

### Elektriska mätinstrument.

Härtill blad XVIII-1, XVIII-2 och XVIII-3.

I det dagliga arbetet inom signalfacket utföras spännings-, ström-, motstånd- och isolationsmätningar samt i vissa fall effektmätningar. I regel rör det sig om spännings- och strömvärden upp till 220 volt och 20 amp. Vid mätningar å spårledningar, då det merendels rör sig om mycket små spännings- och strömvärden, fordras instrument med låg effektförbrukning, enär de uppmätta kretsarna ofta hava relativt små motstånd och låg spänning.

Vid handhavandet av mätinstrument i allmänhet gäller, att största möjliga försiktighet skall iakttagas så att de ej utsättas för stötar, som kunna skada de med mycket små dimensioner utförda rörliga delarna. Likaså bör försiktighet iakttagas vid inkopplingen, så att skada ej uppstår genom överbelastning. Instrumentet inställes därför före inkopplingen på högsta mätområdet och anslutes, om mätvärdet är helt okänt, genom en kortvarig strömslutning till mätobjektet, under det att instrumentets reaktion iakttages. Först därefter omkopplas eventuellt till lägre mätområde. Viktigt är att instrumentet är utfört för den strömart (likströms- eller växelströmstecken eller bådadera på instrumentets skala anger instrumentets användningsområde), som skall mätas inte minst för undvikande av helt felaktiga mätresultat.

Vid mätningar påverkas mätvärdets noggrannhet i övrigt av olika fel, vilka kunna indelas i systematiska och tillfälliga fel.

De systematiska felen påverka resultatet ständigt i samma riktning och kunna t.ex. bero på kalibreringsfel i instrumentet eller oriktig inställning av nollläget. Dylika fel kunna merendels beräknas och mätresultatet därefter

komperaseras. Justering av nollläget kan i regel göras med en skruv på instrumentets översida och bör utföras, innan mätningen påbörjas.

Vid precisionsinstrument för lik- och växelström är felvisningen eller den del av det systematiska felet, som beror på ofullkomlighet hos instrumentet högst  $\pm 0,2$  resp  $\pm 0,3$  %. Vid vanliga provningsinstrument för likström och växelström är felvisningen högst  $\pm 1$  %. Värdena gälla vid en temperatur vid mättillfället av  $20^{\circ}$  C,  $\pm 1^{\circ}$  C. Större temperaturavvikelser medför s.k. temperaturfel, som man vid  $10^{\circ}$  temperaturavvikelser beräknar uppgå till  $\pm 0,2$ ,  $\pm 0,3$  och  $\pm 1$  % för resp förutnämnd instrumenttyp.

De för felvisningen angivna värdena avse procent av fullt utslag. Om en skala har 150 skaldelar och felvisningen t.ex. är  $\pm 1\%$  kan felet vara  $\pm 1,5$  skaldel, oberoende av utslagets storlek. Mätnoggrannheten blir därför vid t.ex. 100 skaldelar  $\pm 1,5\%$  och vid 10 skaldelar  $\pm 15\%$ . Noggrannheten hos mätresultatet påverkas således i hög grad av utslagets storlek. Ett mätområde, som ger stort utslag bör sålunda om möjligt alltid väljas. Skalans nedre tredjedel bör helst ej användas vid noggranna mätningar.

De tillfälliga felen kunna bestå av t.ex. avläsningsfel, s.k. parallaxfel. För att undvika dylika bör avläsningen göras med ett öga och rakt över visaren. På en del instrument underlättas detta genom att en spegel anbragts i skalans plan. Vid avläsningen skall visaren och dess spegelbild sammanfalla. Om upprepade mätningar göras och deras medelvärde (=summan av mätvärdena dividerat med antalet mätvärden) beräknas, kunna de tillfälliga felens inverkan delvis elimineras.

