

FLUKE®

Jordningsresistans



Principer, testmetoder och tillämpningar

DIAGNOSTISERA
intermittenta
elektriska problem

UNDVIK
onödiga
driftstopp

FLUKE

LÄR DIG
om säkerhetsprinciper
när det gäller jord



Varför jorda, varför testa?

Varför jorda?

Undermålig jordning bidrar inte bara till onödiga driftavbrott, utan kan också vara farligt och ökar risken för skada på utrustningen.

Avsaknad av ett effektivt jordningssystem innebär en risk för elektriska stötar, för att inte tala om risken för skada på utrustning, över-tonspänning, effektfaktorsproblem och ett stort antal problem med intermittenta fel. Om det inte finns en väg för felströmmar till jord, genom ett korrekt utformat och underhållet jordningssystem kommer dessa hitta andra, ej avsedda, vägar och kan komma i kontakt med människor. Följande organisationer har rekommendationer och/eller standarder för jordning när det gäller säkerhet:

- OSHA (USA:s departement för hälsa och säkerhet på arbetsplatsen)
- NFPA (National Fire Protection Association)
- ANSI/ISA (American National Standards Institute and Instrument Society of America)
- TIA (Telecommunications Industry Association)
- IEC (Internationella elektrotekniska kommissionen)
- CENELEC (Europeiska kommittén för elektroteknisk standardisering)
- IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers)

Lämplig jordning är dock inte bara viktigt ur säkerhetssynpunkt. Ett annat syfte är att förhindra skador på industrifastigheter och utrustning. Ett bra jordningssystem förbättrar utrustningens pålitlighet och minskar sannolikheten för skada på grund av blixtnedslag eller felströmmar. Miljardbelopp förloras varje år på arbetsplatser på grund av elektriska bränder. Till detta kommer eventuella juridiska kostnader och minskad personal- och företagsproduktivitet.

Varför testa jordningssystem?

Med tiden kan korrosiv miljö med högt fukttinnehåll, hög salthalt och höga temperaturer försämra jordsteg och dess anslutningar. Även om jordsystemet har låga jordresistansvärden vid installationen kan alltså dess resistansvärden bli högre om jordstegen korroderar.

Jordtestare, som Fluke 1630-2 FC jordtång, är oundgängliga felsökningsinstrument när det gäller att säkerställa en oavbruten drift. Frustrerande intermittenta elektriska problem kan vara relaterade till undermålig jordning eller undermålig el-kvalitet.

Det rekommenderas därför starkt att alla jordningar och jordanslutningar kontrolleras minst en gång per år som en del i det normala förebyggande underhållsarbetet. Om en ökning av resistansen på mer än 20% uppmäts vid en periodisk kontroll, ska teknikern undersöka källan till problemet och åtgärda detta så att resistansen sänks, genom att ersätta eller lägga till jordsteg i jordsystemet.

Vad är jordning och vad innebär det?

NEC, National Electrical Code, paragraf 100 definierar jordning som: "En (avsiktlig eller oavsiktlig) ledande anslutning mellan en elektrisk krets eller utrustning och jorden, eller med någon ledande kropp som ersätter jorden." Det finns faktiskt två olika typer av jordning, jordning i mark och jordning i utrustning. Jordning i mark är en avsiktlig anslutning från en ledare i en krets, vanligen nollan, till en jordelektrod placerad i jord. Funktionsjordning är till för att säkerställa att driftsutrustning i en struktur är korrekt jordad. De här två jordningarna måste vara åtskilda med undantag för en anslutning mellan de två systemen. Detta förhindrar spänningsfall från ett möjligt överslag vid åsknedslag. Syftet med jordning är, förutom att skydda människor, anläggningar och utrustning, att tillhandahålla en säker avledning av felströmmar, åsknedslag, statiska urladdningar, elektricitet, elektromagnetisk strålning och störning.

Vad är ett bra jordresistansvärde?

Det råder stor förvirring kring vad bra jordning är och vad jordresistansvärden bör vara. Jorden ska helst ha en resistans på noll ohm.

Det finns ingen definierad standard för tröskelvärden för jordresistans som rekommenderas av alla certifieringsinstitut. NFPA och IEEE har dock rekommenderat att ett jordresistansvärde på 5,0 ohm eller mindre tillämpas.

NEC anger att "Systemimpedansen till jord ska vara mindre än 25 ohm, enligt NEC 250.56. I anläggningar med känslig utrustning ska detta värde vara 5,0 ohm eller mindre."

I telekommunikationsindustrin används ofta 5,0 ohm eller lägre som värde för jordning och förbindning.

Målet för jordresistans är att uppnå lägsta möjliga jordresistansvärde som är ekonomiskt och fysiskt genomförbart.



Varför testa? Korrosiv mark.



Varför jorda? Blixten slår ned.



Använd Fluke 1625-2 för att avgöra dina jordsystems tillstånd.

Innehållsförteckning

2

Varför jorda?
Varför testa?

4

Grundläggande om
jordning

6

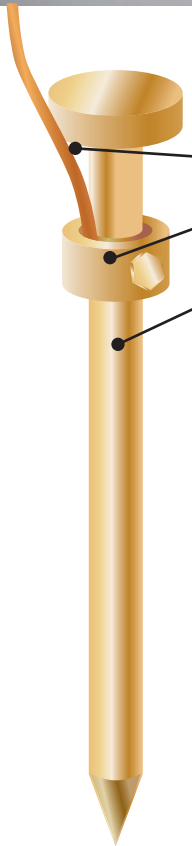
Metoder för
jordtestning

12

Mäta jordresistans

Grundläggande om jordning

Komponenter i en jordelektrod

- 
- Jordledare
 - Anslutning mellan jordledare och jordelektrod
 - Jordelektrod

Placering av resistanser

(a) Jordelektroden och dess anslutning

Resistansen i jordelektroden och dess anslutning är vanligtvis mycket låg. Jordstag görs ofta av mycket konduktiva material med låg resistans som t.ex. stål eller koppar.

(b) Kontaktmotstånd mellan den omgivande jorden och elektroden

National Institute of Standards (en myndighet som ingår i USA:s handelsdepartement) har visat att denna resistans är närmast försumbar förutsatt att jordelektroden inte är belagd med färg, fett eller liknande, och att den har stabil kontakt med jord.

(c) Den omgivande jordmassans resistans

Jordelektroden är omgiven av jord som konceptuellt sett består av koncentriska lager som alla har samma tjocklek. De lager som finns närmast jordelektroden har den minsta arean vilket innebär att den har störst resistans. Varje efterföljande lager har en större area vilket ger lägre resistans. Det sista lagret har till sist mycket låg resistans i förhållande till jorden som omger elektroden.

Med utgångspunkt i denna information bör vi alltså fokusera på att minska jordresistans vid installation av jordningssystem.

