

Principi per la corretta installazione dei convertitori di frequenza dal punto di vista elettromagnetico

di Jordi Ortuño

Ricordate il tragico destino della nave HMS Sheffield nella guerra delle Falkland, quando il radar di rilevamento dei missili che potrebbe aver rilevato il missile Exocet che fece affondare la nave venne spento perché creava interferenza con il sistema di comunicazione satellitare della nave?

Sapete che vari incidenti aerei avvenuti di recente

sono stati causati o comunque sono chiaramente riconducibili a perturbazioni elettromagnetiche di alta frequenza emesse da alcuni telefoni cellulari?

Questo esempio, come molti altri, nascono dalla necessità di utilizzare apparecchiature elettroniche che lavorano ad alta frequenza. Alcune delle apparecchiature che si stanno diffondendo in modo considerevole nell'industria sono i

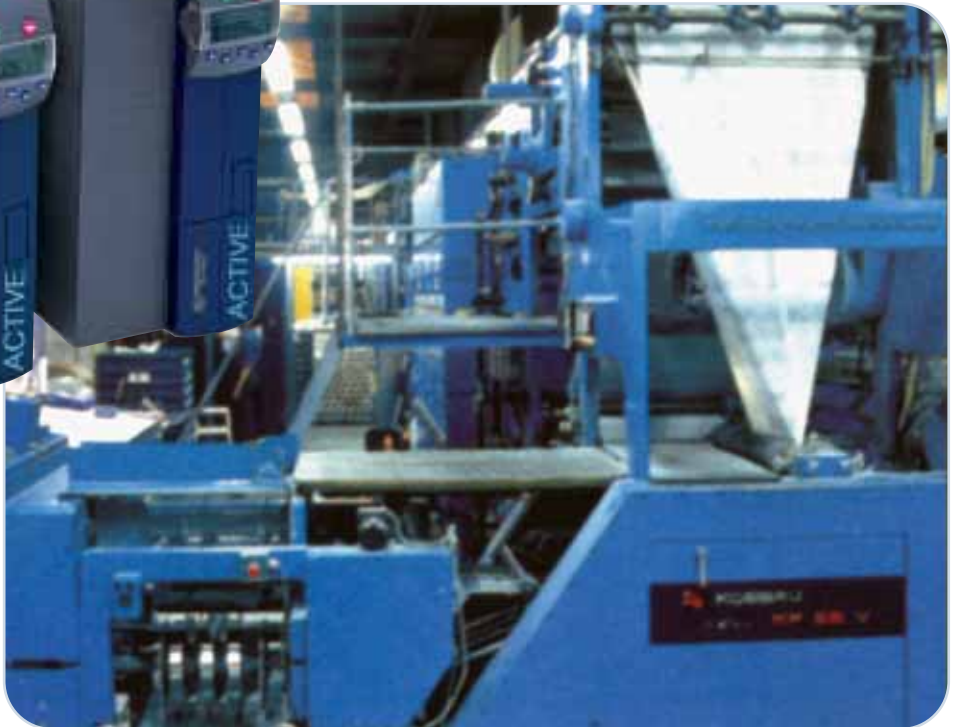
convertitori di frequenza.

Questo testo desidera offrire al lettore una panoramica veloce affinché queste sistemi garantiscano una buona compatibilità elettromagnetica con gli altri elementi posti all'interno dei quadri elettrici. Ciò significa che è importante conoscere i principi da tenere in considerazione al fine di evitare il rischio di un malfunzionamento dell'impianto o della



La nuova serie ACTIVE di BONFIGLIOLI VECTRON, dotata di filtri di rete per ambienti domestici e industriali.

The new ACTIVE series from BONFIGLIOLI VECTRON, with screen filters for home and industrial environments.



Principles for the correct installation of frequency converters to assure electromagnetic compatibility

Do you remember the tragedy of the HMS Sheffield during the Falklands War, when the ship's missile radar, which would have been able to detect the Exocet missile that sunk it, was shut off because the radar was causing interference with the satellite communication system?

