

BRUGSANVISNING

RØRVOLTMETER

Type RV22



RADIOMETER

ELEKTRONISKE MÅLEAPPARATER
TIL VIDENSKABELIG OG INDUSTRIEL ANVENDELSE

BESKRIVELSE OG BETJENINGSVEJLEDNING
FOR

RØRVOLTMETER

Type RV22

ORIGINAL

Nr. _____

TILHØRER BS/HSGT

Denne brugsanvisning gælder
kun til type RV22 apparater

A N V E N D E L S E

RADIOMETER type RV22 rørvoltmeter er et elektronisk måleapparat, der kan måle:

1. Positive jævnspændinger i forhold til stel
2. Negative jævnspændinger i forhold til stel
3. Jævnspændinger med skiftende polaritet
4. Vekselspændinger
5. Modstande

Rørvoltmetret har 7 jævnspændingsmåleområder, der tillader direkte måling mellem 0 og 1000 volt og 6 vekselspændingsområder med 300 volt som den maximale indgangsspænding.

Ved hjælp af en 1200 M Ω formodstand kan jævnspændingsmåleområderne udvides til plus eller minus 30000 volt.

I de 7 modstandsmåleområder fungerer rørvoltmetret som direkte visende ohmmeter.

B E S K R I V E L S E

Rørvoltmetret består af en diode-ensretter efterfulgt af en symmetrisk opbygget 2-trins jævnspændingsforstærker, der er kraftigt modkoblet, hvorved netspændingernes og rørældningens indflydelse er formindsket.

JÆVNSPÆNDINGSMÅLINGER foretages uden anvendelse af diodeensretteren. Spændingen føres gennem et R-C filter til en spændingsdeler. I stillingerne 1-3 og 10 volt føres hele spændingen videre til indgangsrøret V1a's gitter - i stillingerne 30 og 100 volt føres $1/10$ videre, og i stillingerne 300 og 1000 volt kun $1/100$. Indgangsmodstanden er i alle måleområder $60 \text{ M}\Omega$.

Jævnspændingen kan være overlejret en vekselspænding på ca. $0.1f \cdot V$, hvor f er frekvensen i perioder per sekund og V jævnspændingen. Vekselspændingen må ikke overstige 300 volt.

Indgangsrøret V1a er den ene halvdel af en dobbelttriode, hvis anden halvdel V1b udgør det symmetriske rør i opstillingen, og nulpunktindstillingen sker ved at ændre dettes gitterforspænding. Anoderne på de to trioder er koblet direkte til gitrene på en anden dobbelttriode V2, der arbejder som katodefølger. Mellem rørets katoder er instrumentet koblet ind med en formodstand, der er den samme i 1000-100 og 10 volt området og ligeledes den samme i 300-30 og 3 volt området, medens 1 volt området har sin egen formodstand.

Forstærkeren arbejder således kun med maximal forstærkning i 1 volt området, og den uundgåelige nulpunktsflydning er derfor i alle de øvrige måleområder 3 eller 10 gange mindre end i 1 volt området.

Når rørvoltmetret kobles om, så nulpunktet kommer til at ligge ved halvt udslag, lægges der en stabiliseret spænding ind i katodekredsløbet på indgangsrøret, og denne spænding ændres med måleområdet. Måleområderne bliver $\pm 0.5V$, $\pm 1.5V$, $\pm 5V$, $\pm 15V$, $\pm 150V$, og $\pm 500V$.

Rørvoltmetrets dB-skalaer giver ved jævnspændingsmålinger direkte spændinger i dB over 1 volt, dersom aflæsningerne på omskifterens og instrumentets skalaer adderes.

Spændinger mellem 1000 og 30.000 volt kan måles med en 1200 M Ω formodstand (extra tilbehør), som sluttes til en særlig bøsning, hvorved der kobles en indstillelig modstand parallelt til indgangsspændingsdeleren. Den indstillelige modstand kan justeres fra forpladen, således at den sammen med den anvendte formodstand giver en spændingsdeling på nøjagtig 100 gange, selv om formodstanden på grund af ældning skulle ændre sig.

VEKSELSPÆNDINGSMÅLINGER kan enten foretages med diode-proben i apparatet eller med proben fri.

Med proben i apparatet er indgangskapaciteten ca. 8 pF, og frekvensområdet er begrænset opefter af måleledningernes længde. Er proben fri, er indgangskapaciteten ca. 6 pF, og frekvensområdet 30 Hz til 50 MHz med en målenøjagtighed på $\pm 5\%$ af fuldt udslag. Resonansfrekvensen for dioden ligger ved kortsluttet indgang mellem 300 og 400 MHz med en stigning i følsomheden på ca. 1 dB ved 100 MHz, ca. 4 dB ved 200 MHz og ca. 10 dB ved 300 MHz. Diodens ohmske belastning på spændingskilden afhænger af frekvensen. Ved måling over en svingningskreds er den ved lave frekvenser ca. 5 M Ω , ved 1 MHz større end 1 M Ω (normalt ca. 2 M Ω) og ved 10 MHz større end 0.2 M Ω (normalt ca. 0.3 M Ω).

Diode-proben er forsynet med en dobbelt diode. Den ene diode arbejder som spidsspændingsensretter, medens den anden diode arbejder som kompensationsrør for målediodens anløbsspænding. Den ensrettede spænding på måledioden dæmpes 1.41 gange, så spændingsområderne bliver de samme ved vekselspænding som ved jævnspænding. Kompensationsdiodens anløbsspænding dæmpes også, inden den førs til forstærkerens symmetrirør. På grund af diodekarakteristikens krumning er den ensrettede jævnspænding i 1-3 og 10 volt området for lille til at kunne give fuldt udslag i de respektive områder. Derfor shuntes instrumentets formodstand i disse tre områder. Herved er det muligt at få dB skalaerne til at vise rigtigt ved fuldt udslag også i 10, 3 og 1 volt områderne for vekselspænding. Men ved mindre udslag opstår der en fejl, som ved halvt udslag i 10 volt området er ca. 0.2 dB, i 3 volt området er ca. 0.5 dB og i 1 volt området er ca. 1 dB.

Rørvoltmetret måler spidsspændingen - den positive spids - men er kalibreret således, at det viser effektivværdien for en sinusformet spænding. Uanset hvordan kurveformen er på den spænding, der skal måles - kortvarige impulser

fraregnet - findes dens spidsspænding ved at multiplicere aflæsningen med $\sqrt{2} = 1.41$.

Den maximale spænding, som dioden kan tåle, er 300 volt. Diodens indgangskondensator er afprøvet med 2000 V jævnspænding, men alligevel er det tilrådeligt ikke at arbejde med for høje positive jævnspændinger overlejet vekselspændinger på 200-300 volt.

OHMMÅLING sker ved, at den ukendte modstand forbindes i serie med en kendt modstand og et 1.5 volt batteri, når den sluttes til rørvoltmetrets ohmbøsninger. Spændingen over den ukendte modstand måles med rørvoltmetret, efter at dets følsomhed først er indreguleret således, at det giver fuldt udslag for batterispændingen. Indreguleringen sker med knappen " $\Omega\infty$ ", der sidder på potentiometer P10, som udgør en del af en shunt over instrumentets klemmer.

Ohmmetrets måleområde er fra 0.5 Ω til 500 M Ω , og det gør halvt udslag ved 10 Ω - 100 Ω - 1000 Ω - 10 k Ω - 100 k Ω - 1 M Ω og 10 M Ω . Målenøjagtigheden er størst ved halvt udslag og er ca. 5% fra 3 Ω til 30 M Ω . I det laveste måleområde er målenøjagtigheden afhængig af batteriets indre modstand, der ikke må overstige 1 Ω .

Nettransformatoren har primæruddrag for 110 - 127 - 150 - 200 - 220 og 240 volt. Omkoblingen sker ved at flytte en ledning hen på den loddeflig, som er beregnet til den forhåndenværende netspænding.

TILBEHØR

Til rørvoltmetret leveres som standard tilbehør en måleledning med fastmonteret 2 M Ω test-pind og to måleledninger med krokodillenæb og møttrik til fastskruning på diodedåsens tastspidser. Måleledningernes totale længde er ca. 12 cm.

EXTRATILBEHØR: På særlig ordre leveres en 1200 M Ω formodstand til måling af spændinger på maksimalt 30.000 volt.

TEKNISKE DATA

Spændingsområder:	1-3-10-30-100-300 eller 1000 V positiv eller negativ jævnspænding, 1-3-10-30-100 eller 300 volt vekselspænding for fuldt udslag.
Frekvensområde:	20 Hz - 100 MHz
Indgangsimpedans:	60 M Ω ved jævnspænding. Med testpind: 60 M Ω \neq ca. 1 pF. Ved måling på svingningskreds: ca. 5 M Ω ved tonefrekvenser, ca. 2 M Ω ved 1 MHz, ca. 0,3 M Ω ved 10 MHz. Indgangskapacitet af proben: ca. 6 pF. Med proben i apparatet: ca. 8 pF.
Modstandsområder:	7 områder, 0.5 Ω - 500 M Ω .
Nøjagtighed:	Vekselspænding: 30 Hz - 50 MHz: 5 % af fuldt udslag. 100 MHz: 10 %. Jævnspænding: 3 % af fuldt udslag. Modstand: ca. 5 % fra 3 Ω til 30 M Ω .
Nettilslutning:	110-127-150-200-220 eller 240 volt 50-60 Hz vekselspænding Forbrug: ca. 17 watt.
Rørbestykning:	2 stk. ECC81 eller 12AT7 1 " EAA91 eller 6AL5 1 " 85A2 (fra RV22bc).
Batteri:	Hellesen type V11-34 ALL STEEL 1.5 V - 33 ϕ x 61 mm.
Dimensioner:	Højde: 290 mm Bredde: 200 - Dybde: 165 -
Vægt:	6 kg.
Standardtilbehør:	2 M Ω testpind med ledning. 2 ledninger med krokodillenæb til fastskruining på diodedåse.
Extra tilbehør:	30 kV probe (1200 M Ω).

B E T J E N I N G S V E J L E D N I N G

GENERELT

- 1) Kontroller at instrumentets mekaniske nulpunkt er i orden.
- 2) Slut apparatet til den netspænding, som skiltet på bagsiden angiver. Når rørvoltmetret forlader fabrikken, er det indstillet til 220 volt, men det kan kobles om til 110-127-150-200 eller 240 volt ved at flytte ledningen til flig nr. 6 over på henholdsvis flig nr. 2-3-4-5 eller 7 på nettransformatoren.
- 3) Tænd for apparatet og vælg den ønskede spændingsart med den højre omskifter.
- 4) Stil venstre omskifter i 1 volt området, og lad apparatet varme op i nogle minutter.
- 5) Stil knappen NULP. således, at instrumentets viser står på nul og knappen " ∞ " står således, at viseren gør fuldt udslag med højre omskifter i stilling " Ω ". Vend netstikkeren, dersom instrumentets viser dirrer.

R ø r v o l t m e t r e t e r n u k l a r t i l b r u g .

I o p v a r m n i n g s p e r i o d e n b ø r n u l p u n k t e t l e j l i g h e d s v i s k o n t r o l l e r e s .

