

Sledovací systémy pro Fotovoltaické systémy

Jednoduchá řešení jsou povinná

**PŘEKLAD ORIGINALNÍHO TEXTU
Z ČASOPISU PHOTON PROFI**

celý text naleznete ke stažení
na www.refusol.de v českém odkazu

Zařízení pro venkovní plochy

Zjednodušená montáž díky zemní
kotvě

Debaty

Model podpory Ontario:
Vzor pro něm. zák. o úsp. energie
EEG?

Měnič

Testuje se: REFUSOL 013K a 017K
jakož i Fronius IG Plus 100

Servis

Seminární plánovač Cen. index
pro moduly a měniče 137 nových
solárních firem

„Vražda krále“

Sotva si firma SMA vydobyla „pomyslný trůn“ s měničem „Sunny Tripower“ za dosavadně nejvyšší naměřenou maximální PHOTON-účinnost, již opět firma RefuSol tohoto lídra na trhu sesadila z trůnu.

Jako »nové měřítko« byl v minulém vydání magazínu PHOTON Profi představen »Sunny Tripower« od firmy SMA. To se vztahovalo na jeho inovovanou koncepci, ale i na do té doby nedosaženou „PHOTON“-účinnost. V tomto případě však nyní již zase existuje nová „měřící laťka“: Firma Refusol GmbH z Metzingenu v Bádensku-Württenbersku překonává se svým REFUSOL 017K výsledky Tripoweru, zatímco menší bratr REFUSOL 013K (zpráva o testu na straně 8) v porovnání při středním osvětlení se mu vyrovnává a při nejvyšším osvětlení je ještě nepatrně lepší. Oba přístroje od Refusol, jenž byly dány k dispozici v rámci obvyklé dohody o testování začátkem srpna, tak tvoří nové špičkové duo mezi všemi měniči, dosud testovanými „PHOTON“-laboratoři.

Pro nepozorné čtenáře

REFUSOL 017K je třífázový napájecí měnič bez transformátoru s „DC“-jmenovitým výkonem 16,8 kilowatu.

Tento přístroj je vhodný pro vnitřní a venkovní montáž a disponuje rozsáhlým vybavením, jakož i možnostmi rozšíření.

Účinnost je velmi vysoká a jen minimálně ovlivněná „MPP“-napětím a výkonem. To vede k excelentní „PHOTON“-výkonnosti ve výši 97,4 procent.

Ještě zajímavějšími jsou díky jejich nadprůměrně dobrému vybavení a topologii zapojení, s níž jsou vhodnější než většina jiných bez-transformátorových přístrojů při použití tenkovrstvých modulů.

Konstrukce

REFUSOL 017K patří k nové konstrukční řadě se jmenovitými výkony „AC“ od 10 000 do 19 200 W. Všechny modely této „rodiny“ jsou založeny na zapojení bez síťového oddělovacího transformátoru. Konstrukce REFUSOL 017K je velmi kompaktní a robustní. Tento přístroj dělá dobrý a plnohodnotný dojem a na třífázový měnič tohoto výkonu je velmi lehký a malý.

Vnitřní architektura měniče naznačuje víceúrovňovou konstrukci. V přední části se nachází řídicí deska a „DC“-filtrační deska se spínací síťovou částí pro pomocné napájení, v další úrovni je deska výkonového dílu. Tři sinusové filtrační tlumivky a čtyři napájecí tlumivky násobičů napětí jsou zalaty v samostatné části pláště (ve vaně). Deska výkonového dílu nese všechny komponenty „DC“ vstupní strany, napěťový mezi-obvod s elektrolytickými kondenzátory a výstupní můstky. Výkonové polovodiče se nachází ve třech samostatných opláštěných modulech a jsou naletované na spodní straně výkonové desky. Jejich chlazení je zajištěno montáží na velký chladič, jenž je umístěn na zadní straně pláště a nemá nucené větrání (žádný ventilátor = menší vnitřní spotřeba měniče).



Použité elektrolytické kondenzátory ve výkonovém dílu a i v řídicí elektronice patří do teplotní třídy 105 °C, jsou tedy vzhledem k okolní teplotě dobře dimenzovány.

Pod deskami pracuje velký interní ventilátor, jenž brání tvorbě kumulaci tepla. Jeho doba životnosti je garantována 80 000 hodinami při teplotě 40 °C – to je zhruba devět let nepřetržitého provozu, což by za normálních okolností mělo v každém případě stačit pro celou životnost měniče (měniče jsou v provozu jen část dne). Pokud by ventilátor přesto odešel, lze ho bez velkého vynaložení sil snadno vyměnit. Konstrukce měniče vyhovuje krytí IP 65 a sestává ze tří částí: těla, předního krytu a vzadu se nacházejícího masivního chladiče.

