



# Guida alla progettazione VLT<sup>®</sup> Refrigeration Drive FC 103

1,1–90 kW





## Sommar

|   |           |
|---|-----------|
| <b>1 Introduzione</b>                                     | <b>7</b>  |
| 1.1 Scopo della Guida alla Progettazione                  | 7         |
| 1.2 Organizzazione  | 7         |
| 1.3 Risorse aggiuntive                                    | 7         |
| 1.4 Abbreviazioni, simboli e convenzioni                  | 8         |
| 1.5 Simboli di sicurezza                                  | 9         |
| 1.6 Definizioni   | 9         |
| 1.7 Versione del documento e del software                 | 10        |
| 1.8 Approvazioni e certificazioni                         | 10        |
| 1.8.1 Marchio CE  | 10        |
| 1.8.1.1 Direttiva sulla bassa tensione                    | 10        |
| 1.8.1.2 Direttiva EMC                                     | 10        |
| 1.8.1.3 Direttiva macchine                                | 11        |
| 1.8.1.4 Direttiva ErP                                     | 11        |
| 1.8.2 Conformità C-tick                                   | 11        |
| 1.8.3 Conformità UL                                       | 11        |
| 1.8.4 Conformità alle norme ADN                           | 11        |
| 1.8.5 Regolamentazioni sul controllo delle esportazioni   | 12        |
| 1.9 Sicurezza   | 12        |
| 1.9.1 Principi di sicurezza generali                      | 12        |
| <b>2 Panoramica dei prodotti</b>                          | <b>14</b> |
| 2.1 Introduzione  | 14        |
| 2.2 Descrizione del funzionamento                         | 17        |
| 2.3 Sequenza di funzionamento                             | 18        |
| 2.3.1 Sezione raddrizzatore                               | 18        |
| 2.3.2 Sezione intermedia                                  | 18        |
| 2.3.3 Sezione inverter                                    | 18        |
| 2.4 Strutture di controllo                                | 18        |
| 2.4.1 Struttura di controllo ad anello aperto             | 18        |
| 2.4.2 Struttura di controllo ad anello chiuso             | 19        |
| 2.4.3 Comando locale (Hand On) e remoto (Auto On)         | 20        |
| 2.4.4 Gestione dei riferimenti                            | 21        |
| 2.4.5 Gestione della retroazione                          | 23        |
| 2.5 Funzioni operative automatizzate                      | 24        |
| 2.5.1 Protezione contro i cortocircuiti                   | 24        |
| 2.5.2 Protezione da sovratensione                         | 24        |
| 2.5.3 Rilevamento di una fase del motore mancante         | 25        |
| 2.5.4 Rilevamento dello sbilanciamento della fase di rete | 25        |

|        |  |    |
|--------|--|----|
| 2.5.5  | Commutazione sull'uscita                                     | 25 |
| 2.5.6  | Protezione da sovraccarico                                   | 25 |
| 2.5.7  | Declassamento automatico                                     | 25 |
| 2.5.8  | Ottimizzazione Automatica dell'Energia (Funzione AEO)        | 25 |
| 2.5.9  | Modulazione Automatica della Frequenza di Commutazione       | 26 |
| 2.5.10 | Declassamento per alta frequenza di commutazione             | 26 |
| 2.5.11 | Declassamento automatico per sovratemperatura                | 26 |
| 2.5.12 | Rampa automatica   | 26 |
| 2.5.13 | Circuito limite di corrente                                  | 26 |
| 2.5.14 | Prestazioni con variazione della potenza                     | 26 |
| 2.5.15 | Avviamento morbido del motore                                | 26 |
| 2.5.16 | Smorzamento risonanza  | 27 |
| 2.5.17 | Ventole controllate in temperatura                           | 27 |
| 2.5.18 | Conformità EMC   | 27 |
| 2.5.19 | Misurazioni della corrente su tutte e tre le fasi del motore | 27 |
| 2.5.20 | Isolamento galvanico di morsetti di controllo                | 27 |
| 2.6    | Funzioni applicative personalizzate                          | 27 |
| 2.6.1  | Adattamento automatico motore                                | 27 |
| 2.6.2  | Protezione termica del motore                                | 27 |
| 2.6.3  | Caduta di tensione di rete                                   | 28 |
| 2.6.4  | Controllori PID integrati                                    | 28 |
| 2.6.5  | Riavvio automatico   | 28 |
| 2.6.6  | Riaggancio al volo   | 29 |
| 2.6.7  | Piena coppia a velocità ridotta                              | 29 |
| 2.6.8  | Bypass di frequenza  | 29 |
| 2.6.9  | Preriscaldamento del motore                                  | 29 |
| 2.6.10 | Quattro setup programmabili                                  | 29 |
| 2.6.11 | Frenatura in CC  | 29 |
| 2.6.12 | Funzione Sleep Mode  | 29 |
| 2.6.13 | Abilitazione avviamento                                      | 29 |
| 2.6.14 | Smart Logic Control (SLC)                                    | 29 |
| 2.6.15 | Funzione Safe Torque Off                                     | 31 |
| 2.7    | Guasto, funzioni di avviso e di allarme                      | 31 |
| 2.7.1  | Funzionamento in presenza di sovratemperatura                | 31 |
| 2.7.2  | Avviso riferimento alto e basso                              | 32 |
| 2.7.3  | Avviso retroazione alta e bassa                              | 32 |
| 2.7.4  | Sbilanciamento di fase o perdita di fase                     | 32 |
| 2.7.5  | Avviso di alta frequenza                                     | 32 |
| 2.7.6  | Avviso bassa frequenza                                       | 32 |
| 2.7.7  | Avviso corrente alta   | 32 |

|  |           |
|--|-----------|
| 2.7.8 Avviso corrente bassa  | 32        |
| 2.7.9 Avviso carico nullo/cinghia rotta                              | 32        |
| 2.7.10 Interfaccia seriale persa                                     | 32        |
| <b>2.8 Interfacce utente e programmazione</b>                        | <b>32</b> |
| 2.8.1 Pannello di controllo locale                                   | 33        |
| 2.8.2 Software PC  | 33        |
| 2.8.2.1 Software di configurazione MCT 10                            | 34        |
| 2.8.2.2 Software di calcolo delle armoniche VLT® MCT 31              | 34        |
| 2.8.2.3 Software per il calcolo delle armoniche (HCS)                | 34        |
| <b>2.9 Manutenzione</b>  | <b>34</b> |
| 2.9.1 Immagazzinamento   | 35        |
| <b>3 Integrazione nel sistema</b>                                    | <b>36</b> |
| <b>3.1 Condizioni ambientali di funzionamento</b>                    | <b>37</b> |
| 3.1.1 Umidità  | 37        |
| 3.1.2 Temperatura  | 37        |
| 3.1.3 Raffreddamento   | 37        |
| 3.1.4 Sovratensione generata dal motore                              | 38        |
| 3.1.5 Rumorosità acustica  | 38        |
| 3.1.6 Vibrazioni e urti  | 38        |
| 3.1.7 Atmosfere aggressive   | 39        |
| 3.1.8 Definizioni del grado IP                                       | 39        |
| 3.1.9 Interferenza in radiofrequenza                                 | 40        |
| 3.1.10 Conformità all'isolamento PELV e galvanico                    | 41        |
| <b>3.2 EMC, armoniche e protezione dalla dispersione verso terra</b> | <b>41</b> |
| 3.2.1 Considerazioni generali sulle emissioni EMC                    | 41        |
| 3.2.2 Risultati test EMC (emissione)                                 | 43        |
| 3.2.3 Requisiti relativi alle emissioni                              | 44        |
| 3.2.4 Requisiti di immunità  | 44        |
| 3.2.5 Isolamento del motore  | 45        |
| 3.2.6 Correnti nei cuscinetti del motore                             | 45        |
| 3.2.7 Armoniche  | 46        |
| 3.2.8 Corrente di dispersione verso massa                            | 49        |
| <b>3.3 Efficienza energetica</b>                                     | <b>51</b> |
| 3.3.1 Classi IE e IES  | 51        |
| 3.3.2 Dati sulla perdita di potenza e dati sul rendimento            | 51        |
| 3.3.3 Perdite e rendimento di un motore                              | 52        |
| 3.3.4 Perdite e rendimento di un sistema motorizzato                 | 53        |
| <b>3.4 Integrazione della rete</b>                                   | <b>53</b> |
| 3.4.1 Configurazioni di rete ed effetti EMC                          | 53        |

|        |  |    |
|--------|--|----|
| 3.4.2  | Interferenza di rete a bassa frequenza                             | 53 |
| 3.4.3  | Analisi dell'interferenza di rete                                  | 54 |
| 3.4.4  | Opzioni per la riduzione dell'interferenza di rete                 | 54 |
| 3.4.5  | Interferenza in radiofrequenza                                     | 55 |
| 3.4.6  | Classificazione del sito operativo                                 | 55 |
| 3.4.7  | Uso con sorgente d'ingresso isolata                                | 55 |
| 3.4.8  | Correzione del fattore di potenza                                  | 56 |
| 3.4.9  | Ritardo dell'alimentazione di ingresso                             | 56 |
| 3.4.10 | Transitori di rete   | 56 |
| 3.4.11 | Funzionamento con un generatore di stand-by                        | 56 |
| 3.5    | Integrazione del motore  | 57 |
| 3.5.1  | Considerazioni per la scelta del motore                            | 57 |
| 3.5.2  | Filtri sinusoidali e dU/dt   | 57 |
| 3.5.3  | Corretta messa a terra del motore                                  | 57 |
| 3.5.4  | Cavi motore  | 57 |
| 3.5.5  | Schermatura del cavo motore  | 58 |
| 3.5.6  | Collegamento di motori multipli                                    | 58 |
| 3.5.7  | Protezione termica del motore                                      | 60 |
| 3.5.8  | Contattore di uscita   | 60 |
| 3.5.9  | Efficienza energetica  | 60 |
| 3.6    | Ingressi e uscite supplementari                                    | 62 |
| 3.6.1  | Schema di cablaggio  | 62 |
| 3.6.2  | Collegamenti relè  | 63 |
| 3.6.3  | Installazione elettrica conforme ai requisiti EMC                  | 64 |
| 3.7    | Pianificazione meccanica   | 65 |
| 3.7.1  | Spazio   | 65 |
| 3.7.2  | Montaggio a muro   | 65 |
| 3.7.3  | Accesso  | 66 |
| 3.8    | Opzioni e accessori  | 66 |
| 3.8.1  | Opzioni di comunicazione   | 69 |
| 3.8.2  | Opzioni di ingresso/uscita, retroazione e sicurezza                | 69 |
| 3.8.3  | Filtri sinusoidali   | 69 |
| 3.8.4  | Filtri dU/dt   | 69 |
| 3.8.5  | Filtri antiarmoniche   | 69 |
| 3.8.6  | Kit contenitore IP21/NEMA Tipo 1                                   | 70 |
| 3.8.7  | Filtri di modo - comune  | 72 |
| 3.8.8  | Kit di montaggio remoto per LCP                                    | 72 |
| 3.8.9  | Staffa di montaggio per dimensioni contenitore A5, B1, B2, C1 e C2 | 73 |
| 3.9    | Interfaccia seriale RS485  | 74 |
| 3.9.1  | Panoramica   | 74 |

|  |            |
|--|------------|
| 3.9.2 Collegamento in rete   | 75         |
| 3.9.3 Terminazione bus RS485   | 75         |
| 3.9.4 Precauzioni EMC  | 75         |
| 3.9.5 Panoramica del protocollo FC   | 76         |
| 3.9.6 Configurazione della rete  | 76         |
| 3.9.7 Struttura frame messaggio protocollo FC  | 76         |
| 3.9.8 Esempi del protocollo FC   | 80         |
| 3.9.9 Protocollo Modbus RTU  | 81         |
| 3.9.10 Struttura frame messaggio Modbus RTU  | 82         |
| 3.9.11 Accesso ai parametri  | 85         |
| 3.9.12 Profilo di controllo convertitore di frequenza FC                             | 86         |
| 3.10 Lista di controllo della progettazione  | 93         |
| <b>4 Esempi applicativi</b>  | <b>95</b>  |
| 4.1 Esempi applicativi   | 95         |
| 4.2 Funzioni selezionate dell'applicazione   | 95         |
| 4.2.1 SmartStart   | 95         |
| 4.2.2 Avviamento/arresto   | 96         |
| 4.2.3 Avviamento/arresto a impulsi   | 96         |
| 4.2.4 Riferimento del potenziometro  | 97         |
| 4.3 Esempi di setup dell'applicazione  | 97         |
| <b>5 Condizioni speciali</b>   | <b>103</b> |
| 5.1 Declassamento  | 103        |
| 5.2 Declassamento manuale  | 103        |
| 5.3 Declassamento per cavi motore lunghi o per cavi con sezione trasversale maggiore | 104        |
| 5.4 Declassamento in base alla temperatura ambiente                                  | 104        |
| <b>6 Codice tipo e guida alla selezione</b>  | <b>109</b> |
| 6.1 Ordine   | 109        |
| 6.1.1 Introduzione   | 109        |
| 6.1.2 Codice identificativo  | 109        |
| 6.2 Opzioni, accessori e ricambi   | 110        |
| 6.2.1 Numeri d'ordine: Opzioni e accessori   | 110        |
| 6.2.2 Numeri d'ordine: Filtri antiarmoniche  | 113        |
| 6.2.3 Numeri d'ordine: Moduli filtro sinusoidali, 200–480 V CA                       | 113        |
| 6.2.4 Numeri d'ordine: Moduli filtro sinusoidali, 525-600/690 V CA                   | 114        |
| 6.2.5 Filtri antiarmoniche   | 115        |
| 6.2.6 Filtri sinusoidali   | 117        |
| 6.2.7 Filtri dU/dt   | 118        |
| 6.2.8 Filtri modo - comune   | 119        |

|  |     |
|--|-----|
| <b>7 Specifiche</b>                            | 120 |
| 7.1 Dati elettrici                             | 120 |
| 7.1.1 Alimentazione di rete 3x200–240 V CA     | 120 |
| 7.1.2 Alimentazione di rete 3x380–480 V CA     | 122 |
| 7.1.3 Alimentazione di rete 3x525–600 V CA     | 124 |
| 7.2 Alimentazione di rete                      | 126 |
| 7.3 Uscita motore e dati motore                | 126 |
| 7.4 Condizioni ambientali                      | 127 |
| 7.5 Specifiche dei cavi                        | 127 |
| 7.6 Ingresso/uscita di dati e di controllo     | 128 |
| 7.7 Coppia di serraggio della connessione      | 131 |
| 7.8 Fusibili e interruttori                    | 131 |
| 7.9 Potenze nominali, peso e dimensioni        | 137 |
| 7.10 Test dU/dt                                | 138 |
| 7.11 Valori nominali di rumorosità acustica    | 141 |
| 7.12 Opzioni selezionate                       | 141 |
| 7.12.1 Modulo MCB 101 VLT® General Purpose I/O | 141 |
| 7.12.2 VLT® Relay Card MCB 105                 | 141 |
| 7.12.3 VLT® Extended Relay Card MCB 113        | 143 |
| <b>8 Appendice - disegni selezionati</b>       | 146 |
| 8.1 Disegni collegamento di rete               | 146 |
| 8.2 Disegni collegamento del motore            | 149 |
| 8.3 Disegni morsetto relè                      | 151 |
| 8.4 Fori di ingresso dei cavi                  | 152 |
| <b>Indice</b>                                  | 157 |

# 1 Introduzione

## 1.1 Scopo della Guida alla Progettazione

La presente guida alla progettazione per convertitori di frequenza VLT® Refrigeration Drive FC 103 è concepita per:

- Progettisti e sistemisti.
- Consulenti di progettazione.
- Specialisti delle applicazioni e di prodotto.

La Guida alla Progettazione fornisce informazioni tecniche per comprendere le capacità del convertitore di frequenza per l'integrazione nel controllo del motore e nei sistemi di monitoraggio.

Lo scopo della Guida alla Progettazione è quello di fornire requisiti di progettazione e dati di progettazione per l'integrazione del convertitore di frequenza in un sistema. La Guida alla Progettazione provvede alla selezione di convertitori di frequenza e opzioni per una varietà di applicazioni e installazioni.

Il riesame delle informazioni di prodotto dettagliate nella fase di progettazione consente di sviluppare un sistema ben concepito con funzionalità ed efficienza ottimali.

VLT® è un marchio registrato.

## 1.2 Organizzazione

*Capitolo 1 Introduzione:* Lo scopo generale della Guida alla Progettazione e la conformità alle direttive internazionali.

*Capitolo 2 Panoramica dei prodotti:* La struttura interna e la funzionalità del convertitore di frequenza e le caratteristiche di funzionamento.

*Capitolo 3 Integrazione nel sistema:* Condizioni ambientali; EMC, armoniche e dispersione verso massa; ingresso di rete; motori e collegamenti del motore; altri collegamenti; pianificazione meccanica; e descrizione delle opzioni e accessori disponibili.

*Capitolo 4 Esempi applicativi:* Esempi di applicazioni del prodotto e istruzioni per l'uso.

*Capitolo 5 Condizioni speciali:* Dettagli su ambienti di funzionamento inconsueti.

*Capitolo 6 Codice tipo e guida alla selezione:* Procedure per l'ordinazione di apparecchiature e opzioni per soddisfare l'uso previsto del sistema.

*Capitolo 7 Specifiche:* Una raccolta di dati tecnici in tabelle e grafici.

*Capitolo 8 Appendice - disegni selezionati:* Una raccolta di grafici che illustrano:

- Collegamenti alla rete e del motore
- Morsetti relè
- Entrate cavi

## 1.3 Risorse aggiuntive

Risorse di supporto alla comprensione del funzionamento avanzato del convertitore di frequenza, della programmazione e della conformità alle direttive:

- Il *Manuale di funzionamento VLT® Refrigeration Drive FC 103* (denominato *manuale di funzionamento* nel presente manuale) fornisce informazioni dettagliate per l'installazione e l'avviamento del convertitore di frequenza.
- La *Guida alla Progettazione VLT® Refrigeration Drive FC 103* fornisce le informazioni richieste per la progettazione e la pianificazione per l'integrazione del convertitore di frequenza in un sistema.
- La *Guida alla Programmazione VLT® Refrigeration Drive FC 103* (denominata *guida alla programmazione* nel presente manuale) fornisce informazioni dettagliate su come lavorare con i parametri, nonché diversi esempi applicativi.
- Il *Manuale di funzionamento VLT® Safe Torque Off* descrive come usare i convertitori di frequenza Danfoss in applicazioni di sicurezza funzionale. Questo manuale viene fornito con il convertitore di frequenza quando è presente l'opzione STO.

Ulteriori pubblicazioni e manuali sono disponibili per il download all'indirizzo [vlt-drives.danfoss.com/Products/Detail/Technical-Documents](http://vlt-drives.danfoss.com/Products/Detail/Technical-Documents).

### **AVVISO!**

**Sono disponibili dispositivi opzionali che possono riportare informazioni diverse da quelle presenti in queste pubblicazioni. Assicurarsi di leggere le istruzioni fornite con le opzioni per i requisiti specifici.**

Contattare un fornitore Danfoss o visitare [www.danfoss.com](http://www.danfoss.com) per maggiori informazioni.

## 1.4 Abbreviazioni, simboli e convenzioni

|                      |  |
|----------------------|--|
| 60° AVM              | Modulazione vettoriale asincrona 60°   |
| A                    | Ampere/AMP   |
| CA                   | Corrente alternata   |
| AD                   | Air Discharge (scarica in aria)  |
| AEO                  | Ottimizzazione automatica dell'energia   |
| AI                   | Ingresso analogico   |
| AMA                  | Adattamento automatico motore  |
| AWG                  | American Wire Gauge  |
| °C                   | Gradi Celsius  |
| CD                   | Constant discharge (scarica costante)  |
| CDM                  | Modulo convertitore di frequenza completo: il convertitore di frequenza, la sezione di alimentazione e le apparecchiature ausiliarie |
| CM                   | Common mode (modo - comune)  |
| CT                   | Coppia costante  |
| CC                   | Corrente continua  |
| DI                   | Ingresso digitale  |
| DM                   | Differential Mode (modalità differenziale)   |
| D-TYPE               | In funzione del convertitore di frequenza  |
| EMC                  | Compatibilità elettromagnetica   |
| FEM                  | Forza elettromotrice   |
| ETR                  | Relè termico elettronico   |
| f <sub>JOG</sub>     | Frequenza del motore quando viene attivata la funzione Marcia jog.   |
| f <sub>M</sub>       | Frequenza motore   |
| f <sub>MAX</sub>     | La frequenza di uscita massima che il convertitore di frequenza applica sulla sua uscita.  |
| f <sub>MIN</sub>     | La frequenza minima del motore dal convertitore di frequenza   |
| f <sub>M,N</sub>     | Frequenza nominale motore  |
| FC                   | Convertitore di frequenza  |
| g                    | Grammo   |
| Hiperface®           | Hiperface® è un marchio registrato da Stegmann   |
| HO                   | Sovraccarico elevato   |
| CV                   | Cavallo vapore   |
| HTL                  | Encoder HTL (10-30 V) impulsi - logica transistor ad alta tensione   |
| Hz                   | Hertz  |
| I <sub>INV</sub>     | Corrente nominale di uscita dell'inverter  |
| I <sub>LIM</sub>     | Limite di corrente   |
| I <sub>M,N</sub>     | Corrente nominale del motore   |
| I <sub>VLT,MAX</sub> | Corrente di uscita massima   |
| I <sub>VLT,N</sub>   | Corrente di uscita nominale fornita dal convertitore di frequenza  |
| kHz                  | Kilohertz  |
| LCP                  | Pannello di controllo locale   |
| lsb                  | Bit meno significativo   |
| m                    | Metro  |
| mA                   | Milliampere  |
| MCM                  | Mille circular mil   |
| MCT                  | Motion Control Tool  |
| mH                   | Induttanza in milli henry  |

|                          |  |
|--------------------------|--|
| mm                       | Millimetri   |
| ms                       | Millisecondo   |
| msb                      | Bit più significativo  |
| η <sub>VLT</sub>         | Il rendimento del convertitore di frequenza definito come rapporto tra la potenza in uscita e la potenza in ingresso.      |
| nF                       | Capacità in nano Farad   |
| NLCP                     | Pannello di controllo locale numerico  |
| Nm                       | Newton meter   |
| NO                       | Sovraccarico normale   |
| n <sub>s</sub>           | Velocità del motore sincrono   |
| Parametri online/offline | Le modifiche ai parametri online vengono attivate immediatamente dopo la variazione del valore dei dati.                   |
| P <sub>br,cont.</sub>    | Potenza nominale della resistenza di frenatura (potenza media durante la frenatura continua).                              |
| PCB                      | Scheda di circuito stampato  |
| PCD                      | Dati di processo   |
| PDS                      | Sistema di azionamento elettrico: un CDM e un motore   |
| PELV                     | Tensione di protezione bassissima  |
| P <sub>m</sub>           | Potenza di uscita nominale del convertitore di frequenza come sovraccarico elevato (HO).                                   |
| P <sub>M,N</sub>         | Potenza nominale motore  |
| Motore PM                | Motore a magneti permanenti  |
| PID di processo          | Controllore PID (Proporzionale Integrale Derivativo) che mantiene la velocità, pressione, temperatura, ecc..               |
| R <sub>br,nom</sub>      | Il valore nominale della resistenza che assicura una potenza di frenatura sull'albero motore pari al 150/160% per 1 minuto |
| RCD                      | Dispositivo a corrente residua   |
| Regen                    | Morsetti rigenerativi  |
| R <sub>min</sub>         | Valore minimo consentito della resistenza di frenatura da parte del convertitore di frequenza                              |
| RMS                      | Radice della media del quadrato  |
| Giri/min.                | Giri al minuto   |
| R <sub>rec</sub>         | Resistenza di frenatura consigliata per resistenze freno Danfoss   |
| s                        | Secondo  |
| SFAVM                    | Modulazione vettoriale asincrona orientata secondo il flusso dello statore   |
| STW                      | Parola di stato  |
| SMPS                     | Alimentazione a commutazione   |
| THD                      | Distorsione armonica totale  |
| T <sub>LIM</sub>         | Limite di coppia   |
| TTL                      | Encoder TTL (5 V) impulsi - logica transistor-transistor   |
| U <sub>M,N</sub>         | Tensione nominale motore   |
| V                        | Volt   |
| VT                       | Coppia variabile   |
| VVC <sup>+</sup>         | Controllo vettoriale della tensione plus   |

Tabella 1.1 Abbreviazioni

**Convenzioni**

Gli elenchi numerati indicano le procedure.

Gli elenchi puntati indicano altre informazioni e una descrizione delle illustrazioni.

Il testo in corsivo indica:

- Riferimento incrociato.
- Collegamento.
- Nota a piè di pagina.
- Nomi di parametri, gruppi di parametri o opzioni dei parametri

Tutte le dimensioni sono in mm (pollici).

\* indica un'impostazione di fabbrica di un parametro.

**1.5 Simboli di sicurezza**

Nel presente manuale vengono utilizzati i seguenti simboli:



Indica una situazione potenzialmente rischiosa che potrebbe causare morte o lesioni gravi.



Indica una situazione potenzialmente rischiosa che potrebbe causare lesioni leggere o moderate. Può anche essere usato per mettere in guardia da pratiche non sicure.



Indica informazioni importanti, incluse situazioni che possono causare danni alle apparecchiature o alla proprietà.

**1.6 Definizioni****Ruota libera**

L'albero motore è in evoluzione libera. Nessuna coppia sul motore.

**Caratteristiche CT**

Caratteristiche di coppia costante usate per tutte le applicazioni come:

- Nastri trasportatori.
- Pompe volumetriche.
- Gru.

**Inizializzazione**

Se viene eseguita un'inizializzazione (*parametro 14-22 Modo di funzionamento*), il convertitore di frequenza ritorna all'impostazione di fabbrica.

**Duty cycle intermittente**

Un ciclo di utilizzo intermittente fa riferimento a una sequenza di duty cycle. Ogni ciclo è costituito da un periodo a carico e da un periodo a vuoto. Il funzionamento può avvenire sia con servizio periodico sia aperiodico.

**Fattore di potenza**

Il fattore di potenza reale ( $\lambda$ ) considera tutte le armoniche. Il fattore di potenza reale è sempre inferiore al fattore di potenza ( $\cos\phi$ ) che considera solo la 1a armonica di corrente e di tensione.

$$\cos\phi = \frac{P \text{ (kW)}}{P \text{ (kVA)}} = \frac{U\lambda \times I\lambda \times \cos\phi}{U\lambda \times I\lambda}$$

$\cos\phi$  è anche noto come fattore di potenza dovuto allo sfasamento.

Sia  $\lambda$  che  $\cos\phi$  sono indicati per convertitori di frequenza Danfoss Danfoss VLT® in *capitolo 7.2 Alimentazione di rete*.

Il fattore di potenza indica in che misura il convertitore di frequenza impone un carico sull'alimentazione di rete. Quanto minore è il fattore di potenza, tanto maggiore è la corrente di ingresso  $I_{RMS}$  per lo stesso rendimento in kW.

Inoltre, un fattore di potenza elevato indica che le correnti armoniche sono basse.

Tutti i convertitori di frequenza Danfoss possiedono bobine integrate nel collegamento CC. Le bobine assicurano un elevato fattore di potenza e riducono la distorsione armonica totale sulla rete di alimentazione.

**Setup**

Salvare le impostazioni parametri in 4 setup. Cambiare tra le 4 programmazioni di parametri e modificare un setup mentre è attivo un altro setup.

**Compensazione dello scorrimento**

Il convertitore di frequenza compensa lo scorrimento del motore integrando la frequenza in base al carico rilevato del motore, mantenendo costante la velocità del motore.

**Smart logic control (SLC)**

L'SLC è una sequenza di azioni definite dall'utente, che vengono eseguite quando gli eventi associati definiti dall'utente sono valutati come TRUE dall'SLC. (Gruppo di parametri 13-\*\* *Smart logic*).

**Bus standard FC**

Include il bus RS485 con protocollo FC o protocollo MC. Vedere *parametro 8-30 Protocollo*.

**Termistore**

Una resistenza dipendente dalla temperatura, installata nei punti in cui deve essere controllata la temperatura (convertitore di frequenza o motore).

**Scatto**

Uno stato di allarme nel quale si entra in situazioni di guasto, come quando il convertitore di frequenza è soggetto a un surriscaldamento o quando protegge il motore, un processo o un meccanismo. Il riavvio viene impedito finché la causa del guasto non è scomparsa e lo stato di scatto viene annullato. Annullare lo stato di scatto tramite:

- attivazione del ripristino oppure
- programmazione del convertitore di frequenza affinché si ripristini automaticamente

Non usare lo scatto per la sicurezza personale.

### Scatto bloccato

Uno stato di allarme che si verifica in situazioni di guasto quando il convertitore di frequenza entra in autoprotezione e che richiede un intervento manuale, per esempio il convertitore di frequenza è soggetto a un cortocircuito sull'uscita. Uno scatto bloccato può essere annullato scollegando la rete, eliminando la causa del guasto e ricollegando il convertitore di frequenza all'alimentazione. Il riavvio viene impedito fino a che lo stato di scatto non viene eliminato attivando il ripristino o, in alcuni casi, tramite la programmazione di un ripristino automatico. Non usare lo scatto per la sicurezza personale.

### Caratteristiche del VT

Caratteristiche coppia variabile per pompe e ventole.

## 1.7 Versione del documento e del software

Il presente manuale è revisionato e aggiornato regolarmente. Tutti i suggerimenti per migliorare sono ben accetti.

Tabella 1.2 mostra la versione del documento e la versione software corrispondente.

| Edizione | Osservazioni         | Versione software |
|----------|----------------------|-------------------|
| MG16G2xx | Sostituisce MG16G1xx | 1.4x              |

Tabella 1.2 Versione del documento e del software

## 1.8 Approvazioni e certificazioni

I convertitori di frequenza sono progettati in conformità con le direttive descritte in questa sezione.

Per maggiori informazioni su approvazioni e certificati, andare all'area di download all'indirizzo [vlt-marine.danfoss.com/support/type-approval-certificates/](http://vlt-marine.danfoss.com/support/type-approval-certificates/).

### 1.8.1 Marchio CE



Disegno 1.1 CE

Il marchio CE (Comunità Europea) indica che il fabbricante del prodotto rispetta tutte le direttive UE pertinenti. Le direttive UE applicabili alla progettazione e alla produzione di convertitori di frequenza sono elencate in Tabella 1.3

### AVVISO!

Il marchio CE non regola la qualità del prodotto. Le specifiche tecniche non possono essere dedotte dal marchio CE.

### AVVISO!

I convertitori di frequenza con una funzione di sicurezza integrata devono soddisfare la direttiva macchine.

| Direttiva UE                     | Versione    |
|----------------------------------|-------------|
| Direttiva sulla bassa tensione   | 2014/35/EU  |
| Direttiva EMC                    | 2014/30/EU  |
| Direttiva macchine <sup>1)</sup> | 2014/32/EU  |
| Direttiva ErP                    | 2009/125/EC |
| Direttiva ATEX                   | 2014/34/EU  |
| Direttiva RoHS                   | 2002/95/EC  |

Tabella 1.3 Direttive UE applicabili ai convertitori di frequenza

1) La conformità alla direttiva macchine è richiesta esclusivamente per convertitori di frequenza con una funzione di sicurezza integrata.

Le dichiarazioni di conformità sono disponibili su richiesta.

#### 1.8.1.1 Direttiva sulla bassa tensione

La direttiva sulla bassa tensione concerne tutte le apparecchiature elettriche funzionanti negli intervalli di tensione compresi fra 50 e 1000 V CA e fra 75 e 1600 V CC.

L'obiettivo della direttiva è quello di garantire la sicurezza personale ed evitare danni alla proprietà quando vengono fatte funzionare apparecchiature elettriche che sono installate e mantenute correttamente, nella loro applicazione prevista.

#### 1.8.1.2 Direttiva EMC

Lo scopo della direttiva EMC (compatibilità elettromagnetica) è quello di ridurre l'interferenza elettromagnetica e migliorare l'immunità delle apparecchiature e degli impianti elettrici. Il requisito di protezione di base della direttiva EMC afferma che i dispositivi che generano interferenza elettromagnetica (EMI), o il cui funzionamento potrebbe essere soggetto a interferenze elettromagnetiche, devono essere progettati per limitare la generazione di interferenze elettromagnetiche e devono avere un livello di immunità adatto alle interferenze elettromagnetiche quando sono correttamente installate, sottoposte a manutenzione e usate come previsto.

I dispositivi elettrici usati da soli o come parte di un sistema devono recare il marchio CE. I sistemi non richiedono il marchio CE ma devono soddisfare i requisiti di protezione di base della direttiva EMC.

### 1.8.1.3 Direttiva macchine

L'obiettivo della direttiva macchine è di garantire la sicurezza personale ed evitare danni alla proprietà per apparecchiature meccaniche utilizzate nella loro applicazione prevista. La direttiva macchine vale per una macchina composta da un gruppo di componenti o dispositivi interconnessi, dei quali almeno uno è in grado di eseguire un movimento meccanico.

I convertitori di frequenza con una funzione di sicurezza integrata devono soddisfare la direttiva macchine. I convertitori di frequenza senza la funzione di sicurezza non rientrano nella Direttiva macchine. Se un convertitore di frequenza è integrato in un sistema di macchinari, Danfoss fornisce informazioni sugli aspetti di sicurezza relativi al convertitore di frequenza.

Quando i convertitori di frequenza vengono usati in macchine con almeno una parte mobile, il produttore della macchina deve fornire una dichiarazione che attesti la conformità con tutti le normative e le misure di sicurezza pertinenti.

### 1.8.1.4 Direttiva ErP

La direttiva ErP è la direttiva europea Eco-design per prodotti connessi all'energia. La direttiva impone requisiti ecodesign per prodotti connessi all'energia, inclusi i convertitori di frequenza. L'obiettivo della direttiva è quello di aumentare l'efficienza energetica e il livello di protezione dell'ambiente, aumentando allo stesso tempo la sicurezza dell'alimentazione energetica. L'impatto ambientale dei prodotti connessi all'energia include il consumo energetico attraverso l'intero ciclo di vita del prodotto.

### 1.8.2 Conformità C-tick



Disegno 1.2 C-tick

Il marchio C-tick indica la conformità con le norme tecniche applicabili per la compatibilità elettromagnetica (EMC). La conformità C-tick è richiesta per posizionare i dispositivi elettrici ed elettronici sul mercato in Australia e Nuova Zelanda.

La normativa C-tick riguarda le emissioni condotte e irradiate. Per i convertitori di frequenza, applicare i limiti di emissione specificati in EN/IEC 61800-3.

Una dichiarazione di conformità può essere fornita su richiesta.

### 1.8.3 Conformità UL

#### Certificato UL



Disegno 1.3 UL

#### **AVVISO!**

**I convertitori di frequenza da 525–690 V non sono certificati per UL.**

Il convertitore di frequenza soddisfa i requisiti UL 508C di protezione della memoria termica. Per maggiori informazioni, consultare *capitolo 2.6.2 Protezione termica del motore*.

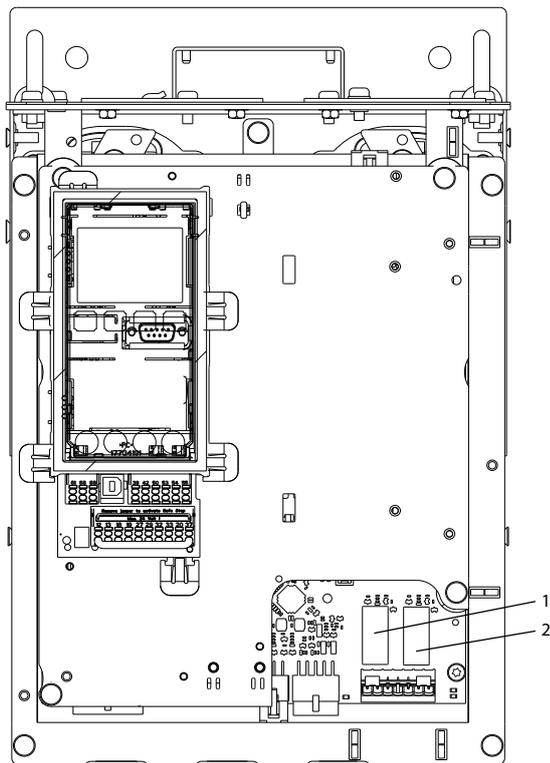
### 1.8.4 Conformità alle norme ADN

Le unità con classe di protezione IP55 (NEMA 12), o superiore, impediscono la formazione di scintille e sono classificate come apparecchi elettrici a limitato rischio di esplosione, in conformità all'Accordo europeo relativo al trasporto internazionale di merci pericolose per vie navigabili interne (ADN),

Per unità con classe di protezione in ingresso IP20/Chassis, IP21/NEMA 1 o IP54, impedire il rischio di formazione dei scintille come segue:

- Non installare un interruttore di rete.
- Assicurarsi che *parametro 14-50 Filtro RFI* sia impostato su [1] On.
- Rimuovere tutti i connettori relè contrassegnati RELAY. Vedere *Disegno 1.4*.
- Controllare quali opzioni relè sono installate, se presenti. L'unica opzione relè consentita è la VLT® Extended Relay Card MCB 113.

Consultare [vlt-marine.danfoss.com/support/type-approval-certificates/](http://vlt-marine.danfoss.com/support/type-approval-certificates/) per ulteriori informazioni sulle certificazioni per il settore marino.



130BD832.10

|      |                 |
|------|-----------------|
| 1, 2 | Connettori relè |
|------|-----------------|

Disegno 1.4 Posizione dei connettori dei relè

La dichiarazione del produttore è disponibile su richiesta.

### 1.8.5 Regolamentazioni sul controllo delle esportazioni

I convertitori di frequenza possono essere soggetti a regolamentazioni sul controllo delle esportazioni locali e/o nazionali.

I convertitori di frequenza che sono soggetti a regolamentazioni sul controllo delle esportazioni sono classificati con un numero ECCN.

Il numero ECCN è indicato nei documenti forniti insieme al convertitore di frequenza.

In caso di riesportazione, l'esportatore è tenuto ad assicurare la conformità con le regolamentazioni sul controllo delle esportazioni pertinenti.

## 1.9 Sicurezza

### 1.9.1 Principi di sicurezza generali

Se gestiti scorrettamente, i convertitori di frequenza hanno il potenziale di provocare lesioni letali perché contengono componenti ad alta tensione. L'apparecchiatura dovrebbe essere installata e fatta funzionare solo da personale qualificato. Non tentate di effettuare lavori di riparazione senza prima staccare il convertitore di frequenza dall'alimentazione elettrica e attendere il tempo prescritto fino alla dissipazione dell'energia elettrica accumulata.

È obbligatorio osservare rigorosamente le precauzioni di sicurezza e le note sulla sicurezza per assicurare un funzionamento sicuro del convertitore di frequenza.

Il trasporto, l'immagazzinamento, l'installazione, l'uso e la manutenzione effettuati in modo corretto e affidabile sono essenziali per un funzionamento senza problemi e in sicurezza del convertitore di frequenza. Solo il personale qualificato è autorizzato a installare e a far funzionare questa apparecchiatura.

Per personale qualificato si intendono dipendenti adeguatamente formati che sono autorizzati a installare, mettere in funzione ed effettuare la manutenzione su apparecchiature, sistemi e circuiti in conformità alle leggi e ai regolamenti pertinenti. Inoltre, il personale qualificato deve avere dimestichezza con le istruzioni e le misure di sicurezza descritte in questo manuale di funzionamento.

### **AVVISO**

#### ALTA TENSIONE

I convertitori di frequenza sono soggetti ad alta tensione quando collegati all'alimentazione di ingresso della rete CA, all'alimentazione CC o alla condivisione del carico. Se l'installazione, l'avviamento e la manutenzione non vengono eseguiti da personale qualificato potrebbero presentarsi rischi di lesioni gravi o mortali.

- Solo il personale qualificato è autorizzato a effettuare le operazioni di installazione, avvio e manutenzione.

**⚠️ AVVISO****AVVIO INVOLONTARIO**

Quando il convertitore di frequenza è collegato alla rete CA, all'alimentazione CC o alla condivisione del carico, il motore può avviarsi in qualsiasi momento. L'avvio involontario durante i lavori di programmazione, manutenzione o riparazione può causare morte o lesioni gravi alle persone oppure danni alle cose. Il motore può essere avviato tramite un interruttore esterno, un comando fieldbus, un segnale di riferimento in ingresso dall'LCP oppure dopo aver eliminato una condizione di guasto.

Per prevenire un avvio involontario del motore, procedere come segue.

- Scollegare il convertitore di frequenza dalla rete.
- Premere [Off/Reset] sull'LCP prima di programmare i parametri.
- Cablare e montare completamente il convertitore di frequenza, il motore e qualsiasi apparecchiatura azionata prima di collegare il convertitore di frequenza alla rete CA, all'alimentazione CC o alla condivisione del carico.

**⚠️ AVVISO****TEMPO DI SCARICA**

Il convertitore di frequenza contiene condensatori del collegamento CC che possono rimanere carichi anche quando il convertitore di frequenza non è alimentato. Può ancora essere presente alta tensione anche dopo lo spegnimento dei LED. Il mancato rispetto del tempo di attesa indicato dopo il disinserimento dell'alimentazione e prima di effettuare lavori di manutenzione o riparazione può causare lesioni gravi o mortali.

1. Arrestare il motore.
2. Scollegare la rete CA, i motori del tipo a magneti permanenti e le alimentazioni del bus CC, incluse le batterie di riserva, i gruppi di continuità e i collegamenti bus CC ad altri convertitori di frequenza.
3. Attendere che i condensatori si scarichino completamente prima di eseguire qualsiasi lavoro di manutenzione o di riparazione. La durata del tempo di attesa è specificata in *Tabella 1.4*.

| Tensione [V] | Tempo di attesa minimo (minuti) |           |
|--------------|---------------------------------|-----------|
|              | 4                               | 15        |
| 200–240      | 1,1–3,7 kW                      | 5,5–45 kW |
| 380–480      | 1,1–7,5 kW                      | 11–90 kW  |
| 525–600      | 1,1–7,5 kW                      | 11–90 kW  |

Tabella 1.4 Tempo di scarica

**⚠️ AVVISO****RISCHIO DI CORRENTE DI DISPERSIONE**

Le correnti di dispersione superano i 3,5 mA. Un collegamento a massa non corretto del convertitore di frequenza può causare morte o lesioni gravi.

- Assicurare il corretto collegamento a massa dell'apparecchiatura da parte di un installatore elettrico certificato.

**⚠️ AVVISO****PERICOLO APPARECCHIATURE**

Il contatto con gli alberi rotanti e le apparecchiature elettriche può causare morte o lesioni gravi.

- Assicurarsi che solo il personale adeguatamente formato e qualificato effettui l'installazione, l'avviamento e la manutenzione.
- Assicurarsi che il lavoro elettrico avvenga in conformità alle norme elettriche nazionali e locali.
- Seguire le procedure illustrate in questo manuale.

**⚠️ AVVISO****ROTAZIONE INVOLONTARIA DEL MOTORE  
AUTOROTAZIONE**

Una rotazione involontaria dei motori a magneti permanenti crea tensione e può caricare l'unità, provocando lesioni gravi o mortali o danni all'apparecchiatura.

- Assicurarsi che i motori a magneti permanenti siano bloccati per impedire una rotazione involontaria.

**⚠️ ATTENZIONE****RISCHIO DI GUASTO INTERNO**

Un guasto interno nel convertitore di frequenza può provocare lesioni gravi quando questo non è chiuso correttamente.

- Prima di applicare la corrente elettrica, assicurarsi che tutte le coperture di sicurezza siano al loro posto e fissate in modo sicuro.

## 2 Panoramica dei prodotti

### 2

### 2.1 Introduzione

Questo capitolo fornisce una panoramica dei gruppi e dei circuiti primari del convertitore di frequenza. Descrive le funzioni elettriche e di elaborazione del segnale interne. È anche inclusa una descrizione della struttura di controllo interna.

Sono anche descritte le funzioni automatizzate e opzionali del convertitore di frequenza, disponibili per progettare solidi sistemi operativi con un controllo sofisticato e prestazioni di informazioni sullo stato.

#### 2.1.1 Il prodotto è concepito per applicazioni di refrigerazione.

Il VLT® Refrigeration Drive FC 103 è concepito per applicazioni di refrigerazione. La procedura guidata integrata guida l'utente attraverso il processo di messa in funzione. La gamma delle caratteristiche standard e opzionali comprende:

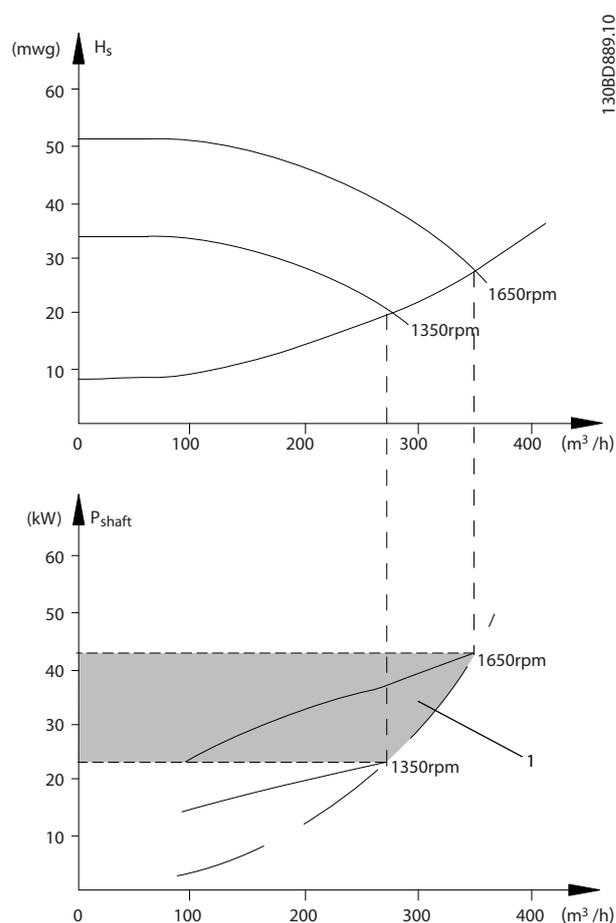
- Regolazione in cascata multizona
- Regolazione a zona neutra.
- Controllo della temperatura di condensazione fluttuante.
- Gestione ritorno olio.
- Controllo evaporatore multiretroazione.
- Regolazione in cascata.
- Rilevamento del funzionamento a secco.
- Rilevamento fine curva.
- Alternanza del motore.
- STO.
- Modo pausa.
- Protezione tramite password.
- Protezione da sovraccarico.
- Smart Logic Control.
- Monitoraggio della velocità minima.
- Testi liberamente programmabili per informazioni, avvertenze e avvisi.

