

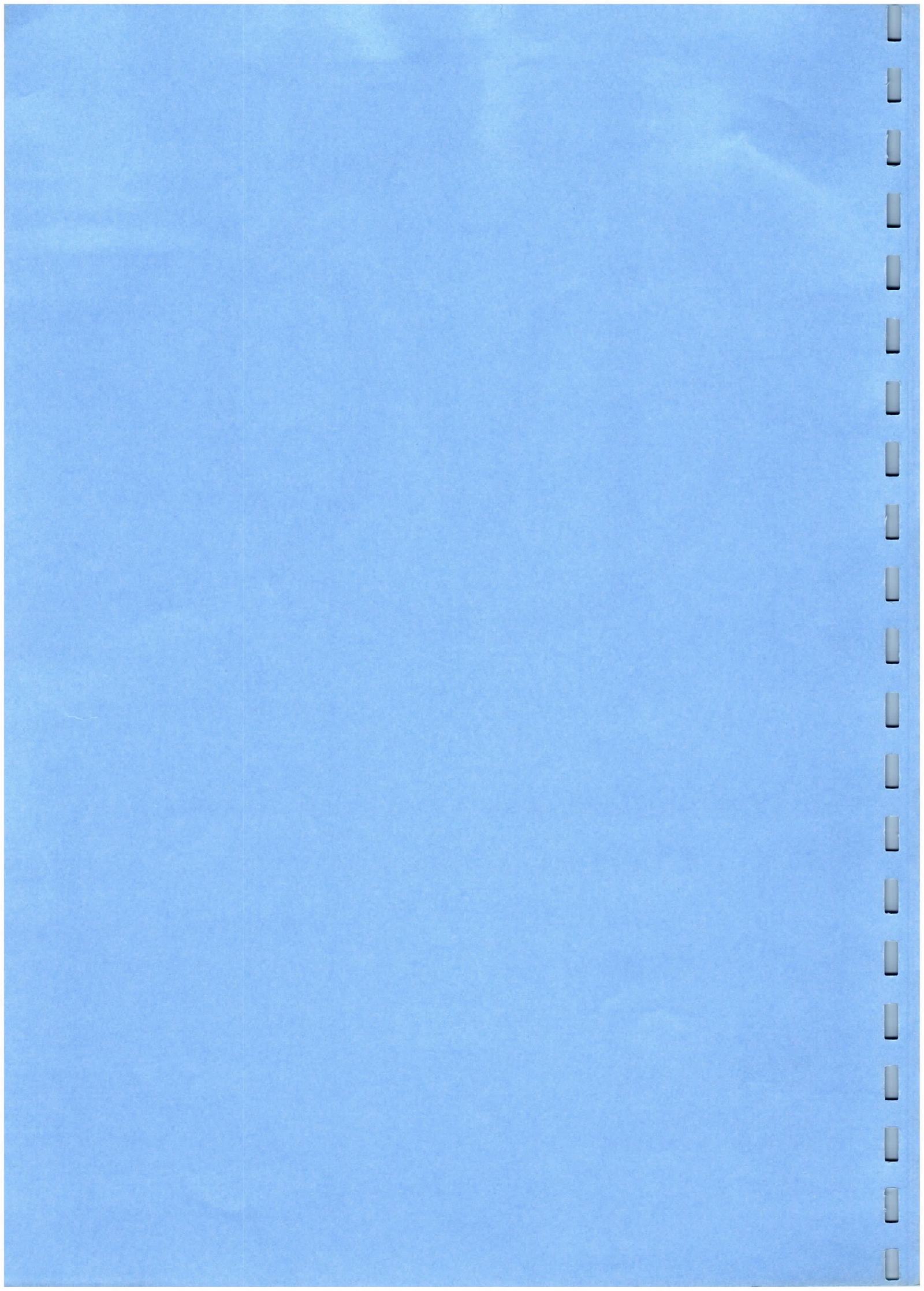


1. Gebruiksaanwijzing van de AVO CT 160 buizentester

2. Test en calibratieprocedure AVO CT160

Natonummer TV 3001/U

**AVO International
Archcliffe Road
Dover , Kent CT17 9EN
Engeland
Tel. 01 304 502101
Fax. 01 304 207342**





Gebruiksaanwijzing van de AVO CT 160 Buizentester

Natonummer TV 3001/U

AVO 160 gebruiksaanwijzing

0	Inleiding	2
0.1	Uitgangsstanden schakelaars	2
0.2	Aanpassing instrument aan netspanning	2
0.3	Meterschalen	2
0.4	Testen van buizen	2
Uit te voeren testen		
1	Is de gloeidraad heel	3
2	Isolatie weerstand tussen elektroden bij koude buis	3
3	Isolatie weerstand tussen elektroden bij warme buis	3
4	Het testen van een buis op basis van statische waarden	3
4A	Bepaling anodestroom en/of neg. rooster spanning bij gegeven instelling	4
5	Testen van buizen met goed – reject schaal	4
6	Steilheidmeting $S = ? \text{ mA/V}$ en bepaling kwaliteit van de buis	5
7	Onderzoek van het vacuüm en het meten van de roosterstroom	5
8	Gelijkrichters en dioden testen	6
9	Signaal diodes testen	6
10	Meervoudige buizen testen	6
10.1	Dubbele trioden en penthoden TT en PP	6
10.2	Enkele en dubbele gelijkrichters R en RR	6
10.3	Driedubbele diodes DDD	6
10.4	Meervoudige buizen met dioden DT DDT DP DDP DTP	6
10.5	Mengbuizen	6
10.5.1	Heptoden en Hexoden met de markering H	6
10.5.2	Oktoden met de markering O	7
10.5.3	Mengbuizen met markering TH of TP	7
10.6	Testen van Tuning Indicators TI	7
10.7	Testen van gasgevulde gelijkrichters	7
10.8	Testen van koude kathode gelijkrichters CCR	7
11	Het gebruik van de Link's A1 en A2	7
12	Het samenstellen van getallen voor de ROLLER SELECTOR	8
12.1	de standen van de ROLLER	8
12.2	het ROLLER SELECTOR getal samenstellen	8
13	De werking van de AVO CT 160	9
	de werking	9
	Basicircuit voor het bepalen van de mutual conductance	9
	Basisschema voor het testen van gelijkrichters en signaaldioden	10
	Isolatie tussen elektroden	11

0. Inleiding

0.1 Uitgangsstanden

Zet de knop	in de stand
OFF / ON	OFF
HEATER VOLTS	geheel linksom
ANODE VOLTS	20V; geheel linksom
SCREEN VOLTS	20V; geheel linksom
ELECTRODE SELECTOR	C/H ; geheel linksom
CIRCUIT SELECTOR	SET~ ; geheel linksom
ANODE CURRENT (rechterknop)	120mA ; geheel rechtsom
NEG GRIDS VOLTS	40V

0.2 Aanpassen instrument aan netspanning (grof- en fijnregeling onder pertinax plaatje)

- stel de grofregeling juist in (spanning eraf; schroef in juiste positie!!)
- zet CIRCUIT SELECTOR op SET~
- zet de hoofdschakelaar op ON
- wacht 30 sec om het instrument op te warmen
- verplaats de fijnschakelaar totdat de wijzer midden in het zwarte vlak staat (in stappen van 5V)

0.3 Meterschalen

Er zijn 3 meterschalen met 4 aflezingsmodelijkheden :

- **bovenste schaal** : isolatiemeting tussen elektroden ; tevens kalibreren netspanning (zwarte vlakje)
- **middelste schaal** : rood, wit, groen schaal = reject - twijfelachtig - goed ; met een calibratiepunt (1 mA/V) welke gebruikt wordt voor de meting van de mutual conductance G_m (zie 6A en B)
- **bovenkant middelste schaal** : de markeringen 0.1 0.5 en 1 mA/V voor de aflezing van $G_m < 1$ mA/V (zie 6C.)
- **onderste schaal** : voor bepaling van de roosterstroom; gastest zie

0.4 Testen van buizen

De CIRCUIT SELECT schakelaar moet op SET~ en de ELECTRODE SELECT op CH staan. De hoofdschakelaar op ON en het instrument 30 sec warm laten lopen; desnoods voedingsspanning corrigeren.

Het is het verstandigste eerst alle waarden in te stellen.

Dus eerst ROLLER SELECT, gloeispanning, anode-, negative grid- en screenspanning instellen en **daarna pas de buis plaatsen..**

NB. De gloeispanning wordt pas op de buis gezet als de als de CIRCUIT SELECT schakelaar op CH/R of verder wordt gezet; de spanningen naar de elektroden wordt er past opgezet als de CIRCUIT SELECT schakelaar op **test of gas** wordt gezet.

STAP 1. Gloeidraad heel ?

- CIRCUIT SELECTOR op H/CONT
- ELECTRODE SELECTOR op C/H

De meter moet een sluiting aangeven, dus **uitslaan**

Zet CIRCUIT SELECTOR terug op SET~

STAP 2. Isolatie tussen elektroden bij koude buis

De isolatie tussen de volgende roosters worden aldus gevonden:

CIRCUIT SELECTOR stand van schakelaar	ELECTRODE SELECTOR stand van schakelaar	Isolatie test
A/R	A1	anode 1 naar gloeidraad, kathode, anode 2 en stuur- en schermrooster
A/R	A2	anode 2 naar gloeidraad, kathode, anode 1 en stuur- en schermrooster
A/R	D1	diode 1 naar gloeidraad, kathode, anode 1 en stuur- en schermrooster
A/R	D2	diode 2 naar gloeidraad, kathode, anode 2 en stuur- en schermrooster
S/R	A1	Schermrooster naar gloeidraad, kathode en stuurrooster

Afhankelijk van welke stand een uitslag geeft kan nagegaan worden welke elektrode een isolatie probleem heeft t.o.v. een andere elektrode. Niet dat dat er toe doet. Elke isolatie lek leidt tot afkeuring van de buis. Alleen de kathode naar stuurrooster isolatie is hier niet getest (komt hierna).

STAP 3. Isolatie tussen elektroden bij warme buis

De isolatie tussen de volgende roosters worden aldus gevonden:

CIRCUIT SELECTOR stand van schakelaar	ELECTRODE SELECTOR stand van schakelaar	Isolatie test
CH/R	A1	kathode en gloeidraad t.o.v. A1, A2. G1 en schermrooster
CH/R	D1	kathode en gloeidraad t.o.v. diode 1
CH/R	D2	kathode en gloeidraad t.o.v. diode 2
C/H	C/H	Tussen kathode en gloeidraad Zie *

* De bovenste meterschaal is een $M\Omega$ schaal. Tenzij men het schakelcircuit kent, is het veiliger een buis met een lagere isolatiewaarde dan $10 M\Omega$ (bovenste meterschaal) af te keuren. Een echte waarde is niet aan te geven en afhankelijk van het circuit. Soms kan een waarde van $2,5 M\Omega$ voor een eindbuis nog acceptabel zijn.

Sluiting tussen elektroden wordt dus aangegeven met een volle meteruitslag.

Als het goed zit is er geen of nauwelijks meteruitslag.

STAP 4. Het testen van een buis op basis van statische waarden

De ELECTRODE SELECTOR op of A1 (enkelvoudige buis), A1 en A2 op toerbeurt (dubbele buis), op D1 (enkelvoudige gelijkrichter) of D1 en D2 op toerbeurt bij dubbelzijdige gelijkrichter. D wordt ook gebruikt bij mengbuizen voor de anode van de detectie diode.

De ELECTRODE SELECTOR **mag zeker niet op CH staan !!!**

De CIRCUIT SELECTOR moet op **test** gezet worden.

Als het relais gaat ratelen hoofdschakelaar op OFF. De stand van de ROLLER SELECTOR controleren en zo nodig corrigeren. Als deze goed stond, de buis weggooien.

4.A.1. Bepalen van de anodestroom bij gegeven instellingen

- ANODE VOLTS, SCREEN VOLTS, NEG GRID VOLTS instellen en ongeveer ANODE CURRENT (deze laatste liever op een te hoge waarde zetten en terugregelen).
- ELECTRODE SELECTOR op **A1** (en/of A2, D1, D2)
- CIRCUIT SELECTOR op **TEST**
- ANODE CURRENT knoppen dusdanig verdraaien, dat de meteruitslag **0** is. De anode current krijg je door de aangegeven waarden op de anode current knoppen op te tellen.

4.A.2. Bepalen van NEG. Grid voltage bij gegeven instellingen

Als bij 4.A.1. echter de anode current knoppen hebben een vaste instelling en de NEG GRID knop wordt gebruikt om de meter op 0 te zetten en om de waarde af te lezen. (het is beter eerder een te hoge waarde van NEG Grid in te stellen en terug te regelen).

Als je een dubbel triode test als een ECC..., dan zet je de ELECTRODE SELECTOR op A1 en test de eerste buishelft; vervolgens zet je de ELECTRODE SELECTOR op A2 en test de tweede buishelft.

