

Opona nahoru: Refusol je zde

Střídač Refusol 11 K od Refu v testování



Malý, ale (téměř) neuvěřitelně efektivní: Maximálně kompaktně montovaný Refusol 11 K dosahuje účinnosti na rekordní úrovni. Není se však třeba obávat, že by se při tom mohl přehřívat: Termografie ukazuje maximální teploty jeho součástek nižší než 70° C.

Je tomu už téměř rok, kdy jsme na tomto místě představili „Sunny Central 8000TL“ od SMA a nazvali jsme ho »miláček redakce« (PHOTON 10-2007). Tento přístroj přesvědčil v testovací laboratoři velmi dobrými vlastnostmi a umístil se v hodnocení daleko od svých konkurentů. Takže „Sunny Central 8000TL“ existoval - a pak dlouhou dobu nic. To, že by již před uplynutím jednoho roku opustil laboratoř druhý přístroj s podobně pozoruhodnými výsledky, by byla redakce ještě před měsícem nevěřila. Avšak přístroj od švábské firmy Refu Elektronik se sídlem v Metzingenu, který je dnes k dispozici, není s měničem od SMA jen na stejné úrovni, je ještě o nepatrný kousíček lepší - a proto nyní Refusol uvádí seznam přístrojů, které byly testovací laboratoři zkoušeny. Co to znamená konkrétně, ukazuje tato reportáž o testování. Stručně a jasně řečeno - jedná se o velmi dobrý přístroj, který demonstruje vysoký stupeň účinnosti jakož i maximálně stabilní inventorní chování. Redakce se v tomto smyslu znovu „rozplývá“ a vyslovuje doporučení.

Refusol 11 K je k dispozici již rok. Tato série měničů je první z pro-

dukce švábské firmy „Refu Elektronik“. Tato firma byla založena v roce 1965 a má dobré jméno v oblasti elektroniky pohonů a výkonové /silové/ elektroniky. Tento podnik je aktivní i v oblastech textilní techniky, síťové techniky a energetiky jakož i v oboru pohonů pojezdů a vakuové techniky. Toto portfolio bylo během uplynulých dvanácti měsíců rozšířeno o sedm fotovoltaických měničů, z nichž pět patří k velkým přístrojům ve skříňovém formátu. Centrální měnič Refusol 11 K byl dán výrobcem k dispozici v červenci 2008. Byla uzavřena dohoda s testovací laboratoří „PHOTON“.

Konstrukce

Tento přístroj je součástí rodiny „Refusolu“. Ta zahrnuje dva přístroje

se jmenovitými výkony „AC“ 11 a 15 kilowatt. Jedná se o třífázové přístroje s jedním „MPP-trackerem“. Všechny modely této „rodiny“ jsou založeny na zapojení bez síťového oddělovacího trafo. Opčně však může být od „Refu Elektronik“ pořízeno a předřazeno 50-ti hertzové trafo.

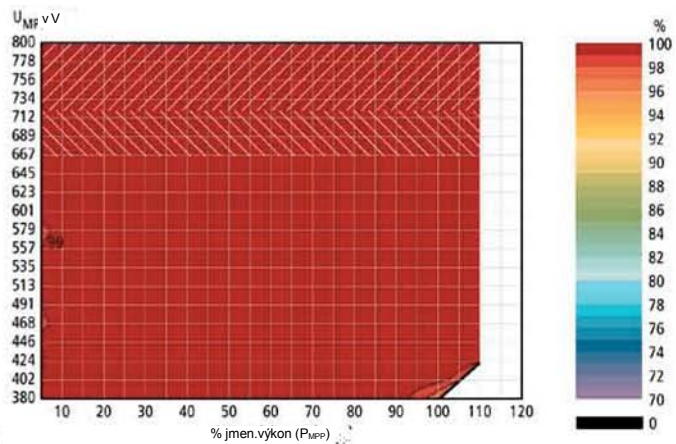
Konstrukce „kandidátů“ testování je přehledná a je představena ve dvou rovinách. Výkonový díl je umístěn na velké desce s plošnými spoji, která je montována na spodní rovině. Výkonové polovodiče jsou umístěny ve čtyřech integrovaných polovodičových modulech a jsou vpájeny přímo do desky výkonového dílu. Velké vysoce výkonné chladičí těleso slouží jako montážní platforma, na níž jsou připevněny polovodičové moduly pro chlazení. Chlazení přístroje je založeno na konvekci, nepotřebuje tedy žádný přídavný ventilátor. Vnitřně se použije ventilátor, který má zabraňovat teplotnímu vrstvení a horkým místům. Tento ventilátor má dobu životnosti 40.000 hodin při 70° C. Protože je prostřednictvím vysoké formy ochrany pláště měniče „IP 65“ chráněn před znečištěním, mělo by obojí hovořit pro dlouhou dobu životnosti. Ventilátor je v případě výpadku demontovatelný nebo vyměnitelný, a to s relativně nepatrným nákladem.



Excelentní přístroj - s cca 97 %-ní účinností pro střední a vysoké solární záření převyšuje Refusol 11 K minimálně o dva procentní body přístroje, které byly dosud ze strany PHOTONU testovány. Pouze SMC 8000TL od SMA je tomuto střídači ohledně efektivity rovnocenný.

