

# RADIOMETER

M u l t i m e t e r  
Type MM 1

Elektriske Maaleapparater

til videnskabelig og industriel Anvendelse



**RADIOMETER**

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

Bernhard Bangs Allé 23

København F.

Telefon Fasan 2000



M u l t i m e t e r  
Type MM 1



Multimeter Type MM 1

Multimetret kan med sine 23 Maaleomraader anvendes til Maaling af Selvinduktion, Kapacitet eller Modstand for saa at sige enhver Komponent, der anvendes i Radio- og Forstærkerkredsløb.

Apparatet maaler dels ved Højfrekvens dels ved Lavfrekvens (50 Hz), svarende til den almindeligste Anvendelse af Komponenterne indenfor de paagældende Maaleomraader. Anvendelsen af Højfrekvens byder paa betydelige Fordele i Forhold til Lavfrekvens ved Maaling af smaa Kondensatorer og Selvinduktioner. Ultrakortbølgespoler paa Tiendedele Mikrohenry og Kondensatorer paa nogle faa Pikofarad maales saaledes uden Vanskelighed. I Lavfrekvensomraaderne kan Apparatet foruden til Størrelsesmaaling anvendes til Maaling af Tab for Elektrolytkondensatorer, LF-Transformatorer og Filterspoler.

Paa Apparatets Forside ses i venstre Side Skala, Omskifter og Klemkruer for HF-Omraaderne. Symmetrisk anbragt i højre Side findes Skala, Omskifter og Klemkruer for LF-Omraaderne. I Midten findes Kathodoskopet, der anvendes som Indikator, Følsomhedsregulering og Tabsfaktorskala for LF-Omraaderne.

Multimetret har følgende HF-Maaleomraader:

0 - 5	$\mu$ H	0 - 500	pF
5 - 55	$\mu$ H	500 - 5500	pF
50 - 550	$\mu$ H	5000 - 55000	pF
0,5 - 5,5	mH		
5 - 55	mH		

Maalenøjagtigheden i HF-Omraaderne er bedre end 2%.



Lavfrekvens Maaleomraaderne er:

0 - 100 $\Omega$	0 - 0,1 $\mu F$	
0 - 1000 $\Omega$	0 - 1 $\mu F$	0 - 1 Henry
0 - 10 k $\Omega$	0 - 10 $\mu F$	0 - 10 "
0 - 100 k $\Omega$	0 - 100 $\mu F$	0 - 100 "
0 - 1 M $\Omega$	0 - 1000 $\mu F$	0 - 1000 "
0 - 10 M $\Omega$		

Maalenøjagtigheden i LF-Omraaderne er bedre end 2% for Modstand og bedre end 4% for Selvinduktion og Kapacitet. Tabsfaktorskalaens Omraade er 0 - 0,6, Nøjagtighed 5%. (Tabsfaktoren defineres som Forholdet mellem effektiv Seriemodstand og Reaktans).

Som det ses, danner LF-Omraaderne for Kapacitet en naturlig Fortsættelse af Rækken af HF-Omraader. Det samme er kun tilsyneladende Tilfældet med Selvinduktionsomraaderne. Ved 50 Hz vil en "HF-Spole" nemlig som Regel have en Tabsfaktor, der er betydelig større end 0,6, saaledes at den ikke kan maales, og omvendt vil en "LF-Spole", der maales ved HF, som Regel her have saa store Tab, at Maaling er umulig.

Multimetret arbejder i HF-Omraaderne efter en Resonansmetode. Som Resonansindikator anvendes Kathodoskopet, der altsaa her skal indstilles til Maximum. Maalefrekvensen varierer fra ca. 10 MHz til ca. 30 kHz, saaledes at de mindste Komponenter maales ved den højeste Frekvens.

I LF-Omraaderne arbejder Multimetret i Brokobling. Som Nulindikator anvendes Kathodoskopet, der altsaa her skal indstilles til Minimum. Maalefrekvensen er lig Netfrekvensen (50 Hz). Brospændingen andrager 5 Volt, men Spændingen over Maaleobjektet er begrænset, saa at Belastningen ikke kan overstige  $\frac{1}{4}$  Watt.



Brugsanvisning

Multimetret tilsluttes 220 Volt Vekselstrøm. Jordforbindelse er ikke nødvendig, men er nyttig, saafremt der ikke anvendes ganske korte Tilledninger ved Maaling af høje Modstande i LF-Omraaderne.

