

Photon

IL MENSILE DEL FOTOVOLTAICO

PPVX, l'indice azionario del fotovoltaico • la mappa della radiazione solare

Moduli fotovoltaici

Panoramica di mercato con quasi 2.700 prodotti

Prova su campo

I risultati annuali del campo moduli del Laboratorio PHOTON

Gli amici alla Casa Bianca

Il settore solare statunitense spera nella svolta

Aosta

L'impianto della sede CVA di Chatillon

**ESTRATTO SPECIALE
DIEHL AKO**



IL FOTOVOLTAICO IN EUROPA: LA NORVEGIA

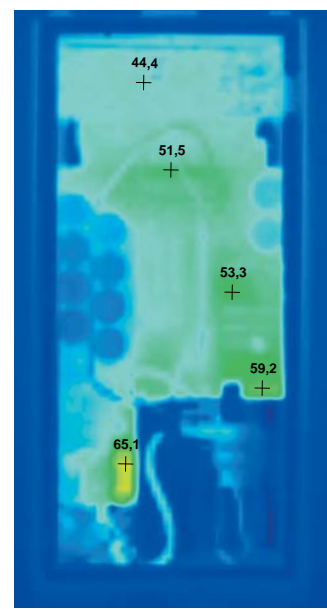
Uno dei paesi più importanti per lo sviluppo del settore

gli indirizzi di aziende e fornitori • i tirocinii • gli appuntamenti



«Magna cum laude»

Test dell'inverter AKO Platinum 6300 TL di Diehl



Insolita la costruzione dello scatolato, col suo protettore in schiuma sagomata. Chiara e comprensibile ma anche funzionale la disposizione dei componenti nel vano interno: la termografia mostra l'assenza di temperature superiori a 65 °C.

Col Platinum 6300 TL, il gruppo industriale tedesco Diehl Controls che lo produce a Wangen offre per la seconda volta un suo apparecchio per il test di PHOTON. Il primo apparecchio testato (PHOTON 4-2008), un Platinum 4600 S con trasformatore per l'isolamento galvanico dei circuiti CA e CC, aveva ottenuto un giudizio «discreto», senza infamia e senza lode; il Laboratorio aspettava quindi con curiosità la presentazione del modello «fratello» sprovvisto di trasformatore, con i suoi 5.500 watt di potenza nominale CA e 5.700 watt di potenza nominale CC, nonché 6.300 watt di potenza massima CC. L'inverter viene distribuito in tutta Europa dalla Matrix Power Systems GmbH, ma non risultava tra quelli inclusi nell'elenco di Enel Distribuzione SpA per i dispositivi conformi alla DK 5940 nella sua 28esima edizione del primo dicembre scorso.

Struttura

La struttura dell'apparecchio risulta assai ordinata e caratterizzata da un cablaggio di collegamento ridotto. I componenti di potenza sono installati su un'ampia scheda a circuito stampato, su si inserisce perpendicolarmente la scheda dell'unità di controllo. L'area dei morsetti di rete copre alla vista una parte della scheda dei componenti di potenza, il cui bordo superiore alloggia, sul lato posteriore, i transistor di potenza. Questi sono fissati all'alettatura per dissipare

il calore attraverso morsetti a molla in acciaio. Sulla zona soprastante trovano posto le bobine del filtro, incapsulate in un alloggiamento in alluminio.

I condensatori elettrolitici impiegati nei componenti di potenza e nell'elettronica di controllo appartengono alla classe di temperatura 105°C; sono quindi progettati in modo soddisfacente, in rapporto alla temperatura ambiente. L'alettatura, che funge anche da piattaforma di montaggio, è raffreddata attivamente da una ventola in CC, la cui durata in esercizio è indicata in 80.000 ore (circa nove anni di funzionamento)

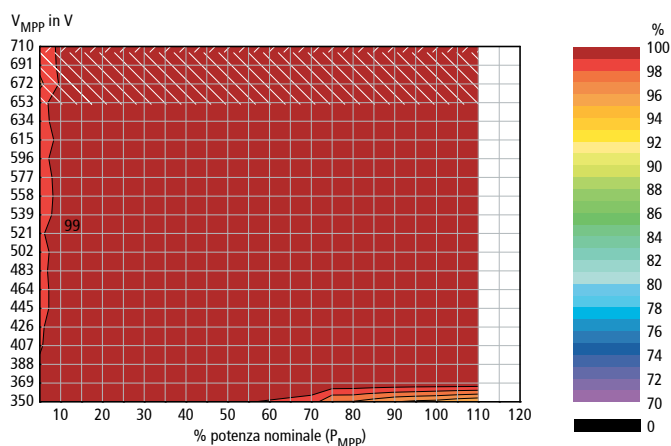
a una temperatura ambiente di 40°C. È un tempo generalmente considerato sufficiente, per il periodo d'utilizzo previsto per un inverter, se si eccettuano le limitazioni abituali per questo tipo di raffreddamento: la ventola può otturarsi e rimanere bloccata in ambienti molto polverosi, eventualità che comporterebbe interventi di riparazione abbastanza costosi.



