

L'inverter a frequenza variabile è un componente che richiede cura nella scelta e nell'applicazione, con legami stretti con quanto gli sta intorno: rete di alimentazione, motore, controlli esterni e ambiente. Non è, quindi, mai un oggetto "stand alone", che possa essere gestito da solo, senza tener conto della situazione specifica. Considerazioni e suggerimenti per evitare alcuni tipici errori e ridurre il tempo di commissioning

L'INVERTER, COMPONENTE QUALUNQUE O CUORE DI UN SISTEMA?

di Mario Maggi

Il prezzo deve essere basso. Questa sembra essere la più importante caratteristica di un azionamento con motore elettrico. Deve costare poco all'acquisto, non importa se poi spreca energia, se si ferma spesso, se introduce malfunzionamenti, se talvolta si guasta, se costituisce fonte di pericolo. Per chi è d'accordo con queste affermazioni non serve leggere articoli, studiare, calcolare, ottimizzare, serve solo ottenere uno sconto. Sarà poi qualcun altro a pagare per questi "risparmi". Per chi non è d'accordo, ci sono tante possibilità di realizzare sistemi di azionamento evoluti ad alte prestazioni, estremamente affidabili, razionali, efficienti energeticamente, sicuri e con un basso costo di possesso.

■ LA SCELTA OCULATA DELL'AZIONAMENTO

Prima di tutto vorrei ricordare che il termine "azionamento" si riferisce a tutto ciò che azio-

na il macchinario e non solo all'apparecchiatura elettronica di potenza, che ne costituisce solamente una parte. Nell'azionamento è compreso, quindi, anche il motore.

Se non consideriamo le applicazioni di azionamenti a frequenza variabile effettuate direttamente dall'utilizzatore finale, si può affermare che, nella maggior parte dei casi, il dimensionamento di un inverter viene effettuato senza conoscere le vere esigenze del carico che dovrà essere mosso. Spesso l'inverter viene dimensionato conoscendo solo la potenza del motore da comandare, ma questo non è il dato fondamentale. Sarebbe più importante conoscere la coppia richiesta dal carico alle varie velocità e le esigenze dinamiche dell'applicazione, scegliendo di conseguenza il motore più opportuno. La coppia di primo distacco, cioè quella richiesta per far effettuare il primo movimento, magari dopo un fermo che si è protratto nel tempo, è un ele-





mento importante, che condiziona la scelta di una certa taglia o di un certo tipo di inverter. Disponendo di questi dati si può verificare meglio quale motore e quale inverter sono più adatti a far funzionare bene e subito l'impianto.

■ SERVE O NON SERVE?

Ho incontrato clienti che, dopo aver risparmiato all'osso sull'inverter, hanno montato protezioni elettriche esuberanti. Un caso abbastanza comune è quello del relè termico, inutile in molte applicazioni. C'è chi monta il relè termico all'ingresso dell'inverter, che protegge di fatto solo i cavi. Né l'inverter, né tanto meno il motore possono essere protetti da un relè termico in ingresso. Per proteggere i cavi bastano dei fusibili, meno costosi.

C'è chi monta il relè termico in uscita dall'inverter. I motori comandati da inverter possono scaldare eccessivamente, ma la causa non sempre è l'eccessiva corrente. Soprattutto nei motori piccoli o di scarsa qualità, di basso rendimento, buona parte della potenza elettrica finisce in calore, anche quando la corrente erogata è inferiore alla nominale. Questi motori evidenziano un assorbimento di corrente abbastanza stabile al variare del carico ed il relè termico bimetallico in serie risulta, prima di tutto, difficile da tarare, quindi può determinare scatti intempestivi. Il relè termico in uscita comunque non protegge il motore, se non in certe condizioni. Per altro, la maggior parte degli inverter attuali incorpora la funzione di protezione termica del motore: basta, quindi, scegliere con accortezza l'inverter giusto.

Nel caso di comando multimotore con un solo inverter, consiglio decisamente di mettere protezioni termiche, ma i sensori per queste protezioni non possono essere installati nel quadro elettrico, in quanto devono rilevare la temperatura del motore e non la corrente circolante nello stesso. Se uno dei motori si blocca, e gli altri stanno assorbendo poco, non succede niente all'inverter, che continua ad erogare corrente entro i valori previsti. Bisogna, quindi, adottare la soluzione della pastiglia termica nel motore, che può essere solitamente di due tipi: a lamina bimetallica oppure con resistore PTC a coefficiente di temperatura positivo. Entrambe sono soluzioni valide: quella col PTC è statica e regolabile e permette di definire meglio la temperatura di scatto, mentre il bimetallo con contatto meccanico scatta ad un valore predeterminato.

