

**energia**

# I motori elettrici efficienti

## In ambito industriale

Con quelli ad alto rendimento il risparmio energetico è di 5-15%, soprattutto con potenze di 110-160 kW e un uso di oltre 3.000 h/a



### 5ª parte

Nel mondo sono oggi installati 300 milioni di motori elettrici per utenze industriali, e questo numero aumenta del 10% ogni anno. Si stima che i 2/3 di tutta l'energia elettrica consumata dalle industrie venga impiegata per far funzionare motori elettrici; in Italia il consumo dei motori elettrici nell'industria è stimabile in circa 120 TWh, pari a circa il 40% dell'intero consumo nazionale di elettricità. Non stupisce, quindi, che la strategia europea per la ri-

duzione dei consumi energetici entro l'anno 2020 abbia preso in attenta considerazione il settore del rendimento dei motori elettrici. In particolare, i Regolamenti europei n.640/2009/CE e n.04/2014/CE hanno definito i livelli minimi obbligatori di efficienza energetica per i motori asincroni trifase a bassa tensione, che sono quelli prevalentemente usati nelle industrie: sono state definite 4 classi di efficienza, e cioè: IE1, efficienza standard; IE2, efficienza elevata; IE3, efficienza premium; IE4, efficienza

super premium.

I Regolamenti suddetti hanno stabilito che dal 16/6/2011 tutti i nuovi motori elettrici immessi sul mercato devono avere come minimo il livello IE2, e che dal 1/1/2015 i motori con potenza tra 7,5 e 375 kW devono essere in classe IE3, oppure IE2 se accoppiati a un inverter. A partire dal 1/1/2017 il limite inferiore per applicare queste disposizioni passerà da 7,5 a 0,75 kW. Inoltre i motori dovranno obbligatoriamente riportare sulla targhetta l'anno di produzione, la sigla del-

la classe di efficienza e il rendimento nominale a pieno carico, al 75% e al 50%; il rendimento viene definito, secondo la norma EN 600 34-2-1, come il rapporto tra la potenza meccanica disponibile all'albero e la potenza elettrica assorbita dalla rete.

Da queste disposizioni sono esenti solo i motori che operano in condizioni particolari, come presenza di atmosfere esplosive, immersione completa entro liquidi, funzionamento ad altitudine superiore a 4.000 m, o con temperatura dell'aria ambiente minori di -30 °C o superiori a 60 °C (nel caso di raffreddamento ad acqua, con temperature dell'acqua di raffreddamento inferiori a 0 °C o superiori a 32 °C).

### I VANTAGGI DEI MOTORI AD ALTA EFFICIENZA

**Anie**, l'associazione dell'industria elettrotecnica, stima che sostituendo il 100% dei motori elettrici delle industrie italiane (stimati in 15 milioni di unità) con nuovi motori aventi classe di efficienza IE3, si otterrebbe un risparmio annuo di energia elettrica di circa 7 TWh, con una spesa di circa 67 miliardi di euro. Adottando inverter su tutti i motori elettrici nei quali risulta tecnicamente applicabile (circa 7 milioni di unità), si otterrebbe un risparmio addirittura superiore (10 TWh).

Per ottenere motori elettrici efficienti occorre lavorare su diversi fattori, come la qualità dei materiali utilizzati (in particolare, l'uso di lamierini a bassa perdita), l'ottimizzazione del circuito elettromagnetico e dello spessore del lamierino magnetico, la scelta accurata dei componenti e la qualità delle lavorazioni meccaniche. Tutti questi fattori possono porta-

re a costi apparentemente più elevati, che però di solito si ripagano in breve tempo.

In linea generale, sostituendo i vecchi motori con i corrispondenti nuovi ad alto rendimento si ottiene un risparmio di energia dal 5 al 15%, con un payback da 1 a 3 anni. Le situazioni più favorevoli si hanno con le potenze da 110 a 160 kW, quando le ore/anno di funzionamento sono oltre 3000.

