

## MAXIMUM POWER POINT TRACKING CON CONTROLLO SLIDING MODE

*N. Femia<sup>(1)</sup>, E. Mamarelis<sup>(1)</sup>, G. Petrone<sup>(1)</sup>, G. Spagnuolo<sup>(1)</sup>, M. Vitelli<sup>(2)</sup>*

<sup>(1)</sup> Dip. di Ingegneria Elettronica e Ingegneria Informatica- Università degli studi di Salerno -  
Via Ponte don Melillo – 84084-Fisciano

<sup>(2)</sup> Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione - Seconda Università di Napoli

Negli ultimi anni si è avuta una forte espansione degli impianti fotovoltaici integrati negli edifici (Building Integrated Photovoltaic BI-PV). Tale crescita in parte è legata alle tariffe incentivanti che premiano questo tipo d'installazione anche quando la disposizione dei moduli non è ottimale (ad esempio per effetto delle differenti inclinazioni delle falde dei tetti). Inoltre, sono frequenti i casi in cui le ombre di edifici vicini si proiettano su parte del campo fotovoltaico penalizzando ulteriormente la produttività energetica dell'impianto. Per questi motivi, soprattutto in questo tipo di applicazioni, è conveniente utilizzare nuovi dispositivi elettronici, denominati "power optimizer", capaci di massimizzare la potenza estratta da ogni pannello quando si è in presenza di forte mismatch. Tali dispositivi sono realizzati mediante circuiti switching dc/dc (in alcuni casi dc/ac) equipaggiati con un'opportuna logica di controllo in grado di regolare il punto di lavoro del modulo fotovoltaico che viene collegato al suo ingresso. La figura 1a mostra una tipica architettura basata sul concetto di Distributed Maximum Power Point Tracking (DMPPT) [1].

Sebbene ci siano diverse aziende che commercializzano convertitori per il DMPPT, il costo elevato e le prestazioni non ancora ottimali ne hanno, a oggi, limitato la diffusione.

Le attività di ricerca riguardanti le architetture DMPPT sono prevalentemente finalizzate allo studio e allo sviluppo dello stadio di potenza a elevatissima efficienza (>98%) e di controllori molto performanti e robusti e allo stesso tempo di facile implementazione per essere integrati nei singoli moduli a un costo ragionevole.

Nell'ultimo anno, l'attività di ricerca svolta dal gruppo di elettrotecnica dell'Università di Salerno, è stata focalizzata allo sviluppo di una nuova tecnica MPPT basata sull'utilizzo del controllo Sliding Mode (SM). Tale tecnica utilizza la corrente del condensatore interposto tra pannello fotovoltaico e convertitore per identificare in modo efficace le variazioni di corrente e tensione dovute alle condizioni ambientali. Lo schema di principio è riportato nella fig. 1b.

Il controllo a doppio loop, proposto in tale schema, assicura un veloce inseguimento del punto di massima potenza, anche in presenza di rapide variazioni delle condizioni ambientali. Un secondo vantaggio di tale configurazione è l'elevata reiezione ai disturbi che, nelle architetture DMPPT-based, rappresenta un requisito fondamentale per evitare un condizionamento reciproco tra i vari convertitori utilizzati nel sistema. Infine va evidenziato che, quantunque si tratti di una regolazione a doppio loop, la presenza del controllo SM sul loop interno rende molto agevole l'implementazione hardware sia in analogico che in digitale.

La tecnica di controllo MPPT sviluppata presso l'Università di Salerno è stata ottimizzata per essere implementata su microcontrollori del tipo DS-PIC, che ne favoriscono l'impiego in applicazioni a basso costo.

E' importante evidenziare che il miglioramento delle performance dei convertitori di pannello favorisce l'integrazione dell'elettronica "on board" ed apre nuovi scenari all'utilizzo dei sistemi fotovoltaici in settori come quello della mobilità sostenibile in cui fino ad oggi il fotovoltaico ha avuto un ruolo marginale. I sistemi di alimentazione ausiliari in veicoli elettrici o piccole imbarcazioni alimentati da moduli fotovoltaici costituiscono possibili

esempi di applicazione dell'architettura DMPPT che evidenziano le potenzialità del controllo MPPT veloce, grazie al quale è possibile conseguire uno sfruttamento ottimale dei pannelli fotovoltaici anche con veicolo in movimento ovvero quando si presentano rapide alternanze di condizioni luce-ombra.

