



15 NOVEMBER 1964

De dienstkringleiders bezitten al jaar en dag een „Meg”-meter, waarmee de isolatieweerstand van de lokale kabels kan worden bepaald.

Van de „Bridge-Meg” was er maar één per district, later per sectie; hiermede kon ook de plaats van een isolatiefout worden bepaald.

Voor het keuren van kabellassen dient het meten van de isolatieweerstand met een spanning van 500 V te geschieden, hetwelk met de Bridge-Meg mogelijk is. Nu het kabelleggen aan de orde van de dag is en — door het gebruik van graafmachines — het aantal kabelstoringen regelmatig toeneemt, is er wellicht in elke dienstkring al wel een Bridge-Meg aanwezig.

De sectorchefs waren op dit gebied veel minder bedeed. Ze waren slechts in het bezit van een „Multavimeter”, waarmee spanningen en stromen kunnen worden gemeten. Jaren geleden beschikte men in de grootste telefooncentrales nog wel eens over een „Nadir-meter”, een weerstandsmeter volgens de brug van Wheatstone, maar ook deze ziet men al lang niet meer.

Dat men een weerstand gaat bepalen met behulp van twee Multavimeters, waarvan de een als voltmeter en de andere als ampèremeter wordt gebruikt, kan gerust naar het rijk der fabelen worden verwezen. Het is een mooi onderwerp voor de cursus, om de leerlingen het principe van het meten volgens de wet van Ohm te leren, maar in de praktijk wordt dit niet zo gedaan. Er is teveel bij te rekenen en als de weerstanden en het stroomverbruik van deze meters niet bekend zijn, dan is het zelfs onmogelijk.

Omdat het voor het nagaan van een storingsoorzaak dikwijls nodig is, dat men de waarde van een weerstand of van een relaisspoel moet kunnen meten, is aan de sectorchefs thans de „AVOMETER” ter beschikking gesteld. Deze is zonder meer geschikt voor het meten van:

a. gelijkspanningen

meetbereiken: 2,5 V, 10 V, 25 V, 100 V, 250 V, 500 V, 1000 V en zelfs tot 2500 V.

b. gelijkstromen

meetbereiken: 50 μ A, 250 μ A, 1 mA, 10 mA, 100 mA, 1 A en 10 A.

c. wisselspanningen

meetbereiken: 2,5 V, 10 V, 25 V, 100 V, 250 V, 1000 V en 2500 V.

d. wisselstromen

meetbereiken: 100 mA, 1 A, 2,5 A en 10 A.

e. weerstanden

meetbereiken: 0 – 2000 Ω , 0 – 200.000 Ω en 0 – 20 M Ω .

Met behulp van een voorschakelapparaat kan het meetbereik ook nog 0– 2,5 Ω gemaakt worden en bij toepassing van een uitwendige batterij nog van 0 – 200 M Ω .

Ned. Ver. v. Historie v/d Radio



Tenslotte is er nog een mogelijkheid tot het meten van demping van -15 dB tot $+15$ dB.

Nu we zover zijn zal het er wel van komen, dat voor het A-3 onderzoek grondige kennis van de Multavimeter en de Bridge-Meg wordt gevraagd, alsmede het kunnen meten daarmee (behalve plaatsbepaling van een aardfout; dat is voor B 4) en voor B 3 idem van en met de Multavimeter en de Avometer.

In verband met dit laatste lijkt het ons gewenst, deze meter eens aan een nauwkeurige beschouwing te onderwerpen en de werking ervan te beschrijven; over de Bridge-Meg is reeds veel geschreven en deze staat ook vermeld in deel I van de VEV.

§ 1. Algemeen.

Uit de hierboven geschetste mogelijkheid een groot aantal meetbereiken te kunnen instellen blijkt, dat men nauwkeurige metingen kan verrichten, door het meest geëigende meetbereik te kiezen.

Voor het aflezen van stromen en spanningen zijn er twee duidelijke schaalverdelingen, resp. van $0 - 100$ en van $0 - 25$ (figuur 1, zie foto op de frontpagina), zodat men — al naar gelang van het gestelde meetbereik — op de bijpassende schaal kan aflezen. Onder de schaal is een spiegel aangebracht, zodat men loodrecht boven de mesvormige wijzer kijkende, de zuivere waarde kan bepalen.

Er zijn twee geïsoleerde meetsnoeren bijgeleverd, waarvan de einden als meetstift of als klem kunnen worden gebruikt. Deze kunnen worden aangebracht zonder blanke delen te behoeven aan te raken.

Hoewel de aansluitklemmen duidelijk met $+$ en $-$ zijn gemerkt, kan het toch nog voorkomen, dat men bij gelijkstroom de aansluiting verkeerd maakt.

Teneinde in dat geval de draden niet behoeven te verplaatsen, is er een omschakelaar voor de draaispoel aangebracht; deze zal echter niet dikwijls worden gebruikt. Beter is het, de meter goed aan te sluiten.

Voor de beveiliging van het meetsysteem tegen te hoge stromen is een automatische schakelaar aangebracht, welke de stroom bij overbelasting uitschakelt. Mocht dit geval zich voordoen, dan zal men de oorzaak ervan eerst nagaan of de meter uitschakelen, alvorens de uitgesprongen knop weer in te drukken.

Alle metingen — behalve die bij het meetbereik van 2500 V — kunnen worden gedaan op de beide aansluitklemmen onder aan het instrument. Door middel van twee schakelaars kunnen alle meetbereiken worden ingesteld; de linker draaischakelaar gemerkt „DC RANGES” voor de gelijkstroommetingen en de rechter, gemerkt „AC & Ω RANGES” voor de wisselstroom- en weerstandsmetingen. Bij vervoer van de motor dienen deze schakelaars respectievelijk op $50 \mu\text{A}$ en $2,5$ V te worden gesteld.

Zoals we op de cursus bij het vak „Meetinstrumenten” hebben geleerd, meet men spanningen en stromen het zuiverst op het einde van de schaal; bij weerstandsmetingen is dit in het midden van de schaal het geval.

Omdat over het algemeen vaker spanningen dan stromen worden gemeten, is de variatie in de meetbereiken voor spanningsmetingen het grootst genomen. Daar de meter in horizontale stand is geijkt, dient hij ook in deze stand te worden gebruikt.

Zoals we later zullen zien, wordt bij weerstandsmetingen het principe toegepast van een als ohmmeter geijkte volt/ampèremeter; er is daarvoor een ohm-schaalverdeling aangegeven. De daarbij te gebruiken batterij is in het instrument opgenomen. Aangezien deze elementen op de duur aan spanning kunnen verliezen, zal de meter bij kortsluiting van de klemmen wel eens niet vol, d.w.z. tot 0 ohm kunnen uitslaan. Voor elk van de 3 meetbereiken is een regelknopje aangebracht, om de wijzer in dat geval toch op 0 te kunnen stellen.

De volgende graden van nauwkeurigheid worden gegarandeerd:

Gelijkspanning: 2 % bij aanwijzingen in de tweede helft van de schaal; in de eerste helft van de schaal 1 % van de waarde van het meetbereik.

Gelijkstroom: 1 % van het meetbereik over de gehele schaal.

Wisselspanning: Tot 250 V 2,25 % van het meetbereik over de gehele schaal (bij wisselstromen van 25 – 2000 Hz).

Stroom: 2,25 % van het meetbereik over de gehele schaal.

§ 2. Het draaispoeltje.

Zoals bij alle draaispoelmeters is het raampje van aluminium, waarop geïsoleerde koperdraad is gewikkeld; een voorschakelweerstand is van constantaan, teneinde de temperatuursinvloeden zo gering mogelijk te houden.

Het raampje draait door middel van twee geharde en hoog-glanzende gepolijste stalen tapeindjes tussen verende conische lagertjes in de luchtspleet tussen twee sterke magneten. Twee fosforbronzen spiraalveertjes zorgen voor de stroomtoevoer en leveren het tegenwerkend koppel.

Het spoeltje heeft slechts 37,5 micro-ampère (μA) nodig voor zijn volle uitslag; met zijn voorschakelweerstand is de totale weerstand 3333 ohm.

Het mesvormig einde van de wijzernaald maakt een zeer nauwkeurige aflezing mogelijk, terwijl het gehele bewegende deel zuiver uitgebalanceerd is en een goede dempende werking heeft, zodat de wijzer snel tot rust komt.

§ 3. Controle op de elementen.

Binnen in de kap, onder de draagband, zijn een 15 V en een 1,5 V batterij aangebracht. Het is gewenst van tijd tot tijd na te gaan, of er misschien electrolyt uitloopt, waardoor het instrument kan worden beschadigd. Dit euvel zal zich in het algemeen kunnen voordoen als de elementen bijna uitgeput zijn.

Wanneer vooraf bekend is, dat de meter gedurende vele maanden niet wordt gebruikt, dan is het aan te raden de elementen eruit te nemen.

Bij het inzetten van de batterijen dient goed op de aangegeven polariteit te worden gelet.

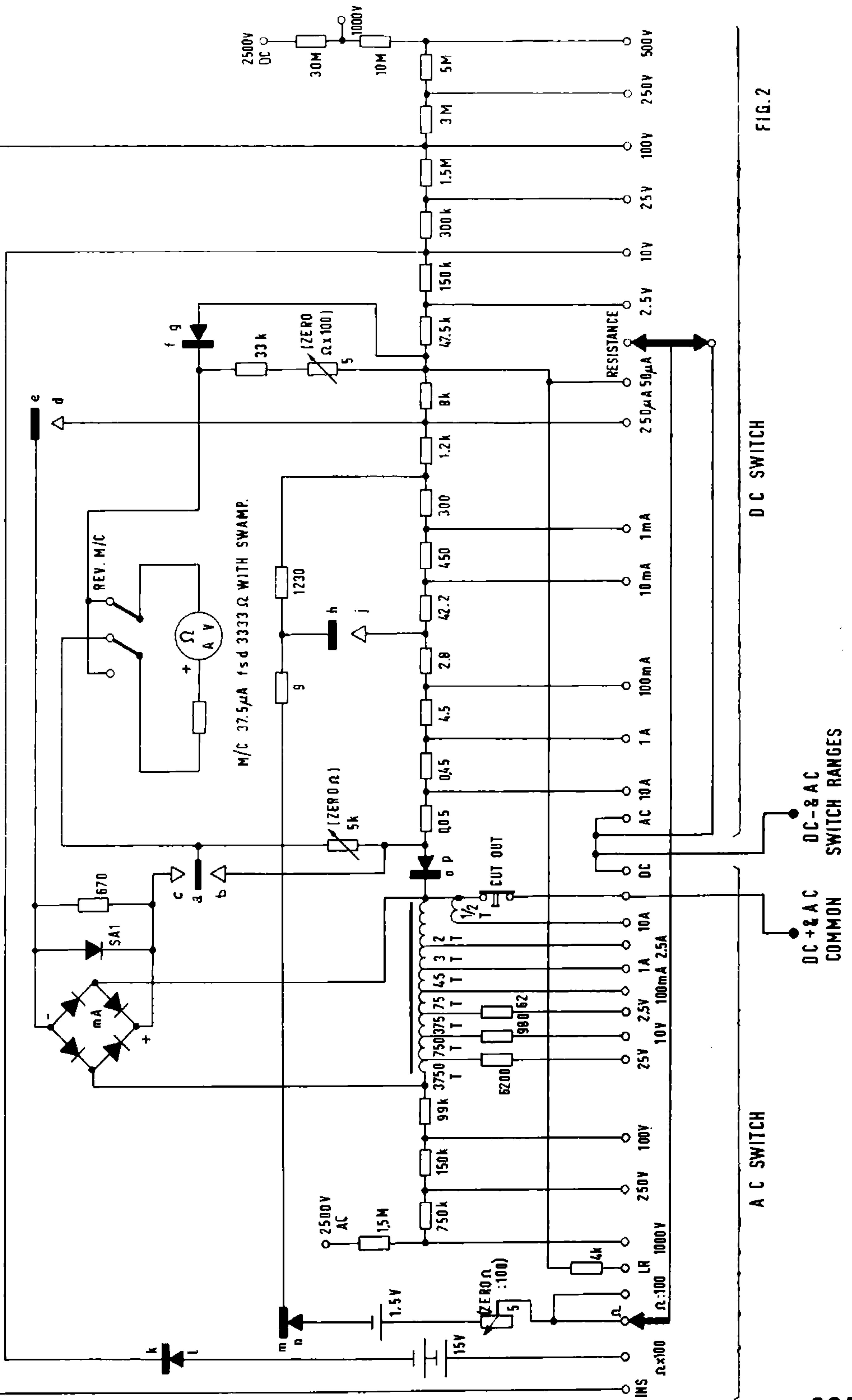


FIG. 2

DC SWITCH

AC SWITCH

DC + & AC COMMON
DC - & AC SWITCH RANGES

Bij twijfel of de elementen nog bruikbaar zijn, kan men de meter instellen op het meetbereik 100 mA gelijkstroom en de batterij, aansluiten op de klemmen. Indien de aanwijzing dan 5 mA of minder is, moet de batterij worden afgekeurd.

§ 4. Beveiliging.

Bij normaal gebruik is de waarde van de te meten stroom of spanning wel ongeveer bekend en stelt men het meetbereik hierop in. Voornamelijk bij experimentele metingen is dit soms niet het geval. Men zal dan goed doen steeds het grootste meetbereik in te stellen en pas wanneer men ziet, dat een geringe uitslag dit nog toelaat, het meetbereik verkleinen. Aangezien de draaischakelaars met máák- voor verbreekcontacten zijn uitgevoerd, kan dit zonder onderbreking van het circuit gebeuren.

Niettemin kan het voorkomen, dat men onverwacht een te grote stroom of spanning op de meter krijgt. Daartoe is juist voorbij het einde van de maximale uitslag een remcontact aangebracht, waar de wijzer dan tegenaan komt en waardoor de veiligheidsschakelaar uitspringt; een dergelijk contact bevindt zich ook vóór het 0-punt, zodat bij een stroomstoot in de verkeerde richting de veiligheid ook werkt.

Deze beveiliging functioneert vanzelfsprekend tot een bepaalde grens; een veel te grote overbelasting kan de meter toch wel vernielen.