Beide methoden kun je gebruiken om voldoende gegevens te verzamelen om Ia.Va en Ia.Vg grafieken te tekenen.

Beide methoden geven een indruk van de relatieve goedheid van een buis.

0-50 % van de waarde in het manual = **reject**

50-70 % van de waarde in het manual = **twijfelachtig** (in een laagbelaste toepassing kan deze buis toch nog lang functioneren)

70 -> 100 % = **goed**

5. Gebruik van de good / reject schaal

Ook hier zijn weer twee mogelijkheden.

De ELECTRODE SELECTOR moet weer op **A1** staan (enz.)

De CIRCUIT SELECTOR op **test**

A. Met behoud van de opgegeven ANODE CURRENT (waarde volgens manual)

- Stel de NEG GRID VOLTS bij totdat de meteruitslag 0 is
- draai de SET mA/V schijf tot de SET ZERO positie. Zet de wijzer terug op nul met de kleine ANODE CURRENT schakelaar.
- draai de SET mA/V schijf tot de waarde in het manual. De meter moet bewegen en komt tot staan in het vak **groen** (goed) of **wit** (twijfelachtig) of **rood** (reject).

B. Met behoud van de opgegeven NEG GRID VOLTAGE (waarde volgens manual)

- Blijf van de NEG GRID VOLTS af, maar draai aan de ANODE CURRENT schakelaars totdat de meteruitslag 0 is.
- draai de SET mA/V schijf tot de SET ZERO positie. Zet de wijzer terug op nul met de kleine ANODE CURRENT draaiknop.
- draai de SET mA/V schijf tot de waarde in het manual. De meter moet bewegen en komt tot staan in het vak **groen** (goed) of **wit** (twijfelachtig) of **rood** (reject).

Voor beide testmethoden geldt weer :

- | | | |
|------------------------|---------------|---|
| • Wijzer in rode baan | SLECHT | Waarde lager als 50 % van de waarde in het manual |
| • Wijzer in witte baan | TWIJFELACHTIG | Waarde tussen 50 en 70 % |
| • Wijzer in rode baan | GOED | Waarde > 70 % |

6. Bepalen van de kwaliteit van de buis m.b.v. mutual conductance (mA/V)

Ook hier zijn weer twee mogelijkheden.

De ELECTRODE SELECTOR moet weer op **A1** staan (enz.)

De CIRCUIT SELECTOR op **test**

A. Met behoud van de opgegeven ANODE CURRENT

- Stel de NEG GRID VOLTS bij totdat de meteruitslag 0 is
- draai de SET mA/V schijf tot de SET ZERO positie. Zet de wijzer terug op nul met de kleine ANODE CURRENT schakelaar.
- draai de SET mA/V schijf tot de wijzer op de calibratielijn komt, die in de groene zone ligt en gemarkeerd is met "**1mA/V**"
- lees de waarde van de mutual conductance af van de SET mA/V draaischijf. Deze waarde kan vergeleken worden met de waarde in het manual

B. Met behoud van de opgegeven NEG GRID VOLTAGE

- Blijf van de NEG GRID VOLTS af, maar draai aan de ANODE CURRENT schakelaars totdat de meteruitslag 0 is.
- draai de SET mA/V schijf tot de SET ZERO positie. Zet de wijzer terug op nul met de kleine ANODE CURRENT schakelaar.
- draai de SET mA/V schijf tot de wijzer op de calibratielijn komt, die in de groene zone ligt en gemarkeerd is met "**1mA/V**"
- lees de waarde van de mutual conductance af van de SET mA/V draaischijf. Deze waarde kan vergeleken worden met de waarde in het manual.

Ook hier geldt weer de slecht, twijfelachtig, goed regel van <50 % , 50-70 % en > 70 %

C. Buizen met een mutual conductance van minder als 1 mA/V

Dit kan op beide aangegeven methoden onder 6A en 6B. De SET mA/V schijf wordt echter gedraaid tot de 1 mA/V positie en de mutual conductance wordt afgelezen aan de bovenkant van de middelste meterschaal, waarop de punten 0.1 , 0.5 en 1mA/V staan aangegeven.

In de Amerikaanse literatuur wordt de mutual conductance , ook transconductance genoemd, aangegeven in micromhos. De omrekenregel is

$$\text{mA/V} = \frac{\text{tranceconductance (micromhos)}}{1000}$$

7. Het onderzoek van het vacuüm door het bepalen van de roosterstroom

- De ELECTRODE SELECTOR op **A1**
- De CIRCUIT SELECTOR op **GAS**

Bij aanwezigheid van gasresten, is de roosterstroom direct afleesbaar in micro-Ampere (μA) op de onderste schaal, die tot 100 μA max. loopt.

Doe geen gastesten op buizen, waarbij eerder het beschermrelais gewerkt heeft. De buis was waarschijnlijk te gassig.

Er zijn geen exacte waarde aan te geven waarbij een buis moet worden afgekeurd i.v.m. roosterstroom. Bij een transformator koppeling kan de roosterstroom wegvloeien. Bij een RC-koppeling komt er echter een te hoog potentiaal over de weerstand en staat daardoor de buis niet goed ingesteld. Een roosterstroom van 5 mA of meer, zal aanleiding zijn om de buis af te keuren.

8. Het testen van enkelfasige en dubbelfasige gelijkrichters

- Zet de rechter ANODE CURRENT knop volgens de binnenste (zilveren) calibratiering op de waarde uit het manual. Deze calibratiering is gemarkeerd met "DIODES AND RECTIFIERS" Zet de ELECTRODE SELECTOR op D1
- Zet de CURCUIT SELECTOR op TEST
- Lees de kwaliteit van de buis af op de reject - good schaal.

Voor dubbelfasige gelijkrichters moet de test herhaald worden met de ELECTRODE SELECTOR op D2

De gemarkeerde waarde op de calibratieschaal is de mA per diode, die geacht wordt geleverd te kunnen worden. Je kunt dus zo ook nagaan of een gelijkrichter een bepaalde waarde kan leveren. Als dus een dubbelzijdige gelijkrichter 120 mA moet leveren, moet je beide diodeparen testen op 60 mA.

9. Het testen van signaal diodes

- Zet de rechter ANODE CURRENT knop op de opgegeven waarde (1 of 5 mA) op de binnenste calibratiering (DIODES AND RECTIFIERS). Bij geen opgegeven waarde op 1 mA
- Zet de ELECTRODE SELECTOR op D1
- Zet CIRCUIT SELECTOR op TEST

De kwaliteit wordt afgelezen op de reject-good schaal

10. Meervoudige buizen

Het buistype is onder VALVE CLASS aangegeven

10.1. Dubbel triodes en dubbel penthodes TT en PP

Elke sectie wordt apart getest door de ELECTRODE SELECTOR respectievelijk op A1 en A2 te zetten

10.2. Enkele en dubbele gelijkrichters R en RR

Elke sectie wordt apart getest door de ELECTRODE SELECTOR respectievelijk op D1 en D2 te zetten.

10.3. Driedubbele diodes DDD

Je kunt met de normale setting maar twee dioden testen m.b.v. D1 en D2.

Een DDD als de EAB1 heeft als ROLLER SELECTOR nummer 023 1†0 890. De eerste en tweede dioden zijn aangegeven door 8 en 9. De derde diode wordt aangegeven door †. Om de eerste twee dioden te testen, vervang je het † door 0 en zitten diode 1 en 2 onder D1 en D2. Dus 023 100 890
Om de derde diode te testen, zet je op de posities van 8 en 9 een 0 en op de positie waar het † stond een 8 waardoor diode 3 onder D1 komt. Dus 023 180 000

10.4. Dioden en gelijkrichters, gecombineerd met andere buizen, aangegeven met DT DDT DP DDP DTP

Het versterkerdeel (T of P) wordt eerst getest door ELECTRODE SELECTOR op A1 en CIRCUIT SELECTOR op TEST.

Voor het testen van de dioden moet eerst de rechter ANODE CURRENT schakelaar op 1 mA worden gezet (binnenste zilveren ring) en de rechter ANODE CURRENT schakelaar op 0.

Door de ELECTRODE SELECTOR op D1 resp. D2 te zetten, worden de diode-secties getest.

10.5. Mengbuizen , aangegeven met H TH O TP

10.5.1. Heptoden en Hexoden, aangegeven met H

Gebruiken in de oscillatiesectie een rooster als virtuele anode en beide "buis helften beïnvloeden elkaar. Zij kunnen dan ook niet als zodanig worden getest. Ze worden of als penthode of triode getest en de settings zijn daar op afgestemd.

10.5.2. Oktoden , aangegeven door O

Deze kunnen wel opgevat worden als bestaande buit twee buizen. En worden meestal getest als twee afzonderlijke buizen. Er zijn dan twee settings gegeven en de oscillator sectie wordt getest met de ELECTRODE SELECTOR op A1 en het mixer gedeelte op A2.

Oscillator gedeelte

Om verder te testen of het oscillator deel wel goed werkt, is een indicatie of de kathode wel voldoende emitteert wel de beste test.

Door de gloeispanning te verlagen, kunnen we daar een goed beeld van krijgen. Valt de anodestroom in verhouding fors terug, dan is de emissie niet optimaal en zal het oscillatordeel niet echt goed werken.

10.5.3. Mengbuizen, aangeduid met TH of TP

Dit zijn buizen die twee onafhankelijke elektroden systemen hebben in een ballon . TH = triode-hexode en TP = triode-penthode. Zij worden dan ook als onafhankelijke triode c.q. penthode getest.

10.6 Testen van Tuning Indicators TI

De settings staan in de tabel, waarbij de SCREEN SWITCH gebruikt wordt om de target volts te maken. De aangegeven anodeweerstand moet op LINK A1 worden aangebracht.

Bij de opgegeven Vg1 moet het oog dicht staan. Door deze 0 te maken, moet het oog volledig opengaan en moet de anode current ongeveer kloppen met de waarde, aangegeven in de tabel.

Bij "double sensitivity indicators", die meerdere beelden kunnen geven, zijn twee sets van data gegeven, waarbij de eerste van de meest gevoelige is.

10.7. Testen van gasgevulde gelijkrichters.

Gasgevulde gelijkrichters worden getest met anodeweerstand(en) aangesloten op de LINK's, waarvan de waarde is gegeven in K Ω . Dit type gelijkrichter wordt **niet** via het rectifier en diode circuit getest (denk om de ANODE CURRENT schaal). Voor dubbelfasige gelijkrichters moeten dan ook twee weerstanden worden aangebracht. De ELECTRODE SELECTOR moet dan ook niet op D1 en/of D2 worden gezet maar op **A1 en/of A2**.

10.8. Testen van koude kathode gelijkrichters (Cold Cathode Rectifiers) CCR

Worden getest als de gasgevulde gelijkrichters.

11. Het gebruik van de LINK's A1 en A2

De kontakten zijn normaal kortgesloten door metalen plaatjes. Door de plaatjes echter weg te draaien, kunnen er weerstanden worden opgenomen in de anodeleidingen A1 en A2.

Tevens is het mogelijk een DC milliampère meter in de anodeleiding op te nemen (een met laag eigen verbruik). De meteruitslag zal de helft bedragen van de werkelijk vloeiende stroom. De meteraflezing moet dus met twee vermenigvuldigd worden.

Denk erom dat bij normaal gebruik de volle anodespanning over de metalen plaatjes staat !!!!

12 Het samenstellen van getallen voor de ROLLER SELECTOR

N.B. Alle ingestelde spanningen staan op het TOP CAP CONNECTOR PANEL.. Normaal dient dit PANEL ervoor om top- of zijaansluitingen op de buis m.b.v de bijgeleverde snoer aan te sluiten. Ook spanningen kunnen hier gemeten worden (altijd t.o.v. de kathode).

Met behulp van de ROLLER SELECTOR kan elke pen met elke spanning verbonden worden.

12.1 Standen van de ROLLER

Met ROLLER 1 zet je een spanning op pen 1 (van alle buisvoeten). Welke spanning is afhankelijk van de stand 1 tm 0 (10 standen). Met ROLLER 2 zet je Enz.

