

OVER DE AVO-METERS

BRAVO VOOR DE AVO-METERS!

Akkoord, dit artikel heeft niets met telegrafie te maken.... Maar het is het allereerste dat ik ooit heb gepubliceerd (in 2001 in het tijdschrift van de voorloper van Retro Radio), vandaar.



Neen, AVO komt niet van bravo, maar van Ampère, Volt en Ohm. Ik gebruik nu al meer dan 40 jaar mijn onverslijtbare AVO-meter model 8 Mk II (foto hierboven). En mede daarom wil ik in dit artikel even ingaan op enkele historische en technische aspecten van deze populaire en oerdegelijke meters. Ze waren gedurende decennia de meest gebruikte (analoge) meetinstrumenten over de ganse wereld. Een zeer groot aantal handige meetbereiken, een hoge graad van nauwkeurigheid, eenvoudig in de bediening en een veiligheid tegen overstroom zijn de bijzonderste eigenschappen van de AVO-meters

1.HISTORIEK

Het was de Schot Donald Macadie, geboren in Edinburgh, die de AVO-meter heeft uitgedacht. Hij heeft zijn hele carrière, van het begin van de jaren 1900 tot zijn pensioenstelling in 1946, gewerkt als ingenieur bij de General Post Office. Daar ontwikkelde hij de AVO-meter, zowat uit frustratie omdat hij altijd meerdere meetapparaten moest meesleuren bij zijn werkzaamheden “te velde”. Hij wou komen tot één enkel, draagbaar meettoestel dat bovendien voldoende robuust zou zijn, zeer bedrijfszeker en daarenboven bestand tegen verkeerd gebruik (“foolproof”). Onder het goedkeurend oog van zijn werkgever, de GPO (de Engelse “PTT”), verkreeg hij in 1922 een licentie voor de commerciële productie ervan. De toestellen werden gefabriceerd door de Automatic Coil Winder and Electrical Equipment Co.

De eerste AVO-meter (1923) was vrij simpel van constructie. Het uitzicht had al verwantschap met de latere modellen die nu nog in omloop zijn: een zwarte behuizing met een schaal met een antiparallax spiegel, afgeschermd door een glazen venster in de vorm van een gekromde hamburgerworst...Nieuw, denk ik, was ook het gebruik van “klik-stop” draaischakelaars zodat het niet meer nodig was om, zoals bij de toenmalige ‘meetbruggen, de meetdraden te herpluggen bij verandering van het meetbereik. Het metertje zelf was een goed gedempt draaispoelinstrument. De gevoeligheid ervan was 12 mA voor een volle schaaluitwijking. De meetbereiken van dit allereerste model waren: 12 / 120 / 600 V-DC; 0,12 / 1,2 / 12 A-DC en 5 kOhms.

De DC AVO-meter (1927) en de Mark II (1931). De eerste AVO-meter werd spoedig heel populair en ondertussen werkte Donald Macadie aan enkele verbeteringen. Het gevolg was de geboorte van de “DC” AVO-meter. Er was nu bv. een zekering ingebouwd en er werd (in 1931) een drukknop $\div 2$ toegevoegd die toeliet om de meetbereiken voor stroom en spanning te verdubbelen. Bij de Mark II werd de gevoeligheid opgedreven naar 6 mA.

De Universal AVO-meter-20 range (1933). Begin de jaren 30 bleek er een nood te bestaan voor een multimeter die ook wisselspanningen zou aankunnen. De “Universal” was het antwoord hierop.

De Universal AVO-meters 34 (1934) en 36 (1935) waren de verbeterde opvolgers en eveneens zeer populair.

De AVO-meter model 7 (1936).