Se l'impianto deve essere affidabile, la soluzione più razionale è quella di favorire il raffreddamento del motore per conduzione, applicando, ad esempio, il motore su una base metallica ampia, o su una flangia abbondante. Bisogna curare di non interporre ostacoli alla conduzione del calore, come verniciature o controflange in materiale sintetico, in modo da far salire solo di poco la temperatura del corpo motore rispetto al resto della struttura. Talvolta si può ottimizzare anche il raffreddamento per convezione naturale, senza dover installare sistemi di ventilazione forzata e, se il motore è normalmente molto caldo, si può anche migliorare il raffreddamento sfruttando l'emissione di energia termica per irraggiamento nell'infrarosso, mediante applicazione al moto-

■ Alcuni suggerimenti

Per asportare il calore dal quadro elettrico, soprattutto se l'inverter è di potenza rilevante, è consigliabile l'applicazione dell'inverter con il dissipatore di calore montato all'esterno nel quadro, dopo aver tagliato a misura la parete di fondo.

Poiché la maggior parte della potenza termica da smaltire si raccoglie nel dissipatore di alluminio, la sua collocazione all'esterno nel quadro permette di ridurre in modo significativo la necessità di raffreddamento delle parti interne del quadro.

Per ridurre la richiesta di corrente legata al superamento della coppia di primo distacco, corrente comunque

necessaria e che potrebbe superare il livello del limitatore istantaneo, in alcune applicazioni può essere possibile dare dei brevi impulsi di marcia alternativamente nelle due direzioni, facendo pendolare il carico per smuovere un po' le parti meccaniche e facilitare così l'avviamento nella direzione desiderata.

Alcuni macchinari, nella fase di rodaggio, richiedono maggior potenza. Se è possibile funzionare nel periodo di rodaggio a velocità limitata, forse si può scegliere un inverter di una taglia inferiore.

Anche la lubrificazione è importante; l'impiego di lubrificanti sintetici ad alte prestazioni può rivelarsi molto utile per abbassare consistentemente la richiesta di corrente.

re di una superficie di materiale altamente emissivo di frequenze infrarosse, ad esempio l'alluminio ceramizzato.

Per limitare il riscaldamento del motore è anche utile la riduzione della frequenza di commutazione dell'inverter, compatibilmente con la rumorosità accettabile del motore, una soluzione che permette di contenere le perdite. In alcune applicazioni è anche possibile ridurre la tensione al motore, se non ci sono controindicazioni: scenderà di meno. Se le esigenze dinamiche non sono stringenti, e se l'inverter ammette il funzionamento con risparmio energetico, questa funzione fa diminuire in automatico la tensione di uscita.

Il costo e la difficoltà di applicazione corretta dei cavi schermati tra inverter e motore fanno optare, talvolta, per la soluzione con cavi non schermati. Non è possibile dare un'indicazione tassativa valida sempre, ma certamente il cavo schermato deve essere adottato quando ci sono tratti di percorso parallelo con altri cavi, soprattutto se si tratta di cavi di segnale.

Aggiungo che non ci sono problemi a mettere motori di taglie diverse sotto lo stesso inverter, purché questo funzioni in modalità scalare e non vettoriale. Su percorsi lunghi tra inverter e motori si dovrà cercare di portare un solo cavo dall'inverter alla zona in cui sono collocati i motori, e da qui collegare i singoli motori cercando di ridurre al minimo la lunghezza dei cavi. Bisogna ricordare che la lunghezza dei cavi massima specificata dai costruttori di inverter si riferisce alla somma delle lunghezze dei singoli cavi, considerati sempre del tipo trifase. Le capacità parassite dei conduttori verso massa non sono gradite agli stadi di uscita degli inverter.

