

Ak je uzemňovací vodič z mechanických dôvodov pri prechode do zeme uložený v rúrke, rúrka sa musí utesniť asfaltovou alebo inou izolačnou látkou.

Ak sa uzemňovací vodič pripája na uzemňovaciu elektródu zváraním, musí sa po pripojení obnoviť protikorózna ochrana povrchu. Uzemňovací vodič (zvod) v mieste pripojenia musí mať plný prierez a nesmie sa pripájať svorkami alebo iným spôsobom ako zvarom.

C6. MERANIE A KONTROLA OCHRÁN PRI SAMOČINNOM ODPOJENÍ NAPÁJANIA

ÚLOHA:

1. Oboznámte sa so základným spôsobom kontroly ochrany samočinným odpojením od zdroja v sieťach TN-C a TT ampérmetrom a voltmetrom resp. voltmetrom.
2. Oboznámte sa s možným spôsobom kontroly ochrany chráničmi (napäťovým a prúdovým) voltmetrom.

6.1 Všeobecné zásady merania pri kontrole ochrán

Najvhodnejšou skúškou ktorejkoľvek ochrany ako aj jej spoľahlivosti by bolo umelé vyvolanie poruchy, pri ktorej by ochrana zapôsobila. To sa však v praxi nerobí, lebo zlyhanie funkcie ochrany by mohlo mať katastrofálne následky (poškodenie zariadenia, úrazy osôb). Preto sa poruchový stav v meracom obvode len simuluje. Pri takto vyvolanej "poruche" urobíme nasledovné merania:

- zmeriame napätia, z ktorých vypočítame poruchové prúdy, a ak tieto porovnáme s hodnotami uvedenými v tabuľkách zistíme, či dôjde k včasnému vypnutiu chráneného obvodu ističom alebo poistkou,
- zmeriame (alebo vypočítame) najvyššie dovolené napätie, ktoré vznikne na chránenom zariadení, skôr než ochrana vypne,
- zmeriame impedanciu ochranej slučky a porovnáme ju s maximálnou povolenou hodnotou impedancie pre daný prípad, pri určitom spôsobe istenia ochranného obvodu.

Nie vždy je možné použitie všetkých uvedených meraní. Pri meraniach musíme byť maximálne opatrní, lebo niektoré merania sú nebezpečné. Okrem merania odporov sa pri ostatných meraniach ako zdroj napätia používa sieť. Z hľadiska bezpečnosti by sa mal merací obvod zapojiť (pokiaľ je to potrebné aj pripojiť na uzemnenie), potom sieť na krátky čas vypnúť a pripojiť na ňu merací obvod, prekontrolovať správnosť zapojenia a až potom zapnúť a merať. Po skončení merania sa sieť vypne a merací obvod sa odpojí.

Z meracích prístrojov sa pri preverovaní správnej činnosti ochrán môžu použiť napr.: ampérmeter a voltmeter alebo v súčasnosti je dostupný celý rad špeciálnych meracích prístrojov. Obvyklý postup pri meraniach je nasledovný:

- pred vlastným meraním je potrebné overiť stav siete, a teda zistiť, ktoré vodiče sú pracovné (krajné), ktorý je neutrálny a premerať napätia vo všetkých fázach,
- zapojiť merací obvod, zmerať a zaznamenať namerané hodnoty,
- vypočítať potrebné veličiny podľa vzťahov platných pre zvolenú metódu merania a na základe výsledkov vyhodnotiť spoľahlivosť ochrany.

6.2 Kontrola ochrany samočinným odpojením od zdroja v sieťach TN

Najrozšírenejšou formou ochrany pred nebezpečným dotykovým napätím v sieti nn je ochrana samočinným odpojením napájania v sieťach TN. Správnosť pôsobenia ochrany si môžeme preveriť niekoľkými spôsobmi.

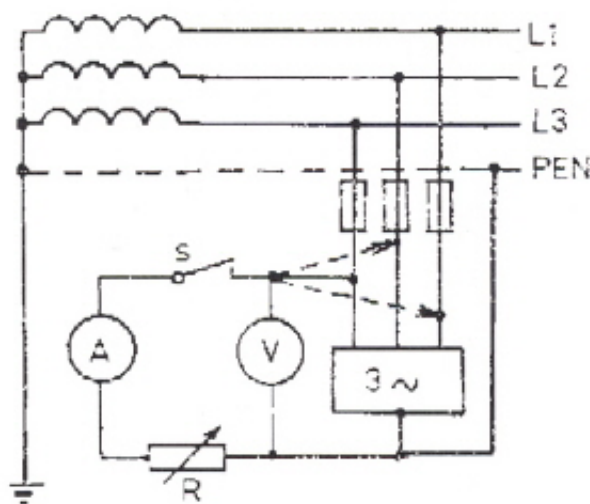
6.2.1 Meranie ampérmetrom a voltmetrom

Kostru spotrebiča, ktorý je chránený vodičom PEN, pripojíme cez reostat R a ampérmetr A na fázový vodič (Obr. C6.1). Voltmetrom V zmeriame napätie voči kostre U_f . Potom zopnutím vypínača simulujeme skrat. Zmeriame poruchový prúd I_p a napätie U_p . Z nameraných údajov sa vypočíta skratový prúd I_k , ktorý by pretekal obvodom pri priamom spojení fáze s kostrou.

