

měření dotykových napětí

1. Úvod

EGÚ Brno, a.s. je významným pracovištěm působícím v energetice české republiky i v zahraničí. Je rovněž výrobcem měřicí techniky pro energetické provozy a měřicí přístroje, vyvinuté ve spolupráci s VUT Brno, završují jeho dosavadní působení v této oblasti.

Měření v energetických provozech obecně a tedy i měření dotykových napětí vyžaduje přístroje, které se vyznačují bezpečností, spolehlivostí a odolností vůči rušivým vlivům. Již při návrhu soupravy pro měření dotykových napětí (vlastních přístrojů a měřících doplňků) byly tyto požadavky respektovány.

2. Vývoj metody měření dotykových napětí

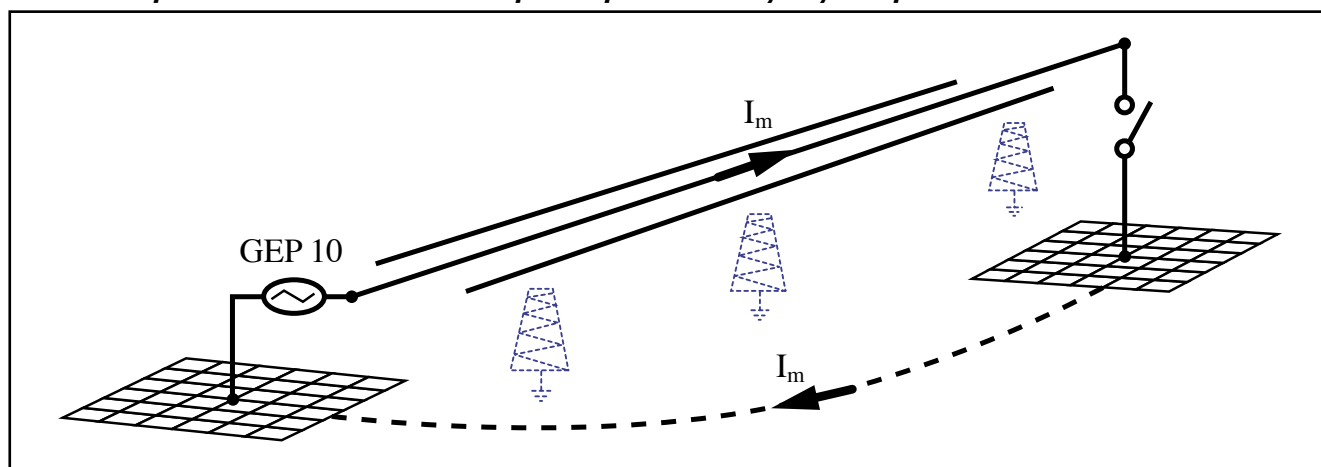
V minulosti se k měření nebezpečného dotykového napětí používalo velkých měřících proudů. Potřebná velikost proudů při měření dotykových napětí ve stanicích vvn se pohybovala od 100 do 500 A. Příprava takového měření byla časově náročná a neobešla se bez potíží při zajišťování, přepravě a připojování vhodného zdroje. Proto byla v EGÚ Brno vyvinuta měřicí metoda měření dotykových napětí při malém měřícím proudu odlišné frekvence.

Princip měření spočívá v tom, že místo velkých proudů se používá poměrně malý měřicí proud (5 až 20 A), který

však má odlišnou frekvenci od frekvence průmyslové i od kmitočtů jejich harmonických a napětí vyvolaná na uzemnění tímto proudem se snímají selektivním milivoltmetrem, který měří pouze napětí o této frekvenci.

Zařízení, které bylo zpočátku využíváno v EGÚ Brno, bylo tvořeno běžným synchronním generátorem o výkonu 12 kVA a napětí 380/220 V, který byl poháněn asynchronním motorem. Poměr převodu byl volen tak, aby frekvence dodávaného proudu byla 72 Hz [1]. Obvod měřícího proudu je vytvořen stejně jako při měření velkým proudem (obr. 1).

Obr. 1: Principiální schema obvodu měřícího proudu při měření dotykových napětí



3. Současná metoda měření dotykových napětí

V současnosti se měření dotykových napětí provádí podle ČSN 33 2000-5-54, přílohy NN 3 [2] a posouzení naměřených hodnot podle ČSN 33 2000-4-41 [3].

Při měření se postupuje tak, že voltmetrem s velkým vnitřním odporem (nejméně 100 kΩ) se změří část napětí proti zemi, kterou člověk může při dotyku překlenout. Měřicí přístroj se zapojí mezi měřenou konstrukci nebo vodivou část elektrodu vzdálenou od měřené konstrukce 1 m.

Pokud hodnota naměřeného napětí, přepočítaná podle přílohy NN 3.4 přesahuje hodnotu dovoleného dotykového napětí, připojí se při měření k voltmetru paralelně odpor 1,5 kΩ. Skutečná dotyková, nebo kroková napětí se přepočítají podle NN 3.4 lineárně v poměru měřícího a poruchového proudu, tekoucího do uzemnění v měřené elektrické stanici. Velikost poruchového proudu se určí podle PNE 330000-4, tabulky 1 [4].

