

Impiego di termocamere nella manutenzione degli impianti fotovoltaici

Nota applicativa



Nel corso dell'ultimo decennio, la crescente richiesta di energia ha portato alla nascita di altre fonti energetiche alternative al petrolio. Sono state sviluppate diverse tecnologie che implicano l'utilizzo di energia rinnovabile, come l'energia eolica, maremotrice o solare.

L'impiego delle radiazioni solari per la generazione di elettricità tramite sistemi fotovoltaici è stato potenziato in modo notevole nel corso degli ultimi cinque anni. Tale sviluppo si è registrato grazie a diversi fattori, tra cui la maturità raggiunta da questa tecnologia e gli incentivi finanziari offerti dal governo. In ogni caso questo ha portato all'emergere di numerose aziende che si dedicano allo sviluppo, all'installazione e alla gestione di parchi o siti solari. Prendiamo la Spagna come esempio di questo sviluppo nel settore fotovoltaico. La Spagna è attualmente uno dei principali produttori internazionali di energia fotovoltaica con 3.200 MW di potenza installata (nel 2008 la potenza installata in Spagna era pari ad appena 2.500 MW!).

Ovviamente tali impianti devono fornire un ritorno sull'investimento sufficiente per essere redditizi. Ciò dipende, tra i vari fattori, dal perfetto funzionamento degli impianti o, in altre parole, dalle prestazioni ottimali dell'intero impianto, in particolare quando il costo dell'elettricità ottenuta dalla potenza solare è superiore al costo di altre tecnologie più convenzionali.

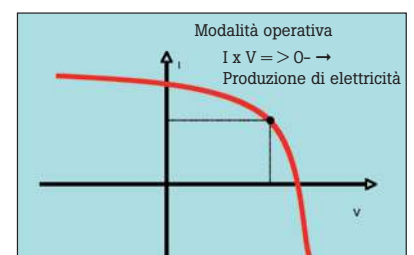
Impianti fotovoltaici

Un impianto fotovoltaico consiste fondamentalmente in un sistema di pannelli fotovoltaici installati in strutture adeguate, in inverter che convertono la tensione continua generata dai pannelli solari in tensione alternata, in sistemi di orientamento dei pannelli in base al tipo di installazione, nel cablaggio e nei sistemi di protezione, nonché

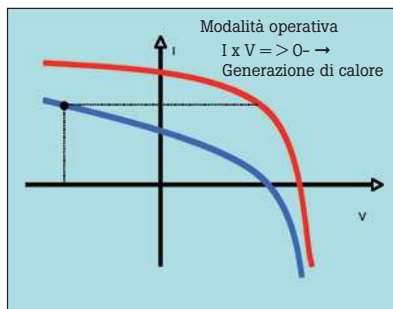
negli elementi di media tensione se i sistemi sono collegati a una rete commerciale. Tutti questi elementi formano un sistema che, quando funziona correttamente, garantisce un ritorno sull'investimento entro il periodo calcolato.

Pannelli fotovoltaici

Il sistema di pannelli fotovoltaici consiste in pannelli o moduli che contengono celle basate su semiconduttori sensibili alle radiazioni solari. Queste celle generano la tensione CC. La tecnologia impiegata in queste celle fotovoltaiche può variare e include soluzioni che si avvalgono di silicio policristallino, film sottile, cadmio-telluride o Gas, ognuna delle quali offre una resa specifica. Tali celle sono raggruppate nel pannello in una o più serie parallele per ottenere la tensione e la potenza desiderate. In condizioni operative normali, ogni cella fotovoltaica, quando riceve la radiazione solare, genera una tensione che, quando si aggiunge al resto delle celle nella serie, fornisce la tensione di uscita per il pannello che dovrà alimentare l'inverter per poter generare la tensione di uscita alternata.



Una cella che riceve le radiazioni solari



Cella che non riceve le radiazioni solari o cella difettosa

Il rapporto esistente tra la tensione e la corrente fornita dalla cella viene illustrata nella sua curva caratteristica I-V. Se le celle ricevono le radiazioni solari, il valore $I \times V$ sarà superiore allo zero, in altre parole verrà generata dell'energia.

Quando una cella non funziona o non genera energia perché non sta ricevendo le radiazioni solari, potrebbe essere polarizzata inversamente. Si comporterà quindi come se stesse effettuando una carica anziché come un generatore, il che potrebbe comportare un'elevata dissipazione di calore.

