zijn totale weerstand gelijk moet zijn aan 4,5/0,1 kΩ = 45 kΩ. Rm + R1 was reeds bepaald op 1200 Ω, voor R18 kozen we een

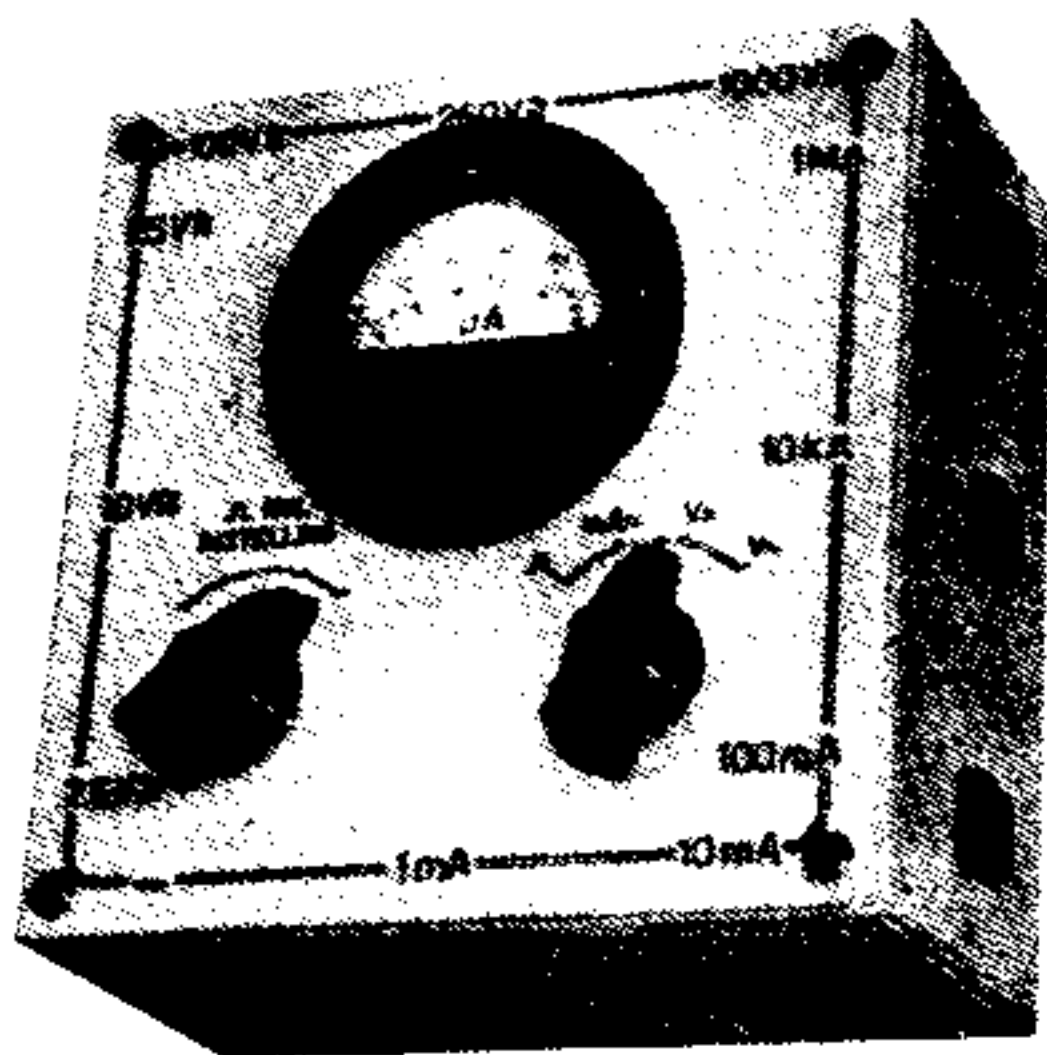
potentiometer van 10 kΩ (deze dient om spanningsdaling van de batterij te compenseren), zodat voor R15 en R16 samen 33800 Ω overblijft.

