

CONCENTRATORI SOLARI A CONCENTRAZIONE E RECUPERO DELL'ENERGIA TERMICA

F. Grasso⁽ⁱ⁾, A. Luchetta⁽ⁱ⁾, S. Manetti⁽ⁱ⁾, M. C. Piccirilli⁽ⁱ⁾, A. Reatti⁽ⁱ⁾, L. Serri⁽ⁱⁱ⁾

⁽ⁱ⁾Dipartimento di Elettronica e Telecomunicazioni, Via S. Marta 3 - 50139 FIRENZE

⁽ⁱⁱ⁾Dipartimento di Energetica, Via S. Marta, 3 - 50139 FIRENZE

L'unità di ricerca si occupa in modo estensivo, anche in collaborazione con altri Centri e Dipartimenti dell'Ateneo Fiorentino, di sistemi per la produzione combinata di energia elettrica e termica da fonte solare particolarmente orientati ad applicazioni residenziali.

Nell'ambito di queste ricerche sono stati studiati, progettati e realizzati sistemi a bassa concentrazione (20x) con collettore lineare ed inseguimento ad un asse (Figura 1).



Fig. 1. Sistema a Concentrazione Ibrido per la produzione combinata di energia elettrica e termica per mezzo di un sistema a collettore lineare e inseguimento ad un asse.

In particolare, le attività legate al primo sistema sono state svolte nell'ambito di un progetto biennale PRIN cofinanziato dal MIUR e proseguono per quanto riguarda l'ottimizzazione del concentratore e l'applicazione di tecnologie di conversione termoelettrica diretta in sostituzione delle celle fotovoltaiche.

Altre tipologie di concentratori sono state studiate dapprima nell'ambito di un progetto di cooperazione internazionale Italia-Israele finanziata dal Ministero dell'Ambiente per poi svilupparsi in una seconda fase nell'ambito del progetto Europeo "UPP-Sol", che terminerà alla fine del 2011.

Gli studi sono accumulati da aspetti tecnici simili, quali, ad esempio: ottimizzazione energetica dell'intero sistema, progettazione del gruppo riflettente, progettazione del ricevitore, integrazione di sistemi al recupero termico e alla stabilizzazione della temperatura delle celle fotovoltaiche; sviluppo di tecniche di inseguimento del sole.

Quest'ultimo aspetto si differenzia nei due casi per le tolleranze che, nel caso di sistemi ad alta concentrazione, sono necessariamente più stringenti.

I principali aspetti investigati nell'ambito delle ricerche hanno riguardato la formulazione di modelli elettro-termici delle celle fotovoltaiche; lo studio, l'analisi e progetto dei sistemi; la formulazione di modelli di scambio termico celle-fluido refrigerante e identificazione delle condizioni di massima efficienza energetica delle celle refrigerate. In particolare, i vantaggi che si prevedono di conseguire sono il contenimento e la stabilizzazione della temperatura delle celle PV (è noto che all'aumentare della temperatura di lavoro il rendimento di una cella

fotovoltaica si riduce) nonché il recupero del calore rimosso per riscaldare un fluido (acqua o aria) che, a sua volta, può essere utilizzato per il riscaldamento di ambienti o per produrre acqua calda sanitaria. Tipiche utenze che potrebbero beneficiare del sistema oggetto di studio sono, ad esempio, strutture ed insediamenti turistici, edifici pubblici, edifici commerciali, piccole e medie imprese, ovvero tutte le utenze che utilizzano comunque acqua corrente, sia per uso sanitario che per altri usi sia di tipo civile che industriale, anche nel periodo estivo in cui è maggiormente conveniente effettuare il raffreddamento dei pannelli.

Entrambi i sistemi sono stati sviluppati a livello di: costruzione di un prototipo testato sul campo con valutazione anche comparativa della produzione elettrica e termica; svolgimento di prove elettriche e termiche con valutazione delle influenze delle tolleranze meccaniche delle ottiche sulla producibilità del sistema; confronto dei dati sperimentali e di quelli teorici. Sono in corso di svolgimenti attività di ottimizzazione dei sistemi e di valutazione degli stessi da un punto di vista anche economico.

La ricerca in corso, nel suo complesso, presenta una doppia valenza, sia scientifica che applicativa. Infatti, essa si propone di formulare criteri e metodologie di progetto ottimo di convertitori finalizzati alle applicazioni fotovoltaiche ed un modello complessivo del sistema elettrotermico fotovoltaico che permetta di effettuare una valutazione dei benefici effettivi derivanti dall'integrazione nel pannello fotovoltaico sia del convertitore MPPT che del sistema di raffreddamento. Un tale tipo di indagine scientifica non risulta ancora presente nella letteratura scientifica. Sul piano applicativo, la ricerca si propone come tentativo di realizzare soluzioni tecniche sostenibili grazie alle quali si possa realizzare un incremento di resa energetica dei sistemi fotovoltaici e conseguentemente stimolarne la diffusione per far fronte, sebbene in misura contenuta, alle crescenti esigenze di approvvigionamento energetico.

- [1] A. Reatti, M. Beltramini, L. Serri, "Design and Optimization of a Printed Circuit Board for a Photovoltaic and Thermal Linear Solar Concentrator", EPE 2009 XIIIth European Conference on Power Electronics and Applications. Barcelona, Spain 8-10 September 2009.
- [2] A. Reatti, M. Beltramini, D. Tempesti, "Simulation and Modelling of a Combined Concentrating Photovoltaic-Thermal Collector with TRNSYS", 24th European Photovoltaic Solar energy Conference and Exhibition", 21-25 September 2009, Hamburg (Germany).
- [3] A. Reatti, L. Serri, "Linear Solar PV/T Concentrator Performance Index derivation and its Utilization in Monitoring System", ISIE 2010 – IEEE International Symposium on Industrial Electronics. Bari, Italy 4-7 July 2010.
- [4] A. Reatti, L. Serri, and M. Kazimierzuck "Frequency-Domain Analysis of PWM DC-DC Converters including Exact RMS Parasitic resistance for Photovoltaic Application", 35th IEEE Photovoltaic Specialist Conference (PVSC35), Honolulu, Hawaii, June 20-25, 2010.
- [5] A. Reatti, L. Serri, and M. Kazimierzuck "Develop and Optimization of a low concentration PV/T system", 35th IEEE Photovoltaic Specialist Conference (PVSC35), Honolulu, Hawaii, June 20-25, 2010.
- [6] A. Reatti, L. Serri, M. K. Kazimierzuck "Modeling of Generalized Triple Junction Solar Cell Using MatlabTM" (under review).
- [7] A. Reatti, L. Serri, A. Luchetta and M. Kazimierzuck "Symbolic Analysis of PWM DC-DC Converters Operated in Continuous Conduction Mode and Its Application for Buck-Boost Converter" IEEE Transaction on Power Electronics (under review).