

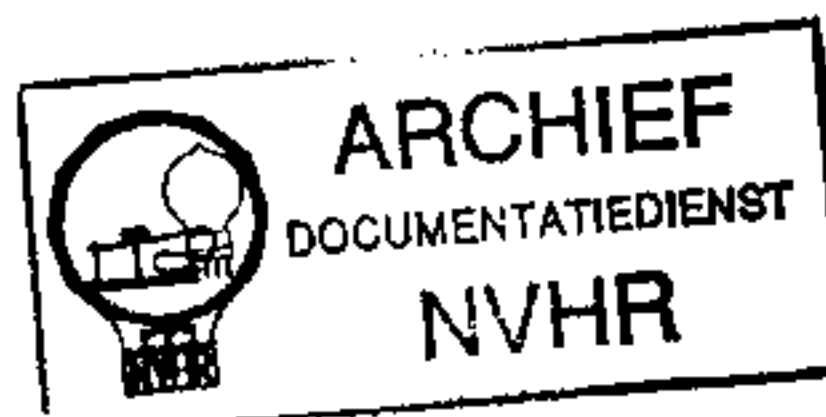
BUISVOLTMETER

type BEM 002

Schemabeschrijving en ijken

Met dank aan Karel Kuijk

1.1 SCHEMABESCHRIJVING *



In deze buisvoltmeter werd een brugschakeling van twee trioden met katodebelasting toegepast : de bovenste armen van de brugschakeling bestaan ieder uit de inwendige weerstand van een triodegedeelte van de buis V2 ECC 82 ; de mikroamperemeter is aangesloten tussen de katode van elk van beide buizen, en belastingen worden respectievelijk gevormd, enerzijds door R10, R12, R13, R14, en anderzijds door R11, R12, R14, R15.

Wanneer geen spanning op de voltmeter wordt aangesloten staan de beide katoden op hetzelfde potentiaal en er vloeit bijgevolg geen stroom door de mikroamperemeter. Wordt een signaal aangelegd op het rooster van buis V2a dan krijgt de katode van deze buis en daarmee overeenstemmend potentieel, zodat het brugevenwicht verbroken wordt : nu vloeit door de mikroamperemeter een stroom tengevolge van het potentiaalverschil dat tussen beide katoden bestaat.

Het werkpunt van de trioden is zodanig gekozen dat evenredigheid bestaat tussen de spanning die op een van de stuurroosters wordt aangelegd en de stroom die alsdan door de mikroamperemeter tussen de beide katoden vloeit.

De te meten spanningen die een stroom van meer dan $200 \mu\text{A}$ door de mikroamperemeter zouden veroorzaken worden eerst op een verzwakker R18 à R24 aangesloten vooraleer ze op het rooster van de buis V2a terecht komen.

De wisselspanningen worden eerst gelijkgericht, alvorens ze het stuurrooster van de buis V2a bereiken. De gelijkrichting wordt bekomen door de dubbele diode EAA91, die als spanningsverdubbelaar of ook nog als « top tot top-detektor » is geschakeld. Na gelijkrichting wordt de wisselspanning nog afgevlakt door de kondensator C3 en de weerstand R5. Spanningen die groter zijn dan $100 V_{\text{eff}}$ worden vooraleer ze worden gelijkgericht op een spanningsdeler R1 à R3 aangesloten. Na gelijkrichting en afvlakking wordt de spanning naar de verzwakker R18 à R24 gevoerd.

Om het kontaktpotentiaal van de dubbeldiode EAA91 op te heffen wordt een zeer hoogohmige ($> 75 M\Omega$) positief potentiaal aangelegd aan de top van de spanningsdeler R18 à R24. Dit positief potentiaal is met behulp van de potentiometer R37, aangeduid met AC Balance instelbaar.

Benevens een wisselspannings-ingang (AC) op het voorpaneel, bezit het toestel ook nog een diode-meetkop die bestemd is voor zekere wisselspanningsmetingen. Beide ingangen hebben hun eigen toepassingsgebied doch de beide gebieden overlappen elkander enigszins. (Zie hoofdstuk III — Gebruik van de Buisvoltmeter.)

De diode-meetkop bevat een diode EA76, een detektiekondensator die tevens als scheidingskondensator fungeert (C8), een detektieweerstand R49 en een HF-filter (laag doorlaatfilter) bestaande uit R49 en C9.

Het kontaktpotentiaal van de diode EA76 wordt eveneens opgeheven door een gelijkspanning die via een reeks weerstanden R42, R43, R44, R45 en R48 wordt aangelegd.

