

RADIOMETER

R ø r v o l t m e t e r

Type RV12

Elektriske Maaleapparater

til videnskabelig og industriel Anvendelse



RADIOMETER

Aagaard Nielsen & Schrøder
Civilingeniører. M. Ing. F.

Bernhard Bangs Allé 23
København F.
Telefon Fasan 2000

R ø r v o l t m e t e r

Type RV12

Rørvoltmeter Type RV12

Anvendelse

Dette Rørvoltmeter er konstrueret til Maaling af Vekselspændinger i Lav- og Højfrekvensomraadet samt til Maaling af Jævnspændinger uden Belastning af Spændingskilden. RV12's mest betydende Fordele er:

En særskilt "Testdaase", hvori Maaledioden er indbygget, tillader Maaling af Spændinger ved Frekvenser indtil 100 MHz.

Indgangsmodstanden ved Jævnspændingsmaalinger er 1000 Ω .

Disse særlige Egenskaber gør sammen med de almindelige, som Netspændingsuafhængighed, Nulpunktsstabilitet, Omskifter for Maaling af positive og negative Spændinger m.m., Rørvoltmetret til et meget anvendeligt Apparat paa svagstrømstekniske Laboratorier. Det kan f. Eks. anvendes til Undersøgelse af Frekvenskarakteristikker for Forstærkere og Ventilinstrumenter og til Maaling af høj- og lavfrekvente Spændinger i Sendere, Modtagere og Forstærkere. Da Frekvensomraadet som Følge af Diodeensretningen i Testdaasen er meget stort, er Apparatet velegnet baade til høj- og lavfrekvente Maalinger. Af Jævnspændingsmaalinger kan nævnes Spændingsmaaling paa Gitre, Dioder og i det hele taget Kredsløb med høje Impedanser. Apparatets høje Indgangsmodstand vil altid kunne udnyttes, idet der ved Hjælp af en Vælgeromskifter kan skiftes til Maaling af positive og negative Spændinger. Apparatet kan ogsaa benyttes til Strømmaalinger ved Højfrekvens, naar der anvendes kapacitive Shunter. Det er dog en Forudsætning, at Shuntens ene Pol kan være jordforbundet.

Ved Anvendelse af en Jævnspændingskilde og en kendt Modstand kan Apparatet bruges som Ohmmeter til Maaling af Modstands-værdier op til flere Tusind Ω .

Beskrivelse

Rørvoltmetret maaler Veksel- og Jævnspændinger i 5 Omraader med fuldt Udslag for 1,5 - 5 - 15 - 50 og 150 Volt. Omraadet vælges med Omraadeomskifteren. Indstilling til Maaling af Vekselspændinger, positive eller negative Jævnspændinger sker ved Hjælp af en Vælgeromskifter. - Der er særskilte Tilslutningsbøsninger for Veksel- og Jævnspændinger. De er saaledes forbundne, at man ved Maaling af en sammensat Spændings Veksel- og Jævnspændingskomponenter kan lade begge Spændinger være tilsluttet samtidigt, medens man ved Hjælp af Vælgeromskifteren maaler Komponenterne hver for sig.

Ved Vekselspændingsmaalinger bestaar Maalekredsen af en Diodeensretter, hvis ensrettede Spænding føres til en Jævnspændingsforstærker. Forstærkeren er stærkt modkoblet, og saavel Anode- som Glødespændinger er stabiliserede for at gøre Forstærkningen og Nulpunktet uafhængige af Netspændingsvariationer. - Dioden, som anvendes i Maalekredsen, er af Agerntypen. Den er anbragt i en lille, tilspidset "Testdaase", der ved et Kabel er forbundet til Hovedapparatet. Dioden kan saaledes altid anbringes umiddelbart ved Spændingskilden, saa Fejlmaalinger paa Grund af Spændingsstigning i Tilledningerne undgaas. Ved Maaling af lavere Frekvenser kan Diodekredsen anbringes i en Stikdaase direkte paa Hovedapparatet. I Diodekredsen er udelukkende anvendt keramisk Isolation, hvilket sikrer de lavest mulige dielektriske Tab.

