

System för kabelmanteltest och fellokalisering

shirla



© 2016

Alla rättigheter förbehålls.

Eftertryck, alla former av spridning, användning i online-tjänster och på Internet och mångfaldigande på datamedier, även utdrag eller i modifierad form, får ske endast med skriftligt godkännande av BAUR GmbH, 6832 Sulz, Österrike.

I våra kunders intresse förbehåller vi oss rätten att göra ändringar till följd av den tekniska utvecklingen. Därför är bilderna, beskrivningarna och leveransomfattningen inte bindande.

De angivna produkt- och företagsnamnen är varumärken eller varunamn från de aktuella företagen.

Innehåll

1	Om denna bruksanvisning	5
1.1	Hur den här bruksanvisningen ska användas	5
2	Avsedd användning shirla	6
2.1	Testning av kablar och kabelmantlar	6
2.2	Förlokalisering av kablar och kabelmantlar	6
2.3	Efterlokalisering av kabel- och kabelmantelfel	7
3	Egenskaper	8
3.1	Säkerhetsutrustning	8
3.2	Driftlägen	8
3.3	Lagstadgad garanti	8
4	Mätprincip och mätnoggrannhet	9
4.1	Wheatstone-bryggans princip	9
4.2	Bryggmätning enligt Glaser-metoden	11
4.2.1	Med två hjälpledare och konstant ledararea	11
4.3	Bryggmätning enligt Murray-metoden	13
4.3.1	Med två hjälpledare och icke-konstant ledararea eller ledarmaterial med olika resistivitet	13
4.3.2	Med en hjälpledare och konstant ledararea	14
4.3.3	Med en hjälpledare och icke konstant ledarareor	15
4.4	Fellokalisering på en kabel med T-skarv	16
4.4.1	Exempel	18
4.4.2	Okänt avstånd till T-skarven	19
4.5	Mätfel	20
4.6	Jämförelse mellan spänningsfallsmetoden och bryggmätning	21
4.6.1	Plastkabel N2XSy med kopparskärm	21
4.6.2	Oskärmad lågspänningskabel med stor area	22
5	Styrelement	23
5.1	Kontrollpanel	23
5.2	Anslutning av jordkabeln	23
5.3	Användning av menyn	24
5.4	Spännings- och strömvisning	24

6	Idrifttagning.....	25
6.1	Viktiga grundläggande regler.....	25
6.1.1	Urladdning och jordning.....	25
6.2	Förbereda apparaten för kabel- eller kabelmanteltest.....	27
6.2.1	Förbereda kabeln.....	27
6.2.2	Ansluta skyddsjordkabeln.....	27
6.2.3	Ansluta högspänningskabeln för testning.....	27
6.2.4	Anslutning av olika kabeltyper.....	27
6.3	Anslutningsmetod för bryggmätning.....	29
6.4	Menyanvändning.....	30
6.5	Koppla in och koppla ur högspänningen.....	31
7	Kabel- och kabelmanteltest.....	33
7.1	Inställningar.....	34
7.2	Testning.....	35
7.3	Avsluta testet i förtid.....	36
8	Förlokalisering / mätbrygga.....	37
8.1	Inställningar.....	37
8.2	Sektorer.....	38
8.2.1	Arbeta med endast en sektor.....	39
8.2.2	Lägga till sektorer.....	39
8.3	Nolljustering.....	40
8.4	Upprepa mätning.....	42
8.5	Avsluta mätningen i förtid.....	42
9	Efterlokalisering av kabelfel.....	43
9.1	Anslutning och inställningar.....	43
9.2	Avsluta mätningen i förtid.....	45
10	Uppdatera programvaran.....	46
11	Tekniska data.....	47
12	Underhåll.....	49
12.1	Felmeddelanden.....	49
12.2	Felkoder.....	49
12.3	Rengöring.....	52
13	Leveransomfattning och tillval.....	53
13.1	Reservdelar.....	53
14	Försäkran om överensstämmelse.....	54
15	Index.....	55

1 OM DENNA BRUKSANVISNING

1.1 Hur den här bruksanvisningen ska användas

Den här bruksanvisningen innehåller all nödvändig information som du behöver för idrifttagandet och användningen av den beskrivna produkten.

- ▶ Läs hela den här bruksanvisningen, innan du tar produkten i drift för första gången.
- ▶ Betrakta den här bruksanvisningen som en del av produkten och förvara den på ett lättåtkomligt ställe.
- ▶ Skulle du tappa bort bruksanvisningen ska du kontakta BAUR GmbH eller din närmaste BAUR återförsäljare (<http://www.baur.eu/baur-worldwide>).

2 AVSEDD ANVÄNDNING SHIRLA

Baur System för kabelmanteltest och fellokaliseringshirla används för testning av kablar och kabelmantlar samt för- och efterlokalisering av kabelfel.

Kabelisoleringens integritet kan kontrolleras för en DC-testspänning upp till -10 kV.

Förlokaliseringen baserar på bryggmättningsprincipen enligt Murray och Glaser och är särskilt utformad för kraftkablar, kan dock även användas för styr- och belysningskablar. Nollbalansering och utvärdering genomförs automatiskt. Felavståndet visas i meter. Olika kabelavsnitt kan beaktas.

Med hjälp av pulsad spänning kan med sökmottagare KMF 1 eller UL 30, en lokalisering av kabelmantelfel utföras enligt stegspänningsmetoden.

2.1 Testning av kablar och kabelmantlar

Med shirla kan du utföra spänningstest på lågspänningskablar och kabelmantlar med en testspänning på 10 kV. Mätningen omfattar förutom ström- och spänningsvisning också felresistansmätning.

Kabelmanteltester görs för att upptäcka skador på kabelmanteln. Enligt lämplig standard utförs ett likspänningstest. Testtiden ska fastställas enligt lokala föreskrifter och kan ställas in på apparaten.



Enligt den tyska standarden DIN VDE 0276-620 rekommenderas att ett test genomförs efter kabeldragning.

2.2 Förlokalisering av kablar och kabelmantlar

shirla har en inbyggd mätbrygga som gör det möjligt att med hög precision förlokalisera isolationsfel på plastisolerade kabelmantlar och jordslutningar (även högresistiva) på oskärmade lågspänningskablar av plast.

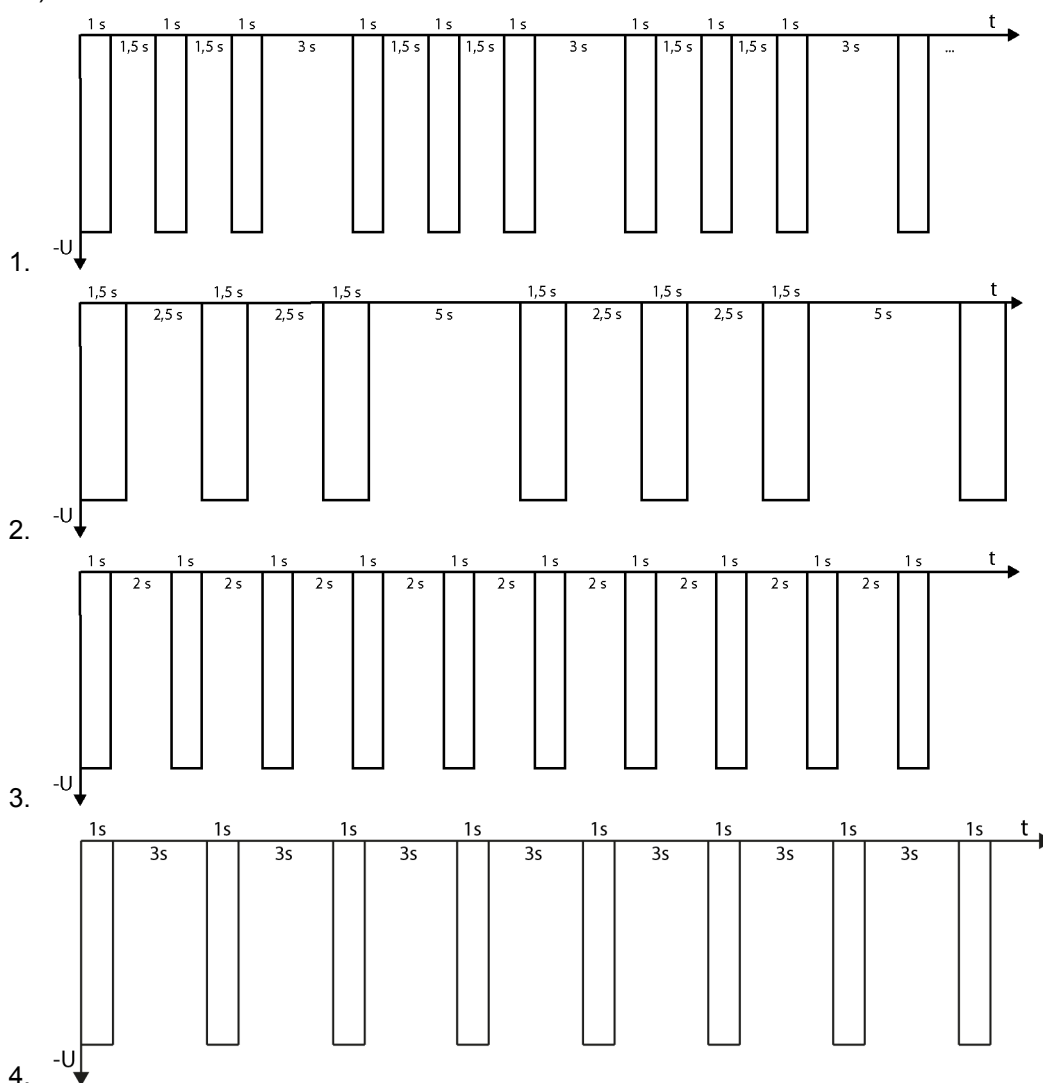
Vid utformningen av den inbyggda mätbryggan har man tagit särskild hänsyn till detta. Felavståndet kan avläsas direkt i meter och procent av den totala kabellängden. För kablar med olika sektioner kan hänsyn tas till alla sektioner när det gäller tjocklek och material. Olika tjocklek och material påverkar felavståndet och därför kan hänsyn tas till detta.

Jämfört med spänningsfallsmetoden har bryggmätningen fördelen av en högre mätnoggrannhet. Via den inbyggda högspänningskällan (upp till 10 kV) kan också mycket högresistiva fel mätas. Bryggmätningarna genomförs enligt Murrays och Glasers metod (se Mätprincip och mätnoggrannhet (på sidan 9)).

2.3 Efterlokalisering av kabel- och kabelmantelfel

Efterlokaliseringen av kabel- och kabelmantelfel bygger på principen av stegspänningsmetoden. För detta ändamål ansluts en periodisk spänning till en kabel eller kabelmantel, enligt schemat nedan. Pulsspänningen kan ställas in upp till 10 kV. Med stegspänningsmätaren (UL eller KMF1), kan enheten lokalisera skador på kabelmanteln med hjälp av spänningsgradienten som bildas.

Olika mönster kan pulsas för att säkerställa tillförlitlig identifiering av kabel- eller kabelmantelfel. Följande pulsmönster är tillgängliga: se Efterlokalisering av kabelfel (på sidan 43)



3 EGENSKAPER

En viktig fördel med enheten är dess transportabilitet, speciellt för användning på plats. Med sin kompakta design och den integrerade batteriförsörjningen är enheten även mycket lämplig för användning i terräng. Eftersom utrustningen är helt skyddad mot vattenstänk är arbeten i dåligt väder möjliga utan problem. En grafisk display med en meny för alla styrfunktioner möjliggör en enkel manövrering. Provningsresultaten och förlokaliseringen lätt kan utläsas från ett USB-minne.

3.1 Säkerhetsutrustning

- Utförande enligt VDE DIN 0104, EN 50191
- Påslagningslås för högspänning
- Nödstoppsbrytare
- Statusvisning för alla viktiga säkerhetsfunktioner

3.2 Driftlägen

- DC-testning upp till 10 kV
- Förlokalisering av fel enligt Murray och Glaser
- Efterlokalisering av fel enligt stegspänningsmetoden

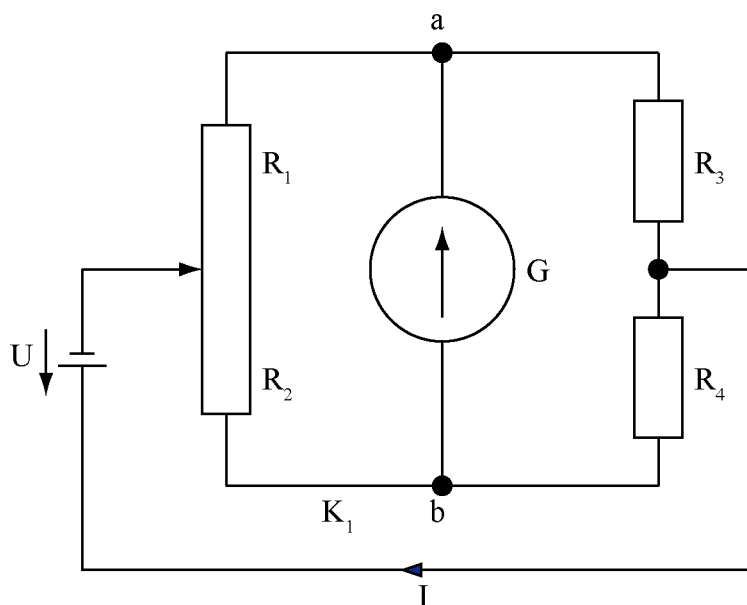
3.3 Lagstadgad garanti

Kontakta BAUR GmbH eller din närmaste BAUR-representant (<http://www.baur.eu/baur-worldwide>) vid garantifrågor. Garantin gäller inte vid felanvändning av enheten. Förslitningsdelar utesluts av garantin.

4 MÄTPRINCIP OCH MÄTNOGGRANNHET

Alla bryggmätmetoder för fellokalisering på kablar som arbetar med likström, bygger på modifierade Wheatstone kretsar.

4.1 Wheatstone-bryggans princip



Bryggan är i jämvikt när punkterna a och b har samma potential. Galvanometern visar noll i detta fall.

