

Kontrola impedance zemniče u komerčních, průmyslových a obytných objektů.

Tip na použití

Většina objektů má uzemněné elektrické systémy, takže v případě zásahu blesku nebo přepětí z rozvodového transformátoru, si proud najde bezpečnou cestu do země. Zemnič spojuje elektrický systém se zemí. Pro zajištění spolehlivého zemního spojení, elektrické zákony, technické a místní normy, často uvádějí minimální impedanci zemniče. Mezinárodní asociace pro elektrické testování předepisuje testování zemniče každé tři roky u systému v dobrém stavu s průměrnou dobou bezporuchového provozu. Tento tip na použití podrobněji vysvětluje zemní/zemničí principy a bezpečnost a popisuje hlavní testovací metody: 3 a 4 tyčové testování úbytku napětí, selektivní testování, beztyčové testování a dvoutyčové testování.

Proč uzemňovat?

Existují dva hlavní principy pro uzemňování zařízení:

- Stabilizovat napětí proti zemi během normálního provozu
- Omezit napěťový nárůst způsobený bleskem, síťovými pulzy nebo neúmyslným spojením s vedením vyššího napětí.

Proud si vždy najde a projde cestou nejmenšího odporu zpět k jeho zdroji, ať už to je rozvodový transformátor, transformátor v objektu nebo generátor. Blesk si mezitím najde vždy cestu do země. V případě úderu blesku do rozvodné sítě nebo kdekoliv poblíž budovy, zemnič s nízkou impedancí pomůže přenést energii do země. Zemničí a svodové systémy spojují zem poblíž budovy s elektrickým systémem a ocelovými konstrukcemi budovy. Při zásahu blesku, bude zařízení na přibližně stejném potenciálu. Udržením nízkého zemního potenciálu se minimalizují škody. Přejde-li

vedení středního napětí z rozvodny (nad 1000 V) do kontaktu s vedením nízkého napětí mohlo by způsobit značné přepětí v blízkých zařízeních. Zemnič s nízkou impedancí pomůže omezit napěťové nárůsty v připojeném zařízení. Zemnění s nízkou impedancí umožňuje zajistit únikovou cestu pro přechodová přepětí přicházející z rozvodny. Obr. 1 znázorňuje zemničí systém pro komerční budovu.

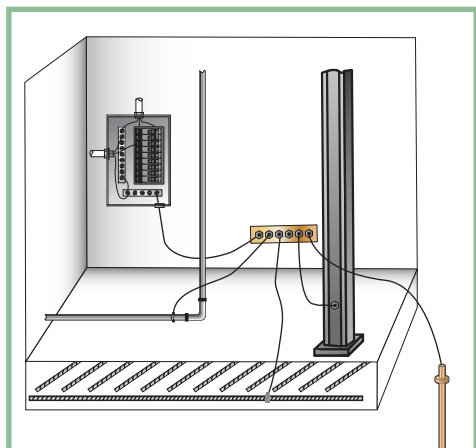
Impedance zemniče

Impedance mezi zemničem a zemí kolísá v závislosti na dvou faktorech: měrném odporu okolní půdy a struktuře elektrody. Měrný odpor je vlastnost jakéhokoliv materiálu a definuje schopnost materiálu vést proud.

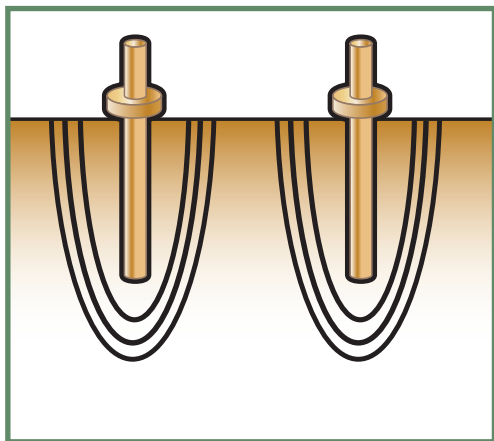
Měrný odpor země je komplikovaný, protože:

- Záleží na složení půdy (např. jíl, štěrk a písek)
- Může kolísat i v malých vzdálenostech z důvodu promíchání různých materiálů
- Záleží na obsahu minerálů (např. soli)
- Kolísá vlivem stlačení půdy a může se časem měnit díky sesedání půdy
- Mění se s teplotou, mrazem (a tudíž ročním obdobím). Měrný odpor se s klesající teplotou zvyšuje
- Může být ovlivněn kovovými nádržemi, potrubím atd. pod zemí
- Mění se s hloubkou