Kapacitetsmaaling i HF-Omraaderne:

Kondensatoren tilsluttes Klemskruerne C i venstre Side, HF-Omskifteren indstilles til det rigtige Kapacitetsomraade, og Følsomhedsreguleringen drejes helt højre om. Paa HF-Skalaen opsøges nu den Indstilling, der giver størst Udslag paa Kathodoskopet, eventuelt drejes Følsomhedsreguleringen noget tilbage, hvorved Indstillingsskarpheden i nogle Tilfælde bliver større. Kapaciteten kan nu aflæses, idet der benyttes den Skala, der hører til det paagældende Omraade.

Ved Maaling af smaa Kapaciteter, bør disse tilsluttes Klemskruerne direkte eller med korte Ledninger, da der ellers faas Fejl hidrørende fra Ledningskapaciteten. Større Kondensatorer vil ofte kunne maales, selv om de er forbundet med andre Komponenter. F.Eks. kan en Koblingskondensator fra Anode til Gitter i en Lavfrekvensforstærker maales uden at loddes fri. Den Ende af Kondensatoren, der er forbundet til den laveste Modstand (Anodeenden) forbindes til den midterste, stelforbundne Klemskrue, hvortil ogsaa Forstærkerens Chassis forbindes. Multimetret kommer da til at maale Koblingskondensatoren parallelforbundet med Gitteraflederen, men denne har ingen anden Indflydelse paa Maaleresultatet end en eventuel Dæmpning af Indstillingsskarpheden. Hvorvidt Kondensatorer paa denne Maade kan maales uden at loddes fri maa i hvert enkelt Tilfælde nøje overvejes. Metoden kan kun benyttes i HF-Omraaderne.

Selvinduktionsmaaling i HF-Omraaderne

udføres paa samme Maade som Kapacitetsmaaling, idet Spolen tilsluttes Klemskruerne L forneden til venstre. Ved Maaling af smaa Selvinduktioner, maa det naturligvis paases, at Til-



ledningerne ikke er for lange.

Multimetret er justeret for Spoler med en Egenkapacitet paa 7pF, men Variationer fra 2 til 13pF kan tillades uden større Fejl end 1%. Indenfor dette Omraade ligger næsten alle i Praksis forekommende HF-Spoler. Ved større Egenkapaciteter kan korrigeres, idet Multimetret viser 1% for meget for hver 6pF Egenkapaciteten er større end 7pF.

Ved Maaling i LF-Omraaderne stilles HF-Omskifteren i Stilling LF. Der anvendes her Brokoblinger, og Kathodoskopet skal følgende stilles til Minimum. Indstillingen kræver nogen Øvelse navnlig i Selvinduktions- og Kapacitetsomraaderne, hvor baade Hovedskalaen og Tabsfaktorskalaen skal indstilles rigtigt for at Minimet kan træde tydeligt frem. Som almindelig Regel gælder, at Indstillingen maa paabegyndes med lav Følsomhed, der saa forøges, naar den omtrentlige Indstilling er fundet.

Modstandsmaaling i LF-Omraaderne: Modstanden tilsluttes Klemmerne L-R i Apparatets højre Side. LF-Omskifteren indstilles til det paagældende Omraade, og Kathodoskopet stilles til Minimum ved Hjælp af LF-Skalaen, hvorefter Modstanden kan aflæses paa denne under Hensyntagen til det indstillede Omraade paa Omskifteren. Store Modstande bør tilsluttes ved Hjælp af korte Ledninger. Da Modstandsmaalingen foretages med 50Hz Vekselspænding, kan man ikke maale den ohmske Modstand af Filterspoler, Nettransformatorer og lignende Komponenter.

Kapacitetsmaaling i LF-Omraaderne: Kondensatoren tilsluttes Klemmerne C i højre Side, og Omraadet indstilles paa LF-Omskifteren. Ved Papir- og Glimmerkondensatorer stilles Tabsfaktorskalaen paa Nul, hvorefter Indstilling til Minimum foretages med Hovedskalaen, paa hvilken Kapaciteten aflæses. Lykkes det ikke at faa et skarpt Minimum, maa Tabsfaktorskalaen indstilles, indtil Minimet bliver skarpt. Hvis Tabsfaktoren for en Papirkondensator er større end 0,01 à 0,02, er Kondensatoren ødelagt af Fugtighed eller paa anden Maade.