$$I_k = I_p \frac{U_f}{U_f - U_p} \quad I_k > I_v$$

Tento prúd I_k musí byť väčší ako vypínací prúd I_v najbližšieho predradného ističa alebo poistky. Ak táto podmienka nie je splnená, musí sa zameniť poistková vložka za inú, ktorá je správne dimenzovaná. Odpor R sa volí vzhľadom na veľkosť meraného napätia, vnútorný odpor R_{iv} vzhľadom na veľkosť regulovaného odporu R približne takto:

$$R = U_f / 5 \quad R_{iv} = 50 \cdot R$$



Obr. C6.1

Meranie impedancie slučky poruchového prúdu sa vykonáva ako náhrada za meranie skratového prúdu v obvode, t.j. prúdu, ktorý má spôsobiť odpojenie ochranného istiaceho prvku, pričom ochranný istiaci prvok má časť obvodu, kde došlo k poruche včas odpojiť. Najčastejšie sa impedancia slučky Z_s meria pod napätím. Princíp merania spočíva v meraní napätia naprázdno a pri zaťažení na známom odpore R podľa vzťahu

$$Z_s \leq R \cdot k \frac{U_f - U_p}{U_p} \quad [\Omega],$$

kde je R – zaťažovací odpor, $k = 1,24$ je korekčný súčiniteľ odporu vodiča pri teplote 80°C , U_f – je fázové napätie pri meraní naprázdno, U_p – je napätie na známom odpore R . Uvedený princíp využívajú moderné meracie prístroje, ktoré vyhodnocujú úbytky napätia pri prechode definovaného prúdu (0,2 A) kontrolovaným obvodom po dobu $T = 1 / 2f$ [ms]. Dôležitosť merania impedancie slučky spočíva predovšetkým v tom, že vyhodnocuje celistvosť ochranného vodiča PE. S ohľadom na ochranu pred úrazom elektrickým prúdom je potrebné ju zmerať

- medzi krajnými vodičmi a ochranným vodičom PE, resp. krajnými vodičmi a vodičom N, v sieti TN-S a
- krajnými vodičmi a vodičom PEN v sieti TN - C.

Meranie splní svoju úlohu, keď sa zmeria impedancia slučky na najvzdialenejšom mieste obvodu. Ďalej je potrebné merať Z_s aj pri jednotlivých zásuvkových obvodoch a iných odbočkách (aby sme skontrolovali že v mieste odbočenia nie je odpojený vodič PE resp. PEN. Hodnoty približného odporu vodiča pre jednotlivé prierezy a materiál vodiča je daný tabuľkou.

Pre impedanciu slučky Z_s musia platiť tieto podmienky:

- pre doposiaľ projektované zariadenia (STN 34 1010, $I_v = n \cdot I$) musí platiť $Z_s = \frac{U_0}{I_v}$ [Ω],
- pre nové zariadenia (STN 33 2000-4-41) musí platiť že $Z_s = \frac{U_0}{I_a}$ [Ω], kde

Z_s – je impedancia slučky, ktorej súčasťou je zdroj, pracovné vodiče k miestu poruchy a ochranný vodič medzi miestom poruchy a zdrojom, U_0 – je menovité napätie siete oproti zemi, I_v je vypínací prúd najbližšieho predradeného istiaceho prvku, I_a je prúd zabezpečujúci samočinné pôsobenie ochranného prvku v maximálnom čase pre odpojenie v sieti TN (napr. pre $U_0 = 230$ V je to 0,4 s).

kontrolujú sa vlastnosti príslušných ochranných prvkov (napr. zistením menovitých hodnôt istiacich prvkov alebo skúškou prúdových chráničov).