### 2.1.2 Risparmio energetico

In confronto a tecnologie e sistemi di regolazione alternativi, un convertitore di frequenza è il sistema di controllo energetico ottimale per la regolazione di ventole e pompe.

Utilizzando un convertitore di frequenza per controllare la portata, una riduzione del 20% della velocità della pompa consente risparmi energetici pari a circa il 50% in applicazioni tipiche.

Disegno 2.1 mostra un esempio della riduzione di energia ottenibile.



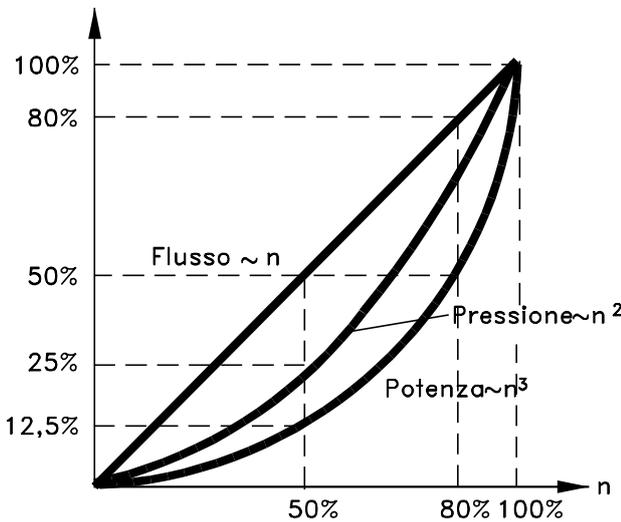
|   |                      |
|---|----------------------|
| 1 | Risparmio energetico |
|---|----------------------|

Disegno 2.1 Esempio: Risparmio energetico

### 2.1.3 Esempio di risparmi energetici

Come illustrato in *Disegno 2.2*, la portata viene regolata modificando la velocità della pompa, misurata in giri/minuto. Riducendo la velocità solo del 20% rispetto alla velocità nominale, anche la portata viene ridotta del 20%. La portata è direttamente proporzionale alla velocità. Il consumo di energia elettrica viene ridotto fino al 50%. Se il sistema deve fornire solo una portata che corrisponda al 100% per pochi giorni l'anno, mentre per il resto dell'anno la media è inferiore all'80% della portata nominale, i risparmi energetici sono addirittura superiori al 50%.

*Disegno 2.2* descrive la dipendenza di portata, pressione e consumo energetico dalla velocità della pompa in numero di giri al minuto per le pompe centrifughe.



DANFOSS  
175HA208.10

Disegno 2.2 Leggi di affinità per pompe centrifughe

$$\text{Flusso : } \frac{Q_1}{Q_2} = \frac{n_1}{n_2}$$

$$\text{Pressione : } \frac{H_1}{H_2} = \left(\frac{n_1}{n_2}\right)^2$$

$$\text{Potenza : } \frac{P_1}{P_2} = \left(\frac{n_1}{n_2}\right)^3$$

Assumendo un'efficienza uguale nell'intervallo di velocità.

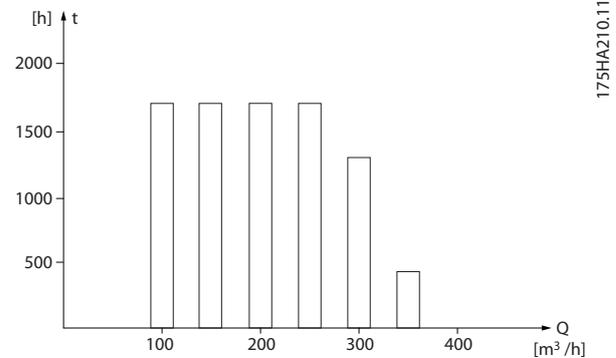
|                                   |                                  |
|-----------------------------------|----------------------------------|
| Q=Portata                         | P=Potenza                        |
| Q <sub>1</sub> =Portata 1         | P <sub>1</sub> =Potenza 1        |
| Q <sub>2</sub> =Portata ridotta   | P <sub>2</sub> =Potenza ridotta  |
| H=Pressione                       | n=Regolazione della velocità     |
| H <sub>1</sub> =Pressione 1       | n <sub>1</sub> =Velocità 1       |
| H <sub>2</sub> =Pressione ridotta | n <sub>2</sub> =Velocità ridotta |

Tabella 2.1 Leggi di affinità

### 2.1.4 Esempio con portata variabile su un periodo di un anno

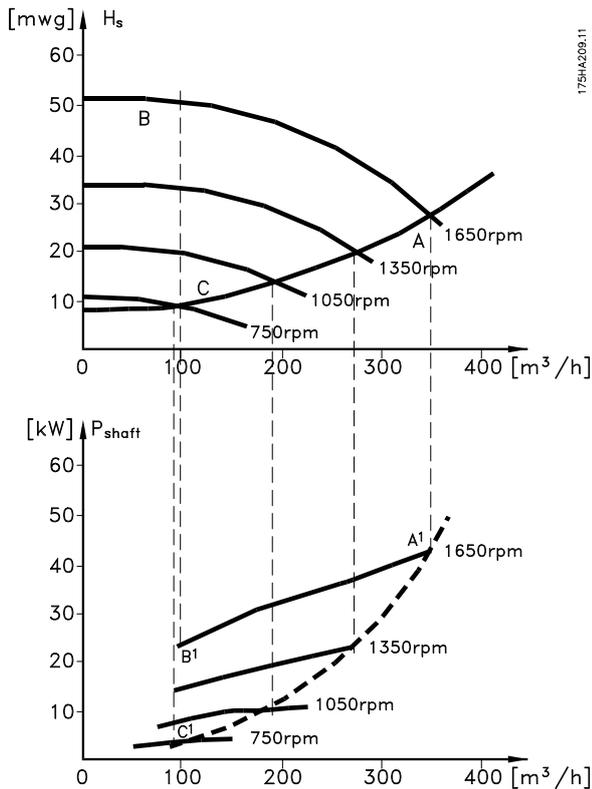
Questo esempio viene calcolato sulla base delle caratteristiche della pompa ottenute da una scheda tecnica relativa, mostrata in *Disegno 2.4*.

Il risultato ottenuto evidenzia risparmi energetici superiori al 50% con la distribuzione della portata nel corso di un anno, vedi *Disegno 2.3*. Il periodo di ammortamento dipende dal prezzo dell'elettricità e dal prezzo del convertitore di frequenza. In questo esempio, il periodo di ammortamento è inferiore a un anno se confrontato con valvole e velocità costante.



|          |  |
|----------|--|
| t [h]    | Durata del flusso. Vedere anche <i>Tabella 2.2</i> . |
| Q [m³/h] | Portata  |

Disegno 2.3 Distribuzione della portata nel corso di un anno (durata rispetto a portata)



Disegno 2.4 Consumo energetico a velocità differenti

| Portata  | Distribuzione |             | Regolazione mediante valvole |                | Controllo del convertitore di frequenza |               |
|----------|---------------|-------------|------------------------------|----------------|---|---------------|
|          | %             | Durata      | Potenza                      | Consumo        | Potenza                                 | Consumo       |
| [m³/h]   |               | [h]         | [kW]                         | [kWh]          | [kW]                                    | [kWh]         |
| 350      | 5             | 438         | 42,5 <sup>1)</sup>           | 18,615         | 42,5 <sup>1)</sup>                      | 18,615        |
| 300      | 15            | 1314        | 38,5                         | 50,589         | 29,0                                    | 38,106        |
| 250      | 20            | 1752        | 35,0                         | 61,320         | 18,5                                    | 32,412        |
| 200      | 20            | 1752        | 31,5                         | 55,188         | 11,5                                    | 20,148        |
| 150      | 20            | 1752        | 28,0                         | 49,056         | 6,5                                     | 11,388        |
| 100      | 20            | 1752        | 23,0 <sup>2)</sup>           | 40,296         | 3,5 <sup>3)</sup>                       | 6,132         |
| <b>Σ</b> | <b>10</b>     | <b>8760</b> | –                            | <b>275,064</b> | –                                       | <b>26,801</b> |

Tabella 2.2 Risultato

1) Valore di potenza al punto A1.

2) Valore di potenza al punto B1.

3) Valore di potenza al punto C1.

## 2.1.5 Controllo migliorato

L'utilizzo di un convertitore di frequenza per migliorare il controllo della portata o della pressione di un sistema. Usare un convertitore di frequenza per variare la velocità di un compressore, di una ventola o di una pompa, assicurando il controllo variabile della portata e della pressione.

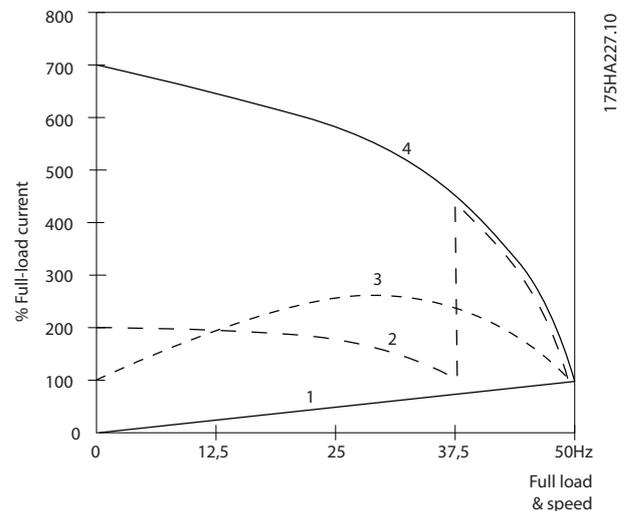
Inoltre, un convertitore di frequenza può adattare rapidamente la velocità del compressore, della ventola o della pompa a nuove condizioni di portata o pressione nel sistema.

Si può ottenere un semplice controllo del processo (portata, livello o pressione) utilizzando il controllo PI integrato.

## 2.1.6 Avviatore a stella/triangolo o avviatore statico

Quando devono essere avviati motori grandi, in molti paesi è necessario usare apparecchiature che limitino la corrente di spunto. Nei sistemi più tradizionali viene impiegato un avviatore a stella/triangolo o un avviatore statico. Se viene usato un convertitore di frequenza, tali avviatori motore non sono necessari.

Come mostrato in *Disegno 2.5*, un convertitore di frequenza non assorbe una corrente di spunto maggiore di quella nominale e non richiede avviatori stella/ triangolo o soft starter.



|   |                                 |
|---|---------------------------------|
| 1 | VLT® Refrigeration Drive FC 103 |
| 2 | Avviatori a stella/triangolo    |
| 3 | Avviatore statico               |
| 4 | Avviamento diretto in rete      |

Disegno 2.5 Corrente di avviamento

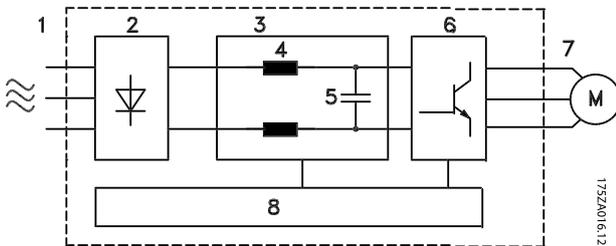
## 2.2 Descrizione del funzionamento

Il convertitore di frequenza fornisce una quantità regolata di alimentazione di rete a un motore per controllarne la velocità. Il convertitore di frequenza fornisce una frequenza e una tensione variabili al motore.

Il convertitore di frequenza è suddiviso in quattro moduli principali:

- Raddrizzatore
- Circuito del bus CC intermedio
- Inverter
- Controllo e regolazione

Disegno 2.6 è un diagramma a blocchi dei componenti interni del convertitore di frequenza.



| Area | Titolo           | Funzioni  |
|------|------------------|---|
| 1    | Ingresso di rete | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Alimentazione di rete CA trifase al convertitore di frequenza.</li> </ul>  |
| 2    | Raddrizzatore    | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Il ponte raddrizzatore converte l'alimentazione di ingresso CA in una corrente CC per alimentare l'inverter.</li> </ul>  |
| 3    | Bus CC           | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Il circuito del bus CC intermedio gestisce la corrente CC.</li> </ul>  |
| 4    | Reattanze CC     | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Filtro di tensione del circuito CC intermedio.</li> <li>• Assicurano la protezione dai transitori di rete.</li> <li>• Riducono la corrente RMS.</li> <li>• Aumentano il fattore di potenza che ritorna in linea.</li> <li>• Riducono le armoniche sull'ingresso CA.</li> </ul> |

| Area | Titolo                | Funzioni  |
|------|-----------------------|---|
| 5    | Banco di condensatori | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Immagazzina l'energia CC.</li> <li>• Fornisce autonomia per superare brevi perdite di potenza.</li> </ul>  |
| 6    | Inverter              | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Converte il segnale CC in una forma d'onda CA PWM per ottenere un'uscita variabile controllata per il motore.</li> </ul>   |
| 7    | Uscita al motore      | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Potenza di uscita trifase regolata al motore.</li> </ul>   |
| 8    | Circuito di comando   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• La potenza in ingresso, l'elaborazione interna, l'uscita e la corrente motore vengono monitorate per assicurare un funzionamento e un controllo efficienti.</li> <li>• L'interfaccia utente e i comandi esterni vengono monitorati ed eseguiti.</li> <li>• Sono disponibili anche l'uscita di stato e il controllo.</li> </ul> |

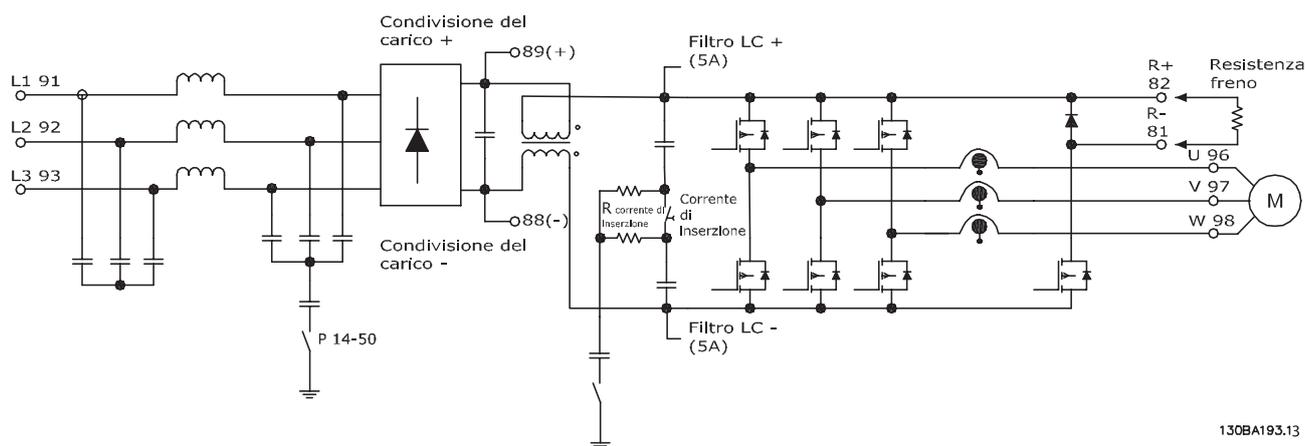
Disegno 2.6 Diagramma a blocchi del convertitore di frequenza

### 2.2.1 Principio della struttura di controllo

- Il convertitore di frequenza raddrizza la tensione CA dalla rete in tensione CC.
- La tensione CC viene convertita in una corrente CA con un'ampiezza e frequenza variabili.

Il convertitore di frequenza alimenta il motore con una tensione/corrente e frequenza variabili che consentono il controllo della velocità di motori trifase asincroni standard e di motori PM non salienti.

Il convertitore di frequenza gestisce vari principi di controllo motore come il modo motore speciale U/f e VVC<sup>+</sup>. La risposta al cortocircuito di questo convertitore di frequenza si basa sui 3 trasduttori di corrente nelle fasi del motore.



130BA193.13

Disegno 2.7 Struttura del convertitore di frequenza

## 2.3 Sequenza di funzionamento

### 2.3.1 Sezione raddrizzatore

Quando il convertitore di frequenza viene alimentato, la tensione entra attraverso i morsetti di rete (L1, L2 e L3). A seconda della configurazione dell'unità, la tensione arriva al sezionatore e/o all'opzione filtro RFI.

### 2.3.2 Sezione intermedia

Dopo aver attraversato la sezione del raddrizzatore, la tensione passa alla sezione intermedia. Un circuito del filtro composto dall'induttanza del bus CC e dal banco condensatori bus CC stabilizza la tensione raddrizzata.

L'induttanza bus CC fornisce un'impedenza di serie alla corrente variabile. Ciò aiuta il processo di filtraggio e allo stesso tempo riduce le distorsioni armoniche alla forma d'onda della corrente CA di ingresso normalmente inerente ai circuiti raddrizzatore.

### 2.3.3 Sezione inverter

Una volta che è presente un comando di avvio e un riferimento velocità nella sezione inverter, gli IGBT iniziano a commutare per creare la forma d'onda di uscita. Questa

forma d'onda generata dal principio PWM VVC<sup>+</sup> di Danfoss nella scheda di controllo, fornisce prestazioni ottimali e perdite minime nel motore.

## 2.4 Strutture di controllo

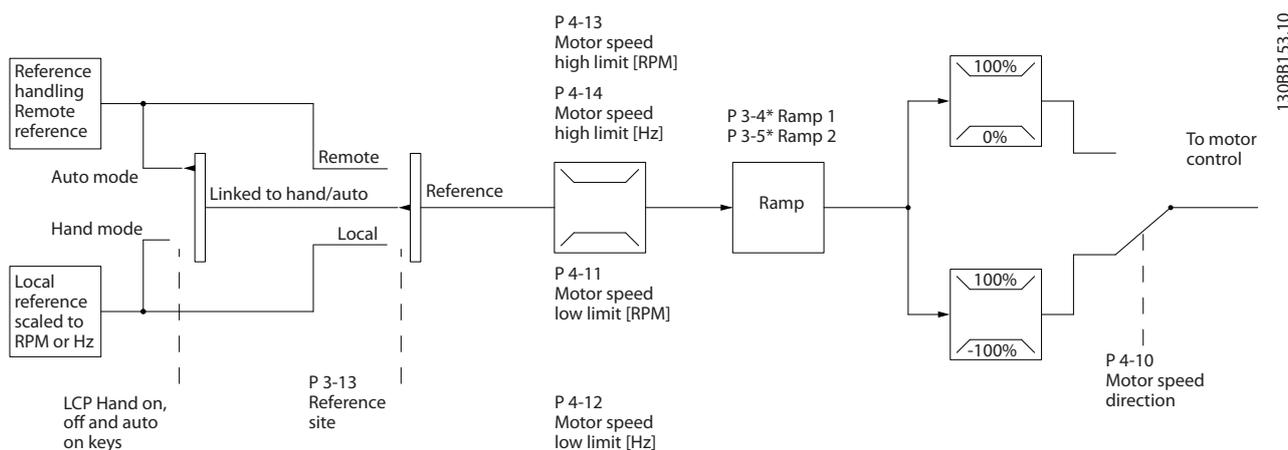
### 2.4.1 Struttura di controllo ad anello aperto

Quando viene fatto funzionare nella modalità ad anello aperto, il convertitore di frequenza risponde manualmente a comandi di ingresso tramite tasti LCP o da remoto tramite gli ingressi analogici/digitali o il bus seriale.

Nella configurazione mostrata in *Disegno 2.8*, il convertitore di frequenza funziona nella modalità ad anello aperto. Riceve l'input dall'LCP (modalità *Manuale*) o tramite un segnale remoto (modalità *Automatico*). Il segnale (riferimento velocità) viene ricevuto e condizionato con i seguenti:

- Limiti di velocità minimi e massimi programmati del motore (in giri/min. e Hz).
- Tempi rampa di accelerazione e di decelerazione.
- Senso di rotazione del motore.

Il riferimento viene quindi usato per controllare il motore.

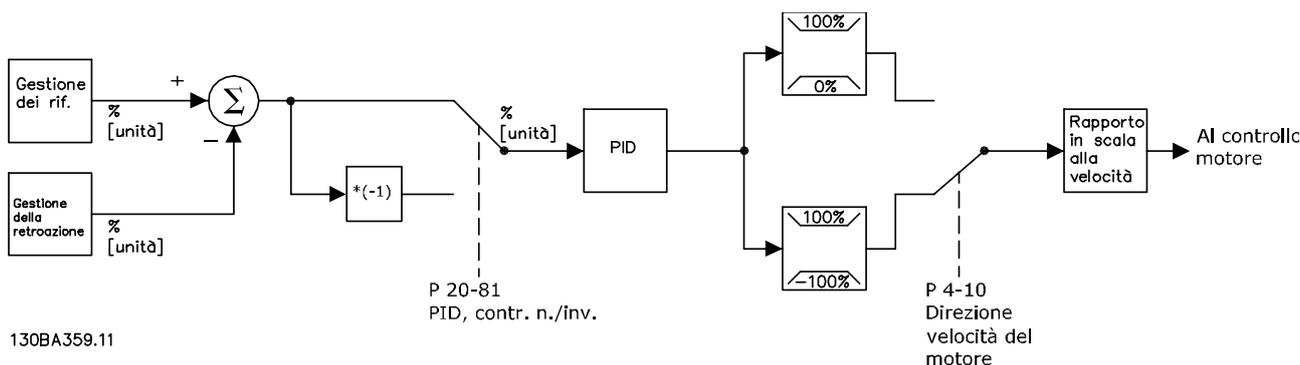


Disegno 2.8 Diagramma a blocchi della modalità ad anello aperto.

### 2.4.2 Struttura di controllo ad anello chiuso

Nella modalità ad anello chiuso, un controllore PID interno consente al convertitore di frequenza di elaborare il riferimento del sistema e i segnali di retroazione affinché

agiscano come unità di controllo indipendente. Il convertitore di frequenza può fornire messaggi di stato e di allarme, insieme a molte altre opzioni programmabili, per il monitoraggio esterno del sistema durante il funzionamento indipendente in anello chiuso.



Disegno 2.9 Diagramma a blocchi del controllore ad anello chiuso

Si consideri per esempio un'applicazione con pompe in cui la velocità è controllata in modo tale da far sì che la pressione statica in una condotta sia costante (vedi Disegno 2.9). Il convertitore di frequenza riceve un segnale di retroazione da un sensore presente nel sistema. Confronta questa retroazione con un valore di riferimento setpoint e determina l'errore, qualora presente, tra questi due segnali. Quindi adatta la velocità del motore per correggere questo errore.

riferimento del setpoint, il convertitore di frequenza accelera per aumentare la pressione della pompa.

Mentre i valori di default del convertitore di frequenza ad anello chiuso assicurano spesso prestazioni soddisfacenti, il controllo del sistema può spesso essere ottimizzato regolando i parametri PID. Per questa ottimizzazione viene messa a disposizione la *Autoregolazione*.

Il setpoint di pressione statica è il segnale di riferimento al convertitore di frequenza. Un sensore di pressione statica misura la pressione statica effettiva nel condotto e fornisce questa informazione al convertitore di frequenza come segnale di retroazione. Se il segnale di retroazione è superiore al riferimento del setpoint, il convertitore di frequenza decelera per ridurre la pressione. Similmente, se la pressione nella condotta è inferiore al valore di

Altre caratteristiche programmabili includono:

- Regolazione inversa - la velocità del motore aumenta quando un segnale di retroazione è alto. Questo è utile nelle applicazioni con compressori,

dove la velocità deve essere aumentata se la pressione/temperatura è troppo alta.

- Frequenza di avviamento - consente al sistema di raggiungere rapidamente uno stato operativo prima che prenda il controllo il controllore PID.
- Filtro passa basso integrato - riduce il rumore del segnale di retroazione.

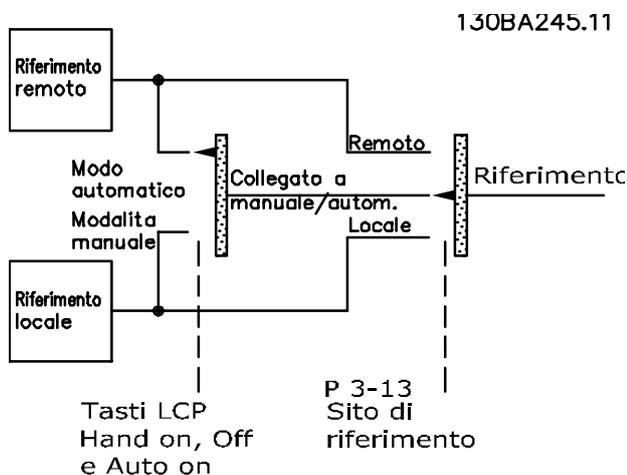
### 2.4.3 Comando locale (Hand On) e remoto (Auto On)

Far funzionare il convertitore di frequenza manualmente tramite l'LCP o a distanza tramite gli ingressi analogici e digitali e il bus seriale.

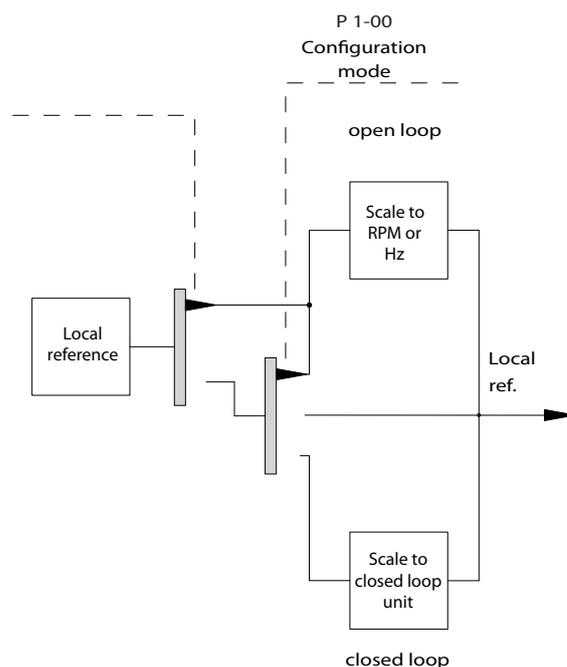
#### Riferimento attivo e modalità di configurazione

Il riferimento attivo è un riferimento locale o un riferimento remoto. Il riferimento remoto è l'impostazione di fabbrica.

- Per usare il riferimento locale, configurare nella modalità *Manuale*. Per abilitare la modalità *Manuale*, adattare le impostazioni parametri nel gruppo di parametri 0-4\* *Tastierino LCP*. Per maggiori informazioni, fare riferimento alla *Guida alla Programmazione*.
- Per usare il riferimento remoto, configurare in modalità *Automatico* che è la modalità di default. In modalità *Automatico* è possibile controllare il convertitore di frequenza tramite gli ingressi digitali e varie interfacce seriali (RS485, USB o un bus di campo opzionale).
- *Disegno 2.10* illustra la modalità di configurazione che risulta dalla selezione del riferimento attivo, locale o remoto.
- *Disegno 2.11* illustra la modalità di configurazione manuale per il riferimento locale.



Disegno 2.10 Riferimento attivo



Disegno 2.11 Modo di configurazione manuale

#### Principio di regolazione dell'applicazione

Il riferimento remoto oppure il riferimento locale sono attivi in qualsiasi momento. Non possono essere entrambi attivi simultaneamente. Impostare il principio di regolazione dell'applicazione (cioè, anello aperto o anello chiuso) in *parametro 1-00 Modo configurazione*, come mostrato in *Tabella 2.3*.

Quando il riferimento locale è attivo, impostare il principio di regolazione dell'applicazione in *parametro 1-05 Local Mode Configuration*.

Impostare il sito di riferimento in *parametro 3-13 Sito di riferimento*, come mostrato in *Tabella 2.3*.

Per maggiori informazioni, fare riferimento alla *Guida alla Programmazione*.

| [Hand On]<br>[Auto On]<br>Tasti dell'LCP | Parametro 3-13 Sito di riferimento | Riferimento attivo |
|--|------------------------------------|--------------------|
| Hand                                     | Collegato Man./Auto                | Locale             |
| Hand⇒Off                                 | Collegato Man./Auto                | Locale             |
| Auto                                     | Collegato Man./Auto                | Remoto             |
| Auto⇒Off                                 | Collegato Man./Auto                | Remoto             |
| Tutti i tasti                            | Locale                             | Locale             |
| Tutti i tasti                            | Remoto                             | Remoto             |

Tabella 2.3 Configurazioni del riferimento locale e remoto

## 2.4.4 Gestione dei riferimenti

La gestione dei riferimenti è applicabile sia nel funzionamento ad anello aperto che ad anello chiuso.

### Riferimenti interni ed esterni

Nel convertitore di frequenza possono essere programmati fino a 8 riferimenti preimpostati interni. Il riferimento preimpostato interno attivo può essere selezionato esternamente attraverso ingressi di controllo digitali o il bus di comunicazione seriale.

I riferimenti esterni possono anche essere forniti al convertitore di frequenza, più comunemente attraverso un ingresso di controllo analogico. Tutte le risorse di riferimento e il riferimento bus vengono sommati per produrre il riferimento esterno totale. Come riferimento attivo, selezionare uno dei seguenti:

- Il riferimento esterno
- Il riferimento preimpostato
- Il setpoint
- La somma di tutti i 3 precedenti

Il riferimento attivo può essere scalato.

Il riferimento messo in scala viene calcolato come segue:

$$\text{Riferimento} = X + X \times \left( \frac{Y}{100} \right)$$

Dove X è il riferimento esterno, il riferimento preimpostato o la somma di questi riferimenti e Y è *parametro 3-14 Rif. relativo preimpostato* in [%].

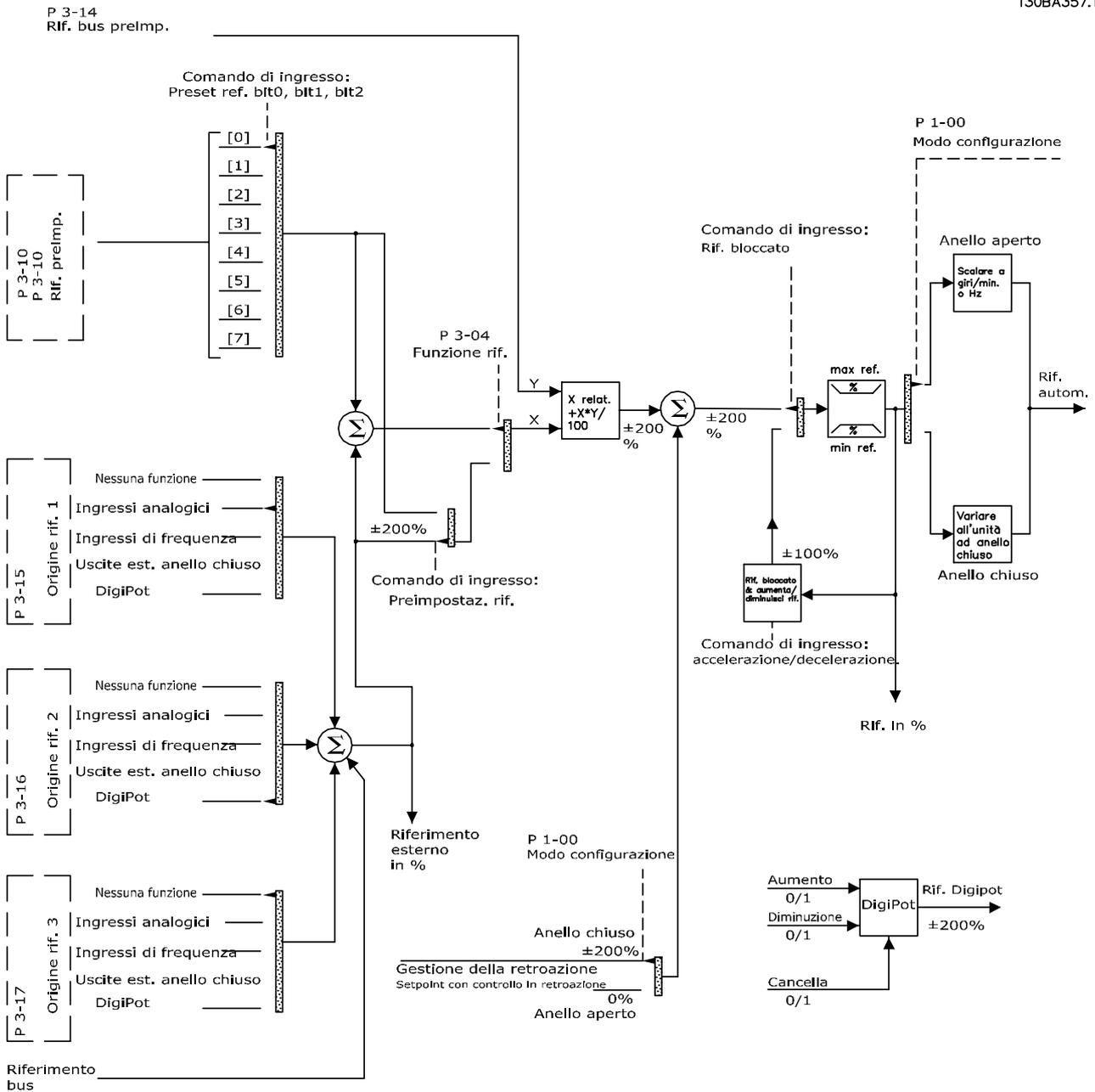
Se Y, *parametro 3-14 Rif. relativo preimpostato* viene impostato su 0%, la scala non influisce sul riferimento.

### Riferimento remoto

Il riferimento remoto è composto dai seguenti (vedi *Disegno 2.12*):

- Riferimenti preimpostati
- Riferimenti esterni:
  - Ingressi analogici
  - Ingressi di frequenza a impulsi
  - Ingressi potenziometro digitale
  - Riferimenti bus comunicazione seriale
- Un riferimento relativo preimpostato
- Un setpoint con controllo in retroazione

2



Disegno 2.12 Gestione remota dei riferimenti

## 2.4.5 Gestione della retroazione

La gestione della retroazione può essere configurata per funzionare con applicazioni che richiedono un controllo avanzato come setpoint multipli e tipi multipli di retroazioni (vedi *Disegno 2.13*).

Sono comuni tre tipi di controllo:

### Zona singola, setpoint singolo

Questo tipo di controllo è una configurazione di retroazione di base. Il setpoint 1 viene sommato a qualsiasi altro riferimento (se presente) e viene selezionato il segnale di retroazione.

### Multizona, setpoint singolo

Questo tipo di controllo usa 2 o 3 sensori di retroazione ma un solo setpoint. La retroazione può essere aggiunta, sottratta o mediata. Inoltre è possibile utilizzare il valore massimo o minimo. Il setpoint 1 viene utilizzato esclusivamente in questa configurazione.

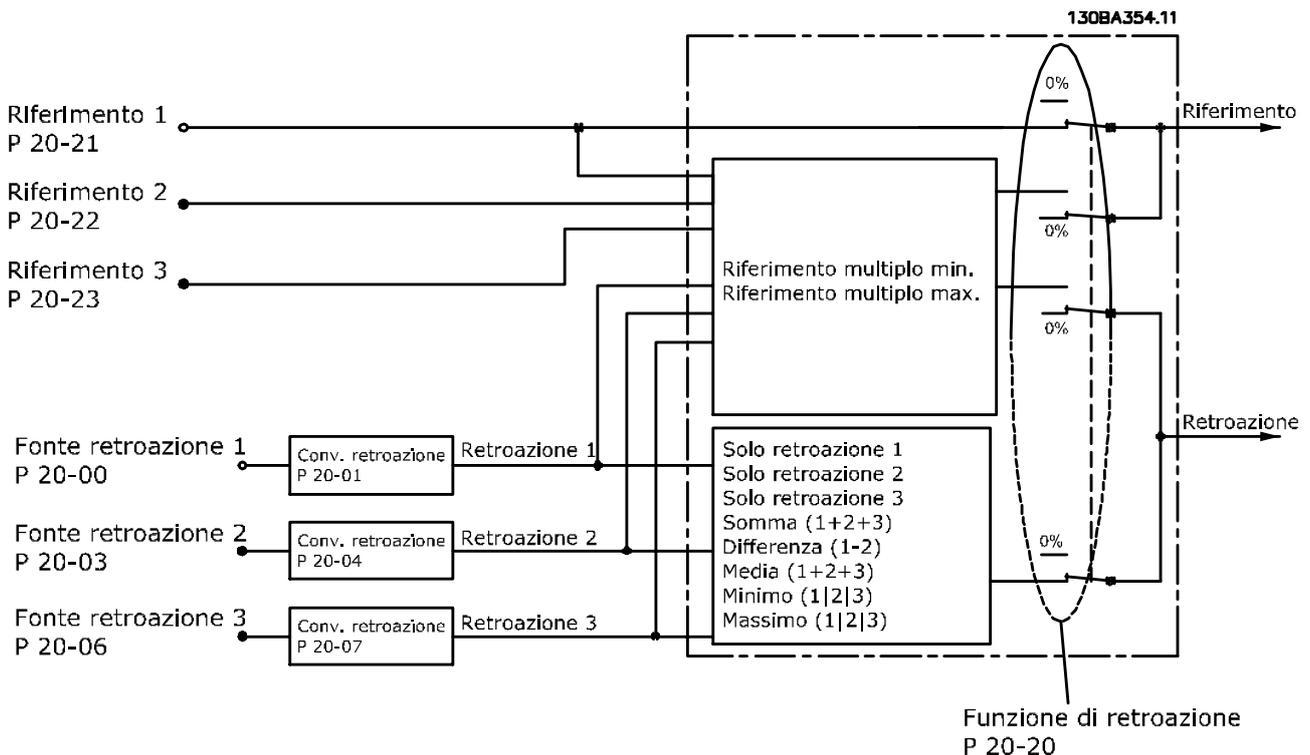
### Multizona, setpoint/retroazione

La coppia setpoint/retroazione con la differenza più grande controlla la velocità del convertitore di frequenza. Il massimo tenta di mantenere tutte le zone a un valore

minore o uguale ai rispettivi setpoint, mentre il minimo tenta di mantenere tutte le zone a un valore superiore o uguale ai rispettivi setpoint.

### Esempio

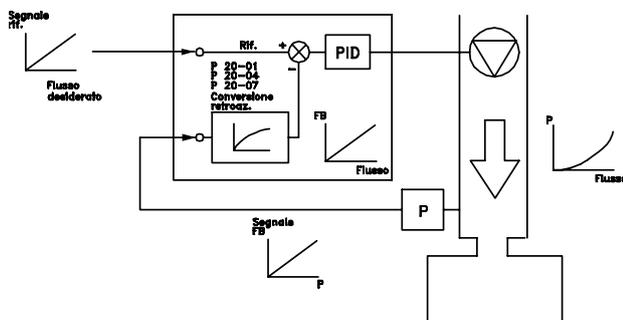
Un'applicazione a 2 zone e a 2 setpoint. Il setpoint della zona 1 è pari a 15 bar e la retroazione è pari a 5,5 bar. Il setpoint della zona 2 è pari a 4,4 bar e la retroazione è pari a 4,6 bar. Se viene selezionato massimo, il setpoint e la retroazione della zona 2 vengono inviati al controllore PID, poiché questo presenta la differenza minore (la retroazione è superiore al setpoint, il che determina una differenza negativa). Se viene selezionato minimo, il setpoint e la retroazione della zona 1 vengono inviati al controllore PID, poiché questo presenta la differenza maggiore (la retroazione è inferiore al setpoint, il che determina una differenza positiva).



Disegno 2.13 Diagramma a blocchi dell'elaborazione dei segnali di retroazione

### Conversione della retroazione

In alcune applicazioni è utile convertire il segnale di retroazione. Un esempio è l'uso di un segnale di pressione per fornire una retroazione del flusso. Poiché la radice quadrata della pressione è proporzionale alla portata, la radice quadrata del segnale di pressione fornisce un valore proporzionale alla portata, vedi *Disegno 2.14*.



150BA558.11

Disegno 2.14 Conversione della retroazione

## 2.5 Funzioni operative automatizzate

Le caratteristiche di funzionamento automatizzate sono attive non appena il convertitore di frequenza è operativo. La maggior parte di essi non richiede alcuna programmazione o setup. Comprendere che queste caratteristiche sono presenti ottimizzando il progetto di un sistema e, eventualmente, consente di evitare l'introduzione di componenti o funzionalità ridondanti.

Per dettagli sui setup richiesti, in particolare per quanto riguarda i parametri del motore, fare riferimento alla *Guida alla Programmazione*.

Il convertitore di frequenza dispone di una gamma di funzioni di protezione integrate che proteggono il convertitore di frequenza stesso e il motore controllato.

### 2.5.1 Protezione contro i cortocircuiti

#### Motore (fase-fase)

Il convertitore di frequenza è protetto contro i cortocircuiti sul lato motore tramite misurazioni della corrente in ciascuna delle tre fasi del motore o nel bus CC. Un cortocircuito tra due fasi di uscita provoca una sovracorrente nell'inverter. L'inverter viene spento quando la corrente di cortocircuito supera il valore consentito (*Allarme 16 Scatto blocc.*).

#### Lato rete

Un convertitore di frequenza che funziona correttamente limita la corrente che può assorbire dall'alimentatore. Usare fusibili e/o interruttori sul lato di alimentazione come protezione in caso di guasto di un componente all'interno del convertitore di frequenza (primo guasto). Vedere capitolo 7.8 *Fusibili e interruttori* per maggiori informazioni.

### AVVISO!

Per assicurare la conformità alla norma IEC 60364 per CE o NEC 2009 per UL, è obbligatorio l'uso di fusibili e/o di interruttori.

### 2.5.2 Protezione da sovratensione

#### Sovratensione generata dal motore

Quando il motore funziona da generatore, la tensione del collegamento CC aumenta. Questo comportamento si verifica nei seguenti casi:

- Il carico fa funzionare il motore (con frequenza di uscita costante dal convertitore di frequenza), per esempio, il carico genera energia.
- Durante la decelerazione (rampa di decelerazione) con un momento d'inerzia elevato, l'attrito è basso e il tempo rampa di decelerazione è troppo breve per consentire la dissipazione dell'energia sotto forma di perdite nel convertitore di frequenza, nel motore e nell'impianto.
- Un'impostazione non corretta della compensazione dello scorrimento può causare una maggiore tensione del collegamento CC.
- Forza c.e.m. dal funzionamento del motore PM. Se funziona a ruota libera ad alta velocità, la forza c.e.m. del motore PM è potenzialmente in grado di superare la massima tensione tollerata dal convertitore di frequenza, causando dei danni. Per prevenire questo problema, il valore di *parametro 4-19 Freq. di uscita max.* viene automaticamente limitato in base a un calcolo interno collegato al valore di *parametro 1-40 Forza c.e.m. a 1000 giri/minuto*, *parametro 1-25 Vel. nominale motore* e *parametro 1-39 Poli motore*.

### AVVISO!

Per evitare che il motore raggiunga una velocità eccessiva (per esempio a causa di un effetto di autorotazione eccessivo o un flusso incontrollato d'acqua), dotare il convertitore di frequenza di una resistenza di frenatura.

La sovratensione può essere gestita usando una funzione freno (*parametro 2-10 Funzione freno*) o usando un controllo sovratensione (*parametro 2-17 Controllo sovratensione*).

#### Controllo sovratensione (OVC)

L'OVC riduce il rischio che il convertitore di frequenza scatti a causa di una sovratensione sul collegamento CC. Ciò viene gestito estendendo automaticamente il tempo rampa di decelerazione.

### AVVISO!

L'OVC può essere attivato per motori PM (PM VVC+).

### 2.5.3 Rilevamento di una fase del motore mancante

La funzione fase del motore mancante (*parametro 4-58 Funzione fase motore mancante*) è abilitata per default per evitare danni al motore nel caso in cui manchi una fase del motore. L'impostazione di fabbrica è 1.000 ms, ma può essere regolata per un rilevamento più rapido.

### 2.5.4 Rilevamento dello sbilanciamento della fase di rete

Il funzionamento in condizioni di grave squilibrio di rete riduce la durata del motore. Se il motore viene fatto funzionare continuamente a valori vicini al carico nominale, le condizioni sono considerate severe. L'impostazione di fabbrica fa scattare il convertitore di frequenza in presenza di uno squilibrio di rete (*parametro 14-12 Funz. durante sbilanciamento di rete*).

### 2.5.5 Commutazione sull'uscita

L'aggiunta di un interruttore all'uscita tra il motore e il convertitore di frequenza è consentita. Possono apparire messaggi di guasto. Per agganciare un motore in rotazione, abilitare il riaggancio al volo.

### 2.5.6 Protezione da sovraccarico

#### Limite di coppia

La funzione limite di coppia protegge il motore dal sovraccarico, indipendentemente dalla velocità. Il limite di coppia controllato in *parametro 4-16 Lim. di coppia in modo motore* o *parametro 4-17 Lim. di coppia in modo generatore*, mentre il tempo prima che l'avviso limite di coppia scatti è controllato in *parametro 14-25 Ritardo scatto al limite di coppia*.

#### Limite di corrente

Il limite di corrente viene controllato in *parametro 4-18 Limite di corrente*.

#### Limite di velocità

Definire i limiti inferiori e superiori per l'intervallo di velocità di esercizio usando 1 o più dei seguenti parametri:

- *Parametro 4-11 Lim. basso vel. motore [giri/min].*
- *Parametro 4-12 Limite basso velocità motore [Hz] e parametro 4-13 Lim. alto vel. motore [giri/min].*
- *Parametro 4-14 Motor Speed High Limit [Hz].*

Per esempio, l'intervallo di velocità di esercizio può essere definita come tra 30 e 50/60Hz.

*Parametro 4-19 Freq. di uscita max.* limita la velocità di uscita massima che il convertitore di frequenza può fornire.

#### ETR

L'ETR è una caratteristica elettronica che simula un relè a bimetallo sulla base di misure interne. La caratteristica viene mostrata in *Disegno 2.15*.

#### Limite di tensione

Quando viene raggiunto un certo livello di tensione codificato in modo fisso, il convertitore di frequenza si spegne per proteggere i transistor e i condensatori del collegamento CC.

#### Sovratemperatura

Il convertitore di frequenza dispone di sensori di temperatura integrati e reagisce immediatamente a valori critici tramite limiti implementati in fase di progettazione.

### 2.5.7 Declassamento automatico

Un convertitore di frequenza controlla costantemente i livelli critici:

- alta temperatura sulla scheda di controllo o sul dissipatore di calore
- carico elevato del motore
- alta tensione bus CC
- bassa velocità del motore

In risposta a un livello critico, il convertitore di frequenza adegua la frequenza di commutazione. In caso di alte temperature interne e bassa velocità del motore, i convertitori di frequenza possono anche forzare lo schema PWM a SFAVM.