Voor de berekening van het tweede bereik stappen we over op fig. 6. De midden-schaalwaarde is hier 25 kΩ; dus nu is Imax = 4,5/25 = 0,18 mA. De tak R14-15 moet nu 0,18 mA - 0,1 mA = 0,08 mA consumeren en dus behoort zijn weerstand 0,1/0,08 = 1,25 maal zo groot te zijn als die van de metertak. De som van al deze weerstanden is bekend, nl. 45000 ohm + 250 ohm = 45250 ohm,

$$\text{zodat we vinden: } R_{14} + R_{15} = \frac{45250}{1,25 + 1} \times$$

$\frac{1,25}{1,25 + 1}$
 $45250 \Omega = 25139 \Omega$. Van dit bedrag trekken we de 250 Ω van R14 af, zodat we voor R15 24889 Ω vinden. Nu R15 bekend is, kunnen we ook R16 uitrekenen, want we wisten reeds, dat R15 + R16 = 33800 Ω moet zijn. Dit bedrag verminderd met de weerstand van R15 levert op: R16 = 8911 Ω. In de praktijk verdient het aanbeveling R16 wat groter te nemen, bv. max. 10 kΩ, dan kan R18 iets worden teruggedraaid, zodat we enige reserve hebben ingeval een verse batterij wat meer dan 4,5 V levert.

Nu rest ons nog de berekening van R17, welke dient om de totale weerstand van de



schakeling op 25 kΩ te brengen (midden-schaalwaarde). R14 + R15 = 25 kΩ (afgerond) parallel aan de metertak ad 20,1 kΩ geeft een vervangingswaarde.

$$R_v = \frac{25 \times 20,1}{25 + 20,1} \text{ k}\Omega = 16,1 \text{ k}\Omega$$

R17 wordt dus 25 kΩ - 11,14 kΩ = 13,86 kΩ.

Constructie

Wanneer we de afzonderlijk besproken schakelingen tot een geheel samenvoegen ontstaat het complete schema van de Unimeter, zoals afgebeeld in fig. 7. Bij de praktische uitvoering hiervan in een kastje, bestaande uit Uniframe eenheden, gaan we als volgt te werk.

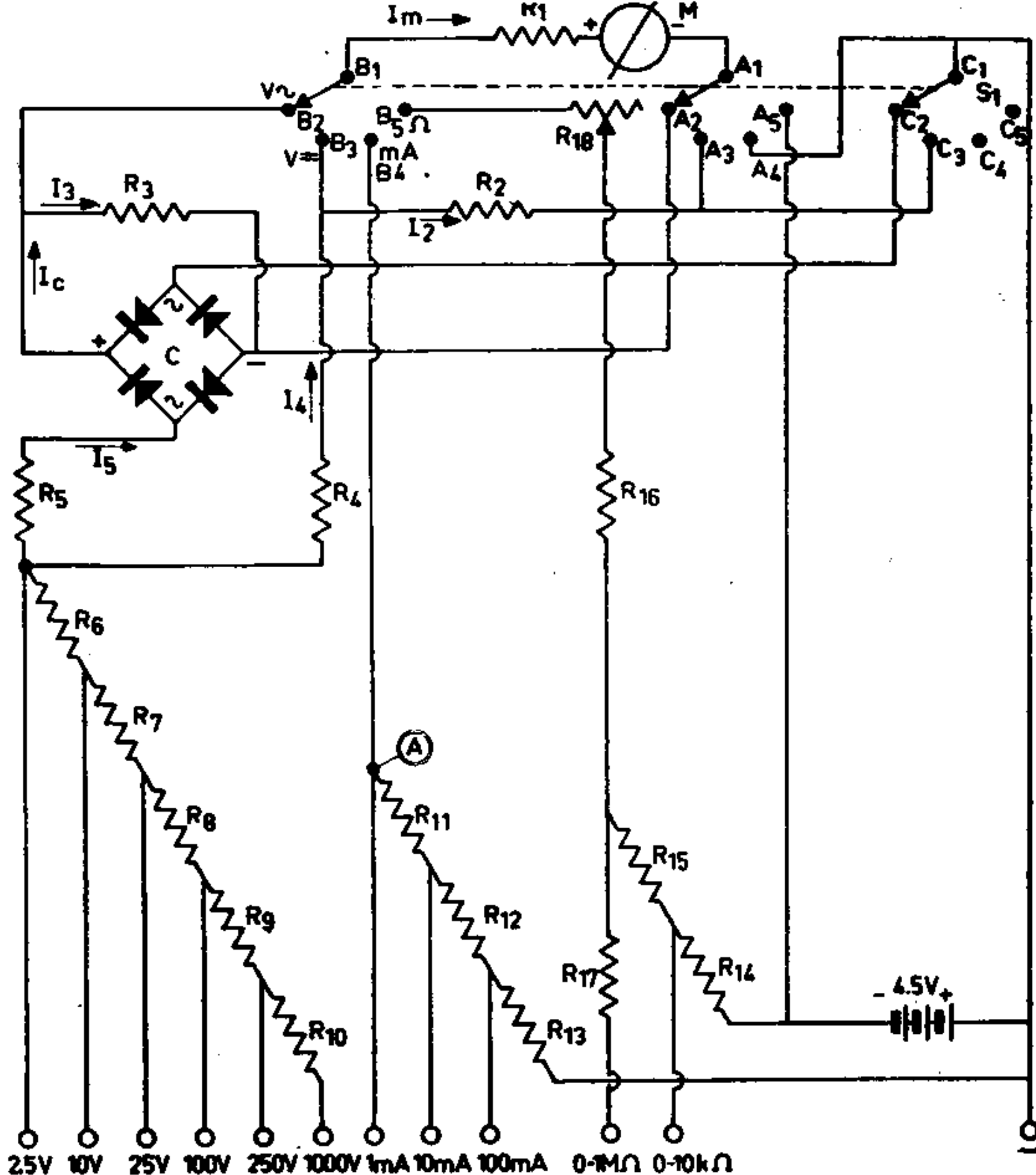
Eerst wordt de bovenplaat (UF 005) van gaten voorzien en zover mogelijk afgemonteerd, inclusief de bedrading en de weerstanden R1 t/m R5 alsmede R16. Nu worden de zijwanden (4 × UF 003) aan de bovenplaat bevestigd, nadat in de grote gaten geïsoleerde stekerbuisjes zijn vastgeschroefd. Nu kunnen de weerstanden R6 t/m R10 worden gemonteerd, daarna R11-12-13. Als laatsten worden R15 en R17 aangebracht, alsmede de snoertjes naar de 4,5 volts batterij, die m.b.v. een beugeltje op de bodemplaat worden bevestigd. Hierbij is het zaak, dat de bat-