* Raadpleeg het plan nummer 0 op het einde van deze handleiding.

Het meten van weerstanden geschiedt door tussen aarde (massa) en de Ω -ingang de onbekende weerstand aan te sluiten. Deze weerstand wordt aldus in serie geschakeld in het netwerk dat wordt gevormd door de batterij van 1,5 V, in serie met een precisieweerstand (R29 à R35) die al naargelang het meetbereik een andere waarde heeft. De spanning over de onbekende weerstand wordt naar het rooster van de buis V2a gevoerd, en de schaal « weerstanden » is rechtstreeks in ohm geijkt.

Met de potentiometers R25, R26, R27, R28 kan de gevoeligheid voor de verschillende functies — DC en + DC, AC, Pr AC en ohms worden geijkt.

Het verband tussen de spanning die op het stuurrooster wordt aangelegd en de stroom door de belasting (de mikroamperemeter en zijn ijkweerstand) is een functie van de buiskarakteristieken (steilheid, inwendige weerstand, ...) en varieert lichtjes van de ene buis tot de andere ; dit verklaart waarom de ijkpotentiometers in de schakeling aanwezig zijn.

1.2. KARAKTERISTIEKEN EN PRESTATIES

A. Gelijkspanningen

7 meetbereiken : 0 — 1 V, 3 V, 10 V, 30 V, 100 V, 300 V, 1 000 V einduitslag (full-scale) (fakultatief : hoogspanningsmeetkop * tot 25 000 V)

Ingangsimpedantie : 17,2 M Ω (met 2,2 M Ω in de meetkop) en 1 700 M Ω met een hoogspanningsmeetkop)

Gevoeligheid : 17,2 M Ω /volt op meetbereik 1 Volt

Meetschakeling : dubbele katodevolger in brugschakeling met dubbeltriode ECC 82.

Nauwkeurigheid : 3 % bij volle wijzeruitslag

Ingangsverzwakker samengesteld uit weerstanden op 1 % en klasse 2 — mikroamperemeter (dus 2 % bij volle wijzeruitslag, dus voor een stroom van 200 μ A.)

B. Wisselspanningen

a) Ingang op het voorpaneel

7 meetbereiken in effectieve waarde geijkt : 1 V, 30 V, 100 V, 300 V, 1 000 V.

Frekwentiebereik : $\pm$ 1 dB van 45 Hz tot 4,5 MHz (Bron impedantie 400 Ω)

Nauwkeurigheid 5 % bij volle wijzeruitslag en sinusvormige spanningen.

b) Ingang meetkop met diode EA76

5 meetschalen geijkt in effectieve waarden 1 V, 3 V, 10 V, 30 V, 100 V

* Deze hoogspanningsmeetkop wordt niet met de voltmeter geleverd. Hij kan afzonderlijk bekomen worden onder het typenummer DX 15006.

Vooraleer men tot het nauwkeurig afregelen overgaat dient men het schuifkontakt van de drie regelweerstande R25, R26 en R27 in de op bouwtekening 1 aangegeven stand te brengen (schuifkontakt in het midden)

A. Mechanische nulinstelling

Neem plaats recht vóór het toestel dat in vertikale staat wordt geplaatst. Het toestel mag niet op het net worden aangesloten. Indien de wijzer niet precies op nul staat met een schroevendraaier lichtjes het zwart schroefje bijregelen dat zich vooraan op de Weston-mikroamperemeter bevindt, tot de wijzer juist op nul staat.

B. IJken voor gelijkspanningen

Kontroleer of de netspanningskiezer korrekt staat ingesteld : wanneer het toestel in zijn normale vertikale stand is geplaatst met de achterzijde naar U gericht, leest men de netspanning die hetzij 230 hetzij 115 V is.

Sluit het toestel aan op het net.

Plaats de funktieschakelaar S2 in de stand + DC en de meetbereikschakelaar S1 in de stand 100 V.

Schakel het toestel in door de met « Push Off » gemerkte knop uit te trekken.

Na enkele sekonden slaat de wijzer hetzij naar links, hetzij naar rechts uit, terwijl de buizen opwarmen : wanneer de wijzer na 30 sekonden niet juist op nul staat kan men de potentiometer R12 op de voorzijde van het toestel, aangeduid met « zero » bijregelen tot de wijzer juist op nul staat. Controleer deze regeling door de schakelaar S2 in de stand — DC te plaatsen : de wijzer moet dan op nul blijven staan.

Plaats de schakelaar S1 in de stand « 3V ».

Steek de meetsnoeren « Masse » en « DC » in de daartoe voorziene bussen op het voorpaneel.