Did you know that some recent aeroplane accidents have been caused or have been clearly traced to high frequency electromagnetic disturbances emitted by cell phones? These situations, like many others, derive from the need to use electronic devices that work at a high frequency. Some of the devices

macchina a causa di eventuali interferenze.
COSA SIGNIFICA COMPATIBILITÀ ELETTRONICA?

La compatibilità elettromagnetica, o EMC, è un concetto legato a qualsiasi sistema elettronico. Si tratta di una misura della capacità del sistema ad evitare la creazione di interferenze tramite radiofrequenza (RFI), oltre ad essere una misura della sua immunità di fronte alle emissioni RFI

prodotte da altri sistemi.

Cosa produce RFI in un convertitore di frequenza?

In un inverter, la fase di raddrizzamento è costituita da un ponte raddrizzatore e da un filtro, il cui scopo è di ottenere un livello intermedio di corrente continua tramite raddrizzamento diretto delle linee di ingresso. Questa barra conduttrice di corrente continua alimenta la fase

di inversione, costituita da un ponte trifase ottenuto mediante sei interruttori elettronici di potenza. Con l'azionamento degli interruttori in modo coordinato, la barra conduttrice di corrente continua si genera in un sistema trifase di corrente alternata, collegato a sua volta al motore. Nella maggior parte dei convertitori moderni la fase di inversione avviene utilizzando degli interruttori IGBT. Il controllo della tensione di uscita e della



Serie di convertitori VCB e ACTIVE di BONFIGLIOLI VECTRON
 The VCB and ACTIVE series of converters from BONFIGLIOLI VECTRON

gaining increasing use in industrial applications are frequency converters. This brief overview seeks to provide the reader with information to allow these systems to guarantee a good level of electromagnetic compatibility with the other components inside the control panel. It is important to have a good understanding of the principles for a correct installation in order to avoid malfunc-

tions of the plant or machinery due to interference.
WHAT DOES ELECTROMAGNETIC COMPATIBILITY MEAN?
 Electromagnetic compatibility, or EMC, is a concept applicable to any electronic system. It is a measurement of the ability of the system to avoid the creation of radio frequency interference (RFI), as well as a measurement of its

immunity to RFI emissions produced by other systems.
 What produces RFI in a frequency converter?
 In a converter, the rectification phase is made up of a rectifier jumper and a filter, whose purpose is to achieve an intermediate level of direct current by means of the direct rectification of the input lines. This direct current conduction bar feeds the inversion phase,

frequenza si compie adottando tecniche di modulazione della larghezza della pulsazione (PWM) in presenza di frequenze di commutazione elevate (da 4 kHz a 20 kHz). Gli interruttori IGBT presentano tempi di passo di arresto a conduzione molto brevi e viceversa, consentendo in tal modo di minimizzare le perdite dovute alla commutazione e fornire rendimenti elevati durante la conversione.