JÆVNSPÆNDINGSMÅLING

- 1) Stil højre omskifter på + eller -, eftersom den spændingskilde, der skal måles, har højeste impedans i forhold til stel på sin positive eller negative pol.
- 2) Forbind een af rørvoltmetrets stelbøsninger med den pol af spændingskilden, der har den laveste impedans til stel og bøsningen "=x1" direkte med den anden pol.
- 3) Stil venstre omskifter således, at instrumentet gør så stort et udslag som muligt uden at gå mod stop. Rørvoltmetret kan tåle en indgangsspænding på 1000 volt selv i 1 V området, og en overlejet vekselspænding på 0.1 f.V, men ikke over 300 volt. V er spændingen i volt og f er frekvensen i hertz.
- 4) Brug indgangsbøsningen "=x1, 2 M Ω TESTPIND" og ledningen med den indbyggede 2 M Ω modstand i enden, når den kapacitive belastning på spændingskilden skal være så lav som mulig. Det er f.ex. tilfældet ved måling af den negative gitterspænding på en arbejdende oscillator. Testpinden belaster med ca. 1 pF. Den ohmske belastning af spændingskilden er altid 60 M Ω , når een af de to indgangsbøsninger "=x1" bruges.
- 5) Brug 1200 M Ω testpinden og slut den til bøsningen "=x100, 1200 M Ω TESTPIND", når spændinger over 1000 volt skal måles. Det laveste måleområde bliver 100 volt for fuldt udslag. Testpinden kan tåle en spænding på 30 kV. Den største forsigtighed tilrådes ved måling af spændingskilder, der er i stand til at afgive mere end 10 mA ved kortslutning. 1200 M Ω testpinden er ikke standard tilbehør.

Da det ikke er muligt at fremskaffe en 1200 M Ω modstand med en langtidsstabilitet på 1%, er rørvoltmetret forsynet med en justeringsanordning for testpinden. Justeringen foretages ved at måle på en spændingskilde på f.ex. ca. 100 volt, dels uden dels med 1200 M Ω testpinden.

Brug en skruetrækker med en ca. 10 cm lang klinge til justeringen.

- 6) Stil højre omskifter i stilling M, dersom den spænding, der skal måles, svinger omkring 0. Måleområderne er da ± 0.5 V til ± 500 volt for fuldt udslag.

VEKSELSPÆNDINGSMÅLING

Gør apparatet klar til måling som beskrevet ovenfor.

- 1) Forbind spændingskilden til vekselspændingsbøsningerne på forpladen, dersom frekvensen er under ca. 5 MHz, og tilslutningsledningerne kan holdes korte - under 25 cm ved 5 MHz.
- 2) Tag diodeproben ud af apparatet, dersom målefrekvensen er højere end 5 MHz. Proben er holdt fast af stelbøsningen, der skal drejes venstre om for at få proben fri. Slut proben til spændingskilden med så korte ledninger som muligt - ved frekvenser over 50 MHz helst uden ledninger, idet der testes med probens spidser.

Proben må ikke sluttes til en spændingskilde med en spænding, der er højere end 300 volt ved frekvenser under 5 MHz. Ved højere frekvenser reduceres den maksimalt tilladelige spænding proportionalt med kvadratroden af frekvensforholdet og er f.ex. ved 50 MHz maksimalt 100 volt.

- 3) Aflæs på den specielle 1 V~ eller 3 V~ skala, når venstre omskifter står i de tilsvarende stillinger. I alle de øvrige måleområder læses på 10 eller 30 volt skalaen.

Målenøjagtigheden er $\pm 5\%$ af fuldt udslag ved frekvenser mellem 30 Hz og 50 MHz. Ved 100 MHz er fejlen ca. 5% større.

dB skalaen er rigtig ved fuldt udslag i alle måleområder, men på grund af diodekarakteristikens krumning er der i de tre laveste områder en fejl ved mindre udslag. Fejlen er ved halvt udslag ca. 0.2 dB - 0.5 dB og 1 dB for lav visning i henholdsvis 10-3 og 1 volt området.

OHMMÅLING

Gør apparatet klar til måling som beskrevet ovenfor.

- 1) Slut den ukendte modstand til bøsningen " Ω " og een af stelbøsningerne.
- 2) Stil venstre områdeskifter således, at instrumentudslaget kommer til at ligge så nær midten som muligt.

Modstanden findes som produktet af instrumentets og omskifterens aflæsninger. Målenøjagtigheden er ca. 5% mellem 3 Ω og 30 M Ω .

Målespændingen er 1.5 V, og den maximale strøm ved kortslutning er 0.15 A.

TEORI

JÆVNSPÄNDINGSMÅLINGER

Den principielle opbygning af rørvoltmetrets jævnspændingsforstærker fremgår af fig. 1. Figuren viser et forenklet strømskema for rørvoltmetret, når det er koblet til måling af jævnspændinger enten positive eller negative, idet omskiftningen mellem de to polariteter sker ved at vende tilledningerne til instrumentet.

Målespændingen føres gennem 2 serieforbundne $2\text{ M}\Omega$ modstande til den ene ende af en spændingsdeler foran første rørs (V1a) gitter. Testpinden med den indbyggede $2\text{ M}\Omega$ modstand skal bringes sammen med bøsningen "-xl, $2\text{ M}\Omega$ TESTP.", der gennem den ene af de to førnævnte $2\text{ M}\Omega$ modstande er forbundet med spændingsdeleren. $2\text{ M}\Omega$ modstandene begrænser gitterstrømmen til det første rør - V1a - til en uskadelig værdi, dersom der fejlagtigt sættes en høj positiv spænding på rørvoltmetret, når det står i et følsomt måleområde. Desuden danner de sammen med en 5000 pF kondensator et RC filter, der gør det muligt at måle jævnspændinger, der er overlejret vekselspændinger. Vekselspændingerne må ikke overstige $0.1 \cdot f \cdot V$ eller 300 volt. V er jævnspændingen i volt og f frekvensen i hertz.

Med følsomheds-omskifteren S 4 (4. dæk regnet fra forplade) i stillingerne 1-3 og 10 V føres spændingen over spændingsdeleren usvækket ind på gitteret af V1a. I stillingerne 30 og 100 V er den svækket 10 gange og i stillingerne 300 og 1000 V - 100 gange. Den anden ende af spændingsdeleren er ført til et udtag på katodefølgerrøret V2a's katodemodstand, der er forbundet til stel. V2a's gitter er forbundet direkte til indgangsrørets anode.

Opstillingen arbejder med ca. 18 ganges modkobling (25 dB), idet en spænding mellem indgangsrørets gitter og stelbøsningen får koblet spændingsændringen over R_M på $32\text{ k}\Omega$ imod sig, så at den styrende spænding mellem rørets gitter og katode (som ligger på fast potential i forhold til eliminatorens minus) bliver 18 gange mindre.

Forstærkningen er ca. 1.7 gange. Ændringen af katodepotentiallet på V2a i forhold til eliminatorens minuspole er altså 1.7 gange indgangsspændingen mellem gitteret på V1a og stel, eller ca. 1.6 gange så stor som spændingen mellem stel og bøsningen "-xl" på grund af den dæmpning, som de $4\text{ M}\Omega$ foran spændingsdeleren giver.

Ved måling af meget små modstande bør nulindstillingen ske med højre omskifter på "Ω" og med måleledningerne kortsluttet, da deres modstand ellers kommer til at påvirke måleresultatet.

Ved måling af meget store modstande (over 1 MΩ) bør een af rørvoltmetrets stelbøsninger forbindes til jord for at undgå fejl på grund af inducerede brumspændinger.

Rørvoltmetrets ohm-måleområde kan udvides betydeligt opefter ved at måle en jævnspændingskildes spænding dels uden dels med den ukendte modstand som formodstand. Brug bøsningen "=x1" med 60 MΩ indgangsimpedans.

Måles de to spændinger til henholdsvis E og e, er den ukendte modstand:

$$R_x = 60 \left(\frac{E}{e} - 1 \right) \text{ Megohm}$$

Eksempel:

$$E = 100 \text{ og } e = 0.1 \quad R_x \approx 60.000 \text{ M}\Omega$$

Katoden på symmetrirsøret V1b er forbundet til samme punkt på spændingsdeleren over eliminatoren som indgangsrøret V1a. Anoden på V1b er forbundet direkte til gitteret på en katodefølger V2b, der arbejder med de samme katodemodstande som den anden katodefølger V2a. En del af katodemodstanden er variabel, idet den består af en variabel modstand - potentiometer P2 - på 2 k Ω . P2 er indstillet således, at nulpunktpotentiometret P1, som bestemmer gitterpotentiallet på V1b, står omtrent i sin midterstilling, når voltmetrets instrument står på nul (uden indgangsspænding). Potentialerne på de to symmetrirsøre V1b og V2b målt i forhold til eliminatorens minuspol ændrer sig ikke under en måling med rørvoltmetret. De to søre V1b og V2b sørger kun for, at netspændingsvariationer ikke får nogen generende indflydelse på målingerne.

På det simplificerede strømskema er der vist typiske potentialverdier. De indcirklede verdier gælder for nul volt indgangsspænding og verdierne i de kvadratiske rammer for plus 10 volt indgangsspænding.

Dersom potentialmålingerne foretages med et rørvoltmeter, vil det som oftest vise sig nødvendigt at måle i forhold til stel på RV22, da forsterkeren i RV22 kan gå i sving, dersom rørvoltmetrets stel forbindes til RV22's eliminator-minuspol i stedet for til RV22's stel. Det skyldes at den kapacitive shuntning af R_M bliver for stor.

Potentialerne er her angivet i forhold til minus for at lette forståelsen af rørvoltmetrets virkemåde.

Mellem katoderne på de to katodefølgerøre V2a og V2b er instrumentet skudt ind i serie med en modstand, der afhænger af måleområdet. Instrumentet er shuntet af en anden modstand. Seriemodstanden er i 10-100 og 1000 volts området 29.2 k Ω , i 3-30 og 300 volts området 9.23 k Ω og i 1 volt området 2,92 k Ω . Den sidste modstand består af instrumentmodstand, en højstabil 2 k Ω modstand, potentiometer P4 på 1 k Ω og den indre modstand i katodefølgerne.

Instrumentets shunt P3 er indstillet i 10 volt området og seriemodstanden P4 i 1 volt området. Potentiometer P5 og P6 i indgangsspændingsdeleren er indstillet i henholdsvis 100 og 300 volt området, efter at P3 og P4 er indstillet. Spændinger mellem 1000 og 30000 volt kan måles, efter at spændingen er dampet 100 gange ved hjælp af en 1200 M Ω formodstand og en indbygget 12 M Ω modstand. De 12 M Ω består af indgangsspændingsdeleren på

60 M Ω og en variabel shuntmodstand, der automatisk forbindes parallelt til indgangsspændingsdeleren, når et bananstik stikkes i bøsningen "x100, 1200 M Ω TESTPIND". Shuntmodstanden kan med potentiometret P11 - "Cal. 1200 M Ω Testp." - varieres mellem ca. 12 M Ω og ca. 17 M Ω , og indgangsmodstanden på bøsningen varierer derved mellem ca. 10 M Ω og ca. 13 M Ω , så at det er muligt at korrigere for eventuelle ændringer af formodstanden.

JÆVNSPÆNDINGSMÅLINGER MED FORSKUDT NULPUNKT

Fig. 2 viser et simplificeret strømskema for forstærkeren, når højre omskifter står i stilling M, og instrumentets nulpunkt ligger ved halvt udslag.

