

Ochranné a spínací přístroje FV zdrojů

Ing. Pavel Jurajda, OEZ s. r. o.

Celosvětové rostoucí požadavky na ekologické využívání energie přinášejí rozmach v oblasti alternativních zdrojů elektrické energie. Na jednání Evropského parlamentu a Rady Evropy v září 2001 byla přijata směrnice 2001/77/ES Podpora obnovitelných zdrojů. Cílem této směrnice je snaha podporovat obnovitelné zdroje energie jako prioritní opatření, jelikož jejich využívání přispívá k ochraně životního prostředí a k udržitelnému rozvoji. Mimo jiné umožňuje také splnit rychleji cíle Kjótského protokolu, který se týká celosvětového snížení emisí. Pro Českou republiku na základě směrnice 2001/77/ES vyplývá požadavek na zvýšení výroby elektrické energie z obnovitelných zdrojů energie do roku 2010 na osm procent a do roku 2020 na třináct procent z celkové spotřeby elektrické energie v ČR. Aktuálně se v ČR pohybuje poměr výroby z obnovitelných zdrojů energie okolo sedmi procent. Z toho důvodu se dostává do popředí výroba elektrické energie z obnovitelných zdrojů a zvláště fotovoltaické zdroje.

V praxi má jediný fotovoltaický (FV) článok díky malému výkonu jen malé využití. Proto se jednotlivé články spojují do větších celků, tzv. FV panelů (modulů). Skupina FV panelů spojených společně do série se nazývá *string* (řetězec). Výkonné fotovoltaické zdroje jsou tvořeny velkým počtem sério-parallelně řazených panelů, které tvoří tzv. FV pole.

Jelikož FV články vyrábějí stejnosměrnou elektrickou energii, je tato energie transformována prostřednictvím měniče (invertoru) na střídavou elektrickou energii požadovaných parametrů.

Specifické vlastnosti FV zdrojů:

- vysoké investiční náklady,
- DC napětí relativně vysokých hodnot,

- vysoká výkupní cena elektrické energie (vysoká cena elektrických ztrát).

Vysoké investiční náklady

V popředí zájmu je doba návratnosti investice. Na ní se odrazí samozřejmě jak technické provedení a účinnost instalace, tak doba provozu.

Z toho pohledu je kladen velký důraz na snížení rizik a případný rozsah poruch na minimum.

Fotovoltaické panely, měniče a kabely představují nejnákladnější část investice v rámci celé FV aplikace, a proto se ochrana zaměřuje předně na tyto části.

K poruše, v krajním případě k destrukci, může dojít vlivem atmosférických a spína-

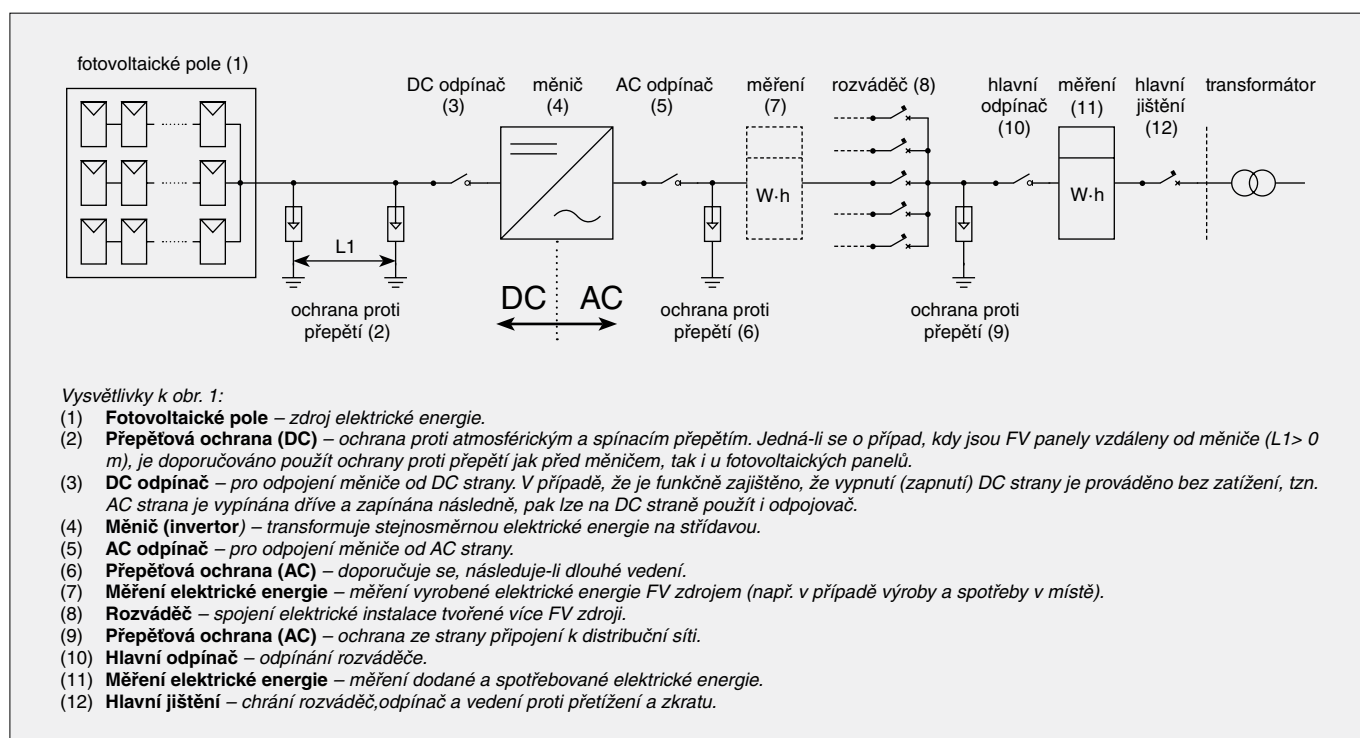
cích přepětí. Dalším potenciálním zdrojem poruchy je zkratování části elektrického obvodu, které může mít za následek proudové přetížení určitých částí s důsledkem až jejich možného zničení, případně i vznik požáru. To je důvodem, proč je u fotovoltaických aplikací kladen důraz na použití přístrojů osvědčeného výrobce.