I casi documentati di investimenti redditizi in inverter e motori ad alta efficienza sono molti, ed alcuni facilmente atualizzabili:

- una vetreria industriale, installando inverter per i motori elettrici dei ventilatori, ha ottenuto un recupero di potenza medio di 226 kW, che in 1 anno si è tradotto in 1.648.000 kWh di minor consumo, per un importo di quasi 200.000 euro. L'investimento si è ripagato in 6 mesi

- un'industria produttrice di mangimi, sostituendo i motori IE1 delle macchine pellettatrici con nuovi motori IE3, ha risparmiato oltre 3.500 euro/anno per ogni macchina, ripagando l'investimento in meno di 7 mesi

- una grossa industria produttrice



di semola e farina ha sostituito 200 vecchi motori in ogni reparto, per un totale di circa il 50% della potenza installata, con nuovi motori asincroni in classi IE2 e IE3, dotati di protezione atex per ambienti polverosi. Ha ottenuto un risparmio complessivo del 5% sui consumi di energia elettrica, con tempi di roi di 2-3 anni

- un mangimificio ha realizzato un intervento di efficientamento di un gruppo di mulini a contromartelli per farine a granulometria variabile. L'intervento, particolarmente innovativo, ha comportato la sostituzione dei vecchi motori da 315 kW a 2 velocità (600 e 1.600 giri/min) con motori ad alta efficienza IE3. Inoltre, è

stato installato un "drive" per risparmiare energia durante i cicli a vuoto del mulino, ed un alimentatore rigenerativo per recuperare energia dalla rotazione dei martelli. L'insieme di questi interventi ha comportato un risparmio di 1,17 kWh per ogni ciclo, più una quota di energia rigenerata di 0,20 kWh; complessivamente è stato ottenuto un beneficio economico di oltre 7.200 euro/anno per ogni mulino, con un roi in 2,5 anni.

### IL RIFASAMENTO DEI CARICHI ELETTRICI

Nei circuiti elettrici a corrente alternata la tensione e la corrente assorbita variano entrambe con andamento sinusoidale. La situazione ideale si ha quando tensione e corrente sono "in fase", cioè raggiungono i valori di massimo, zero e minimo nello stesso momento; ma questa situazione si verifica solo quando il carico è puramente resistivo (come nel caso di forni elettrici). Motori e trasformatori comportano un ritardo

Continua a pag. 43

Continua da pag. 41

### I motori elettrici efficienti

della corrente rispetto alla tensione, mentre i condensatori comportano un anticipo; in entrambi i casi, a causa dello sfasamento si genera una "potenza reattiva", che non è utilizzabile dalle apparecchiature elettriche, ma "succhia energia" dalla centrale che produce corrente, aumentando le perdite di rete e costringendo il fornitore di energia elettrica a sovradimensionare le proprie infrastrutture. Il parametro che definisce quantitativamente l'assorbimento di potenza reattiva viene chiamato "fattore di potenza" ed indicato con il simbolo di  $\cos \phi$  (lettera greca "fi"). La condizione ideale si ha quando  $\cos \phi = 1$ ; fino al 31/12/2015 si è ritenuto accettabile un fattore di potenza minimo di 0,9; al di sotto di questo valore il costo per kWh forn-

di potenza, installando impianti di rifasamento, connessi in parallelo ai carichi, o potenziando gli impianti già esistenti.

Generalmente gli impianti di rifasamento sono di tipo centralizzato ed automatico; se la potenza complessiva del rifasatore automatico è adeguata, è sufficiente una nuova regolazione della centralina di controllo.

In caso contrario, si dovrà potenziare il rifasatore o, se questo è già al limite, procedere alla sua riprogettazione; in entrambi i casi, dovrà essere verificata la compatibilità con il livello d'inquinamento armonico, e in particolare con il fenomeno della risonanza. Si deve, infatti, tener presente che i motori elettrici sono progettati per funzionare alla loro massima efficienza quando sono alimentati da una sorgente equilibrata e priva di distorsioni. In presenza di armoniche il rendimento si abbassa; per un motore da 15 kW un



to cresce notevolmente (nelle ore di maggior utilizzo degli impianti, e per utenze con potenza disponibile superiore a 16,5 kW).

Dal 1/1/2016 si applica la delibera 180/2013/R/EEL ("Regolazione tariffaria per prelievi di energia reattiva nei punti di prelievo connessi in media e bassa tensione, a decorrere dall'anno 2016"), che in pratica porta il valore minimo del fattore di potenza a 0,95. Gli utenti che non rispettano questo limite incorrono in pesanti penalizzazioni tariffarie, e in casi estremi (fattore di potenza < 0,7) nella sospensione della fornitura. È divenuto quindi estremamente importante controllare il fattore

di rendimento del 3% equivale a un costo di 432 euro/anno, e costi di questo tipo potrebbero estendersi all'intero reparto o a tutto l'impianto.