Diodekredsens Indgangsbøsning er gennem en Kondensator forbundet til Agernrørets Anode. Eventuelle overlejlrede Jævnspændinger vil saaledes ikke kunne paavirke Maaleresultatet, ligesom Jævnstrømsforbindelse gennem Maaleobjektet ikke er nødvendig. - Hvis en overlejlret Jævnspænding er mere end ca. 100 Gange større end Vekselspændingen, kan Afledningen i Testdaasens Indgangskondensator bevirke en ringe Flytning af

Nulpunktet, naar Jævnspændingen tilsluttes. Denne Flytning skal ikke korrigeres med Nulpunkt-Knappen, da den kun bevirker en ringe Forøgelse af Dæmpningen, saa snart der er maaelig Vekselspænding til Stede, mens den ikke ændrer Udslaget af Rørvoltmetrets Viser under Maaling.

Diodeaasens Indgangskapacitet er ca. 8 pF, og Dæmpningen ved Frekvenser indtil 100 kHz er ca. 5M Ω . Ved højere Frekvenser stiger Dæmpningen paa Grund af de dielektriske Tab, saaledes at den ved 1 MHz er ca. 1M Ω og ved 10 MHz er ca. 0,15 M Ω . De anførte Værdier gælder ved Maaling over en Svingningskreds. Ved Maaling over en ohmsk Modstand findes større Dæmpning paa Grund af Diodens stødwise Belastning. Saaledes er Dæmpningen ved Maaling over ohmske Modstande i Lavfrekvensområdet ca. 1,5 M Ω .

Den ensrettede Maalespænding føres til Gitteret paa en Jævnspændingsforstærker, i hvis Anode Maaleinstrumentet er indskudt i en Brokobling, saaledes at Tomgangsstrømmen kompenseres. Ved Omstilling mellem de forskellige Maalearaader ændres Forstærkerens Katodemodstand og hermed den effektive Stejlhed. Samtidig ændres Kompensationsstrømmen gennem Instrumentet, saa dette stadig viser 0. - Paa Grund af Rørkarakteristikkernes Ændring med Opvarmningen er det nødvendigt at efterindstille Nulpunktet, indtil Temperaturen i Rørene er blevet konstant. Rørvoltmetret maaler Spidsspænding (den negative Spids), men er kalibreret saaledes, at Instrumentet viser Effektivværdien for en sinusformet Spænding. For andre Kurveformer findes Spidsspændingen ved at multiplicere Skalaaflysningen med $\sqrt{2}$. - I Omraaderne 1,5 V og 5 V Vekselspænding aflæses paa særlige Skalaer. De øvrige Vekselspændingsomraader har Skalaer fælles med Jævnspændingerne. Ved Jævnspændingsmaalinger gaar Maalespændingen gennem et Vekselspændingsfilter ind paa Jævnspændingsforstærkerens Indgangsgitter, hvorved opnaas en Indgangsmodstand, der er større end 1000 M Ω . Filteret er saaledes konstrueret, at overlejlrede Vekselspændinger, der er indtil flere Gange større end den maalte Jævnspænding, ikke paavirker Maaleresultatet.

Apparatets Nulpunkt for Jævnspændingsomraaderne kan kontrolleres i Vælgeromskifterens Mellestillinger, uden at det er nødvendigt at fjerne Maaleledningerne fra Maalebøsningerne. Netspændingsvariationer paa 10% bevirker mindre end 1% Ændring af Instrumentets Visning. Efter at Nulpunktet er indstillet, er Maalefejlen hidrørende fra Netspændingsvariationer mellem 200 og 240 Volt i alle Omraader mindre end 1%.

Betjeningsforskrift

Rørvoltmetret tilsluttes 220 Volt 50 Hz Vekselspænding. Efter en Opvarmningstid paa et Par Minutter er det klar til Brug.

Maaling af Vekselspænding:

Vælgeromskifteren stilles paa ~, Omraadeomskifteren paa det ønskede Maaleomraade. Nulpunktet indstilles, idet Diode-daasens isolerede Bøsning under Indstillingen enten er fri eller forbindes til Stel. Hvis der er tilsluttet en fri Maaleledning til den isolerede Bøsning, vil der blive opsamlet Støjspændinger, som paa Grund af Rørvoltmetrets høje Indgangsimpedans giver Udslag paa Instrumentet.

Under Maalinger ved lave Frakvenser kan Testdaasen sidde i Stikdaasen paa Hovedapparatet. Ved Højfrekvensmaalinger indskydes med Fordel Forlængerkablet mellem Hovedapparat og Testdaase, saa Dioden kan anbringes umiddelbart ved Spændingskilden, hvorved Kapaciteten af Tilledningerne undgaas. Ved Frekvenser over 10 MHz bør Forlængerkablet altid benyttes, da der ved disse Frekvenser er Fare for Maalefejl paa Grund af Spændingsstigning, hvis der anvendes længere Tilledninger.