Tengevolge van mechanische schokken kan de drukschakelaar ook uitspringen; deze dient steeds te worden ingedrukt, terwijl de meter horizontaal ligt.

WAARSCHUWING. Bij gebruik van het meetinstrumenten in apparaten, waarin zich grote condensatoren bevinden (televisie- of radio-ontvangers, versterkers), dient men voorzichtig tewerk te gaan. De zeer hoge piek van de ontlaadstroom — welke slechts enkele milli-seconden duurt — kan de gelijkrichtschakeling in de meter vernielen, vóórdat de veiligheid tijd krijgt om uit te springen. Het is niet mogelijk, hiertegen een afdoende bescherming aan te brengen.

§ 5. Gebruik van de meter.

Zoals reeds gezegd, dient de meter steeds liggend te worden gebruikt. Mocht het geval zich voordoen, dat de wijzer in deze stand niet precies op 0 staat, dan is nulstelling mogelijk met de daarvoor aangebrachte schroef.

De meetsnoeren worden steeds op de onderste klemmen aangesloten, behalve bij metingen boven de 1000 V.

Bij het meten van stroom of spanning denke men er goed aan, de aangewezen schakelaar (voor gelijkstroom DC, voor wisselstroom AC) te gebruiken en het juiste meetbereik in te stellen of het hoogste, als men niet weet hoe groot de te meten stroom of spanning is.

Gebruik deze schakelaars echter nooit om de meter in de stroomketen in- of uit te schakelen door de knoppen op de 0-stand te zetten!

Voor het meten van spanningen tussen 1000 V en 2500 V wordt de betreffende schakelaar op „1000 V” geplaatst, doch nu dient het negatieve meetsnoer —

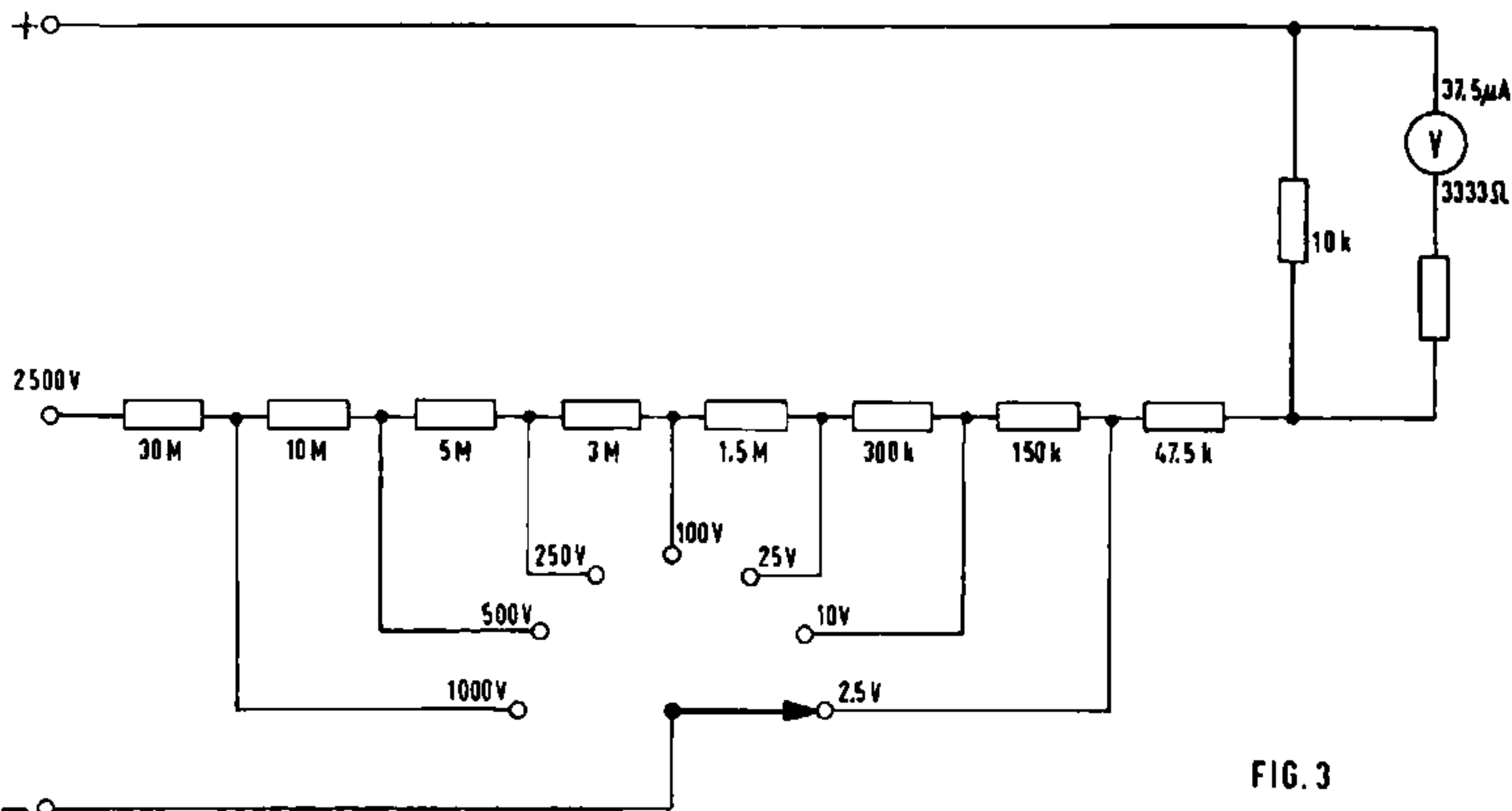


FIG. 3

d.w.z. van de rechter benedenklem — naar de betreffende klem bovenaan te worden gebracht.

Verder kan reeds worden opgemerkt, dat bij gelijkstroommetingen de rechter (wisselstroom-) knop op „DC” wordt geplaatst en bij wisselstroommetingen de linker (gelijkstroom-) knop op „AC”.

§ 6. Het schema van de meter.

In figuur 2 in het schema van de meter getekend, zoals dit in de prospectus is weergegeven. Dat ziet er ingewikkeld uit, maar bij een nadere beschouwing is er wel uit te komen.

Voor de contacten van de beide draaischakelaars — welke met letters zijn aangegeven — is een symbool gebruikt, waardoor wij ze voor gelijkrichtcellen zouden kunnen aanzien; dat zijn het echter niet.

In de getekende stand zijn de contacten a-b, a-c, d-e en h-j open en f-g, k-l, m-n en o-p gesloten.

Bij wisselstroommetingen wordt de stroom door de draaispoel via een Graetz-schakeling gelijkgericht.

De armen van de draaischakelaars zijn als schuifcontacten onder in het schema aangegeven; het contact van 1000 V gelijkstroom zou hier nog rechts naast getekend moeten zijn.

Voor de wisselstroommetingen zijn een aantal weerstanden op een zacht stalen kern gewikkeld, waardoor ze tevens dienst doen als transformatorwikkeling; zoals we verderop zullen zien, is daardoor een juiste verklaring van de gekozen weerstanden niet mogelijk.

§ 7. Het meten van gelijkspanning.

Rechter schakelaar (AC & Ω RANGES) op „DC”; linker schakelaar (DC RANGES) op het gewenste meetbereik.

Contacten: a-b en f-g zijn gesloten; a-c, d-e, h-j, k-l, m-n en o-p zijn open.

Met weglaten van al het niet in gebruik zijnde ziet het schema eruit als in figuur 3 getekend.

Parallel over het draaispoeltje (3333Ω , $37,5 \mu\text{A}$) is een weerstand van 10.000 ohm geschakeld. Door de eerste gaat dus $3 \times$ zoveel stroom als door de shuntweerstand, zodat door deze weerstand $37,5 : 3 = 12,5 \mu\text{A}$ gaat.

De meter gebruikt dus bij deze metingen slechts $37,5 + 12,5 = 50 \mu\text{A}$ voor de volle uitslag; de gevoeligheid is dus $20.000 \text{ ohm per volt}$ en de meter geeft daardoor een beter beeld van de gemeten spanning dan vele andere voltmeters, welke méér stroom gebruiken. Dit brengt met zich mede, dat bij het al of niet aangesloten zijn van de meter op de spanningsbron geen werkelijk verschil in de te meten spanning bestaat. Slechts indien zeer hoge weerstanden in het circuit zijn opgenomen, hetgeen bij televisie-ontvangers wel het geval is, is de miswijzing iets groter.

De vervangingsweerstand van 3333 ohm en 10.000 ohm parallel = 2500 ohm . Voor het meetbereik van $2,5 \text{ V}$ moet de totale weerstand dus zijn,

$2.500.000 \mu\text{V} : 50 \mu\text{A} = 50.000 \text{ ohm}$, zodat dus nog $50.000 - 2500 = 47.500 \text{ ohm}$ voorgeschakeld moet zijn. Dit blijkt dan ook het geval te zijn. De overige voorschakelweerstand zijn in onderstaande tabel opgenomen; voor elk volgend meetbereik wordt het resterende bijgeschakeld.

Meet- bereik in V	Totale weerstand: in Ω
2,5	50.000
10	200.000
25	500.000
100	2.000.000
250	5.000.000
500	10.000.000
1000	20.000.000
2500	50.000.000

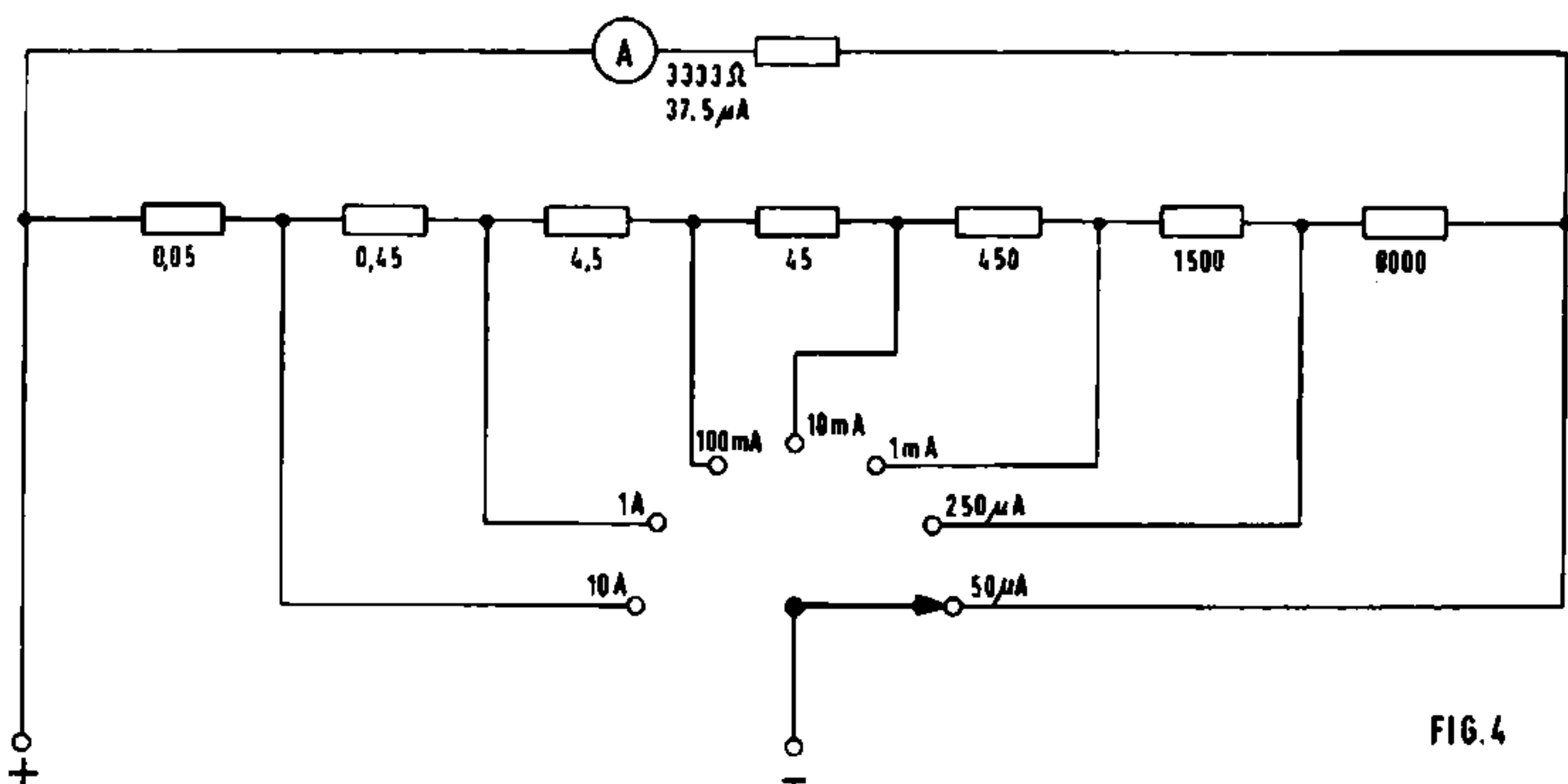


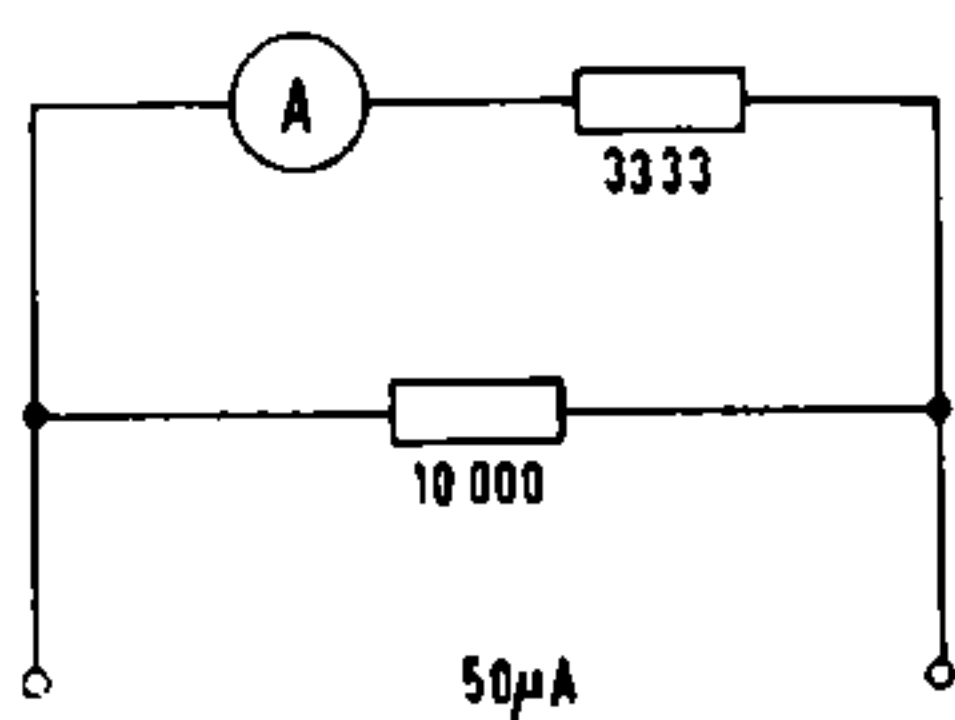
FIG. 4

§ 8. Het meten van gelijkstroom.