La ristretta cerchia di inverter cui sta stretto il giudizio «ottimo +» ha trovato un nuovo membro. Dopo il Refusol 11 K e l'SMC 8000TL di SMA, anche l'ultimo apparecchio testato dal Laboratorio PHOTON si è aggiudicato un «ottimo +». Un circuito ben congegnato e diodi di potenza in carburo di silicio spiegano in parte il risultato.

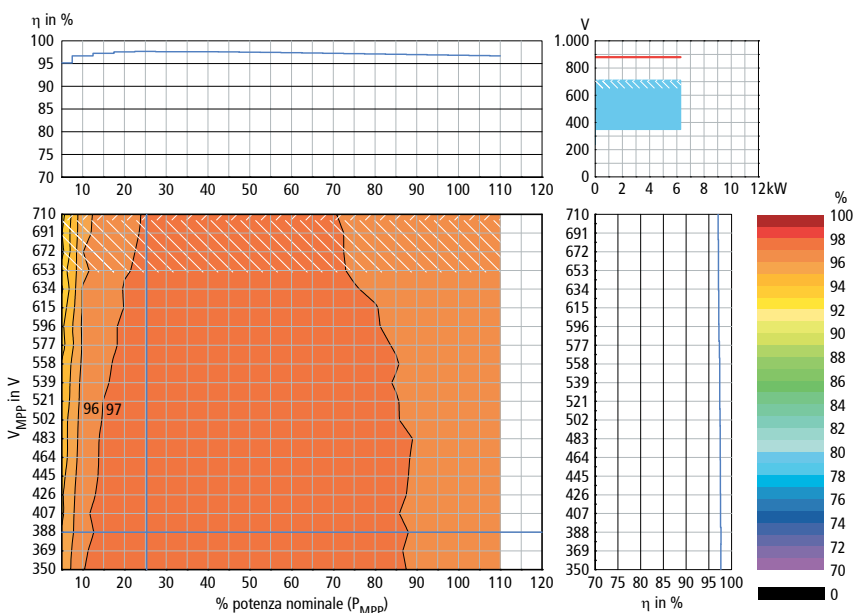
Efficienza MPPT

L'efficienza MPPT è molto elevata su tutto l'intervallo di lavoro e, a partire da una tensione MPP di 369 volt e con potenze superiori al cinque per cento, si mantiene costantemente al di sopra del 99 per cento. Solo con il livello di tensione più basso, a 350 volt, l'efficienza MPPT varia in funzione del livello della tensione di rete: se questa è superiore a circa 230 volt, l'inverter limita la potenza in uscita.



