

Studio del miglioramento delle prestazioni degli Impianti fotovoltaici di un'azienda

Candidato: Juan Rafael MORALES CELIS

Relatore: Prof. Ing. Filippo SPERTINO

I. Introduzione

L'energia solare fotovoltaica è una risorsa d'energia rinnovabile che, col passare del tempo è diventata importante come si può evincere dagli obiettivi che la coinvolgono nelle politiche internazionali per il futuro. In Italia questo tipo di risorsa ancora è minoritario rispetto ad altri tipi di produzione di energia elettrica, in accordo ai dati dalla piattaforma performance del GSE.

Nell'ambito della tesi svolta presso l'azienda IMAM AMBIENTE S.r.l., si è approfondito la conoscenza delle sue attività. In particolare, dal 2008 l'azienda si è impegnata nella produzione di energia elettrica tramite fonti rinnovabili quali eolica e solare. Perciò parte di suoi obiettivi sono rivolti al miglioramento delle prestazioni di queste due tecnologie di produzione di energia elettrica e la riduzione dell'impatto ambientale; per il raggiungimento degli obiettivi globali di riduzione delle emissioni dannose per il clima del pianeta.

Quindi questo elaborato riguarda uno studio del miglioramento delle prestazioni degli impianti fotovoltaici già in funzionamento, appartenenti all'azienda. Questo studio viene fatto grazie ad un banca dati accessibile agli studenti del Politecnico di Torino e dall'istituto di meteorologia METEOBLUE.

Sulla base dei dati acquisiti, si decide di focalizzare ed ipotizzare il miglioramento delle prestazioni tramite la simulazione di un controllo di temperatura dei moduli fotovoltaici ottenendo così maggiorazioni di energia prodotta e perciò ricavi economici proveniente dagli incentivi che il GSE concede all'azienda operante nel settore.

Si prende in considerazione il comune di San Pietro Vernotico, Puglia e Carlentini e in Sicilia. In questi comuni sono situati i loro 5 impianti fotovoltaici in territorio italiano. Si sono analizzate le variabili metereologiche quali temperatura ambiente dell'aria, modulo della velocità del vento e l'irradianza; con lo scopo di riprodurre la temperatura dei moduli fotovoltaici

attraverso il modello di bilancio di energia (modello di Mattei) e il modello NOCT (basato su dati del costruttore del modulo) durante l'anno 2018 per dopo ottenere l'energia prodotta annua con il modello di temperatura più approssimato alla realtà e paragonarla con i dati osservati dagli inverter dell'azienda ovvero i dati forniti dal GSE.

II. Dipendenza dell'efficienza dalla temperatura ed effetti nell'energia

Le prestazioni delle celle solari decrementano con l'incremento della temperatura, soprattutto a causa dell'aumento dei coefficienti legati ai rapporti tra temperatura e produzione energetica. L'effetto della temperatura ha un ruolo molto importante nel processo della conversione fotovoltaica. Entrambe le grandezze (efficienza elettrica e potenza di uscita di un modulo fotovoltaico) dipendono della temperatura di operazione.

Varie correlazioni proposte nella letteratura, rappresentata di maniera semplificata nell'insieme di equazioni possono essere applicate ai moduli oppure a stringhe fotovoltaiche allocate in cornici autoportanti, collettori termici e sistemi integrati fotovoltaici, rispettivamente. La prestazione elettrica è principalmente influenzata attraverso il materiale utilizzato per la creazione dei moduli fotovoltaici.

Numerose correlazioni per la temperatura della cella che sono evidenziate nella letteratura evolvono basicamente variabili ambientali e parametri numerici che sono dipendenti sia del sistema sia dei materiali di progetto dei moduli. In genere, la performance ratio (PR) decrementa con l'altitudine dovuto alla temperatura però ci sono regioni con elevata altitudine e con un elevato rapporto ratio dovuto a basse temperature come il Sud della cordigliera delle Ande (Sudamerica), la regione dell'Himalaya e la regione Antartica.

III. Calcolo della temperatura dei moduli col metodo di bilancio di energia

La temperatura dei moduli fotovoltaici policristallini si può modellare attraverso un insieme di equazioni ma in questo caso si è deciso di scegliere il modello di Mattei, legato al bilancio di energia, visto che è il metodo più preciso.