Vad påverkar jordningsresistansen?

Först bör nämnas att det enligt NEC-koden (1987, 250-83-3) krävs en jordelektrodlängd på minst 2,5 meter som är i kontakt med jord. Det finns dock fyra variabler som påverkar ett systems jordresistans:

1. Jordelektrodens längd/djup
2. Jordelektrodens diameter
3. Antal jordelektroder
4. Jordsystemets utformning

Jordelektrodens längd/djup

Ett mycket effektivt sätt att sänka jordresistans är att skjuta ned jordelektroden längre ned i jord. Jorden har inte en jämn resistivitet och kan vara mycket oförutsägbar. Vid installationen av en jordelektrod är det mycket viktigt att den hamnar under tjälgränsen. Detta görs för att jordresistansen inte ska påverkas så mycket av den omgivande jorden.

I allmänhet kan man fördubbla jordelektrodens längd för att minska resistansnivån med ytterligare 40 %. I vissa fall är det fysiskt omöjligt att föra ned jordstagen djupare, t.ex. i områden som består av berg, granit, m.m. I sådana fall kan alternativa metoder tillämpas, så som jordning i cement.

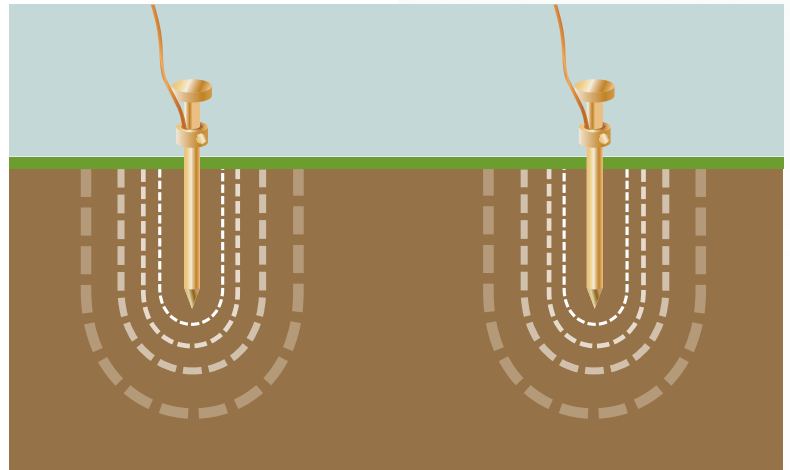
Jordelektrodens diameter

En ökning av jordelektrodens diameter har mycket liten effekt när det gäller att sänka resistansen. Om du t.ex. fördubblar diameter för en jordelektrod ökar resistansen endast med 10 %.

Antal jordelektroder

Ett annat sätt att minska jordresistansen är att använda flera jordelektroder. Mer än en elektrod drivs då ned i jorden och ansluts parallellt för att sänka resistansen. För att ytterligare elektroder ska vara effektiva måste mellanrummet mellan de ytterligare stagen vara minst lika stor som det djup staget har förts ned till. Utan lämpligt avstånd mellan jordelektroder kommer det område de påverkar överlappa varandra och resistansen sänks då inte.

Du kan använda tabellen över jordresistans nedan som en hjälp för att installera ett jordstag som uppfyller de specifika resistanskraven. Kom ihåg att detta endast ska användas som en tumregel, då jord har olika lager och sällan är homogent fördelad. Resistansvärden varierar stort.



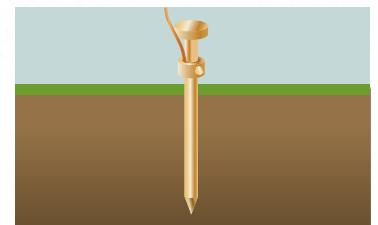
Varje jordelektrod har sin egen "inflytandesfär".

Jordsystemets utformning

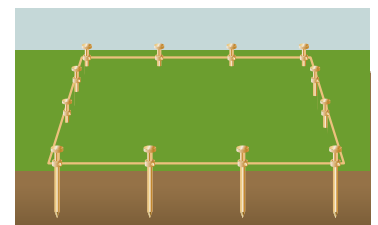
Enkla jordningssystem består av en enskild jordelektrod som förs ned i jorden. Den vanligaste jordningsmetoden är att använda en enkel jordelektrod, vilket kan ses utanför ett bostadshus eller en företag. Komplexa jordningssystem har flera jordstagar, anslutna till masknät eller gallernät, jordplattor och jordslingor. De här systemen är vanligtvis installerade vid transformatorstationer för kraftgenerering, telestationer och mobiltelefonmaster.

Komplexa nätverk ökar dramatiskt kontakten med omgivande jord och sänker jordresistansen.

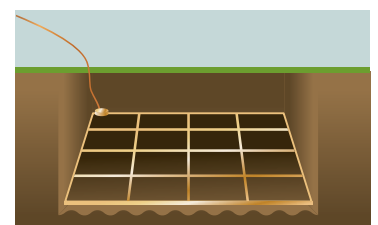
Jordsystem



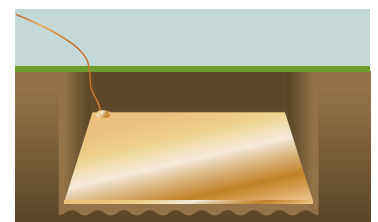
Enkel jordelektrod



Flera jordelektroder anslutna



Masknät



Jordplatta

Typ av jord	Jordresistivitet R_E	Jordningsresistans					
		Jordelektrodens djup (meter)			Jordningsband (meter)		
		3	6	10	5	10	20
Mycket fuktig jord, träskliknande	30	10	5	3	12	6	3
Jordbruksjord, lerjordar	100	33	17	10	40	20	10
Sandig lerjord	150	50	25	15	60	30	15
Fuktig sandjord	300	66	33	20	80	40	20
Betong 1:5	400	-	-	-	160	80	40
Fuktigt grus	500	160	80	48	200	100	50
Torr sandjord	1 000	330	165	100	400	200	100
Torr grus	1 000	330	165	100	400	200	100
Stenig jord	30 000	1 000	500	300	1 200	600	300
Sten	10^7	-	-	-	-	-	-

Vilka metoder finns för jordtestning?

Det finns fyra typer av jordtestningsmetoder:

- **Jordresistivitet** (med jordspett)
- **Spänningsfall** (med jordspett)
- **Selektivt** (med en tång och jordspett)
- **Jordspettsfri** (med endast tänger)

Jordresistivitetsmätning

Varför ska jag mäta jordresistivitet?

Information om jordresistivitet behövs framför allt när man ska fastställa jordningssystemens utformning för nya installationer för att uppfylla tillämpliga jordresistanskrav. Det bästa är att leta rätt på den plats där den lägsta resistansen kan uppnås. Men som nämndes ovan kan undermåliga jordförhållanden kompenseras med mer komplexa jordningssystem.