Fig. 7

DE COMPLETE SCHAKELING VAN DE UNI-METER

- M..... 100 μ A draaispoel, R_i ca. 1000 Ω
- C..... 1 mA cel (DVI)
- R1 ca. 200 Ω , zie tekst
- R2 2,4 k Ω
- R3 3,43 k Ω
- R4 15,86 k Ω
- R5 ca. 11,5 k Ω , zie tekst
- R6 50 k Ω
- R7 100 k Ω
- R8 500 k Ω
- R9 1 M Ω
- R10.... 5 M Ω
- R11.... 120 Ω
- R12.... 12 Ω
- R13.... 1,33 Ω , draadw.
- R14.... 250 Ω , 2%
- R15.... 24,8 k Ω , 2%
- R16.... 9,9 à 10 k Ω
- R17.... 8,9 k Ω , 2%
- R18.... 10 k Ω , draadpot. Vitrohm
- S..... 3 x 4 standen-schakelaar Novocon 48.082

Alle weerstanden 1% nauwkeurig, tenzij anders aangegeven — 1 Watt Vitrohm type ABT



10V~SCHAAL

1V~ = 6 μ A
1,5,,, = 12,,
2,,, = 18,,
2,5,,, = 22,,
3,,, = 28,,
3,5,,, = 32,,
4,,, = 38,,
4,5,,, = 42,,
5,,, = 48,,
5,5,,, = 52,,
6,,, = 58,,
6,5,,, = 63,,
7,,, = 68,,
7,5,,, = 73,,
8,,, = 78,,
8,5,,, = 84,,
9,,, = 90,,
9,5,,, = 95,,
10,,, = 102,,

