

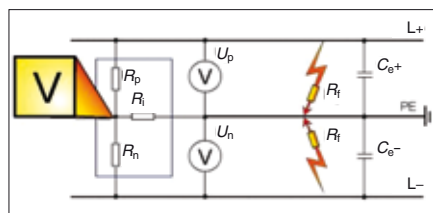
Trvalé monitorování a lokalizace poruchy izolačního odporu v izolovaných sítích

Ing. Roman Smékal, GHV Trading, spol. s r. o.

Ne vždy je použití hlídačů izolačního stavu tak snadnou záležitostí, jak by se na první pohled mohlo zdát. Možná úskalí při jejich výběru či jejich správné používání se pokouší objasnit tento článek. Je zde také zodpovězena otázka, jak dosáhnout vyhledání místa poruchy v co možná nejkratší možné době, a tím snížit rizika pro odpojení napájecí sítě.

Sít' IT

Závady v izolaci mají velké následky, avšak ne v sítích IT s trvalou kontrolou izolačního odporu. Závady v izolaci mají nepříjemné důsledky v uzemněných sítích (sítě TN a TT). Přímé spojení aktivního vodiče se zemí



Obr. 1. Princip napěťové asymetrie

při závadě v izolaci způsobí tok poruchového proudu, který vybaví ochrany. V důsledku toho dojde k přerušení provozu, což často znamená velké finanční ztráty. Sít' IT je napájena buď přes oddělovací transformátor, nebo z nezávislého zdroje. Zvláštností takovéto sítě je to, že žádný aktivní vodič není spojen přímo se zemí. V případě závady v izolaci nemůže proto u tohoto typu sítě téci velký poruchový proud, ale pouze malý proud způsobený svodovou kapacitou. Předřazené jištění se v tomto případě nevybaví, takže zásobo-

vání elektrickým proudem zůstává zachováno i při jednofázovém zkratu na zem.

Vysoká spolehlivost sítě IT se zajišťuje trvalým monitorováním stavu izolace. Přístroj pro kontrolu stavu izolace rozezná chybu v izolaci při jejím vzniku a ihned při překročení určité mezní hodnoty závalu hlásí opticky a akusticky, tedy dříve, než dojde k přerušení provozu.

Přednosti sítě IT s kontrolou izolace

Větší bezpečnost provozu:

- Trvalým hlídáním stavu izolace, které je možné pouze u sítě IT, je síť udržována ve stavu vysoké provozní spolehlivosti.
- Jeden vodič může mít přímý zkrat na zem, aniž by došlo k poruše provozu.
- Včasné zjištění vadného zařízení okamžitým hlášením při jeho připojení.
- Hlídání při provozu i při odpojené síti.
- Nedochází k závadám v regulaci při závadě v izolaci.

Větší požární bezpečnost:

- Postupné poškozování izolace je zjištěno okamžitě v počátečním stavu.
- Nevzniká elektrický oblouk, který je nejčastější příčinou požáru.
- Části zařízení, která jsou ohrožena požárem nebo explozí, lze oddělit od ostatní sítě oddělovacím transformátorem a hlídat je.

Větší přípustný odpor uzemnění:

- V praxi je často obtížné zajistit zemnicí odpor, požadovaný v sítích TN a TT. V neuzemněných sítích IT jsou přípustné větší zemnicí odpory.

Větší bezpečnost proti úrazům:

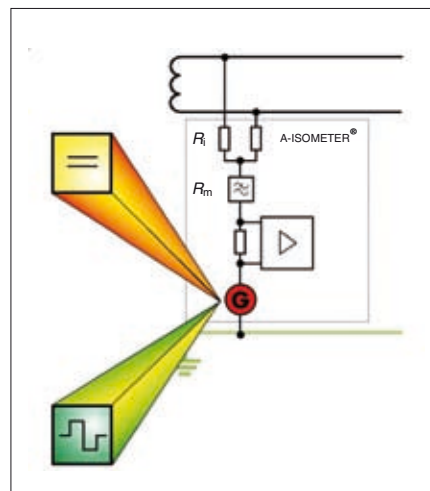
- V malých a středně velkých zařízeních a instalacích lze udržovat zkratové zemní proudy (a tím i dotykové proudy) malé.