#### **AVVISO!**

**Il declassamento automatico è diverso quando *parametro 14-55 Output Filter* è impostato su [2] *Filtro sinusoidale fisso*.**

### 2.5.8 Ottimizzazione Automatica dell'Energia (Funzione AEO)

L'ottimizzazione automatica dell'energia (AEO) ordina al convertitore di frequenza di monitorare continuamente il carico sul motore e di regolare la tensione di uscita al fine di massimizzare il rendimento. In condizioni di carico leggero, la tensione viene ridotta e la corrente motore viene minimizzata. Il motore beneficia di:

- Maggiore efficienza.
- Riscaldamento ridotto.
- Funzionamento più silenzioso.

Non esiste alcuna necessità di selezionare una curva V/Hz poiché il convertitore di frequenza regola automaticamente la tensione motore.

## 2.5.9 Modulazione Automatica della Frequenza di Commutazione

Il convertitore di frequenza genera brevi impulsi elettrici per formare un modello d'onda CA. La frequenza di commutazione è la frequenza di questi impulsi. Una bassa frequenza di commutazione (bassa frequenza di pulsazione) provoca rumore nel motore, rendendo preferibile una frequenza di commutazione più alta. Tuttavia, un'elevata frequenza di commutazione genera calore nel convertitore di frequenza che può limitare la quantità di corrente disponibile per il motore.

La modulazione automatica della frequenza di commutazione regola automaticamente queste condizioni per fornire la massima frequenza di commutazione senza surriscaldare il convertitore di frequenza. Fornendo un'alta frequenza di commutazione controllata, riduce il rumore di funzionamento del motore alle basse velocità quando il controllo dei disturbi percettibili è critico, e produce la piena potenza di uscita al motore quando necessario.

## 2.5.10 Declassamento per alta frequenza di commutazione

Il convertitore di frequenza è progettato per il funzionamento continuo a pieno carico a frequenze di commutazione comprese tra 3,0 e 4,5 kHz (questo intervallo di frequenze dipende dalla taglia di potenza). Una frequenza di commutazione superiore all'intervallo massimo consentito genera maggiore calore nel convertitore di frequenza e richiede la riduzione della corrente di uscita.

Una caratteristica automatica del convertitore di frequenza è il controllo della di frequenza di commutazione dipendente dal carico. Questa caratteristica consente al motore di beneficiare della massima frequenza di commutazione consentita dal carico.

## 2.5.11 Declassamento automatico per sovratemperatura

Il declassamento automatico per sovratemperatura ha lo scopo di impedire lo scatto del convertitore di frequenza a temperature elevate. Sensori di temperatura interni misurano le condizioni per proteggere i componenti di potenza dal surriscaldamento. Il convertitore di frequenza può ridurre automaticamente la sua frequenza di commutazione per mantenere la sua temperatura di funzionamento entro limiti sicuri. Dopo aver ridotto la frequenza di commutazione, il convertitore di frequenza può anche ridurre la frequenza e corrente di uscita fino al 30% per impedire uno scatto per sovratemperatura.

## 2.5.12 Rampa automatica

Un motore che tenta di accelerare un carico troppo velocemente per la corrente disponibile può provocare lo scatto del convertitore di frequenza. Lo stesso vale per una decelerazione troppo veloce. La rampa automatica protegge da queste situazioni prolungando il tempo di andata a regime del motore (accelerazione o decelerazione) per adattarsi alla corrente disponibile.

## 2.5.13 Circuito limite di corrente

Quando un carico supera la capacità di corrente del funzionamento normale del convertitore di frequenza (da un convertitore o motore sottodimensionate), il limite di corrente riduce la frequenza di uscita per decelerare il motore e ridurre il carico. Un timer regolabile è disponibile per limitare il funzionamento in queste condizioni per 60 s o meno. Il limite predefinito di fabbrica è 110% della corrente nominale del motore per minimizzare lo stress da sovracorrente.

## 2.5.14 Prestazioni con variazione della potenza

Il convertitore di frequenza resiste a fluttuazioni di rete come:

- Transitori.
- Interruzioni momentanee della rete.
- Brevi cadute di tensione.
- Sbalzi di corrente.

Il convertitore di frequenza compensa automaticamente le tensioni di ingresso  $\pm 10\%$  da quelle nominali per fornire una tensione e coppia nominale del motore. Quando si seleziona riavvio automatico, il convertitore di frequenza si riaccende automaticamente dopo un blocco di tensione. Con il riaggancio al volo, il convertitore di frequenza si sincronizza con la rotazione del motore prima dell'avvio.

## 2.5.15 Avviamento morbido del motore

Il convertitore di frequenza fornisce la quantità corretta di corrente al motore per superare l'inerzia del carico e portare il motore a regime. Ciò evita che venga applicata l'intera tensione di rete a un motore stazionario o a rotazione lenta che genera un'elevata corrente e calore. Questa caratteristica di avviamento dolce inerente riduce il carico termico e la sollecitazione meccanica, aumenta la durata di vita del motore e consente un funzionamento del motore più silenzioso.

### 2.5.16 Smorzamento risonanza

Eliminare il rumore di risonanza ad alta frequenza del motore usando lo smorzamento risonanza. È disponibile uno smorzamento della frequenza selezionato automaticamente o manualmente.

### 2.5.17 Ventole controllate in temperatura

I sensori nel convertitore di frequenza controllano la temperatura delle ventole di raffreddamento interne. Spesso le ventole di raffreddamento non funzionano durante il funzionamento a basso carico o durante il modo pausa o in standby. Ciò riduce il rumore, aumenta l'efficienza e prolunga la durata di funzionamento della ventola.

### 2.5.18 Conformità EMC

L'interferenza elettromagnetica (EMI) o l'interferenza delle radiofrequenza (RFI, in caso di radiofrequenza) è un disturbo che può influire su un circuito elettrico a causa dell'induzione o radiazione elettromagnetica da una sorgente esterna. Il convertitore di frequenza è progettato per soddisfare la norma di prodotto EMC per convertitori di frequenza IEC 61800-3, nonché la norma europea EN 55011. Per soddisfare i livelli di emissione in EN 55011, schermare il cavo motore e terminare correttamente il cavo motore. Per maggiori informazioni relativi alle prestazioni EMC, vedere *capitolo 3.2.2 Risultati test EMC (emissione)*.

### 2.5.19 Misurazioni della corrente su tutte e tre le fasi del motore

La corrente di uscita al motore viene misurata continuamente su tutte e 3 le fasi per proteggere il convertitore di frequenza e il motore da cortocircuiti, guasti verso terra e la perdita di fase. I guasti verso terra dell'uscita vengono rilevati immediatamente. Se viene persa una fase del motore, il convertitore di frequenza si arresta immediatamente e segnala la fase mancante.

### 2.5.20 Isolamento galvanico di morsetti di controllo

Tutti i morsetti di controllo e i morsetti dei relè di uscita sono isolati galvanicamente dalla tensione di rete. Ciò significa che il circuito di controllo è completamente protetto dalla corrente di ingresso. I morsetti dei relè di uscita richiedono un collegamento a massa proprio. Questo isolamento soddisfa i severi requisiti di bassissima tensione di protezione (PELV) per l'isolamento.

I componenti che costituiscono l'isolamento galvanico sono:

- Alimentazione, incluso l'isolamento del segnale.
- Comando gate per IGBT, trigger trasformatori e fotoaccoppiatori.
- I trasduttori di corrente di uscita a effetto Hall.

## 2.6 Funzioni applicative personalizzate

Le caratteristiche applicative personalizzate sono le caratteristiche più comuni programmate nel convertitore di frequenza al fine di migliorare le prestazioni di sistema. Richiedono una programmazione o un setup minimi. Comprendere che queste caratteristiche sono disponibili può contribuire a ottimizzare il progetto di un sistema ed eventualmente a evitare l'introduzione di componenti o funzionalità ridondanti. Vedere la *Guida alla programmazione* per istruzioni sull'attivazione di queste funzioni.

### 2.6.1 Adattamento automatico motore

L'adattamento automatico motore (AMA) è una procedura di test automatico usato per misurare le caratteristiche elettriche del motore. L'AMA fornisce un modello elettronico accurato del motore. Consente al convertitore di frequenza di calcolare le prestazioni ottimali e l'efficienza con il motore. L'esecuzione della procedura AMA massimizza anche la caratteristica di ottimizzazione automatica dell'energia del convertitore di frequenza. L'AMA viene eseguita senza che il motore sia in rotazione e senza disaccoppiare il carico dal motore.

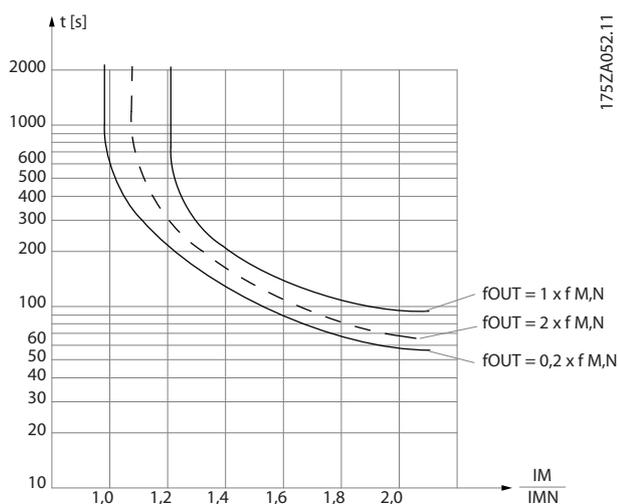
### 2.6.2 Protezione termica del motore

La protezione termica del motore può essere fornita in 3 modi:

- Tramite il rilevamento diretto della temperatura per mezzo del sensore PTC negli avvolgimenti del motore e collegato a un AI o DI standard.
- Interruttore termomeccanico (tipo Klixon) su un DI.
- Tramite il relè termico elettronico integrato (ETR) per motori asincroni.

L'ETR calcola la temperatura del motore misurando la corrente, la frequenza e il tempo di funzionamento. Il convertitore di frequenza visualizza il carico termico sul motore in percentuale e può emettere un avviso al raggiungimento di un setpoint di sovraccarico programmabile.

Le opzioni programmabili in caso di sovraccarico consentono al convertitore di frequenza di arrestare il motore, ridurre l'uscita o ignorare la condizione. Anche a basse velocità, il convertitore di frequenza soddisfa le norme di sovraccarico elettronico del motore I2t Classe 20.



Disegno 2.15 Caratteristiche ETR

L'asse X in Disegno 2.15 mostra il rapporto tra  $I_{motor}$  e  $I_{motor}$  nominale. L'asse Y mostra il tempo in secondi che precede il momento in cui l'ETR si disinserisce e fa scattare il convertitore di frequenza. Le curve illustrano la caratteristica a una velocità doppia della velocità nominale e a una velocità pari a 0,2 volte la velocità nominale. A velocità più bassa l'ETR si disinserisce a livelli di calore inferiori a causa del minor raffreddamento del motore. In tal modo il motore è protetto dal surriscaldamento anche a bassa velocità. La funzione ETR calcola la temperatura del motore basandosi sull'effettiva corrente e velocità. La temperatura calcolata è visibile come un parametro di lettura in *parametro 16-18 Term. motore* nel convertitore di frequenza.

### 2.6.3 Caduta di tensione di rete

Durante la caduta di tensione di rete, il convertitore di frequenza continua a funzionare fino a quando la tensione del circuito intermedio non scende al di sotto del livello minimo di funzionamento. Il livello di arresto minimo è di norma il 15% al di sotto della tensione di alimentazione nominale minima. La tensione di rete anteriore alla caduta di tensione e il carico del motore determinano il tempo che precede l'arresto a ruota libera del convertitore di frequenza.

Configurare il convertitore di frequenza (*parametro 14-10 Guasto di rete*) per diversi tipi di comportamento durante una caduta di tensione di rete.

- Scatto bloccato una volta che il collegamento CC si è esaurito.
- Ruota libera con riaggancio al volo ogniqualvolta ritorna l'alimentazione di rete (*parametro 1-73 Riaggancio al volo*).

- Backup dell'energia cinetica.
- Rampa di decelerazione controllata.

#### Riaggancio al volo

Questa selezione consente di agganciare un motore che gira liberamente a causa di una caduta di tensione di rete. Questa opzione è importante per centrifughe e ventole.

#### Backup dell'energia cinetica

Questa selezione assicura che il convertitore di frequenza funzioni fintantoché nel sistema è presente energia. Per brevi cadute di tensione di rete, il funzionamento viene ripristinato al ritorno dell'alimentazione di rete senza far arrestare l'applicazione e senza mai perdere il controllo. È possibile selezionare varie varianti di backup dell'energia cinetica.

Configurare il comportamento del convertitore di frequenza in occasione della caduta di tensione di rete in *parametro 14-10 Guasto di rete* e *parametro 1-73 Riaggancio al volo*.

#### **AVVISO!**

**La ruota libera è raccomandata per compressori poiché, nella maggior parte delle situazioni, l'inerzia è troppo piccola per il riaggancio al volo.**

### 2.6.4 Controllori PID integrati

I 4 controllori (PID) proporzionali, integrali e derivati integrati consentono di fare a meno di dispositivi di controllo ausiliari.

Il controllore PID mantiene il controllo costante dei sistemi ad anello chiuso in cui devono essere mantenuti una pressione, un flusso e una temperatura regolati o altri requisiti di sistema. Il convertitore di frequenza può fornire un controllo autonomo della velocità del motore in risposta ai segnali di retroazione dai sensori remoti. Il convertitore di frequenza è dotato di 2 segnali di retroazione da 2 dispositivi diversi. Questa caratteristica consente un sistema con diversi requisiti di retroazione. Il convertitore di frequenza regola il controllo confrontando i due segnali per ottimizzare le prestazioni del sistema.

Usare i 3 controllori addizionali e indipendenti per controllare altre apparecchiature di processo quali le pompe di alimentazione chimiche, il comando valvole e per la ventilazione con vari livelli.

### 2.6.5 Riavvio automatico

Il convertitore di frequenza può essere programmato per riavviare automaticamente il motore dopo uno scatto minore, come una perdita di potenza o una fluttuazione momentanea. Questa caratteristica elimina il fabbisogno di un ripristino manuale e migliora il funzionamento automatizzato per sistemi controllati in remoto. Il numero di

tentativi di riavvio nonché la durata tra i tentativi può essere limitata.

### 2.6.6 Riaggancio al volo

Il riaggancio al volo consente al convertitore di frequenza di sincronizzarsi con un motore in funzione che gira a piena velocità in entrambe le direzioni. Ciò impedisce scatti a causa della sovracorrente. Minimizza le sollecitazioni meccaniche al sistema poiché il motore non subisce una variazione improvvisa di velocità all'avvio del convertitore di frequenza.

### 2.6.7 Piena coppia a velocità ridotta

Il convertitore di frequenza segue una curva V/Hz variabile per fornire una piena coppia motore anche a velocità ridotte. La piena coppia di uscita può coincidere con la massima velocità di esercizio di progetto del motore. Ciò differisce dai convertitori di frequenza a coppia variabile e dai convertitori di frequenza a coppia costante. I convertitori di frequenza a coppia variabile forniscono una coppia motore ridotta a bassa velocità. I convertitori di frequenza a coppia costante forniscono tensione in eccesso, calore e rumore del motore a meno della velocità inferiore.

### 2.6.8 Bypass di frequenza

In alcune applicazioni, il sistema può avere velocità di funzionamento che creano una risonanza meccanica. Ciò può generare un rumore eccessivo ed eventualmente danneggiare i componenti meccanici nel sistema. Il convertitore di frequenza dispone di 4 larghezze di banda di frequenza di bypass programmabili. Queste consentono al motore di non operare a velocità che provocano la risonanza del sistema.

### 2.6.9 Preriscaldamento del motore

Per preriscaldare un motore in un ambiente freddo o umido, una piccola quantità di corrente CC può essere immessa continuamente nel motore per proteggerlo dalla condensazione e da una partenza a freddo. Ciò può eliminare il fabbisogno di un riscaldatore.

### 2.6.10 Quattro setup programmabili

Il convertitore di frequenza dispone di 4 setup che possono essere programmati indipendentemente. Utilizzando il multi-setup, è possibile commutare tra funzioni programmate indipendentemente attivate da ingressi digitali o da un comando seriale. Vengono usati setup indipendenti, per esempio, per modificare riferimenti oppure per il funzionamento diurno/notturno o estivo/

invernale, o per controllare motori multipli. L'LCP visualizza il setup attivo.

I dati del setup possono essere copiati dal convertitore di frequenza a un altro convertitore di frequenza scaricando le informazioni dall'LCP amovibile.

### 2.6.11 Frenatura in CC

Alcune applicazioni possono richiedere la frenatura del motore fino a rallentarlo o arrestarlo. L'applicazione di una corrente CC al motore frena il motore e può eliminare la necessità di un freno motore separato. La frenatura in CC può essere impostata per attivarsi a una frequenza predefinita o al ricevimento di un segnale. È anche possibile programmare l'intensità di frenatura.

### 2.6.12 Funzione Sleep Mode

Il modo pausa motore provoca l'arresto automatico del motore quando il fabbisogno è basso per un periodo di tempo specificato. Quando il fabbisogno del sistema aumenta, il convertitore di frequenza riavvia il motore. Il modo pausa fornisce risparmi energetici e riduce l'usura del motore. Diversamente da un orologio ad arresto programmato, il convertitore di frequenza è sempre disponibile per il funzionamento se viene raggiunto il fabbisogno di fine pausa preimpostato.

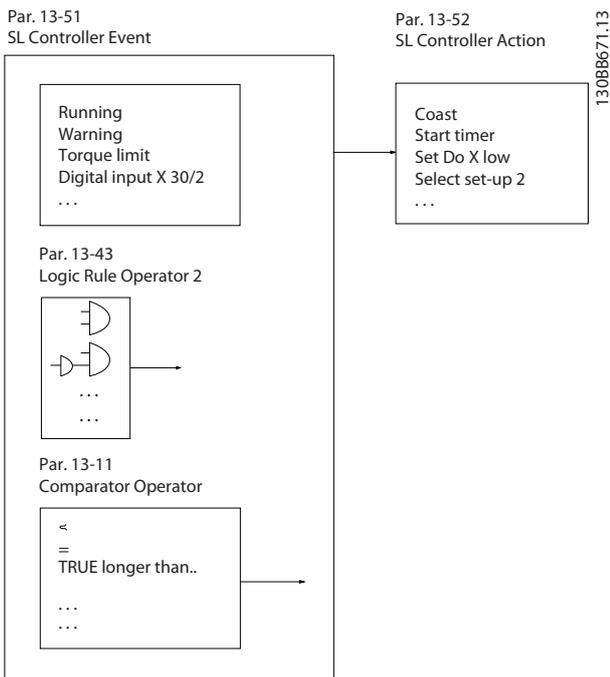
### 2.6.13 Abilitazione avviamento

Il convertitore di frequenza può attendere un segnale remoto *sistema pronto* prima dell'avviamento. Quando questa funzione è attiva, il convertitore di frequenza rimane arrestato fino a ricevere il permesso all'avviamento. L'abilitazione avviamento assicura che il sistema o l'apparecchiatura ausiliaria è nello stato corretto prima che al convertitore di frequenza venga consentito di avviare il motore.

### 2.6.14 Smart Logic Control (SLC)

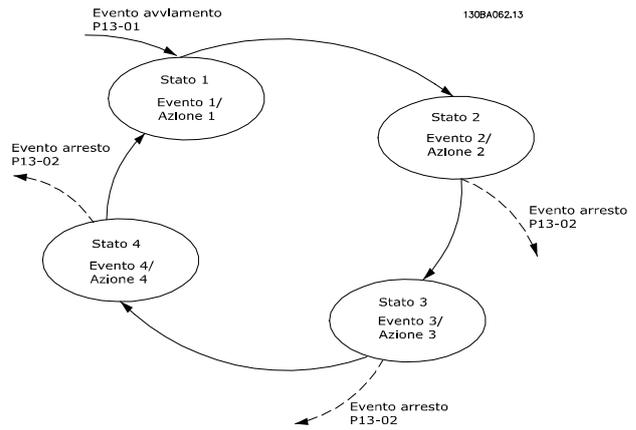
Lo Smart Logic Control (SLC) è una sequenza di azioni definite dall'utente (vedere *parametro 13-52 Azione regol. SL [x]*), le quali vengono eseguite dall'SLC quando l'evento associato definito dall'utente (vedere *parametro 13-51 Evento regol. SL [x]*) è valutato come true dall'SLC.

La condizione per un evento può essere un particolare stato, oppure il fatto che l'uscita generata da una regola logica o da un operatore di comparatore diventa TRUE. Questo dà luogo a un'azione associata come descritto in *Disegno 2.16*.



Disegno 2.16 Evento e azione SCL

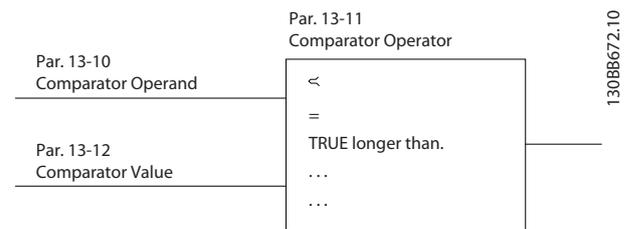
Tutti gli eventi e le azioni sono numerati e collegati formando delle coppie (stati). Questo significa che quando l'evento [0] è soddisfatto (raggiunge il valore TRUE), viene eseguita l'azione [0]. In seguito a ciò, le condizioni dell'evento [1] verranno valutate e, se verranno valutate come TRUE, verrà eseguita l'azione [1] e così via. Verrà valutato un solo evento alla volta. Se un evento viene valutato come FALSE, durante l'intervallo di scansione corrente non succede nulla (nell'SLC) e non vengono valutati altri eventi. Questo significa che quando l'SLC inizia, valuta ogni intervallo di scansione come evento [0] (e solo evento [0]). Solo se l'evento [0] viene valutato TRUE, l'SLC esegue l'azione [0] e inizia a valutare l'evento [1]. È possibile programmare da 1 a 20 eventi e azioni. Una volta eseguito l'ultimo evento / azione, la sequenza inizia da capo con evento [0] / azione [0]. *Disegno 2.17* mostra un esempio con 4 eventi / azioni:



Disegno 2.17 Ordine di esecuzione quando sono programmati 4 eventi/azioni

**Comparatori**

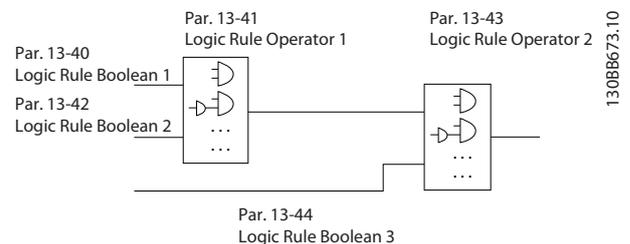
I comparatori vengono utilizzati per confrontare variabili continue (vale a dire la frequenza di uscita, la corrente di uscita, l'ingresso analogico e così via) con valori fissi preimpostati.



Disegno 2.18 Comparatori

**Regole logiche**

Si possono combinare fino a 3 ingr. booleani (ingressi TRUE / FALSE) di timer, comparatori, ingr. digitali, bit di stato ed eventi utilizzando gli operatori logici AND, OR e NOT.



Disegno 2.19 Regole logiche

Le regole logiche, i timer, e i comparatori sono disponibili anche per l'utilizzo all'esterno della sequenza SLC.

Per un esempio dell'SLC, dare riferimento a capitolo 4.3 *Esempi di setup dell'applicazione.*

### 2.6.15 Funzione Safe Torque Off

Il convertitore di frequenza è disponibile con la funzionalità Safe Torque Off (STO) tramite il morsetto di controllo 37. STO disabilita la tensione di controllo dei semiconduttori di potenza dello stadio di uscita del convertitore di frequenza al fine di impedire che venga generata la tensione necessaria a far ruotare il motore. Quando viene attivato STO (morsetto 37), il convertitore di frequenza emette un allarme, fa scattare l'unità e fa procedere il motore in folle fino all'arresto. È necessario un riavvio manuale. La funzione STO può essere usata come un arresto di emergenza per il convertitore di frequenza. Nel modo di funzionamento normale, quando STO non è necessario, usare la funzione di arresto regolare. Quando si usa il riavvio automatico, assicurarsi che siano soddisfatti i requisiti della ISO 12100 paragrafo 5.3.2.5.

#### Condizioni di responsabilità

È responsabilità dell'utilizzatore garantire il personale installando e utilizzando la funzione STO:

- Leggere e comprendere le norme di sicurezza riguardanti la salute, la sicurezza e la prevenzione degli incidenti.
- È necessario possedere un'adeguata conoscenza delle norme generiche di sicurezza valide per l'applicazione specifica.

Un utente è definito come:

- Integratore.
- Operatore.
- Tecnico del servizio di assistenza.
- Tecnico manutentore.

#### Norme

L'uso di STO sul morsetto 37 richiede che l'utente soddisfi tutte le norme di sicurezza, incluse le leggi, i regolamenti e le direttive vigenti. La funzione STO opzionale è conforme alle seguenti norme:

- EN 954-1: Categoria 3 1996
- IEC 60204-1: Categoria 0 2005 – arresto non controllato
- IEC 61508: 1998 SIL2
- IEC 61800-5-2: 2007 – STO
- IEC 62061: 2005 SIL CL2
- ISO 13849-1: 2006 Categoria 3 PL d
- ISO 14118: 2000 (EN 1037) – prevenzione degli avviamenti involontari

Le informazioni e le istruzioni elencate non sono sufficienti per assicurare un uso corretto e sicuro della funzionalità STO. Per istruzioni sull'STO, fare riferimento al *Manuale di funzionamento VLT® Safe Torque Off*.

#### Misure di protezione

- È necessario personale qualificato e capace per l'installazione e la messa in funzione dei sistemi di sicurezza.
- Installare l'unità in un contenitore con una protezione IP54 o in un ambiente equivalente. In caso di applicazioni particolari è richiesto un livello di protezione IP maggiore.
- Il cavo tra il morsetto 37 e il dispositivo di sicurezza esterno deve essere protetto dai cortocircuiti secondo la ISO 13849-2 tabella D.4.
- Quando forze esterne influiscono sull'asse motore (per esempio carichi sospesi), è necessario adottare misure aggiuntive (per esempio un freno di mantenimento di sicurezza) per eliminare i potenziali rischi.

### 2.7 Guasto, funzioni di avviso e di allarme

Il convertitore di frequenza monitora molti aspetti del funzionamento del sistema, incluse le condizioni di rete, il carico del motore e le prestazioni, nonché lo stato del convertitore. Un allarme o un avviso non indicano necessariamente un problema dello stesso convertitore di frequenza. Può essere una condizione di fuori del convertitore di frequenza che viene monitorato per i limiti di prestazione. Il convertitore di frequenza possiede varie risposte preprogrammate a guasti, avvisi e allarmi. Selezionare ulteriori caratteristiche di allarme e di avviso per migliorare o modificare le prestazioni del sistema.

Questa sezione descrive le caratteristiche di allarme e di avviso comuni. La comprensione che queste caratteristiche sono disponibili può ottimizzare un progetto di sistema e possibilmente evitare l'introduzione di componenti o funzionalità ridondanti.

#### 2.7.1 Funzionamento in presenza di sovratemperatura

Per default, il convertitore di frequenza emette un allarme e scatta in caso di surriscaldamento. Se è selezionato *Declassamento automatico e avviso*, il convertitore di frequenza avverte della condizione ma continua a funzionare e tenta di raffreddarsi da solo riducendo per prima cosa la frequenza di commutazione. Quindi, se necessario, riduce la frequenza di uscita.

Il declassamento automatico non sostituisce le impostazioni dell'utente per il declassamento in base alla temperatura ambiente (vedi *capitolo 5.4 Declassamento in base alla temperatura ambiente*).

## 2.7.2 Avviso riferimento alto e basso

Nella modalità ad anello aperto, un segnale di riferimento controlla direttamente la velocità del convertitore di frequenza. Il display mostra un avviso lampeggiante riferimento alto o basso quando viene raggiunto il massimo o minimo programmato.

## 2.7.3 Avviso retroazione alta e bassa

Nel funzionamento ad anello chiuso, il convertitore di frequenza monitora i valori di retroazione alti e bassi selezionati. Il display mostra un avviso lampeggiante alto o basso quando la situazione lo richiede. Il convertitore di frequenza può anche monitorare i segnali di retroazione nel funzionamento ad anello aperto. Mentre i segnali non influiscono sul funzionamento del convertitore di frequenza in anello aperto, possono essere utili per l'indicazione dello stato del sistema localmente o tramite la comunicazione seriale. Il convertitore di frequenza gestisce 39 diverse unità di misura.

## 2.7.4 Sbilanciamento di fase o perdita di fase

Eccessive oscillazioni di corrente nel bus CC indicano uno sbilanciamento di fase o una perdita di fase nella rete. Quando viene meno una fase di potenza al convertitore di frequenza, l'azione predefinita è quella di emettere un allarme e far scattare l'unità per proteggere i condensatori del bus CC. Altre opzioni sono l'emissione di un avviso e la riduzione della corrente di uscita al 30% della corrente complessiva oppure di emettere un avviso e continuare con il funzionamento normale. Il funzionamento di un'unità collegata a una linea sbilanciata può essere un'opzione fino alla correzione dello sbilanciamento.

## 2.7.5 Avviso di alta frequenza

Utile nell'attivazione di apparecchiature addizionali come pompe o ventole di raffreddamento, il convertitore di frequenza può riscaldarsi quando la velocità del motore è elevata. Nel convertitore di frequenza è possibile immettere un'impostazione specifica di alta frequenza. Se l'uscita supera la frequenza di avviso impostata, l'unità visualizza un avviso di alta frequenza. Un'uscita digitale dal convertitore di frequenza può segnalare a dispositivi esterni di attivarsi.

## 2.7.6 Avviso bassa frequenza

Quando si disattivano delle apparecchiature, il convertitore di frequenza può riscaldarsi quando la velocità del motore è bassa. Un'impostazione specifica di bassa frequenza può essere selezionata per avvisare e disattivare dispositivi esterni. L'unità non emette un avviso bassa frequenza né

quando viene arrestata né all'avvio finché non è stata raggiunta la frequenza di esercizio.

## 2.7.7 Avviso corrente alta

Questa funzione è simile all'avviso alta frequenza, eccetto per il fatto che viene usata un'impostazione corrente alta per emettere un avviso e attivare apparecchiature addizionali. La funzione non è attiva durante l'arresto o all'avvio finché non è stata raggiunta la corrente di esercizio impostata.

## 2.7.8 Avviso corrente bassa

Questa funzione è simile all'avviso bassa frequenza (vedi capitolo 2.7.6 *Avviso bassa frequenza*), a parte il fatto che viene usata un'impostazione corrente bassa per emettere un avviso e disattivare l'apparecchiatura. La funzione non è attiva durante l'arresto o all'avvio finché non è stata raggiunta la corrente di esercizio impostata.

## 2.7.9 Avviso carico nullo/cinghia rotta

Questa funzione può essere usata per monitorare una condizione di carico nullo, per esempio una cinghia trapezoidale. Dopo che un limite di corrente bassa è stato memorizzato nel convertitore di frequenza, nel caso in cui è stata rilevata la perdita di un carico, il convertitore di frequenza può essere programmato a emettere un allarme e scattare o di continuare il funzionamento ed emettere un avviso.

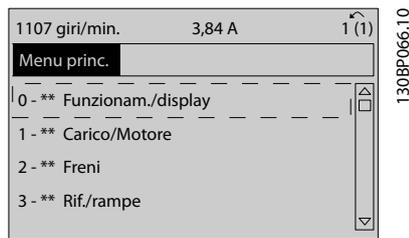
## 2.7.10 Interfaccia seriale persa

Il convertitore di frequenza può rilevare la perdita della comunicazione seriale. Può essere selezionato un ritardo di fino a 99 s per evitare una risposta dovuta a interruzioni sul bus di comunicazione seriale. Quando il tempo di ritardo viene superato, le opzioni disponibili per l'unità sono:

- Mantenere la sua ultima velocità.
- Andare alla velocità massima.
- Andare ad una velocità preimpostata.
- Arrestarsi ed emettere un avviso.

## 2.8 Interfacce utente e programmazione

Il convertitore di frequenza usa parametro per programmare le funzioni delle sue applicazioni. I parametri forbiscono una descrizione di una funzione e un menu di opzioni per selezionare tra valori numerici o immetterli. Un menu di programmazione campione è mostrato in *Disegno 2.20*.



Disegno 2.20 Menu di programmazione campione

### Interfaccia utente locale

Per la programmazione locale, i parametri sono accessibili premendo [Quick Menu] o [Main Menu] sull'LCP.

Il menu rapido è concepito per l'avviamento iniziale e per le caratteristiche del motore. Il menu principale dà accesso a tutti i parametri e consente la programmazione di applicazioni avanzati.

### Interfaccia utente remota

Per la programmazione remota, Danfoss offre un programma software per sviluppare, memorizzare e trasferire le informazioni di programmazione. Software di configurazione MCT 10 consente all'utente di collegare un PC al convertitore di frequenza e eseguire una programmazione dal vivo invece di usare il tastierino LCP. Oppure la programmazione può essere effettuata off-line e scaricata sull'unità. L'intero profilo del convertitore di frequenza può essere caricato sul PC per il backup o l'analisi. Per la connessione al convertitore di frequenza sono disponibili un connettore USB e il morsetto RS485.

Software di configurazione MCT 10 è disponibile per il download gratuito all'indirizzo [www.VLT-software.com](http://www.VLT-software.com). Su richiesta è anche disponibile un CD con codice articolo 130B1000. Il manuale d'uso comprende istruzioni di funzionamento dettagliate. Vedere anche *capitolo 2.8.2 Software PC*.

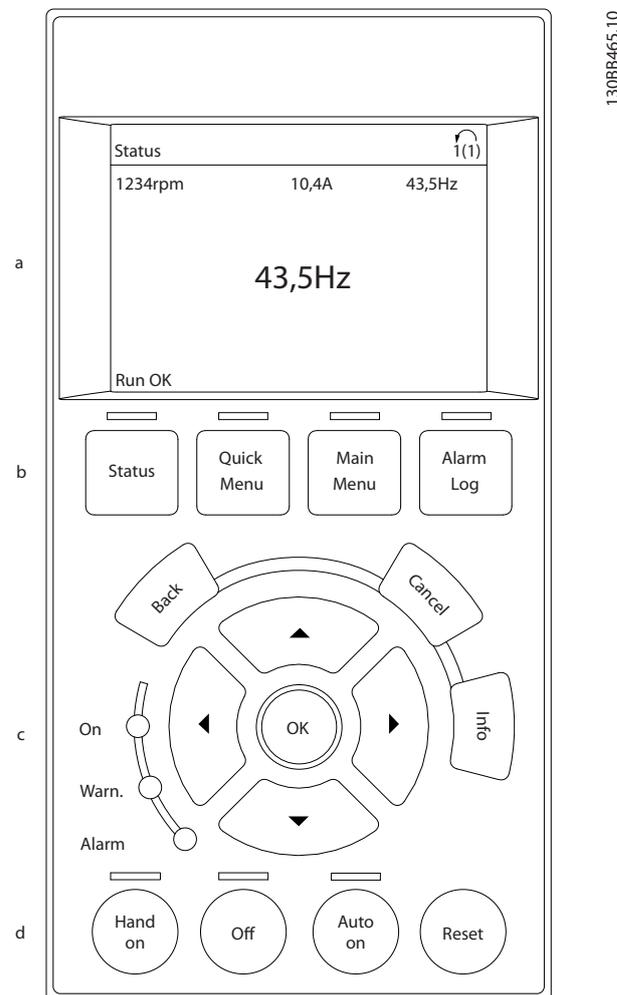
### Programmazione di morsetti di controllo

- Ciascun morsetto di controllo è in grado di eseguire funzioni specifiche.
- I parametri associati al morsetto abilitano la selezione della funzione.
- Per un corretto funzionamento del convertitore di frequenza usando morsetti di controllo, i morsetti devono essere:
  - collegati correttamente;
  - programmati per la funzione desiderata.

## 2.8.1 Pannello di controllo locale

Il pannello di controllo locale (LCP) è un display grafico sulla parte anteriore dell'unità che mette a disposizione l'interfaccia utente attraverso comandi a pulsante e visualizza messaggi di stato, avvisi e allarmi, programmazione parametri, e altro. È anche disponibile un display

numerico con opzioni di visualizzazione limitate. Disegno 2.21 mostra l'LCP.



Disegno 2.21 Pannello di controllo locale

## 2.8.2 Software PC

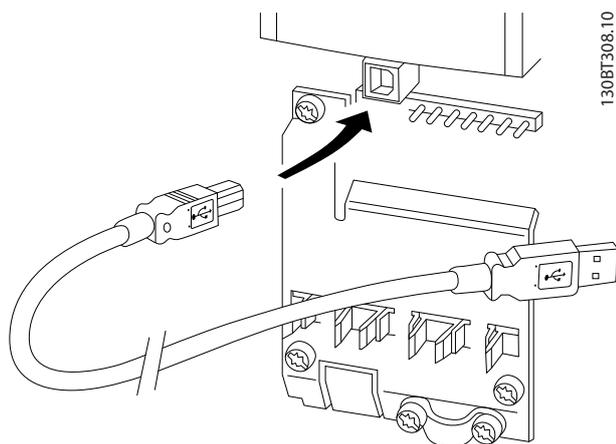
Il PC è collegato tramite un cavo (host/device) USB standard, oppure tramite l'interfaccia RS485.

Il bus USB è un bus seriale che utilizza 4 fili schermati, con il pin di massa 4 collegato allo schermo nella porta USB del PC. Collegando il PC a un convertitore di frequenza tramite il cavo USB esiste il rischio potenziale di danneggiare il controllore host USB del PC. Tutti i normali PC sono costruiti senza isolamento galvanico nella porta USB.

Qualsiasi differenza del potenziale di massa causata dal mancato rispetto delle raccomandazioni descritte nel *manuale di funzionamento* può danneggiare il controllore host USB attraverso lo schermo del cavo USB.

Quando si collega un PC a un convertitore di frequenza utilizzando un cavo USB, utilizzare un isolatore USB con

isolamento galvanico per proteggere il controllore host USB del PC dalle differenze di potenziale di massa. Non utilizzare un cavo di potenza del PC con una spina di terra quando il PC è collegato al convertitore di frequenza tramite un cavo USB. Questo riduce le differenze di potenziale di massa ma non elimina completamente le differenze di potenziale dovute alla massa e allo schermo collegati alla porta USB del PC.



Disegno 2.22 Collegamento USB

### 2.8.2.1 Software di configurazione MCT 10

Il Software di configurazione MCT 10 è stato progettato per mettere in funzione ed eseguire la manutenzione del convertitore di frequenza, inclusa la programmazione guidata del controllore in cascata, il real time clock, il controllore smart logic e la manutenzione preventiva. Questo software consente il facile controllo di dettagli e fornisce una panoramica generale di sistemi, grandi o piccoli. Questo strumento gestisce tutte le serie di convertitori di frequenza e i dati relativi ai VLT® Advanced Active Filters AAF 006 e ai VLT® Soft Starter.

#### Esempio 1: Memorizzazione dei dati nel PC tramite via Software di configurazione MCT 10

1. Collegare un PC all'unità tramite USB o tramite l'interfaccia RS485.
2. Aprire Software di configurazione MCT 10.
3. Selezionare la porta USB o l'interfaccia RS485.
4. Selezionare *copy*.
5. Selezionare la sezione *project*.
6. Selezionare *paste*.
7. Selezionare *save as*.

Tutti i parametri sono ora memorizzati.

#### Esempio 2: Trasferimento di dati dal PC al convertitore di frequenza tramite Software di configurazione MCT 10

1. Collegare un PC all'unità mediante la porta USB o tramite l'interfaccia RS485.
2. Aprire Software di configurazione MCT 10.
3. Selezionare *Open* – vengono visualizzati i file memorizzati.
4. Aprire il file appropriato.
5. Selezionare *Write to drive*.

Ora tutti i parametri vengono trasferiti al convertitore di frequenza.

È disponibile un manuale separato per il Software di configurazione MCT 10. Scaricare il software e il manuale da [www.danfoss.com/BusinessAreas/DrivesSolutions/Software-download/](http://www.danfoss.com/BusinessAreas/DrivesSolutions/Software-download/).

### 2.8.2.2 Software di calcolo delle armoniche VLT® MCT 31

Lo strumento PC MCT 31, per il calcolo delle armoniche, consente una facile valutazione della distorsione armonica in una data applicazione. Possono essere calcolati sia la distorsione armonica dei convertitori di frequenza Danfoss che di quelli non Danfoss con dispositivi aggiuntivi per la riduzione delle armoniche, come i filtri Danfoss VLT® Advanced Harmonic Filters AHF 005/AHF 010 e 12-18 raddrizzatori di impulso.

L'MCT 31 può anche essere scaricato da [www.danfoss.com/BusinessAreas/DrivesSolutions/Software-download/](http://www.danfoss.com/BusinessAreas/DrivesSolutions/Software-download/).

### 2.8.2.3 Software per il calcolo delle armoniche (HCS)

HCS è una versione avanzata dello strumento di calcolo delle armoniche. I risultati calcolati vengono confrontati con le norme pertinenti e possono essere stampate di seguito.

Per ulteriori informazioni, vedere [www.danfoss-hcs.com/Default.asp?LEVEL=START](http://www.danfoss-hcs.com/Default.asp?LEVEL=START)

## 2.9 Manutenzione

I modelli di convertitore di frequenza Danfoss fino a 90 kW sono esenti da manutenzione. I convertitori di frequenza ad alta potenza (con un valore nominale di 110 kW o superiore) dispongono di tappeti filtranti che richiedono una pulizia periodica da parte dell'operatore, in funzione dell'esposizione alla polvere e ai contaminanti. Gli intervalli di manutenzione per le ventole di raffreddamento (circa 3 anni) e i condensatori (circa 5 anni) sono consigliati nella maggior parte degli ambienti.

## 2.9.1 Immagazzinamento

Come tutte le apparecchiature elettroniche, i convertitori di frequenza devono essere stoccati in un luogo asciutto. Non è necessaria una formatura (carica del condensatore) periodica durante l'immagazzinamento.

Si consiglia di mantenere l'apparecchiatura sigillata nella sua confezione fino all'installazione.

## 3 Integrazione nel sistema

### 3

Questo capitolo descrive le considerazioni necessarie per integrare il convertitore di frequenza in un progetto di sistema. Il capitolo è suddiviso in tre sezioni:

- *Capitolo 3.1 Condizioni ambientali di funzionamento*  
Condizioni ambientali di funzionamento per il convertitore di frequenza, tra cui:
  - Ambiente.
  - Contenitori.
  - Temperatura.
  - Declassamento.
  - Altre considerazioni.
- *Capitolo 3.2 EMC, armoniche e protezione dalla dispersione verso terra*  
Ingresso (rigenerazione) dal convertitore di frequenza alla rete di alimentazione che comprende potenza, armoniche, monitoraggio e altre considerazioni.
  - Potenza.
  - Armoniche.
  - Monitoraggio.
  - Altre considerazioni.
- *Capitolo 3.4 Integrazione della rete*  
Ingresso nel convertitore di frequenza dal lato della rete che comprende:
  - Potenza.
  - Armoniche.
  - Monitoraggio.
  - Cablaggio.
  - Fusibili.
  - Altre considerazioni.
- *Capitolo 3.5 Integrazione del motore*  
Uscita dal convertitore di frequenza al motore tra cui:
  - Tipi di motore.
  - Carico.
  - Monitoraggio.
  - Cablaggio.
  - Altre considerazioni.
- *Capitolo 3.6 Ingressi e uscite supplementari, capitolo 3.7 Pianificazione meccanica*  
Integrazione dell'ingresso e dell'uscita del convertitore di frequenza per un progetto ottimale del sistema, tra cui:

- Convertitore di frequenza/ corrispondenza motore.
- Caratteristiche del sistema.
- Altre considerazioni.

Un progetto del sistema completo anticipa potenziali aree problematiche e attua la combinazione più efficace delle caratteristiche del convertitore di frequenza. L'informazione che segue fornisce le direttive per pianificare e specificare un sistema di controllo motore che comprende convertitori di frequenza.

Le caratteristiche di funzionamento forniscono una varietà di concetti progettuali, dal semplice controllo di velocità del motore a un sistema di automazione completamente integrato con, per esempio:

- Gestione della retroazione.
- Segnalazione dello stato di funzionamento.
- Risposte automatizzate ai guasti.
- Programmazione remota.

Un completo concetto progettuale include specifiche dettagliate delle necessità e dell'uso.

- Tipi di convertitore di frequenza
- Motori
- Requisiti di rete
- Struttura di controllo e programmazione
- Comunicazione seriale
- Taglia, forma e peso dell'apparecchiatura
- Requisiti dei cavi di potenza e di comando; tipo e lunghezza
- Fusibili
- Apparecchiatura ausiliaria
- Trasporto e immagazzinamento

Vedi *capitolo 3.10 Lista di controllo della progettazione* per una guida pratica per la selezione e la progettazione.

La comprensione delle caratteristiche e delle opzioni strategiche può ottimizzare il progetto di un sistema e, eventualmente, consente di evitare l'introduzione di componenti o funzionalità ridondanti.

### 3.1 Condizioni ambientali di funzionamento

#### 3.1.1 Umidità

Sebbene il convertitore di frequenza può funzionare correttamente a un'umidità elevata (fino al 95% di umidità relativa), evitare la formazione di condensa. Esiste un rischio specifico di condensa quando il convertitore di frequenza è più freddo dell'aria ambiente umida. L'umidità nell'aria può anche condensare sui componenti elettronici e provocare cortocircuiti. La condensazione avviene in unità senza alimentazione. È consigliabile installare un riscaldatore dell'armadio quando è possibile che si verifichi una condensazione a causa delle condizioni ambientali. Evitare l'installazione in aree soggette a gelate.

In alternativa, far funzionare il convertitore di frequenza in modalità stand-by (con l'unità sempre collegata alla rete) riduce il rischio di condensa. Assicurarsi che la dissipazione di potenza sia sufficiente per impedire l'infiltrazione di umidità nel circuito del convertitore di frequenza.

#### 3.1.2 Temperatura

I limiti minimi e massimi di temperatura ambiente sono specificati per tutti i convertitori di frequenza. Evitare temperature ambiente estreme prolunga la durata delle apparecchiature e massimizza l'affidabilità complessiva del sistema. Seguire le raccomandazioni elencate per assicurare prestazioni massime e la lunga durata delle apparecchiature.

- Sebbene il convertitore di frequenza possano funzionare a temperature fino a  $-10\text{ °C}$ , un corretto funzionamento a carichi nominali viene solo garantito a temperature di  $0\text{ °C}$  o superiori.
- Non superare il limite di temperatura massimo.
- La durata dei componenti elettronici si riduce del 50% per ogni  $10\text{ °C}$  quando vengono fatti funzionare a temperature superiori alla loro temperatura di progetto.
- Persino i dispositivi con gradi di protezione IP54, IP55 o IP66 devono rispettare gli intervalli di temperatura ambiente specificati.
- Può essere necessario un condizionamento dell'aria supplementare dell'armadio o del luogo di installazione.