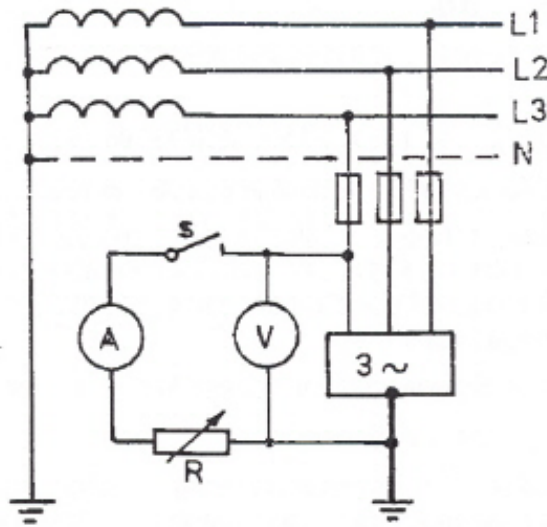
Tam kde je to nutné, meria sa odpor uzemnenia všetkých uzemňovačov paralelne.

6.3 Kontrola ochrany samočinným odpojením napájania v sieťach TT

Skôr než by sme uskutočnili kontrolu ochrany samočinným odpojením od zdroja v sieťach TT, musíme sa presvedčiť o *vyhovujúcej hodnote odporu uzemnenia* (viď meranie odporov uzemnenia). Kontrola vhodnosti ochrany sa robí obdobným spôsobom ako pri ochrane vodičom PEN. Použité spôsoby merania sa budú líšiť podľa toho, či budeme merať v sústavách s uzemneným uzlom alebo izolovaným uzlom.

6.3.1 Meranie ampérmetrom a voltmetrom

Meranie sa realizuje podobným spôsobom ako pri meraní ochrany v sieťach TN (**Obr. C6.2**). Kostra meraného spotrebiča sa pripojí na ochranné uzemnenie. Požiadavky na veľkosť regulovaného odporu reostatu a tiež vnútorného odporu voltmetra sú rovnaké ako pri kontrole ochrany v sieťach TN. Výhodou tejto meracej metódy je, že určíme, či predradný istič (poistka) vyhovuje podmienkam ochrany bez toho, aby sme museli merať vzniknuté dotykové napätie. Metóda je vhodná pre siete s uzemneným uzlom.

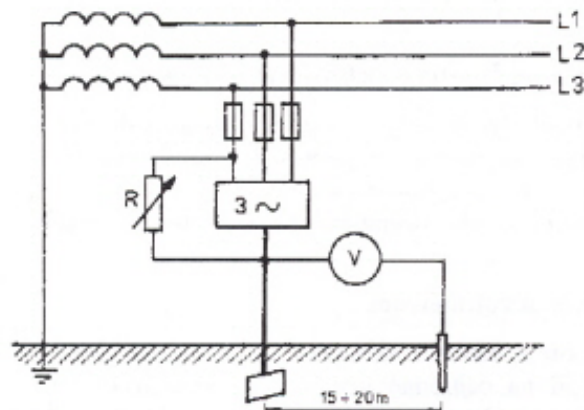


Obr. C6.2

6.3.2 Meranie voltmetrom.

Táto metóda kontroly ochrany samočinným odpojením od zdroja v sieťach TT sa môže použiť v sieti s uzemneným, ale aj izolovaným uzlom. Princíp metódy spočíva v tom, že cez reostat privedieme na kostru chráneného spotrebiča fázové napätie. Meranie sa uskutoční tak, že postupne znižujeme hodnotu reostatu a sledujeme zvyšovanie hodnoty dotykového napätia. Zmeriame najvyššiu hodnotu dotykového napätia v okamihu, keď predradná poistka (istič) vypne. Poistka by mala vypnúť v čo najkratšom čase. Ak nedôjde k vypnutiu a pri ďalšom znižovaní odporu narastá hodnota dotykového napätia, je to dôkaz toho, že ochrana pred úrazom elektrickým prúdom nevyhovuje. Keď ale hodnota dotykového napätia znižovaním odporu nenarastá a ochrana (istič) napriek tomu nevypne, je najpravdepodobnejšie, že je porucha na uzemnení uzla transformátora. Pri meraní ochrany samočinným odpojením napájania v sieťach TT v sieti s izolovaným uzlom postupujeme obdobným spôsobom. Hodnota dotykového napätia pri simulovanej poruche taktiež nesmie prekročiť hodnotu povoleného dotykového napätia (Obr. C6.3). Pri kontrole ochrany hodnotu

odporu reostatu vypočítame zo vzťahu $R = \frac{U_f}{I_v}$, kde I_v je vypínací prúd najbližšej predradnej poistky (ističa).



Obr. C6.3

Pomocná elektróda, na ktorú pripojíme voltmeter, musí byť od meraného ochranného uzemňovača vzdialená aspoň 15 - 20 metrov. Z bezpečnostných dôvodov je pri meraní potrebné používať dielektrické rukavice a galoše.