Nogle Kondensatorer (f.Eks. mange Papirkondensatorer) har forskellig Kapacitet ved Højfrekvens og Lavfrekvens. Denne Forskel kan blive 10% eller mere. Hvis en saadan Kondensator (f.Eks. paa 30.000pF) maales baade i et HF og et LF Omraade, findes naturligvis en Forskel. At denne ikke skyldes en Fejl ved Apparatet kan let konstateres ved Maaling af en god Glim-



mer- eller Trolitulkondensator af samme Størrelse.

Ved Elektrolytkondensatorer er Tabsfaktoren altid kendeligt større end Nul. Det er derfor praktisk at begynde Maalingen med Tabsfaktorskalaen indstillet til ca. 0,06. Den rigtige Indstilling findes, idet Hovedskalaen og Tabsfaktorskalaen skiftevis indstilles, indtil Minimet er helt skarpt.

Tabsfaktoren er til en vis Grad et Maal for Elektrolytkondensatorens Kvalitet, det er saaledes almindeligt, at Tabsfaktoren stiger, efterhaanden som Kondensatoren bliver ældre. Kondensatorer med store Tabsfaktorer (ca. 0,1) bør ikke benyttes som Pufferkondensatorer, idet der er Fare for, at Varmedviklingen bliver saa stor, at Kondensatoren hurtigt ødelægges. Nogle Kondensatortyper viser efter længere Tids Lagring abnormt store Tabsfaktorer, der reduceres til normale Værdier, naar Kondensatoren udsættes for Jævnspænding i 10-15 Minutter. Under Maalingen udsættes en Kondensator paa 8  $\mu$ F for 1,6 Volt. Større Kondensatorer faar mindre Spænding, og der er saaledes ikke Fare for Beskadigelse af Elektrolytkondensatorer ved Maaling med Multimetret.

Selvinduktionsmaaling i LF-Omraaderne: Selvinduktionen tilsluttes Klemmerne L-R forneden til højre. LF-Omskifterne indstilles til det paagældende Omraade og Kathodoskopet indstilles til Minimum ved skiftevis Indstilling af Tabsfaktorskalaen og Hovedskalaen. Ved den første grove Indstilling maa arbejdes med lav Følsomhed, da det ellers er meget vanskeligt at finde Minimet.

Spændingen over Selvinduktionen varierer med Hovedskalaens Indstilling. Den er størst (ca. 4 Volt), naar Hovedskalaen staar paa 100. Da Selvinduktionen og Tabsfaktoren for Transformatorer og Filterspoler med Jernkerne er stærkt afhængig af Induktionen i Jernet, vil det sige, at en Maaling udført i to forskellige Omraader kan give noget afvigende Resultater. Dette skyldes altsaa ikke en Fejl ved Apparatet, men er en Egenskab ved de paagældende Komponenter. Maales en Spole uden Jern, findes denne Afvigelse naturligvis ikke.

Paa Grund af de anførte Egenskaber ved LF-Spoler med Jern er den vigtigste Anvendelse af Multimetrets LF-Selvinduktions-



omraader Bestemmelse af den omtrentlige Selvinduktion samt nøjagtig Sammenligning af ensartede Komponenter. Her er Tabsfaktorskalaen nyttig, idet en Komponent, der har væsentligt større Tab end almindeligt, antagelig har kortsluttede Vindinger eller andre Fejl.

Ved nøjagtige Selvinduktionsmaalinger er det nødvendigt at anvende en Korrektion til Hovedskalaens Aflæsning afhængig af Tabsfaktorskalaens Indstilling. Er Tabsfaktoren  $t$ , faas den rigtige Selvinduktionsværdi ved Division af den maalte Selvinduktion med  $1 + t^2$ . Korrektionen kan ogsaa tages af følgende Tabel:

Tabsfaktor	Korrektion	Tabsfaktor	Korrektion
0,00	0%	0,30	- 8%
0,05	0%	0,35	-11%
0,10	-1%	0,40	-14%
0,15	-2%	0,45	-17%
0,20	-4%	0,50	-20%
0,25	-6%	0,55	-23%
0,30	-8%	0,60	-26%

Som det ses, faar Korrektionen først Betydning ved Tabsfaktorer over 0,15-0,20, og ved Maaling af LF-Transformatorer og Filterspoler med Jernkerne kan Korrektionen som Regel helt udelades, da de tidligere omtalte variable Egenskaber for disse Komponenter kan give større Usikkerhed end Korrektionerne.

