

Prince Lab: Sviluppo di una piattaforma sperimentale per le smart microgrid

A. Cagnano, E. De Tuglie, M. Trovato
Dept. of Electrical and Information Engineering (DEI)
Politecnico di Bari
Bari, Italy
alessia.cagnano@poliba.it

ABB authors
Ivano Scarrone
Daniele Oliveri
Power Systems Division

Abstract

La presente memoria descrive la struttura della microrete sperimentale realizzata presso il Politecnico di Bari nell'ambito del progetto PON 2007-2013, dal titolo "Processi Innovativi per la Conversione dell'Energia (PrInCE)" finanziato dal MIUR. Si tratta di una rete di distribuzione trifase in bassa tensione (400 V), connessa alla rete esterna attraverso un interruttore statico ed un inverter di by-pass, che alimenta diversi sistemi di generazione, accumulo e carico. Gli impianti di generazione includono un cogeneratore alimentato a gas naturale; una microturbina a gas ed un campo fotovoltaico. È inoltre presente un simulatore eolico che è in grado di riprodurre il comportamento di diversi tipi di mini turbine eoliche ad asse orizzontale e verticale. Il sistema di accumulo elettrico è costituito da un pacco batterie al sodio-nichel ed una stazione di ricarica in DC per veicoli elettrici dotata di tecnologia Vehicle to Grid (V2G). Questi dispositivi sono preposti all'alimentazione di carichi reali caratterizzati dai carichi elettrici del laboratorio. Inoltre, al fine di studiare il funzionamento della microrete in differenti condizioni operative, sono stati installati all'interno del sistema due carichi programmabili, tensione e frequenza dipendenti, capaci di simulare il comportamento reale di diversi tipi di carico come ad esempio quello domestico, industriale, commerciale etc. L'intero sistema è monitorato e controllato in tempo reale da un sistema di controllo (SCADA) automatico implementato sulla piattaforma Symphony Plus Harmony sviluppata da ABB, che consente l'implementazione di strategie di esercizio ottimizzate in grado di auto adattarsi alle continue variazioni della richiesta di carico e della produzione da fonte rinnovabile. Il controllo di esercizio ottimale può essere realizzato considerando obiettivi di diversa natura che da una parte mirano all'ottimizzazione del sistema dall'altra alla qualità e sicurezza della fornitura.

Nel primo caso sono implementate le tradizionali strategie di dispacciamento economico delle sorgenti, prendendo in considerazione il tie-line con il distributore e i sistemi di accumulo. Il dispacciamento economico dovrà comprendere le fonti rinnovabili a dispacciamento passante e gli squilibri istantanei dovranno essere compensati dai

sistemi di accumulo per evitare di stressare i generatori. Altre funzioni di Optimal Power Flow potranno essere implementate su un terzo livello di controllo sviluppato in ambiente Matlab/Simulink che interagirà con lo SCADA attraverso la piattaforma di comunicazione OLE.

Nel secondo caso, lo SCADA attuerà una strategia di controllo automatico per la regolazione in tempo reale della tensione e della frequenza. Per quanto riguarda il controllo della tensione ci si pone l'obiettivo di minimizzare la differenza tra la tensione misurata su ciascun nodo della microrete e il suo valore di riferimento, attraverso la regolazione della potenza reattiva fornita da ciascuno dei sistemi di generazione disponibili alla regolazione. Al fine di garantire la minimizzazione dell'errore sulle tensioni, la strategia di controllo è stata sviluppata sulla base della teoria della Sensitivity associata alla funzione di Lyapunov, derivando un efficace e veloce strumento per il controllo della tensione. Le leggi di controllo così ottenute, grazie anche alla velocità di risposta delle interfacce elettroniche, consentono al sistema di regolazione di operare in tempo reale, auto-adattandosi a qualunque variazione della condizione operativa di rete. La regolazione della frequenza con la microrete in isola è affidata ad un generatore, scelto fra quelli disponibili, funzionante come Master. Il sistema di controllo, comunque, opererà una redistribuzione dello sforzo di controllo sulle altre unità, al fine di garantire in ogni momento una adeguata riserva di regolazione.

La soluzione Symphony Plus, grazie alla logica di controllo aperta che la caratterizza, consente inoltre di sviluppare strategie innovative di controllo e gestione delle unità di produzione, accumulo e consumo, che possono essere estese anche ad installazioni di dimensione maggiore.

Il sistema di controllo è inoltre dotato di una procedura per facilitare le manovre di disconnessione volontaria della microrete e il conseguente esercizio in isola. Per evitare che si verifichino interruzioni o disallineamenti di tensione/frequenza, lo SCADA porrà in atto delle azioni di Load Shedding o di Generation Shedding e/o di inversione del flusso dei sistemi di accumulo. Lo SCADA verificherà ad ogni ciclo lo stato dell'interruttore di interfaccia e, misurando l'import/export verso la rete, deciderà la strategia più opportuna. Al verificarsi dell'evento di tie-line tripping, lo SCADA invierà istantaneamente il segnale di generation/load shedding qualora si dovesse verificare un significativo squilibrio tra potenza generata e potenza di carico. Dovrà essere possibile agire anche sull'MPPT del PV e sul simulatore eolico. Nel funzionamento in isola, lo SCADA attuerà tutte le strategie di controllo necessarie a garantire l'esercizio economico ed in sicurezza della microrete.