Rechter schakelaar op „DC”, linker schakelaar op het gewenste meetbereik.
Contacten: a-b en f-g gesloten, a-c, d-e, h-j, k-l, m-n en o-p open.

Het vereenvoudigd schema is in figuur 4 getekend.

Zoals U uit het schema in figuur 2 kunt nagaan, bestaat de weerstand van 10.000 ohm, welke in figuur 3 parallel over de draaispoel is geschakeld in werkelijkheid uit 7 weerstanden; daardoor is het mogelijk de waarde van de shunt te veranderen. Bij het kleiner maken ervan, wordt de rest in serie met de draaispoel geschakeld. Voor elk van de 7 meetbereiken volgt hieronder de berekening ter controle van de juistheid ervan.



a. Meetbereik $50 \mu A$; figuur 5.

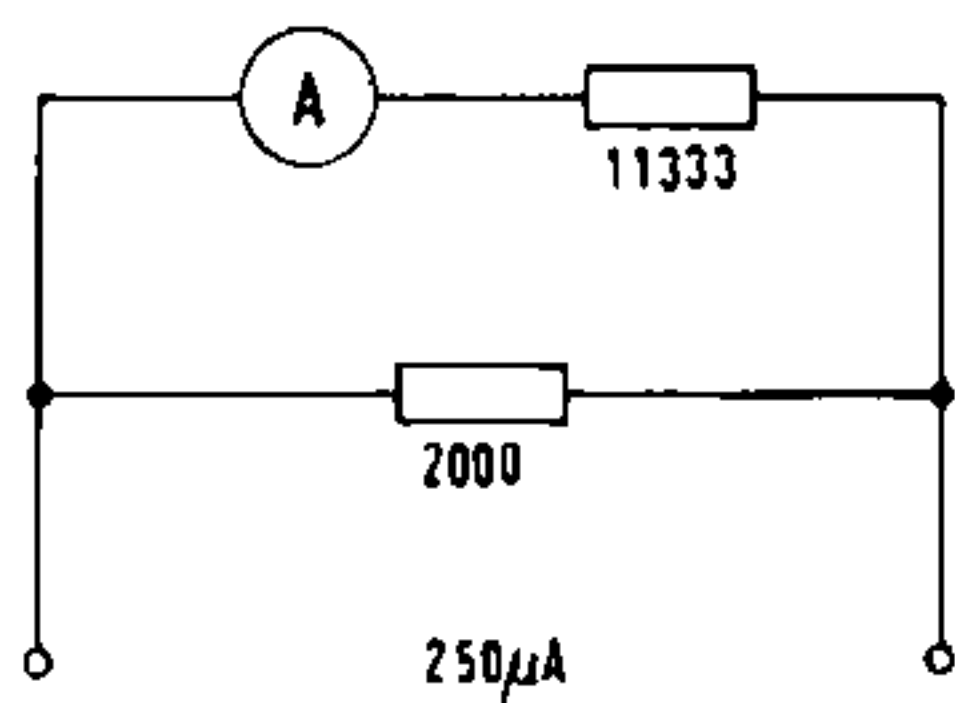
In § 7 hebben we al gezien, dat de totale stroom, nodig voor de volle uitslag, $50 \mu A$ bedroeg; met deze schakeling kan de meter dus zonder meer als microampèremeter worden gebruikt.

Wat ons vreemd aandoet is: de weerstand van de meter bedraagt in dit geval 2500 ohm, terwijl we leerden, dat de weerstand van een ampèremeter altijd zeer laag moest zijn, teneinde een groot spanningsverlies in de geleiding te voorkomen!

Maar let wel!

Veronderstel dat op een batterij van 60 V een weerstand van 1,5 Mohm is aangesloten, dan vloeit hierdoor een stroom van $40 \mu A$. We willen deze stroom meten en nemen daartoe onze meter in het circuit op.

De weerstand wordt nu 1.502.500 ohm en de meter wijst nu $39,9334 \mu A$ aan. Miswijzing op de werkelijkheid (dus zonder A-meter) $0,067 \mu A$ op $40 \mu A$, dat is 0,17 % of wel een zeer goed resultaat!



b. Meetbereik $250 \mu A$; figuur 6.

Van de vorige shunt is nu 8000 ohm afgenomen en in serie met de 3333 ohm van de draaispoel geschakeld. Aangezien de stroom door de spoel bij volle

uitslag $37,5 \mu\text{A}$ bedraagt, zal de stroom door de shunt nu $\frac{37,5 \times 11333}{2000}$
 $= 212,49 \mu\text{A}$ zijn.

De totale stroom bij volle uitslag is dan $37,5 + 212,49 = 249,99 \mu\text{A}$, dat is dus maar zeer weinig afwijkend van de $250 \mu\text{A}$.

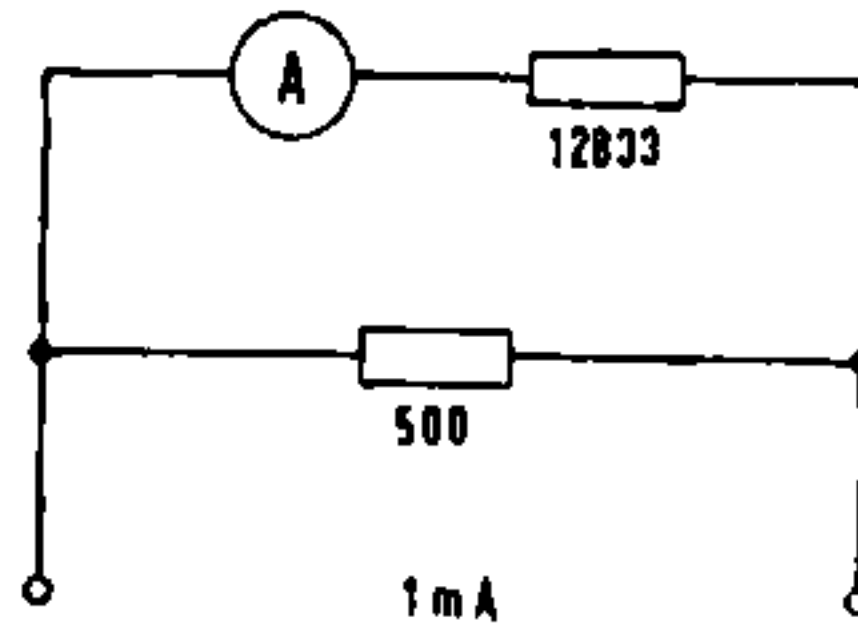


FIG. 7

c. Meetbereik 1 mA ; figuur 7.

$$I_s = \frac{37,5 \times 12833}{500} = 962,475 \mu\text{A}.$$

$$I_t = 37,5 + 962,475 = 999,975 \mu\text{A} = 0,999.975 \text{ mA}.$$

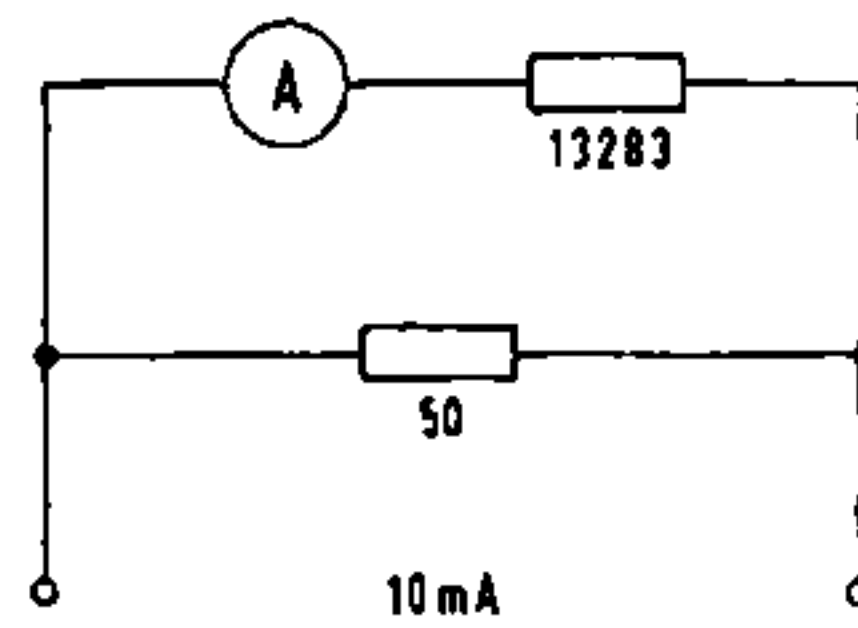


FIG. 8

d. Meetbereik 10 mA ; figuur 8.

$$I_s = \frac{37,5 \times 13283}{50} = 9962,25 \mu\text{A}.$$

$$I_t = 37,5 + 9962,25 = 9999,75 \mu\text{A} = 9,99975 \text{ mA}.$$

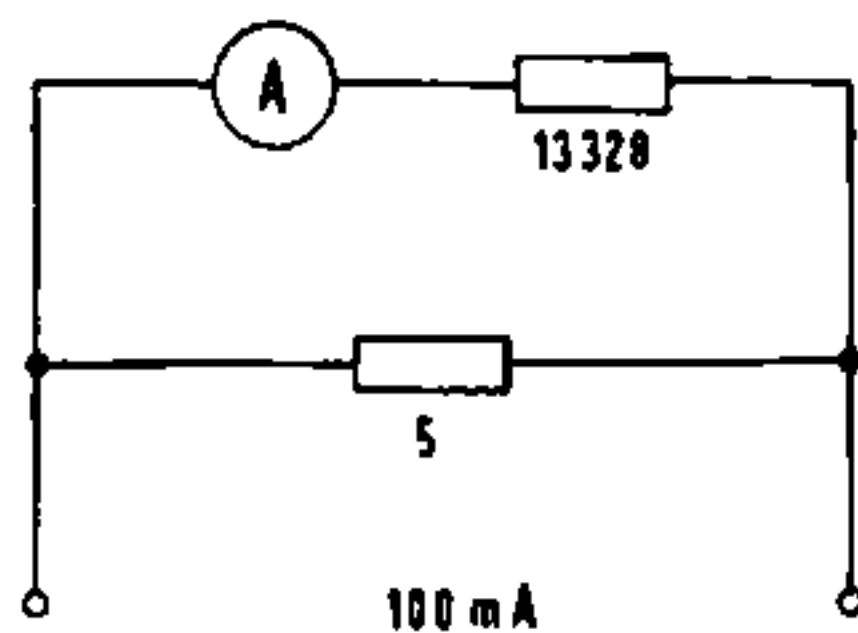


FIG. 9

e. Meetbereik 100 mA ; figuur 9.

$$I_s = \frac{37,5 \times 13328}{5} = 99960 \mu\text{A}.$$

$$I_t = 37,5 + 9960 = 99997,5 \mu\text{A} = 99,975 \text{ mA}.$$

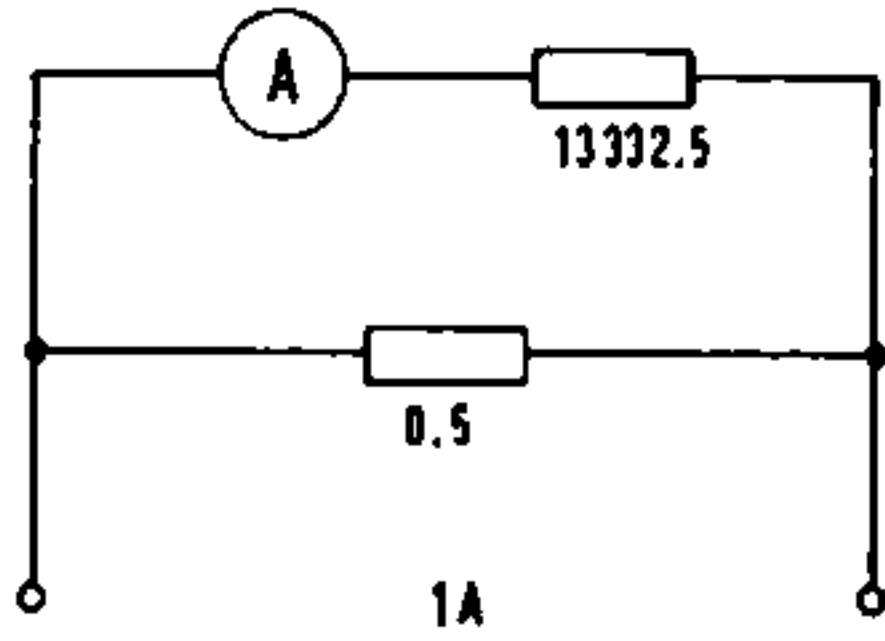


FIG.10

f. Meetbereik 1 A; figuur 10.