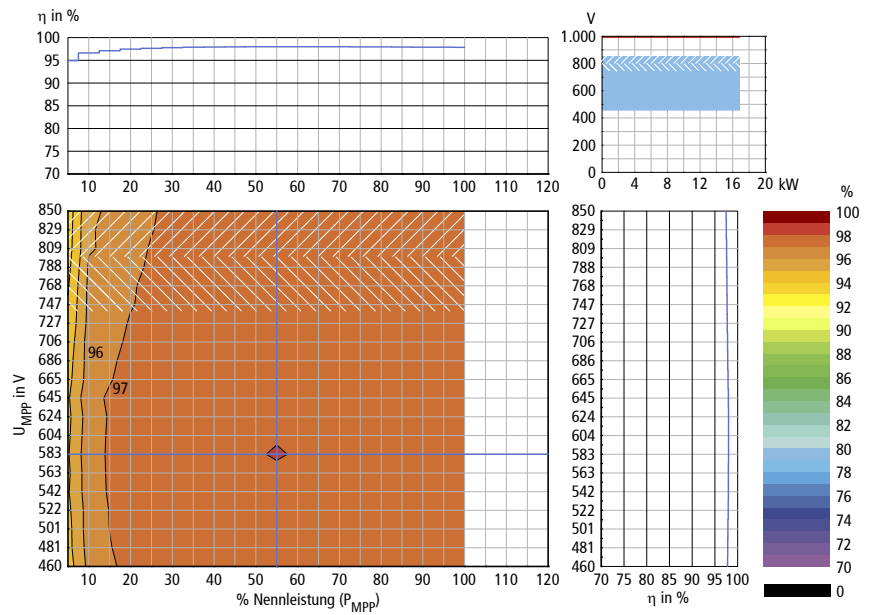
O bezpečnost měniče se stará automatické odpojení, které kontroluje síť, tedy odpovídající napětí a frekvenci. K tomu se dále provádí zkouška izolačního odporu mezi připojenými stringy s panelů a zemí. Dále ještě také i zkouška výbojového (svodového) proudu na straně sítě.

Stringy se připojují pomocí MC4-konektorů firmy Multi-Contact, k dispozici jsou čtyři připojovací páry. Připojení na AC síť je provedeno prostřednictvím velkého šestipólového konektoru od firmy Phoenix Contact. Po lepší fixaci je možno AC konektor připevnit dvěma šrouby k tělu měniče. Pod rámem pouzdra vedle „DC“-konektorů má REFUSOL 017 umístěn „DC“-odpojovač.

Display je namontován do předního krytu měniče a je kryt průhlednou fólií.

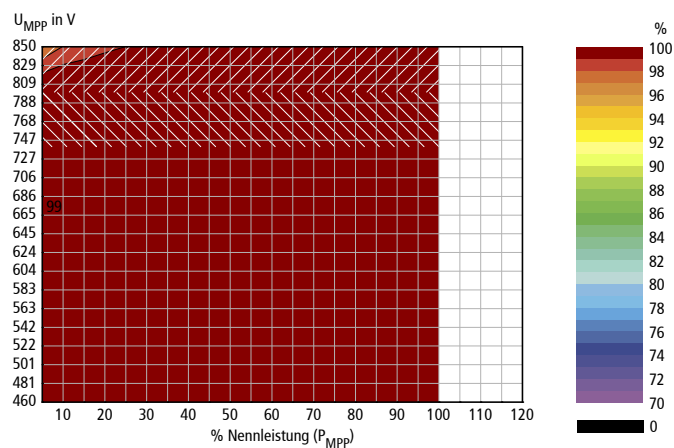
Transformační účinnost

► Na nejvyšší úrovni: S rovnoměrným vývojem transformační účinnosti tohoto druhu přes MPP-napětový a výkonový rozsah se lze setkat jen zřídka.



