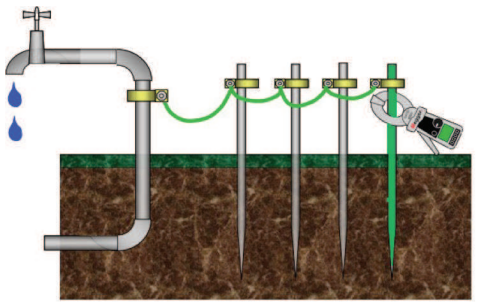
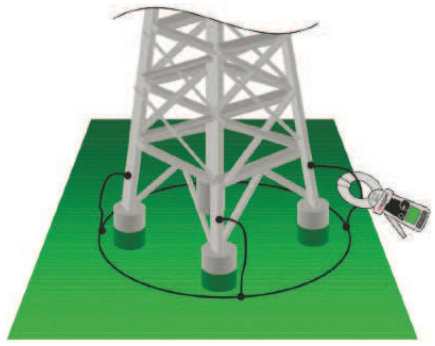


Měření zemního odporu bez pomocných sond - část 1

Strana 2



Měření zemního odporu bez pomocných sond - část 2

Strana 3

Published by Megger

ELECTRICAL TESTER

Měříme od roku 1889

Neriskujte klasifikaci CAT svého přístroje!

Obsah

Neriskujte klasifikaci CAT svého přístroje! 1

Měření zemního odporu bez pomocných sond - část 1.....2

Měření zemního odporu bez pomocných sond - část 2.....3

Potřebujete poradit při výběru optimální měřící techniky pro vaši aplikaci? Kontaktujte:

SR: info.sk@megger.com

ČR: info.cz@megger.com

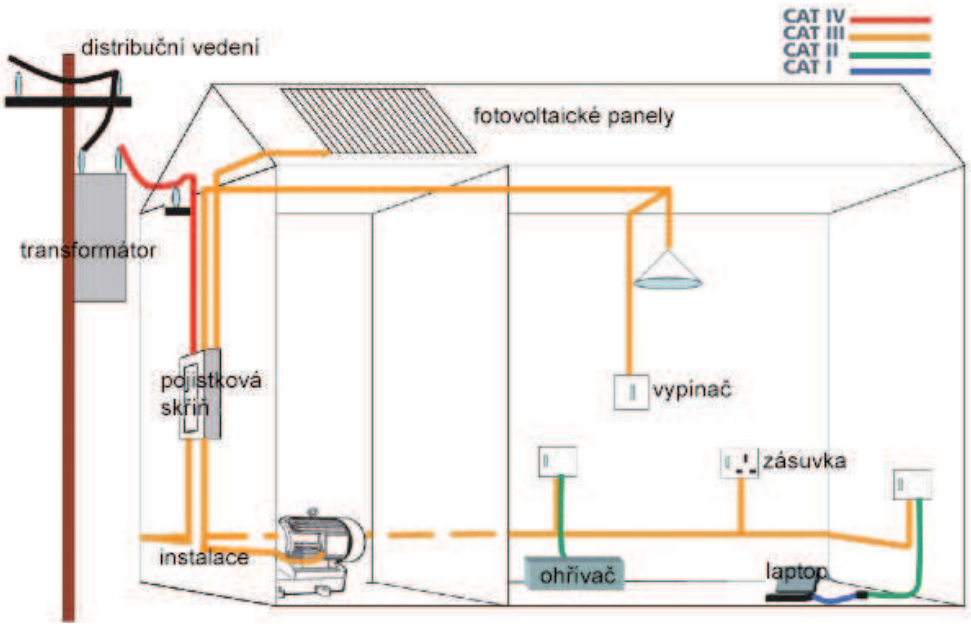
Při testování jakýchkoli elektrických systémů je nezbytné zajistit, aby používané měřicí vybavení bylo vhodné pro danou úlohu. V opačném případě hrozí značné riziko poškození nejen měřicího vybavení a instalace, ale také poranění uživatele. Tato zásada se zdá být tak zřejmá, že ani nestojí za zmínku. Nakonec kolik techniků nebo konstruktérů by používalo nevhodné měřicí vybavení? Odpověď je taková, že málo z nich by tak činilo vědomě, ale mnozí tak činí každodenně, aniž by si uvědomovali možné následné problémy. A tyto problémy souvisejí s přechodnými jevy. Ve všech elektrických instalacích se vyskytují přechodné jevy tvořené napěťovými špičkami, které jsou superponovány na běžném napětí. Ačkoli tyto špičky mají obvykle velmi krátké trvání, typicky jen několik mikrosekund, jejich amplitudy mohou dosahovat tisíců voltů. Tyto přechodné jevy pocházejí z mnoha zdrojů, avšak jedním z nich, který je překvapivě běžný i v mírných klimatech, jsou blesky. Zajímavé přitom je, že nemusí nastat přímý úder do instalace a dokonce ani do silových vedení, která ji napájejí. K vytvoření velkého přechodného jevu obvykle stačí blízký úder.