#### 3.1.3 Raffreddamento

I convertitori di frequenza dissipano potenza sotto forma di calore. Le seguenti raccomandazioni sono necessarie per un raffreddamento efficace delle unità.

- La temperatura massima dell'aria che penetra nel contenitore non deve mai superare i  $40\text{ °C}$  ( $104\text{ °F}$ ).
- La temperatura media di giorno/notte non deve superare i  $35\text{ °C}$  ( $95\text{ °F}$ ).
- Montare l'unità per consentire un flusso libero d'aria di raffreddamento attraverso le alette di raffreddamento. Vedere *capitolo 3.7.1 Spazio* per gli spazi di montaggio corretti.
- Fornire i requisiti minimi di spazio libero anteriore e posteriore per il flusso d'aria di raffreddamento. Vedere il *manuale di funzionamento* per i corretti requisiti dell'impianto.

#### 3.1.3.1 Ventole

Il convertitore di frequenza è dotato di ventilatori integrati per assicurare un raffreddamento ottimale. La ventola principale forza il flusso d'aria lungo le alette di raffreddamento sul dissipatore di calore, assicurando il raffreddamento dell'aria interna. Alcune taglie di potenza dispongono di una piccola ventola secondaria accanto alla scheda di controllo, la quale assicura che l'aria interna venga fatta circolare per evitare punti caldi.

La temperatura interna nel convertitore di frequenza controlla la ventola principale. La ventola principale viene controllata tramite la temperatura interna del convertitore di frequenza e la velocità aumenta gradualmente insieme alla temperatura, riducendo la rumorosità e il consumo di energia quando il fabbisogno è basso, e assicurando il massimo raffreddamento quando è necessario. Il comando ventola può essere regolato mediante *parametro 14-52 Comando ventola* per adattarsi a qualsiasi applicazione, anche per proteggere dagli effetti negativi del raffreddamento in climi freddi. In caso di sovratemperatura all'interno del convertitore di frequenza, questo riduce la frequenza e il modello di commutazione. Vedere *capitolo 5.1 Declassamento* per maggiori informazioni.

#### 3.1.3.2 Calcolo del flusso d'aria richiesto per il raffreddamento del convertitore di frequenza

Il flusso d'aria richiesto per raffreddare un convertitore di frequenza o più convertitori di frequenza in un contenitore può essere calcolato come segue:

1. Determinare la perdita di potenza all'uscita massima per tutti i convertitori di frequenza da tabelle di dati in *capitolo 7 Specifiche*.
2. Aggiungere i valori di perdita di potenza di tutti i convertitori di frequenza che possono funzionare allo stesso tempo. La somma risultante è il calore Q da trasferire. Moltiplicare il risultato con il fattore f, leggere da *Tabella 3.1*. Per esempio,  $f = 3,1\text{ m}^3 \times \text{K/Wh}$  a livello del mare.

3. Determinare la massima temperatura dell'aria che entra nel contenitore. Sottrarre questa temperatura dalla temperatura necessaria all'interno del contenitore, per esempio 45 °C (113 °F).
4. Dividere il totale dal passo 2 per il totale dal passo 3.

Il calcolo viene espresso dalla formula:

$$V = \frac{f \times Q}{T_i - T_A}$$

dove

V = flusso d'aria in m<sup>3</sup>/h

f = fattore in m<sup>3</sup> x K/Wh

Q = calore da trasferire in W

T<sub>i</sub> = temperatura all'interno del contenitore in °C

T<sub>A</sub> = temperatura ambiente in °C

f = cp x ρ (calore specifico dell'aria x densità dell'aria)

### AVVISO!

Calore specifico dell'aria (cp) e densità dell'aria (ρ) non sono costanti, ma dipendono dalla temperatura, dall'umidità e dalla pressione atmosferica. Pertanto dipendono dall'altitudine sopra il livello del mare.

Tabella 3.1 mostra valori tipici del fattore f, calcolato per diverse altitudini.

| Altitudine | Calore specifico dell'aria<br>cp | Densità dell'aria<br>ρ | Fattore<br>f           |
|------------|----------------------------------|------------------------|------------------------|
| [m]        | [kJ/kgK]                         | [kg/m <sup>3</sup> ]   | [m <sup>3</sup> ·K/Wh] |
| 0          | 0,9480                           | 1,225                  | 3,1                    |
| 500        | 0,9348                           | 1,167                  | 3,3                    |
| 1000       | 0,9250                           | 1,112                  | 3,5                    |
| 1500       | 0,8954                           | 1,058                  | 3,8                    |
| 2000       | 0,8728                           | 1,006                  | 4,1                    |
| 2500       | 0,8551                           | 0,9568                 | 4,4                    |
| 3000       | 0,8302                           | 0,9091                 | 4,8                    |
| 3500       | 0,8065                           | 0,8633                 | 5,2                    |

Tabella 3.1 Fattore f, calcolato per diverse altitudini

### Esempio

Qual è il flusso d'aria richiesto per raffreddare 2 convertitori di frequenza (perdite di calore 295 W e 1430 W) che funzionano simultaneamente, montati in un contenitore con un picco della temperatura ambiente di 37 °C?

- La somma delle perdite di calore di entrambi i convertitori di frequenza è 1725 W.
- La moltiplicazione di 1725 W per 3,3 m<sup>3</sup> x K/Wh dà 5693 m x K/h.
- La sottrazione di 37 °C da 45 °C dà 8 °C (=8 K).
- La divisione di 5693 m x K/h per 8 K dà: 711,6 m<sup>3</sup>/h.

Se il flusso d'aria è richiesto in CFM, usare la conversione 1 m<sup>3</sup>/h = 0,589 CFM.

Per l'esempio in alto, 711,6 m<sup>3</sup>/h = 418,85 CFM.

### 3.1.4 Sovratensione generata dal motore

La tensione CC nel collegamento CC (bus CC) aumenta quando il motore funziona da generatore. Questa situazione può avvenire in 2 modi:

- Il carico aziona il motore quando il convertitore di frequenza viene fatto funzionare a una frequenza di uscita costante. Questo è generalmente chiamato un sovraccarico continuativo.
- Durante la decelerazione, se l'inerzia del carico è elevato e il tempo di decelerazione del convertitore di frequenza è impostato su un valore breve.

Il convertitore di frequenza non può reimmettere l'energia nell'ingresso. Pertanto limita l'energia accettata dal motore quando è impostato per abilitare la rampa automatica. Se durante la decelerazione si verifica una sovratensione, il convertitore di frequenza tenta di farlo prolungando automaticamente il tempo rampa di decelerazione. Se ciò non riesce o se il carico aziona il motore quando funziona a una frequenza costante, il convertitore di frequenza si spegne e visualizza un guasto quando viene raggiunto un livello di tensione critico del bus CC.

### 3.1.5 Rumorosità acustica

La rumorosità acustica del convertitore di frequenza proviene da 3 fonti:

- Bobine del collegamento CC (circuito intermedio)
- Induttanza filtro RFI
- Ventilatori interni

Vedere Tabella 7.40 per i gradi di rumorosità.

### 3.1.6 Vibrazioni e urti

Il convertitore di frequenza viene collaudato in base a una procedura basata sulle norme IEC 68-2-6/34/35 e 36. Questi test sottopongono l'unità a forze di 0,7 g per un campo da 18-1000 Hz casuali, in 3 direzioni per 2 ore. Tutti i convertitori di frequenza Danfoss soddisfano i requisiti che corrispondono a queste condizioni quando l'unità è montata alla parete o al suolo nonché quando è montata all'interno di pannelli imbullonati alle pareti o ai pavimenti.

### 3.1.7 Atmosfere aggressive

#### 3.1.7.1 Gas

I gas aggressivi, quali il solfuro di idrogeno, il cloro o l'ammoniaca possono danneggiare i componenti elettrici e meccanici del convertitore di frequenza. La contaminazione dell'aria di raffreddamento può anche causare la decomposizione graduale delle piste dei circuiti stampati e dei sigilli delle porte. Contaminanti aggressivi sono spesso presenti in impianti di trattamento delle acque grigie o in piscine. Un chiaro segno della presenza di un'atmosfera aggressiva è il rame corrosivo.

In atmosfere aggressive, sono consigliati contenitori IP ristretti insieme a schede di circuito con rivestimento conforme. Vedere *Tabella 3.2* per i valori di rivestimento conforme.

#### **AVVISO!**

**Il convertitore di frequenza è dotato di serie con un rivestimento di classe 3C2 delle schede elettroniche. Su richiesta, è disponibile il rivestimento di classe 3C3.**

| Tipo di gas          | Unità             | Classe  |               |                              |               |                              |
|----------------------|-------------------|---------|---------------|------------------------------|---------------|------------------------------|
|                      |                   | 3C1     | 3C2           |                              | 3C3           |                              |
|                      |                   |         | Valore medio  | Valore massimo <sup>1)</sup> | Valore medio  | Valore massimo <sup>1)</sup> |
| Sale marino          | n/a               | Nessuno | Nebbia salina |                              | Nebbia salina |                              |
| Ossidi di zolfo      | mg/m <sup>3</sup> | 0,1     | 0,3           | 1,0                          | 5,0           | 10                           |
| Solfuro di idrogeno  | mg/m <sup>3</sup> | 0,01    | 0,1           | 0,5                          | 3,0           | 10                           |
| Cloro                | mg/m <sup>3</sup> | 0,01    | 0,1           | 0,03                         | 0,3           | 1,0                          |
| Cloruro di idrogeno  | mg/m <sup>3</sup> | 0,01    | 0,1           | 0,5                          | 1,0           | 5,0                          |
| Fluoruro di idrogeno | mg/m <sup>3</sup> | 0,003   | 0,01          | 0,03                         | 0,1           | 3,0                          |
| Ammoniaca            | mg/m <sup>3</sup> | 0,3     | 1,0           | 3,0                          | 10            | 35                           |
| Ozono                | mg/m <sup>3</sup> | 0,01    | 0,05          | 0,1                          | 0,1           | 0,3                          |
| Azoto                | mg/m <sup>3</sup> | 0,1     | 0,5           | 1,0                          | 3,0           | 9,0                          |

**Tabella 3.2 Valori nominali della classe di rivestimento conforme**

*1) I valori massimi sono i valori dei picchi transitori che superano 30 minuti al giorno.*

#### 3.1.7.2 Esposizione alla polvere

Spesso è inevitabile dover installare i convertitori di frequenza in ambienti con elevata esposizione alla polvere. La polvere interessa le unità montate a parete o su telaio con gradi di protezione IP55 o IP66 e anche dispositivi montati nell'armadio con gradi di protezione IP21 o IP20. Considerare i 3 aspetti descritti in questa sezione quando i convertitori di frequenza vengono installati in tali ambienti.

##### **Raffreddamento ridotto**

La polvere forma depositi sulla superficie del dispositivo e all'interno delle schede di circuito stampato e dei componenti elettronici. Questi depositi agiscono da strati isolanti e impediscono il trasferimento del calore all'aria ambiente, riducendo la capacità di raffreddamento. I componenti si riscaldano, il che causa un invecchiamento accelerato dei componenti elettronici e una diminuzione della durata di esercizio dell'unità. I depositi di polvere sul dissipatore di calore nella parte posteriore dell'unità riduce anche la durata utile dell'unità.

##### **Ventole di raffreddamento**

Il flusso d'aria per il raffreddamento dell'unità è generato dalle ventole di raffreddamento che si trovano sul retro del dispositivo. I rotori delle ventole presentano piccoli cuscinetti in cui la polvere può penetrare e agire da abrasivo. La polvere nei cuscinetti provoca danni al cuscinetto e il guasto del ventilatore.

##### **Filtri**

I convertitori di frequenza ad alta potenza sono dotati di ventole di raffreddamento che espellono l'aria calda dall'interno del dispositivo. Oltre una certa taglia, queste ventole sono dotate di teli filtranti. Questi filtri possono intasarsi rapidamente quando vengono usati in ambienti polverosi. In queste condizioni sono necessarie misure preventive.

##### **Manutenzione periodica**

Nelle condizioni descritte in precedenza, durante la manutenzione periodica, si consiglia di pulire il convertitore di frequenza e i filtri. Rimuovere la polvere dal dissipatore di calore e dalle ventole e pulire i materassini filtranti.

### 3.1.8 Definizioni del grado IP

|             | Contro la penetrazione da corpi estranei solidi | Contro l'accesso a parti pericolose da |
|-------------|---|--|
| Prima cifra | 0 (non protetto)                                | (non protetto)                         |
|             | 1 $\geq 50$ mm di diametro                      | Dorso della mano                       |
|             | 2 Diametro 12,5 mm                              | Dito                                   |
|             | 3 Diametro 2,5 mm                               | Strumento                              |
|             | 4 $\geq 1,0$ mm di diametro                     | Filo                                   |
|             | 5 Resistente alla polvere                       | Filo                                   |
|             | 6 Tenuta alla polvere                           | Filo                                   |

|                       |   | Contro la penetrazione da corpi estranei solidi               | Contro l'accesso a parti pericolose da |
|-----------------------|---|---|--|
|                       |   | Contro la penetrazione di acqua                               |  |
| Seconda cifra         | 0 | (non protetto)  | –                                      |
|                       | 1 | Gocce in caduta verticale                                     | –                                      |
|                       | 2 | Gocce a un angolo di 15°                                      | –                                      |
|                       | 3 | Spruzzo d'acqua   | –                                      |
|                       | 4 | Forti spruzzi d'acqua   | –                                      |
|                       | 5 | Getti d'acqua   | –                                      |
|                       | 6 | Forti getti d'acqua   | –                                      |
|                       | 7 | Immersione temporanea   | –                                      |
|                       | 8 | Immersione a lungo termine                                    | –                                      |
|                       |   | <b>Ulteriori informazioni specifiche per</b>                  |  |
| Prima lettera         | A |   | Dorso della mano                       |
|                       | B |   | Dito                                   |
|                       | C |   | Strumento                              |
|                       | D |   | Filo                                   |
|                       |   | <b>Ulteriori informazioni specifiche per</b>                  |  |
| Lettera supplementare | H | Dispositivo ad alta tensione                                  | –                                      |
|                       | M | Dispositivo in movimento durante la prova di tenuta all'acqua | –                                      |
|                       | S | Dispositivo fisso durante la prova di tenuta all'acqua        | –                                      |
|                       | W | Condizioni ambientali   | –                                      |

Tabella 3.3 IEC 60529 Definizioni per gradi IP

### 3.1.8.1 Opzioni e prestazioni dell'armadio

I convertitori di frequenza Danfoss sono disponibili con tre diversi gradi di protezione:

- IP00 o IP20 per l'installazione dell'armadio.
- IP54 o IP55 per il montaggio locale.
- IP66 per condizioni ambientali critiche, come un'umidità (dell'aria) estremamente elevata o elevate concentrazioni di polvere o gas aggressivi.

### 3.1.9 Interferenza in radiofrequenza

Nella pratica, l'obiettivo principale è ottenere sistemi che funzionino in modo stabile senza interferenza delle frequenze tra i componenti. Per ottenere un elevato livello di immunità, si consiglia di utilizzare convertitori di frequenza con filtri RFI di alta qualità.

Utilizzare i filtri di categoria C1 specificati nella EN 61800-3 che sono conformi ai limiti della classe B dello standard EN 55011.

Apporre note di avviso sul convertitore di frequenza se i filtri RFI non corrispondono alla categoria C1 (categoria C2 o inferiore). La responsabilità per l'etichettatura corretta è dell'operatore.

Nella pratica, esistono due approcci ai filtri RFI:

- Integrati nell'apparecchiatura
  - I filtri integrati occupano spazio nell'armadio ma eliminano le spese aggiuntive per l'installazione, il cablaggio e il materiale. Tuttavia, il vantaggio più importante è la perfetta conformità EMC e il cablaggio dei filtri.
- Opzioni esterne
  - I filtri RFI esterni opzionali che sono installati sull'ingresso del convertitore di frequenza provocano una caduta di tensione. Nella pratica, ciò significa che la piena tensione di rete non è presente sull'ingresso del convertitore di frequenza e potrebbe essere necessario un convertitore di potenza maggiore. La lunghezza massima del cavo motore per assicurare la conformità ai limiti EMC varia da 1 a 50 m. Devono essere sostenuti costi per il materiale, il cablaggio e il montaggio. La conformità EMC non viene testata.

#### **AVVISO!**

Per assicurare un funzionamento senza interferenze del sistema convertitore di frequenza/motore, usare sempre un filtro RFI di categoria C1.

#### **AVVISO!**

Le unità VLT® Refrigeration Drive FC 103 vengono fornite di serie con filtri RFI integrati conformi alla categoria C1 (EN 61800-3) per l'uso con sistemi di rete da 400 V e potenze nominali fino a 90 kW o alla categoria C2 per potenze nominali da 110 a 630 kW. Le unità FC 103 sono conformi a C1 con cavi motore schermati fino a 50 m o C2 con cavi motore schermati fino a 150 m. Consultare *Tabella 3.4* per maggiori dettagli.

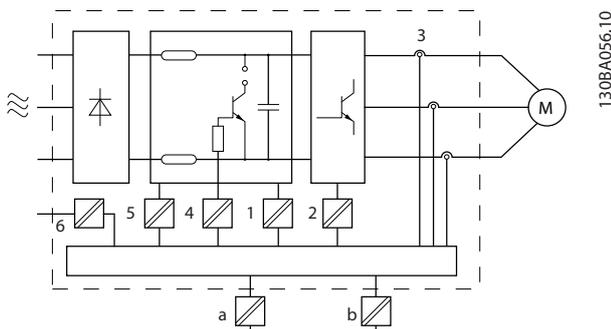
### 3.1.10 Conformità all'isolamento PELV e galvanico

Assicurare la protezione da scosse elettriche quando l'alimentazione elettrica è del tipo a bassissima tensione di protezione (PELV) e l'impianto è conforme alle norme PELV locali e nazionali.

Al fine di mantenere i requisiti PELV nei morsetti di controllo, tutte le connessioni devono essere PELV, come per esempio termistori rinforzati/a doppio isolamento. Tutti i morsetti di controllo e relè del convertitore di frequenza Danfoss soddisfano PELV (con l'eccezione del collegamento a triangolo a terra oltre 400 V).

L'isolamento galvanico (garantito) si ottiene ottemperando ai requisiti relativi a un isolamento superiore e garantendo le corrispondenti distanze in aria e distanze superficiali. Questi requisiti sono descritti nella norma EN 61800-5-1.

L'isolamento elettrico viene fornito come mostrato in *Disegno 3.1*. I componenti descritti soddisfano sia i requisiti PELV che quelli di isolamento galvanico.



|   |  |
|---|--|
| 1 | Alimentazione (SMPS) comprensiva dell'isolamento del segnale di V CC che indica la tensione del circuito intermedio. |
| 2 | Comando di gate per gli IGBT   |
| 3 | Trasduttori di corrente  |
| 4 | Isolatore ottico, modulo freno   |
| 5 | Circuiti di misura della corrente di spunto interna, delle RFI e della temperatura                                   |
| 6 | Relè personalizzati  |
| a | Isolamento galvanico per l'opzione di backup da 24 V   |
| b | Isolamento galvanico per l'interfaccia bus standard RS485  |

Disegno 3.1 Isolamento galvanico

### Installazione ad altitudini elevate

#### **AVVISO**

**SOVRATENSIONE** Le installazioni che superano i limiti per altitudini elevate potrebbero non soddisfare i requisiti PELV. L'isolamento tra i componenti e le parti critiche potrebbe essere insufficiente. Sussiste il rischio di sovratensione. Ridurre il rischio di sovratensione usando dispositivi di protezione esterni o l'isolamento galvanico.

Per impianti ad altitudini elevate, contattare Danfoss per informazioni sulla conformità PELV.

- 380–500 V (custodie A, B e C): oltre i 2000 m (6500 piedi)
- 380–500 V (contenitori D, E e F): Oltre i 3000 m (9800 piedi)
- 525–690 V: oltre i 2000 m (6500 piedi)

### 3.2 EMC, armoniche e protezione dalla dispersione verso terra

#### 3.2.1 Considerazioni generali sulle emissioni EMC

I convertitori di frequenza (e altri dispositivi elettrici) generano campi elettronici o magnetici che possono interferire con il loro ambiente. La compatibilità elettromagnetica (EMC) di questi effetti dipende dalla potenza e dalle caratteristiche armoniche dei dispositivi.

Un'interazione incontrollata tra dispositivi elettrici in un sistema può ridurre la compatibilità e compromettere un funzionamento affidabile. L'interferenza può assumere la forma di:

- Distorsione armonica della rete.
- Scariche elettrostatiche.
- Rapide oscillazioni di tensione.
- Interferenza ad alta frequenza.

I dispositivi elettrici generano interferenze e sono interessati da interferenze da altre sorgenti generate.

Le interferenze elettriche si verificano solitamente a frequenze appartenenti comprese tra 150 kHz e 30 MHz. L'interferenza irradiata proveniente dal convertitore di frequenza nel campo compreso tra 30 MHz e 1 GHz è generata dall'inverter, dal cavo motore e dal motore. Le correnti capacitive presenti nel cavo motore, accoppiate con un elevato valore  $dU/dt$  nella tensione del motore, generano correnti di dispersione, come mostrato in *Disegno 3.2*.

L'uso di un cavo motore schermato aumenta la corrente di dispersione (vedere *Disegno 3.2*), in quanto tali cavi sono

3

dotati di maggiore capacità verso massa rispetto ai cavi non schermati. Se la corrente di dispersione non è filtrata, provoca interferenze maggiori sulla rete nel campo di radiofrequenza al di sotto di circa 5 MHz. Poiché la corrente di dispersione ( $I_1$ ) viene ritrasportata all'unità attraverso lo schermo ( $I_3$ ), all'inizio esisterà solo un piccolo campo elettromagnetico ( $I_4$ ) dal cavo motore schermato secondo *Disegno 3.2*.

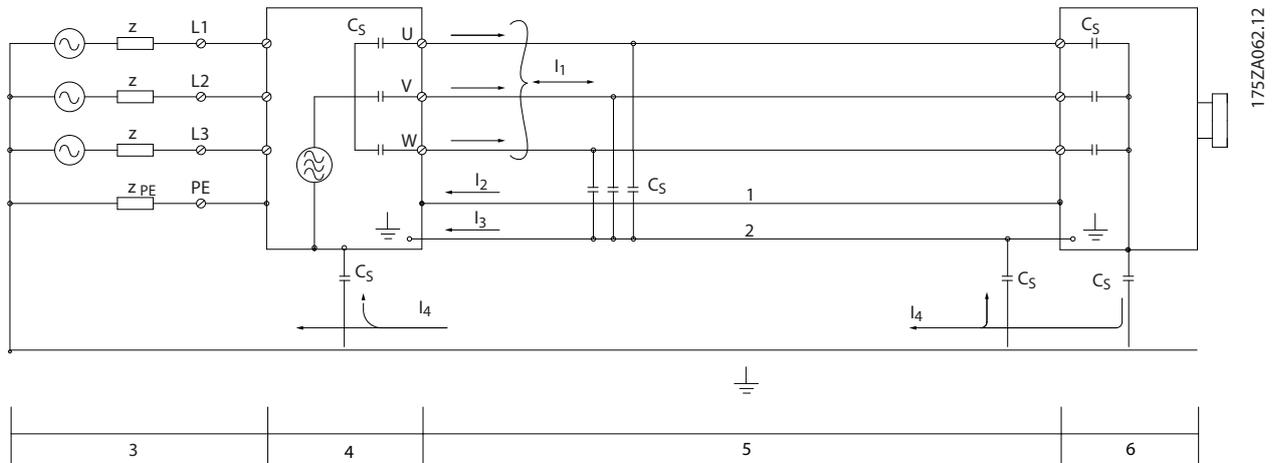
Lo schermo riduce l'interferenza irradiata, ma aumenta l'interferenza a bassa frequenza sulla rete. Collegare lo schermo del cavo motore al contenitore del convertitore di frequenza e a quello del motore. Il miglior modo di realizzare il collegamento è quello di usare morsetti di schermatura integrati in modo da evitare terminali dello schermo attorcigliati (schermi attorcigliati). Questi aumentano l'impedenza dello schermo alle frequenze più alte, riducendo l'effetto di schermatura e aumentando la corrente di dispersione ( $I_4$ ).

Se viene utilizzato un cavo schermato per relè, cavo di comando, interfaccia di segnale e freno, montare lo schermo a entrambe le estremità del contenitore. In alcune situazioni è tuttavia necessario rimuovere lo schermo per evitare anelli di corrente.

Nel caso in cui sia necessario posizionare lo schermo su una piastra di installazione per il convertitore di frequenza, tale piastra deve essere di metallo per ricondurre le correnti dello schermo all'unità. Inoltre è necessario assicurare un buon contatto elettrico dalla piastra di installazione attraverso le viti di montaggio al contenitore del convertitore di frequenza.

Quando si utilizzano cavi non schermati, è possibile che alcuni requisiti relativi alle emissioni non vengano soddisfatti, nonostante la maggior parte dei requisiti relativi all'immunità siano soddisfatti.

Per ridurre il livello di interferenza dell'intero sistema (unità e impianto), è importante che i cavi motore e i cavi freno siano più corti possibile. Evitare di installare i cavi con un livello di segnale sensibile accanto i cavi motore e freno. Soprattutto l'elettronica di comando genera interferenze radio superiori a 50 MHz (aeree).



|   |               |   |                           |   |                       |
|---|---------------|---|---------------------------|---|-----------------------|
| 1 | Cavo di massa | 3 | Alimentazione di rete CA  | 5 | Cavo motore schermato |
| 2 | Schermo       | 4 | Convertitore di frequenza | 6 | Motore                |

Disegno 3.2 Generazione di corrente di dispersione

### 3.2.2 Risultati test EMC (emissione)

I seguenti risultati sono stati ottenuti con un sistema composto da un convertitore di frequenza (con le opzioni eventualmente pertinenti), un cavo di comando schermato, un dispositivo di comando con potenziometro nonché un motore con relativo cavo motore.

| Tipo di filtro RFI | Emissione condotta     |  |  | Emissione irradiata                             |  |  |   |
|--------------------|------------------------|--|--|---|--|--|---|
|                    | Lunghezza del cavo [m] |  |  | Lunghezza del cavo [m]                          |  |  |   |
| Norme e requisiti  | EN 55011               | Classe B<br>Domestico, commerciale e industrie leggere | Classe A gruppo 1<br>Ambiente industriale        | Classe A gruppo 2<br>Ambiente industriale       | Classe B<br>Domestico, commerciale e industrie leggere | Classe A gruppo 1<br>Ambiente industriale        | Classe A gruppo 2<br>Ambiente industriale       |
|                    | EN/IEC 61800-3         | Categoria C1<br>Primo ambiente<br>Casa e ufficio       | Categoria C2<br>Primo ambiente<br>Casa e ufficio | Categoria C3<br>Secondo ambiente<br>Industriale | Categoria C1<br>Primo ambiente<br>Casa e ufficio       | Categoria C2<br>Primo ambiente<br>Casa e ufficio | Categoria C3<br>Secondo ambiente<br>Industriale |
| <b>H1</b>          |                        |  |  |   |  |  |   |
|                    | 1,1–22 kW 220–240 V    | 50   | 150  | 150   | No   | Sì   | N/A   |
|                    | 1,1–45 kW 200–240 V    | 50   | 150  | 150   | No   | Sì   | Sì  |
|                    | 1,1–90 kW 380–480 V    | 50   | 150  | 150   | No   | Sì   | Sì  |
| <b>H2/H5</b>       |                        |  |  |   |  |  |   |
|                    | 1,1–22 kW 220–240 V    | No   | No   | 25  | No   | No   | N/A   |
|                    | 1,1–3,7 kW 200–240 V   | No   | No   | 5   | No   | No   | No  |
|                    | 5,5–45 kW 200–240 V    | No   | No   | 25  | No   | No   | No  |
|                    | 1,1–7,5 kW 380–480 V   | No   | No   | 5   | No   | No   | No  |
|                    | 11–90 kW 380–480 V     | No   | No   | 25  | No   | No   | No  |
| <b>HX</b>          |                        |  |  |   |  |  |   |
|                    | 1,1–90 kW 525–600 V    | No   | No   | No  | No   | No   | No  |

**Tabella 3.4 Risultati test EMC (emissione)**

*HX, H1 o H2 è definito nei codici tipo pos. 16–17 per filtri EMC*

*HX – Nessun filtro EMC integrato nel convertitore di frequenza (solo unità da 600 V).*

*H1 – Filtro EMC integrato. Soddisfa la classe A1/B.*

*H2 – Nessun filtro EMC addizionale. Soddisfa la classe A2.*

*H5 – versioni per il settore marino. Soddisfa gli stessi livelli di emissione delle versioni H2.*

### 3.2.3 Requisiti relativi alle emissioni

La norma di prodotto EMC per convertitori di frequenza definisce 4 categorie (C1, C2, C3 e C4) con requisiti specifici per l'emissione e l'immunità. *Tabella 3.5* indica la definizione delle 4 categorie e la classificazione equivalente da EN 55011.

| Categoria | Definizione  | Classe di emissione equivalente in EN 55011     |
|-----------|--|---|
| C1        | Convertitori di frequenza installati nel primo ambiente (casa e ufficio) con una tensione di alimentazione inferiore a 1000 V.   | Classe B  |
| C2        | Convertitori di frequenza installati nel primo ambiente (casa e ufficio) con una tensione di alimentazione inferiore a 1000 V che non sono né di tipo plug-in né spostabili e sono concepiti per essere installati e messi in funzione da un professionista. | Classe A gruppo 1                               |
| C3        | Convertitori di frequenza installati nel secondo ambiente (industriale) con una tensione di alimentazione inferiore a 1000 V.  | Classe A gruppo 2                               |
| C4        | Convertitori di frequenza installati nel secondo ambiente con una tensione di alimentazione uguale o superiore a 1000 V e una corrente nominale uguale o superiore a 400 A oppure concepiti per l'uso in sistemi complessi.                                  | Senza linea limite.<br>Realizzare un piano EMC. |

Tabella 3.5 Correlazione tra IEC 61800-3 e EN 55011

Quando vengono adottate le norme generiche di emissione (condotta), i convertitori di frequenza devono rispettare i limiti in *Tabella 3.6*.

| Ambiente                                | Norma di emissione generica  | Classe di emissione equivalente in EN 55011 |
|---|--|---|
| Primo ambiente (casa e ufficio)         | EN/IEC 61000-6-3 Norma di emissione per ambienti residenziali, commerciali e di industria leggera. | Classe B                                    |
| Secondo ambiente (ambiente industriale) | EN/IEC 61000-6-4 Norma di emissione per ambienti industriali.                                      | Classe A gruppo 1                           |

Tabella 3.6 Correlazione tra le norme di emissione generiche emissione EN 55011

### 3.2.4 Requisiti di immunità

I requisiti di immunità per i convertitori di frequenza dipendono dall'ambiente nel quale sono installati. I requisiti per l'ambiente industriale sono più severi dei requisiti per l'ambiente domestico e di ufficio. Tutti i convertitori di frequenza Danfoss soddisfano i requisiti per l'ambiente industriale. Pertanto, i convertitori di frequenza soddisfano anche i requisiti meno severi per l'ambiente domestico e di ufficio con un ampio margine di sicurezza.

Allo scopo di documentare l'immunità contro le interferenze elettriche, sono stati eseguiti i seguenti test di immunità in conformità alle seguenti norme di base:

- **EN 61000-4-2 (IEC 61000-4-2):** Scariche elettrostatiche (ESD): Simulazione di scariche elettrostatiche provocate da esseri umani.
- **EN 61000-4-3 (IEC 61000-4-3):** Radiazione di un campo elettromagnetico in entrata, a modulazione di ampiezza Simulazione degli effetti di apparecchiature di comunicazione radar e radio e di dispositivi di comunicazione mobili.
- **EN 61000-4-4 (IEC 61000-4-4):** Oscillazioni transitorie da scoppio: Simulazione di interferenze provocate dalla commutazione di contattori, relè o dispositivi simili.
- **EN 61000-4-5 (IEC 61000-4-5):** Oscillazioni transitorie da sbalzi di corrente: Simulazione di transitori causati, per esempio, da fulmini che cadono vicino agli impianti.
- **EN 61000-4-6 (IEC 61000-4-6):** Modalità comune RF: Simulazione dell'impatto delle apparecchiature di trasmissione radio collegate mediante cavi di connessione.

Vedere *Tabella 3.7*.

| Norma di base   | Transitori veloci <sup>2)</sup><br>IEC 61000-4-42) | Sbalzi di corrente <sup>2)</sup><br>IEC 61000-4-5                | ESD <sup>2)</sup><br>IEC<br>61000-4-2 | Campo elettromagnetico<br>irradiato<br>IEC 61000-4-3 | Tensione modalità<br>comune RF<br>IEC 61000-4-6 |
|---|--|--|---------------------------------------|--|---|
| <b>Criterio di accettazione</b>   | <b>B</b>   | <b>B</b>   | <b>B</b>                              | <b>A</b>   | <b>A</b>  |
| <b>Intervallo di tensione: 200–240 V, 380–500 V, 525–600 V, 525–690 V</b> |  |  |                                       |  |   |
| Linea   | 4 kV Modo<br>Comune                                | 2 kV/2 Ω modalità<br>differenziale<br>4 kV/12 Ω Modo<br>Comune   | —                                     | —  | 10 V <sub>RMS</sub>                             |
| Motore  | 4 kV Modo<br>Comune                                | 4 kV/2 Ω <sup>1)</sup>   | —                                     | —  | 10 V <sub>RMS</sub>                             |
| Fili di controllo   | 2 kV Modo<br>Comune                                | 2 kV/2 Ω <sup>1)</sup>   | —                                     | —  | 10 V <sub>RMS</sub>                             |
| Bus standard  | 2 kV Modo<br>Comune                                | 2 kV/2 Ω <sup>1)</sup>   | —                                     | —  | 10 V <sub>RMS</sub>                             |
| Fili relè   | 2 kV Modo<br>Comune                                | 2 kV/2 Ω <sup>1)</sup>   | —                                     | —  | 10 V <sub>RMS</sub>                             |
| Applicazione e opzioni<br>fieldbus  | 2 kV Modo<br>Comune                                | 2 kV/2 Ω <sup>1)</sup>   | —                                     | —  | 10 V <sub>RMS</sub>                             |
| Cavo LCP  | 2 kV Modo<br>Comune                                | 2 kV/2 Ω <sup>1)</sup>   | —                                     | —  | 10 V <sub>RMS</sub>                             |
| 24 V CC esterni   | 2 V Modo Comune                                    | 0,5 kV/2 Ω modalità<br>differenziale<br>1 kV/12 Ω Modo<br>Comune | —                                     | —  | 10 V <sub>RMS</sub>                             |
| Contenitore   | —  | —  | 8 kV AD<br>6 kV CD                    | 10 V/m   | —   |

**Tabella 3.7 Modulo di immunità EMC**

1) Iniezione sullo schermo del cavo.

2) Valori tipicamente ottenuti tramite test.

### 3.2.5 Isolamento del motore

I motori moderni da usare con convertitori di frequenza dispongono di un alto grado di isolamento per far fronte alla nuova generazione di IGBT ad alta efficienza con un dU/dt elevato. Per il retrofit in motori vecchi, confermare l'isolamento del motore o mitigare con il filtro dU/dt oppure, se necessario, un filtro sinusoidale.

Per lunghezze del cavo motore  $\leq$ , è raccomandata la lunghezza massima del cavo elencata in *capitolo 7 Specifiche* e i valori nominali di isolamento del motore elencati in *Tabella 3.8*. Se un motore presenta un grado di isolamento inferiore, utilizzare un filtro dU/dt o sinusoidale.

| Tensione di rete nominale [V] | Isolamento motore [V]    |
|-------------------------------|--------------------------|
| $U_N \leq 420$                | $U_{LL}$ standard =1300  |
| $420 V < U_N \leq 500$        | $U_{LL}$ rinforzato=1600 |
| $500 V < U_N \leq 600$        | $U_{LL}$ rinforzato=1800 |
| $600 V < U_N \leq 690$        | $U_{LL}$ rinforzato=2000 |

**Tabella 3.8 Isolamento del motore**

### 3.2.6 Correnti nei cuscinetti del motore

Per minimizzare le correnti nei cuscinetti e nell'albero, collegare a massa le unità seguenti alla macchina azionata:

- Convertitore di frequenza
- Motore
- Macchina azionata

#### Strategie standard di attenuazione

1. Utilizzare un cuscinetto isolato.
2. Applicare rigide procedure di installazione:
  - 2a Assicurarsi che motore e carico motore siano allineati.
  - 2b Attenersi scrupolosamente alla guida di installazione EMC.
  - 2c Rinforzare il conduttore PE in modo tale che l'impedenza ad alta frequenza sia inferiore nel PE rispetto ai cavi di alimentazione in ingresso.

- 2d Assicurare una buona connessione ad alta frequenza tra motore e convertitore di frequenza, per esempio, mediante cavo schermato con una connessione a 360° nel motore e nel convertitore di frequenza.
- 2e Assicurarsi che l'impedenza dal convertitore di frequenza alla massa dell'edificio sia inferiore rispetto all'impedenza di massa della macchina. Ciò può essere difficile per pompe.
- 2f Eseguire un collegamento a massa diretto tra il motore e il carico motore (per esempio con una pompa).
- 3. Ridurre la frequenza di commutazione IGBT.
- 4. Modificare la forma d'onda dell'inverter, 60° AVVM rispetto a SFAVM.
- 5. Installare un sistema di messa a terra albero oppure utilizzare un giunto isolante
- 6. Applicare lubrificante conduttivo.
- 7. Utilizzare le impostazioni di velocità minima se possibile.
- 8. Provare ad assicurare che la tensione di rete sia bilanciata verso terra. Può essere difficoltoso per i sistemi IT, TT, TN-CS o con una fase a terra del triangolo.
- 9. Utilizzare un filtro dU/dt o sinusoidale.

### 3.2.7 Armoniche

Dispositivi elettrici con diodi raddrizzatori, come

- Lampade fluorescenti
- Computer
- Copiatrici
- Macchine fax
- Varie apparecchiature di laboratorio e
- sistemi di telecomunicazione

possono aggiungere distorsione armonica a un'alimentazione di rete. I convertitori di frequenza usano in ingresso un ponte a diodi che può contribuire anch'esso alla distorsione armonica.

Il convertitore di frequenza non assorbe corrente lineare dalla linea di alimentazione. Questa corrente non sinusoidale possiede componenti che sono multipli della frequenza fondamentale della corrente. Queste componenti vengono chiamate armoniche. È importante controllare la distorsione armonica totale dell'alimentazione di rete. Nonostante le correnti armoniche non influiscano direttamente sul consumo di energia elettrica, generano

calore nei cavi e nei trasformatori. Questa generazione di calore può compromettere altri dispositivi sulla stessa linea di alimentazione.

#### 3.2.7.1 Analisi delle armoniche

Varie caratteristiche di un sistema elettrico di un edificio determinano il contributo armonico esatto del convertitore di frequenza al THD di un impianto e la sua capacità di soddisfare le norme IEEE. È difficile fare generalizzazioni sul contributo armonico di convertitori di frequenza in un impianto specifico. Quando necessario, eseguire un'analisi delle armoniche del sistema per determinare gli effetti sull'apparecchiatura.

Un convertitore di frequenza assorbe dalla rete una corrente non sinusoidale che aumenta la corrente di ingresso  $I_{RMS}$ . Una corrente non sinusoidale viene trasformata mediante l'analisi di Fourier e suddivisa in forme d'onda di corrente sinusoidale con differenti frequenze, e quindi con differenti correnti armoniche  $I_n$  aventi una frequenza di base di 50 Hz o 60 Hz.

Le armoniche non contribuiscono direttamente al consumo energetico, ma aumentano le perdite di calore nell'impianto (trasformatore, induttori, cavi). Di conseguenza, nelle centrali elettriche con una percentuale elevata di carico del raddrizzatore, le correnti armoniche dovrebbero essere mantenute a un livello basso per evitare il sovraccarico del trasformatore, degli induttori e dei cavi.

| Abbreviazione | Descrizione            |
|---------------|------------------------|
| $f_1$         | Frequenza fondamentale |
| $I_1$         | Corrente fondamentale  |
| $U_1$         | Tensione fondamentale  |
| $I_n$         | Correnti armoniche     |
| $U_n$         | Tensione armonica      |
| $n$           | Ordine di un'armonica  |

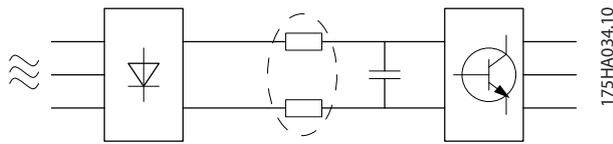
Tabella 3.9 Abbreviazioni relative alle armoniche

|                | Corrente fondamentale ( $I_1$ ) | Corrente armonica ( $I_n$ ) |       |          |
|----------------|---------------------------------|-----------------------------|-------|----------|
|                |                                 | $I_5$                       | $I_7$ | $I_{11}$ |
| Corrente       | $I_1$                           | $I_5$                       | $I_7$ | $I_{11}$ |
| Frequenza [Hz] | 50                              | 250                         | 350   | 550      |

Tabella 3.10 Corrente non sinusoidale trasformata

| Corrente             | Corrente armonica |       |       |       |             |
|----------------------|-------------------|-------|-------|-------|-------------|
|                      | $I_{RMS}$         | $I_1$ | $I_5$ | $I_7$ | $I_{11-49}$ |
| Corrente di ingresso | 1,0               | 0,9   | 0,4   | 0,2   | < 0,1       |

Tabella 3.11 Correnti armoniche confrontate con la corrente dell'ingresso RMS Corrente



Disegno 3.3 Bobine del collegamento CC

**AVVISO!**

Alcune delle correnti armoniche possono generare disturbi ai dispositivi di comunicazione collegati allo stesso trasformatore o provocare risonanza al circuito dei condensatori di correzione del fattore di potenza.

Per assicurare correnti armoniche basse, il convertitore di frequenza è dotato di filtri passivi. Le bobine CC riducono la distorsione armonica totale (THD) al 40%.

La distorsione di tensione sulla tensione di alimentazione di rete dipende dalle dimensioni delle correnti armoniche moltiplicate per l'impedenza di rete alla frequenza in questione. La distorsione di tensione complessiva (THD) viene calcolata in base alle singole armoniche di tensione mediante questa formula:

$$THD = \frac{\sqrt{U_5^2 + U_7^2 + \dots + U_N^2}}{U_1}$$

**3.2.7.2 Requisiti relativi alle emissioni armoniche**

**Apparecchiature collegate alla rete pubblica**

| Opzione | Definizione   |
|---------|---|
| 1       | IEC/EN 61000-3-2 Classe A per apparati trifase bilanciati (apparati professionali con potenze fino a 1 kW in totale). |
| 2       | IEC/EN 61000-3-12 Apparati 16-75 A e apparati professionali da 1 kW fino a 16 A di corrente di fase.                  |

Tabella 3.12 Norme relative alle emissioni armoniche

**3.2.7.3 Risultati del test armoniche (emissioni)**

Taglie di potenza fino a PK75 in T2 e T4 sono conformi a IEC/EN 61000-3-2 Classe A. Taglie di potenza da P1K1 fino a P18K in T2 e fino a P90K in T4 sono conformi a IEC/EN 61000-3-12, tabella 4. Anche le taglie P110-P450 in T4 sono conformi alla IEC/EN 61000-3-12 anche se questa conformità non è richiesta, perché le correnti sono superiori a 75 A.

Tabella 3.13 descrive che la potenza di cortocircuito dell'alimentazione  $S_{sc}$  in corrispondenza del punto di interfaccia tra l'alimentazione dell'utente e il sistema pubblico ( $R_{sce}$ ) è superiore o uguale a:

$$S_{sc} = \sqrt{3} \times R_{sce} \times U_{rete} \times I_{equ} = \sqrt{3} \times 120 \times 400 \times I_{equ}$$

|                               | Corrente armonica individuale $I_n/I_1$ (%)  |       |          |          |
|-------------------------------|--|-------|----------|----------|
|                               | $I_5$  | $I_7$ | $I_{11}$ | $I_{13}$ |
| Attuale (tipica)              | 40   | 20    | 10       | 8        |
| Limite per $R_{sce} \geq 120$ | 40   | 25    | 15       | 10       |
|                               | Fattore di distorsione corrente armonica (%) |       |          |          |
|                               | THD  |       | PWHD     |          |
| Attuale (tipica)              | 46   |       | 45       |          |
| Limite per $R_{sce} \geq 120$ | 48   |       | 46       |          |

Tabella 3.13 Risultati del test armoniche (emissioni)

È responsabilità dell'installatore o dell'utente dell'apparecchiatura di verificare, consultando se necessario l'operatore della rete di distribuzione dell'energia elettrica, che l'apparecchiatura sia collegata a una rete con una potenza di cortocircuito  $S_{sc}$  superiore o uguale a quella specificata nell'equazione.

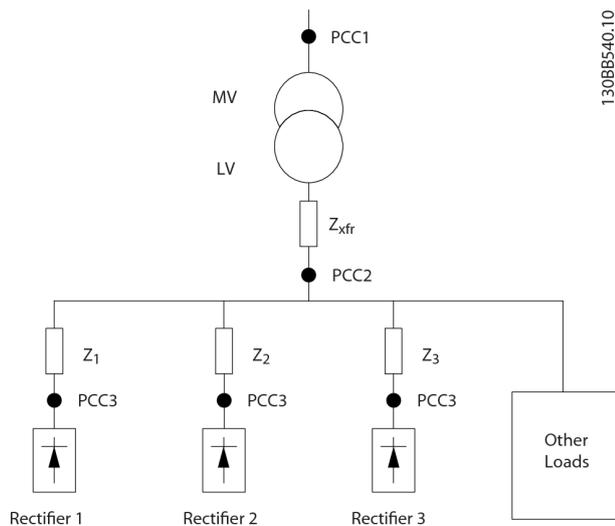
Consultare il gestore della rete di distribuzione per collegare altre taglie di potenza alla rete di alimentazione pubblica.

Conforme a varie linee direttive a livello di sistema:

I dati sulle correnti armoniche in Tabella 3.13 sono conformi a IEC/EN 61000-3-12 con riferimento alle norme di prodotto relative agli azionamenti elettrici. Possono essere utilizzati come base di calcolo dell'influenza delle correnti armoniche sul sistema di alimentazione elettrica e per la documentazione della conformità alle direttive regionali in materia: IEEE 519 -1992; G5/4.

**3.2.7.4 Effetto delle armoniche in un sistema di distribuzione dell'energia**

In Disegno 3.4, un trasformatore è collegato sul primario a un punto di inserzione comune PCC1, sull'alimentazione a media tensione. Il trasformatore ha un'impedenza  $Z_{xfr}$  e alimenta un certo numero di carichi. Il punto di inserzione comune in cui sono collegati tutti i carichi è PCC2. Ogni carico è collegato mediante cavi che hanno impedenza  $Z_1, Z_2, Z_3$ .