Maaling af Jævnspænding:

Maaleledningerne tilsluttes de to Maalebøsninger paa Hovedapparatets Forplade. Saa længe der ikke er Jævnstrømsforbindelse mellem Bøsningerne, skal Vælgeromskifteren stilles paa -N eller +N, i hvilke Stillinger Nulpunktet kan kontrolleres og indstilles. Hvis Vælgeromskifteren ikke stilles paa -N

eller +N, naar Maaleledningerne er frie, vil Forstærkerrets Gitterspænding efterhaanden flyde, saa Instrumentet gaar mod Stop.

Naar Maalespændingen er tilsluttet, stilles Omraadeomskifteren paa det ønskede Omraade og Vælgeromskifteren paa + eller -, efter som Spændingen er positiv eller negativ med Hensyn til Stel. - Af Hensyn til Stabiliseringen af Rørvoltmetrets Glødestrøm skal Diodedaasen være tilsluttet Hovedapparatet og-saa ved Jævnspændingsmaalinger.

Ved Maalinger, hvor Maaleledningernes Kapacitet til Omgivelserne kan forrykke Forholdene væsentligt, f.Eks. paa Gitteret af en Højfrekvensoscillator, kan man indskyde en Modstand paa nogle $M\Omega$ mellem Gitter og Maaleledning. Man opnaar derved at maale Jævnspændingen under helt normale Driftsforhold.

Tilslutning af en Vekselspænding paa Testdaasens Bøsninger har ingen Indflydelse paa Jævnspændingsmaalinger, ligesom en tilsluttet Spænding paa Jævnspændingsbøsningerne ikke influerer paa Vekselspændingsmaalinger.

Tilsluttes en ukendt Spænding samtidigt til Maalebøsningerne for Jævn- og Vekselspænding, er det saaledes muligt ved Drejning af Vælgeromskifteren at maale den ukendte Spændings Jævn- og Vekselspændingskomponenter.

Omraaderne for 1,5V og 5V Vekselspænding aflæses paa særlige Skalaer. De øvrige Maaleomraader har fælles Skalaer.

Maaling af Modstand:

Ved Anvendelse af en Jævnspændingskilde og en kendt Modstand kan Rørvoltmetret bruges som Ohmmeter til Maaling af Modstande op til flere Tusind $M\Omega$.

Den kendte Modstand R anbringes over Jævnspændingsmaalebøsningerne. I Serie hermed anbringes den ukendte Modstand R_x , og en Jævnspænding E_y lægges over begge Modstande. Naar Spændingen over den kendte Modstand maales til E_R , findes R_x af:

$$R_x = R \frac{E_y - E_R}{E_R}$$

Er f.Eks. $R = 10M\Omega$ og $E_y = 150$ Volt, giver Instrumentet fuldt Udslag for $R_x = \text{ca. } 1000M\Omega$.

Nøjagtighed:

I Vekselspændingsomraaderne er Maalenøjagtigheden bedre end 2% af fuldt Udslag. - Frekvensfejlen er mindre end 2% i Omraadet 30Hz til 50MHz. Ved 100MHz viser Apparatet ca. 5% for meget paa Grund af Spændingsstigning i Tilledningen fra Test-Daasens Bøsning til Diode--Anoden.

I Jævnspændingsomraaderne er Maalenøjagtigheden bedre end 2% af fuldt Udslag undtagen i 1,5 Volt Omraadet, hvor der opstaar en Fejl paa den midterste Del af Skalaen som Følge af Rørkarakteristikkens Krumning. I de øvrige Omraader ophæves denne Fejl af den stærkere Modkobling. Korrektionstabel for Omraade 1,5V= findes bagi Brugsanvisningen.

