

Vyhledávání poruch v průmyslových sítích pod napětím i bez napětí

Ing. Roman Smékal
GHV Trading, spol. s r.o., člen TNK22 ÚNMZ

Měření izolačního stavu a reziduálních proudů v TN a IT sítích a odpojených off-line sítích, vyhledávání poruch během provozu bez nutnosti odpojení a přerušení výroby dle STN EN 615 57-8 a STN EN 615 57-9.

Pravděpodobně každý z nás se s podobnou situací ve své elektrotechnické praxi již někdy setkal. Ať již jako revizní technik, provozní elektrikář, správce nebo projektant. Ptáte se na to, o jakou situaci se jedná? Odpověď je prostá. Jak nalézt během provozu okruh nebo vývod v rozváděči, na kterém došlo ke zhoršení izolačního stavu a to pokud možno bez přerušení výroby, odstavení či vypnutí rozváděče. Při takovém zadání můžeme zapomenout na použití klasického měřicího přístroje na principu megmetru, který používá pro měření superpozici stejnosměrného napětí a je určený pro měření izolačního odporu na instalacích bez napětí. Navíc mnohdy pokud vypneme koncová zařízení, jako jsou motory a další spotřebiče nemusíme ono zhoršení naměřit v celé instalaci, neboť je např. pouze ve vinutí některého z odpojených motorů či obecně spotřebičů. Naším úkolem není nalézt místo, ve kterém došlo k úplnému zkratu v uzemněné síti, našim úkolem je odhalit během provozu místo, kde z nějakého důvodu např. znečištěním, navlhnutím, mechanickým nebo elektrickým poškozením či dalšími vlivy, došlo ke snížení hodnoty izolačního odporu a tím pádem k zvýšení pravděpodobnosti vypnutí části elektrické instalace ochrannými jisticími prvky. Pokud je např. v TN-S sítích instalován proudový chránič, bylo by pro nás jako provozovatele jistě účelné, znát zhoršení izolačního stavu dříve, než dojde k vybavení jisticího prvku.

Poněkud odlišná situace nastává v izolovaných instalacích IT. Zde, jak všichni dobře víme, je nutné dle normy STN EN 61 557-8 mít trvale instalovaný také monitor izolačního stavu. Pokud je toto zařízení vhodně vybráno dle aplikace a tedy umožňuje skutečně monitorovat celou připojenou instalovanou soustavu, zobrazuje obvykle na LED nebo LCD aktuální naměřenou hodnotu. Ty nejjednodušší z nich pouze signalizují, pokud aktuální hodnota izolačního stavu poklesne pod nastavenou prahovou hodnotu. Vybavenější přístroje pak pomocí řady LED nebo přímo na displeji přístroje ukazují aktuálně naměřenou hodnotu izolace. Toto jsou sice informace velmi užitečné a praktické, neboť takové hodnoty lze přenášet např. do řídicího systému měření a regulace a podle toho také může obsluha reagovat, ale na druhou stranu nám nedává více informací o tom, kde a na kterém vývodu či spotřebiči došlo ke zhoršení izolačního stavu. Dle normy STN EN 61 557-9 je doporučeno, aby takováto porucha izolace byla odstraněna prakticky v co možná nejkratším možném čase. Přiznejme si, kdo z nás se již nesetkal v praxi s instalací, kde dlouhodobě hlídač izolace nesignalizoval poruchu izolačního odporu. Jak personál trvale snižoval a snižoval prahovou hodnotu tohoto zařízení, aby se tato porucha neprojevovala. Dokonce někdy tato zařízení i odpojí a demontují. Ptáte se proč? Odpověď je opět snadná. Potýkají se s problé-

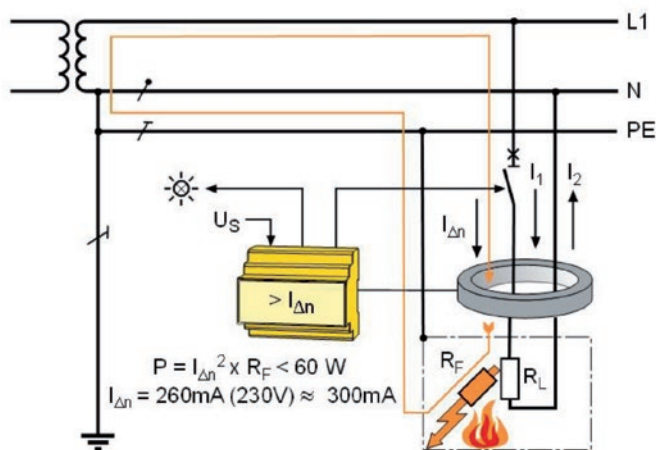
mem jak poruchu izolačního stavu na IT síti nalézt, protože nemohou zařízení odpojit nebo vypnout.