Avšak co mají přechodné jevy společného s měřením a bezpečností? K zodpovězení této otázky se pojďme zabývat tím, co se odehrává během provádění zkoušky, kterou může být například jednoduché a běžné měření napětí v nízkonapěťové instalaci, v době, kdy nastane přechodný jev. Pokud používaný přístroj není v tomto toohledu výslovně uzpůsoben na daný druh práce, existuje značné reálné riziko, že přechodný jev vyvolá přeskok uvnitř přístroje se zapálením oblouku.

Vzhledem k tomu, že samotný přechodný jev trvá jen velmi krátkou dobu, je nepravděpodobné, že by jeho energie byla dostatečná na způsobení značných škod. Bohužel však platí, že oblouk po svém zapálení poskytuje nízkoimpedanční vodivou cestu proudu z hlavního zdroje. Takový proud uvolní značné množství energie uvnitř přístroje. Samozřejmě platí, že ochranné prvky obvodu, například pojistka nebo jistič, rychle odpojí napájecí zdroj a přeruší poruchový proud.

Avšak dřív, než k tomu dojde, energie uvolněná uvnitř přístroje nabude dostatečné hodnoty na způsobení reálných problémů. V nejhorších případech může přístroj explodovat a zranit nebo dokonce usmrtit osobu, která jej obsluhuje. I v méně závažných případech existuje značné riziko vznícení a poškození jak měřeného zařízení, tak i samotného přístroje.

Je proto zřejmé, že volba přístroje navrženého na odolání úrovni přechodných jevů, které mohou nastat během jeho používání, má zásadní význam. Avšak jak



takový přístroj rozpoznat? Odpověď zní: podle přepěťové kategorie přístroje, která se častěji nazývá klasifikací CAT.

Klasifikace CAT jsou definovány v normě IEC 61010-1 a jsou specificky zaměřeny na řešení problematiky přechodných jevů při měření nízkonapěťových instalací. Na pochopení této klasifikace je potřebné porozumět tomu, co se děje s přepěťovou špičkou při jejím průchodu typickou elektrickou instalací.

Přepěťové špičky dosahují maximální amplitudy mimo budovu a na vstupu napájecího napětí do budovy. K měření v těchto místech jsou vhodné pouze přístroje s klasifikací CAT IV.

Přepěťové špičky jsou však rychle tlumeny v kabelech a zařízeních elektrické instalace. Platí tedy, že za hlavním rozvaděčem je již amplituda přepěťových špiček značně nižší a lze bezpečně používat přístroje s klasifikací CAT III (nebo vyšší). Na koncových zásuvkách instalace jsou úrovně přepěťových špiček ještě nižší a lze bez problémů používat přístroje s klasifikací CAT II nebo vyšší.

Jak je to s přístroji s klasifikací CAT I? Tyto přístroje jsou určeny pro použití na spotřebičích, ke kterým patří například vizuální zobrazovací jednotky (VDU) nebo fotokopírky. V praxi však významní výrobci přístrojů pro profesionální použití nebudou přístroje s klasifikací CAT I nebo CAT II takřka nabízet, neboť oblast jejich použití je velmi omezená.

To však zdaleka není vše, neboť klasifikace CAT musí vždy zahrnovat také napětí, například CAT IV 300 V. Jde o maximální efektivní hodnotu fázového napětí vůči zemi v systému, pro který je přístroj určen. Znamená to, že například přístroje s klasifikací 300 V lze používat v jednofázových systémech s napětím do 300 V a v třífázových systémech s napětím do 520 V, čímž se stávají vhodnými pro naprostou většinu měření v nízkonapěťových systémech.

Na závěr je vhodné poukázat na jednu důležitou skutečnost. Nabízí se myšlenka, že testery izolace a jiné přístroje určené pro použití v obvodech bez napětí nepotřebují klasifikaci CAT. Pamatujte však na to, že tyto přístroje mohou být omylem připojeny k části pod napětím a že mnoho z nich je vybaveno funkcemi na testy obvodů pod napětím, například měření napájecího napětí. Klasifikace CAT má proto význam i u přístrojů tohoto typu.