Dit model (zie foto hierboven) werd nog een groter succes. Deze had het uitzicht van de meters die we nu nog wel eens meer tegenkomen (het model 8 in al zijn versies). Mede dank zij een ophanging met een synthetische saffier bereikte hij nu een gevoeligheid van 1mA (volle schaal). Een extra voordeel was de automatische beveiliging die de zekering verving en die reageerde op een bruuske versnelling van de naald in het geval van een verkeerde meetinstelling: een ingenieus systeem! De wisselstroommetingen konden nu tot zowat 10 kHz gebruikt worden. De schalen werden nu ook gedecimaliseerd, zo bvb. 0,01 / 0,1 / 1 / 10 A i.p.v. 0,12 / 1,2 / 12 A. Vanaf de **Mark II** versie werd het ook mogelijk om vermogens en decibels te meten.

AVO-minor modellen (1934 en 1936). Dit waren kleinere toestellen, speciaal ontworpen voor de stijgende markt bij, onder meer, de amateur radioconstructeurs. Ze waren een stuk eenvoudiger van design en mogelijkheden. Zo werden bvb. de draaischakelaars vervangen door het oudere principe van steekbussen. AC metingen waren echter met deze versie niet meer mogelijk.

Model 40 AVO-meter (1940). Dit was een verbetering van het eerder vermeldde model 36. Het had nu onder meer een schaal voor 480 V-AC zodat het ook geschikt was voor metingen in 3-fase netten. Tijdens de oorlogsjaren werden vooral de modellen 7 en 40 evenals de AVO-minors gemaakt. Een groot aantal ervan vond de weg naar de strijdkrachten.

AVO-meters HRM en HRZ (1946). Hierbij werd er gebruik gemaakt van "alnico", een nieuwe legering van aluminium, nikkel en kobalt, voor de constructie van de permanente magneten voor het draaispoel metertje. Een nieuwigheid was ook het toevoegen van een ompoolschakelaar REV.M.C.



De gevoeligheid van de DC metingen werd opgedreven tot 20 kOhm per volt. Er werden echter geen wisselstroom metingen voorzien wat al spoedig leidde tot de design van het model 8.

Model 8 Mark I (1948). Dit model werd meteen nog hoger aangeslagen dan al de vorige, zowel door de industrie als door de amateurs. AC metingen waren nu weer voorhanden en wel met een gevoeligheid van 1kOhm per volt: voor die tijd een hele prestatie. De tolerantie was 2%, elke meter werd individueel met de hand gekalibreerd! Het stroombereik werd opgedreven tot 10A en het beveiligingssysteem van het model 7 werd overgenomen.

Model 7 Mark II en Model 40 Mark II (1956). Deze twee modellen waren verbeterde uitvoeringen van hun voorlopers mede door het gebruik van de nieuwe magnetische materialen. Hun AC gevoeligheid werd opgedreven tot 500 ohm per volt.

Model 8 Mark II, III en IV (1956 –1972).

Het model 8 was voor zijn tijd absolute topklasse. De verdere verbeteringen die werden aangebracht waren vooral geïnspireerd door het gebruik van nieuwe componenten. Zo zat er nu in de Mark II (1956) een thermistor om temperatuurscorrecties aan te brengen en de Mark III (1965) had een betere frequentieweergave door het gepast toevoegen van diodes.

Diodes werden ook toegevoegd in de Mark IV maar hier was het om een beveiliging in te bouwen tegen een verkeerde aansluiting van de polariteit. In 1965 rolde de miljoenste AVO-meter van de band. En in 1968 werd de eerste digitale multimeter geproduceerd...maar dat is een ander verhaal.

Model 9 (1966). Dit model was nogal afwijkend van al zijn voorgangers en kende helemaal geen succes, het werd dan ook snel afgevoerd.