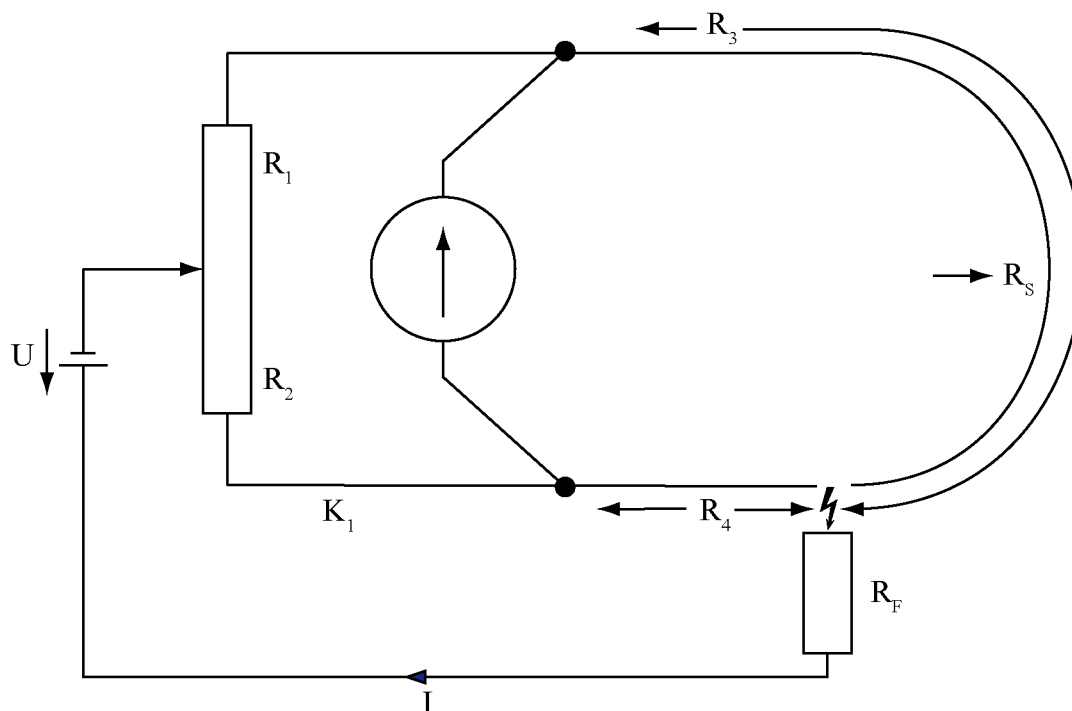
Punkterna A och B har samma potential om följande villkor är uppfyllt:

$$\frac{R_1}{R_3} = \frac{R_2}{R_4} \quad \text{resp.} \quad R_4 = \frac{R_2}{R_1} * R_3$$

Om R_4 är den sökta resistansen R_x kan R_x bestämmas på följande sätt:

$$R_x = \frac{R_2 * R_3}{R_1}$$

Vid bryggmätning enligt Murray bildar kabelslingan R_s resistansen R_3 och R_4 .



Bryggans mätnoggrannhet beror av följande faktorer:

- bryggströmmen I
- kabelslingans slingresistans R_s
- anpassningen av galvanometers inre resistans till bryggans resistans
- galvanometers känslighet
- mätpotentiometers linjäritet

Mätbryggans mätnoggrannhet kan beräknas efter kalibreringen om kabelfelets resistans är mycket större än bryggans resistans.

$$Err[\%] = \frac{I_{G_0}}{I} * \left(\frac{R_G}{R_s} + \frac{R_G}{R} + 1 \right) * 100 + 0,15$$

Här avses följande:

- I_G Galvanometerström
- R_G Galvanometers inre resistans (20 k Ω)
- I Bryggström = U/R_F
- R Mätpotentiometers resistans (100 Ω)
- R_s Kabelslingans resistans
- 0,15 Mätpotentiometers linjäritetsfel i %

Shirla-enhetens mätfel visas grafiskt i figur 20 som en funktion av R_s och I . Enligt tabellen blir felmarginalen 0,5 % vid $I = 100 \mu A$.

Exempel

$R_S = 100 \Omega$

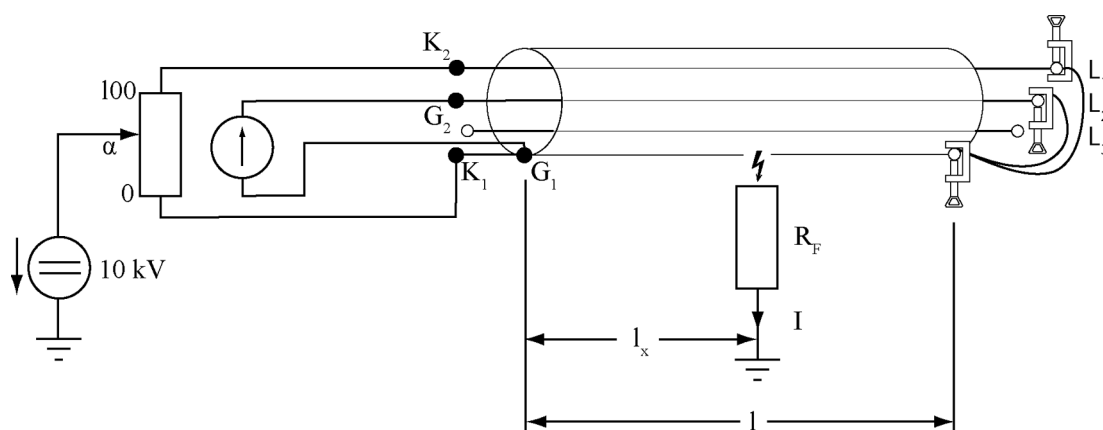
$$I = 100 \mu A = \frac{U}{R_F} = \frac{6V}{60k\Omega} = \frac{6kV}{60M\Omega}$$

4.2 Bryggmätning enligt Glaser-metoden

4.2.1 Med två hjälpledare och konstant ledararea

Bryggmätning enligt Glaser-metoden används både för lokalisering av mantelfel på skadade kabelmantlar av plast och oskärmade lågspänningskablar.

Felavståndet kan bestämmas som en funktion av den totala kabellängden.



Avståndet mellan kabelns början och felet:

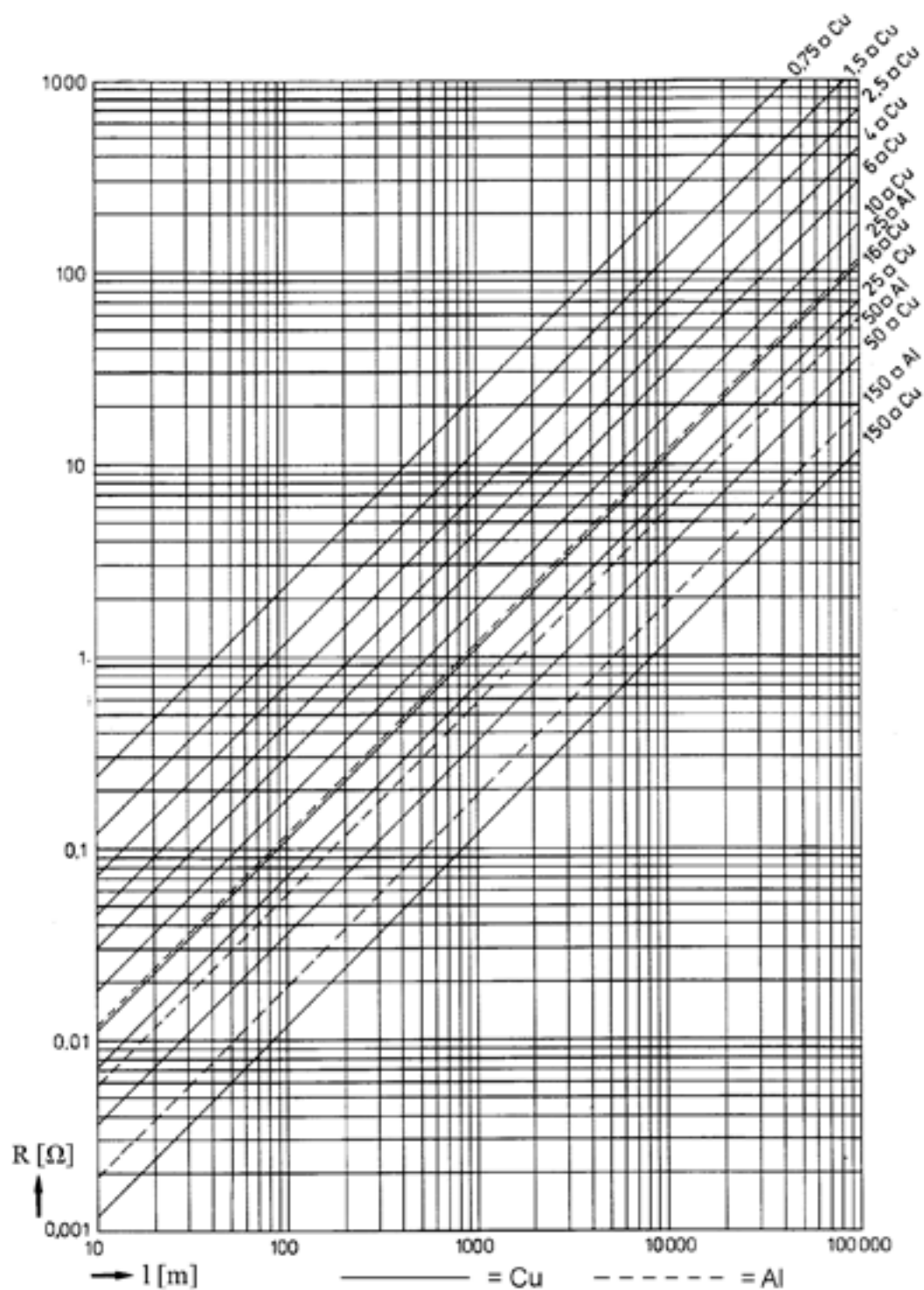
$$l_x = \frac{\alpha}{100} * l$$

Felavståndet kan avläsas direkt i meter och procent av den totala kabellängden.

Anslutningsklämmor är ingen ideal förbindelsekontakt! G_1 och G_2 bör alltid anslutas före högspänningsklämman K_1 eller K_2 (se Anslutningsmetod för bryggmätning (på sidan 29)).

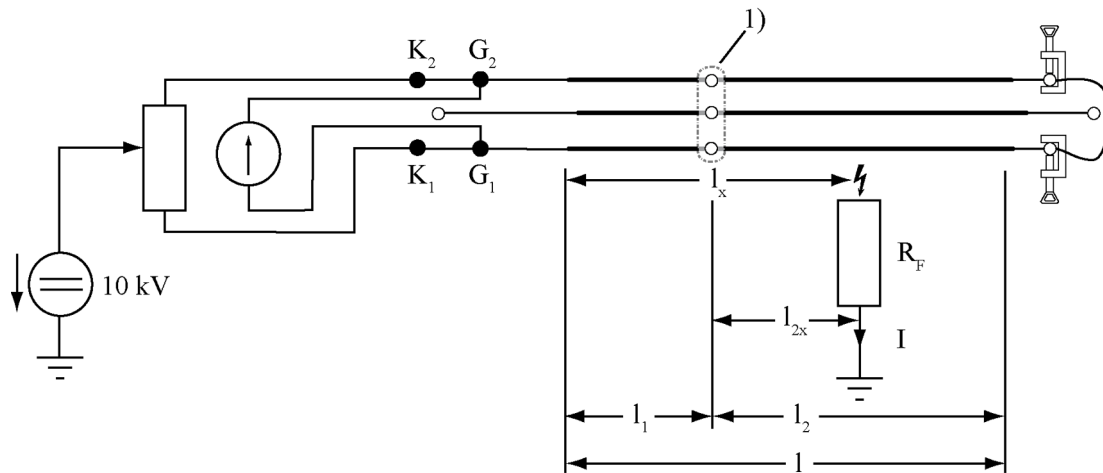
Detta gäller särskilt kablar med små ledarareor.

Resistans för olika ledarareor och längder



4.3 Bryggmätning enligt Murray-metoden

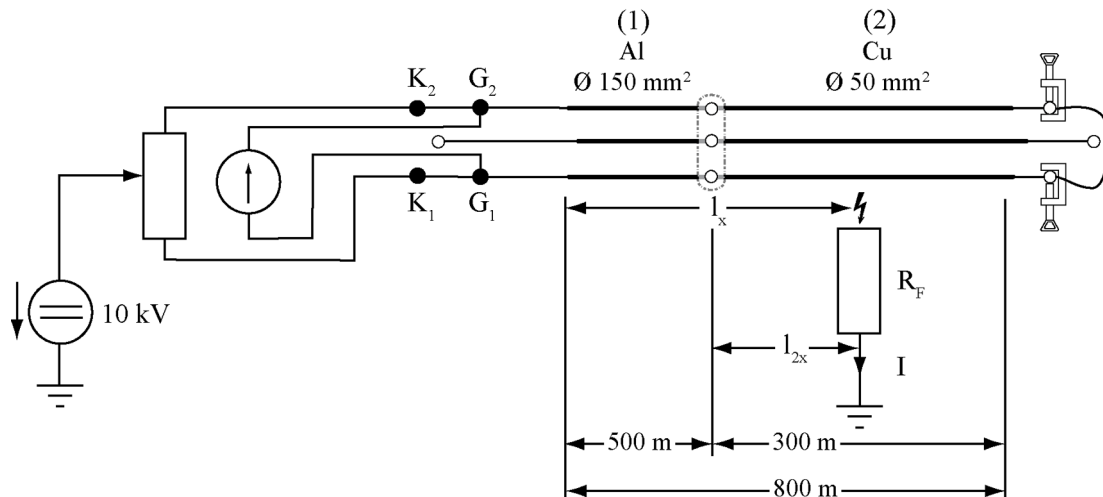
4.3.1 Med två hjälpledare och icke-konstant ledararea eller ledarmaterial med olika resistivitet



| 1 Skarv

Funktionen för flera sektorer tar hänsyn till parametrarna i de enskilda sektorerna.

Exempel



Displayen visar 79,5 %.

Resistans i den vänstra sektorn (1) (aluminiumledare Ø 150 mm², l = 500 m):

$$R_F = \frac{0,028 * 500}{150} = 0,0933 \Omega; \left[\rho_{Al} = 0,028 \frac{\Omega * mm^2}{m} \right]$$

Resistans i den högra sektorn (1) (kopparledare Ø 50 mm², l = 300 m):

$$R_1 = \frac{0,0175 * 300}{50} = 0,105 \Omega; \left[\rho_{Cu} = 0,0175 \frac{\Omega * mm^2}{m} \right]$$

Fiktiv ledningslängd l'_2 :

$$l'_1 = \frac{\rho_2 * A_1}{\rho_1 * A_2} * l_2 = 1,875 * 300m = 562,5m$$

Fiktiv total längd l' :

$$l' = l'_1 + l'_2 = 1062,5m$$

Fiktivt felavstånd l'_x :

$$l'_x = \frac{\alpha}{100} l' = 0,795 * 1062,5 = 844,7$$

Felet ligger därför i den högra sektorn (2).

Faktiskt avstånd mellan skarven och felet:

$$l_x = l_1 + l_{2x} = 500m + 183,8m = 683,8m$$

Detta innebär:

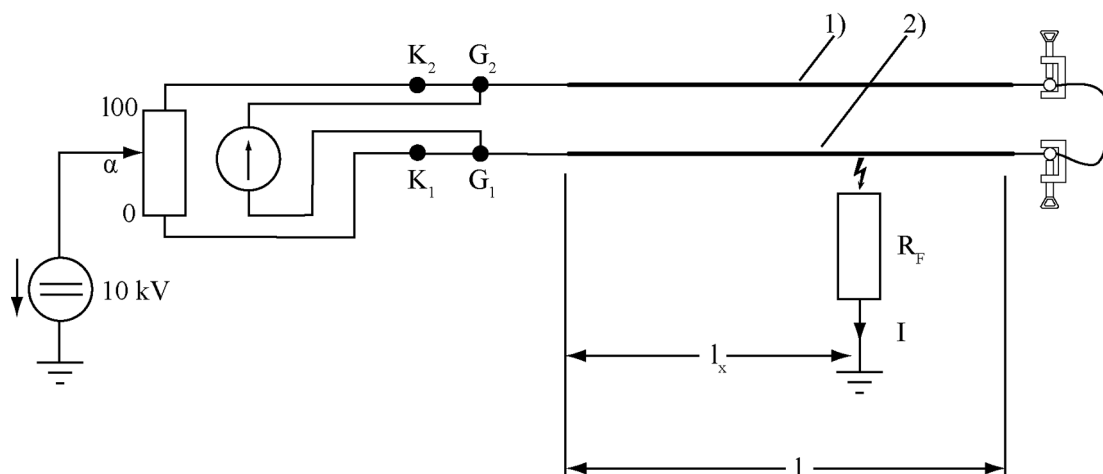
$$\begin{aligned} & \frac{\alpha}{100} \left(l_1 * \frac{\rho_2 * A_1}{\rho_1 * A_2} * l_2 \right) - l_1 \\ &= 0,795 \left(500 + \frac{0,0175 * 150}{0,028 * 50} * 300 \right) - 500 = 344,7 < 0! \end{aligned}$$

Eftersom felet finns i den högra sektorn (2) kan l_x beräknas enligt följande:

$$\begin{aligned} l_x &= 500 \left[0,795 \left(500 + \frac{0,0175 * 150}{0,028 * 50} * 300 \right) - 500 \right] * \frac{0,028 * 50}{0,0175 * 150} \\ l_x &= 683,8m \end{aligned}$$

4.3.2 Med en hjälpledare och konstant ledararea

Med endast en bra hjälpledare kan en bryggmätning så som den beskrivs i avsnittet Med två hjälpledare och icke-konstant ledararea eller ledarmaterial med olika resistivitet (på sidan 13) inte göras.



