Na co si dávat pozor při výběru hlídačů izolace a RCM (monitorů reziduálníchproudů) pro fotovoltaické aplikace. Chyby v projektech a realizacích

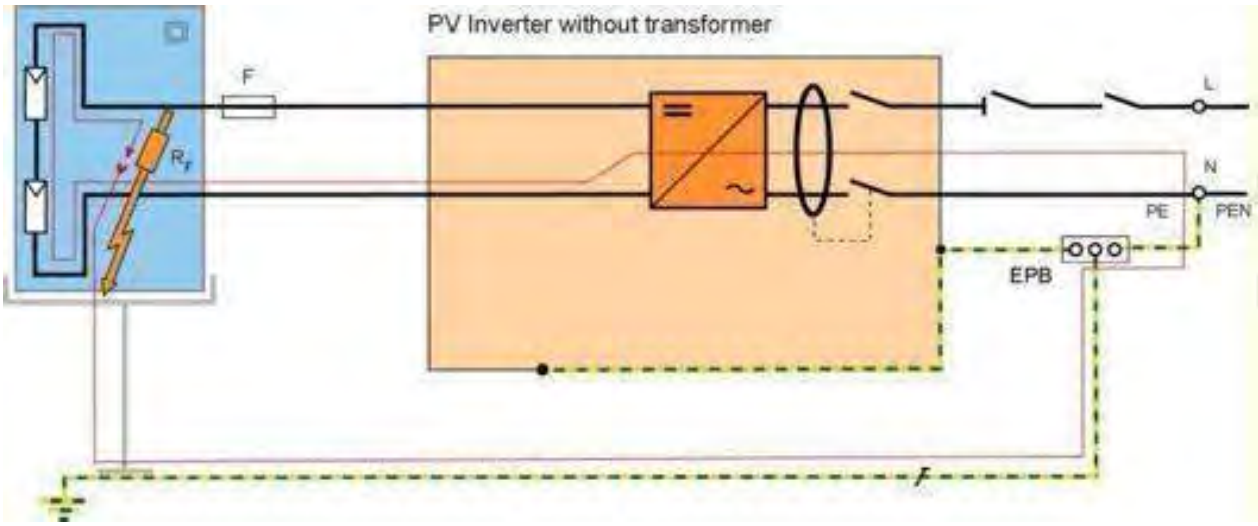
Ing. Roman SMÉKAL, GHV Trading, s.r.o., Brno, ČR

Instalace solárních elektráren mohou být provedeny od výkonu jednotek W až po MW s napětími od jednotek až po stovky voltů, s uzemněnými nebo izolovanými panely a rámy, se střídači s galvanickým oddělením nebo s externími transformátory, způsobu zapojení a připojení k síti je tedy několik, všechny však musí být provedeny tak, aby byla zajištěna elektrická bezpečnost. Vodítkem mohou být mimo jiné normy ČSN EN 62109-1 a ČSN EN 62109-2 pro střídače, ČSN EN 61730-1 pro moduly, ČSN EN 61646 pro tenkovrstvé panely, ČSN EN 61215 pro krystalické panely, ČSN EN 61727 pro rozhranní, ČSN 33 2000-4-41 instalace, ČSN 33 2000-7-712 instalace.

Použití ochranných a monitorovacích zařízení na solárních zařízeních je v podstatě závislé na následujících údajích, které jsou závislé na:

- Typu instalace
- Napětí sítě
- Fyzická velikost systému, která ovlivňuje rozptylovou kapacitu sítě
- Typ použitých solárních panelů, který ovlivňuje velikost rozptylové kapacity a úroveň izolace