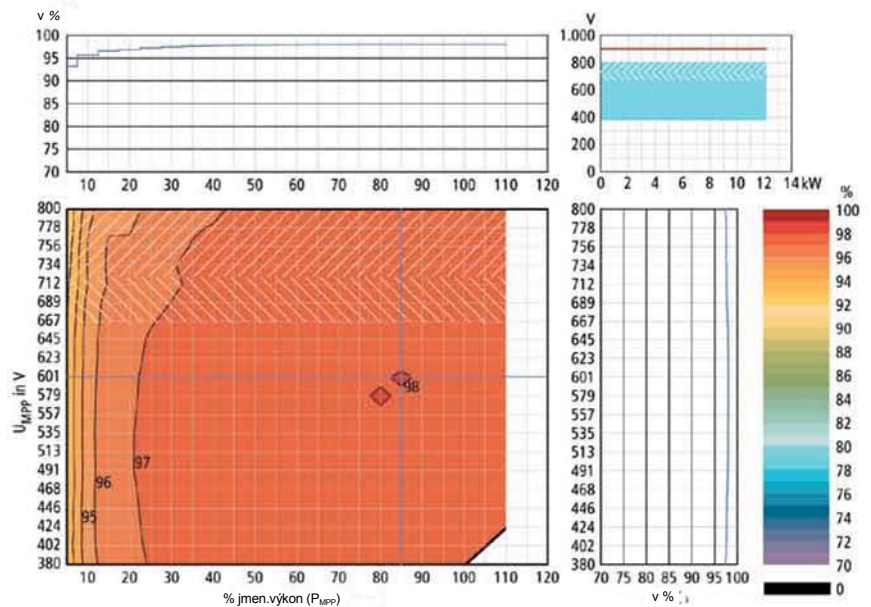
„MPPT“ – adaptační účinnost

U tří vrcholů padá „MPPT“ - účinnost pod 99 %, jinak zůstává konstantně těsně pod značkou 100 procent – bezchybná „tracking“-funkce.



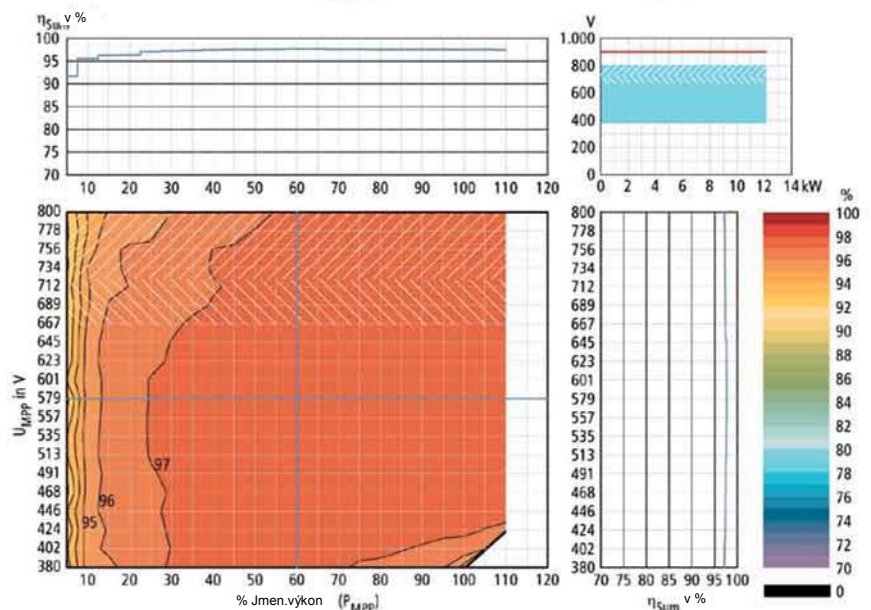
x transformační účinnost

U dvou bodů se maximální účinnost vyšplhá na 98 % - to je doposud jedinečné. Téměř přes celý rozsah jmenovitého výkonu zůstává účinnost velmi stabilní a klesá jen málo. Čistou a stabilní pracovní funkci ukáže nějaký přístroj, který byl zkoumán v testovací laboratoři, zřídka. Zde je pak ještě třeba konstatovat široký rozsah napětí, který Refusol pokrývá.



= celková účinnost

Tento diagram se odchyľuje jen okrajově od toho výše zobrazeného. Důvodem je vynikající „MPP-Tracking“ tohoto měniče, v jehož důsledku tomuto měniči neunikne téměř žádný watt, vyrobený generátorem. Tak bude z velké části více než 97 % v modulech produkované energie Refusolu ve formě střídavého proudu odevzdáno do sítě nebo spotřebitelům.



PHOTON září 2008

Ve druhé viditelné rovině existuje deska s tištěnými spoji, na níž se nachází „DC“-filtr na rušení jiskření a spínací napájecí díl. Další deska s tištěnými spoji zajišťuje řízení přístroje. Tlumivky zvyšovacího měniče a sinusového filtru jsou pevně zality v horní části pláště a kontaktovány s deskou výkonového dílu přes vedení. Display je spojen prostřednictvím kabelu s ovládním a upevněn na zadní straně krytu přístroje. Vyčnívá skrze kryt prostřednictvím výlomu. Pouzdro sestává ze tří svařených částí z hliníku a z chladicího tělesa jako montážní platformy. Má druh ochrany IP 65 a hodí se pro montáž vně budovy.

O bezpečnost se stará automatické odpojovací místo, které kontroluje síť ohledně správného napětí a frekvence. Izolační zkouška solárního generátoru kontroluje odpor mezi připojeními solárního generátoru a zemí. Stav přístroje bude zjištěn prostřednictvím displeje a čtyř „LEDs“.

