

1972-11-02

Sida 1 (25)

Tjänsteställe, handläggare F:UHD/S Möller TELUB/TT2/ S Möllerberg	Fastställd av J Savander /R Hjärter	Andrad enligt	Upphöver
--	---	---------------	----------

TelefonkablarFelsökningsföreskrift

<u>Innehåll</u>	<u>Sida</u>
1 Allmänt	2
2 Erforderlig utrustning	2
3 Mätmetoder	2
3.1 Resistansmätning	4
3.2 Omvandling av högresistiva kontaktfel	7
3.3 Avledning	8
3.4 Kontakt mellan ledare	10
3.5 Avledning	12
3.6 Kontakt mellan ledare	13
3.7 Avbrott	15
3.8 Splittringar	19
4 Övriga hjälpmedel	22
4.1 Utringning av trådförbindningar	22
4.2 Mät-sladdars inverkan på mätresultatet vid resistansmätning	23
4.3 Mät-sladdars inverkan på mätresultatet vid kapacitansmätning	25

1 Allmänt

För felsökning på kabel och ledningar finns idag många mätmetoder och det finns även många hjälpmedel, exempelvis i form av instrument. De mätmetoder som beskrivs i det följande är allmängiltiga och alltså inte bundna till några speciella mätinstrument.

2 Erforderlig utrustning

<u>Förrådsbeteckning</u>	<u>Förrådsbenämning</u>	<u>Ursprungsbeteckning</u>	<u>Anm</u>
M3620-141011	Resistansmätbrygga MT		Vid R- och C-mätningar
M3743-840810	Utringningsapparat	LME-LTR1261	
M3743-840910	Utringningsapparat	LME-LTR1262	

Ovanstående instrument kan ersättas av andra med motsvarande data.

3 Mätmetoder

I det följande anges en sammanställning av mättekniska beskrivningar för lokalisering av olika fel i ett ledningsnät, samt i vilket avsnitt i denna föreskrift som metoden beskrivs.

3 Mätmetoder (forts)

Felets art	Mätmetod m m	Instrument	Avsnitt
Ovisst	Resistansmätning (motsvarar även summamätning)	Resistansmätbrygga	3.1
Högresistivt fel	Omvandling till låg- resistivt fel	Likströms - eller resonansaggregat	3.2
Avledning	"Murray loop test" (ger mindre noggranna värden)	Resistansmätbrygga	3.3
Kontakt mellan ledare	"Murray loop test" (ger mindre noggranna värden)		3.4
Avledning	"Varley loop test" (ger noggranna vär- den)		3.5
Kontakt mellan ledare	"Varley loop test" (ger noggranna vär- den)		3.6
Avbrott på en eller flera ledare	Kapacitansmätning		3.7
Avbrott på en ledare	Kapacitansmätning	3.7	
Splittringar	Kapacitansmätning	3.8	

3 Mätmetoder (forts)

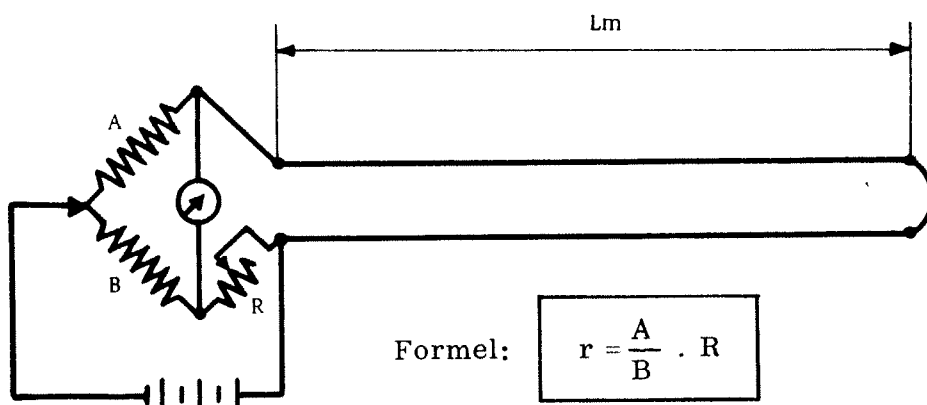
Ofta krävs tillrättaläggande av förbindningar efter avslutad felsökning och eventuell reparation. Lämplig utrustning, se avsnitt 4.1.

Mät-sladdars inverkan på mätresultatet enligt avsnitt 3 redovisas i avsnitt 4.2.

Tillämpning	Mätmetod m m	Utrustning	Avsnitt
Utringning av trådförbindningar	Galvanisk ringn	M3743-840810	4.1
	Talförbindelse	M3743-840910	
Mät-sladdars inverkan på mätresultatet	Resistansmätning Kapacitansmätning		4.2

3.1 Resistansmätning (Summamätning)

Mätinstrument: Resistansmätbrygga



$\frac{A}{B}$ = omsättningsförhållande (ratio)

R = reostatens inställda värde

r = (sökt resistans) = $\frac{A}{B} \cdot R$

- 3.1.1 Arbetsgång
- 3.1.1.1 Anslut ledarna till mätbryggan.
- 3.1.1.2 Kortslut noggrant ledningsparets bortre ände.
- 3.1.1.3 Ställ in mätbryggan för resistansmätning.
- 3.1.1.4 Ställ ratio-omkopplaren i lämpligt läge.
- 3.1.1.5 Balansera bryggan genom att reglera reostaten tills galvanometern visar 0.
- 3.1.1.6 Erhållna värden sätts in i formeln på bild 1 och den sökta resistansen r kan erhållas.
- 3.1.1.7 Längden L_m på en ledning kan erhållas om resistansen multipliceras med antal meter per ohm för aktuell ledardiameter enligt tabell 2 under förutsättning att ledarna endast har en dimension.