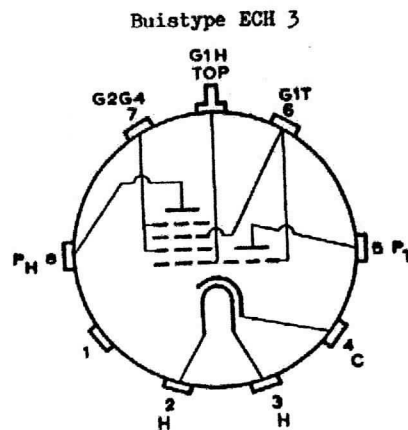
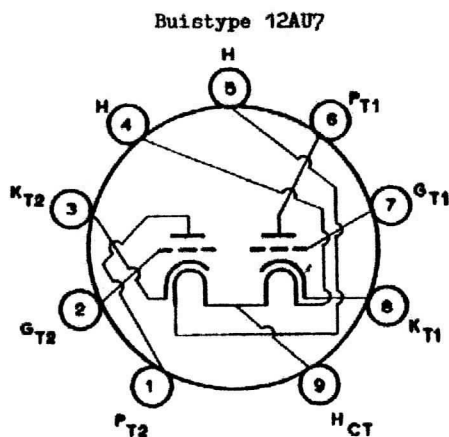
De standen van de ROLLER zijn als volgt :

- 1 / C de kathode of een andere elektrode zoals het vangrooster van een penthode (tenzij deze intern is verbonden).
- 2 / H- gloeidraad; normaal de gearde kant of bij een direct verhitte buis de kant die aan de - pool van de batterij wordt verbonden.
- 3 / H+ gloeidraad; de andere kant of bij een dubbele gloeidraad, de middenaansluiting.
- 4 / G het stuurrooster (controle Grid)
- 5 / S het schermrooster (Screengrid)
- 6 / A anode bij een enkele of meervoudige buis. Bij een oscillator- mengbuis is dit de oscillator anode.
- 7 / A2 de tweede anode bij een dubbele buis. Bij een oscillator-mengbuis is dit de mengbuis anode
- 8 / D1 de eerste anode van een enkele of dubbele signaaldiode, gelijkrichter (niet gasgevuld of koud kathode gelijkrichter) en diode/versterkerbuis combinaties
- 9 / D2 de tweede anode van een enkele of dubbele signaaldiode, gelijkrichter (niet gasgevuld of koud kathode gelijkrichter) en diode/versterkerbuis combinaties
- 0 / E voor niet aangesloten pennen. In deze stand wordt de pen met geen enkele spanning (of aarde) verbonden

12.2 Het ROLLER SELECTOR getal samenstellen

Als een buis niet in het AVO boek voorkomt dan :

- Je hebt de lay-out van de buis nodig + een instelling (buisenboek, datasheet)
- De pennen van de buis moeten genummerd worden volgens de wijze van de volgende bladzijde
Op basis hiervan, kun je het ROLLER SELECTOR nummer samenstellen.



pen 1 6 / A
pen 2 4 / G
pen 3 1 / C
pen 4 2 / H-
pen 5 2 / H-

pen 6 7 / A2
pen 7 4 / G
pen 8 1 / C
pen 9 3 / H+

pen 1 0 / E
pen 2 2 / H+ mag om-
pen 3 3 / H- wisselen
pen 4 1 / C

pen 5 6 / A (oscillator)
pen 6 4 / G
pen 7 5 / S
pen 8 7 / A2 (menganode)

Topaansluiting op G op TOP CAP paneel

Het getal is dus **023164570**

Het getal is dus **641227413** De stuurroosters en kathoden zijn doorverbonden en worden getest met A en A2. Door de aansluiting van de gloeidraden, is de gloeispanning 6,3 V.

Het getal 741226413 is ook goed. 6412374100 is voor 12.6 V gloeispanning

13 De werking van de AVO CT 160

13.1 De werking

De buizentester test de buizen op statische waarden. Gezien het grote aantal en de verscheidenheid aan buizen, moeten er voor heel veel verschillende anode-, stuurrooster- (en deze negatief), schermrooster- en gloeidraadspanningen gezorgd worden en dat voor stroomwaarden van delen van mA tot c.a. 100 mA. Zouden dit gelijkspanningen zijn, dan zou er een erg duur en onhandelbaar apparaat zijn ontstaan door nogal wat verschillende gestabiliseerde voedingen.

Kunnen er echter wisselspanningen op de elektroden worden gezet, dan wordt het probleem van de voeding beperkt tot het nauwkeurig wikkelen van een transformator. En dit kan dankzij de inherente gelijkrichtende werking van elke buis.

Een probleem apart is de negatieve stuurroosterspanning. Dit wordt opgelost door stuurroosterspanning enkelfasig gelijk te richten (negatief en met een fase verdraaiing van 180 graden) zonder afvlakking, zodat de sinusvorm van de halve fase behouden blijft.

Er kan rekenkundig worden aangetoond dat indien :

- Een AC anodespanning (en of scherm-) wordt toegepast met een RMS waarde van $1,1 \times V_a$ (DC)
- de een enkelzijdig gelijkgerichte stuurspanning gelijk aan $0,5 V_g$ (DC)

De buis een gemiddelde anodestroom zal geven die de helft is van de waarde indien de eigenlijke gelijkspanningen zouden zijn toegepast. Deze methode houdt stand over de volle karakteristiek van de buis.

13.2 Basiscircuit voor het bepalen van de mutual conductance

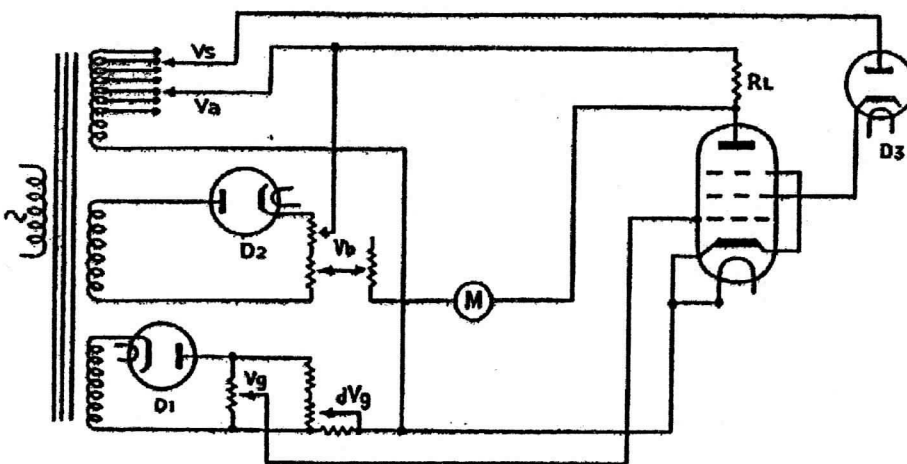


FIG. 1.
BASIC CIRCUIT FOR CHECKING OF MUTUAL CHARACTERISTICS

Met de diverse voltages ingesteld, zal de enkelfasige anodestroom een spanningsval veroorzaken over R_L . R_L is voldoende laag zodat de werking van de buis niet beïnvloed wordt. Deze spanning over R_L wordt vergeleken met een spanning van gelijke vorm welke hier V_b heet. Het spanningsverschil van deze brugschakeling wordt aangegeven door de meter M . Wanneer de meteruitslag 0 is, is de spanning V_b een maat voor de anodestroom over R_L ($I_a = V : R_L$) en geeft deze draaischakelaar dus de anodestroom in mA.

Een kleine verandering in de stuurspanning door dV_g , veroorzaakt een toenemende spanningsval over R_L welke de brug uit balans brengt. Deze onbalans wordt aangegeven op de meter door een uitslag en is een maat voor de mutual conductance. Voor een uitslag van R_L millivolt is de mutual in mA is $1/dV_g$ (volt). In de praktijk is de volle meteruitslag 130 % van R_L en zijn er drie gebieden op de schaal van de meter aangebracht t.w. **GROEN** van 130% tot 70% = **GOED** ;

WIT 70% tot 50% = **TWIJFELACHTIG**
Rood beneden 50% = **AFKEUREN**

Dus door de ANODE CURRENT schakelaar zo te verdraaien tot de meteruitslag 0 is, de SET mA/V te draaien tot de aangegeven waarde uit het manual, geeft de meteruitslag de relatieve kwaliteit van de buis.

N.B. De diode D3 in het schema.

De diode D3 in het schermroostercircuit is een stopper diode, die mogelijke schade en oververhitting van de te testen buizen voorkomt. Dit kan anders voorkomen bij sommige beam tetrodes, indien deze gevoed worden met wisselspanning. De focussing van deze beam tetroden raakt uit balans rond de doorgang door 0 van de aangelegde wisselspanning. In de doorlaatrichting heeft deze diode weinig impedantie maar in de sperrichting van de diode voorkomt hij effectief een tegengestelde schermroosterstroom.

13.3 Basisschema voor het testen van gelijkrichters en signaaldioden

De gelijkrichter / diode heeft een belasting van $R_S + R_L$ met parallel de elco C

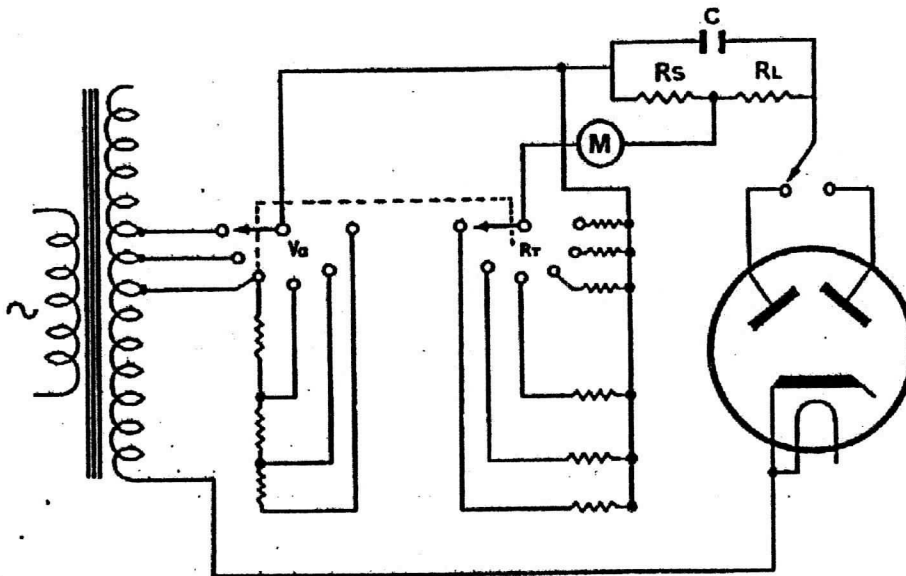


FIG. 2

BASIC CIRCUIT FOR THE TESTING OF RECTIFIERS AND SIGNAL DIODES.

Een sinusvormige V_a wordt toegevoerd van voldoende grootte om de gelijkrichter te laten werken in het lineair deel van zijn karakteristiek, zodanig dat de combinatie $R_S + R_L$ wordt doorlopen door de maximale anodestroom. De meter M meet de spanningsval over de belasting R_L + de bijgeschakelde weerstanden van schakelaar R_T . De waarde van deze belastingen zijn zo gekozen dat de meter zou moeten uitslaan tot het midden van het groene gebied op de meterschaal. De uitslag op de meterschaal geeft dus de staat aan van de gelijkrichter / diode.

De toegepaste anodespanningen zijn zodanig gekozen dat er een anodestroom van 1 of 5 mA (signaaldioden) en 15, 30, 60 of 120 mA (gelijkrichters) ontstaat.

13.4 Isolatie controle tussen elektroden

De isolatie tussen elektroden wordt gemeten met gebruik making van de enkelfasige gelijkgerichte stuurroosterspanning.

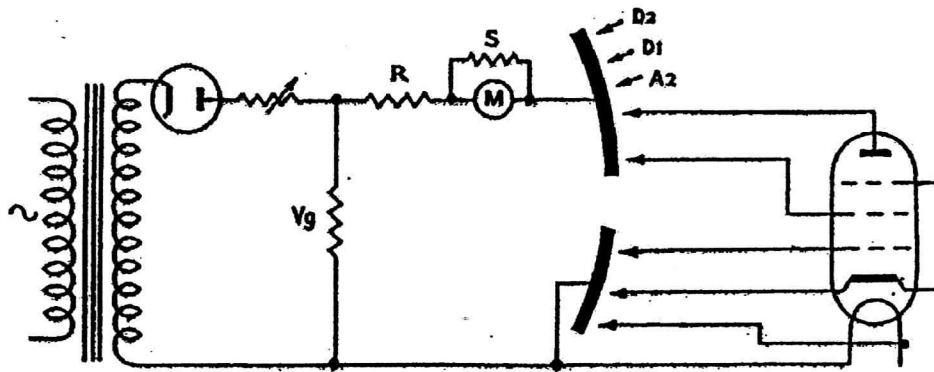


FIG. 3.

Deze V_g doorloopt het circuit met een weerstand R van hoge waarde, de meter (die geshunt is) en eventueel van elektrode tot elektrode (welke elektrode t.o.v. elkaar is afhankelijk van de stand van de schakelaars). De waarden van V_g , de shuntweerstand S en de weerstand R is zodanig gekozen dat de minimale meteruitslag een isolatiewaarde van $25 \text{ M}\Omega$ aangeeft. Een volle meteruitslag is uiteraard een kortsluiting tussen elektroden.

Zie verder STAP 1, STAP 2, STAP 3 op bladzijde 3.