Den spænding, som får instrumentet til at slå halvt ud, lægges fra omskifteren S 2 ind mellem indgangsrøret V1a's katode og det punkt på spændingsdeleren over eliminatoren, hvortil katoden på V1a ellers er ført. Spændingen er minus 0,5 volt i 1 volt området, minus 1,58 volt i 3-30 og 300 volt området og minus 5 volt i 10-100 og 1000 volt området. De tre forskydningspændinger tages fra et potentiometer bestående af 3 serieforbundne højstabile modstande. Strømmen gennem modstandene er stillet ind til den rette værdi med den variable modstand P7. Forskydningspændingerne er stabiliseret over for netspændingsvariationer med 2 VDR modstande, hvoraf den, der ligger direkte i spændingsdeleren over eliminatoren, arbejder med et spændingsfald på ca. 50 V, mens den anden arbejder med ca. 25 volt.

I rørvoltmetre med bogstavbetegnelsen bc, c eller et følgende bogstav er de to VDR modstande erstattet af et glimrør 85A2.

VEKSELSPÆNDINGSMÅLINGER

Fig. 3 viser et simplificeret strømskema for rørvoltmetret, når det er koblet til måling af vekselspændinger.

Den ukendte spænding lægges mellem stel og indgangskondensatoren for dioden V3a, som er det ene system i en dobbeltdiode. Den negative spænding, som fremkommer på diodens anode ved ensretning, føres gennem 2 serieforbundne modstande og en variabel modstand (potentiometer P9) til indgangsspændingsdeleren S4. P9 er indstillet således, at spændingen er dampet 1,41 gange. Dioden arbejder som spidsspændingsensretter og giver derfor en jævn-

spænding, som er 1,41 gange en sinusformet vekselspændings effektivværdi. Måleområderne ved vekselspændingsmålinger bliver derfor med den valgte indstilling af P9 de samme som for jævnspænding.

På grund af diode-karakteristikkens krumning giver dioden for lille en jævnspænding ved lave spændinger. I 1 volt - 3 volt og 10 volt området er instrumentets formodstand derfor ved hjælp af omskifter S 3 shuntet med en sådan modstand, at udslaget er det samme som for de tilsvarende jævnspændinger ved fuldt udslag, så at dB skalaen på instrumentet kommer til at passe her. Men ved mindre udslag er der en fejl, som ved halvt udslag er ca. 0,2 dB i 10 volt området, ca. 0,5 dB i 3 volt området og ca. 1 dB i 1 volt området. Shuntningen af instrumentets formodstande bringer dog ikke fejlen tilstrækkelig langt ned ved mindre udslag i 1 og 3 volt området til at jævnspændingsskalaerne kan benyttes. Derfor findes der særlige vekselspændingsskalaer for 1 V og 3 V området. Vekselspændinger over 3 volt aflæses på de lineære 10 og 30 volts skalaer.

Med kortsluttet indgang på måledioden V3a befinder der sig en negativ anløbsspænding på ca. 0,7 volt på diodens anode. For at undgå at den del af denne spænding, som lægges ind på gitteret af rør V1a, skal andre balancen i den balancerede jævnspændingsforstærker, føres der en lige så stor spænding fra den anden diode V3b af dobbeltdioden over omskifteren S 1 til symmetrirørets (V1b) gitter. Spændingen er reguleret ind til sin rette værdi med den variable modstand P8 - "NULP".

Dersom der opstår en nulpunktsændring, når rørvoltmetret kobles om fra jævnspændingsmåling til vekselspændingsmåling og dersom denne ændring ikke elimineres med P8 - "NULP.", men med nulpunktpotentiometret på forpladen, vil nulpunktsvisningen være lidt afhængig af det valgte måleområde, fordi jævnspændingsforstærkeren ikke er i balance mere.

MODSTANDSMÅLINGER

Fig. 4 viser et simplificeret strømskema for RV22, når det er koblet til måling af modstande.

Målingen sker ved at forbinde den ukendte modstand R_x i serie med en kendt og et 1,5 volts batteri og måle spændingen over R_x .

Spændingsfaldet over den ukendte modstand er i alle måleområder lig med batterispændingen, når modstanden er uendelig stor og lig nul, når mod-

standen er nul. Alle 7 måleområder går således fra nul til uendelig, men det brugbare område afhænger af den "Normalmodstand", der er koblet ind. Nulpunktsudslaget reguleres ind enten med rørvoltmetret koblet til måling af plus eller minus 1 volt jævnspænding eller ved at kortslutte målebøsningerne i et af ohm-måleområderne ligegyldigt hvilket.

Rørvoltmetrets følsomhed er uafhængigt af ohm-måleområdet. Følsomheden reguleres ind med den variable modstand P10 "000" til en sådan værdi, at batterispændingen giver fuldt udslag på instrumentet uden nogen modstand forbundet til måleklemmerne.

Ohm-måleområdet vælges med omskifteren S 5 - dæk nr. 5 -, der vælger mellem 7 forskellige normalmodstande. Instrumentet gør halvt udslag ved $R_x = 10 \Omega, 100 \Omega, 1000 \Omega, 10 k\Omega - 100 k\Omega - 1 M\Omega$ og $10 M\Omega$, som er de værdier, normalmodstandene har, idet der er regnet med en middelværdi på $0,6 \Omega$ for batteriets indre modstand. Et nyt batteri har ca. $0,3 \Omega$. Stiger batteriets indre modstand over 1Ω bliver målefejlen ved måling af modstande på nogle ohm og derunder så stor, at garantiværdien overskrides.

Fra RV22b er der i ledningen til indgangsrørets gitter indskudt et R-C filter bestående af $5 M\Omega$ og $5 nF$, der gør det muligt at måle store modstande med længere tilledninger inden brummet, der induceres i ledningerne, gør sig generende gældende. Rørvoltmetret bør jordforbindes, når det skal bruges til at måle store modstande.

ELIMINATOR

Nettransformatoren er forsynet med udtag til 110-127-150-200-220 og 240 volt på primærviklingen og har to sekundærviklinger.

Den ene sekundærvikling er på 300 volt og er forbundet til en brokoblet selen ensretter, der arbejder med en opsamlingskondensator på $1 \mu F$, og afgiver anodestøm til rørene og strøm til en spændingsdelers.

Spændingsdelers ligger mellem plus- og minus-polen på ensretteren og i serie med dens modstande er der i rørvoltmetrene RV22a og RV22b indskudt en VDR modstand (voltage dependent resistor) - placering D12 -. Spændingsfaldet over modstanden er ca. 50 volt ved en strøm på ca. 4 mA, som normalt går gennem den. Ændrer strømmen sig på grund af varierende netspænding, ændrer spændingsfaldet over VDR modstanden sig ca. 3 gange mindre end over en lineær modstand af samme størrelse. Parallelt til VDR mod-

standen ligger der en anden VDR modstand (D12) i serie med en modstand (E10-63 k Ω). Spændingsfaldet over den sidste VDR modstand er ca. 25 V ved 0,4 mA. Den samlede spændingsstabilisering, som de to kaskadekoblede VDR modstande giver, er 8 til 10 gange.

En del af den stabiliserede spænding bruges til at give instrumentet en nulpunktsforskydning svarende til halvt udslag, når højre omskifter stilles i stilling M.

I rørvoltmetre af type RV22bc, RV22c eller med et efterfølgende bogstav efter typebetegnelsen er de to VDR modstande erstattet af et type 85A2 stabilisatorrør.

Glødespændingsviklingen er på 6,3 volt og har udtag ved 5 volt til to pinnellamper til belysning af instrumentets skala.

Indgangsrøret (V1a) får glødestrøm til sine to glødetråde gennem to seriemodstande. I RV22a er modstandene på ca. 10 Ω og tilpasset indgangsrøret, så at forstærkerens nulpunktsdrift er så lille som mulig. Fra RV22b er seriemodstandene 16 Ω hver med 50 Ω parallelt, når armen på 100 Ω potentiometer står i sin midterstilling - placering F14 -. Med potentiometeret kan den ene modstand gradvis formindskes fra 12 Ω til 0, mens den anden øges fra ca. 12 Ω til 14 Ω .

SPÆNDINGSMÅLINGER

Spændingsmålingerne skal foretages med et rørvoltmeter med høj indgangs-impedans, f.eks. et andet RV22, for at undgå målefejl, da rørvoltmetrets kredsløb alle har forholdsvis høj impedans.

ELIMINATOR

Transformatorens 1. sekundær:	300 V \pm 5 %
2. sekundær:	6,3 V \pm 5 %
Fra ventilens + pol til stel:	265 V \pm 10 %
" " - pol " " :	100 V \pm 10 %
Fra 6,3 volts viklingens ene ende til stel:	16 V \pm 20 %
Fra (D12) VDR modstandens ene ende til stel:	2,5 V \pm 25 %
" " " " anden " " " :	- 50 V \pm 10 %

Fra (D9) VDR modstandens ene ende til stel:	$+ 2,5 \text{ V} \pm 25 \%$
" " " " anden " " " :	$- 25 \text{ V} \pm 20 \%$
Fra anoden på 85A2 til stel:	$+ 2,5 \text{ V} \pm 25 \%$
" katoden " 85A2 " " :	$- 83 \text{ V} \pm 3 \%$
Apparatets strømforbrug er uden rør:	$50 \text{ mA} \pm 10 \%$
" " " med " :	$85 \text{ mA} \pm 10 \%$

FORSTÆRKER

Potentialmålingerne i forstærkeren bør foretages med de to rørvoltmetres stel forbundet sammen. Forbindes hjælperørvoltmetrets stel til eliminatorens minuspol, kan forstærkeren gå i sving.

Med rørvoltmetret koblet til måling af positive eller negative jævnspændinger og med nulpunktsindstillingen i orden skal der med kortsluttet indgang være følgende potentialer:

Indgangsrøret Vla:	Katode (ben 3):	$+ 2,5 \text{ V} \pm 25 \%$
	Gitter (ben 2):	0 V
	Anode (ben 1):	$80 \text{ V} \pm 10 \%$
Symmetrigrøret Vlb:	Katode (ben 8):	$+ 2,5 \text{ V} \pm 25 \%$
	Gitter (ben 7):	0 V
	Anode (ben 6):	$80 \text{ V} \pm 10 \%$

Dersom anodespændingerne ønskes målt skal det ske med $1200 \text{ M}\Omega$ formodstanden for at undgå, at belastningen med rørvoltmetret giver anledning til store korrektioner af den målte spænding. Men normalt er en måling ikke påkrævet, idet en måling af den efterfølgende katodefølgers anode og katodepotentialer som regel vil være tilstrækkelig til at afsløre mulige fejl i anodekredsløbene for rør 1.

På katodefølgerrørene V2a og V2b:

Katoder (ben 3 og 8):	$+ 83 \text{ V} \pm 10 \%$
Gitre (ben 2 og 7):	$+ 80 \text{ V} \pm 10 \%$
Anoder (ben 1 og 6):	$+ 265 \text{ V} \pm 10 \%$

Lægges en spænding på $+ 10 \text{ volt}$ på indgangsbøsningerne stiger potentialet på katoden af Vla og på katoden af V2b med ca. 9 volt målt i forhold til stel, mens potentialet på katoden af V2a falder ca. 7 volt .

Med minus 10 volt på indgangsbøsningerne eller 10 volt vekselspænding på dioden fås de samme potentialændringer med modsat fortegn.

DIODERNE

Målediodens anløbsspænding målt i punkt (loddeflig) A, se montageplan, er ret afhængig af det anvendte eksemplar og ligger mellem minus 0,7 og minus 0,45 volt. Balancediodens anløbsspænding målt i punkt (loddeflig) E ligger normalt også mellem 0,7 volt og 0,45 volt.

MODSTANDSMÅLINGER

I rørvoltmetret er brugt forskellige modstandstyper, der på strømskemaet er kendetegnet ved to tal og et mellemliggende bogstav.

