

Tendenze del mercato degli azionamenti elettrici

di Ing. Carlo Cecchi

Anno dopo anno, non si arresta la crescita del numero di convertitori di frequenza installati. Le ragioni sono varie e probabilmente ogni fabbricante le interpreterà in maniera diversa al fine di giustificare la maggiore o minore quota di mercato conquistata. Tuttavia, si individuano vari fattori comuni che sono alla base di questa crescente espansione, quali ad esempio la riduzione dei costi, l'incremento delle prestazioni, l'integrazione in impianti e sistemi e la facilità d'uso.

La riduzione del prezzo di vendita non è dovuta unicamente alla delocalizzazione delle imprese verificatesi negli ultimi anni, ma anche agli importanti passi avanti compiuti nel campo dei semiconduttori e dell'incapsulazione degli stessi. Oggi, per determinate piccole potenze, il gruppo salvamotore-contattore installato per l'esercizio e la protezione del motore si avvicina per prezzo a un convertitore di frequenza. L'elettronica di potenza ha permesso di migliorare il comportamento degli IGBT miglioran-

done rendimento e rapidità di commutazione. Ha inoltre permesso di ridurre il rapporto W/1 (potenza per volume), con la conseguente possibilità di diminuire le dimensioni del convertitore di frequenza per una stessa potenza. In quanto all'elettronica di controllo, i moderni microprocessori o Digital Signal Processor permettono di gestire segnali un tempo risolti con l'elettronica analogica per esigenze di rapidità di captazione o calcolo. Questi nuovi controlli semplificano l'architettura elettronica,



Nuovi convertitori Active Cube
New Active Cube inverters.

Trends in the inverter market

Year after year, the number of inverters being installed just keeps on growing. There are many reasons for this and manufacturers are likely to have different takes on sales figures to interpret their own larger or smaller market share. Nevertheless, there are a number of common factors behind this growth: among them are cost reduction, improved performance, system integration and ease of use.

Lower prices are not just a result of the delocalisation that many manufacturers have pursued in recent years. They are also due to advances in the fields of semiconductors and encapsulation. In many low power systems, the price of a trip switch/contact breaker group to protect the motor is now almost as high as that of a simple inverter.

Developments in power electronics have led to significant improvements in IGBT performance, especially in terms of greater efficiency and faster switching. Lower W/1 (power to size) ratios are becoming more common and the lat-

est inverters are far more compact without any loss of power rating.

As far as control electronics are concerned, modern microprocessors or Digital Signal Processors are capable of handling signals that once demanded analog electronics to provide sufficient detection and processing speeds. Modern inverter drives simplify system architecture and reduce the overall size of electronic control systems. Later on we shall also refer in more detail to the more important benefit of faster control speeds.

We should also mention at this stage the cost

contribuendo a ridurre le dimensioni complessive, sebbene solo più avanti parleremo della migliorata principale, responsabile della rapidità del controllo.

Occorre inoltre menzionare la riduzione dei costi associata al risparmio energetico ottenuto implementando un convertitore di frequenza in determinati impianti, particolarmente nei sistemi di gestione e pompaggio di acqua.

I fabbricanti di macchinari hanno migliorato la produttività delle macchine poiché l'applicazione di nuove tecnologie per la regolazione della velocità e della posizione ha reso possibile l'incremento di velocità e precisione rispetto ai modelli precedenti, e ciò grazie ai convertitori di frequenza.

Da ultimo, occorre tenere in considerazione la possibilità di rigenerazione del ponte raddrizzatore controllato, molto interessante in applicazioni di elevazione ed elevata inerzia, dove l'energia che passa dal motore al convertitore viene trasferita alla rete. È una soluzione molto più corretta dal punto di vista dell'efficienza energetica rispetto alla tradizionale resistenza di frenatura per scaricare il bus della continua. È inoltre prevista la funzione motor chopper, in

virtù della quale la citata energia rigenerativa si dissipa sotto forma di perdite nel motore stesso.