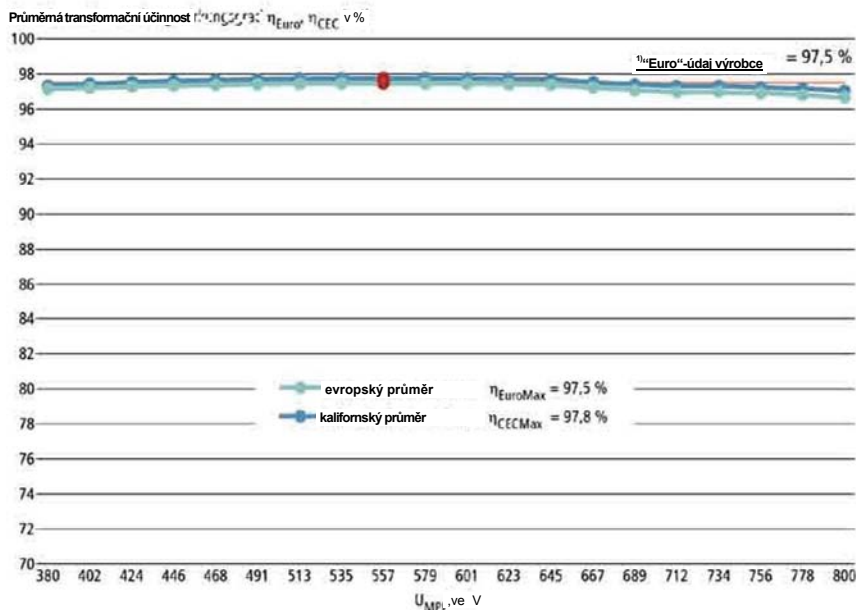
Tento přístroj působí celkově dobrým a plnohodnotným dojmem a na třífázový přístroj tohoto výkonu je velmi lehký a malý. Vnitřní konstrukce je uspořádaná a kompaktní.

Použité elektrolytické kondenzátory ve výkonovém dílu a řídicí elektronika patří do teplotní třídy 105° C, jsou tedy ve vztahu k okolní teplotě dobře konstruovány. Připojení k solárnímu generátoru a síti jsou provedena prostřednictvím konektorů. Pro DC-připojení je typ konektoru volitelný. Připojení k síti je provedeno velkým pětipólovým konektorem Phoenix Contact.

Tento střídač má pět možností připojení – přes „ethernet“, USB, rozhraní RS485, beznapěťový reléový kontakt a přes senzor dopadajícího záření s čidlem teploty. Komunikaci umožňuje software „Refugia“ přes USB-rozhraní nebo „ethernet-rozhraní“. Dodatkem obdrží přístroj interní datový „logger“, který může zaznamenat celkem 40 měřených veličin. Tyto měřené veličiny musí být jednotlivě zařazeny a parametrovány.

Tento střídač má dvě opce: galvanické oddělení prostřednictvím předřazení 50-ti hertzového traťá. Maximální účinnost celé konstelace je přítom redukována na 96 %.

Průměrná účinnost transformace



To, zda střídač pracuje ve středoevropských nebo jižních šířkách při různých podmínkách dopadajícího záření velmi dobře, ukáže však ještě více efektivita při práci za silnějšího solárního záření. Údaje výrobce exaktně souhlasí s měřeními v laboratoři – vybudovat důvěru v tento podnik lze snadno.

Vedle toho jsou možné různé fotovoltaické konektory.

Manipulace

Přístroj přijde k uživateli doručen dobře zabalený a chráněný. Na stěnu se střídač připevní pomocí stěnového držáku z hliníku. Se svými 35 kilogramy je Refusol 11 K „lehká váha“.

Je-li solární generátor správně konstruován a interní DC-odpojovač zapojen, může střídač na start. Přibližně 70 sekund potřebuje na různé testy. Pak „jde na síť“ a začíná pracovat.

Displej je namontován na zadní stěně čelního krytu a vystupuje skrze něj ven. Je graficky schopný a zobrazuje maximálně osm řádek. Prostřednictvím podsvícení jsou kontrast a čitelnost dobré, bez podsvícení je příliš tmavý. Jako jazyk displeje jsou toho času k dispozici němčina, angličtina a španělština. Zobrazení je aktivní, jakmile je DC-napětí. Podsvícení se po několika minutách bez obsluhy opět vypne.

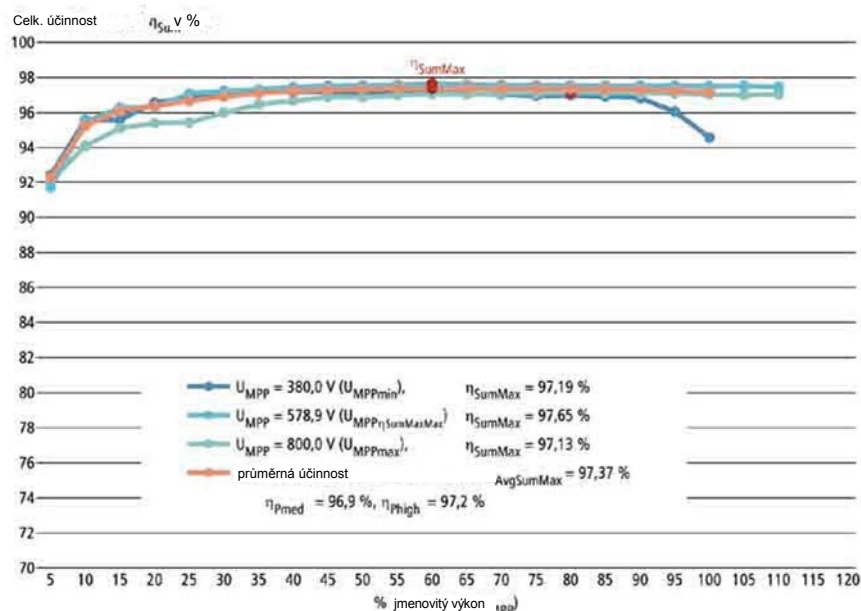
Pomocí čtyř menu-tlačítek a čtyř-kurzorových tlačítek budou provedena nastavení a navigace je možná prostřednictvím rozsáhlého menu.