Test en calibratieprocedure AVO CT160

Natonummer TV 3001/U

**AVO International
Archcliffe Road
Dover , Kent CT17 9EN
Engeland
Tel. 01 304 502101
Fax. 01 304 207342**

Deel I	Door mij aangepaste gebruiksaanwijzing	
Hoofdstuk 1	Controle AVO CT160 met eenvoudige middelen	2
1.0	Mechanische kenmerken	2
1.1	Verwijderen van instrument uit zijn koffer	2
		2
2.0	Te gebruiken meetinstrumenten	2
3.0	Een andere dan 220/230V , 50 Hz netvoeding	2
3.1	500 V netvoeding	2
4.0	Eenvoudige storingen	2
4.1	Relais komt in en valt niet af	2
4.2	Overige storingen	2
5.0	Spanningen controleren zonder buis in de CT160	3
5.1	Gloeispanning	3
5.2	Anodespanning	4
5.3	Schermroosterspanning	4
5.4	De stuurroosterspanning	4
6.0	De nauwkeurigheid van het instrument bepalen met behulp van een gekalibreerde buis	5
6.1	Een gekalibreerde buis maken	5
6.2	Het vervangen van de D77 buizen	6
Hoofdstuk 2		
7.1	Kalibreren van de CT160	7
7.2	Het controleren van de "SET mA/V" draaischijf.	7
7.3	Bijstellen van de mA/V draaischijf	7
7.4	Het controleren van de "SET ~ " indicatie	8
7.5	Controle van Ia	8
7.6	De paneelmeter	8
7.7	Bijstellen van het beveiligingsrelais	8
7.8	Onderhoud aan het buisvoeten paneel.	8
7.9	Verwijderen en vervangen van knoppen en bijstelling van het aanwijsdeel	9
8.0	Schema	10
8.1	Componenten	11
DEEL II	Oorspronkelijke Engelse tekst	12

Hoofdstuk 1 Controle AVO CT160 met eenvoudige middelen

1.0 Mechanische kenmerken

Het instrument bestaat uit twee scharnierende delen, die een draagkoffer vormen. De delen kunnen niet van elkaar worden gescheiden. De elektrische verbindingen tussen de delen worden verzorgd door twee vijfaderige bandkabels.

1.1 Verwijderen van instrument uit zijn koffer

Om onderhoud of kalibratie mogelijk te maken, moeten beide delen uit de koffer genomen worden. Het controle paneel wordt losgemaakt door 4 achtkantige moeren aan de buitenzijde van de koffer los te draaien. Het buishouder deel kan worden losgemaakt door de acht schroeven aan de rand van het paneel los te schroeven.

2.0 Te gebruiken meetinstrumenten

Alle aangegeven metingen en toleranties zijn exclusief die van de te gebruiken meetinstrumenten. Zo nodig moeten de toleranties van de meetinstrumenten van tevoren worden vastgesteld. Indien mogelijk moeten de gekalibreerde meetinstrumenten worden gebruikt.

3.0 Een andere dan 220/230V , 50 Hz netvoeding

Terwijl de CT160 geschikt is voor gebruik bij 50 – 500V AC, moet onderhoud en kalibratie uitgevoerd worden bij een netspanning (of voeding) van 220/230V, 50 HZ.

3.1 500 V netvoeding

De volgende kenmerken spelen een vitale rol in de correcte werking van het instrument op een 500V voeding:

- De twee elektrostatische schermen S1 en S2 op de transformator voorkomen onjuiste mA/V aflezingen en bij het uitwisselen van een transformator moeten de schermen verbonden worden als aangegeven in het schema (Fig. 3)
- de afzonderlijke kabelbundels, die naast elkaar door het instrument lopen, zorgen ervoor dat de rooster- en bijbehorende kabels, apart liggen van de netkabels. Dit om beïnvloeding op elkaar te voorkomen bij hogere frequenties. Indien bekabeling tijdelijk moet worden verplaatst, moet er zorg voor worden gedragen dat de bekabeling op zijn oorspronkelijke plaats teruggelegd wordt.
- De 0,02 μ F (C1) en 0,02 μ F (C2) condensatoren voorkomen onjuiste aflezingen bij isolatie weerstanden wanneer het instrument gebruikt wordt bij hoge net frequenties.

4.0 Eenvoudige storingen

4.1 Relais komt in en valt niet af

- Wanneer het relais in werking komt bij een vermoedelijk kapotte buis en niet afvalt na het uitschakelen en aanschakelen (maar dit maal zonder buis), zet dan de ROLLER SELECTOR op 000 000 000, verwijder de bovenaansluitdraad en schakel het instrument uit en aan.
- Wanneer desondanks het relais in werking blijft, is er een kortsluiting in het buishouderdeel naar aarde door soldeer, een losse draad of isolatiefout.
- Indien de fout nog steeds blijft, zoek dan naar een isolatiefout naar aarde tussen de ROLLER SELECTOR op het buisvoeten paneel en de transformator op het bedieningspaneel.

4.2 Overige storingen

Storing	Mogelijke fout	Actie
Het controle lampje brandt niet	Geen netspanning Lampje kapot	Controleer de netspanning plug Vervang lampje LP1

Storing	Mogelijke fout	Actie
Het controle lampje brandt niet of de meter slaat niet uit als je de CIRCUIT SELECTOR op SET~ zet.	Zekering stuk	Controleer de MAINS VOLTS SELECTOR en vervang de zekering F1 en/of F2
Geen aanwijzing voor meterstroom	Geen anodespanning op de buispin	Ga na of LINK A1 en Link A2 goed vast zitten en contact maken
Geen aanwijzing voor meterstroom en het beschermrelais werkt, wanneer je tetroden en penthoden test.	Geen anodespanning op de buispin. maar wel schermroosterspanning	Ga na of LINK A1 en LINK A2 goed vast zitten en contact maken.

5.0 Spanningen controleren zonder buis in de CT160

Sluit de CT160 aan op een bekende 220-230V, 50 Hz AC voeding (net) en stel grof en fijn schakelaars zo goed mogelijk in naar de netspanning. De wijzer moet in het zwarte vakje staan.

Zet de CIRCUIT SELECTOR op TEST en de ELECTRODE SELECTOR op A1. Dit geldt zowel voor de meting van gloei-, anode-, schermrooster- en stuurroosterspanning.

Opmerking.

De instelling van de grof en fijn schakelaar moet wel ongeveer corresponderen met de netspanning.

Als je b.v. de grofschakelaar op 200V moet zetten en de fijnschakelaar op - 5 V (totaal 195 V) , om de wijzer in het zwarte vakje te krijgen, terwijl je netspanning 220 V is, dan kun je beter direct aan de kalibratie procedure beginnen, want dan zit er iets goed fout (mij overkomen)

5.1 Gloeispanning

Gebruik een wisselspanning instellingen van een geschikte voltmeter. Sluit de meter aan op de H+ en H- pluggen van het "top cap" paneeltje.

Draai de HEATER VOLTAGE schakelaar op de diverse waarden en lees telkens de externe meter af. Deze aflezingen moeten binnen de waarden liggen, zoals de tabel 4 aangeeft. Deze spreiding moet mogelijk worden aangepast aan de nauwkeurigheid van de gebruikte externe meter.

Verpact de circuit selector met op CH of het te zetten

Tabel

Gloeispanningen met wisselschakelaar op 0.625 - 117 V	Uitlezing voltmeter moet liggen tussen	Gloeispanningen met wisselschakelaar op 1.4 - 80 V	Uitlezing voltmeter moet liggen tussen
0.625	0.5 - 0.8	7,5	7,6 - 8,0
1,25	1,2 - 1,45		
2,0	2,2 - 2,45		
4,0	4,2 - 4,7		
5,0	5,1 - 5,5		
6,3	6,6 - 7,0		
10,0	10,3 - 10,9		
13,0	13,5 - 14,1		
16,0	16,3 - 17,3		
20,0	20,7 - 21,7		
25,0	26,0 - 27,0		
30,0	31,0 - 32,2		
48,0	50,3 - 52,3		
70,0	73,0 - 76,0		
117,0	123,0 - 130,0		

Opmerking

Het is weinig zinvol al deze spanningen na te meten, tenzij je de kwaliteit van de trafo wilt bepalen. Enkele spanningen is voldoende. Kom je buiten de aangegeven grenzen (en rekening houdend met de onnauwkeurigheid van de externe meter), dan is kalibratie noodzakelijk.

5.2

Anodespanning

hieraf selecteert de test

Gebruik een wisselspanning instellingen van een voltmeter. Sluit de meter aan op de A1 en C pluggen van het "top cap" paneeltje.

Draai de ANODE VOLTAGE schakelaar op de diverse waarden en lees telkens de externe meter af. De meteraflezingen moet 1,1 maal de spanning zijn, die door de draaischakelaar is aangegeven $\pm 5\%$, eventueel gecorrigeerd naar externe meteronnauwkeurigheden.

Als de ANODE VOLTAGE draaischakelaar op 100 V staat, moet de afgelezen waarde dus liggen tussen $100 \times 1,1 \pm 5\%$ is tussen 104,5 en 115,5 Volt. Enkele waarden :

Anodespanning In V	Uitlezing voltmeter moet liggen tussen	Anodespanning in V	Uitlezing voltmeter moet liggen tussen
60	62,7 - 69,3	90	94,0 - 104,0
150	156,8 - 173,25	200	209 - 231
250	261,25 - 288,73	300	316,50 - 346,50

5.3

Scherfroosterspanning

Gebruik een wisselspanning instellingen van een voltmeter. Sluit de anode kort met de kathode (pin 2 en 5) van buis V1, triode A. Het bedieningspaneel moet dus uit het kofferdeel gehaald worden.

Zie foto

Sluit de externe meter op de pluggen S en C aan op het "top cap" paneeltje en draai de SCREEN VOLTAGE draaischakelaar in de diverse standen en lees telkens de externe meter af. De externe meteraflezingen moeten $1,1 \times$ de spanning zijn $\pm 5\%$, die door de draaischakelaar wordt aangegeven, eventueel gecorrigeerd voor externe meter onnauwkeurigheden.

Als de SCREEN VOLTAGE draaischakelaar op 200V staat, moet de aflezing op de externe meter liggen op $200 \times 1,1 \pm 5\%$, dus tussen 209 en 231 V. Zie ook de tabel bij "Anodespanning".

5.4

De stuurroosterspanning

Gebruik een wisselspanning instellingen van een voltmeter en sluit deze aan op de op de pluggen G en C van het "top cap" paneeltje. Ga na of je met de NEG GRID VOLTS draaischijf op resp. 13 en 4 volt, de waarden 6,75 en 2,1 V $\pm 5\%$ meet.

Stuurroosterspanning In V	Uitlezing voltmeter moet liggen tussen	Stuurroosterspanning in V	Uitlezing voltmeter moet liggen tussen
0	0	13	6,41 - 7,09
4	2,0 - 2,2	15	7,41 - 8,19
5	2,47 - 2,73	40	19,76 - 21,84

Zijn alle andere spanningen goed, behalve deze, dan moet de metalen draaischijf iets gedraaid worden t.o.v. as van de potmeter ... Zie Hoofdstuk 2 "De Calibratieprocedure"

6.0 De nauwkeurigheid van het instrument bepalen met behulp van een gekalibreerde buis

Voordat je onderhoudswerkzaamheden verricht en na afloop, moet het instrument gecontroleerd worden in de volgende volgorde:

- Sluit het instrument aan op een AC voeding (net) van 200 – 250V, 50 Hz van bekend voltage en plaats de "Voltage Adjustment" van het instrument op de juiste waarde.
- schakel in en merk op dat het lampje gaat banden en stel de "MAINS VOLTAGE SELECTOR FINE CONTROLE" zodanig in dat de meterwijzer zo dicht mogelijk bij het midden van het zwarte ~ vlak komt.
- Gebruik een CV455, geschakeld als een enkele triode, die een gemeten mutual conductance heeft bij een anode stroom I_a van 16 mA en een anodespanning V_a van 200V DC (Zie 6.1 voor kalibratieprocedure)

Zet deze gestandaardiseerde buis in de CT160 en ga na of bij een $V_a = 200V$ en $I_a = 16mA$, de negatieve roosterspanning en de mutual conductance binnen 5% is van de gemeten waarden. De anodestroom kan gemeten worden door op een open "LINK A1" een mA meter aan te sluiten. Een uitslag van 8 mA op de externe mA meter is gelijk aan een anodestroom van 16 mA DC door de buis. Dit wordt (als het goed is) ook aangegeven door de meter op de CT160 met de anodecurrent schakelaars op 16 mA en de wijzer in de 0 positie.

- Verwijder buis en externe meter. Met de "NEG GRID VOLTS" draaischakelaar op 40, sluit een 680 K Ω , 5% weerstand aan op de GRID en CATHODE aansluiting van het "TOP CAP" paneeltje. Met de "CIRCUIT SELECTOR" draaischakelaar op "GAS", moet de paneelmeter een volle uitslag krijgen $\pm 20\%$.