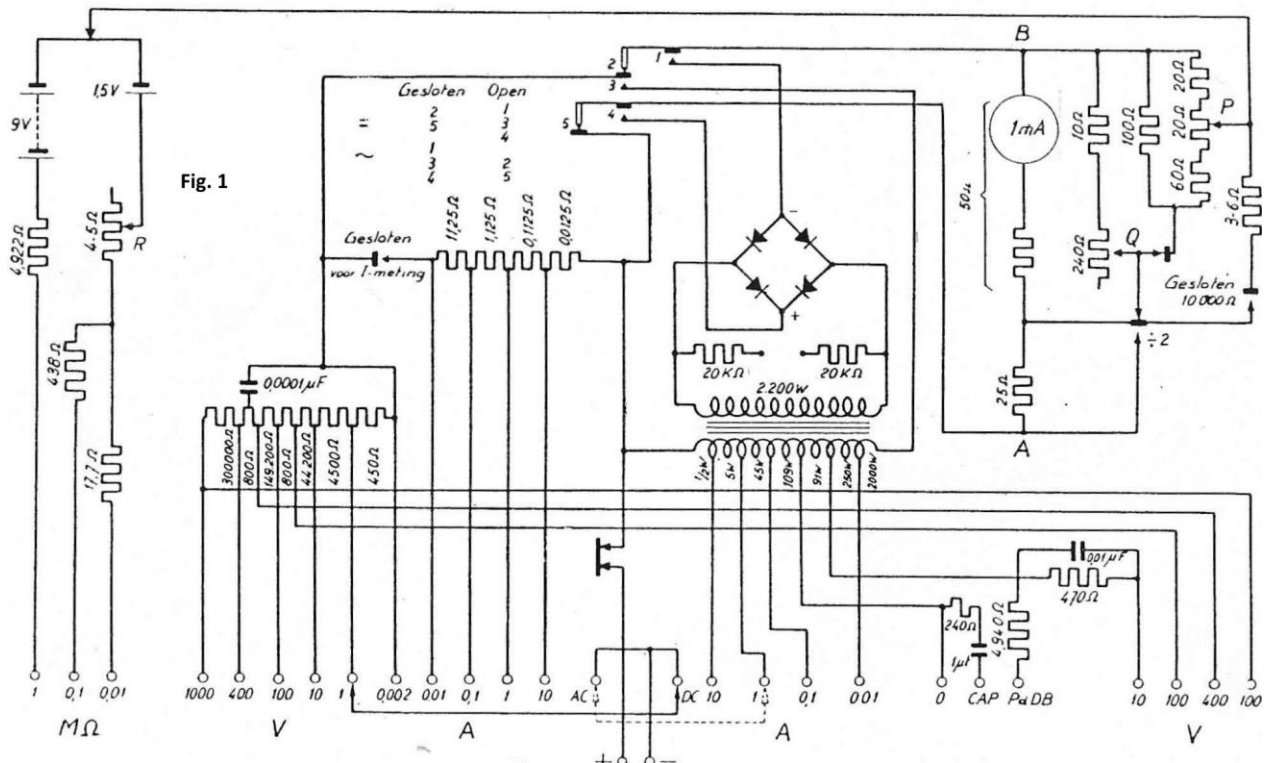
Model 8 Mark V (1972). Hier gaat het om een complete redesign (binnenin), en werden ook meteen de fouten van het model 9 goedge maakt. Alle aspecten werden grondig onder de loep genomen, in de eerste plaats om de productiekosten te drukken en het repareren te vergemakkelijken. Het toestel werd nu modulair opgebouwd waarbij flexibele gedrukte bedradingen voor de interconnecties tussen de modules zorgden. Aan de voorzijde werden de twee grote bedieningsknoppen gewijzigd zodat het toestel nu ook zou kunnen bediend worden door een operator met handschoenen aan ...

Model 8 Mark VI (1984) en Mark VII (1992). De gevoeligheid is nu, zoals al bij de Mark IV trouwens, 20 kOhm per volt bij DC en 2 kOhm per volt bij AC. De 3kV aansluitbus (bovenaan) is nu verdwenen maar anderzijds is er nu een 100 mV DC bereik en staan er zekeringen op alle meetbereiken.