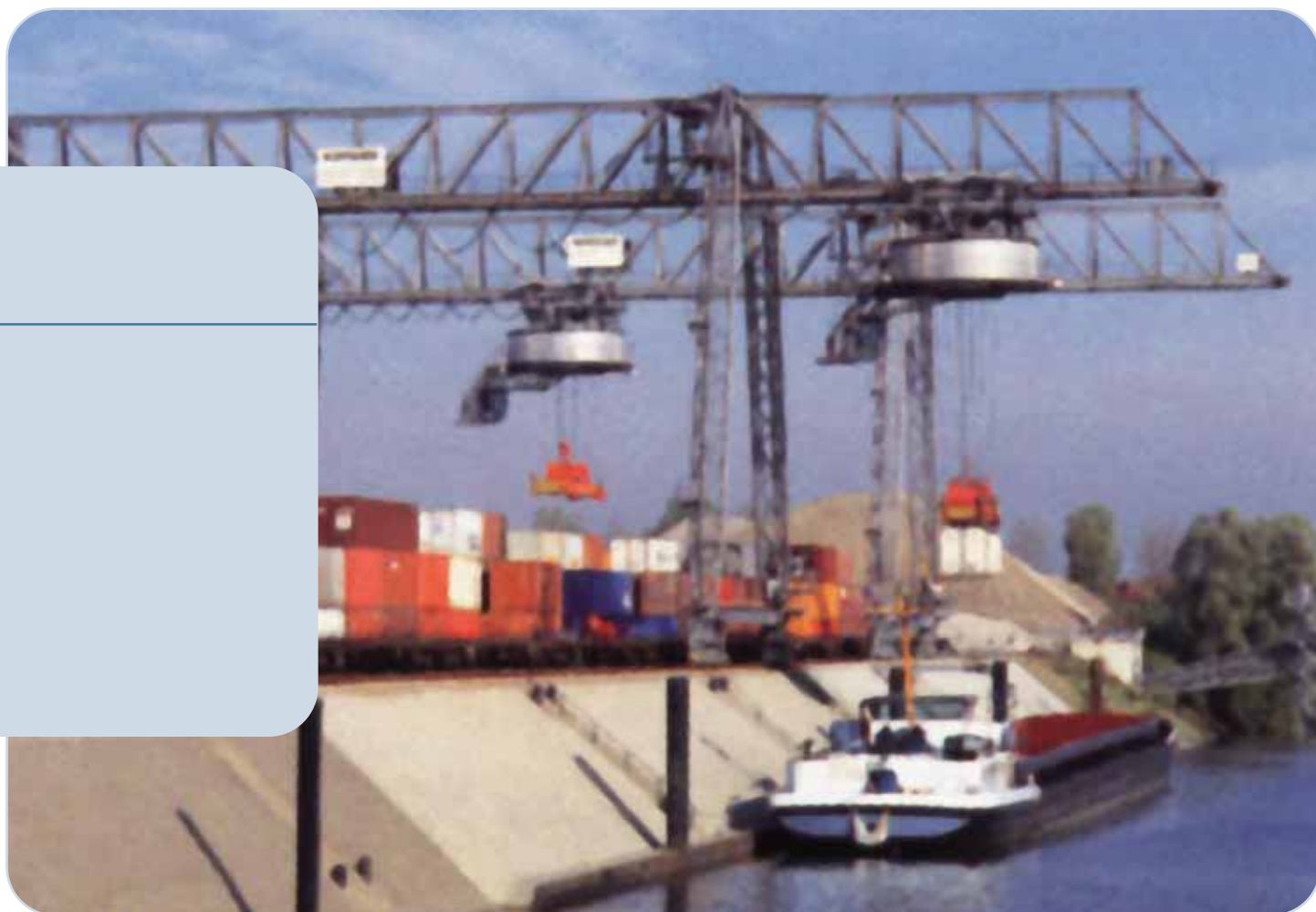
La rapida commutazione degli interruttori provoca cadute di tensione repentine, che unite all'elevata frequenza di commutazione, genera un voluminoso spettro di armoniche. Le armoniche di frequenza più elevata (ossia quelle superiori a 100 kHz) possono "sfuggire" al variatore, accoppiando i cavi di comando con quelli di potenza e causando in tal modo interferenze e anomalie di funzionamento in altri

sistemi.

Come eliminare le RFI?

È possibile ridurre al minimo le emissioni di RFI generate dall'inverter prestando particolare attenzione ai seguenti aspetti:

- Disegno del convertitore. Se il convertitore è dotato di filtri in ingresso, le emissioni di RFI che passano attraverso i cavi di ingresso probabilmente sono state eliminate.



which is composed of a three-phase jumper obtained by means of six power electronic switches. Through the co-ordinated activation of the switches, the direct current conduction bar is re-transformed into a three-phase system of alternating current, connected in turn to the motor. With most modern converters, the inversion phase is carried out by using IGBT switches. The output voltage and frequency

are controlled through the use of pulse width modulation techniques in the presence of high conversion frequencies (4 kHz to 20 kHz). The IGBT switches have very short conduction stop pitch intervals and vice versa, thereby allowing leaks due to the conversion to be minimised and providing high efficiency during the conversion.