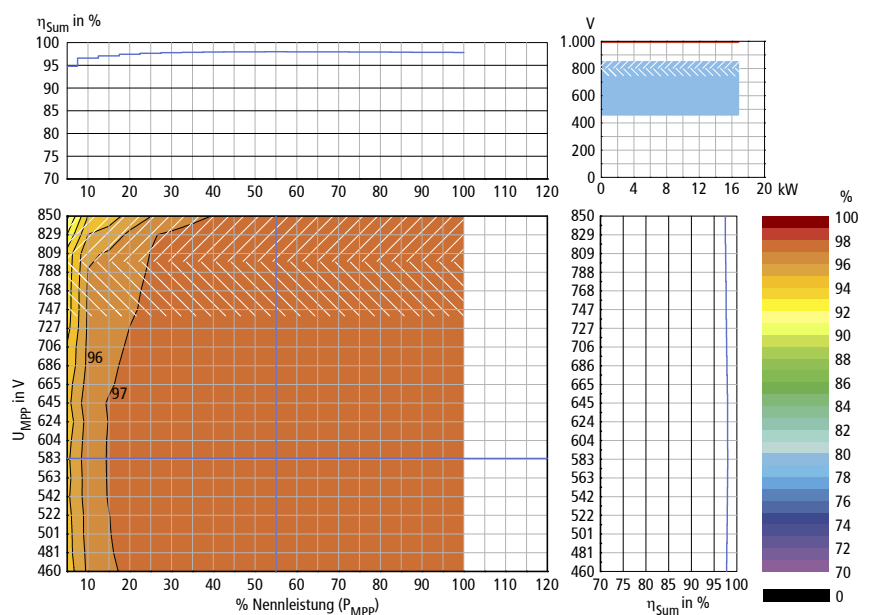
x MPPT - adaptační v účinnost

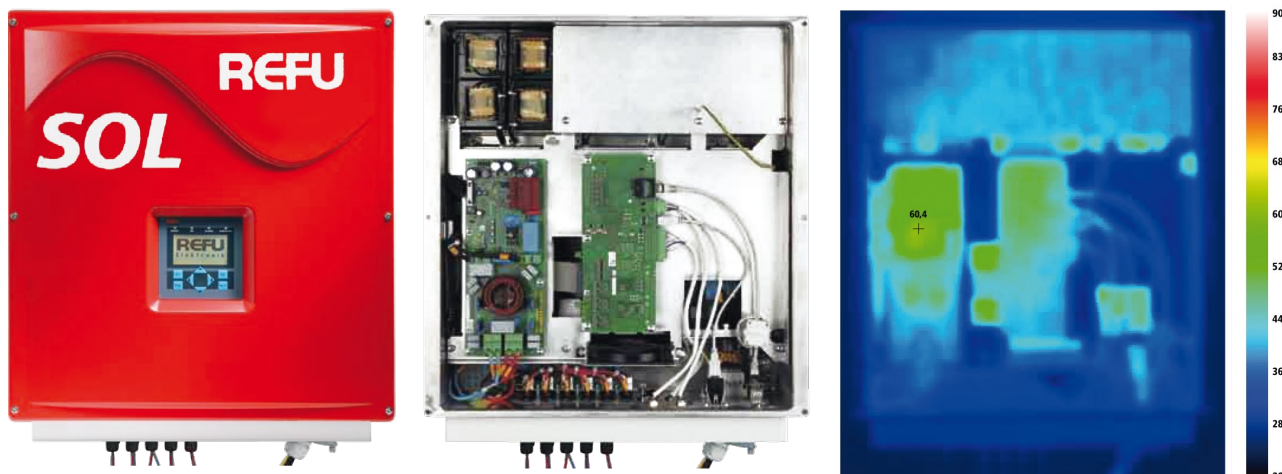
► Nepatrná slabina: MPP-tracking má malý propad při nízkém výkonu a vysokých napětích – jinak by byl celkový výsledek REFUSOL 017K možná ještě o desetinu procentního bodu lepší.



= celková účinnost

► Graf k průběhu celkové účinnosti poskytuje potěšující obrázek, do jisté míry tušení vynikající „PHOTON“-účinnosti.





▲ REFUSOL 017K termografická kamera nevykazuje žádné stopy kritických úrovní teplot. Víceúrovňová konstrukce měniče ovšem brání pohledu na výkonový díl.

Stav přístroje je vedle display indikován prostřednictvím čtyř LED. Měnič má různé možnosti připojení pro externí přístroje: kontakt pro senzor solárního osvětlení a teplotní senzor, kontakt spínacího relé (AC 230 V / 2 A max.), kontakty RS485 (vstup a výstup), USB a Ethernet.

Přes USB- nebo Ethernet-rozhraní lze s přístrojem komunikovat nebo lze i aktualizovat firmware. Přístroj navíc obsahuje interní datalogger, jenž může zaznamenat až celkem 40 měřených hodnot najednou. Ty jsou ukládány v jednotlivých parametrech.

Nabízeny jsou další možnosti vybavení:

- větší konektor pro připojení do AC sítě,
- různé fotovoltaické konektory,
- dálkový monitoring pomocí různých externích monitorovacích přístrojů,
- ventilátorový modul ke stavbě „měničových věží“ (»Powercap«).

Manipulace

Přístroj přichází k uživateli chráněn silnou lepenkou, dobře zabalený. Na stěnu se připevní pomocí přiloženého držáku, což je při váze 40 kg, pro tuto výkonovou třídu relativně snadné uchycení.

Je-li připojené odpovídající DC napětí a DC spínač na měniči sepnut, měnič se začne spouštět.

Měnič potřebuje ještě zhruba cca 126 sekund na různé testy DC a AC strany, než přejde s režimu aktivace do režimu provoz (začne vyrábět).

Informační display je bíle podsvícený.

Data z něj lze dobře odečítat, režim zobrazení je volitelný v jazycích: němčina, angličtina, francouzština, italština, španělština a čeština.

Pomocí osmi tlačítek na ovládacím panelu, lze provést konfiguraci měniče. Základní zobrazení »Default« poskytuje přehled o AC-výkonu, AC-napětí, DC-napětí a denní energetický výnos. Dále v menu lze přejít na zobrazení skutečných hodnot DC-výkonu, DC-napětí, DC-proudu, a dále AC-výkonu, AC-napětí, AC-proudu a AC-frekvenci. Vyčíst lze i teplota chladiče a teplota vnitřního prostoru přístroje a dále data z připojených senzorů – solární osvětlení a teplota modulu. Vedle toho lze na display odečítat absolutní a normovaná výnosová data (denní, měsíční, roční a celkové hodnoty). Množství do sítě dodané el. energie za aktuální den nebo již uplynulé dny lze zobrazit jako sloupcový diagram. Tím je k dispozici velmi mnoho hodnot v přehledné formě.

Návod k obsluze

K přístroji je přiloženo vytištěné stručné znění provozního návodu a podrobná verze jako PDF-soubor, uložený na CD, a to v němčině, angličtině, francouzštině, italštině, holandštině, španělštině a češtině. Pouze na CD je navíc k dispozici verze v korejštině. Stručné znění je zaměřeno na snadné připojení měniče, obsahuje vedle technických dat, několik všeobecných vysvětlení a pokyny k montáži, připojení a uvedení do provozu. Vodičkem je menu zobrazené přehledně graficky. Dále je vysvětlená obsluha pro display, připojení k síti a DC-stringů. Podrobný provozní návod na CD navíc obsahuje mnoho grafických znázornění a detailní zobrazení velmi rozsáhlé menu-struktury. Obě varianty, kompaktní i podrobná, jakož i tech-

nická data, lze rovněž stáhnout z webu výrobce.

