

Descrizione Sistemi Fotovoltaici a Concentrazione

Sommario

Le energie rinnovabili ed il fotovoltaico

I sistemi fotovoltaici a concentrazione e la loro potenziale convenienza

Struttura di un sistema a concentrazione per uso domestico

Potenza ed energia prodotta da sistema PV concentrato

Le energie rinnovabili ed il fotovoltaico

La civiltà, nella forma in cui la conosciamo oggi, dipende dall'impiego giornaliero di enormi quantità di energia (circa 320 TWh/ giorno) che vengono principalmente estratte da combustibili fossili.

Mentre non è ragionevole pensare di ridurre questi consumi senza modificare in maniera sostanziale il concetto stesso di civiltà è necessario cambiare la tipologia di sorgenti impiegate per non trovarsi in una situazione di dipendenza energetica dai paesi che dispongono o controllano i giacimenti.

A lungo termine, inoltre, l'impiego massiccio di combustibili fossili può portare ad una riduzione della disponibilità planetaria innescando complesse dinamiche socio-politiche. A tutto questo devono essere aggiunti gli effetti che la massiccia introduzione di CO₂ ed altri inquinanti possono avere sull'atmosfera ed, in ultima analisi, sulla qualità globale di vita.

La via "rinnovabile" all'energia, in tutte le sue forme, diviene quindi non solo una scelta etica ma una necessità strategica la cui importanza diverrà evidente nei prossimi 20 anni.

È difficile immaginare come una sola fonte "rinnovabile" possa risolvere il problema, più probabilmente sarà necessario ricorrere ad un mix di fonti. Tra queste il fotovoltaico può contribuire alla generazione distribuita di energia, riducendo così le perdite legate al trasporto, e al peak shaving di rete. A questo si deve aggiungere che la grande modularità dei sistemi fotovoltaici permette di adattarsi a diverse tipologie di utenza.

Come pregio ulteriore si deve aggiungere che il fotovoltaico è percepito come la fonte rinnovabile più pulita esercitando grande fascino ed attrattiva verso il pubblico ecologicamente informato. Una sua diffusione può quindi contribuire sostanzialmente allo sviluppo di una coscienza ecologica e consapevole dei problemi energetici creando il consenso sociale per interventi di maggior portata.

Due sono i principali problemi associati, da parte degli utenti, all'energia fotovoltaica.

Il primo è legato ad un elevato costo dei sistemi, stimabile a tutt'oggi in 6000-7000 Euro/kW_p installato, dipendente dalla taglia dell'impianto considerato.

Il secondo è legato alla complessità di installazione di un sistema fotovoltaico per uso privato. La progettazione è svolta da un esperto caso per caso, introducendo costi e complessità procedurali supplementari, e ciascun impianto è diverso. Le connessioni alla rete elettrica sono ancora complesse, anche se molti passi sono stati fatti in questa direzione. Questo ha ripercussioni sui tempi tra la decisione di installare il sistema e l'effettiva installazione e quindi sulla caduta di interesse da parte del potenziale utente. Non è inoltre da trascurare che una progettazione meno che ottimale riduce il rendimento di sistema e può accorciarne la vita.

Il sistema fotovoltaico ideale dovrebbe quindi essere facile da installare (al limite non richiedere la presenza di un installatore) e da controllare (venendo gestito al limite in modalità remota da una stazione di controllo), affidabile e facile da riparare in caso di necessità (il che richiede lo sviluppo di una rete globale di assistenza).

Si deve tenere comunque presente che gran parte del costo di un sistema fotovoltaico è dovuto all'elevato costo del silicio impiegato per le celle fotovoltaiche che è difficilmente destinato a diminuire con l'aumento della produzione.

Ma come entra e che cosa significa, in questo contesto, la concentrazione solare per uso fotovoltaico?