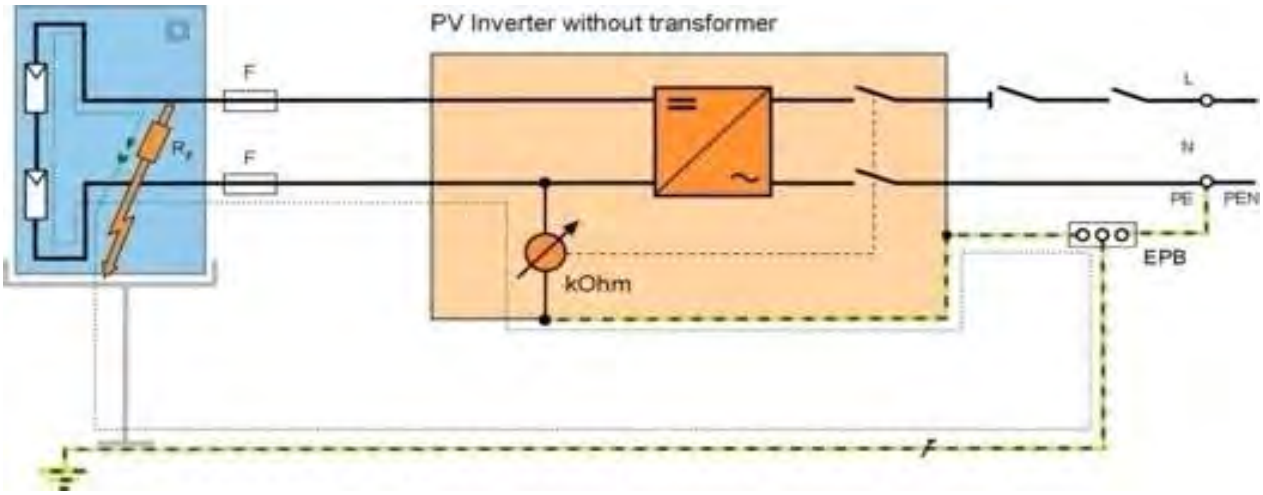
Varianta A - Střídač BEZ transformátoru



Trvalé monitorování poruchového proudu

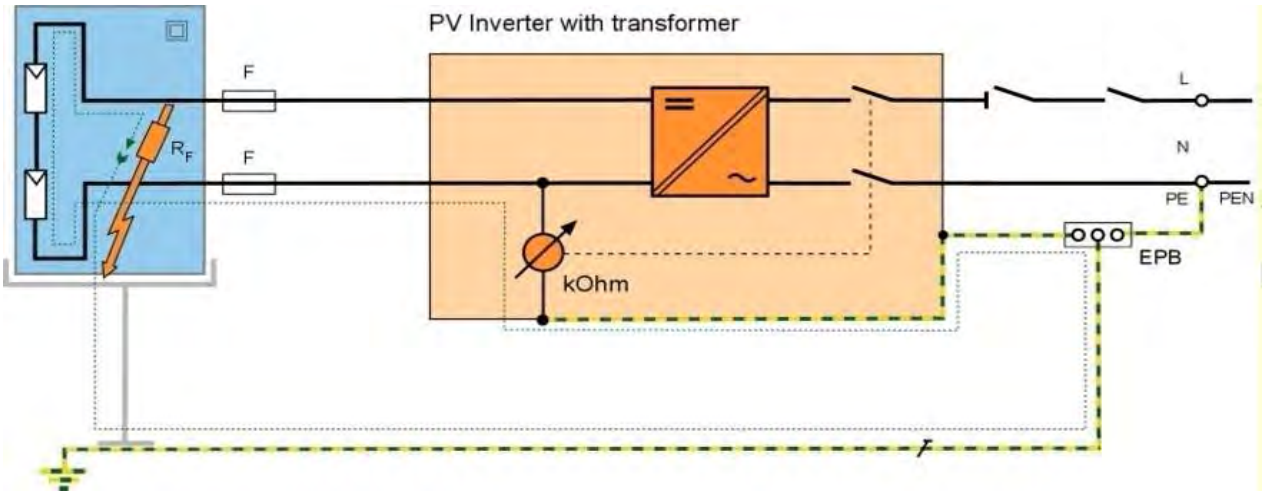
Odpojení v případě náhlé změny proudu

Varianta A - Střídač BEZ transformátoru

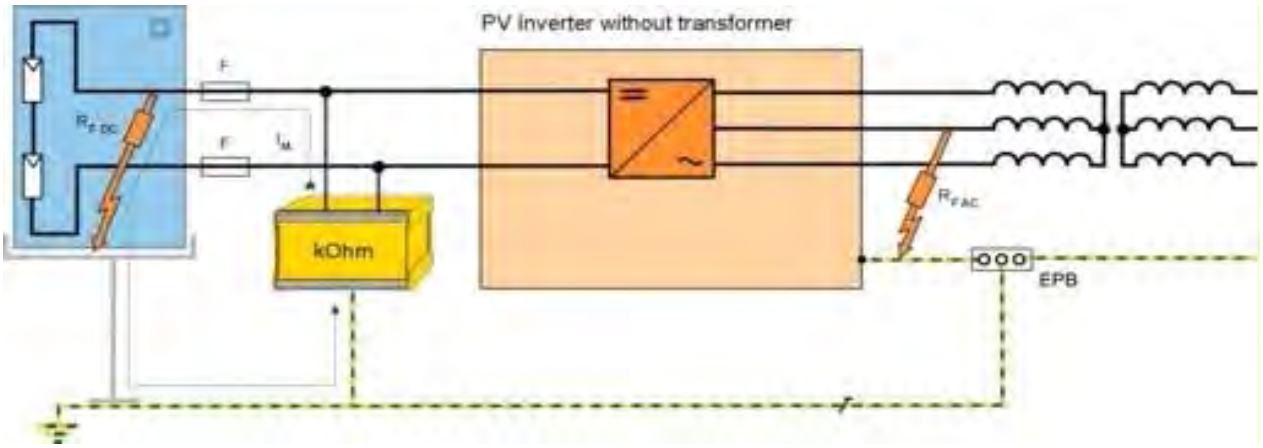


Měření izolace **před připojením**