4. Měřicí zařízení pro měření dotykových napětí používané EGÚ Brno, a.s.

Na základě dlouholetých zkušeností při měření dotykových napětí v EGÚ Brno, např. [5,6], byla v EGÚ Brno, a.s. vyvinuta nová měřicí souprava [7], která sestává z generátoru konstantního proudu GEP 10 o konstantním kmitočtu 72 Hz, selektivního milivoltmetru (SV) (Obr. 2) a kontaktních sond a spojovacího materiálu.

Generátor proudu GEP 10 je konstruován jako elektronický zdroj s vysokou stabilitou kmitočtu. Jeho

autor:
text

Obr. 2: Měřicí souprava EGÚ Brno, a.s. pro měření dotykových napětí – Selektivní voltmetr a Generátor proudu GEP 10



významnou částí je soubor ochrany proti nestandardním stavům, zejména:

- nezatíženému výstupu měniče DC/DC,
- při zkratu výstupních svorek,
- při vnuceném indukovaném proudu do výstupu měniče DC/DC,
- při zvýšeném napětí na výstupních svorkách vlivem indukovaného proudu při souběhu vedení vvn.

Technické údaje GEP 10: Vnucený proud 5 A, maximální napětí 100 V, kmitočet $72 \pm 0,007$ Hz, absorpce rušivého proudu 50 Hz - max. 5 A, napájení 230V/50 Hz, příkon max. 800 VA, hmotnost 10 kg.

Selektivní voltmetr/ampérmetr (SV) byl navržen jako přenosný pro měření dotykových napětí v terénu rozlehlých závodů. Jádrem přístroje je přeladitelná pásmová propust v rozsahu kmitočtů 60 až 80 Hz. Je realizována kaskádou dvou filtrů s přepínacími kondenzátory a volitelným zdrojem synchronizace. Pro práci s rotačním generátorem je vestavěn ručně laditelný generátor v rozsahu 60 až 80 Hz.

Technické údaje SV: Rozsahy měření U: 10-50-250 mV, rozsahy měření I: ve shodě s nastaveným rozsahem kleští PRYM, vstupní odpor $3 \text{ M}\Omega$: pro měření „před dotykem“, vstupní odpor $1,5 \text{ k}\Omega$: pro měření skutečného dotykového napětí, potlačení na kmitočtu

50 Hz: minimálně 60 dB při naladění na 72 Hz, maximální vstupní napětí: 100 x jmenovité napětí rozsahu, napájení: NiCD akumulátorová baterie (kapacita pro 5 hodin provozu), hmotnost: 1,1 kg.

Vstupní odpor $3 \text{ M}\Omega$ je pro měření napětí před dotykem a odpor $1,5 \text{ k}\Omega$ je pro měření skutečného dotykového napětí, což odpovídá normovanému odporu lidského těla.

Měření proudu zemním obvodem je umožněno připojením běžného klešťového snímače PRYM (součást měřících monitorů dodávaných EGÚ Brno, a.s.) v poloze přepínače rozsahů „I“. Měřicí rozsah je určen volbou rozsahu kleští, tedy 1 A-5 A-30 A.

5. Měření dotykových napětí v energetických provozech

Současnou metodiku měření dotykových napětí EGÚ Brno, a.s. využívá při zjišťování dotykových a zavlečených napětí v rozsáhlých energetických provozech a průmyslových závodech. Výsledky měření slouží nejen ke stanovení velikosti dotykových napětí, ale i k posouzení stavu uzemňovací soustavy a vedou k přijetí opatření na zlepšení jejího stavu.

6. Závěr

Kromě využití této měřicí soupravy EGÚ Brno, a.s. pro měření dotykových napětí, lze tuto měřicí soupravu využívat k měření indukovaných a zavlečených napětí na potrubích a kabelech a pro zjišťování rozdělení proudů při simulaci jednopólového zkratu v elektrických stanicích. Součástí dodávky je i odborné zaškolení obsluhy měřicí soupravy.

Literatura:

- [1] Zapletal, M., Kočvara, A.: Zařízení pro měření napětí na uzemnění, dotykových, krokových a zavlečených napětí, čs. Patent č. 127226.
- [2] ČSN 33 2000-5-54: Elektrotechnické předpisy. Elektrická zařízení. Část 5: Výběr a stavba elektrických zařízení. Kapitola 54: Uzemnění a ochranné vodiče. Účinnost: 1996-02-01.
- [3] ČSN 33 2000-4-41: Elektrotechnické předpisy - Elektrická zařízení - Část 4: Bezpečnost - Kapitola 41: Ochrana před úrazem elektrickým proudem. Účinnost: 2000-03-01.
- [4] PNE 33 0000-4: Příklady výpočtů uzemňovacích soustav v distribuční a přenosové soustavě dodavatele elektřiny. Účinnost: 2003-08-01.
- [5] Pospíšil, P., Kočvara, A.: Uzemnění zařízení vvn. Výzkumná zpráva EGÚ Brno, č. 16021002, září 1971.
- [6] Pospíšil, P., Kočvara, A.: Uzemnění a ochrana před dotykem v městských stanicích vvn/vn. Výzkumná zpráva EGÚ Brno, č. 16013200, září 1985.
- [7] Hoder, K., Daněk, Z.: Technika měření dotykových napětí. Elektrotechnika v praxi. Listopad, prosinec / 2002, str. 50-52.