

RIASSUNTO

Introduzione:

Le microreti multienergetiche (MEMG) sono dei sistemi in cui le reti di distribuzione elettrica e termica sono accoppiate l'una all'altra da componenti le cui dinamiche influenzano entrambi i sistemi. Compito del gestore della MEMG è quindi quello di garantire l'approvvigionamento dei carichi elettrici e termici della rete rispettando contemporaneamente i vincoli d'esercizio di entrambi i sistemi di distribuzione. Sebbene la gestione di un tale sistema sia più complessa rispetto a quella dei singoli sistemi, le MEMG permettono una gestione più flessibile ed uno uso più efficiente delle fonti a disposizione. In particolare, in una MEMG ad elevata penetrazione di fonti rinnovabili, l'accoppiamento dei sistemi elettrico e termico è un metodo efficace per meglio gestire la loro aleatorietà e contemporaneamente massimizzare il loro utilizzo.

Obiettivo:

Lo sviluppo di questo concetto di sistema energetico è destinato a concretizzarsi nella realizzazione di comunità cittadine energeticamente sostenibili nelle quali poter sfruttare il massimo potenziale energetico ed ecologico delle risorse rinnovabili.

Nel lavoro svolto si è scelto di privilegiare la massima generazione locale proveniente da tecnologie solari (pannelli fotovoltaici e collettori solari) assieme a degli accumulatori. Alla configurazione con i dispositivi proposti si possono, inoltre, facilmente aggiungere altri tipi di tecnologie in modo da poter valutare le configurazioni più convenienti, facendo di questo lavoro un valido strumento per la validazione tecnica dei sistemi MEMG.

Criticità e contributi:

Oltre a numerosi vantaggi, le MEMG portano con sé, tuttavia, anche le criticità dei singoli sistemi. In particolare, sistemi di questo tipo sono fortemente influenzati dall'incertezza dei parametri del modello di rete. Per questo motivo, se le incertezze che influenzano il sistema non vengono adeguatamente modellate, la pianificazione del dispacciamento può risultare molto lontana dal suo ottimo, sia in termini di costo di esercizio che di sostenibilità della rete. Per gestire tale problema, in questo lavoro di tesi è stato realizzato un modello in ambiente MATLAB per il dispacciamento di una MEMG capace di garantire una soluzione ottima quando diverse fonti di incertezza perturbano il sistema.

Descrizione del lavoro svolto:

Per prima cosa si è costruito il modello della MEMG definendo i vincoli di funzionamento dei componenti e delle reti di distribuzione sia elettrica che termica. Successivamente, il modello di gestione è stato formulato come un problema di programmazione stocastica lineare a singolo stadio. Si osservi che è stato possibile adoperare questo metodo solo grazie all'ipotesi di conoscere le funzioni di distribuzione di probabilità delle incertezze analizzate, che in questo modello si suppongono avere distribuzione normale. Sfruttando quindi la tecnica di campionamento casuale di "Monte Carlo" si è generato un vasto numero di possibili scenari, ovvero possibili valori che i parametri incerti potrebbero assumere. Si è poi ridotto il numero iniziale di scenari usando il metodo di "Riduzione simultanea all'indietro" (*simultaneous backward reduction*, in inglese) in modo da ottenere dei modelli di incertezze meno computazionalmente onerosi da usare durante le simulazioni. Dal momento che il numero di scenari a cui si riduce l'insieme iniziale generato da Monte Carlo è proporzionale all'accuratezza con cui l'incertezza verrà modellizzata, maggiore è il numero e maggiore saranno sia l'accuratezza che l'onere computazionale.

Il modello di gestione così costruito è stato testato su una rete elettrica e termica a 14 nodi e i valori delle variabili di controllo sono stati confrontati con la soluzione deterministica del dispacciamento, ovvero quella che non considera le incertezze. I risultati hanno dimostrato che il costo d'esercizio della soluzione stocastica poco si discosta da quella deterministica. Per testare la praticabilità della soluzione stocastica trovata, si sono imposti i valori delle variabili di controllo trovati a 2000 nuovi scenari, generati sempre con il metodo di Monte Carlo. Basandoci quindi su 2000 nuovi valori che le incertezze potrebbero assumere durante il giorno, si è verificato che la soluzione stocastica risulta praticabile nel 91% dei casi. Questo dimostra come la soluzione stocastica, a fronte di un costo di esercizio leggermente superiore garantisca una programmazione del dispacciamento molto robusta (e quindi affidabile) e adatta alla previsione del giorno prima. Ripetendo lo stesso test sulla soluzione deterministica si è invece riscontrata una praticabilità dello 0%, il che dimostra quanto la programmazione che non consideri l'influenza di incertezze sia lontano dalla pratica utilità.

Validazione del lavoro:

Successivamente, il modello stocastico è stato usato per confrontare le soluzioni che si possono ottenere quando le incertezze vengono modellate meno accuratamente, ovvero con meno scenari. Come ci si poteva aspettare, le soluzioni trovate hanno dimostrato avere una praticabilità proporzionale alla loro accuratezza. Ciò mette in luce un limite della programmazione stocastica, ovvero che per avere soluzioni robuste necessita di modelli di incertezza con elevata accuratezza, che per contro richiedono maggior onere computazionale.