Při tomto výčtu různých praktických instalací nesmíme zapomenout na instalace, které jsou za běžného provozu bez napětí a jsou tedy určeny jaká záložní přívod napájení např. z obvodů dieselgenerátorů nebo záložních UPS. Na tyto instalace jsou kladeny vysoké nároky na provozní spolehlivost, neboť v případě nebezpečí je nutné, aby zajišťovaly chod důležitých zařízení, jako jsou požární systémy, výtahy, nouzová osvětlení, napájení datových center nebo systémů nemocnic. Tento výčet by nebyl nikdy úplný a mohli bychom v něm jistě pokračovat dále.

Lokalizace poruchy izolace v uzemněných sítích

Důvodem, proč dojde k poruše izolace, může být ale také nejen porucha izolace, ale i bludné proudy, přetížení N vodiče vlivem harmonických, přerušení PE nebo N vodiče, a samozřejmě také elektromagnetické vlivy. Na druhé straně jsou škody způsobené poruchou napájení, jako jsou požáry, koroze požárních systémů, potrubí ústředního topení, klimatizace, rozvodu medicinálních plynů a hromosvodů, nevysvětlitelné špatné funkce vlivem poškození telekomunikačních zařízení, poškození počítačových sítí, interference na obrazovkách monitorů. V závislosti na místě škody, mohou náklady na její odstranění dosáhnout několika tisíc až miliónů korun.

Jak tedy předejít těmto škodám a neočekávaným nákladům na jejich odstranění? Jedním z možných řešení pro instalace v uzemněných soustavách je instalování monitorů reziduálních proudů (RCM) dle STN EN 62020. Statistiky říkají, že 80% všech nechtěných vypnutí je



Metoda měření

způsobeno poruchou izolace. K poruše izolace může dojít následkem mechanického poškození, tepelného nebo chemického působení na elektrickou instalaci. Ale také znečištěním, vlhkostí, nebo okolním prostředím (zvířata, rostliny), které mohou způsobit také poškození izolace a nechtěný reziduální proud v místě poruchy. Velikost proudu je pak závislá na napětí sítě, zemním odporu a poruše izolace RF. Tento poruchový proud IF může téct mezi aktivními vodiči přes poruchu izolace RF a/nebo přes vodivé části do země. Pokud je proud dostatečně velký (zkratový proud nebo zemní porucha) zareaguje ochranný jisticí prvek, čímž je vadný přístroj nebo část sítě odpojena od sítě. Pokud je však poruchový proud IF nedostatečný pro vybavení ochranných jisticích prvků (částečný zkrat nebo zemní spojení), pak je zde velké nebezpečí požáru a to již pokud tepelný výkon v místě poruchy překročí hodnotu 60 W (okolo 260 mA/při 230 V). Z důvodu bezpečnosti a za účelem spolehlivé ochrany může být použit proudový chránič, který zajistí spolehlivé odpojení sítě s poruchou např. se jmenovitým reziduálním proudem 300 mA.

Samozřejmě v praxi existují různé konstrukce a provedení.

1. Pevně instalovaná zařízení, která mají vestavný měřicí transformátor proudu

Tedy měřicí obvod je přímo součástí vyhodnocovací jednotky. S takovými prvky se dnes můžeme setkat např. u malých solárních elektráren, nabíjecích stanic, napájení malých strojních zařízení apod.



RCM475

RCM465



RCMB100

2. Pevně instalovaná zařízení s externími měřicími transformátory

Zde jsou možnosti použití přístrojů od malých rozměrů až po velké přípojnice pro napájení celých komplexů či budov. I takto velké transformátory však umožňují monitorovat proudy řádů několika desítek miliampér.

Některé tyto přístroje mají také možnost harmonické analýzy reziduálního proudu. Konstrukčně jsou řešeny buď jako přístroje jednokanálové a nebo vícekanálové umožňující současně monitorovat hned několik vývodů v rozváděči. Tyto pak mají možnost nastavit pro každý kanál jinou prahovou hodnotu a také druhou výstražnou hodnotu jako předalarm. Tím umožňují variabilitnost použití i ve složitých technických instalacích.



RCM420



RCMS460D



RCMS490L

A k těmto přístrojům pak vhodné externí měřicí transformátory podle místa připojení s kruhovým, obdélníkovým, rozebíratelným nebo pružným jádrem.