Protože se měrný odpor může snižovat s hloubkou, jeden ze způsobů jak snížit impedanci zemniče je zakopat jej hlouběji. Další běžné způsoby jak zvýšit efektivní oblast zemniče jsou -použitím sady zemničních tyčí, vodivého prstence nebo roštu. Při použití sestavy zemničních tyčí by tyto měly být rozmístěny mimo oblast vlivu každé jednotlivé tyče, aby se dosáhlo nejlepšího výsledku uzemnění (viz obr. 2). Orientačně můžete rozmístit jednotlivé prvky od sebe dále než je jejich délka. Např. tyče 2,5 m dlouhé, by měly být umístěny od sebe dále než 2,5 m, aby poskytl maximální účinnost. Přijatelný limit pro impedanci zemniče udává norma 25 ohmů. Norma IEEE 142 – „Doporučené postupy pro uzemňování průmyslových a komerčních elektrických systémů“ (tzv. „Zelená kniha“) doporučuje odpor mezi hlavním zemničem a zemí 1 až 5 ohmů pro rozsáhlé komerční nebo průmyslové systémy. Místní příslušné orgány a vedoucí v podnicích jsou odpovědní za dodržování limitů dle revizní zprávy pro impedanci zemniče. Poznámka: Energetické distribuční systémy dodávají střídavý proud a testery zemnění využívají střídavý proud pro testování. Mohli byste si tedy myslet, že bychom měli hovořit o impedanci, ne o odporu. Nicméně, při frekvencích v síti je obvykle odporová složka zemní impedance mnohem větší než reaktivní složka, takže označení impedance a odporu jsou téměř zaměnitelné.



Obrázek 1: Zemničí systém spojující konstrukční ocel a tyčový zemnič



Obrázek 2: Zemniče mají „oblasti působení“, které je obklopují

Jak fungují testery zemního odporu ?

Existují dva typy testerů zemního odporu. Tří a čtyř pólové zemní testery a klešťové testery (viz obr. 3). Oba typy přivedou napětí do zemniče a měří výsledný proud. Tří a čtyřpólový zemní tester spojuje proudový zdroj a měřič napětí do pouzdra ve tvaru přístroje velikosti multimetru. Využívají několik tyčí a/nebo kleště. Testery zemnění mají následující charakteristiky :

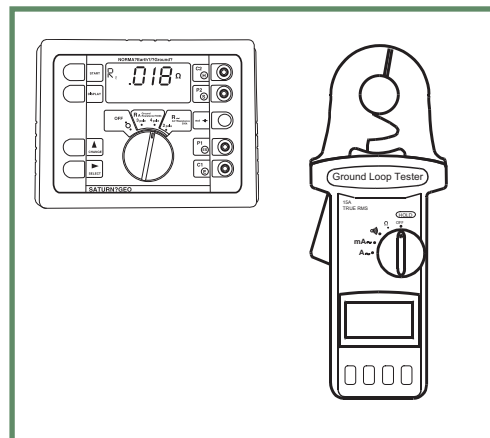
- AC (st) testovací proud. Zem dobře nevede DC (ss) proud.
- Testovací frekvenci, která je blízko, ale rozlišitelná od síťové frekvence a jejích harmonických. Toto znemožňuje zemním rozptylovým proudům ovlivňovat měření zemní impedance.
- Separátní zdroj a měřicí kabely pro kompenzaci dlouhých kabelů používaných při měření.
- Vstupní filtrování navržené tak, aby preferovalo vlastní signál a potlačovalo všechny ostatní.

Klešťové testery zemnění se podobají velkému klešťovému multimetru. Jsou ale velice odlišné protože klešťové testery zemnění mají jak zdrojový transformátor tak i transformátor měřicí. Zdrojový transformátor zavádí napětí do testované smyčky a měřicí transformátor měří výsledný proud. Klešťové zemní testery využívají progresivní filtrování, tak aby rozeznaly vlastní signál a potlačily všechny ostatní.

Bezpečnost při testování zemního odporu

Vždy používejte izolované rukavice, ochranu očí a jiné příslušné osobní ochranné pomůcky když provádíte zapojování. Je nebezpečné se domnívat, že zemnič má nulové napětí nebo nulový proud, viz níže uvedené důvody. K provedení základního testu uzemnění (nazývaného - úbytek napětí) zemniče, musí být zemnič odpojen od budovy. Nové selektivní metody umožňují přesná měření se zemničem stále připojeným. Viz. „Selektivní měření“. Chyba uzemnění v systému by mohla způsobit značný tok proudu zemním vodičem. Měli byste použít nejprve klešťový multimetr pro kontrolu proudu než přistoupíte k jakémukoliv testování impedance. Naměříte-li více než 1 A, měli byste zjistit zdroj takového proudu před dalším postupem. Musíte-li odpojit zemnič od elektrického systému, pokuste se to provést během odstávky údržby, když můžete systém vypnout. Jinak můžete také zvážit dočasné připojení záložního zemniče do systému na dobu provedení testu. Nikdy neodpojujte zemnič při nebezpečí úderu blesku. Chyba uzemnění v okolí může způsobit nárůsty napětí v zemi. Původ této chyby nemusí být vůbec v zařízení, které testujete ale může způsobit napětí mezi zemniči. To může být obzvláště nebezpečné poblíž rozvodných stanic nebo přenosových vedení, kde se mohou objevovat značné zemní proudy. (Testování zemních systémů přenosových stožárů nebo stanic vyžaduje využití zvláštních

postupů jako „živá zem“, které nejsou v tomto tipu na použití popsány). Testery uzemnění používají mnohem vyšší energii než váš standardní multimetr. Mohou vydat až 250 mA. Zajistěte, aby každý kdo se nachází v prostoru testování si toho byl vědom a upozorněte každého, aby se nedotýkal testovacích sond zapnutého přístroje.