Kortslutningsbryggans resistans räknas in i mätresultatet. Det är viktigt att se till att anslutningskabeln har tillräckligt stor ledararea och att klämanslutningarna har låg övergångsresistans.

Avståndet mellan kabelns början och felet:

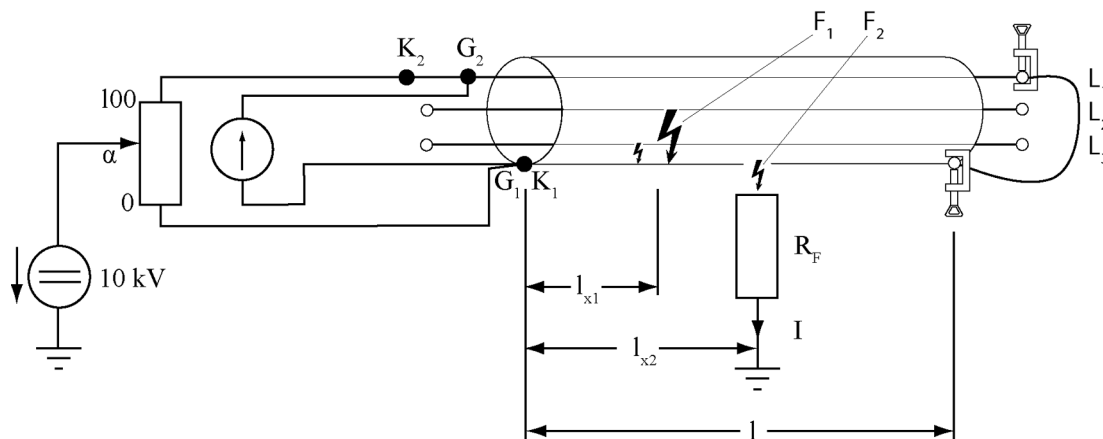
$$l_x = \frac{\alpha}{100} 2l$$

4.3.3 Med en hjälpledare och icke konstant ledarareor

Vid olika ledarareor och ledarmaterial med olika resistivitet är en bryggmätning så som den beskrivs i avsnittet Med en hjälpledare och konstant ledararea (på sidan 14) inte göras.

Exempel

En kabel har ett fel mellan två ledare och kabelmanteln.



Felet F_1 kan lokaliseras med TDR- eller bryggmetoden. L_1 används som hjälpledare. Har kabelmanteln och hjälpledaren L_1 olika areor måste man göra en omräkning till fiktiva längder där resistansen är konstant.

$$R_L = \frac{\rho_L * l}{A_L} = \frac{\rho_S * l'}{A_S} \rightarrow l' = \frac{\rho_L * A_S}{\rho_S * A_L} * l$$

L	Resistivitet
A_L	Hjälpledarens area
S	Kabelmantelns resistivitet
A_S	Kabelmantelns area

Kabelslingans fiktiva längd (omräknat enligt kabelmantelns area och material):

$$l'_{ges} = l + l' = \left(1 + \frac{\rho_L * A_S}{\rho_S * A_L} \right) * l$$

Avståndet mellan kabelns början och kabelmantelfelet:

$$l_x = \frac{\alpha}{100} * \left(1 + \frac{\rho_L * A_S}{\rho_S * A_L} \right) * l$$

Exempel

Kabelmantel	25 mm ² aluminium
Ledare	50 mm ² koppar
Kabellängd	3 200 m
α	25 %

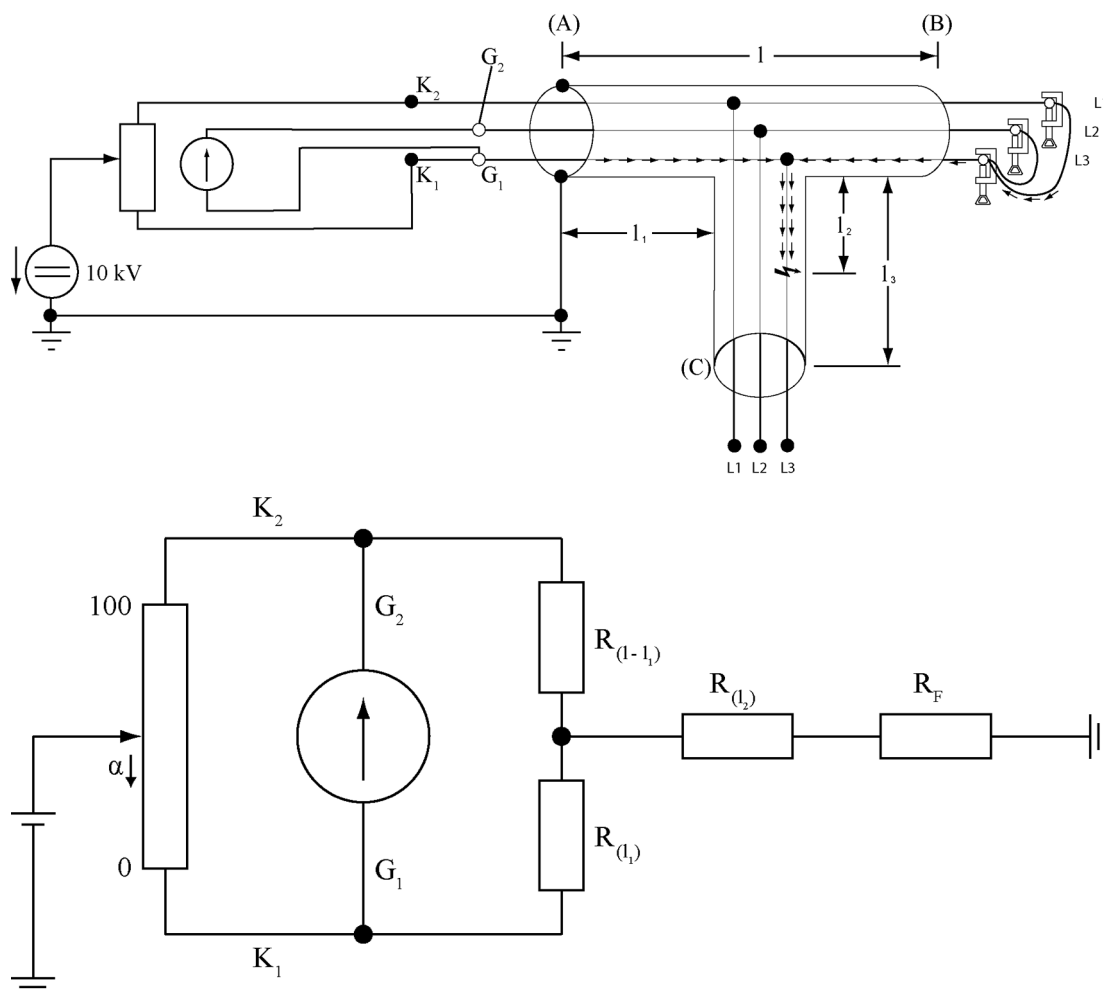
$$l_x = 0,25 * \left(1 + \frac{0,0175 * 25}{0,028 * 50} \right) * 3200 m$$

$$l_x = 1050 m$$

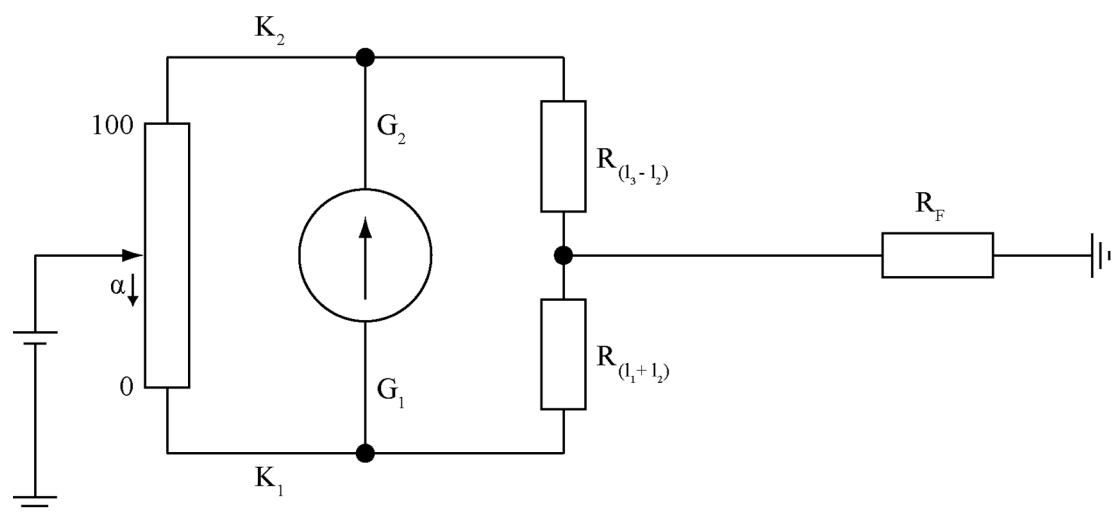
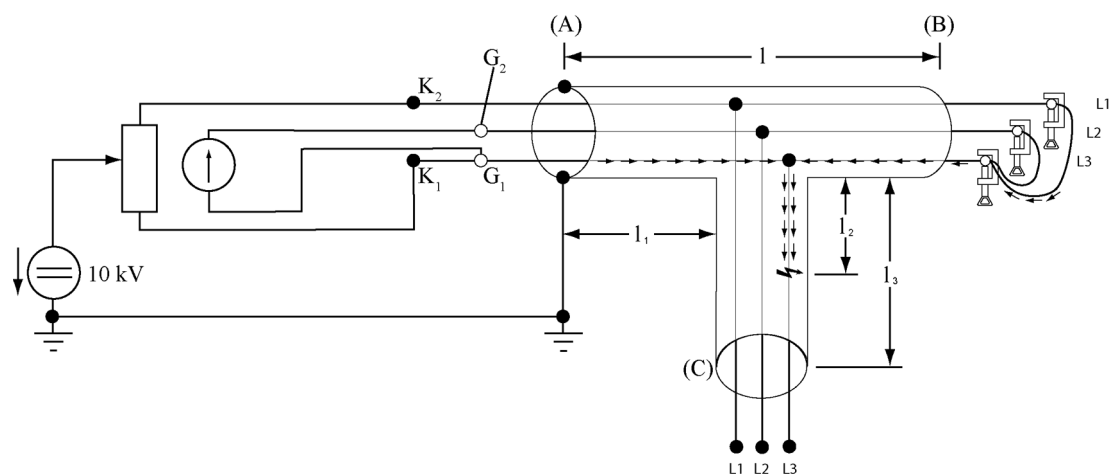
4.4 Fellokalisering på en kabel med T-skarv

En mätning vid punkt (A) visar att det finns ett isolationsfel mellan L₃ och skärmen.

Vid änden B görs en anslutning med bra ledningsförmåga mellan L₁, L₂ och L₃. Om felet inte finns mellan T-skarven och kabeländen (B) kan avståndet mellan kabelns början (A) och T-skarven mätas med hjälp av en bryggmätning.



För den andra mätningen monteras kortslutningsbryggan mellan ledarna vid kabeländan B och vid kabeländan C.



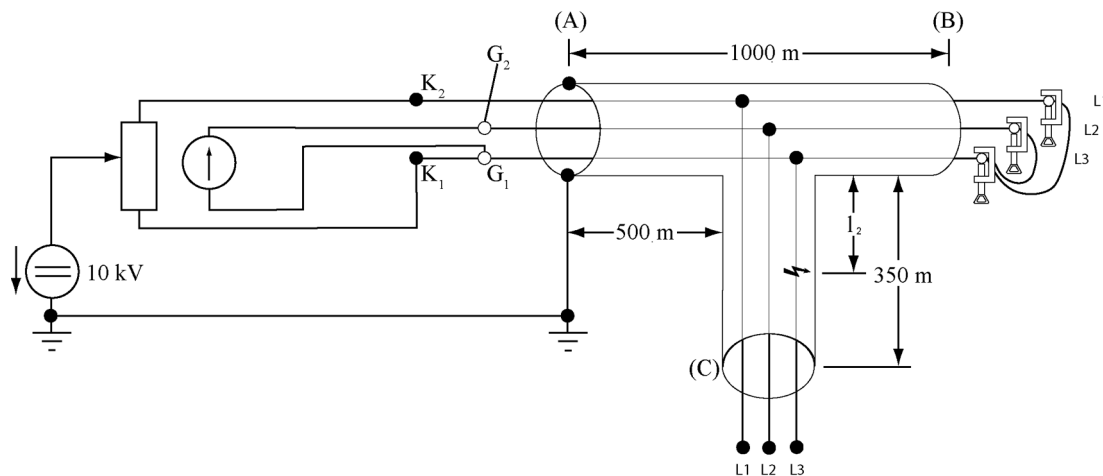
$$\frac{\alpha}{100} = \frac{R_{(l_1+l_2)}}{R_{(l_1+l_3)}} = \frac{l_1+l_2}{l_1+l_3}$$

Ekvationen ger avståndet mellan kabelns början (A) och kabelmantelfelet. Detta anges i procent av avståndet mellan (A) och (C).

4.4.1 Exempel

Första mätningen

En kabel med T-skarv vid 500 m med ett fel mellan ledaren L₃ och kabelmanteln. Vid ändarna (B) och (C) placeras en kortslutningsbrygga mellan ledarna L₁, L₂ och L₃.



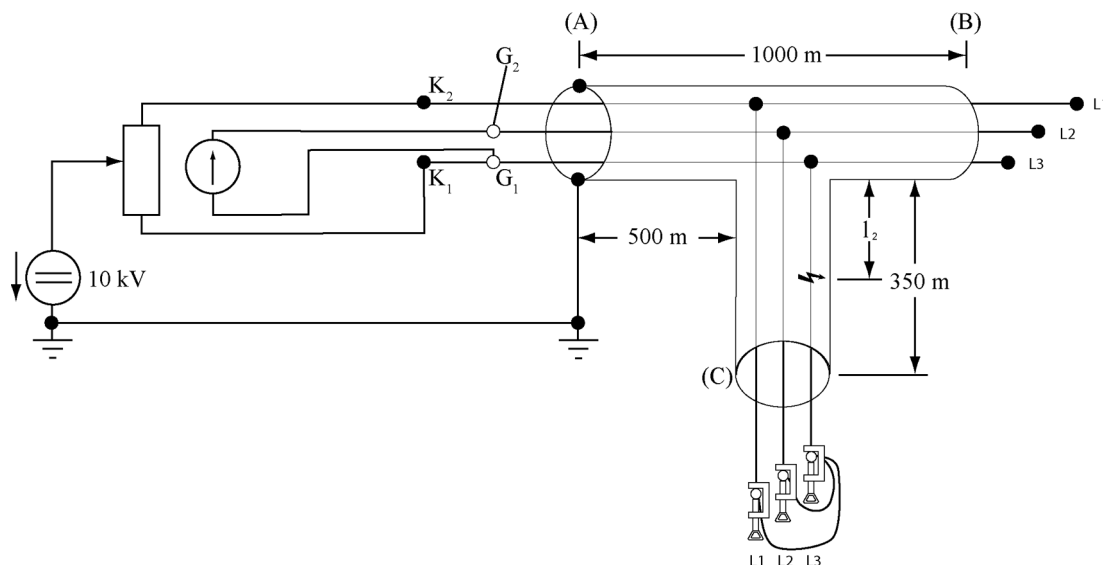
Bryggkalibreringen visar 50 %.

$$l_x = \frac{\alpha}{100} * l$$

Avståndet mellan kabelns början (A) och T-skarven mäts. Mätningen visar att kabelmantelfelet finns mellan T-skarven och kabeländan (C).