Incremento delle prestazioni

Principalmente, l'evoluzione dei microprocessori ha aperto un enorme ventaglio di possibilità nell'ambito della regolazione e del controllo del motore industriale nelle sue varie versioni. Grazie alla rapidità di calcolo è possibile riprodurre fedelmente il modello matematico del motore e applicare tecnologie di Controllo Vettoriale ad Anello Chiuso o Sensorless alle varie versioni. L'intelligenza integrata dei convertitori di frequenza permette di gestire i segnali del sistema in modo simile a un PLC. Inoltre, è possibile la programmazione in termini di linguaggio a contatti o Ladder per rendere l'ambiente più familiare ai tecnici nell'ambito della programmazione di controller. La limitazione starà pertanto nel numero di entrate e uscite da gestire. Ciò si risolve mediante tecnologie a periferia decentrata.

Vista l'intelligenza integrata nel convertitore, la responsabilità della manovra elettrica può ricadere in parte sul convertitore di frequenza.

Ciò può migliorare la gestione totale dell'applicazione riducendo i compiti dell'intelligenza centrale.

In alcune applicazioni di piccole dimensioni un solo convertitore di frequenza può arrivare a sostituire completamente il controller programmabile.

I fabbricanti sono oggi particolarmente sensibili alle funzioni di sicurezza che permettono di proteggere cose e persone secondo le Direttive sulla Sicurezza delle Macchine. Per soddisfare la Norma viene fornita un'entrata digitale 'sicura' per le funzioni di Arresto di Sicurezza o Inibizione Sicura.

Integrazione in nuovi impianti e sistemi

L'adattamento del convertitore di frequenza per l'uso in determinati automatismi richiede versatilità, nel momento in cui si disponga di entrate e uscite programmabili sia digitali che analogiche, in modo che la configurazione dell'apparecchiatura 'coincida' con le esigenze applicative. Ovvero, si prevede sempre più la possibilità di entrate e uscite multifunzione di qualsiasi tipo (PNP o NPN, logica positiva o negativa, 4-20mA o 0-10V, ecc).



Bonfiglioli fornisce su richiesta convertitori di frequenza a bassa corrente di fuga, nel rispetto di tutte le esigenze di compatibilità elettromagnetica. La serie VCB di Bonfiglioli Vectron raggiunge 800kW di potenza.

Bonfiglioli can supply inverters with low parasitic currents conforming to all electromagnetic compatibility requirements. Bonfiglioli Vectron's VCB range reaches a power rating of 800 kW.

Per favorire la fattibilità dell'integrazione in qualsiasi sistema, è prevista la possibilità di disporre del relativo protocollo di comunicazioni mediante schede opzionali (ProfibusDP, CAN, ModBus, DeviceNet, Ethernet e le sue versioni, ecc.). Ma questa non è la sola possibilità: a fronte dell'insuccesso di Ethernet come unificatore fra la moltitudine di protocolli esistenti, è comparso il FDT Group (Field Device Tool), che permette l'accesso a qualsiasi bus indipendentemente dal protocollo utilizzato. L'idea è molto semplice, infatti consiste nel considerare qualsiasi apparecchiatura come se fosse una stampante da 'collegare' a qualsiasi PC, indipendentemente dal fabbricante. Basta disporre dei driver dell'apparecchiatura e del software gratuito. L'esperanto è previsto. (Ulteriori informazioni alle pagine da 67 a 70 di questo

stesso numero).

Dal punto di vista della rete elettrica, il convertitore di frequenza si comporta come un carico non lineare con un gran numero di armoniche. Ciò implica l'installazione di un filtro EMC per soddisfare le direttive europee, in quanto in molti impianti si presenta il noto effetto delle correnti di fuga, dovuto all'architettura interna dei convertitori di frequenza e dei relativi filtri. Storicamente ciò ha causato problemi di attivazione indesiderata delle protezioni differenziali dell'impianto. Il problema risulta molto più evidente negli impianti domestici, dove la soglia di scatto è di 30 mA. Le soluzioni disponibili non erano ottimali, in quanto consistevano nell'eliminazione del filtro EMC interno o esterno del convertitore, o nell'incremento della soglia-tempo di scatto della protezione differenziale.

La disponibilità di un'ampia gamma di potenze è importante, in quanto è sempre più comune l'installazione di convertitori di frequenza per la regolazione di motori di grande potenza.