Úroveň ochrany osob při dotyku částí zařízení vedoucích elektrický proud může být tak podstatně zvýšena.

Typické oblasti použití

Mezi typické oblasti použití patří:

- nemocnice,
- bezpečnostní osvětlení,
- hlubinné a povrchové doly,
- námořní a říční plavidla,
- regulační obvody,
- výtopny a kotle,
- hutě,
- energetika,
- chemický průmysl,
- papírny,
- výrobní provozy citlivé na poruchy,
- provozy s nebezpečím výbuchu,
- zkušební a laboratorní zařízení,
- drážní zařízení,
- pohony a další.



Obr. 2. Princip superpozice napětí DC a metody AMP

Nabídku monitorů izolačních stavů pro měření on-line lze rozdělit podle typu sledované sítě do tří skupin, a to monitory pro:

- klasické střídavé sítě,
- čisté stejnosměrné sítě,
- střídavé sítě se stejnosměrnou složkou, popř. s vysokou svodovou kapacitou.

Jaké jsou principy měření hlídačů izolačních stavů

Vysoká spolehlivost systémů IT je zajišťována nepřetržitým hlídáním (monitorováním

Přehled měřících metod a monitorovaných sítí

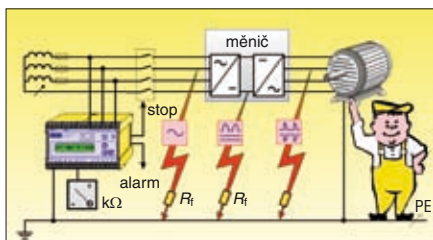
Typ systému	Komponenty	Poznámka	Hlídač izolace
jednoduchý systém AC	transformátor generátor invertor	jednofázová, třífázová	typ B
čistý systém DC	baterie usměrňovač solární článek palivový článek	- bez složky AC - s obvody AC s jedno- a vícecestnými usměrňovači	typ A nebo C
systém AC se složkou DC	transformátor generátor připojený galvanicky přes usměrňovač	jednofázová, vícefázová	typ B nebo C
systém AC s elektricky řízenými pohony	tyristory triaky řízení elektrických pohonů	- proud s vyššími harmonickými - se složkou DC	typ C
sít' AC s proměnnou frekvencí	měníč frekvence	široký rozsah frekvencí	typ C

a vyhodnocováním) izolačního stavu. Hlídač izolačního stavu rozezná poruchu izolace již v okamžiku jejího vzniku (při minimálním poklesu hodnoty izolačního odporu) a hlásí pokles izolačního odporu pod minimální nastavenou hodnotu.

Výběr hlídače (podle měřicího principu) pro užití v konkrétním systému IT závisí na typu soustavy, popř. na činitelech, které ovlivňují jeho vlastnosti.

A) Princip napěťové asymetrie

Tento pasivní princip měření neobsahuje superpozici měřicího napětí na monitorovanou síť. Pro měření je využito vlastní napětí sítě. Oba póly monitorovaného systému jsou připojeny k zemnímu vodiči a pro měření je využito principu můstku. Rozdílové napětí vzniklé zemněním, spojením R_{T+}



Obr. 3. Výběr vhodného přístroje

nebo R_{T-} vybudí měřicí proud I_m , který je zaznamenán v elektronice měřicího zařízení. Když měřená hodnota dosáhne hodnoty reakce, spíná relé **alarm**. Tento měřicí princip (obr. 1) neumožňuje rozeznat symetrické poruchy izolace a rovněž nelze přímo měřit izolační odpor v k Ω . Tento princip je využíván výhradně ve stejnosměrných systémech, a to jako spínací relé pro závady zemnění, nikoliv jako hlídače izolačního stavu podle ČSN EN 61557-8 ed. 2 (Elektrická bezpečnost v nízkonapěťových rozvodných sítích se střídavým napětím do 1 000 V – Zařízení ke zkoušení, měření nebo sledování činnosti prostředků ochrany – Část 8: Hlídače). Podle požadavků této normy musí hlídač izolace monitorovat jak **symetrické**, tak **asymetrické** poruchy. Jinými slovy je tento způsob měření **zakázaný**.