Jordsammansättning, fuktinnehåll och temperatur är faktorer som påverkar jordresistivitet. Jord är sällan homogen och jordresistiviteten varierar geografiskt och på olika jorddjup. Fuktinnehållet ändras efter säsong och i enlighet med jordens olika lager och grundvattennivån. Eftersom jord och vatten generellt sett är mer stabila i de djupare lagren rekommenderas det att jordstagen placeras så djupt ner i jorden som möjligt, helst vid grundvattennivån. Vidare ska jordstagen installeras där temperaturen är stabil, dvs. under tjälgränsen.

För att jordningssystemet ska bli effektivt måste det vara utformat att klara värsta tänkbara förhållanden.

Hur beräknar jag jordresistivitet?

I mätförfarandet som beskrivs nedan används den universellt erkända Wenner-metoden, som utvecklades av Dr. Frank Wenner på US Bureau of Standards 1915. (F. Wenner, A Method of Measuring Earth Resistivity; Bull, National Bureau of Standards, Bull 12(4) 258, sid. 478–496; 1915/16.)

Formeln är som följer:

$$\rho = 2 \pi A R$$

(ρ = genomsnittlig jordresistivitet till djup A i ohm-cm)

$$\pi = 3,1416$$

A = avståndet mellan elektroderna i cm

R = testinstrumentets uppmätta resistansvärde i ohm

Obs! Dela ohm-centimeter med 100 för att omvandla till ohm-meter. Var noggrann med enheterna.

Exempel: Du har bestämt dig för att installera tre meter långa jordstag som en del av ditt jordningssystem. Du ska då mäta jordresistiviteten på tre meters djup. Vi har tidigare talat om ett avstånd mellan testelektroderna på nio meter.

För att mäta jordresistiviteten ska du starta Fluke 1625-2 och läsa av resistansvärdet i ohm. Du kan i det här fallet anta att resistansen är 100 ohm. Vi vet alltså i det här fallet att:

$$A = 9 \text{ meter}$$

$$R = 100 \text{ ohm}$$

Jordresistiviteten är då lika med:

$$\rho = 2 \times \pi \times A \times R$$

$$\rho = 2 \times 3,1416 \times 9 \text{ meter} \times 100 \text{ ohm}$$

$$\rho = 5\,655 \, \Omega\text{m}$$

Hur mäter jag jordresistans?

För att testa jordresistiviteten ansluter du jordtestaren på det sätt som visas nedan.

Som du kan se placeras de fyra jordspetten i jorden i en rak linje, på samma avstånd från varandra. Avståndet mellan jordspetten ska vara minst tre gånger större än spettdjupet. Så om varje jordspett har ett djup på 30 centimeter ska du se till att avståndet mellan jordspetten är större än 91 centimeter. Fluke 1625-2 genererar en viss specificerad ström till de två yttre jordspetten och spänningsfallet mellan de två yttre jordspetten mäts mellan de två inre jordspetten. Fluke-testare beräknar jordresistansen automatiskt med hjälp av Ohms lag ($V = IR$).

Eftersom mätresultaten ofta påverkas och blir felaktiga på grund av metallbitar under jorden, vattenledningar m.m. rekommenderar vi att du alltid utför ytterligare mätningar genom att vrida spettets axel 90 grader. Genom att ändra djup och avstånd flera gånger kan man bygga upp en profil för att fastställa vilket jordresistanssystem som är lämpligast.

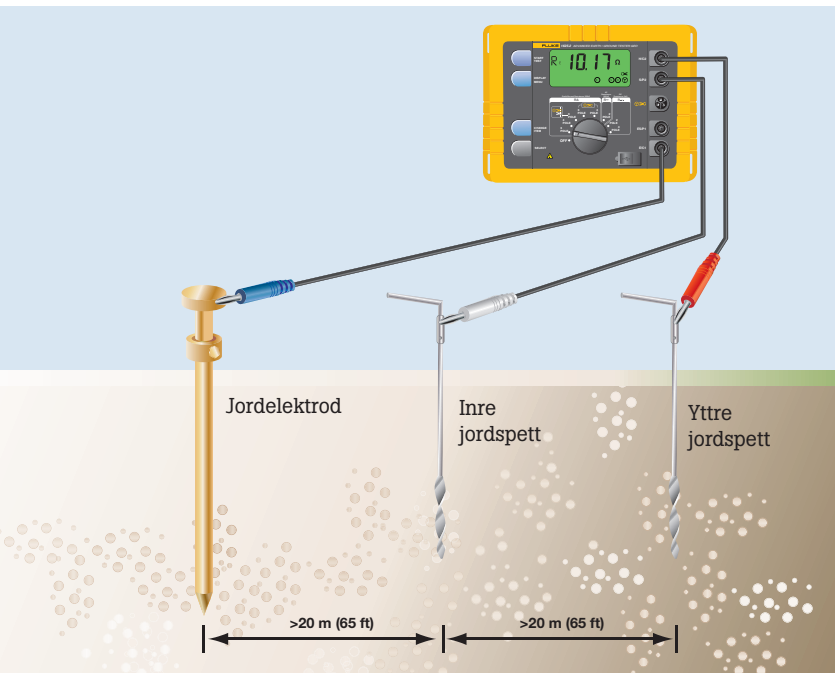
Jordresistivetsmätningar blir ofta felaktiga på grund av jordströmmar och deras övertoner. För att förhindra att detta sker har Fluke 1625-2 ett automatiskt frekvenskontrollsystem (AFC). Detta väljer automatiskt den testfrekvens som har lägst brus, vilket gör att du kan få en tydlig avläsning.



Konfiguration för testning av jordresistivitet med Fluke 1623-2 eller 1625-2.



Vilka metoder finns för jordtestning?



Spänningsfallsmätning

Spänningsfallstestmetoden används för att mäta ett jordsystems eller en enskild elektrodens förmåga att avleda energi från en plats.

Hur fungerar spänningsfallstestet?

Först måste jordelektroden av intresse kopplas bort från dess anslutning till platsen. Sedan ska testaren anslutas till jordelektroden. Vid det 3-poliga spänningsfallstestet placeras två jordspett i jorden i en rak linje – på avstånd från jordelektroden. Normalt räcker ett avstånd på 20 meter. Mer information om isättning av jordspett finns i nästa avsnitt.

Fluke 1625-2 genererar en känd ström till det yttre jordspettet (hjälpjordspettet) och jordelektroden, medan fallet i spänningspotential mäts mellan det inre jordspettet och jordelektroden. Testaren beräknar jordelektrodens resistans automatiskt med hjälp av Ohms lag ($V = IR$).