Første tal angiver modstandens watt-størrelse.

Bogstavet A angiver en stabilitet på 0,5 %.

" B " " " " 2 %.

" C " " " " 10 %.

" M betyder miniatureudførelse.

Andet tal angiver nøjagtigheden i procent.

De fleste af rørvoltmetrets modstande kan måles med et andet rørvoltmeter koblet som ohmmeter. Målingen skal ske uden at rørvoltmetrets netstik er sluttet til nettet og tidligst 2 minutter efter at apparatet er afbrudt, for at undgå at rørens varme katoder giver målefejl. Alle modstande med 1 % tolerance skal derimod kontrolleres på en anden måde, der giver tilstrækkelig stor målesikkerhed f.eks. måles på en Wheatstone bro.

Det er nødvendigt at afbryde ledningen fra katodemodstanden $32 \text{ k}\Omega \pm 0,2 \text{ M}\Omega$ for rør V2a til spændings-art omskifterens flig 4 og 9 på dæk nr. 4, for at opnå at målingerne af katodemodstandene for rør V2a og rør V2b samt alle formodstandene til instrumentet direkte kan give værdien på den målte modstand. Hvis ledningen ikke afbrydes, vil alle de nævnte modstande være shuntet af nogle af de øvrige forbundet i serie, og shunt-modstanden vil desuden afhænge af den venstre omskifters stilling.

Da VDR modstandenes værdi varierer med strømmen gennem dem, er det bedre at måle spændingsfaldet over dem end at måle dem med ohmmeter. (Se under spændingsmålinger i eliminatoren).

Ved at sammenholde montageplanen med strømskemaet er det muligt hurtigt at finde en given komponent, idet komponenterne på montageplanen er mærket både med størrelse og koordinater, der angiver deres plads på strømskemaet.

R E P A R A T I O N

UDSKIFTNING AF SIKRING

Nettransformatorens primærvikling er sikret mod ødelæggelse, dersom apparatet fejlagtigt bliver sluttet til en jævnspændingskilde.

Sikringen er på 1 amp. og bliver tilgængelig, når den rektangulære plade med spændingsviserskiltet på apparatets bagvæg bliver fjernet. Dersom sikringer af den træge type (slow blow) anvendes, skal den være på 0,1 A.

UDSKIFTNING AF BATTERI

Batteriet bør udskiftes eller i hvert fald fjernes, når det ikke længere er muligt at stille viseren på ∞ strengen, efter at nulindstillingen er foretaget, eller når fejlen ved måling af modstande under 10 Ω bliver for stor. Fejlen skyldes da, at batteriets indre modstand er blevet for stor.

Det tilrådes at bruge ALL STEEL typen, f.ex. Hellesens type V11-34, da den er mere sikker imod at ætse igennem.

Batteriet bliver tilgængeligt, når den rektangulære plade, der er skruet fast på apparatets indre bagvæg, fjernes. Bøjlen over batteriet skal trykkes indefter og skydes mod højre for at kunne svinges til side.

Batteriets positive pol (messingknoppen) skal have kontakt til den fjedrende bøjle.

UDSKIFTNING AF RØR

Måledioden, som sidder i proben, er en EAA91 dobbelt-diode, medens de to forstærkerør begge er type ECC81 eller 12AT7 dobbelt-trioder.

Dioden i proben kan skiftes, når de to skruer i probens bagplade skrues ud, og det lakerede rør skydes ind på kablet.

De fleste dioder kan bruges. Det indvendige potentiometer P8 (\sim NULP.) skal altid stilles efter, når dioden skiftes. Stil først forstærkerens nulpunkt i plus eller minus 1 volt området og derefter " \sim NULP." i 1 volt vekselspæn-

dingsområdet med probens målespidser kortsluttet. Nogle rør giver så forskellige anløbsspændinger på de to diodestrukturer, at de ikke kan anvendes, selv om formodstanden på $3.2 \text{ M}\Omega$ til P8 kortsluttes, eller den eventuelle kortslutning ophæves. Ganske få rør giver anledning til for lav visning ved spændinger mellem 100 og 300 volt.

Da forholdet mellem diodernes anløbsspændinger kan ændre sig i løbet af rørets levetid, er "NULP." potentiometret gjort tilgængeligt bagfra, når skiltet "NULP." svinges til side.

Forstærkerrørene kan skiftes, når apparatet er taget ud af kassen (skrueerne i forpladens lodrette kanter skal skrues ud, medens de tre skrueer i låg og bund kun behøver at løsnes.)

De fleste rør kan bruges, dog vil det som regel være nødvendigt at stille efter på det indvendige nulstillingspotentiometer P2, når rør 1 skiftes. Indstillingen bør foretages med NULP. knappen i sin midterstilling.

Kun meget få rør vil have generende gitterstrøm. Gitterstrømmen i rør nr. 1 kontrolleres lettest ved at slutte én af indgangsbøsningerne til stel, efter at nulindstillingen har fundet sted i 1 volt jævnspændingsmåleområdet. Nulpunktet må ikke ændre sig mere end 0.01 V derved. Røret bør under prøven beskyttes mod stærkt lys for at undgå foto-emission fra gitteret.

Gitterstrømmen i rør nr. 2 er uden betydning ved normale rør. Gitterstrømmen kan kontrolleres ved midlertidigt at prøve røret som nr. 1.

Dersom indgangsrøret er skiftet, bør det brændes ind i 50 til 100 timer inden en eventuel indregulering til minimum af nulpunktsdrift foretages.

Indreguleringen sker ved at ændre den ene af de to seriemodstande til glødetrådene i rør V1. Fra RV22b kan det gøres ved at stille på potentiometer P12 (placering E13).

Potentiometret stilles således, at en ændring på plus eller minus 5 % på netspændingen giver mindst mulig ændring af nulpunktet i 1 volt jævnspænding måleområdet. Normalt kan nulpunktsflydningen bringes ned på 10 mV og i mange tilfælde længere ned.

EKSEMPLER PÅ FEJL OG DERES AFHJÆLPNING

Eksempel 1

Rørvoltmetret måler rigtigt i 1-3 og 10 volt området, men viser galt i de øvrige områder både ved jævn- og ved vekselspændingsmålinger.

Er Fejlen størst i 30 og 100 volt området, kan den skyldes en defekt 4 M Ω modstand (placering A3 i strømskemaet) i indgangsspændingsdeleren.

Er fejlen størst i 300 og 1000 volt området, kan den skyldes en defekt 0,5 M Ω (A3) ligeledes i indgangsspændingsdeleren.

I begge tilfælde er en fejl på de tilsvarende potentiometre P5 og P6 mulig.

Er fejlen procentvis den samme i alle områder 30-1000 volt ligger den sandsynligvis i een af de to serieforbundne 25 M Ω (B3).

Afhjælpning: Udskiftning af den defekte komponent.

Eksempel 2

Rørvoltmetret viser rigtigt i alle jævnspændingsmåleområder og galt i alle vekselspændingsområderne.

Fejlen kan skyldes afledning på diodens indgangskondensator 3 x 5 nF (G9) - en defekt 5 M Ω (G8) i diodedåsen - en defekt 20 M Ω modstand F2 - et defekt potentiometer P9 (D2) - en defekt Trolitulkondensator 10 nF (F3) eller 5 nF Trolitulkondensator (D3).

Afhjælpning: Udskiftning af den defekte komponent.

Eksempel 3

Rørvoltmetret viser galt både ved jævn- og vekselspændingsmålinger, og fejlen er den samme i procent på alle områder.

Fejlen kan enten skyldes at modstanden 3,2 k Ω (E7) eller potentiometret P3 10 k Ω (E6) "TRIM 10 V=" er blevet defekt. Fejlen kan også ligge i kortsluttede vindinger i

instrumentets drejespole. Instrumentet skal gøre fuldt udslag for 500 μ amp. ± 1 %.

Afhjælpning: Mindre og konstante ændringer, som for øvrigt er lidet sandsynlige, kan korrigeres ved en efterindstilling af P3.

Eksempel 4

Rørvoltmetret viser rigtigt i 1 volts området både ved jævn- og vekselspændingsmålinger, men har en fejl i 30-300 og 3000 V områderne, der er ca. 3 gange så stor som fejlen i 10-100 og 1000 volt området.

Fejlen skyldes en defekt 6,33 k Ω high stability modstand (placering B-8), der bør udskiftes. Den nye må kun afvige 0,5 % relativt fra 20 k Ω B-8 modstanden.

Eksempel 5

Rørvoltmetret viser kun forkert i 10-100 og 1000 V måleområderne både ved jævn- og vekselspændingsmålinger.

Fejlen skyldes en defekt 20 k Ω high stability modstand (placering B-8), der bør udskiftes. Den nye må kun afvige 0,5 % relativt fra 6,33 k Ω B-8 modstanden.

Eksempel 6

Rørvoltmetret viser galt ved vekselspændinger over 100 volt, men ellers rigtigt.

Dioden EAA91 er defekt. (Se under udskiftning af rør).

Eksempel 7

Nulpunktet er uændret ved jævnspændingsmålinger i stillingerne 1-3 og 10 volt, men lidt afvigende i stillingerne 30 til 1000 volt.

Fejlen kan skyldes gitterstrøm i indgangsrøret V1a. (Se under udskiftning af rør).

Afhjælpning: Udskiftning af røret.

Eksempel 8

Rørvoltmetret kan ikke nulstilles, selv om det indvendige nulpunktsponentiometer P2 "TRIM 0 V=" tages til hjælp.

Fejlen kan skyldes:

- 1) En defekt 20 M Ω modstand for V1a eller V1b (placering A5 og A10 i strømskema).
- 2) En defekt katodemodstand for V2a (placering D5 og E5).
- 3) En defekt katodemodstand for V2b (placering B9 og F10).
- 4) Et defekt nulstillingspotentiometer P2 (placering C10) for grovindstilling af nulpunktet (TRIM 0 V=").
- 5) Et defekt potentiometer for NULPUNKT (placering E10) eller en defekt parallelmodstand til potentiometret.
- 6) En defekt komponent i potentiometerkæden mellem eliminatorens plus og minuspol. I kæden indgår to VDR modstande i RV22a og b og i RV22bc et 85A2 glimrør i stedet for VDR modstandene. Placeringer: A12 - C12 - D12 og E12 (F12).

Eksempel 9

Instrumentets viser kan ikke stilles på "uendelig" strengen ved ohm-måling.

Fejlen skyldes for lav batterispænding og batteriet skal udskiftes med et nyt.

Eksempel 10

Instrumentets viser dirrer svagt.

Årsagen er kapaciteten mellem nettransformatorens primær- og ensrettersekundærvikling.

Afhjælpning: Vendes netstikkeren formindskes denne dirren, så at den næppe er synlig.

Eksempel 11

Rørvoltmetret måler forkert i et enkelt ohm-måleområde.

Fejlen skyldes, at den tilsvarende indbyggede normalmodstand er defekt og modstanden bør udskiftes (placeringer A2 og B2).

Eksempel 12

Rørvoltmetret giver for lave værdier ved måling af små modstande, men måler større modstande rigtigt.

Fejlen skyldes for stor indre modstand i batteriet, der bør udskiftes med et nyt.

Eksempel 13

Instrumentets viser går ikke hen på midtpunktsmærket M, når der skiftes fra stilling + eller - til stilling M på højre omskifter.

Dersom årsagen ikke er, at nulpunktet ikke er indstillet i stilling + eller -, kan den skyldes, at en komponent i potentiometerkæden, der giver forskydningspændingerne, har ændret sig eller er blevet defekt.