Vedle různých stavových a chybových hlášení budou zobrazeny následující skutečné /měřené/ hodnoty: výkon střídavého proudu, střídavé napětí, stejnosměrné napětí a velmi podrobná data efektivnosti. Tímto jsou k dispozici ty nejdůležitější měřené veličiny. Další hodnoty lze vyvolat přes datový „logger“. Toto však v tomto přístroji nefungovalo, protože displej při navolení tohoto menu-bodu ztmavil a už nemohl být obsluhován.

Návod k obsluze

U přístroje je připojen předběžný návod k obsluze v německém jazyce, který se ještě zčásti rozpracovaný. V této době existuje i v anglickém a španělském jazyce. Tento rozsáhlý návod k obsluze zahrnuje vedle několika všeobecných pokynů montáž, připojení, pokyny k chování za provozu a k displeji. Navíc existuje rozsáhlý seznam parametrů nastavení a možných chybových hlášení. Návod k obsluze v německém a anglickém jazyce může být stažen z webové stránky výrobce.

Celkové účinnosti při různých napětích U_{MPP}



Žádné kolísání, žádné odlehle hodnoty – místo toho plně stabilní pracovní režim, příznačný pro Refusol. Lehký pokles při nízkém jmenovitém výkonu nestojí za řeč.

Koncept obvodů

Koncept obvodů třífázového střídače je v principu dvoustupňový, neodpovídá však klasické topologii. Nejprve se energie solárního generátoru dostane přes filtr na rušení jiskření do výkonového stupně. Tento přístroj má dělený meziobvodový kondenzátor, jehož střed je propojen s N-vodičem sítě. Má dva třífázové výstupní můstky, které jsou na straně výstupu zapojeny paralelně. První výstupní můstek je napětově přímo propojen s DC-vstupem. Druhý bude napájen přes dva zvyšovací měniče, které jsou umístěny v plusovém nebo minusovém vedení DC-vstupu a napájejí druhý dělený meziobvodový kondenzátor. Modulace pro sinusové vlny se nyní rozděluje mezi tyto dva výstupní můstky, takže oba provádí pouze jednu část napětového posuvu k výrobě sinusového proudu v výstupních tlumivkách. Tím budou redukovány ztráty v výkonových tranzistorech a ve výstupních tlumivkách. K tomu existuje ve výstupu pro každou fázi jedna elektrická hřídel, zabraňující tomu, aby energie, akumulovaná ve výstupních tlumivkách, tekla zpět do meziobvodového kondenzátoru a vyvolávala dodatečně

ztráty. Prostřednictvím těchto mnoha spínacích komponent je přístroj konstruován velmi nákladně, má však velmi vysokou účinnost, dobré „EMV“-vlastnosti a DC-potenciál na DC-připojovacích svorkách, který se nastavuje symetricky k zemnímu potenciálu. Toto zapojení je přihlášeno jako patent.

Následující filtr vyhlazuje modulované napětí ve sinusové napětí s síťovou frekvencí ve výši 50 Hertzů. Automatické spínací místo oddělení střídače 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 bude měřen izolační odpor. Vzniklá radiová rušení odstraní výstupní filtr, který je umístěn přímo před síťovými svorkami.

Měření

Všechna následující měření se vztahují na síťové napětí 230 Volt. Pro rozsah „MPP“-napětí nad 733 Volt by muselo být napětí při běhu naprázdno simulátoru omezeno, protože toto činí při charakteristickém činiteli plnění 75 % již více než 900 Volt.

Maximální DC-napětí Refusolu 11 K činí 900 Volt.

Při malých výkonech se už nebude napájet třemi fázemi, nýbrž snižující se výkon následně - ke zvýšení účinnosti při částečném zatížení - odpojí jednu nebo dvě fáze výstupního můstku. Tím dojde v těchto pracovních bodech na vstupní straně k lehkým kolísáním vstupního napětí.

Při nízkých „MPP“-napětích došlo ve výkonových stupních 5 a 15 procent kvůli oscilačnímu chování k vypnutím s tímto chybovým hlášením: krátký výpadek, chyba „I_ měnič“.

Při prolísování menu a stisknutí bodu menu „datový logger“ displej ztmavil a už nebyl obsluhovatelný, střídač však běžel dál.

Zjištění „MPP“: U předem zadané charakteristické křivky se jmenovitým výkonem a U_{MPP} 601 Volt potřebuje střídač asi 70 sekund než se připojí k síti. Na začátku měření byla DC-strana jakož i AC-strana vypnuty. Po přibližně 22 dalších sekundách dosáhne střídač „MPP“. Při změně 601 Volt na 579 Volt potřebuje sedm sekund, změna na nejbližší nižší „MPP“-rozsah rovněž trvá asi sedm sekund.