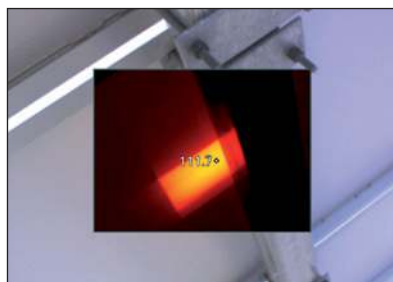
Questa situazione è facilmente individuabile con l'impiego di una termocamera Fluke con tecnologia IR-Fusion®.



Un pannello fotovoltaico con cella difettosa

La termocamera Fluke acquisirà simultaneamente un'immagine termica totalmente radiometrica e un'immagine reale, sovrapponendole pixel su pixel con diversi gradi di traslucenza. L'immagine che si otterrà indicherà le temperature superficiali degli oggetti mostrati (in questo caso i pannelli fotovoltaici), utilizzando una tavolozza di colori che potrà essere selezionata dall'utente e che rappresenterà le diverse

temperature con diversi colori, nonché un'immagine reale che consenta l'identificazione degli elementi. Grazie all'immagine termica, si è in grado di osservare la modalità di surriscaldamento delle celle difettose, come indicato nell'immagine precedente.

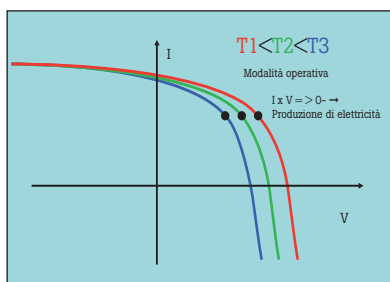


Una cella a 111 °C

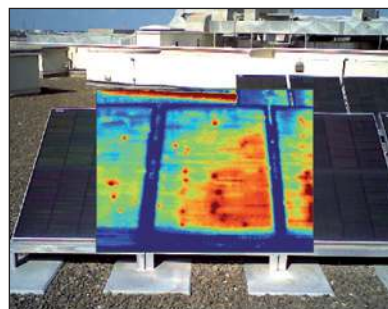
Le condizioni più favorevoli per il rilevamento di questo tipo di problemi si verificano quando il pannello produce la maggior quantità di energia, solitamente nel bel mezzo di una giornata soleggiata. In presenza di tali condizioni, le celle possono registrare temperature che raggiungono i 111 °C, come nell'esempio riportato a destra.

In base alla struttura del pannello fotovoltaico le celle sono connesse in serie per ottenere il voltaggio più adeguato per l'inverter utilizzato, un guasto in una delle suddette celle potrebbe portare a una perdita totale o parziale di potenza in un pannello fotovoltaico.

In ogni caso, questo tipo di problema può portare a una riduzione della potenza del pannello, con conseguente ritardo nel ritorno sull'investimento. Inoltre, i problemi associati al surriscaldamento possono portare alla riduzione dell'efficienza delle celle adiacenti o addirittura alla loro rottura, con una diffusione del



L'effetto della temperatura sulle curve delle prestazioni



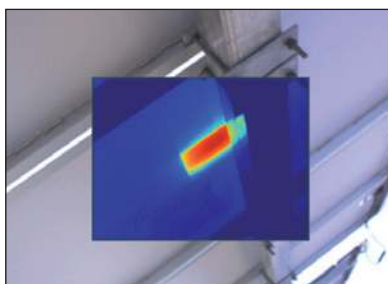
Pannello solare con diversi punti e aree caldi

problema in tutto il pannello.

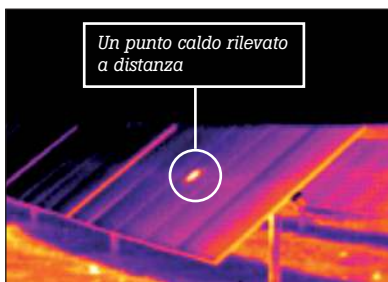
I pannelli fotovoltaici possono essere ispezionati con una termocamera dalla parte anteriore o posteriore del pannello. Quest'ultimo tipo di ispezione presenta il vantaggio di evitare problemi connessi ai riflessi solari o ai riflessi dovuti alla bassa radianza associata alla superficie cristallina del pannello.