Alternativt kan ledningslängden erhållas om resistansen divideras med resistansen ohm per km enligt tabell 1 eller enligt kabelkatalogens motsvarande data. Ovanstående gäller under förutsättning att resistansen är angiven för dubbelledning. Om resistansen enligt tillgänglig tabell är angiven för enkelledning ska istället för r räknas med $\frac{r}{2}$.

Ledarens resistans varierar med temperaturen. När ett noggrant värde erfordras ska värden enligt tabell 1 användas.

3.1.1.7 (forts)

Tabell 1. Medelresistans för telefon- och signalledning, ohm/km

Ledardiameter	Resistanslängd, dubbelledning, ¹⁾ ohm/km			
	-10 ⁰	±0 ⁰	+10 ⁰	+20 ⁰
0,4 mm	242	253	264	275
0,5 mm	155	162	169	176
0,6 mm	108	112	118	122
0,7 mm	79	83	86	90
0,8 mm	61	63	66	69
0,75 mm ²	41	42	44	46
1,5 mm ²	20	21	22	23

Beräkningsgrund: Resistivitet = 17,1 ohm (km, mm²).

Längdökning förorsakad av skarvning (drall) = 1 %.

Tabell 2. Ledningslängd för telefon- och signalledning per ohm

Ledardiameter	Ledningslängd, dubbelledning, ¹⁾ meter/ohm			
	-10 ⁰	±0 ⁰	+10 ⁰	+20 ⁰
0,4 mm	4,13	3,95	3,79	3,64
0,5 mm	6,45	6,17	5,92	5,68
0,6 mm	9,26	8,93	8,47	8,20
0,7 mm	12,66	12,05	11,63	11,11
0,8 mm	16,39	15,87	15,16	14,49
0,75 mm ²	24,39	23,81	22,73	21,74
1,5 mm ²	50,00	47,62	45,46	43,48

1) Med resistans- respektive ledningslängd för dubbelledning avses summaresistansen för fram- och återledare.

3.2 Omvandling (nerbränning) av högresistiva kontaktfel

I de fall när mätutrustning saknas för lokalisering av högresistiva fel kan det vara lämpligt att med hjälp av ett aggregat med variabel spänning omvandla (bränna ner) det högresistiva felet till lågresistivt. Detta kan ske antingen med lik- eller växelspanning. När växelspanning används utnyttjas resonanstendensen för en avstämmd krets. I detta fall bildas kretsen av ledningens kapacitet och en spole som hör till utrustningen.

Resonansaggregatets avstämbara högspänningsspole ansluts parallellt med ett felaktigt trådpar och eventuellt ansluts även medföljande tillsatskondensator så att den nu erhållna resonanskretsen svänger med resonansfrekvensen 50 Hz. Kretsen bringas i svängning med en magnetiseringsspole som matas från 50 Hz växelström.

Regleringen av resonanskretsens spänning kan utföras genom att välja olika uttag på spolen och genom förskjutning av dess skärm.

I tabell 3 jämförs ett likströmsaggregat respektive resonansaggregats omvandlingseffekter vid olika felresistanser. Båda aggregaten lämnar 30 kV. Likströmsaggregatet har 150 k Ω inre resistans och 200 mA kortslutningsström.

3/2 Omvandling (nedbränning) av högohmiga kontaktfel (forts)

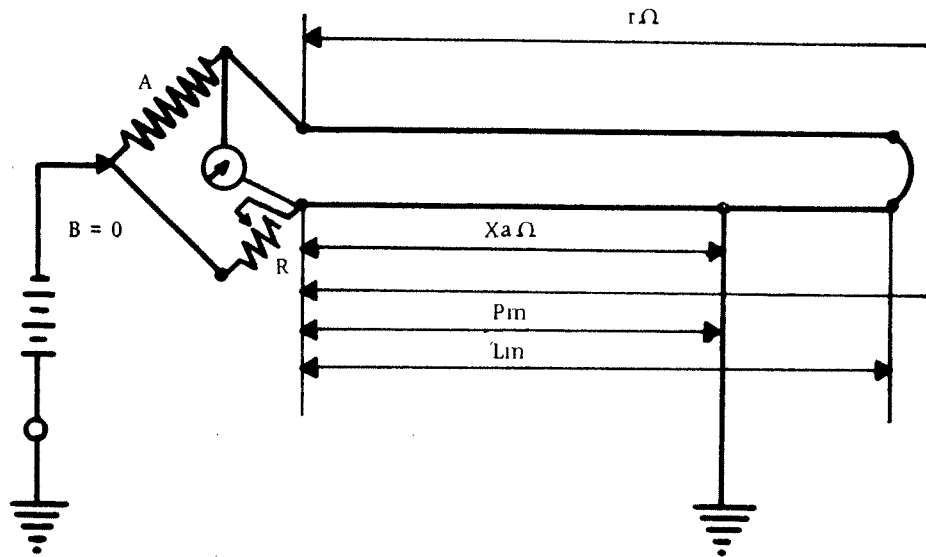
Tabell 3. Spännings- och effektbehov för olika avledningsresistanser