DC napětí relativně vysokých hodnot

Jak bylo již zmíněno, FV články jsou zdrojem stejnosměrné elektrické energie. V praktických aplikacích se vyskytují stejnosměrná napětí převážně do 1 000 V DC. Hodnoty napětí jsou dány počtem panelů řazených v sérii jednotlivých FV polí.

Přůběh stejnosměrného elektrického proudu je v ideálním případě konstantní hodnoty a neprochází nulovou hodnotou, na rozdíl od střídavého elektrického proudu. Z toho důvodu je zřejmé, že vypínání stejnosměrného proudu, zvláště vyššího napětí, je obtížnější ve srovnání se střídavým proudem, a proto je pro ochranu a spínání ve stejnosměrných aplikacích nezbytné použít speciální ochranné a spínací přístroje, které jsou pro tyto účely určeny.

Na výstupu z měniče jsou střídavé elektrické veličiny, pro které lze použít odpovídající prvky pro jištění a spínání standardních střídavých elektrických obvodů.



Obr.1. Obecné schéma FV zdroje pracujícího paralelně s distribuční sítí

Nejčastější dotazy z oblasti FV - shrnutí

1. Jak volit jmenovité napětí a jmenovitý proud pojistkových vložek pro DC jističové FV zdroje?

Parametry se volí s ohledem na výsledné sério-paralelní zapojení FV panelů a jejich vlastnosti.

Pro jmenovité napětí jisticích přístrojů platí:

$$U_n \geq 1,2 \cdot V_{OC_STC} \cdot M$$

M – počet panelů v sérii,

V_{OC_STC} – napětí naprázdno FV panelu.

Činitel 1,2 zohledňuje nárůst napětí při nízkých teplotách okolí, výrobní tolerance FV panelů apod.

Pro volbu jmenovitého proudu pojistkové vložky platí:

$$1,4 \cdot I_{SC} \leq I_n \leq 0,85 \cdot I_{MOD_REVERSE} \text{ pro } gR; gS; gG \quad I_n \geq 10 \text{ A}$$

$1,4 \cdot I_{SC} \leq I_n \leq 0,7 \cdot I_{MOD_REVERSE}$ pro pojistkové vložky charakteristiky $gR; gS; gG$ $I_n < 10 \text{ A}$

I_{SC} – zkratový proud FV panelu, $I_{MOD_REVERSE}$ – maximální dovolený zpětný proud panelu.

Činitel 1,4 zohledňuje použití při teplotách okolí $60 \text{ }^\circ\text{C}$, intenzitě záření $1\,000 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$ a vlivu cyklického zatěžování.

Je-li výrobcem panelu předepsána maximální hodnota jištění, je nutné tuto hodnotu akceptovat.

Pozn.: Pro hromadné jištění sério-paralelních řazení FV panelů je výsledný proud úměrný počtu paralelních větví.

2. Za jakých podmínek je nezbytná ochrana proti proudovému přetížení u FV aplikací na DC straně?

Ochrana proti proudovému přetížení se nemusí provádět u FV vodičů stringů a FV polí, je-li zatížitelnost vodiče $\geq 1,25 \cdot I_{SC}$ stc v každém místě.