Obrázek 3

Kontrola odporu spojení vedoucího k zemi

Před testováním zemnice, začněte kontrolou jeho spojení do svodových systémů zařízení. Většina testerů fungujících na principu „úbytku napětí“ dokáže měřit dvoupólově nízké odpory a velmi dobře se s nimi pracuje. Měli byste naměřit méně než 1 ohm :

- Na hlavní svodové spojnici
- Mezi hlavní svodovou spojnici a vodičem zemnice
- Mezi vodičem zemnice a zemnicem
- Podél jakéhokoliv pomocného spojení mezi hlavní svodovou spojnici a zemnicem

Metoda úbytku napětí

Metoda úbytku napětí je „tradiční“ metoda měření odporu zemnice. Postup měření je uveden v normě IEEE-81 „Návod pro měření zemního odporu, impedance země a napětí na povrchu země, zemnicího systému“. Tato metoda ve své podstatě vyhovuje u malých zemnicích systémů, s jedním nebo dvěma zemniči. Popíšeme také techniku Tagg slope, která vám pomůže vyvodit přesné závěry u větších systémů.

Pamatujte, že u této metody musíte odpojit zemnič od vstupní elektrické přípojky domu.

Jak tato metoda pracuje

Metoda úbytku napětí propojuje zem ve třech místech. Je často nazývána „třítyčková metoda“. Můžete také použít čtvrtý vodič pro přesná měření na nízko-impedančních zemnicích, ale pro naše počáteční úvahy budeme počítat se třemi vodiči.

Provedou se následující propojení:

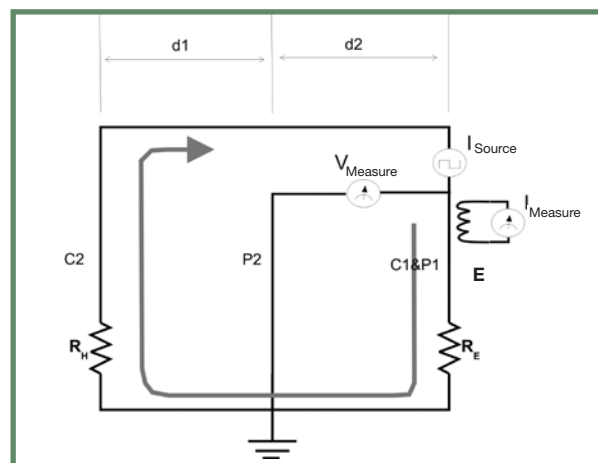
- E/C1 – testovaný zemnič
- S/P2 – tyč měření napětí (potenciálu), zatlučená do země do určité vzdálenosti od zemnice. Někdy se nazývá pomocný zemnič napětí.
- H/C2 – tyč proudu zatlučená do země ve větší vzdálenosti. Někdy nazývaná – pomocný proudový zemnič. Obr. 4 toto schematicky znázorňuje a obr. 5 ukazuje tato tři spojení provedena za použití typického zemnice.

Měřič zemního odporu dodává střídavý proud do země mezi testovaný zemnič E) a tyč proudu (C2).

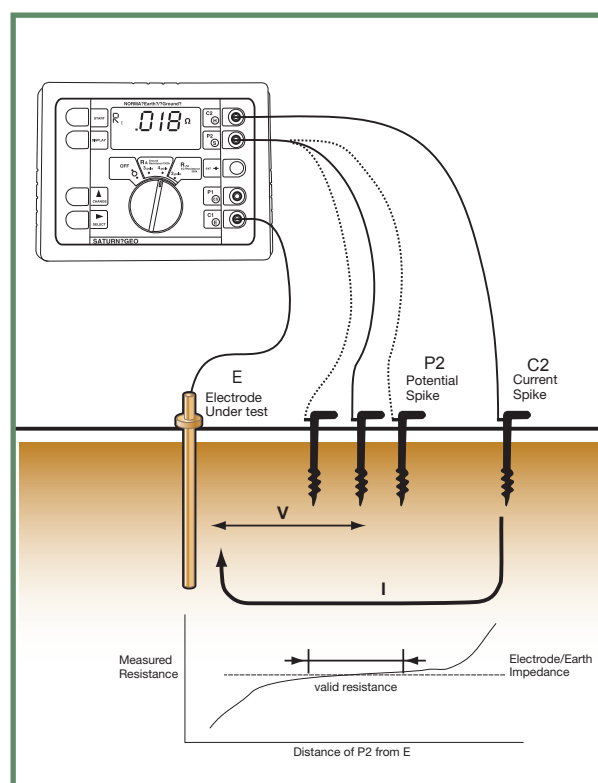
Tester měří pokles napětí mezi tyčí P2 a E. Potom vypočítá odpor mezi P2 a E podle ohmova zákona. K provedení tohoto testu umístíte tyč C2 do určité vzdálenosti od testovaného zemnice. Potom, při zafixované tyči C2, přemísťujete tyč P2 v linii mezi E a C2, a měříte impedanci. Složitým úkolem bude určit místo kam zatlučíte tyče, abyste dostali pravdivé hodnoty odporu mezi zemnicem a zemí.

Ve kterém bodě přestávají nečistoty, které obklopují zemnič, přispívat k odporu a stávají se součástí půdy? Pamatujte, že nás nezajímá odpor mezi zemnicem a našimi měřicími tyčemi. Pokoušíme se měřit odpor, na který by narazil poruchový proud na své cestě hmotou půdy. Proudová sonda generuje napětí mezi sebou a testovaným zemnicem. V blízkosti zemnice je napětí nízké a klesne na nulu když se tyč P dotkne zemnice. Říká se, že kolem zemnice je napěťová sonda ovlivňována zemnicem. Kolem proudové sondy je napětí téměř na stejné úrovni napěťového výstupu testeru. Ale někde uprostřed se děje něco zajímavého.

