

IL FOTOVOLTAICO

Il fotovoltaico a concentrazione appare come una delle strade più promettenti per la diffusione dell'energia solare fotovoltaica su grande scala. Il vantaggio fondamentale nel concentrare la luce del sole su una piccola zona di celle fotovoltaiche ad alta efficienza, consiste nel riuscire a ridurre notevolmente il vincolo dell'approvvigionamento del silicio di alta qualità, motivo principale dell'attuale alto costo dell'elettricità da fonte fotovoltaica. Tuttavia, questa strada tecnologica comporta pro-

blematiche, sia scientifiche sia tecnologiche, appartenenti a diversi campi, dal controllo elettronico alla meccanica delle strutture mobili al comportamento delle celle fotovoltaiche sottoposte alla radiazione concentrata. Tra le più promettenti attività di ricerca a supporto del fotovoltaico da segnalare quella condotta da Donato Vincenzi, ricercatore del Dipartimento di Fisica di Ferrara, che ha ricevuto, insieme a tutto il suo gruppo di ricerca, il Premio Sapia Junior per la ricerca condotta su un siste-

ma a concentrazione solare, in cui si è utilizzata la tecnologia della separazione spettrale. Alla base della motivazione che ha permesso al gruppo di ricerca di ottenere il prestigioso riconoscimento, si trova l'elevata potenzialità di trasferimento dalla pura teoria all'applicazione industriale. L'argomento della ricerca è risultato quanto mai attuale, date le problematiche riscontrabili nel panorama energetico mondiale, basato oggi fondamentalmente solo su fonti fossili, caratterizzate da una limitata dispo-



CO ECONOMICO

nibilità e causa principale dell'inquinamento atmosferico. Il premio alla ricerca svolta all'Università di Ferrara ha voluto porre l'attenzione sull'importanza della ricerca nel settore delle energie rinnovabili, che si spera possano essere sempre più presenti in futuro. La ricerca analizza la tematica della produzione di energia da fonti rinnovabili, con particolare attenzione verso il fotovoltaico, partendo dalla considerazione di quanto sia limitata efficienza energetica dei pannelli fotovoltaici attualmente prodotti. L'altro aspetto preso in considerazione riguarda i costi delle

La promettente ricerca, in fase di progettazione avanzata presso i laboratori dell'Università di Ferrara, potrebbe segnare un'importante svolta per la produzione di energia solare a costi decisamente più contenuti degli attuali.

materie prime utilizzate per la produzione delle celle fotovoltaiche. Questi aspetti, generalmente poco noti, devono necessariamente essere affrontati per consentire un utilizzo sostenibile del fotovoltaico quale fonte sostenibile per la produzione di energia rinnovabile.

Le celle multigiunzione: efficienti ma molto costose

I sistemi fotovoltaici tradizionali si basano sull'utilizzo di componenti ormai consolidati per realizzare le celle, come: il Silicio, Tellurio di Indio e Cadmio o Seleniuro di Cadmio. Le celle presenti nei pannelli convenzionali sono costruite utilizzando un unico materiale fotovoltaico, che converte tutto lo spettro della radiazione solare in un modo più o meno efficiente a seconda della lunghezza d'onda. Indipendentemente dal tipo, tutti i semiconduttori hanno una lunghezza d'onda minima sotto la quale non è possibile convertire la luce incidente in corrente elettrica. Nel caso del silicio il livello di soglia e di mille nanometri, valore di riferimento degli infrarossi, al di sotto di quel valore non è possibile convertire nulla sottoforma di energia elettrica. Le lunghezze d'onda superiori rispetto a quella tipica del semiconduttore, indicata come energia minima di conversione, sono invece trasformate dal semiconduttore sottoforma di calore. Questa caratteristica complica molto la progettazione di un pannello fotovoltaico, in quanto bisogna tenere conto della dissipazione termica. Una soluzione utilizzata di recente, soprattutto per le applicazioni aerospaziali, consiste nell'utilizzare celle multifunzione costituite da più strati di materiali semiconduttore diversi. Ogni strato riesce