Sluit de meetsnoeren aan op een toortsbatterij van 1,5 V (de positieve pool stemt overeen met het klein messingkapje)

De hierbij gebruikte batterij moet nieuw zijn, vermits ze als referentiebron wordt aangewend.

Om precies te zijn wijzen we er op dat deze spanning ongeveer 1,55 V bedraagt.

De naald van de mikroamperemeter moet nu over de schaalverdeling 1,5 V op de schaal 3 V staan (tweede schaal vanaf de bovenzijde van de wijzerplaat).

Breng zo nodig de wijzer op deze schaalverdeling door bijregelen van de bijstel-potentiometer R25 die op de gedrukte schakeling (boven links) met DC cal is aangeduid.

C. IJken voor wisselspanningen

1. AC-ingang op het voorpaneel

Ga na of de mechanische nulinstelling en de nulinstelling voor gelijkspanningsmetingen korrekt is.

Plaats de schakelaar S2 in de stand AC

Steek het AC-meetsnoer in de daartoe voorziene bus op het voorpaneel.

Plaats de schakelaar S1 in de stand « 1 V »

Sluit de meetstiften « AC » en « masse » kort ; de wijzer moet hierbij op nul blijven staan. Zo nodig moet men de potentiometer R37, aangeduid met AC Bal op het voorpaneel, bijregelen tot de wijzer weer juist op nul staat.

Wanneer men niet over een geijekte wisselspanningsbron kan beschikken, kan men de netspanning als referentiespanning gebruiken. (Zie hiernavolgende nota.)

LET WEL OP : Tijdens deze ijkverrichtingen kan het chassis van de buisvoltmeter een wisselspanning van 220 Volt voeren t.o.v. de « aarde ». Het is alsdan gevaarlijk om tegelijkertijd in aanraking te komen met het chassis van de voltmeter en met de vloer, een muur, radiator, waterkraantje, enz.

Alvorens tot het ijken over te gaan dient men de voltmeter op een isolerend materiaal te plaatsen, zoals een plank, rubbertapijt of kunststoftapijt...

Plaats de schakelaar S1 op het meetbereik 300 V.

Steek de meetstiften « AC » en « Masse » in een stopkontakt van het lichtnet.

Kontroleer of de afgelezen waarde overeenstemt met de netspanning die als referentiewaarde werd genomen. Zo nodig moet de naald op de overeenstemmende waarde worden gebracht door bijregelen van de bijstelpotentiometer R26 die op de gedrukte schakeling met AC Cal is aangeduid (boven rechts)

Bemerking : Daar de netspanning meer dan 10 % van de nominale waarde kan verschillen, is deze ijkmetode uiteraard slechts bij benadering juist.

Wanneer men over een referentie-wisselspanningsbron kan beschikken, zal men daar bij voorkeur gebruik van maken. In dit geval * dient men ook rekening te houden met de frekwentiekorrektie die alsdan moet worden toegepast.

Voorbeeld : Wanneer men de netspanning heeft kunnen meten met een meettoestel waarvan de nauwkeurigheid beter dan 2 % is, dan dient men met de frekwentiekorrektie rekening te houden.

Daar de meting bij 50 Hz werd uitgevoerd blijkt uit de korrektiekromme (bij de bouwtekeningen gevoegd) dat een korrektiefactor k_f van 1,05 moet worden toegepast

$V \text{ werkelijk} = k_f \times V \text{ afgelezen}$

Hieruit volgt dat $V \text{ afgelezen} = \frac{V \text{ werkelijk}}{k_f}$

* Daar de nauwkeurigheid van het meetinstrument $\pm 5 \%$ is, ligt het voor de hand dat men enkel met de frekwentiekorrektie moet rekening houden wanneer de referentiespanning met een hogere nauwkeurigheid gekend is.

Wanneer de netspanning 220 V bedraagt moet de naald van de buisvoltmeter dus een spanningswaarde aanduiden van

$$\frac{220 \text{ V}}{1,05} = 209 \text{ V}$$

2. AC-Meetkop

Principieel is de ijkmetode dezelfde, doch aangezien met de meetkop geen grotere spanningen dan 100 V_{eff} mogen gemeten worden, mag men de netspanning niet rechtstreeks gebruiken.

Men moet nu dus over een referentiespanning kunnen beschikken zoals bijvoorbeeld

- een LF-generator, die een spanning van zo wat 10 V kan leveren
- een transformator, waarvan men de windingsverhouding precies kent, en met een sekundaire spanning kleiner dan 100 V

Wanneer men niet over een van de hogergenoemde spanningsbronnen kan beschikken zal men de 6,3 V-wikkeling van de voedingstransformator van de buisvoltmeter gebruiken.