Resistansfel	Spänning vid felet (kV)		Omvandlingseffekt (kW)	
	likströms- aggregat	resonans- aggregat	likströms- aggregat	resonans- aggregat
Oändligt	30	30	0	0
1 M Ω	26	29	0,7	0,85
0,50 M Ω	23	28	1,1	1,6
0,15 M Ω	15,0	25	1,5	4,1
0,10 M Ω	12,0	23	1,4	5,2
50 k Ω	7,5	18,3	1,1	6,8
32 k Ω	5,3	15,0	0,9	7,5
10 k Ω	1,9	7,1	0,36	5,0
1 k Ω	0,2	0,95	0,04	0,9
100 k Ω	0,02	0,1	0,004	0,1
50 k Ω	0,01	0,05	0,002	0,05

3.3 Avledning

Mätmetod: Förhållandemätning ("Murray loop test")

Mätinstrument: Resistansmätbrygga

3.3 Avledning (forts)

Formel:

$$P_m = L_m \cdot \frac{2 \cdot R}{A + R}$$

$$X_a = \frac{R \cdot r}{A + R}; \quad P_m = \frac{R \cdot r}{A + R} \cdot \frac{m}{\Omega}$$

r = Summaresistans

R = Reostatens värde vid förhållandemätning

A = Ratio vid förhållandemätning

X_a = Resistans från mätplatsen till felstället

L_m = Avstånd i meter från mätplatsen till ledningens bortre ände

P_m = Avstånd i meter från mätplatsen till felstället

Som framgår av den inrutade formeln krävs inte summamätning när ledningens längd är känd.

Bild 2

3.3.1 Arbetsgång

3.3.1.1 Anslut ledare och jord till mätbryggan.

3.3.1.2 Kortslut ledningsparets bortre ände noggrant.

3.3.1.3 Ställ in mätbryggan för mätning av "Murray loop test".

3.3.1.4 Ställ ratioomkopplaren i lämpligt läge.

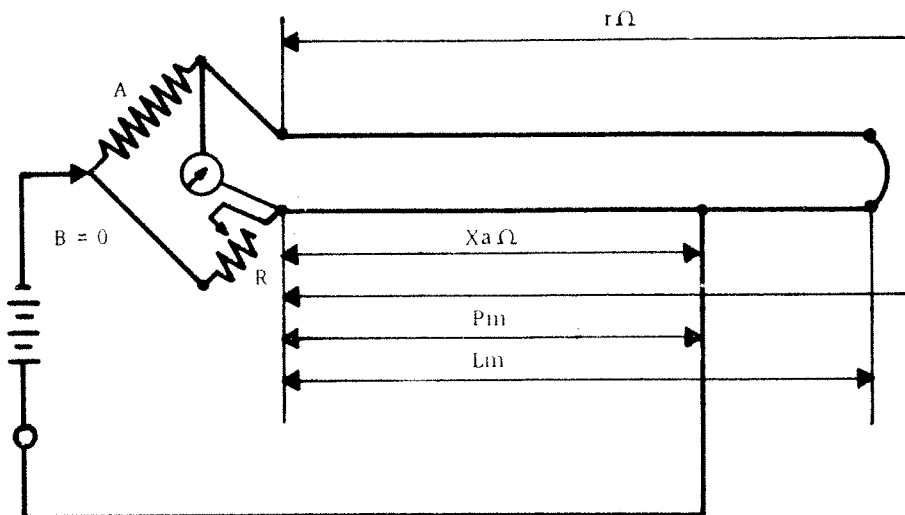
3.3.1.5 Balansera bryggan genom att reglera reostaten tills galvanometern visar 0.

3.3.1.6 Sätt in erhållna värden på R och A i formeln på bild 2 och beräkna Pm.

3.4 Kontakt mellan ledare

Mätmetod: Förhållandemätning ("Murray loop test")

Mätinstrument: Resistansmätbrygga

3.4 Kontakt mellan ledare (forts)

Formel:

$$P_m = L_m \cdot \frac{2 \cdot R}{A + R}$$

$$X_a = \frac{R \cdot r}{A + R}; \quad P_m = \frac{R \cdot r}{A + R} \cdot \frac{m}{\Omega}$$

- r = Summaresistans
 R = Reostatens värde vid förhållandemätning
 A = Ratio vid förhållandemätning
 X_a = Resistansen från mätplatsen till felstället
 L_m = Avståndet i meter från mätplatsen till ledningens bortre ände
 P_m = Avståndet i meter från mätplatsen till felstället

Som framgår av den inrutade formeln krävs inte summamätning när ledningens längd är känd.