Andra mätningen

Kortslutningsbryggan monteras mellan ledarna vid kabeländan B och vid kabeländan C.

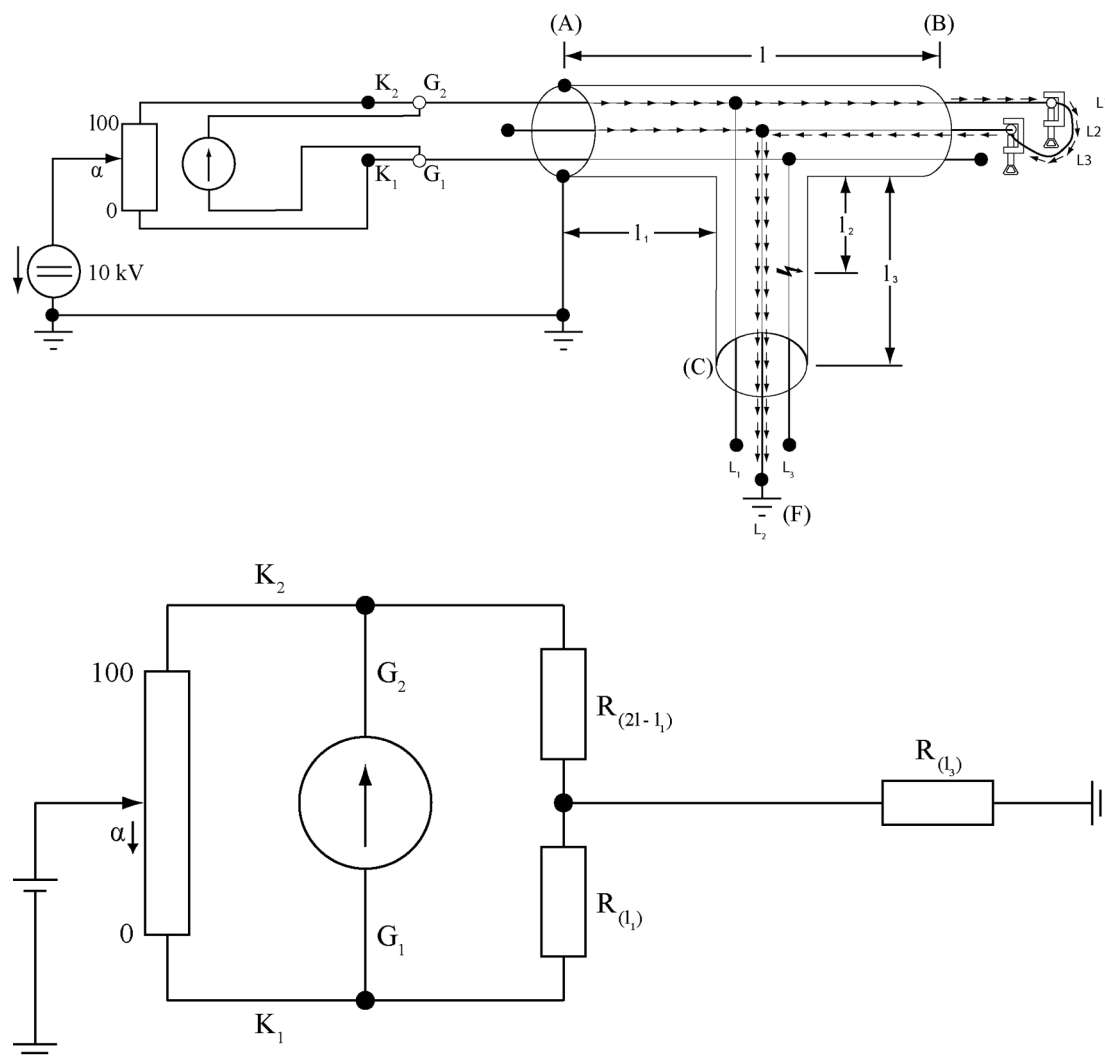


Den andra bryggkalibreringen visar 70,6%.

$$l_x = \frac{\alpha}{100} * l$$

4.4.2 Okänt avstånd till T-skarven

Avståndet mellan kabelns början (A) och T-skarven kan bestämmas med hjälp av ytterligare en mätning. Mätningen sker enligt Murray-metoden (se Bryggmätning enligt Murray-metoden (på sidan 13)), där endast den friska ledaren ansluts och ett fel (F) simuleras vid kabeländan (C).



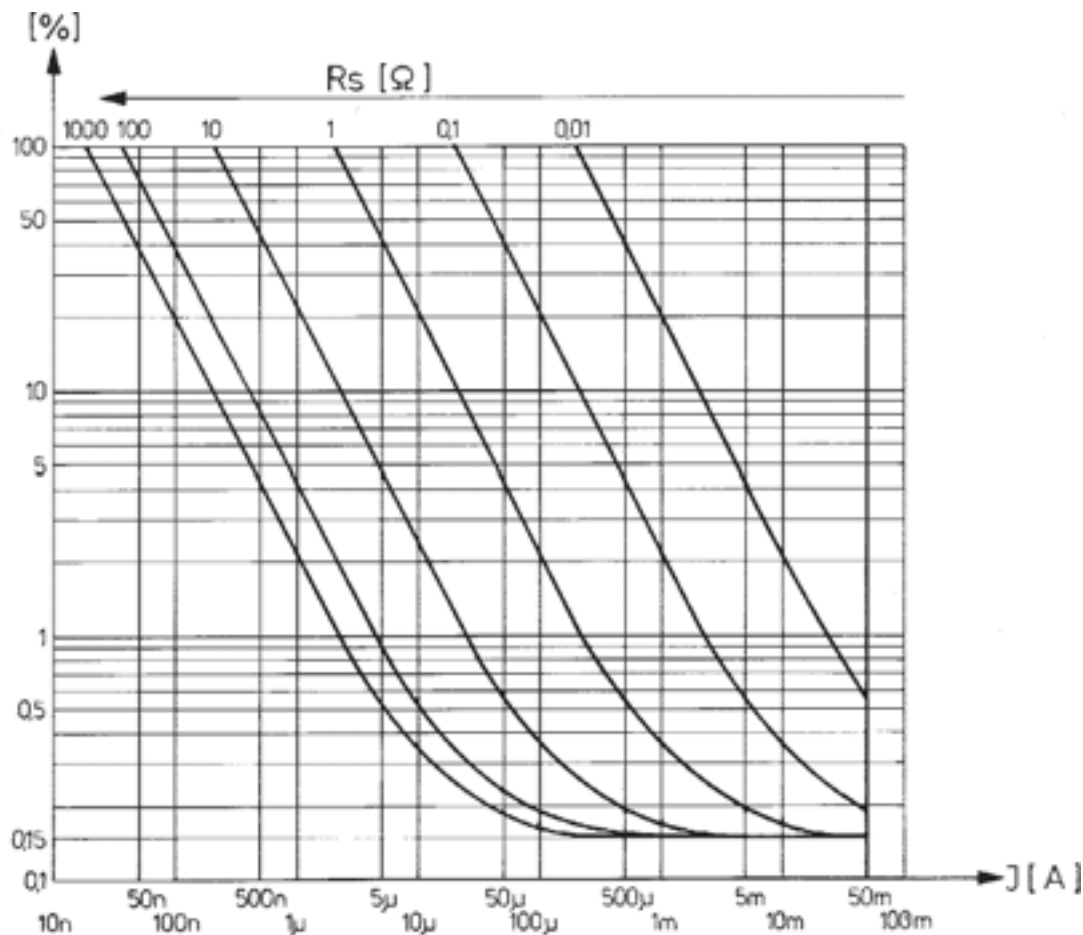
Bryggkalibreringen ger:

$$\frac{\alpha}{1000} = \frac{R_{(l_1)}}{R_{(l_2)}} = \frac{l_1}{l_2}$$

Därför följer:

$$l_1 = \frac{\alpha}{1000} = 2l$$

4.5 Mätfel



Felet kan också ligga högre pga för hög övergångsresistans vid klämanslutningarna, vagabonderande likström, icke-konstant ledningsarea och andra störningar.

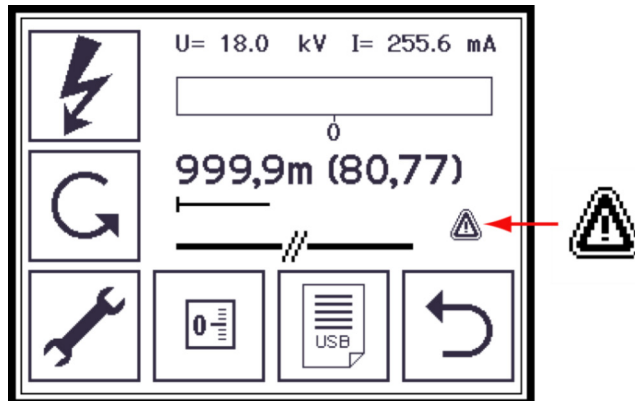
Bilden ger en bra indikation på hur ström- och spänningsbegränsningen måste ställas in. I princip ställer shirla in bryggspänningen så att den ström som krävs för en hög noggrannhet börjar flöda.

Om endast en mycket liten felström eftersträvas kan mätnoggrannheten förbättras med hjälp av linjär interpolation.

Störspänningar

Spänning som induceras i mätkretsen via kablar som finns i närheten kan påverka mätresultaten. Vid interferens som är lägre än 75 mV (vid 16 Hz) eller 250 mV (vid 50 Hz) påverkas inte mätresultatets noggrannhet.

Om interferensen överskrider 75 mV (vid 16 Hz) eller 250 mV (vid 50 Hz) måste man räkna med en större tolerans för mätresultatet. En större avvikelse hos mätresultatet indikeras genom en varning på displayen:

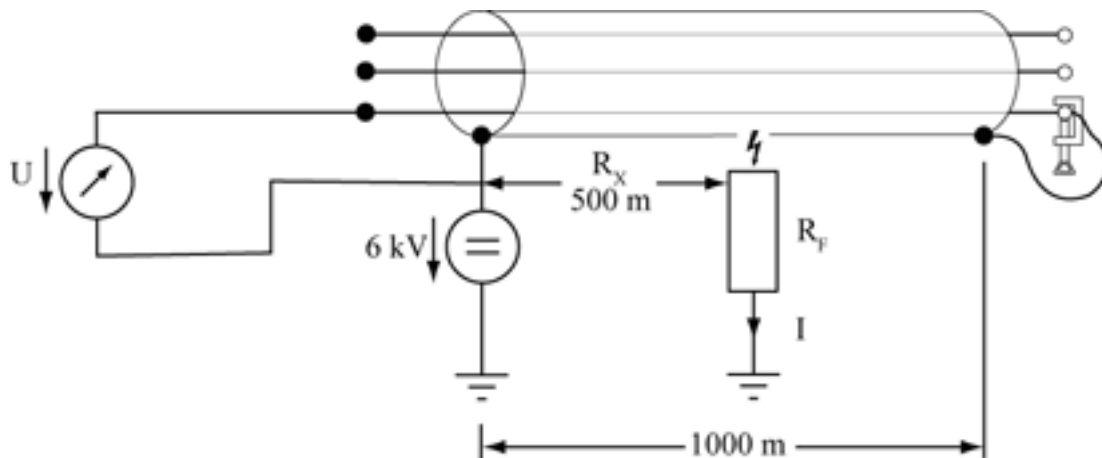


4.6 Jämförelse mellan spänningsfallsmetoden och bryggmätning

4.6.1 Plastkabel N2XSY med kopparskärm

En plastkabel N2XSY med kopparskärm (25 mm² area) har ett isolationsfel i den yttre plastmanteln vid 50 % av den totala längden. Den totala längden är 1000 m.

Mätning med spänningsfallsmetoden



$$R_x = \frac{500 \text{ m} * \rho_{cu}}{25 \text{ mm}^2} = \frac{500 * 0,0175}{25} \Omega = 0,35 \Omega$$

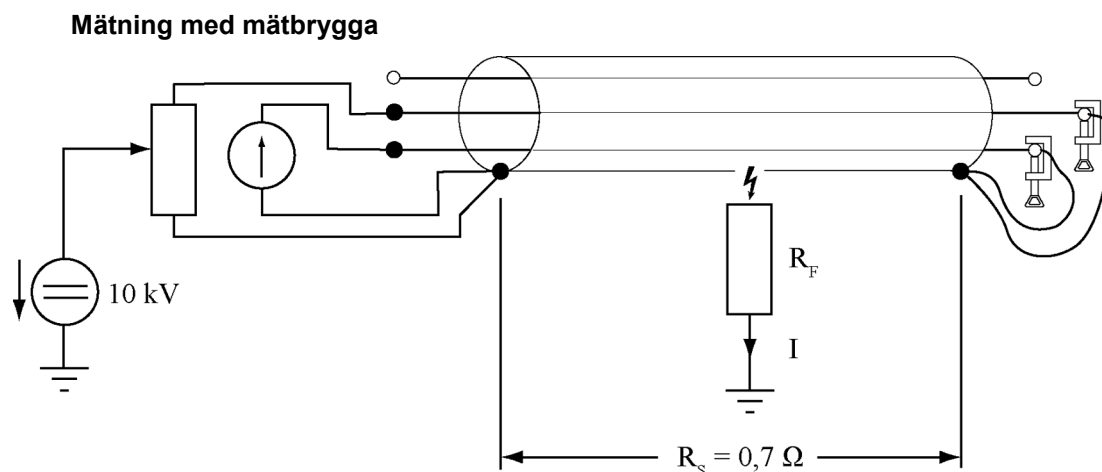
För mätning av U används ett 60 mV vridspolemätverk av klass 1,5. För att uppnå ett visarutslag på 50 % krävs en mätström på

$$\frac{30 \text{ mV}}{0,35 \Omega} = 86 \text{ mA}$$

Vid en försörjningsspänning på max. 6 kV får inte felresistansen R_f vara större än 70 kΩ. Mättelet kan uppgå t.ex. vara 3 %:

$$\pm 0,015 * 60 \text{ mV} = \pm 0,9 \text{ mV} = 3\%$$

Spänningskällan måste ha en uteffekt på 516 W.



Om mätnoggrannheten är 1 % är enligt Figur 20 den minimala mätströmmen $I = 500 \mu\text{A}$ vid $R_s = 0,7 \Omega$.

Felotståndet kan därför uppgå till max 12 MΩ. Spänningskällans effekt bör vara 3 W.

4.6.2 Oskärmad lågspänningskabel med stor area

Ännu tydligare blir fördelen med bryggmätning vid lokalisering av jordfel i oskärmade lågspänningskablar med stor area.