Varianta B – Střídač S transformátorem – DC strana izolovaná



Měření izolace **před připojením**

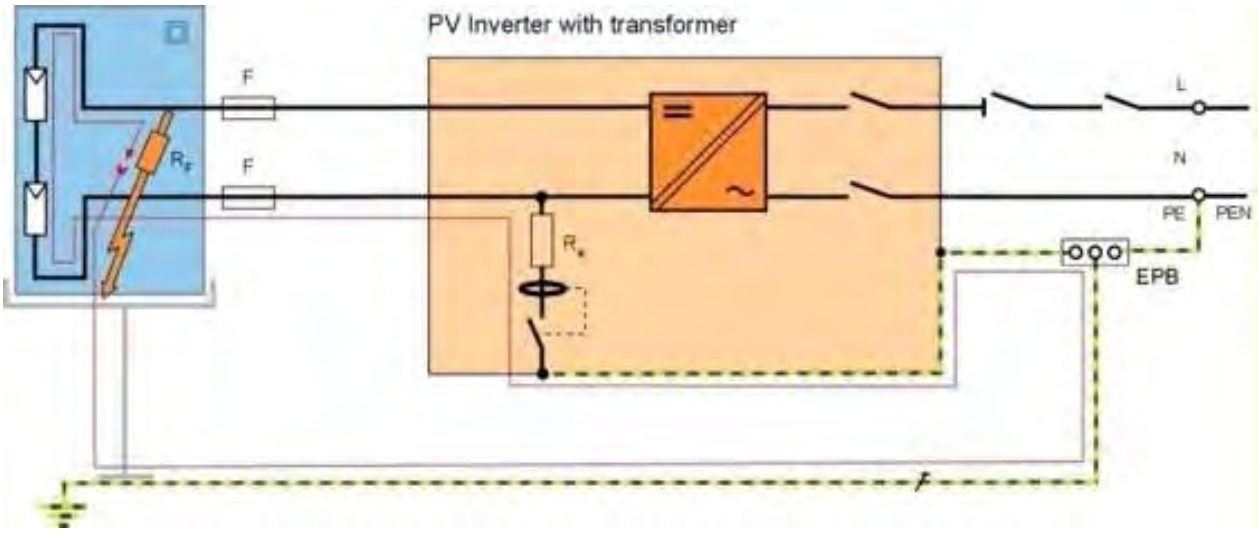


Monitorování izolačního odporu **při provozu**

Oddělení je tvořeno externím transformátorem.

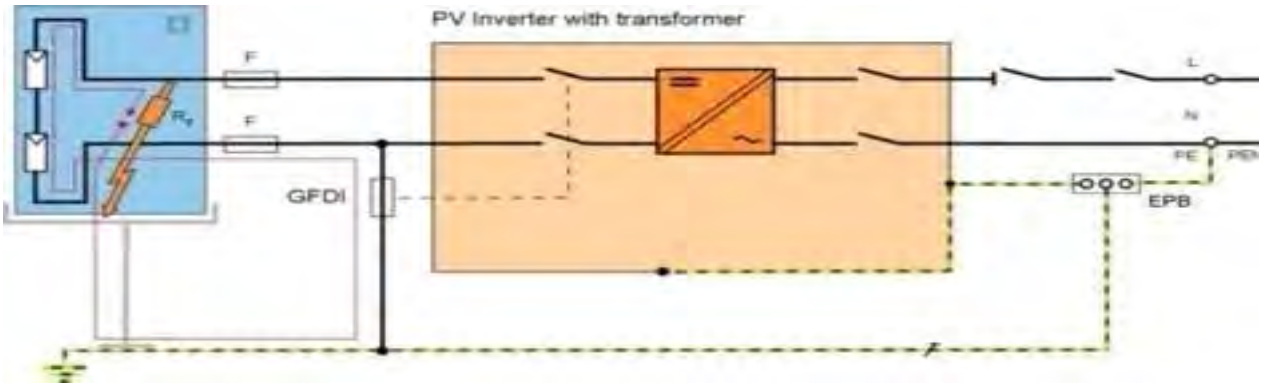
Doporučení systém lokalizace poruchy izolace ≥100kWp