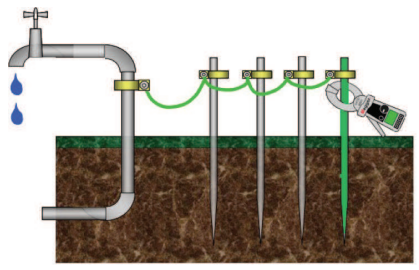
Jakmile pochopíte význam klasifikačního systému CAT, bude snadné vybrat přístroj vhodný pro daný druh vykonávané práce. Zkušenosti ukazují, že minimální přijatelná klasifikace pro obecné použití je CAT III 300 V.

Je však velmi vhodné zvážit investice do přístrojů s klasifikací CAT IV, které lze používat bez omezení kdekoli v běžných instalacích. Mnoho poskytovatelů veřejných služeb a dalších velkých odběratelů přístrojů vlastně již nyní definuje jako standard přístroje s klasifikací CAT IV, neboť tyto přístroje nabízejí zvýšený stupeň bezpečnosti za velmi přijatelnou dodatečnou investici.

Měření zemního odporu bez pomocných sond- část 1

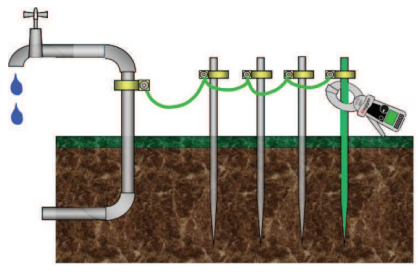
Při měření odporu zemniče není vždy nutné používat pomocné měřicí sondy (hroty). V mnoha aplikacích představuje měření bez pomocných sond pohodlnou alternativu bez snížení využitelnosti naměřeného výsledku. Na obrázku 1 je znázorněna typická soustava zemničů, kde měřený zemnič je umístěn vpravo a označen zelenou barvou. Za normálních okolností se toto měření provádí odpojením zemniče a použitím třípólové metody měření, například měřením poklesu potenciálu nebo pomocí metody ART (bez odpojení zemniče). U kterékoli z těchto metod je nutno použít pomocné měřicí sondy, které však nemusí být vždy k dispozici.

Řešením je použití klešťového testeru zemního odporu. Použití tohoto testeru spočívá v prostém obepnutí zemniče a provedení měření. Je však důležité porozumět vztahu výsledku k reálnému zemnímu odporu.



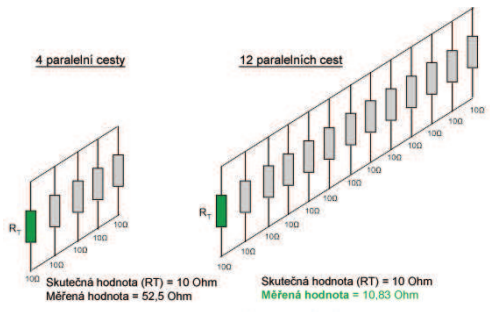
Měření odporu smyčky
Nejdůležitějším faktem je skutečnost, že klešťové testery zemního odporu provádějí měření odporu smyčky. Měření bez pomocných sond je vždy měřením odporu smyčky.

Na obrázku 2 je znázorněno ekvivalentní zapojení k uspořádání na obrázku 1. Každý prvek obvodu – vodovodní potrubí, uzemnění soustavy a další elektrody – má odpor vůči zemi. Z pohledu klešťového měřiče jsou tyto prvky vzájemně paralelně spojené a výsledný odpor je zapojený do série s měřeným zemničem. Přístroj proto měří odpor celé smyčky, nikoli pouze odpor měřeného zemniče. V tomto případě přístroj naměřil odpor 12,99 Ω na zemniči, jehož zemní odpor je 10 Ω.



Obrázek 2 - Ekvivalentní obvod typické soustavy zemničů.

Účinek paralelních cest

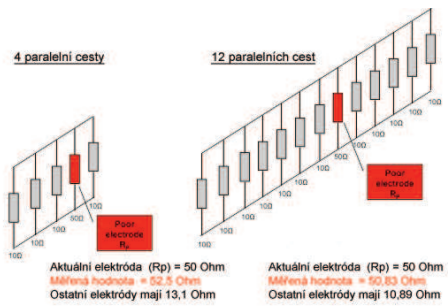


Obrázek 3 - Čím větší je počet paralelních cest, tím více se bude naměřená hodnota blížit skutečnému zemnímu odporu měřeného zemniče.