Dan gaat men als volgt tewerk :

Ga eerst na of de mechanische nulinstelling en de nulinstelling bij gelijkspanning korrekt is.

Sluit de ingang van de meetkop kort door de aardklem van de meetkop op de meetstift te klemmen.

Plaats de schakelaar S₁ op de gevoeligheid 1 V en de schakelaar S₂ op de stand Pr.AC.

Kontroleer of de naald wel degelijk op nul blijft staan en breng ze zo nodig terug in de nulstand door bijregelen van de potentiometer R 37 die op het voorpaneel met AC Bal is aangeduid.

Plaats de schakelaar in de gevoeligheidsstand die overeenstemt met de spanning van de referentiebron, dus, 10 V wanneer men de 6,3 V-wikkeling van de voedingstransformator van de buisvoltmeter gebruikt.

Verbind eerst de massa van de meetkop met de massa van de referentie-spanningsbron, en breng daarna de meetstift van de meetkop in kontakt met spanningvoerende klem van de referentiebron.

Wanneer men hiertoe de voedingstransformator van de buisvoltmeter gebruikt moet men de massa van de meetkop met het chassis verbinden, en dan de stift van de meetkop in kontakt brengen met het aansluitlipje dat op de gedrukte schakeling met G is aangeduid — onder links)

Wanneer de naald de juiste spanning niet aanwijst, kan men ze op de overeenstemmende schaalverdeling brengen door de bijstelpotentiometer R 27, die op de gedrukte schakeling met AC.PrCal is aangeduid, bij te regelen (boven rechts).

Bemerking : Ingeval men een transformator gebruikt, zodat de meting dus met een 50 Hz-bron geschiedt, moet men rekening houden met de frekwentie-korrektie :

$$\begin{aligned} V \text{ werkelijk} &= k_f \times V \text{ afgelezen} \\ V \text{ afgelezen} &= \frac{V \text{ werkelijk}}{k_f} \end{aligned}$$

Bij 50 Hz is de waarde van de coëfficiënt k_f voor de meetkop 1,05, zodat

$$V \text{ afgelezen} = \frac{6,3}{1,05} = 6 \text{ V}$$

De naald van het meetinstrument moet dus op de schaalverdeling 6 V worden gebracht.

D. Ohmmeterijking

Ga de juiste stand na van de batterij zie fig. 1.

Vooraleer de schakelaar S_2 in de stand Ω te brengen moet men controleren of de mechanische nulinstelling en de nulinstelling voor gelijkspanning korrekt is. Plaats de schakelaar S_2 in de stand Ω .