B) Superpozice měřicího stejnosměrného napětí

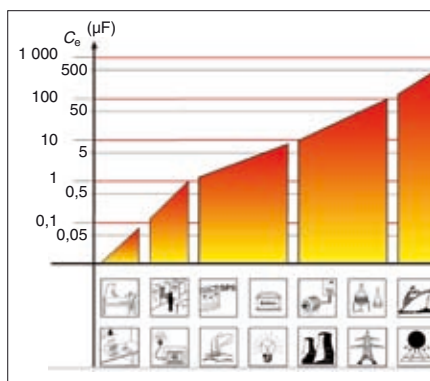
Jedním z často užívaných principů měření je superpozice stejnosměrného měřicího napětí mezi hlídaným systémem a ochranným vodičem. Toto je klasický princip měření pro čisté střídavé jedno- nebo třífázové systémy. Kladný pól měřicího napětí U_m je připojen k systému přes vazební odpor R_i o vysoké impedanci a záporný pól je připojen k zemi přes elektroniku hlídače. Vyskytne-li se v monitorovaném systému porucha izolace, měřicí obvod se uzavře přes vadný (zmenšený) izolační odpor R_f a obvodem začne protékat měřicí stejnosměrný poruchový proud

I_m , který je úměrný velikosti poruchy izolace. Proud I_m je vyhodnocován elektronicky jako úbytek napětí na odporu R_m .

Tento princip měření (obr. 2) je vhodný pro hlídání klasických střídavých sítí. Stejnosemřné složky v systému, vysoké kapacity a změny napětí a frekvence mohou mít u této metody negativní vliv na přesnost měření. V řídicích a spínacích systémech se často vyskytují subsystémy střídavého proudu, které obsahují složky elektricky propojené se stejnosměrnými složkami (např. magnetické ventily). Vyskytne-li se porucha izolace na stejnosměrné straně takového systému, pak toto stejnosměrné rušivé napětí ovlivňuje měřicí stejnosměrné napětí a může zkreslit výsledky měření. Aby se předešlo zkreslení výsledků, je toto rušivé stejnosměrné napětí kompenzováno v elektronické části hlídače stejně velkým reverzním stejnosměrným napětím. S využitím kompenzace lze na základě tohoto měřicího principu rozeznat i poruchy izolace na stejnosměrné straně se zvýšenou reakční citlivostí, což je pro určitá použití přijatelné.

C) Měřicí princip AMP

Metoda AMP (**patent firmy Bender**) využívá pulzního měřicího napětí, které je řízeno mikroprocesorem a automaticky se přizpůsobuje okamžitým podmínkám konkrétního systému. Mikroprocesor vyhodnocuje



Obr. 4. Vliv svodové kapacity

ohmický izolační odpor systému jako rozdíl mezi svodovým proudem systému, který je výsledkem poruch ve vyhodnocovaném obvodu, a proměnným měřicím napětím. Tento princip měření umožňuje monitorovat s dostatečnou přesností i systémy, ve kterých se vyskytuje širokopásmové rušení (např. při zapojení měničů frekvence).

Parametry přístroje (hodnoty reakce, zvláštní funkce alarmu a displeje) jsou programovatelné a jsou uloženy v energeticky nezávislé paměti. Některé systémy jsou vybaveny rozhraním RS-485. Zařízení využívající tento princip měření mohou být použita univerzálně ve střídavých, stejnosměrných nebo kombinovaných systémech s proměnným napětím i frekvencí, dále v systémech s velkými svodovými kapacitami i ve střídavých systé-

mech se stejnosměrnou složkou. Tato zařízení jsou obzvláště vhodná pro nejmodernější distribuční systémy, ve kterých jsou zařazeny komponenty s měniči frekvence.

Přehled měřicích principů

Systém IT, jeho struktura a komponenty mají přímou souvislost s měřicím principem monitorovacího systému. Při výběru monitorovacího zařízení je proto velmi důležité vědět, na jakém měřicím principu zařízení pracuje. V tab. je uvedeno porovnání měřicích principů podle vybraných parametrů.

