QUOTIDIANO ENERGIA

ROMA, 31 maggio 2018 Ricerca - Sistema energetico

Le opportunità del fotovoltaico a concentrazione

Una forma efficiente di utilizzo dell'energia solare con un importante effetto sull'occupazione di suolo. Il contributo di Rse alla ricerca

di F. Trespidi*, A. Minuto*, G. Timò*

Il solare a concentrazione rappresenta una forma efficiente di utilizzo dell'energia solare in cui la radiazione solare viene focalizzata prima di effettuare la conversione in energia elettrica. L'elevata efficienza di conversione ha anche un significativo effetto sull'occupazione di suolo: per ottenere la stessa quantità di energia elettrica lo spazio necessario si riduce anche di 2 volte, e questo è molto importante, ad esempio per un Paese come l'Italia che si sta impegnando a triplicare in una dozzina di anni l'attuale e già ragguardevole potenza installata.

La luce proveniente dal sole viene quindi confinata in piccoli spazi (Figura 1a) creando condizioni di elevato irraggiamento che possono essere vantaggiosamente utilizzate per ottenere una conversione efficiente dell'energia luminosa in energia elettrica.

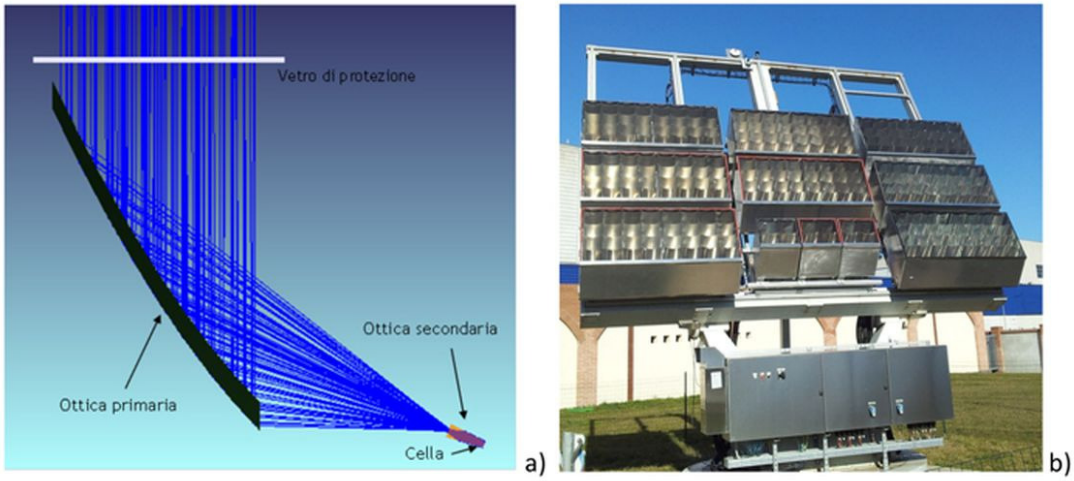

Figura 1 – a) schema ottico di un concentratore a riflessione ideato da RSE; b) moduli a concentrazione montati nella test facility RSE di Piacenza

L'esperienza a cui si fa riferimento in questo articolo è quella dei sistemi a concentrazione per uso fotovoltaico denominati CPV (Concentrating PhotoVoltaic) (Figura 1b), dove la radiazione luminosa viene direttamente convertita in energia elettrica senza passare attraverso effetti termodinamici.

La radiazione, concentrata su una piccola superficie, consente l'impiego di celle fotovoltaiche ad alta efficienza, come quelle usate sui satelliti, ma con dimensioni minuscole e quindi costi ridotti. Ognuna di queste celle, dette a multi-giunzione, è costituita da diverse giunzioni fotovoltaiche, ognuna progettata per convertire una diversa parte dello spettro luminoso. Tali celle, operando in concentrazione, aumentano ulteriormente l'efficienza di conversione arrivando fino al 43% per prodotti commerciali e oltre il 45% per celle prototipali, contro le efficienze del 22÷26% delle celle al Silicio tradizionali.

Rse in questo ambito sta sviluppando celle a quattro giunzioni basate sull'impiego innovativo di materiali come il Si-Ge-Sn, e sta anche mettendo a punto rivestimenti antiriflettenti nanostrutturati.

I rivestimenti antiriflettenti vengono depositati sulle celle fotovoltaiche per massimizzare la raccolta della radiazione luminosa, riducendo le perdite per luce riflessa. In questo ambito Rse ha messo a punto una serie di tecniche basate su processi di evaporazione e co-sputtering che consentono di realizzare "metamateriali" aventi indici di rifrazione variabili. Tali materiali producono una variazione graduale dell'indice di rifrazione adattando quello dell'aria ($n \approx 1$) a quello della cella fotovoltaica ($n \approx 3$). In questo modo si evita un salto brusco dell'indice di rifrazione e si riduce la quantità di luce riflessa dalla superficie della cella. Un esempio di tale rivestimento è mostrato in Figura 2.