Jak se přesouváme mimo vlivy zemniců a směrem do půdní hmoty, měřicí proud již nezpůsobuje podstatnou změnu napětí. Zmapujete-li sérii měření za přemísťování napěťové tyče od testovaného zemnice směrem k proudové tyči, povšimnete si zplošťování křivky. Ideální křivka je znázorněna na obr. 4 (viz předchozí strana). **Nejplošší část křivky je právě to místo, kde odečteme zemní odpor.** Ve skutečnosti není křivka úplně plochá, ale tvoří velmi mírný spád, kde jsou změny odporu malé.



Obrázek 4: Schématické znázornění úbytku napětí



Obrázek 5: Vykreslení naměřených impedancí v závislosti na umístění tyče napětí umožňuje sledovat zemní impedanci

Tipy pro měření

- Noste s sebou kvalitní pásmo na měření vzdálenosti.
- Zjištění horizontální části křivky bude vyžadovat alespoň 5, ale spíše 7 až 9 měření.
- Je dobré provést tři z vašich měření hodnot odporu s tyčí P2 na 20%, 40% a 60% vzdálenosti mezi E a C2. To vám umožní použít Tagg Slope techniku.
- Při umísťování tyčí se přesvědčte, že proudová tyč, napěťová tyč a testovaný zemnič tvoří přímou linii.
- Je-li měřená impedance velmi vysoká nebo nad přijatelný rozsah, zkuste nalít trochu vody kolem testovacích tyčí, abyste zlepšili jejich kontakt se zemí. To není podvod, protože náš záměr je změřit odpor zemniče a ne odpor testovacích tyčí.
- Udržujte kabel napětí a proudu odděleně, abyste se vyhnuli vlivu signálu mezi nimi.
- Na nových staveništích bude dobré provést několik sérií měření. Odpor může klesnout časem, až se zem usadí.

Rozsah vlivu zemniče závisí na jeho hloubce a ploše. Hlubší zemniče vyžadují, aby se proudové tyče zatloukly dále (viz Tab. 1). U velkých zemnicích prstenců, roštů nebo sestav, může mít dosah vlivu zemniče až desítky metrů. Tabulka 2 udává navrhované počáteční body pro umístění proudových a napěťových tyčí. Z důvodu možného vzájemného ovlivňování mezi zemnicími prstenci, rošty nebo sestavami a měřicími tyčemi, by se měření nemělo zkracovat - vykreslete celý graf poklesu napětí, abyste se ujistili, že máte správné výsledky měření. Testujete-li pospojovanou sestavu zemničů bude kombinovaný odpor sestavy nižší než nejnižší naměřená hodnota kteréhokoliv jednotlivého zemniče. Máte-li například dvě 2,5 m dlouhé zemnicí tyče umístěné více než 2,5 m od sebe,

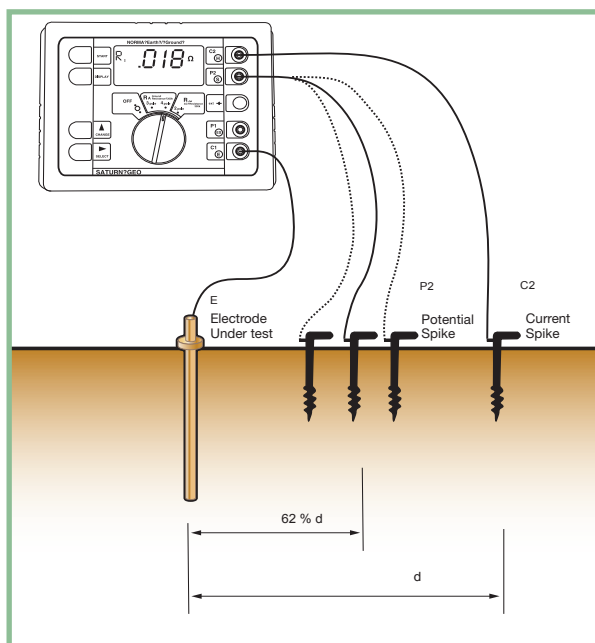
můžete si být jisti, že kombinovaný odpor bude podstatně nižší u spojeného systému. Tříkabelové měření vám poskytne dobré výsledky použijete-li krátký vodič C1, nebo nevádí-li vám zlomek ohmu odporu vodiče ve výsledku vašeho měření. U měření zemního odporu nad 10 ohmů bude účinek odporu vodiče C1 malý. Ale u velmi přesných měření, obzvláště u nízkých odporů, vám čtyřvodičový tester umožní přidat čtvrtý kabel, abyste mohli eliminovat přírůstek vodiče C1. Tím, že přidáte samostatný napěťový vodič (P1) k testovanému zemniči, můžete pokles podél proudového vodiče C1 odečíst od měření.