Anslut jordtestaren såsom visas på bilden. Tryck på START och avläs R_E -värdet (resistansvärdet). Det här är det faktiska värdet för jordelektroden som testas. Om jordelektroden är parallell eller i serie med andra jordstag är R_E -värdet det totala värdet av alla resistanser.

Hur placerar jag jordspetten?

För att uppnå den högsta graden av noggrannhet för ett 3-poligt jordresistanstest är det mycket viktigt att proven placeras utanför inflytandesfären för jordelektroden som testas och hjälpjorden.

Om du inte kommer utanför inflytandesfären överlappar resistansens effektiva områden och mätningarna du tar blir ogiltiga. Tabellen är en vägledning för att ställa in proven (det inre jordspettet) och hjälpjorden (det yttre jordspettet).

För att testa resultatens noggrannhet och säkerställa att jordspetten är utanför inflytelsesfärerna ska du ompositionera det inre jordspettet (proben) en meter i vardera riktningen och ta en ny mätning. Om det är en betydande förändring i avläsningen (30 %) måste du öka avståndet mellan jordstagen som testas, det inre jordspettet (proben) och det yttre jordspettet (hjälpjorden) tills de uppmätta värdena förblir tämligen konstanta när det inre jordspettet (proben) ompositioneras.

Jordelektrodens djup	Avstånd till inre jordspett	Avstånd till yttre jordspett
2 m	15 m	25 m
3 m	20 m	30 m
6 m	25 m	40 m
10 m	30 m	50 m

Selektiv mätning

Selektiv testning är mycket lik spänningsfallstestningen och ger samma mätningar, men på ett mycket säkrare och enklare sätt. Detta eftersom jordelektroden av intresse inte behöver kopplas bort från dess anslutning till platsen när selektiv testning används! Teknikern behöver inte utsätta sig själv för risk genom att fränkoppla jorden och inte heller utsätta annan personal eller elektrisk utrustning för risk inne i en icke-jordad struktur.

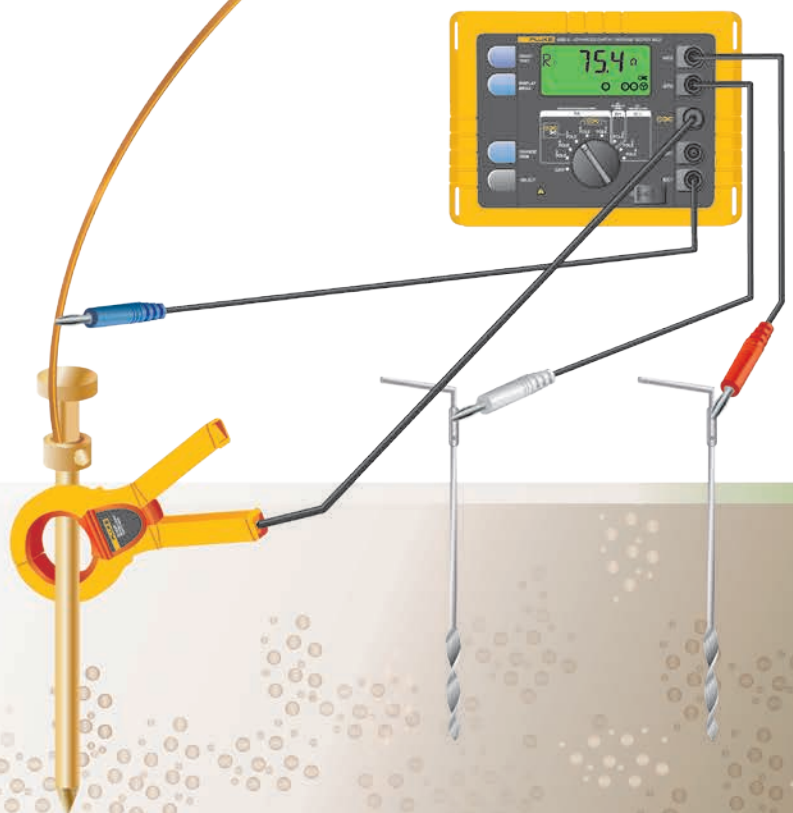
Precis som vid Spänningsfallstestet placeras två jordspett i jorden i en rak linje – på avstånd från jordelektroden. Normalt räcker ett avstånd på 20 meter. Testaren ansluts sedan till jordelektroden av intresse, med den fördelen att anslutningen till platsen inte behöver fränkopplas. I stället placeras en specialtång runt jordelektroden, vilket eliminerar effekterna av parallella resistanser i ett jordat system så att endast jordelektroden av intresse mäts.

Precis som förut genererar Fluke 1625-2 en känd ström till det yttre jordspettet (hjälpjordspettet) och jordelektroden, medan fallet i spänningspotential mäts mellan det inre jordspettet och jordelektroden. Endast strömflödet genom jordelektroden av intresse mäts med hjälp av tången. Den genererade strömmen flödar även genom andra parallella resistanser, men endast strömmen genom tången (dvs. strömmen genom jordelektroden av intresse) används för att beräkna resistansen ($V = IR$).

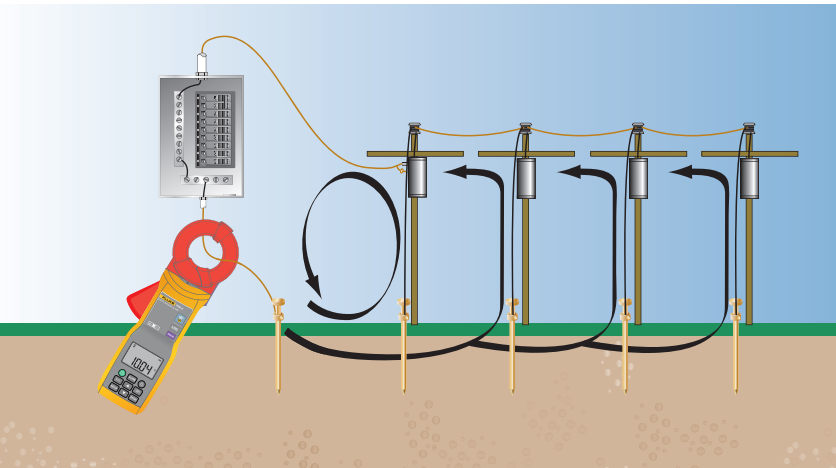
Om jordsystemets totala resistans ska mätas måste varje jordelektrodsresistans mätas genom att tången placeras runt varje enskild jordelektrod. Sedan kan jordsystemets totala resistans fastställas genom beräkning.