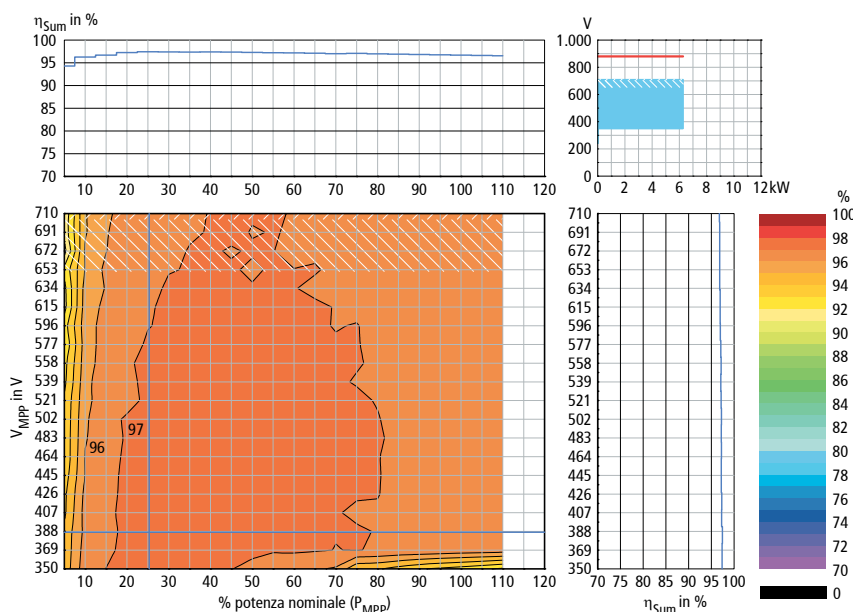
× Efficienza di conversione

Nell'intervallo di tensioni MPP comprese tra 350 e 710 volt, il Platinum 6300 TL funziona al 110 per cento della potenza nominale. L'efficienza massima del 97,7 per cento viene raggiunta col 25 per cento della potenza nominale e con una tensione MPP di 388 volt, ovvero nel punto d'intersezione tra le linee blu di sezione verticale e orizzontale del diagramma. L'area corrispondente al massimo dell'efficienza si estende lungo tutto l'intervallo di tensioni, dal 20 al 75 per cento circa; con tensioni MPP più elevate, la massima efficienza di conversione diminuisce solo di un valore compreso tra mezzo punto percentuale e un punto. La potenza nominale CC dell'apparecchio è di 5.700 watt.

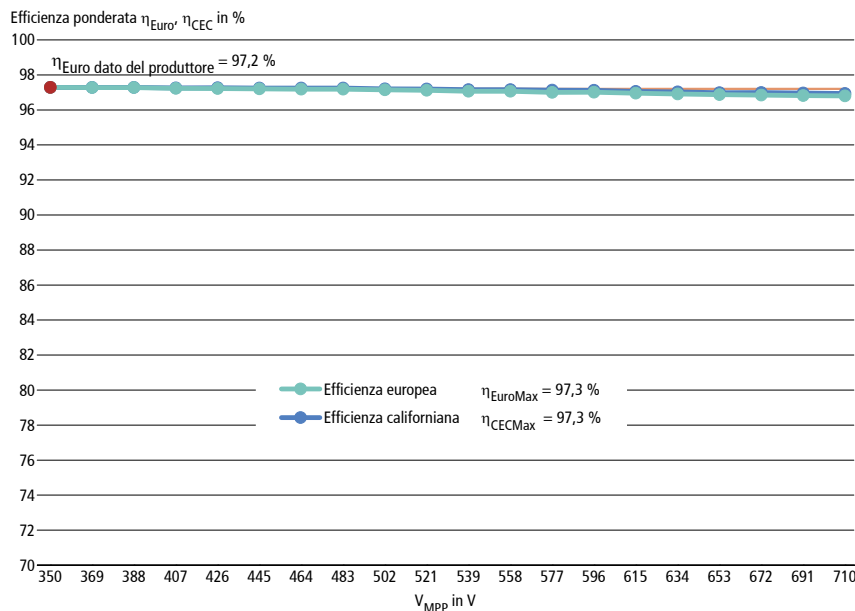


= Efficienza complessiva

Con 880 volt, la massima tensione CC dell'inverter supera ampiamente il limite superiore di 710 volt dichiarato per la tensione MPP: di conseguenza, nel diagramma non figura che una piccola area tratteggiata a segnalare la presenza di limitazioni all'impiego di moduli a film sottile; per il resto, il esso mostra un'elevata costanza dell'efficienza complessiva.



Efficienza ponderata



L'efficienza ponderata ha un andamento praticamente identico, sia per la formula «europea», sia per quella «californiana»: entrambi i valori diminuiscono solo di mezzo punto percentuale lungo l'intero intervallo di tensioni. L'efficienza europea è massima con le tensioni MPP basse e supera persino di poco, con un picco del 97,3 per cento, il dato del 97,2 per cento dichiarato dal produttore.

Scheda di comunicazione e display sono alloggiati a parte, in una cassetta trasparente esterna al vano dei componenti di potenza, montata sul coperchio in lamiera dell'inverter. La lamina è protetta da una sorta di inserto in schiuma sagomata, applicato sulla parte terminale frontale dell'apparecchio. Lo scatolato è quindi composto di quattro parti: alettatura, pareti laterali, lamiera di copertura e protezione. Come risulta dalla classe di protezione IP 66, l'apparecchio si dimostra installabile all'esterno, a cielo aperto.

La sicurezza è affidata a un organo di disinnesco automatico che scollega l'inverter dalla rete trifase non appena la tensione o la frequenza della rete si discosta dai valori massimi predefiniti. L'apparecchio effettua inoltre la prova di isolamento verso terra dei morsetti dell'impianto fotovoltaico. Lo stato dell'inverter può essere controllato grazie a due LED e alle indicazioni visualizzate sul display. Stando ai dati del produttore, per i collegamenti del generatore fotovoltaico sono utilizzabili connettori Multi-Contact (per diametri del cavo da tre a quattro millimetri) e connettori Tyco. Il cavo della linea di rete viene fatto passare nello scatolato

attraverso un fermacavo con chiusura a vite e quindi inserito su morsettiere per guide DIN.