Varianta C – Střídač S transformátorem – funkční uzemnění na DC straně



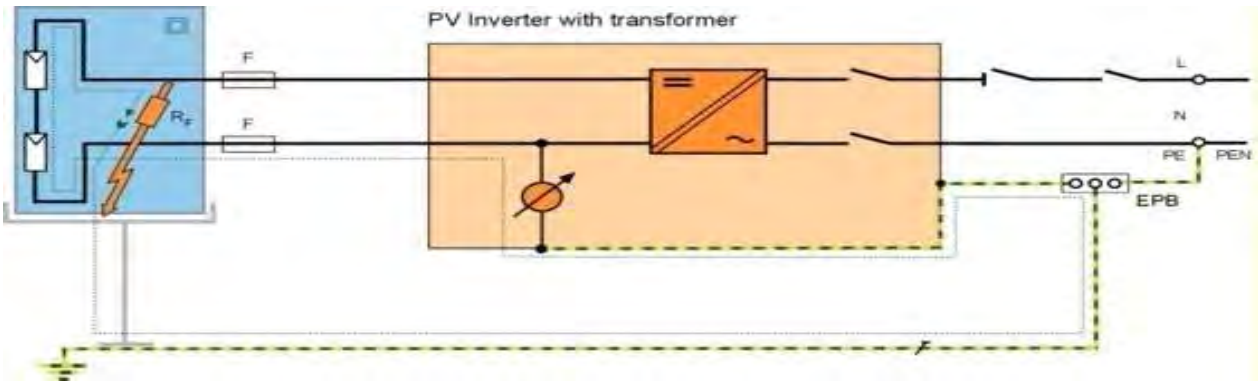
Uzemnění **přes odpor**

Monitorování proudu s následným odpojením



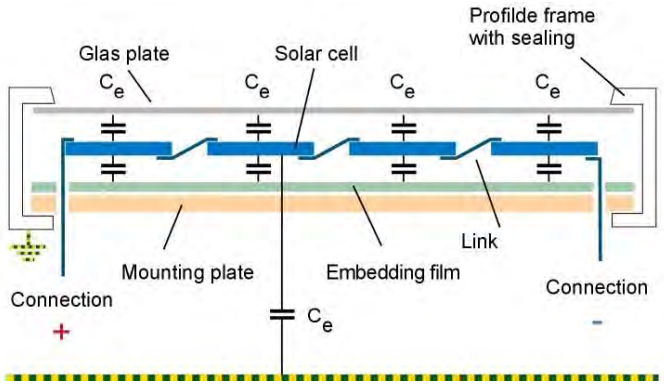
Uzemnění **přes pojistku**

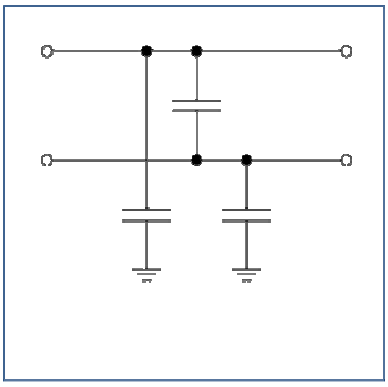
Monitorování proudu s následným odpojením



Volitelně monitorování izolačního odporu

Je nutné si uvědomit, že solární elektrárna je fyzicky vodivá vrstva velmi velké plochy, kterou odděluje od okolí kapacita. Typicky je toto okolí rám připojený na zemním potenciálu. Hodnoty rozptylové kapacity se mohou zvýšit při paralelním provozu několika panelů a střídačů v určitých provozních situacích.