Bild 3

3.4.1 Arbetsgång

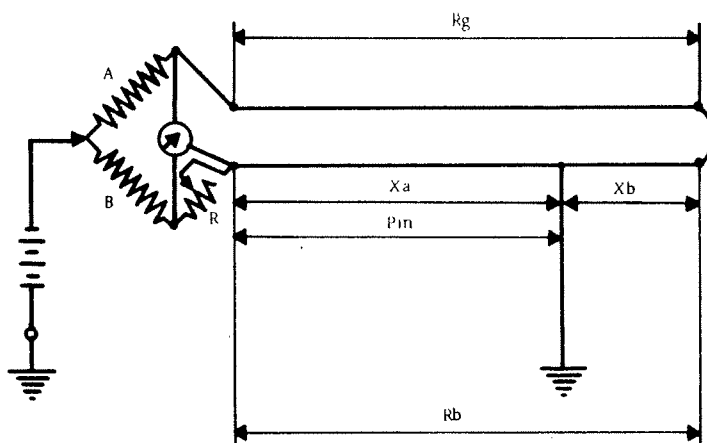
Se avsnitt 3.3

3.5 Avledning

Mätmetod: "Varley loop test"

Mätinstrument: Resistansmätbrygga

Denna mätmetod är lämpligast när höga resistanser är möjliga och en ytterst noggrann mätning erfordras.



Formler:

$$P_m = \frac{rB - AR}{A + B} \cdot \frac{m}{\Omega}$$

$$X_a = \frac{rB - AR}{A + B}$$

$$X_b = \frac{A(R + R_b) - BRg}{A + B}$$

r = Summaresistans = $R_g + R_b$

X_a = Resistansen från mätplatsen till felstället

X_b = Resistansen från felstället till ledningens bortre ände

R_g = Felfria ledarens resistans från mätplatsen till bortre änden

R_b = Felaktiga ledarens resistans från mätplatsen till bortre änden

$\frac{A}{B}$ = Omsättningsförhållandet (Ratio)

R = Reostatens värde

P_m = Avstånd i meter från mätplats till felställe

$\frac{m}{\Omega}$ = Antal meter per Ω för kabelns ledare

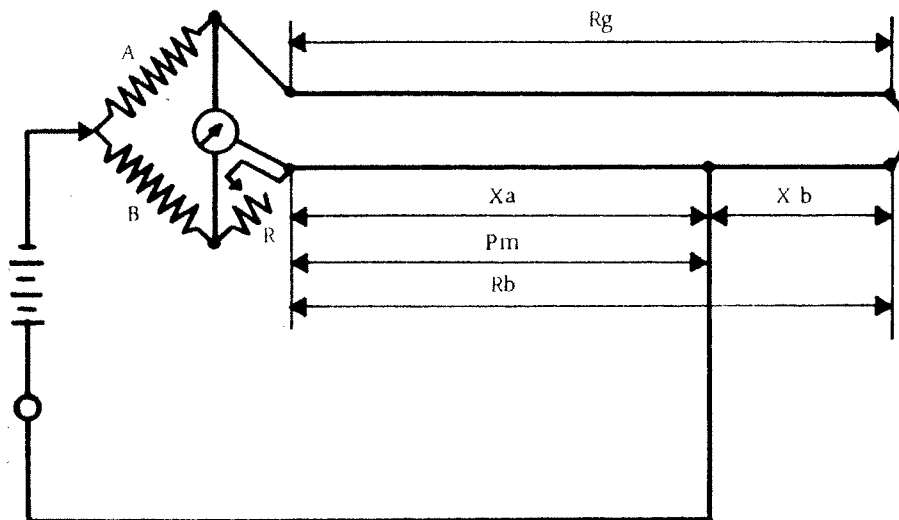
- 3.5.1 Arbetsgång
- 3.5.1.1 Sammankoppla den felaktiga ledaren med en felfri vid ledningens bortre ände.
- 3.5.1.2 Anslut ledare och jord till mätbryggan.
- 3.5.1.3 Ställ in mätbryggan för mätning av "Varley loop test".
- 3.5.1.4 Ställ ratio-omkopplaren i lämpligt läge.
- 3.5.1.5 Balansera bryggan genom att reglera reostaten tills galvanometern visar 0.
- 3.5.1.6 För in använda ratio-förhållandet $\frac{A}{B}$ i formeln, bild 4.
- 3.5.1.7 Sätt in erhållna värden i formlerna, bild 4 och allt är klart för uträkning. När avståndet från mätplatsen till felstället (= P) ska räknas ut, multipliceras värdet för Xa med ohm per meter för kabelns ledare, vilket framgår av formel på bild 4.
- 3.5.1.8 Utför summaräkning enligt avsnitt 3.1.

3.6 Kontakt mellan ledare

Mätmetod: "Varley loop test"

Mätinstrument: Resistansmätbrygga

Denna mätmetod är mest lämplig när höga resistanser är möjliga och en ytterst noggrann mätning erfordras.