6.1 Een gekalibreerde buis maken

De te gebruiken meters moeten nauwkeurige meters zijn (E.I. Model 44). De milliampèremeter moet een maximaal spanningsverlies van 100mA hebben en liefst een afleesschaal 0 – 25 mA. De voltmeters moeten een gevoeligheid hebben van 1000 Ω/V . Als gelijkrichtte AC wordt gebruikt voor de hoogspanning, dan is het belangrijk dat de afvlakinrichting van goede kwaliteit is. De Solatron varipack is geschikt. De roosterspanning voeding moet betrokken worden van een geschikte batterij (denk aan de polariteit). De gloeidraadvoeding mag AC of DC zijn, maar het voltage moet liggen binnen $\pm 5\%$ van de aangegeven waarde.

De CV455 (equivalenten ECC81, 12AT7) moet als volgt worden aangesloten (zie Fig. 12)

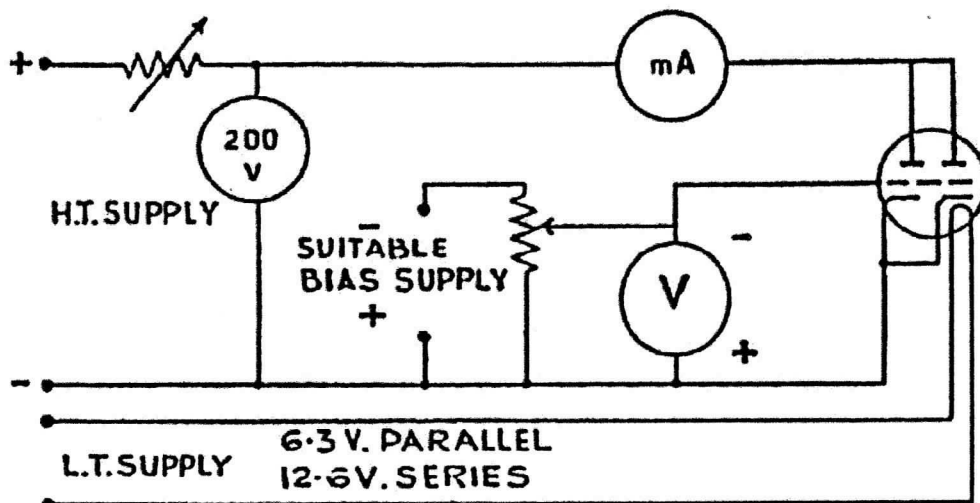


FIG. 12.

Stel de potentiometers zo in dat je 9 V stuurroosterspanning krijgt en 200 V anodespanning. Stel de stuurroosterspanning zodanig bij, totdat je een anodestroom van 16 mA krijgt.

Noteer de stuurroosterspanning.

Stel de stuurroosterspanning zo bij dat je een anodestroom krijgt van 17 mA.

Noteer de stuurroosterspanning.

De **Steilheid S** kan nu als volgt worden uitgerekend : door de anodestroom verschil (hier 1 mA) te delen door de stuurrooster spanningsverschil volgens de formule :

$$S = \frac{I_{a2} - I_{a1}}{V_{g1} - V_{g2}} \quad \text{mA/V}$$

Het resultaat zal vaak liggen tussen 4 en 5 mA/V

Voor een grotere accuratesse kan de stuurroosterspanning worden afgezet tegen de anodestroom tussen de 10 en 20 mA anodestroom, waarbij de **Steilheid** moet worden bepaald bij 16 mA.

De gekalibreerde buis moet van het volgende label worden voorzien :

$V_a = 200V \text{ DC}$

$I_a = 16 \text{ mA}$

$V_g = \dots\dots\dots$

$S = \dots\dots \text{ mA}$

Datum

CV455

De buis moet nadat hij een paar keer gebruikt is of lang ongebruikt heeft gelegen, opnieuw gekalibreerd worden.

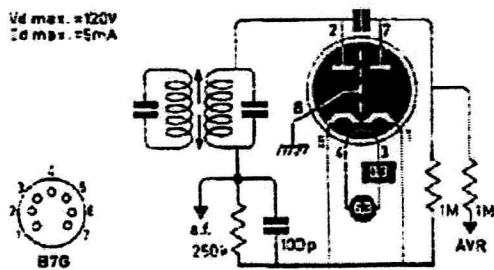
Opmerking

Dit is de snelste manier om te zien of je tester te ver gaat afwijken. en tot nu toe de enigste manier om de SET mA/V draaischijf te controleren.

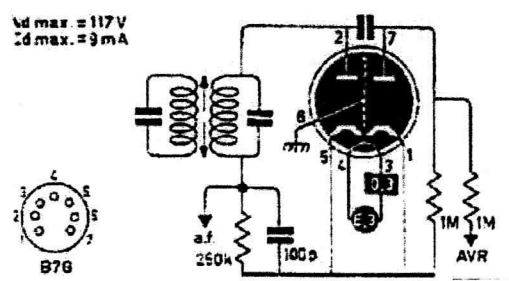
Valt een of meerdere (vaak meerdere) metingen verkeerd uit, dan moet je het instrument opnieuw kalibreren En daartoe moet hij uit zijn draagkoffer worden gehaald.

6.2 Het vervangen van de D77 buizen

Het equivalent van de D77 is de algemeen verkrijgbare 6AL5. Er zitten twee buizen in de tester.



De D77



De 6AL5

Hoofdstuk 2

De kalibratieprocedure

7.1 Kalibreren van de CT160

- Gebruik een DC buisvoltmeter met een ingangsimpedantie van groter dan $1\text{ M}\Omega$.
- Open LK (Fig. 13) en zet de paneelschakelaars als volgt : CIRCUIT SELECTOR op TEST, ELECTRODE SELECTOR op A1 en NEG GRID VOLTS op 40.
- Zet de testdraden van de voltmeter over RV2 (Fig. 6) en stel RV3 (Fig. 13) bij totdat je 20,8 V meet. Sluit de testdraden aan op G1 en C van het TOP CAP paneeltje.

Ga na of je met de NEG GRID VOLTS schakelaar op resp. 13 en 4V, de voltmeter resp. 6,75 en 2,1 V aangeeft $\pm 5\%$. Indien een of beide waarden buiten de tolerantie vallen, moet de NEG GRID VOLTS draaischijf mechanisch versteld worden om het verschil te delen.

Indien dit moet gebeuren, moeten de drie verzonken schroeven in de plastic aandrukplaat op de metalen draaischijf iets gelost worden, waardoor de metalen schijf binnen de beperkingen van een niervormige sleuf iets kan worden verdraaid. Na bijstelling, de schroeven weer vastdraaien. De aangegeven waarden opnieuw nagaan. De NEG GRID VOLTS waarden van 0 V, 5 V, 15 V en 40 V moeten leiden tot een meteraflezing van respectievelijk 0V, 2,6 V, 7,8 V en 20,8 V $\pm 5\%$.

In tabelvorm:

Stuurroosterspanning In V	Uitlezing voltmeter moet liggen tussen	Stuurroosterspanning in V	Uitlezing voltmeter moet liggen tussen
0	0	13	6,41 – 7,09
4	2,0 – 2,2	15	7,41 – 8,19
5	2,47 – 2,73	40	19,76 – 21,84

7.2 Het controleren van de “SET mA/V” draaischijf.

- Zet de voltmeter op een geschikt DC meetbereik, met de “link” LK nog steeds open en de meetpennen over R5. Draai de schijf achtereenvolgens op zijn 10, 5, en 2 mA/V positie. Deze moeten respectievelijk een gemeten waarde opleveren van 52,5 mV, 105 mV en 260 mV $\pm 3\%$.

In tabelvorm

SET mA/V draaischijf	Uitlezing voltmeter moet liggen tussen:
10 mA/V	50,9 - 54,1 mV
5 mA/V	101,8 - 108,2 mV
2 mA/V	252,2 - 267,8 mV

Indien een of meerdere waarden buiten de tolerantie vallen moet de procedure 7.3 gevolgd worden.

7.3 Bijstellen van de mA/V draaischijf

- Met de 3 schroeven van de zwart plastic aandrukplaat iets los en de SET mA/V draaischijf in ruststand, draai RV1 door middel van de zwarte aandrukplaat tot zijn maximale “tegen de klok in” richting (gezien vanaf het bedieningspaneel) en zet de schroeven weer vast.
- Zet de voltmeter op een geschikte DC meterschaal en sluit hem aam over R5 en draai de SET mA/V schijf tot de waarde 5. De schroeven van de zwart plastic aandrukplaat zouden nu iets los gezet moeten worden en de aandrukplaat met de klok mee gedraaid moeten worden om een meteraflezing van 105 mA te krijgen. Indien deze waarde wordt verkregen zonder dat de aandrukplaat verder met de klok mee wordt gedraaid, of indien het verkrijgen van deze waarde vereist dat de aandrukplaat verder tegen de klok in wordt gedraaid, controleer dan de waarde van R1, R2, R5 en RV1. De borgmoeren op de aandrukplaat moeten nu vastgedraaid worden en de waarde van 105 mA op de voltmeter worden nagegaan (bij 5 mA/V). Controleer nog een keer of

de DC millivoltwaarde, die over R5 staat bij resp. 2 mA/V en 10 mA/V de waarden hebben van 260 mV en 52,5 mV \pm 3%.

Ga na of de draaischijf gedraaid kan worden tot zijn 1 mA/V waarde en dat de draaibeweging wordt begrensd door de stopschroef en niet door de eindstand van de van de onderliggende potentiometer RV1.

Zie ook de tabel bij 7.2

7.4 Het controleren van de "SET ~" indicatie

Zet de voltmeter in het meetbereik van 47 V DC. Sluit de "link" LK (Fig.13) en zet de paneelschakelaars als volgt :

CIRCUIT SELECTOR op SET ~ en ELECTRODE SELECTOR op A1.

Met de voltmeter aangesloten over RV2, moet je een waarde krijgen van 47 V, terwijl de wijzer op de meter van de CT160 binnen de "~" zone moet liggen. Als het aantal volts correct is, maar de wijzer op de CT160 buiten de "~" zone ligt, controleer dan de waarde van de R3 en R4 weerstanden.

7.5 Controle van Ia

Maak de A1 "Link" open op het buisvoetpaneel en sluit een milliampère meter DC aan in het circuit. Plaats een power buis die 100 mA kan leveren (KT66, 807). Zet de ANODE CURRENT CONTROLE draaischakelaars op 100 mA (90 + 10 mA) en laat de buis warm worden en zet op TEST. Draai de NEG GRID VOLTS draaischijf totdat de wijzer in de nul positie staat. De externe mA meter moet dan een waarde aangeven tussen 47,5 en 52,5 mA (dus 0,5 x 100 mA \pm 5%). Zo nodig herhalen met andere anodestroom waarden.

7.6 De paneelmeter

De meter is een geheel en kan worden verwijderd door twee schroeven los te draaien (zie Fig. 6) Indien hij wordt gebruikt als een anodestroom nul indicator, heeft de meter een volle schaaluitslag bij 10 mA (niet kritisch). Wanneer hij uit de CT160 is genomen, heeft hij een volle schaaluitslag bij 30 mA en een interne weerstand van 3250 Ω . Wanneer hij alleen geshunt wordt door R9 (zie schema) heeft hij een volle schaaluitslag bij 39,8 mA.

7.7 Bijstellen van het beveiligingsrelais

Het beveiligingsrelais heeft niet vaak aandacht nodig. Maar als er onderdelen moeten worden vervangen, is de instelling van het eenvoudig door twee schroeven bij te stellen (geïsoleerde schroevendraaier gebruiken). zie Fig. 6. Als de spoelen vervangen worden, moeten ze zo geplaatst worden dat de magneetvelden elkaar versterken.

De in te stellen waarden zijn :

- Anode overload - Het relay moet gaan werken bij een kortsluiting van 100 V
- Schermrooster overload - Het relais moet gaan werken bij een kortsluiting van 60 V
- Het relais moet niet ernstig vonken bij een 200 V kortsluiting bij anode en schermrooster
- Het relais moet niet gaan werken tijdens het testen van een 120 mA gelijkrichter

Voordat je wijzigingen aanbrengt, moet je eerst de lamp LP1 controleren. Wanneer de AVO alleen wordt gebruikt op 110 V wisselspanning, is het beter de LP1 te vervangen door een 100V, 15 W mini lamp.