$$I_s = \frac{37,5 \times 13332,5}{0,5} = 999937,5 \mu A.$$

$$I_t = 37,5 + 999937,5 = 999.975 \mu A = 0,999.975 A.$$

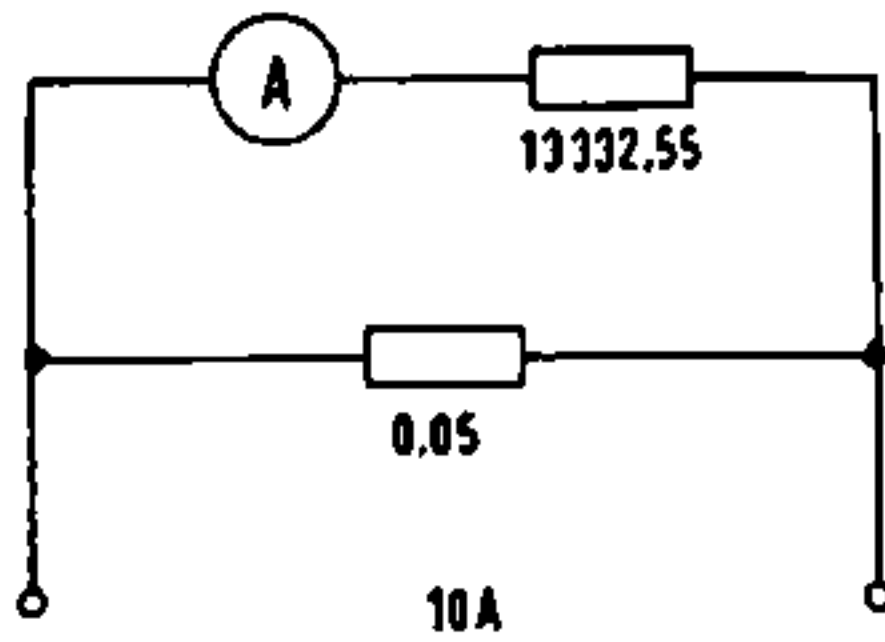


FIG.11

g. Meetbereik 10 A; figuur 11.

$$I_s = \frac{37,5 \times 13332,55}{0,05} = 9999412,5 \mu A.$$

$$I_t = 37,5 + 9999412,5 = 9.99.450 \mu A = 9,9945 A.$$

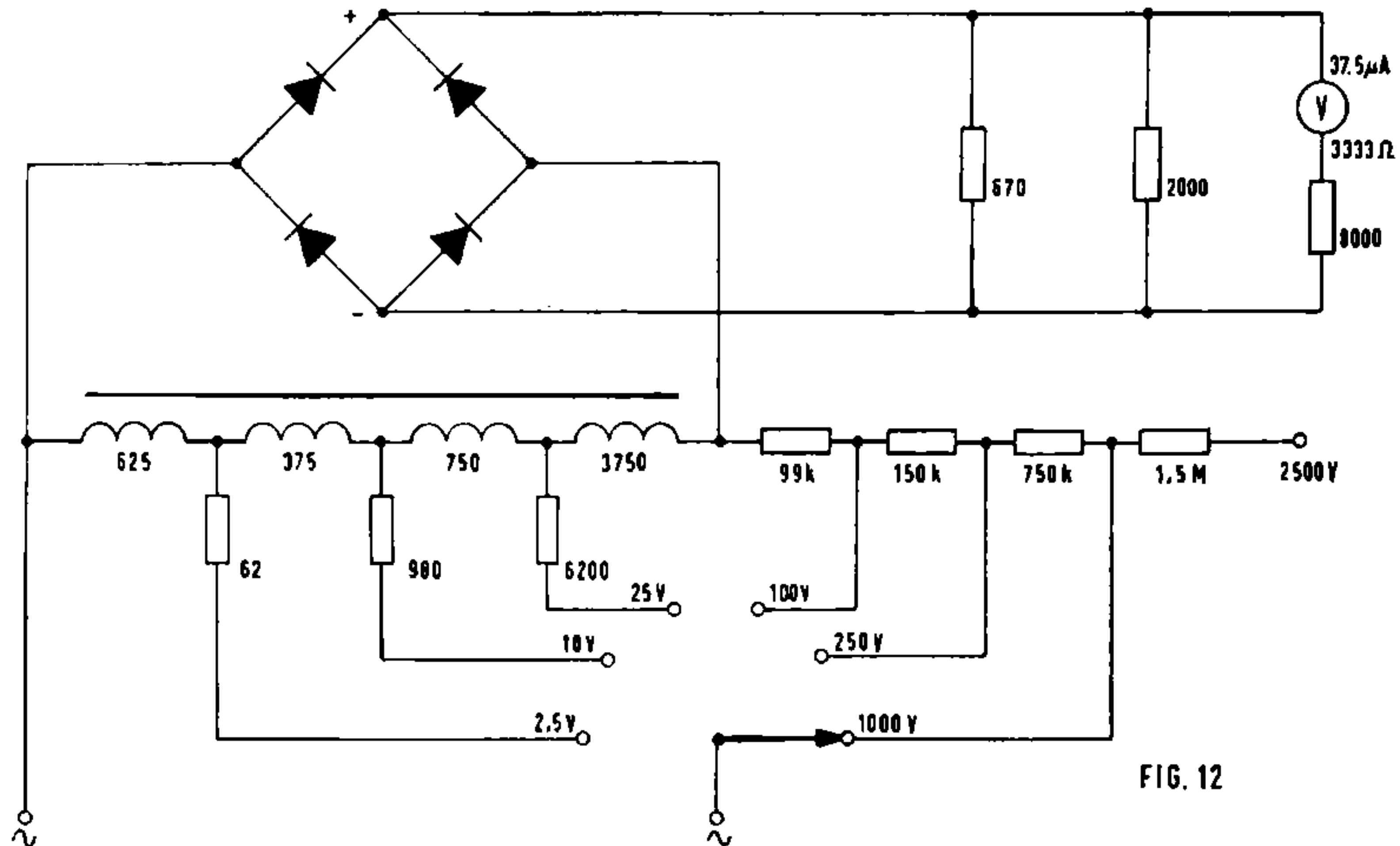


FIG. 12

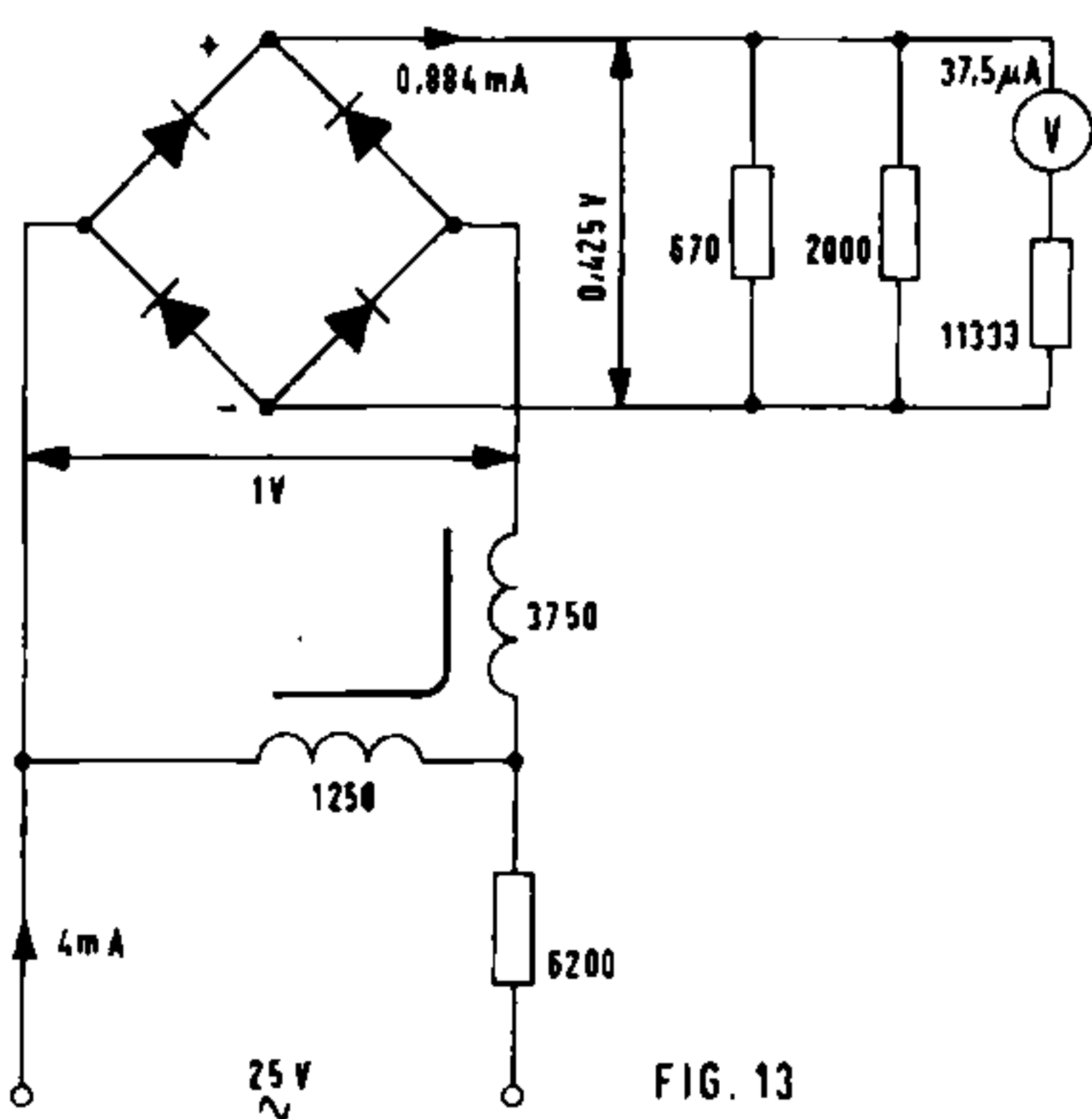


FIG. 13

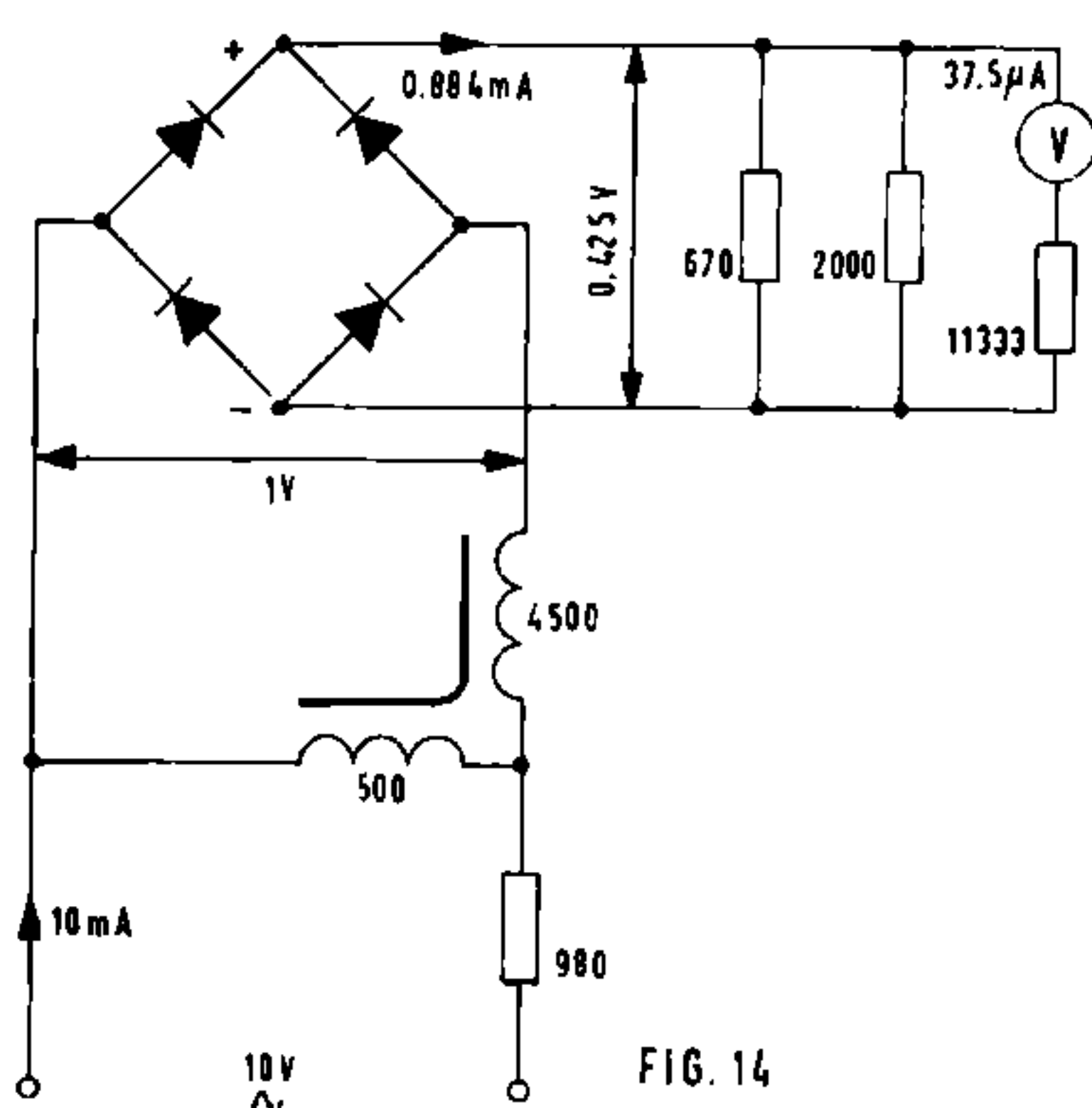


FIG. 14

§ 9. Het meten van wisselspanning.

Linker schakelaar op „AC”; rechter schakelaar op het gewenste meetbereik. Contacten: a-b, a-c, d-e en f-g gesloten; h-j, k-l, m-n en o-p open.

Het schema is in figuur 12 getekend.

In de prospectus is gegeven, dat het stroomverbruik bij volle uitslag 1 mA bedraagt bij de meetbereiken van 100 V en hoger en bij de meetbereiken van 25 V, 10 V en 2,5 V resp. 4, 10 en 40 mA.

De aangelegde spanning dient voor de draaispoel gelijk gericht te worden; hiervoor wordt gebruik gemaakt van een Graetz-schakeling. De stroom door de draaispoel bij volle uitslag moet bij alle meetbereiken ook weer 37,5 μ A zijn.