Il Platinum 6300 TL può essere messo in rete con altri inverter, grazie a un'interfaccia RS485, risulta idoneo a collegarsi a segnalatori ottici e acustici ed è equipaggiato per il monitoraggio a distanza e l'analisi dei dati d'impianto.

Configurazione e utilizzo

L'apparecchio, che non è certo un «peso leggero», con i suoi 29 chilogrammi, viene consegnato al cliente ben imballato e protetto; il suo fissaggio alla parete va effettuato mediante un apposito supporto. Completato correttamente il dimensionamento dell'impianto fotovoltaico e inserito l'interruttore CC interno, l'inverter è pronto per il funzionamento. Utilizzati 35 secondi per effettuare diversi test, l'inverter si collega alla rete e inizia a immettere corrente.

Il display retroilluminato con una risoluzione di 170 per 76 pixel è dotato di indicatori grafici e risulta di facile lettura. Oltre all'italiano, le lingue selezionabili sono inglese, francese, spagnolo, tedesco e olandese. Grazie ai sei tasti a disposizione, è possibile effettuare le impostazioni e selezionare diversi

valori. Il display standard visualizza il valore corrente della potenza, la resa e il corrispondente valore in euro, la quantità di biossido di carbonio risparmiata e, a fianco, in forma di grafico, l'andamento temporale dell'immissione. Oltre a diverse segnalazioni di stato e di errore, vengono visualizzati su richiesta tensione CC, corrente CC, potenza CC, tensione CA, corrente CA e potenza CA. Un datalogger interno memorizza tutti i valori rilevati sin dalla prima attivazione dell'apparecchio.

Documentazione

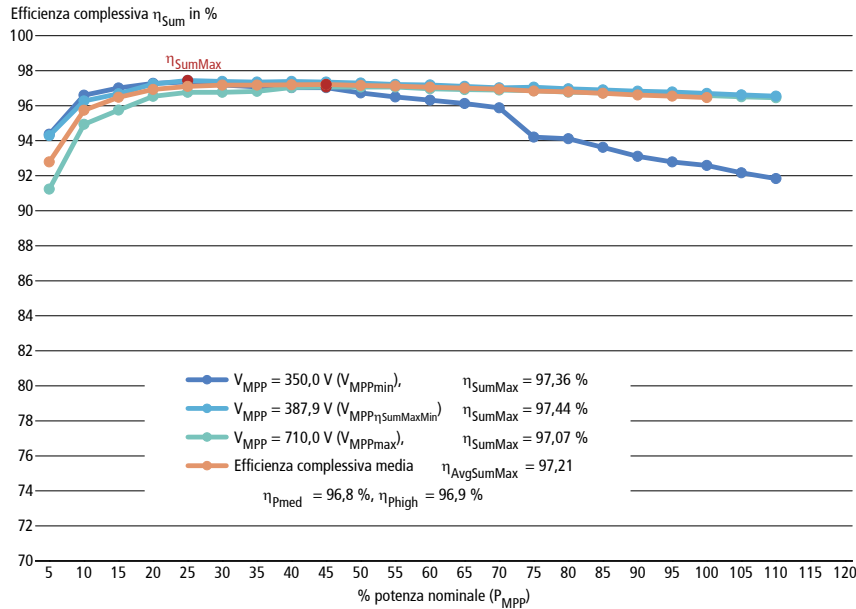
Il manuale d'istruzioni per l'installazione e per l'uso sarebbe ormai disponibile, secondo quanto riferito da Diehl AKO nelle stesse sei lingue del display. La versione in lingua tedesca da noi consultata per il test, oltre a contenere alcuni schemi a blocchi, fornisce istruzioni su montaggio e collegamento dell'apparecchio, illustrazioni sulle caratteristiche di funzionamento e sui dati, nonché sulle segnalazioni di errore visualizzate. Questa documentazione, tuttavia, non è ancora disponibile sul sito web del produttore.