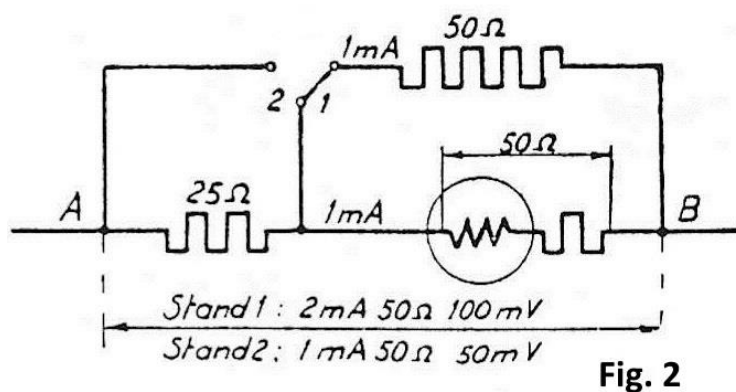
2. EEN KLEIN BROKJE SCHEMA-ANALYSE

Ik baseer mij op het schema van het meer eenvoudige Model 7 (fig.1); de “theorie” gaat natuurlijk ook op voor de andere modellen.



a) Algemeen.

De draaispoelmeter heeft, zoals hoger beschreven, een meetbereik (ingesteld door een magnetische shunt) van 1 mA en een totale weerstand van 50 Ω, met hierin de noodzakelijke constantaan serieweerstand inbegrepen. De eigenlijke meterschakeling is volgens fig.2.

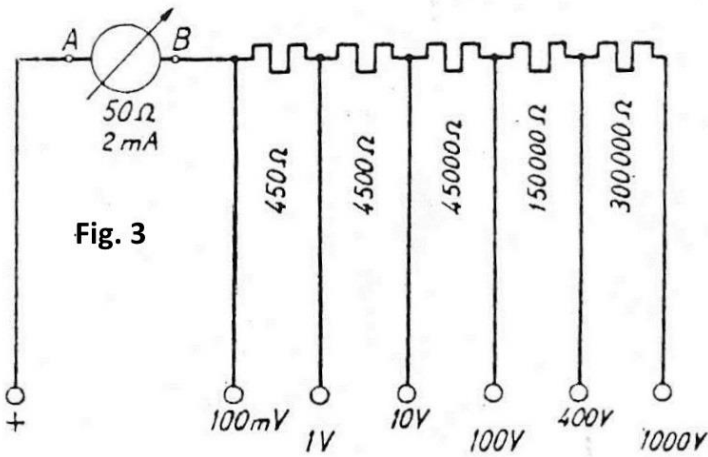


Het toestel is voorzien van een drukknop, gemerkt $\div 2$, die normaal in stand 1 staat zodat in dit geval een parallelweerstand van 50 Ω en een serieweerstand van 25 Ω op het toestel worden geschakeld. De metergegevens zijn dan 2 mA / 50 Ω / 100 mV. Wordt de drukknop ingedruwd, dan komt de schakelaar in stand 2, waarbij de parallelweerstand onderbroken en de serieweerstand kortgesloten wordt. De metergegevens zijn nu: 1 mA / 50 Ω / 50 mV.

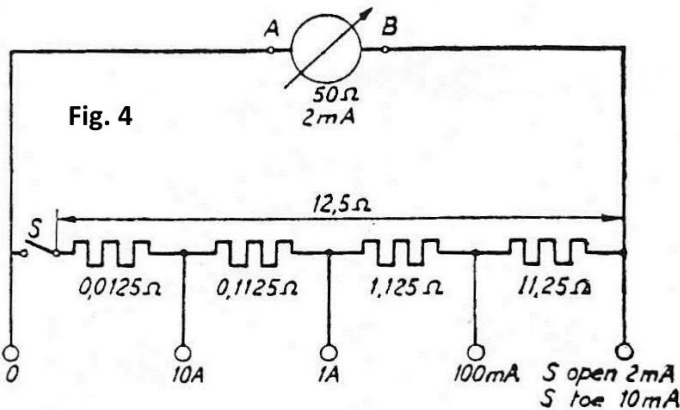
Men bereikt dus een dubbele gevoeligheid voor een gelijkblijvende meterweerstand waardoor er op een eenvoudige wijze een verdubbeling ontstaat van de diverse meetbereiken.

b) Gelijkstroom- en spanningsmeting.