I sistemi fotovoltaici a concentrazione e la loro potenziale convenienza

Il principio è semplice: visto che il silicio è la parte costosa del sistema e che la stessa cella fotovoltaica può teoricamente produrre più energia se esposta a flussi luminosi superiori, si impiega qualche sistema per concentrare molta luce solare su una ridotta quantità di celle fotovoltaiche di grande efficienza.

Vari esempi di sistemi a concentrazione sono stati sperimentati nei decenni passati ricorrendo alle più varie soluzioni ed accumulando un notevole, anche se poco noto, bagaglio tecnico che ne ha dimostrato la funzionalità. La convenienza economica è stata per molto tempo un problema per la scarsa disponibilità di celle fotovoltaiche progettate per operare in concentrazione e di sistemi di raffreddamento movimentazione ed inseguimento solare affidabili. Recentemente, tuttavia, tutte queste tecnologie hanno raggiunto, per motivi indipendenti, un grado di maturazione sufficiente per sviluppare sistemi affidabili ed economicamente convenienti.

Il punto chiave per comprendere i potenziali vantaggi economici di questa tecnologia è che la maggior parte dei materiali e delle risorse impiegate nella costruzione di un sistema a concentrazione sono costituiti da superfici riflettenti, supporti e sistemi di movimento e controllo, le cui filiere industriali sono già mature nella nostra realtà produttiva. La quantità di celle fotovoltaiche impiegate, il cui mercato ha invece una offerta “rigida”, è grandemente ridotta. Questo tipo di sistemi può quindi avvantaggiarsi di economie di scala molto di più dei sistemi a pannelli piani vincolati ad un materiale di alto costo intrinseco.

Struttura di un sistema a concentrazione per uso domestico

Analizziamo in dettaglio i componenti di un sistema fotovoltaico a concentrazione basandosi sul sistema rappresentato in fig. 1.

La parte più appariscente è sicuramente il grande sistema di specchi, il concentratore primario, che ha lo scopo di concentrare la luce proveniente dal sole sul ricevitore fotovoltaico posto nel fuoco ottico del sistema. Nel caso rappresentato in figura, come anche nel sistema in sviluppo, si è ricorsi ad un insieme di specchi piani per avere un'area focale illuminata in maniera uniforme piuttosto che un punto molto luminoso come si sarebbe ottenuto con uno specchio unico parabolico. Questo ha importanti ripercussioni sul comportamento del ricevitore fotovoltaico. È oggi possibile impiegare tecnologie basate su materiali compositi e su coatings dielettrici ad alta riflettività per ottenere grandi superfici riflettenti disegnate secondo le esigenze di qualunque sistema. La produzione in grande serie richiede solamente lo sviluppo di stampi per iniezione o termoformatura e rappresenta un compito alla portata di un gran numero di industrie presenti sul territorio italiano.