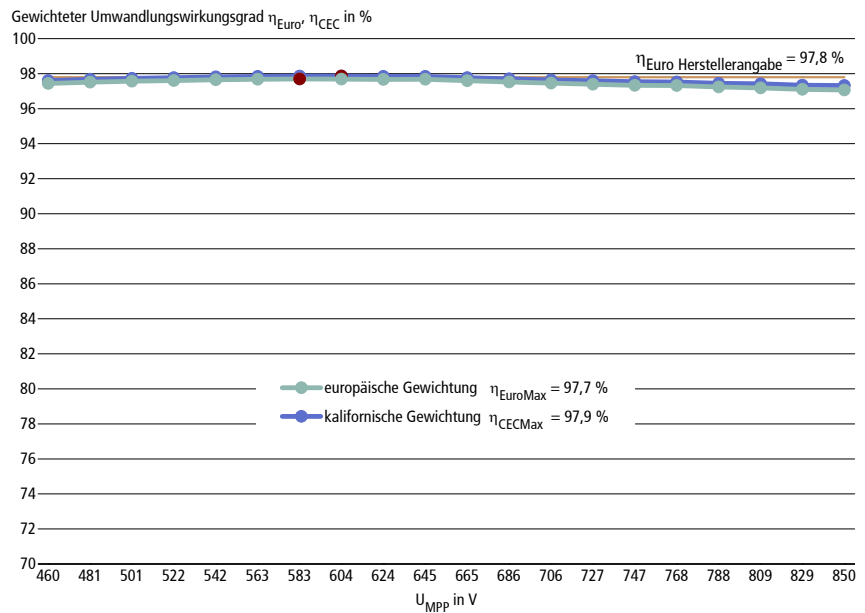
Návrh obvodů

Návrh obvodů REFUSOL 017K je v principu dvoustupňový, neodpovídá však žádné klasické topologii. Nejprve se DC napětí dostane přes odrušovací filtr do výkonového stupně. Tento výkonový stupeň má dělený meziobvodový kondenzátor, jehož střed je propojen s N-vodičem sítě a má dva třífázové výstupní můstky. Ty jsou na výstupní straně zapojeny paralelně. První výstupní můstek je vodivě přímo propojen s DC-vstupem, druhý je napájen přes dva násobiče napětí, které jsou umístěny v plusové nebo minusové části DC napájení a napájí druhý dělený meziobvodový kondenzátor. Modulace sinusovky se nyní rozděluje mezi tyto dva výstupní můstky, takže každý produkuje pouze jednu půlvlnu pro výstupní tlumivky. Tímto se značně redukuje ztráty ve výkonových tranzistorech a ve výstupních tlumivkách.

Dále je na výstupu pro každou fázi jedna dioda bránící akumulovanému proudu ve výstupních tlumivkách, aby tekli zpět do meziobvodového kondenzátoru a způsoboval nežádoucí ztráty. Následující filtr vyhlazuje modulované napěťové bloky na sinusové napětí se síťovou frekvencí 50 Hz. Automatická integrovaná ochrana oddělí měnič od sítě, jakmile se síťové napětí nebo síťová frekvence odchýlí od předem zadaných mezních hodnot a rovněž i tehdy, když se na straně sítě vyskytne chybný /parazitní/ proud. Na straně stejnosměrného napětí je měřen izolační odpor. Vzniklá VF rušení odstraní výstupní

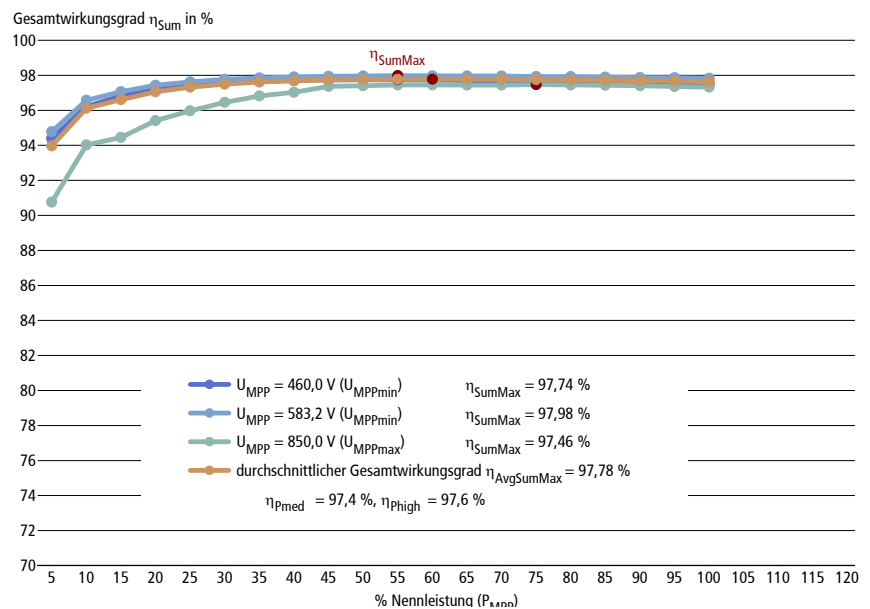
Vážená transformační účinnost

► Stupně účinnosti, zjištěné pomocí evropské a kalifornské účinnosti, probíhají přes MPP-napětový rozsah téměř konstantně a leží neobvykle blízko u maxima celkové účinnosti.