Řada WR



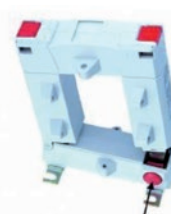
Řada W-AB



Řada WF



Řada W



Řada WS

3. Přenosná provedení, klešťové multimetry měřící unikající proudy

Vhodná pro přesnou lokalizaci místa poruchy. Některé tyto přístroje pak umožňují podle přepínatelné šířky pásma určit hodnotu proudu v první harmonické složce a případně v celé šířce pásma. Verze převodníků, které umožňují měřit také malé hodnoty DC proudů, se v poslední době s výhodou používají např. pro zjištění místa zkratu na velkých solárních elektrárnách.



EDS3090



F65



AC50



LH41



Fluke 360

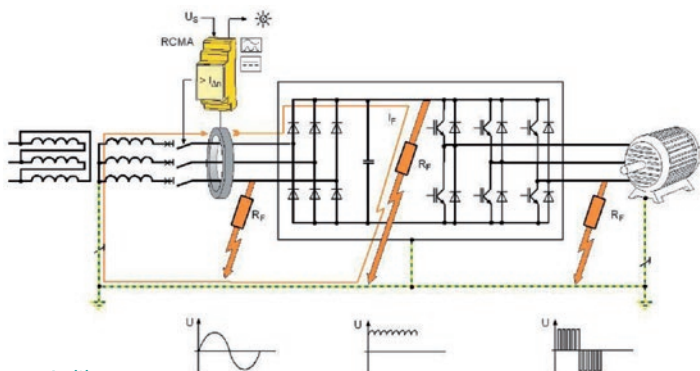
Ve všech uvedených případech je nezbytné si uvědomit skutečnost, že přístroje jsou konstruovány dle charakteru (průběhu) reziduálního proudu. Tedy, že jsou citlivé na čistě střídavou složku proudu (Typ AC), nebo střídavou a pulsační (Typ A) a nebo navíc také čistě vyhlazené proudy (Typ B). Příslušné symboly pak musí být vždy uvedeny také na zařízení.

	Tvar reziduálního proudu	Správná funkce		
		Typ RCM		
		AC	A	B
Sinusový AC	náhle aplikovaný	●	●	●
	pomalu zvyšující	●	●	●
Pulsační DC	náhle aplikovaný		●	●
	pomalu zvyšující		●	●
Vyhlazený DC				●
Symbol				

Charakteristiky

Ptáte se proč používat přístroje s charakteristikou B?

Někdy měříme na „čisté“ střídavé síti, tedy monitorovací zařízení nebo proudový chránič je instalován zdá se na střídavé síti, která má průběh proudu sinusový, avšak pozor tvar reziduálního proudu již sinusový být nemusí!



Aplikace 1



Příklad 1

Lokalizace poruchy izolace na IT sítích

Nicméně důležitým a mnohdy v praxi zanedbávaným faktem jsou poruchy na IT sítích. Hlavním důvodem, proč izolovanou soustavu nákladně provozovatel buduje, je její provozní spolehlivost a bezpečnost. Aby však takto mohla soustava pracovat, je nezbytné, aby byla také v průběhu provozu správně udržována. Pokud jste se někdo z Vás, již ve své praxi s takovou soustavou někdy setkal, dáte mi jistě za pravdu, že není jednoduché dosáhnout možnosti částečného nebo dokonce úplného vypnutí takové instalace. Ať jsou to již bateriové systémy nebo UPS napájející důležité ovládací a signalizační

obvody, nebo výkonové prvky, které napájí rozsáhlé celky jako motory, střídače, usměrňovače v chemickém, plynárenském, papírenském, železničním nebo energetickém odvětví. Potíž je právě v oné výhodě, neboť i za poruchy je instalace stále funkční, nikomu se nechce pak tímto problémem následně zabývat. Je jednodušší opět změnit nastavení prahových hodnot u hlídačů izolace nebo tato zařízení úplně od monitorované instalace odpojit. Takovéto postupy jsem viděl nespočetněkrát a jsou v naprostém rozporu s požadavky kladenými na bezpečnost. V praxi se pak setkávám s odpovědí techniků, jako např. nevíme jak tuto poruchu najít, nemůžeme instalaci vypnout, hodnota izolačního stavu je stále pro nalezení příliš vysoká apod.

Řešení však existují! A stejně jako v předchozím případě síti uzemněných i zde jsou přístroje určeny na trvalé monitorování a lokalizaci závady a varianty přenosné.

1. Pevně instalovaná zařízení s externími měřicími transformátory

Zde jsou možnosti použití speciálních měřicích transformátorů od malých rozměrů až po velké přípojnice. Jaká je pak hlavní výhoda trvalého monitorování? V případě poruchy je celá cesta lokalizována od hlavního rozváděče až po jednotlivé vývody z rozváděčů a to pouze během několika málo sekund. Je nezbytné, aby hlídače izolace instalované v monitorované síti byly kompatibilní nebo nahrazeny novými typy, tak aby jejich vlastní vnitřní odpor neovlivňoval výsledek měření lokalizačního systému.

