

I VANTAGGI DELLA VARIAZIONE DI VELOCITA' NEGLI IMPIANTI DI POMPAGGIO E VENTILAZIONE

Stefano PANI

c/o Schneider Electric S.p.A.
Via Orbetello 140
10148 TORINO

Sommario

1. Consumo d'electricità
2. Il motore asincrono trifase a gabbia
3. Inverter
4. Le applicazioni di pompaggio e ventilazione
5. I perché dei vantaggi della variazione di velocità nelle applicazioni di pompaggio e ventilazione
6. Conclusioni

1. IL CONSUMO D'ELETTRICITA'

L'Italia, per soddisfare la sua domanda energetica, importa l'85% dei combustibili fossili.

Questa percentuale è in continua crescita a causa della progressiva diminuzione della produzione nazionale di petrolio e gas naturale; per contro, il settore elettrico continua ad avere crescite dei consumi superiori a quelli delle materie prime energetiche.

I motori elettrici costituiscono più dei due terzi dei consumi elettrici industriali, pari a oltre il 30% dei consumi elettrici totali; va da se che, in ambito industriale, sia proprio il miglior impiego di quest'ultimi la migliore opportunità per ridurre i consumi elettrici.

Dati 2005, in Italia si stimava un parco installato di circa 12,5 di milioni di motori asincroni di taglia inferiore ai 90 kW, per una potenza totale di circa 81 GW e un consumo annuo che superava i 120 TWh. Alcuni studi prevedono che nel 2010 si avrà un incremento del volume di installato fino a superare i 140 TWh di energia annua consumata solo da motori elettrici.

Con i motori ad alta efficienza e l'utilizzo di inverter per regolare la velocità dei motori, tecnologie già in commercio, è possibile ridurre i consumi energetici.

2. IL MOTORE ASINCRONO TRIFASE A GABBIA DI SCOIATTOLO

Il mercato dei motori elettrici oggi è dominato prevalentemente dal motore asincrono trifase, un tipo di motore molto semplice, robusto ed economico.

Questo motore negli anni ha guadagnato una fetta di mercato sempre maggiore occupando, grazie all'elettronica di controllo, anche settori che un tempo erano ad uso esclusivo dei motori in corrente continua.

In un motore trifase il rotore è mantenuto in rotazione dal campo magnetico rotante prodotto dalle correnti che circolano negli avvolgimenti trifasi dello statore.

La velocità del campo magnetico rotante è calcolabile con la seguente formula:

$$n_s = \frac{120 \times f}{2p}$$

Dove :

n_s = numero di giri al minuto (del campo di statore)

f = frequenza di alimentazione

$2p$ = numero di coppie di poli che costituiscono il motore

In considerazione del fatto che le coppie polari sono un fattore costruttivo, l'unico parametro elettrico che può influire sulla velocità del motore è appunto la frequenza.

Per conservare inalterate le caratteristiche meccaniche del motore, è necessario garantire che il flusso magnetico rimanga più vicino possibile al valore stabilito dal costruttore; l'unica variabile che può essere usata per attendere al risultato è la tensione e quindi il motore trifase può essere controllato in frequenza a patto che il rapporto V / f venga mantenuto il più costante possibile, in modo da assicurare che nel motore il flusso magnetico si mantenga nei valori stabiliti dal costruttore.

3. INVERTER

Il convertitore statico di frequenza, più comunemente chiamato "inverter", consente di variare la frequenza e la tensione d'alimentazione di un motore asincrono trifase: per definizione quindi *l'inverter è un parzializzatore di tensione a frequenza variabile*.