Zdání klame

Ne vždy je síť, ke které je hlídač izolačního odporu připojen, skutečně takovou, jakou se zdá být na první pohled. Připojený hlídač (obr. 3) sice může být na střídavé straně za oddělovacím transformátorem nebo generátorem, avšak druh spotřebiče může zásadně ovlivnit tvar poruchového proudu, který může mít i **stejnosemřný charakter**. Při případné poruše by nevhodně zvolený typ hlídače izolace nemusel vůbec na vzniklou poruchu reagovat.

Vliv svodové kapacity

Na měření izolačního odporu má velký vliv hodnota skutečné svodové kapacity měřeného obvodu (obr. 4). Tato hodnota je závislá na velikosti monitorované sítě a typu připojených zátěží. Zde je třeba uvažovat jak hodnotu položených kabelů, jejichž kapacita proti zemi je závislá na jejich délce, tak hodnoty např. filtrů. Obvyklá hodnota pro kabely je asi 150 pF/m. Dalším činitelem jsou hodnoty způsobené spotřebiči a nelineární zátěží, měniči frekvence, tedy elektromagnetickými filtry. Jejich hodnota se pohybuje v rozsahu 10 až 100 nF.

Jak správně postupovat při výběru vhodného hlídače izolačního stavu

Je třeba zkontrolovat:

- hodnotu jmenovitého napětí monitorované sítě a zda je požadováno monitorovat odpojenou síť bez napětí,
- charakter této sítě a připojených spotřebičů (AC, DC nebo AC/DC),
- hodnotu hlavního napájení (typické hodnoty napětí 690, 400 a 230 V), ovládací obvody (24, 48, 60, 120 a 230 V) nebo zda jde o speciální použití (jako jsou mobilní generátory, doly, železnice, nemocnice),
- požadovanou alarmovou hodnotu (nebo hodnoty) a měřicí rozsah,
- zda je známa svodová kapacita,
- zda je požadováno vyhledávání poruchy izolace EDS,
- jaké je prostředí, teplota, vlhkost, otřesy,
- jaký je požadovaný výstup (např. na panelový přístroj nebo datová sběrnice).

Systém pro vyhledávání poruch izolace EDS

Norma ČSN EN 61557-9 (Elektrická bezpečnost v nízkonapětových rozvodných sítích se střídavým napětím do 1 kV a se stejnosměrným napětím do 1,5 kV – Zařízení ke zkoušení, měření nebo sledování činnosti prostředků ochrany – Část 9: Zařízení k lokalizování místa poruchy izolace v rozvodných sítích IT) doporučuje, aby první závada byla odstraněna v co možná nejkratším prakticky možném čase.

Použití monitorované izolované sítě IT sice zvyšuje úroveň provozní bezpečnosti, ale nezajišťuje rychlé nalezení závady a odstranění její příčiny. Vlastní lokalizace (vyhledání místa poruchy) však může být v některých případech obtížná a zdlouhavá. Porucha tak zůstává neodstraněna a každá další porucha v síti IT by způsobila odpojení důležitých přístrojů a zařízení od napájení. Proto firma Bender nabízí také rozšíření hlídačů izolačního stavu o funkci lokalizace poruchy izolace pomocí modulů EDS. Problémem bývá najít poruchu např. na jednotkách intenzivní péče, kde může být i 24 zásuvek pro jedno lůžko (v případě čtyř lůžek je to již více než 90 zásuvek). Na těchto jednotkách není ob-

vykle přítomen technický personál, ale zdravotnický, a proto nebývá jednoduché nalézt vzniklou poruchu.

Hlavní přednosti použití systému EDS:

- lokalizace poruchy během procesu monitorování,
- rychlá lokalizace během několika sekund,
- omezení nákladů za údržbu a odstranění případné poruchy,
- centrální indikace místa poruchy na displeji LCD, popř. na řídicím panelu.