Zkušenosti získané z různých instalací nám ukazují, že velikost rozptylové kapacity má vliv již při výkonu elektrárny jen několika stovek kW:

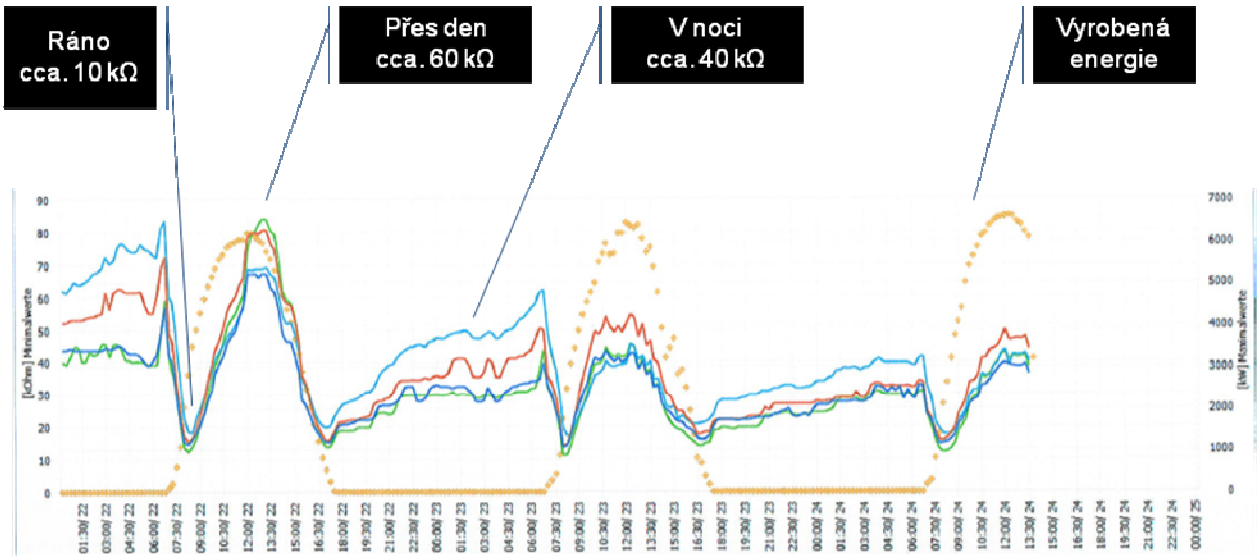
Kapacita		
Moduly	**Kabely**	**Filtry**
1nF/KWp (krystalické panely)	120nF/km	až 500nF
až 1µF/KWp (tenkostěnné panely)	Na fázový vodič	Na filtr

Např. tedy pro solární elektrárnu o výkonu 1MW je tato hodnota s tenkovrstvými panely:

$$1000kW \times 1\mu F = 1000\mu F$$

Klimatické podmínky, např. vysoká vlhkost vzduchu nebo např. sůl obsažená ve vzduchu v blízkosti moře, ale i v našich nadmořských výškách a klimatu má vliv např. rosa nebo vzdušná vlhkost, která může způsobit pokles izolačního stavu až k hodnotám kolem 10kOhm.

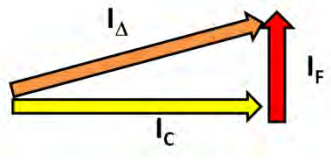
Vyšší hodnota izolace se pak naměří v noci, to je způsobeno tím, že na panely nesvítí slunce a pokud jsou připojeny do stringů, je skutečně připojen a měřen pouze ten panel, který je připojen ke střídači, neboť samotné panely mají vysokou hodnotu odporu.



Vliv rozptylové kapacity na velikost reziduálního proudu.

Dle ČSN EN 62109-2 je max. hodnota reziduálního proudu 300mA pro střídače se jmenovitým nepřetržitým výstupním výkonem <30kVA a max. 10mA na každých kVA pro střídače s výkonem >30kVA.
Druhou podmínkou jsou náhlé změny reziduálního proudu.

Střídače se musí odpojit od sítě do 0,3s pro změnu 30mA, do 0,15s pro 60mA a do 0,04s pro 150mA.



Podívejme se však prakticky co přístroje měří a co problém kapacitního proudu přináší.

