

# Sistema di monitoraggio delle correnti in ingresso in impianti fotovoltaici

L. Magni, F. Magnino – PRAGMA ENGINEERING

## LA SFIDA

Realizzare un sistema di monitoraggio delle correnti DC in ingresso all'inverter per impianti fotovoltaici con potenza superiore a 1 Megawatt per una verifica funzionale e una verifica prestazionale degli impianti stessi.

## LA SOLUZIONE

Sviluppare un sistema MTS (Monitoring and Telecontrol System) basato su NI CompactRIO e NI LabVIEW Real-Time completamente integrato con il sistema SCADA del committente per la rilevazione delle correnti in ingresso all'inverter ed il calcolo del rendimento dell'impianto.

## Prodotti utilizzati

LabVIEW

CompactRIO

LabVIEW Real-Time

*Il sistema di monitoraggio e supervisione realizzato consente l'acquisizione delle correnti DC in ingresso a un inverter di un impianto fotovoltaico. In particolare il monitoraggio prevede l'acquisizione di quattro linee in DC in ingresso ripartite su due distinti inverter, di cui la prima è l'unità master e la seconda è l'unità slave, per complessivi otto canali di corrente.*

*Tramite l'impiego di specifici trasduttori a effetto Hall le correnti in DC sono acquisite dal sistema con un buon livello di precisione al fine di garantire verifiche sulle correnti complessive generate e sull'efficienza dell'impianto.*

*Il sistema, collocato nella cabina di potenza, non dispone di visualizzazioni in locale, ma può essere interrogato via protocollo MODBUS/TCP/IP tramite la connessione ethernet presente sul controllore. Il sistema è opportunamente configurato con i parametri MODBUS per consentirne l'interrogazione tramite lo stesso applicativo SCADA che gestisce l'intero impianto.*

Lo sviluppo del sistema di monitoraggio delle correnti DC in ingresso all'inverter si pone nell'ambito del controllo e della diagnostica di impianti fotovoltaici per la generazione di energia elettrica. Dato l'elevato interesse in merito alle fonti energetiche rinnovabili e soprattutto agli aspetti inerenti il risparmio e l'efficienza dei processi di generazione dell'energia (secondo anche le recenti direttive Italiane e Comunitarie sull'efficienza energetica), il monitoraggio delle correnti prodotte dai moduli fotovoltaici in ingresso a un



Figura 1 - Sistema IDCCMS

**“L'uso della piattaforma CompactRIO ha consentito l'implementazione di un sistema di monitoraggio adatto ad essere utilizzato in impianti fotovoltaici per la generazione di energia elettrica.”**

inverter è essenziale al fine di poter fornire una stima dell'efficienza e del rendimento dell'impianto. Anche se la normativa non impone l'installazione di un sistema di monitoraggio e di supervisione ad hoc, di fatto la verifica dell'efficienza e del rendimento di impianto rappresenta un requisito base per l'utente finale. La spinta verso impianti fotovoltaici controllati e supervisionati ha di fatto obbligato i vari produttori/gestori ad adeguare i propri impianti: integrando nei propri sistemi una sezione per la misura e la verifica delle correnti in ingresso all'inverter.

Le unità MTS, denominate IDCCMS (Inverter DC Current Monitoring System) sono state installate presso tre grandi impianti fotovoltaici con potenze di 2 e 4 megawatt. Gli impianti fotovoltaici oggetto

dell'intervento sono dotati di cabine di potenza, ciascuna delle quali gestisce un 1 megawatt di potenza, in cui sono collocati gli inverter configurati in architettura Master-Slave. Ciascun inverter dispone di 4 linee di corrente DC in ingresso facenti capo alle stringhe di pannelli fotovoltaici disposti in prossimità della cabina stessa. Pertanto, ai fini della realizzazione ed installazione dei sistemi, sono state considerate 10 cabine dove per ciascuna cabina si attestano 8 linee di corrente in DC.

La rilevazione di corrente sul cavo elettrico è realizzata tramite un trasduttore ad effetto Hall (con intervallo di misura fino a 300A) che fornisce in uscita un valore di tensione proporzionale a quello di corrente rilevato. Il sistema di monitoraggio sviluppato consente



Figura 2: Vista del sistema installato in cabina

l'acquisizione del valore di tensione letto, il filtraggio tramite media mobile a 10 valori, il check entro un range di validità (soglie di funzionamento corretto) e condivide le informazioni con lo SCADA dell'impianto sfruttando l'integrazione tramite protocollo MODBUS. Il sistema di monitoraggio è in grado non solo di rilevare e segnalare malfunzionamenti dei sensori e dei moduli di acquisizione alloggiati sul sistema CompactRIO ma anche di verificare, attraverso le letture di corrente, il corretto funzionamento delle stringhe.

### Requisiti del sistema

I requisiti maggiormente rilevanti ai fini della realizzazione delle 10 unità IDCCMS sono:

- robustezza ed affidabilità dell'hardware che deve essere installato all'interno di cabine di potenza (intervallo esteso di temperature di funzionamento) e funzionamento continuativo;
- acquisizione di 8 correnti DC in ingresso ai 2 inverter con intervallo di misura compreso tra 0 e 250A (frequenza di acquisizione superiore a 10Hz) con possibilità di configurare operazioni di filtraggio dei valori acquisiti (media);
- verifica dei valori di corrente acquisiti dai sensori (diagnostica sensori) con segnalazione locale (led);
- procedura di diagnostica relativa all'unità (moduli di acquisizione e chassis) con segnalazione locale (led);
- comunicazione via protocollo MODBUS TCP/IP dei valori di corrente acquisiti (sia valori convertiti sia letture dirette in tensione) e degli allarmi legati a: malfunzionamento sensori, malfunzionamento unità IDCCMS;
- impostazione in locale, tramite terminale, e da remoto dell'indirizzo IP e dell'indirizzo MODBUS dell'unità (con possibilità di reset dell'unità da remoto).