Om enskilda jordelektrodsresistanser för kraftledningsstolpar för högspänning med ledningar ovanför jord eller statiska ledningar ska testas måste ledningarna fränkopplas. Om en stolpe har mer än en jordning vid basen måste dessa också fränkopplas en efter en och testas. Fluke 1625-2 har dock ett tillvalstillbehör, en tångströmtransformator (320 mm i diameter), som kan mäta varje bens enskilda resistans utan att några jordledningar eller statiska ledningar/ledningarna ovanför jord behöver fränkopplas.

Anslut jordtestaren såsom visas. Tryck på START och avläs R_E -värdet. Det här är det faktiska resistansvärdet för jordelektroden som testas.



Vilka metoder finns för jordtestning?



Testa strömvägar för den jordspetsfria metoden med 1630-2 FC jordtång.

Jordspetsfri mätning

Fluke 1630-2 FC jordtång kan mäta jordloopresistanser i multi-jordade system med hjälp av den jordspetsfria testmetoden. Mätmetoden gör att du slipper farliga och tidsödande åtgärder med att frångöra parallella jordanslutningar eller att försöka hitta lämpliga platser för hjälpjordspetten. Dessutom kan du utföra jordmätningar på platser som du inte ens har tänkt tanken på innan: inuti byggnader, på krafttorn och alla de platser där det inte finns någon markjord.

Med den här testmetoden placeras jordtången runt jordstaget eller anslutningskabeln. Inga jordspett krävs. En känd spänning induceras av den ena sidan av tånggapet och strömmen mäts av den andra sidan av tånggapet. Tången registrerar automatiskt jordloopresistansen vid det här jordstaget. Tekniken är speciellt användbar för multi-jordade system som normalt återfinns i kommersiella anläggningar eller på industriorter. Om det bara finns en väg till jord, som fallet är på många platser för bostäder, ger inte den jordspetsfria metoden ett godtagbart värde – varför spänningsfallstestmetoden måste användas.

Fluke 1630-2 FC fungerar enligt principen att alla strömvägars nettomotstånd i parallella/multi-jordade system är extremt låga jämfört med en enskild vägs (den som testas). Så alla parallella returvägsresistansers nettomotstånd är praktiskt taget noll. Vid jordspetsfri mätning mäts endast enskilda jordtagsresistanser parallellt med jordningssystemen (mark). Om jordsystemet inte är parallellt med jorden får du antingen en öppen krets eller mäter jordloopresistansen.



Konfiguration för den jordspetsfria metoden med 1630-2 FC.

Mätningar av jordimpedans

Vid försök att beräkna eventuella kortslutningsströmmar i kraftverk och andra högspännings-/strömsituationer är det viktigt att mäta den komplexa jordimpedansen eftersom impedansen består av induktiva och kapacitiva element. Genom att induktivitet och resistivitet är kända i de flesta fall kan den faktiska impedansen fastställas med hjälp av en komplex beräkning.

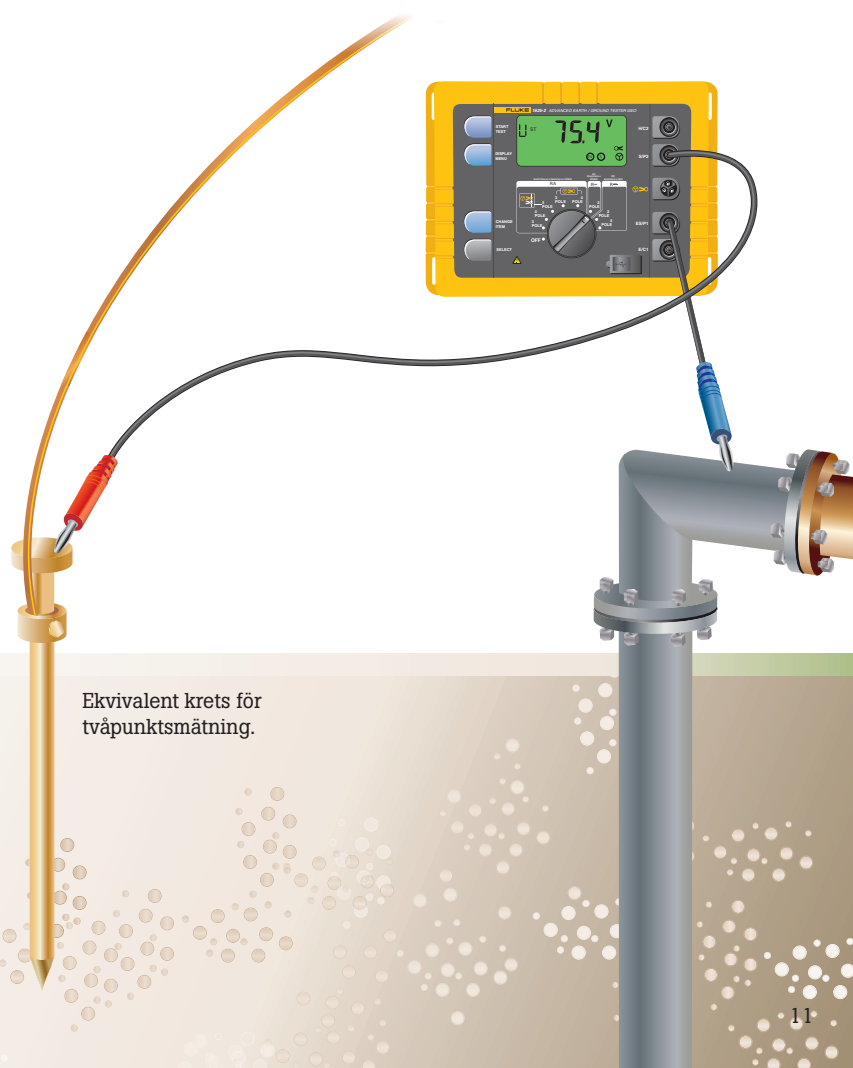
Eftersom impedansen är frekvensberoende använder Fluke 1625-2 en signal på 55 Hz för den här beräkningen för att ligga så nära spänningens driftfrekvens som möjligt. Därigenom säkerställs att mätningen kommer nära den faktiska driftfrekvensens värde. Genom att använda den här funktionen hos Fluke 1625-2 blir en noggrann direktmätning av jordimpedansen möjlig.

Elkrafttekniker, som testar högspänningsledningar, är intresserade av två saker: jordresistansen i händelse av ett blixtnedslag och impedansen för hela systemet i händelse av en kortslutning på en specifik punkt i ledningen. I det här fallet innebär en kortslutning att en aktiv ledning bryts loss och vidrör stolpens metallgaller.