Ω SCHAAL

10 Ω =96,1 μ A
20,,=92,5,,
30,,=89,2,,
40,,=86,2,,
50,,=83,3,,
60,,=80,6,,
70,,=78,1,,
80,,=75,7,,
90,,=73,5,,
100,,=71,4,,
150,,=62,5,,
200,,=55,5,,
250,,=50,,
300,,=45,4,,
400,,=38,4,,
500,,=33,3,,
600,,=29,4,,
700,,=26,3,,
800,,=23,8,,
900,,=21,7,,
1000,,=20,,
1500,,=14,2,,
2000,,=11,1,,
3000,,=7,3,,
4000,,=5,8,,
5000,,=4,7,,
10000,,=2,4,,

VOOR HET 1M Ω BEREIK DEZE WAARDEN 100x NEMEN

terij door tussenlegging van pertinax of ander isolatiemateriaal degelijk van het metalen kastje wordt geïsoleerd, anders dreigen er ongelukken bij het meten van hoge spanningen als gevolg van lekstromen via de permanent met het gemeenschappelijk stekerbuisje verbonden batterij. De bodemplaat kan met zelftappende boutjes worden bevestigd.

IJking

Wanneer men tijdens de bouw de verschillende controlemetingen uitvoert, dan zullen de gelijkspanning en -stroombereiken automatisch kloppen. De nauwkeurigheid van het complete apparaat wordt dan voornamelijk bepaald door het draaispoelsysteem en de constantheid van de gebruikte weerstanden. Het heeft geen zin, normale handelsweerstand met groter nauwkeurigheid dan 1% te nemen, aangezien hun weerstand met de tijd verloopt, waarbij gemakkelijk een afwijking van 1% optreedt. Stelt men grote nauwkeurigheid op prijs, dan moet men uitsluitend speciaal voor meetdoeleinden bestemde precieze weerstanden toepassen.

Voor het 10 V wisselspanningsbereik moet de meter afzonderlijk worden getijkt, m.b.v. een betrouwbare voltmeter. Als stroombron kan bv. dienen de in serie geschakelde 6,3 V en 4 V wikkelingen van een voedingstransformator, waaraan een potentiometer van 10 k Ω parallel geschakeld.

De weerstandbereiken kan men berekenen, in de praktijk krijgt men echter nauwkeuriger resultaat indien men een ijk-kromme tekent, waarvoor de ijkpunten kunnen worden verkregen door een aantal nauwkeurig bekende weerstanden aan te sluiten. Desgewenst kan men hiervoor ons MK weerstandbankje in bruikleen krijgen. Men ijkt 't 10 k Ω