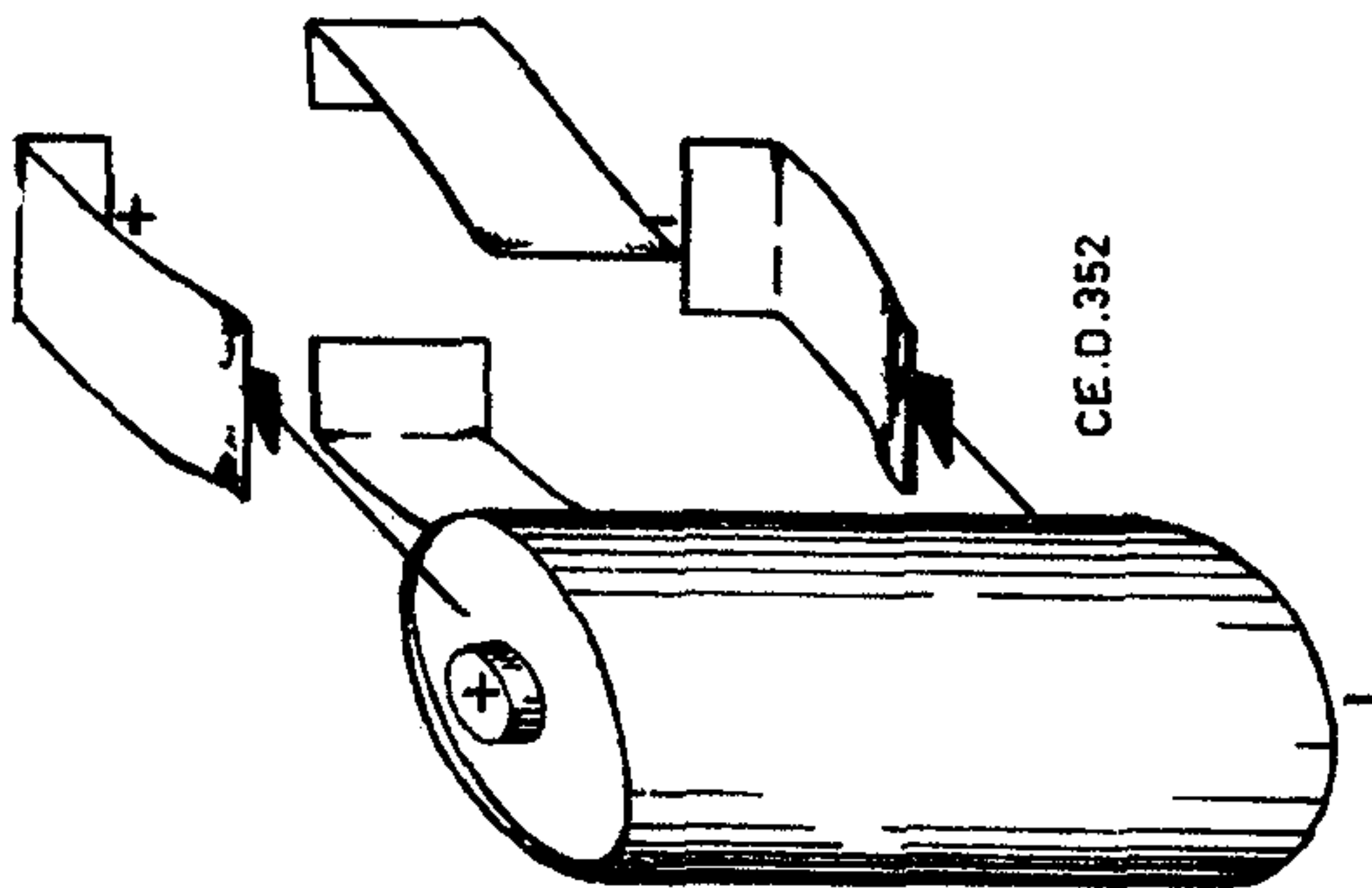


FIG. 1

Let er op dat de meetstift ΩAC niet tegen de massa komt ; de naald wijkt nu volledig uit tot de stand « Inf ». Indien dit niet het geval is, moet men de naald in die stand brengen door bijregelen van de potentiometer R28 die op het voorpaneel met « ohm adj. » is aangeduid.

Nu kan men de te meten weerstand aansluiten tussen de meetsnoeren $AC\Omega$ en massa.

De aflezing gebeurt rechtstreeks in ohms, rekening houdend echter met de gekozen vermenigvuldigingsfaktor $\times 1$, $\times 10$, $\times 100$, ...

Zeer belangrijk !

De buisvoltmeter is nu geijkt en klaar om gebruikt te worden.

Aangezien de elektronenbuizen waarmee de buisvoltmeter is uitgerust fabrieks-nieuw zijn, is het mogelijk dat hun werkpunt nog enigszins varieert.

In dit geval zal het nodig zijn de ijking nog eens volledig over te doen na een bedrijfstijd van 8 dagen.

A. Algemene bemerkingen

- 1° Welke ook de te meten spanning weze zal men, met het oog op een zo groot mogelijke nauwkeurigheid, de gevoeligheid zodanig kiezen dat de aflezing in het tweede of laatste derde van de schaal kan geschieden.
- 2° Wanneer men de orde van grootte van de te meten spanning niet kent, moet men eerst het hoogste meetbereik kiezen, dit om overbelasting van de voltmeter te voorkomen.
- 3° Het meetsnoer « Masse » is wel degelijk met het chassis van de buisvoltmeter verbonden. Wanneer men bijgevolg een spanningsmeting moet uitvoeren tussen twee punten die een zekere spanning voeren, zal het chassis van de buisvoltmeter op hetzelfde potentiaal gebracht worden als een van de beide meetpunten ; hieruit volgt dus dat men tijdens de bediening van het meettoestel enkele voorzorgen zal dienen in acht te nemen.

B. Meten van gelijkspanningen

De funktieschakelaar S_2 heeft een stand $+ DC$ en een stand $- DC$. Wanneer het « Massa »-meetsnoer aangesloten is op het te controleren chassis zal de keuze van de stand $+ DC$ of $- DC$ bepaald worden door de polariteit van de te meten spanning ten opzichte van de massa.