Als gelijkspanningsmeter krijgen we de schakeling zoals op fig. 3 te zien is. Men gebruikt gemeenschappelijke voorschakelweerstand, zodanig dat het normale verbruik 2 mA is, wat met 500 Ω/V overeenstemt. Gaat men bvb. op het meetbereik 10 volt staan dan ziet men dat er bij de 50 ohm van het metertje 4950 ohms bijkomen.



Dat geeft een “potentiometerdeling” van $50/5.000 = 100$. Leggen we 10 volt aan dan zal hiervan 1 honderdste = 100mV op de meter komen en dus een volle schaaluitwijking tot gevolg hebben. Als ampèremeter is de schakeling volgens fig. 4. hieronder

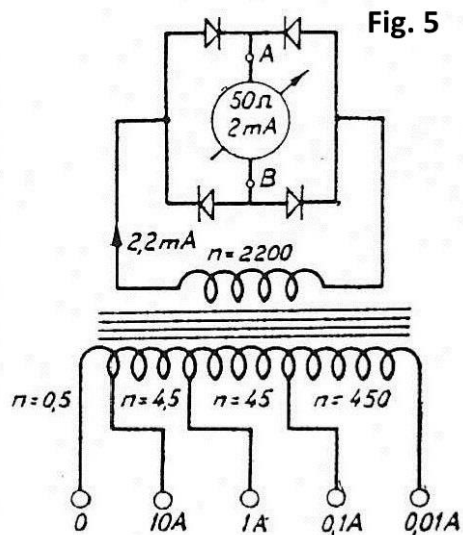


Men heeft een universele shunt die voor het laagste meetbereik = 2 mA onderbroken wordt. Alle bijhorende waarden van de meetbereiken zijn op het schema aangegeven. Men bekomt opnieuw een verdubbelde uitslag bij elk meetbereik door het indrukken van de knop “÷2”.

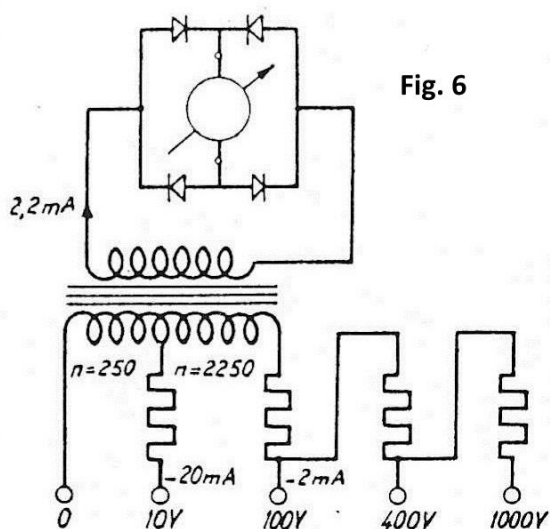
Nemen we als voorbeeld de stand 1A. Dan komen er twee weerstanden van resp. 11,25 en 1,125 ohm in serie te staan met het metertje van 50 ohm of samen 62,375 ohm. De shunt bestaat dan uit de serieweerstanden (schakelaar S is gesloten) 0,0125 en 0,1125 of samen 0,125 ohm. Nu is de verhouding 0,125 op 62,375 gelijk aan 1 op 499. Een stroom van 1A zal zich omgekeerd evenredig door deze weerstanden verdelen. Voor 1A geeft dit 998 mA door de shunt en 2mA door het metertje of dus een volle uitslag.

c) Wisselstroom- en spanningsmeting

Als stroommeter is de schakeling zoals op de fig. 5 aangegeven. Er is een ingebouwde stroomtransformator van klein vermogen voorzien. Voor elk primair meetbereik is de secundaire stroom 2,2 mA eff. en krijgt de meter de volle uitslag, daar in dit geval de gemiddelde secundaire stroom 2 mA bedraagt. Het primaire aantal ampèrewindingen = 5 en de bijhorende windingsgetallen voor elk meetbereik zijn eveneens aangegeven. De vormfactor 1,1 is hier in de transformatieverhouding ingewerkt. De meterschaal en de bereiken zijn dezelfde als voor gelijkstroom.



