

CONCLUSIONI

Il presente lavoro ha trattato la programmazione ottimale di breve termine su base oraria di un impianto di cogenerazione ubicato all'interno di un grande sito industriale.

Il principale obiettivo dell'ottimizzazione è di massimizzare il profitto derivante dalla vendita dell'energia elettrica e dell'energia termica prodotta dall'impianto di cogenerazione, rispettando i vincoli posti dalla normativa (Delibera AEEG n. 42/02) mediante il raggiungimento dei valori minimi degli indici di cogenerazione, IRE (Indice di Risparmio di Energia) ed LT (Limite Termico).

Il rispetto degli indici di cogenerazione comporta significativi benefici economici, come l'esenzione dall'acquisto dei certificati verdi e la priorità di dispacciamento.

In questo contesto, è stato sviluppato un modello generale che è stato applicato a un tipico impianto di cogenerazione industriale, composto

da tre distinte sezioni di cogenerazione (una a contropressione e due a ciclo combinato).

La modellizzazione delle sezioni di cogenerazione è stata implementata utilizzando sia dati risultanti da test run e sia dati tecnici dei costruttori; inoltre sono stati considerati le performance delle unità ed i cicli di manutenzione, nonché le condizioni di funzionamento a carico parziale che in questo tipo di impianto si verificano in modo quasi continuo.

I punti di funzionamento ottimali dell'impianto di cogenerazione devono soddisfare i vincoli tecnici derivanti dal range di funzionamento delle apparecchiature ed i valori minimi degli indici di cogenerazione.

Le recenti modifiche nella normativa, con il pieno recepimento della direttiva europea in materia di incentivazione della cogenerazione, che sta introducendo anche la possibilità di emissione di titoli di efficienza energetica (certificati bianchi), non alterano in modo rilevante i criteri di ottimizzazione e possono essere recepite nell'applicazione sviluppata adeguando i parametri di riferimento per il calcolo dell'indice PES (Primary Energy Saving), che è equivalente all'IRE.

Con riferimento alla programmazione settimanale del case study preso in considerazione, l'applicazione di questo sistema di ottimizzazione assicura il raggiungimento dei valori degli indici di cogenerazione richiesti e permette di incrementare il profitto derivante dall'impianto di più del 6%, rispetto a quello che può derivare dalla tipica gestione operativa di un impianto di cogenerazione, solitamente basata su una ripartizione della produzione totale di vapore tra le diverse sezioni

prefissata in modo tale che siano raggiunti i valori minimi degli indici di cogenerazione.

Questo miglioramento del profitto equivale a un risparmio di oltre il 2% sul costo complessivo dei combustibili.

Inoltre è stato verificato che l'efficacia dell'ottimizzazione è sufficientemente indipendente da imprecisioni nelle previsioni della domanda di vapore del sito o del prezzo dell'energia elettrica.

Il significativo risultato economico sopra evidenziato giustifica ulteriori sviluppi che consentano il passaggio da una programmazione su base settimanale ad una programmazione su base annuale, considerato che l'anno solare è il periodo di calcolo degli indici.

Per raggiungere questo obiettivo l'applicazione deve essere completata mediante una sezione per la programmazione a breve termine, basata sulle previsioni di medio termine del prezzo di mercato dell'energia elettrica., in modo da determinare per ogni settimana il valore ottimale degli indici di cogenerazione da ottenere.

Infatti la media settimanale del prezzo dell'energia elettrica varia nel corso dell'anno, spesso in modo significativo, in dipendenza di molti fattori (scenari economici e/o normativi, prezzo dei combustibili, ecc.). Questo significa che durante i periodi in cui il prezzo medio si mantiene più basso è più conveniente, ad esempio ridurre la produzione di energia elettrica dalle sezioni a ciclo combinato (aumentando la produzione di vapore) determinando in tal modo un aumento degli indici di cogenerazione, e viceversa durante i periodi nei quali il prezzo medio si mantiene più alto.

Questo determinerà la definizione dei valori minimi degli indici di cogenerazione da raggiungere variabile di settimana in settimana, in

dipendenza dello scenario dei prezzi di mercato dell'energia elettrica; peraltro con tale approccio può essere tenuta in considerazione molto facilmente anche la performance dell'impianto di cogenerazione dei periodi precedenti.

Un altro aspetto da sviluppare riguarda la messa in atto dell'assetto derivante dalla programmazione ottimale mediante l'integrazione con i sistemi automatici di controllo dell'impianto attraverso lo sviluppo di loop di controllo che determinano i set point di alcune variabili in modo da riprodurre con precisione il programma di produzione ottimale.

Infine, i risultati della presente tesi, nelle diverse fasi di sviluppo, sono stati presentati in consessi scientifici nazionali ed internazionali:

- Passarello G., Tina G., 2009. Studio per l'ottimizzazione di un impianto cogenerativo industriale. Convegno Nazionale AEIT 2009, Catania 27-29 settembre 2009
- Passarello G., Tina G., 2010. Optimal Power Production Short Term Scheduling in an Industrial Cogeneration System. In: 8th World Energy System Conference. Targoviste, Romania, 1-3 July 2010.
- Passarello G., Tina G., 2011. Short-Term Scheduling of Industrial Cogeneration Systems for Annual Revenue Maximisation. Accettato per la pubblicazione su Energy (Elsevier) e disponibile on line (www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360544211006840).