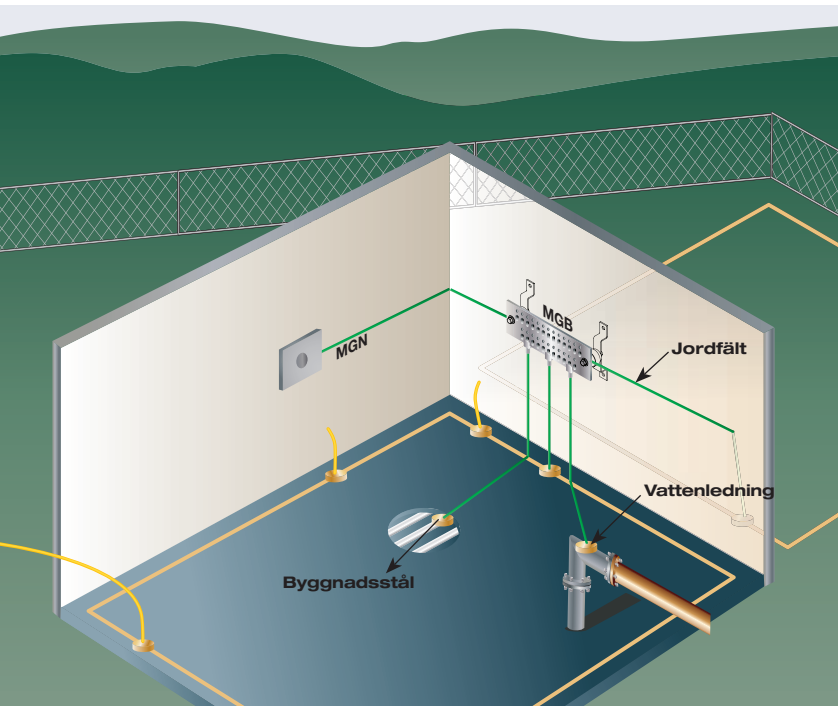
Tvåpolig jordresistans

I situationer där isättning av jordspett varken är praktiskt eller möjligt går det att utföra tvåpoliga mätningar av jordresistans/kontinuitet med Fluke-testarna 1623-2 och 1625-2, enligt nedan.

För att utföra det här testet måste teknikern ha tillgång till en bra, känd jordning, som en vattenledning av metall. Vattenröret ska vara tillräckligt omfattande och genomgående metalliskt, utan några isolerande kopplingar eller flänsar. Till skillnad från många andra testare utför Fluke 1623-2 och 1625-2 testet med en relativt hög ström (kortslutningsström > 250 mA), vilket säkerställer stabila resultat.



Mäta jordresistans



Utformning av en typisk telestation.

Vid telestationer

När en jordkontroll för en telestation utförs ska tre olika mätningar göras.

Innan du påbörjar testning ska du leta rätt på huvudjordskenan i telestationen för att ta reda på vilket typ av jordningssystem som används. Som visas på den här sidan har huvudjordskenan jordledningar som är anslutna till:

- nolledare med flera jordpunkter eller inkommande ledningar
- jordfält
- vattenledning
- stål i strukturen eller byggnaden.

Utför först det jordspetsfria testet på alla enskilda jordningar från huvudjordskenan. Syftet med detta är att se till att alla jordningar är anslutna, speciellt nolledaren med flera jordpunkter. Det är viktigt att tänka på att det inte är den enskilda resistansen som ska mätas utan snarare slingresistansen för det du ansluter till. Gör så som visas i figur 1 för att ansluta Fluke 1625-2 eller 1623-2 och både tången för induceringsspanning och avkänningstången, som nypas fast runt varje anslutning, för att mäta slingresistans för nolledaren med flera jordpunkter, jordfält, vattenledning och byggnadsstålet.

Utför sedan ett 3-polig Spänningsfallstest av jord för hela jordsystemet genom att ansluta huvudjordskenan såsom visas i figur 2. För att få avlägsen jordning använder många telebolag oanvända kabelpar som läggs ut upp till 1,6 km. Notera mätningarna och upprepa testet minst en gång om året.

Till sist mäter du enskilda resistanser för jordsystemet genom ett selektivt test med Fluke 1625-2 eller 1623-2. Anslut Fluke-testaren på det sätt som visas i figur 3. Mät resistansen för nolledaren med flera jordningspunkter. Värdet är resistansen för den parten av huvudjordningsskenan. Mät sedan jordfältet. Denna avläsning är det faktiska resistansvärdet för telestationens jordfält. Gå sedan vidare till vattenledningen och upprepa proceduren för byggnadsstål. Det är enkelt att verifiera hur noggranna dessa mätresultat är med hjälp av Ohms lag. Resistansen för de enskilda delarna, när de beräknas, ska vara lika med resistansen för hela systemet (en rimlig felmarginal bör accepteras efter det inte går att mäta alla jordelement).

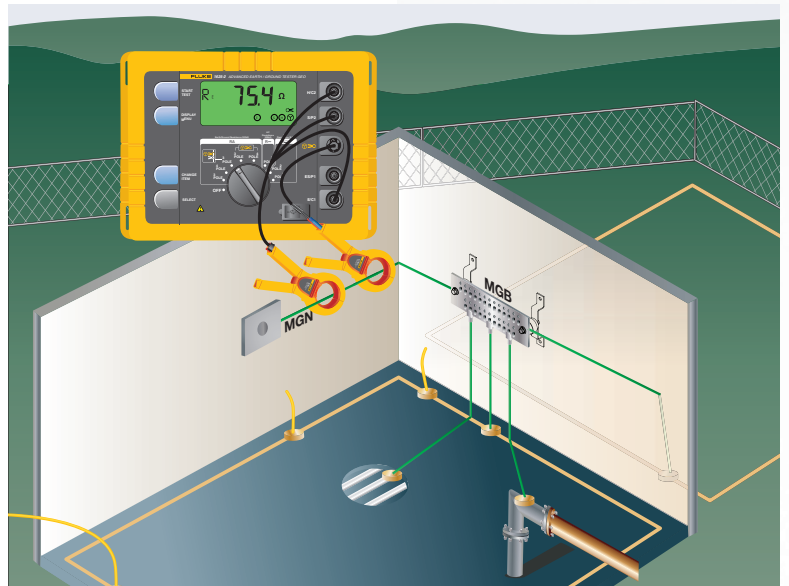
De här testmetoderna tillhandahåller de mest noggranna mätningarna för telestationer eftersom det ger dig mätvärden för de enskilda resistanserna och deras faktiska beteende i ett jordsystem. Noggranna mätningar visar dock inte hur systemet beter sig i ett nätverk, då allt ansluts vid blixtnedslag eller felström.

För att ta reda på detta måste du utföra några ytterligare enskilda resistanstest.