C. Meten van wisselspanningen

Voor wisselspanningen zijn op de buisvoltmeter twee ingangen voorzien : een ingang op het voorpaneel en een ingang « diode-meetkop ». De keuze tussen een van beide ingangen zal verder worden verklaard. Welke ook de gebruikte ingang is, zijn toch steeds dezelfde voorafgaandelijke instellingen nodig :

- Controleer de nulinstelling voor gelijkspanningen (schakelaar S_2 in stand $+ DC$)
- Plaats de schakelaar S_2 in de stand AC (of Pr. AC) en de schakelaar S_1 in de gevoeligheidsstand 1 V.

Zo nodig de potentiometer R37 die met AC Bal is aangeduid bijregelen om de wijzer op nul in te stellen.

Merk op dat wanneer men van de stand AC overschakelt naar de stand AC Pr. de potentiometer R37 opnieuw moet worden bijgesteld : het opheffen van het kontaktpotentiaal van de beide dioden (meetkop en voltmeter) is enigszins anders.

Kies vervolgens de schaalgevoeligheid die overeenstemt met de uit te voeren meting, of wanneer de orde van grootte van deze spanning niet gekend is, kies dan het hoogste meetbereik.

Verbind eerst het massanetsnoer (of de massa van de meetkop) en daarna de AC-meetstift (of de meetkop) met de klemmen van de schakeling waarin de meting wordt gedaan.

KEUZE VAN DE AC-INGANG OP HET VOORPANEEL OF VAN DE DIODE-MEETKOP

Twee overwegingen bepalen deze keuze :

1° de waarde van de te meten spanning

Met de diode-meetkop mogen geen spanningen worden gemeten die groter zijn dan $100 V_{eff}$.

De isolatiespanning van de ingangskondensator van de meetkop bedraagt 500 V gelijkspanning ; wanneer de wisselspanning op een gelijkspanning is gesuperponeerd, mag deze gelijkspanning niet groter zijn dan 350 V.

2° De frekwentie van de te meten spanning

Het voordeel dat de AC-meetkop ten opzichte van de ingang op het voorpaneel biedt bij hoge frekquenties bestaat er in dat de detektie van het te meten signaal tot stand komt zeer dicht bij het meetpunt, dit om onder meer parasitaire inductantie in serie met de detektieschakeling te vermijden.

Bovendien voert de verbindingskabel tussen meetkop en eigenlijke buisvoltmeter enkel gelijkspanning, zodat deze zich dus niet kan gaan gedragen als een antenne die op de meetkring is aangesloten.

Voor zeer lage frekquenties (beneden 30 Hz) of voor zeer hoge frekquenties (boven 100 MHz) dient men rekening te houden met de korrektiekrommen die in bijlage zijn gegeven.

Deze krommen geven de waarde van de korrektiefactor k_f in functie van de frekwentie, zodat volgende betrekking geldt :

$$V \text{ werkelijk} = k_f \times V \text{ afgelezen}$$

Deze korrektiekrommen worden gegeven voor de ingang op de meetkop zoals voor de AC-ingang op het voorpaneel. Voor deze laatste werd echter geen hoogfrekwentiekromme aangegeven, daar bij frekquenties boven 100 kHz het gebruik van de meetkop wordt aanbevolen.

Wanneer de meetkop wordt gebruikt dient men er wel rekening mede te houden dat de meetkop een ingangskapaciteit van 10 pF heeft en een dynamische ingangsweerstand van 1,8 M Ω .

Tenslotte moet er op gewezen worden dat voor metingen bij frekquenties boven 50 MHz de massaverbinding zo kort mogelijk moet worden gehouden. Hiertoe, en vooral voor frekquenties om en nabij 100 MHz raden we aan een massabeugeltje te gebruiken dat vooraan op het lichaam van de meetkop wordt bevestigd.

Dit massabeugeltje kan men bijvoorbeeld verwezenlijken met behulp van een eindje afschermvlecht dat rond het lichaam van de meetkop wordt gewrongen en daarna met de kortst mogelijke verbinding wordt vastgesoldeerd op de massa van het chassis, zo dicht mogelijk bij het meetpunt.

AFLEZING OP DE WIJZERSCHAAL

Teneinde dezelfde preciesheid (5 % in AC op einde van schaal) voor al de gevoeligheden te behouden, is men er toe gekomen 2 onafhankelijke schalen te maken die overeenstemmen met 1 V AC only en 3 V AC only.

De niet-lineariteit van deze 2 schalen — te wijten aan de karakteristieken van de gelijkrichterkring — schakelt elke overeenkomst met de schaal in dB uit.