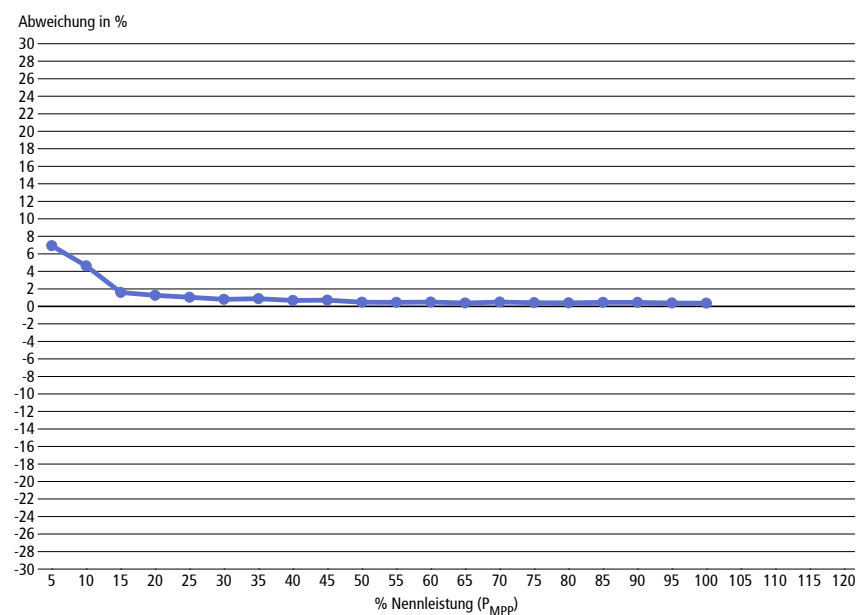
Celková účinnost při rozdílných MPP-napětích

► Konečný výsledek: Zprůměrování různých průběhů výkonnosti (viz kolonku »Vysvětlivky k měřením a grafům«) vede k nejlepší ze všech dosud zjištěných PHOTON-účinností.



Přesnost měření výkonu měniče

► Pro malé hodnoty výkonu je měření opravdu nepřesné, ale po jeho zvýšení se měření značně zpřesní až na vynikající úroveň.



filtr, který je umístěn přímo před síťovými svorkami.

Z důvodu implementace mnoha obvodových prvků je přístroj sice velmi nákladný, má však nejen vynikající vysokou účinnost, ale i velmi dobrou elektromagnetickou kompatibilitu („EMV“) a DC-potenciál na DC-připojovacích svorkách, který se nastává symetricky k zemnímu potenciálu.

Měření

Všechna následující měření se vztahují na síťové napětí 230 V. Maximální DC-napětí přístroje REFUSOL 017K činí 1000 V, DC-jmen. výkon činí 16 800 W. Při měření v rozsahu hodnot MPP-napětí, bylo napětí simulátoru omezeno na max. 788 V, jelikož by při běhu simulátoru naprázdno a při charakteristickém činiteli plnění 75 % mohlo napětí vystoupat již na více než 960 V. Dodavatel udělil povolení pouze do této hodnoty napětí.

Zjištění „MPP“: U předem zadané charakteristické křivky se jmenovitým výkonem a MPP-napětím 645 V potřebuje měnič po uplynutí požadovaných 126 sekund pro napojení k síti dalších 33 sekund, než dosáhne MPP. Při změně 645 V na 624 V potřebuje jedenáct sekund, změna z 645 V na 665 V trvá cca 13 vteřin.

„MPP“ rozsah: „MPP“- rozsah sahá od 460 V do 850 V, což odpovídá názvu „širokorozsahový“ měnič. Maximální „MPP“-napětí 850 V však leží při dnešních činitelích plnění příliš blízko u maximálního vstupního napětí 1000 V. V grafech k měření účinnosti (transformační, MPPT účinnost a celková účinnost) proto upozorňuje šrafovaný úsek na omezení, jež platí přibližně od 805 V pro krystalické moduly a již od přibližně 740 V pro tenkovrstvé moduly.

Transformační účinnost:

V trojrozměrném barevném diagramu se nachází rozsah maximální účinnosti ve středu MPP-napětového rozsahu a na velmi vysoké úrovni ve výši 98 %; exaktní maximální bod leží v průsečíku u obou linií na 55 % jmen. výkonu a 583 V MPP-napětí. Údaje výrobce, činící 98,1 %, tímto nebylo zcela dosaženo, diference však ležela v rozsahu druhého desetinného místa. U vyšších MPP-napětí ubývá transformační účinnost pouze o 0,5 procentních bodů, a pro nižší napětí dokonce jen o 0,2 procentního bodu. Teprve pod přibližně 15 % jmenovitých výkonů klesá účinnosti ztelněji a to o tři až čtyři procentní body. Při jmen. výkonu se nastavil účinník $\cos \varphi$ ve výši cca 1.

Vážená transformační účinnost:

Evropská účinnost je maximální v rozsahu středních napětí, i zde existuje malá odchylka měřených 97,7 % od údaje výrobce (97,8 %). Tato diference mezi maximální transformační účinností a maximální evropskou účinností činí při tom pouze 0,3 procentního bodu. Kalifornská účinnost je s 97,9 % ještě o 0,2 procentního bodu vyšší.

MPPT-adaptační účinnost: MPPT-adaptační účinnost po celém pracovním rozsahu rovnoměrně velmi vysoká (přes 99 %), pouze u malých výkonů a nejvyššího napětí se ukazuje jedna slabina MPP-trackeru.

Celková účinnost: Rozsah maximální celkové účinnosti se nachází – dle průběhu transformační účinnosti a téměř perfektního MPP-trackingu - u středních napětí a výkonů na hodnotě kolem 50 % jmen. výkonu. Kolmá průsečnice u 55 % jmen. výkonu a vodorovná průsečnice u 583 V MPP-napětí vyznačují maximum celkové účinnosti ve výši 98,0 %.

Průběhy celkové účinnosti, průměrná účinnost a „PHOTON-účinnost: PHOTON-účinnost pro střední solární záření činí 97,4 %, PHOTON-účinnost pro vysoké solární záření činí 97,6 %.