Setava je vždy složena z těchto komponent hlídače izolace, generátoru proudu pro lokalizační systém, vyhodnocovací jednotky a měřicích transformátorů. Některé verze přístrojů mohou uvedené funkce kombinovat do jednoho zařízení, nicméně funkce zůstává zachována. Přístroje se pak liší podle místa aplikace:



Řada W



IRDH575



EDS460D



Příklad 2 – praktické využití v průmyslové instalaci 220 V DC

- výkonové napájecí prvky
- řídicí obvody
- zdravotnická zařízení

Každá tato oblast má svá specifika, která jsou dána provozem nebo požadavky norem. U první z nich je to rozloha instalace, často velké frekvenčně řízené spotřebiče, vyšší hodnota svodové kapacity a rušení.

U druhého případu je to pak výskyt citlivých prvků na hodnoty proudů 10 nebo 20 mA, proto lokalizační systém využívá max. hodnotu proudu 1 či 2,5 mA.

V případě zdravotnické aplikace jsou to pak normou definované maximální hodnoty testovacího napětí a proudu.

Varianta řešení hlídače izolačního stavu pro zdravotnické prostory s vestavěným systémem pro vyhledávání poruchy izolace isoMED. Na jednotlivé výstupy jističích prvků se pak instaluje jednotka EDS151, která umožňuje monitorovat 6 vývodů. Těchto jednotek může být na jedné instalaci až 90, tedy 90 x 6 monitorovaných vývodů. Přístroj EDS151 slučuje jednak funkci vyhodnocovací jednotky i měřících transformátorů.

Pro aplikace, kde je nutné současně přepínat vývody např. VDO-DO je možné použít systém ATICS, který řídí a monitoruje trvale stav obou přívodů, monitoruje izolační stav, zatížení a teplotu trafa a má funkci také generátoru pro systém lokalizace závady.



ATICS



iso-MED



EDS151

2. Přenosná provedení

V tomto případě se jedná o verzi, kde jak generátor proudu, tak vyhodnocovací jednotka jsou tvořeny přenosným přístrojem, který lze dle verze provedení systému připojit prakticky do libovolné instalace nn sítě. S výhodou lze tento systém využít také pro měření reziduálních proudů na uzemněných instalacích. Samozřejmostí je možnost výměny připojených speciálních kleštových převodníků s BNC konektory. Tento systém vhodně doplňuje možnosti pevně instalovaného provedení, kde umožňuje přesnější lokalizaci poruchy až na nejmenší spotřebiče a vývody jednotlivých podružných rozváděčů.



obr. 28 EDS3090

Lokalizace poruchy izolace v off-line sítích

Samozřejmě tato část měření je asi každému z nás notoricky známa. Využívá se pro tento účel externího měřicího napětí, které zajišťuje měřicí přístroj. Ale i zde existují obě varianty provedení. I zde lze aplikovat systémy pro trvalé monitorování obvodů, které jsou využity jako záložní a tedy nejsou během běžného provozu pod napětím.

1. Pevně instalovaná zařízení

Pro tento účel se využívá speciálních provedení hlídačů izolačního stavu, které jsou připojeny na odpojené síť bez napětí a monitorují tak stav izolace i v době, kdy je tato část instalace nevyužívána.



IR420-D6



IREH470

2. Přenosné měřicí přístroje

Tato oblast přenosných přístrojů bude vám všem dobře známa, proto není nutné jí zde zvláštním způsobem rozebírat. Chtěl bych jen poukázat na některé výhody současných elektronických měřidel, které si dokáží poradit i s přítomností externího napětí na měřicích svorkách až do hodnoty 20% testovacího napětí, nebo automatický výpočet DAR koeficientu dielektrické absorpce, PI – indexu polarizace, měření unikajících proudů v řádů nA či výpočtu kapacity sítě. V této škále přístrojů je nepřeberné množství lišící se převážně testovacím napětím od 10 V až do 20 kV. Nelze zapomenout, že s tím také souvisí maximální hodnota měřeného odporu až do řádů desítek TOhm.



isoCompact



MX470



Fluke1587



AMB45



CA6549

Ale i přes veškerou komfortní výbavu zůstávají stálicemi přístroje s analogovým ukazatelem a kličkou.



Mi-20kVe



CA6513



CA6503

Bližší informace Vám sdělí pracovníci firmy:

GHV Trading, spol. s r.o.

Kounicova 67a, 602 00 Brno

Tel.: + 420 541 235 532-4, www.ghvtrading.cz