È un modello riguardante le variabili meteorologiche quali velocità del vento $U_{pv}(v_w)$, temperatura ambiente T_a ed irradianza solare, oltre a fattori costanti dipendenti dalla costruzione dei moduli. Tutto quanto si evidenzia nell'equazione (1)

$$U_{pv}(v_w) = 26.6 + 2.3 * v_w$$

$$T_c = \frac{U_{pv}(v_w) * T_a + I * [\tau * \alpha - \eta_{STC}(1 - \beta_{STC}T_{STC})]}{U_{pv}(v_w) + \beta_{STC} * \eta_{STC} * I} \quad (1)$$

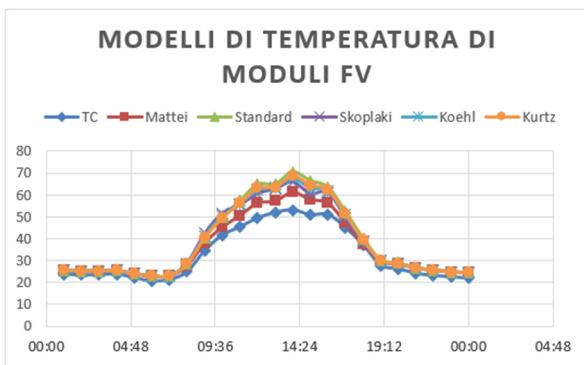


Figura 1. Temperatura Moduli FV

Nella figura 1 sono mostrati gli andamenti della temperatura dei moduli calcolati con i diversi modelli rispetto alla temperatura misurata T_c in colore blu. Il modello di Mattei fornisce i valori di temperatura che più si avvicinano alla temperatura misurata.

All'interno della tesi viene spiegato il modello NOCT, che coinvolge soltanto temperatura ambiente ed irradianza solare, per cui è meno preciso e si evidenzia una differenza considerevole di temperatura di qualunque modello ed il modello NOCT

IV. Calcolo della producibilità di energia degli impianti

Oltre alla scelta del modello di temperatura di Mattei, si fa la simulazione del controllo di temperatura tramite raffreddamento ad acqua

nebulizzata ed eventualmente si calcola l'energia prodotta in queste condizioni. si fanno calcoli dei ricavi economici dovuto all'aumento di energia. Quindi si evince la convenienza dell'installazione del suddetto controllo di temperatura, dato che il ritorno dell'investimento varia tra 3 e 6 anni, in base all'impianto, visto che sono 4 impianti ad analizzare.

La produzione energetica degli impianti in funzionamento si può individuare in accordo all'equazione (2)

$$\sum_{n=1}^{365} (P_n * \eta_{inv} * h_{eq,n} * \pi_{ter,n} * \eta_{MPPT} * \eta_{DC}) \quad (2)$$

Dove E_T = Energia prodotta annua; P_n = Potenza nominale del campo FV; η_{inv} = Efficienza degli inverter connessi al campo FV; $h_{eq,n}$ = Ore equivalenti giornaliere; $\pi_{ter,n}$ = Coefficiente termico giornaliero; η_{MPPT} = Efficienza degli MPPT connessi al campo FV; η_{DC} = Efficienza dei cavi solari. Successivamente si è evidenziato un aumento moderato di energia nel periodo estivo come si vede in figura 2.

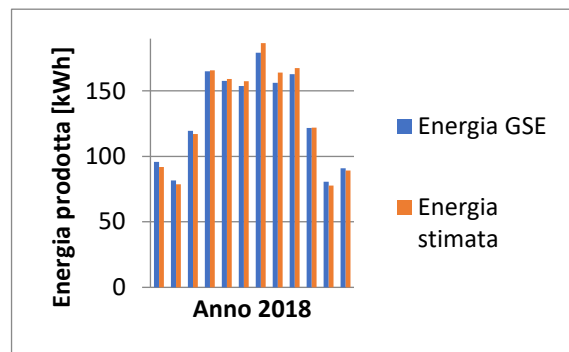


Figura 2. Produzione di energia anno 2018

V. Conclusioni

Il miglioramento delle prestazioni può avvenire con l'installazione di un impianto di raffreddamento tramite acqua nebulizzata. L'aumento dell'energia si stima tra l'1% e l'8%, permettendo una maggiorazione non trascurabile dei ricavi economici e ottenendo un ritorno dell'investimento tra 3 e 6 anni. La convenienza dell'installazione di tale impianto di controllo aumenta se gli impianti sono installati al più presto possibile e non oltre il 2024.

Inoltre, si evince la convenienza del monitoraggio della temperatura dei moduli FV in posti più vicini all'equatore.