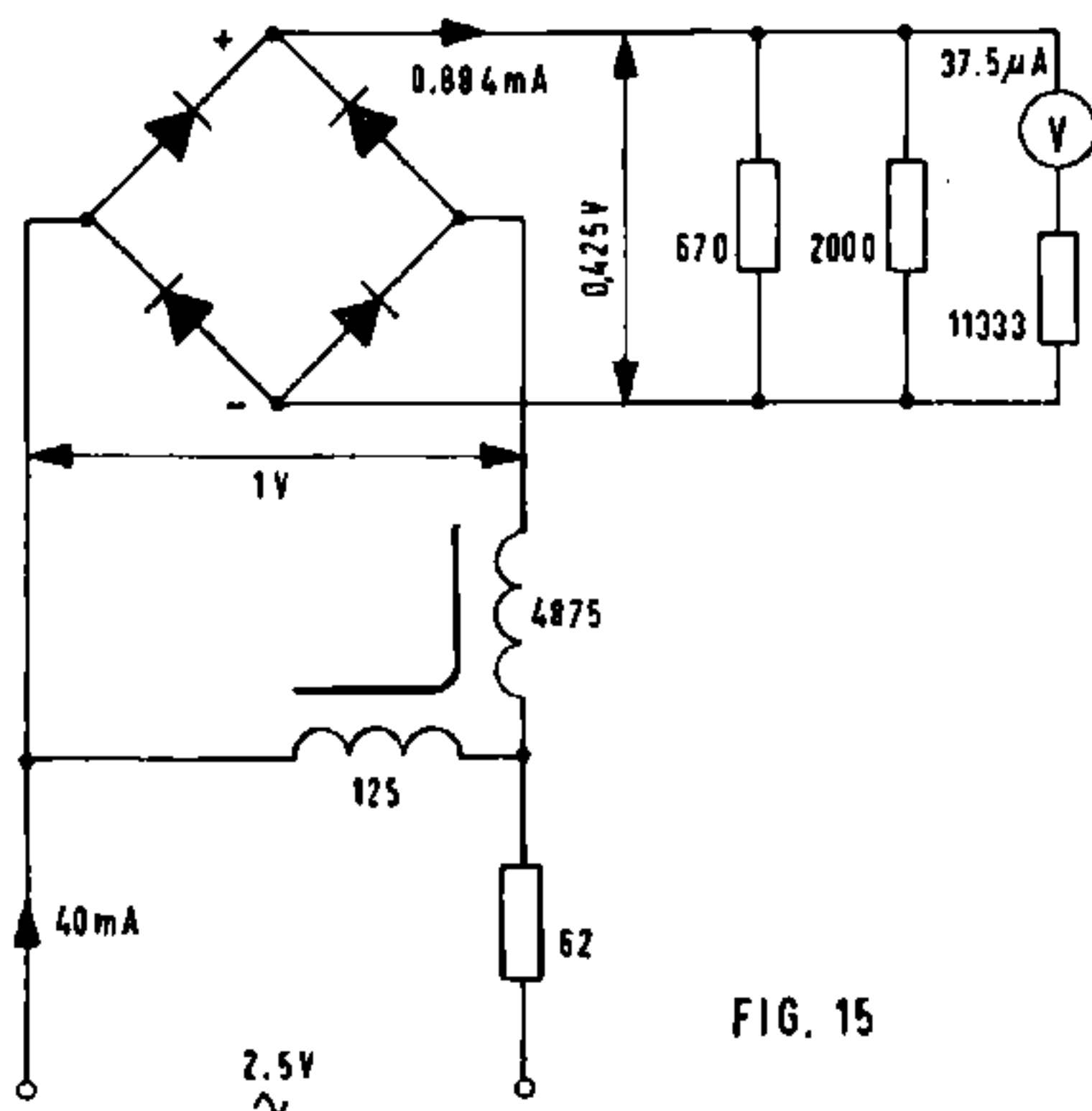


FIG. 15

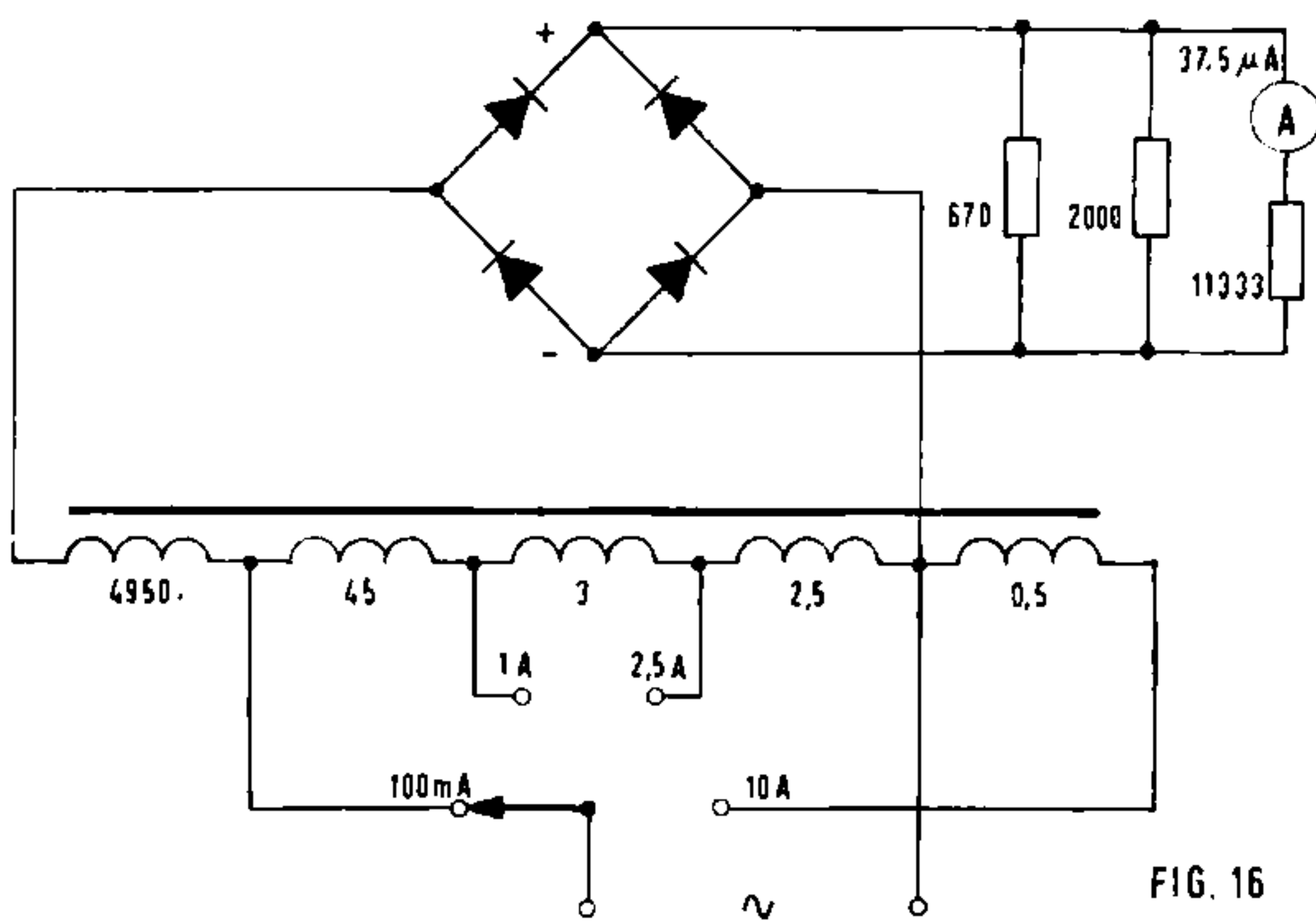


FIG. 16

Uit dit gegeven is de spanning tussen + en - van de gelijkrichter te berekenen. Deze bedraagt nl. $37,5 \times 11333 = 424.987,5 \mu\text{V}$. De stroom door de parallelle tak van 2000 ohm is dan $424.987,5 : 2000 = 212,49375 \mu\text{A}$ en door die van 670 ohm $424.987,5 : 670 = 634,31 \mu\text{A}$.

De totale stroom, welke door de gelijkrichter moet worden geleverd is dan dus $884,30375 \mu\text{A}$, af te ronden op 0,884 mA bij een spanning van 0,425 V.

Nu dient erop te worden gelet, dat de 4 linker weerstanden in de wisselstroomtoevoer op een zacht stalen kern zijn gewikkeld en dus ook nog inductieve weerstand bezitten. Daardoor kunnen spanningen in andere wikkelingen worden opgewekt, zodat hiervoor de verschillende schakelingen niet zo precies zijn na te rekenen als voor het gelijkstroom-gedeelte het geval was.

Uit de gegevens omtrent het stroomverbruik bij de verschillende meetbereiken is wel op te maken, dat de wisselspanning op de gelijkrichter 1 V moet zijn. Bij de meetbereiken van 100 V en hoger was de stroom nl. 1 mA; in de voorschakelweerstand gaat telkens zóveel verloren, dat er 1 V overblijft.

Voor het meetbereik van 25 V is het schema getekend in figuur 13. Wat er van bekend is, is in het schema aangegeven, evenals dit het geval in de figuren 14 en 15 voor de meetbereiken van 10 V en van 2,5 V.

