

Přístroje ke kontrole, analýze a testování fotovoltaických soustav

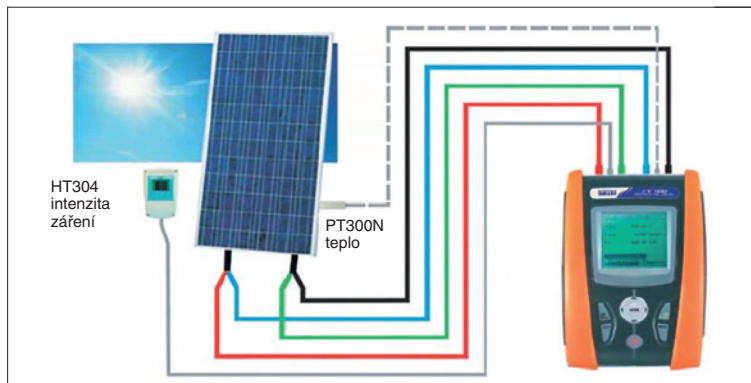
Ing. Martin Lahký, Nobility Solar Projects, a. s.

Velmi příznivá situace na poli výroby elektrické energie ze Slunce způsobila v posledních dvou letech raketovou výstavbu fotovoltaických elektráren, o kterých si mnozí mysleli, že jsou bezúdržbové a jejich provozování je snadné. Ze zkušeností, které společnost Nobility Solar Projects získala výstavbou a provozováním elektráren o výkonu desítek MWp, je známo, že bez kvalitní kontroly

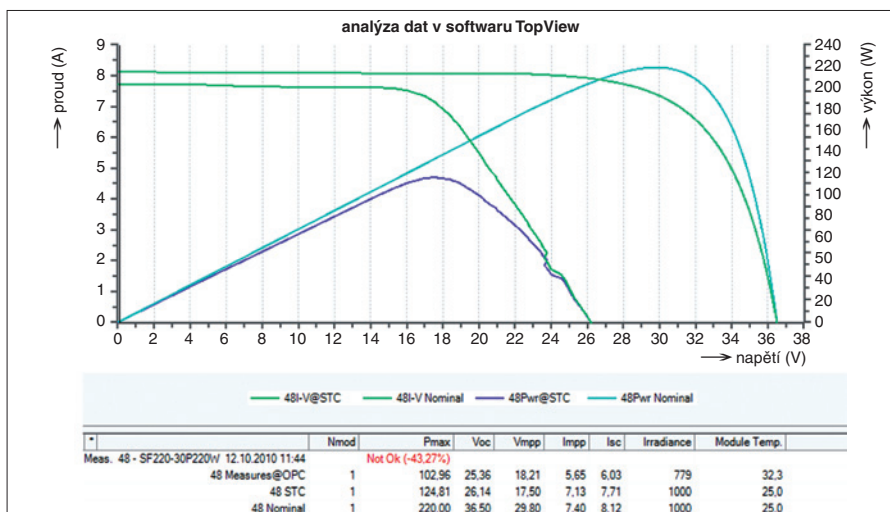


Obr. 1. SOLAR200

a rychlé detekce chyb je těžké dosáhnout kvalitních provozních parametrů po celou dobu životnosti. Snaha poskytnout zákazníkům kvalitní servis vedla k výběru multifunkčních přístrojů HT Italia, jejichž výhradním distributorem pro Českou republiku se stala právě společnost Nobility Solar Projects. Přístroje HT Italia se používají k ověřování charakteristiky fotovoltaických panelů a stringů a jsou ideálním řešením pro běžnou i plánovanou údržbu fotovoltaických systémů. Obsluha přístrojů je efektivní, intuitivní a přístroje zaručují přesné a spolehlivé měření u jedno- a třífázových fotovoltaických soustav.



Obr. 3. Měření IV křivek pomocí přístroje I-V 400



Obr. 4. Vyhodnocení měření IV křivky u vadného panelu (Measures OPC – hodnoty naměřené za aktuálních osvitových a teplotních podmínek, STC – přepočít na standardní podmínky, $I_{rr} = 1\ 000\ W\cdot m^{-2}$, $T_c = 25\ ^\circ C$; Nominal – nominální hodnoty panelu)

SOLAR200 (obr. 1) je inovační přístroj navržený k ověřování elektrické bezpečnosti u fotovoltaických soustav v souladu s příslušnými bezpečnostními požadavky. Přístroj se velmi snadno používá a má široké

spektrum funkcí. Umožňuje měřit kontinuitu ochranných vodičů, testovat izolaci, vypínací doby proudových chráničů (RCD) typu A, AC, všeobecných či selektivních, dále měřit impedance smyčky a vedení P-N, P-P, P-PE a celkový zemní odpor bez sepnutí chrániče RCD. Pomocí optického rozhraní je možné data stáhnout do počítače a následně dále zpracovat do reportu.