7.8 Onderhoud aan het buisvoeten paneel.

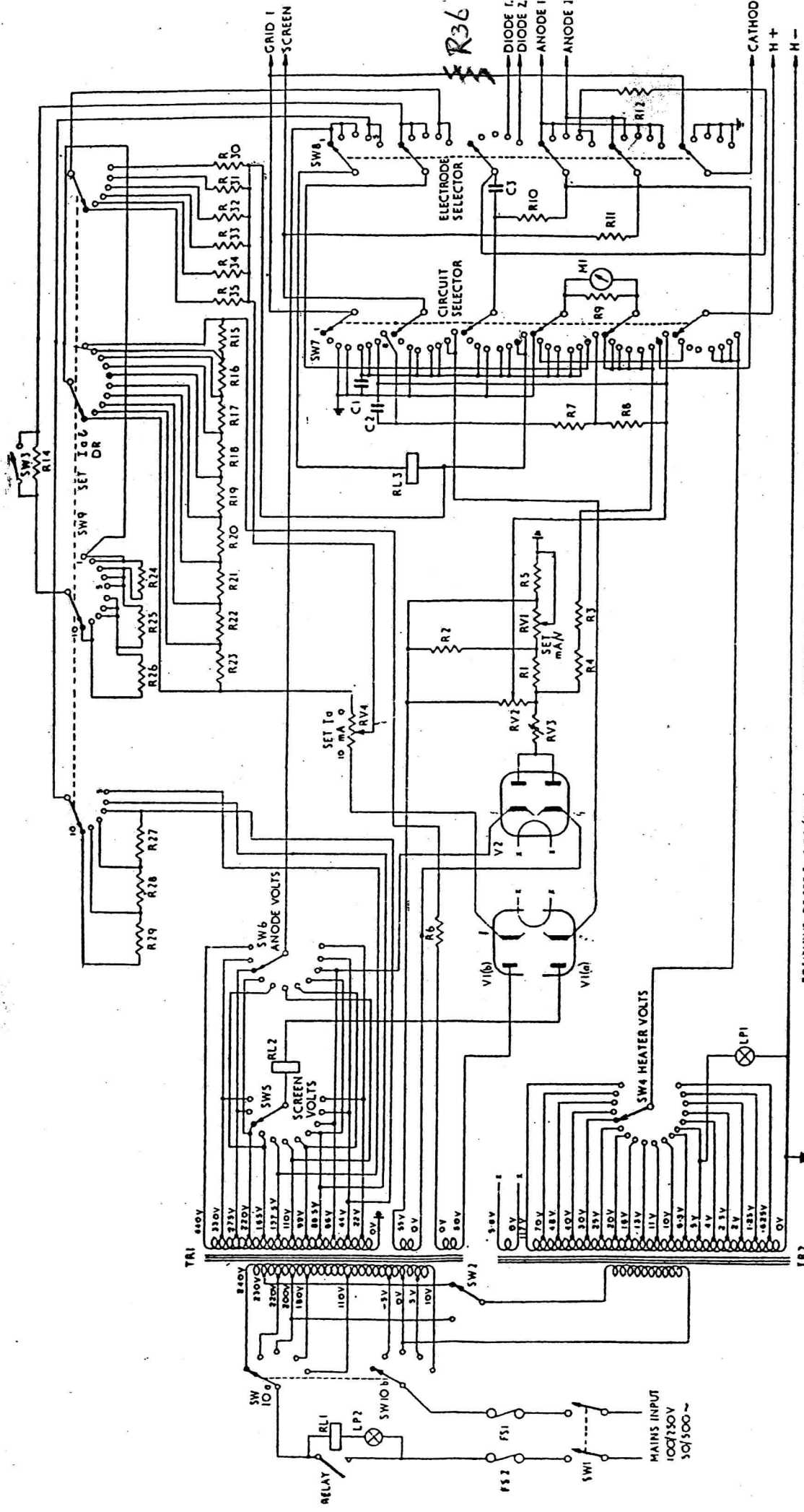
Het buisvoetenpaneel is elektrisch aan het bedieningspaneel aangesloten door middel van twee vijfaderige bandkabels. In een van deze kabels zitten twee dikkere draden voor de H+ en H- gloeispanning. De aansluiting op de aansluitstroken van beide units wordt getoond in Fig. 14. De bedrading naar de buisvoeten bestaan uit 9 afzonderlijke ringen, waarbij alle buispijpen nr. 1 met elkaar verbonden zijn en met rolschakelaar 1 van de ROLLER SELECTOR.

Hetzelfde geldt voor de pinnen 2 tm 9, waarbij de lengte van de ringen en de route nagenoeg hetzelfde zijn. Deze draadringen zijn aan het begin voorzien van ferroxcube ringen voor demping en om te voorkomen dat een te testen buis parasitair gaat oscilleren. De loop van de ringen is in Fig. 14 aangegeven. Draden naar de SELECTOR SWITCH zijn ook voorzien van ferroxcube als een voorzorg tegen LF oscillatie.

Wanneer het noodzakelijk is om buisvoeten te verwisselen zijn zegemakkelijk te verwijderen omdat ze met boutjes zijn bevestigd, behalve 8SB buisvoet. Er moet zorg voor worden gedragen dat de bedrading in de originele positie wordt teruggelegd.

Verwijderen en vervangen van knoppen en bijstelling van het aanwijsdeel

Om een knop te verwijderen, draai de schroef los en verwijder de aandrukking. Om de knop, as en aanwijsring te verwijderen, druk op de sluitpin. De schakelaar is nu bereikbaar. Om de aanwijsring bij te stellen, zet de borgmoer los, draai de aanwijsring in de gewenste positie, en schroef de sluitmoer vast. De rest in omgekeerde volgorde.



POSITIONS OF ELECTRODE SELECTOR (SW8)

POSITIONS OF CIRCUIT SELECTOR (SW7)

POSITIONS OF SET I₀ C.D.R. (SW9)

- | | | |
|----------|------------|---------|
| 1. 90 mA | 1. SET ~ | 1. C/Hs |
| 2. 80 mA | 2. H/CONT | 2. A.1 |
| 3. 70 mA | 3. A/R | 3. A.2 |
| 4. 60 mA | 4. S/R | 4. D.1 |
| 5. 50 mA | 5. C. H.A. | 5. D.2 |
| | 6. C/H | |
| | 7. TEST | |
| | 8. GAS | |

M₁ - 30 μA, 3250 Ω

Circuit Ref. No.	Value	Tol %	Type	Circuit Ref. No.	Value	Tol %	Type	Circuit Ref. No.	Value	Tol %	Type	Circuit Ref. No.	Value	Tol %	Type
R1	2.34K Ω	1	b	R18	80 Ω	2	e	R35	4.35K Ω	2	e				
R2	70 Ω	1	a	R19	80 Ω	2	e	RV1	2.5k Ω	2	e				
R3	2 resistors Matched 1.32M Ω	1	a	R20	80 Ω	2	e	RV2	10K Ω	2	e				
R4				R21	80 Ω	2	e	RV3	500 Ω	2	e				
R5	500 Ω	1	a	R22	80 Ω	2	e	RV4	90 Ω	2	e				
R6	730 Ω	2	e	R23	80 Ω	2	e								
R7	0.33M Ω	2	e	R24	240 Ω	2	e								
R8	10K Ω	2	e	R25	240 Ω	2	e								
R9	10K Ω	1	a	R26	240 Ω	2	e								
R10	200 Ω	2½	f	R27	600 Ω	2	e	C1	μFd						
R11	8K Ω	5	c	R28	3K Ω	2	e	C2	.02						
R12	500 Ω	2½	d	R29	15K Ω	2	e	C3	.02						
R14	22K Ω	2	c	R30	814K Ω	2	e	V1	D77						
R15	80 Ω	2	e	R31	406K Ω	2	e	V2	D77						
R16	80 Ω	2	e	R32	202K Ω	2	e	F1	2 amp						
R17	80 Ω	2	e	R33	100K Ω	2	e	F2	6.5V, 0.3A						
				R34	31.5K Ω	2	e	LP1	15W, 200V						
								LP2	Red.						

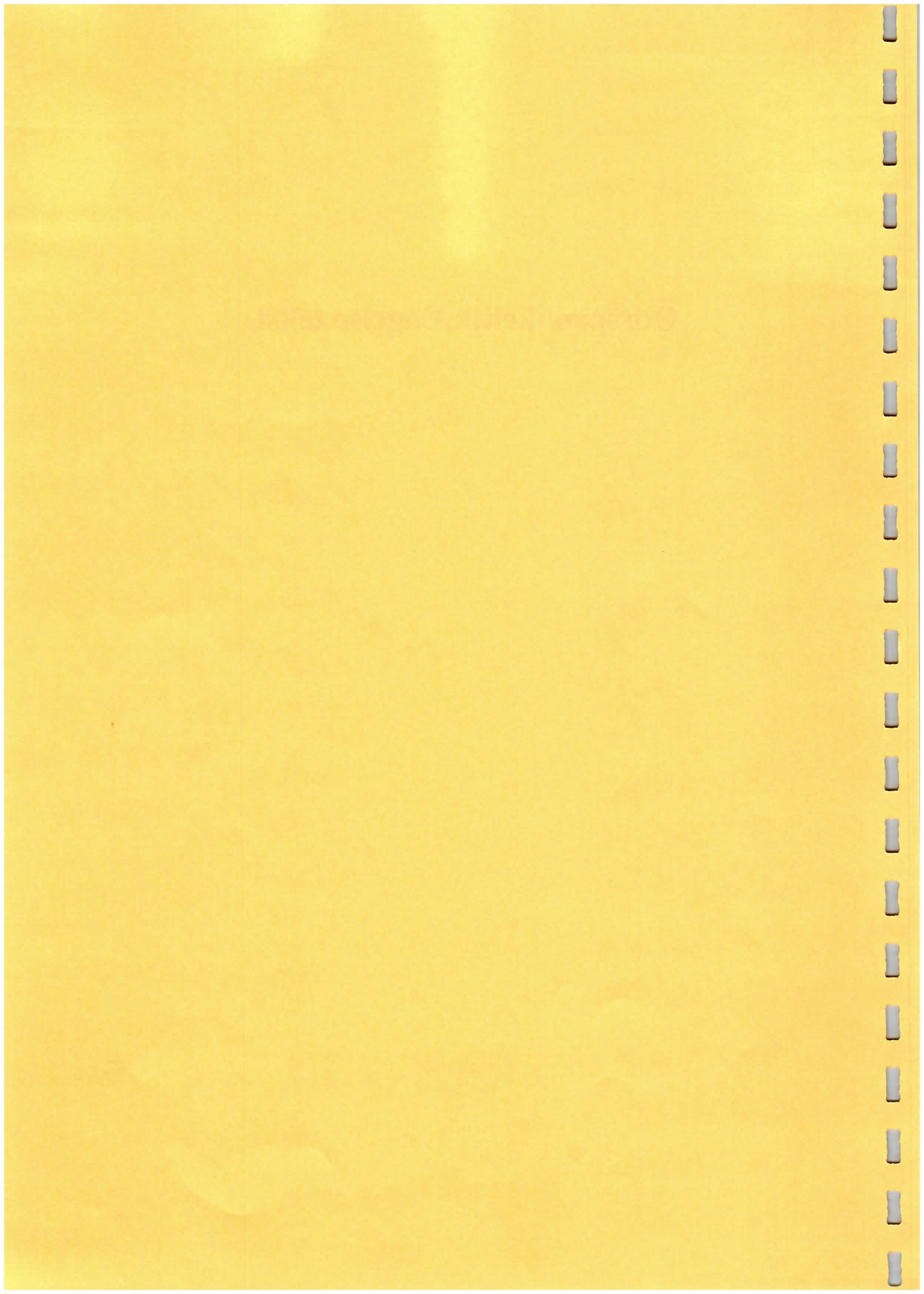
a	High Stability Carbon Resistor. ± 1%. Welwyn Type A3611.
b	As above but Welwyn Type A3623 (3/4 W.)
c	Vitreous Wire Wound Resistor. ± 5%. Welwyn Type AW3111 (½ W.)
d	As above but ± 2½%.
e	High Stability Carbon Resistor. ± 2%. Welwyn Type A3611. (½ W.)
f	Vitreous Wire Wound Resistor. ± 2½%. Welwyn Type AW3111 (½ W.) Overwound by AVO.

FIG 10

Note: equivalent of the D77 tube = 6AL5

R36 = 10kΩ 10% zie calibratie

Oorspronkelijk Engelse tekst

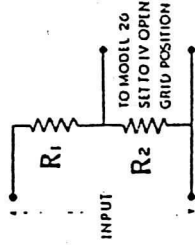


PART 2
CHAPTER 1

CALIBRATION AND MAINTENANCE OF THE INSTRUMENT

Instruments to be employed.

1. All measurements and tolerances stated do not include those of the testing instrument, and where necessary, these should be ascertained before commencement of the calibration procedure. Where possible, the recommended instruments should be employed. Where the Valve Voltmeter is not available in Dockyard Calibration Centres, the Electronic Instruments Model 26 Valve Voltmeter should be used on its 1V open grid position, in conjunction with a suitable potential divider as shown in Fig. 11.