3.6 Kontakt mellan ledare (forts)

Formel:

$$P_m = \frac{rB - AR}{A + B} \cdot \frac{m}{\Omega}$$

$$X_a = \frac{rB - AR}{A + B}$$

$$X_b = \frac{A(R + R_b) - B R_g}{A + B}$$

r = Summaresistans = $R_g + R_b$

X_a = Resistanserna från mätplatsen till felstället

X_b = Resistanserna från felstället till ledningens bortre ände

R_g = Felfria ledarens resistans från mätstället till bortre änden

R_b = Felaktiga ledarens resistans från mätstället till bortre änden

$\frac{A}{B}$ = Omsättningsförhållandet (Ratio)

R = Reostatens värde

P_m = Avståndet i meter från mätplats till felställe

$\frac{m}{\Omega}$ = Antal meter per Ω för kabelns ledare

Bild 5

3.6.1 Arbetsgång

3.6.1.1 Sammankoppla en av de felaktiga ledarna med en felfri vid ledningens bortre ände.

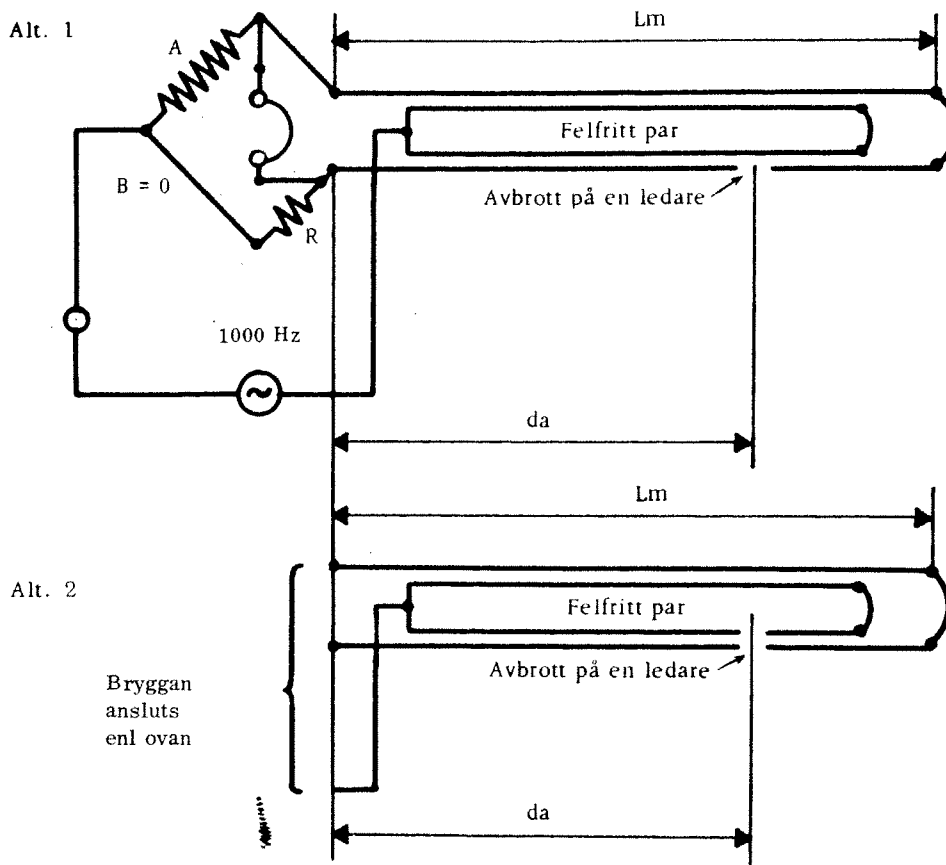
3.6.1.2 Anslut ledarna till mätbryggan.

För övrigt se avsnitt 3.5.

3.7 Avbrott

Avbrott på en eller flera ledare

Mätinstrument: Resistansmätbrygga



Formel:

$$da = \frac{2 Lm R}{A + R}$$

da = Avstånd i meter från mätplats till felställe

Lm = Avstånd i meter från mätplats till ledningens bortre ände

R = Reostatens värde

A = Ratio-omkopplarens värde

- 3. 7. 1 Arbetsgång

- 3. 7. 1. 1 Sammankoppla ledarna vid ledningens bortre ände enligt bild 6.

- 3. 7. 1. 2 Anslut hörtelefonen.

- 3. 7. 1. 3 Ställ in mätbryggan för mätning av "Murray loop test".

- 3. 7. 1. 4 Ställ ratio-omkopplaren i lämpligt läge.

- 3. 7. 1. 5 Balansera bryggan med reostaten tills ett minimum av generatorns ton hörs i hörtelefonen.

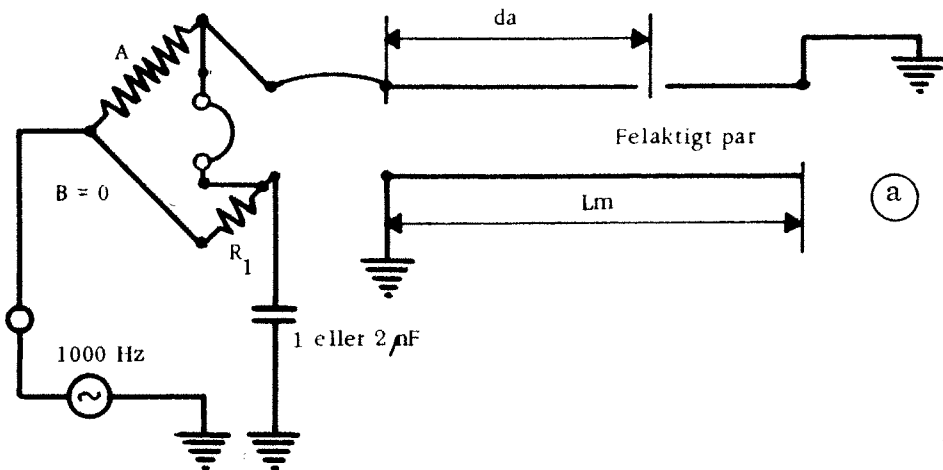
- 3. 7. 1. 6 Sätt in erhållna värden i formeln bild 6 och operationen är klar för uträkning.