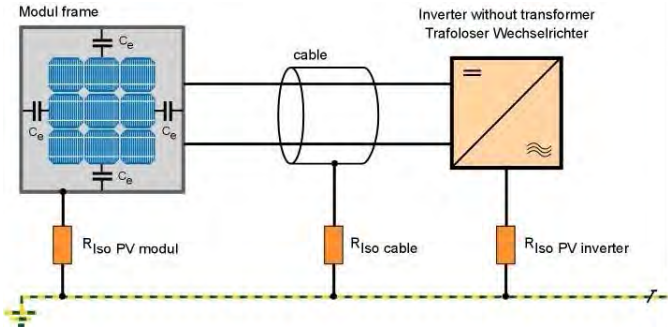
I_C – kapacitní proud, I_F – poruchový proud, I_Δ – reziduální proud.

Například pokud bude kapacitní proud 80mA, náhlá změna bude 30mA, bude změna reziduálního proudu dle následujícího vzorce jen o 5mA vyšší!!!

$$\sqrt{(80mA)^2 + (30mA)^2} = 85{,}44mA$$

Pro monitorování reziduálních proudů v uzemněných soustavách je možné využít řady přístrojů RCMB100. Tyto měřicí karty je možné integrovat také přímo do střídačů.

Podívejme se na systém izolované soustavy, kde je třeba si uvědomit, že celkovou hodnotu izolačního stavu nám ovlivňuje hodnota izolace panelů, kabelů a samotného střídače vůči zemi.



Hodnota izolace, všech modulů reprezentuje paralelní obvod vůči zemi.

Celková hodnota odporu vůči zemi je dána počtem připojených panelů.

$$R_{iso} = \frac{1}{\frac{1}{R_{modul(1)}} + \frac{1}{R_{modul(2)}} + \frac{1}{R_{modul(n)}}}$$

V případě identických modulů je možné tento vztah nahradit vzorcem

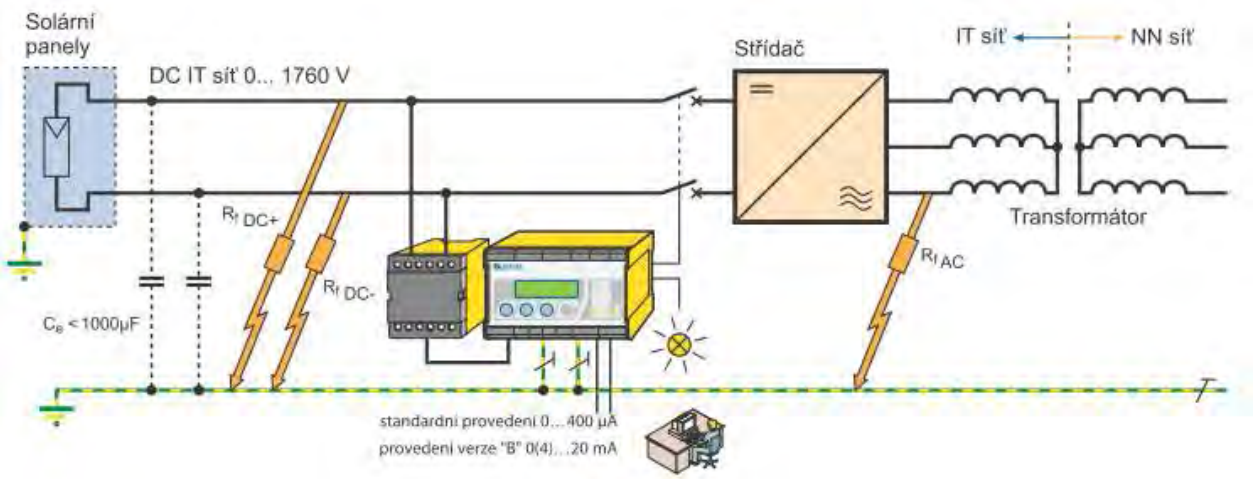
$$R_{iso} = \frac{R_{modul}}{počet\ modulů}$$