Dodání jmen. výkonu: Měnič dodává přes rozsah vstupního napětí 460 V až 850 V a při okolní teplotě 25 °C 100 procent svého jmen. výkonu.

Indikovaný výstupní výkon: Měnič byl při konstantním MPP-napětí 645 V, tedy ve středním rozsahu, napájen různými výkony po sobě od 5 do 100 % svého jmenovitých výkonu, hodnoty pro výstupní výkon, které byly při tom přístrojem zobrazeny, byly kompenzovány výkonovým analyzátozem. U malých výkonů vplynuly odchylky do plus sedmi procentních bodů, při 20 % jmenovitých výkonu leží chyba v rozsahu plus 1,3 %, a teprve nad tím padá na plus 0,4 % při 100 % jmenovitých výkonu. Tím odpovídá přesnost zobrazení měřiči třídy přesnosti B (dříve třída přesnosti 1), avšak zajímavým způsobem je značně horší než u přístroje REFUSOL 013K (viz str. 8).

Provoz při vyšší okolní teplotě: REFUSOL 017K dodává do sítě u pracovního bodu 16 800 W a 645 V MPP-napětí až do okolní teploty cca 58 °C 100 procenty svého jmenovitých výkonu. Poté redukuje svůj výkon, účinnost spadá přibližně na velmi nízké 0,2 procentního bodu. Místo montáže měniče se může v závislosti na velmi širokém teplotním rozsahu od -25 °C do

+55 °C a druhu ochrany pláště IP 65, nacházet na teplých místech a i venku.

Chování při přetížení: Bude-li REFUSOL 017K napájen při MPP-napětí 645 V a okolní teplotě 24 °C s přetížením 1,3-násobku svého vstupního jmenovitých napětí, tedy 21 840 wattů, omezí na výkon cca 17 107 wattů. To odpovídá nepatrnému rozsahu přetížení ve výši 1,8 %. Při omezení výkonu posune přístroj pracovní bod na charakteristické křivce ve směru vyššího

Komentář výrobce

Výsledky měření „PHOTON“- laboratoře odpovídají v rámci přesnosti těm našim, jenž lze pro měření tohoto druhu dosáhnout.

Ke kritickému posouzení horní meze MPP-rozsahu ve výši 850 V: Směrodatný faktor pro dimenzování zařízení je napětí naprázdno, to nesmí překročit přípustné maximální DC-napětí ve výši 1000 V. My jsme MPP-rozsah našich měničů omezili směrem nahoru rovněž z důvodu, abychom v případě efektů koncentrace mraků ve spojení se studeným generátorem mohli MPP optimalizovat. Díky tomu jsme již i dobře vybaveni pro příchod nadcházející generace modulů se zvýšenou účinností.

vstupního napětí a DC-napětí se ustálí přibližně na 720 V.

Vlastní spotřeba a noční spotřeba:

Vlastní spotřeba činí v testovaném základním konstrukčním stavu ca. 0,4 W na AC-straně a až 27 W na DC-straně. Tyto údaje od výrobce nemáme. V noci vyžaduje měnič přibližně 0,48 W činného výkonu ze sítě. Zde výrobce uvádí »méně než 0,5 W«.

Termografie: Termografie ukazuje pohled na měnič shora, během něhož pracuje při okolní teplotě 24 °C se jmenovitým výkonem. Protože se jedná o víceúrovňovou konstrukci a výkonový díl je z velké části skryt pod plechovou deskou, mohou být pozorována pouze zcela nezávažná zvýšení teploty, nejvyšší zjištěná hodnota činí 60,4 °C.

Závěr

Měnič REFUSOL 017K je konstruován kompaktně a vyroben kvalitně, zpracování dělá dobrý dojem, rozměry a hmotnost jsou pro třífázový přístroj tohoto výkonu velmi nízké. Velmi informativní display, velký počet integrovaných komunikačních možností a interní datalogger jen dotvářejí tento obraz.

REFUSOL

SOL

Photon DAS SOLARSTROM-MAGAZIN Refusol 13K sehr gut + 97,3 % für mittlere Einstrahlung 10/2010 www.photon.de	Photon DAS SOLARSTROM-MAGAZIN Refusol 17K sehr gut + 97,4 % für mittlere Einstrahlung 10/2010 www.photon.de
--	--

REFUSOL

SOL

REFUSOL se vyplatí!

Od 4 kW do 1,3 MW.
Špičkové výnosy díky
vynikajícím účinnostem
až do 98,2 %

www.refusol.de

Solartechnology Made in Germany

Topologie výkonového dílu umožňuje rozdělení potenciálů DC-přípoje symetricky k zemnímu vodiči a velmi vysokou účinnost.

Povolení výrobce bylo napájet výkonovou část na maximální napětí naprázdno ve výši 960 V, proto u měření v tomto rozsahu MPP-napětí, bylo max. napětí simulátoru omezeno. MPP-rozsah napětí je velmi široký, má však omezení v horní části, protože odstup mezi maximálním DC-napětím a maximálním MPP-napětím je zde příliš malý.

Transformační účinnost je nad napěťovým a výkonovým rozsahem velmi rovnoměrná a dosahuje maximálně 98 %. Konstantní průběh lze vidět i u evropské a kalifornské účinnosti:

Evropská účinnost činí jen 0,3 a kalifornská účinnost jen 0,1 procentního bodu pod maximální transformační účinností. Velmi rovnoměrná a vysoká MPPT-adaptační účinnost umožňuje pro průběh celkové účinnosti jen takový průběh, který je jen nepatrně odlišný od transformační účinnosti. Pouze při malém výkonu a velmi vysokém napětí má MPP-tracking slabiny. Ve výsledku však vyplývá přes široký rozsah napětí velmi vysoká „PHOTON“-účinnost ve výši 97,4 % pro střední a 97,6 % pro vysoké solární záření: to je nejlepší výsledek, který byl dosud naměřen při „PHOTON“-testu měniče.