Facilità d'uso

In un futuro non molto lontano, i convertitori di frequenza adotteranno la stessa filosofia degli attuali strumenti elettronici di consumo (riproduttori mp3, camere digitali, GPS, TDT, ecc.), che vede l'apprendimento come processo immediato. Ciò si potrà ottenere tramite un'interfaccia utente intuitiva e tutorial coloratissimi. Alla fine dei conti, chi ha mai letto le istruzioni del proprio nuovo telefonino?

Con ciò non si vuole proclamare l'inutilità del Manuale Utente, naturalmente. Si tratta soltanto di semplificare l'avviamento di un gran numero

reduction that can be achieved through electrical energy savings when an inverter is installed in certain types of system, particularly water control and pumping systems.

Machinery manufacturers have also improved the productivity of their equipment through the application of new speed and position control technologies; in particular, the use of inverters has increased the speed and precision of positioning compared to older systems.

Last but not least, the use of controlled rectifier bridges also permits energy regeneration, quite a significant factor in lifting and similar high inertia applications, where the motor can generate enough energy to return to the mains through the inverter. From the viewpoint of energy efficiency, this is a far better solution than the old-fashioned braking resistance for discharging the DC bus. The motor chopper function also allows regenerative energy to dissipate through losses in the motor itself.

Improved performance

The main effect of developments in microprocessors has been to open up exciting opportunities in the control of all types of industrial motors. High processing speeds make it possible to create accurate mathematical models of electric motors and to apply various versions of closed

loop vectorial and sensorless control technologies. The intelligence integrated in inverters allows system signals to be managed in a way not dissimilar to PLC control systems. In addition, inverter drive systems can be programmed using the contact or Ladder language familiar to PLC programmers. The only limitation lies in the number of inputs and outputs the system can handle. Even this can be overcome using decentralised peripheral technology.

Given the inverter's integrated intelligence, responsibility for electrical control can be partly assigned to the frequency converter. This can improve overall application control by reducing the workload of the central processor.

In some smaller applications, a single inverter can completely replace a PLC system.

Nowadays constructors are particularly sensitive to the need for safety functions capable of providing protection for persons and equipment as required by the EU Machinery Directive. To conform to this standard, inverters can provide a 'secure' digital input for the emergency stop or safety disabling functions.

Integration in new plants and systems

Since both analog and digital inputs and outputs may be involved, a great deal of flexibility may be needed to adapt inverters for use with

certain automation systems and to ensure that the configuration of the system actually corresponds to the needs of the application. Modern inverters are therefore offering more multifunctional inputs and outputs of various types (PNP or NPN, positive or negative logic, 4-20 mA or 0-10 V, etc.).

To facilitate integration in different types of system, modern inverters can be fitted with optional cards to permit different communication protocols to be used (ProfibusDP, CAN, ModBus, DeviceNet, various versions of Ethernet, etc.). And there is more: given Ethernet's inability to standardise the large number of existing protocols, FDT (Field Device Tool) technology has come to the fore, allowing access to any type of bus irrespective of the protocol used. The FDT concept is extremely simple: in brief all items of equipment are considered in the same way as printers that can be connected to any PC, irrespective of manufacturer. All that is needed is to have the right driver and some free software. The result is a sort of control system Esperanto. (For further details see pages 67 to 70 in this issue.)

As far as the mains electricity supply is concerned, inverters act as non-linear loads that generate a large number of harmonics. An EMC filter therefore has to be installed to conform to

di applicazioni 'semplici' in cui il convertitore di frequenza si limita a seguire un'indicazione di velocità e poco altro. Evidentemente, il personale che manipola un convertitore di frequenza dovrà essere adeguatamente qualificato, ma non sarà necessario che sia un utente esperto di una determinata marca o modello di convertitore.

Anche la connettività sarà molto variegata, in modo che non sia necessario un cavo speciale fornito esclusivamente dal fabbricante per poter realizzare la configurazione o come interfaccia di comunicazione. Per ottenere questo risultato basta disporre dei vari standard usati nell'elettronica di consumo (USB, Blue Tooth, slot per schede di memoria, porta IR, wireless, ecc.).

Il software di configurazione e diagnostica deve essere dotato di possibilità interattive fra utente e applicazione. Cioè, deve permettere la realizzazione dell'autotuning al fine di adattare i dati teorici introdotti ai valori del motore reale.