Potentiometerkæden består af potentiometer P7 TRIM "M" og tilhørende seriemodstande. De højstabile modstande 4,62 k Ω , 10 k Ω og 31,6 k Ω (D9 og E9) giver forskydningspændingerne 0,5 V, 1,58 V og 5 volt.

Er midtpunktet forskudt lige meget i alle stillinger af venstre omskifter kan mindre afvigelser rettes med potentiometret P7, ved større afvigelser må den defekte formodstand findes og udskiftes.

Er M stillingen kun forkert i nogle af måleområderne er én (eller flere) af de tre højstabile modstande defekte og skal udskiftes.

BRUGSANVISNING

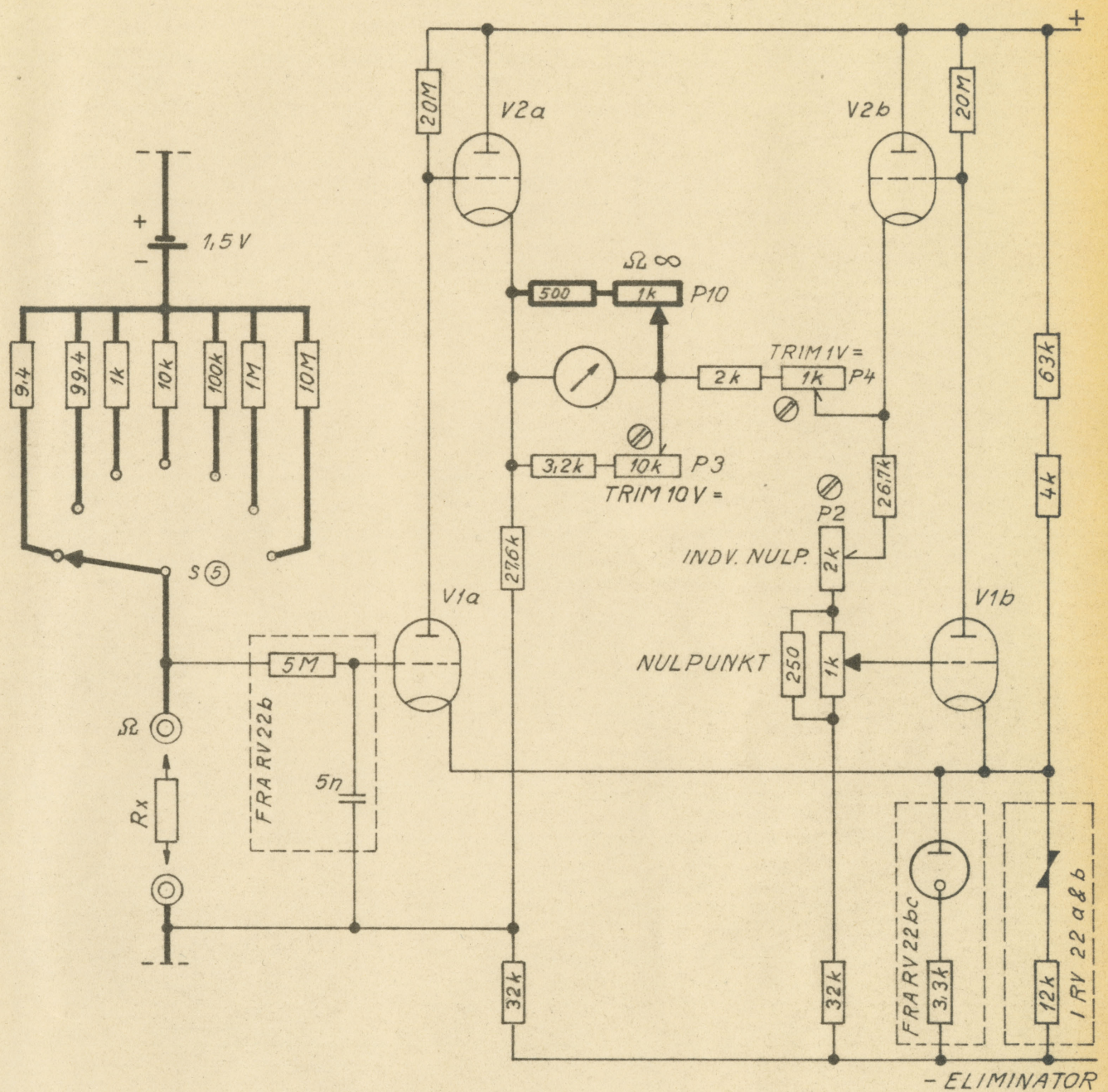


FIG 4.

SIMPLIFICERET STRØMSKEMA FOR RV 22. MÅLING AF MODSTAND.

BRUGSANVISNING

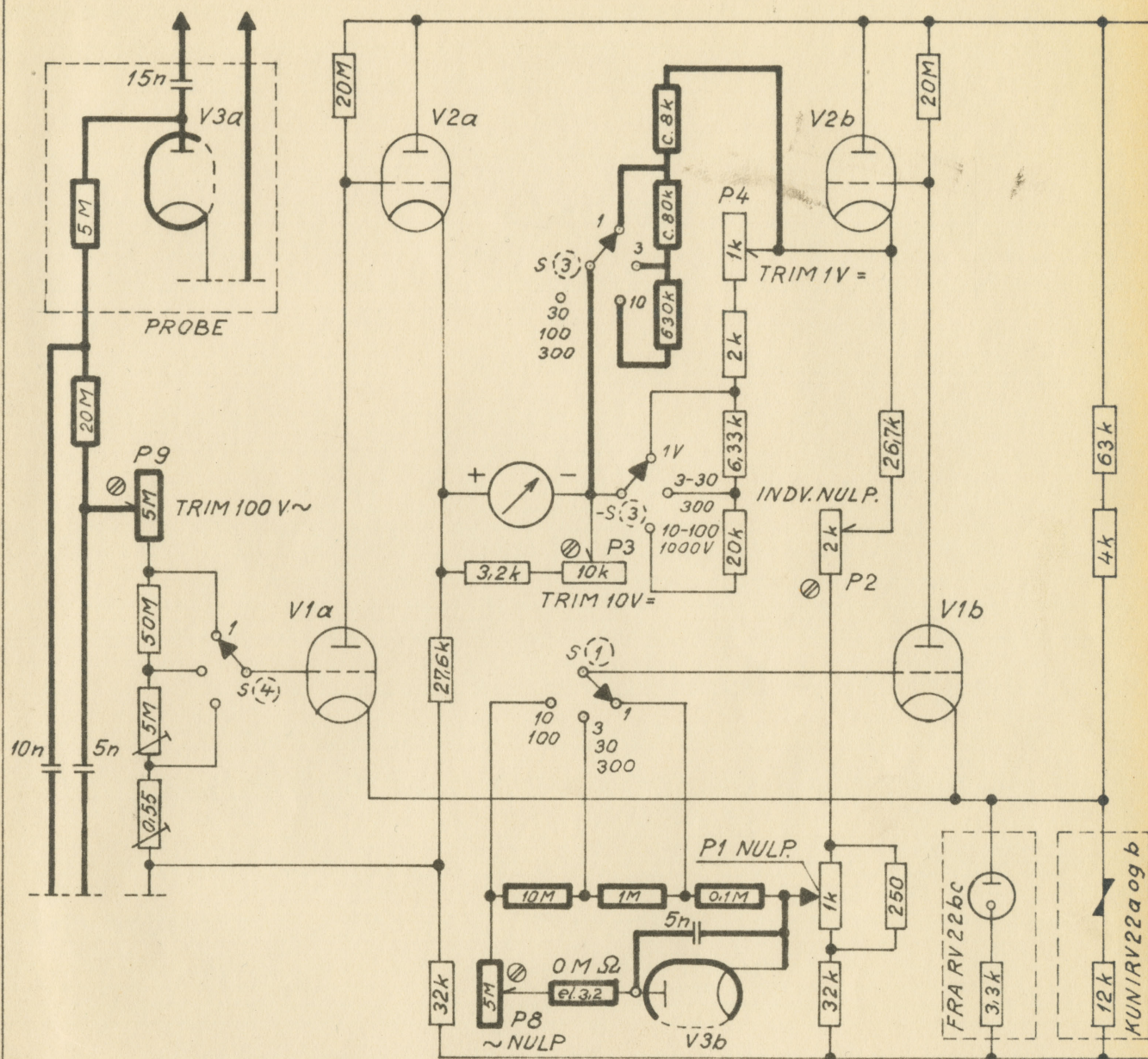
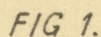


FIG 3.

SIMPLIFICERET STRØMSKEMA FOR RV 22. MÅLING AF VEKSELSPÆNDINGER.



Typiske værdier af potentialerne i forstærkeren; angivet i forhold til eliminatorens minuspol, der ikke er stelforbundet.

Værdierne i de kvadratiske rammer gælder ved en indgangsspenning paa plus 10 Volt. Værdierne i cirklerne ved nul volt.