Jak je patrné z obrázku 3, čím vyšší je počet paralelních cest, tím více se bude naměřená hodnota blížit skutečnému zemnímu odporu měřeného zemniče.

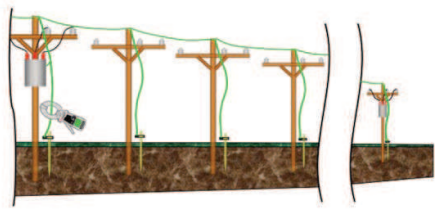
Nalezení nevyhovujících zemních spojení

Jak je znázorněno na obrázku 4, testery bez pomocných sond mohou snadno identifikovat nevyhovující zemniče v instalacích používajících vícečetné zemní cesty.



Obrázek 4 - Testery bez pomocných sond mohou identifikovat nevyhovující zemní spojení v instalacích používajících vícečetné zemní cesty

Stožár vedení - klasická aplikace s mnoha paralelními cestami v obvodu

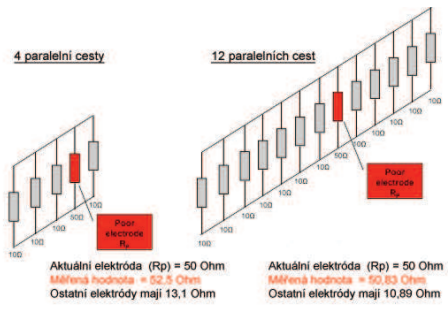


Obrázek 5 - Stožárový transformátor

Princip měření bez pomocných sond

Porozumění této metodě vyžaduje znalost funkce přístroje. Uvnitř klešťové hlavy se ve skutečnosti nacházejí dvě jádra, nikoli pouze jedno.

Základní funkce těchto dvou jader jsou znázorněny na obrázku 6. První jádro indukuje proud v měřeném vodiči, druhé jádro měří, jak velký proud se naindukoval. Vstupní (primární) napětí jádra indukujícího měřicí proud je udržováno konstantní, tedy proud indukovaný do měřicího obvodu je přímo úměrný odporu smyčky.



Obrázek 6 - Základní konfigurace dvou jader přístroje.

Při používání testerů bez pomocných sond platí dvě základní pravidla:

- Musí existovat sériově-paralelní zapojení vodivých cest a čím je jeho odpor nižší, tím lépe. Čím více je v systému zemničů nebo zemních cest, tím více se výsledek blíží reálnému zemnímu odporu měřeného zemniče.

- Pokud smyčka neexistuje, je patrně možné ji vytvořit pomocí dočasného přepojovacího vodiče.

- Ačkoli se to může zdát samozřejmé, pokud instalace obsahuje kovovou konstrukci, může dojít ke spojení zemničů přes tuto konstrukci a nikoli přes skutečnou zem.

- Pak může být jistě žádoucí ověřit spojení přes konstrukci, což je dokonale vyhovující. Je důležité vždy dokonale znát měřený objekt.

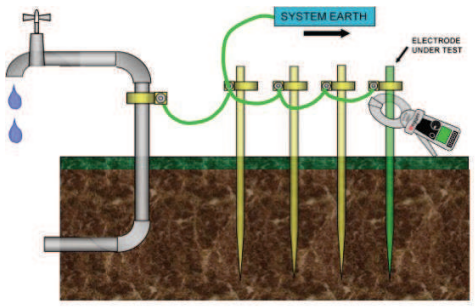
Kde a jakým způsobem lze používat měření bez pomocných sond?

Pro zemní testery bez pomocných sond existuje mnoho aplikací. Zde je několik příkladů:

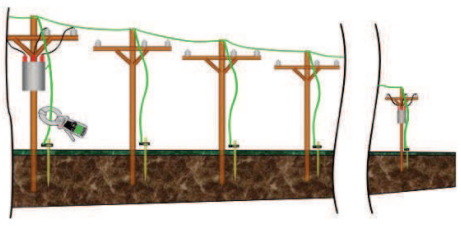
Typická aplikace je znázorněna na obrázku 7: Uzemnění soustavy může představovat uzemnění napájecího systému budovy nebo uzemnění chránící zařízení před elektrostatickými náboji.

Pojďme se nyní zabývat běžnou otázkou, zda lze měření nově instalovaného zemniče provádět metodou bez pomocných sond. Vzhledem k tomu, že měření vyžaduje přítomnost smyčky, mohlo by se zdát, že odpověď je záporná.