Kabelmanteln ersätts av en defekt koppartråd med en area på 150 mm^2 .

$$R_s = \frac{1000 \text{ m} * 0,0175 * \text{mm}^2}{150 \text{ mm}^2 * \text{m}} \Omega = 0,117 \Omega$$

Mätning med spänningsfallsmetoden

För spänningsfallsmetoden behövs en mätström på $I = 0,515 \text{ A}$ för ett spänningsfall på 30 mV. Vid 6 kV är $R_F \text{ max} = 11,6 \text{ k}\Omega$.

Spänningskällan måste ha en effekt på

$$6000 \text{ V} * 0,515 \text{ A} = 3 \text{ kVA}$$

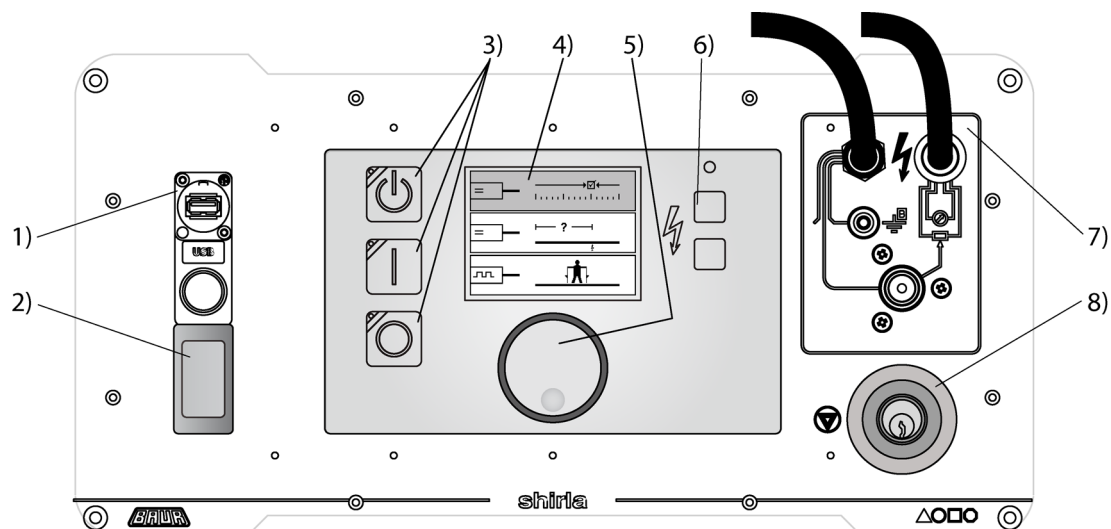
Mätning med mätbrygga

Om mätnoggrannheten är 1 % är den minimala mätströmmen $I = 2 \mu\text{A}$ vid $R_s = 0,117 \Omega$.

Felotståndet kan uppgå till max 3 MΩ. Spänningskällans effekt bör vara 12 W.

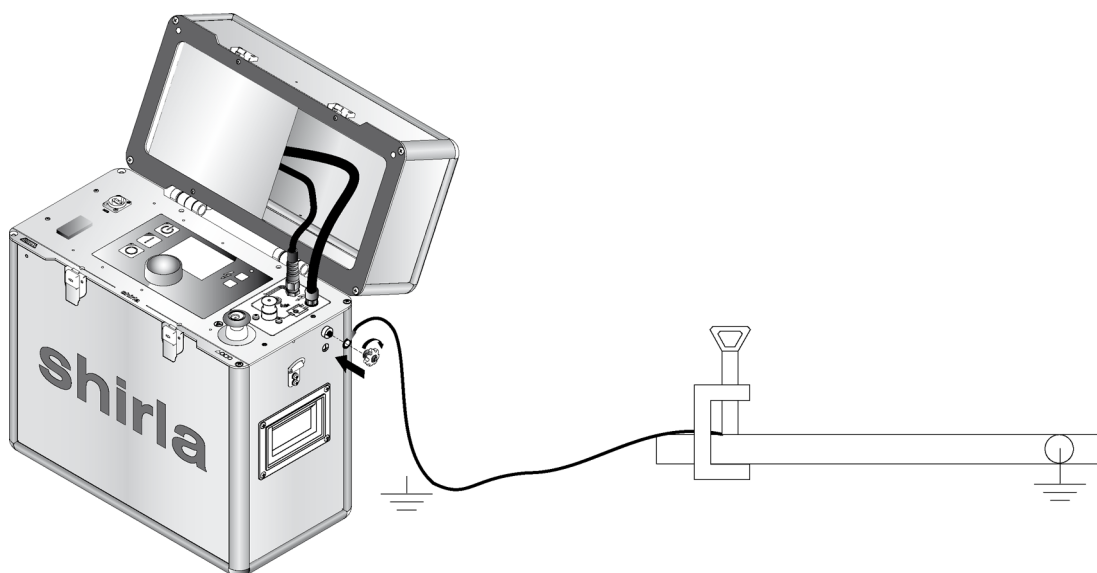
5 STYRELEMENT

5.1 Kontrollpanel



- 1 USB-kontakt
- 2 Huvudbrytare
- 3 Högspänningsknappar
- 4 Display
- 5 Väljarratt
- 6 Statusindikering högspänning
- 7 Anslutningsfält
- 8 Nödstoppsbrytare

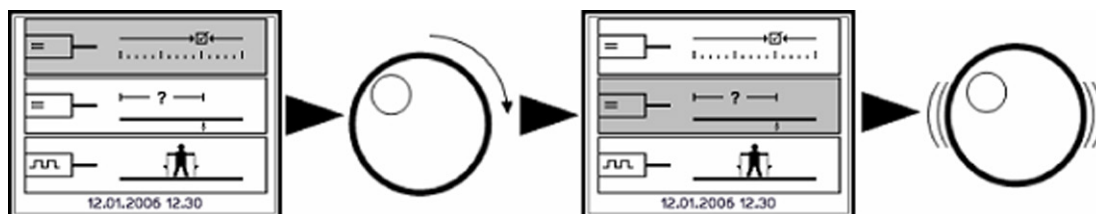
5.2 Anslutning av jordkabeln



5.3 Användning av menyn

Välja fält i displayen

När du vrider på väljarratten flyttas markören mellan de olika fälten. Tryck på ratten för att välja det markerade fältet.



5.4 Spännings- och strömvisning

Beroende på den valda spänningsformen används olika värden för visning och inmatning.

	DC-testning	Lokalisering av mantelfel
Spännings-/strömbegränsning	Maxvärde	Maxvärde
Spännings-/strömvisning	Momentanvärde	Momentanvärde

6 IDRIFTTAGNING

6.1 Viktiga grundläggande regler

shirla används för att testa kabelledningar som är fränkopplade från elnätet. Innan du ansluter apparaten till kabelledningen måste du därför säkerställas att den är fränkopplad från elnätet och spänningsfri. De lagstadgade och operativa säkerhetsföreskrifterna måste följas!



Använd inte apparaten i en explosionsfarlig miljö!

När kabeltestet är avslutad laddas testobjektet ur med hjälp av den inbyggda urladdningsenheten. Innan testobjektet vidrörs måste det jordas. Efter ett överslag i kabeln eller ett avbrott i mätningen (t. ex. om du trycker på nödstoppsknappen) kan det fortfarande finnas kvar spänning i testobjektet, därför måste detta först helt laddas ur och sedan jordas innan du vidrör det.

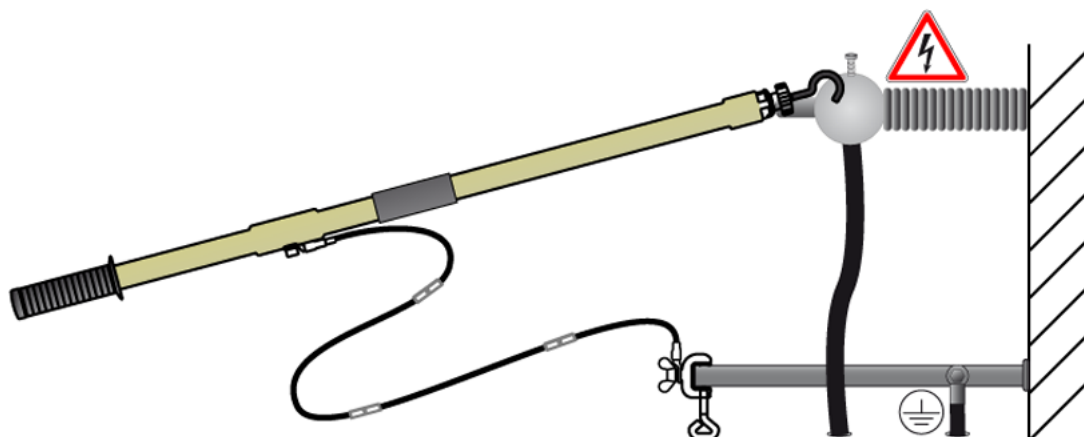
För en korrekt urladdning och jordning måste den använda stavens skyddsjordkabel vara fast ansluten till stations- resp. skyddsjord. Vid urladdning och jordning får staven endast hållas i handtaget. Vid urladdning måste den minimala urladdningstid som anges på urladdningsstaven beaktas.

6.1.1 Urladdning och jordning

Efter ett överslag i kabeln eller ett avbrott i mätningen (t. ex. om du trycker på nödstoppsknappen) kan det fortfarande finnas kvar spänning i testobjektet, därför måste detta innan det ansluts till shirla laddas ur helt och sedan jordas innan du vidrör det.

För en korrekt urladdning och jordning måste stavens skyddsjordkabel vara fast ansluten till skyddsjord. Vid urladdning och jordning får staven endast hållas i handtaget.

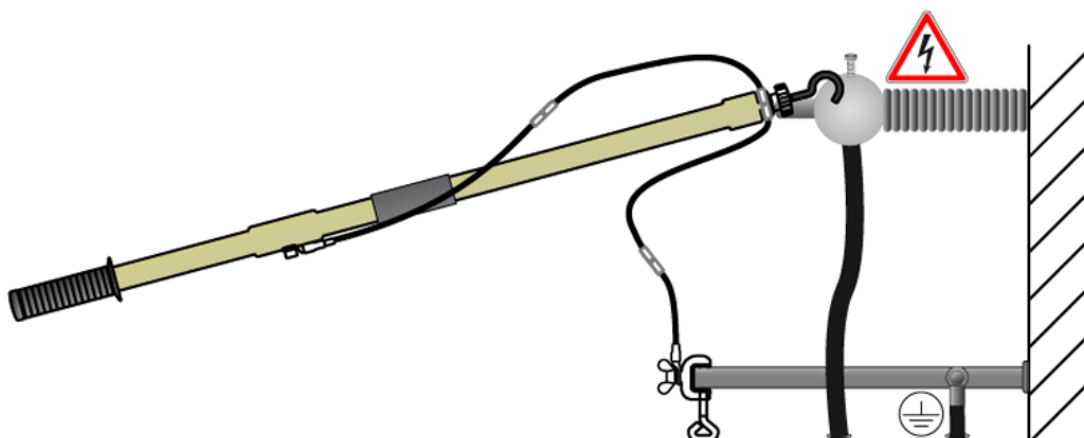
Urladdning



Urladdnings- och jordstavens skyddsjordkabel måste anslutas till stationsjord. Vidrör testobjektet med spetsen på staven.

Vid urladdning måste den minimala urladdningstid som anges på urladdningsstaven beaktas.

Jordning



För jordning av testobjektet kan urladdnings- och jordstavens urladdningsmotstånd kortslutas.

6.2 Förbereda apparaten för kabel- eller kabelmanteltest

6.2.1 Förbereda kabeln

Koppla loss samtliga poler på testobjektet från nätet, säkra mot återinkoppling och kontrollera att det inte finns någon spänning. Isolera angränsande delar som står under spänning. Det måste säkerställas att inga överslag eller genomslag kan uppstå på angränsande delar av stationen eller kabelsystemet på grund av högspänningen. Om testobjektet är flertrådigt måste alla trådar förutom den som ska testas anslutas till stationsjord. Rengör kabeländarna vid behov.

6.2.2 Ansluta skyddsjordkabeln

Anslut shirla med den medföljande skyddsjordkabeln (gul-grön) via skyddsjordsanslutningen (i anslutningsfältet) till stationsjord. För detta ändamål finns en skruvklämma på skyddsjordkabeln.

6.2.3 Ansluta högspänningskabeln för testning

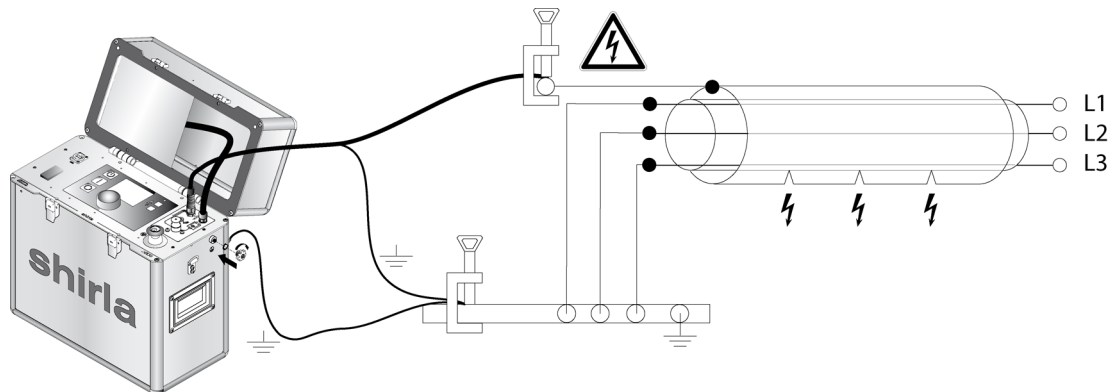
Koppla högspänningskabelns skärmade anslutning till det jordade höljet på den kabel som ska testas. Koppla högspänningsanslutningen till motsvarande ledare på den kabel som ska testas. Detta görs genom att ansluta de medföljande klämmorna på högspänningskabeln.

