

Specifika monitoringu izolačního stavu ve velkých fotovoltaických elektrárnách

Monitoring izolačního stavu IT sítí fotovoltaických elektráren o výkonu nad 1 MW je ve světě elektrické bezpečnosti specifická disciplína. Hlavním důvodem je velký rozsah instalace tvořené střídači, kilometry propojovacích kabelů a stovkami až tisíci fotovoltaických panelů.

Ing. Jan Šenberger,
GHV Trading spol. s r.o.

Střídače navíc často pracují paralelně do jediného vinutí zvyšovacího transformátoru, čímž vzniká opravdu rozsáhlá soustava s vysokými nároky na funkcionalitu přístrojů sloužících pro monitoring izolačního stavu.

Rozsah instalace přímo implikuje vysokou hodnotu svodové kapacity C_e , která může dosáhnout i tisíců μF . Zde je důležité poznamenat, že hodnota svodové kapacity mezi aktivními vodiči a zemí (PE) významně ovlivňuje měření izolačního odporu, neboť všechny moderní hlídače izolačního stavu využívají pro měření aktivní měřící metodu s napětovými pulzy. Zároveň se hodnota rozptylové kapacity během dne mění, zejména v souvislosti s vlhkostí fotovoltaických panelů, která bývá typicky největší v ranních ho-

dinách, případně za deště. V nepřímé úměře k hodnotám rozptylové kapacity se mění hodnota izolačního odporu R_f , která dosahuje typicky stovek $\text{k}\Omega$ a běžně se během dne mění o desítky procent. Výše uvedené dokumentuje graf znázorněný na obr. 2.

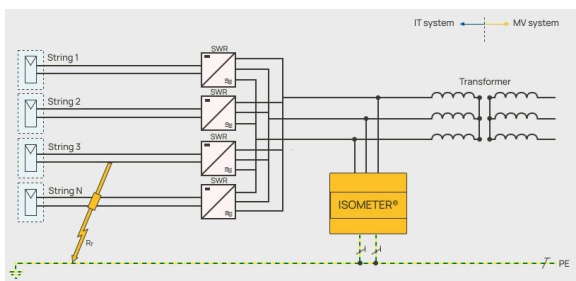
Dalším parametrem, který se mění v závislosti na intenzitě slunečního svitu, je stejnosměrné napětí. Přístroje pro monitoring izolačního stavu velkých fotovoltaických instalací se tedy musí vypořádat hned s několika nepříznivými faktory:

- proměnná hodnota DC napětí,
- měření hodnoty izolačního odporu ve velkém rozsahu již od řádu stovek Ω ,
- vysoká hodnota rozptylové kapacity sítě C_e , navíc proměnlivá,
- kombinace AC i DC složky.

Požadavky norem

Z výše uvedeného je zřejmé, že pro monitoring izolačního stavu v IT sítích fotovoltaických elektráren musí být používány výhradně specializované přístroje vyvinuté k tomuto účelu. Norma ČSN EN 61557-8 ed. 3 na to pamatuje a pro FVE aplikace lze používat výhradně přístroje označené piktogramem „PV“.

Obr. 1 Schéma fotovoltaické elektrárny se čtyřmi střídači a stringy panelů



Rovněž norma IEC 60364-7-712, která definuje požadavky na elektrickou instalaci fotovoltaických napájecích systémů, se zabývá elektrickou bezpečností:

- stanovuje povinnost monitorovat hodnotu izolačního odporu v případě IT soustav,
- stanovuje hodnoty reakce pro alarm v případě poruchy izolace,
- definuje požadavky na signalizaci poruchy izolace.

Instalovaný výkon	Minimální hodnota reakce pro alarm
< 20 kW	30 k Ω
20 – 30 kW	20 k Ω
30 – 50 kW	15 k Ω
50 – 100 kW	10 k Ω
100 – 200 kW	7 k Ω
200 – 400 kW	4 k Ω
400 – 500 kW	2 k Ω
> 500 kW	1 k Ω

Tab. 1 Minimální hodnoty reakce pro alarm v závislosti na instalovaném výkonu

Řešení od společnosti Bender

Společnost Bender, přední světový výrobce přístrojů pro kontrolu elektrické bezpečnosti v izolovaných soustavách, vyvinul pro potřeby monitoringu izolačního odporu



Obr. 3 Hlídač izolačního stavu isoPV1685RTU



Obr. 2 Průběh R_f a C_e v čase (příklad)

v rozsáhlých fotovoltaických instalacích hlídače izolačního stavu řady **isoPV1685**. V nabídce jsou dva modely, **isoPV1685RTU** (obr. 3) a **isoPV1685DP**.