Disegno 3.4 Piccolo sistema di distribuzione

Le correnti armoniche assorbite dai carichi non lineari causano una distorsione della tensione a causa della caduta di tensione sull'impedenza del sistema di distribuzione. Con impedenze più elevate si hanno livelli maggiori di distorsione di tensione.

La distorsione di corrente varia in funzione delle prestazioni dell'apparato e dipende dai singoli carichi. La distorsione di tensione varia in funzione delle prestazioni del sistema. Non è possibile determinare la distorsione di tensione nel PCC se sono note solamente le prestazioni del carico in termini di armoniche. Per stimare la distorsione nel PCC devono essere note la configurazione del sistema di distribuzione e le relative impedenze.

Un termine comunemente usato per descrivere l'impedenza di un sistema di distribuzione è il rapporto di cortocircuito  $R_{sce}$ . Questo rapporto è definito come il rapporto tra la potenza apparente di cortocircuito al PCC ( $S_{sc}$ ) e la potenza apparente nominale del carico ( $S_{equ}$ ).

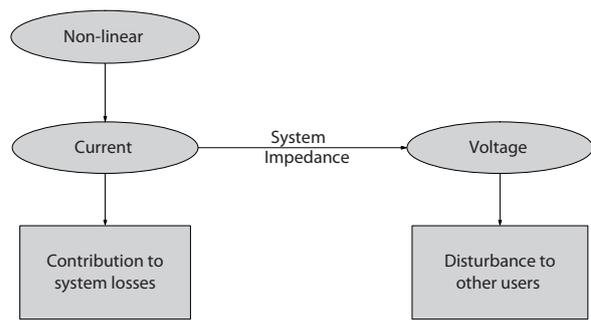
$$R_{sce} = \frac{S_{sc}}{S_{equ}}$$

dove  $S_{sc} = \frac{U^2}{Z_{alimentazione}}$  e  $S_{equ} = U \times I_{equ}$

**L'effetto negativo delle armoniche è doppio**

- Le correnti armoniche contribuiscono alle perdite di sistema (nel cablaggio e nel trasformatore).
- La distorsione armonica di tensione provoca disturbi agli altri carichi e ne aumenta le perdite.

130BB540.10



Disegno 3.5 Effetti negativi sulle armoniche

130BB541.10

**3.2.7.5 Standard e requisiti per la limitazione delle armoniche**

I requisiti per la limitazione delle armoniche possono essere:

- Requisiti specifici dell'applicazione.
- Norme che devono essere osservate.

I requisiti specifici dell'applicazione sono relativi a una specifica installazione in condizioni in cui esistono ragioni tecniche per imporre una limitazione delle armoniche.

**Esempio**

Se 1 dei motori è collegato direttamente online e l'altro è alimentato da un convertitore di frequenza, un trasformatore con 250 kVA con 2 motori da 110 kW collegati è sufficiente. Tuttavia, se entrambi i motori sono alimentati dal convertitore di frequenza, il trasformatore è sottodimensionato. Usando ulteriori precauzioni per la riduzione delle armoniche durante l'installazione o la selezione di un convertitore di frequenza a basso contenuto di armoniche, potrebbe essere possibile collegare entrambi i motori a convertitori di frequenza.

Esistono varie norme, regolamenti e specifiche per la riduzione delle armoniche. Norme diverse valgono in aree geografiche diverse e per industrie diverse. Ecco le norme più comuni:

- IEC61000-3-2
- IEC61000-3-12
- IEC61000-3-4
- IEEE 519
- G5/4

Vedere la Guida alla progettazione VLT® Advanced Harmonic Filter AHF 005/AHF 010 per ulteriori dettagli sulle singole norme.

In Europa, il THDv massimo equivale all'8% se l'impianto è collegato tramite la rete pubblica. Se l'impianto dispone di un trasformatore proprio, il limite è il 10% di THDv. Il VLT® Refrigeration Drive FC 103 è progettato per resistere al 10% di THDv.

### 3.2.7.6 Riduzione delle armoniche

Nel caso sia necessario sopprimere le armoniche, Danfoss offre una vasta gamma di dispositivi di soppressione.

Questi sono:

- convertitori di frequenza a 12 impulsi.
- Filtri AHF.
- Convertitori di frequenza a basso contenuto di armoniche.
- Filtri attivi.

La scelta della soluzione migliore dipende da molti fattori:

- La rete (distorsione di fondo, sbilanciamento dell'alimentazione di rete, risonanza, tipo di alimentazione (trasformatore/generatore)).
- Applicazione (profilo di carico, numero di carichi e taglia dei carichi).
- Norme e regolamenti locali e nazionali (IEEE519, IEC, G5/4, ecc.).
- Costo totale della proprietà (costo iniziale, efficienza, manutenzione, ecc.).

Considerare sempre la riduzione delle armoniche se il carico del trasformatore ha un contributo non lineare del 40% o superiore.

Danfoss offre strumenti per il calcolo delle armoniche, vedi capitolo 2.8.2 Software PC.

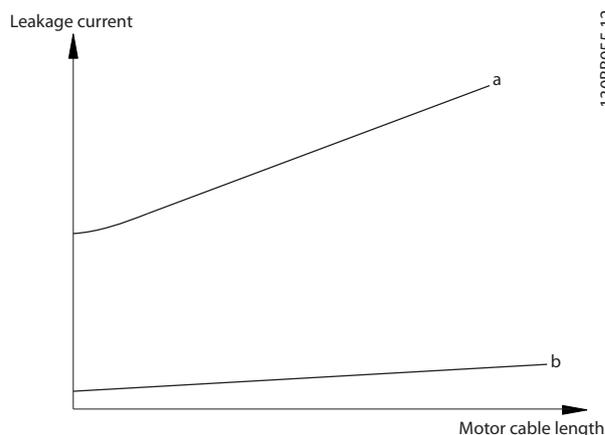
### 3.2.8 Corrente di dispersione verso massa

Rispettare le norme nazionali e locali relative alla messa a terra di apparecchiature in cui le correnti di dispersione superano i 3,5 mA.

La tecnologia dei convertitori di frequenza implica una commutazione ad alta frequenza a elevati livelli di potenza. Questo genera una corrente di dispersione nel collegamento a massa.

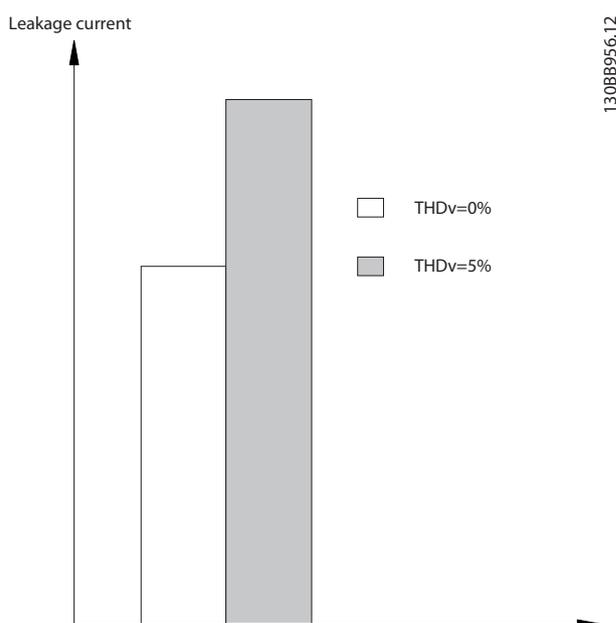
La corrente di dispersione verso terra è costituita da vari elementi e dipende da diverse configurazioni del sistema, tra cui:

- Filtraggio RFI.
- Lunghezza del cavo motore.
- Schermatura del cavo motore.
- Potenza del convertitore di frequenza.



Disegno 3.6 Influsso della lunghezza del cavo motore e della potenza sulla corrente di dispersione. Taglia di potenza > taglia di potenza b

La corrente di dispersione dipende anche dalla distorsione in linea.



Disegno 3.7 La distorsione di linea influisce sulla corrente di dispersione

Se la corrente di dispersione supera 3,5 mA, la conformità con EN/IEC61800-5-1 (azionamenti elettrici a velocità variabile) richiede speciali cura. Potenziare la messa a terra con i seguenti requisiti in materia di collegamenti a massa di protezione:

3

- Filo di terra (morsetto 95) con una sezione trasversale di almeno 10 mm<sup>2</sup>.
- Due cavi di massa separati, entrambi di dimensioni adeguate a quanto previsto dalla norma.

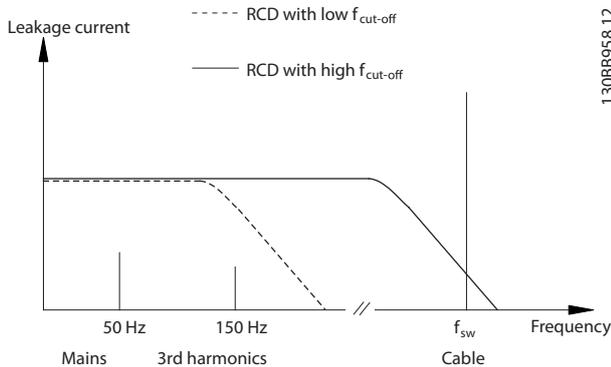
Per ulteriori informazioni vedere le norme EN/IEC61800-5-1 e EN 50178.

**Utilizzo degli RCD**

Quando si utilizzano dispositivi a corrente residua (RCD), detti anche interruttore per le correnti di dispersione a terra (ELCB), rispettare le seguenti regole:

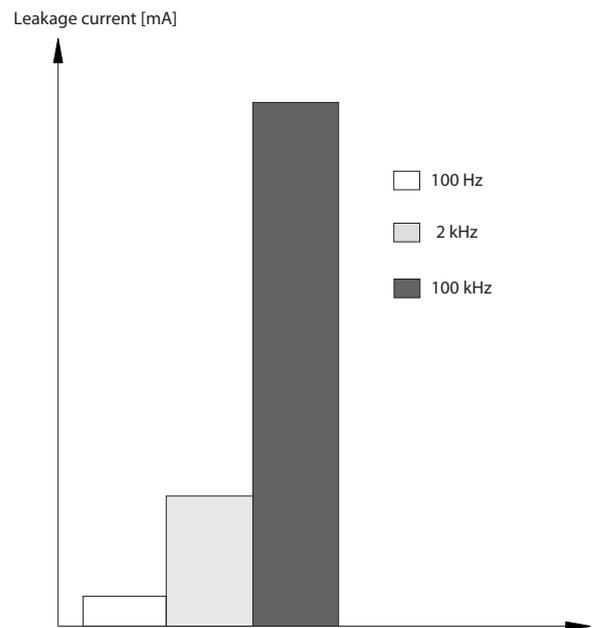
- Utilizzare solo RCD di tipo B, poiché questi sono in grado di rilevare correnti CA e CC.
- Utilizzare RCD con un ritardo per evitare guasti dovuti a correnti di terra transitorie.
- Dimensionare il RCD in funzione della configurazione del sistema e di considerazioni ambientali.

La corrente di dispersione include varie frequenze provenienti sia dalla frequenza di rete e la frequenza di commutazione. Il rilevamento della frequenza di commutazione dipende dal tipo di RCD usato.



Disegno 3.8 Principali contributi alla corrente di dispersione

La quantità di corrente di dispersione rilevata dall'RCD dipende dalla frequenza di disinserimento dell'RCD.

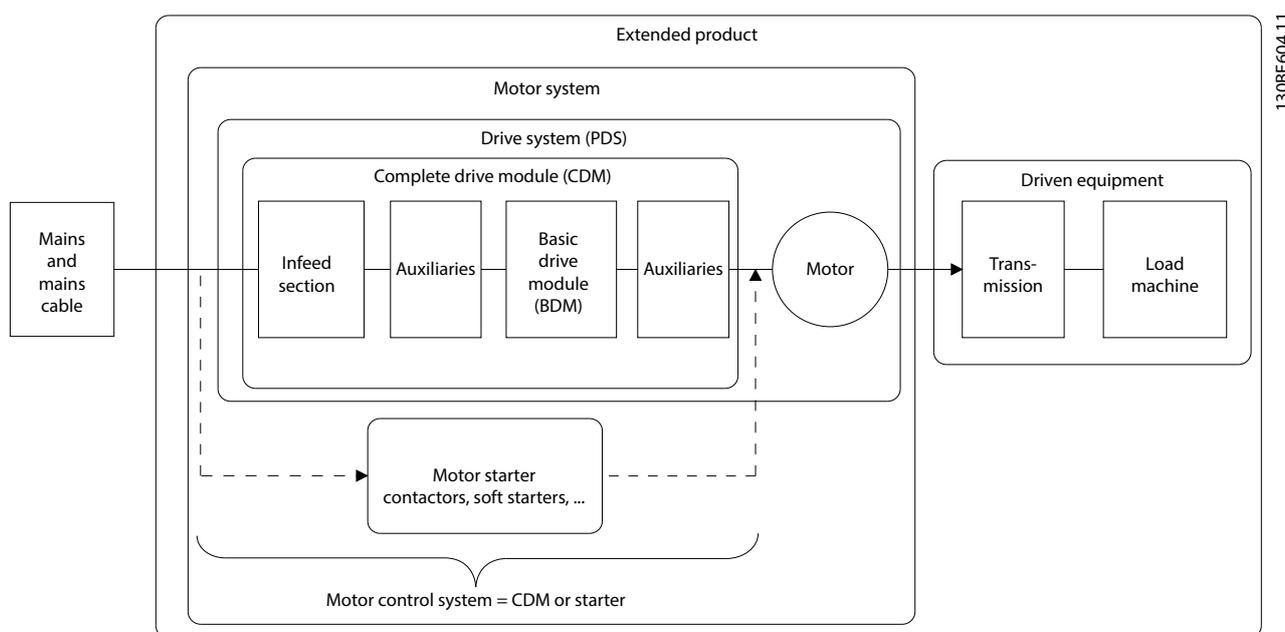


Disegno 3.9 Influsso della frequenza di disinserimento RCD sulla corrente di dispersione

### 3.3 Efficienza energetica

La norma EN 50598 *Progettazione ecocompatibile (Ecodesign) di azionamenti elettrici, avviatori, elettronica di potenza e dell'applicazione controllata* fornisce linee guida per valutare l'efficienza energetica dei convertitori di frequenza.

La norma fornisce un metodo neutro per determinare le classi di efficienza e le perdite di potenza a piano carico e a carico parziale. La norma consente la combinazione di qualsiasi motore con un qualsiasi convertitore di frequenza.



Disegno 3.10 Azionamento elettrico (PDS) e modulo convertitore completo (CDM)

Componenti ausiliari: filtro antiarmoniche avanzato AHF 005, AHF 010, reattanza di linea MCC 103, filtro sinusoidale MCC 101, filtro  $dU/dt$  MCC 102.

#### 3.3.1 Classi IE e IES

##### Moduli convertitore completi (CDM)

In base allo standard EN 50598-2, il modulo convertitore completo (CDM) comprende il convertitore di frequenza, la sua sezione di alimentazione e i suoi componenti ausiliari.

Classi di efficienza energetica per il CDM:

- IE0 = inferiore allo stato dell'arte.
- IE1 = stato dell'arte.
- IE2 = superiore allo stato dell'arte.

I convertitori di frequenza Danfoss soddisfano la classe di efficienza energetica IE2. La classe di efficienza energetica è definita al punto nominale del CDM.

##### Azionamenti elettrici (PDS)

Un azionamento elettrico (PDS) consiste di un modulo convertitore completo (CDM) e di un motore.

Classi di efficienza energetica per il PDS:

- IES0 = inferiore allo stato dell'arte.
- IES1 = stato dell'arte.
- IES2 = superiore allo stato dell'arte.

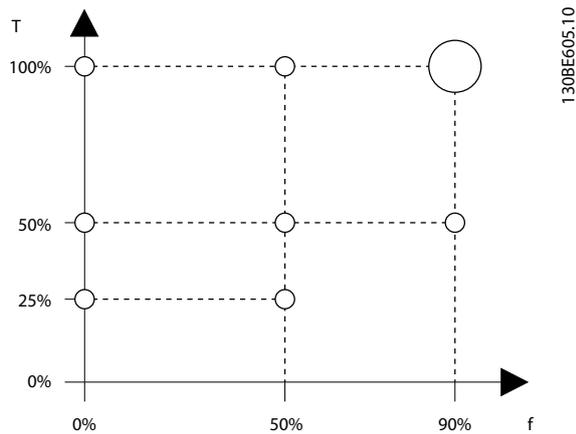
A seconda del rendimento del motore, i motori azionati da un convertitore di frequenza Danfoss VLT® tipicamente soddisfano la classe di efficienza energetica IES2.

La classe di efficienza energetica è definita al punto nominale del PDS e può essere calcolata sulla base delle perdite del CDM e del motore.

#### 3.3.2 Dati sulla perdita di potenza e dati sul rendimento

La perdita di potenza e il rendimento di un convertitore di frequenza dipendono dalla configurazione e dalle apparecchiature ausiliarie. Per ottenere dati sulla perdita di potenza e sul rendimento specifici per la configurazione, usare il DanfossDanfoss ecoSmart tool.

I dati sulla perdita di potenza sono forniti come % della potenza di uscita apparente nominale e vengono determinati in base alla EN 50598-2. Una volta determinati i dati sulla perdita di potenza, il convertitore di frequenza usa le impostazioni di fabbrica, fatta eccezione per i dati del motore che servono per far funzionare il motore.



|   |               |
|---|---------------|
| T | Coppia [%]    |
| f | Frequenza [%] |

Disegno 3.11 Punti di funzionamento del convertitore di frequenza in base alla EN 50598-2

Fare riferimento a [www.danfoss.com/vltenergyefficiency](http://www.danfoss.com/vltenergyefficiency) per i dati sulla perdita di potenza e sul rendimento del convertitore di frequenza nei punti di funzionamento specificati in Disegno 3.11.

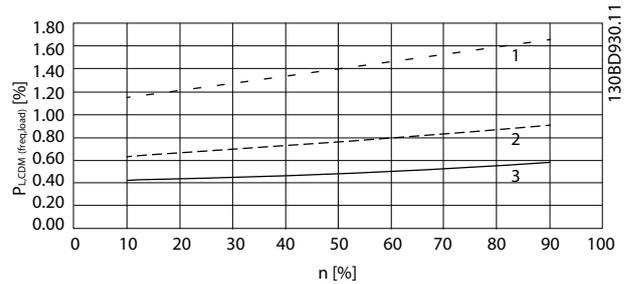
Usare l'applicazione Danfoss ecoSmart per calcolare le classi di rendimento IE e IES. L'applicazione è disponibile in [ecosmart.danfoss.com](http://ecosmart.danfoss.com).

#### Esempio di dati disponibili

Il seguente esempio mostra i dati sulla perdita di potenza e sul rendimento per un convertitore di frequenza con le seguenti caratteristiche:

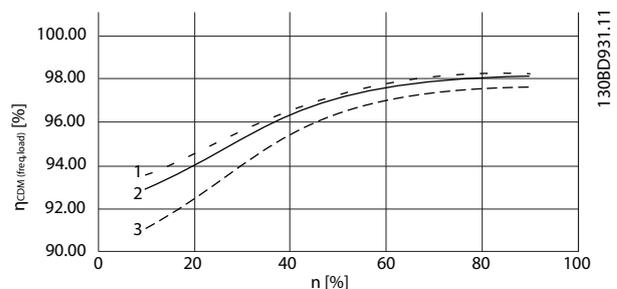
- Potenza nominale 55 kW, tensione nominale a 400 V.
- Potenza apparente nominale,  $S_r$ , 67,8 kVA.
- Potenza di uscita nominale,  $P_{CDM}$ , 59,2 kW.
- Rendimento nominale,  $\eta_r$ , 98,3%.

Disegno 3.12 e Disegno 3.13 mostrano le curve di perdita di potenza e di rendimento. La velocità è proporzionale alla frequenza.



|   |                |
|---|----------------|
| 1 | 100% di carico |
| 2 | 50% di carico  |
| 3 | 25% di carico  |

Disegno 3.12 Dati sulla perdita di potenza del convertitore di frequenza. Perdite relative CDM ( $P_{L, CDM}$ ) [%] rispetto alla velocità ( $n$ ) [%] della velocità nominale].



|   |                |
|---|----------------|
| 1 | 100% di carico |
| 2 | 50% di carico  |
| 3 | 25% di carico  |

Disegno 3.13 Dati sul rendimento del convertitore di frequenza. Rendimento CDM ( $\eta_{CDM(freq, load)}$ ) [%] rispetto alla velocità ( $n$ ) [%] della velocità nominale].

#### Interpolazione della perdita di potenza

Determinare la perdita di potenza in un punto di funzionamento arbitrario usando l'interpolazione bidimensionale.

### 3.3.3 Perdite e rendimento di un motore

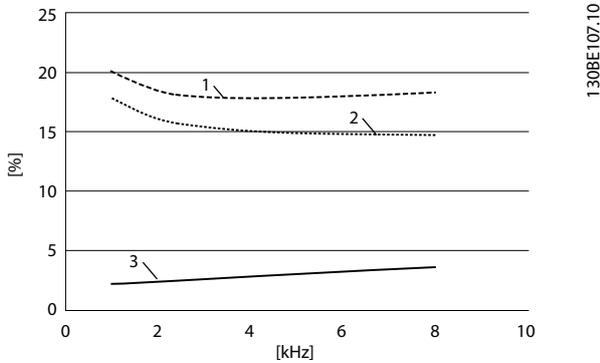
Il rendimento di un motore che funziona al 50–100% della velocità nominale del motore e al 75–100% della coppia nominale è praticamente costante. Ciò è valido sia quando il convertitore di frequenza controlla il motore sia quando il motore è direttamente collegato alla rete.

Il rendimento dipende dal tipo di motore e dal livello di magnetizzazione.

Per maggiori informazioni sui tipi di motore, fare riferimento all'opuscolo sulla tecnologia del motore all'indirizzo [www.vlt-drives.danfoss.com](http://www.vlt-drives.danfoss.com).

**Frequenza di commutazione**

La frequenza di commutazione influisce sulle perdite di magnetizzazione nel motore e sulle perdite di commutazione nel convertitore di frequenza come mostrato in *Disegno 3.14*.



|   |                                    |
|---|------------------------------------|
| 1 | Motore e convertitore di frequenza |
| 2 | Solo motore                        |
| 3 | Solo convertitore di frequenza     |

Disegno 3.14 Perdite [%] rispetto alla frequenza di commutazione [kHz]

**AVVISO!**

Un convertitore di frequenza produce perdite armoniche supplementari nel motore. Queste perdite si riducono quando aumenta la frequenza di commutazione.

**3.3.4 Perdite e rendimento di un sistema motorizzato**

Per stimare le perdite di potenza in diversi punti di funzionamento per un sistema motorizzato, sommare le perdite di potenza nel punto di funzionamento per ciascun componente del sistema:

- Convertitore di frequenza.
- Motore.
- Apparecchiatura ausiliaria.

**3.4 Integrazione della rete**

**3.4.1 Configurazioni di rete ed effetti EMC**

Esistono vari tipi di sistemi di rete CA per alimentare i convertitori di frequenza. Ciascuno influisce sulle caratteristiche EMC del sistema. Il sistema TN-S a cinque fili sono considerati i migliori per l'EMC, mentre il sistema IT isolato è quello meno consigliato.

| Tipo di sistema             | Descrizione   |
|-----------------------------|---|
| Sistemi di distribuzione TN | Esistono 2 tipi di sistemi di distribuzione di rete TN: TN-S e TN-C.  |
| TN-S                        | Un sistema a cinque fili con conduttori di neutro (N) e di messa terra di protezione (PE) separati. Fornisce le migliori caratteristiche EMC ed evita la trasmissione dell'interferenza.  |
| TN-C                        | Un sistema a quattro fili con conduttore di neutro e messa a terra di protezione (PE) comune lungo l'intero sistema. La combinazione di conduttore neutro e di messa a terra di protezione provoca caratteristiche EMC insoddisfacenti. |
| Sistemi di distribuzione TT | Un sistema a quattro fili con un conduttore di neutro a terra e una messa a terra individuale delle unità convertitore di frequenza. Possiede buone caratteristiche EMC quando è messo a terra correttamente.                           |
| Sistema di distribuzione IT | Un sistema isolato a 4 fili con il conduttore neutro non messo a terra o messo a terra tramite un'impedenza.  |

Tabella 3.14 Tipi di sistema rete CA

**3.4.2 Interferenza di rete a bassa frequenza**

**3.4.2.1 Alimentazione di rete non sinusoidale**

La tensione di rete è raramente una tensione sinusoidale uniforme con un'ampiezza e frequenza costante. Questo è dovuto in parte ai carichi che assorbono correnti non sinusoidali dalla rete o che presentano caratteristiche non lineari quali:

- Computer.
- Televisori.
- Alimentazioni a commutazione.
- Lampade a efficienza energetica.
- Convertitori di frequenza.

Scostamenti sono inevitabili e consentiti entro certi limiti.

**3.4.2.2 Conformità alle direttive EMC**

In quasi tutta Europa la base per la valutazione oggettiva della qualità dell'alimentazione di rete sono le direttive di compatibilità elettromagnetica (EMVG). La conformità a questa norma assicura che tutti i dispositivi e le reti collegate ai sistemi di distribuzione elettrica soddisfino i requisiti dell'utilizzo previsto senza generare problemi.

| Standard                             | Definizione  |
|--------------------------------------|--|
| EN 61000-2-2, EN 61000-2-4, EN 50160 | Definisce i limiti della tensione di rete da osservare in reti di alimentazione pubbliche e industriali. |
| EN 61000-3-2, 61000-3-12             | Regola l'interferenza di rete generata dai dispositivi collegati.  |
| EN 50178                             | Monitora le apparecchiature elettroniche usate in impianti di potenza.                                   |

Tabella 3.15 Norme di progetto EN per la qualità dell'alimentazione di rete

### 3.4.2.3 Convertitore di frequenza esenti da interferenze

Ogni convertitore di frequenza genera interferenza di rete. Le norme attuali definiscono solo intervalli di frequenza fino a 2 kHz. Alcuni convertitori di frequenza spostano l'interferenza di rete nella regione oltre i 2 kHz, cosa non prevista dalla norma, e li etichettano come esenti da interferenze. I limiti per questa regione sono in fase di studio. I convertitori di frequenza non spostano l'interferenza di rete.

### 3.4.2.4 In che modo si genera l'interferenza di rete

La distorsione della forma d'onda sinusoidale per interferenza di rete di rete causata dalle correnti di ingresso a impulsi viene definita come armoniche. Partendo dall'analisi di Fourier, viene stimata a 2,5 kHz, corrispondenti alla 50ma armonica della frequenza di rete.

I raddrizzatori di ingresso dei convertitori di frequenza generano questa forma tipica d'interferenza armonica sulla rete. Quando i convertitori di frequenza sono collegati ai sistemi di distribuzione a 50 Hz, la terza armonica (150 Hz), la quinta armonica (250 Hz) o la settima armonica (350 Hz) mostrano gli effetti più forti. Il contenuto armonico totale è denominato distorsione armonica totale (THD).

### 3.4.2.5 Effetti dell'interferenza di rete

Le armoniche e le fluttuazioni di tensione sono due forme di interferenza di rete a bassa frequenza. Si presentano diversamente in origine rispetto a qualsiasi altro punto nel sistema di distribuzione in cui è connesso un carico. Pertanto, è necessario determinare collettivamente vari influssi quando si valutano gli effetti dell'interferenza di rete. Questi influssi includono l'alimentazione di rete, la struttura e i carichi.

Avvisi di sottotensione e perdite funzionali superiori possono essere il risultato di un'interferenza di rete.

#### Avvisi in caso di sottotensione

- Misure di tensione errate dovute alla distorsione della tensione di rete sinusoidale.
- Provocano misurazioni errate della potenza poiché solo misurazioni in valore "True RMS" prendono in considerazione il contenuto armonico.

#### Maggiori perdite

- Le armoniche riducono la potenza attiva, la potenza apparente e la potenza reattiva.
- Distorcono i carichi elettrici con conseguenti interferenze udibili in altri dispositivi o, nel peggiore dei casi, ne provocano addirittura la distruzione.
- Abbreviano la durata dei dispositivi come conseguenza del riscaldamento.

#### **AVVISO!**

Un contenuto armonico eccessivo impone un carico sull'apparecchiatura di correzione del fattore di potenza e può addirittura causarne la distruzione. Per tale ragione, è necessario prevedere induttanze per le apparecchiature di correzione del fattore di potenza quando è presente un contenuto armonico eccessivo.

### 3.4.3 Analisi dell'interferenza di rete

Per evitare un peggioramento della qualità dell'alimentazione di rete sono disponibili diversi metodi per analizzare sistemi o dispositivi che generano correnti armoniche. Programmi di analisi della rete come il software di calcolo delle armoniche (HCS) analizzano i sistemi per la presenza di armoniche. Contromisure specifiche possono essere testate in anticipo e assicurare la successiva compatibilità del sistema.

Per l'analisi dei sistemi di rete, andare all'indirizzo <http://www.danfoss-hcs.com/Default.asp?LEVEL=START> per il download del software.

#### **AVVISO!**

Danfoss ha un livello molto elevato di esperienza EMC e fornisce analisi EMC con una valutazione dettagliata o calcoli di rete ai clienti oltre a corsi di addestramento, seminari e workshop.

### 3.4.4 Opzioni per la riduzione dell'interferenza di rete

In generale l'interferenza di rete dai convertitori di frequenza viene ridotta limitando l'ampiezza delle correnti a impulsi. Questa riduzione migliora il fattore di potenza  $\lambda$  (lambda).

Sono consigliati vari metodi per evitare le armoniche di rete:

- Induttanze di ingresso o reattanze induttive del collegamento CC nei convertitori di frequenza.
- Filtri passivi.
- Filtri attivi.
- Circuiti intermedi compatti.
- Convertitori di frequenza Active front end e a basse armoniche.
- Raddrizzatori con 12, 18 o 24 impulsi per ciclo.

### 3.4.5 Interferenza in radiofrequenza

I convertitori di frequenza generano interferenze in radiofrequenza (RFI) a causa dei loro impulsi elettrici di larghezza variabile. I convertitori di frequenza e i cavi motore irradiano queste componenti e le conducono nel sistema di alimentazione.

I filtri RFI vengono usati per ridurre questa interferenza sulla rete. Forniscono un'immunità ai disturbi per proteggere i dispositivi dalle interferenze ad alta frequenza condotte. Riducono anche le interferenze emesse verso il cavo dell'alimentazione di rete o le irradiazioni dal cavo dell'alimentazione di rete, i filtri sono concepiti per limitare le interferenze a un livello specificato. I filtri integrati sono spesso un'apparecchiatura standard idonea per un'immunità specifica.

#### **AVVISO!**

**Tutti convertitori di frequenza VLT® Refrigeration Drive FC 103 sono dotati di serie di induttanze integrate che sopprimono le interferenze di rete.**

### 3.4.6 Classificazione del sito operativo

La conoscenza dei requisiti per l'ambiente in cui il convertitore di frequenza è destinato a funzionare è il fattore più importante per quanto riguarda la conformità EMC.

#### 3.4.6.1 Ambiente 1/Classe B: Residenziale

I siti operativi collegati alla rete pubblica di alimentazione a bassa tensione, includendo le aree industriali, sono classificate come Ambiente 1/Classe B. Non dispongono di trasformatori propri di distribuzione a media tensione o alta tensione per un sistema di alimentazione separato. Le classificazioni ambientali si applicano agli edifici sia all'interno sia all'esterno. Alcuni esempi generali sono:

- Aree commerciali.
- Edifici residenziali.
- Ristoranti.

- Parcheggi.
- Impianti ricreativi.

#### 3.4.6.2 Ambiente 2/Classe A: Industriale

Gli ambienti industriali non sono collegati alla rete di alimentazione pubblica. Invece dispongono di trasformatori propri di distribuzione ad alta o a media tensione. Le classificazioni ambientali valgono sia all'interno sia all'esterno degli edifici.

Sono definiti industriali e sono caratterizzati da specifiche condizioni elettromagnetiche:

- La presenza di dispositivi scientifici, medicali o industriali;
- la commutazione di grandi carichi induttivi e capacitivi;
- la presenza di forti campi magnetici (per esempio a causa delle correnti elevate).

#### 3.4.6.3 Ambienti speciali

In aree con i trasformatori a media tensione chiaramente demarcati da altre aree, l'utente decide per quale tipo di ambiente venga classificato il loro impianto. L'utente è responsabile nell'assicurare la compatibilità elettromagnetica necessaria per consentire un funzionamento senza guasti di tutti i dispositivi nelle condizioni specificate. Alcuni esempi di ambienti speciali sono:

- Centri commerciali.
- Supermercati.
- Stazioni di rifornimento.
- Edifici residenziali.
- Magazzini.

#### 3.4.6.4 Etichette di avvertenza

Quando un convertitore di frequenza non soddisfa la categoria C1, prevedere un'avvertenza. Questa è la responsabilità dell'utente. L'eliminazione dell'interferenza è basata sulle classi A1, A2 e B nell'EN 55011. L'utente in definitiva è responsabile per la classificazione appropriata dei dispositivi e dei costi per rimediare ai problemi EMC.

### 3.4.7 Uso con sorgente d'ingresso isolata

La maggior parte dell'alimentazione fornita dalle società di servizi pubblici negli Stati Uniti è riferita a massa. Anche se non è d'uso comune negli Stati Uniti, la potenza di ingresso potrebbe essere una sorgente isolata. È possibile utilizzare tutti i convertitori di frequenza Danfoss con un'alimentazione di ingresso isolata e con linee di alimentazione riferite a massa.

### 3.4.8 Correzione del fattore di potenza

L'apparecchiatura di correzione del fattore di potenza serve per ridurre lo sfasamento ( $\varphi$ ) tra la tensione e la corrente e avvicina il fattore di potenza all'unità ( $\cos \varphi$ ). Ciò è necessario quando in un sistema di distribuzione elettrico si utilizzano molti carichi induttivi, per esempio motori o ballast di lampade. Convertitori di frequenza con un collegamento CC isolato non assorbono potenza reattiva dal sistema di alimentazione né generano sfasamenti. Presentano un  $\cos \varphi$  di circa 1.

Per questa ragione i motori a velocità controllata non necessitano di apparecchiature di correzione del fattore di potenza durante il dimensionamento. Tuttavia, la corrente assorbita dall'apparecchiatura di rifasamento aumenta perché i convertitori di frequenza generano armoniche. Il carico e il fattore di calore sui condensatori aumenta man mano che aumenta il numero di generatori di armoniche. Pertanto è necessario montare induttanze nell'apparecchiatura di correzione del fattore di potenza. Le induttanze impediscono anche la risonanza tra i carichi induttivi e la capacità. I convertitori di frequenza con  $\cos \varphi < 1$  richiedono inoltre induttanze nell'apparecchiatura di correzione del fattore di potenza. È anche necessario considerare il maggiore livello di potenza reattiva per le dimensioni di cavi.

### 3.4.9 Ritardo dell'alimentazione di ingresso

Per assicurare che il circuito di ingresso di soppressione degli sbalzi di corrente funzioni correttamente, osservare un ritardo tra le successive applicazioni di tensione di ingresso.

Tabella 3.16 mostra il tempo minimo che deve essere consentito tra le applicazioni della tensione di ingresso.

|                          |     |     |     |     |
|--------------------------|-----|-----|-----|-----|
| Tensione di ingresso [V] | 380 | 415 | 460 | 600 |
| Tempo di attesa [s]      | 48  | 65  | 83  | 133 |

Tabella 3.16 Ritardo dell'alimentazione di ingresso

### 3.4.10 Transitori di rete

I transitori sono brevi picchi di tensione nel campo di qualche migliaia di volt. Possono verificarsi in tutti i tipi di sistemi di distribuzione di energia elettrica, sia in ambiente industriale sia in ambienti residenziali.

I fulmini sono una causa comune di transitori. Tuttavia, essi sono causati anche dalla commutazione di grandi carichi in linea o fuori linea o dalla commutazione di altre apparecchiature con oscillazioni transitorie di rete, quale l'apparecchiatura di correzione del fattore di potenza. I

transitori possono anche essere causati da cortocircuiti, dallo scatto di interruttori nei sistemi di distribuzione dell'energia elettrica e dall'accoppiamento induttivo tra cavi paralleli.

La norma EN 61000-4-1 descrive le forme di questi transitori e il livello di energia immagazzinata. Esistono vari modi per limitare gli effetti dannosi dei transitori. Si utilizzano scaricatori di sovratensione a gas e spinterometri per fornire la protezione di primo livello dai transitori a energia elevata. Per il secondo livello di protezione, la maggior parte dei dispositivi elettronici, inclusi i convertitori di frequenza, utilizzano resistori che dipendono dalla tensione (varistori) per attenuare i transitori.

### 3.4.11 Funzionamento con un generatore di stand-by

Usare sistemi di alimentazione di emergenza quando è richiesto il funzionamento continuo nel caso di un guasto di rete. Vengono anche usati in parallelo con la rete di distribuzione pubblica per ottenere una potenza di rete maggiore. Questa è una procedura comune per gruppi termoelettrici combinati, approfittando dell'elevata efficienza ottenuta con questa forma di conversione di energia. Quando l'alimentazione di emergenza è fornita da un generatore, l'impedenza di rete è di norma superiore rispetto a quando l'alimentazione proviene da una rete pubblica. Questo provoca un aumento della distorsione armonica totale. Con un'adeguata progettazione, i generatori possono funzionare in un sistema che contiene dispositivi che generano armoniche.

Quando si progetta un sistema, valutare l'impiego di un generatore stand-by.

- Quando il sistema viene commutato dal funzionamento da rete al generatore, il carico armonico generalmente aumenta.
- I progettisti devono calcolare o misurare l'aumento del carico delle armoniche per assicurare che la qualità della potenza rispetti le direttive ed evitare problemi e guasti alle apparecchiature.
- È necessario evitare il carico asimmetrico del generatore poiché provoca un aumento delle perdite e potrebbe far aumentare la distorsione armonica totale.
- Uno sfasamento 5/6 degli avvolgimenti del generatore attenua la quinta e la settima armonica ma permette l'aumento della terza armonica. Uno sfasamento 2/3 riduce la terza armonica.

- Dove possibile, l'operatore dovrebbe sconnettere l'apparecchiatura di rifasamento poiché provoca risonanze nel sistema.
- Induttanze o filtri ad assorbimento attivo possono attenuare le armoniche, nonché i carichi resistivi azionati in parallelo.
- I carichi capacitivi azionati in parallelo creano un carico aggiuntivo dovuto a effetti di risonanza non prevedibili.

Un'analisi più precisa è possibile utilizzando il software di analisi della rete, quale l'HCS. Per l'analisi dei sistemi di rete, andare all'indirizzo <http://www.danfoss-hcs.com/Default.asp?LEVEL=START> per il download del software.

Quando si lavora con dispositivi che generano armoniche, i carichi massimi che consentono un funzionamento senza problemi dell'impianto sono mostrati nella tabella dei limiti armoniche.

#### Limiti armoniche

- Raddrizzatori B2 e B6 ⇒ al massimo il 20% del carico nominale del generatore.
- Raddrizzatore B6 con induttanza ⇒ al massimo il 20–35% del carico nominale del generatore, in funzione della composizione.
- Raddrizzatore B6 controllato ⇒ al massimo il 10% del carico nominale del generatore.

### 3.5 Integrazione del motore

#### 3.5.1 Considerazioni per la scelta del motore

Il convertitore di frequenza può indurre stress elettrico su un motore. Pertanto è necessario considerare i seguenti effetti sul motore quando si abbina il motore con il convertitore di frequenza:

- Sollecitazione dell'isolamento
- Sollecitazione dei cuscinetti
- Sollecitazione termica

#### 3.5.2 Filtri sinusoidali e dU/dt

I filtri di uscita permettono ad alcuni motori di ridurre lo stress elettrico e consentono lunghezze maggiori dei cavi. Le opzioni di uscita comprendono filtri sinusoidali (anche chiamati filtri LC) e filtri dU/dt. I filtri dU/dt riducono una salita brusca dell'impulso. I filtri sinusoidali smorzano gli impulsi di tensione per convertirli in una tensione di uscita quasi sinusoidale. In alcuni convertitori di frequenza, i filtri sinusoidali soddisfano la norma EN 61800-3 categoria RFI C2 per cavi motore non schermati, vedere *capitolo 3.8.3 Filtri sinusoidali*.

Per maggiori informazioni sulle opzioni dei filtri sinusoidali e dU/dt, fare riferimento a *capitolo 6.2.6 Filtri sinusoidali*, *capitolo 3.8.3 Filtri sinusoidali* e *capitolo 6.2.7 Filtri dU/dt*.

Per maggiori informazioni sui numeri d'ordine dei filtri sinusoidali e dU/dt, fare riferimento a *capitolo 3.8.3 Filtri sinusoidali* e *capitolo 6.2.7 Filtri dU/dt*.

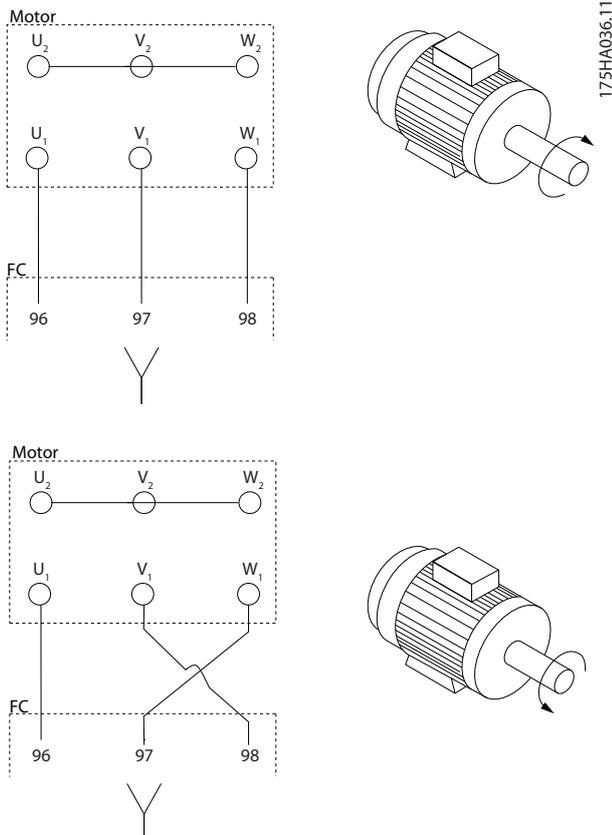
#### 3.5.3 Corretta messa a terra del motore

La corretta messa a terra del motore è imperativa per la sicurezza personale e per soddisfare i requisiti elettrici EMC per apparecchiature a bassa tensione. La corretta messa a terra è necessaria per l'uso efficace della schermatura e dei filtri. I dettagli di progetto devono essere verificati al fine di assicurare la corretta attuazione delle norme EMC.

#### 3.5.4 Cavi motore

Le raccomandazioni sui cavi motore e le specifiche sono fornite in *capitolo 7.5 Specifiche dei cavi*.

Con un convertitore di frequenza possono essere utilizzati tutti i tipi di motori standard asincroni trifase. L'impostazione di fabbrica prevede una rotazione in senso orario se l'uscita del convertitore di frequenza è collegata come segue:



Disegno 3.15 Collegamento del morsetto per la rotazione in senso orario e antiorario

Invertire il senso di rotazione scambiando due fasi nel cavo motore oppure cambiando l'impostazione di parametro 4-10 *Direz. velocità motore*.

### 3.5.5 Schermatura del cavo motore

I convertitori di frequenza generano in uscita impulsi con fronti di salita ripidi. Questi impulsi contengono componenti ad alta frequenza (che si estendono nella regione dei gigahertz) che causano una radiazione indesiderata proveniente dal cavo motore. I cavi motore schermati riducono questa radiazione.

Gli scopi della schermatura sono:

- Ridurre l'ampiezza dell'interferenza irradiata.
- Migliorare l'immunità alle interferenze di singoli dispositivi.

Lo schermo cattura le componenti ad alta frequenza e li riconduce alla sorgente dell'interferenza, in questo caso il convertitore di frequenza. I cavi motore schermati assicurano anche l'immunità alle interferenze delle sorgenti esterne nelle vicinanze.

Anche una buona schermatura non elimina completamente la radiazione. I componenti di sistema situati in ambienti soggetti a radiazioni devono funzionare senza decadimenti.

### 3.5.6 Collegamento di motori multipli

#### **AVVISO!**

Potrebbero insorgere dei problemi all'avviamento e a bassi regimi se le dimensioni dei motori si differenziano notevolmente, in quanto la resistenza ohmica relativamente elevata nello statore dei motori di piccole dimensioni richiede una tensione superiore in fase di avviamento e a bassi regimi.

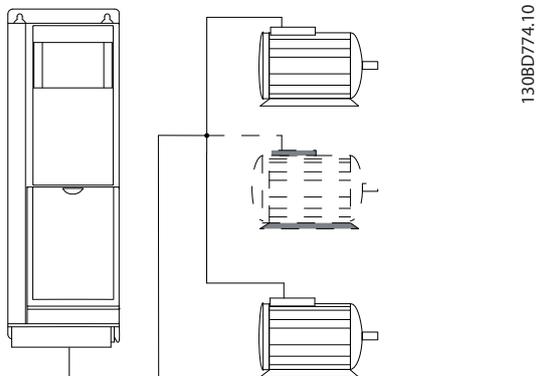
Il convertitore di frequenza è in grado di controllare diversi motori collegati in parallelo. Quando si utilizza il collegamento del motore in parallelo, osservare quanto segue:

- La modalità VCC<sup>+</sup> è utilizzabile in alcune applicazioni.
- L'assorbimento totale di corrente dei motori non deve superare la corrente di uscita nominale  $I_{INV}$  del convertitore di frequenza.
- Non usare il collegamento a un punto comune per cavo lunghi, vedere *Disegno 3.17*.
- La lunghezza totale del cavo motore specificata in *Tabella 3.4* è valida fintantoché i cavi paralleli sono mantenuti corti (meno di 10 m ciascuno), vedere *Disegno 3.19* e *Disegno 3.20*.
- Considerare la caduta di tensione attraverso il cavo motore, vedere *Disegno 3.20*.
- Per lunghi cavi paralleli, usare il filtro LC, vedere *Disegno 3.20*.
- Per lunghi cavi senza collegamento parallelo, vedere *Disegno 3.21*.