Specifikation

Spændingsomraader:	Fuldt Udslag for 1,5 - 15 - 50 og 150 Volt \cong
Frekvensfejl:	Indenfor 1% fra 40 Hz til 30 MHz Indenfor 2% fra 30 Hz til 50 MHz Ved 100 MHz viser Instrumentet ca. 5% for meget
Nøjagtighed:	2% af fuldt Udslag undtagen Omraade 1,5V= (se Tabel)
Skala:	Lineær fra ca. 0,1 Volt \cong
Kurveform:	Maaler Spidsspænding, kalibreret i Effektivværdi af Sinusspænding
Indgangsimpedans:	Ved Tonefrekvenser: 5M Ω Ved 1 MHz : 1M Ω Ved 10 MHz : 0,15M Ω Ved Jævnspændinger: over 1000M Ω Indgangskapacitet : ca. 8 pF
Stabilitet:	10% Netspændingsvariation giver mindre end 1% Maafejl

Dimensioner

Højde	Bredde	Dybde
25 cm	31 cm	25cm

Vægt

8,5 kg

Udskiftning af Rør - Efterjustering

Naar Bagklædningen fjernes, bliver alle Rør med Undtagelse af Agerndioden 4674 tilgængelige. Endvidere er der Adgang til Nettransformatoren og Potentiometrene P_1 , P_2 , P_3 og P_4 . Ensretterrøret EZ2 eller AZ1 kan uden videre udskiftes med Rør af samme Type. Udskiftes EZ2 med AZ1 eller omvendt, skal Glødespændingen ændres, hvilket sker ved at flytte Udtaget paa Nettransformatoren mellem 4V og 6,3V.

Regulatorrøret C8 eller C10 kan uden videre udskiftes med Rør af samme Type.

Ved Udskiftning af Stabiliseringsrøret 150C1 skal Potentiometer P_2 efterjusteres. Et Voltmeter med mindst 1000 Ω /Volt tilsluttes Telefonbøsningerne umiddelbart ved P_2 , og Rørvoltmetret stilles paa +N og 15V-Omraade. P_2 efterindstilles nu, indtil Voltmetret viser 150 Volt.

Udskiftning af Røret EBC3 kræver omhyggelig Efterjustering af Potentiometrene P_1 , P_3 og P_4 . Før Justering paabegyndes, maa Apparatet have været tændt i ca. $\frac{1}{2}$ Time, da Nulpunktet i laveste Omraade flytter lidt under Opvarmningen. Med en af Omskifterne i en Mellestilling stilles Instrumentets mekaniske Nulpunkt paa 25 paa øverste Maaleomraade. - Justeringen foregaar lettest med Jævnspænding, der kontrolleres med et paalideligt Voltmeter.

P_1	paavirker	Nulpunktstillingen	i de lave Maaleomraader
P_3	"	Følsomheden	i alle Maaleomraader
P_4	"	Følsomheden	i de lave Maaleomraader

Justeringen foregaar nu paa følgende Maade:

Med Omraadeomskifteren paa +50V stilles Instrumentet paa Nul med Nulpunkts-Knappen. Der tilsluttes 50 Volt til Maalebøsningerne, og Instrumentet justeres til 50V ved Hjælp af P_3 . Derefter justeres 1,5 Volt-Omraadet ved Hjælp af P_4 med 1,5 Volt tilført Maalebøsningerne.

P_1 indstilles nu, saa Nulpunktet ligger saa konstant som muligt ved Drejning af Omraadeomskifteren.

RADIOMETER-KØBENHAVN

Indstillingen af P_3 og P_4 i de respektive Omraader gentages nogle Gange med først positive, derefter negative Jævnspændinger og til Slut med Vekselspænding. De øvrige Maaleomraader skal nu passe indenfor 2% af fuldt Udslag.

Røret prøves for Gitterstrøm ved at stille Omskifterne paa -1,5 Volt og forbinde 10M Ω over Maalebøsningerne. Ved Kortslutning af Modstanden maa Instrumentets Viser højst flytte sig 1% af fuldt Udslag ($\frac{1}{2}$ Inddeling paa øverste Skala). Flytter Viseren sig mere end $\frac{1}{2}$ Inddeling, bør det paagældende Rør ikke anvendes i Rørvoltmetret.

Korrektionstabel for +1,5 og -1,5 Volt Maaleomraade

Aflæsning	Korrektion i +1,5V Omraade	Korrektion i -1,5V Omraade
0 Volt	0 Volt	0 Volt
0,25 "	+0,03 "	-0,03 "
0,50 "	+0,05 "	-0,05 "
0,75 "	+0,06 "	-0,06 "
1,00 "	+0,05 "	-0,05 "
1,25 "	+0,03 "	-0,03 "
1,50 "	0 "	0 "