De fig.6 geeft de schakeling als spanningsmeter. Opnieuw doet de stroomtransformator dienst, die hiervoor van een aparte wikkeling is voorzien. Opnieuw 5 AW voor de primaire en een stroomverbruik van 20 mA voor het 10 V-bereik. Vanaf het 100 V-bereik is het stroomverbruik 2 mA (10 maal meer windingen). De voorschakelweerstandens zorgen ervoor dat de primaire stroom steeds met de aangelegde spanning evenredig is, zodat ook hier de schaalverdeling evenredig blijft.



d) Ohmmeting met meetbereiken: 10.000, 100.000 en 1 megohm.

Het schema hiervoor vindt men in de fig.7. Het is een ohmmeter met serieopstelling, waarbij de metergevoeligheid vermindert door het bijplaatsen van weerstanden.

Voor het meetbereik 100.000 ohm bv. is de metergevoeligheid teruggebracht tot 15 μA . De totale weerstand van het apparaat bedraagt in deze stand 500 ohm. Legt men nu een externe weerstand aan van 100.000 ohm dan zal de stroom, geleverd door de interne batterij van 1,5 volt gedeeld door 100.500 ohm = 14,925 μA bedragen (wat goed in de 2% tolerantie valt). Voor de 1Mohm metingen wordt een batterij van 9 Volt gebruikt.

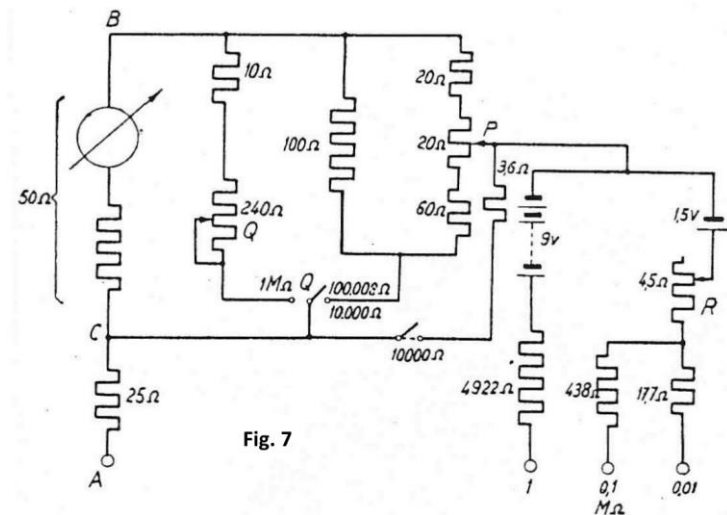


Fig. 7

3. NABESCHOUWINGEN.

- De geschiedenis van de AVOMeter is een mooi voorbeeld van een opeenvolging van belangrijke fases: uitvinding, commercialisering, aanvaarding door de markt, verbetering, massaproductie, aanpassing aan nieuwe technologieën, strijd met de concurrentie, consolidatie .. om tenslotte toch te moeten verdwijnen.
- Model 8 wordt vandaag nog altijd her en der gebruikt. AVO heeft, zoals hoger vermeld, na de besproken analoge meters nog een gamma digitale modellen uitgebracht. Ikzelf gebruik nog graag mijn model 8 mark II, vooral wanneer het om veranderlijke meetwaarden gaat. De verandering van uitwijking van de naald in de tijd is toch nog vaak meer zeggend dan wat flitsende cijfers op een digitaal schermje.
- Misschien zet het artikel iemand aan tot het opbouwen van een AVO verzameling. Het zou me trouwens niet verwonderen dat die al bestaat...
- Heeft er trouwens iemand het zeldzame model 9? En het allereerste model (te herkennen doordat het geen afgeronde hoeken heeft)?

BIBLIOGRAFIE

- The Model '8x' AVOMeter; AVO Ltd.
- Operating Instructions AVOMeter Models 8 and 8x Mk 3; AVO Ltd.
- Operating Instructions AVOMeter Model 8 Mk 4; AVO Ltd. 1969
- Elektrische Meetinstrumenten; L. Van Riebecke
- SIS Bulletin N° 37
- En met dank aan Denis Asseman (+)