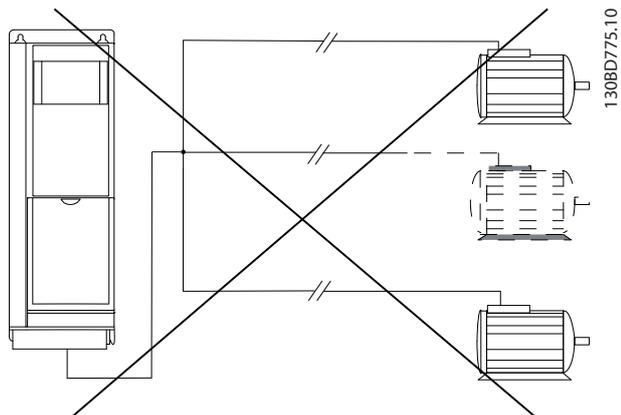
**AVVISO!**

Se i motori sono collegati in parallelo, impostare parametro 1-01 Motor Control Principle su [0] U/f.

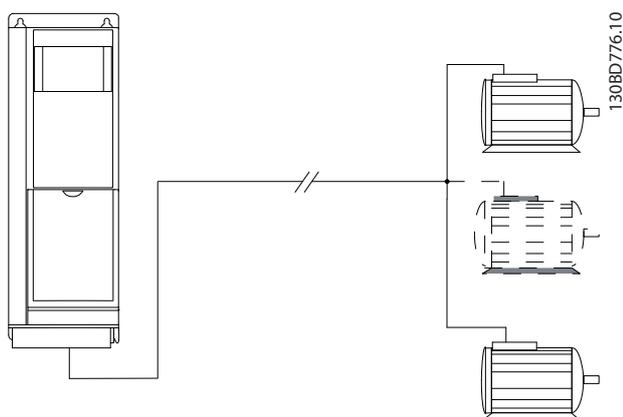
3



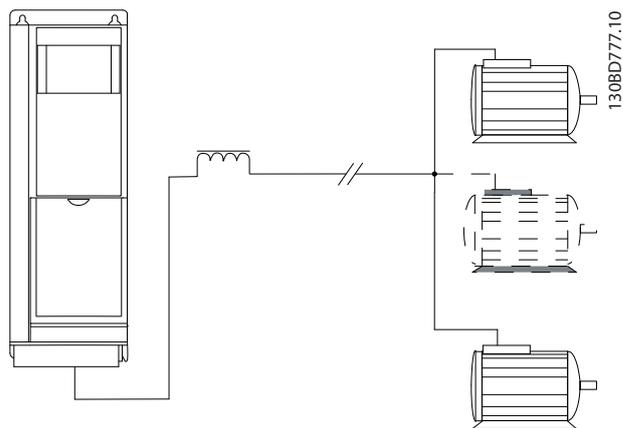
Disegno 3.16 Collegamento a punto comune per cavi corti



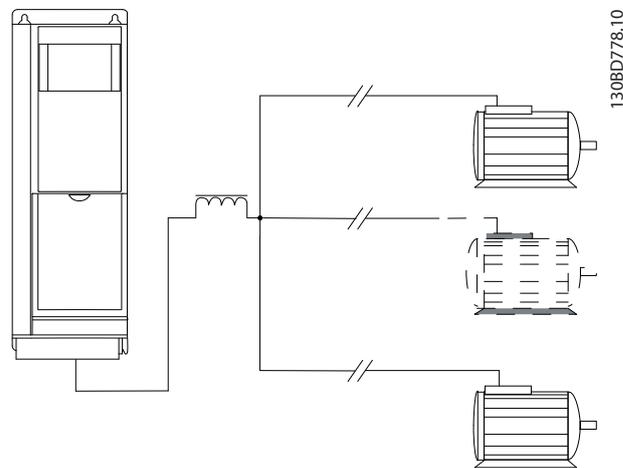
Disegno 3.17 Collegamento a punto comune per cavi lunghi



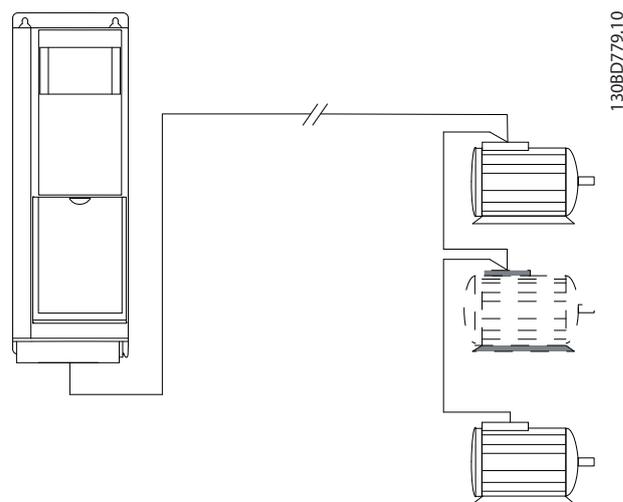
Disegno 3.18 Cavi paralleli senza carico



Disegno 3.19 Cavi paralleli con carico



Disegno 3.20 Filtro LC per lunghi cavi paralleli



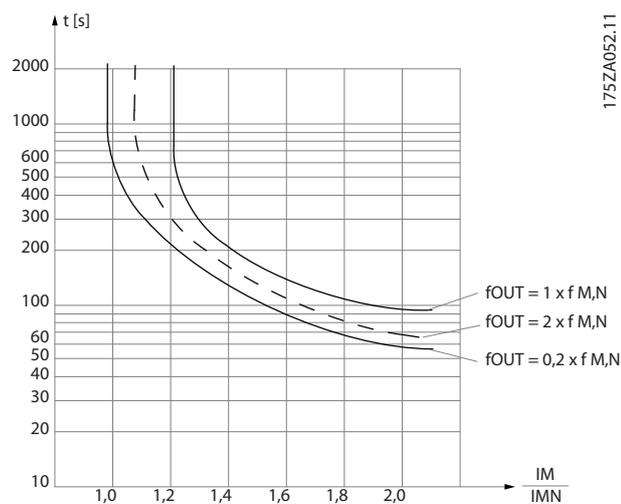
Disegno 3.21 Cavi lunghi nel collegamento di serie

Consultare Tabella 7.7 per informazioni sulle lunghezze del cavo per collegamenti in parallelo di motori multipli.

### 3.5.7 Protezione termica del motore

Il convertitore di frequenza assicura la protezione termica del motore in vari modi:

- Il limite di coppia protegge il motore dal sovraccarico, indipendentemente dalla velocità.
- La velocità minima limita l'intervallo di velocità di esercizio minimo, per esempio tra 30 e 50/60 Hz.
- Velocità massima limita la velocità di uscita massima.
- È disponibile un ingresso per un termistore esterno.
- Il relè termico elettronico (ETR) per motori asincroni simula un relè a bimetallo sulla base di misure interne. L'ETR misura la corrente, la velocità e il tempo effettivi per calcolare la temperatura del motore e proteggerlo dal surriscaldamento emettendo un avviso o interrompendo l'alimentazione al motore. Le caratteristiche dell'ETR sono mostrate in *Disegno 3.22*.



Disegno 3.22 Caratteristiche del relè termico elettronico

L'asse X mostra il rapporto tra  $I_{motor}$  e  $I_{motor}$  nominale. L'asse Y mostra il tempo in secondi che precede il momento in cui l'ETR si disinserisce e scatta. Le curve illustrano la caratteristica a una velocità doppia della velocità nominale e a una velocità pari a 0,2 volte la velocità nominale. A velocità più bassa l'ETR si disinserisce a livelli di calore inferiori a causa del minor raffreddamento del motore. In tal modo il motore è protetto dal surriscaldamento anche a bassa velocità. La funzione ETR calcola la temperatura del motore basandosi sull'effettiva corrente e velocità.

### 3.5.8 Contattore di uscita

Nonostante non sia in genere una pratica raccomandata, il funzionamento di un contattore di uscita tra il motore e il convertitore di frequenza non provoca danni al convertitore di frequenza. La chiusura di un contattore di uscita precedentemente aperto può collegare un convertitore di frequenza in funzione a un motore arrestato. Ciò può far sì che il convertitore di frequenza scatti e visualizzi un guasto.

### 3.5.9 Efficienza energetica

#### Rendimento dei convertitori di frequenza

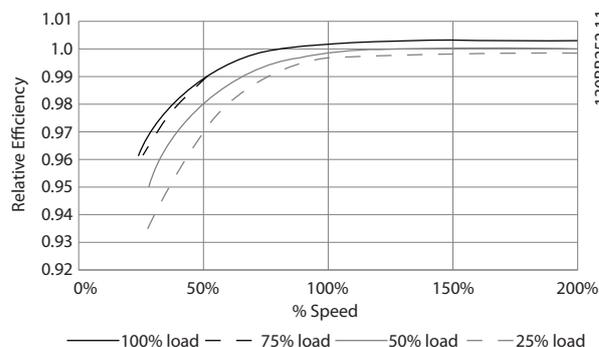
Il carico applicato sul convertitore di frequenza ha poca influenza sul suo rendimento.

Ciò significa anche che il rendimento del convertitore di frequenza non varia quando si scelgono caratteristiche U/f diverse. Tuttavia le caratteristiche U/f influenzano il rendimento del motore.

Il rendimento degrada lievemente impostando la frequenza di commutazione a un valore superiore a 5 kHz. Il rendimento è leggermente ridotto quando il cavo motore è più lungo di 30 m.

#### Calcolo del rendimento

Calcolare il rendimento del convertitore di frequenza a carichi differenti in base a *Disegno 3.23*. Moltiplicare il fattore in questo grafico con il rendimento specifico riportato in *capitolo 7.1 Dati elettrici*.



Disegno 3.23 Curve di rendimento tipiche

Esempio: assumiamo un convertitore di frequenza da 55 kW, 380–480 V CA con il 25% del carico al 50% di velocità. Il grafico mostra un rendimento nominale di 0,97 per un convertitore di frequenza da 55 kW è 0,98. Il rendimento effettivo è in tal caso pari a:  $0,97 \times 0,98 = 0,95$ .

**Rendimento del motore**

Il rendimento di un motore collegato al convertitore di frequenza dipende dal livello di magnetizzazione. Il rendimento del motore dipende dal tipo di motore.

- Nell'intervallo pari al 75–100% della coppia nominale, il rendimento del motore è praticamente costante, indipendentemente dal fatto che il motore sia controllato da un convertitore di frequenza o che sia collegato direttamente alla rete.
- L'influsso della caratteristica  $U/f$  sui motori piccoli è marginale. Tuttavia, nei motori da 11 kW e più, il vantaggio in termini di rendimento è notevole.
- La frequenza di commutazione non influisce sul rendimento dei motori di piccole dimensioni. Nei motori da 11 kW e oltre, il rendimento migliora dell'1–2%. Questo è dovuto alla forma sinusoidale della corrente del motore che è quasi perfetta a un'elevata frequenza di commutazione.

**Rendimento del sistema**

Per calcolare il rendimento del sistema, moltiplicare il rendimento del convertitore di frequenza con il rendimento del motore.

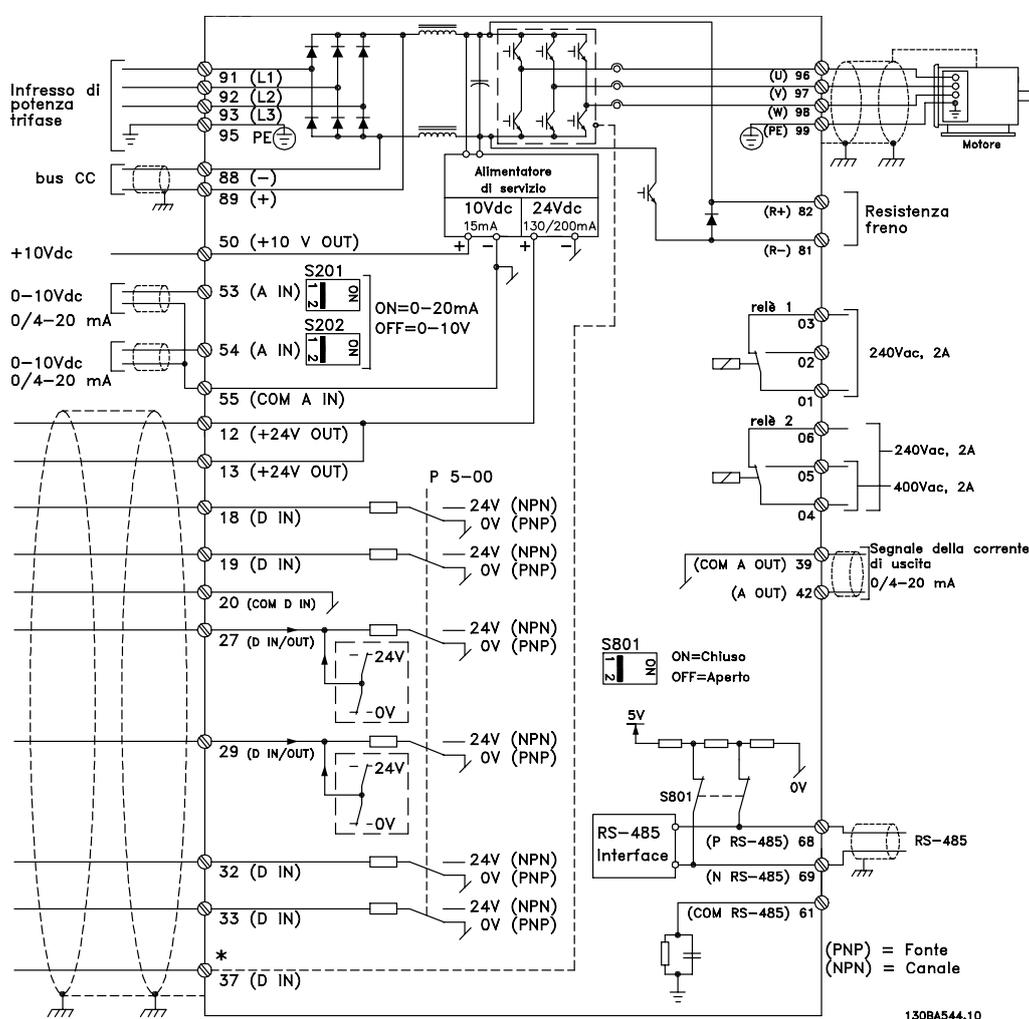
## 3.6 Ingressi e uscite supplementari

### 3.6.1 Schema di cablaggio

Quando è cablato e correttamente programmato, il morsetto di controllo fornisce:

- retroazione, riferimento e altri segnali di ingresso al convertitore di frequenza.
- Stato di uscita e condizioni di guasto dal convertitore di frequenza.
- Relè che fanno funzionare le apparecchiature ausiliarie.
- Un'interfaccia di comunicazione seriale.
- 24 V comune.

I morsetti di controllo sono programmabili per varie funzioni selezionando le opzioni di parametro attraverso il pannello di controllo locale (LCP) sulla parte frontale dell'unità o tramite sorgenti esterne. La maggior parte dei cavi di controllo viene fornita dal cliente a meno che non sia specificato diversamente nell'ordine di fabbrica.



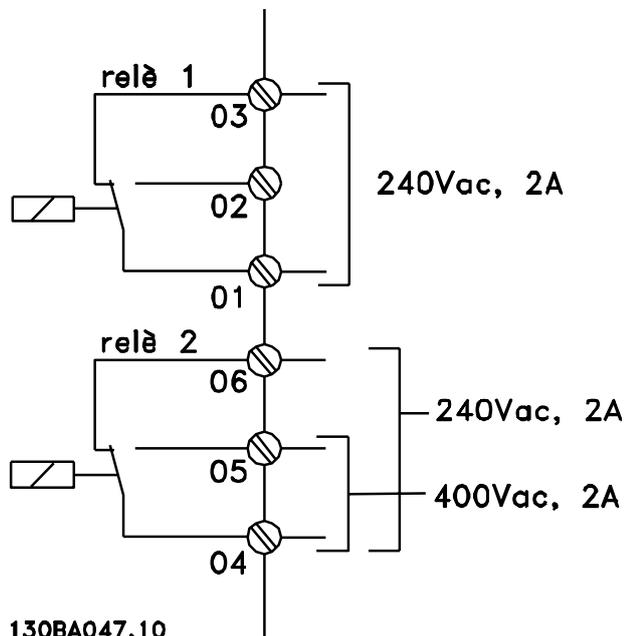
Disegno 3.24 Schema di cablaggio di base

A = analogico, D = digitale

\*Il morsetto 37 (opzionale) viene usato per STO. Per istruzioni sull'installazione dell'STO, fare riferimento al *Manuale di funzionamento convertitori di frequenza VLT® - Safe Torque Off*.

\*\*Non collegare lo schermo del cavo.

### 3.6.2 Collegamenti relè



| Relè | Morsetto <sup>1)</sup> | Descrizione                            |
|------|------------------------|--|
| 1    | 1                      | Comune                                 |
|      | 2                      | Normalmente aperto<br>Al massimo 240 V |
|      | 3                      | Normalmente chiuso<br>Al massimo 240 V |
| 2    | 4                      | Comune                                 |
|      | 5                      | Normalmente chiuso<br>Al massimo 240 V |
|      | 6                      | Normalmente chiuso<br>Al massimo 240 V |
| 1    | 01-02                  | Chiusura (normalmente aperto)          |
|      | 01-03                  | Apertura (normalmente chiuso)          |
| 2    | 04-05                  | Chiusura (normalmente aperto)          |
|      | 04-06                  | Apertura (normalmente chiuso)          |

Disegno 3.25 Uscite a relè 1 e 2, tensioni massime

1) Per aggiungere altre uscite a relè, installare il VLT® Relay Option Module MCB 105 o il VLT® Relay Option Module MCB 113.

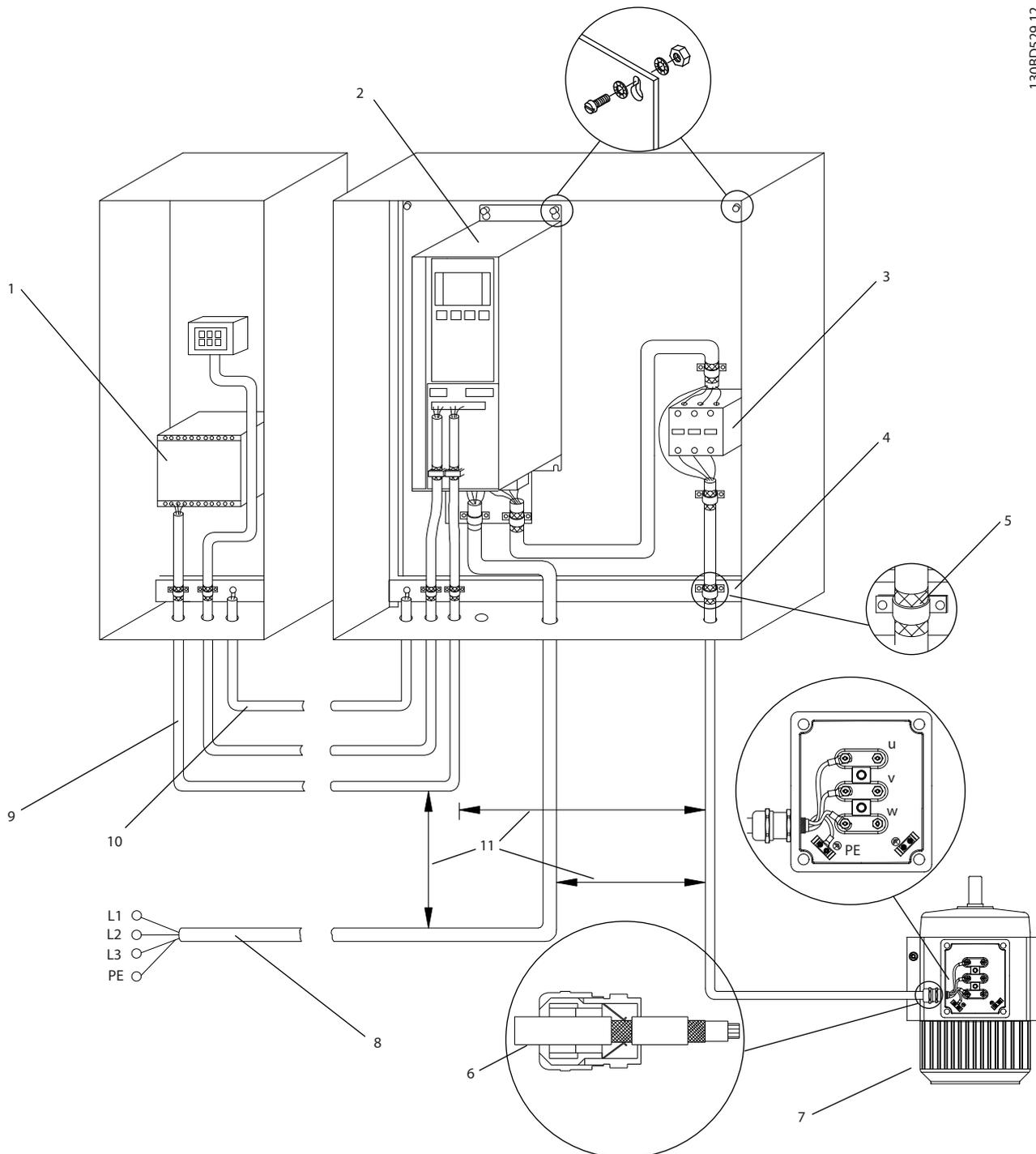
Per maggiori informazioni sui relè, consultare capitolo 7 Specifiche e capitolo 8.3 Disegni morsetto relè.

Per maggiori informazioni sulle opzioni relè, consultare capitolo 3.8 Opzioni e accessori.

3.6.3 Installazione elettrica conforme ai requisiti EMC

3

130BD529.12



|   |                               |    |   |
|---|-------------------------------|----|---|
| 1 | PLC                           | 7  | Motore, trifase e PE (schermato)  |
| 2 | Convertitore di frequenza     | 8  | Rete, trifase, e PE rinforzato (non schermato)  |
| 3 | Contattore di uscita          | 9  | Cablaggio di controllo (schermato)  |
| 4 | Pressacavo                    | 10 | Cavo di collegamento equipotenziale con almeno 16 mm <sup>2</sup> (0,025 pollici)                           |
| 5 | Isolamento del cavo (spelato) | 11 | Spazio libero tra il cavo di comando, il cavo motore e il cavo dell'alimentazione di rete:<br>Almeno 200 mm |
| 6 | Passacavo                     |    |   |

Disegno 3.26 Collegamento elettrico conforme alle norme EMC

Per ulteriori informazioni sull'EMC, vedi capitolo 2.5.18 Conformità EMC e capitolo 3.2 EMC, armoniche e protezione dalla dispersione verso terra.

**AVVISO!**

**INTERFERENZA EMC**

Usare cavi schermati per i cavi motore e i cavi di controllo e usare cavi separati per l'alimentazione di ingresso, i cavi motore e i cavi di controllo. Il mancato isolamento dei cavi di alimentazione, motore e di comando può provocare un comportamento accidentale e prestazioni ridotte. È necessario uno spazio libero di almeno 200 mm (7,9 pollici) tra i cavi di alimentazione, del motore e di comando.

**3.7 Pianificazione meccanica**

**3.7.1 Spazio**

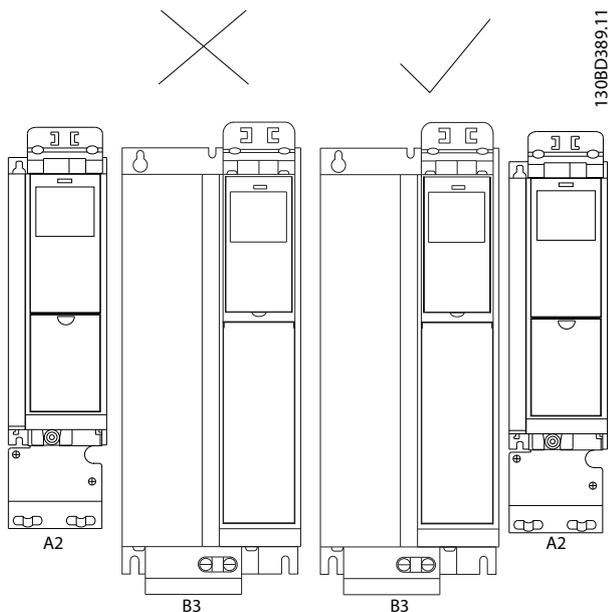
L'installazione fianco a fianco è adatta per tutte le dimensioni di contenitore, eccetto nel caso in cui viene usato un kit contenitore IP21/IP4X/TIPO 1 (vedere capitolo 3.8 Opzioni e accessori).

**Spazio libero orizzontale, IP20**

I contenitori IP20 di taglia A e B possono essere sistemati fianco a fianco senza spazio libero. Tuttavia, la corretta sequenza di montaggio è importante. Disegno 3.27 mostra come effettuare un montaggio corretto.

**NOTA**

Per A2 e A3, assicurare uno spazio libero tra i convertitori di frequenza di almeno 40 mm.



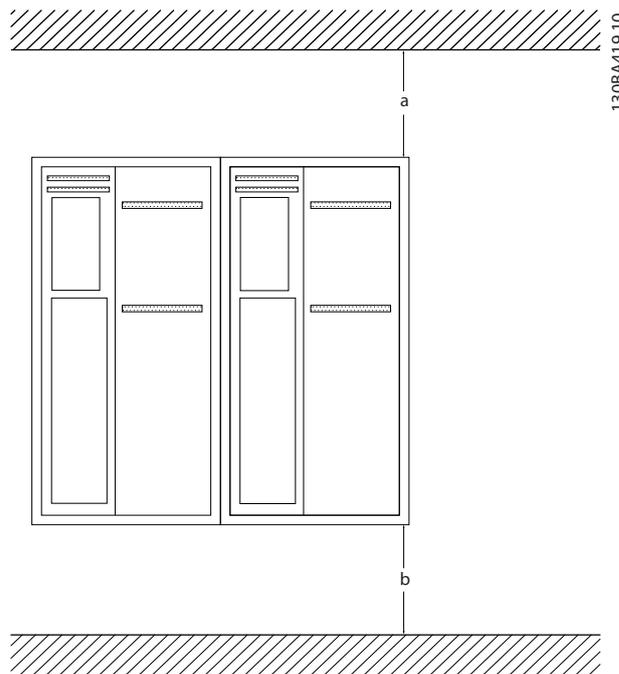
Disegno 3.27 Montaggio fianco a fianco corretto senza spazio libero

**Spazio libero orizzontale, kit contenitore IP21**

Se si utilizza il kit contenitore IP21 con contenitori di taglia A2 o A3, assicurare un distanza di almeno 50 mm tra i convertitori di frequenza.

**Spazio libero verticale**

Al fine di ottenere condizioni di raffreddamento ottimali, assicurare uno spazio libero verticale per la libera circolazione dell'aria sopra e sotto il convertitore di frequenza. Vedere Disegno 3.28.



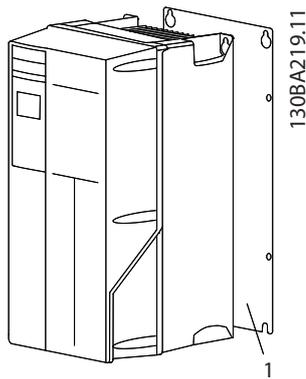
| Dimensione contenitore | A2/A3/A4/A5/B1 | B2/B3/B4/C1/C3 | C2/C4 |
|------------------------|----------------|----------------|-------|
| a [mm]                 | 100            | 200            | 225   |
| b [mm]                 | 100            | 200            | 225   |

Disegno 3.28 Spazio libero verticale

**3.7.2 Montaggio a muro**

Quando il montaggio viene effettuato su una parete piana, non è necessaria alcuna piastra posteriore.

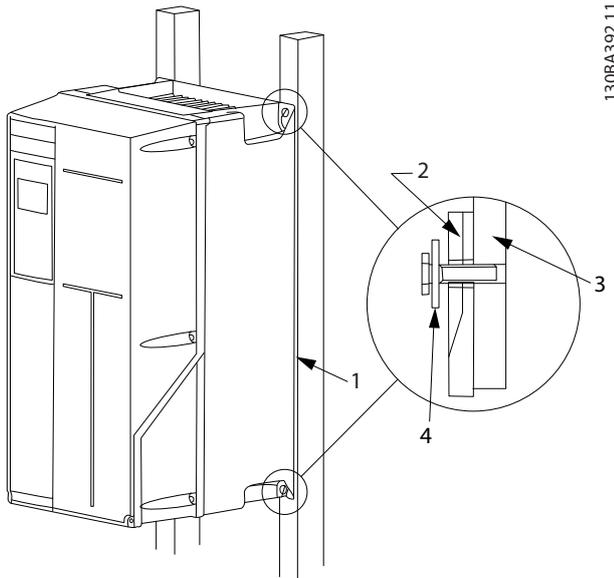
Quando il montaggio viene effettuato su una parete non piana, usare una piastra posteriore per assicurare il passaggio di sufficiente aria di raffreddamento sopra il dissipatore di calore. Usare la piastra posteriore solo con i contenitori A4, A5, B1, B2, C1 e C2.



|   |                    |
|---|--------------------|
| 1 | Piastra posteriore |
|---|--------------------|

Disegno 3.29 Montaggio con pannello posteriore

Per convertitori di frequenza con grado di protezione IP66, usare una rondella in fibra o in nylon per proteggere il rivestimento epossidico.



|   |  |
|---|--|
| 1 | Piastra posteriore                             |
| 2 | Convertitore di frequenza con contenitore IP66 |
| 3 | Piastra posteriore                             |
| 4 | Rondella in fibra                              |

Disegno 3.30 Montaggio con piastra posteriore per il grado di protezione IP66

### 3.7.3 Accesso

Per pianificare l'accessibilità del cablaggio prima del montaggio, fare riferimento ai disegni in capitolo 8.1 Disegni collegamento di rete e capitolo 8.2 Disegni collegamento del motore.

## 3.8 Opzioni e accessori

### Opzioni

Per i numeri d'ordine, vedere capitolo 6 Codice tipo e guida alla selezione

#### Schermatura principale

- Schermatura in Lexan® montata davanti ai terminali di alimentazione in ingresso e piastra d'ingresso per prevenire contatti accidentali quando la porta del contenitore è aperta.

#### Filtri RFI

- I convertitori di frequenza sono equipaggiati di serie con filtri RFI classe A2. Se sono richiesti ulteriori livelli di protezione RFI/EMC, è possibile ottenerli integrando filtri RFI opzionali di classe A1 che eliminano le interferenze delle radiofrequenze e dell'irradiazione elettromagnetica in conformità alla normativa EN 55011.

#### Dispositivo a corrente residua (RCD)

Utilizza protezioni differenziali per monitorare le correnti di guasto verso terra nei sistemi con messa a terra e messa a terra tramite alta resistenza (sistemi TN e TT nella terminologia IEC). È presente un preavviso (50% del setpoint allarme principale) e un setpoint dell'allarme principale. A ogni setpoint è associato un relè di allarme SPDT per l'utilizzo esterno che richiede un trasformatore di corrente esterno a finestra (fornito e installato dal cliente).

- Integrato nel circuito safe torque off del convertitore di frequenza.
- Il dispositivo IEC 60755 Tipo B monitora le correnti CC a impulsi e correnti di guasto CC pure verso terra.
- Indicatore grafico a barre a LED per il livello della corrente di guasto verso terra dal 10% al 100% del setpoint.
- Memoria di guasto.
- Tasto TEST/RESET.

#### Controllo resistenza di isolamento (IRM)

Monitora la resistenza di isolamento nei sistemi senza messa a terra (sistemi IT nella terminologia IEC) tra i conduttori di fase del sistema e terra. È disponibile un preavviso ohmico e un setpoint dell'allarme principale per il livello di isolamento. A ogni setpoint è associato un relè di allarme SPDT per l'utilizzo esterno.

### **AVVISO!**

È possibile collegare solo un monitoraggio della resistenza di isolamento a ogni sistema senza messa a terra (IT).

- Integrato nel circuito safe torque off del convertitore di frequenza.
- Display LCD della resistenza di isolamento.
- Memoria di guasto.
- Tasti INFO, TEST e RESET.

**Fusibili**

- I fusibili sono raccomandati per proteggere il convertitore di frequenza da sovraccarichi di corrente ad azione rapida. La protezione con fusibili limita i danni al convertitore di frequenza e minimizza il tempo di manutenzione in caso di guasto. I fusibili sono necessari per soddisfare la certificazione per il settore marino.

**Sezionatore**

- Una maniglia montata a fronte quadro consente un facile azionamento manuale del sezionatore, in modo da fornire o interrompere, se necessario, l'alimentazione al convertitore di frequenza, aumentando la sicurezza durante la manutenzione. Il sezionatore è interconnesso con gli sportelli del contenitore in modo da evitare la loro eventuale apertura quando è ancora presente tensione.

**Interruttori**

- È possibile far scattare da remoto un interruttore automatico, ripristinabile però solo manualmente. Gli interruttori sono interconnessi con gli sportelli del contenitore in modo da evitare la loro eventuale apertura quando è ancora presente tensione. Quando si ordina un interruttore automatico opzionale, sono inclusi anche i fusibili per la protezione del convertitore di frequenza da correnti da sovraccarico ad azione rapida.

**Contattori**

- Un contattore a controllo elettrico consente di fornire o interrompere da remoto l'alimentazione elettrica al convertitore di frequenza. Se viene ordinata l'opzione arresto di emergenza IEC, il relè di sicurezza Pilz esegue il monitoraggio di un contatto ausiliario sul contattore.

**Avviatori manuali motore**

Forniscono un'alimentazione trifase per i ventilatori ausiliari di raffreddamento spesso utilizzati sui motori di grossa taglia. L'alimentazione agli avviatori viene assicurata dal lato di carico di un qualsiasi contattore, interruttore o sezionatore fornito e dal lato di carico del filtro RFI di classe 1 (opzionale). L'alimentazione è protetta da fusibili prima di ogni avviatore motore ed è scollegata quando l'alimentazione in ingresso al convertitore di frequenza è scollegata. Sono ammessi al massimo due avviatori (uno se viene ordinato un circuito protetto da fusibili da 30 A). Gli avviatori motore sono integrati nel circuito Safe Torque Off del convertitore di frequenza.

Le caratteristiche dell'unità comprendono:

- Interruttore di funzionamento (on/off).
- Protezione da cortocircuiti e sovraccarico con funzione di test.
- Funzione di ripristino manuale.

**30 A, morsetti protetti da fusibile**

- Alimentazione trifase che corrisponde alla tensione di rete in ingresso per alimentare apparecchiature ausiliarie del cliente.
- Non disponibile se vengono selezionati due avviatori manuali motore.
- I morsetti sono disattivati quando l'alimentazione in ingresso al convertitore di frequenza è disinserita.
- L'alimentazione per i morsetti protetti da fusibili viene assicurata dal lato di carico di un qualsiasi contattore, interruttore o sezionatore fornito e dal lato di carico del filtro RFI di classe 1 (opzionale).

**Alimentazione a 24 V CC**

- 5 A, 120 W, 24 V CC.
- Protezione contro sovracorrenti in uscita, sovraccarichi, cortocircuiti e sovratemperature.
- Per alimentare dispositivi accessori forniti dal cliente, per esempio sensori, I/O di PLC, contattori, sonde di temperatura, spie luminose e/o altri articoli elettronici.
- La diagnostica include un contatto pulito CC-ok, un LED verde CC-ok e un LED rosso per sovraccarico.

**Monitoraggio temperatura esterna**

- Progettato per controllare la temperatura dei componenti esterni del sistema, per esempio gli avvolgimenti motore e/o i cuscinetti. Include otto moduli di ingresso universali oltre a due moduli di ingresso specifici per il termistore. Tutti i dieci moduli sono integrati nel circuito STO e possono essere controllati tramite una rete fieldbus (richiede l'acquisto di un modulo / accoppiamento bus separato). Ordinare un'opzione freno STO per selezionare un monitoraggio della temperatura esterna.

**Comunicazioni seriali****VLT® PROFIBUS DP-V1 MCA 101**

- PROFIBUS DP-V1 assicura un'ampia compatibilità, un elevato livello di disponibilità, assistenza per tutti i principali fornitori di PLC e la compatibilità con le versioni future.
- Comunicazione rapida ed efficiente, installazione trasparente, diagnostica avanzata, parametrizzazione e autoconfigurazione dei dati di processo tramite file GSD.
- Parametrizzazione aciclica con PROFIBUS DP-V1, PROFIdrive o macchina a stati del profilo FC Danfoss, PROFIBUS DP-V1, master di classe 1 e 2

- Numeri d'ordine:
  - 130B1100 senza rivestimento.
  - 130B1200 con rivestimento (classe G3/ISA S71.04-1985).

**VLT® LonWorks per ADAP-KOOL® MCA 107**

- Scambio continuo di messaggi tra un numero di processori.
- Consente la comunicazione diretta tra singoli dispositivi di rete.

**VLT® PROFINET MCA 120**

L'opzione PROFINET permette la connettività alle reti PROFINET tramite il protocollo PROFINET. L'opzione è in grado di gestire una singola connessione con un intervallo di pacchetto effettivo minimo di 1 ms in entrambe le direzioni.

- Server Web integrato per la diagnostica e la lettura remota dei parametri di base del convertitore di frequenza.
- Se si verificano determinati avvisi o allarmi o se sono stati nuovamente cancellati, è possibile configurare una notifica e-mail per inviare un messaggio e-mail a uno o più destinatari.
- TCP/IP per avere un accesso facilitato ai dati di configurazione del convertitore di frequenza da Software di configurazione MCT 10
- Upload e download di file tramite FTP (File Transfer Protocol).
- Supporto di DCP (Discovery and Configuration Protocol).

**Ulteriori opzioni****VLT® General Purpose I/O MCB 101**

L'opzione I/O offre un numero esteso di ingressi e uscite di controllo.

- 3 ingressi digitali 0-24 V: Logica 0 < 5 V; Logica 1 > 10 V.
- 2 ingressi analogici 0-10 V: Risoluzione 10 bit più segnale.
- 2 uscite digitali NPN/PNP push pull.
- 1 uscita analogica 0/4-20 mA.
- Connessione a molla.
- Impostazioni parametri separate.
- Numeri d'ordine:
  - 130B1125 senza rivestimento.
  - 130B1212 con rivestimento (classe G3/ISA S71.04-1985).

**VLT® Relay Option MCB 105**

Consente funzioni relè estese con 3 uscite a relè supplementari.

- Carico massimo sui morsetti: Carico resistivo AC-1: 240 V CA, 2 A, CA-15 .
- Carico induttivo con  $\cos \phi$  0,4: 240 V CA, 0,2 A, CC-1.
- Carico resistivo: 24 V CC, 1 A, CC-13.
- Carico induttivo: con  $\cos \phi$  0,4: 24 V CC, 0,1 A.
- Carico minimo sui morsetti: CC 5 V: 10 mA.
- Sequenza di commutazione massima al carico nominale/carico minimo: 6 min-1/20 s-1.
- Numeri d'ordine:
  - 130B1110 senza rivestimento.
  - 130B1210 con rivestimento (classe G3/ISA S71.04-1985).

**VLT® Analog I/O Option MCB 109**

Questa opzione di ingresso/uscita analogica si installa facilmente nel convertitore di frequenza per ottenere funzioni e controlli avanzati utilizzando gli ingressi e le uscite aggiuntivi. Questa opzione comprende anche un'alimentazione con una batteria tampone per l'orologio integrato nel convertitore di frequenza. Questo permette un uso stabile di tutte le funzioni del convertitore di frequenza legate all'orologio, come le azioni temporizzate.

- 3 ingressi analogici, ciascuno configurabile come ingresso di tensione o di temperatura.
- Collegamento dei segnali analogici 0-10 V nonché degli ingressi di temperatura PT1000 e NI1000.
- 3 uscite analogiche, ciascuna configurabile come uscita a 0-10 V.
- Alimentazione di backup inclusa per la funzione orologio standard nel convertitore di frequenza. La batteria tampone in genere ha un'autonomia di 10 anni, a seconda dell'ambiente.
- Numeri d'ordine:
  - 130B1143 senza rivestimento
  - 130B1243 con rivestimento (classe G3/ISA S71.04-1985)

**VLT® Extended Relay Card MCB 113**

La scheda relè estesa MCB 113 aggiunge ingressi/uscite al convertitore di frequenza per una maggiore flessibilità.

- 7 ingressi digitali.
- 2 uscite analogiche.
- 4 relè SPDT.
- Conforme alle raccomandazioni NAMUR.

- Capacità di isolamento galvanico.
- Numeri d'ordine:
  - 130B1164 senza rivestimento.
  - 130B1264 con rivestimento.

#### Opzione VLT® 24 V DC Supply MCB 107

L'opzione viene utilizzata per collegare un'alimentazione CC esterno al fine di mantenere attive la sezione di controllo e le eventuali opzioni installate quando è interrotta l'alimentazione di rete.

- Intervallo della tensione di ingresso: 24 V CC  $\pm 15\%$  (al massimo 37 V in 10 s).
- Corrente di ingresso massima: 2,2 A.
- Lunghezza massima del cavo: 75 m.
- Capacità di ingresso carico: <10  $\mu$ F.
- Ritardo all'accensione: <0,6 s.
- Facile da installare nei convertitori di frequenza in macchinari esistenti.
- Tiene attivi il quadro di comando e le opzioni durante interruzioni dell'alimentazione.
- Tiene attivi i bus di campo durante le interruzioni dell'alimentazione.
- Numeri d'ordine:
  - 130B1108 senza rivestimento.
  - 130B1208 con rivestimento (classe G3/ISA 571.04-1985).

### 3.8.1 Opzioni di comunicazione

- VLT® PROFIBUS DP-V1 MCA 101
- VLT® AK-LonWorks MCA 107
- VLT® PROFINET MCA 120

Per ulteriori informazioni, fare riferimento a *capitolo 7 Specifiche*.

### 3.8.2 Opzioni di ingresso/uscita, retroazione e sicurezza

- Modulo VLT® General Purpose I/O MCB 101
- VLT® Relay Card MCB 105
- VLT® Extended Relay Card MCB 113

Per ulteriori informazioni, fare riferimento a *capitolo 7 Specifiche*.

### 3.8.3 Filtri sinusoidali

Quando un motore è controllato da un convertitore di frequenza, è soggetto a fenomeni di risonanza. Questo disturbo, causato dalla struttura del motore, si verifica a ogni commutazione dell'inverter nel convertitore di frequenza. La frequenza della risonanza acustica corrisponde quindi alla frequenza di commutazione del convertitore di frequenza.

Danfoss fornisce un filtro sinusoidale per attenuare il rumore acustico del motore.

Il filtro riduce il tempo del fronte di salita della tensione, la tensione del carico di picco  $U_{PEAK}$  e le oscillazioni di corrente  $\Delta I$  al motore, il che significa che la corrente e la tensione diventano quasi sinusoidali. In questo modo la rumorosità acustica del motore viene ridotta al minimo.

Anche le oscillazioni di corrente nelle bobine del filtro sinusoidale producono rumore. Risolvere il problema integrando il filtro in un armadio o simili.

### 3.8.4 Filtri dU/dt

Danfoss fornisce filtri dU/dt sono filtri in modalità differenziale, filtri passa-basso che riducono le tensioni di picco fase-fase sul morsetto del motore e riducono il tempo di salita a un livello che riduce la sollecitazione sull'isolamento in corrispondenza degli avvolgimenti del motore. Ciò è un problema soprattutto con cavi motore corti.

Rispetto ai filtri sinusoidali (vedere *capitolo 3.8.3 Filtri sinusoidali*), i filtri dU/dt hanno una frequenza di disinserimento superiore alla frequenza di commutazione.

### 3.8.5 Filtri antiarmoniche

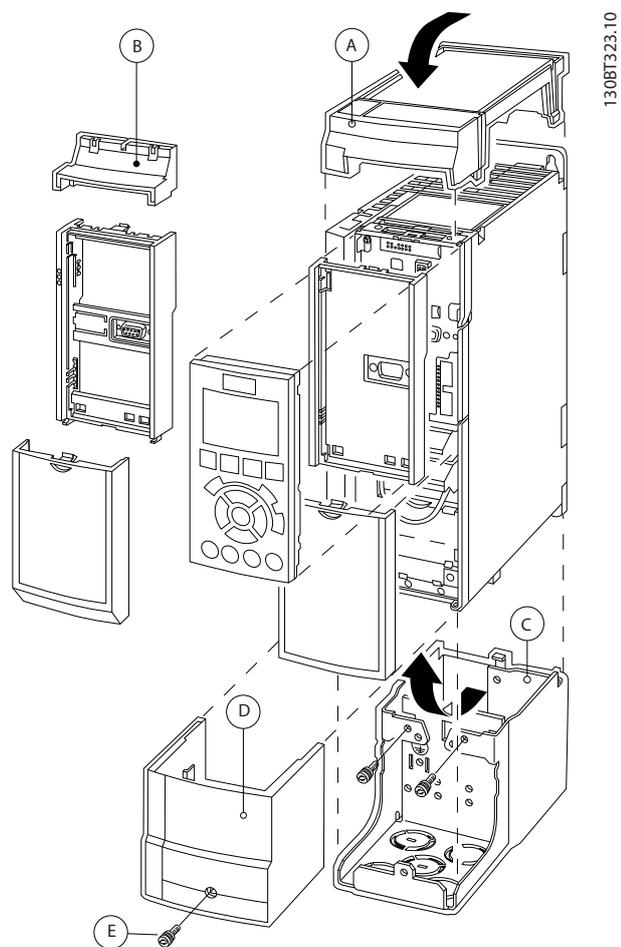
Il VLT® Advanced Harmonic Filter AHF 005 e AHF 010 sono filtri antiarmoniche avanzati, non paragonabili ai filtri antiarmoniche tradizionali. I filtri antiarmoniche Danfoss sono stati progettati appositamente per adattarsi ai convertitori di frequenza Danfoss.

Collegando i filtri antiarmoniche Danfoss AHF 005 o AHF 010 davanti a un convertitore di frequenza Danfoss, la distorsione totale della corrente armonica ricondotta dalla rete viene ridotta al 5% e al 10%.