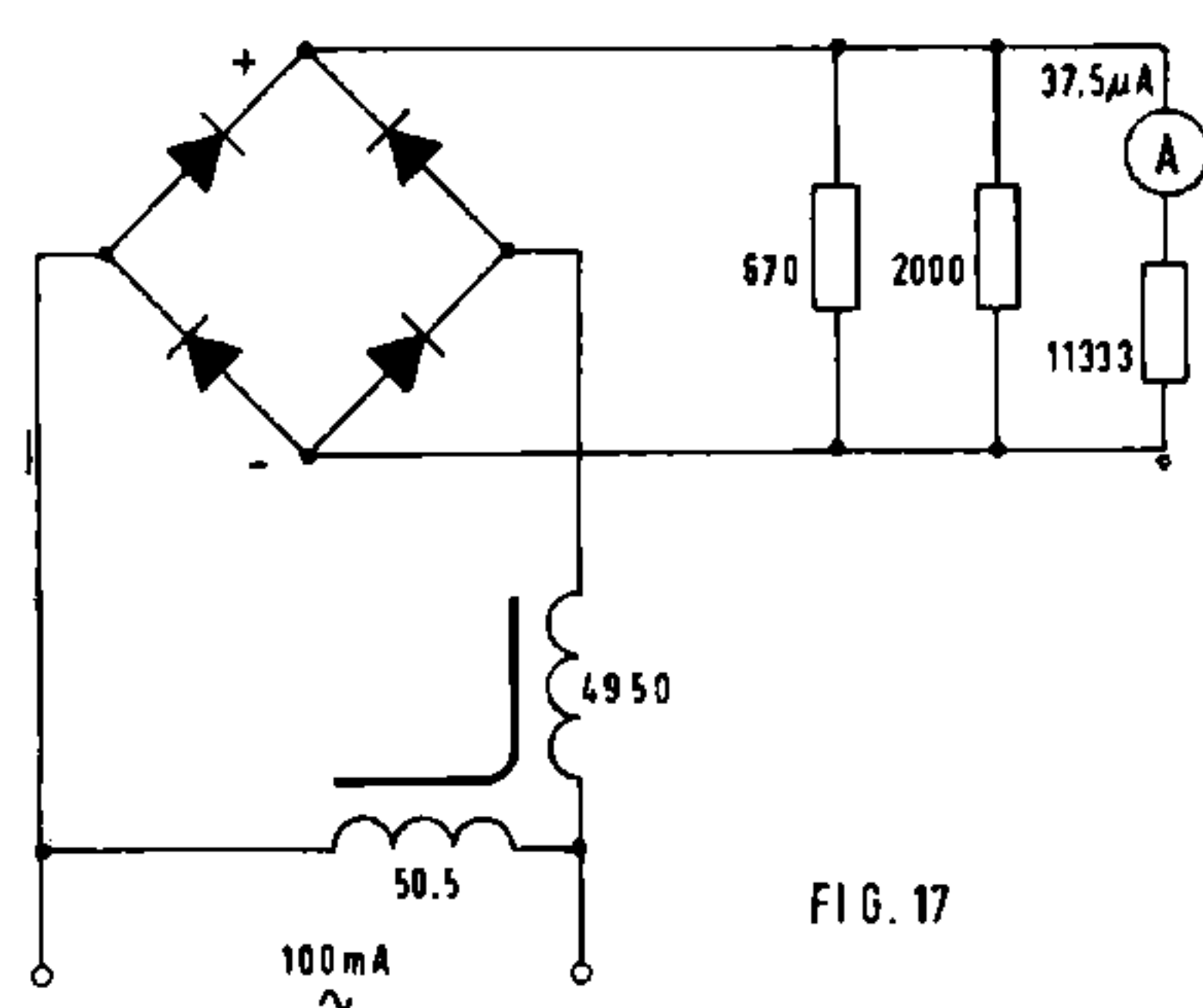


FIG. 17

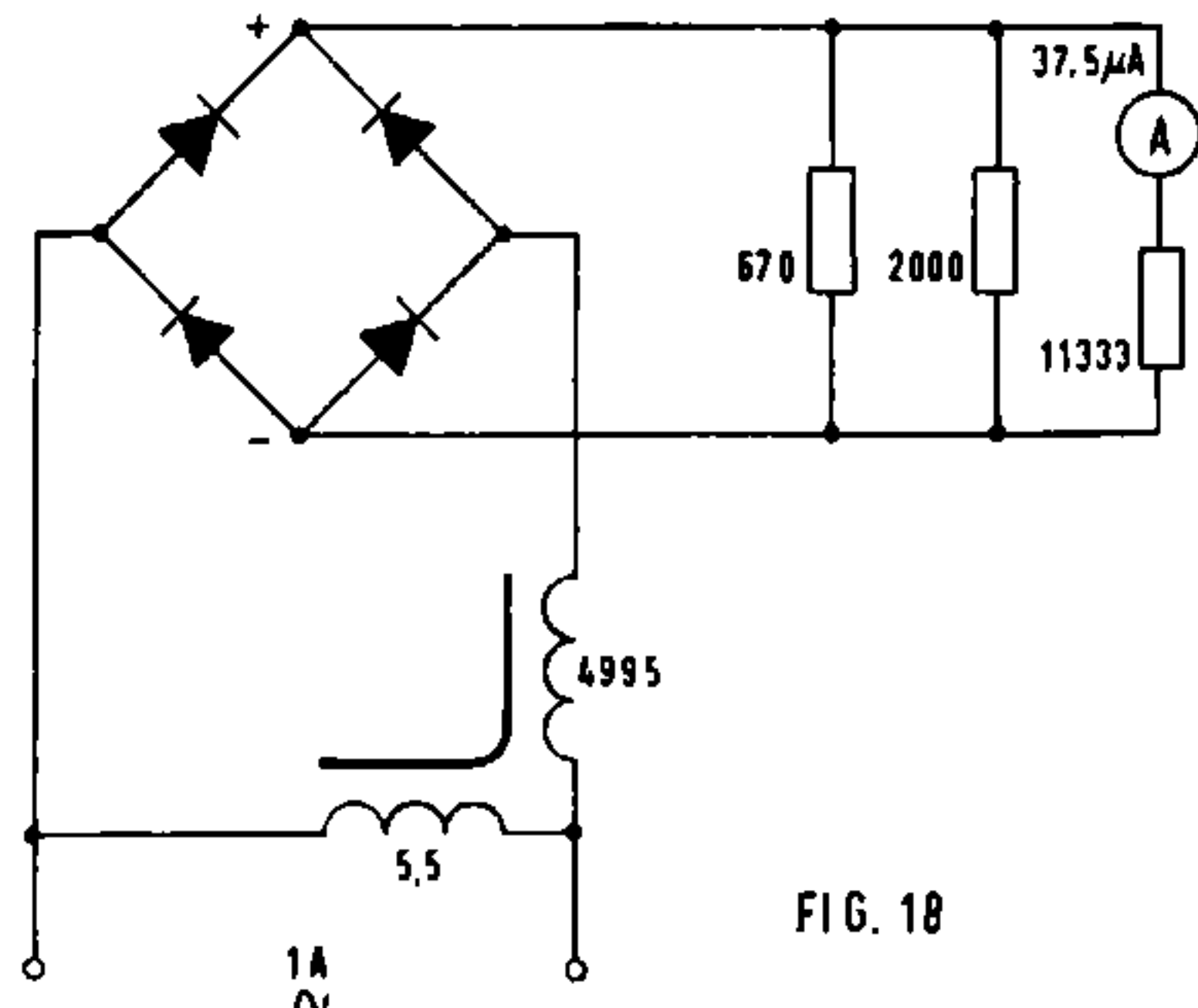


FIG. 18

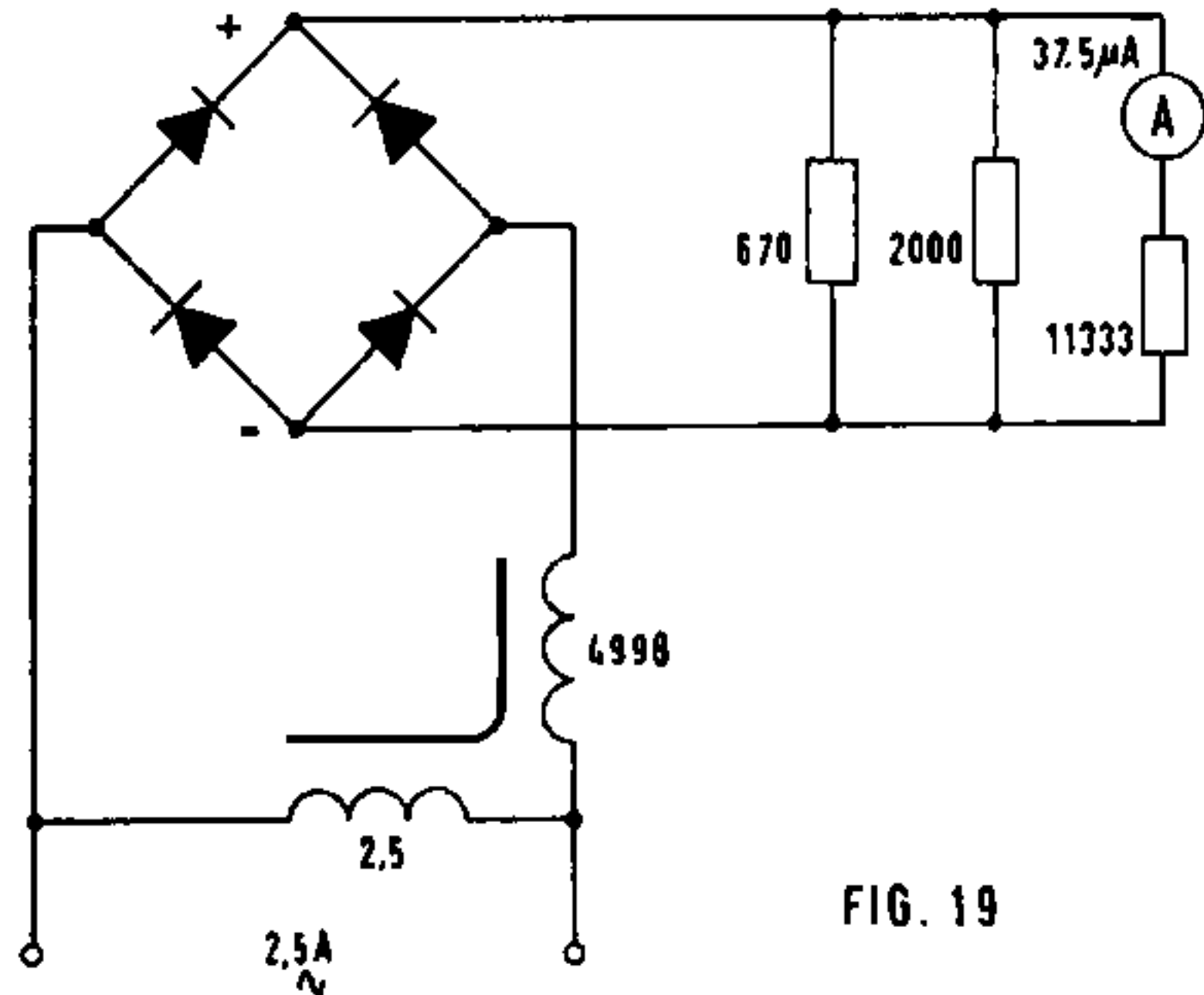


FIG. 19

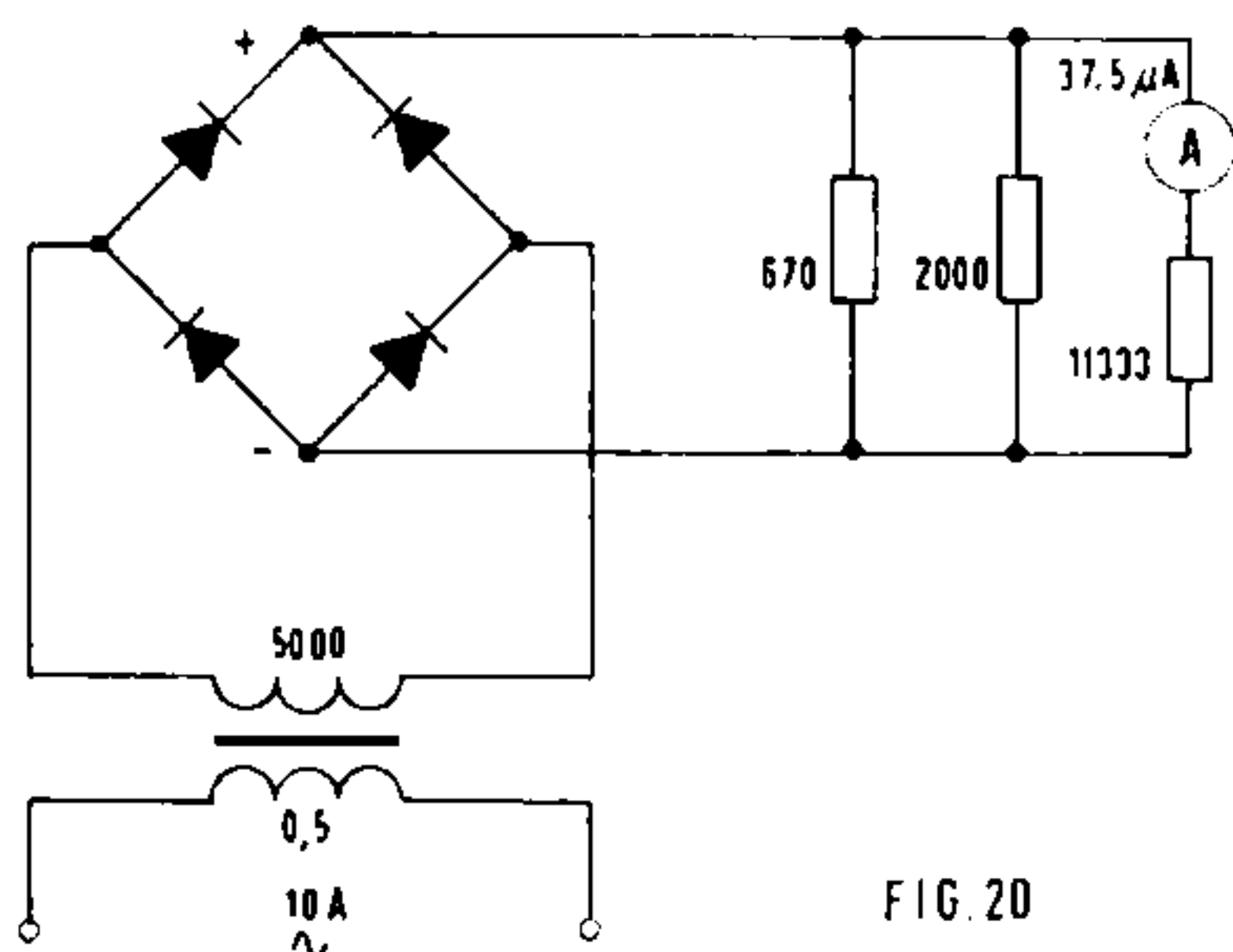


FIG. 20

§ 10. Het meten van wisselstromen.

Linker schakelaar op „AC”; rechter schakelaar op het gewenste meetbereik. Contacten: a-b, a-c, d-e en f-g gesloten; h-j, k-l, m-n en o-p open.

Het schema is getekend in figuur 16.

Opmerkelijk is het, dat het schema zeer weinig verschilt van dat voor de spanningsmetingen; alleen is de weerstand tussen de aansluitklemmen nu veel lager. Niettemin lijkt het alsof de spanningsval over de ingeschakelde meter tamelijk hoog is; $100 \text{ mA} \times 50,5 \Omega$ of $1 \text{ A} \times 5,5 \Omega$ of $2,5 \times 2,5 \Omega$ of $10 \times 0,5 \Omega$ geven uitkomsten van 5 tot 6,25 V.

Toch is deze spanningsval bij alle meetbereiken minder dan $\frac{1}{4}$ V.

Duidelijkheidshalve geven we in de figuren 17 t/m 20 nog het vereenvoudigd schema voor de verschillende meetbereiken.

§ 11. Het meten van weerstanden.

Hierbij wordt de zgn. „ohmmeter”-schakeling toegepast, d.w.z. een draaispoelmeter met een meetbereik van bijv. 100 V wordt van een ohm-schaal voorzien; in serie met een batterij van 100 V worden dan de weerstanden gemeten; figuur 21.

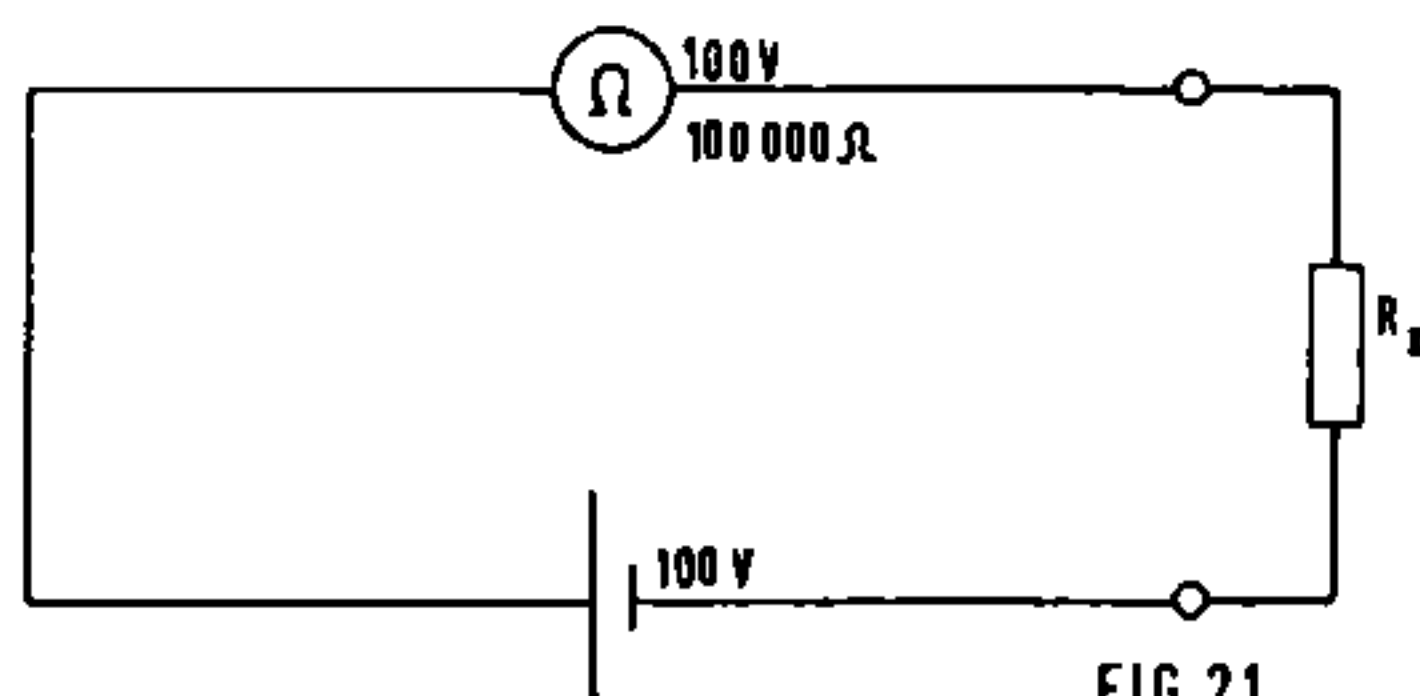
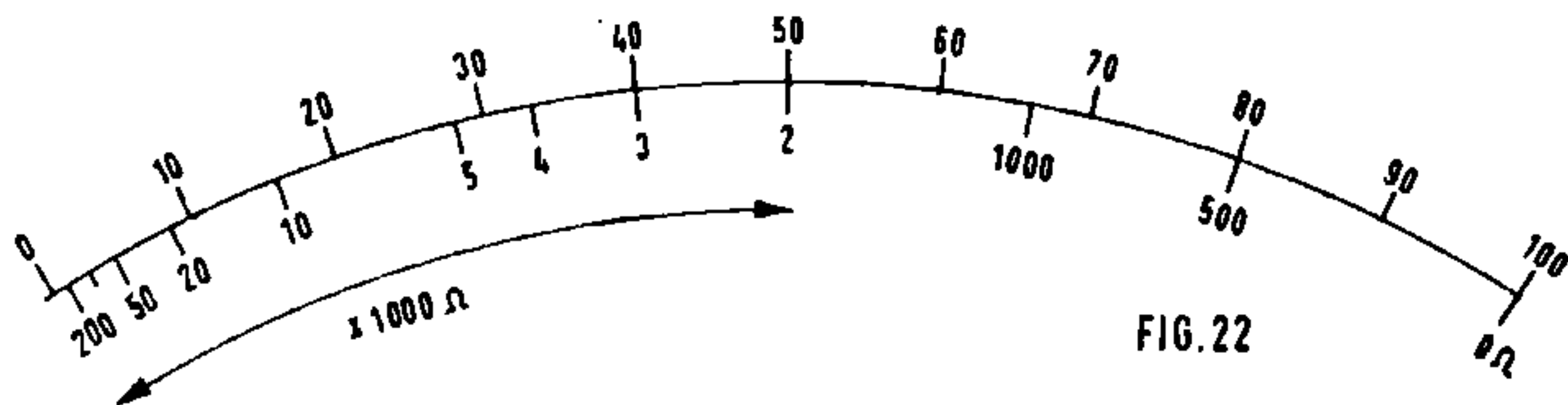