Antalet skaldelar, som avlästs, omräknas till den mätstorhet, som avsetts att bestämmas vid mätningen, t.ex. ampère. Nedanstående formel kan därvid användas:

$$\text{antal ampère} = \frac{\text{avläst antal skaldelar}}{\text{skalans tot. antal skaldelar}} \times \text{värdet vid omkopplaren}$$

I det följande beskrivas de vanligen förekommande instrumenten, deras egenskaper och inkoppling. Den beteckning eller symbol, som ofta anges på ett instruments skala för att förklara enligt vilken princip instrumentet är utfört, har angivits på figurbladen vid resp instrument-typ. Vridspoleinstrument, blad XVIII-1, fig 1, grundar sig på kraftverkan mellan en fast permanent magnet och en rörlig strömgenomfluten spole. Det på vridspolen utövade elektriska vridmomentet  $M$  är direkt proportionellt mot strömmen, som genomflyter spolen, varför instrumentets skala får likformig gradering. Ett vridspoleinstrument kan användas såväl för ström- som spänningsmätningar. Vid strömmätning (ampéremeter)shuntas instrumentspolen med olika valörer av motstånd, fig 2. Vid spänningsmätning seriekopplas spolen med motstånd avpassade för fulla utslaget vid resp mätområden, fig 3.

Ett vridspoleinstrument har stor känslighet och är det bästa instrumentet för likström, för vilken strömart det också i speciella utföranden användes som precisionsinstrument. Kombinerat med likriktarebrygga kan det även användas för mätning av växelström och växelspanning. Denna kombination visas å fig 4. Genom anordnande av shuntar och förkopplingsmotstånd enligt fig 2 och 3 kunna flera mätområden erhållas. Det är att märka att vid växelströmsmätningar med detta instrument avläses medelvärdet av växelströmmen och ej effektivvärdet som hos elektrodynamiska och vridjärnsinstrument. Växelströmmens medelvärde är 0,632 gånger dess max.-värde och effektivvärde är 0,707 gånger samma max.-värde. Effektivvärdet är därför ca 11,5% större än medelvärdet.

Vridjärnsinstrument, blad XVIII-2, äro betydligt mindre känsliga än vridspoleinstrumenten och kunna ej användas för precisionsmätning av likström men förekomma för dylik mätning av växelström. På grund av att mätströmmen ej passerar rörliga delar i instrumentet är det relativt okänsligt för överbelastningar.

Instrumentet förekommer med hänsyn till spolens utförande i två varianter, flatspoletyp fig 1 och rundspoletyp fig 2.

Strömspolen eller fältspolen är fast och får påverka ett mjukt järnstycke, vridjärnet, som för flatspoletypen är placerat utanför spolen. Då ström flyter genom spolen, attraheras vridjärnet in mot spolens centrum. Enligt den andra principen, den s.k. rundspoletypen (fig 2) är inuti spolen två mjukjärnstycken anbringade, det ena fast och det andra rörligt. Då spolen genomflytes av ström, magnetiseras järnstyckena med samma polaritet, varför de repelleras (stöta bort) varandra. Det rörliga järnstycket, vridjärnet, är i båda fallen fäst på en axel, som dels uppbär visaren, dels en spiralfjäder, som alstrar det motverkande riktmomentet.

Eftersom momentet uppstår genom repulsion mellan samtidigt magnetiserade järnstycken med samma polaritet, är instrumentet oberoende av strömriktningen genom spolen och kan därför användas både för likström och växelström. På grund av att vridjärnets läge i förhållande till spolen ändras vid instrumentets utslag, är utslagets storlek ej proportionellt mot strömmen och skalindelningen därför ej likformig. Första femtedelen av skalan och även slutet av densamma är mera hopträngd än mellersta delen.

Elektrodynamiska instrument, blad XVIII-2, fig 3, grunda sig på kraftverkan mellan en fast och en rörlig strömgenomfluten spole, vilka äro parallell- eller seriekopplade beroende på om instrumentet är avsett som ampère- eller voltmeter. Elektrodynamiska instrument äro användbara för såväl växel- som likström vid ström-, spännings- eller effektmätningar, men användas huvudsakligen för mätningar av sistnämnda slag. Å ampère- och voltmetrar är skalan kvadratisk men å wattmetrar är den likformig.