In ogni caso, la termografia consente di identificare rapidamente e a distanza i pannelli con punti caldi. È sufficiente eseguire la scansione dell'impianto con una termocamera.

Per cercare di evitare i problemi associati alla polarizzazione inversa delle celle, i moduli fotovoltaici potrebbero includere diodi di protezione (di blocco, a senso unico o di bypass) che consentiranno di dissipare più potenza quanto



Termografia eseguita dal retro del pannello

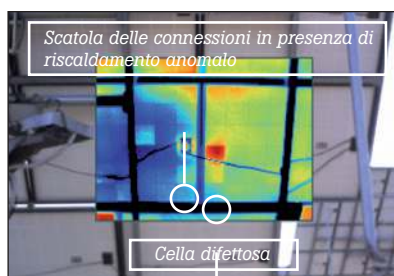


Ispezione simultanea di diversi pannelli fotovoltaici

maggiore sarà il numero delle celle difettose. Questo riscaldamento può essere rilevato anche utilizzando la termocamera mediante l'esame del pannello dal lato delle connessioni.



Connessioni e scatola dei diodi di protezione



Problemi di riscaldamento nella cella e nella scatola delle connessioni

È necessario prestare particolare attenzione alla presenza di ombre proiettate sui pannelli fotovoltaici da alberi, torri di media tensione, altri pannelli, ecc., che potrebbero causare la comparsa di aree termiche irregolari che potrebbero causare un'interpretazione falsata (in particolare se le immagini termiche vengono acquisite troppo presto al mattino o troppo tardi la sera).

Allo stesso modo, è necessario tenere in considerazione il vento poiché ridurrà la temperatura dei punti caldi tramite la convezione, e questi potrebbero non essere considerati come guasti reali.

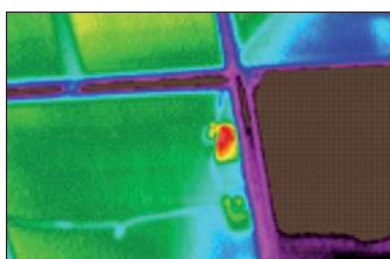
Altri elementi da ispezionare

Altre aree possibili da esaminare con una termocamera sono i motori. A causa delle diverse circostanze, quali le condizioni atmosferiche attorno ai motori o al loro dimensionamento sbagliato, i motori potrebbero surriscaldarsi al punto da ridurre sensibilmente la loro vita utile. Questo riscaldamento potrebbe essere causato da problemi meccanici che possono interessare cuscinetti e allineamento, problemi

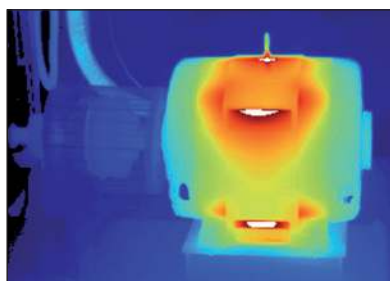
di ventilazione e perdite di avvolgimento.

Per verificare che il motore funzioni alla perfezione, vale la pena utilizzare altri strumenti di misurazione quali pinze per misurare perdite e tester di isolamento.

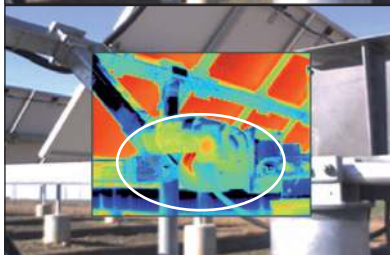
Allo stesso modo, è possibile utilizzare una termocamera per rilevare problemi di riscaldamento negli inverter e nei trasformatori di media tensione. Nei trasformatori di media tensione, è possibile rilevare problemi nelle connessioni a bassa e media tensione, nonché problemi di avvolgimento interni.