Input Range	R ₁	R ₂
1 Volt	0	10M Ω
2.5 Volts	6M Ω	4M Ω
10 Volts	9M Ω	1M Ω
25 Volts	9.6M Ω	400K Ω
50 Volts	9.8M Ω	200K Ω

FIG. 11
R₁ AND R₂ MUST BE SELECTED TO WITHIN ±1% USING GRADE ONE HIGH STABILITY RESISTORS.

500 c/s A.C. Supply Operation and its Relation to Servicing

2. Whilst the instrument is suitable for use on 50—500 ~ A.C. supplies, service and calibration should normally be carried out using a 220/230V 50 ~ supply.

3. The following features play a vital part in the correct operation of the instrument on a 500 ~ supply.

- (a) The two electrostatic screens (S1 and S2) on the H.T. transformer prevent spurious mA/V readings, and care must be taken when replacing a transformer to ensure that these screens are connected as shown in the Circuit Diagram (Fig. 3).
- (b) The separate cable forms lying side-by-side across the instrument ensure that the grid circuit and its associated wiring is kept well apart from H.T. wiring to prevent the transference of energy from one circuit to the other at high mains frequencies. If at any time, it is necessary to displace wiring within the instrument, great care must be taken to ensure that it is replaced in its original position.
- (c) The 0.02 μ F (C1) and 0.02 μ F (C2) capacitors prevent spurious readings on insulation ranges when the instrument is used at high mains frequencies.

To Check Accuracy of Instrument

4. Before commencing servicing work and on completion, the instrument should be checked to the following schedule:—

- (i) Connect the instrument to an A.C. voltage supply of 200—250V, 50 ~ of known magnitude, and set the instrument voltage adjustment to its appropriate position.
- (ii) Switch on, noting that panel indicator lights, and set MAINS VOLTAGE SELECTOR FINE CONTROL, such that the meter needle lies as near as possible to the centre of the " ~ " zone.
- (iii) Using a CV455 strapped as a single triode which has been standardised for mutual conductance at 16mA anode current with 200V D.C. applied to anode (see para 5 for standardisation procedure), check that for 16mA anode current, the negative grid volts indication is within $\pm 5\%$ of the nominal voltage, and slope (mA/V) is within $\pm 5\%$ of standardised value, using an external AvoMeter in series with the A_1 link to read anode current. A reading of 8mA on the external instrument will be equivalent to a D.C. current of 16mA through the valve (this is the value normally indicated by the anode current controls when the meter is at its null position).
- (iv) Remove valve and external meter. With NEG GRID VOLTS Control set at 40, connect a resistance of $600k \Omega \pm 5\%$ between grid and cathode sockets on the top cap connector panel. With the CIRCUIT SELECTOR switch set to position " GAS ", panel meter should indicate full scale deflection $\pm 20\%$.

To obtain Standard Figures for a Valve using D.C. Supplies

5. The valve should be connected as shown in Fig. 12.

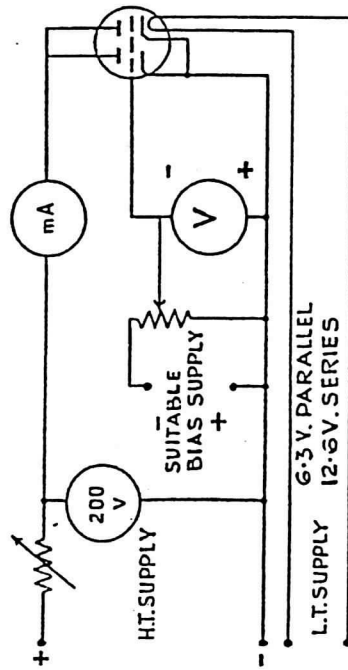


FIG. 12.

6. The meters used should be of sub-standard accuracy (E.I. Model 44) the current meter (having a maximum voltage drop of 100mV) preferably being scaled 0—25mA, the voltmeters having a sensitivity of 1,000 Ω/V . If rectified A.C. is used for the H.T. supply then it is essential that steps are taken to ensure that the supply circuit is adequately smoothed. The Solartron Varipack is a suitable source. The bias supply should be obtained from a suitable battery (note polarity of connection). The heater supply for the valve may be A.C. or D.C., but must be within $\pm 5\%$ of the rated voltage.

7. Set the grid bias voltmeter to read 9V, adjust H.T. supply to 200V, then by means of successive adjustments of the bias and H.T. voltage controls, set the anode current at 16mA (the anode voltmeter must read 200V). Note the bias voltage reading. Re-adjust the bias control, and if necessary, the anode voltage control until the anode current is 16mA (the anode voltmeter must read 200V). Note the new grid bias voltage reading. The standardised slope for the valve can now be obtained from:—

$$\frac{\text{The difference between the two anode current readings (i.e. 16mA) over the difference between the two grid voltage readings } I_{a2} - I_{a1}}{V_{g1} - V_{g2}}$$

The result will generally be between 4 and 5mA/V.

For greater accuracy it is suggested that readings of grid voltage be plotted against values of anode current between 10 and 20mA and the slope taken from the curve at 16mA.

8. The valve should now be labelled as follows:—

Va = 200V D.C.
 Ia = 16mA D.C.
 Vg = mA/V
 Slope = mA/V
 Date . . . CV455

The valve should now be re-standardised daily when in use.

Mechanical Features

9. The instrument comprises two units in a hinged transit case, the lid of which is not detachable. Electrical connection between the two units is effected by means of two 5-way side-by-side cables.

Removal of the Instrument from its case

10. To facilitate servicing or calibration of the instrument, it is necessary to remove both sections from the casing, this being accomplished by the removal of four hexagonal headed bolts, which form the feet of the control unit, from the underside of the case. The control panel will then be released. The Valve Panel can be withdrawn from its section of the case by the removal of eight fixing screws around its periphery.

Simple Faults

11.

Symptoms	Possible Fault	Action
(a) No dial light indication. No dial light indication or meter deflection on SET ~ setting of CIRCUIT SELECTOR.	No mains input. Dial light bulb burnt out. Fuse blown.	Check mains connector. Replace LPI. Check MAINS VOLTAGE SELECTOR setting and replace F1 and/or F2.
(b) No indication of meter current.	No anode volts at valve pin.	Check that links A ₁ and A ₂ are tight and making firm contact.
No indication of meter current and protective relay operates when testing tetrolodes or pentodes.	No anode volts at valve pin, but screen volts present.	Check that links A ₁ and A ₂ are tight and making firm contact.

Relay operates and fails to clear

- Should relay operate due to suspected faulty valve, and fail to clear after switching off and on again with no valve in panel, set ROLLER SELECTOR Switch to read 000 (000) and remove top cap connecting lead. Switch instrument off and on.
- If fault clears, the most likely cause of the trouble is a short on the Valve Panel, certain pin(s) being shorted out to earth by stray wire or solder, or a breakdown in insulation.

- If the fault still persists however, check H.T. line for breakdown to earth between ROLLER SELECTOR switch on Valve Panel and H.T. transformer on control unit.

Voltage checks with no valve under test

- Connect instrument to known 250-230V 50 ~ supply, and adjust coarse and fine settings of the mains voltage selector panel, to match the supply voltage as accurately as possible. Set the CIRCUIT SELECTOR to TEST and ELECTRODE SELECTOR to A₁ and proceed to check the relevant electrode voltages as follows:—

Heater Voltages

- Use a Model '7', '8', '40', '47', '47A' or '48A' AvoMeter on its A.C. voltage ranges. Connect meter between H₁ and H₂ sockets on top cap connector panel. Rotate the HEATER VOLTAGE Switch through the full range of values, the external meter being set to the appropriate voltage range, as required. The heater voltage reading on the meter should conform to the voltage limits shown in table 4. Due allowance must be made for the limits of accuracy of the measuring instrument for each particular reading.

44

TABLE 4

Heater Switch setting with Toggle Switch set to its 0-625-117 Position.	Voltmeter must read between these limits.
0-625	0.5—0.8
1-25	1.2—1.45
2-0	2.2—2.45
2.5	2.6—3.0
4.0	4.2—4.7
5.0	5.1—5.5
6.3	6.6—7.0
10.0	10.3—10.9
11.0	11.3—11.9
13.0	13.5—14.1
16.0	16.3—17.3
20.0	20.7—21.7
25.0	26.0—27.0
30.0	31.0—32.2
48.0	50.3—52.3
70.0	73.0—76.0
117.0	123.0—130.0

Heater Switch setting with Toggle Switch set to its 1-4-80 position.

7-5

7-6—8-0

Anode Voltages

- Use a Model '7', '8', '40', '47', '47A' or '48A' AvoMeter on its A.C. voltage ranges. Connect meter between A₁ and C sockets on top cap selector panel, rotate the ANODE VOLTAGE Switch through successive positions, the actual meter being set to the appropriate range as required. The meter readings obtained should be 1.1 x the voltage indicated by the ANODE VOLTAGE Switch ±5%. Due allowance must be made for the limits of accuracy of the measuring instrument for each particular reading e.g., with the ANODE VOLTAGE Switch set to 100, actual voltage reading should be 110 ± 5% volts, i.e., between 104.5 and 115.5V.

Screen Voltages

- Use a Model '7', '8', '40', '47', '47A' or '48A' AvoMeter on its A.C. voltage ranges. Short the anode of V_{1(a)} to cathode (pins 2 and 5. See Fig. 13). Connect meter between S and C on the top cap selector panel, rotate the SCREEN VOLTAGE switch through successive positions, the external meter being set to the appropriate range as

45

required. The meter readings obtained should be 1.1 the voltage indicated by the SCREEN VOLTAGE switch $\pm 5\%$. Due allowance must be made for the limits of accuracy of the measuring instrument for each particular reading, e.g. with the SCREEN VOLTAGE switch set to 260, the actual voltage reading should be 220 $\pm 5\%$ volts, i.e. between 209 and 231V.

Calibration of the Instrument

19. Use a D.C. Valve Voltmeter with an input impedance greater than 1M Ω , e.g. the "AVO" Electronic Test Meter, or the Multimeter Electronic C.T.38. The meter should be standardised at the appropriate voltages before making any adjustment mentioned in the following sections. When using the Valve Voltmeter Model 26, a potential divider should be used as in Fig. 11.

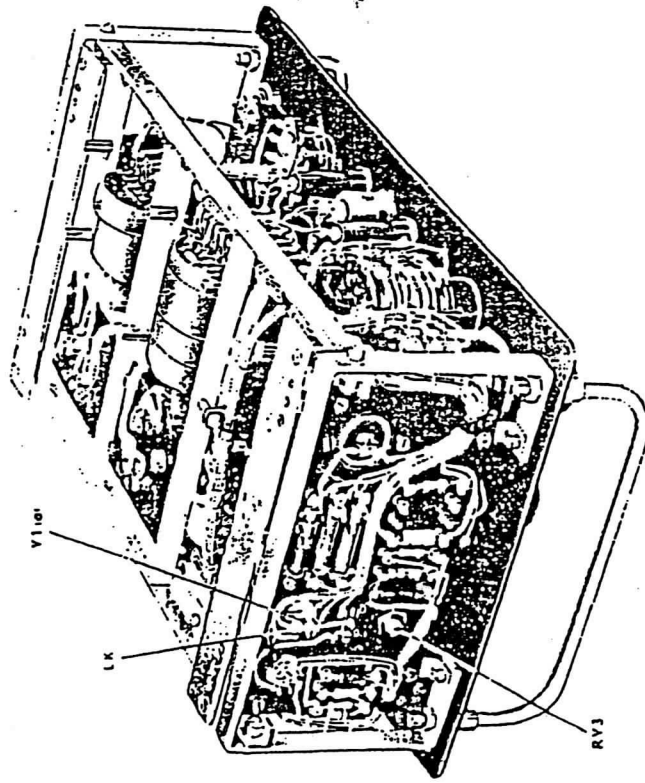


FIG. 11.

46

20. Open LK (Fig. 13) and set the panel controls as follows:—
CIRCUIT SELECTOR to TEST, ELECTRODE SELECTOR to A_1 and NEG GRID VOLTS to 40.

21. Connect measuring leads of Valve Voltmeter across RV2 (Fig. 6) and adjust RV3 (Fig. 13) until a voltage reading of 20.8V is obtained. Transfer measuring leads to G_1 and C sockets on the top cap connection panel, or if panel has been dis-connected for servicing, to the G_1 and C positions on the tag board at back of unit. (See Fig. 6.) Check that at the 13 and 4 marks of the dial readings of 6.75V and 2.1V $\pm 5\%$ are obtained. If either or both readings are out of tolerance, the dial should be adjusted mechanically to split the error. If it is necessary to make an adjustment, slacken the three counter-sunk headed screws on the top of the dial, which will then be free to move within the latitude of kidney shaped slots. After adjustment, re-tighten screws and check readings. The areas marked 0, 5, 15 and 40 should correspond within the indicated area to 0V, 2.6V, 7.8V and 20.8V $\pm 5\%$ respectively.