ad assorbire e convertire in maniera molto efficiente solo una sottile banda cromatica, mentre non converte le altre bande. Tipicamente lo strato superiore converte molto bene la luce nella lunghezza d'onda del blu, lo strato intermedio converte nella lunghezza d'onda del rosso e lo strato inferiore gli infrarossi. Le celle multigiunzioni sono efficienti ma da un punto di vista tecnologico risultano dispositivi molto complessi da realizzare e molto onerosi poiché i componenti utilizzati sono molto costosi. Inoltre, l'energia termica in eccesso per essere dissipata deve attraversare tutto il dispositivo e questo comporta un problema di surriscaldamento. Questi aspetti rendono impossibile poter realizzare i pannelli con celle multigiunzione per usi commerciali, relegando questa tecnologia solo ad applicazioni militari o aerospaziali. Lo sviluppo di una soluzione commerciale deve quindi basarsi su tecnologie più economiche come quella a concentrazione solare, dove dei grossi specchi concentrano la luce solare su dispositivi fotovoltaici molto piccoli. Questa situazione però non fa che peggiorare ancora di più il problema della dissipazione termica.

Una soluzione innovativa

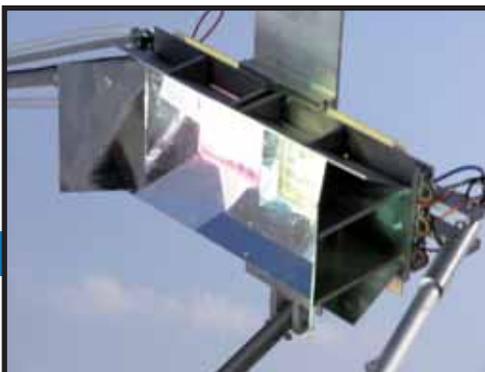
L'approccio sviluppato all'Università di Ferrara consiste nel separare la luce nelle sue differenti componenti cromatiche, un po' come avviene con un prisma. Ciascuna componente è poi inviata a un elemento capace di convertire molto bene la componente che riceverà. In questo caso gli elementi non sono sovrapposti, come avviene con le celle multi giunzioni, ma affiancati e quindi in parallelo tra loro, potendo così realizzare celle a singola



*Figura 1
Il laboratorio
dell'Università
di Ferrara.*



*Figura 2
Concentratore
a separazione
spettrale
montato
sul tetto
del laboratorio
dell'Università
di Ferrara.*



*Figura 4
Il ricevitore del
sistema a
concentrazione
solare.*

giunzione. Questo accorgimento comporta grandi vantaggi perché elimina la difficoltà di dover utilizzare le celle multigiunzioni, molto complesse da realizzare, difficili da raffreddare e molto costose. In pratica si trasferisce la complessità dal componente fotovoltaico al sistema ottico, con il quale si ottiene la separazione delle diverse componenti spettrali della luce.

“Al dipartimento di fisica”, commenta Donato Vincenzi, “abbiamo sviluppato un ricettore ottico che suddivide le componenti dell'infrarosso e del visibile. La componente all'infrarosso è poi convogliata verso l'elemento al silicio, che raggiunge il massimo dell'efficienza proprio con questa lunghezza d'onda mentre la porzione del visibile viene convogliata verso una cella in Fosforo di Indio e Gallio (InGaP). Il concentratore è realizzato con degli specchi particolari, detti dicroici, composti da due filtri che separano la luce in due bande cromatiche e le concentrano sui due fuochi diversi. Questi specchi sono già largamente impiegati nell'industria dell'ottica professionale e consumer. Nel test effettuato nei laboratori di Ferrara sono state utilizzate celle non particolarmente ricercate ma di uso commerciale con efficienza, per quella al silicio del 16%, mentre nel caso di Indio e Gallio dell'11%. Utilizzando queste celle con la tecnica della separazione spettrale è possibile ottenere un'efficienza totale di sistema di quasi il 33%”. Il sistema complessivo è composto da componente di conversione fotovoltaica che è di pochi centimetri quadrati e da un collettore solare di circa un metro quadrato. In termini di costo e di dimensioni questa soluzione comporta diversi vantaggi: lo spazio occupa-