Testování fotovoltaických soustav vyžaduje současné měření parametrů vnějšího prostředí (dopadající záření na moduly, teplota prostředí a modulů) a elektrických parametrů (konstantní výkon, výkon střídavého proudu atd.). Obvykle mohou být moduly a měnič umístěny ve vzdálenosti několika desítek metrů od sebe, což způsobí, že obsluha musí vykonávat měření na různých od sebe vzdálených místech zároveň. K vykonávání takového měření



Obr. 2. Příklad zapojení měřicího přístroje při kontrole jednofázově připojeného měniče

by bylo nezbytné propojení dlouhými kabely nebo (bezdrátovým) rádiovým spojením, ale obě tato řešení nejsou přijatelná. Kabely by mohly vadit obsluze při pohybu a představovat překážky a rádiové vlny by mohly být zeslabeny podlahami, železobetonovými nebo kovovými konstrukcemi, čímž by se komunikace znemožnila. Aby se předešlo uvedeným problémům a současně měření proběhlo, jak je třeba, je přístroj SOLAR300N vybaven vzdálenou jednotkou, která je synchronizována s hlavní jednotkou. Vzdálená jednotka se umístí vedle fotovoltaických modulů a připojí se ke snímačům na měření parametrů vnějšího prostředí (intenzita záření a teplota).

Přístroj SOLAR300N se připojuje před měničem a za ním, kde se měří elektrické parametry (konstantní výkon a výkon střídavého proudu). Synchronizace mezi těmito dvěma jednotkami zaručuje nezbytnou současnost měření a zároveň je měření díky těmto dvěma samostatným a nezávislým jednotkám pohodlné a bezpečné.

Test Results:			
Irradiance:	Irr	1013	W/m ²
PV module Temp	TC	26	°C
Environ. Temp.	TE	17	°C
Gamma	γ	0,34	[%/°C]
NOCT		46	°C
Ptpv correction factor	Ptpv		
Nominal power:	Pnom	11,0	[kW]
DC Power measurement:	Pdc	11,0	[kW]
DC Voltage measurement:	Vdc	638,5	[V]
DC current measurement:	Idc	17,2	[A]
DC efficiency:	η dc	98,54	%
AC Power measurement:	Pac	10,3	[kW]
Power factor:	Pf	1,00	
AC voltage measurement:	Vac 1	411,7	[V]
	Vac 2	413,2	[V]
	Vac 3	413,6	[V]
AC current measurement:	Iac 1	14,2	[A]
	Iac 2	14,17	[A]
	Iac 3	14,56	[A]
AC efficiency	η ac	93,72	%

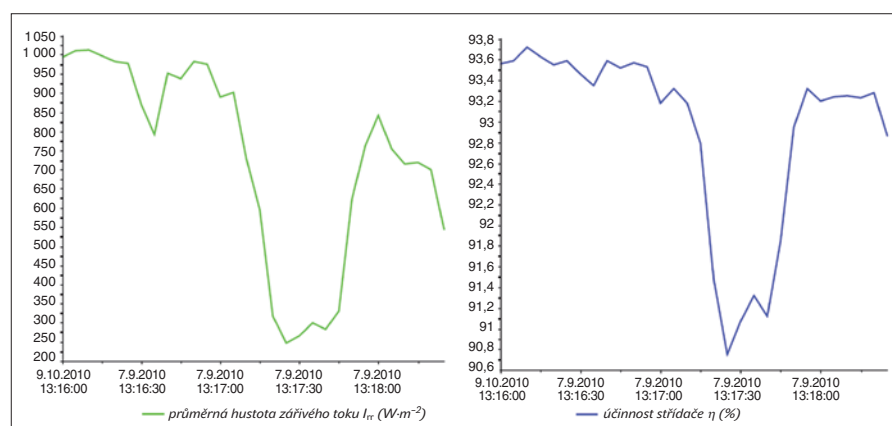
Obr. 5. Příklad vyhodnocení měření u třífázového střídače měřícím přístrojem SOLAR 300N

Přístroj SOLAR300N je také výkonným zařízením, které se používá ke kompletní analýze kvality sítě (harmonická analýza, analýza odchylek napětí, flickr, nesymetrie atd.) v souladu s normou ČSN EN 50160. Řídící software TopView také poskytuje možnost tvorby odborných protokolů, které lze upravit dodáním loga společnosti, základních dat, poznámek atd.