In caso di stabilimenti di grandi dimensioni, con un notevole sviluppo delle linee interne di distribuzione dell'energia elettrica, il rifasamento centralizzato può rivelarsi insufficiente, e può essere necessario un rifasamento distribuito installato a ridosso dei carichi; interventi di questo tipo possono contribuire all'ottenimento dei Titoli di Efficienza Energetica, se applicati a motori elettrici

Continua a pag. 44

Continua da pag. 43

### I motori elettrici efficienti

con potenza inferiore a 37 kW. Il problema del rifasamento non si applica solo ai motori elettrici: anche gli impianti fotovoltaici sono coinvolti, e possono verificarsi problemi di coesistenza del rifasatore con l'inverter.

### L'IMPORTANZA DI TAGLIA E DI SQUILIBRI

L'efficienza dei motori elettrici dipende dal carico; in molte installazioni industriali, i motori risultano sovradimensionati rispetto al loro carico, per un errato concetto di sicurezza applicato in fase di progettazione. Ad esempio, se un motore elettrico di 132 kW con efficienza teorica 0,95, viene impiegato per azionare una pompa con carico costante di 64 kW, la sua efficienza scende a 0,92 e il consumo di energia elettrica aumenta notevolmente. Sostituendo il motore con uno da 75 kW ad alta efficienza, il valore dell'efficienza si riduce solo marginal-

mente, assumendo il valore 0,94. Il risparmio energetico annuo (per un costo dell'energia di 0,12 euro/kWh) risulta prossimo a 90 euro.

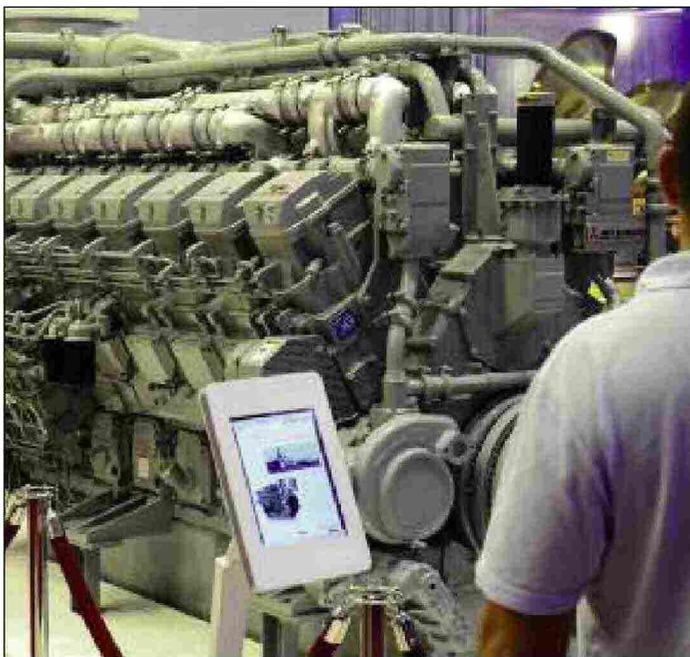
Penalizzazioni superiori possono

derivare dagli squilibri di tensione tra le 3 fasi della corrente di alimentazione. Questi squilibri possono essere indotti dalla presenza di carichi monofase, come i sistemi d'illuminazione, le mac-

chine da ufficio (PC, stampanti, copiatrici, gruppi di continuità), e possono interessare anche aree estese degli stabilimenti. Ad esempio, un motore elettrico da 110 kW, con 0,95 di efficienza a pieno carico, se è alimentato con una terna di tensione avente uno squilibrio del 3% aumenta le sue perdite del 15%; a fine anno il costo dell'energia aumenta di 1.151 euro.

Altri frequenti fattori di squilibrio sono le connessioni difettose, che inducono squilibri di resistenza tra le 3 fasi. Un aumento della resistenza di 0,008 Ohm può apparire trascurabile, ma nel caso di un motore da 315 kW e 545 Amp si traduce in una spesa di oltre 2.000 euro/anno.

Infine, i microdifetti negli avvolgimenti statorici generano squilibri di impedenza e induttanza tra le fasi, che fanno aumentare la temperatura di funzionamento del motore diminuendone l'efficienza. Ad esempio, uno squilibrio di impedenza del 3,5% in un motore elettrico da 90 kW ne riduce l'efficienza del 4%; in un anno la spesa sarà di oltre 4.000 euro.



Hi-Tech Ambiente | **44**