



Università degli Studi di Salerno

Facoltà di Ingegneria

Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione, Ingegneria Elettrica e Matematica Applicata

Dottorato di Ricerca in Ingegneria dell'Informazione
XIII Ciclo – Nuova Serie

TESI DI DOTTORATO

Photovoltaic Systems Reconfiguration

CANDIDATO: PIETRO LUIGI CAROTENUTO

COORDINATORE: PROF. MAURIZIO LONGO

TUTOR: PROF. GIOVANNI SPAGNUOLO

Anno Accademico 2014 – 2015

Un campo fotovoltaico è tipicamente composto da pannelli connessi elettricamente in serie, formando così stringhe, le quali vengono poi connesse in parallelo. In tal modo si adattano i valori di corrente e tensione del generatore agli intervalli di funzionamento del sistema elettronico di potenza che processa l'energia prodotta, veicolandola verso il carico o la rete elettrica.

Le prestazioni dei sistemi fotovoltaici si riducono quando si verifica un fenomeno di ombreggiamento parziale del campo. In questo caso, i moduli che compongono il campo lavorano in condizioni anche molto differenti tra loro e le componenti del sistema potrebbero non garantire la massimizzazione dell'energia prodotta e/o il rispetto dei vincoli operativi del sistema elettronico di potenza.

La riconfigurazione delle connessioni elettriche tra i pannelli consente di massimizzare le prestazioni dell'impianto fotovoltaico, ma richiede da un lato l'aggiunta di ulteriori componenti hardware al sistema e dall'altro il rilevamento stesso dei fenomeni di ombreggiamento per eseguire la procedura di riconfigurazione soltanto quando necessaria, minimizzando i consumi di energia legati all'esecuzione stessa della procedura. La scelta della configurazione elettrica dei pannelli viene stabilita da un opportuno algoritmo ed attuata mediante una matrice di relè.

L'algoritmo di riconfigurazione proposto in questo lavoro di ricerca è basato su un approccio evolutivo. Al fine di minimizzare i tempi di esecuzione dell'algoritmo, il numero dei campioni delle caratteristiche tensione - corrente dei pannelli fotovoltaici viene ridotto mediante una opportuna tecnica di decimazione. L'algoritmo di decimazione può essere utilizzato anche per fini diagnostici, ad esempio per determinare quanto i moduli che compongono i pannelli fotovoltaici sono differenzialmente illuminati.

Nella Tesi sono confrontati i risultati ottenuti dall'algoritmo genetico quando questo operi con le caratteristiche originali o con quelle decimate. In particolare, si analizzano le prestazioni dell'algoritmo genetico per particolari scenari di ombreggiamento e si valuta come l'energia giornaliera prodotta possa dipendere dalla frequenza di riconfigurazione.

Dato che una frequenza di riconfigurazione fissa potrebbe essere disallineata con la velocità di transito di un'ombra sul campo fotovoltaico, nella Tesi viene proposta una procedura di rilevamento dei fenomeni di ombreggiamento parziale del campo fotovoltaico basata sull'analisi delle variazioni dei valori di tensione e corrente di stringa rispetto a quelli assunti dopo ogni riconfigurazione.

Tuttavia, poiché questa procedura è in grado di ridurre la frequenza di riconfigurazione quando nessun fenomeno di ombreggiamento si verifica, ma potrebbe non essere in grado di limitare il numero di riconfigurazioni nel corso del transito dell'ombra sul campo fotovoltaico, viene proposta anche una tecnica per stimare il percorso seguito da un'ombra sul campo fotovoltaico e la relativa velocità di transito.

Questa stima viene eseguita analizzando i valori di corrente restituiti dall'algoritmo di decimazione. In tal modo, è anche possibile predire l'intervallo di tempo necessario affinché l'ombra si sposti di un determinato numero di moduli fotovoltaici oppure di stringhe e dunque il successivo istante di riconfigurazione.