Tabulka 1: Přibližná vzdálenost k pomocným tyčím s použitím pravidla 62% (v metrech)

Hloubka testového zemniče (E)	Vzdálenost od E k napěťové tyči (P2)	Vzdálenost od E k proudové tyči (C2)
2	15	25
3	19	30
6	25	40
9	31	50

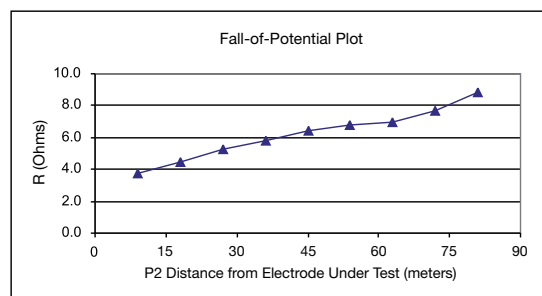
Tabulka 2: Přibližná vzdálenost k pomocným tyčím u sestav zemničů (v metrech)

Nejšíší rozměr Úhlopříčka, průměr nebo řada testované sestavy zemničů (E)	Vzdálenost od E k napěťové tyči (P2)	Vzdálenost od E k proudové tyči (C2)
20	30	50
25	50	80
30	70	100
50	100	170
70	130	200



Obrázek 6: Rozmístění tyčí při pravidle 62%

Distance From Electrode Under Test C2 (m)	P2 (m)	P2/C2	Resistance R (ohms)
100	10	10%	3.7
100	20	20%	4.4
100	30	30%	5.3
100	40	40%	5.8
100	50	50%	6.5
100	60	60%	6.8
100	70	70%	7.0
100	80	80%	7.7
100	90	90%	8.8



Obrázek 7: Zemní impedance se dá nalézt z této křivky při použití Tagg slope techniky.

Pravidlo 62%

Je možné zkrátit měření splňuje-li váš test následující kritéria:

- Testujete jednoduchý zemnič (ne rozsáhlý rošt ani desku)
- Můžete umístit proudovou tyč 31 m nebo dále od testovaného zemniče
- Půda je stejnorodá

Za těchto podmínek můžete umístit proudovou tyč 31 m nebo dále od testovaného zemniče. Umístěte napěťovou tyč do 62% vzdálenosti mezi proudovou tyč a testovaný zemnič a proveďte měření. Pro kontrolu proveďte další dvě měření: jedno s napěťovou tyčí o 90 cm blíže k testovanému zemniči a druhé o 90 cm dále (viz obr. 6). Jste-li na ploché části křivky úbytku napětí, pak by měly hodnoty být zhruba stejné a můžete si zaznamenat první naměřenou hodnotu jako váš zemní odpor.

Technika Tagg slope

Velké zemniče nebo zemnicí systémy vyžadují některé zvláštní ohledy. Kdybyste vykreslili hodnoty odporu pro 9 různých umístění P2 a nebylo by žádné zřetelné zploštění na grafu, pak může pomoci technika Tagg slope (také nazývaná sklonová metoda) pro stanovení zemní impedance. Obrázek 7 znázorňuje příklad souboru dat u kterých není zřejmá zploštěná část. Tato křivka je charakteristická pro test, ve kterém se proudová a napěťová tyč nedostanou nikdy z dosahu vlivu testovaného zemniče. Pro takovou křivku může být několik důvodů:

- U systému zemničů, které pokrývají rozsáhlé plochy, může být obtížné umístit tyče dostatečně daleko
- Nemusí se vám podařit umístit tyč C1 doprostřed zemniče
- Oblast, do které můžete umístit tyče, může být omezená

Máte-li odečty hodnot odporu z míst na 20%, 40% a 60% vzdálenosti mezi E a C2, pak můžete uplatnit tento postup na data, které jste již naměřili. Vypočítejte koeficient sklonu (μ) s použitím tří odporových

měření z 20%, 40% a 60% vzdálenosti od testovaného zemniče k proudové tyči C2.

$$\mu = \frac{(R_{60\%} - R_{40\%})}{(R_{40\%} - R_{20\%})}$$

Potom se podívejte do tabulky na konci tohoto tipu na použití a vyhledejte P2/C2 poměr, který odpovídá vašemu μ . Toto vám ukáže, kde hledat na vašem grafu, abyste zjistili zemní odpor. Pro data vzoru na obrázku 7:

$$\mu = \frac{(6,8 - 5,8)}{(5,8 - 4,4)} = 0,71$$

Podíváme-li se do tabulky, pro $\mu=0,71$ odpovídající procento P2/C2 je 59,6%. Takže přibližný zemní odpor by byl naměřen na (59,6% x 92 m), neboli na 54 m. To je velmi blízko našeho bodu 60% na 55 m, kde jsme odečetli hodnotu 6,8 ohmů. Můžeme tedy celkem bezpečně říci, že zemní odpor testovaného zemniče je zhruba 7 ohmů.