3. 7. 1 (forts)

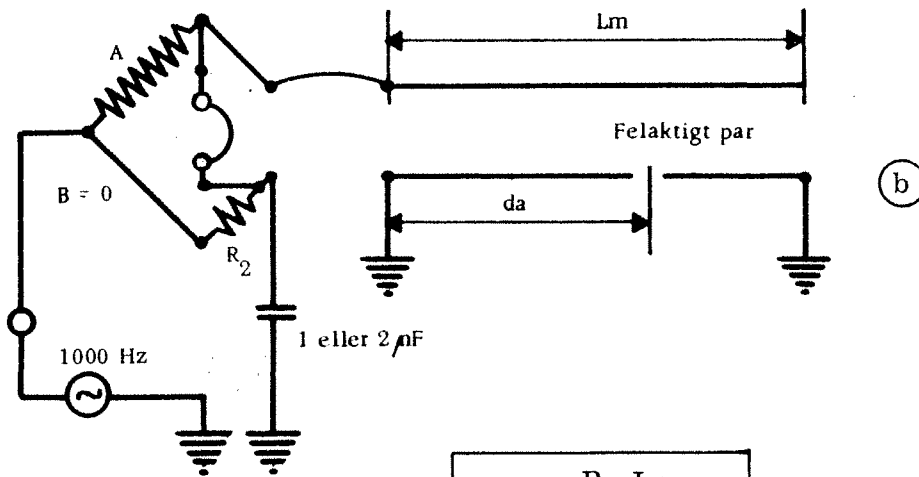
Avbrott på en ledare

Mätinstrument: Resistansmätbrygga

Första mätningen



Andra mätningen



Formel:

$$da = \frac{R_1 Lm}{R_2}$$

- da = Avstånd från mätplats till felställe
- Lm = Avstånd från mätplats till ledningens bortre ände
- R₁ = Reostatens värde vid första mätningen
- R₂ = Reostatens värde vid andra mätningen

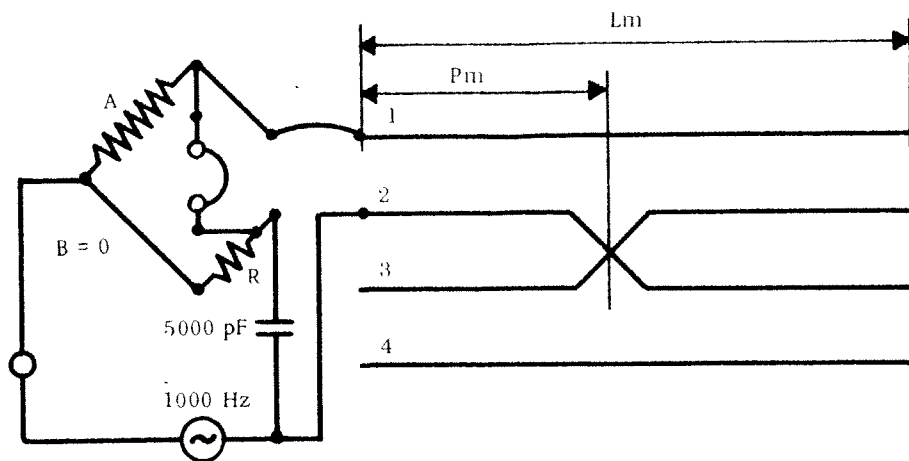
Bild 7

3. 7. 2 Arbetsgång (Första mätningen)
3. 7. 2.1 Koppla upp ledarna enligt bild 7a.
3. 7. 2.2 Anslut en kondensator på 1 eller 2 uF enligt bild 7a.
3. 7. 2.3 Anslut hörtelefonen.
3. 7. 2.4 Ställ in mätbryggan för mätning av "Murray loop test".
3. 7. 2.5 Ställ ratio-omkopplaren i lämpligt läge.
3. 7. 2.6 Balansera bryggan med reostaten tills ett minimum av generatorns ton hörs i hörtelefonen.
3. 7. 2.7 Anteckna erhållet värde för R_1 .
3. 7. 3 Arbetsgång (Andra mätningen)
3. 7. 3.1 Frigör den felfria ledaren från jordning och anslut den enligt bild 7b.
3. 7. 3.2 Anslut den felaktiga ledarens ände vid mätplatsen till jord.
3. 7. 3.3-6 Enligt första mätningen.
3. 7. 3.7 För in det nya värdet på R, nu benämnt R_2 , i formeln, bild 7. För in R_2 tillsammans med tidigare erhållet värde för R_1 och uträkning av värdet på "da" kan utföras.