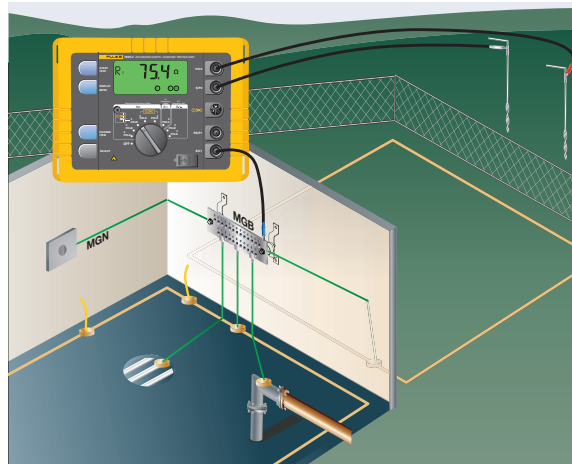
Utför först ett 3-poligt Spänningsfallstest för varje del av huvudjordskenan och notera mätresultaten. Om vi tillämpar Ohms lag igen ska summan av dessa mätningar vara lika med hela systemets resistans. Genom beräkningarna kan du se att du är 20 till 30 % från det totala R_E -värdet.

Till sist ska du mäta resistanserna för de olika delarna av huvudjordskenan med hjälp av den Selektiva Jordspetsfria metoden. Den fungerar som den Jordspetsfria metoden, men skiljer sig när det gäller hur vi använder de två separata tångerna. Vi placerar tången för induceringsspänning runt kabeln som går till huvudjordskenan. Eftersom denna är ansluten till den inkommande strömmen, parallellt med jordningssystemet, har vi uppfyllt det kravet. Ta avkänningstången och placera den runt jordkabeln som leder till jordfältet. När vi mäter resistans är det här den faktiska resistansen för jordfältet, plus huvudjordskenans parallella väg. Eftersom den bör hålla ett mycket lågt ohmvärde har den ingen verklig effekt på mätavläsningen. Denna process kan upprepas för de andra delarna på jordskenan, dvs. för vattenledningen och stål i strukturen.

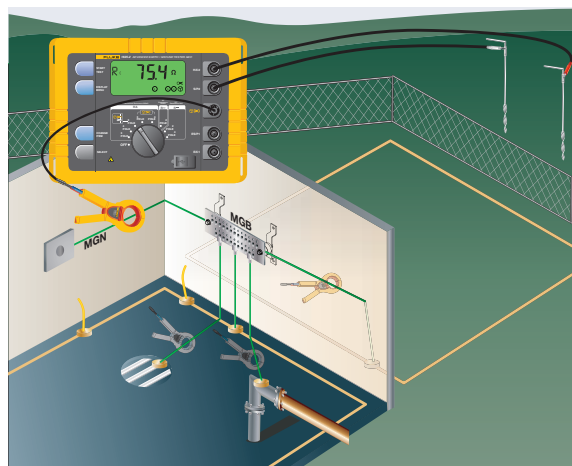
För att testa huvudjordskenan med hjälp av den Jordspetsfria Selektiva metoden ska du placera tången för induceringsspänning runt ledningen till vattenledningen (eftersom ett kopparledningsrör bör ha mycket låg resistans). Denna avläsning utgör resistansen för enbart MGN.



Figur 1: Jordspetsfri testning av en telestation.

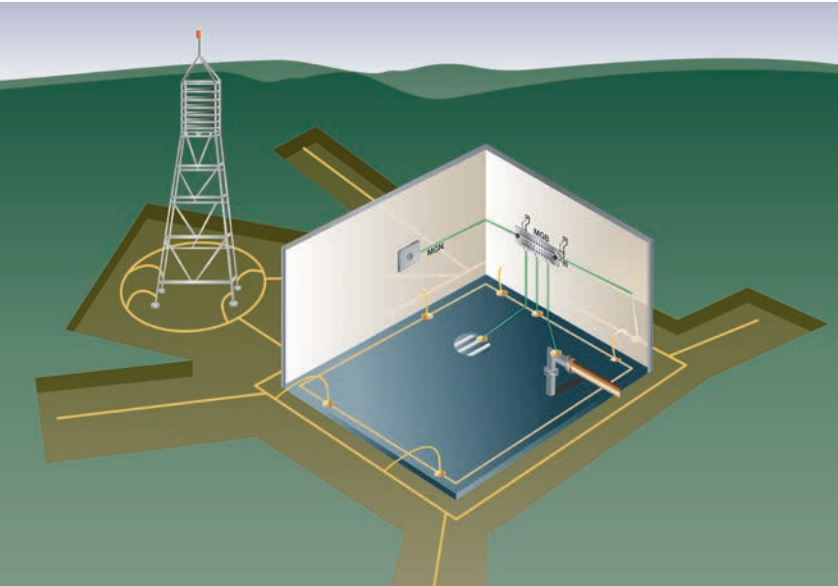


Figur 2: Utför det 3-poliga spänningsfallstestet av hela jordsystemet.



Figur 3: Mät jordningssystemets enskilda resistanser med det selektiva testet.

Fler tillämpningar för jordresistansmätning



En vanlig konfiguration för en mobiltelefonmast.

Tillämpningsområden

Det finns fyra andra tillämpningsområden där du kan använda Fluke 1625-2 för att testa jordsystemet.

Mobiltelefonmaster/ mikrovågssändare och radiotorn

På de flesta ställen finns det ett 4-bent torn och varje ben är enskilt jordat. Dessa jordningar ansluts sedan till varandra med hjälp av en kopparkabel. Invid tornet finns en byggnad för all sändningsutrustning. Inne i byggnaden finns också en ringjord och en huvudjordskena till vilken denna är kopplad. Mastbyggnaden är jordad i alla fyra hörn och ansluten till huvudjordskenan via en kopparkabel. De fyra hörnen är också anslutna till varandra via en kopparkabel. Det finns också en anslutning mellan byggnadens jordring och mastens jordring.

Transformatorstationer

En transformatorstation är en underordnad station i ett elnät där spänningen normalt omvandlas från ett högt till ett lågt värde. En typisk transformatorstation innehåller fasuttag, kontrollutrustning för högspänning, en eller fler krafttransformatorer, kontrollutrustning för lågspänning, rusningsskydd, kontroller och mätutrustning.

Kopplingsstationer

Kopplingsstationer är den plats där digital kopplingsutrustning och annan telekommunikationsutrustning är i drift. Stationen är vanligtvis jordad på varje sida, och det finns sedan en serie jordspett runt denna som är anslutna till varandra med en kopparkabel.

Åskskydd på kommersiella/ industriella anläggningar

De flesta felströmsskydd för åska är utformade så att alla fyra hörn i byggnaden är jordade och dessa är vanligtvis anslutna med hjälp av en kopparkabel. Antalet jordstag varierar i enlighet med byggnadens storlek och resistansvärdet det har utformats för att uppnå.