Selektivní metoda

Selektivní metoda je variantou metody Úbytku napětí, která se dá používat na špičkových testerech zemního odporu jako např. Saturn GEO X. Testery s touto funkcí dokáží měřit zemní impedanci specifického zemniče bez jeho odpojení od sestavy i od struktury distribučního systému. To znamená, že nemusíte čekat na odstávku abyste mohli testovat nebo riskovat nebezpečí úrazu při odpojování zemniče od živého systému. Platí zde stejná pravidla pro proudové i napěťové tyče jako u metody Úbytku napětí. Jsou-li splněny podmínky pravidla 62% (viz předchozí strana) pak to může pomoci snížit počet měření. V opačném případě bude dobré sestavit kompletní diagram úbytku napětí. Můžete použít techniku Tagg slope jestliže se vaše křivka nezploští. Obě metody, jak Úbytku napětí tak i Selektivní metoda používají tyče k zavedení proudu a měření napětí. Podstatným rozdílem je to, že u selektivního testování můžete přesně měřit testovací proud v testovaném zemniči. Nulový vodič, konstrukce budovy a zemnič jsou spojeny a uzemněny. Když zavedete proud do tohoto systému paralelních zemních spojení, tak se tento proud rozdělí. U tradiční metody Úbytku napětí neexistuje způsob zjistit

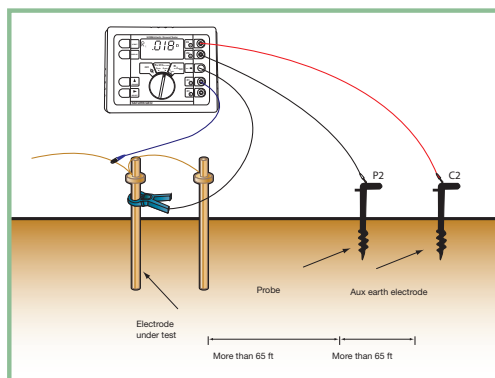
jak velký proud protéká mezi konkrétním zemničem a proudovou tyčí C2. Selektivní testování používá integrovaný, vysoce citlivé proudové transformační kleště pro měření testovacího proudu v testovaném zemniči. Obrázek 9 ukazuje jak tento proudový transformátor zapadá do testovaného obvodu. Selektivní tester zemnění digitálně filtruje proudová měření, aby co nejvíce omezil účinky rozptylových proudů. Možnost přesného měření proudu v testovaném zemniči, účinně zemnič izoluje a umožňuje nám jej testovat bez nutnosti jeho odpojení od systému nebo od ostatních zemničů.

Metoda bez tyčí neboli klešťová

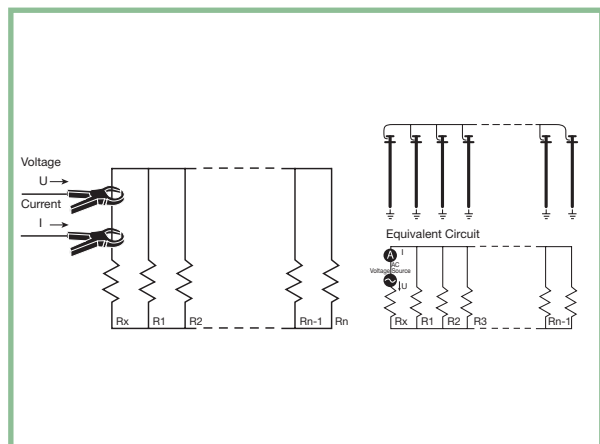
„Beztyčová“ neboli „klešťová“ metoda umožňuje měřit impedanci série smyčky zemničů. Tento test je jednoduchý a může se provádět na zemniči, který je připojen na elektrický systém v činnosti. K provádění měření využívá tester speciální transformátor, který generuje napětí na zemní vodič o vybrané testovací frekvenci. Druhý transformátor využívá k rozeznání této testovací frekvence a měření výsledného proudu procházejícího obvodem. Tato metoda je dostupná v některých testerech Úbytku napětí (např. Saturn GEO X nebo Saturn GEO Plus) nebo v samostatném přístroji jako je GEO 30. Obrázek 10 ukazuje spojení zdroje a měřících kleští přístroje Saturn GEO X. Obrázek 11 (viz následující strana) ukazuje ekvivalentní testovací obvod pro „beztyčovou“ metodu. Když testujete zemnič budovy touto metodou, testujete vlastně smyčku zahrnující:

- Testovaný zemnič
- Vodič zemniče
- Hlavní vodič pospojování
- Nulový vodič přípojky budovy
- Spojení nulového vodiče rozvodového transformátoru to země
- Zemní vodiče rozvodového transformátoru (mezi tyčemi)
- Tyčové uzemnění rozvodového transformátoru

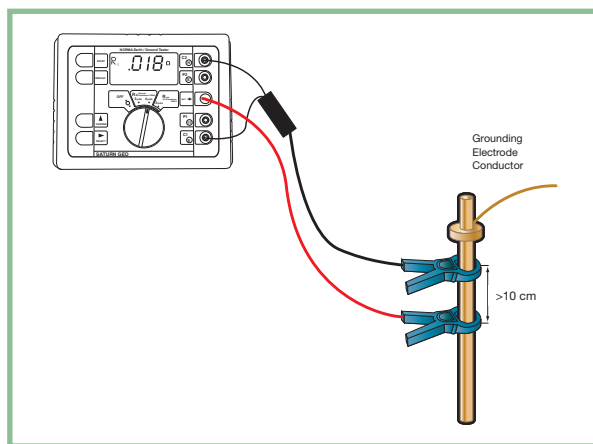
Protože tato metoda využívá vstupní přípojku jako část obvodu, může se použít až po jejím úplném zapojení, tzn. že nemůže být použita před připojením vstupní přípojky k rozvodu budovy. Při této metodě kontrolují kleště spojitost propojení všech výše zmíněných částí. Abnormálně vysoká hodnota nebo indikace rozpojení obvodu zobrazená na přístroji, ukazuje na špatné spojení mezi dvěma nebo více výše zmíněnými kritickými částmi.