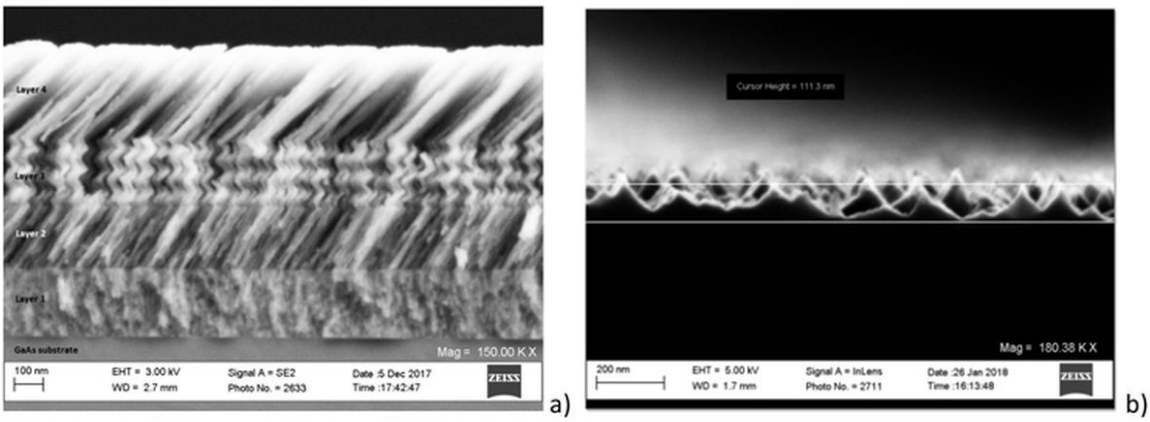

Figura 2 - Sezioni di rivestimenti antiriflettenti realizzati da RSE: a) processo additivo rivestimento multistrato depositato in cui si distinguono i singoli strati con nanostrutturazione differente prodotta dalle diverse condizioni di deposizione; b) processo sottrattivo nanostrutturazione per erosione di uno strato di materiale presente sulla superficie della cella

Il sistema di concentrazione ricopre un ruolo fondamentale nello sviluppo di questa tecnologia. Rse negli ultimi anni ha sviluppato tale filone di ricerca anche grazie al sostegno di contratti europei quali Apollon (link1) e CPVmatch, che hanno permesso di sviluppare nuove configurazioni ottiche.

Superando le classiche soluzioni per la concentrazione solare, Rse ha sviluppato una nuova configurazione ottica brevettata a livello internazionale. L'ottica riesce a concentrare la radiazione solare di 850 volte, garantendo al contempo un'accettanza angolare, ossia una tolleranza ai disallineamenti, superiore a ±0.5°, il tutto con uno spessore del sistema ottico di soli 15cm.

La ricerca su configurazioni ottiche innovative sta proseguendo con lo studio di concentratori di tipo non convenzionale che, sfruttando effetti come la totale riflessione interna, consentiranno di ridurre lo spessore del modulo a pochi centimetri. L'obiettivo è realizzare concentratori a basso costo che non richiedano procedure di allineamento dei componenti ottici. I componenti verranno pertanto integrati nel modulo che potrà così essere realizzato mediante tecniche a basso costo come lo stampaggio o l'estrusione.

Una sostanziale differenza tra i sistemi a concentrazione ed i moduli piani è che i primi per funzionare devono rimanere orientati in direzione del sole. E' quindi necessario adoperare sistemi di movimentazione ed inseguimento solare, detti tracker, che però costituiscono un ulteriore elemento di criticità in termini di costi e affidabilità.

Rse è coinvolta anche sotto questo aspetto sia nello sviluppo di sistemi di puntamento miniaturizzati ad alta sensibilità e basso costo, tali da essere integrati all'interno dei moduli (Figura 3), sia nella ricerca e sviluppo di sistemi di movimentazione innovativi che, a differenza di quelli tradizionali, possano essere inglobati all'interno del modulo.

Altre ricerche riguardano i concentratori "quasi-statici" che non richiedono un preciso puntamento del disco solare, ma che possono lavorare solo a bassa concentrazione stanti gli stringenti vincoli imposti dalle leggi fisiche.