È inoltre interessante disporre del chip di autoriconoscimento del motore affinché il variatore di frequenza sappia che tipo di motore deve controllare (plug & play).

Si assiste a una certa miticizzazione riguardo al controllo del movimento (motion control). Ciò è dovuto al fatto che è necessario un elevato livello tecnico per portare a termine questo tipo di applicazione (sia per quanto riguarda la programmazione che la macchina), ma nella maggior parte dei casi è possibile fornire una soluzione attraverso modelli o macro che facilitano la configurazione del sistema. In questo modo non si programma, ma piuttosto si configura. È sufficiente che il tecnico sia esperto nel tipo di macchina interessato e disponga del 'modello' in una eventuale Libreria di applicazioni comuni.

Altri fattori

Il crescente mercato dei variatori di frequenza

non sempre è destinato a regolare la velocità o la posizione di un motore. Si preannuncia anche una crescita importante per le applicazioni che prevedono ondulatori per la trasformazione di energia elettrica.

In questo caso si parte da una tensione in c.c. simile al bus della continua di un convertitore di frequenza il cui onduttore è connesso alla rete elettrica e genera la relativa onda sinusoidale senza necessità di alcun ponte raddrizzatore.

L'importante incremento del mercato delle energie rinnovabili ora in atto agisce da volano per l'applicazione degli ondulatori, visto che l'installazione di un sistema di energie rinnovabili implica l'esistenza di uno o più apparecchi in grado di trasformare il tipo di energia generata in c.a. per l'utilizzo nella rete elettrica.

Reperto Azionamenti Elettronici



European directives, since many plants are affected by the common phenomenon of parasite currents, generated by the internal architecture of the frequency converters and their filters. In the past this used to cause problems such as the unwanted activation of differential protection devices. This problem can be particularly severe in domestic systems where the trip current is only 30 mA. Previous solutions were far from ideal, since they involved eliminating the inverter's internal or external EMC filter or increasing the differential protection's current/time threshold.

The availability of a wide range of power ratings is becoming extremely important, since it is increasingly common for inverters to be used to control high power motors.

Ease of use

In the not too distant future, inverters are likely to adopt a user friendly philosophy not dissimilar to modern consumer electronics (MP3 players, digital cameras, GPS, TDT, etc.): learning as an immediate process. This could involve the introduction of intuitive user interfaces and colourful tutorials. To be honest, does anybody actually read their new mobile's instruction manual?

Of course, this does not mean that a user manual will no longer be needed. All that is likely

to happen is that the start-up of straightforward applications, in which the inverter only controls speed, will become far simpler. Technicians operating inverters will still have to be suitably qualified, but they will no longer need to be experts in one specific make or model.

Connectivity will also become more generic and special cables supplied by individual manufacturers will no longer be needed in specific configurations or communication interfaces. All that is needed to achieve this result is to use the standards already available in consumer electronics (USB, Blue Tooth, memory card slots, IR ports, wireless, etc.).

Configuration and diagnostic software will also have to include functions for interacting with both user and application. In other words, it will have to allow autotuning to adapt the theoretical values entered in the system to the real needs of the motor.

It would likewise be useful to fit motors with self-identifying chips to allow inverters to recognise what type of motor it is dealing with (Plug & Play functionality).

The world of motion control is currently surrounded by an aura of mystification. This is because quite a high level of technical expertise (both in programming and machine design) is needed to develop this type of application successfully. Even here, however, more often than

not adequate solutions can be based on models and macros that simplify system configuration. Such solutions allow users to configure their systems rather than having to program them from scratch. All that is needed is for the configuring technician to be expert in the type of machine he is working with and for him to be able to select the right model from a library of common applications.

Other factors

Not all applications in the expanding market for inverters are associated with motor speed or position control. There is likely to be significant growth in the sale of inverters for electrical energy transformation.

These devices take a DC voltage similar to that found in the DC bus of a frequency converter whose circuit is connected to the electrical mains and generate a sine wave without any need for a rectifier bridge.

The dramatic growth that the market for renewable energy is currently seeing is driving the development of these inverters, since the installation of any renewable energy system requires the installation of one or more devices to transform the energy generated into an AC form suitable for use by the electrical power grid.