Obrázek 8: Zapojení při selektivním měření zemniče



Obrázek 9: Zapojení při selektivním měření impedance zemniče



Obrázek 10: Zapojení testeru Saturn GEO X při měření bez tyčí

Tato metoda vyžaduje nízkoimpedanční cestu paralelně s testovaným zemničem. Zemnič u většiny zařízení je paralelní s četnými zemniči rozvodového transformátoru. Tyto zemniče mohou být tyčové, tyč s terčovou deskou nebo neizolované nulové vodiče. Impedance zemničů rozvodového transformátoru je obvykle zkombinována do velmi nízké impedance. Podívejme se na příklad. Řekněme, že máme 40 tyčových zemničů, každý zhruba 20 Ω a tyto zemniče jsou pospojovány nízkoimpedančním zemním drátem jeden k druhému. Ekvivalentní odpor těchto 40 zemničů paralelně řazených je:

$$R_{eq} = \frac{1}{40 \times \frac{1}{20\Omega}} = \frac{1}{2}\Omega$$

Protože půl ohmu je nízká hodnota v porovnání s odporem, který očekáváme od našeho testovaného zemniče, můžeme usuzovat, že většina naměřeného odporu je následkem zemního odporu testovaného zemniče. Tato metoda sebou nese určité nástrahy:

Měříte-li ve špatném místě systému, mohli byste naměřit odpor pevně spojené smyčky, např. u zemního prstence nebo u pospojovaného ochranného systému osvětlení. Kdybyste chtěli odečíst hodnotu zemního odporu, měření vodivé smyčky by poskytlo nečekaně nízké hodnoty odporu. Můžete také dostávat nízké hodnoty odporu v důsledku působení dvou velmi blízkých spojených zemničů, jako např. podzemní potrubí, vodovodní potrubí a jiné. Kvalita měření závisí na dostupnosti paralelních cest. Jsou-li dodávky do budovy zabezpečeny výhradně generátorem nebo transformátorem, který má pouze jednoduchý zemnič, předpoklad několika paralelních cest nebude platit a měření bude ukazovat zemní odpor obou zemničů. Tato metoda nezměří zemní odpor.

Problém v zemnicím systému rozvodového transformátoru může ovlivňovat naměřené hodnoty.

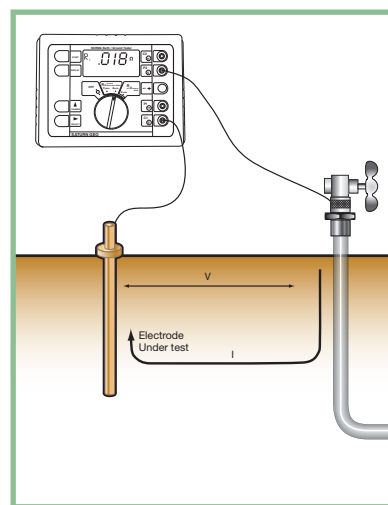
Všeobecně, naměříte-li hodnoty pod 1 ohm, znovu měření zkontrolujte, abyste se ujistili, že neměříte pevně spojenou vodivou smyčku namísto zemního odporu.

Dvoutyčová metoda

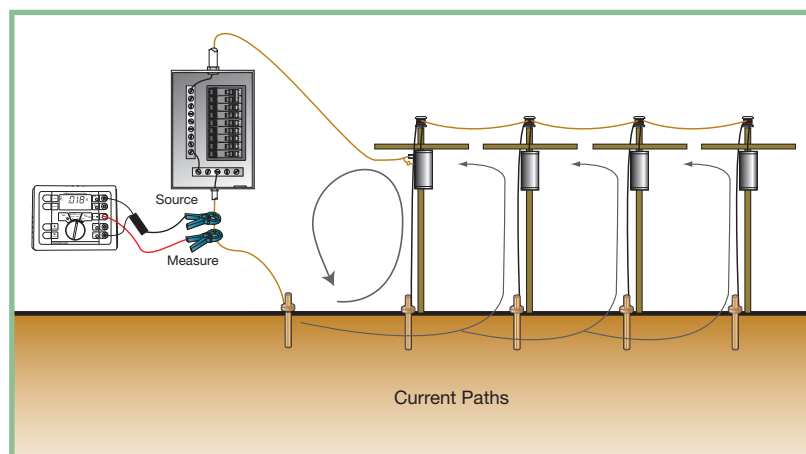
Dvoutyčová metoda využívá „pomocný zemnič“ jako např. vodovodní potrubí. Obr. 12 ukazuje takovéto zapojení. Tester měří kombinovaný zemní odpor testovaného zemniče, zemní odpor pomocného zemniče a odpor měřicích kabelů. Předpoklad je, že zemní odpor pomocného zemniče je velmi nízký, což by pravděpodobně platilo pro kovové potrubí bez plastových částí nebo izolovaných spojů. Účinek měřicích kabelů se může odstranit jejich zkratováním a odečtením jejich hodnoty od konečného měření. Třebaže je velice pohodlná, buďte opatrní při použití této dvoutyčové metody: Vodovodní potrubí může mít PVC části, které mohou podstatně zvýšit jeho zemní odpor. V tom případě by tato metoda se dvěma tyčemi ukazovala příliš vysoké hodnoty.