Smyčku je však možné vytvořit připojením dočasné propojky ke známému kvalitnímu uzemnění. Pokud učiníme takový krok, nebude možné znát, v jakém poměru přísluší naměřený odpor jednotlivým uzemněním, což však nemusí být problémem. Je-li požadovaný odpor zemniče nižší než 25 Ω a naměřená hodnota je nižší, tento požadavek je splněn. Zde je však nutné určité varování. Jsou-li měřený zemnič a uzemnění příliš blízko u sebe, mohou se vzájemně ovlivňovat.



Obrázek 7 - Obecná zemnicí soustava

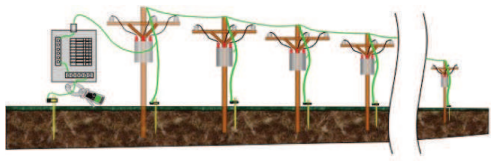


Obrázek 8 - Stožárový transformátor

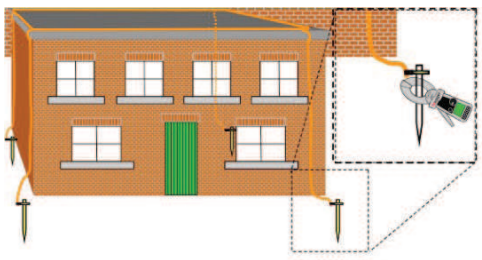
Jak je patrné z obrázku 8, zemnicí systémy stožárů elektrických vedení a stožárových distribučních transformátorů mají mnoho paralelních uzemnění, čímž se tato aplikace stává ideální pro použití metody bez pomocných sond. Každý stožár vedení je opatřen zemničem na ochranu při poruše a úderu blesku. Transformátory na stožárech mají v soustavě zapojené do hvězdy dva zemniče.

Tyto zemniče je důležité kontrolovat. Celková hodnota zemního odporu takových systémů by měla být typicky méně než 0,3 – 0,5 Ω, zatímco každý zemnič by typicky měl mít odpor nižší než 10 – 20 Ω, aby byl účinný.

Související aplikací je měření zemního odporu elektrody na přípojkové skříni nebo elektroměru (viz obrázek 9). Vzhledem k tomu, že zde existuje možnost vzniku více zemních cest – dva zemniče nebo případné spojení s vodním potrubím – je důležité pečlivě identifikovat nejlepší pozice k provádění měření. V některých případech bývá nejlepším řešením obepnutí samotného zemniče pod bodem, ve kterém jsou provedena uzemnění.
Další vhodnou aplikací metody měření bez pomocných sond je měření zemničů používaných jako ochrana před bleskem. Tyto zemniče jsou za normálních okolností umístěny v jednotlivých rozích budovy. U větších budov se používají přídavné mezilehlé zemniče. Jako vodiče se typicky používají měděné pásy o šířce do 50 mm. Na obrázku 10 je znázorněn typický systém ochrany před bleskem.



Obrázek 9 - Přípojková skříň nebo elektroměr



Obrázek 10 - Ochrana budovy před bleskem

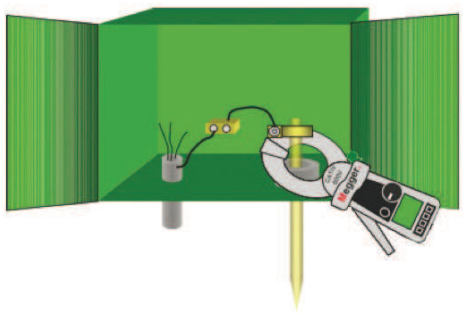
Obrázek 11 - Přístroj uchycený okolo uzemňovacího svodu

Druhá část tohoto článku pojednává o dalších aplikacích měření odporu zemničů metodou bez pomocných sond a zabývá se také potenciálními zdroji chyb a shrnuje výhody této praktické metody měření.

Měření zemního odporu bez pomocných sond - část 2

V předchozí části tohoto článku byl představen úvod do měření zemního odporu bez pomocných sond a probrány některé aplikace, u kterých je tato metoda zvlášť vhodná. Tato druhá a závěrečná část se zabývá dalšími aplikacemi, potenciálními zdroji chyb a výhodami měření bez pomocných sond.

