

# IMPIANTO FOTOVOLTAICO SPERIMENTALE CON ACCUMULO DI ENERGIA BASATO SULL'IDROGENO

Gabriele Grandi, Ugo Reggiani, Claudio Rossi, Domenico Casadei

Dipartimento di Ingegneria Elettrica  
Alma Mater Studiorum - Università di Bologna  
viale Risorgimento 2, 40136 – Bologna

Le attività di ricerca presso l'Unità di Bologna nel settore delle fonti energetiche rinnovabili riguardano prevalentemente il settore eolico, quello fotovoltaico, e le tecnologie dell'idrogeno come vettore energetico.

E' stato recentemente realizzato presso i laboratori del DIE un impianto fotovoltaico sperimentale con sistema di accumulo dell'energia basato sull'idrogeno (per maggiori dettagli visitare il sito web: <http://www.die.ing.unibo.it/solar/index.html>). L'impianto ha valenza prevalentemente didattica e dimostrativa per quanto concerne il ciclo dell'idrogeno, è invece particolarmente utile all'Unità di Bologna per quanto concerne la validazione sperimentale della ricerca nel settore fotovoltaico. In particolare, l'attività della sede è rivolta alle tecniche di massima estrazione di potenza, agli algoritmi di regolazione dei flussi energetici pannelli-rete, ed alla modularità del sistema fotovoltaico di generazione e conversione.

L'impianto afferisce anche al "Laboratorio ERG" (vedi <http://www.die.ing.unibo.it/erg.pdf>), finanziato dalla Regione Emilia Romagna, che promuove lo studio dei sistemi e delle tecnologie energetiche innovative.

Lo schema elettrico della realizzazione sperimentale è rappresentato in Fig. 1. I principali elementi del sistema sono (Fig. 2): i pannelli fotovoltaici, l'elettrolizzatore e la cella a combustibile. Ciascuno di questi elementi è dotato di un convertitore *dc/dc* dedicato di tipo *chopper* che consente di sfruttarne al meglio le prestazioni, realizzando un disaccoppiamento elettrico dal *bus dc* comune. A sua volta, il *bus dc* è connesso alla rete elettrica o al carico (in isola) da un *inverter* a tensione impressa. La regolazione della conversione fotovoltaica prevede un unico *chopper* di grossa taglia (come rappresentato in figura) o più *chopper* in parallelo di taglia ridotta, ciascuno dei quali raggruppa un limitato numero di pannelli. Sono attualmente allo studio soluzioni originali che prevedono un *chopper* per ogni coppia di pannelli (in configurazione *tandem*), al fine di massimizzare le prestazioni e per offrire la massima modularità e flessibilità al sistema.

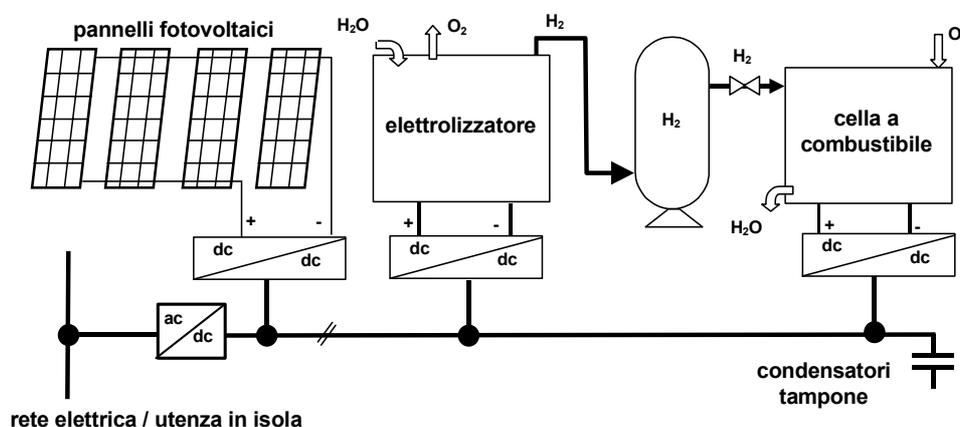


Fig.1. Schema elettrico della realizzazione sperimentale.

Le due casistiche di parallelo con la rete e di carico in isola presentano diverse architetture del sistema di controllo:

#### Parallelo con la rete

La regolazione della tensione del *bus dc* avviene in questo caso con l'*inverter*, che può anche svolgere la funzionalità di filtro attivo nei confronti della rete elettrica di distribuzione.

I convertitori *dc/dc* dei vari elementi del sistema si limitano a trasferire energia verso il *bus dc* sotto forma di correnti impulsive, livellate da un banco di condensatori elettrolitici o da *supercondensatori*. In particolare, i pannelli lavorano sempre in condizioni di massima potenza e tutta l'energia prodotta, a meno di quella eventualmente assorbita/prodotta dall'elettrolizzatore/cella a combustibile, viene convogliata verso la rete dall'*inverter*, che mantiene costante la tensione del *bus dc*.

#### Carico in isola

La regolazione della tensione del *bus dc* avviene in questo caso con l'elettrolizzatore o con la cella a combustibile, a seconda che la tensione sul *bus dc* sia superiore o inferiore alla tensione di riferimento, rispettivamente. Anche in questo caso i pannelli lavorano sempre in condizioni di massima potenza: la quota parte di energia prodotta che non viene utilizzata dal carico provoca un aumento della tensione del *bus dc* che, salendo al di sopra del livello di riferimento, innesca l'elettrolizzatore. Questo impiega l'energia in esubero per produrre l'idrogeno, accumulato in forma gassosa nei serbatoi. Quando invece l'utenza assorbe più energia di quella prodotta dai pannelli, la tensione del *bus dc* scende di sotto al riferimento, attivando la cella a combustibile che utilizza l'idrogeno per produrre l'energia mancante.



**Cella a combustibile**  
Ballard Nexa

**Elettrolizzatore**  
Claind HG2000

**Pannelli solari**  
Shell Solar SQ150

**Serbatoi idrogeno**  
200 Atm / 10 Atm

Fig. 2. Immagini dei principali elementi della realizzazione sperimentale.

#### **Bibliografia**

- D. Casadei, G. Grandi, C. Rossi: *A MPPT algorithm for single-phase single-stage photovoltaic converters*. 6th IFAC World Congress, Prague (Czech Republic), July 4-8, 2005.
- D. Casadei, G. Grandi, C. Rossi: *Single-phase single-stage photovoltaic generation system based on a ripple correlation control maximum power point tracking*. Publication in progress, IEEE Trans. on PES, 2005.
- D. Casadei, G. Grandi, C. Rossi, M. Paolone: *Impianto sperimentale per la produzione di energia elettrica fotovoltaica con sistema di accumulo ad idrogeno*. Conferenza Nazionale sulla Politica Energetica in Italia, Bologna (IT), 18-19 Aprile 2005.