Pomocný zemnič nemusí být mimo oblast vlivu testovaného zemniče. V tomto případě by naměřené hodnoty mohly být nižší než skutečnost.

Z důvodu mnoha neznámých, které obsahuje tato technika, je doporučována jen tehdy, když jsou zemniční systém a pomocný zemnič dobře známy.



Obrázek 12: Ekvivalentní obvod u dvoubodového měření



Obrázek 11: Cesty testovacího proudu u beztyčové metody

Souhrn metod pro testování zemniče		
	Výhody	Zápory
Úbytku napětí	- Široké použití - Uvidíte-li charakteristickou křivku, tak víte, že měření je správné	- Musíte odpojit zemnič - Tyče mohou jít obtížně zatlouci do země - Nemusí být dostatek místa kolem zemniče pro zatlučení tyčí
Selektivní metoda	- Nemusíte odpojovat zemnič - Široké použití - Uvidíte-li charakteristickou křivku, tak víte, že měření je správné	- Tyče mohou jít obtížně zatlouci do země - Nemusí být dostatek místa kolem zemniče pro zatlučení tyčí
Beztyčová metoda	- Pohodlné - Šetří čas - Bez nutnosti rozpojení - Žádné zemní sondy	- Předpokládá paralelní nízkoimpedanční cestu - Možnost naměřit velmi nízké hodnoty chybným měřením pevně spojené smyčky
Dvoutyčová metoda	- Pohodlné - Šetří čas - Bez nutnosti rozpojení - Žádné zemní sondy	- Není možné posoudit integritu „pomocného zemniče“ - Nemůžete si být jisti, že jste mimo dosah vlivu zemniče

**Tabulka pro Tagg Slope techniku
(pro 2 desetinná místa)**

μ	P2/C2	μ	P2/C2	μ	P2/C2	μ	P2/C2	μ	P2/C2
	%		%		%		%		%
0.40	64.3	0.65	60.6	0.90	56.2	1.15	50.7	1.40	43.1
0.41	64.2	0.66	60.4	0.91	56.0	1.16	50.4	1.41	42.7
0.42	64.0	0.67	60.2	0.92	55.8	1.17	50.2	1.42	42.3
0.43	63.9	0.68	60.1	0.93	55.6	1.18	49.9	1.43	41.8
0.44	63.7	0.69	59.9	0.94	55.4	1.19	49.7	1.44	41.4
0.45	63.6	0.70	59.7	0.95	55.2	1.20	49.4	1.45	41.0
0.46	63.5	0.71	59.6	0.96	55.0	1.21	49.1	1.46	40.6
0.47	63.3	0.72	59.4	0.97	54.8	1.22	48.8	1.47	40.1
0.48	63.2	0.73	59.2	0.98	54.6	1.23	48.6	1.48	39.7
0.49	63.0	0.74	59.1	0.99	54.4	1.24	48.3	1.49	39.3
0.50	62.9	0.75	58.9	1.00	54.2	1.25	48.0	1.50	38.9
0.51	62.7	0.76	58.7	1.01	53.9	1.26	47.7	1.51	38.4
0.52	62.6	0.77	58.5	1.02	53.7	1.27	47.4	1.52	37.9
0.53	62.4	0.78	58.4	1.03	53.5	1.28	47.1	1.53	37.4
0.54	62.3	0.79	58.2	1.04	53.3	1.29	46.8	1.54	36.9
0.55	62.1	0.80	58.0	1.05	53.1	1.30	46.5	1.55	36.4
0.56	62.0	0.81	57.9	1.06	52.8	1.31	46.2	1.56	35.8
0.57	61.8	0.82	57.7	1.07	52.6	1.32	45.8	1.57	35.2
0.58	61.7	0.83	57.5	1.08	52.4	1.33	45.5	1.58	34.7
0.59	61.5	0.84	57.3	1.09	52.2	1.34	45.2	1.59	34.1
0.60	61.4	0.85	57.1	1.10	51.9	1.35	44.8		
0.61	61.2	0.86	56.9	1.11	51.7	1.36	44.5		
0.62	61.0	0.87	56.7	1.12	51.4	1.37	44.1		
0.63	60.9	0.88	56.6	1.13	51.2	1.38	43.8		
0.64	60.7	0.89	56.4	1.14	50.9	1.39	43.4		

Fluke. Držíme váš svět
v chodu.

Fluke Corporation
P.O. Box 9090
Everett, WA USA 98206
Web: www.fluke.com

Fluke Europe B.V.
P.O. Box 1186
5602 BD Eindhoven
The Netherlands
Web: www.fluke.eu

Pro další informace volejte:
Evropa +31 (0)40 2 675 200
nebo Fax +31 (0)40 2 675 222
In Europe/M-East/Africa +31 (0)40 2 675 200
or Fax +31 (0)40 2 675 222
In Canada (905) 890-7600
or Fax (905) 890-6866
From other countries +1 (425) 446 -5500
or Fax +1 (425) 446 -5116
Navštivte nás na webových stránkách:
Web: www.fluke-cz.cz

© Copyright 2007, Fluke Corporation.
Vytlačeno v Nederland 08/07
Případné změny jsou vyhrazeny bez
předchozího upozornění.

Pub_ID: 11095-cze