The rapid conversion of the switches causes

sudden voltage drops, which combined with the high conversion frequency, produces a bulky spectrum of harmonics. The harmonics of the highest frequency (i.e., over 100 kHz) can "escape" the variator, coupling the control cables to the power cables and as a result causing interference and faults in the operation of other systems.

How can RFI be eliminated?

- **Filtri.** Normalmente i filtri sono costituiti da alcune induttanze disposte in serie (urti), che presentano un'impedenza elevata nei confronti delle correnti di RFI, e alcuni condensatori disposti in parallelo a terra per facilitare un passaggio di bassa impedenza. I filtri permettono di derivare a terra le RFI e ricondurle poi alla sorgente. Qualora i filtri

presenti "di serie" nell'inverter non fossero sufficienti, esistono dei moduli di filtri supplementari (di entrata e uscita) che possono essere collegati al sistema.

La figura 1 mostra la nuova serie di convertitori con potenza da 0,55 kW a 18,5 kW. I modelli fino ad una potenza di 7,5 kW possono essere dotati di filtri di rete per classe A (ambiente

industriale). L'aggiunta di filtri esterni garantisce la conformità ai requisiti EMC con valori al di sotto dei livelli indicati dalla normativa di classe B (ambiente domestico) dell'attuale direttiva europea in materia di compatibilità elettromagnetica.

- **Messa a terra.** La messa a terra si rende necessaria dal punto di vista della sicurezza



RFI emissions produced by the variator can be reduced to a minimum by keeping the following in mind:

- Converter design. If the converter has inlet filters, the RFI emissions that pass through the input cables have probably been eliminated.

- Filters. Normally, filters are made up of several inductors arranged in a series,

which have a high impedance with respect to the RFI currents, and several capacitors parallel to the ground to facilitate a passage of low impedance. The filters make it possible to relay the RFI to the ground and conduct them back to the source. If the standard supply of filters in the variator is insufficient, there are modules of supplementary filters (inlet and outlet)

than can be connected to the system. Figure 1 shows the new converter series with capacities from 0.55 kW to 18.5 kW. The models up to a capacity of 7.5 kW can be fitted with filters for category A (industrial use). Adding external filters guarantees conformity to EMC requirements with values beneath the levels required by the standards for category B (home use)

per portare le correnti anomale in caso di un guasto a terra. Esistono senza dubbio diversi provvedimenti che si possono adottare per la messa a terra al fine di eliminare le RFI. Le correnti condotte da una messa a terra di questo tipo presentano una frequenza elevata, in modo che il cablaggio ed il rispettivo percorso siano idonei a sopportare le alte frequenze.

- **Schermatura.** La schermatura aiuta ad eliminare le RFI irradiate. L'armadio del variatore deve prevedere uno schermo di protezione realizzato adottando le tecniche di schermatura idonee. Allo stesso modo, si rende solitamente necessaria la schermatura dei cavi in uscita dal motore e quella dei cavi di comando al fine di prevenire RFI a livello locale.

La figura 2 mostra la gamma di inverter Serie VCB, con avvolgimento metallico ed apposite griglie di ventilazione da 4 kW a 355 kW per schermare le radiazioni elettromagnetiche. In questo modo i sistemi riducono l'emissione ed aumentano anche l'immunità di fronte ad interferenze elettromagnetiche.



contained in the current European directive on electromagnetic compatibility.

- Earthing. Earthing is an essential safety measure that conveys irregular currents to the ground in the event of a fault. There are different ways to earth a system in order to eliminate RFI. The currents conducted by an earthing of this type have a high frequency so that the cabling and the

respective path are suitable to sustain the high frequencies.

- Shielding. Shielding helps to eliminate the irradiated RFI. The variator's cabinet should have a protective shield built with suitable shielding techniques. In addition, the cables coming out of the motor and the control cables should be shielded to prevent RFI on a local level.

Figure 2 shows the range of VCB converters with metallic winding and special ventilation grids from 4 kW to 355 kW to shield electromagnetic radiation. In this way, the systems reduce the emission and increase the immunity to electromagnetic interference.