Deze schaal van de decibels — gegradueerd van -20 dB tot $+2$ dB — kan dus slechts boven de schaal 3 V AC met een gepaste preciesheid gebruikt worden. De plaats van het merkpunt 0 dB werd in het derde en laatste gedeelte van de schaal gekozen teneinde het in een zone te situeren waar de preciesheid van aflezing maximaal is (0 dB stemt overeen met 0,774 V van de schaal 1 V).

Als men met de schaalverdeling in dB werkt en men de gevoeligheid van het toestel dient te veranderen, mag men niet vergeten, telkens men naar een hoger-gelegen gevoeligheid overschakelt, 10 dB bij te voegen (de preciesheid van deze 10 dB is niet streng daar de schalen zich in een verhouding van 3 tot 10 bevinden — fout 0,5 dB — ; deze fout is niet belangrijk en bedraagt in ieder geval nul als men van 2 gevoeligheden verspringt (20 dB))

Voor metingen van decibels, gedaan op de gevoeligheden 1 of 3 V AC only, dient men als volgt te werk te gaan :

1. meet de referentiespanning (V1)
2. meet de spanning op de beschouwde meetpunten (V2)
3. Maak de verhouding van de hoogste spanning op de laagste spanning en reken deze verhouding om in dB : het resultaat krijgt een $+$ teken wanneer de spanning V2 groter is dan de spanning V1 ; is de spanning V1 groter dan de spanning V2 dan moet men een $-$ teken plaatsen.

dB	Spanningsverhouding		dB	Spanningsverhouding	
	Winst	Verzwakking		Winst	Verzwakking
0,5	1,06	0,944	11	3,55	0,282
1	1,12	0,981	12	3,98	0,251
2	1,26	0,794	13	4,47	0,224
3	1,41	0,708	14	5,01	0,199
4	1,58	0,631	15	5,62	0,178
5	1,78	0,562	16	6,31	0,158
6	1,995	0,501	17	7,08	0,141
7	2,24	0,447	18	7,94	0,126
8	2,51	0,398	19	8,91	0,112
9	2,82	0,355	20	10	0,1
10	3,16	0,316	30	31,6	0,032
			40	100	0,01

I.2. ELEKTRISCHE ONDERDELEN

A. Weerstanden

Al de nodige gegevens voor de identifikatie van de verschillende soorten weerstanden zijn te vinden op het blad « Identifikatie van weerstanden en condensatoren » gevoegd bij de bouwtekeningen in bijlage.

Koollaagweerstand	Waarde	Vermogen	Tolerantie	Typenummer
R1	160 K Ω	0,125 W	1 %	E 003 AB/D160K
R2	390 K Ω	0,5 W	1 %	E 003 AD/D390K
R3	910 K Ω	1 W	1 %	E 003 AG/D910K
R4	3,3 M Ω	0,25 W	10 %	B8 305 05 A/3M3
R5	18 M Ω	0,25 W	5 %	DK 611 05/18M
R6	10 M Ω	0,25 W	10 %	B8 305 05 A/10M
R7	22 M Ω	0,25 W	5 %	DK 611 05/22M
R8	22 M Ω	0,25 W	5 %	DK 611 05/22M
R9	22 M Ω	0,25 W	5 %	DK 611 05/22M
R10	27 K Ω	0,25 W	5 %	B8 305 05 B/27K

Koollaagweerstand	Waarde	Vermogen	Tolerantie	Typenummer
R11	27 K Ω	0,25 W	5 %	B8 305 05 B/27K
R13	33 K Ω	0,25 W	5 %	B8 305 05 B/33K
R14	15 K Ω	0,25 W	5 %	B8 305 05 B/15K
R15	33 K Ω	0,25 W	5 %	B8 305 05 B/33K
R16	18 M Ω	0,25 W	5 %	DK 611 05/18M
R17	220 K Ω	0,25 W	5 %	B8 305 05 B/220K
R18	15 K Ω	0,125 W	1 %	E 003 AB/D15K
R19	35 K Ω	0,125 W	1 %	E 003 AB/D35K
R20	100 K Ω	0,125 W	1 %	E 003 AB/D100K
R21	350 K Ω	0,125 W	1 %	E 033 AB/D350K
R22	1 M Ω	0,25 W	1 %	E 003 AC/D1M
R23	335 M Ω	0,5 W	1 %	DY 791 95/3M5
R24	10 M Ω	2 W	1 %	DY 791 95/10M
R29	10 M Ω	2 W	1 %	DY 791 95/10M
R30	1 M Ω	0,25 W	1 %	E 003 AC/D1M
R31	100 K Ω	0,125 W	1 %	E 003 AB/D100K
R32	10 K Ω	0,125 W	1 %	E 003 AB/D10K
R33	1 K Ω	0,125 W	1 %	E 003 AB/D1K
R34	100 Ω	0,125 W	1 %	E 003 AB/D100E
R35	11 Ω	0,125 W	1 %	E 003 AB/D11E
R36	10 K Ω	0,5 W	5 %	B8 305 06 B/10K
R38	100 Ω	0,25 W	5 %	B8 305 05 B/100E
R39	27 K Ω	0,5 W	5 %	B8 305 06 B/27K
R42	10 M Ω	0,25 W	10 %	B8 305 05 A/10M
R43	10 M Ω	0,25 W	10 %	B8 305 05 A/10M
R44	10 M Ω	0,25 W	10 %	B8 305 05 A/10M
R45	10 M Ω	0,25 W	10 %	B8 305 05 A/10M
R46	2,2 M Ω	0,25 W	5 %	DK 611 05/2M2
R47	22 M Ω	0,25 W	5 %	DK 611 05/22M
R48	10 M Ω	0,25 W	10 %	B8 305 05 A/10M
R49	5,6 M Ω	0,25 W	10 %	B8 305 05 A/5M6