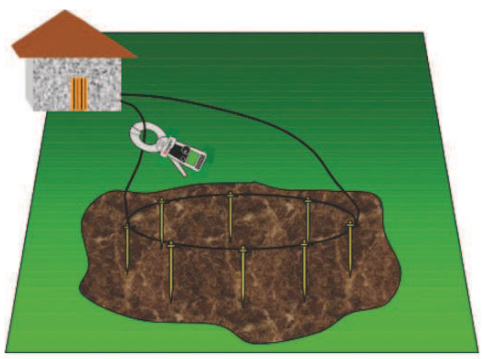
Metoda měření bez pomocných sond je velmi vhodná k testování zemničů instalovaných uvnitř primárních propojovacích zařízení, které se někdy nazývají pouličními rozvodnými skříněmi (obrázek12). U těchto zemničů je typicky vyžadován odpor nižší než 25 Ω. V této aplikaci mohou být přítomny pouze dvě paralelní zemní cesty zapojené do série se zemničem. Avšak pokud metodou bez pomocných sond naměříme odpor nižší než 25 Ω, odpor samotného zemniče musí být v každém případě nižší než 25 Ω.



Obrázek 12 – Pouliční rozvodná skříň

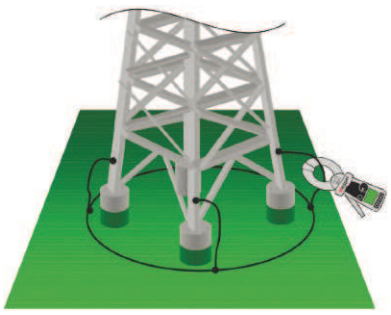
Velmi obdobnou aplikací jsou pouliční rozvodné skříně kabelové televize

Na obrázku 13 je znázorněno použití metody bez pomocných sond u vzdálené rozvodny. V této aplikaci není předmětem měření zemní odpor, ale ověření stavu uzemnění. Záznamem výsledků měření a sestavením jejich časového trendu je možné odhalit začátek problémů, například koroze.



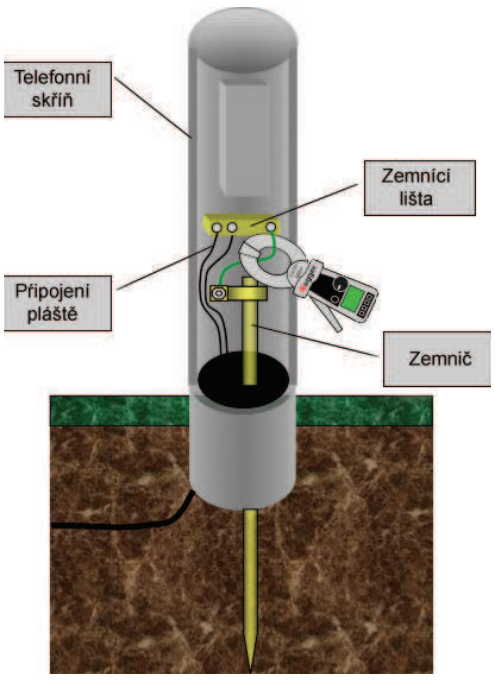
Obrázek 13 – Vzdálená rozvodna

Základnové stanice mobilních sítí GSM/ mikrovlnné a radiové věže jsou dalšími vhodnými aplikacemi pro měření zemního odporu bez pomocných sond. Na obrázku 14 je znázorněna typická čtyřnohá věž. Každá noha je samostatně uzemněna a připojena k podzemnímu měděnému prstenci. Podobně jako u vzdálené rozvodny tento test slouží k ověření elektrického spojení a nepředstavuje reálné měření zemního odporu.



Obrázek 14 - Základnová stanice mobilní sítě GSM/ mikrovlnná a radiová věž

Pomocí metody bez pomocných sond lze měřit také zemniče telefonních rozvodných skříní. Všechny kabelová stínění jsou připojena k uzemňovací sběrnici, která je propojena se zemničem. Měření se provádí umístěním kleští přístroje okolo kabelu spojujícího uzemňovací sběrnici se zemničem. V případě obtížného přístupu lze namontovat dočasný prodlužovací kabel, který lze obepnout klešťemi.