Přístroj I-V 400 (obr. 3) je ideálním řešením pro běžnou i plánovanou údržbu fotovoltaických systémů. S přístrojem I-V 400 je možné případně vyhledat poruchy či problémy v systémech opravdu rychle, efektivně a intuitivně. Přístroj I-V 400 vykonává v terénu měření charakteristiky I-V a měření parametrů základních vlastností jednotlivých modulů nebo stringů z modulů. Přístroj spolu s charakteristikou I-V u testovaného zařízení měří také hodnoty jeho teploty a dopadajícího slunečního záření. Ze získaných dat se poté odvodí charakteristika I-V za standardních testovacích podmínek (STC – *Standard Test Conditions*)

pro možnost porovnání s nominálními údaji, které uvádí výrobce modulů. Díky tomu lze okamžitě určit, zda tento testovaný string či modul odpovídá charakteristikám uváženým výrobcem. Výstupní proud nebo napětí u modulu nebo stringu se měří čtyřdrátovým zapojením, které umožňuje nastavení měřicích kabelů, aniž by bylo třeba vyrovnávat jejich odpory; tak je vždy zaručeno přesné a správné měření. Ve své interní paměti spravuje měřicí přístroj I-V 400 databázi fotovoltaických modulů, kterou lze kdykoliv aktualizovat buď pomocí softwaru pro správu, nebo přímo v přístroji. Kromě

- záznam rychlých změn napětí (výkyvů) s rozlišením 5 μ,
- kompletní analýza kvality sítě v souladu s normou EN 50160,
- numerické a grafické znázornění každé veličiny,
- vyvolání výsledků na displeji,
- barevný displej TFT s dotykovou obrazovkou,
- napájení dobíjecí baterií Li-ion,
- rozšíření paměti kartou CF (*Compact Flash*),
- přenos dat do externí paměti USB (karta *Memory Stick*),



Obr. 6. Časový průběh intenzity slunečního záření a vliv jeho změny na účinnost střídače

měření charakteristiky I-V a odvození vlastností za standardních testovacích podmínek porovnává přístroj I-V 400 získané hodnoty s hodnotami, které uvádí výrobce, a okamžitě zobrazí výsledek testu jako OK/NO OK. Obsluha nemusí nic vypočítávat ani vykonávat žádné složité operace. Přístroj udělá porovnání automaticky a rychle.

Funkce přístroje SOLAR 300N

- měření napětí DC/AC TRMS (jednofázové a třífázové),
- měření proudu DC/AC TRMS (jednofázové a třífázové),
- měření výkonu DC/AC TRMS (jednofázové a třífázové),
- měření energie AC (jednofázové a třífázové),
- měření účinníku $\cos \varphi$ (jednofázové a třífázové),
- měření intenzity slunečního záření ($W \cdot m^{-2}$),
- měření teploty vnějšího prostředí a modulu snímačem PT1000,
- záznam harmonických proudů a napětí do 49. složky,
- záznam odchylek napětí (poklesy, nárůsty),
- analýza flickru v souladu s normou EN 50160 (Charakteristiky napětí elektrické energie dodávané z veřejné distribuční sítě),
- záznam spouštěcích proudů s rozlišením 10 ms,

- USB port pro připojení k počítači,
- on-line nápověda na displeji.

Funkce přístroje IV 400

- měření výstupního napětí modulu/stringu do 1 000 V DC,
- měření výstupního proudu modulu/stringu do 10 A DC,
- měření intenzity slunečního záření ($W \cdot m^{-2}$) referenčním článkem,
- měření okolní teploty a teploty modulu automaticky nebo čidlem PT1000,
- měření výstupního stejnosměrného a jmenovitého výkonu modulu/stringu,
- numerické a grafické znázornění charakteristiky I-V,
- měření odporu soustav fotovoltaických modulů,
- mechanický inklinometr k určení úhlu dopadu slunečního záření,
- měření čtyřdrátovým zapojením,
- srovnání se standardními podmínkami (STC $1\,000\, W \cdot m^{-2}$, $25\, ^\circ C$),
- vyhodnocení výsledku testu: OK/NO OK,
- správa až 30 typů fotovoltaických modulů v interní databázi,
- interní paměť k uložení dat,
- vyvolání výsledků na displeji,
- optický/USB port pro připojení k PC,
- on-line nápověda na displeji.

Další informace na adrese:
<http://www.nobility.cz>