Ochrana proti proudovému přetížení se nemusí provádět u hlavních vodičů FV, pokud je zatížitelnost vodiče $\geq 1,25 \cdot I_{SC}$ stc FV zdroje.

3. Lze použít sériové řazení pojistek pro dosažení vyššího jmenovitého napětí pojistkové skupiny?

V žádném případě. U sériové kombinace pojistek nelze zaručit rovnoměrné rozložení vypínacích procesů v případě poruchového stavu. Jedna pojistková vložka vždy převezme větší poměr vypínacích procesů a z toho důvodu může dojít k jejímu přetížení nad hranici konstrukčních možností.

Vysoká výkupní cena elektrické energie

Díky velkorysému státnímu podpoře je na FV aplikace často pohlíženo především z finanč-

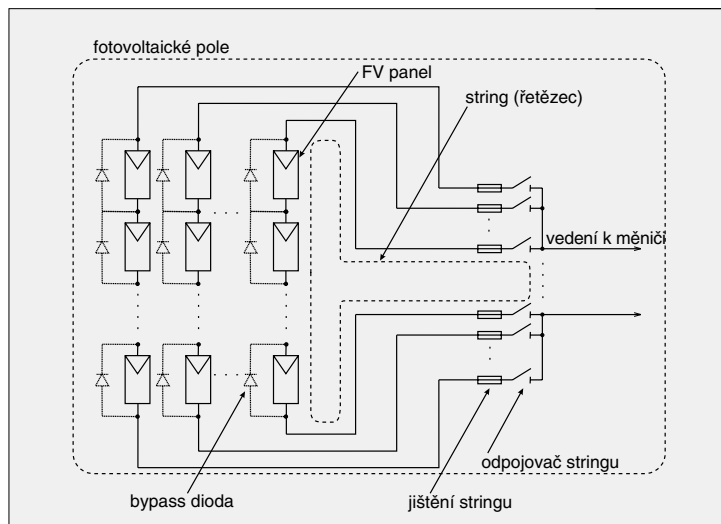
ního hlediska. Do popředí zájmu se dostává návratnost investice. Optimalizací projektu už ve fázi návrhu lze dosáhnout zajímavých úspor, čehož může být typickým příkladem

návrh kabelového vedení. Použitím optimálního poměru pořizovací ceny kabelu a ztrát ve vedení lze minimalizovat celkové náklady na vedení, což se příznivě odrazí v návratnosti investice. K optimalizaci kabelového vedení pro AC stranu lze s výhodou využít program SICHR verze 10.

Všechna tato specifika je důležité vzít v úvahu při návrhu ochranných a spínacích prvků elektrické instalace.

Sortiment výrobků OEZ vhodný pro FV aplikace

Použití	Sortiment OEZ	Typy
jištění stringů	pojistkové systémy Varius	např. pojistky PF10 + odpojovač OPF10 pojistky PT22 + odpojovač OPT22
ochrana proti přepětí	modulární přístroje Minia AC strana DC strana	SVC-350 SVBC SVF-1000-2VB-MZ
DC odpínač	modulární přístroj	5TE2-515
AC odpínač	pojistkové přístroje Varius	pojistkové odpínače OPV, FH, FD
	modulární přístroje Minia	jističe LPE, LPN, LST
	kompaktní jističe Modeion	jističe BC, BD, BH, BL
hlavní jištění	modulární přístroje Minia	jističe LPE, LPN, LST
	kompaktní jističe Modeion	jističe BC, BD, BH, BL
rozdavnice a rozváděče	rozdávěčové skříně Distri	QA 55 NP 65



Obr. 2. Detail FV pole

Nadproudová ochrana stringů FV pole

V případě většího počtu paralelně řazených stringů je nutné zajistit ochranu FV panelů proti zpětným proudům a nadproudovou ochranu kabelů.

Jištění stringů je občas opomíjeno, a to v souvislosti s tím, že zkratový proud I_{sc} FV panelu je jen o 10 až 20 % větší než jeho jmenovitý provozní proud.

V případě aplikace s maximálním počtem tří stringů nehrozí poškození panelu poruchovým zpětným proudem vyvolaným zkratem. Riziko tepelného přetížení kabelů vlivem zkratu lze v tomto případě řešit jejich vhodným předimenzováním. Při větším počtu paralelních stringů je nutno vzít v úvahu hodnotu možného zpětného proudu s ohledem na maximální dovolený zpětný proud FV panelu.

Společnost OEZ s. r. o., jako tradiční výrobce jisticích a spínacích přístrojů nízkého napětí, je schopna nabídnout sortiment výrobků vhodný i pro FV aplikace (viz tabulka). Podrobnější informace o výrobcích OEZ naleznete na:

<http://www.oez.cz>