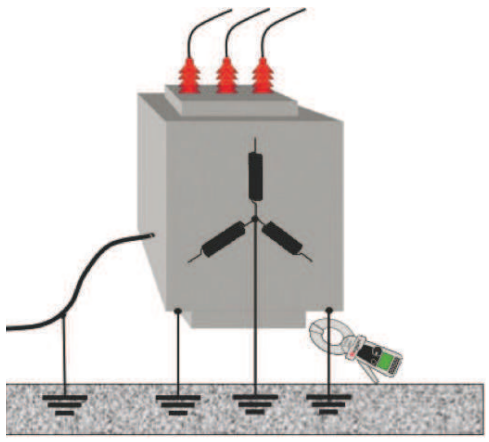


Obrázek 15 - Telefonní rozvodná skříň

Další vhodnou aplikací měření bez pomocných sond jsou uzemnění rozvoden a trafostanic. Tato metoda je ideální na kontrolu propojení se zemními rošty, je však nutné dbát opatrnosti na možné rušení indukovanými zemními proudy.

Metodou měření bez pomocných sond lze snadno kontrolovat kontinuitu propojení kovového oplocení trafostanic a rozvoden se zemními rošty.

Měření bez pomocných sond je velmi praktické pro zkušební techniky trafostanic. Snadno lze kontrolovat také stav uzemnění transformátorů namontovaných na podstavcích. Někdy však existuje více připojení ke stejnému zemniči. V takových případech bude pravděpodobně nutné obepnout samotný zemnič pod přípojkami.



Obrázek 16 - Transformátory namontované na podstavci

Možné zdroje chyb

Při správné aplikaci a použití kvalitního přístroje poskytuje metoda měření bez pomocných sond velmi spolehlivé výsledky. Přesto je vhodné pamatovat na faktory, které mohou vnášet chyby. Tyto faktory zahrnují:

Nedostatečné porozumění měřenému obvodu

Pamatujte na dvě základní pravidla měření bez pomocných sond:

- Musí existovat měřitelný odpor smyčky.
- Do měřeného obvodu musí být zahrnuta zemní cesta, v opačném případě se prováděným měřením pouze ověřuje stav připojení.

Zachycení nečistoty v klešťové hlavě

- Výsledkem budou falešné odečty nízkých hodnot, což v některých případech může mít za následek vyhodnocení nevyhovující elektrody jako vyhovující.
- Mnoho přístrojů používá aretační lamely (zuby). Tyto prvky zachytávají nečistotu a jsou obtížně čistitelné. Jsou rovněž náchylné k poškození. Poškozené zuby mají za následek nepřesné měření a mohou dokonce vyřadit přístroj z provozu.

Rušivé proudy ovlivňující měření

- V nepříznivých prostředích mohou měřenou elektrodou protékat silné rušivé proudy. Tato situace může způsobit kolísání odečtů vedoucí k jejich obtížné interpretaci nebo v případě příliš vysokého rušivého proudu také znemožnění měření Aby nedocházelo k těmto problémům, je nutno používat klešťové testery odporu zemního odporu s dobrou odolností proti rušení.

Výhody měření zemního odporu bez pomocných sond

- Měření lze provádět bez odpojení zemniče od systému. Proto je tato metoda bezpečnější a méně časově náročná.

- Měření smyčky zahrnuje zkoušky pospojování a uzemnění. Toto měření tak identifikuje chybnou kontinuitu v kterémkoli místě obvodu

- Vzhledem k tomu, že odpadá nutnost zasouvání pomocných měřicích sond do země, měření lze snadno provádět v oblastech s tvrdou zeminou nebo s betonovým povrchem. Jelikož odpadá nutnost vedení měřicích přívodů, dochází k časovým úsporám.

- Klešťové testery odporu zemničů lze používat také k měření zemního proudu. Má-li být zemnič odpojen, přístroj lze použít ke změření proudu, který zemničem protéká před jeho odpojením a potvrdit tak, zda lze bezpečně pokračovat.

Je však důležité poznamenat, že výsledky měření bez pomocných sond se budou jen zřídkakdy shodovat s výsledky získanými pomocí třípólového přístroje, neboť měření bez pomocných sond je z technického hlediska měřením odporu smyčky. V aplikacích s pouze jedinou nebo malým počtem zpětných zemních cest mohou být naměřené hodnoty vyšší než předpokládaný mezní odpor zemniče. V tomto případě je metoda měření bez pomocných sond stále praktickým nástrojem na sledování změn v čase.

Výhody přístrojů Megger

Nejnovější digitální klešťové testery odporu zemního odporu Megger, modely **DET14C** a **DET24C**, nabízejí celou řadu dalších předností:

- Eliptické kleště s úzkým profilem, které usnadňují přístup k pásovým zemničům a zemničům v šachtách.

- Velký průměr kleští umožňující snadné obepnutí pásů o šířce až 50 mm a zemničů a kabelů o průměru až 39 mm.