Společnými vlastnostmi obou přístrojů jsou:

- jmenovité napětí monitorované sítě do 1.000 V AC a 1.500 V DC,
- dvě samostatně nastavitelné hodnoty reakce v rozsahu 200 Ω ... 1 M Ω ,
- automatické přizpůsobení rozptylové kapacity sítě do 2000 μF (isoPV1685RTU), resp. do 4000 μF (isoPV1685DP),
- tři výstupní relé – pro výstrahu, hlavní alarm a poruchu přístroje,
- slot pro paměťovou kartu microSD,
- rozhraní RS-485/Modbus RTU.



Obr. 4 Převodník rozhraní COM4651P

Hlídače izolačního stavu řady **isoPV1685** trvale monitorují hodnotu izolačního odporu připojené izolované soustavy. V případě jeho poklesu pod hodnotu reakce pro výstrahu a/nebo hlavní alarm signalizují tento stav pomocí výstupních relé a LED diod. Hodnoty izolačního odporu lze dále kontinuálně vyčítat po sériovém rozhraní protokolem Modbus RTU. Na tomto rozhraní jsou dále dostupné následující informace:

- hodnota rozptylové kapacity monitorované sítě,
- napětí aktivních vodičů vůči zemi (buď DC nebo AC, dle způsobu instalace),
- stav alarmu nebo výstrahy,

- stav poruchy přístroje, případně chyby připojení k monitorované síti nebo k PE vodiči.

Pokud by dohledový systém dané fotovoltaické elektrárny neumožňoval komunikaci po rozhraní RS-485/Modbus RTU, je možné přístroje řady **isoPV1685** doplnit o převodník rozhraní **COM4651P** (obr. 4), který zajistí převod měřených dat do ethernetu. Pro vyčítání měřených hodnot a alarmů je potom možné využít vestavěný webový server, případně protokol Modbus TCP.

Pro případnou diagnostiku poruch izolace lze dále využít ukládání dat na kartu microSD. Kartu stačí zformátovat a zasunout do slotu v hlídači izolačního stavu. Následné ukládání dat už probíhá automaticky až do velikosti souboru 10 MByte. Po překročení této hodnoty se vygeneruje nový archivní soubor, přičemž počet archivních souborů je omezen pouze velikostí SD karty.

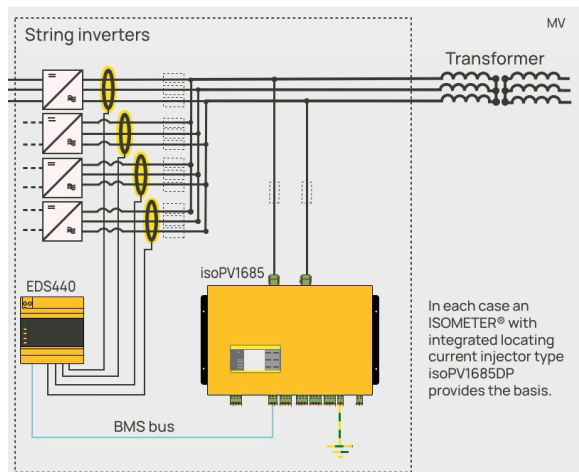
Připojení k monitorované síti

Z hlediska možností připojení k monitorované síti jsou hlídače izolačního stavu řady **isoPV1685** univerzální a je možné je připojit jak na DC stranu střídače, tak i na AC stranu. Místo připojení závisí zejména na celkové konfiguraci elektrické instalace. Nicméně s ohledem na požadavek normy na instalaci hlídače izolačního stavu co nejbližší zdroji by měl být přístroj primárně instalován na DC straně střídače.

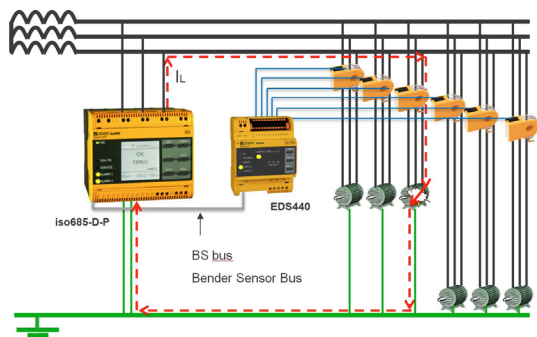
Další informace jsou dostupné na webové stránce: www.ghvtrading.cz/produkty/isoPV1685rtu-hlidac-izolacniho-stavu