Con l'occasione ricordo che il conduttore giallo/verde deve essere presente sempre all'esterno della schermatura e non all'interno della stessa. Non è consigliabile montare un differenziale per proteggere l'inverter, soprattutto se del tipo ad alta sensibilità (ad esempio, 30 mA). È anche sconsigliabile usare un differenziale di tipo istantaneo, che avrebbe molte occasioni di scatto inopportuno. Vorrei ricordare che durante il funzionamento, i condensatori usati nei filtri RFI conducono necessariamente un po' di corrente verso massa in modo permanente e, quindi, il differen-

ziale vede questa corrente come una corrente di dispersione. Quasi tutti gli inverter integrano una protezione contro le dispersioni verso massa relative esclusivamente all'uscita verso il motore, che peraltro è la più soggetta a questo tipo di inconveniente. Pochissimi inverter di classe elevata prevedono internamente una protezione differenziale che controlla anche eventuali perdite del circuito del resistore di frenatura.

Se si vuole applicare un differenziale all'ingresso dell'inverter, bisogna orientarsi su una serie adatta a controllare correnti non sinusoidali e impulsive, scegliendo un modello a bassa sensibilità (ad esempio, 300 mA), avente preferibilmente un ritardo di intervento di qualche secondo. Non bisogna dimenticare che all'avviamento del macchinario si hanno le condizioni più critiche, con correnti più elevate e più distorte, nelle quali ci sono maggiori possibilità di scatti intempestivi, anche in assenza di reali correnti di dispersione.

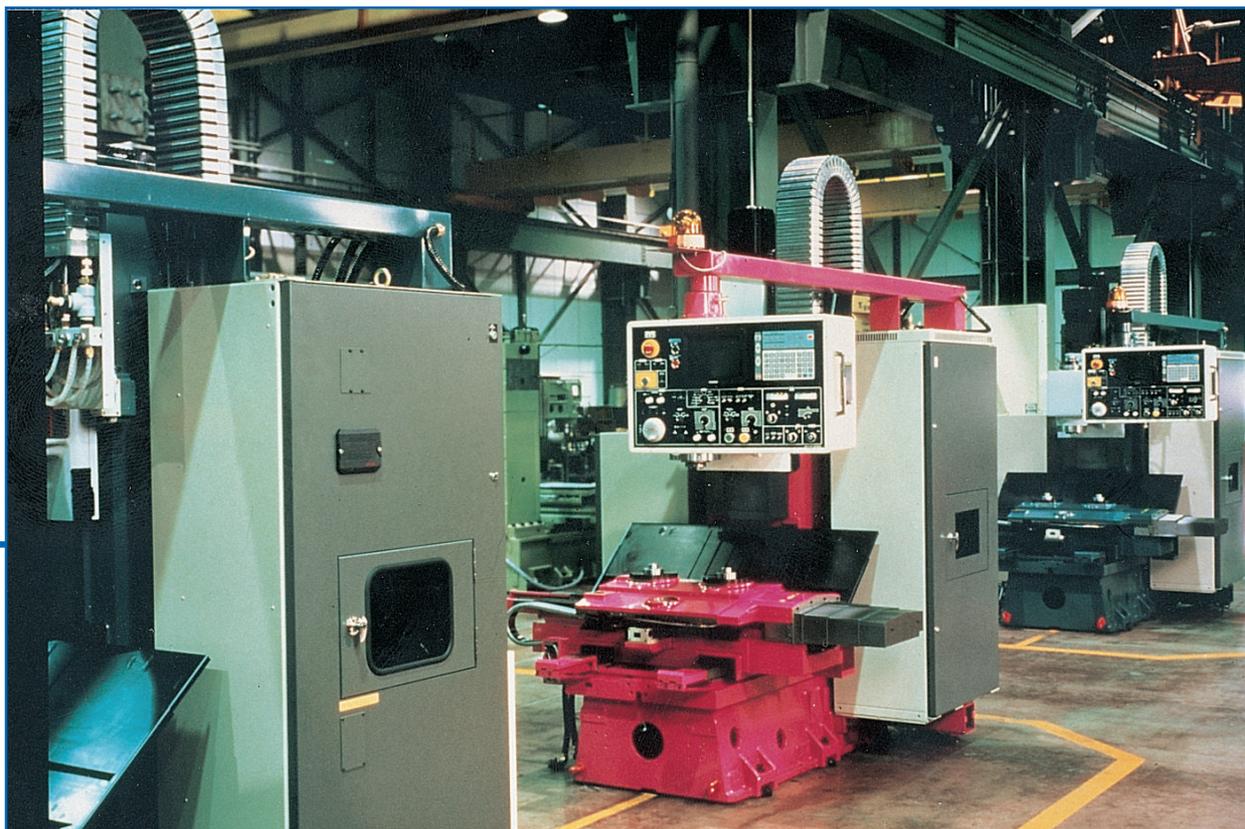
A volte si vedono quadri elettrici che contengono tanti inverter e altrettanti filtri di rete RFI contro le interferenze da radiofrequenza.

