

# **ANALISI DI GENERATORI SINCRONI A MAGNETI PERMANENTI PER PRODUZIONE DI ENERGIA DA FONTE EOLICA**

*Lorenzo Bastianelli, Ermanno Cardelli, Antonio Faba, Michele Pompei, Enrico Raschi*

Università degli Studi di Perugia  
Dipartimento di Ingegneria  
Via G. Duranti 93, 06125, Perugia

L'analisi e l'ottimizzazione di sistemi di micro produzione da fonte eolica è una attività multidisciplinare. La modellazione numerica delle principali parti costituenti il sistema è assai utile per precedere e migliorarne le prestazioni statiche e dinamiche, attraverso la definizione di opportune strategie di controllo. Anche i test sperimentali sono molto importanti, sia per la validazione dei modelli numerici dedicati, sia per la verifica dell'efficienza e della robustezza dei controlli.

Il tipico sistema di micro-generazione da fonte eolica considerato è rappresentato nel diagramma a blocchi di fig. 1. La turbina è accoppiata ad un generatore sincrono a magneti permanenti.

L'uscita trifase del generatore, attraverso uno stadio di conversion ac-dc ed uno stadio successivo di "boost converter", va in rete, o può essere gestita in isola con eventuali sistemi di accumulo.

L'analisi condotta prevede:

- un modello lineare e tempo-invariante per il generatore;
- la considerazione di fenomeni di "damping" per effetto della variazione brusca della direzione e della velocità del vento;
- un modello lineare per i sistemi di conversione.

I diodi e gli IGBT sono simulati mediante i loro circuiti dinamici equivalenti.

In particolare la caratteristica di "turn off" degli IGBT è rappresentata con due tratti lineari a pendenza differente, raccordati tra di loro.

Tutto il modello matematico è stato implementato in ambiente Matlab-Simulink<sup>TM</sup>.

Le sollecitazioni meccaniche sono state utilizzate come ingresso al sistema di simulazione così implementato. Il "duty ratio" del convertitore "boost" e la frequenza di lavoro dello stadio finale di conversione PWM sono stati impostati con n controllo per avere il massimo trasferimento di potenza elettrica.

L'attività sperimentale ha riguardato la realizzazione di un banco prova completo per la rilevazione delle grandezze elettriche e meccaniche principali.

In particolare il sistema di misura messo a punto rileva la coppia e la velocità di rotazione all'albero della turbina, i valori di tensione e corrente in tutte le sezioni del sistema.

La velocità e la coppia in ingresso sono controllate mediante un motore asincrono trifase pilotato con inverter e controllo a quattro quadranti.

I primi risultati sono soddisfacenti.

La ricerca sta proseguendo, con prove sperimentali in galleria del vento.

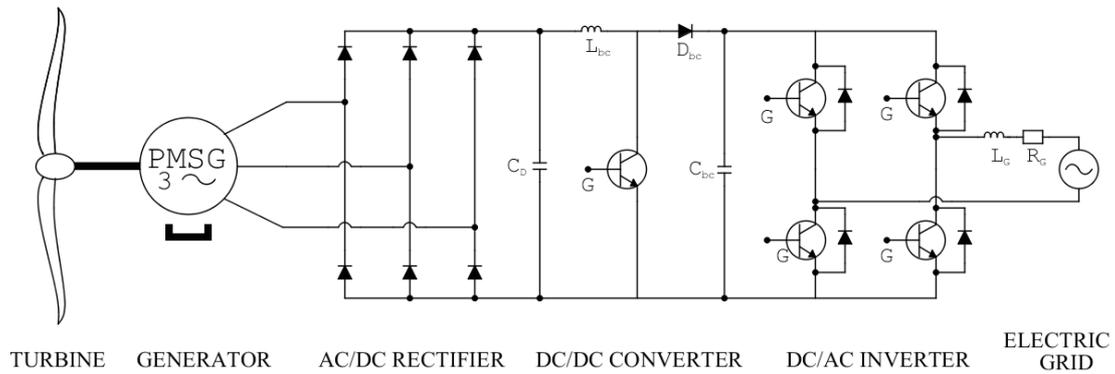


Fig. 1: Schema a blocchi del sistema di generazione da fonte eolica

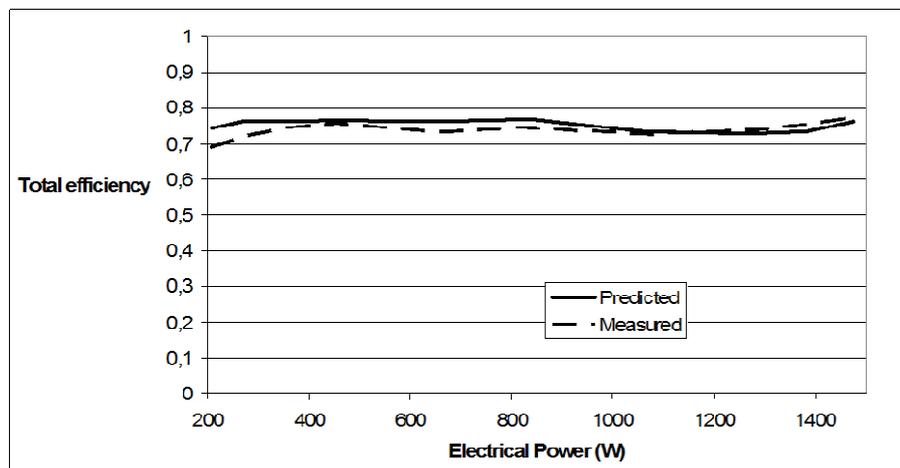


Fig. 2: Risultati teorici e sperimentali.

### Bibliografia

- [1] Wood, D. (2011). Small wind turbines: analysis, design, and application. Springer.
- [2] Arifujjaman, M. (2011). Modeling and Simulation of Grid Connected Permanent Magnet Generator (PMG)-based Small Wind Energy Conversion Systems. The Open Renewable Energy Journal, 4, 13-18.
- [3] Cai, H., Wood, D., & Sun, Q. (2013). Small wind turbine generator monitoring: A test facility and preliminary analysis. Proc. of 2013 IEEE QR2MSE International Conference, pp. 1698-1701.