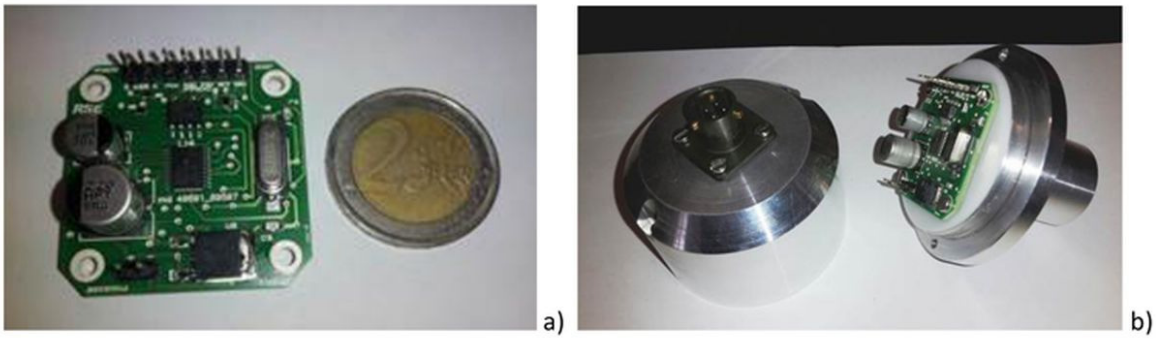

Figura 3 – Sensore di puntamento miniaturizzato sviluppato da RSE: a) la scheda elettronica; b) il sistema montato

Le perdite nei sistemi a concentrazione sono imputabili a disallineamenti delle ottiche del concentratore, errori di allineamento tra i moduli e sporcamento non uniforme della loro superficie. In queste condizioni la caratteristica potenza–tensione (curva P-V) del modulo a concentrazione può presentare diversi punti di massimo locale. In giornate perturbate con frequenti velature del cielo, si possono inoltre avere continue deformazioni della curva P-V.

Il trasferimento di potenza/energia dal sistema CPV alla Rete elettrica avviene mediante un inverter, ovvero un apparato in grado di convertire la potenza continua prodotta dal sistema fotovoltaico in potenza alternata. L'inverter deve operare in modo che il sistema CPV lavori nel punto di massima potenza Pmax della curva P-V. Per questo motivo nel sistema di controllo dell'inverter è implementano un algoritmo denominato Maximum Power Point Tracking (MPPT), specializzato nella ricerca e inseguimento di Pmax. In giornate molto perturbate gli algoritmi MPPT convenzionali installati negli inverter commerciali non sempre riescono a determinare il punto Pmax, e talvolta richiedono molto tempo per la sua ricerca. Questo comportamento spreca una rilevante quantità di energia tanto che alcuni algoritmi offrono rendimenti effettivi inferiori al 70%.

Rse ha sviluppato un algoritmo MPPT innovativo che individua il punto Pmax in tempi brevissimi, con un numero molto ridotto di iterazioni, garantendo rendimenti superiori al 99% nel caso di curve P-V poco complesse, e superiori al 96% nel caso di curve P-V complesse ed in giornate molto perturbate con frequenti velature del cielo che variano l'irradianza diretta.

L'algoritmo MPPT di Rse è basato su nuovi criteri matematici che permettono il confronto tra i picchi di potenza senza la necessità di spostare operativamente il punto di lavoro dell'inverter.

E' in corso una collaborazione con un produttore italiano di inverter finalizzata all'implementazione del nuovo algoritmo MPPT e di alcune funzioni avanzate sviluppate da Rse per la diagnosi ed il monitoraggio del sistema fotovoltaico in condizioni operative. Le funzioni diagnostiche permettono l'identificazione dell'eventuale degrado dei moduli

mediante la stima della temperatura di cella in condizioni operative, la valutazione delle prestazioni ed il monitoraggio di alcuni parametri tra cui la resistenza serie dell'impianto.

Rse ha presentato domanda di brevetto europeo per il nuovo algoritmo MPPT e per le funzioni diagnostiche da implementare nell'inverter. Tale algoritmo e le funzioni diagnostiche sviluppate da Rse per il fotovoltaico a concentrazione trovano applicazione anche nel fotovoltaico piano, specialmente negli impianti in cui i moduli sono affetti da ombreggiamenti parziali, provocati ad esempio da vegetazione, antenne o camini.

***Dipartimento Tecnologie di Generazione e Materiali**

Rubrica a cura di Claudia Imposimato

TUTTI I DIRITTI RISERVATI. È VIETATA LA DIFFUSIONE E RIPRODUZIONE TOTALE O PARZIALE IN QUALUNQUE FORMATO.
Privacy policy (GDPR)
www.quotidianoenergia.it