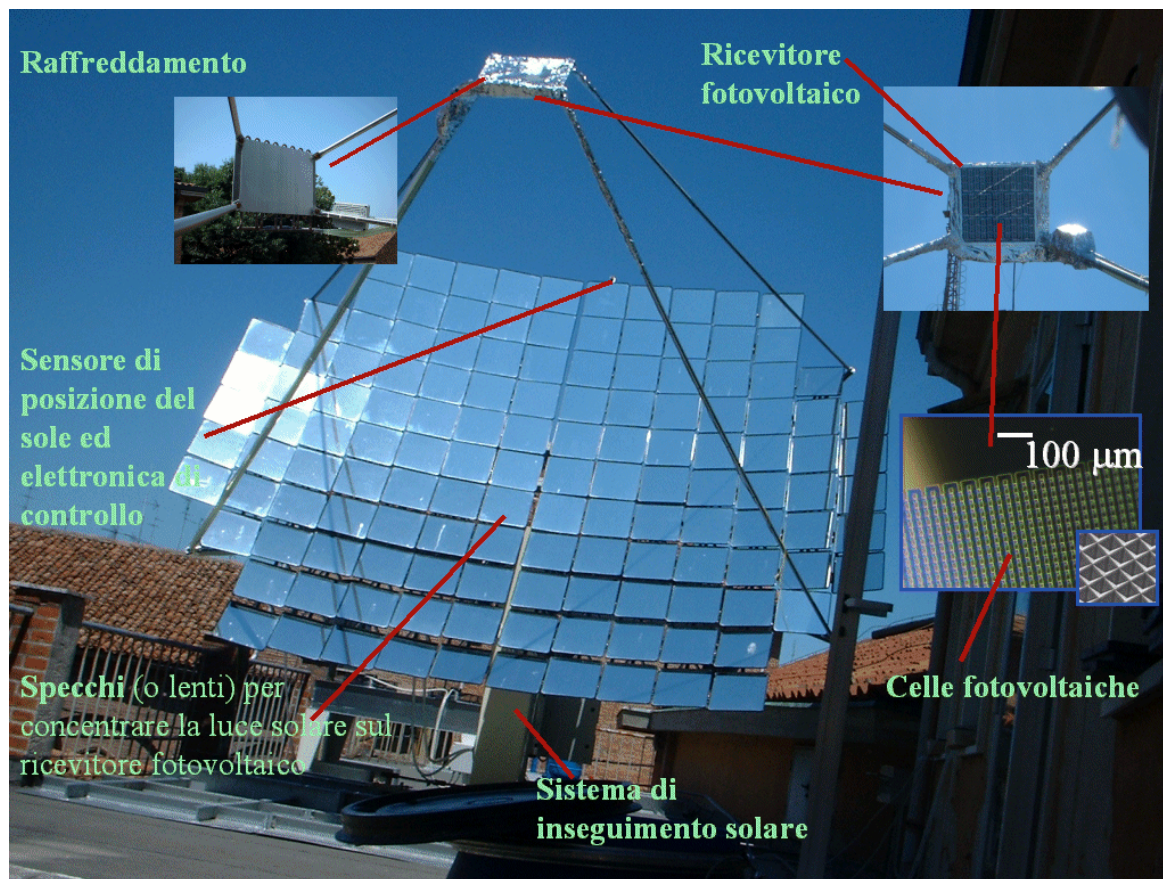


Figura 1: Sistema sperimentale per lo studio della concentrazione fotovoltaica installato presso L'Università di Ferrara. È usato come laboratorio e sito di test per diverse soluzioni tecnologiche riguardanti celle e pannelli.

Uno degli aspetti importanti dei sistemi a concentrazione è che, per operare correttamente, il sole deve trovarsi sempre sull'asse ottico del concentratore primario. Il sistema necessita quindi di un qualche tipo di movimento che gli permetta di seguire il moto apparente del sole. Questo ha anche un vantaggio in termini dell'energia prodotta dal sistema poiché, al contrario dei pannelli piani stazionari, il sistema offre sempre la massima superficie al sole raccogliendone al meglio l'energia. Nel caso in figura, date le dimensioni del sistema, è stato impiegato un robusto sistema alt-azimutale di movimentazione. La tecnologia, elettronica ed elettromeccanica, del posizionamento preciso di sistemi parabolici ha ricevuto impulso, nell'ultimo decennio, dal grande sviluppo dei sistemi di comunicazione satellitare e dalle reti di comunicazione in microonde. Mutuare questa tecnologia permette di ottenere sistemi affidabili a costi estremamente contenuti.

Il cuore del sistema, si trova al ricevitore fotovoltaico costituito da un piccolo pannello di celle fotovoltaiche ad alta efficienza progettate per operare sotto concentrazione. Solo negli ultimi anni sono arrivate sul mercato celle fotovoltaiche per concentrazione affidabili e a costo ragionevole.