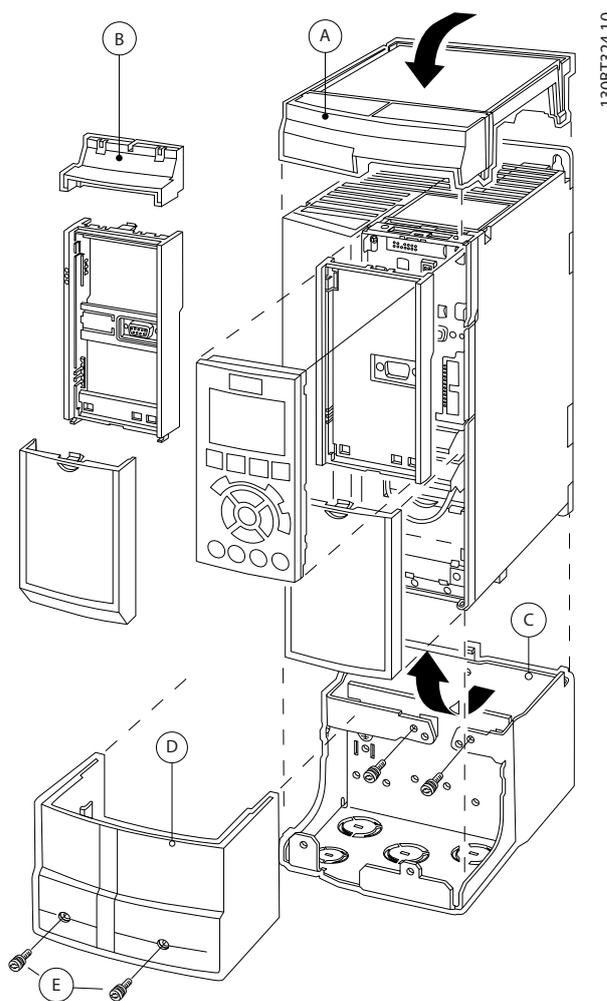
### 3.8.6 Kit contenitore IP21/NEMA Tipo 1

L'IP20/IP4X parte superiore/NEMA TIPO 1 è un elemento contenitore opzionale disponibile per unità compatte IP20. In caso di impiego del kit di contenitori, un'unità con grado di protezione IP 20 viene potenziata per conformarsi al contenitore con il livello di protezione IP21/ 4X parte superiore/TIPO 1.

Il coperchio IP 4X può essere applicato a tutte le varianti standard IP 20 FC 103.



Disegno 3.31 Contenitore di taglia A2



|   |                     |
|---|---------------------|
| A | Coperchio superiore |
| B | Bordo               |
| C | Corpo base          |
| D | Coperchio base      |
| E | Viti                |

Disegno 3.32 Contenitore di taglia A3

1. Posizionare il coperchio superiore come mostrato. Se viene usata un'opzione A o B è necessario montare un bordo per coprire l'entrata superiore.
2. Posizionare il corpo base C nella parte inferiore del convertitore di frequenza.
3. Usare i morsetti dalla busta per accessori per serrare correttamente i cavi.

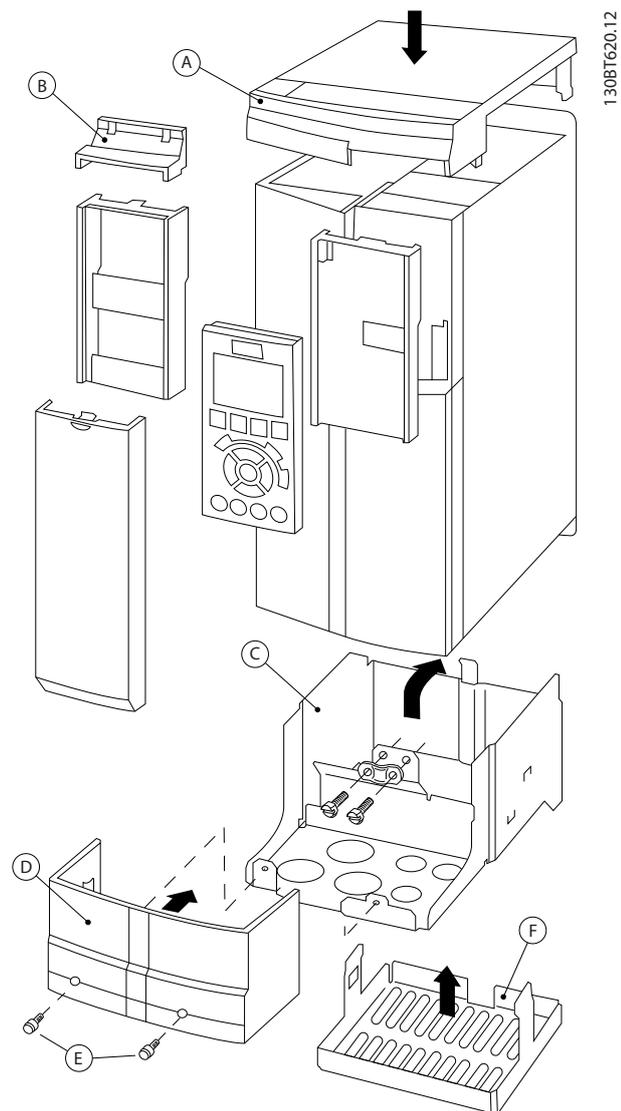
Fori per passacavi:

- Taglia A2: 2x M25 e 3xM32.
- Taglia A3: 3x M25 e 3xM32.

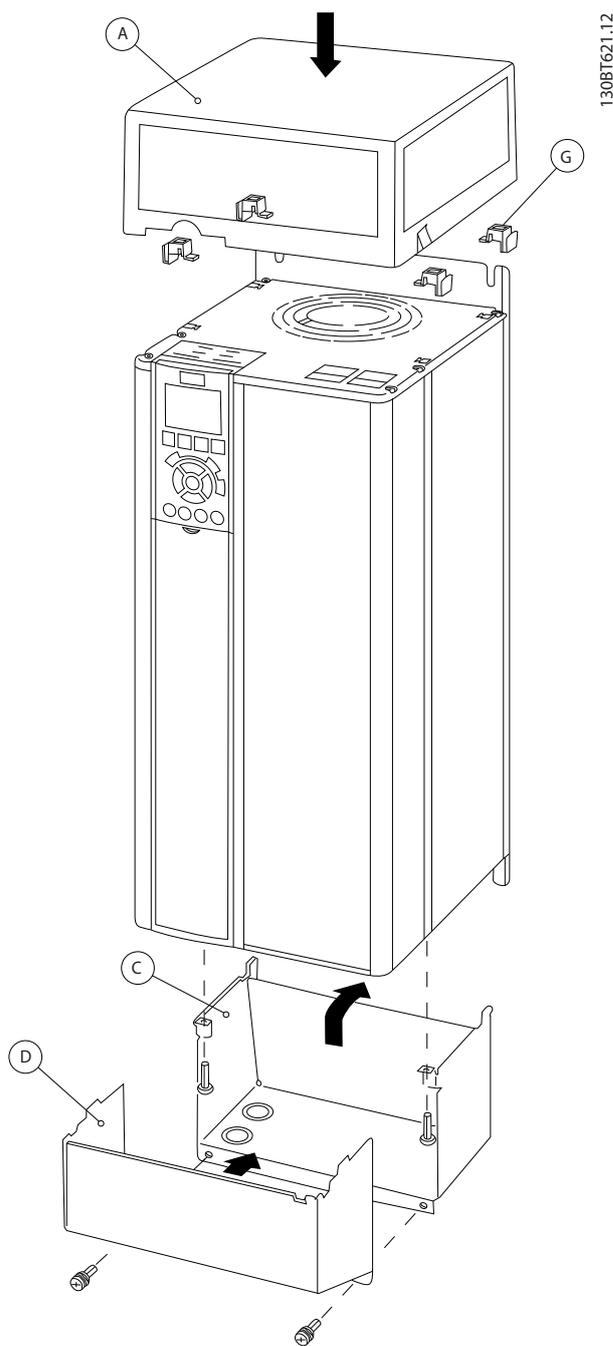
| Tipo di contenitore | Altezza A [mm] | Larghezza B [mm] | Profondità C <sup>1)</sup> [mm] |
|---------------------|----------------|------------------|---------------------------------|
| A2                  | 372            | 90               | 205                             |
| A3                  | 372            | 130              | 205                             |
| B3                  | 475            | 165              | 249                             |
| B4                  | 670            | 255              | 246                             |
| C3                  | 755            | 329              | 337                             |
| C4                  | 950            | 391              | 337                             |

Tabella 3.17 Dimensioni

1) Se si utilizza l'opzione A/B, la profondità aumenta (per i dettagli vedere capitolo 7.9 Potenze nominali, peso e dimensioni)



Disegno 3.33 Contenitore di taglia B3



Disegno 3.34 Contenitori di taglia B4, C3 e C4

|   |                     |
|---|---------------------|
| A | Coperchio superiore |
| B | Bordo               |
| C | Corpo base          |
| D | Coperchio base      |
| E | Viti                |
| F | Coperchio ventola   |
| G | Clip superiore      |

Tabella 3.18 Legenda per Disegno 3.33 e Disegno 3.34

Se viene usato il modulo opzionale A e/o il modulo opzionale B, è necessario montare il bordo (B) sul coperchio superiore (A).

### AVVISO!

L'installazione fianco a fianco non è possibile se si utilizza il kit contenitore IP21/IP4X/TIPO 1

3

#### 3.8.7 Filtri di modo - comune

I nuclei ad alta frequenza di modo - comune (nuclei HF-CM) riducono le interferenze elettromagnetiche ed eliminano i danni ai cuscinetti dovuti a scariche elettriche. Si tratta di nuclei nanocristallini magnetici speciali che offrono prestazioni di filtraggio superiori rispetto ai normali nuclei di ferrite. I nuclei HF-SM agiscono da induttore di modo - comune tra le fasi e la massa.

Montati attorno alle tre fasi del motore (U, V, W), i filtri di modo - comune riducono le correnti ad alta frequenza di modo - comune. Ne risulta una riduzione dell'interferenza elettromagnetica ad alta frequenza attorno al cavo motore.

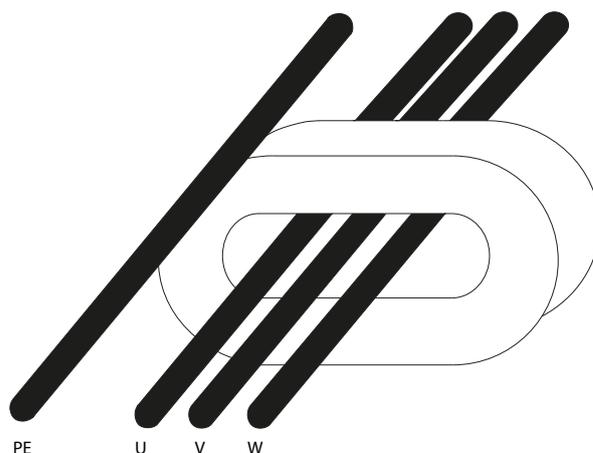
Il numero di nuclei necessari dipende dalla lunghezza del cavo motore e dalla tensione del convertitore di frequenza. Ciascun kit dipende da 2 nuclei. Fare riferimento a *Tabella 3.19* per determinare il numero di nuclei richiesti.

| Lunghezza del cavo <sup>1)</sup><br>[m] | Dimensione contenitore |    |       |    |    |
|---|------------------------|----|-------|----|----|
|   | A e B                  |    | C     |    |    |
|   | T2/T4                  | T7 | T2/T4 | T7 | T7 |
| 50                                      | 2                      | 4  | 2     | 2  | 4  |
| 100                                     | 4                      | 4  | 2     | 4  | 4  |
| 150                                     | 4                      | 6  | 4     | 4  | 4  |
| 300                                     | 4                      | 6  | 4     | 4  | 6  |

Tabella 3.19 Numero di nuclei

1) Dove sono necessari cavi più lunghi, affiancare nuclei HF-CM addizionali.

Installare i nuclei HF-CM facendo passare i 3 cavi della fase motore (U, V, W) attraverso ogni nucleo come mostrato in *Disegno 3.35*.



Disegno 3.35 Nucleo HF-CM con fasi motore

130BD839.10

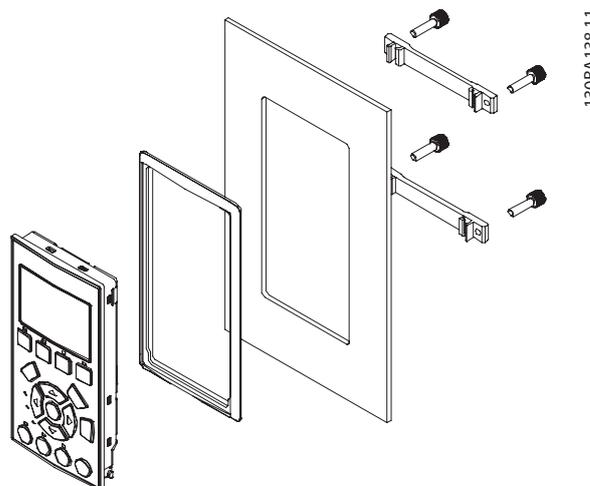
#### 3.8.8 Kit di montaggio remoto per LCP

L'LCP può essere spostato sul lato anteriore di un contenitore utilizzando il kit per il montaggio remoto. Stringere le viti di fissaggio con una coppia massima di 1Nm.

Il contenitore dell'LCP presenta il grado di protezione IP66.

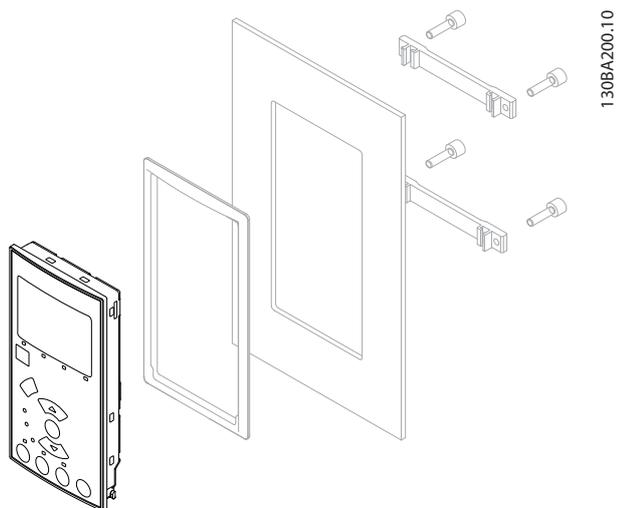
| Contenitore                                | Lato anteriore<br>IP 66 |
|--|-------------------------|
| Lunghezza massima del cavo tra LCP e unità | 3 m                     |
| Standard di comunicazione                  | RS485                   |

Tabella 3.20 Dati tecnici

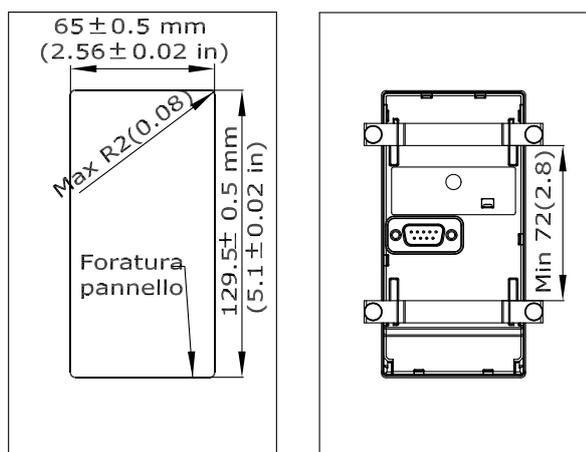


Disegno 3.36 Kit LCP con LCP grafico, dispositivi di fissaggio, cavo di 3 m e guarnizione Numero d'ordine 130B1113

130BA138.11

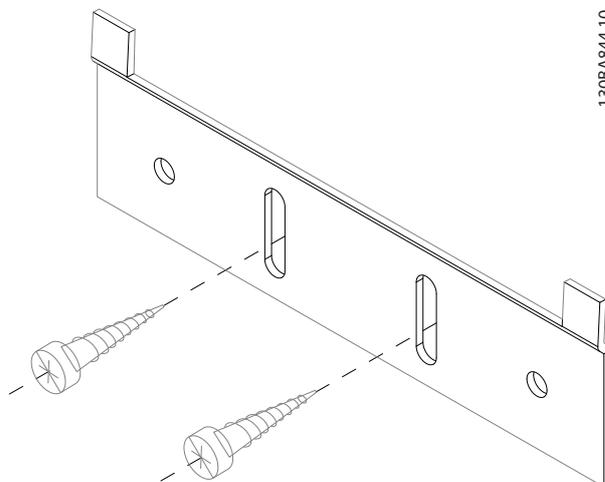


Disegno 3.37 Kit LCP con LCP numerico, dispositivi di fissaggio e guarnizione Numero d'ordine 130B1114

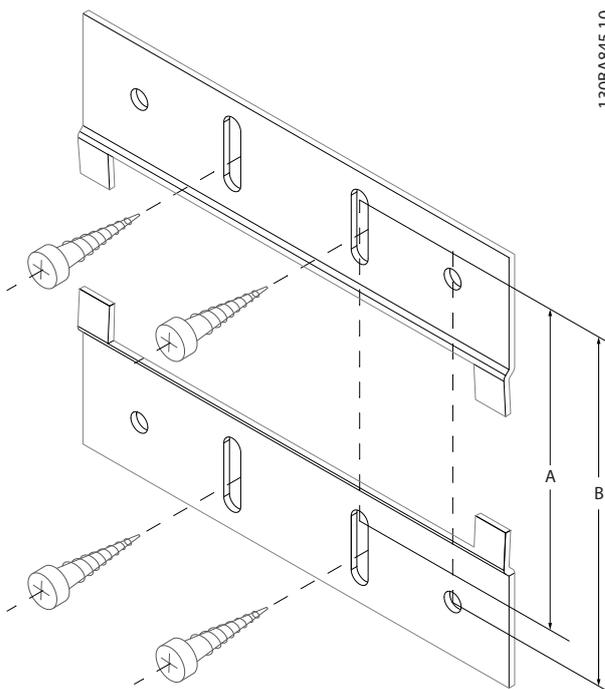


Disegno 3.38 Dimensioni del kit LCP

### 3.8.9 Staffa di montaggio per dimensioni contenitore A5, B1, B2, C1 e C2



Disegno 3.39 Staffa inferiore



Disegno 3.40 Staffa superiore

Vedere le dimensioni in Tabella 3.21.

| Dimensioni contenitore | IP       | A [mm] | B [mm] | Numero d'ordine |
|------------------------|----------|--------|--------|-----------------|
| A5                     | 55/66    | 480    | 495    | 130B1080        |
| B1                     | 21/55/66 | 535    | 550    | 130B1081        |
| B2                     | 21/55/66 | 705    | 720    | 130B1082        |
| B3                     | 21/55/66 | 730    | 745    | 130B1083        |
| B4                     | 21/55/66 | 820    | 835    | 130B1084        |

Tabella 3.21 Dettagli delle staffe di montaggio

### 3.9 Interfaccia seriale RS485

#### 3.9.1 Panoramica

L'RS-485 è un'interfaccia bus a due fili compatibile con topologia di rete multi-drop. I nodi possono essere collegati come un bus oppure tramite linee di discesa da una linea dorsale comune. Un totale di 32 nodi possono essere collegati a un segmento di rete.

I ripetitori separano i vari segmenti di rete, vedere *Disegno 3.41*.

#### **AVVISO!**

Ciascun ripetitore funziona come un nodo all'interno del segmento nel quale è installato. Ogni nodo collegato all'interno di una data rete deve avere un indirizzo nodo unico attraverso tutti i segmenti.

Terminare entrambe le estremità di ogni segmento utilizzando lo switch di terminazione (S801) dei convertitori di frequenza oppure una rete resistiva polarizzata di terminazione. Utilizzare sempre un doppino intrecciato

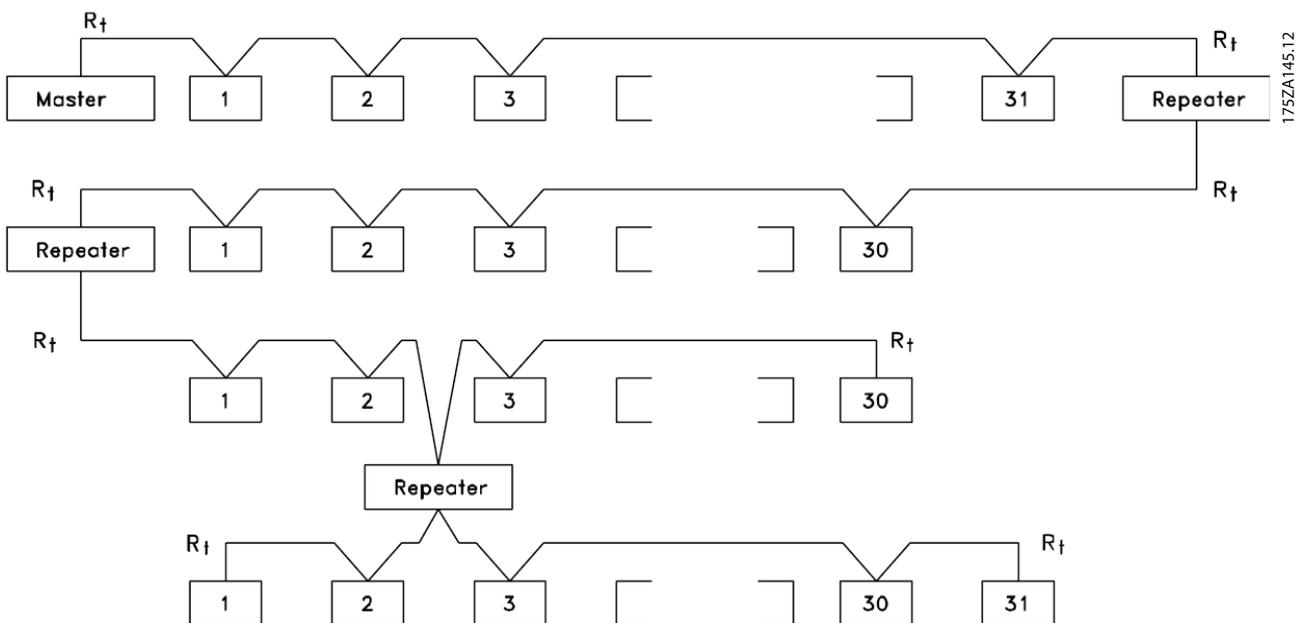
schermato (STP) per il cablaggio del bus e, nell'effettuare l'installazione, seguire sempre le procedure consigliate.

È importante assicurare un collegamento a massa a bassa impedenza dello schermo in corrispondenza di ogni nodo, anche alle alte frequenze. Pertanto, collegare a massa un'ampia superficie dello schermo, per esempio mediante un pressacavo o un passacavo conduttivo. Può essere necessario utilizzare cavi di equalizzazione del potenziale per mantenere lo stesso potenziale di massa in tutta la rete, soprattutto negli impianti in cui sono presenti cavi lunghi.

Per prevenire un disadattamento d'impedenza, utilizzare sempre lo stesso tipo di cavo in tutta la rete. Quando si collega un motore al convertitore di frequenza, utilizzare sempre un cavo motore schermato.

| Cavo                   | Doppino intrecciato schermato (STP)   |
|------------------------|---|
| Impedenza [ $\Omega$ ] | 120   |
| Lunghezza del cavo [m] | Al massimo 1200 m (incluse le derivazioni)<br>Al massimo 500 m da stazione a stazione |

Tabella 3.22 Specifiche dei cavi



Disegno 3.41 Interfaccia bus RS485

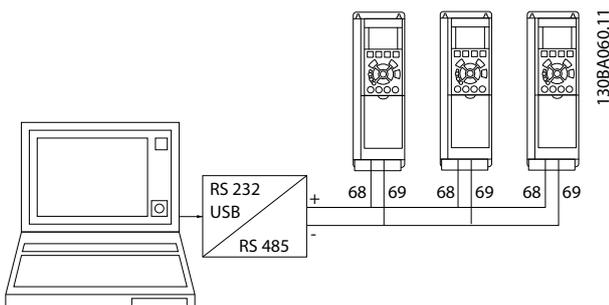
|       |     | Parametri                      |              |
|-------|-----|--------------------------------|--------------|
| FC    |     | Funzione                       | Impostazioni |
| +24 V | 120 | Parametro 8-30                 | FC*          |
| +24 V | 130 | Protocollo                     |              |
| D IN  | 180 | Parametro 8-31                 | 1*           |
| D IN  | 190 | Indirizzo                      |              |
| COM   | 200 | Parametro 8-32                 | 9600*        |
| D IN  | 270 | Baud rate                      |              |
| D IN  | 290 | * = Valore predefinito         |              |
| D IN  | 320 | <b>Note/commenti:</b>          |              |
| D IN  | 330 | selezionare il protocollo,     |              |
| D IN  | 370 | l'indirizzo e il baud rate nei |              |
|       |     | parametri summenzionati.       |              |
|       |     | D IN 37 è opzionale.           |              |
| +10 V | 500 |                                |              |
| A IN  | 530 |                                |              |
| A IN  | 540 |                                |              |
| COM   | 550 |                                |              |
| A OUT | 420 |                                |              |
| COM   | 390 |                                |              |
| R1    | 010 |                                |              |
|       | 020 |                                |              |
|       | 030 |                                |              |
| R2    | 040 |                                |              |
|       | 050 |                                |              |
|       | 060 |                                |              |
|       |     | RS-485                         |              |
|       | 610 |                                |              |
|       | 680 |                                |              |
|       | 690 |                                |              |

Tabella 3.23 Collegamento in rete RS485

### 3.9.2 Collegamento in rete

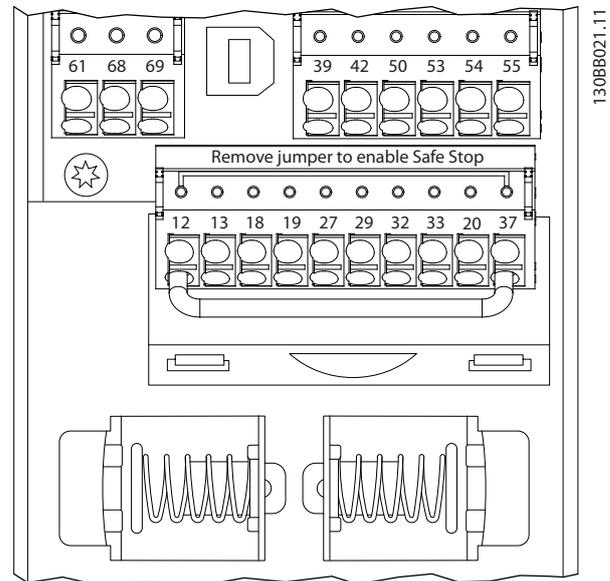
Uno o più convertitori di frequenza possono essere collegati a un controllore (o master) mediante l'interfaccia standardizzata RS485. Il morsetto 68 viene collegato al segnale P (TX+, RX+), mentre il morsetto 69 viene collegato al segnale N (TX-, RX-). Vedere i disegni in capitolo 3.6.1 Schema di cablaggio.

Se più di un convertitore di frequenza viene collegato a un master, usare collegamenti paralleli.



Disegno 3.42 Collegamenti paralleli

Per evitare potenziali correnti di compensazione nello schermo, cablare secondo Disegno 3.24.



Disegno 3.43 Morsetti della scheda di controllo

### 3.9.3 Terminazione bus RS485

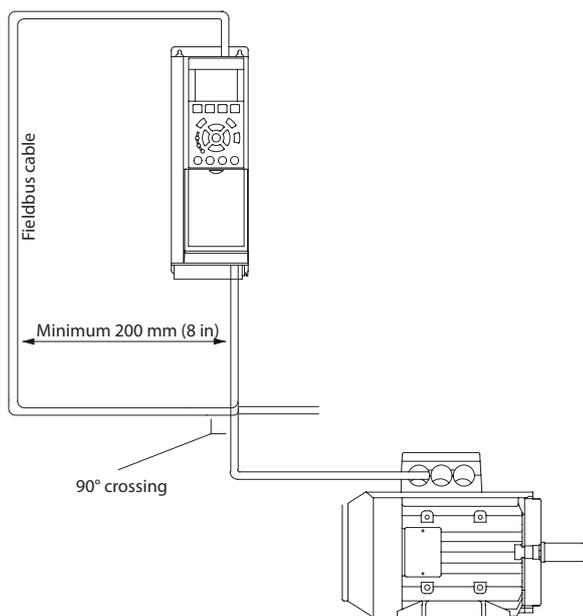
Terminare il bus RS485 tramite una rete resistiva su entrambe le estremità. A tale scopo, impostare l'interruttore S801 sulla scheda di controllo su ON.

Impostare il protocollo di comunicazione su parametro 8-30 Protocollo.

### 3.9.4 Precauzioni EMC

Le seguenti precauzioni EMC sono consigliate per ottenere un funzionamento senza interferenze della rete RS485.

Rispettare sempre le norme nazionali e locali in materia, ad esempio quelle riguardanti la messa a terra di protezione. Tenere il cavo di comunicazione RS485 lontano dai cavi motore e dai cavi della resistenza di frenatura al fine di evitare l'accoppiamento di disturbi alle alte frequenze tra cavi. Generalmente, è sufficiente una distanza di 200 mm (8 pollici), ma è consigliato mantenere la maggiore distanza possibile tra i cavi, specialmente dove i cavi sono installati in parallelo per lunghe distanze. Quando la posa incrociata è inevitabile, il cavo RS485 deve incrociare i cavi motore con un angolo di 90°.



Disegno 3.44 Instradamento dei cavi

### 3.9.5 Panoramica del protocollo FC

Il protocollo FC, chiamato anche bus FC o bus Standard, è il bus di campo standard Danfoss. Definisce una tecnica di accesso secondo il principio master/slave per comunicazioni tramite un bus di campo.

Un master e un numero massimo di 126 slave possono essere collegati al bus. I singoli slave vengono selezionati dal master tramite un carattere di indirizzo nel telegramma. Uno slave non può mai trasmettere senza essere prima attivato a tale scopo, e un trasferimento diretto di messaggi tra i singoli slave non è possibile. Le comunicazioni avvengono in modalità half duplex.

La funzione master non può essere trasferita a un altro nodo (sistema a master singolo).

Il livello fisico è RS485, quindi utilizza la porta RS485 integrata nel convertitore di frequenza. Il protocollo FC supporta diversi formati di telegramma;

- Un formato breve a 8 byte per i dati di processo.
- Un formato lungo a 16 byte che include anche un canale parametri.
- Un formato utilizzato per testi.

### 3.9.6 Configurazione della rete

Per abilitare il protocollo FC per il convertitore di frequenza, impostare i seguenti parametri:

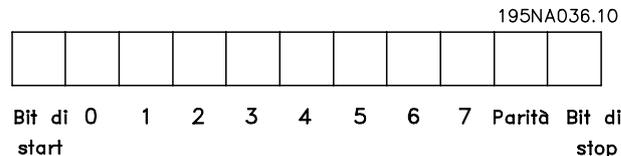
| Numero di parametro                 | Impostazione                         |
|-------------------------------------|--------------------------------------|
| Parametro 8-30 Protocollo           | FC                                   |
| Parametro 8-31 Indirizzo            | 1-126                                |
| Parametro 8-32 Baud rate            | 2400-115200                          |
| Parametro 8-33 Parità / bit di stop | Parità pari, 1 bit di stop (default) |

Tabella 3.24 Parametri del protocollo FC

### 3.9.7 Struttura frame messaggio protocollo FC

#### 3.9.7.1 Contenuto di un carattere (byte)

Ogni carattere trasmesso inizia con un bit di start. In seguito sono trasmessi 8 bit di dati, corrispondenti a un byte. Ogni carattere è verificato tramite un bit di parità. Questo bit è impostato su 1 quando raggiunge la parità. Parità significa un numero pari di 1 binari negli 8 bit di dati più il bit di parità. Un carattere è completato da un bit di stop ed è quindi formato da 11 bit.



Disegno 3.45 Contenuto di un carattere

#### 3.9.7.2 Struttura del telegramma

Ogni telegramma ha la seguente struttura:

- Carattere di start (STX)=02 hex.
- Un byte che indica la lunghezza del telegramma (LGE).
- Un byte indicante l'indirizzo del convertitore di frequenza (ADR).

Segue un numero di byte di dati (variabile in base al tipo del telegramma) segue.

Il telegramma termina con un byte di controllo dati (BCC).



Disegno 3.46 Struttura del telegramma

### 3.9.7.3 Lunghezza del telegramma (LGE)

La lunghezza del telegramma è costituita dal numero di byte di dati, più il byte indirizzo ADR più il byte di controllo dati BCC.

|                             |                          |
|-----------------------------|--------------------------|
| 4 byte di dati              | LGE=4+1+1=6 byte         |
| 12 byte di dati             | LGE=12+1+1=14 byte       |
| Telegrammi contenenti testo | 10 <sup>1)</sup> +n byte |

**Tabella 3.25 Lunghezza di telegrammi**

1) 10 rappresenta i caratteri fissi mentre n è variabile (dipende dalla lunghezza del testo).

### 3.9.7.4 Indirizzo del convertitore di frequenza (ADR)

Vengono utilizzati 2 diversi formati di indirizzo. Il campo di indirizzi del convertitore di frequenza è 1-31 o 1-126.

- Formato indirizzo 1-31
  - Bit 7=0 (formato indirizzi 1-31 attivo).
  - Bit 6 non utilizzato.
  - Bit 5=1: broadcast, i bit di indirizzo (0-4) non vengono usati.
  - Bit 5=0: nessun broadcast.
  - Bit 0-4=indirizzo del convertitore di frequenza 1-31.
- Formato indirizzo 1-126
  - Bit 7=1 (formato indirizzi 1-126 attivo).
  - Bit 0-6=indirizzo del convertitore di frequenza 1-126.
  - Bit 0-6 =0 Broadcast.

Lo slave restituisce il byte di indirizzo al master senza variazioni nel telegramma di risposta.

### 3.9.7.5 Byte di controllo dati (BCC)

La checksum viene calcolata come una funzione XOR. Prima che venga ricevuto il primo byte nel telegramma, la checksum calcolata è 0.

### 3.9.7.6 Il campo dati

La struttura dei blocchi di dati dipende dal tipo di telegramma. Vi sono tre tipi di telegramma, utilizzati sia per la funzione di controllo (master⇒slave) che di risposta (slave⇒master).

I 3 tipi di telegrammi sono:

#### Blocco processo (PCD)

Il PCD è costituito da un blocco di dati di quattro byte (2 parole) e contiene:

- Parola di controllo e valore di riferimento (dal master allo slave).
- La parola di stato e la frequenza di uscita attuale (dallo slave al master).



130BA269.10

Disegno 3.47 Blocco processo

#### Blocco parametri

Il blocco parametri, usato per la trasmissione dei parametri fra master e slave. Il blocco di dati è costituito da 12 byte (6 parole) e contiene anche il blocco di processo.

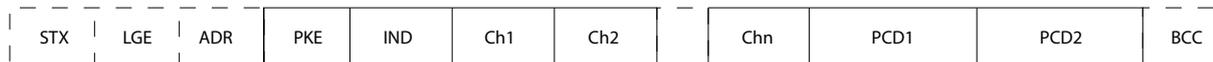
130BA2 / 1.10



Disegno 3.48 Blocco parametri

#### Blocco di testo

Il blocco di testo utilizzato per leggere o scrivere testi mediante il blocco di dati.



130BA270.10

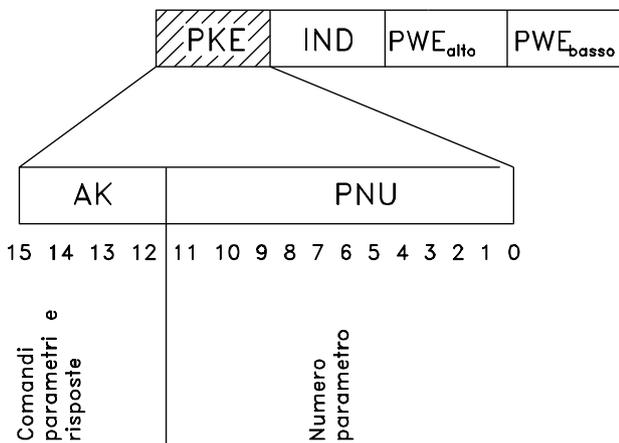
Disegno 3.49 Blocco di testo

### 3.9.7.7 Il campo PKE

Il campo PKE contiene due campi secondari:

- Comando relativo ai parametri e risposta AK.
- Numero di parametro PNU.

150BA268.10



Disegno 3.50 Campo PKE

I bit numero 12–15 trasferiscono i comandi relativi ai parametri dal master allo slave e restituiscono le risposte elaborate dallo slave al master.

| Numero di bit |    |    |    | Comando relativo ai parametri  |
|---------------|----|----|----|--|
| 15            | 14 | 13 | 12 |  |
| 0             | 0  | 0  | 0  | Nessun comando.  |
| 0             | 0  | 0  | 1  | Lettura valore del parametro.  |
| 0             | 0  | 1  | 0  | Scrittura valore del parametro nella RAM (parola).                       |
| 0             | 0  | 1  | 1  | Scrittura valore del parametro nella RAM (parola doppia).                |
| 1             | 1  | 0  | 1  | Scrittura valore del parametro nella RAM e nella EEPROM (parola doppia). |
| 1             | 1  | 1  | 0  | Scrittura valore del parametro nella RAM e nella EEPROM (parola).        |
| 1             | 1  | 1  | 1  | Lettura/scrittura testo.   |

Tabella 3.26 Comandi relativi ai parametri master⇒slave

| Numero di bit |    |    |    | Risposta                                       |
|---------------|----|----|----|--|
| 15            | 14 | 13 | 12 |  |
| 0             | 0  | 0  | 0  | Nessuna risposta.                              |
| 0             | 0  | 0  | 1  | Valore di parametro trasmesso (parola).        |
| 0             | 0  | 1  | 0  | Valore di parametro trasmesso (parola doppia). |
| 0             | 1  | 1  | 1  | Impossibile eseguire il comando.               |
| 1             | 1  | 1  | 1  | Testo trasmesso.                               |

Tabella 3.27 Risposta slave⇒master

Se il comando non può essere effettuato, lo slave invia questa risposta:

0111 Impossibile eseguire il comando

- ed emette una segnalazione di guasto (vedere Tabella 3.28) nel valore del parametro (PWE):

| PWE basso (esadecimale) | Messaggio di errore  |
|-------------------------|--|
| 0                       | Il numero di parametro usato non esiste.   |
| 1                       | Nessun accesso in scrittura al parametro definito.   |
| 2                       | Il valore dei dati supera i limiti del parametro.  |
| 3                       | Il sottoindice utilizzato non esiste.  |
| 4                       | Il parametro non è del tipo array.   |
| 5                       | Il tipo di dati non corrisponde al parametro definito.   |
| 11                      | La modifica dei dati nel parametro definito non è possibile nella modalità attuale del convertitore di frequenza. Alcuni parametri possono essere modificati solo se il motore è spento. |
| 82                      | Non esiste alcun accesso del bus al parametro definito.  |
| 83                      | La modifica dei dati non è possibile in quanto è selezionata l'impostazione di fabbrica  |

Tabella 3.28 Valore del parametro rapporto di guasto

### 3.9.7.8 Numero di parametro (PNU)

I bit numero 0–11 trasmettono i numeri dei parametri. La funzione del parametro in questione è definita nella descrizione dei parametri della Guida alla Programmazione.

### 3.9.7.9 Indice (IND)

L'indice è usato insieme al numero di parametro per un accesso di lettura/scrittura ai parametri con un indice, per esempio *parametro 15-30 Log allarme: Codice guasto*. L'indice consiste di 2 byte, un byte basso e un byte alto.

Solo il byte basso è utilizzato come un indice.

### 3.9.7.10 Valore del parametro (PWE)

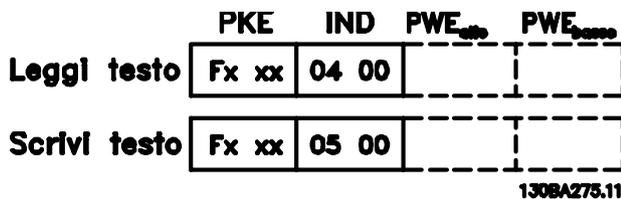
Il blocco del valore di parametro consiste di 2 parole (4 byte) e il valore dipende dal comando definito (AK). Il master richiede un valore di parametro quando il blocco PWE non contiene alcun valore. Per cambiare un valore di parametro (scrittura), scrivere il nuovo valore nel blocco PWE e inviarlo dal master allo slave.

Se lo slave risponde alla richiesta di parametro (comando di lettura), il valore di parametro corrente nel blocco PWE è trasmesso e rinviato al master. Se un parametro non contiene un valore numerico ma diverse opzioni dati, per esempio *parametro 0-01 Lingua*, in cui [0] è Inglese e [4] è Danese, selezionare il valore dati inserendone il valore nel blocco PWE. La comunicazione seriale è solo in grado di leggere parametri contenenti il tipo di dati 9 (stringa di testo).

Parametro 15-40 Tipo FC fino a parametro 15-53 N. di serie scheda di potenza contengono il tipo di dati 9. Ad esempio, leggere le dimensioni dell'unità e l'intervallo della tensione di rete in parametro 15-40 Tipo FC. Quando viene trasmessa una stringa di testo (lettura), la lunghezza del telegramma è variabile e i testi sono di lunghezza variabile. La lunghezza del telegramma è definita nel secondo byte del telegramma LGE. Quando si trasmettono testi, il carattere indice indica se si tratta di un comando di lettura o di scrittura.

Per leggere un testo mediante il blocco PWE, impostare il comando relativo ai parametri (AK) su F esadecimale. Il carattere indice del byte alto deve essere 4.

Alcuni parametri contengono testo che può essere sovrascritto mediante il bus seriale. Per scrivere un testo mediante il blocco PWE, impostare il comando relativo ai parametri (AK) su F esadecimale. I caratteri indice a byte alto devono essere 5.



Disegno 3.51 Testo tramite blocco PWE

### 3.9.7.11 Tipi di dati supportati

Senza firma significa che il telegramma non contiene alcun segno operativo.

| Tipi di dati | Descrizione         |
|--------------|---------------------|
| 3            | Numero intero 16    |
| 4            | Numero intero 32    |
| 5            | Senza segno 8       |
| 6            | Senza segno 16      |
| 7            | Senza segno 32      |
| 9            | Stringa di testo    |
| 10           | Stringa di byte     |
| 13           | Differenza di tempo |
| 33           | Riservato           |
| 35           | Sequenza di bit     |

Tabella 3.29 Tipi di dati supportati

### 3.9.7.12 Conversione

I vari attributi di ciascun parametro sono riportati nell'impostazione di fabbrica. I valori dei parametri vengono trasferiti solo come numeri interi. Pertanto i fattori di conversione sono utilizzati per trasmettere i codici decimali.

Parametro 4-12 Limite basso velocità motore [Hz] ha un fattore di conversione di 0,1. Per preimpostare la frequenza minima a 10 Hz, trasmettere il valore 100. Un fattore di

conversione di 0,1 significa che il valore trasmesso è moltiplicato per 0,1. Il valore 100 viene pertanto letto come 10,0.

Esempi:

- 0 s⇒indice di conversione 0
- 0,00 s⇒indice di conversione -2
- 0 ms⇒indice di conversione -3
- 0,00 ms⇒indice di conversione -5

### 3.9.7.13 Parole di processo (PCD)

Il blocco delle parole di processo è diviso in due blocchi di 16 bit, che si presentano sempre nella sequenza definita.

| PCD 1  | PCD 2                       |
|--|-----------------------------|
| Telegramma di controllo (parola di controllo master⇒slave) | Valore di riferimento       |
| Telegramma di controllo (parola di stato slave⇒master)     | Frequenza di uscita attuale |

Tabella 3.30 Parole di processo (PCD)

### 3.9.8 Esempi del protocollo FC

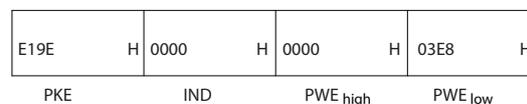
#### 3.9.8.1 Scrittura di un valore di parametro

Cambiare parametro 4-14 Limite alto velocità motore [Hz] a 100 Hz.

Scrivere i dati nella EEPROM.

PKE=E19E hex - Scrittura parola singola in parametro 4-14 Limite alto velocità motore [Hz].  
 IND=0000 hex  
 PWEHIGH=0000 hex  
 PWELow=03E8 hex - valore dati 1000, corrispondente a 100 Hz, vedere capitolo 3.9.7.12 Conversione.

Il telegramma avrà il seguente aspetto:



Disegno 3.52 Scrivere i dati nella EEPROM

### AVVISO!

Parametro 4-14 Limite alto velocità motore [Hz] è una parola singola e il comando relativo ai parametri per la scrittura nell'EEPROM è E. Il numero di parametro 4-14 è 19E in caratteri esadecimali.

130BA092.10

La risposta dallo slave al master è:

|      |   |      |   |                     |   |                    |   |
|------|---|------|---|---------------------|---|--------------------|---|
| 119E | H | 0000 | H | 0000                | H | 03E8               | H |
| PKE  |   | IND  |   | PWE <sub>high</sub> |   | PWE <sub>low</sub> |   |

130BA093.10

Disegno 3.53 Risposta dallo slave

### 3.9.8.2 Lettura di un valore del parametro

Leggere il valore in *parametro 3-41 Rampa 1 tempo di accel.*.

PKE=1155 hex - Lettura valore del parametro in *parametro 3-41 Rampa 1 tempo di accel.*  
 IND=0000 hex  
 PWEHIGH=0000 hex  
 PWELOW=0000 hex

|      |   |      |   |                     |   |                    |   |
|------|---|------|---|---------------------|---|--------------------|---|
| 1155 | H | 0000 | H | 0000                | H | 0000               | H |
| PKE  |   | IND  |   | PWE <sub>high</sub> |   | PWE <sub>low</sub> |   |

130BA094.10

Disegno 3.54 Valore del parametro

Se il valore in *parametro 3-41 Rampa 1 tempo di accel.* è 10 s, la risposta dallo slave al master è

130BA267.10

|      |   |      |   |                     |   |                    |   |
|------|---|------|---|---------------------|---|--------------------|---|
| 1155 | H | 0000 | H | 0000                | H | 03E8               | H |
| PKE  |   | IND  |   | PWE <sub>high</sub> |   | PWE <sub>low</sub> |   |

Disegno 3.55 Risposta dallo slave

3E8 hex corrisponde a 1000 decimale. L'indice di conversione per *parametro 3-41 Rampa 1 tempo di accel.* è -2, vale a dire 0,01.

*Parametro 3-41 Rampa 1 tempo di accel.* è del tipo *Senza segno 32*.

## 3.9.9 Protocollo Modbus RTU

### 3.9.9.1 Presupposti

Danfoss presuppone che il controllore installato supporti le interfacce descritte nel presente manuale e che vengano osservati scrupolosamente tutti i requisiti richiesti dal controllore nonché dal convertitore di frequenza.

Il Modbus RTU integrato (Remote Terminal Unit) è progettato per comunicare con qualsiasi controllore che supporta le interfacce definite nel presente manuale. Si presuppone che l'utente abbia piena conoscenza delle capacità e dei limiti del controllore.

### 3.9.9.2 Panoramica Modbus RTU

Indipendentemente dal tipo di reti di comunicazione fisiche, la panoramica Modbus RTU descrive il processo che un controllore utilizza per richiedere l'accesso a un altro dispositivo. Ciò include il modo in cui il Modbus RTU risponderà a richieste da un altro dispositivo e il modo in gli errori cui verranno rilevati e segnalati. Stabilisce anche un formato comune per il layout e i contenuti dei campi dei messaggi.