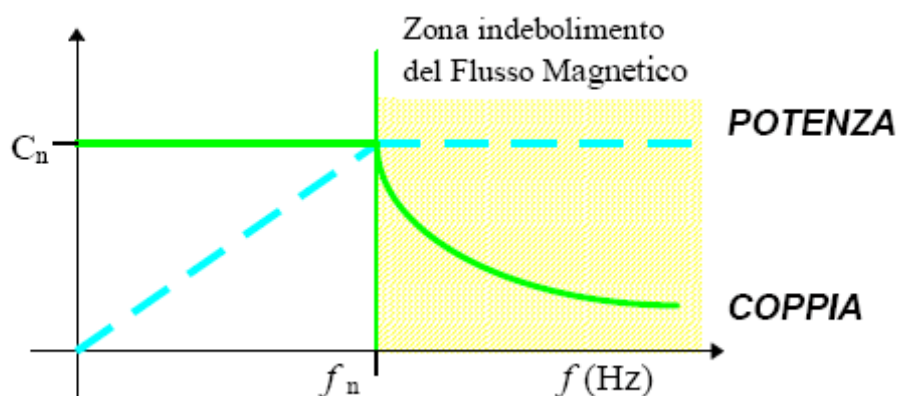
L'inverter regola in modo proporzionale frequenza e tensione sulla base del comando esterno impartito dall'utilizzatore del sistema che è in pratica il comando della velocità richiesta; in questo modo l'inverter consente di sfruttare appieno le caratteristiche del motore e fare sì che venga garantita la coppia costante all'albero del motore in "quasi" tutto l'arco della sua variazione di velocità.

Quando l'inverter raggiunge la frequenza nominale, contemporaneamente raggiunge anche la piena tensione (rete di alimentazione); dopo tale punto è ancora possibile aumentare la frequenza per ottenere velocità maggiori, ma non è più possibile aumentare la tensione. Il risultato sarà che aumentando la frequenza e non la tensione non verrà più rispettata la legge di proporzionalità tra frequenza e

tensione, facendo entrare il motore nella zona di indebolimento del flusso magnetico con un progressivo calo della coppia motrice.

Si dice quindi normalmente che un motore AC pilotato da inverter lavori:

- Fino alla sua frequenza nominale:
 - Potenza crescente – Coppia costante
- Oltre la sua frequenza nominale:
 - Potenza costante – Coppia decrescente



4. LE APPLICAZIONI DI POMPAGGIO E VENTILAZIONE

Il risparmio energetico ottenibile con gli “inverter” si riscontra in quasi tutti le applicazioni destinate ai settori industriale e civile ma è particolarmente rilevante nel caso di macchine quali pompe centrifughe e ventilatori.

Un motore asincrono trifase collegato direttamente alla rete, per sua natura girerà costantemente alla velocità nominale. Nel caso in cui fosse utilizzato per azionare una pompa o un ventilatore e le esigenze dell'impianto richiedessero di operare a portata variabile, sarebbe necessario prevedere un sistema di regolazione meccanico per controllare la portata del fluido; la regolazione della portata dei fluidi è ottenibile normalmente attraverso l'ausilio di dispositivi di tipo meccanico / idraulico a perdita di carico tipo valvole di strozzamento, serrande, sistemi di bypass, ...

Utilizzando un inverter per comandare il motore, è possibile regolare la portata del fluido agendo direttamente sulla velocità del motore attraverso la variazione della frequenza.

Se si considera un ciclo produttivo che richieda alla pompa o al ventilatore di dimezzare la portata, automaticamente l'inverter dimezzerà la velocità del motore e, ricordando che la potenza richiesta dal carico varia con il cubo della velocità, l'assorbimento energetico scenderebbe dal 100% a solo un ottavo di quello nominale.

Il flusso è proporzionale alla velocità del motore

La pressione è proporzionale al quadrato della velocità del motore

La potenza è proporzionale al cubo della velocità del motore

4.1 L'installazione classica

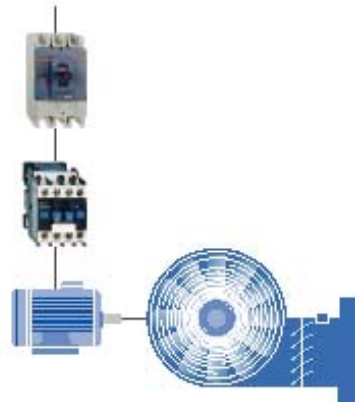
Nell'installazione classica il motore è collegato direttamente alla rete di alimentazione e la velocità di rotazione del motore è uguale alla sua velocità nominale.