BRUGSANVISNING

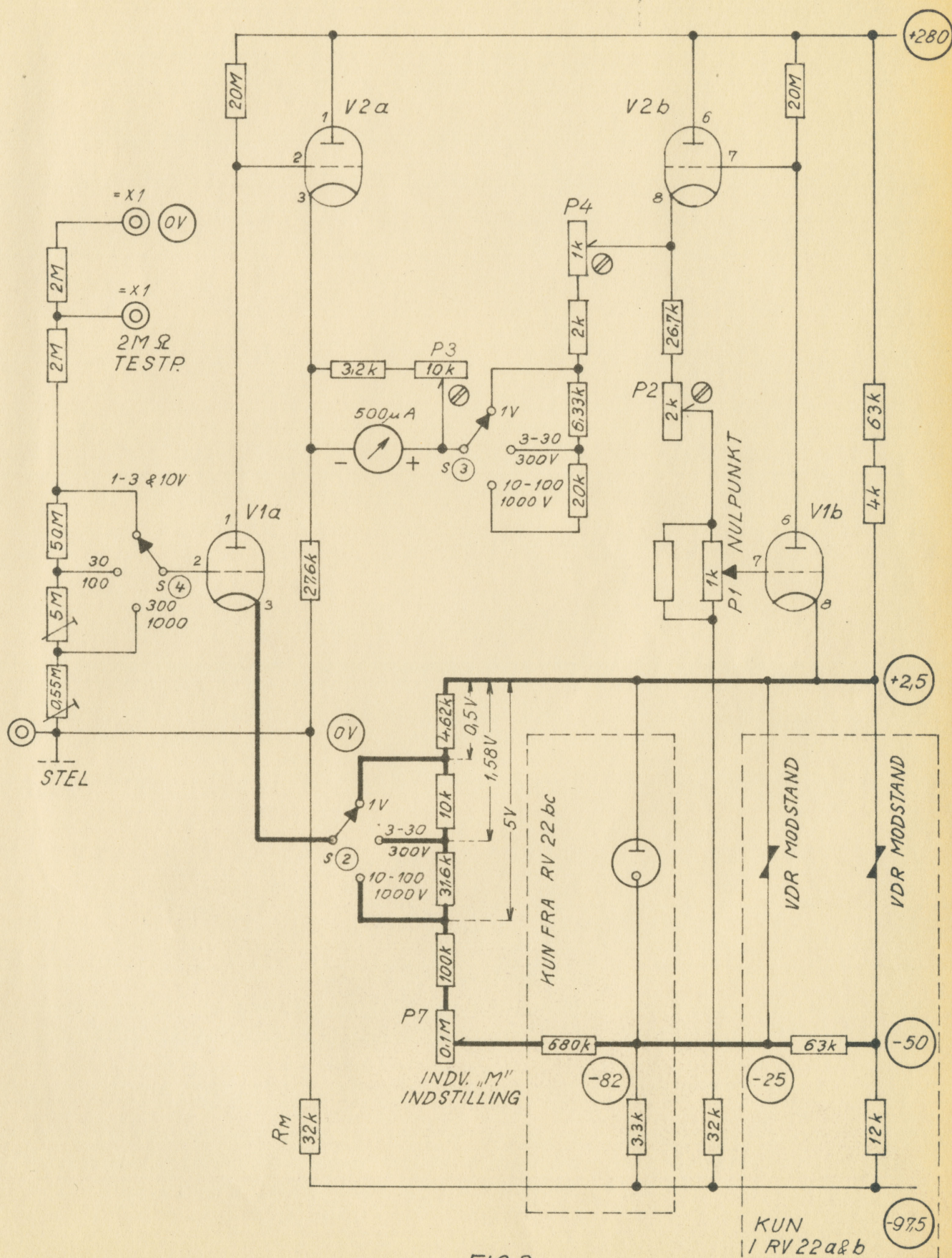
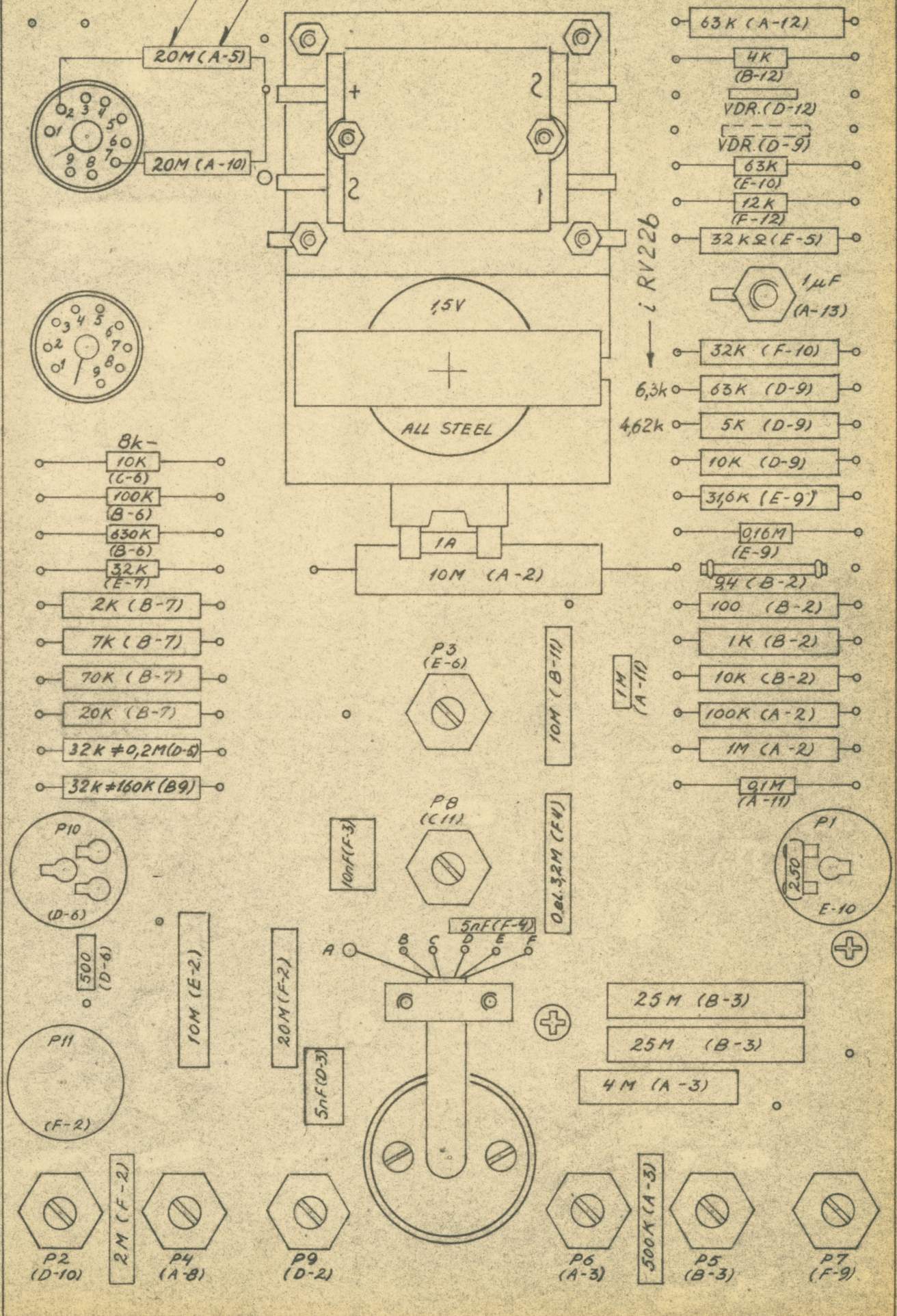
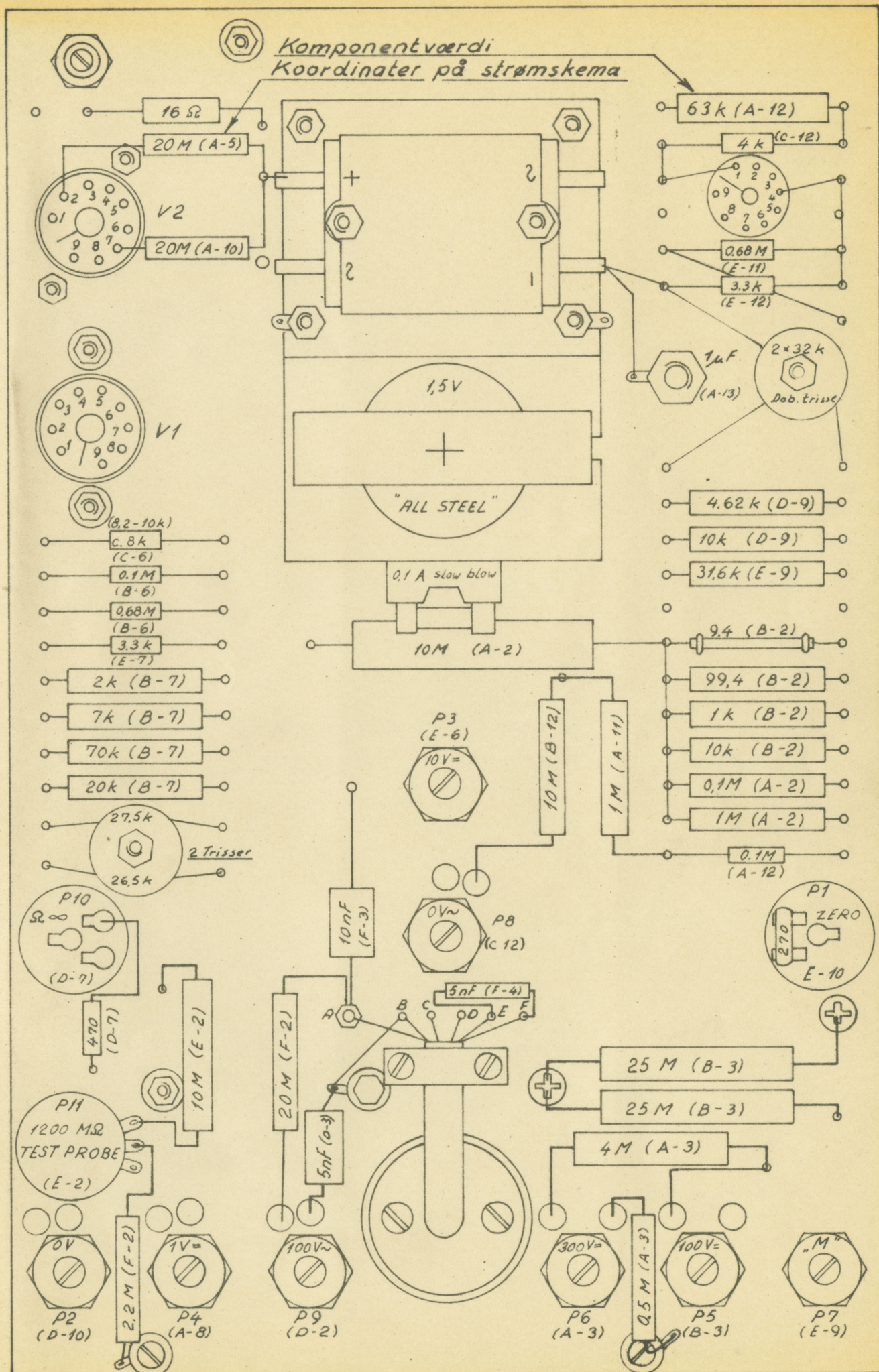


FIG 2.



SIMPLIFICERET STRØMSKEMA FOR RV 22.
MÅLING AF JÆVNSPENDINGER MED SKIFTENDE POLARITET.

Komponentværdi
Koordinater på strømskema.