Design dei circuiti

Lo schema circuitale del Platinum 6300 TL è caratterizzato da un'architettura a uno stadio. La corrente fotovoltaica attraversa un filtro per le interferenze elettromagnetiche (EMI) e raggiunge lo stadio di potenza, formato inizialmente da due semplici semiponti a transistori. All'uscita della scheda dei componenti di potenza, l'energia immagazzinata dalle due bobine del filtro «sinusoidale» viene condotta attraverso due rami di ricircolo antiparalleli verso l'uscita dell'inverter, in modo simile a quanto accade nel circuito Heric sviluppato dall'Istituto Fraunhofer per l'energia solare (ISE) e da Sunways AG. Insieme ai diodi di potenza realizzati come semiconduttori in carburo di silicio, tale impostazione consente di ottenere un'elevata efficienza di conversione nella parte di potenza. Il filtro sinusoidale livella i treni di impulsi modulati nel segnale sinusoidale con una frequenza di rete di 50 hertz.

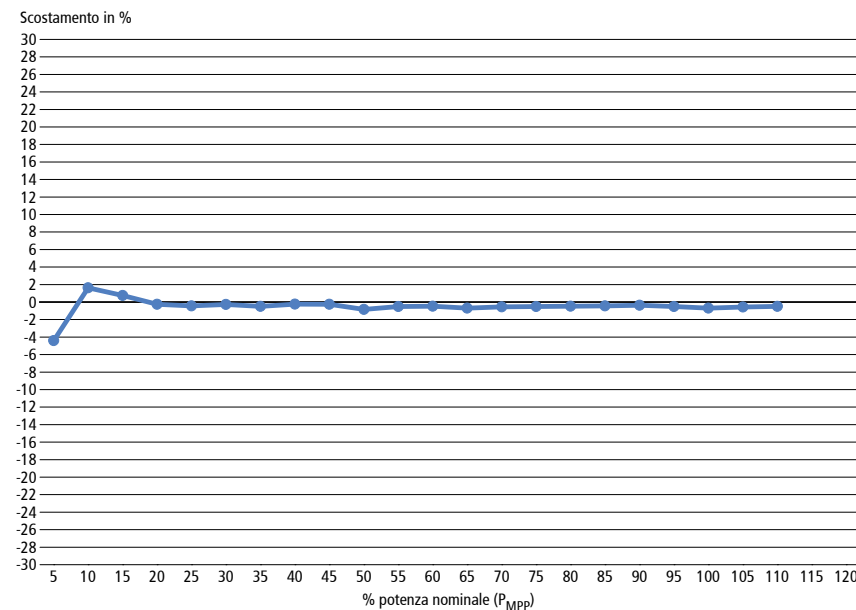
Un organo di disinnesco automatico scollega l'inverter non appena la tensione o la frequenza della rete si scostano dai valori massimi predefiniti, nonché al verificarsi di una corrente di guasto sul lato rete. Le radiointerferenze sono eli-

Efficienza complessiva per diverse tensioni MPP



I valori dell'efficienza hanno una brusca impennata e restano poi costanti; solo con una tensione MPP minima di 350 volt subiscono un calo all'aumentare della potenza. Con 388 volt, l'inverter raggiunge il massimo dell'efficienza; anche l'andamento complessivo con questo livello di tensione MPP è ottimo quanto quello relativo al valore massimo di 710 volt. Tali valori si riflettono vantaggiosamente sull'andamento dell'efficienza complessiva media.

Precisione display



Con livelli di potenza bassi, la potenza in uscita misurata dall'inverter si discosta di circa quattro punti percentuali dal valore indicato dall'analizzatore di potenza; a partire dal 15 per cento della potenza nominale, lo scostamento risulta inferiore all'uno per cento, in negativo.

minate da un filtro di output situato direttamente davanti ai morsetti di rete.

Misurazioni

Le misurazioni riportate di seguito si riferiscono tutte a una tensione di rete di 230 volt.

Individuazione dell'MPP: a inizio test, l'inverter è alimentato dal nostro simulatore fotovoltaico con una curva caratteristica I-V predefinita, con potenza pari alla potenza nominale e tensione $V_{MPP} = 521$ volt (valore situato nella parte centrale dell'intervallo MPP indicato). In queste condizioni, l'inverter impiega circa 35 secondi per collegarsi alla rete e 6 secondi circa per raggiungere l'MPP. La commutazione da 521 a 501 volt viene completata in 10 secondi, la commutazione inversa in 9 secondi circa.

Intervallo MPP: l'intervallo MPP da 350 a 710 volt corrisponde a quello di un inverter a intervallo di lavoro ampio. La massima tensione MPP di 710 volt offre il vantaggio di essere lontana dalla massima tensione d'ingresso di 880 volt.

Efficienza di conversione: nell'intervallo di tensioni MPP indicato, l'inverter funziona al 110 per cento della potenza nominale. L'efficienza è stata dunque rilevata in questo intervallo di tensioni. Nel diagramma tridimensionale che esprime la terza dimensione col colore, si può individuare l'area di efficienza massima: si tratta di un'ampia area corrispondente a valori elevati, che si estende lungo l'intero intervallo di tensioni, nonché sull'intervallo di potenze compreso approssimativamente tra il 20 e il 75 per cento.