6.4 Kontrola ochrany napätovým a prúdovým chráničom

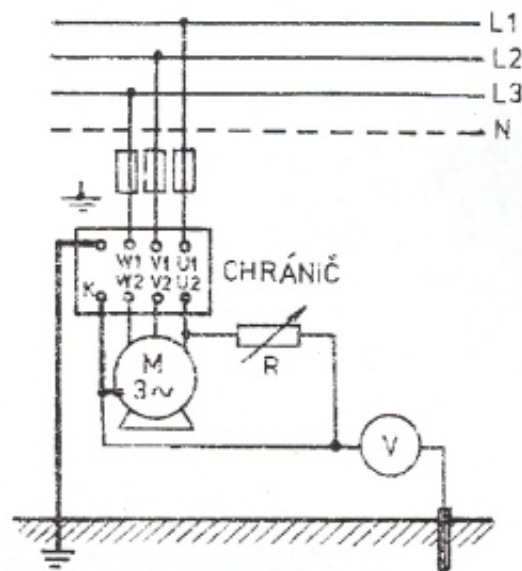
Pri napätových a prúdových chráničoch rozoznávame dvojité skúšky:

- skúšku pred uvedením chrániča do prevádzky, ktorú uskutočníme pred uvedením chrániča do prevádzky stlačením tlačidla, umiestneného na chrániči. Tým privedieme cez odpor, ktorý je zabudovaný v chrániči, napätie na vypínaciu cievku. Keď je chránič správne nastavený, musí pri takejto skúške vypnúť. Ochrana chráničom je vyhovujúca, ak pri kontrole aspoň 5-krát za sebou vypne chránič pri napätí nižšom ako je medzná hodnota dotykového napätia pre daný priestor.
- skúšky a meranie dotykových napätí na chránenom predmete, pri ktorých príslušný chránič vypína.

Skúšky podľa tohoto bodu môžeme uskutočniť na chráničoch meraním *dotykového napätia* U_d voltmetrom (alebo prístrojmi PU 130 resp. PU 181, Metrawatt M 5010, Profitest 0100S, GEO, GEOX a ďalšími multifunkčnými prístrojmi) a na prúdovom chrániči meraním *dotykového napätia* U_d a *skutočného vypínacieho prúdu* $I_{\Delta N}$.

6.4.1 Meranie dotykového napätia voltmetrom pri ochrane napätovým chráničom

K meraniu potrebujeme voltmeter s väčším vnútorným odporom ako $3\text{ k}\Omega$ a zaťažovací odpor približne tiež $3\text{ k}\Omega$. Cez odpor pripojíme kostru spotrebiča, na ktorú je pripojená aj cievka meraného chrániča, na fázové napätie. Voltmeter pripojíme medzi kostru spotrebiča a pomocný uzemňovač. Postupne znižujeme hodnotu zaťažovacieho odporu a sledujeme nárast dotykového napätia. Keď je ochrana vyhovujúca, musí vypnúť najneskôr pri dosiahnutí medzného dotykového napätia (Obr. C6.4).



Obr. C6.4

6.4.2 Kontrola funkcie prúdového chrániča meraním

Prúdové chrániče zabezpečujú nielen odpojenie chráneného zariadenia, ak sa na neživej časti objaví napätie vyššie ako medzná hodnota dotykového napätia, ale dokážu reagovať na vznikajúce zemné spojenie rýchlejšie ako poistka alebo istič. Z princípu vyplýva, že prúdový chránič nereaguje na medzifázové skraty, takže nadprúdové istiace prvky zavedením chráničov svoju úlohu nestrácajú. Z hľadiska funkčnosti (hlavne v trvalých prevádzkach) je potrebné neustále kontrolovať, či je chránič správne zapojený a či pri zapnutom chrániči napätie na neživých častiach neprekročí medznú hodnotu pre daný priestor a prostredie. Meranie dotykového napätia na zariadení, ktoré je chránené prúdovým chráničom je rovnaké ako pri meraní napätia pri napäťovom chrániči. Avšak pri prúdových chráničoch musíme kontrolovať aj prúd, ktorý preteká cez cievku chrániča. Pri kontrole funkcie prúdového chrániča meraním použijeme zapojenie podľa **Obr. C6.2**, kde namiesto tavných poistiek je zaradený prúdový chránič a simulovaním vzniku rozdielového prúdu na vstupe a výstupe prúdového chrániča docielime odpojenie záťaže. Podľa STN 33 2000-6-61 je potrebné pri kontrole merať čas, za ktorý prúdový chránič odpojí chránený obvod. Doba musí odpovedať predpísanému vypínaciemu času a chránič musí pri poruche vypnúť v stanovenom rozsahu vypínacích rozdielových prúdov.