Pro dimenzování MPP fotovoltaického zařízení může být zvolen MPP-rozsah napětí až cca 740 V. Měnič má pouze malou schopnost přetížení, jeho teplotní rozsah je však oproti tomu velmi široký a využitelný jen s minimální výkonovou regulací. Teplotní závislost transformační účinnosti je s minus 0,2 procentního bodu velmi nepatrná. Zobrazení výstupního výkonu není tak přesné jako u menšího přístroje REFUSOL 013K, odpovídá však měniči třídy B.

V konečném součtu je REFUSOL 017K špičkový přístroj nejen kvůli své nepřekonané „PHOTON“-účinnosti, ale i kvůli svému dobrému vybavení a flexibilní použitelnosti, která se – s omezeními – vztahuje i na tenkostěnné moduly. Pro „First-SolarModule“ jsou dle údajů od firmy Refusol jednotlivá schválení možná bez problémů, od „GS-Solar“ dokonce existuje všeobecné povolení pro konstrukční řadu REFUSOL (REFUSOL 010K až 020K), a povolení dalších výrobců (např. Abound Solar) mají ještě následovat.

Výsledky testování v přehledu

Měnič: Výsledky testování v přehledu

Výrobce	Měnič	DC-jmen. výkon*	Napětový rozsah	Účinnost Pmed***	Oznámkování	Místo	Vydání	
Aros Srl	Sirio 4000	4,0 kW	250 - 450 V	95,1 %	velmi dobrý	19	12-2008	
Carlo Gavazzi Automation SpA	ISMG 150DE	4,0 kW	200 - 450 V	94,1 %	dobry	29	3-2010 (Profi)	
Conergy AG / Voltwerk Electronics GmbH	IPG 5 S	5,0 kW	275 - 750 V	95,0 %	velmi dobrý	20	8-2009 (Profi)	
	IPG 5000 vision	5,0 kW	301 - 706 V	94,0 %	dobry	31	7-2007	
Danfoss Solar Inverters AS	IPG 15 T	15,0 kW	450 - 800 V	96,6 %	velmi dobrý+	10	6-2010 (Profi)	
	ULX 1800 HV IN	1,8 kW	260 - 500 V	89,2 %	vadny	60	2-2010 (Profi)	
	TLX 10 k	10,3 kW	430 - 800 V	96,5 %	velmi dobrý+	12	6-2010 (Profi)	
	TLX 15 k	15,5 kW	430 - 800 V	96,7 %	velmi dobrý+	8	4-2010 (Profi)	
Dasstech Co. Ltd.	DSP-123KH	3,3 kW	350 - 600 V	93,0 %	uspokojivy	46	8-2010 (Profi)	
Delta Products Corporation Inc.	SI 3300	3,6 kW	150 - 435 V	93,9 %	dobry	35	5-2008	
Diehl AKO Stiftung & Co. KG	Platinum 2100 S	1,9 kW	206 - 390 V	92,8 %	uspokojivy	48	9-2009 (Profi)	
	Platinum 4600 S	4,1 kW	320 - 628 V	92,9 %	uspokojivy	47	4-2008	
	Platinum 6300 TL	5,7 kW	350 - 710 V	96,8 %	velmi dobrý+	7	2-2009 (Profi)	
Fronius International GmbH	IG 30	2,7 kW	150 - 397 V	91,4 %	dostačující	58	1-2007	
	IG Plus 50	4,2 kW	230 - 500 V	94,5 %	dobry	23	8-2008	
	IG TL 5.0	4,7 kW	350 - 700 V	95,9 %	velmi dobrý	15	7-2010 (Profi)	
	IG Plus 100	8,4 kW	230 - 500 V	94,8 %	dobry	21	10-2010 (Profi)	
Ingeteam Energy SA	Ingecon Sun 3,3 TL	3,5 kW	159 - 414 V	93,4 %	uspokojivy	44	8-2007	
Kaco New Energy GmbH	Powador 2500xi ¹⁾	2,7 kW	350 - 597 V	92,5 %	uspokojivy	51	12-2007	
	Powador 2500xi DCS	2,7 kW	350 - 600 V	94,3 %	dobry	26	11-2009 (Profi)	
	Powador 3501xi ¹⁾	3,5 kW	125 - 391 V	92,6 %	uspokojivy	50	6-2007	
	Powador 4202	3,7 kW	200 - 510 V	94,0 %	dobry	31	7-2010 (Profi)	
	Powador 4000 supreme DCS (18 kHz)	4,6 kW	350 - 510 V	95,7 %	velmi dobrý	16	11-2009 (Profi)	
	Powador 4000 supreme DCS (9 kHz)	4,6 kW	350 - 510 V	96,2 %	velmi dobrý	14	11-2009 (Profi)	
	Powador 8000xi (alte Firmware, bis Jan. 2010)	8,3 kW	350 - 600 V	94,0 %	dobry	31	1-2010 (Profi)	
	Powador 8000xi (neue Firmware, ab Jan. 2010)	8,3 kW	350 - 600 V	94,4 %	dobry	24	1-2010 (Profi)	