Essendo la massima tensione CC pari a 880 volt, all'interno dell'intervallo MPP rappresentato sul diagramma, figura solo una ridotta area tratteggiata a significare la restrizione all'impiego di moduli a film sottile, per via di una distanza troppo esigua tra tensioni massime MPP e CC.

Il picco dell'efficienza è raggiunto dall'inverter con una potenza nominale del 25 per cento e una tensione MPP di 388 volt: segnalato dall'incrocio delle due linee blu sul diagramma a pagina 41, equivale al 97,7 per cento e risulta così lievemente superiore al dato del 97,6 per cento dichiarato dal produttore. Con tensioni MPP più elevate, la massima efficienza di conversione decresce di un valore compreso tra appena mezzo e un punto percentuale. Con potenze basse, inferiori al 15 per cen-

to della potenza nominale CC di 5.700 watt, l'efficienza diminuisce di appena 4,5 punti percentuali. Alla potenza nominale, il coefficiente di potenza $\cos \varphi$ è di circa 1.

Efficienza ponderata: l'efficienza di conversione viene qui ponderata secondo le formule «europea» e «californiana», riferite rispettivamente a valori di radiazione media ed elevata. L'efficienza europea dell'inverter è massima con tensioni MPP basse e ha raggiunto nel test il 97,3 per cento, un valore lievemente superiore al dato del 97,2 per cento indicato dal produttore. L'efficienza californiana è quasi identica. Entrambi i valori diminuiscono di appena mezzo punto percentuale lungo l'intero intervallo di tensioni. La differenza tra massima efficienza di conversione e massima efficienza europea è di soli 0,4 punti percentuali.

Efficienza MPPT: l'efficienza MPPT si mantiene costantemente molto elevata lungo tutto l'intervallo di lavoro; a partire da una tensione MPP di 369 volt e da una potenza nominale CC del 5 per cento, resta costantemente su valori superiori al 99 cento. All'estremità inferiore dell'intervallo di lavoro, ossia con una tensione MPP di 350 volt, l'efficienza MPPT dipende dalla tensione di rete: se questa è superiore a circa 230 volt, l'inverter limita la potenza in uscita.

Efficienza complessiva: l'area corrispondente alla massima efficienza complessiva si colloca su livelli di tensioni bassi e a circa un terzo della potenza nominale. Nel relativo diagramma a pagina 41, la linea di sezione verticale passante per il 25 per cento della potenza nominale e quella di sezione orizzontale a $V_{MPP} = 388$ volt, s'incrociano nel punto di massima efficienza complessiva del 97,4 per cento.

Andamenti dell'efficienza complessiva, efficienza complessiva media ed efficienza PHOTON: a causa dello scarso adeguamento con la tensione MPP più bassa, l'efficienza complessiva relativa a 350 volt subisce un lieve calo con l'aumentare della potenza. Con la massima tensione MPP di 710 volt, si ha invece un andamento molto costante; altrettanto accade a 388 volt, valore in cui l'apparecchio raggiunge anche la sua massima efficienza di conversione. Nel complesso, si ottengono un'efficienza PHOTON per valori di radiazione elevata del 96,9 per cento e, per valori di radiazione media, del 96,8 per cento: un risultato giu-

dicato «ottimo +», il terzo miglior giudizio tra tutti i test condotti finora dal Laboratorio PHOTON.

Immissione della potenza nominale: nell'intervallo di tensioni di ingresso tra 350 e 710 volt e con una temperatura ambiente di 25 °C, l'inverter immette in rete il 100 per cento della potenza nominale.

Potenza in uscita visualizzata: per controllare la precisione dei valori visualizzati, l'inverter è stato alimentato con potenze variabili dal 5 al 110 per cento della potenza nominale, mantenendo una tensione MPP costante di 521 volt, un valore situato nella parte centrale dell'intervallo MPP. Da un raffronto tra i valori visualizzati dall'inverter e quelli dell'analizzatore di potenza, in corrispondenza di potenze basse è emerso uno scostamento in positivo intorno al 4 per cento rispetto ai dati indicati dall'analizzatore. A partire dal 15 per cento della potenza nominale, lo scostamento scende a meno un per cento. L'indicatore di potenza possiede pertanto la precisione di un contatore elettrico della classe di precisione B (secondo la norma CEI EN 50470-1, in vigore dal primo febbraio 2008).