„MPP“ rozsah: „MPP“-rozsah sahá od 380 do 800 Volt a odpovídá takovému u nějakého „super-širokorozsahového“ střídače. Maximální „MPP“-napětí 800 Volt leží při dnešních činitelích plnění příliš blízko u maximálního vstupního napětí 900 Volt.

Účinnost transformace: Účinnost transformace je poměr P_{AC} k P_{DC} . K zobrazení závislosti účinnosti vstupního napětí U_{MPP} a vstupního výkonu P_{DC} byl „MPP“-napětí rozsah rozdělen do 20 kroků a DC-výkonový rozsah do 24 kroků. Z toho vyplývá 480 různých charakteristik solárního generátoru, takže průběh měření sestává ze 480 měření. Každá charakteristika má činitel plnění 75 %. Z této řady měření jsme obdrželi 480 měřených hodnot pro účinnost, které tvoří základ pro trojrozměrné zobrazení závislosti účinnosti. Třetí dimenze je při tom barva. Barevné spektrum a převedení do hodnot měření jsou zobrazeny vedle diagramu.

Zadaný výkon P_{MPP} je normován na jmenovitý vstupní výkon P_{DCN} střídače a udán v procentech P_{MPP} -jmenovitého výkonu.

Jak nad tak i vpravo vedle diagramu je možno vidět příslušné profily prostřednictvím trojrozměrného barevného diagramu se závislostmi účinnosti na normovaném výkonu a účinnosti napětí U_{MPP} . Vpravo nahoře je možno nalézt řazení pracovního úseku střídače ve vztahu k „MPP“-napětíovému rozsahu a „MPP“-výkonu. Tento střídač může pracovat v „MPP“-napětíovém rozsahu 380 Volt do 800 Volt s 110 % jmenovitého výkonu. Proto mohla být pro tuto část diagramu zjištěna účinnost.

V trojrozměrném barevném diagramu lze rozpoznat plošné úseky stejné barvy, tedy stejné účinnosti. Úsek maximální účinností tvoří velkou jednotnou plochu přes celý napětíový rozsah a od vstupního výkonu cca 25 procent.

U maximálního „DC“-napětí 900 Volt existuje horní schraňovaný úsek, který ukazuje na omezení „MPP“-napětíového rozsahu při použití krystalických modulů; a ještě existuje další úsek s protilehlým šrafováním, která ukazuje na omezení při použití tenkovrstvých modulů na základě příliš nízkého napětíového odstupu od maximálního „MPP“-napětí a maximálního „DC“-napětí.

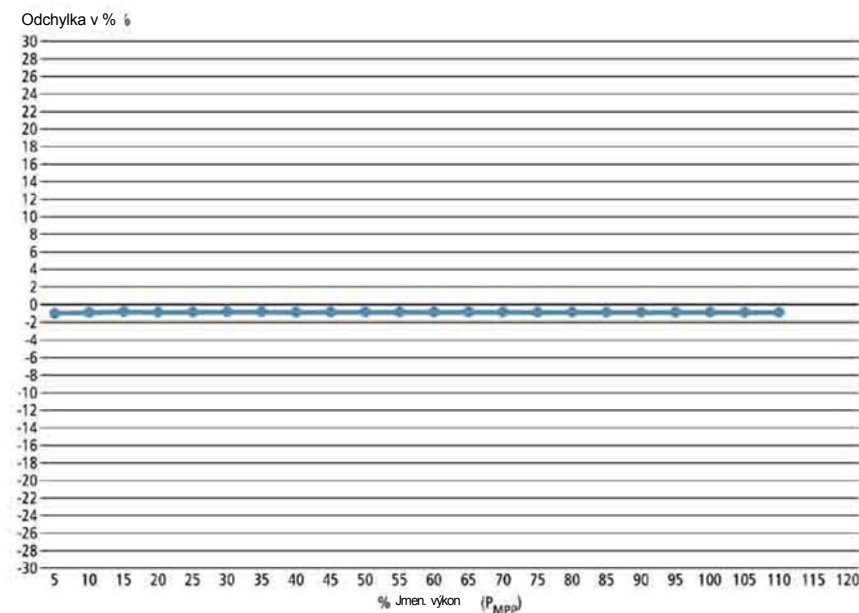
Vertikální průsečnice u 85 procent jmenovitého výkonu a horizontální průsečnice u $U_{MPP} = 601$ Volt prochází maximem účinnosti 98 procent. Přes celý „MPP“-napětíový rozsah kolísá maximální účinnost transformace pouze o 0,5 procentního bodu.

„DC“-jmenovitý výkon přístroje činí $P_{DCN} = 11.000$ Watt. Údaj výrobce pro maximální účinnost 98 procent byl během měření exaktně dosažen. U nízkých výkonů pod 15 procent jmenovitého výkonu spadne účinnost u tohoto přístroje jen o cca pět procentních bodů.

Při jmenovitém výkonu se nastavil účinník $\cos \phi$ ve výši cca 1.

Průměrná účinnost transformace:
Průměrná účinnost transformace

Přesnost indikace střídače



Přesně jako počítá: Střídač udává maximálně o jedno procento výstupního výkonu méně než měření v laboratoři

je uváděna pomocí evropského a kalifornského průměru. Evropská účinnost je maximálně v rozsahu $U_{MPP} = 491$ Volt do 645 Volt a rovněž je zde přesně dosažen údaj výrobce 97,5 procent. Také diference mezi maximální účinností a evropskou účinností je s 0,5 procentního bodu velmi nízká. Kalifornská účinnost s 97,8 % je dokonce ještě vyšší a pouze o 0,2 procentního bodu nižší než maximální účinnost transformace a rovněž je maximálně v rozsahu $U_{MPP} = 491$ Volt do 645 Volt.