FIG. 21

Is hierbij de te meten weerstand R_x gelijk aan de weerstand van de meter, dan is de stroom dus gelijk aan de helft van die bij volle uitslag; hieruit volgt, dat bij het midden van de schaalverdeling de weerstand van de voltmeter vermeld staat, in dit geval 100 k ohm.

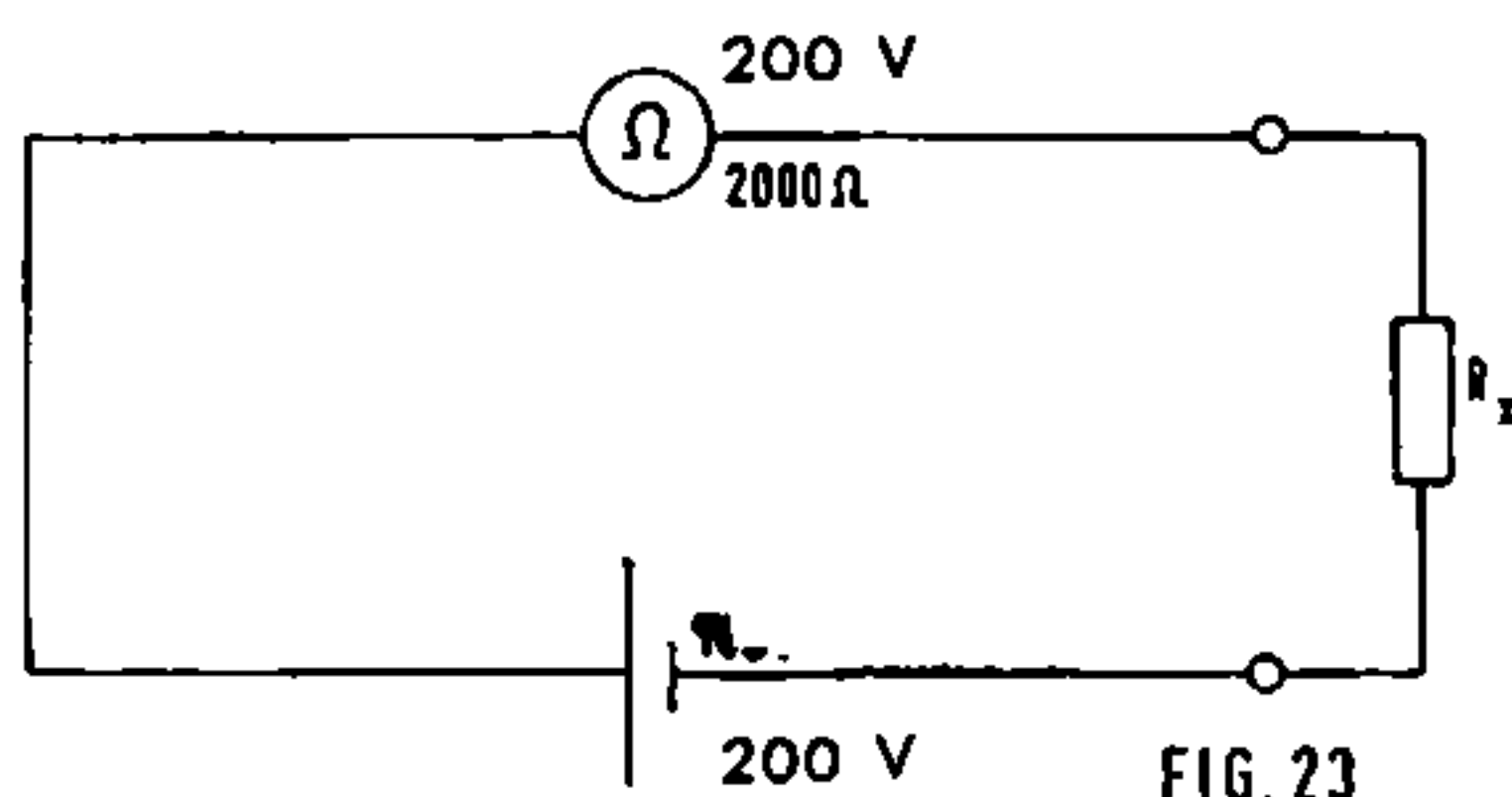
De schaalverdeling van de AVO-meter is weergegeven in figuur 22.



Ter oefening willen we nog eens nagaan, hoe een ohm-schaal wordt berekend. Wanneer we zien, dat in het midden van de schaal, d.w.z. bij deelstreep 50 de weerstandswaarde 2000 ohm vermeld staat, dan moet in een bepaald geval de weerstand van de meter ook 2000 ohm zijn.

Zoals wel later zullen zien, is dit ook zo, doch de toegepaste spanning is een andere, dan we in deze berekening gebruiken.

Wanneer we veronderstellen, dat de aanduiding „50” 50 mA zou betekenen,



dan is de totale spanning van de batterij $100 \text{ mA} \times 2000 \text{ ohm} = 200 \text{ V}$; de situatie zou dan zijn als in figuur 23 gegeven.

(Een dergelijk geval doet zich in de praktijk nooit voor! Waarom niet?)

Wanneer we de klemmen kortsluiten ($R_x = 0$), dan slaat de meter vol uit; de stroom is dan nl. $200 \text{ V} : 2000 \Omega = 100 \text{ mA}$.

Nemen we $R_x = 500 \Omega$, dan is de totale weerstand in de keten $2000 + 500 = 2500 \Omega$. De stroom is dan $200 \text{ V} : 2500 \Omega = 80 \text{ mA}$.

De waarde van 500Ω moet dus onder deelstreep „80” geplaatst worden.

In onderstaande tabel zijn voor nog een aantal weerstanden de betreffende deelstreep aangegeven; ze komen alle met de schaalverdeling overeen.

R_x Ω	R_t Ω	I mA
0	2000	100
500	2500	80
1000	3000	67,7
2000	4000	50
3000	5000	40
4000	6000	33,3
5000	7000	28,4
10000	12000	16,6
20000	22000	9,09
50000	52000	3,85

Zoals in de Inleiding reeds gezegd kunnen bij de AVO-meter bij het gebruik als ohmmeter 3 meetbereiken ingesteld worden, en wel:

- de aangegeven waarden $\Omega : 100$
- de aangegeven waarde in Ω
- de aangegeven waarde $\Omega \times 100$.

De metingen worden nu echter verricht met een in de meter aangebrachte batterij, welke 1,5 V bedraagt voor de gevallen a en b en 15 V bij meetbereik c.

Het schema voor de 3 weerstandsbereiken is gegeven in figuur 24; we willen ze echter ook voor elk geval afzonderlijk bekijken en uitrekenen of de verschillende weerstandswaarden juist zijn.

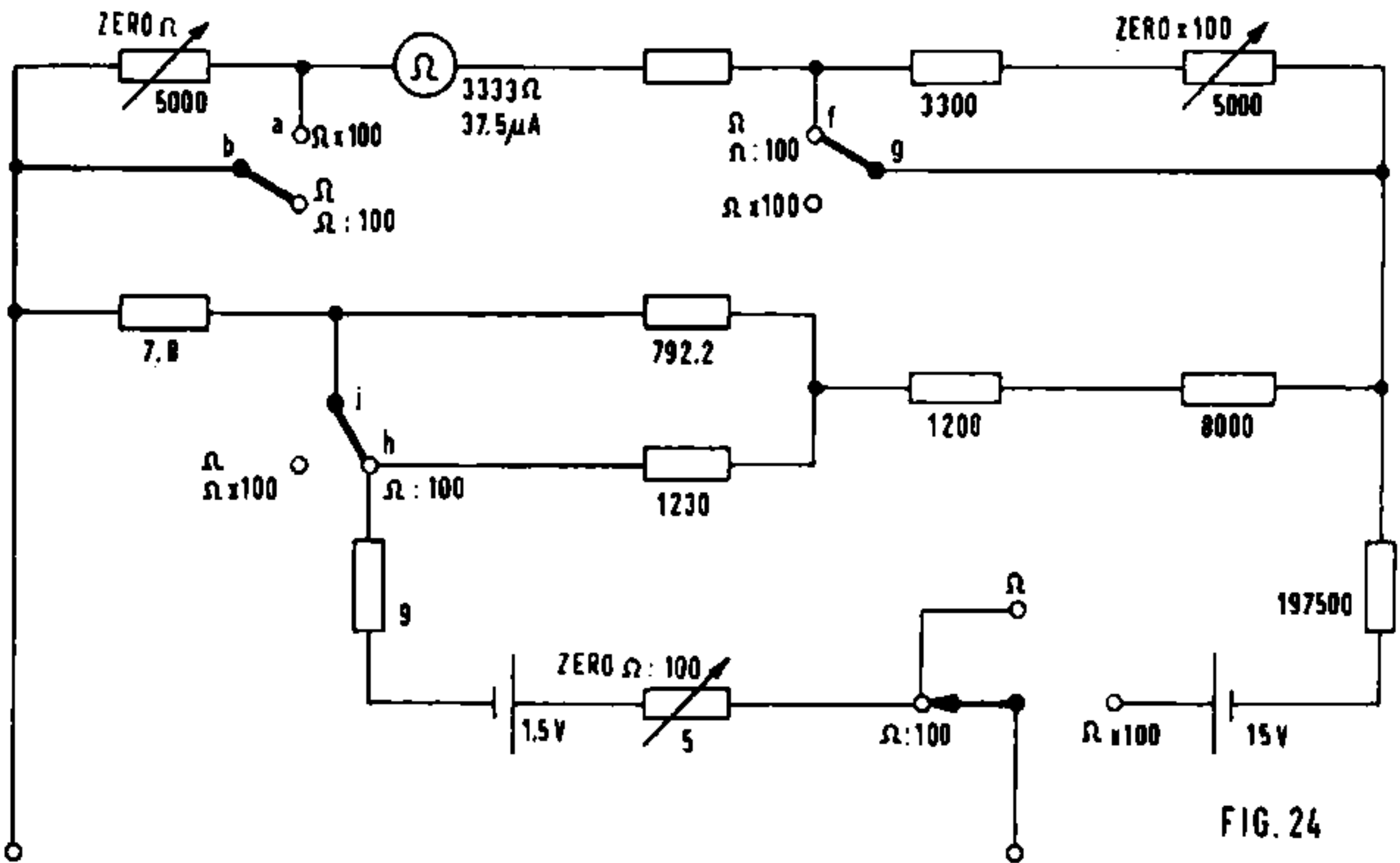


FIG. 24

a. Meetbereik $\Omega : 100$.

Linker schakelaar (DC RANGES) op „Resistance”; rechter schakelaar (AC & Ω RANGES) op „ $\Omega : 100$ ”.

Contacten: a-b, a-c en d-e open; f-g, h-j, k-l, m-n en o-p gesloten.

Het schema is gegeven in figuur 25. Spanningsbron 1,5 V.