Checking the set mA V Control

22. Using the Valve Voltmeter set to a suitable D.C. range with the link still open, and measuring leads connected across R5, check that when the dial is advanced to its 10, 5 and 2mA/V positions, readings of 52.5mV, 105mV and 260mV $\pm 3\%$ are obtained. If for any reason the relationship between the dial and the potentiometer has been upset, the procedure headed "SETTING THE mA/V DIAL" should be adopted. (See para 34.)

Checking the set \sim indication

23. Standardise the Valve Voltmeter at 47V D.C. Close the link LK (Fig. 13) and set the panel controls as follows:—

CIRCUIT SELECTOR to SET \sim and ELECTRODE SELECTOR to A_1 .

24. With the Valve Voltmeter connected across RV3, a reading of 47 volts should now be obtained, whilst the meter on the instrument panel should indicate within the " \sim " zone. If voltage reading is correct, but panel meter indication is outside " \sim " zone, check resistors R_3 and R_4 .

In Calibration check

25. Open the A_1 link on the valve base panel, and insert a suitable D.C. Moving Coil Ammeter, e.g. a Model "7", Model "40" or similar AvoMeter into the circuit. Set up the instrument, and place under test any power valve capable of passing 100mA anode current, e.g. KT33C (CV1503), KT66 (CV1075), or 807 (CV124). Set the ANODE CURRENT controls to 100mA (90mA \pm 10mA), and with the instrument set to its TEST position, allow the valve to warm up, and return the panel meter needle to zero by means of the NEG GRID VOLTS control. The external meter should then indicate between 47.5mA and 52.5mA (0.5 X indicated value on ANODE CURRENT controls $\pm 5\%$), the panel instrument indicating zero. If required, repeat this test at any other settings of ANODE CURRENT controls.

The Indicating Meter

26. This is a self-contained unit which may be withdrawn from the control panel by the removal of two 2BA screws (see Fig. 6).

27. When used in the instrument as an amode current null indicator, the meter has a full scale deflection for approximately 10mA (not critical). When removed from the instrument, the meter has a full scale deflection of 30mA and an internal resistance of 3,250 Ω . When shunted by R9 only (see circuit diagram), the meter has a full scale deflection of 19.8mA.

Adjustment of Protective Relay

28. The protective relay should seldom require attention, but if, for any reason, parts are replaced, the adjustment is simple, it only being necessary to position two 4BA screws (insulated tools must be used for this adjustment). (See Fig. 6.) It should be noted that the bobbins, if replaced, should be positioned such that the flux which they produce is additive.

29. Operational limits are as follows:-

- (i) Anode overload - Relay should operate on 100V short circuit.
- (ii) Screen overload - Relay should operate on 60V short circuit.
- (iii) The relay should not be excessively on a 200V short circuit on anode or screen.
- (iv) The Relay should not operate when checking a 120mA rectifier.

30. Before making any adjustments, check that the lamp LPI is operative. When the instrument is used solely on a 110V supply, it may be preferable to replace LPI with a 100V, 1.5W Pigmy lamp.

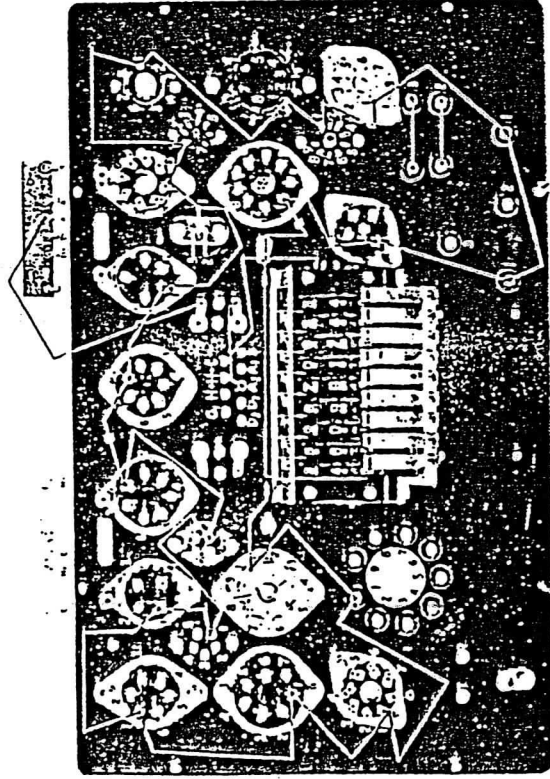


FIG. 14.

Servicing the Valve Holder Panel

31. The Valve Holder Panel is connected electrically to the control panel by means of two 5-way side-by-side cables. One of these cables embodies two thicker sections (16/012") for 11+ and 11- leads. Connections to tag boards on either unit are shown in Fig. 14.

32. The wiring of the valve holders on the panel is in the form of nine separate loops, all pins 1 comprising a loop and linking in roller 1 of the ROLLER SELECTOR switch. This form of loop connection is used likewise for pins 2-9, all nine circuits approximating in length and following a similar route around the panel. These loops are further loaded with heads of ferroxcube which sufficiently damp the loop to prevent the valve under test breaking into parasitic oscillation. A diagrammatic layout is shown in Fig. 14. Ferroxcube is also used on leads feeding the SELECTOR SWITCH, as a precaution against L.F. oscillation. Where it is necessary to replace valve holders, these, with the exception of the 18H, are fitted to the panel with nuts and bolts, and are, thus, easily removable. Care should be taken to replace all wiring in its original position.

Removal and Replacement of Knobs and Setting of Knob Skirts

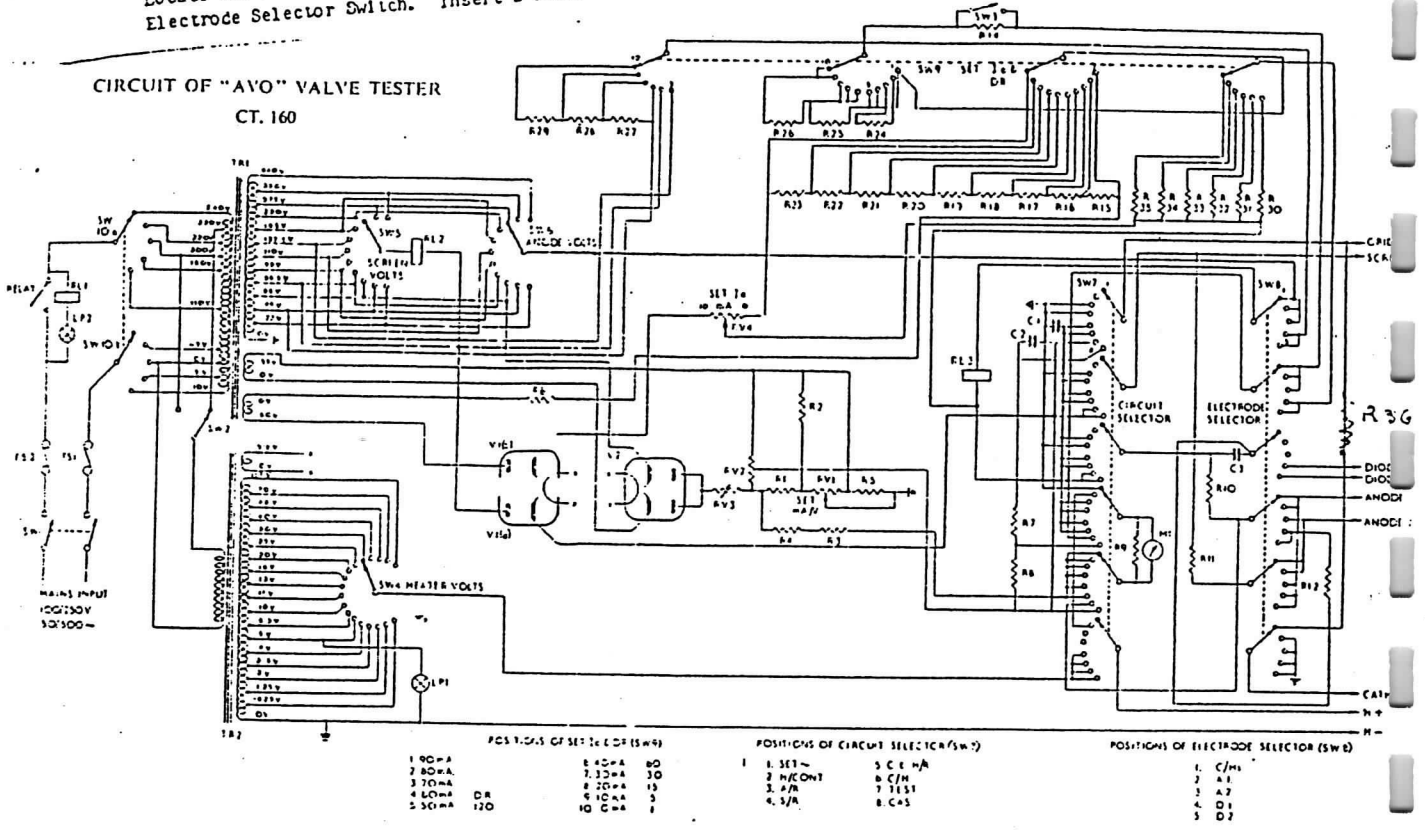
33. To remove any knob, remove 6BA screw and spring washer. To remove knob spindle and skirt release locking pin. The skirt nut is now accessible. To adjust skirt, slacken lock nut, rotate skirt to desired position, and re-tighten lock nut. Reverse procedure to replace.

Setting the mA/V Dial

34. With the link open, and the SET mA/V dial at rest, turn RV1 to its maximum anti-clockwise position (viewing from the front panel) and adjust friction tight the locking nuts of the U shaped stirrup. Connect Valve Voltmeter, set to a suitable range across R3 and advance SET mA/V dial to a reading of 5. Rotate the RV1 spindle further, by means of the stirrup, in a clockwise direction until the D.C. Valve Voltmeter shows a reading of 10.5mV. If this reading is achieved without further clockwise advancement of the stirrup, or if its procurement necessitates an anti-clockwise movement of the stirrup, then investigate the accuracy of R1, R2, R5 and RV1. The locking nuts on the stirrup should now be tightened, and the reading of 10.5mV on the voltmeter checked. A gain check that the D.C. millivolts developed across R3 at the 2mA/V and 10mA/V settings of the dial are 260mV and 52.5mV $\pm 3\%$. Check that the dial can now be rotated to its 1mA/V position and that motion is eventually arrested by the stop screw on the dial, and not by the stop at the end of the potentiometer track.

Figure 3, (facing page 12).

Locate the vertical lead on extreme right hand side of diagram i.e. the lead from Grid 1 to Electrode Selector Switch. Insert a resistor in this lead and label it R36. P. 368/57. R36 = 10k Ω 10%



Circuit Ref No.	Value	Tol	Type	Circuit Ref No.	Value	Tol	Type	Circuit Ref No.	Value	Tol	Type
R1	2.34K Ω	1	b	R18	80 Ω	1	e	R35	4.35K Ω	2	e
R2	70 Ω	1	a	R19	80 Ω	1	e	RV1	2.5K Ω	2	e
R3	70 Ω	1	a	R20	80 Ω	1	e	RV2	10K Ω	2	e
R4	1.32M Ω	1	a	R21	80 Ω	1	e	RV3	500 Ω	2	e
R5	500 Ω	1	a	R22	80 Ω	1	e	RV4	90 Ω	2	e
R6	730 Ω	2	e	R23	80 Ω	1	e	C1	μFd	400	
R7	0.33M Ω	2	e	R24	240 Ω	2	e	C2	.02	200	
R8	10K Ω	2	e	R25	240 Ω	2	e	C3	.02	450	
R9	10K Ω	1	a	R26	240 Ω	2	e	V1	1D77		
R10	200 Ω	2	f	R27	600 Ω	2	e	V2	1D77		
R11	8K Ω	5	c	R28	3K Ω	2	e	F1	2 amp		
R12	500 Ω	2	d	R29	15K Ω	2	e	F2	2 amp		
R14	22K Ω	2	e	R30	814K Ω	2	e	LP1	6.5V, 0.3A		
R15	80 Ω	2	e	R31	406K Ω	2	e	LP2	15W, 200V		
R16	80 Ω	2	e	R32	202K Ω	2	e				
R17	80 Ω	2	e	R33	100K Ω	2	e				
				R34	31.5K Ω	2	e				

- a High Stability Carbon Resistor, 1/4 W., Welwyn Type A3611.
- b As above but Welwyn Type A3623 (3/4 W.)
- c Vitreous Wire Wound Resistor, 1/4 W., Welwyn Type AW3111 (1/4 W.)
- d As above but 1/2 W.
- e High Stability Carbon Resistor, 1/4 W., Welwyn Type A3611 (1/4 W.)
- f Vitreous Wire Wound Resistor, 1/4 W., Welwyn Type AW3111 (1/4 W.) Overwound by AVO.

FIG. 3.