Funzionamento ad alte temperature: grazie all'ampio intervallo di temperature ammesse, compreso tra meno 20 e più 60 °C, e alla classe di protezione IP 66 dello scatolato, l'inverter può funzionare installato nel sottotetto o in ambienti esterni, senza limitazione di sorta. Durante le misurazioni, l'efficienza dell'inverter è calata leggermente, ovvero di 0,25 punti percentuali, quando, con una potenza di 5.700 watt, ovvero alla potenza

nominale CC, e una tensione MPP di 521 volt, la temperatura ambiente era superiore a 55 °C.

Comportamento in condizioni di sovraccarico: se, con una tensione V_{MPP} pari a 521 volt e una temperatura ambiente di 29 °C, si offre all'inverter un sovraccarico di 1,3 volte la sua potenza CC nominale d'ingresso di 5.700 watt, pari cioè a 7.410 watt, esso limita la potenza sul lato CC a 6.374 watt. L'apparecchio dispone perciò di un ampio intervallo di sovraccarico, corrispondente al 112 per cento. Con questa limitazione di potenza, esso sposta il punto di lavoro sulla curva caratteristica verso la tensione d'ingresso più elevata. La tensione CC si porta su un valore di circa 570 volt.

Autoconsumo e consumo notturno: l'autoconsumo dell'apparecchio durante le prove è stato di 4,4 watt sul lato CA e da uno a cinque watt sul lato CC; in merito, il produttore non fornisce alcuna indicazione. Di notte, l'inverter assorbe dalla rete circa un watt di potenza attiva: in questo caso, l'indicazione del pro-

Guida all'interpretazione delle misurazioni dell'efficienza e dei grafici

L'**efficienza di conversione** dell'inverter è il rapporto tra la potenza erogata dall'apparecchio sul lato corrente alternata (P_{CA}) e la potenza da esso assorbita sul lato corrente continua (P_{CC}). Per rappresentare la dipendenza dell'efficienza dalla tensione d'ingresso (V_{MPP}) e dalla potenza d'ingresso (P_{CC}), l'intervallo di tensione MPP è stato suddiviso in 20 intervalli e quello di potenza CC in 24, ricavandone una serie di 480 diverse coppie di valori VMPP/PMPP e di altrettante curve caratteristiche I-V con fattore di riempimento del 75 per cento.

I 480 valori ottenuti dal ciclo standard di misurazioni costituiscono la base di dati per la rappresentazione tridimensionale delle correlazioni del grado dell'efficienza di conversione: in questi diagrammi, la terza dimensione è espressa dal colore che indica l'efficienza di conversione raggiunta nei rispettivi punti. Lo spettro cromatico e una scala di conversione accompagnano ogni diagramma.

Mentre la tensione d'ingresso, nell'intervallo dichiarato dal produttore dell'inverter, è riportata in ordinata sul diagramma in valore assoluto, la potenza PMPP figura espressa in valore relativo in ascissa, normalizzando i dati sulla potenza nominale d'ingresso P_{CCN} dell'inverter ed esprimendoli in percentuale della potenza nominale PMPP. Il

superamento della soglia del cento per cento per questo valore dipende sempre dalle indicazioni del produttore.

Se la massima tensione MPP dichiarata dal produttore si avvicina a quella massima CC, nei tre diagrammi relativi all'efficienza di conversione, all'efficienza M_{PPT} e all'efficienza complessiva potrà figurare il tratteggio di un'area che segnala la presenza di restrizioni all'impiego di moduli cristallini e di un'altra, contrassegnata da un tratteggio opposto, per opportune limitazioni all'impiego di moduli a film sottile.

Le due sezioni ortogonali del diagramma dell'efficienza di conversione sviluppate nelle parti alta e a destra dello stesso grafico mostrano la dipendenza dell'efficienza di conversione rispettivamente dalla tensione V_{MPP} e dalla potenza P_{MPP} . In alto a destra, è raffigurato invece l'intervallo di lavoro dell'inverter in relazione agli stessi parametri.

Efficienza MPPT rappresenta il rapporto tra la potenza realmente assorbita dall'inverter (P_{CC}) e la potenza d'ingresso in corrente continua disponibile nel punto di massima potenza (P_{MPP}). È un parametro che fornisce un'idea sulle capacità del sistema d'inseguimento dell'MPP dell'inverter, ovvero sulla sua efficienza nell'assorbire tutta quanta la potenza disponibile.