### Architettura MTS

L'architettura delle unità IDCCMS è basata sulla piattaforma hardware CompactRIO di National Instruments, le cui caratteristiche consentono di soddisfare a pieno i requisiti di robustezza ed affidabilità. L'unità CompactRIO, con le relative morsettiere e l'interruttore di accensione, è alloggiata in un armadio per quadro elettrico (Figura 1) con grado di protezione IP54, dotato di vetro



Figura 3: Vista dei sensori installati sulle linee in ingresso agli inverter

per ispezione visiva e passa cavi per il cablaggio. La connessione tra il sistema SCADA dell'impianto e il sistema di monitoraggio è realizzata via bus Ethernet.

Il sistema di monitoraggio e supervisione delle correnti DC è costituito dai seguenti dispositivi (Figure 2 e 3):

- dispositivo di controllo; unità cRIO-9075 con controllore integrato e chassis a 4 slot;
- modulo di acquisizione analogico: modulo NI 9102 per l'acquisizione degli 8 segnali in tensione in uscita dai trasduttori di corrente;
- trasduttore di corrente: ad effetto Hall con nucleo apribile adatto alla misura di correnti in DC (intervallo di misura da 0 a 300A) con isolamento galvanico tra il circuito primario (High power) e i circuiti secondari (circuito elettronico) con uscita in tensione;

Il software a bordo dell'unità IDCCMS è sviluppato in LabVIEW Real-Time e sfrutta la modalità RIO Scan Interface per la gestione dell'acquisizione dati dal modulo di ingresso analogico. Per l'implementazione del protocollo MODBUS è stata utilizzata la libreria LabVIEW per CompactRIO.

### Implementazione

L'implementazione software è dedicata allo sviluppo del firmware per il dispositivo di controllo costituito dal sistema CompactRIO.

Il firmware a bordo del dispositivo di controllo è preposto all'acquisizione delle grandezze elettriche di interesse ed allo scambio dati con lo SCADA dell'impianto via protocollo MODBUS. Il sistema di monitoraggio fornisce anche informazioni di diagnostica sia sui sensori sia sul dispositivo di controllo stesso.

Considerando la frequenza di campionamento di 40 Hz, è stato possibile utilizzare la modalità RIO Scan Interface per l'acquisizione dei dati dal modulo di ingresso analogico semplificando notevolmente la stesura del codice. Il firmware è quindi sostanzialmente basato su un Timed-loop sincronizzato con lo Scan Engine che esegue le seguenti operazioni:

- acquisizione dei valori di tensione in uscita dai trasduttori;
- conversione in valori di corrente e filtraggio (media mobile);
- diagnostica: verifica dei sensori (confronto con soglie);
- diagnostica: verifica malfunzionamento modulo di acquisizione e

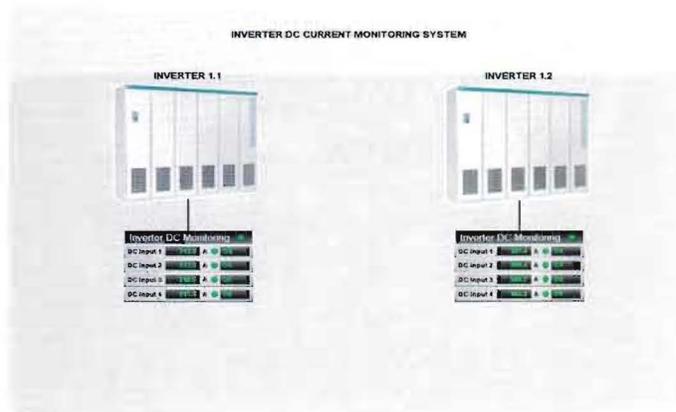


Figura 4: Finestra di visualizzazione dei dati sullo SCADA

## Conclusioni

L'uso della piattaforma CompactRIO ha consentito l'implementazione di un sistema di monitoraggio adatto ad essere utilizzato in impianti fotovoltaici per la generazione di energia elettrica grazie alle seguenti caratteristiche:

- robustezza ed affidabilità proprie dei dispositivi industriali (fattore di forma, protezione dalle polveri e da altri agenti esterni resistenti agli urti e agli shock);
- implementazione del firmware agevole basata su LabVIEW Real-Time con modalità RIO Scan Interface;
- integrazione immediata con lo SCADA di impianto tramite protocollo MODBUS implementato sfruttando librerie disponibili (Figura 4).

chassis sfruttando le funzionalità dello Scan Engine;

- aggiornamento dei registri relativi ai dati acquisiti e agli allarmi per comunicazione con protocollo MODBUS allo SCADA di impianto;
- gestione dell'aggiornamento dei parametri di comunicazione (indirizzo IP e indirizzo MODBUS) da remoto.

Il firmware implementa anche una procedura di inizializzazione per:

- la lettura dei parametri di configurazione dell'unità IDCCMS;
- la verifica della presenza del modulo di acquisizione;
- l'inizializzazione della comunicazione via MODBUS (connessione e registri).