3.8 Splittringar

Mätinstrument: Resistansmätbrygga

Lokalisering av splittringar har tidigare utförts genom att öppna skarvar för att "ringa in" felet. Denna metod är tidsödande. Genom kapacitansmätmetoden kan man med ganska stor säkerhet gå direkt på felstället och avsevärt minska tiden för felsökning.



Formel:

$$P_m = L_m \cdot \frac{R_1 - R_3}{R_1 + R_2 - 2 \cdot R_3}$$

R_1 = Reostatens värde vid första mätningen

R_2 = Reostatens värde vid andra mätningen

R_3 = Reostatens värde vid tredje mätningen

L_m = Ledningens längd i meter

P_m = Avstånd i meter från mätplats till felställe

Bild 8

3.8 Splittringar (forts)

Variationer av enkla splittringar

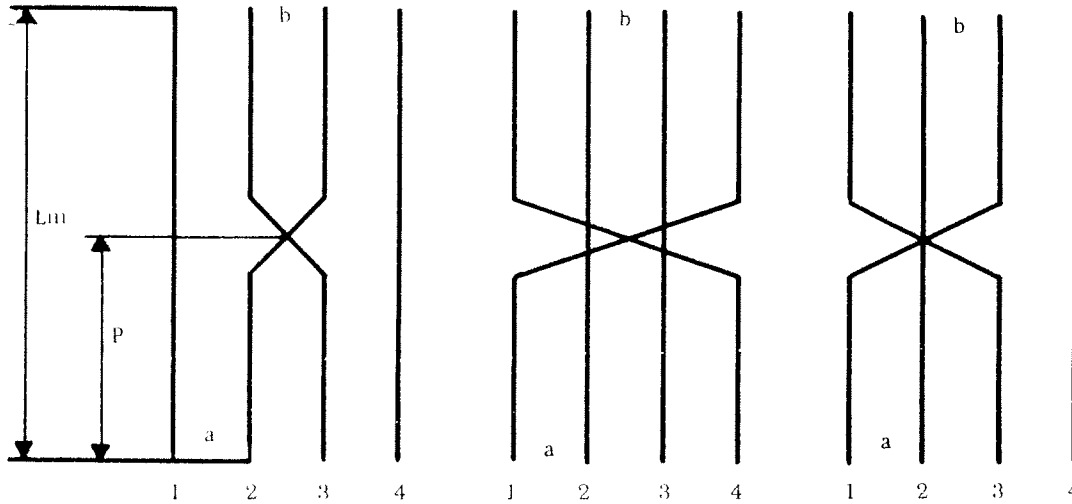


Bild 9

Följande tre kapacitansmätningar utförs enligt bild 9.

- $C_1 = \begin{matrix} 1 - 2 \\ 3 - 4 \end{matrix}$ medelvärde
- $C_2 = \begin{matrix} 1 - 3 \\ 2 - 4 \end{matrix}$ medelvärde
- $C_3 = \begin{matrix} 1 - 4 \\ 2 - 3 \end{matrix}$ medelvärde

3.8.1 Arbetsgång (Första mätningen för kapacitans C_1)

3.8.1.1 Anslut ledarna enligt mätuppkopplingen.

3.8.1.2 Anslut hörtelefonen.

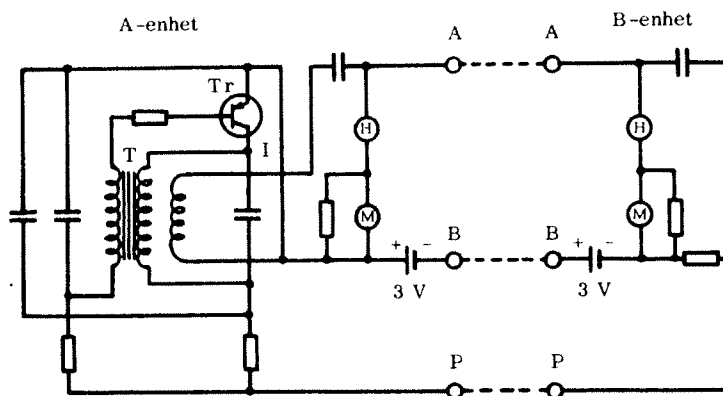
3.8.1.3 Ställ in mätbryggan för mätning av "Murray loop test".

- 3.8.1.4 Ställ ratio-omkopplaren i lämpligt läge.
- 3.8.1.5 Balansera bryggan med reostaten tills ett minimum av generatorns ton hörs i hörtelefonen.
- 3.8.1.6 Benämna reostatens inställda värde för R_1 och för i i formeln, bild 8.
- 3.8.2 Arbetsgång (Andra mätningen för kapacitans C_2)
- 3.8.2.1 Ledare 1 oförändrad anslutning.
- 3.8.2.2 Vid denna mätning byts ledare 2 mot ledare 3.
- 3.8.2.3-5 Enligt första mätningen
- 3.8.2.6 Benämna reostatens inställda värde för R_2 och för i i formeln, bild 8.
- 3.8.3 Arbetsgång (Tredje mätningen för kapacitans C_3)
- 3.8.3.1 Ledare 1 oförändrad anslutning.
- 3.8.3.2 Vid denna mätning byts ledare 3 mot ledare 4.
- 3.8.3.3-5 Enligt första mätningen
- 3.8.3.6 Benämna reostatens inställda värde för R_3 och för i i formeln, bild 8.