La figura 2 mostra l'andamento del punto di lavoro in presenza di una brusca variazione di soleggiamento. I risultati dell'attività di ricerca sono riportati in [2] e [3] e saranno presentati alla conferenza internazionale ISIE2011.

La tecnica di controllo MPPT sliding-mode è stata sviluppata in collaborazione con Bitron S.p.A ed è oggetto di una domanda di brevetto.

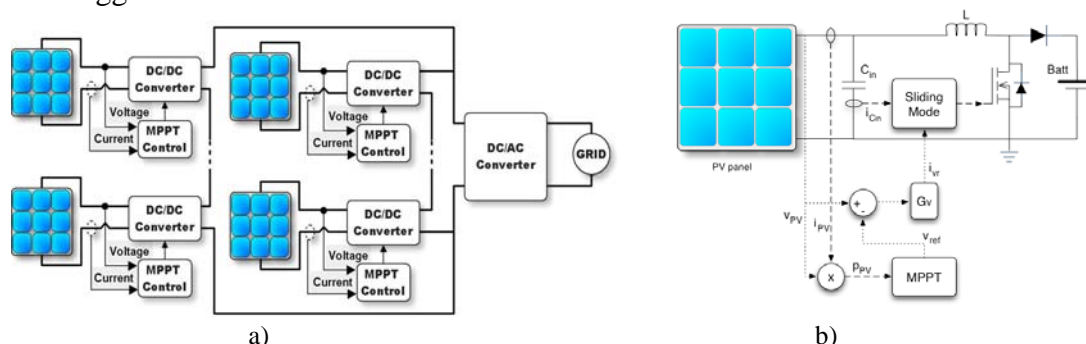


Figura 1 a): Architettura DMPPT di un impianto grid-connected.  
b): Sliding Mode MPPT Controller su convertitore di pannello

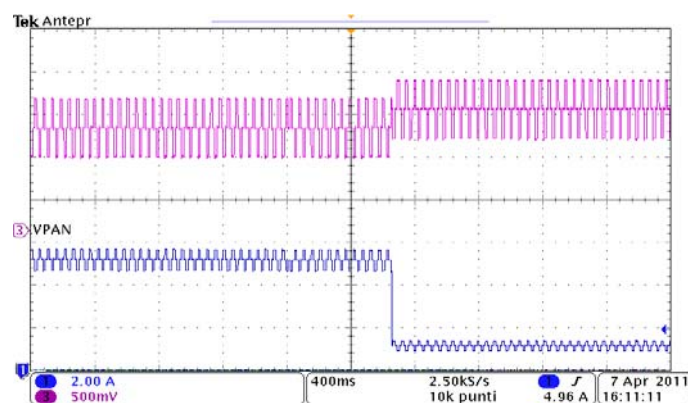


Figura 2 Tensione (magenta) e corrente (blu) del modulo fotovoltaico in presenza di rapida variazione del soleggiamento

[1] G. Adinolfi, N.Femia, G.Petrone, G.Spagnuolo, M.Vitelli: "Design of dc/dc Converters for DMPPT PV Applications Based on the Concept of Energetic Efficiency", Journal of Solar Energy Engineering, - May 2010 - Volume 132, Issue 2, 021005

[2] E. Bianconi, J. Calvente, R. Giral, G. Petrone, C. A. Ramos-Paja, G. Spagnuolo, M.Vitelli: "Improving the Perturb and Observe maximum power point tracking by using Sliding Mode Control" accepted for presentation to the ISIE 2011 conference

[3] E. Bianconi, J. Calvente, R. Giral, G. Petrone, C. A. Ramos-Paja, G. Spagnuolo, M.Vitelli: "A fast current-based MPPT technique based on sliding mode control" accepted for presentation to the ISIE 2011 conference