Kalifornská účinnost byla definována ze strany „California Energy Commission“ (CEC).

„MPPT“-adaptační účinnost: Porovnání zadaného „DC“-výkonu P_{MPP} vůči zaznamenanému „DC“-výkonu střídače uvádí informace o statickém „MPP-Trackingu“ přístroje, tedy o tom, kolik určeného P_{MPP} -výkonu střídač převezme. „MPPT“-adaptační účinnost přes celý pracovní rozsah jasně rovnoměrná a vysoká. Při určených výkonech mezi 5 a 110 procenty jmenovitého výkonu činí „MPP“-výkon střídače v celém napětíovém rozsahu daleko více než 99 procent standardního výkonu.

V oblasti přetížení při nejmenším „MPP“-napětí se rozpozná začínající „DC“-proudové omezení. Kolísání na vstupním napětí, již popsaná výše, způsobí v nejnižším výkonovém stupně lehce nepatrné adaptační účinnosti ve čtyřech napětíových stupních.

Celková účinnost: Celková účinnost se počítává a je vynásobením účinnosti transformace a „MPPT“-adaptační účinnosti pro všech 480 měřených bodů. Jak nad tak i vpravo vedle diagramu lze vidět odpovídající průřezy třírozměrným barevným diagramem se závislostmi celkové účinnosti na normovaném výkonu a celkové účinnosti na napětí U_{MPP} . Vpravo nahoře lze nalézt klasifikaci pracovního rozsahu střídače, vtahující se na „MPP“-napětíový rozsah a „MPP“-výkon.

V trojrozměrném barevném diagramu lze rozpoznat ploché úseky stejné barvy, tedy stejné účinnosti. Úsek maximální celkové účinnosti zabírá celý napětíový rozsah od výkonů více než 30 procent. Pouze při vyšších napětích a vysokých výkonech bude tento rozsah trochu užší.

Při maximální „DC“-napětí 900 Volt existuje jako předtím v diagramu k účinnosti transformace horní schraňovaný úsek, který ukazuje na omezení „MPP“-napěťového úseku při použití krystalických modulů, a další úsek pod tím s protilehlým šrafováním, který ukazuje na omezení při použití tenkovrstvých modulů na základě příliš nízkého napěťového odstupe od maximálního „MPP“-napětí a maximálního „DC“-napětí.

Svislá průsečnice při 60 % jmenovitého výkonu a vodorovná průsečnice při $U_{MPP} = 579$ Volt prochází maximem celkové účinnosti ve výši 97,7 %.

Průběhy celkové účinnosti, průměrná celková účinnost a „PHOTON“-účinnost: V následujícím diagramu lze nalézt průběh celkové účinnosti pro minimální a maximální „MPP“-napětí s příslušnými maximálními hodnotami. Průměrný průběh celkové účinnosti je zjištěn prostřednictvím určení střední hodnoty všech výsledků celkové účinnosti. K tomu je provedeno ve výkonovém stupni určení střední hodnoty všech výsledků celkové účinnosti přes všechny napěťové stupně. Z toho vyplývá dvourozměrná křivka. Vyhodnocení se provádí přes celý, výrobcem uvedený, U_{MPP} -rozsah včetně šrafovaných úseků. Vytvoření průměru je provedeno pro výkonové stupně od 5 do 100 procent. Určení „PHOTON“-účinnosti je provedeno z vypočítaných hodnot k průměrné celkové účinnosti.

„PHOTON“-účinnost pro střední solární záření je 96,9 %, „PHOTON“-účinnosti pro vyšší solární záření je 97,2 %.

Dodávání jmenovitého výkonu do sítě: Střídač dodává do sítě přes vstupní napěťový rozsah 380 až 800 Volt a při okolní teplotě 25°C 100 % jmenovitého výkonu.

Udaný výstupní výkon: V další řadě měření byl střídač napájen konstantním „MPP“-napětím 601 Volt, tedy ve středním rozsahu, poslovně s různými výkony od 5 do 110 % jmenovitého výkonu. Přitom byly vždy zaznamenány měřené hodnoty pro výchozí výkon střídače, které byly ukázány

střídačem i výkonovým analyzátořem.

Střídačem měřený a zobrazený výstupní výkon je při malých výkonech o jedno procento pod měřenou hodnotu výkonového analyzátořu. Od 15 procent jmenovitého výkonu se odchylka zmenšuje a střídačem zobrazená hodnota leží pouze o 0,9 % pod tou, která byla měřena výkonovým analyzátořem. Tím odpovídá zobrazovací přesnost měřiče třídě přesnosti B, dříve třída přesnosti 1.

Provoz při vyšších okolních teplotách: Zvýší-li se okolní teplota, napájí střídač až do okolní teploty cca 55 °C síť 100 % jmenovitého výkonu. Při dosažení této teploty zredukoval střídač svůj výkon.

Zvolený pracovní bod byl $P_{DC} = 11.000$ Watt a $U_{MPP} = 601$ Volt. Účinnost spadla při tomto teplotním rozsahu o cca 0,15 %. Místo namontování střídače se může – podmíněno velmi širokým teplotním rozsahem od minus 20°C až plus 55°C a třídou ochrany „IP“ 65 - téměř neomezeně nacházet pod střechou nebo i venku. Při tom je však třeba zohlednit redukcí výkonu od okolní teploty 55°C.