L'**efficienza complessiva** viene calcolata considerando il prodotto di ciascuno dei 480 valori dell'efficienza di conversione per il corrispondente valore di efficienza MPPT. Il relativo diagramma presenta una struttura analoga a quello dell'efficienza di conversione: le due sezioni ortogonali che si sviluppano in alto e a destra mostrano la dipendenza dell'efficienza complessiva η_{SUM} dalla potenza P_{MPP} e dalla tensione V_{MPP} . Anche in questo caso, in alto a destra è raffigurato l'intervallo di lavoro dell'inverter in relazione agli stessi parametri.

Il grafico dell'**andamento dell'efficienza complessiva** riporta le curve relative alle tensioni MPP minime e massime, evidenziandone i rispettivi picchi. La **curva dell'efficienza complessiva media** viene determinata calcolando la media dei risultati relativi all'efficienza complessiva. A tale scopo, in uno stadio di potenza si ricava la media di tutti i risultati relativi all'efficienza complessiva per ciascuno stadio di tensione, per cui ne risulta una curva bidimensionale. Il calcolo si effettua per tutto l'intervallo V_{MPP} indicato dal produttore, zone tratteggiate incluse. L'efficienza complessiva media è calcolata per gli stadi di potenza dal 5 al 100 per cento della potenza nominale. L'**efficienza PHOTON** viene quindi determinata sulla base dei valori ottenuti per l'efficienza complessiva media. *hn*

uttore è di «meno di due watt».

Termografia: il rilevamento termografico mostra l'inverter in funzionamento a potenza nominale e con una temperatura ambiente di 27 °C. Sulle schede a circuito stampato, i componenti raggiungono temperature massime di 65,1 °C anche se, visto la costruzione dell'inverter, non sono visibili tutti i componenti. Le temperature più alte si registrano sulle bobine a compensazione di corrente dei filtri per le interferenze elettromagnetiche, sui lato CA e CC.

Conclusioni della Redazione

L'inverter ha una struttura chiara e comprensibile, è dotato di maneggevo-

lezza e dispone di un display informativo. La visualizzazione della potenza in uscita ha una precisione notevole. Lo scatolato, dotato di una protezione in schiuma sagomata, è insolito, ma di gradevole aspetto.

La dipendenza dell'efficienza dalla tensione e dalla potenza risulta molto ridotta. Grazie a un'efficienza MPPT costantemente elevata, l'andamento dell'efficienza complessiva si discosta in misura minima, nel valore numerico, dall'efficienza di conversione. L'intervallo di tensioni MPP specificato dal produttore è pienamente utilizzabile con moduli cristallini grazie all'ampia distanza rispetto alla massima tensione CC; al riguardo, va solo tenuta in conto la limitazione dell'MPP in funzione della temperatura. Solo per il film sottile, si rende necessaria una limitazione dell'intervallo MPP dovuta alle tensioni a vuoto superiori di questo tipo di moduli.

Dato che l'efficienza di conversione resta costante lungo l'intero intervallo di tensioni MPP, come anche lungo l'intero intervallo di potenze, anche l'efficienza PHOTON risulta molto elevata. Con il 96,9 per valori di radiazione ele-

vata e il 96,8 per cento per radiazione la media, l'inverter è oltretutto idoneo per un impiego costante a ogni tipo di latitudine. La differenza inferiore a un punto percentuale tra l'efficienza di conversione e l'efficienza PHOTON è indice di una dipendenza molto ridotta dell'efficienza dalla tensione e dalla potenza.

Ai fini del dimensionamento dell'MPP dell'impianto fotovoltaico, si offre pertanto quasi l'intero intervallo di tensioni MPP. Il dimensionamento risulta ulteriormente semplificato dall'intervallo di sovraccarico del 112 per cento e dalla costante di tempo termica elevata del sistema di raffreddamento. L'intervallo di condizioni termiche ammesse nell'inverter è molto ampio; la riduzione di potenza che si verifica con temperature superiori a 55 °C provoca un calo dell'efficienza di conversione appena percettibile, pari a soli 0,25 punti percentuali.

L'ottima efficienza PHOTON (voto assegnato «ottimo +»), oltre che diverse altre caratteristiche positive, proiettano quindi il Platinum 6300 TL sul podio nella classifica dei migliori apparecchi testati finora dal Laboratorio PHOTON.

Heinz Neuenstein

Commento del produttore

I valori misurati relativi all'efficienza MPPT e all'efficienza di conversione sono lievemente più bassi rispetto alle nostre misurazioni e a quelle del centro di ricerca Arsenal Research di Vienna. Tali scostamenti sono minimi e riconducibili alle tolleranze degli strumenti di misurazione e a quelle dei componenti dell'inverter. Condividiamo e confermiamo i valori delle curve caratteristiche.