Visti gli alti flussi di energia al ricevitore fotovoltaico è necessario provvedere ad un efficace sistema di raffreddamento in grado di mantenere la temperatura delle celle fotovoltaiche sotto i 90 °C. Nel sistema sperimentale si impiega un sistema di raffreddamento a liquido in grado di offrire la massima flessibilità necessaria per un laboratorio di ricerca. Il problema del raffreddamento ha sempre posto un grosso ostacolo allo sviluppo di sistemi a concentrazione ma, recentemente, problematiche simili si sono presentate nel settore dell'elettronica professionale e dell'informatica per il raffreddamento dei microprocessori. Questo ha spinto allo sviluppo di una tecnologia affidabile giungendo alla produzione su larga scala di sistemi robusti e di ottime prestazioni che possono essere impiegati nei sistemi a concentrazione.

Il sistema è completato da un sensore di posizione solare e da una opportuna elettronica che controlla i sistemi di movimento. Anche qui è oggi possibile, avvalendosi di economici

microcontrollori, sviluppare sistemi elettronici estremamente affidabili che impiegano strategie di tracciamento molto efficaci e permettono grandi precisioni, solo 10 anni fa un simile compito avrebbe richiesto grossi computer con costi estremamente elevati e grossi consumi elettrici. Come si vede, quindi, mentre le idee relative ai sistemi a concentrazione sono tutt'altro che recenti, la congiuntura tecnologica attuale ne permette la realizzazione in maniera economicamente conveniente.

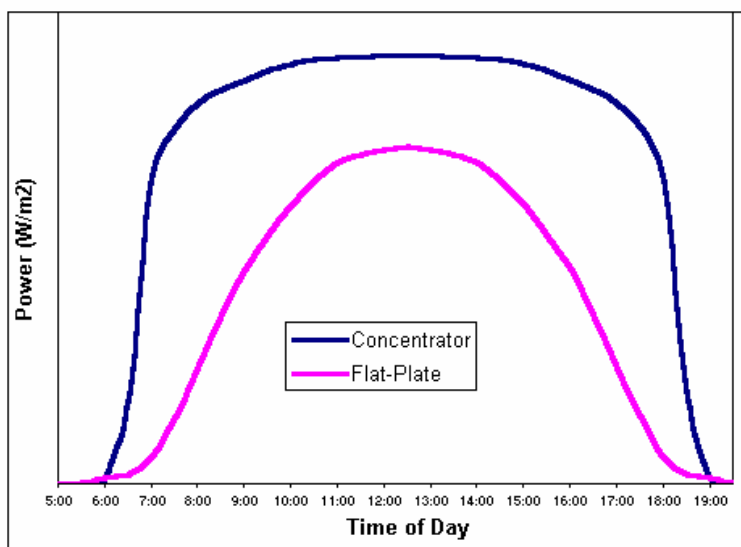
Potenza ed energia prodotta da sistema PV concentrato

Il rendimento globale del sistema può essere stimato al 19.5% includendo le sotto elencate figure di efficienza per le parti critiche del sistema

- a) Riflettività degli specchi 92%
- b) Efficienza delle celle fotovoltaiche (a 300 soli) 23%
- c) Efficienza dell'inverter 94%

Considerando che la superficie otticamente attiva degli specchi è di 12 m^2 (includendo gli spazi tra specchio e specchio) e assumendo che il flusso diretto (ad AM 1.5) sia di 860 W/m^2 si attende una potenza dal sistema di 2012 W.d

Il grande vantaggio rispetto ai pannelli piani è che, a causa del tracking a 2 assi, il concentratore giace in un piano ortogonale ai raggi solari durante l'intera giornata eliminando così il *fattore coseno* che limita le performances dei sistemi statici piani. Questo permette di attendersi un maggior numero di ore operative durante la giornata e, conseguentemente, una maggior resa energetica.



Potenza attesa (unità arbitrarie) da sistema piano e concentrato in funzione delle ore del giorno. La differenza è dovuta in parte alla maggior efficienza delle celle sotto concentrazione ed in parte all'effetto del sistema di tracciamento (specialmente nelle prime ore del mattino e tarda serata)