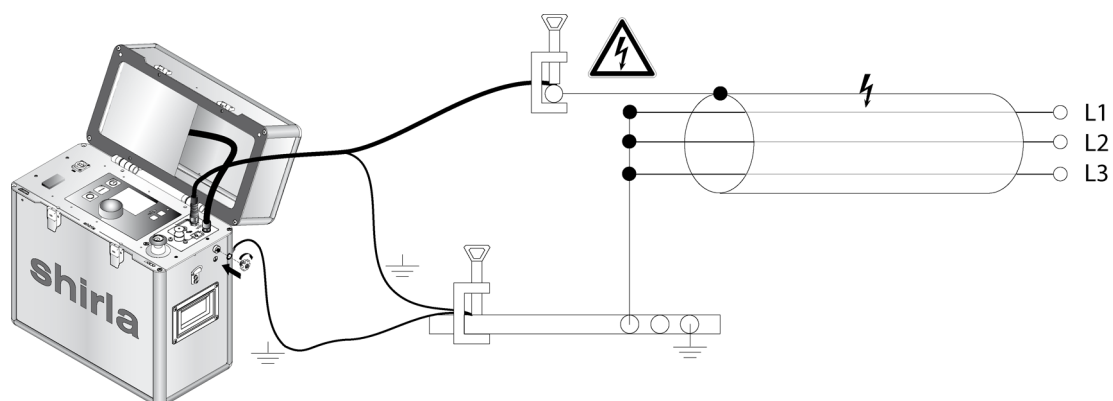
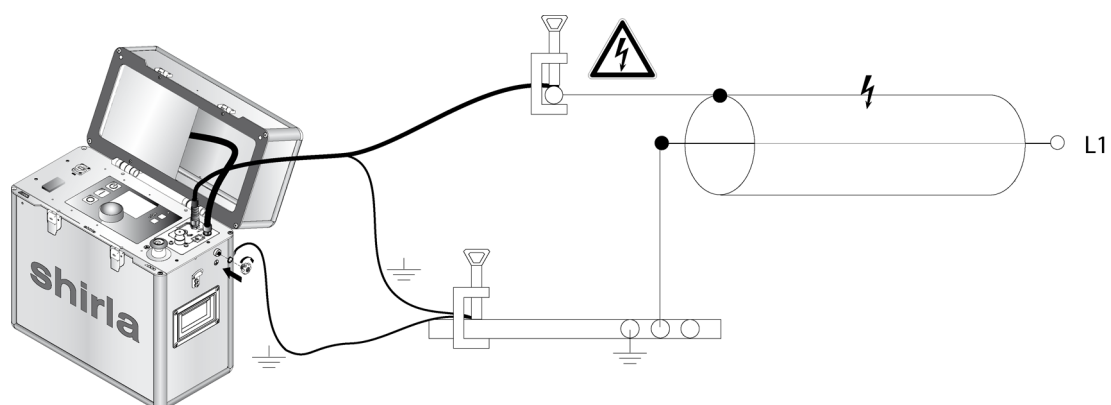
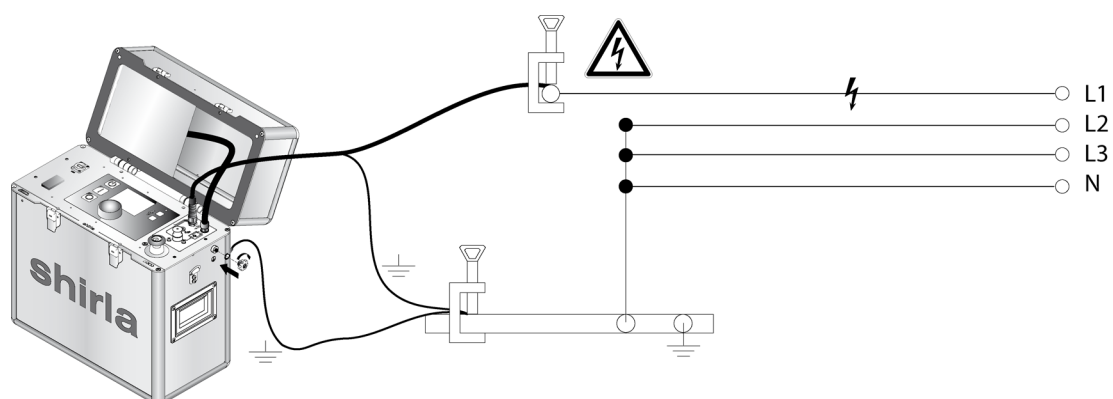


Följ anvisningarna för urladdning och jordning samt de allmänna säkerhetsreglerna!

6.2.4 Anslutning av olika kabeltyper

Efterlokalisering av kabelmantelsfel på en 3-fasig skärmad kabel

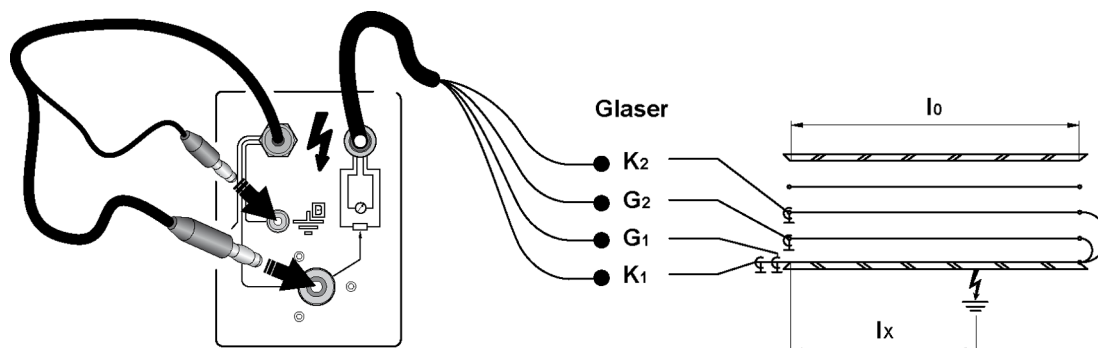


Kabelmanteltest på en 3-fasig skärmad kabel**Kabelmanteltest på en 1-fasig skärmad kabel****Kabeltest på en 3-fasig oskärmad kabel**

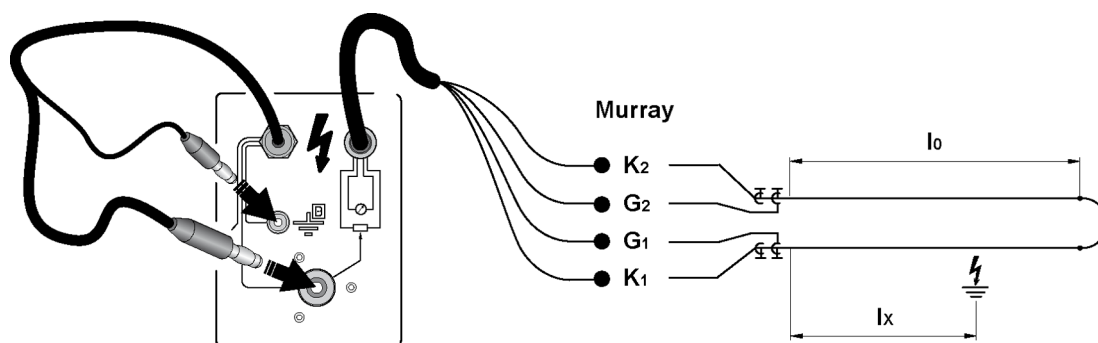
6.3 Anslutningsmetod för bryggmätning

Klämmorna K_1 och G_1 ansluts till den defekta ledaren.

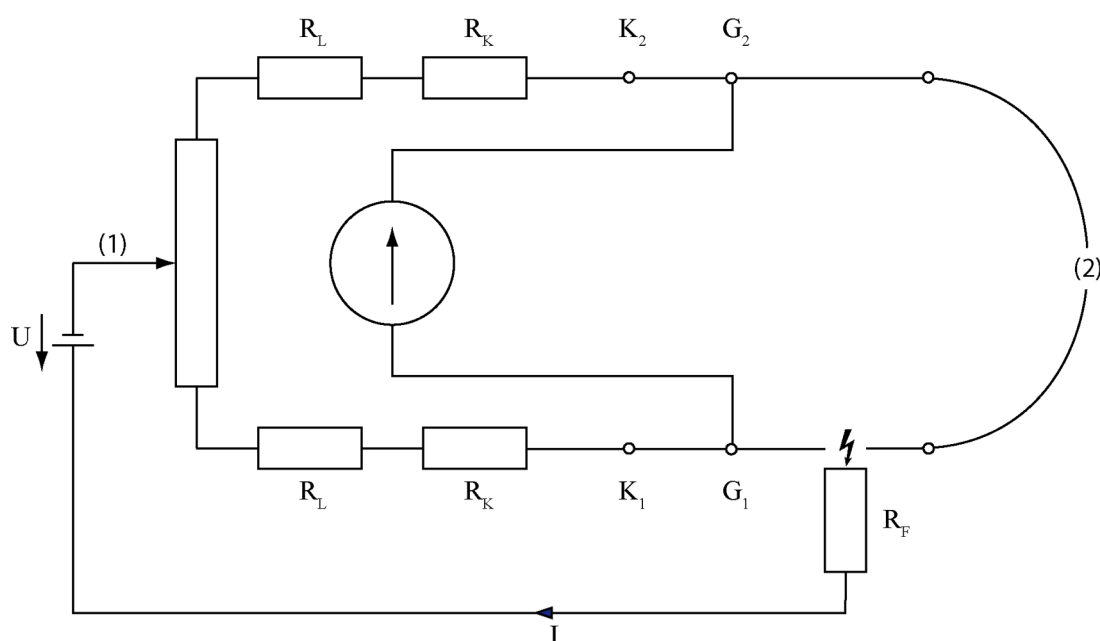
Bryggmätning enligt Glaser-metoden



Bryggmätning enligt Murray-metoden



Se till att anslutningsklämmorna för galvanometer G_1 och G_2 monteras bakom (från bryggan sett) klämmorna på mätpotensiometer K_1 och K_2 . På detta sätt tilldelas övergångsresistansen i klämmorna K_1 och K_2 och resistansen i mätledningarna L_1 och L_2 till mätpotensiometerens relativt högresistiva delmotstånd (1) och inte till de eventuellt mycket lågresistiva motstånden i kabelslingan (2).

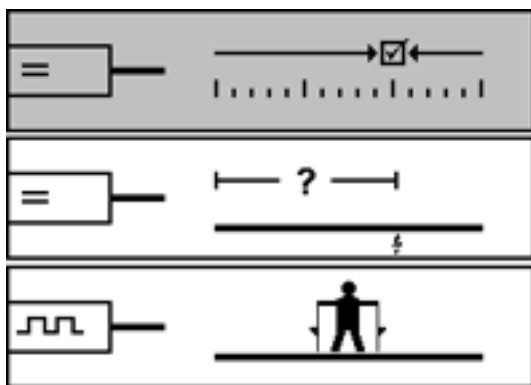


R_K : Klämmans övergångsresistans

R_L : Mätledningens resistans

6.4 Menyanvändning

När apparaten har anslutits till elnätet och startats visas huvudmenyn. Härifrån kan man komma åt samtliga funktioner.



I huvudmenyn kan du välja mellan de olika funktionerna.

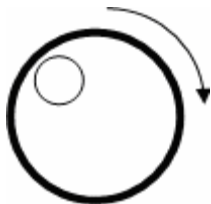
- Testning av kablar och kabelmantlar
- Fellokalisering/mätbrygga
- Efterlokalisering av fel

Med väljarratten kan de olika menyalternativen väljas.

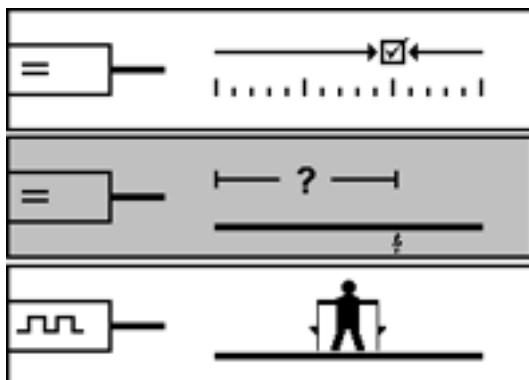
Se även:

- Kabel- och kabelmanteltest (på sidan 33)
- Förlokalisering / mätbrygga (på sidan 37)
- Efterlokalisering av kabelfel (på sidan 43)

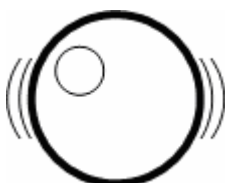
- Vrid väljarratten åt höger



Markeringen flyttar sig nedåt.



- Tryck på väljarratten



Det markerade fältet bekräftas.

6.5 Koppla in och koppla ur högspänningen

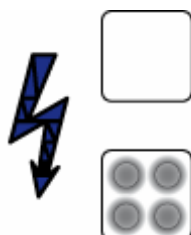


Med de tre knapparna till vänster om displayen kan högspänningen kopplas in och kopplas ur.

Den gula indikeringslampan visar vilken knapp som måste tryckas ner för att komma till nästa steg.

Testet börjar med en högspänningsfrigivning. Vid bryggmätning (se Förlokalisering / mätbrygga (på sidan 37)) måste högspänningen slås på efter nolljusteringen. För systeminställningar och inmatning av testsekvenser behövs ingen högspänning.

Den gröna och den röda lampan indikerar systemets status.

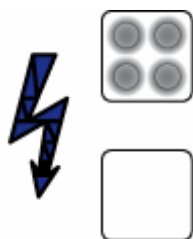


När huvudströmbrytaren slås på försätts apparaten i standbyläge. Detta läge indikeras av att den gröna lampan lyser.



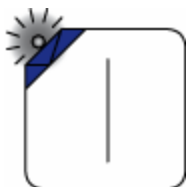
- Tryck ner den knapp vars lampa lyser i minst 1 sekund.

Indikeras av blinkande röd varningslampa (6 sekunder).



För att starta apparaten måste du trycka ner knappen innan lampan slutar blinka. Om knappen inte trycks ner inom denna tid återgår apparaten till standbyläget.

- Tryck ner den knapp vars lampa lyser i minst 1 sekund.



Den röda lysande varningslampan indikerar att apparaten är i drift.



Fara: Risk för personskada pga högspänning!

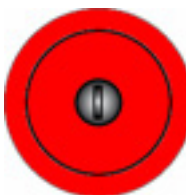
Handhavande: Säkra testobjektet. Du kan stänga av apparaten genom att trycka på knappen.



Urladdningsanordningen, som laddar ur kabeln via motstånden, aktiveras. Apparaten återgår till standbyläget.

Av säkerhetsskäl måste högspänningsanslutningen jordas innan den vidrörs.

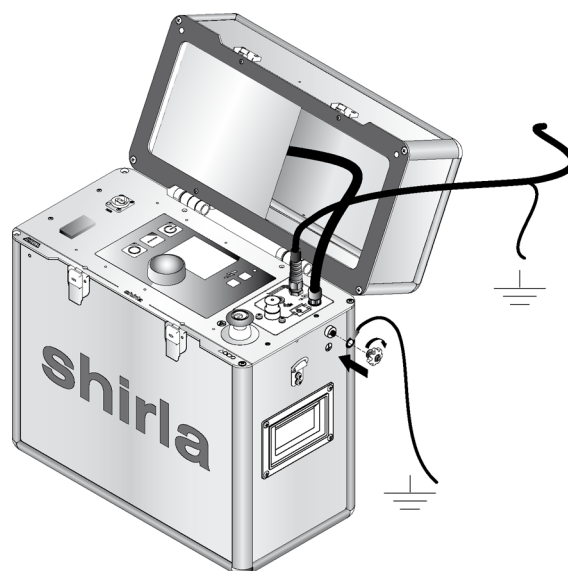
Efter att nödstoppet har används befinner sig shirla i standbyläge. Nödstoppsmeddelandet måste bekräftas.



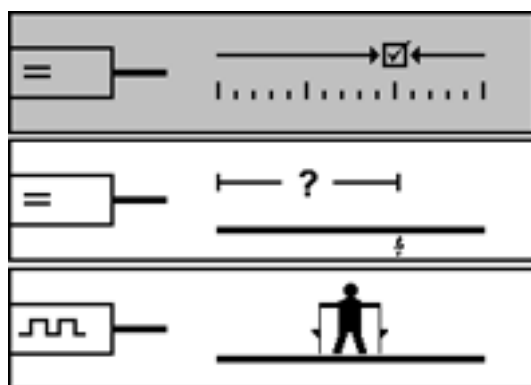
7 KABEL- OCH KABELMANTELTEST

Anslut en enpolig högspänningsanslutningskabel för högspänningsprovning. Anslutningen kan göras med G-klämmor eller anslutningsklämmor.

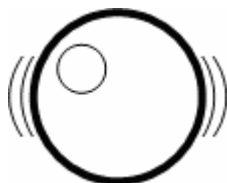
Den fyrpoliga anslutningskabeln förblir galvaniskt isolerad och kan förbli lagrad i kabelutrymmet.