Chování při přetížení: Poskytne-li se Refusolu 11 K při $U_{MPP} = 601$ Volt a okolní teplotě 28°C přetížení ve výši 1,3-násobku vstupního jmenovitého výkonu, tedy 14.300 Watt, omezí na „DC“-výkon cca 12.315 Watt. To odpovídá přetížení 11,9 % při „DC“-jmenovitém výkonu 11.000 Watt. Při tomto výkonovém omezení posune přístroj pracovní bod na charakteristice ve směru vyššího vstupního napětí. „DC“-napětí se nastaví na hodnotu ve výši cca 660 Volt.

Vlastní a noční spotřeba: Vlastní spotřeba přístroje v testovaném základním konstrukční stavu činí cca 0,6 Watt na „AC“-straně – výrobce zde neuvádí žádný údaj – a 29 Watt na „DC“-straně. V noci si přístroj odebírá ze sítě kolem 0,6 Watt činného výkonu. Zde výrobce uvádí 0,2 Watt.

Termografie: Termografie zobrazuje pohled na střídač shora, během něhož pracuje při okolní teplotě 29°C se jmenovitým výkonem.

Ukazuje teploty konstrukčních prvků a desek s plošnými spoji od dílů až do 67°C. Jedná se při tom pouze o viditelné konstrukční prvky, protože je přístroj konstruován ve více vrstvách. 67°C činila povrchová teplota tranzistorů v úseku napájecího spínacího obvodu, jak lze rozpoznat z vyobrazení. Povrch desky, na níž sedí procesor na spodní straně, vykazuje povrchovou teplotu 65,8°C. Od výkonového dílu bylo možné sledovat jen malý výřez pod ventilátorem, který nevykazoval žádné zvláštnosti. Zde bylo možno vidět i elektrolytický kondenzátor, jehož teplota ležela v „zeleném rozsahu“.

Od desky s plošnými spoji výkonového dílu byla nicméně vytvořena druhá termografie při okolní teplotě 29°C a jmenovitém výkonu, která se zde nezobrazuje, protože se konstrukční prvky i zde nacházejí v „zeleném rozsahu“. Uplynulo sice 20 sekund, než bylo možné provést snímání, protože se muselo odstranit několik upevňovacích součástí a kabel. Povrchová teplota síťových relé však činila nezávadných 60,9°C a elektrolytických kondenzátorů 56°C.

Komentář výrobce

Jak můžeme z měření vidět, odpovídají Vaše data našim, měřeným interně a externě v rámci tolerancí měření. Dokumentace jakož i jazyk displeje budou do konce roku navíc k dispozici i v vlámské, francouzské a italské.

Sledování, zda při nízkých DC-vstupních napětích kolem 400 Volt může dojít k poruše „I-měniče“, je založeno na bezpečnostní funkci ke sledování měřících zařízení v přístroji, která je nově implementována od května 2008. Je bohužel – jak se ukázalo teprve v poli – příliš citlivě nastavena pro poměry při obzvláště nízkých vstupních napětích pod 400 Volt. Zařízení, která pracují s vyššími „DC“-jmenovitými napětími, nejsou tímto chováním zpravidla dotčeny. S nadcházejícím stavem software od října 2008 bude tato reakce přístroje odstraněna. „Update“ software je v tomto případě pro naše zákazníky zdarma.

Tmavnoucí obslužné pole závisí na šarži, tedy souvisí

s nevýhodnou konfigurací hardware. Jedná se o „vadu na kráse“, protože přístroj dále běží nezávisle na tom. Přesto budeme funkci displeje zlepšovat prostřednictvím „Firmware-update“. Se software, který lze obdržet od září 2008, zajistíme, aby už u displeje nemohlo dojít k žádnému ztmavnutí při přepnutí menu-bodů.

Pracovní body při 5 a 15 % jmenovitého výkonu leží téměř přesně na bodech k přepnutí modulu našeho vysoce efektivního, třífázového napájecího postupu při částečném zatížení. To sice může vést výlučně bezprostředně na přepínacích bodech k minimálním změnám adaptační účinnosti (jak prokázáno Vaším simulovaným konstantním prostředím měření), což však prokazatelně nemá za podmínek nasazení žádný relevantní dopad na produkci.

Závěr

Špičková účinnost, kompaktní forma konstrukce, jakou nemá žádný jiný střídač této výkonové třídy a neobvykle stabilní způsob práce: V podobě Refusol 11 K předložila firma Refu Elektronik vynikající přístroj. Vzhledem ke všem dobrým vlastnostem by se nemělo zapomenout: Tento střídač je prvním, který firma Refu Elektronik vyvinula. Jaký potenciál se ještě ve firmě skrývá ohledně

tohoto nového obchodního oboru se dá na základě podařeného debutu na fotovoltaické trhu jen odhadovat a vzbuzuje to zvědavost ohledně následujících produktů.

Uvedený první přístroj působí velmi dobrým a plnohodnotným dojmem a je na třífázový přístroj tohoto výkonu velmi lehký a malý. Prostřednictvím topologie výkonového dílu nového druhu je možné potenciály „DC“-připojení symetricky rozdělit k zemnímu vodiči a udržet velmi vysokou účinnost. Proto nepatří tento přístroj k tichým „pracovníkům“ – odpovědné za to jsou tlumivky.