Un pannello con aree termiche irregolari a causa delle ombre proiettate su di esso



Un motore con riscaldamento eccessivo a causa di un problema di isolamento



Verifica termica del motore

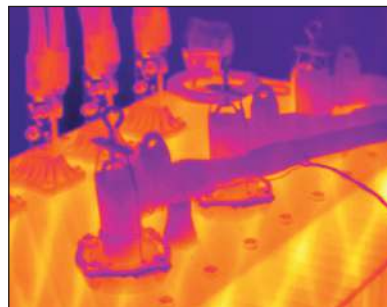
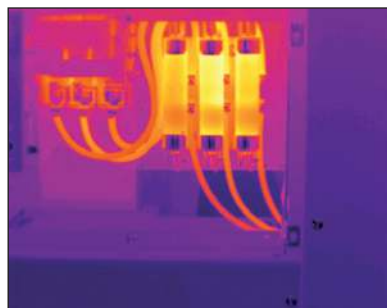
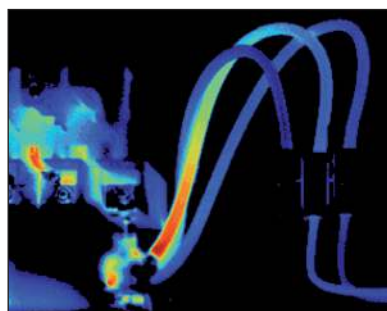


Immagine termica delle connessioni di un trasformatore di media tensione

Un'altra area in cui la termografia può essere di enorme aiuto per la manutenzione preventiva e predittiva è l'ispezione di tutti i punti di connessione, che potrebbero allentarsi nel tempo, portando a problemi operativi e a guasti evitabili, in particolare considerando il fatto che un impianto fotovoltaico può presentare un elevato numero di connessioni e di pannelli elettrici sia in CA che in CC. Per tale motivo, è bene ricordare che una connessione difettosa può tradursi in un punto di resistenza maggiore; in altre parole, in un punto in cui sarà presente una dissipazione termica maggiore dovuta all'effetto Joule.



Esempi di immagini termografiche che indicano punti con connessioni difettose

Conclusioni

Considerato il periodo di ammortamento degli impianti fotovoltaici (tra i 6 e i 10 anni), è fondamentale garantire che la resa dell'impianto rientri nei limiti considerati durante la fase di progettazione dello stesso, in modo che la sua redditività possa essere garantita durante l'intero periodo di funzionamento. In tal senso, la termografia rappresenta uno strumento essenziale per l'analisi del funzionamento e dell'efficienza dei vari elementi che costituiscono l'impianto: moduli fotovoltaici, connessioni, motori, trasformatori, inverter, e così via. Una riduzione dell'efficienza dei pannelli fotovoltaici può portare a un sensibile aumento del periodo di ammortamento dell'impianto.

Come nel caso di molti altri impianti e processi, la temperatura rappresenta una variabile decisiva per il funzionamento corretto dell'apparecchiatura. Esiste ad esempio una regola di base secondo cui, per un dato elemento dell'attrezzatura, un aumento di 10 °C della temperatura operativa rispetto a quella consigliata dal produttore potrebbe portare a una riduzione del 50% della sua vita utile. Questa semplice regola

dimostra come delle temperature eccessive possano comportare costi significativi relativamente alle attrezzature e alla manutenzione generale. Inoltre, se si considera che i pannelli solari sono elementi che integrano un vasto numero di celle a semiconduttore, il calore generato in una cella difettosa può portare a un deterioramento delle celle vicine, aggravando il problema nel tempo.

Un altro aspetto estremamente importante è il corretto funzionamento dell'impianto durante il processo di avvio. In tal caso, una termocamera è uno strumento estremamente prezioso, poiché consente al direttore dell'impianto di rilevare la presenza di pannelli fotovoltaici con difetti di produzione e di ricorrere alle garanzie pertinenti.

Tutti questi aspetti dimostrano come la termografia sia uno strumento essenziale per la gestione degli impianti. Inoltre, lo strumento è estremamente semplice da usare, il che ne consente la totale integrazione nella serie di soluzioni utilizzate dai tecnici addetti alla manutenzione (multimetri, multimetri a pinza, pinze di dispersione, tester di isolamento e analizzatori della qualità della potenza).

Fluke. *Keeping your world up and running.*®

Fluke Italia S.r.l.
Viale Lombardia 218
20047 Brugherio

Tel.: 039 28 97 31
Fax: 039 28 73 556
E-mail: info@it.fluke.nl
Web: www.fluke.it

© Copyright 2011 Fluke Corporation. Tutti i diritti riservati. I prezzi indicativi sono prezzi di vendita consigliati (IVA escl.). Stampato nei Paesi Bassi 04/2011. Dati passibili di modifiche senza preavviso. Pub_ID: 11551-ita