Kabel- och kabelmanteltestet är redan förvald.



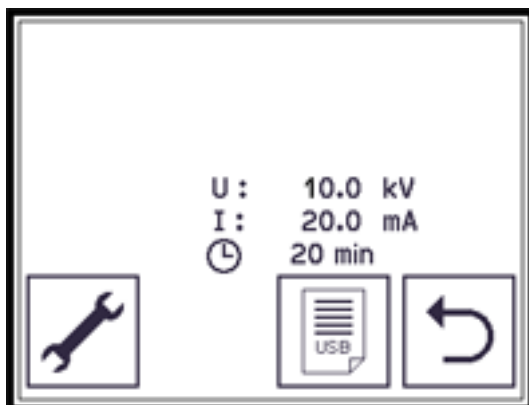
► Tryck på vredet



Det aktuella urvalet bekräftas.

Menyn "Provning" nås från huvudmenyn. Här kan testspänningen, strömgränsen och testlängden ställas in.

Genom att välja U, I eller tidsvärdet med vredet och genom att trycka på vredet kan värdet för efterföljande mätning ställas in.

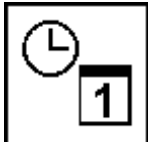


7.1 Inställningar

Genom att välja inställningsknappen kommer du till menyn för inställning av gränsparametrar, datum och tid.



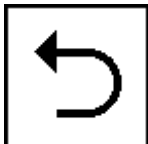
Inställning av datum och tid



Inställning av maxvärden för inställbar spänning och maximal testström



Tillbaka till den valda menyn

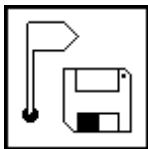


Rapportfunktion



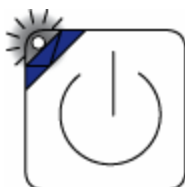
Testrapporten och provresultatet kan överföras via USB. USB-minnet måste vara inkopplat.

Genom att välja och bekräfta rapportfältet under testet kan valfritt antal mätpunkter registreras. Mät punkterna visas i testrapporten med tidsstämpel, kryptström och spänning.

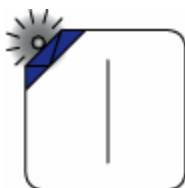


7.2 Testning

- Frikoppla högspänningen.



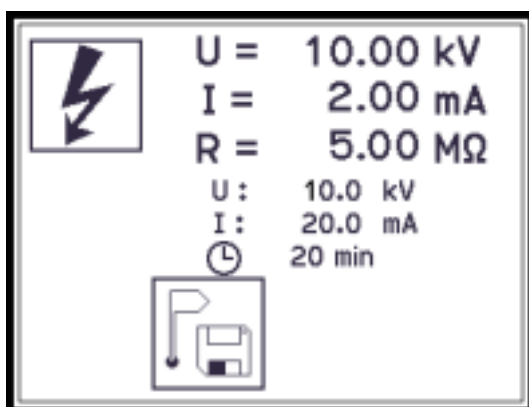
- Slå på högspänningen.



Fara: Risk för personskada pga högspänning!

Handhavande: Säkra testobjektet. När högspänningen slås på tänds den röda varningslampan och testet startar automatiskt.

När testet har slutförts stängs shirla av automatiskt och testrapporten visas.

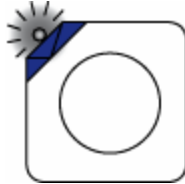


7.3 Avsluta testet i förtid

Testet kan avslutas manuellt när som helst.

Utgången laddas ur av urladdningsenheten, men den måste vara jordad innan du vidrör den.

- ▶ Stäng av shirla för att avsluta testet

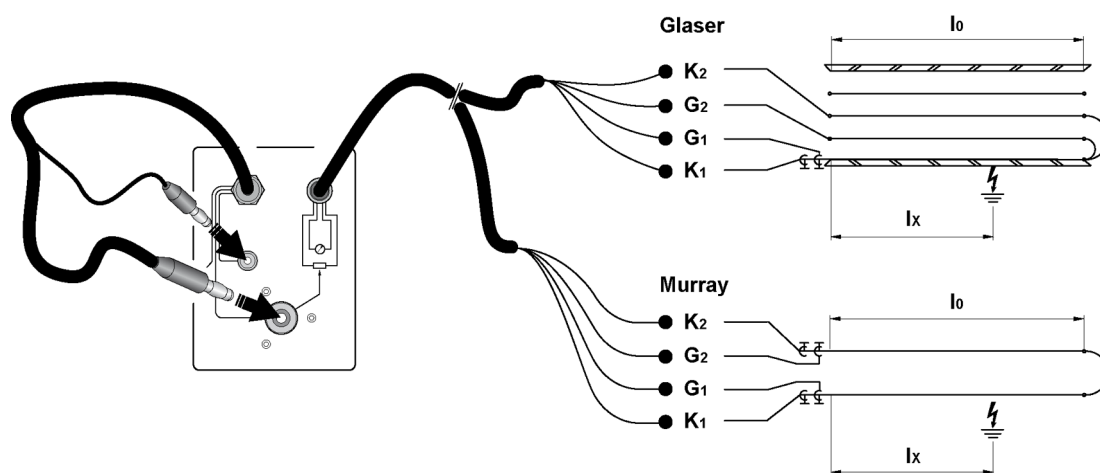


8 FÖRLOKALISERING / MÄTBRYGGA

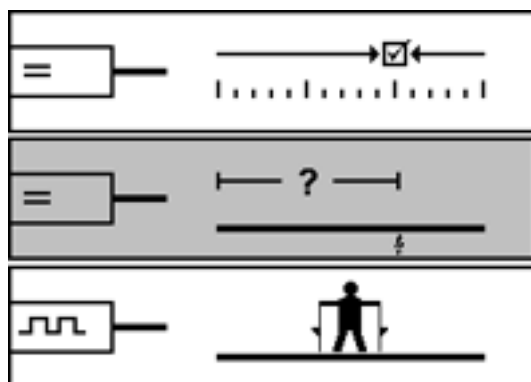
8.1 Inställningar

- ▶ Anslut den 4-poliga mätbryggskabeln
- ▶ Anslut G_1 , G_2 , K_1 och K_2 beroende på mätmetod (Murray eller Glaser) och använd de bifogade G-klämmorna.

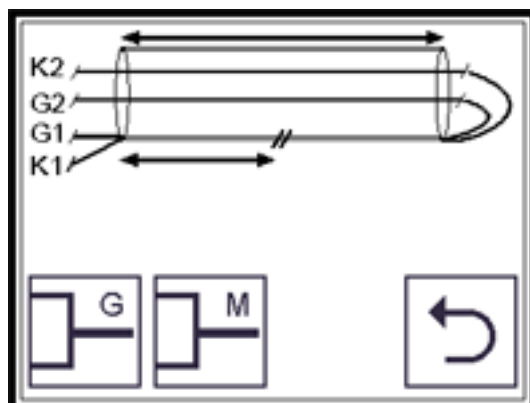
Anslutningsklämmor är ingen ideal förbindelsekontakt! G_1 och G_2 bör alltid anslutas före högspänningsklämman K_1 eller K_2 (se Anslutningsmetod för bryggmätning (på sidan 29)).



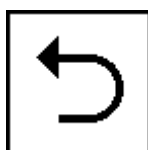
Förlokalisering av fel markeras automatiskt när de båda provkablarna ansluts.



Bryggmätningsmenyn



- Välj Glaser- eller Murray-metoden

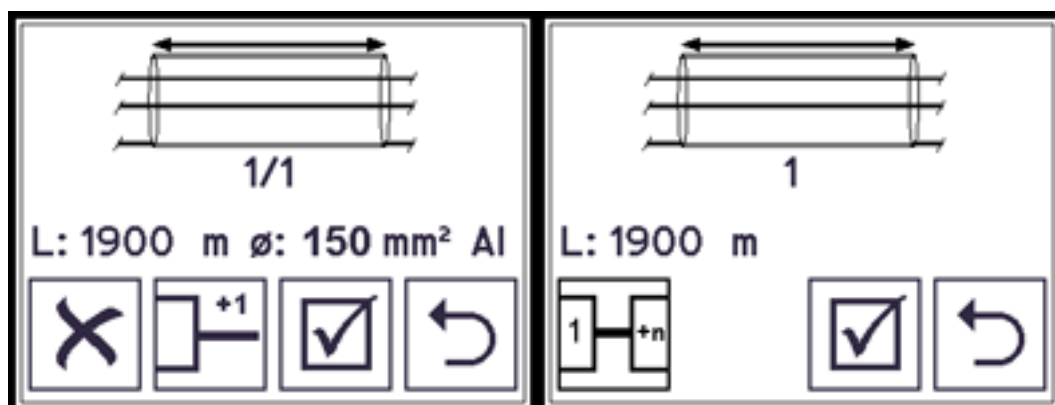


- Tillbaka till menyn

8.2 Sektorer

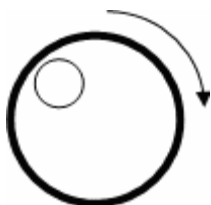
Med shirla kan du definiera upp till 50 olika kabelsektorer. Ledarnas olika tjocklek och material påverkar resistiviteten. Eftersom mätresultatet definieras som medelvärdet av den totala sträckan kan det skilja sig från det faktiska felavståndet.

I sådana fall kan andra sektorer läggas till. Så fort mer än en sektor definieras uppmanas du att definiera sektorns area och material (Al eller Cu).

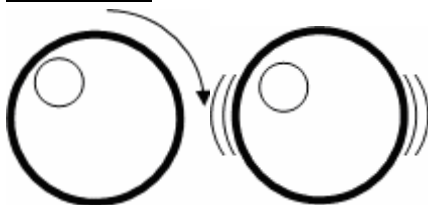
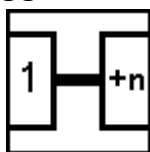


8.2.1 Arbeta med endast en sektor

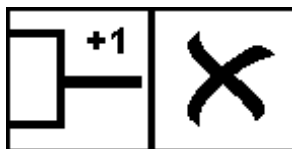
- Definiera längd
 - Snabb vridning = grovjustering
 - Långsam vridning = finjustering



8.2.2 Lägga till sektorer



1. Välj uppdelning i flera sektorer
Du uppmanas att ange den första sektorns area och material. Ändra värdet:
2. Välj genom att trycka på ratten.
3. Vrid ratten för att ställa in värdet.
4. Bekräfta genom att trycka på ratten.
5. Välj material genom att vrida på ratten.
Al = aluminium, Cu = koppar
6. Bekräfta genom att trycka på ratten.
Trycka på knappen för att lägga till nästa sektor. Längd, area och material måste anges.
7. Välj sekventiell numrering.
8. Vid behov kan ytterligare sektorer läggas till eller tas bort.



Bekräfta inmatningen och återgå till menyn.

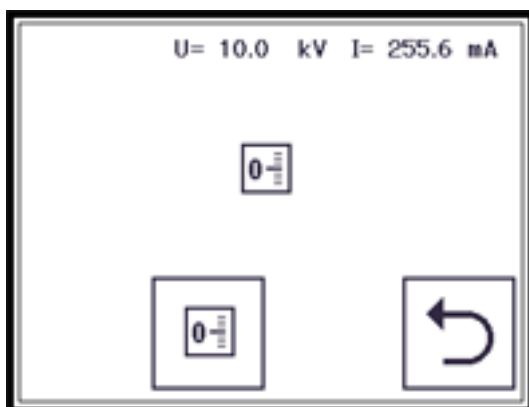


Genom att välja inställningsknappen kommer du till menyn för inställning av gränsparmetrar, datum och tid.

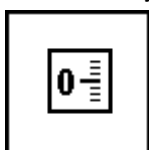


8.3 Nolljustering

Visa det aktuella värdet under mätningen

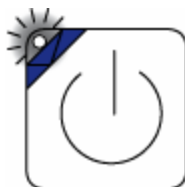


- Kalibrera bryggan.

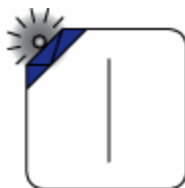


När nolljusteringsikonen försvinner är mätbryggan nolljusterad.

- Frikoppla högspänningen.



- ▶ Slå på högspänningen.



Mätningen startar så fort högspänningen har slagits på.

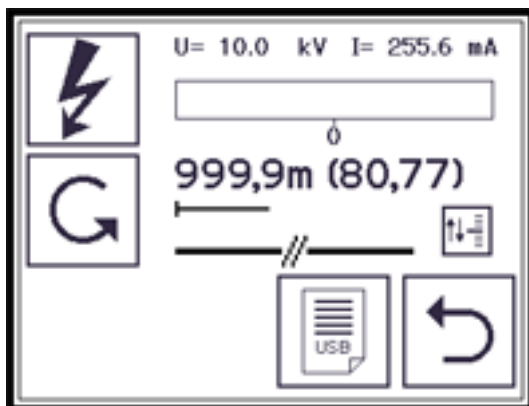


Fara: Risk för personskada pga högspänning!

Handhavande: Säkra testobjektet.

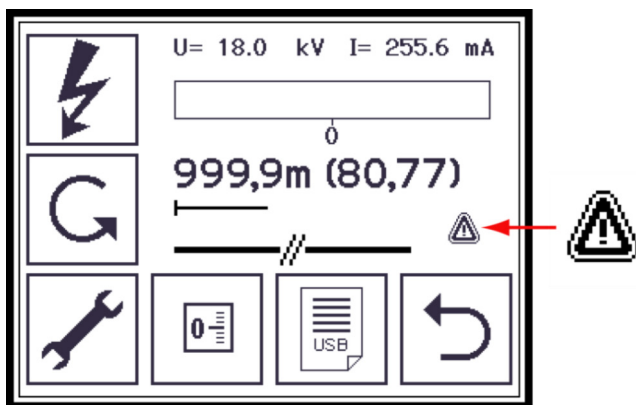
Under nolljusteringsfasen visas kalibreringsindikatorn, som dock försvinner när kalibreringen är färdig.

Mätresultatet anges i meter (med hänsyn till olika sektorsegenskaper) och i procent av den totala längden.



Om nolljusteringen påverkas av störspänningar bildar shirla efter en viss tid det aritmetiska medelvärde av det varierande värdet.

Om interferensen överskrider 75 mV (vid 16 Hz) eller 250 mV (vid 50 Hz) måste man räkna med en större tolerans för mätresultatet. En större avvikelse hos mätresultatet indikeras genom en varning på displayen:



8.4 Upprepa mätning

Starta om

- Välj knappen Starta om



Mätbryggan kalibreras igen och mätningen startas automatiskt.

Du behöver inte stänga av apparaten för att göra en ny mätning.

Rapportfunktion

Mätrapporten och mätresultatet kan överföras via USB. USB-minnet måste vara inkopplat.



Avsluta mätningen

- Stäng av apparaten för att avsluta mätningen.



8.5 Avsluta mätningen i förtid

Mätningen kan avslutas manuellt när som helst.