Selvinduktioner med Tabsfaktor større end 0,6 f.Eks. Spoler med Luft- eller Pulverkerne, der er for store til at maales i HF-Omraaderne, kan maales i LF-Omraaderne, naar der forbindes en variabel Modstand 0-2000  $\Omega$  fra den øverste Klemkrue i højre Side til Stel. Tabsfaktorskalaen stilles paa Nul, og Afbalanceringen foretages med Hovedskalaen og den udvendige Modstand, idet Udbalanceringen af Tabene foretages med denne sidste. Indstillingen af Broen i denne Kobling kræver en Del Øvelse, idet Minimumsindstillingerne indbyrdes paavirker hinanden. Aflæsning maa altsaa ikke tages, før det absolutte Minimum er naaet. Ved denne Kobling skal ikke anvendes Korrektion for Tabene.



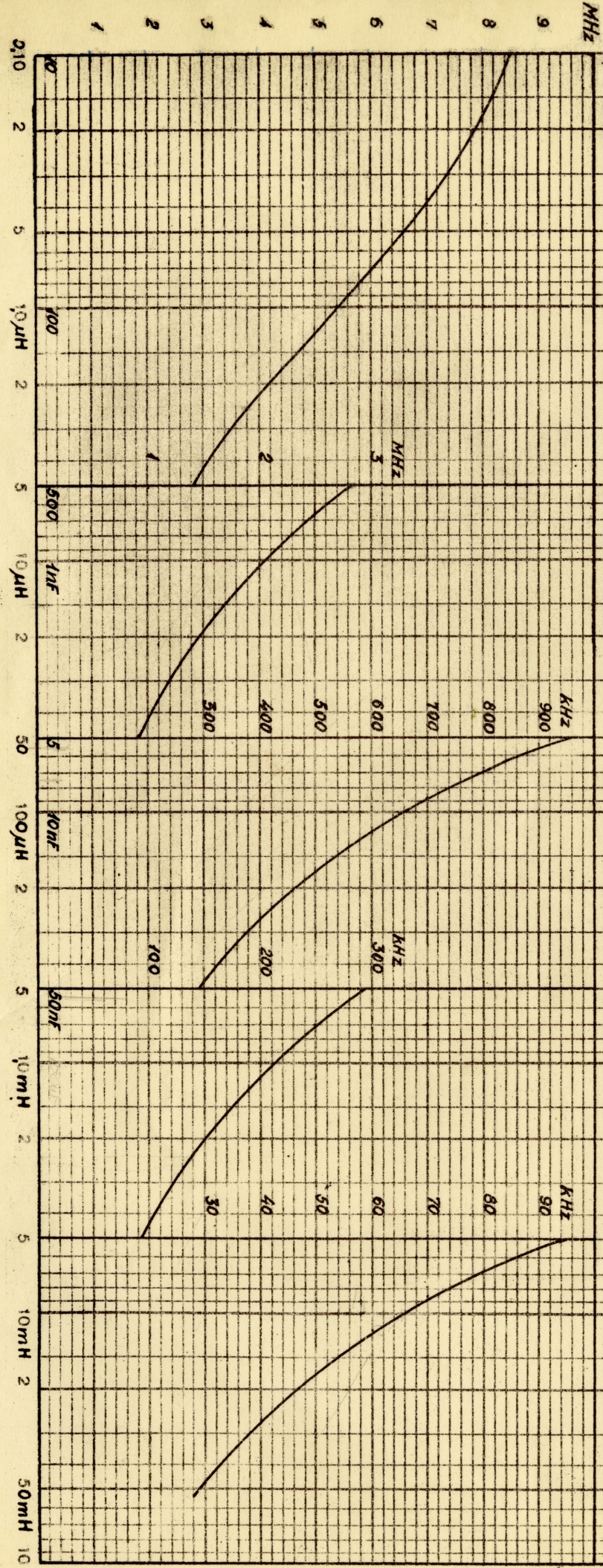
Tilslutning til Vibrator

Multimetret kan drives fra Vibrator. I HF-Omraaderne vil Apparatet da fungere ganske normalt. I LF-Omraaderne vil Størrelsesmaalingen fungere normalt, derimod vil Tabsfaktor-skalaen vise forkert, idet denne Skala kun er rigtig ved 50 Hz. (Vibratorfrekvensen ligger som Regel omkring 100-150Hz).

- 0 -



# Frekvenskurver for MM4



1.75  
3.50