B. Potentiometer

	Waarde	Typenummer
R12 Potentiometer	50 K Ω Lin	E 098 CG/17C06
R25 Bijstelpotentiometer	5 K Ω	E 097 AD/5K
R26 Bijstelpotentiometer	10 K Ω	E 097 AD/10K
R27 Bijstelpotentiometer	5 K Ω	E 097 AC/5K
R28 Potentiometer	10 K Ω Lin	E 098 CK/17C04
R37 Potentiometer	10 K Ω Lin	E 098 CG/17C04

C. Kondensatoren

Er worden 4 soorten kondensatoren gebruikt : keramische, papier- polyester, en elektrolytische kondensatoren.

Al de nodige gegevens voor hun identifikatie zijn te vinden op het blad « Identifikatie van weerstanden en kondensatoren » gevoegd bij de bouwtekeningen in bijlage.

C1	polyester	33	KpF	C 296 AC/A33K
C2	papier	22	KpF	5328 P/22K
C3	polyester	33	KpF	C 296 AC/A33K
C4	keramisch	4,7	KpF	C 322 BA/H4K7
C5	keramisch	4,7	KpF	C 322 BA/H4K7
C6	elektrolytisch	16	μ F	AC 8208/16
C7	polyester	10	KpF	C 296 AC/A10K
C8	keramisch	8,2	KpF	C 322 BA/H8K2
C9	keramisch	470	pF	C 322 BC/P470E

D. Varia

	Typenummer
Weston mikroamperemeter	DY 841 26
voedingstransformator	DY 714 08

netsnoer met stekker

1 m rode draad

1 m zwarte draad

1 m dubbel afgeschermd kabel

4 m meeraderige kabel

2 m eenaderige draad

1 m isoleerkous

5 cm PVC-kous

E. Buizen en halfgeleider-diode

V1 EAA91

V2 ECC82

V3 EA76

La1 NE2 (spanningsverklikker)

GR1 OA214

ZO KIEST MEN DE INGANG VOOR EEN WISSELSPANNINGSMETING

$f > 100 \text{ MHz}$	{	Meetkop met massabeugeltje en korrektiekromme (resonantiefrekwentie van de meetkop : 200 à 250 MHz)
100 MHz		
50 MHz	{	Meetkop met massabeugeltje ($V_{\text{max}} = 100 V_{\text{eff}}$) zonder correctie : fout $< 10 \%$ ($Z_{\text{bron}} = 75 \Omega$)
	{	Meetkop : zonder correctie ($V_{\text{max}} = V_{\text{eff}}$)
4,5 MHz		
70 Hz	{	Ingang op het voorpaneel, zonder correctie $\pm 1 \text{ dB}$ op $Z_{\text{bron}} = 400 \Omega$
	{	Meetkop en ingang op voorpaneel met gebeurlijke kor- rektiekromme
20 Hz		

Frekwentiebereik : ± 1 dB van 35 Hz tot 100 MHz

Nauwkeurigheid : 5 % bij volle wijzeruitslag en sinusvormige spanningen

Ingangskapaciteit : ongeveer 10 pF

Dynamische ingangsweerstand : $\geq 1,8 \text{ M}\Omega$

C. Ohmmeter

Bereikschakelaar met 7 standen : x 1, x 10, x 100, x 1k, x 10k, x 100k, x 1M

Middenschaalindicatie : 10 Ω

Nauwkeurigheid : 3 %

Batterij : 1,5 V bij voorkeur van het afgeschermd type