Rørvoltmeter type RV 22 bc


DENNE TEGNING TILHØRER
RADIOMETER
 KØBENHAVN
 

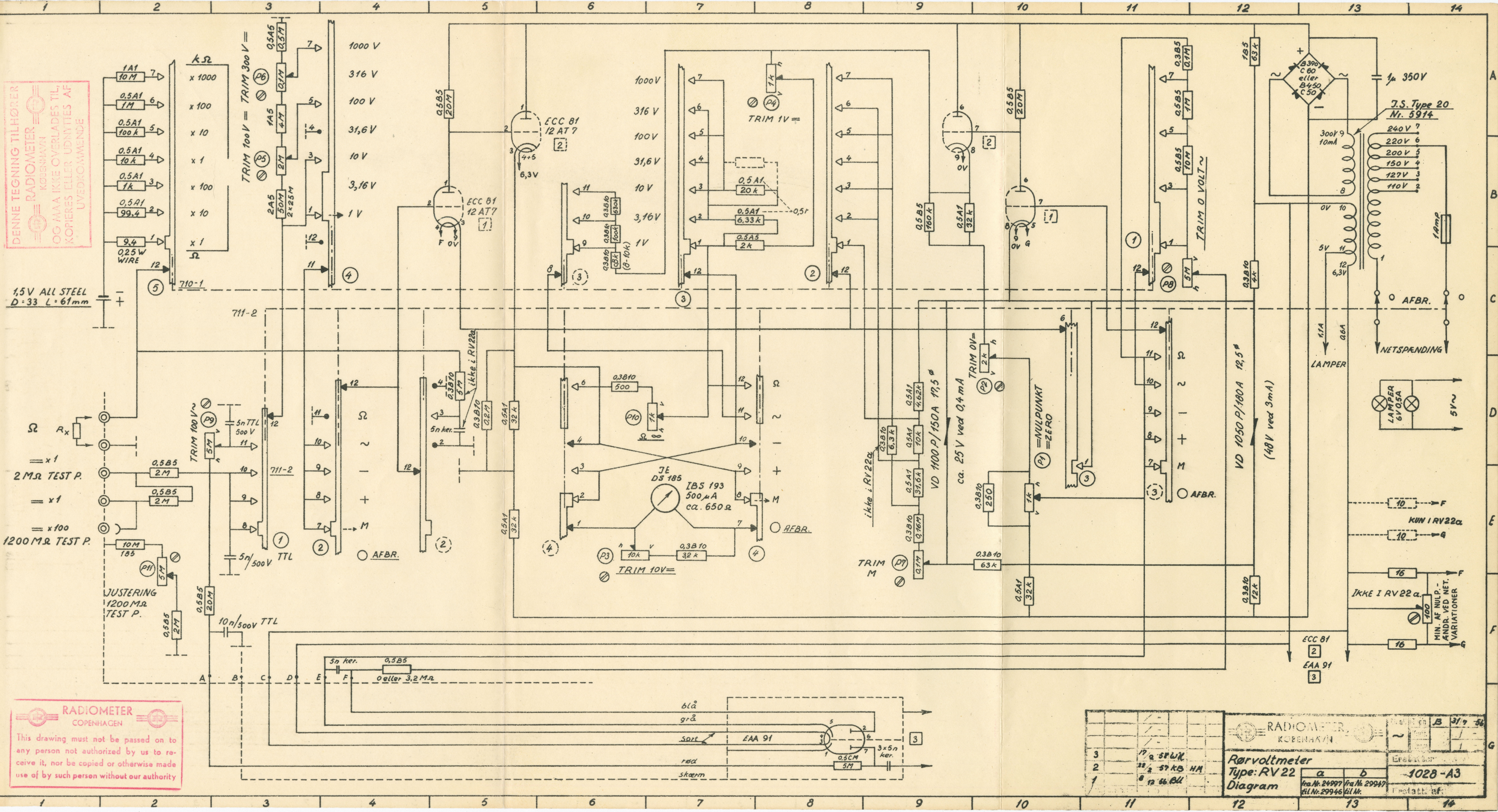
OG MÅ IKKE OVERLADES TIL,
 KOPIERES ELLER UDNYTTES AF
 UVEDKOMMENDE

1,5 V ALL STEEL
D = 33 L = 61 mm

Ω R_x 
 $= \times 1$
 2 M Ω TEST P.
 $= \times 1$
 $= \times 100$
 1200 M Ω TEST P.

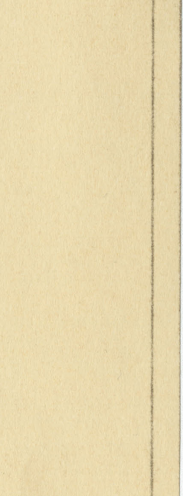
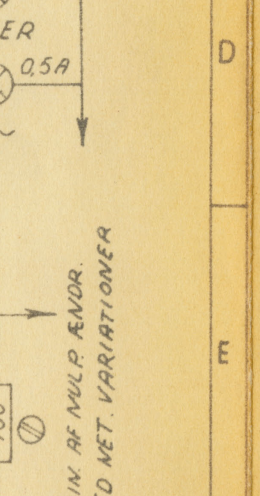
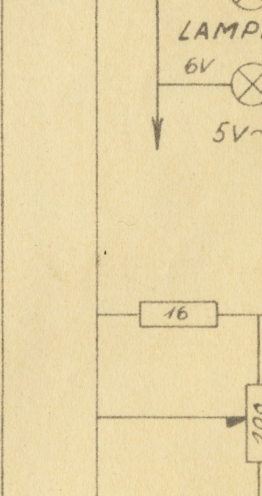
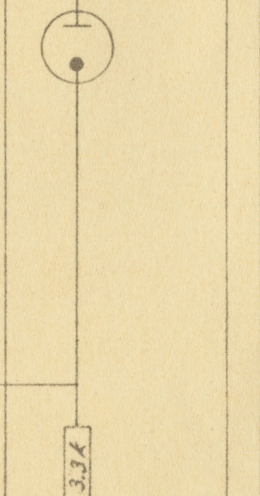
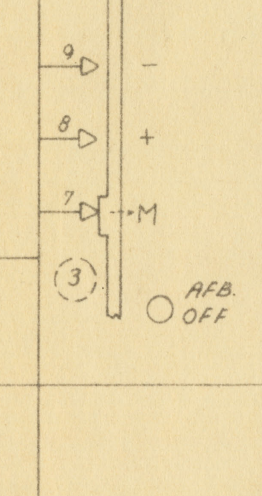
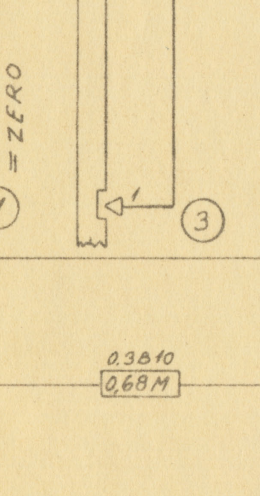
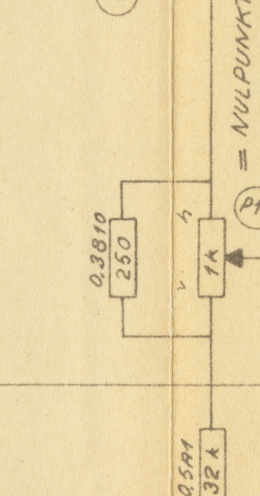
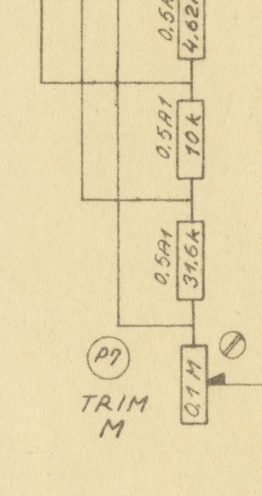
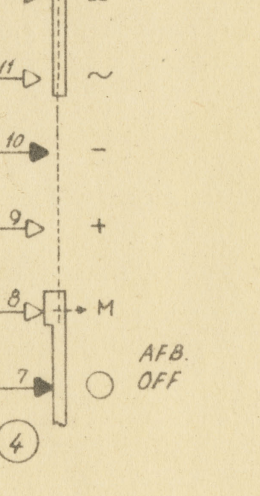
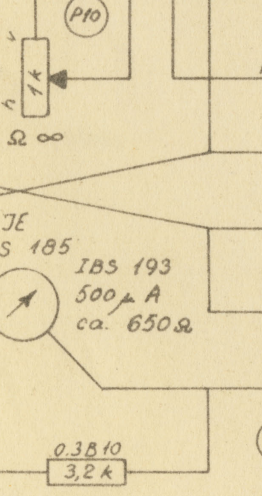
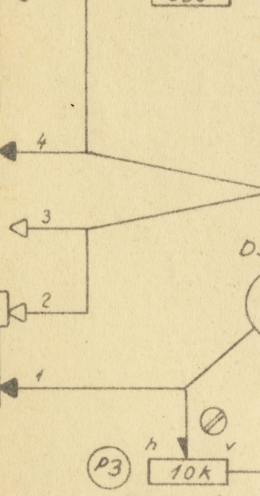
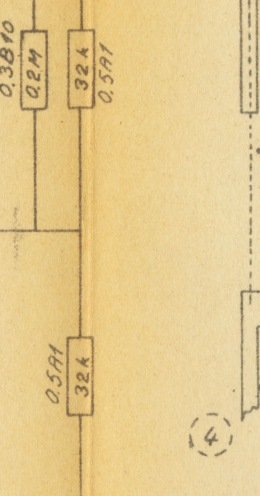
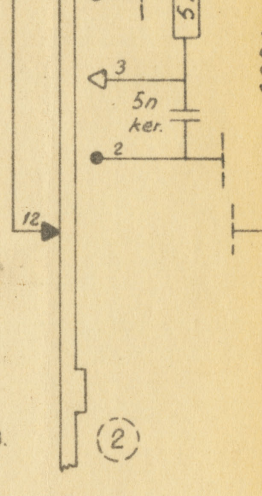
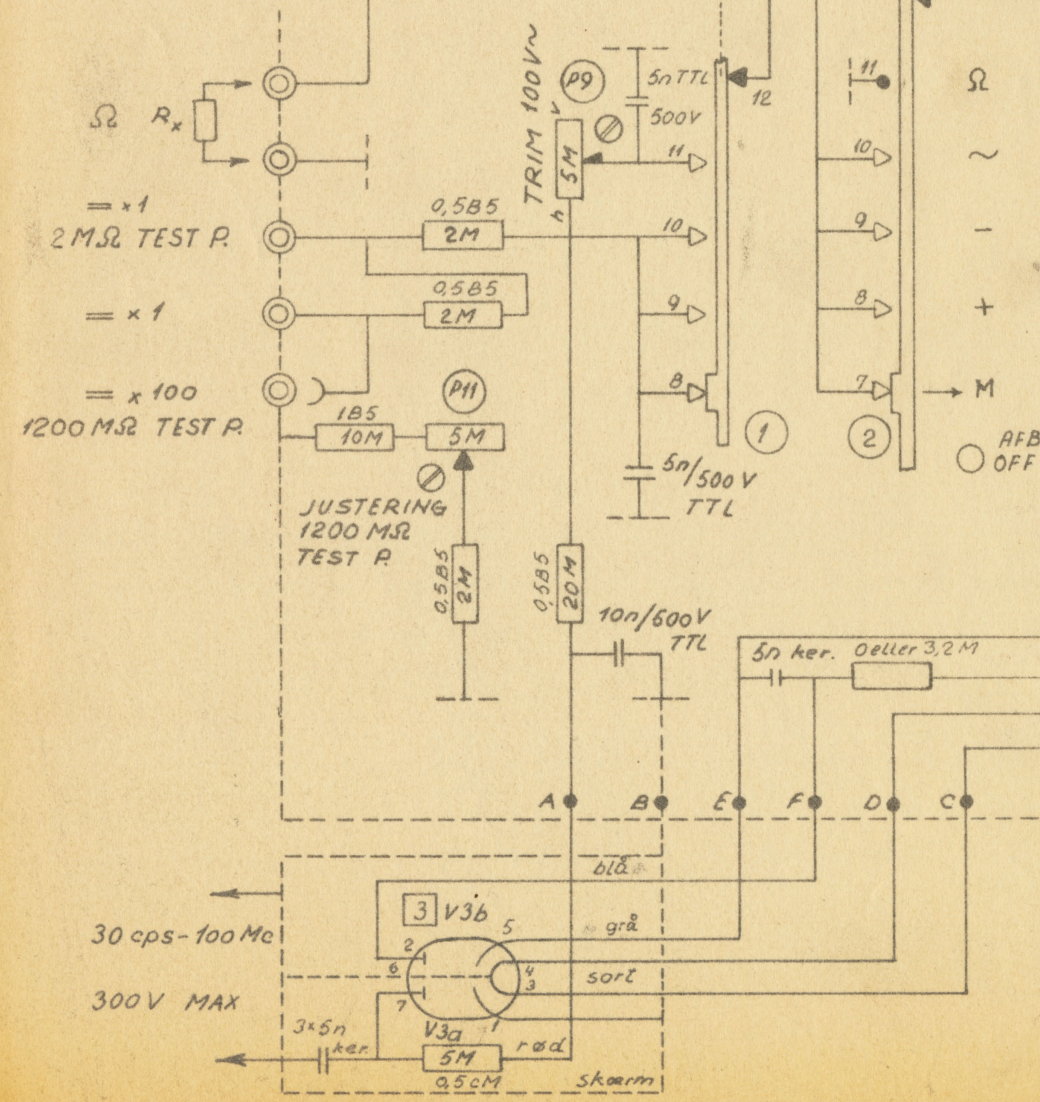
JUSTERING
1200 MR
TEST P.