	Kostal Solar Electric GmbH	Piko 10.1	9,7 kW	400 - 850 V	94,0 %	dobry	31	7-2009 (Profi)
	Mastervolt Solar BV	Sunmaster QS 2000 ¹⁾	1,8 kW	212 - 366 V	92,3 %	uspokojivy	52	1-2008
Sunmaster XS 6500		5,3 kW	180 - 480 V	93,6 %	dobry	42	12-2009 (Profi)	
Mitsubishi Electric Corporation	PV-PNS06ATL-GER	4,8 kW	260 - 650 V	93,9 %	dobry	35	6-2008	
Delmaier Technology GmbH	PAC 4	4,3 kW	330 - 600 V	93,6 %	dobry	42	10-2009 (Profi)	
Phoenixtec Power Co. Ltd.	PVG 2800 (überarbeitet)	2,9 kW	250 - 450 V	94,4 %	dobry	24	5-2008	
	PVG 2800 (ursprünglich) ¹⁾	2,9 kW	255 - 435 V	78,4 %	vadny	62	2-2008	
	PVG 10000	10,4 kW	320 - 720 V	91,8 %	dostačující	56	4-2010 (Profi)	
Powercom Co. Ltd.	SLK-4000	4,0 kW	200 - 400 V	92,0 %	uspokojivy	55	8-2010 (Profi)	
Power-One SpA	Aurora PVI-2000-OUTD-DE	2,1 kW	210 - 530 V	92,8 %	uspokojivy	48	12-2009 (Profi)	
	Aurora PVI-6000-OUTD-S	6,2 kW	180 - 530 V	95,4 %	velmi dobrý	18	3-2009 (Profi)	
	Aurora PVI-12.5-OUTD-FS	13,0 kW	360 - 750 V	96,4 %	velmi dobrý	13	2-2010 (Profi)	
Refu Elektronik GmbH	REFUSOL 11K	11,0 kW	380 - 800 V	96,9 %	velmi dobrý+	4	9-2008	
	REFUSOL 13K	12,7 kW	420 - 850 V	97,3 %	velmi dobrý+	2	10-2010 (Profi)	
	REFUSOL 17K	16,8 kW	460 - 850 V	97,4 %	velmi dobrý+	1	10-2010 (Profi)	
	HP 4065REL	4,0 kW	255 - 435 V	91,7 %	dostačující	57	9-2007	
Riello UPS GmbH	HP 4065REL	4,0 kW	255 - 435 V	91,7 %	dostačující	57	9-2007	
Siemens AG	Sitop solar 1100 Master ¹⁾	1,1 kW	200 - 552 V	90,2 %	dostačující	59	5-2007	
SMA Solar Technology AG	SB 1100 ¹⁾	1,1 kW	139 - 320 V	89,1 %	vadny	61	9-2009 (Profi)	
	SB 2100TL	2,0 kW	200 - 480 V	93,7 %	dobry	41	5-2009 (Profi)	
	SB 3800	4,0 kW	208 - 395 V	93,2 %	uspokojivy	45	2-2007	
	SB 5000TL-20	4,8 kW	175 - 440 V	95,7 %	velmi dobrý	16	4-2009 (Profi)	
	SMC 7000TL	7,2 kW	333 - 500 V	96,6 %	velmi dobrý+	10	4-2010 (Profi)	
	SMC 7000HV	7,4 kW	335 - 560 V	93,9 %	dobry	35	8-2009 (Profi)	
	SMC 8000TL	8,3 kW	335 - 487 V	96,9 %	velmi dobrý+	4	10-2007	
	SMC 11000TL	11,4 kW	333 - 500 V	96,9 %	velmi dobrý+	4	5-2010 (Profi)	
	STP 17000TL-10	17,4 kW	400 - 800 V	97,3 %	velmi dobrý+	2	9-2010 (Profi)	
	Solon Inverters AG	Satis 40/750 IT ²⁾	4,0 kW	375 - 575 V	92,3 %	uspokojivy	52	11-2008
Sputnik Engineering AG	Solarmax 2000C ¹⁾	2,0 kW	165 - 515 V	93,8 %	dobry	38	4-2007	
	Solarmax 6000S	4,8 kW	220 - 550 V	94,3 %	dobry	26	10-2009 (Profi)	
Steca Elektronik GmbH	Stecagrid 9000 3ph	9,5 kW	350 - 680 V	93,8 %	dobry	38	5-2010 (Profi)	
Sunways AG	NT 2600 (oberer V-Bereich) ¹⁾	2,6 kW	476 - 749 V	92,3 %	uspokojivy	52	11-2007	
	NT 2600 (unterer V-Bereich) ¹⁾	2,6 kW	350 - 623 V	93,8 %	dobry	38	11-2007	
	AT 2700	2,8 kW	181 - 600 V	94,3 %	dobry	26	7-2009 (Profi)	
	NT 4200	4,4 kW	340 - 750 V	96,7 %	velmi dobrý+	8	1-2010 (Profi)	
	AT 4500	4,7 kW	250 - 600 V	94,6 %	dobry	22	7-2008	
Xantrex Technology SL	GT 5.0 - SP	5,0 kW	240 - 550 V	94,1 %	dobry	29	1-2009 (Profi)	

* při optimálně uspořádaném zařízení odpovídá DC-výkon (výkon stejnosměrného proudu) měniče přibližně výkonu solárního generátoru; při odchylkách se může výkon generátoru nacházet nad DC-jmen. výkonem měniče ** měřený napětový rozsah, ke kterému se oznámkování vztahuje *** „PHOTON“-účinnost pro použití v zemích se středním solárním zářením (např. Německo) 1) Příklad už se nevyrábí 2) Předseriový přístroj