Wattmetern är speciellt konstruerad för mätning av aktiv växelströmseffekt. Den fasta spolen är strömspole och den rörliga spänningsspole. Momentet, som utövas på den

rörliga spolen, är proportionellt mot produkten av momentanvärdena av spänning och ström i spolarna. Instrumentet är graderat så att aktiva effekten kan avläsas direkt. Om samtidigt skenbara effekten (=produkten av spänning och ström uppmätt med volt- resp amperemeter) bestämmas, kan effektfaktorn eller fasförskjutningen,  $\cos\psi$ , beräknas.

$$\cos\psi = \frac{\text{aktiv effekt}}{\text{skenbar effekt}}$$

Även vid mätning av likströmseffekt kan instrumentet användas men en dylik mätning utföres enklare genom att spänning och ström bestämmas med volt- resp ampèremeter, varefter effekten erhålles som produkten av dessa värden.

Wattmetern inkopplas vid enfas växelströmsmätning i enlighet med fig 1, blad XVIII-3. Strömspolens resp spänningsspolens anslutningsklämmor igenkänns på instrumentet genom att de förra i regel ha grova och de senare kläna dimensioner. Viktigt vid inkopplingen är att spänningsspolens förkopplingsmotstånd anslutes till nätets motsatta fas som fig 1 visar. Detta för att full nätspänning ej skall erhållas mellan ström- och spänningsspolarna, vilket kunde resultera i överslag dem emellan.

Vid mätning av effekt å trefasnät kan kopplingen enligt fig 2, blad XVIII-3, den s.k. trewattmetermetoden, alltid användas. Om systemets nollpunkt är åtkomlig, anslutes denna som visas streckat. Systemets totala effekt blir lika med summan av effekten å de tre wattmetrarna.

Om endast de tre faserna användas för att överföra effekten (nollpunkten ej jordad och nolledning saknas) kan mätningen förenklas genom att tvåwattmetermetoden, fig 3, blad XVIII-3, användes. Även i detta fall blir totala effekten lika med summan av wattmetrarnas effekt oberoende av om fasförskjutningen och strömstyrkan är lika i de tre faserna eller ej.

Isolations- och motståndsmätare, blad XVIII-2, fig 4 och 5.

Vid mätning av isolationen i kablar, ledningsförläggningar och i elektriska apparater brukar mätspänningen vara 500 volt och därutöver. Vid mätningen användes i regel en s.k. megger. Denna består av en vevinduktor, som lämnar likström, samt en voltmeter med skala, empiriskt graderad i ohm eller megohm. Voltmetern är kopplad i serie med induktorn och mätobjektet. Den avgivna likströmmen glättas medelst en med induktorn parallellkopplad kondensator.

För att rätt mätvärde skall erhållas måste induktorns avgivna spänning ha ett bestämt värde, vilket erhålles vid viss vevhastighet. Spänningen kontrolleras genom att ett inbyggt motstånd anslutes till induktor och instrument (vid nedtryckning av en knapp), varvid fullt utslag skall erhållas.

En bättre typ av isolationsmeter är försedd med ett s.k. korsspoleinstrument, som har två korskopplade spolar i ett permanent magnetfält och är därigenom nära nog oberoende av induktorns spänning. Den ena spolen, den s.k. riktspolen, ersätter rikt fjädern och matas med spänning från induktorn. Den andra spolen - mätspolen - ligger i serie med induktorn och mätobjektet. De båda spolarnas vridmomentet äro motriktade. Då strömmen i mätspolen ökas, ger instrumentet utslag. Skalan är graderad i ohm eller megohm för direkt avläsning av motståndet i mätkretsen. Induktorn är försedd med en slirkoppling, som utlöser, då induktorn ger lämplig mätspänning. Fig 1, blad XVIII-2, visar kopplingen av en isolationsmeter graderad i megohm och fig 2 en motståndsmeter graderad i ohm.