Rekommenderade tester

Slutanvändare är skyldiga att utföra samma tre tester vid varje tillämpningsområde: Jordspettsfri mätning, 3-polig Spänningsfallsmätning och Selektiv mätning.

Jordspettsfri mätning

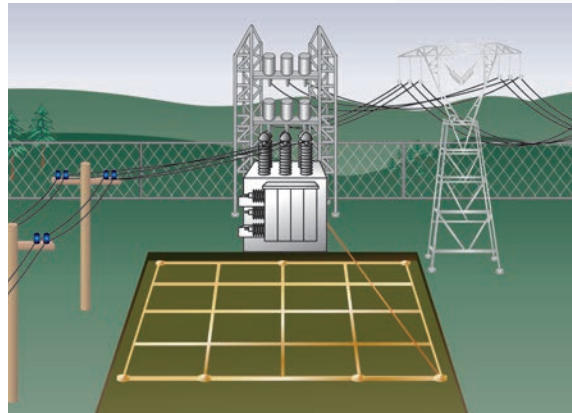
Utför först en jordspettsfri mätning på:

- Mastens olika ben och byggnadens fyra hörn (**mobiltelefonmaster**)
- Alla jordanslutningar (**transformatorstationer**)
- Ledningar som går till kopplingsstationen (**fjärrkoppling**)
- Byggnadens jordspett (**åskskydd**)

För alla tillämpningar gäller att detta inte är en pålitlig jordresistansmätning, på grund av nätverksjorden. Detta är framför allt ett kontinuitetstest för att kontrollera att det finns jordning och el-anslutning samt att systemet kan leda ström.

3-polig Spänningsfallsmätning

Därefter ska resistansen i hela systemet mätas med hjälp av en 3-polig spänningsfallsmätning. Kom ihåg reglerna för isättning av spett. Denna mätning ska antecknas och mätningar ska göras minst två gånger per år. Den här mätningen är resistansvärdet för hela platsen.

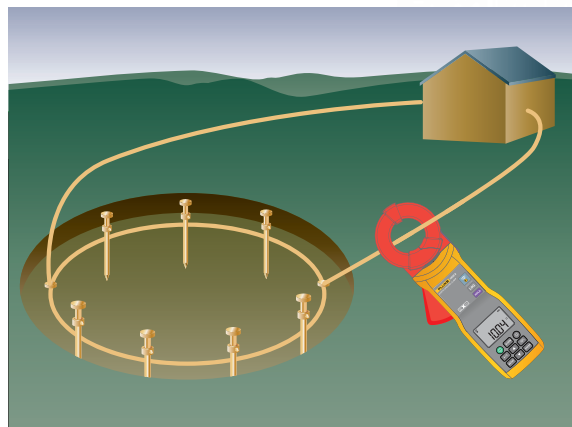


En vanlig konfiguration för en transformatorstation.

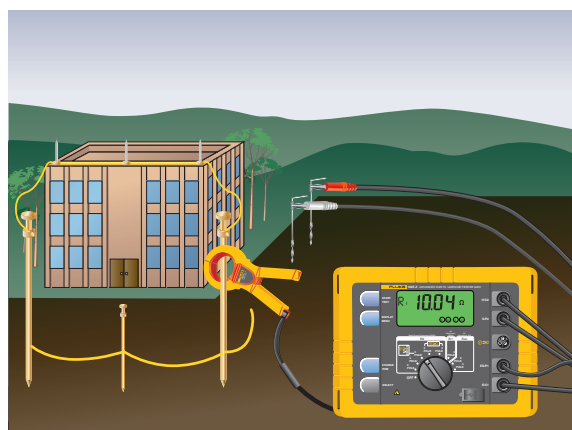
Selektiv mätning

Till sist ska vi mäta enskild jordning med det selektiva testet. Detta görs för att verifiera de enskilda jordningarnas integritet och anslutningar samt för att fastställa om jordpotentialen är någorlunda enhetlig i hela systemet. Om några andra mätningar visar en högre grad av varians än de andra ska skälet för detta fastställas. Resistans ska mätas för:

- Mastens olika ben och byggnadens fyra hörn (mobiltelefonmaster)
- Enskilda jordstag och deras anslutningar (transformatorstationer)
- Båda ändarna av kopplingsstationen (fjärrkoppling)
- Alla fyra hörn på byggnaden (åskskydd)



Använda jordspetsfri testning vid en kopplingsstation.



Använda selektiv testning på ett åskskyddssystem.

Produkter för jordtestning



Fluke 1625-2 avancerad GEO-jordtestare



Fluke 1623-2 grundläggande GEO-jordtestare



Fluke 1630-2 FC jordtång

Ett komplett sortiment av testare

Fluke 1623-2 och 1625-2 är pålitliga jordtestare med vilka du kan utföra alla fyra typer av jordmätning.

Avancerade funktioner hos Fluke 1625-2 innefattar:

- Automatisk frekvenskontroll (AFC) – identifierar befintlig störning och väljer en mätfrekvens för att minimera dess effekt, vilket ger noggrannare jordvärden
- R*-mätning – beräknar jordimpedansen vid 55 Hz för att mer exakt återspegla jordresistansen som uppträder vid jordfel
- Justerbara gränser – för snabbare testning

Avancerade funktioner hos Fluke 1630-2 FC innefattar:

- Jordspetsfri testning med en tång
- Loggningsmätningar – spara upp till 32 760 mätningar i minnet vid förinställda loggningsintervall
- Larmtröskel – användardefinierade höga/låga larmgränser för snabb utvärdering av mätningen
- Bandfilter – inställbar bandfilterfunktion tar bort oönskat brus vid mätning av ac-läckströmmar
- 1630-2 FC är en del av ett växande system av uppkopplade testverktyg och programvara för underhåll av utrustning. Du hittar mer information om Fluke Connect-systemet på flukeconnect.com.



1625-2 komplett paket



Fluke 1630-2 FC med slingresistansstandard och hård skyddsväska

Extra tillbehör

320 mm (12,7 tum) transformator med delad kärna – för selektiv testning på enskilda ben av master.

Jämföra jordtestare

Produkt	Spänningsfall		Selektiv	Jordspetsfri	2-polsmetoden
	3-polig	4-polig/jord			
Fluke 1621			1-tångs	2-tångs	2-polig
Fluke 1623-2					
Fluke 1625-2					
Fluke 1630-2 FC					

Fluke. Keeping your world up and running.®

Fluke Sverige AB
Solna Strandväg 78
171 54 Solna
Tel: 08 5663 7400
E-mail: cs.se@fluke.com
Web: www.fluke.se

©2013, 2014, 2017 Fluke Corporation. Med ensamrätt. Data kan komma att ändras utan föregående meddelande.
2/2017 4346628c-swe

Ändringar får inte göras i det här dokumentet utan skriftligt medgivande från Fluke Corporation.