The logo for Radiometer Copenhagen is centered at the top. It consists of the word "RADIOMETER" in a large, bold, sans-serif font, with "COPENHAGEN" in a smaller, similar font directly below it. On either side of the text is a circular emblem containing a stylized figure, possibly a radiometer or a person, with horizontal lines extending from the sides. Below the logo, a large, bold, sans-serif warning text reads: "This drawing must not be passed on to any person not authorized by us to receive it, nor be copied or otherwise made use of by such person without our authority".



DENNE TEGNING TILHØRER
 RADIOMETER
 KØBENHAVN
 OG MÅ IKKE OVERLÅDES TIL,
 KOPIERES ELLER UDNYTTES AF
 UVEDKOMMENDE

1,5V "ALL STEEL"
 D = 33 L = 61mm



- 1 ECC 81-12 AT 7
- 2 ECC 81-12 AT 7
- 3 EAA 91-6 AL 5
- 4 85 A2

Rørvoltmeter
RV 22 bc

1028-A3
1146-A2

Rørvoltmeter
RV 22 bc
Bemærkninger

1146-A2

Rør 1 og rør 3 teflonsokkel.

Prüfung 4.2.59
W.R. 10.2.59

Prüfung 4.2.59
W.R. 10.2.59

Radiometer-komponent-stykkliste		Afdeling	Udlev.	stk.	konto	
		Rørvoltmeter		type RV 22a b 46c		
Position	an-tal	Betegnelse, fabrikat, leverandør		lev.	rekv. nr.	kr. øre
		afd. 23				
E7 691-A1, 96	1	instrument JE DS 185 500µA, ca. 650Ω IBS 193				
B13 691-A1, 97	1	nettransformator J.S. type 20 nr. 5914-2, lille kapacitet mellem primær og sekundær. NB: Sammen med ordren til JS afsendes gevindmuffer RS 63 3MGx 16 (4 x antallet af bestilte transformere).				
691-A1, 98	1	omskifter Torotor nr. 710-1 type - 12 OYK				
691-A1, 99	1	omskifter Torotor nr. 711-2 type - 12 OYK				
D12 B5 691-1, 100	2	rør Philips ECC 81		} lev. til afd. 25		
G8 1030-A3, 16 691-A1, 28	1	" " EAA 91				
	1	batteri All steel 1,5V VII -34 potentiometre preh efter tegn. nr. 566-A5.				
A8	1	1kΩ lin. preh 15 mm gev. og kær v uden møtrik P4				
D10	1	2kΩ " " " " " " P2				
E6	1	10kΩ " " " " " " P3				
E9,A3	2	100kΩ lin. preh " " " " P7-P6				
B3	1	2MΩ " " " " " " P5				
F2,C11,D2	3	5MΩ " " " " " " P11,P8,P9				
		pot. Dralowid.				
		92 mm aksellængde med knap + 2 møtrikker ifølge tegn. nr. 1284-A4.				
F14 E10, D7 C5,C10 F13,F13 G8	1	potentiometer, Dralowid 54 Zi 100Ω ikke i RV22a				
	2	1kΩ lin. P1-P10				
	2	trådviklet modstand 10Ω 0,5C10. kun i RV22a				
	2	" " " " " " 16Ω " " ikke i RV22a				
	1	kulm. 5M 0,5CM				
931-A2, 46	1	" 2M 0,5CM				
02	1	" 5M 0,5B10				
B6	1	" 630k 0,3B10				

kr. d26/10-56 af eh	Små	26/11-57 1958	30/1	1/7-58					K. 146
kr. d26/10-56 af LN	Forbr.								Blad 1
		JB	ED	ED	WH				X8 Glade

Radiometer-komponent-stykliste	Afdeling		Udlev.		stk.		konto	
	Rørvoltmeter				type RV 22 a ^b b ^c			
Position	an-tal	Betegnelse, fabrikat, leverandør			lev.	rekv. nr.	kr.	øre
D5,	1	kulm.	0,2M	0,3B10				
E9	1	"	0,16M	"	kun i RV22a2b			
E10	1	"	0,68M	"	ikke i RV22a2b			
B6,	1	"	100k	"				
F10,	1	"	63k	"	kun i RV22a2b			
F12,	1	"	12k	"	kun i RV22a2b			
E12	1	"	3,3k	"	ikke i RV22a2b			
C6,	1	"	10k	"				
C12	1	"	4k	"				
E7,	1	"	3,2k	"	0,3B10			
E10	1	"	250 Ω	"				
D6,	1	"	500 Ω	"	0,3B10			
D9,	1	"	6,3kΩ	"	kun i RV22b			
A11,	1	"	0,1M	0,3B5				
D5,	1	"	5MΩ	0,3B10	ikke i RV22a			
A5,A10,F3,	3	"	20M	0,5B5				
B11,	1	"	10M	"				
F4,	1	"	3,2M	"				
E2,E2,F2,	2	"	2M	"				
A11,	1	"	1M	"				
B9,	1	"	0,16M	"				
F2,	1	"	10M	1B5				
A12	1	"	63k	1B5				
D9,	1	VDR-modstand type VD 1100P/150A. 17,5° Philips						kun i RV22a2b

Radiometer-komponent-stykliste		Afdeling	Udlev.	stk.			
		Rørvoltmeter		type RV 22 ^{a,b} 2 bc		konto	
Position	an-tal	Betegnelse, fabrikat, leverandør			lev.	rekv. nr.	kr. øre
D12	1	VDR-modstand type VL 1050/180A 12,5 ⁰ Philips					
A13 691-A1, 101	1	bægerkondensator 1µF 350V type CP 13N ECB/MD					
D5 F4, G9, G9, G9 D5	4 5	kondensator 5nF high K. ker. ferroperm type 9/0138,2 afprøvet med 2000V "					
F3	1	kondensator 10nF 500V Siemens Styroflex, type HN 10000/ * 500B 3101					
E3, D3	2	5nF 500V trolitul Siemens type HN 5000/ = /1500 B3101					
D3	1	" 250V " " " FN 5000/=/250 B3101					
F4	1	" " 5nF high K. ker.					
691-A1, 102	1	rørfatning noval m. teflon (ECC 81) (hulafstand 28,6 mm)					
691-A1, 103	1	" noval (ECC 81) (hulafstand 28,6 mm)					
1030-A3, 14	1	" miniature m. teflon (EAA 91) (hulafstand 22,4) . FM 7/AU					
691-A1, 104	1	finsikring 1A <i>eller slow-blow sikring 0,1A (5A x 20)</i>					
691-A1, 105	1	finsikringsholder TS nr. 1030.					
691-A1, 106	1	ventil Siemens SSF B390 C60					
691-A1, 107	2	telefonbøsninger blanke (isol). (med loddestuds) + 3 metrikker.					
691-A1, 108	3	telefonbøsninger sorte (isol). med loddestuds + 2 metrikker.					
691-A1, 109	1	bøsning Philips 88002/01					
691-A1, 110	1	2-polet stikprop LK 28712					
931-A2, 50	1	bananstik radioparts 4009 rød					
691-A1, 111	1,75m	m kabel sort rund PVK 2x 0,75 mm ²					

K. d26/10-56 af eh	Stk.	26/11-57 1958		30/1	1/7-58					K. 146
		Forbr.								Blad 3
K. d26/10-56 af B										1 / Blad

Radiometer-komponent-stykkliste	Afdeling		Udlev.		stk.		konto	
	Rørvoltmeter			type RV 22 0 b 2 bc				
Position	an-tal	Betegnelse, fabrikat, leverander			lev.	rekv. nr.	kr.	øre
691-A1, 112	1,5	m kabel 5 leder 8255						
931-A2, 48	1,2	m hvid PWT 1 x 0,75 mm ²						
691-A1, 113	2	pilknap lille, sort 36 mm						
691-A1, 114	2	holdefjedre for rør tegn. nr. 788-A4 L=47						
691-A1, 115	4	gummiben type 68 RS 83						
691-A1, 116	1	gevindmuffer 3MG x 8 RS 63						
691-A1, 117	2	" 3MG x 10 RS 63						
691-A1, 118	4	" 3MG x 16 RS 63						
691-A1, 119	2	transitobøsning no. 1613-5367/01						
689-A1, 88 89	2	loddesskener F. Rikard-Petersen, no. 501/5141 til afd. 13						
691-A1, 120	1	stand off I. E. 202						
691-A1, 121 } 1030-A3, 19 }	2	kabelbøjle 8364						
691-A1, 122	1	Seeger-sikring 5U						
691-A1, 123	1	nylonbøjle 5mm enkel opspænding						
691-A1, 124	2	" 8 1/2 mm " "						
691-A1, 125	1	tylle Rudolph Smith Hillermann type HV 2550						
691-A1, 126	6	gummityller 5 mm						
691-A1, 127	80 81	messingsøm Carl F. Petersen med halvrundt hoved nr. 14/13 (skal fortømmes).						
	1	transitobøsning						
691-A1, 128	1	batteri 1,5V sil-steel. nr. VII-34						
1030-A3	1	trykt rørtypeskilt EAA 91						

v. d. 26/10-56 af eh	Stkl.	26/11-57	1958	30/1	1/7-58							K. 146
	Forbr.											Blad 4
v. d. 26/10-56 af LB		JB		EP	WH							28 Blade

Radiometer- komponent- styklister	Afdeling		Udlev		stk.			
	Rørvoltmeter			type RV 22 <i>a, b, c</i>		konto		
Position	an- tal	Betegnelse, fabrikat, leverandør			lev.	rekv. nr.	kr.	øre
691-A1, 129	2	trykte rørtypeskilte ECC 81						
691-A1, 130	3	" rørunummerskilte nr. 1,2 <i>a, b</i>						
691-A1, 131	6 4	mipolan, pakningsskiver 1 mm mipolan, hul = 10 mm ^ø - yder diameter 15 mm ^ø . Har. Nielsens Pakningsfabrik.						
691-A1, 132	1	P.V.C. slange 6 ^ø - 7 ^ø L=50 mm						
1030-A3, 21	1	P.V.C. slange 25 ^ø indv. klar. L=88 mm.						
		2 proveladning nr. nr. 1043-A3						

Radiometer-komponent-stykliste		Afdeling	Udlev.	stk.		
		Rørvoltmeter		type RV 22 <i>abzbc</i>	konto	
Position	an-tal	Betegnelse, fabrikat, leverandør			lev.	rekv. nr.
		<u>afd. 22.</u>				
		<u>skilte. smodiserede</u>				
691-A1, 133	1	forpladeskilt	tegn. nr.	<div> <div>1285-A4 -1</div> <div>1252-A4 -1</div> </div>		
691-A1, 134	1	typeskilt	"	4.5.3		
691-A1, 135	1	dækskilt	"	7.8.12		
	1	spændingsomstillers skilt nr. 6.4.1,				
		<u>silketrykt tekst på probe ifølge, tegn. nr. 564-A5.</u>				

kr. d. 26/10-56 af eh	Stk.	26/11-57 1958	1/7							K. 146
kr. d. 26/10-56 af LB	Forbr.		1958							Blad 6
	af	TR	ED	WT						8 X Blade

Radiometer- komponent- styklister	Afdeling		Udlev.		stk.			
	Rørvoltmeter				type RV 22 <i>apzbc</i>		konto	
Position	an- tal	Betegnelse, fabrikat, leverandør				lev.	rekv. nr.	kr. ore
		<u>afd. 44</u>						
		<u>tilbehør til RV 22</u>						
	2	prøveledning med møtrik og krokodillensb, tegn. 1043-A3						
	1	testpind med ledning og bananstik, tegn. 931-A2.						
		<u>ekstra tilbehør.</u>						
	1	30kV probe PB2						