Automatická lokalizace poruchy izolace

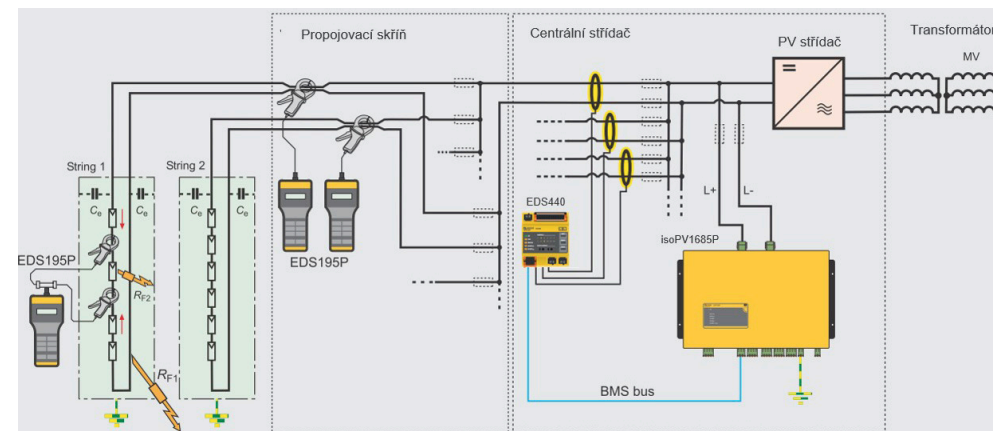
V rozsáhlých fotovoltaických elektrárnách může být z provozního hlediska výhodné současně s hlídačem izolačního stavu instalovat systém pro automatickou lokalizaci poruch izolace (EDS). K tomuto účelu lze použít přístroj **isoPV1685DP** s vestavěným generátorem lokalizačního proudu.



Obr. 5 Příklad zapojení systému pro lokalizaci poruchy izolace do IT sítě s více střídači



Obr. 6 Princip systému vyhledávání poruchy izolace



Systém EDS vyvinutý firmou Bender tvoří již zmíněný hlídač izolačního stavu **isoPV1685DP**, vyhodnocovací jednotku **EDS440** a měřicí proudové transformátory (obr. 5). Celý systém je navržen jako stavebnice, která se přizpůsobí téměř jakékoliv aplikaci, a to jak z hlediska počtu a průřezu monitorovaných vodičů, tak z hlediska složitosti sítě.

Funkce lokalizačního systému Bender

Hlídač izolačního stavu **isoPV1685DP** trvale monitoruje hodnotu izolačního stavu sítě. V případě vzniku poruchy začne hlídač automaticky generovat testovací proudové impulzy, které jsou následně detekovány měřicími proudovými transformátory a vyhodnocovány lokalizačními jednotkami **EDS440** (obr. 6). Překročí-li lokalizační proudový impulz nastavenou hodnotu odezvy ve vyhodnocovací jednotce **EDS440** pro daný měřicí transformátor, systém signalizuje poruchu izolačního stavu na příslušném vývodu. Porucha může být signalizována jak přímo na vyhodnocovací jednotce (pomocí LED ve verzi přístroje „L“), tak na displeji hlídače izolačního stavu (každý měřicí kanál v systému může mít přiřazený jedinečný textový popis). Dále může být porucha předána do nadřazeného dohledového systému prostřednictvím rozhraní Modbus RTU.

Celý proces lokalizace poruchy izolace je možné spustit i manuálně z menu hlídače izolačního stavu.

Na tomto místě bych rád zdůraznil, že celý systém EDS pro lokalizaci poruch izolace pracuje v instalaci pod napětím a zcela automaticky.

Přenosná vyhodnocovací jednotka EDS

Výše zmíněný systém EDS pro automatickou lokalizaci poruch izolace je dále možné doplnit o přenosnou jednotku **EDS195P** s vhodnými klešťovými převodníky (obr. 7). Tuto jednotku lze v případě poruchy izolace použít k dohledání místa poruchy izolace až na úrovni jednotlivých solárních panelů (v závislosti na přístupnosti propojovacích kabelů).

Další informace jsou dostupné na webové stránce: www.ghvtrading.cz/produkty/elektricka-bezpecnost/vyhledavani-poruch-izolace

Pro další podrobnosti může zájemce kontaktovat společnost GHV Trading, spol. s r.o.

GHV Trading, spol. s r.o.
Edisonova 3, 612 00 Brno
Tel.: +420 541 235 532
E-mail: ghv@ghvtrading.cz
www.ghvtrading.cz

Obr. 7 Lokalizace poruchy izolace pomocí přenosného přístroje EDS195P