Jaké jsou požadavky na hlídače izolačního stavu a systémy pro vyhledávání poruch izolace, lze najít v těchto normách:

- ČSN EN 61557-8 ed. 2:2008-1 Elektrická bezpečnost v nízkonapětových rozvodných sítích se střídavým napětím do 1 000 V a se stejnosměrným napětím do 1 500 V – Zařízení ke zkoušení, měření nebo sledování činnosti prostředků ochrany – Část 8: Hlídače izolačního stavu v rozvodných sítích IT,
- IEC 61557-8 ed. 2:2007-01 a EN 61557-8:2007 Electrical safety in low voltage distribution systems up to 1 000 V AC and 1 500 V DC – Equipment for testing, me-

asuring or monitoring of protective measures – Part 8: Insulation monitoring devices for IT systems,

- ČSN EN 61557-9:2000-11 Elektrická bezpečnost v nízkonapětových rozvodných sítích se střídavým napětím do 1 kV a se stejnosměrným napětím do 1,5 kV – Zařízení ke zkoušení, měření nebo sledování činnosti prostředků ochrany – Část 9: Zařízení k lokalizování místa poruchy izolace v rozvodných sítích IT,
- IEC 61557-9:1999-09 a EN 61557-9:1999-11 Electrical safety in low voltage distribution systems up to 1 kV AC and 1.5 kV DC – Equipment for testing, measuring or monitoring of protective measures – Part 9: Equipment for insulation fault location in IT systems.

Další informace mohou zájemci získat u odborných pracovníků firmy na adrese:

GHV Trading, spol. s r. o.
Kounicova 67a, 602 00 Brno
tel.: +420 541 235 532-4
fax: +420 541 235 387
tel.: + 421 265 411 540 (Slovensko)
e-mail: ghv@ghvtrading.cz
http://www.ghvtrading.cz

Rockwell Automation získal Incuity Software

Společnost Rockwell Automation, Inc., oznámila koncem dubna, že dosáhla definitivní dohody o akvizici firmy Incuity Software, Inc., která je jedním z předních dodavatelů softwaru kategorie EMI (*Enterprise Manufacturing Intelligence*, podniková výrobní inteligence). Software společnosti Incuity poskytuje uživatelům v reálném čase inteligentní podporu jejich podnikatelských rozhodnutí směřujících ke zlepšení výrobních procesů a omezení ztrát při výrobě.

Nejnovější software společnosti Incuity, IncuityEMI 2.6, integruje jednoduchým způsobem množství nesourodých informačních zdrojů z výrobních procesů a dalších podnikových systémů. Umožňuje všem pracovníkům podniku sdílet výrobní informace a analyzovat příčiny problémů ve výrobě. Incuity EMI je kompatibilní se stávajícími řídicími systémy a manažerskými aplikacemi. Umožňuje vizualizovat údaje v těchto systémech a prezentovat je v koherentním obraze všech výrobních procesů probíhajících v podniku pomocí internetového prohlížeče a rozhraní pro aplikace z prostředí Microsoft Office.

IncuityEMI má mnoho nástrojů pro analýzu výroby, např. manažerské panely zobrazující informace v reálném čase, automaticky vedené výrobní deníky, nástroje pro sledování klíčových výkonnostních ukazatelů a výstražných hlášení, nástroje pro analýzu procesů a jejich dokladování, verifikaci procesů a jejich optimalizaci. Tyto analytické nástroje



je možné použít pro mnoho oblastí od vlastních výrobních operací až po řízení dodávky a spotřeby energií v objektech.

Kombinace schopností Incuity s integrovanou sadou softwarových nástrojů Rockwell Automation pro řízení výroby a jejího výko-

nu by měla být pro zákazníky mimořádným přínosem.

Společnost Incuity Software má sídlo v Mission Viejo (USA, Kalifornie) a regionální kanceláře v USA, Kanadě a Jihoafrické republice. Její software se v současné době využívá na více než 45 000 místech ve více než čtyřiceti zemích a v třinácti jazycích. Tým managementu společnosti Incuity Software a její zaměstnanci se stávají částí organizační složky Architecture & Software společnosti Rockwell Automation.

Rockwell Automation je přední světový dodavatel automatizovaných systémů pro řízení průmyslových procesů, pohonů a průmyslových informačních systémů, které výrobcům pomáhají k dosažení konkurenčních výhod na jejich trzích. Společnost tvoří firmy známých značek z odvětví průmyslové automatizace, včetně řídicích systémů a služeb Allen-Bradley® a průmyslového řídicího softwaru Rockwell Software®. Společnost má hlavní sídlo v Milwaukee, USA, a ve více než osmdesáti zemích světa zaměstnává zhruba 20 000 lidí. [Tiskové materiály Rockwell Automation.]