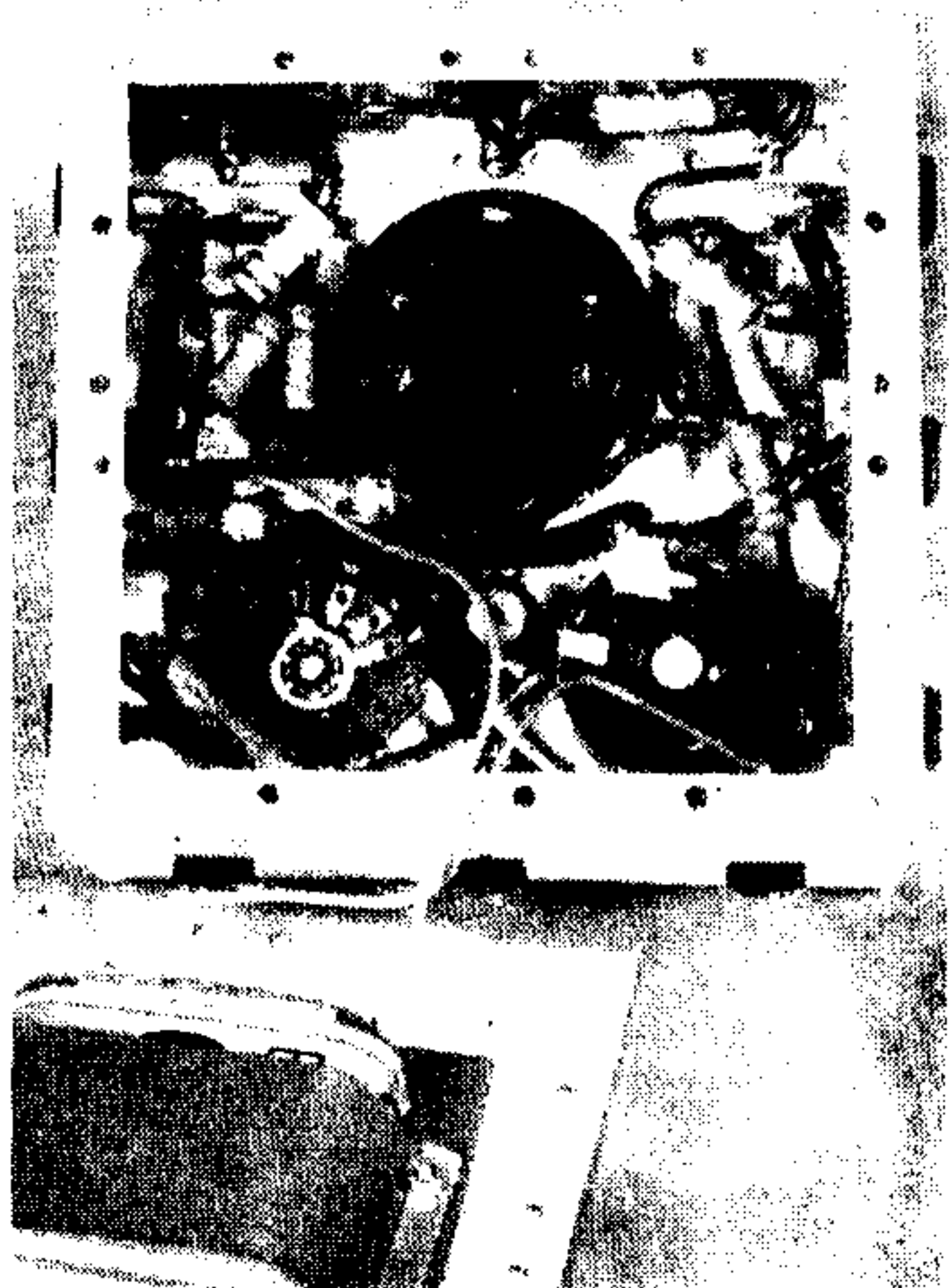
bereik, het 1 M Ω bereik is daarna automatisch kloppend, indien een weerstand van precies 25 k Ω de meter tot (100 \times) 250 Ohm doet uitslaan. Is dit niet het geval, dan moeten R15 en R17 worden gecorrigeerd. Vergeet niet vóór iedere weerstandmeting de meter op volle uitslag in te stellen met kortgesloten meetsnoeren. Bij verse batterijen behoort geen naregeling van R18 nodig te zijn bij overgang van het ene naar het andere bereik. Is dit wel het geval, dan is dit te wijten aan verkeerde waarden voor R15 en R17.

Toepassing van andere meters

Wil men in de Uni-meter een 0...1 mA draaispoelsysteem gebruiken, met inwendige weerstand van ca. 100 Ω , dan moeten alle weerstanden een factor 10 kleiner worden genomen, terwijl een 2 mA meetcel nodig is. De gevoeligheid wordt nu 666 Ω/V en de gelijkstroobereiken worden 0-10-100-1000 mA. De weerstandbereiken lopen dan tot 1 en 100 k Ω . Met een aan/uit schakelaartje in de leiding bij punt A in fig. 7 is dan ook nog een 0...1 mA bereik mogelijk.

Voor een 0,5 mA metertje met ca. 500 Ω weerstand ligt de zaak weer iets anders. Hier kunnen we $I_g = I_w = 0,75$ mA kiezen, hetgeen een gevoeligheid van 1333 Ω/V oplevert. De weerstanden moeten dan de onderstaande waarden hebben. Stroom- en spanningbereiken blijven als bij 0,1 mA systeem, de weerstandbereiken lopen tot 2 resp. 200 k Ω .

Bij gebruik van een 0,5 mA systeem met 500 Ω inwendige weerstand gelden de volgende weerstandwaarden:



R 1(kortgesloten)	R 11....	450	Ω
R 2	R 12....	45	Ω
R 3	R 13....	5	Ω
R 4	R 14....	50,2	Ω
R 5	R 15....	4,9	k Ω
R 6	R 16....	2,6	k Ω
R 7	R 17....	2,7	k Ω
R 8	R 18....	1	k Ω potm.
R 9	C.....	1	mA cel
R 10....		1	M Ω