La variazione della portata è ottenuta attraverso un dispositivo di restrizione del flusso o di perdita di carico tipo valvole, serrande...

La riduzione della portata riduce in modo non sensibile la potenza assorbita.

Esempio => ventilatore dove la regolazione della portata è fatta con serrande in uscita:

- riduzione della portata nominale = 80%
- potenza consumata = 95% della potenza nominale



4.2 L'installazione con variatore di velocità

In questo tipo d'installazione il motore è alimentato da un variatore di velocità. E' possibile l'eliminazione dei dispositivi meccanici per la regolazione della portata.

La variazione della portata si ottiene variando la velocità del motore ed in questo modo si riduce enormemente la potenza assorbita dal motore.

Esempio => ventilatore dove la regolazione della portata è fatta con variatore di velocità:

- riduzione della portata nominale = 80%
- potenza consumata = 50% della potenza nominale

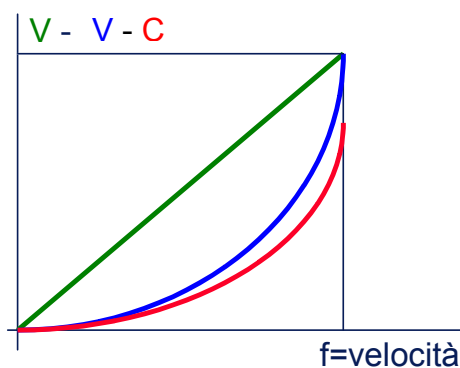


5. I PERCHE' DEI VANTAGGI DELLA VARIAZIONE DELLA VELOCITA' NELLE APPLICAZIONI DI POMPAGGIO E VENTILAZIONE

Pompe e ventilatori presentano una caratteristica di coppia resistente all'avanzamento, o meglio alla rotazione, di tipo quadratico (curva rossa) ovvero bassa resistenza a basso regime di giri e alta con l'aumentare della velocità (crescente con il quadrato della velocità).

I motori elettrici asincroni trifasi a gabbia rispondono invece alla legge di comando detta legge tensione – frequenza (curva verde), dove se il rapporto tra le 2 grandezze elettriche è mantenuto costante il motore è capace di esprimere sempre la stessa coppia all'albero indipendentemente dalla velocità di rotazione

Con i variatori di velocità è possibile adeguare al meglio l'alimentazione del motore adattando la legge V/f in funzione del carico (curva blu); sappiamo ad esempio che i fluidi variano le loro caratteristiche al variare della temperatura; essere capaci di rispondere a queste variazioni apporta dei benefici energetici; il risparmio in questo caso dipende tuttavia anche dalle caratteristiche del motore stesso: più $\cos\phi$ e rendimento sono elevati e minori sono le variazioni di questi due fattori al variare del carico; per conseguenza minore sarà il risparmio che si potrà ottenere.



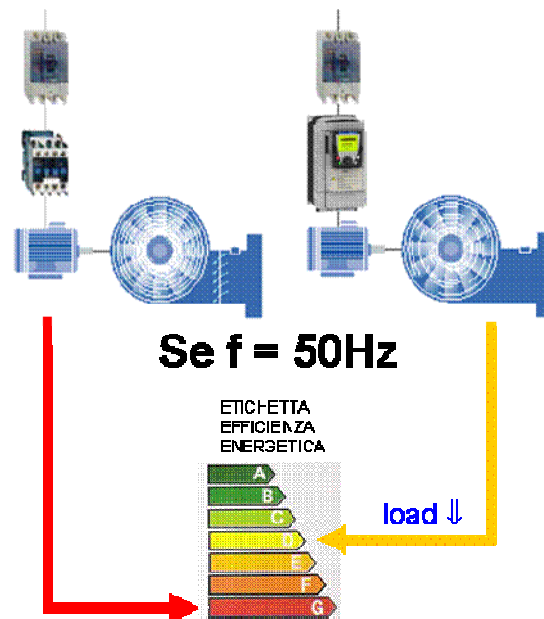
Ma il punto sicuramente più importante è quello del risparmio energetico ottenibile utilizzando il variatore per variare la portata di un fluido in luogo dei sistemi meccanici (serrande, valvole di strozzatura, ...).