- Ploché styčné povrchy čelistí s nízkými nároky na údržbu a bez aretačních zubů, které se snadno ohýbají a poškozují.

- Bezpečnostní klasifikace CAT IV 600 V v souladu s normou IEC 61010. Jde o nejvyšší současně dostupnou bezpečnostní klasifikaci pro přístroj tohoto typu.

- Bezpečnostní funkce automatického měření proudu, která vydá okamžité varování, pokud proud překročí uživatelem nastavený limit.

- Funkce automatického filtrování rušení, která snižuje účinek rušivých proudů v prostředích s elektrickým rušením, například v trafostanicích.

Uživatelé jako nejčastější důvod k nemožnosti používání metody bez pomocných sond uvádějí obtížný přístup. Kabely nebo pásové vodiče jsou často na kleště příliš velké. Až doposud nebylo možné snadno měřit pásové zemniče o šířce 50 mm. Někteří uživatelé tento problém obcházeli přeříznutím pásového vodiče a navařením kulatého kabelu, aby mohli použít klešťový tester zemního odporu. Tento časově náročný postup není u klešťových testerů Megger **DET14C** a **DET24C** potřebný, neboť jejich eliptické hlavy snadno obepnou i pásové vodiče o šířce 50 mm.

Vysokonapěťové testery izolace od vynálezce megohmmetru- pracují spolehlivě tam, kde pracujete vy

Megger se právem považuje za vynálezce prvního megohmmetru. Již v roce 1889 nesl první měřič izolačního odporu toto jméno.
Nejnovější řada VN-testerů izolace potvrzuje technologický náskok značky Megger v této oblasti. Série VN-testerů izolace obsahuje 2 modely s měřícím napětím do 5kV a po jednom modelu do 10kV a 15kV. Navíc jsou k dispozici elektricky odolnější modely S1 ve všech třech napěťových úrovních, s extrémní imunitou vůči rušením a se zvýšeným nabíjecím proudem, pro spolehlivé a přesné testování izolace v prostředí s vysokými úrovněmi rušení, jako jsou např. VVN a ZVN-rozvodny.
Nová přístrojová řada MIT se vyznačuje kompaktními rozměry, nízkou hmotností, vysoko-odolným dvojitým pří-strojovým pouzdrem a rýchlonabíjecími LiIon akumulátory s dlouhou provozní dobou. Je možné je provozovat navíc i s napájením ze sítě při úplně vybitém akumulátoru.
Již základní model MIT515 má navíc ke klasickému měření izolačního odporu k dispozici i diagnostické funkce PI (polariz. index) a DAR (dielektrická absorpce). Všechny ostatní modely mají navíc další diagnostické funkce, jako DD (absorpční proud), SV (stupňovitý test) a Ramp test, poskytující přídavné kritéria pro posouzení stavu izolačních systé-mů. Všechny modely kromě MIT515 mají interní paměť s časovou a datovou značkou a USB- streamováním nebo přenosem dat na PC. Modely s vyšší elektrickou odolností S1 mají navíc možnost dálkového řízení měření z PC a Bluetooth-rozhraní.

Přehled modelů a technických parametrů VN-testerů izolace Megger:

	MIT 515	MIT 525	S1-568	MIT 1025	S1-1068	MIT 1525	S1-1568
Maximální výstupní napětí	5kV	5kV	5kV	10kV	10kV	15kV	15 kV
Rozsah měření izolačního odporu	10 TΩ	10 TΩ	15 TΩ	20 TΩ	35 TΩ	30 TΩ	35 TΩ
Napájení ze sítě/ baterie	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Výdrž baterie (kontinuální měření)	6 hod.	6 hod.	4,5 hod.	6 hod.	4,5 hod.	4,5 hod.	4,5 hod.
Digitální/ analogová indikace	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Uživatelsky nastavitelné napětí	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Zkratový proud	3 mA	3 mA	6 mA	3 mA	6 mA	3 mA	6 mA
Test PI (polarizační index)	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Test DAR (dielektr. absorpce)	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Test SV (stupňovitý test)		✓	✓	✓	✓	✓	✓
Test DD (reabsorpční proud)		✓	✓	✓	✓	✓	✓
Ramp test		✓	✓	✓	✓	✓	✓
Měření kapacity a napětí	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Imunita vůči rušení	3 mA	3 mA	8 mA	3 mA	8 mA	6 mA	8 mA
Interní paměť + USB		✓	✓	✓	✓	✓	✓
Bluetooth			✓		✓		✓