to è circa il 50% in meno rispetto a una soluzione tradizionale e anche il prezzo, una volta raggiunta un'adeguata economia di scala, risulterebbe notevolmente inferiore ai prezzi di un qualsiasi pannello al silicio. Infatti bisogna considerare che in un sistema fotovoltaico tradizionale, il costo del pannello incide per circa l'80% dell'intero progetto; utilizzando la tecnologia a concentrazione il costo complessivo del sistema sarebbe decisamente inferiore perché la componente di pannelli in silicio risulta molto ridotta. La parte fisicamente predominante è costituita dagli specchi del concentratore che di fatto sono abbastanza economici e inoltre hanno un prezzo che si può abbattere con economie di scala. “Un ulteriore passo avanti verso lo sviluppo di una soluzione a costi contenuti”, sottolinea Vincenzi, “consiste nel realizzare celle ad alta efficienza, quali quelle ad Arseniuro di Gallio (GaS) o al Fosforo Indio e Gallio (InGaP) su substrato di Silicio. Attualmente le celle ad alta efficienza utilizzano come substrato il Germanio, il primo semiconduttore studiato, il quale presenta un grosso problema: è molto raro pertanto anche creando un'economia di scala, il costo non potrà mai scendere più di tanto. Il silicio invece è una risorsa praticamente illimitata sulla terra: il costo deriva dal processo di lavorazione ma non dal suo approvvigionamento. Alla luce di queste considerazioni appare perciò molto promettente la ricerca sviluppata dall'azienda Dichroic Cell, per l'utilizzo del Silicio come substrato virtuale”.

www.readerservice.it n° 114

L'APPROCCIO DICROICO

Nel fotovoltaico a concentrazione la radiazione solare non incide direttamente sulle celle ma viene concentrata da opportune lenti o altri dispositivi ottici. In pratica, è come se le celle fossero investite non dalla radiazione proveniente da un unico sole ma da più soli: da poco meno di una decina fino a oltre 800, a seconda del dispositivo ottico utilizzato. Grazie alla possibilità di concentrare la radiazione solare è possibile ridurre l'area dei moduli fotovoltaici da utilizzare. In un sistema a concentrazione la maggior parte dei materiali utilizzati sono costituiti da superfici riflettenti, supporti e sistemi di movimento e controllo, le cui filiere industriali sono già mature. Questo tipo di sistemi può quindi avvantaggiarsi di economie di scala molto più marcate rispetto ai sistemi a pannelli piani vincolati ad un materiale di alto costo intrinseco. Un'interessante evoluzione della tecnologia a concentrazione solare è quella sviluppata da Dichroic Cell, azienda che ha tra i soci numerosi piccoli e medi imprenditori decisi ad investire nella ricerca universitaria sul fotovoltaico a concentrazione di Giuliano Martinelli, scienziato e tra i più illustri fisici al mondo. Federico Allamprese, amministratore unico di Dichroic Cell, spiega la tecnologia su cui si basano gli specchi a concentrazione realizzati dall'azienda. “L'elemento di concentrazione che noi realizziamo è composto da due dischi parabolici, i concentratori, ricoperti con opportuni riflettori dicroici, progettati per inviare diverse porzioni dello spettro solare su moduli diversi. I due concentratori sono assemblati insieme: il disco posteriore è ricoperto con un riflettore totale, realizzato con materiale Abs (Policarbonato), mentre il concentratore anteriore è prodotto con il Pmma (Polimetilmetacrilato), materiale caratterizzato da elevatissima trasparenza e lavorabilità. Le due parabole sono leggermente differenti e progettate in modo tale da poter ottenere un piccolo angolo tra loro, in questo modo le radiazioni di ogni raggio incidente, sono deflesse a seconda della lunghezza d'onda, con angoli dipendenti dall'inclinazione delle superfici riflettenti. La superficie dicroica si ottiene attaccando, mediante adesivo, un layer dicroico sulla parte interna della parabola in Pmma; in questo modo il film dicroico è protetto dagli agenti esterni”.