Maximální účinnost transformace činí jasných 98 %. Takováto hodnota byla předtím v testovací laboratoři naměřena jen jednou: SMC 8000TL od SMA vykazuje zhruba podobně velmi dobré vlastnosti. Přes celý napěťový a výkonový rozsah pracuje Refusol velmi konstantně. To je možno vidět i u evropské a kalifornské účinnosti: Evropská účinnost leží právě o 0,5 procentního bodu a kalifornská účinnost dokonce jen o 0,2 procentního bodu pod maximální účinností transformace. Výhodám se těší i efektivnost přístroje díky velmi rovnoměrné a vysoké „MPPT“-adaptační účinnosti. Takto pro Refusol 11 K vyplývá „PHOTON“-účinnost ve výši 96,9 % pro střední solární záření, čímž přístroj dostává

vyrovnaně s již zmíněným střídačem od SMA rovněž známku »velmi dobrý +«. S „PHOTON“-účinností pro vysoké solární záření 97,2 % docíluje přístroj nepatrně lepší hodnotu než produkt od SMA a tím si rovněž zaslouží známku »velmi dobrý +«.

Další výhodou Refusolu je velmi široký „MPP“-napěťový rozsah, který sahá od 380 do 800 Volt. To je zřídka, ale zde leží i jeden slabý bod přístroje: Tento rozsah je tak široký, že může dojít k omezením v použití modulů. To je naznačeno prostřednictvím obou šrafování v barevném diagramu. Při konstrukci „MPPs“ nějakého fotovoltaického zařízení může být proto zvolena celkový „MPP“-napěťový rozsah do cca 720 Volt.

Tento střídač má schopnost přetížení ve výši 110 %. Zobrazení výstupního výkonu střídače je velmi přesné a odolá každému srovnání. Teplotní rozsah přístroje je velmi široký. Deregulace výkonu nastává teprve při teplotě 55°C. Teplotní závislost účinnosti transformace střídače je s minus 0,15 % velmi nízká.

Střídač je, nehledě na několik málo bodů, které má výrobce ještě v zorném poli, špičkovým přístrojem a redakce si od jeho předvedení přeje ještě hodně dalších.

Heinz Neuenstein, Ines Rutschmann

Výsledky testování v přehledu

Střídač	Posuzovaný napěťový rozsah 1	Střední solární záření			Vysoké solární záření			Vydání
		Účinnost _{PMed}	Známka	Místo	Účinnost _{PHigh}	Známka	Místo	
Refusol 11 K	380-800 V	96,9 %	velmi dobrý +	1	97,2 %	velmi dobrý +	1	9-2008
SMA SMC 8000TL	335-487 V	96,9 %	velmi dobrý +	1	97,0 %	velmi dobrý +	2	10-2007
SunwaysAT4500	250-600 V	94,6 %	dobrý	3	94,8 %	dobrý	5	7-2008
Fronius IG Plus 50	230-500 V	94,5 %	dobrý	4	94,8 %	dobrý	5	8-2008
Phoenixtec PVG 2800 (přepřepávaný model)	250-450 V	94,4 %	dobrý	5	95,1 %	velmi dobrý	3	5-2008
Conergy IP 5000 Vision	301 - 706 V	94,0 %	dobrý	6	94,7 %	dobrý	7	7-2007
Delta EnergySI 3300	150-435 V	93,9 %	dobrý	7	94,7 %	dobrý	7	5-2008
Mitsubishi PV-PNS06ATL-GER	260-650 V	93,9 %	dobrý	7	94,6 %	dobrý	9	6-2008
Sputnik SolarMax2000C*	165 - 515V	93,8 %	dobrý	9	93,1 %	uspokojivý	16	4-2007
Sunways NT 2600 (dolní napěťový rozsah)	350-623 V	93,8 %	dobrý	9	95,1 %	velmi dobrý	3	11-2007
Ingeteam Ingecon Sun 3,3 TL	159 - 414 V	93,4 %	uspokojivý	11	94,3 %	dobrý	10	8-2007
SMA SB 3800	208-395 V	93,2 %	uspokojivý	12	93,6 %	dobrý	13	2-2008
DiehIAKO Platinum 4600S	320-628 V	92,9 %	uspokojivý	13	93,3 %	uspokojivý	15	4-2008
Kaco Powador3501xi	350-597 V	92,6 %	uspokojivý	14	92,9 %	uspokojivý	17	6-2007
Kaco Powador 2500xi	350-597 V	92,5 %	uspokojivý	15	93,4 %	uspokojivý	14	12-2007
Sunways NT 2600 (horní napěťový rozsah)	476-749 V	92,3 %	uspokojivý	16	93,9 %	dobrý	11	1-2008
Mastervolt QS 2000*	212-366 V	92,3 %	uspokojivý	16	92,7 %	uspokojivý	18	11-2007
Riello HP 4065REL	255-435 V	91,7 %	dostatečný	18	93,9 %	dobrý	11	9-2007
Fronius IG 30	150-397V	91,4%	dostatečný	19	92,2 %	uspokojivý	19	1-2007
Siemens Sitop solar 1100 Master	200-552 V	90,2 %	dostatečný	20	91,7%	dostatečný	20	5-2007
Phoenixtec PVG 2800 (původní model)*	255-435 V	78,4 %	nedostačující	21	85,8 %	nedostačující	21	2-2008

* již jen skladové zásoby, přístroj už se nevyrobí