Např. pro odpor 400 MΩ a počet panelů 7200 je výsledná hodnota jen 55 kΩ

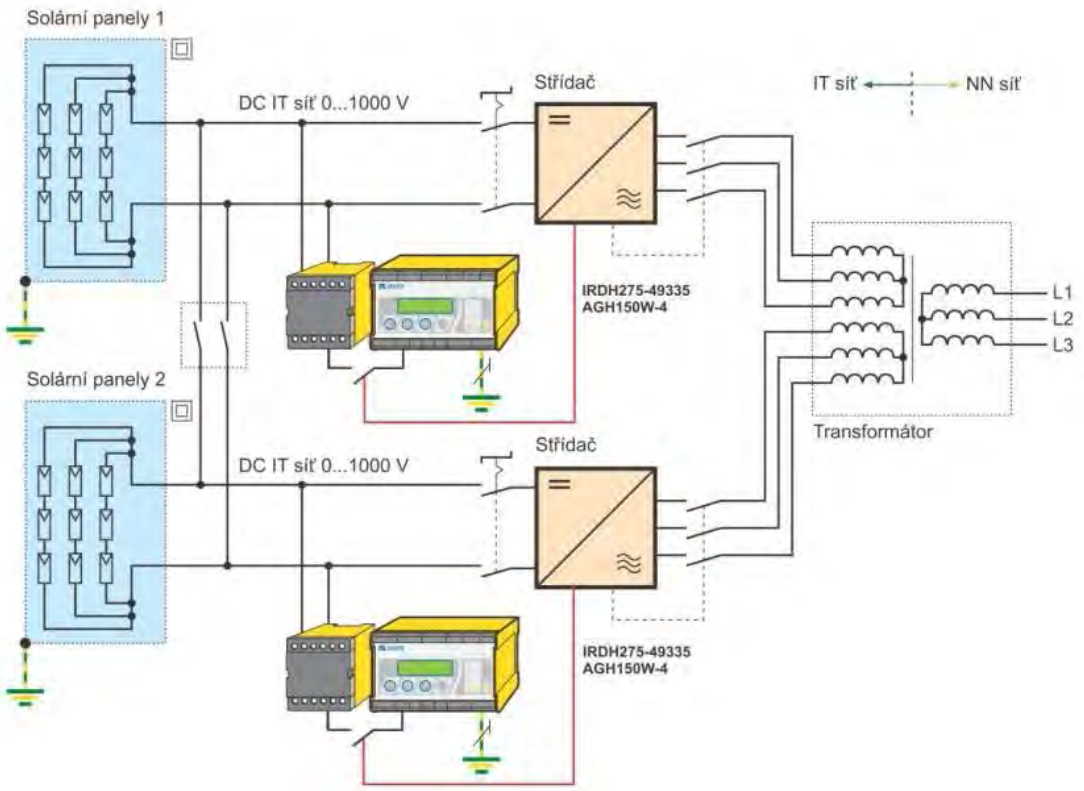
$$R_{iso} = \frac{400M\Omega}{7200} = 55k\Omega$$

Pravidlo, které bývá mnohdy opomíjeno:

Na jedné IT soustavě může být vždy instalován pouze jeden hlídač izolačního stavu. Izolovanou soustavou se myslí, celý galvanicky propojený systém, tedy jak DC část, tak v případě střídače bez galvanického oddělení také AC část až po vinutí transformátorů.



V systémech, kde pracují střídače systémem master-slave, nebo více střídačů do jediného vinutí transformátoru, musí být zajištěno také, aby v případě propojení sítí byl v činnosti a připojený k monitorované sítí pouze jediný hlídač izolace.



Hlídače izolace, které je možné využít pro monitorování IT sítí solárních elektráren:

Typ přístroje		Napětí sítě	Max. rozptylová kapacita	Prahová hodnota
isoPV425+AGH420		AC 0…690 V, DC 0…1000 V	500 µF	1…500 kOhm
IRDH275(B)-493… +AGH150W-4		AC 0…793 V, DC 0…1760 V	999 µF	1kOhm…10 MOhm
iso-PV-3…+AGH-PV		AC 0…793 V, DC 0…1100 V	2000 µF	0,2…100 kOhm
isoPV1685		DC 0…1500 V	2000 µF	0,2…1 MOhm

Efekt velmi pomalu měnícího se napětí může mít vliv na naměřenou hodnotu a je jedním z rušivých vlivů.
Střídače pracují tak, aby optimalizovali výstupní napětí solární elektrárny, tento vliv je eliminován použitím speciální upravené měřicí metody.