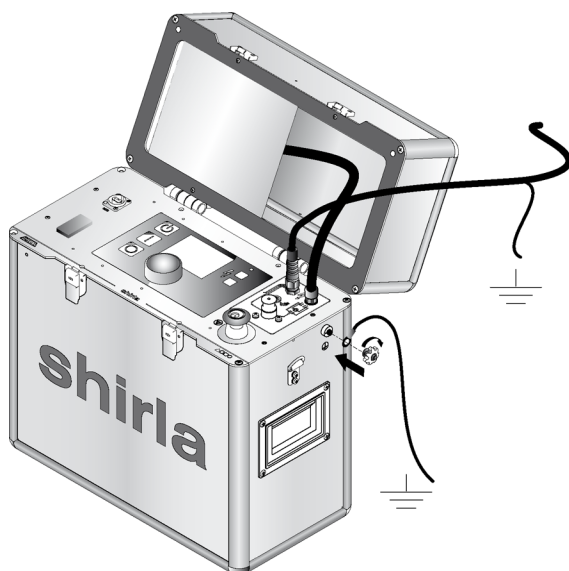
Utgången laddas ur av urladdningsenheten, men den måste vara jordad innan du vidrör den.

9 EFTERLOKALISERING AV KABELFEL

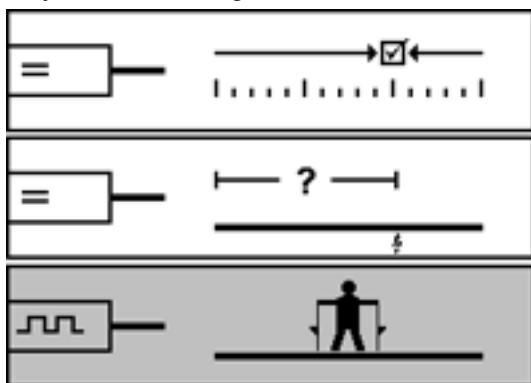
9.1 Anslutning och inställningar

Anslut den enpoliga högspänningskabeln för högspänningsprovningen. Anslutningen kan göras antingen med G-klämmorna eller anslutningsklämmorna.

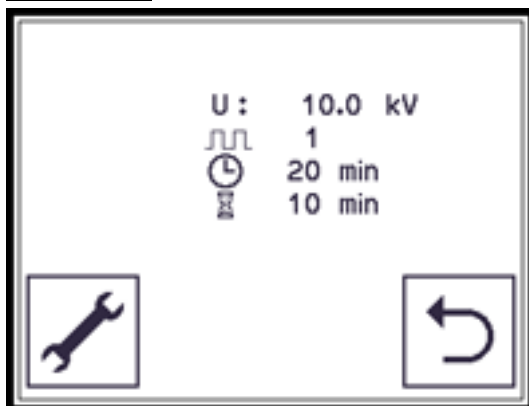
Den fyrpoliga anslutningskabeln är galvaniskt isolerad och kan förvaras i kabelutrymmet.



1. Välj efterlokalisering av fel



Genom att välja inställningsknappen kommer du till menyn för inställning av gränsparametrar, datum och tid.



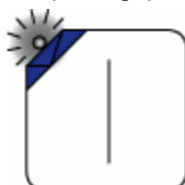
2. Göra inställningar

- Välj pulsspänning (U:)
- Välj pulsmönster () (se Kabel- und Kabelmantelfehlernachortung)
- Ställ in pulstiden () i minuter
- Ställ in fördröjning () till pulsdraftens början

3. ► Frikoppla högspänningen



4. Slå på högspänningen.



Pulsdriften börjar omedelbart när högspänningen har slagits på eller efter den inställda väntetiden.



Fara: Risk för personskada pga högspänning!

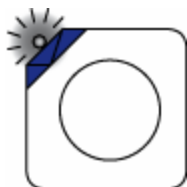
Handhavande: Säkra testobjektet. Den utlösta impulsföljden indikeras av den blinkande högspänningspilen och impulssymbolen visas. shirla stängs av automatiskt efter den angivna pulstiden.

9.2 Avsluta mätningen i förtid

Efterlokaliseringen kan avslutas manuellt när som helst.

Utgången laddas ur av urladdningsenheten, men den måste vara jordad innan du vidrör den.

- ▶ Stäng av shirla för att avsluta efterlokaliseringen.



10 UPPDATERA PROGRAMVARAN

BAUR-programvara uppdateras kontinuerligt. Programvaran kan uppdateras så att den senaste utvecklingen ingår i enheten.

Om du har frågor kan du kontakta BAUR GmbH eller din närmaste BAUR-representant (<http://www.baur.eu/baur-worldwide>).

11 TEKNISKA DATA

Allmänt

Ingångsspänning	110 VAC – 240 VAC, 50 Hz / 60 Hz
Effektförbrukning	200 VA
Display	LCD med bakgrundsbelysning, automatisk ljusstyrka justering, skärmapplösning: 320 x 240 Pixel
Drifttemperatur	-20 till +50 °C
Förvaringstemperatur	-40 till +60 °C
Relativ luftfuktighet	Inte kondenserande
Storlek (B x H x T)	440 x 490 x 220 mm
Vikt	< 20 kg

Provning

Utspänning	0 – 10 kV
Utström	10 mA @ 5 kV, 5 mA @ 10 kV
Upplösning	1 μ A
Exakthet	$\pm 10 \mu$ A
Motståndsmätning	Ja
Isolationsmotståndsmätning	0,01 M Ω till > 1 G Ω
Spännings- och strömbegränsning	inställbar

Förlokalisering av kabelfel

Mätmetod	Mätbrygga enligt Murray och Glaser
Mätspänning/bryggspänning	100 V – 10 kV, inställbar
Mätström	upp till 50 mA, inställbar
Exakthet	$\pm 0,1 \%$
Mätprocedur	automatisk
Definierbara kabelsektorer	50
Spännings- och strömbegränsning	Ja

Efterlokalisering av kabelfel

Pulsspänning	100 V – 10 kV
Pulsström	max 700 mA
Pulsmönster	4 pulsmönster är tillgängliga

12 UNDERHÅLL

12.1 Felmeddelanden

Gör så här, om det visas ett felmeddelande:

1. Kontrollera försörjningsspänningen samt anslutnings- och jordningskabeln.
2. Skriv upp texten i felmeddelandet och tillvägagångssättet som ledde till att felet uppstod.
3. Kontakta närmaste BAUR-representant (<http://www.baur.eu/baur-worldwide>).

12.2 Felkoder

Kod	Typ av fel	Åtgärd
1001	Högspänningsfel	Starta om apparaten
1001	Högspänningsfel	Starta om apparaten
1005	Internt USB-fel	Starta om apparaten
1005	Internt USB-fel	Starta om apparaten
1006	Internt EEPROM-fel	Starta om apparaten
1006	Internt EEPROM-fel	Starta om apparaten
1007	Fel på realtidsklockan	Ställ in datum och tid och starta om apparaten
1007	Fel på realtidsklockan	Ställ in datum och tid och starta om apparaten
1008	Minnesfel	Starta om apparaten
1008	Minnesfel	Starta om apparaten
1009	Nödstopp aktiverat	Deaktivera nödstoppet
1009	Nödstopp aktiverat	Deaktivera nödstoppet
1010	Minnesfel	Starta om apparaten
1011	Konverteringsfel digital-analog	Starta om apparaten
1011	Minnesfel	Starta om apparaten
1012	Internt EEPROM-fel	Starta om apparaten
1012	Internt EEPROM-fel	Starta om apparaten
1013	Inga kalibreringsdata	Ange kalibreringsdata
1014	Ogiltiga kalibreringsdata	Ange giltiga kalibreringsdata
1015	Överspänning	Starta om apparaten

2001	Kommunikationsfel hos den digitala mätbryggan	Starta om apparaten
2001	Kommunikationsfel hos den digitala mätbryggan	Starta om apparaten
2002	Tidsöverskridning hos den digitala mätbryggan	Starta om apparaten
2002	Tidsöverskridning hos den digitala mätbryggan	Starta om apparaten
2003	Kommandofel hos den digitala mätbryggan	Starta om apparaten
2003	Kommandofel hos den digitala mätbryggan	Starta om apparaten
2004	Den digitala mätbryggan är inte redo	Starta om apparaten
2004	Den digitala mätbryggan är inte redo	Starta om apparaten
2005	Självttestfel hos den digitala mätbryggan	Starta om apparaten
2005	Självttestfel hos den digitala mätbryggan	Starta om apparaten
2006	Nolljusteringfel hos den digitala mätbryggan	Kontrollera anslutningen
2006	Nolljusteringfel hos den digitala mätbryggan	Kontrollera anslutningen
2007	Kommunikationsfel hos den digitala mätbryggan	Starta om apparaten
2008	Kommunikationsfel hos den digitala mätbryggan	Starta om apparaten
2009	Kommunikationsfel hos den digitala mätbryggan	Starta om apparaten
2010	Kommunikationsfel hos den digitala mätbryggan	Starta om apparaten
2011	Kommunikationsfel hos den digitala mätbryggan	Starta om apparaten
2012	Kommunikationsfel hos den digitala mätbryggan	Starta om apparaten
2013	Kommunikationsfel hos den digitala mätbryggan	Starta om apparaten
4001	Strömmodulfel	Starta om apparaten
4002	Strömmodulfel	Starta om apparaten
4003	Strömmodulfel	Starta om apparaten
4004	Strömmodulfel	Starta om apparaten
4005	Strömmodulfel	Starta om apparaten
4006	Fel på digital-analog-omvandlare	Starta om apparaten
4007	Kommunikationsfel hos strömmodulen	Starta om apparaten
4008	Kommunikationsfel hos strömmodulen	Starta om apparaten
4009	Kommunikationsfel hos strömmodulen	Starta om apparaten
4010	Kommunikationsfel hos strömmodulen	Starta om apparaten
4011	Kommunikationsfel hos strömmodulen	Starta om apparaten
4012	Kommunikationsfel hos strömmodulen	Starta om apparaten
4013	Kommunikationsfel hos strömmodulen	Starta om apparaten
4014	Strömmodul övertemperatur	Kyl ner apparaten och starta om den

4021	Kommunikationsfel hos strömmodulen	Starta om apparaten
4022	Strömmodulsfel, fel vid inställning av digital-analog-omvandlare	Starta om apparaten
4023	Strömmodulsfel, fel vid läsning hos analog-digital omvandlare	Starta om apparaten
9002	Kalibreringspotentiometer på den nedre änden	Kontrollera anslutningen
9003	Kalibreringspotentiometer på den övre änden	Kontrollera anslutningen
9004	Tidsgräns för kalibrering	Kontrollera anslutningen
9005	Polaritetsbyte	Kontrollera anslutningen
9006	Ingen finkalibrering möjlig	Kontrollera anslutningen

Om felet återkommer bör du kontakta BAUR GmbH eller din närmaste BAUR-återförsäljare (<http://www.baur.at/worldwide/>).

12.3 Rengöring

<i>OBSERVERA</i>
Skador på enheten orsakade av felaktiga rengöringsmedel ▶ Använd inga slipande, frätande eller aggressiva rengöringsmedel. ▶ Observera materialkompatibilitet. ▶ Rengör produkten inte med aceton eller nitroföreningar. ▶ Rengör elektriska apparater aldrig med vatten.

- ▶ Rengör displayerna endast med en torr eller lätt fuktad trasa.
- ▶ Använd ett mildt rengöringsmedel till höljet.
- ▶ Skydda styrdelen under förvaringstiden.

13 LEVERANSOMFATTNING OCH TILLVAL

Leveransomfattning

- Högspänningsanslutningskabel
- 4-ledare brygganslutningskabel
- Anslutningsklämmor
- Kortslutningskabelsatser för brygganslutningsteknik
- Jordledning
- Nätkabel
- USB minne
- Bärrem
- Bruksanvisning

Tillval

Nödvändig för efterlokalisering av kabelmantelfel enligt stegspänningsmetoden:

- Sökmottagare KMF 1 inklusive jordspett och anslutningskablar
- eller
- Tillbehörupsättning för lokalisering av kabelmantelfel inklusive jordspett och anslutningskablar (om UL 30 tillgänglig)

Övriga tillval

- Urladdnings- och jordstav GDR 20-125

13.1 Reservdelar

- Jordkabel (460-741)
- Nätsladd
- Anslutningsklämmor (551-133)
- USB-minne (310-078)
- Bärrem (670-071)
- Kortslutningskabel med klämmor (460-745)

14 FÖRSÄKRAN OM ÖVERENSSTÄMMELSE

Vi



BAUR GmbH
Raiffeisenstraße 8
6832 Sulz / Österreich
headoffice@baur.at
www.baur.eu

försäkrar i eget ansvar, att produkten

System för kabelmanteltest och fellokalisering shirla

som avses i denna försäkran överensstämmer med följande standarder eller normativa dokument:

- Lågspänningsdirektiv 2014/35/EU
EN 61010-1:2010
EN 61010-2-030:2010
EN 50191:2010
- EMC-direktiv 2014/30/EU
EN 55011:2009 + A1:2010
EN 61000-4-2:2009
EN 61000-4-4:2012
EN 61000-4-5:2014
- Miljöpåverkan
EN 60068-2-ff

Undertecknat:

Torsten Berth, teknisk chef

Dr Eberhard Paulus, chef QM/QS

Sulz, 2015-11-30

15 INDEX

A

Ansluta högspänningskabeln för testning • 27
Ansluta skyddsjordkabeln • 27
Anslutning av jordkabeln • 23
Anslutning av olika kabeltyper • 27
Anslutning och inställningar • 43
Anslutningsmetod för bryggmätning • 29
Användning av menyn • 24
Arbeta med endast en sektor • 39
Avsedd användning shirla • 6
Avsluta mätningen i förtid • 42, 45
Avsluta testet i förtid • 36

B

Bryggmätning enligt Glaser-metoden • 11
Bryggmätning enligt Murray-metoden • 13

D

Driftlägen • 8

E

Efterlokalisering av kabel- och kabelmantelfel • 7
Efterlokalisering av kabelfel • 43
Egenskaper • 8
Exempel • 18

F

Felkoder • 49
Fellokalisering på en kabel med T-skarv • 16
Felmeddelanden • 49
Förbereda apparaten för kabel- eller kabelmanteltest • 27
Förbereda kabeln • 27
Förlokalisering / mätbrygga • 37
Förlokalisering av kablar och kabelmantlar • 6

Försäkran om överensstämmelse • 54

H

Hur den här bruksanvisningen ska användas • 5

I

Idrifttagning • 25
Inställningar • 34, 37

J

Jämförelse mellan spänningsfallsmetoden och bryggmätning • 21

K

Kabel- och kabelmanteltest • 33
Kontrollpanel • 23
Koppla in och koppla ur högspänningen • 31

L

Lagstadgad garanti • 8
Leveransomfattning och tillval • 53
Lägga till sektorer • 39

M

Med en hjälpledare och icke konstant ledarareor • 15
Med en hjälpledare och konstant ledararea • 14
Med två hjälpledare och icke-konstant ledararea eller ledarmaterial med olika resistivitet • 13
Med två hjälpledare och konstant ledararea • 11
Menyanvändning • 30
Mätfel • 20
Mätprincip och mätnoggrannhet • 9

N

Nolljustering • 40

O

Okänt avstånd till T-skarven • 19

Om denna bruksanvisning • 5

Oskärmad lågspänningskabel med stor area • 22

P

Plastkabel N2XSY med kopparskärm • 21

R

Rengöring • 52

Reservdelar • 53

S

Sektorer • 38

Spännings- och strömvisning • 24

Styrelement • 23

Säkerhetsutrustning • 8

T

Tekniska data • 47

Testning • 35

Testning av kablar och kabelmantlar • 6

U

Underhåll • 49

Uppdatera programvaran • 46

Upprepa mätning • 42

Urladdning och jordning • 25

V,W

Wheatstone-bryggans princip • 9

Viktiga grundläggande regler • 25



BAUR GmbH

Raiffeisenstraße 8
6832 Sulz / Österreich
headoffice@baur.at
www.baur.eu

892-282-4-yvg-14.10.2016