I benefici ed i vantaggi che si possono ottenere complessivamente possono essere così riassunti:

- risparmio di energia considerevole, in funzione delle condizioni di carico.
- risparmio sulla potenza installata e in tutte le apparecchiature che stanno a monte del variatore di velocità (es. trasformatori, gruppi elettrogeni, contattori, ecc.)
- risparmio sugli oneri di gestione e manutenzione
- riduzione della corrente di spunto e delle cadute di tensione in linea
- eliminazione dei colpi d'ariete e delle sovrappressioni; riduzione del "rumore" nei circuiti idraulici,
- rifasamento del carico ad un valore di $\cos\phi$ prossimo a uno.

Ad oggi sono poche le tecnologie in grado di garantire risparmi energetici come quelli illustrati ed è proprio sulla base di tali considerazioni che l'inverter stesso è stato inserito nelle schede per il rilascio dei titoli di efficienza energetica (TEE), come i motori EFF1.

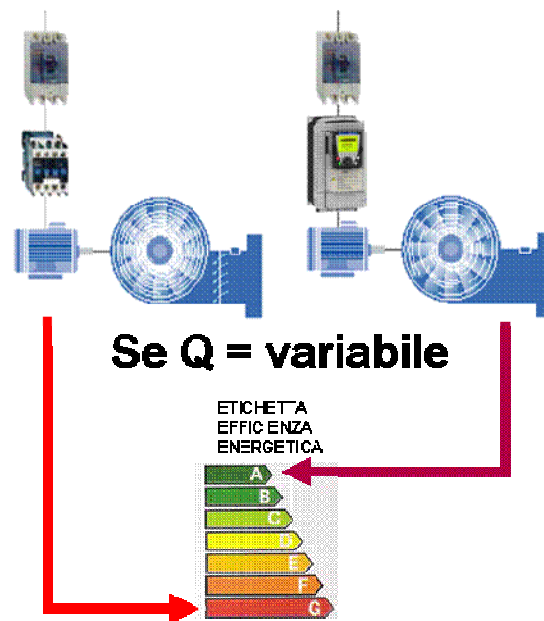
6. CONCLUSIONI



Se consideriamo il funzionamento alla frequenza di rete, per fare del risparmio energetico con un inverter si devono avere delle variazioni di carico naturali che giustificano la sottoalimentazione del motore.

Si potrà parlare di risparmio energetico a condizione che:

- la corrente motore scenda almeno del 30% rispetto alla nominale
- il $\cos\phi$ sia inferiore al 50%



Per quanto attiene il processo si devono avere delle condizioni di funzionamento in cui si richiedono delle variazioni di portata, ottenute con mezzi meccanici; nessun risparmio energetico si otterrebbe confrontando con il funzionamento tutto niente con inverter.

In Italia, secondo i dati Istat, le pompe e i ventilatori sotto i 90 kW sono oltre 2 milioni e consumano circa 45 TWh/anno di energia elettrica; **oggi meno del 10% sono regolati da inverter.**

C'è quindi molto da fare e, ad onor del vero, anche le opportunità di business sia per i costruttori di motori asincroni che di variatori di velocità sono notevoli; non è pensabile infatti di dover rispondere alla sempre più pressante domanda d'energia aumentandone semplicemente la produzione ma sarà sempre più importante utilizzarla meglio.

L'applicazione di tecnologie efficienti diventa, oggi, anche un'interessante opportunità di "business" in particolare per gli utilizzatori finali: infatti la legge 24 dicembre 2007 n. 244 "Disposizioni per la formazione del bilancio annuale e pluriennale dello Stato" pubblicata sul Supplemento Ordinario n. 285 della Gazzetta Ufficiale n. 300 del 28/12/07 proroga gli incentivi già previsti dalla Finanziaria 2007 sino a tutto il 2010 e che consistevano in un recupero dall'imposta lorda (dichiarazione dei redditi) pari al 20% della spesa sostenuta e documentata per l'acquisto e l'installazione di un inverter