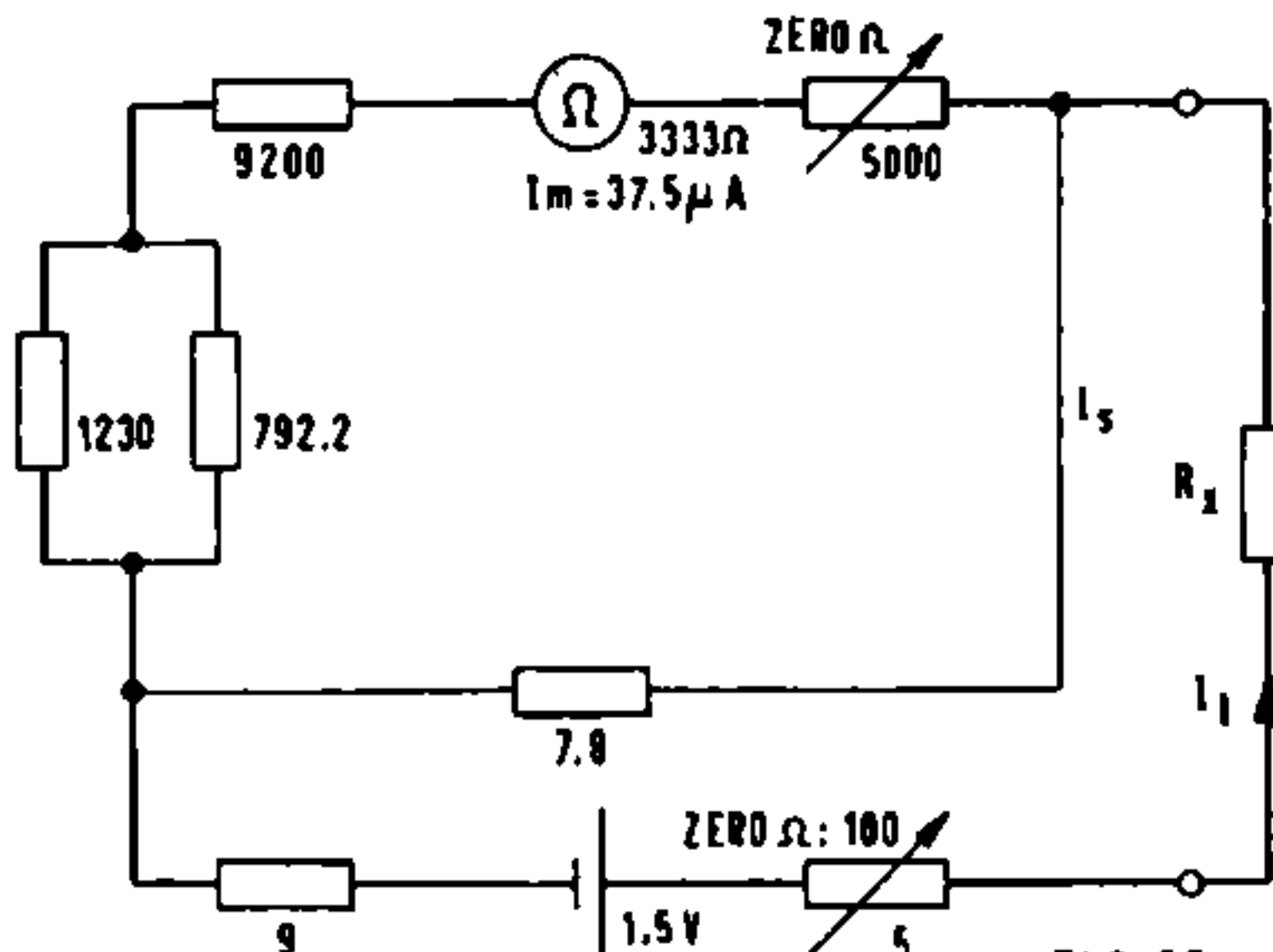


FIG. 25

Aangezien we in dit geval bij de halve uitslag een weerstand R_x meten van $2000 : 100 = 20 \text{ ohm}$, moet de weerstand van de meter 20 ohm zijn, welke waarde zonder meer uit de gegeven weerstanden is te berekenen, doch dit kunnen we ook doen uit de wetenschap, dat bij volle uitslag door de draaispoel $37,5 \mu\text{A}$ moet gaan.

In dit laatste geval zou de door de batterij geleverde stroom I_t gelijk moeten zijn aan $\frac{1.500.000 \mu\text{V}}{20 \Omega} = 75.000 \mu\text{A}$.

$I_m = 37,5 \mu\text{A}$; I_s is dan $74962,5 \mu\text{A}$. $R_s = 7,8 \Omega$.

$I_m : I_s = R_s : R_m = 1 : 1999$.

R_m moet dus zijn $1999 \times 7,8 = \text{ca } 15600 \Omega$.

De vervangingsweerstand van 1230Ω en $792,2 \Omega = 482 \Omega$.

Dan is dus $R_m = 482 + 9200 + 3333 + 2585$ (regelbaar) $= 15600 \Omega$.

De weerstand van de meter tussen de aansluitklemmen is dan $7,7 + 9 + 3,3$ (regelbaar) $= 20 \Omega$.

Indien de batterij niet meer de volle spanning van $1,5 \text{ V}$ bezit, waardoor de wijzer de nulstand niet kan bereiken, is zuivere nulstelling mogelijk met de regelweerstand „zero $\Omega : 100$ ” en „zero Ω ”.

b. Meetbereik: Ω .

Linker schakelaar op „Resistance”; rechter schakelaar op: Ω .

Contacten: a-b, a-c, d-e en h-j open; f-g, k-l, m-n en o-p gesloten.

Het schema is gegeven in figuur 26. Spanningsbron $1\frac{1}{2} \text{ V}$.

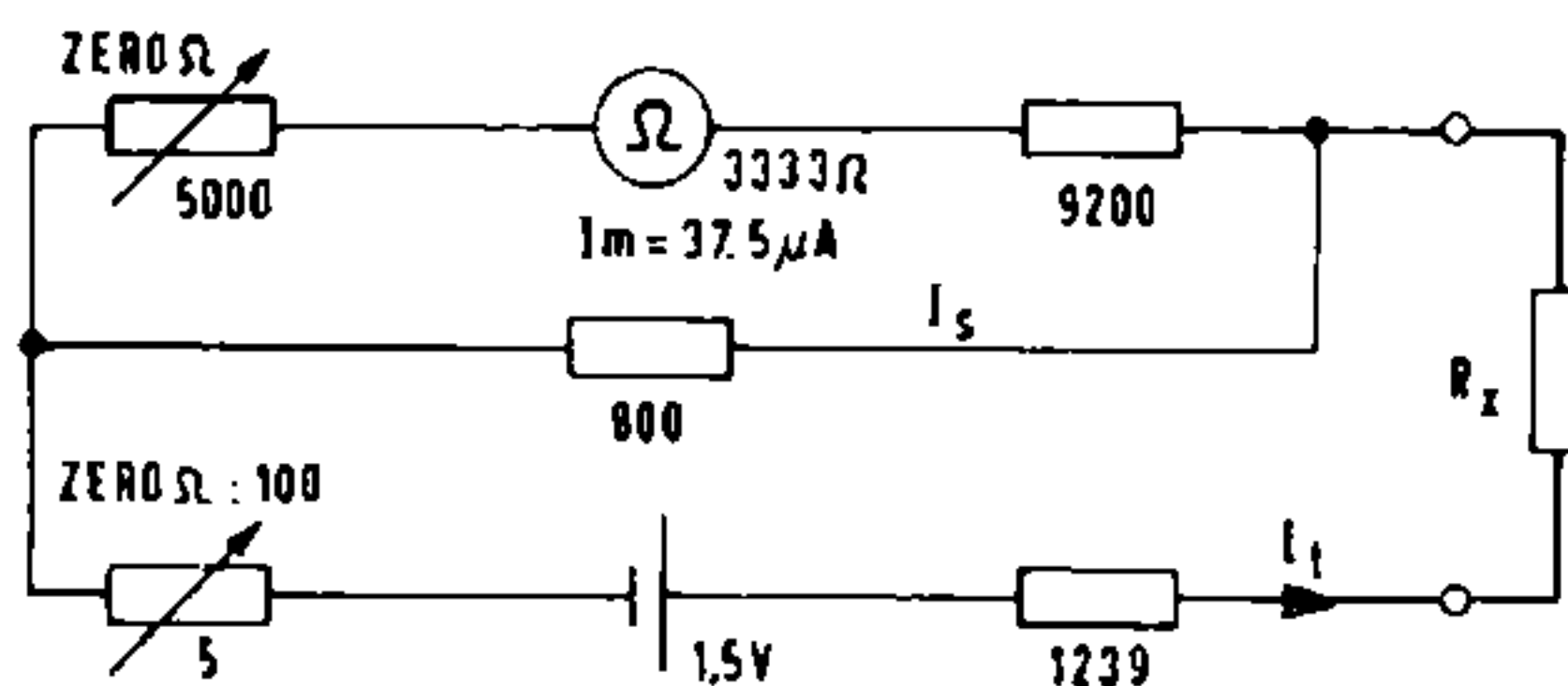


FIG. 26

Bij de halve uitslag van de meter meten we nu een weerstand van 2000Ω , zodat de weerstand van de meter bij dit meetbereik ook 2000Ω moet zijn.

Bij volle uitslag ($R_x = 0$) is $I_t = \frac{1.500.000 \mu\text{V}}{2000 \Omega} = 750 \mu\text{A}$.

$I_m = 37,5 \mu\text{A}$; $I_s = 712,5 \mu\text{A}$; $R_s = 800 \Omega$.

$I_m : I_s = R_s : R_m = 1 : 19$.

R_m moet dus zijn $19 \times 1800 = 15200 \Omega$; deze is inderdaad $9200 + 3333 + 2667$ (regelbaar) $= 15200 \Omega$.

De vervangingsweerstand van 15200Ω en $800 \Omega = \text{ca. } 760 \Omega$.

De weerstand tussen de klemmen van de meter is dan:

$1239 + 5 + 766$ (regelbaar) $= 2000 \Omega$.

Nulstelling is mogelijk door de regelweerstand „zero Ω ”.

c. Meetbereik $\Omega \times 100$.

Linker schakelaar op „Resistance”; rechter schakelaar op „ $\Omega \times 100$ ”.

Contacten: a-c, d-e, f-g en h-j open; a-b, k-l, m-n en o-p gesloten.

Het schema is gegeven in figuur 27. Spanningsbron 15 V.

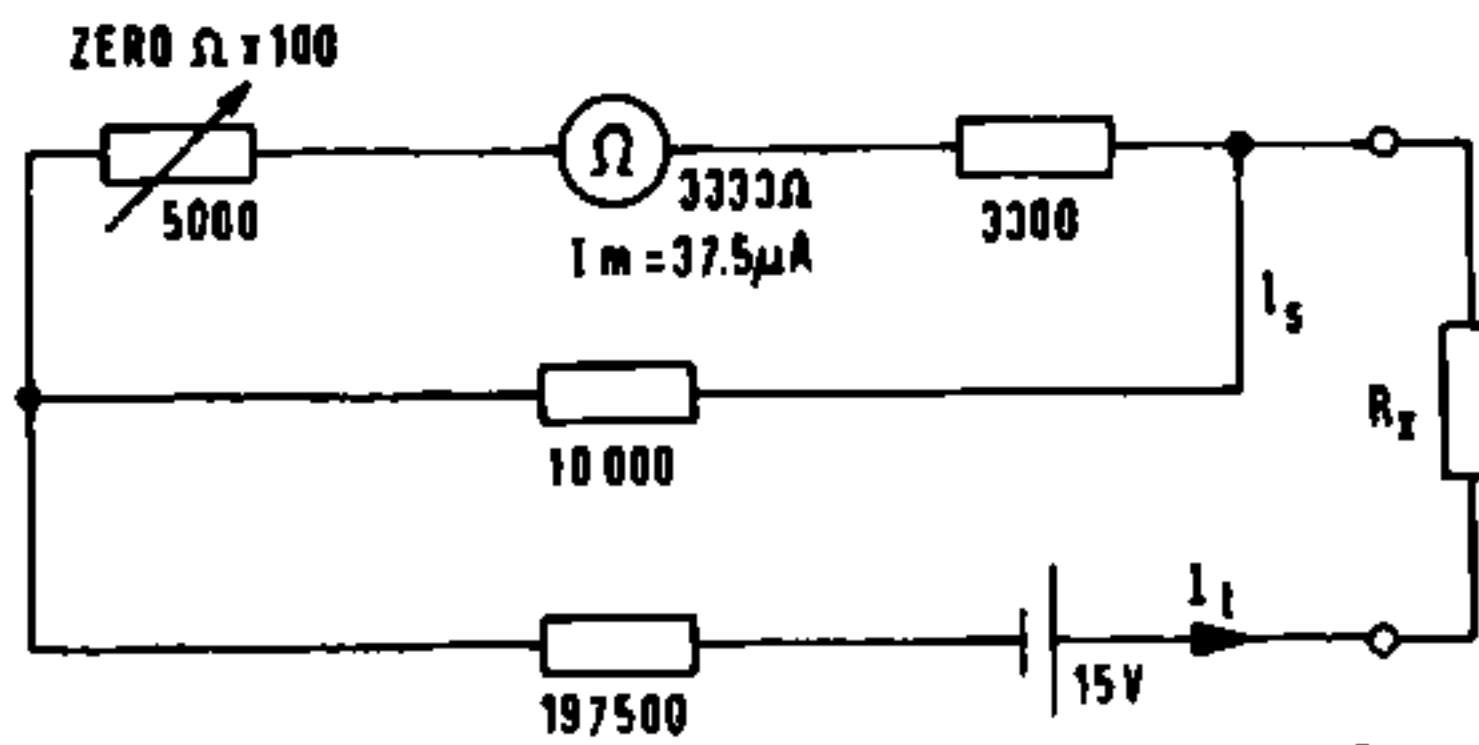


FIG. 27

Bij de halve uitslag van de meter meten we nu een weerstand van 200.000 Ω , zodat de weerstand van de meter bij dit meetbereik ook 200.000 Ω moet zijn.

Bij volle uitslag ($R_x = 0$) is $I_t = \frac{15.000.000 \mu V}{200.000 \Omega} = 75 \mu A$

$I_m = 37,5 \mu A$; $I_s = 37,5 \mu A$; $R_s = 10.000 \Omega$.

$I_m : I_s = R_s : R_m = 1 : 1$.

R_m moet dus ook 10.000 Ω zijn.

$R_m = 3300 + 3333 + 3367$ (regelbaar) = 10.000 Ω .

Vervangingsweerstand is in dit geval 5000 Ω .

De weerstand tussen de klemmen van de meter is dan $5000 + 197.500 = 202.500 \Omega$.

Deze waarde komt niet overeen met bovenstaande berekende waarde; de miswijziging hierdoor kan 1,25 % zijn.