4 Övriga hjälpmedel4.1 Utringning av trådförbindningar

Utrustning:

- M3743-840810 (A-enhet), utringningsapparat
- M3743-840910 (B-enhet), utringningsapparat



A, B = Polskruvar för talförbindelse

P = Polskruvar för kontaktkniv

H = Hörtelefon

M = Mikrofon

T = Transformator

Tr = Transistor

Bild 10

A-enheten:

innehåller oscillatorutrustning, transistor OC 70, transformator, kondensator, motstånd och två 1,5 V torrbatterier.

B-enheten:

innehåller två 1,5 V torrbatterier, en kondensator och ett motstånd.

4.1 Utringning av trådförbindningar (forts)

I jacken för anslutning av talgarnityret är ett motstånd på 1000 ohm kopplat parallellt över mikrofonen. Motståndet hindrar avbrott i mikrofonkretsen om mikrofonen under arbetet hålls i olämpligt läge.

Strömförbrukningen är mycket liten varför batterierna sällan behöver bytas. Erfarenheten har visat att uttringningsapparaten, med maximal användning, har fungerat med samma batterier under 3/4 år.

Vid kontrollringning med denna utrustning ansluter man först trådarna för talförbindelse till A- respektive B-polskruvarna på båda enheterna.

Till såväl A- som B-enheten, polskruv P, ansluts en kontaktkniv med vilken man söker den tråd i kabeln som ska ringas ut. När A- och B-enheternas kontaktknivar kontaktar i var sin ände av den utringda tråden, hörs en 1000 Hz ton i talförbindelsen. Tonens styrka är så avvägd att den inte ska vara irriterande men ändå tydligt hörbar.

4.2 Mät-sladdars inverkan på mätresultatet vid resistansmätning

Ofta förekommer det att mät-sladdar måste ha sådan längd att deras elektriska data inverkar på mätresultatet.

Tar man inte hänsyn till detta kan lokalisering av felet ge missvisning på åtskilliga meter.

4.2 Mät-sladdars inverkan på mätresultatet vid resistansmätning (forts)

Vid resistansmätningar är det lämpligt att i beräkningarna förlänga ledningslängden vid mätplatsen.

Den förlängda delens resistans ska vara lika med mät-sladdens resistans.

Exempel:

- Vid en mätoperation används 10 meter mät-sladd med en summaresistans av $0,884\Omega$ (vid en viss temperatur). Ledningen, som ska mätas, har en ledar-diameter som är 0,5 mm. Resistansen för denna dimension vid samma temperatur är $0,173\Omega$ per meter.
- Är ledningens verkliga längd 100 meter ska till denna längd adderas 5,1 meter = 105,1 meter. 105,1 meter införs vid beräkningar i de olika formlerna. När räkneoperationen utförts och avståndet P_m (avstånd från slutänden vid mätplatsen till felstället) erhållits ska från detta värde dras 5,1 meter varefter måttet för "da" blir riktigt.

Mät-sladdens resistans motsvarar en ledningslängd = $\frac{0,884}{0,173} = 5,1$ meter.

För att snabbt kunna omsätta en mät-sladds resistans till ledningslängd kan tabell 4 användas.

4.2 Mät-sladdars inverkan på mätresultatet vid resistansmätning (forts)

Tabell 4. Omvandling av resistans till ledningslängd

Mät-sladdens		Motsvarande längd i m för olika ledningsdimensioner				
dim	längd	0,4 mm	0,5 mm	0,6 mm	0,7 mm	0,8 mm
0,7 mm	5 m	1,63	2,55	3,67	5,0	6,53
0,7 mm	10 m	3,26	5,11	7,35	10,0	13,1
0,7 mm	20 m	6,53	10,2	14,7	20,0	26,1
0,5 mm ²	5 m	1,26	1,96	2,83	3,85	5,03
0,5 mm ²	10 m	2,52	3,93	5,66	7,7	10,1
0,5 mm ²	20 m	5,03	7,85	11,3	15,4	20,1
0,75 mm ²	5 m	0,84	1,31	1,89	2,57	3,35
0,75 mm ²	10 m	1,68	2,62	3,78	5,14	6,71
0,75 mm ²	20 m	3,35	5,24	7,55	10,3	13,4
1,0 mm ²	5 m	0,63	0,98	1,41	1,82	2,52
1,0 mm ²	10 m	1,26	1,96	2,83	3,85	5,03
1,0 mm ²	20 m	2,52	3,93	5,66	7,7	10,1

4.3 Mät-sladdars inverkan på mätresultatet vid kapacitansmätning

Under förutsättning att de båda mät-sladdarna var för sig kan hänga fritt med ett ordentligt avstånd från varandra och jord, kommer mätresultatet att obetydligt påverkas av mät-sladdarnas kapacitanser.

1
2
3