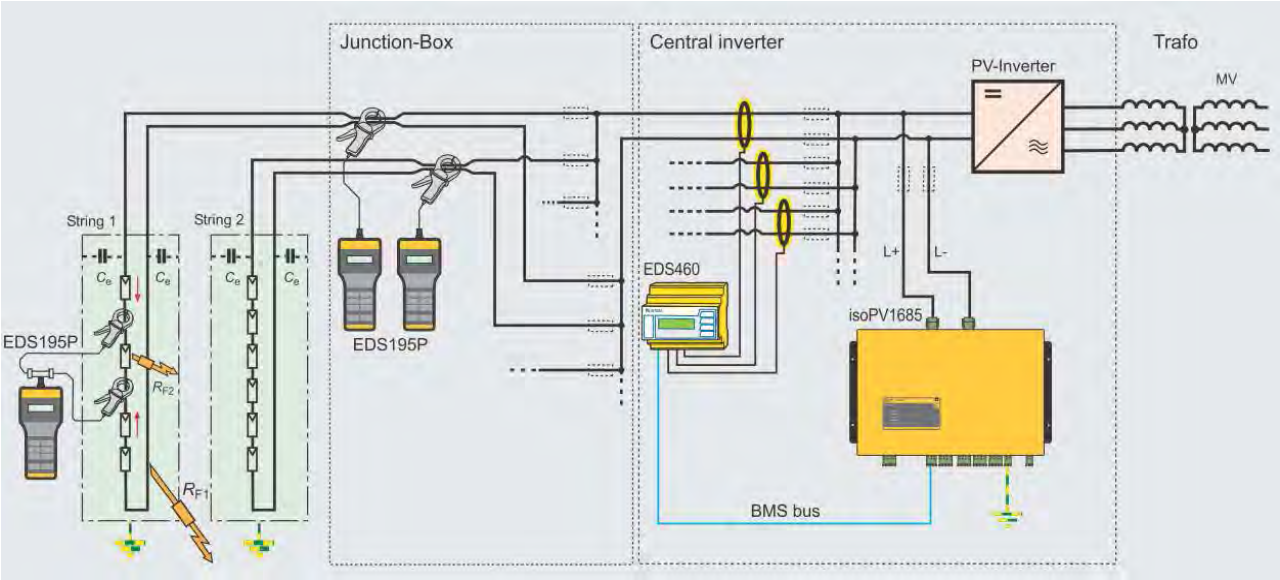
V případě, že je u velkých solárních instalací použit nevhodný hlídač izolace, je častým důsledkem vypínání instalace a finanční ztráty provozovatele.

Hlídače izolace zajišťují u těchto systémů, které mají být provozovány co nejvíce času během roku a získat tak provozovateli co největší profit. Zajišťují tak vysokou ochranu pro osoby a také proti požáru.

Pokud si uvědomíme, že při použití tenkovrstvých panelů je pro instalovaný výkon 1MW zapotřebí přibližně 2,5 hektaru = 25000 m^2 = přibližně tři fotbalové hřiště. Jeden přístroj tak monitoruje velkou a rozsáhlou technologii.

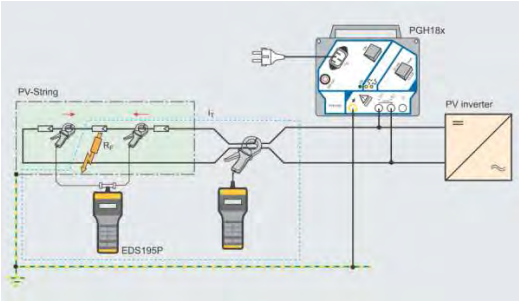
Hlídače izolace tak mohou signalizovat poruchy vzniklé nejen technickou závadou na elektro zařízení, ale také závady vzniklé např. údržbou při sekání trávy, mechanická poškození např. kroupy, nebo sabotáže. Samozřejmě signalizují zhoršení izolačního stavu způsobené stárnutím izolace.
Provozovatel však často řeší otázku, kde k poruše izolačního stavu v rámci elektrárny došlo.

Pro lokalizaci místa poruchy je proto vhodné použít buď pevně nainstalovaný systém EDS460-DG, nebo přenosné varianty systému EDS3090PG (EDS195).



V běžných instalacích solárních elektráren je často obtížné obejmout oba vodiče pomocí jediných měřicích kleští.

Proto se při vyhledávání místa poruchy využívá dvou měřicích kleští připojených k jedné vyhodnocovací jednotce.



Kontakty: ***Ing. Roman Smékal***
GHV Trading, spol. s r.o.
Kounicova 67/a, 602 00 Brno, Česká republika
tel.: +420 541 235 532-4 +421 255 640 293
mob.: +420 724 767 763, +421 948 528 908
e-mail: roman.smekal@ghvtrading.cz
http://www.ghvtrading.cz
http://www.ghvtrading.sk