Per falsa economia, si realizzano quadri con filtri minimali su ogni inverter e nessun filtro su apparecchiature sensibili, come ad esempio i PLC. Sarebbe più corretto applicare un solo buon filtro RFI in serie al gruppo di inverter ed un buon filtro RFI ad alta attenuazione in serie a PLC o ad altri carichi sensibili.

Per i casi più critici è consigliabile installare anche filtri paralleli RFI, in aggiunta a quelli in serie.

Nella nostra cultura impiantistica sono quasi assenti i filtri di rete per armoniche. Si tratta certamente di filtri costosi, ma che in presenza di inverter di media o alta potenza si ripagano da soli.

L'inverter può subire danni soprattutto al ponte di ingresso o ai condensatori del Bus DC. Spesso si dice "è saltato un diodo del ponte di alimentazione", ma non si completa la frase come si dovrebbe: "è saltato un diodo del ponte di alimentazione perché in quel momento le armoniche erano eccessive". Aggiungo che, negli inverter con alimentatore switching che preleva l'alimentazione dal Bus DC, il fatto di avere un elevato ripple armonico provoca una maggiore mortalità degli alimentatori stessi.



Subisce danni, invece, il portafoglio dell'utilizzatore, in quanto paga dell'energia attiva che viene sprecata localmente. Per abbattere le armoniche, per fortuna, esistono filtri per armoniche non-tuned, facili da applicare, ma verranno probabilmente usati in Italia solo quando sarà obbligatorio per legge. Anche nelle applicazioni dove non è richiesta la frenatura, il resistore cosiddetto "di frenatura" è utile. Essendo sempre collocato in serie ad un circuito sfioratore di tensione, esso dissipa l'eventuale energia dovuta a sovratensioni provenienti, generalmente, dalla linea e permette di evitare fermate indesiderate. Spesso queste sovratensioni sono di breve durata e possono essere viste con un oscilloscopio o con una piccola lampadina al neon in serie ad un resistore di elevato valore, il tutto in parallelo al resistore di frenatura. Se la funzione di frenatura non è richiesta, il resistore può essere dimensionato con un valore ohmico pari a circa il doppio del valore minimo ammesso per quell'inverter.

Forse l'applicazione attuale è ancora con comandi di tipo classico, analogici o digitali, ma è abbastanza probabile che domani si voglia implementare in fabbrica un sistema di controllo tramite Bus di campo. La scelta di un inverter già previsto per il collegamento diretto a Bus di campo, o che almeno preveda la facile applicazione di una schedina opzionale di interfaccia, sarà pertanto una scelta oculata.

■ LA PROVA FINALE

Prima della consegna dell'impianto al cliente, si esegue il commissioning, cioè quella serie di operazioni di verifica e di messa a punto dopo l'in-

stallazione, completate dalla parametrizzazione definitiva e dalla prova in campo.

In questa fase può essere necessario attendere anche molto tempo per gli inconvenienti vari determinati da altri soggetti. Avere a disposizione inverter e sistemi di controllo con Web Server integrato può essere utile per effettuare l'ultima messa a punto a distanza, ad esempio dall'ufficio, senza dover restare necessariamente presso il cliente.

È anche importante avere documenti, spesso introvabili o non disponibili al tecnico che esegue il commissioning, che riportino le condizioni contrattuali da rispettare (ad esempio, limiti di temperatura, prestazioni garantite, tolleranze di tensione, caratteristiche delle cabine di alimentazione, ecc.).

Un altro documento importante è il file con la configurazione degli inverter prevista in fase di progettazione di dettaglio. Spesso i tecnici si trovano a dover studiare in condizioni disagiate manuali complessi, magari scritti in lingue poco diffuse, senza la possibilità di provare il motore, in quanto già installato sull'impianto e inagibile per lavori. Nella mia valigetta c'era sempre un piccolo motore trifase, che mi è stato utile in molti casi per verificare "ad occhio" la funzionalità dei comandi e degli allarmi di un inverter, permettendomi di staccare il motore "titolare" ed evitando, quindi, possibili situazioni di rischio.

■ AUTORE

Mario Maggi
Consulente AXU S.r.l.
www.axu.it