Durante le comunicazioni su una rete Modbus RTU, il protocollo:

- Determina il modo in cui ogni controllore rileva l'indirizzo di dispositivo.
- Riconosce un messaggio indirizzato a esso.
- Determina quali azioni eseguire.
- Estrae i dati o altre informazioni contenute nel messaggio.

Se è necessaria una risposta, il controllore crea il messaggio di risposta e lo invia.

I controllori comunicano utilizzando la tecnica master/slave nella quale solo il master può iniziare le transazioni (chiamate interrogazioni). Gli slave rispondono fornendo al master i dati richiesti oppure eseguendo l'azione richiesta nell'interrogazione.

Il master può indirizzare degli slave individuali oppure iniziare un messaggio di broadcast a tutti gli slave. Gli slave restituiscono una risposta alle interrogazioni che sono indirizzate a loro individualmente. Non vengono restituite risposte alle interrogazioni broadcast dal master. Il protocollo Modbus RTU stabilisce il formato per l'interruzione del master fornendo:

- L'indirizzo del dispositivo (o broadcast).
- Un codice di funzione che definisce un'azione richiesta.
- Qualsiasi dato da inviare.
- Un campo di controllo degli errori.

Anche il messaggio di risposta dello slave è costruito usando il protocollo Modbus. Contiene campi che confermano l'azione adottata, qualsiasi dato da restituire e un campo per il controllo degli errori. Se si verifica un errore nella ricezione del messaggio o se lo slave non è in grado di effettuare l'azione richiesta, lo slave restituisce un messaggio di errore. In alternativa, si verifica un timeout.

### 3.9.9.3 Convertitore di frequenza con Modbus RTU

Il convertitore di frequenza comunica nel formato Modbus RTU tramite l'interfaccia RS485 incorporata. Modbus RTU consente l'accesso alla parola di controllo e riferimento bus del convertitore di frequenza.

La parola di controllo consente al master Modbus di controllare varie funzioni importanti del convertitore di frequenza:

- Avviamento
- Arresto del convertitore di frequenza in vari modi:
  - Arresto a ruota libera
  - Arresto rapido
  - Arresto freno CC
  - Arresto normale (rampa)
- Ripristino dopo uno scatto in caso di guasto
- Funzionamento a varie velocità preimpostate
- Marcia in senso inverso
- Modificare il setup attivo.
- Controllare il relè incorporato del convertitore di frequenza

Il riferimento bus è generalmente usato per il controllo di velocità. È anche possibile accedere ai parametri, leggere i loro valori e dove possibile, modificarli. Questo consente una serie di opzioni di controllo, incluso il controllo del setpoint del convertitore di frequenza quando viene utilizzato il suo controllore PI interno.

### 3.9.9.4 Configurazione della rete

Per attivare Modbus RTU sul convertitore di frequenza, impostare i seguenti parametri:

| Parametro                           | Impostazione                         |
|-------------------------------------|--------------------------------------|
| Parametro 8-30 Protocollo           | Modbus RTU                           |
| Parametro 8-31 Indirizzo            | 1-247                                |
| Parametro 8-32 Baud rate            | 2400-115200                          |
| Parametro 8-33 Parità / bit di stop | Parità pari, 1 bit di stop (default) |

Tabella 3.31 Parametri Modbus RTU

## 3.9.10 Struttura frame messaggio Modbus RTU

### 3.9.10.1 Convertitore di frequenza con Modbus RTU

I controllori sono impostati per comunicare sulla rete Modbus usando la modalità RTU, con ogni byte in un messaggio contenente 2 caratteri esadecimale a 4 bit. Il formato per ogni byte è mostrato in *Tabella 3.32*.

| Bit di start | Byte dati |  |  |  |  |  |  | Stop/parità | Arresto |
|--------------|-----------|--|--|--|--|--|--|-------------|---------|
|              |           |  |  |  |  |  |  |             |         |

Tabella 3.32 Formato per ciascun byte

|                           |  |
|---------------------------|--|
| Sistema di codifica       | 8 bit binario, esadecimale 0-9, A-F.<br>Due caratteri esadecimale contenuti in ogni campo a 8 bit del messaggio.   |
| Bit per byte              | 1 bit di start.<br>8 bit dati, bit meno significativo inviato per primo;<br>1 bit per parità pari/dispari; nessun bit per nessuna parità.<br>1 bit di stop se si utilizza parità; 2 bit in caso di nessuna parità. |
| Campo di controllo errori | Controllo di ridondanza ciclica (CRC).   |

### 3.9.10.2 Struttura dei messaggi Modbus RTU

Il dispositivo trasmittente inserisce un messaggio Modbus RTU in un frame con un punto di inizio e di fine noti. Questo consente ai dispositivi riceventi di iniziare all'inizio del messaggio, leggere la porzione di indirizzo, determinare quale è il dispositivo indirizzato (o tutti i dispositivi, se il messaggio viene inviato in broadcast), e riconoscere quando il messaggio è stato completato. I messaggi parziali vengono rilevati e come risultato vengono impostati errori. I caratteri per la trasmissione devono essere in formato esadecimale da 00 a FF in ogni campo. Il convertitore di frequenza monitora continuamente il bus di rete, anche durante gli intervalli silenti. Quando viene ricevuto il primo campo (il campo di indirizzo), ogni convertitore di frequenza o dispositivo lo decodifica al fine di determinare la periferica indirizzata. I messaggi Modbus RTU con indirizzo zero sono messaggi broadcast. Non è consentita alcuna risposta a messaggi broadcast. Un message frame tipico è mostrato in *Tabella 3.33*.

| Avviamento  | Indirizzo | Funzione | Dati      | Controllo CRC | Fine        |
|-------------|-----------|----------|-----------|---------------|-------------|
| T1-T2-T3-T4 | 8 bit     | 8 bit    | N x 8 bit | 16 bit        | T1-T2-T3-T4 |

Tabella 3.33 Struttura tipica dei messaggi Modbus RTU

### 3.9.10.3 Campo Start/Stop

I messaggi iniziano con una pausa di almeno 3,5 intervalli di carattere. Questo è implementato come un multiplo di intervalli di carattere al baud rate selezionato della rete (mostrato come start T1-T2-T3-T4). Il primo campo che deve essere trasmesso è l'indirizzo del dispositivo. In seguito all'ultimo carattere trasmesso, un periodo simile di almeno 3,5 intervalli di carattere segna la fine del messaggio. Dopo questo periodo può iniziare un nuovo messaggio. L'intero frame del messaggio deve essere trasmesso come un flusso continuo. Se si verifica una pausa di oltre 1,5 caratteri prima che il frame sia completato, il dispositivo ricevente cancella il messaggio incompleto e assume che il byte successivo sarà il campo

di indirizzo di un nuovo messaggio. Allo stesso modo, se un nuovo messaggio inizia prima di 3,5 intervalli di caratteri dopo un messaggio precedente, il dispositivo ricevente lo considera una continuazione del messaggio precedente. Ciò provoca un timeout (nessuna risposta dallo slave) poiché il valore nel campo CRC finale non è valido per i messaggi combinati.

### 3.9.10.4 Campo di indirizzo

Il campo di indirizzo di un frame messaggio contiene 8 bit. Gli indirizzi validi del dispositivo slave sono compresi nell'intervallo 0-247 decimale. Al singolo dispositivo slave vengono assegnati indirizzi tra 1 e 247. (il valore 0 è riservato per il modo broadcast, riconosciuto da tutti gli slave). Un master indirizza uno slave inserendo l'indirizzo slave nel campo di indirizzo del messaggio. Quando lo slave invia la sua risposta, colloca il suo proprio indirizzo in questo campo di indirizzo per segnalare al master quale slave sta rispondendo.

### 3.9.10.5 Campo funzione

Il campo funzione di un frame messaggio contiene 8 bit. I codici validi sono compresi nell'intervallo tra 1 e FF. I campi funzione sono usati per la trasmissione di messaggi tra master e slave. Quando un messaggio viene inviato da un master a una periferica slave, il campo del codice funzione segnala allo slave l'azione che deve effettuare. Quando lo slave risponde al master, usa il campo codice funzione per indicare una risposta normale (senza errori) oppure per indicare che si è verificato un errore (chiamata risposta di eccezione). Per una risposta normale lo slave restituisce semplicemente il codice funzione originale. Per una risposta di eccezione, lo slave restituisce un codice che è equivalente al codice funzione originale con il suo bit più significativo impostato su 1 logico. Inoltre lo slave colloca un codice unico nel campo dati del messaggio di risposta. Questo codice segnala al master il tipo di errore occorso oppure la ragione dell'eccezione. Consultare anche *capitolo 3.9.10.10 Codici funzione supportati da Modbus RTU* e *capitolo 3.9.10.11 Codici di eccezione Modbus*.

### 3.9.10.6 Campo dati

Il campo dati è costruito usando serie di due cifre esadecimale nell'intervallo compreso tra 00 e FF esadecimale. Queste sono costituite da un carattere RTU. Il campo dati di messaggi inviati da un master a una periferica slave contiene informazioni che lo slave deve usare per effettuare l'azione definita dal codice funzione. Ciò può includere elementi come indirizzi di bobine o indirizzi registro, la quantità di elementi da gestire e il conteggio di byte di dati effettivi nel campo.

### 3.9.10.7 Campo di controllo CRC

I messaggi includono un campo per il controllo degli errori basato su un metodo di un controllo di ridondanza ciclica (CRC). Il campo CRC controlla i contenuti dell'intero messaggio. Viene applicato indipendentemente da qualsiasi metodo di controllo parità per i caratteri individuali del messaggio. Il dispositivo trasmittente calcola il valore CRC e quindi aggiunge il CRC come ultimo campo nel messaggio. Il dispositivo ricevente ricalcola un CRC durante la ricezione del messaggio e confronta il valore calcolato con il valore effettivo ricevuto nel campo CRC. Se i due valori non corrispondono, si verifica un timeout del bus. Il campo per il controllo degli errori contiene un valore binario a 16 bit implementato come due byte a 8 bit. Una volta effettuato questo, il byte di ordine inferiore del campo viene aggiunto per primo, seguito dal byte di ordine superiore. Il byte di ordine superiore CRC è l'ultimo byte inviato nel messaggio.

### 3.9.10.8 Indirizzamento del registro di bobina

In Modbus, tutti i dati sono organizzati in bobine e registri di mantenimento. Le bobine gestiscono un singolo bit, mentre i registri di mantenimento gestiscono una parola a 2 byte (16 bit). Tutti gli indirizzi di dati nei messaggi Modbus sono riferiti allo zero. Alla prima occorrenza di un elemento dati viene assegnato l'indirizzo dell'elemento numero 0. Per esempio: La bobina nota come *bobina 1* in un controllore programmabile viene indirizzata come il campo di indirizzo dati di un messaggio Modbus. La *bobina 127 in codice decimale* viene indirizzata come *coil 007EHEX (126 in codice decimale)*.

Il *registro di mantenimento 40001* viene indirizzato come *registro 0000* nel campo di indirizzo dati del messaggio. Il campo codice funzione specifica già un funzionamento 'registro di mantenimento'. Pertanto il riferimento 4XXXX è implicito. Il *registro di mantenimento 40108* viene indirizzato come *registro 006BHEX (107 in codice decimale)*.

| Numero di bobina | Descrizione   | Direzione del segnale |
|------------------|---|-----------------------|
| 1-16             | Convertitore di frequenza e parola di controllo.  | Dal master allo slave |
| 17-32            | Velocità del convertitore di frequenza o intervallo di riferimento setpoint 0x0-0xFFFF (-200% ... ~200%).   | Dal master allo slave |
| 33-48            | Parola di stato del convertitore di frequenza (vedere Tabella 3.36).  | Dallo slave al master |
| 49-64            | Modalità ad anello aperto: frequenza di uscita del convertitore di frequenza.<br>Modalità ad anello chiuso: segnale di retroazione convertitore di frequenza. | Dallo slave al master |
| 65               | Controllo di scrittura parametro (dal master allo slave).   | Dal master allo slave |
|                  | 0<br>= Le modifiche ai parametri vengono memorizzate nella RAM del convertitore di frequenza.   |                       |
|                  | 1<br>= Le modifiche ai parametri vengono memorizzate nella RAM e nella EEPROM del convertitore di frequenza.  |                       |
| 66-65536         | Riservato.  |                       |

Tabella 3.34 Descrizioni delle bobine

| Bobina | 0                             | 1                             |
|--------|-------------------------------|-------------------------------|
| 01     | Riferimento preimpostato, lsb |                               |
| 02     | Riferimento preimpostato, msb |                               |
| 03     | Freno CC                      | Nessun freno CC               |
| 04     | Arresto a ruota libera        | Nessun arresto a ruota libera |
| 05     | Arresto rapido                | Nessun arresto rapido         |
| 06     | Frequenza bloccata            | Nessuna freq. bloccata        |
| 07     | Arresto rampa                 | Avviamento                    |
| 08     | Nessun ripristino             | Ripristino                    |
| 09     | Nessuna marcia jog            | Jog                           |
| 10     | Rampa 1                       | Rampa 2                       |
| 11     | Dati non validi               | Dati validi                   |
| 12     | Relè 1 off                    | Relè 1 on                     |
| 13     | Relè 2 off                    | Relè 2 on                     |
| 14     | Setup LSB                     |                               |
| 15     | Setup MSB                     |                               |
| 16     | Nessuna inversione            | Inversione                    |

Tabella 3.35 Parola di controllo convertitore di frequenza (profilo FC)

| Bobina | 0                                    | 1                                |
|--------|--------------------------------------|----------------------------------|
| 33     | Comando non pronto                   | Comando pronto                   |
| 34     | Convertitore di frequenza non pronto | Convertitore di frequenza pronto |
| 35     | Arresto a ruota libera               | Chiuso per sicurezza             |
| 36     | Nessun allarme                       | Allarme                          |
| 37     | Non utilizzato                       | Non utilizzato                   |
| 38     | Non utilizzato                       | Non utilizzato                   |
| 39     | Non utilizzato                       | Non utilizzato                   |
| 40     | Nessun avviso                        | Avviso                           |
| 41     | Non nel riferimento                  | Nel riferimento                  |
| 42     | Modalità manuale                     | Modalità Automatico              |
| 43     | Fuori campo di freq.                 | Nel campo di frequenza           |
| 44     | Arrestato                            | In funzione                      |
| 45     | Non utilizzato                       | Non utilizzato                   |
| 46     | Nessun avviso tensione               | Avviso tensione                  |
| 47     | Non nel limite di corr.              | Limite di corrente               |
| 48     | Nessun avviso termico                | Termica Avviso                   |

Tabella 3.36 Parola di stato convertitore di frequenza (profilo FC)

| Numero di registro | Descrizione   |
|--------------------|---|
| 00001-00006        | Riservato   |
| 00007              | Ultimo codice di errore da un'interfaccia oggetto dati FC                             |
| 00008              | Riservato   |
| 00009              | Indice parametri <sup>1)</sup>  |
| 00010-00990        | Gruppo di parametri 000 (parametri da 0-01 a 0-99)                                    |
| 01000-01990        | Gruppo di parametri 100 (parametri da 1-00 a 1-99)                                    |
| 02000-02990        | Gruppo di parametri 200 (parametri da 2-00 a 2-99)                                    |
| 03000-03990        | Gruppo di parametri 300 (parametri da 3-00 a 3-99)                                    |
| 04000-04990        | Gruppo di parametri 400 (parametri da 4-00 a 4-99)                                    |
| ...                | ...   |
| 49000-49990        | Gruppo di parametri 4900 (parametri da 49-00 a 49-99)                                 |
| 50000              | Dati di ingresso: registro parola di controllo convertitore di frequenza (CTW).       |
| 50010              | Dati di ingresso: registro riferimento bus (REF).                                     |
| ...                | ...   |
| 50200              | Dati di uscita: registro parola di stato convertitore di frequenza (STW).             |
| 50210              | Dati di uscita: registro valore effettivo principale convertitore di frequenza (MAV). |

Tabella 3.37 Registri di mantenimento

1) Utilizzato per specificare il numero di indice da utilizzare quando si accede a un parametro indicizzato.

### 3.9.10.9 Controllo del convertitore di frequenza

I codici disponibili per l'uso nei campi funzione e nei campi dati di un messaggio Modbus RTU sono elencati in *capitolo 3.9.10.10 Codici funzione supportati da Modbus RTU* e *capitolo 3.9.10.11 Codici di eccezione Modbus*.

### 3.9.10.10 Codici funzione supportati da Modbus RTU

Modbus RTU supporta l'uso dei codici funzione (vedere *Tabella 3.38*) nel campo funzione di un messaggio.

| Funzione                              | Codice funzione (hex) |
|---------------------------------------|-----------------------|
| Lettura bobine                        | 1                     |
| Lettura registri di mantenimento      | 3                     |
| Scrittura bobina singola              | 5                     |
| Scrittura registro singolo            | 6                     |
| Scrittura bobine multiple             | F                     |
| Scrittura registri multipli           | 10                    |
| Ottieni comunicatore contatore eventi | B                     |
| Riporta ID slave                      | 11                    |

Tabella 3.38 Codici funzione

| Funzione    | Codice funzione | Codice sottofunzione | Sottofunzione  |
|-------------|-----------------|----------------------|--|
| Diagnostica | 8               | 1                    | Riavvia comunicazione                                      |
|             |                 | 2                    | Restituisce il registro diagnostico                        |
|             |                 | 10                   | Azzerare i contatori e il registro diagnostico             |
|             |                 | 11                   | Restituisce il conteggio dei messaggi bus                  |
|             |                 | 12                   | Restituisce il conteggio degli errori di comunicazione bus |
|             |                 | 13                   | Restituisce il conteggio degli errori slave                |
|             |                 | 14                   | Restituisce il conteggio dei messaggi slave                |

Tabella 3.39 Codici funzione e codici sottofunzione

### 3.9.10.11 Codici di eccezione Modbus

Per una spiegazione completa della struttura di una risposta del codice di eccezione, fare riferimento a *capitolo 3.9.10.5 Campo funzione*.

| Codice | Nome                        | Significato   |
|--------|-----------------------------|---|
| 1      | Funzione illecita           | Il codice funzione ricevuto nell'interrogazione non è un'azione consentita per il server (o slave). La causa può essere il fatto che il codice funzione è solo applicabile ai dispositivi più nuovi e non è stato implementato nell'unità selezionata. Potrebbe anche indicare che il server (o slave) è in uno stato sbagliato per elaborare una richiesta di questo tipo, ad esempio perché non è configurato ed è stato sollecitato di indicare i valori di registro.  |
| 2      | Indirizzo dati illecito     | L'indirizzo dati ricevuto nell'interrogazione non è un indirizzo consentito per il server (o slave). Più specificamente, non è valida la combinazione di numero di riferimento e lunghezza di trasferimento. Per un controllore con 100 registri, una richiesta con offset 96 e lunghezza 4 avrebbe successo, mentre una richiesta con offset 96 e lunghezza 5 genera l'eccezione 02.   |
| 3      | Valore dei dati illecito    | Un valore contenuto nel campo dati di interrogazione non è un valore consentito per un server (o slave). Questo indica un guasto nella struttura della parte residua di una richiesta complessa, ad esempio che la lunghezza implicita è scorretta. Specificatamente NON significa che un elemento di dati trasmesso per la memorizzazione in un registro abbia un valore al di fuori dell'ambito del programma applicativo poiché il protocollo Modbus non conosce il significato dei singoli valori nei singoli registri. |
| 4      | Guasto al dispositivo slave | Si è verificato un errore irreversibile mentre il server (o slave) tentava di eseguire l'azione richiesta.  |

Tabella 3.40 Codici di eccezione Modbus

## 3.9.11 Accesso ai parametri

### 3.9.11.1 Gestione dei parametri

Il PNU (numero di parametro) viene tradotto dall'indirizzo di registro contenuto nel messaggio di lettura o scrittura Modbus. Il numero di parametro viene convertito in Modbus come (10 x numero di parametro) decimale. Esempio: Lettura *parametro 3-12 Catch up/slow Down Value* (16 bit): Il registro di mantenimento 3120 contiene il valore dei parametri. Un valore di 1352 (decimale) significa che il parametro è impostato sul 12,52%

Letture *parametro 3-14 Rif. relativo preimpostato* (32 bit): I registri di mantenimento 3410 & 3411 contengono il valore

del parametro. Un valore di 11300 (decimale) significa che il parametro è impostato su 1113,00.

Per informazioni sui parametri, dimensione e indice di conversione, consultare la *guida alla programmazione*.

### 3.9.11.2 Memorizzazione di dati

La bobina 65 in codice decimale determina se i dati scritti in un convertitore di frequenza vengono memorizzati nell'EEPROM e nella RAM (bobina 65 = 1) oppure solo nella RAM (bobina 65=0).

### 3.9.11.3 IND (Index)

Alcuni parametri nel convertitore di frequenza sono parametri array, per esempio *parametro 3-10 Riferim preimp.* Poiché il Modbus non supporta gli array nei registri di mantenimento, il convertitore di frequenza ha riservato il registro di mantenimento 9 come puntatore all'array. Prima di leggere o scrivere un parametro array, impostare il registro di mantenimento su 9. L'impostazione del registro di mantenimento al valore di 2 fa sì che tutti i seguenti parametri array di lettura/scrittura siano nell'indice 2.

### 3.9.11.4 Blocchi di testo

Ai parametri memorizzati come stringhe di testo si accede allo stesso modo come agli altri parametri. La grandezza massima dei blocchi di testo è 20 caratteri. Se una richiesta di lettura per un parametro prevede più caratteri di quelli memorizzati dal parametro, la risposta viene troncata. Se la richiesta di lettura per un parametro prevede meno caratteri di quelli memorizzati dal parametro, la risposta viene riempita con spazi.

### 3.9.11.5 Fattore di conversione

Siccome un valore parametrico può essere trasmesso solo come numero intero, per trasmettere decimali è necessario usare un fattore di conversione.

### 3.9.11.6 Valori dei parametri

#### Tipi di dati standard

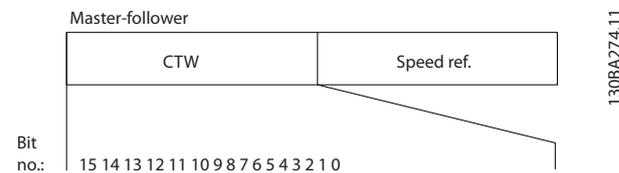
I tipi di dati standard sono int 16, int 32, uint 8, uint 16 e uint 32. Sono memorizzati come registri 4x (40001 – 4FFFF). I parametri vengono letti utilizzando la funzione 03 hex *Read Holding Registers* (Lettura registri di mantenimento). I parametri vengono scritti usando la funzione 6 hex *Preset Single Register* (Scrittura di un solo registro) per 1 registro (16 bit) e la funzione 10 hex *Preset Multiple Registers* (Scrittura di uno o più registri) per 2 registri (32 bit). Le grandezze leggibili vanno da 1 registro (16 bit) fino a 10 registri (20 caratteri).

#### Tipi di dati non standard

I tipi di dati non standard sono stringhe di testo e vengono memorizzati come registri 4x (40001–4FFFF). I parametri vengono letti usando la funzione 03 hex *Read Holding Registers* (Lettura registri di mantenimento) e scritti usando la funzione 10 hex *Preset Multiple Registers* (Scrittura di uno o più registri). Le grandezze leggibili vanno da 1 registro (2 caratteri) fino a 10 registri (20 caratteri).

### 3.9.12 Profilo di controllo convertitore di frequenza FC

#### 3.9.12.1 Parola di controllo secondo il Profilo FC (*parametro 8-10 Profilo di controllo=profilo FC*)



Disegno 3.56 Parola di controllo

| Bit | Valore del bit=0                 | Valore del bit=1         |
|-----|----------------------------------|--------------------------|
| 00  | Valore di riferimento            | Selezione esterna lsb    |
| 01  | Valore di riferimento            | Selezione esterna msb    |
| 02  | Freno CC                         | Rampa                    |
| 03  | Rotazione libera                 | Nessuna rotazione libera |
| 04  | Arresto rapido                   | Rampa                    |
| 05  | Mantenimento frequenza di uscita | Utilizzare rampa         |
| 06  | Arresto rampa                    | Avviamento               |
| 07  | Nessuna funzione                 | Ripristino               |
| 08  | Nessuna funzione                 | Jog                      |
| 09  | Rampa 1                          | Rampa 2                  |
| 10  | Dati non validi                  | Dati validi              |
| 11  | Nessuna funzione                 | Relè 01 attivo           |
| 12  | Nessuna funzione                 | Relè 02 attivo           |
| 13  | Programmazione parametri         | Selezione lsb            |
| 14  | Programmazione parametri         | Selezione msb            |
| 15  | Nessuna funzione                 | Inversione               |

Tabella 3.41 Bit parola di controllo

### Spiegazione dei bit di controllo

#### Bit 00/01

I bit 00 e 01 vengono utilizzati per scegliere fra i quattro valori di riferimento, preprogrammati in *parametro 3-10 Riferim preimp.* secondo *Tabella 3.42*.

| Valore di riferimento programmato | Parametro                                 | Bit 01 | Bit 00 |
|-----------------------------------|---|--------|--------|
| 1                                 | <i>Parametro 3-10 Riferim preimp.</i> [0] | 0      | 0      |
| 2                                 | <i>Parametro 3-10 Riferim preimp.</i> [1] | 0      | 1      |
| 3                                 | <i>Parametro 3-10 Riferim preimp.</i> [2] | 1      | 0      |
| 4                                 | <i>Parametro 3-10 Riferim preimp.</i> [3] | 1      | 1      |

Tabella 3.42 Valori di riferimento

### AVVISO!

Effettuare una selezione in *parametro 8-56 Selezione rif. preimpostato* per definire come il bit 00/01 si colleghi alla funzione corrispondente sugli ingressi digitali.

#### Bit 02, Freno CC

Bit 02=0 determina una frenatura in CC e l'arresto. La corrente di frenata e la durata sono impostate in *parametro 2-01 Corrente di frenatura CC* e *parametro 2-02 Tempo di frenata CC*.  
Bit 02=1 attiva la rampa.

#### Bit 03, Rotazione libera

Bit 03=0: Il convertitore di frequenza rilascia immediatamente il motore (i transistor di uscita sono spenti), e decelera in evoluzione libera fino all'arresto.  
Bit 03=1: Se le altre condizioni di avviamento sono soddisfatti, il convertitore di frequenza avvia il motore.

Effettuare una selezione in *parametro 8-50 Selezione ruota libera* per definire in che modo il bit 03 è collegato alla funzione corrispondente su un ingresso digitale.

#### Bit 04, Arresto rapido

Bit 04=0: Fa sì che la velocità del motore si riduca gradualmente fino ad arrestarsi (impostato in *parametro 3-81 Tempo rampa arr. rapido*).

#### Bit 05, Mantenimento frequenza di uscita:

Bit 05=0: La frequenza di uscita attuale (in Hz) viene bloccata. Cambiare la frequenza di uscita bloccata solo con gli ingressi digitali (da *parametro 5-10 Ingr. digitale morsetto 18* a *parametro 5-15 Ingr. digitale morsetto 33*) programmati su *Speed up* e *Slow-down*.

### AVVISO!

Se è attivo uscita congelata, arrestare il convertitore di frequenza nel modo seguente:

- Bit 03 arresto a ruota libera.
- Bit 02 frenatura in CC.
- Ingresso digitale (*parametro 5-10 Ingr. digitale morsetto 18* a *parametro 5-15 Ingr. digitale morsetto 33*) programmato su *Frenatura CC*, *Arresto a ruota libera* o *Ripristino e arresto a ruota libera*.

#### Bit 06, Arresto/ avviamento rampa

Bit 06=0: Provoca un arresto e fa sì che la velocità del motore effettui una rampa di discesa fino all'arresto mediante i parametri della rampa di discesa selezionati.  
Bit 06=1: Se le altre condizioni di avviamento sono soddisfatte, il convertitore di frequenza avvia il motore.

Effettuare una selezione in *parametro 8-53 Selez. avvio* per definire in che modo il bit 06 Arresto/avviamento rampa è collegato alla funzione corrispondente su un ingresso digitale.

#### Bit 07, Ripristino

Bit 07=0: Nessun ripristino.  
Bit 07=1: Ripristina uno scatto. Il ripristino è attivato sul fronte di salita del segnale, ad esempio durante il passaggio da 0 logico a 1 logico.

#### Bit 08, Jog

Bit 08=1: *Parametro 3-19 Velocità marcia jog [RPM]* determina la frequenza di uscita.

#### Bit 09, Selezione della rampa 1/2

Bit 09=0: È attiva la rampa 1 (da *parametro 3-41 Rampa 1 tempo di accel.* a *parametro 3-42 Rampa 1 tempo di decel.*).  
Bit 09=1: È attiva la rampa 2 (da *parametro 3-51 Rampa 2 tempo di accel.* a *parametro 3-52 Rampa 2 tempo di decel.*).

#### Bit 10, Dati non validi/dati validi

Comunicare al convertitore di frequenza se utilizzare o ignorare la parola di controllo.  
Bit 10=0: La parola di controllo viene ignorata.  
Bit 10=1: La parola di controllo viene utilizzata. Questa funzione è rilevante perché il telegramma contiene sempre la parola di controllo, indipendentemente dal tipo di telegramma. Disattivare la parola di controllo se non deve essere usata in occasione dell'aggiornamento o della lettura di parametri.

#### Bit 11, Relè 01

Bit 11=0: Relè non attivato.  
Bit 11=1: Relè 01 attivato, a condizione che in *parametro 5-40 Funzione relè* sia selezionato [36] *Bit 11 par. di contr.*

**Bit 12, Relè 04**

Bit 12=0: Il relè 04 non è attivato.

Bit 12=1: Relè 04 attivato, a condizione che in *parametro 5-40 Funzione relè* sia selezionato [37] *Bit 12 par. di contr.*

**Bit 13/14, Selezione del setup**

Utilizzare i bit 13 e 14 per scegliere fra i quattro setup di menu in base a *Tabella 3.43*.

| Setup | Bit 14 | Bit 13 |
|-------|--------|--------|
| 1     | 0      | 0      |
| 2     | 0      | 1      |
| 3     | 1      | 0      |
| 4     | 1      | 1      |

Tabella 3.43 Specifica dei setup di menu

La funzione è solo possibile se in *parametro 0-10 Setup attivo* è selezionato [9] *Multi setup*.

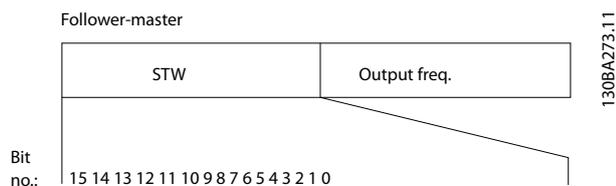
Effettuare una selezione in *parametro 8-55 Selez. setup* per definire come il bit 13/14 si colleghi alla funzione corrispondente sugli ingressi digitali.

**Bit 15 Inversione**

Bit 15=0: Nessuna inversione.

Bit 15=1: Inversione. Nell'impostazione di fabbrica, l'inversione è impostata in *parametro 8-54 Selez. inversione*. Il bit 15 determina un'inversione solo se viene selezionato [1] *Bus*, [2] *Logica AND* o [3] *Logica OR*

### 3.9.12.2 Parola di stato in base al profilo (STW) (*parametro 8-10 Profilo di controllo=profilo FC*)



Disegno 3.57 Parola di stato

| Bit | Bit=0                         | Bit=1                   |
|-----|-------------------------------|-------------------------|
| 00  | Comando non pronto            | Comando pronto          |
| 01  | C. freq. n. pr.               | Conv. freq. pronto      |
| 02  | Rotazione libera              | Abilitare               |
| 03  | Nessun errore                 | Scatto                  |
| 04  | Nessun errore                 | Errore (nessuno scatto) |
| 05  | Riservato                     | -                       |
| 06  | Nessun errore                 | Scatto bloccato         |
| 07  | Nessun avviso                 | Avviso                  |
| 08  | Velocità ≠ riferimento        | Velocità = riferimento  |
| 09  | Funzionamento locale          | Controllo bus           |
| 10  | Fuori dal limite di frequenza | Limite di frequenza OK  |

| Bit | Bit=0                        | Bit=1                       |
|-----|------------------------------|-----------------------------|
| 11  | Nessuna funzione             | In funzione                 |
| 12  | Convertitore di frequenza OK | Arrestato, avvio automatico |
| 13  | Tensione OK                  | Tensione superata           |
| 14  | Coppia OK                    | Coppia superata             |
| 15  | Temporizzatore OK            | Timer superato              |

Tabella 3.44 Bit parola di stato

**Spiegazione dei bit di stato**
**Bit 00, Controllo non pronto/pronto**

Bit 00=0: Il convertitore di frequenza scatta.

Bit 00=1: I comandi del convertitore di frequenza sono pronti ma la sezione di potenza non è necessariamente alimentata (in caso di alimentazione esterna a 24 V ai comandi).

**Bit 01, Convertitore di frequenza pronto**

Bit 01=1: Il convertitore di frequenza è pronto per funzionare ma è attivo il comando di rotazione libera tramite gli ingressi digitali o tramite la comunicazione seriale.

**Bit 02, arresto a ruota libera**

Bit 02=0: Il convertitore di frequenza rilascia il motore.

Bit 02=1: Il convertitore di frequenza avvia il motore con un comando di avviamento.

**Bit 03, Nessuno errore/scatto**

Bit 03=0: Il convertitore di frequenza non è in modalità di guasto.

Bit 03=1: Il convertitore di frequenza scatta. Per ripristinare il funzionamento, immettere [Reset].

**Bit 04, Nessun errore/errore (nessuno scatto)**

Bit 04=0: Il convertitore di frequenza non è in modalità di guasto.

Bit 04=1: Il convertitore di frequenza visualizza un errore ma non scatta.

**Bit 05, Non utilizzato**

Il bit 05 non è utilizzato nella parola di stato.

**Bit 06, Nessun errore/scatto bloccato**

Bit 06=0: Il convertitore di frequenza non è in modalità di guasto.

Bit 06=1: Il convertitore di frequenza è scattato e si è bloccato.

**Bit 07, No preallarme/avviso**

Bit 07=0: Non sono presenti avvisi.

Bit 07=1: È stato inviato un avviso.

**Bit 08, Velocità ≠ riferimento/velocità = riferimento**

Bit 08=0: Il motore è in funzione, ma la velocità attuale è diversa dalla velocità di riferimento preimpostata. Ciò può ad esempio avvenire quando la velocità accelera/decelera durante l'avviamento/arresto.

Bit 08=1: La velocità del motore corrisponde al riferimento di velocità preimpostato.

**Bit 09, Funzionamento locale/controllo bus**

Bit 09=0: [Stop/Reset] è attivato sull'unità di controllo oppure [2] *Controllo locale* è selezionato in *parametro 3-13 Sito di riferimento*. Il controllo tramite la comunicazione seriale non è possibile.  
 Bit 09=1 È possibile controllare il convertitore di frequenza mediante il bus di campo / la comunicazione seriale.

**Bit 10, Fuori dal limite di frequenza**

Bit 10=0: La frequenza di uscita ha raggiunto il valore impostato in *parametro 4-11 Lim. basso vel. motore [giri/min]* oppure *parametro 4-13 Lim. alto vel. motore [giri/min]*.  
 Bit 10=1: La frequenza di uscita rientra nei limiti definiti.

**Bit 11, Non in funzione/in funzione**

Bit 11=0: Il motore non è in funzione.  
 Bit 11=1: Il convertitore di frequenza ha ricevuto un segnale di avviamento oppure la frequenza di uscita è maggiore di 0 Hz.

**Bit 12, Convertitore di frequenza OK/arrestato, avviamento automatico**

Bit 12=0: L'inverter non è soggetto a temperatura eccessiva temporanea.  
 Bit 12=1: L'inverter si arresta a causa della sovratemperatura ma l'unità non scatta e continua a funzionare una volta cessata la sovratemperatura.

**Bit 13, Tensione OK/limite superato**

Bit 13=0: Non ci sono avvisi relativi alla tensione.  
 Bit 13=1: La tensione CC nel collegamento CC del convertitore di frequenza è troppo bassa o troppo alta.

**Bit 14, Coppia OK/limite superato**

Bit 14=0: La corrente motore è inferiore rispetto al limite di coppia selezionato in *parametro 4-18 Limite di corrente*.  
 Bit 14=1: Il limite di coppia in *parametro 4-18 Limite di corrente* è stato superato.

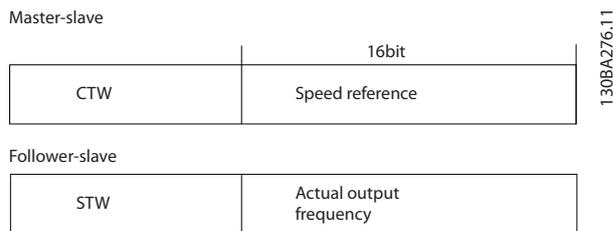
**Bit 15, Timer OK/limite superato**

Bit 15=0: I timer per la protezione termica del motore e per la protezione termica non hanno superato il 100%.  
 Bit 15=1: Uno dei timer ha superato il 100%.

Se il collegamento tra l'opzione InterBus e il convertitore di frequenza va perso o si è verificato un problema di comunicazione interno, tutti i bit nella parola di stato vengono impostati su 0.

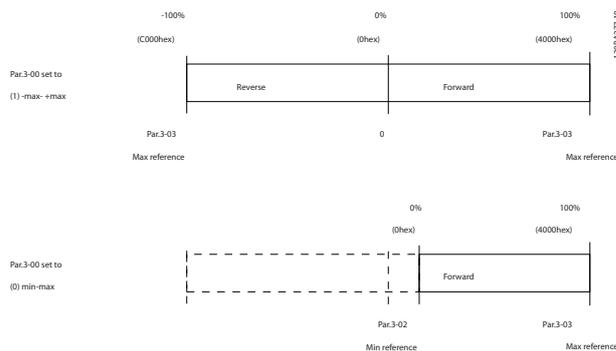
**3.9.12.3 Valore di riferimento della velocità bus**

Il valore di riferimento della velocità viene trasmesso al convertitore di frequenza come valore percentuale relativo. Il valore viene trasmesso sotto forma di una parola di 16 bit; in numeri interi (0-32767) il valore 16384 (4000 hex) corrisponde a 100%. I numeri negativi sono formattati con un complemento a 2. La frequenza di uscita attuale (MAV) viene messa in scala allo stesso modo del riferimento bus.



Disegno 3.58 Frequenza di uscita attuale (MAV)

Il riferimento e il MAV vengono demoltiplicati nel modo seguente:



Disegno 3.59 Riferimento e MAV

**3.9.12.4 Parola di controllo secondo il profilo PROFIdrive (CTW)**

La parola di controllo è utilizzata per inviare comandi da un master (per esempio un PC) a uno slave.

| Bit | Bit=0                            | Bit=1                    |
|-----|----------------------------------|--------------------------|
| 00  | Off 1                            | On 1                     |
| 01  | Off 2                            | On 2                     |
| 02  | Off 3                            | On 3                     |
| 03  | Rotazione libera                 | Nessuna rotazione libera |
| 04  | Arresto rapido                   | Rampa                    |
| 05  | Mantenimento frequenza di uscita | Utilizzare rampa         |
| 06  | Arresto rampa                    | Avviamento               |
| 07  | Nessuna funzione                 | Ripristino               |
| 08  | Marcia jog 1 Off                 | Marcia jog 1 On          |
| 09  | Marcia jog 2 Off                 | Marcia jog 2 On          |
| 10  | Dati non validi                  | Dati validi              |
| 11  | Nessuna funzione                 | Slow down                |
| 12  | Nessuna funzione                 | Catch up                 |
| 13  | Programmazione parametri         | Selezione lsb            |
| 14  | Programmazione parametri         | Selezione msb            |
| 15  | Nessuna funzione                 | Inversione               |

Tabella 3.45 Bit parola di controllo

**Spiegazione dei bit di controllo****Bit 00, OFF 1/ON 1**

Arresti rampa normali che utilizzano i tempi di rampa della rampa attualmente selezionata.

Bit 00=0 provoca l'arresto e l'attivazione del relè di uscita 1 o 2, se la frequenza di uscita è 0 Hz e se [31] Relè 123 è stato selezionato in *parametro 5-40 Funzione relè*.

Quando il bit 0=1, il convertitore di frequenza è nello Stato 1: *Accensione inibita*.

**Bit 01, Off 2/On 2**

Arresto a ruota libera

Quando il bit 01=0, si verifica un arresto a ruota libera e si attiva il relè di uscita 1 o 2, se la frequenza di uscita è 0 Hz e se è stato selezionato [31] Relè 123 in *parametro 5-40 Funzione relè*.

**Bit 02, Off 3/On 3**

L'arresto rapido utilizza il tempo di rampa di *parametro 3-81 Tempo rampa arr. rapido*. Quando il bit 02=0, si verifica un arresto rapido e si attiva il relè di uscita 1 o 2, se la frequenza di uscita è 0 Hz e se è stato selezionato [31] Relè 123 in *parametro 5-40 Funzione relè*.

Quando il bit 02=1, il convertitore di frequenza è nello Stato 1: *Accensione inibita*.

**Bit 03, Evoluzione libera/nessuna evoluzione libera**

Arresto a ruota libera bit 03=0 provoca un arresto. Se le altre condizioni sono soddisfatte quando il bit 03=1, il convertitore di frequenza può avviarsi.

**AVVISO!**

La selezione in *parametro 8-50 Selezione ruota libera* determina come il bit 03 si combina con la corrispondente funzione degli ingressi digitali.

**Bit 04, Arresto rapido/rampa**

L'arresto rapido utilizza il tempo di rampa di *parametro 3-81 Tempo rampa arr. rapido*.

Quando il bit 04=0, si verifica un arresto rapido. Se le altre condizioni di avvio sono soddisfatte quando il bit 04=1, il convertitore di frequenza può avviarsi.

**AVVISO!**

La selezione in *parametro 8-51 Quick Stop Select* determina come il bit 04 si combina con la corrispondente funzione degli ingressi digitali.

**Bit 05, Mantenimento frequenza di uscita /Utilizzo rampa**

Quando il bit 05=0, la frequenza di uscita attuale viene mantenuta anche se il valore di riferimento è cambiato. Quando il bit 05=1, il convertitore di frequenza torna a svolgere la sua funzione di regolazione; Il funzionamento avviene secondo il rispettivo valore di riferimento.

**Bit 06, Arresto/ avviamento rampa**

Arresto rampa normale che utilizza i tempi di rampa della rampa attuale come selezionati. Inoltre, attivazione del relè di uscita 01 o 04 se la frequenza di uscita è 0 Hz e se il [31] Relè 123 è stato selezionato in *parametro 5-40 Funzione relè*.

Bit 06=0 determina un arresto.

Se le altre condizioni di avvio sono soddisfatte quando il bit 06=1, il convertitore di frequenza può avviarsi.

**AVVISO!**

La selezione in *parametro 8-53 Selez. avvio determina come il bit 06 si combini con la funzione corrispondente degli ingressi digitali*.

**Bit 07, Nessuna funzione/ripristino**

Ripristino dopo il disinserimento. Conferma l'evento nel buffer di errori.

Quando il bit 07=0, non avviene nessun ripristino. Quando c'è un cambiamento di pendenza del bit 07 a 1, dopo lo spegnimento viene effettuato un ripristino.

**Bit 08, Marcia jog 1 Off/On**

L'attivazione della velocità preprogrammata in *parametro 8-90 Bus Jog 1 velocità*. JOG 1 è possibile solo se bit 04=0 e bit 00-03=1.

**Bit 09, Marcia jog 2 Off/On**

Attivazione della velocità preprogrammata in *parametro 8-91 Bus Jog 2 velocità*. Jog 2 è possibile solo se bit 04=0 e bit 00-03=1.

**Bit 10, Dati non validi/validi**

Viene usato per comunicare al convertitore di frequenza se utilizzare o ignorare la parola di controllo. Il bit 10=0 fa sì che la parola di controllo venga ignorata. Il bit 10=1 fa sì che venga usata la parola di controllo. Questa funzione è importante in quanto la parola di controllo è sempre contenuta nel telegramma, indipendentemente dal tipo di telegramma usato. Se non dovrebbe essere usato per aggiornare o leggere i parametri, è possibile disattivare la parola di controllo.

**Bit 11, Nessuna funzione/slow down**

Viene utilizzato per ridurre il valore di riferimento di velocità della quantità indicata in *parametro 3-12 Catch up/ slow Down Value*.

Quando il bit 11=0, non avviene alcuna modifica del valore di riferimento.

Quando il bit 11=1, viene ridotto il valore di riferimento.

**Bit 12, Nessuna funzione/catch-up**

Viene utilizzato per aumentare il valore di riferimento di velocità della quantità indicata in *parametro 3-12 Catch up/ slow Down Value*.

Quando il bit 12=0, non avviene alcuna modifica del valore di riferimento.

Quando il bit 12=1, il valore di riferimento viene aumentato.

Se sono attivate sia la decelerazione che l'accelerazione (bit 11 e 12=1), la decelerazione ha la priorità, vale a dire che il valore di riferimento di velocità viene ridotto.

#### Bit 13/14, Selezione del setup

I bit 13 e 14 sono usati per selezionare tra quattro programmazioni parametri in base a *Tabella 3.46*.

La funzione è solo possibile se [9] *Multi setup* è selezionato in *parametro 0-10 Setup attivo*. La selezione in *parametro 8-55 Selez. setup* determina in che modo i bit 13 e 14 vengono collegati con la rispettiva funzione degli input digitali. La modifica del setup durante il funzionamento è possibile solo se i setup sono stati collegati in *parametro 0-12 Questo setup collegato a*.

| Setup | Bit 13 | Bit 14 |
|-------|--------|--------|
| 1     | 0      | 0      |
| 2     | 1      | 0      |
| 3     | 0      | 1      |
| 4     | 1      | 1      |

Tabella 3.46 Selezione del setup

#### Bit 15, Nessuna funzione/Inversione

Bit 15=0 non provoca alcuna inversione.

Bit 15=1 provoca l'inversione.

### AVVISO!

Nell'impostazione di fabbrica, l'inversione è impostata su [0] *Ingr. digitale in parametro 8-54 Selez. inversione*.

### AVVISO!

Il bit 15 determina un'inversione solo se in *parametro 8-54 Selez. inversione* viene selezionato [1] *Bus*, [2] *Logica AND* o [3] *Logica OR*.

### 3.9.12.5 Parola di stato secondo il profilo PROFIdrive (STW)

La parola di stato viene usata per informare il master (per esempio un PC) sullo stato di uno slave.

| Bit | Bit=0                         | Bit=1                  |
|-----|-------------------------------|------------------------|
| 00  | Comando non pronto            | Comando pronto         |
| 01  | C. freq. n. pr.               | Conv. freq. pronto     |
| 02  | Rotazione libera              | Abilitare              |
| 03  | Nessun errore                 | Scatto                 |
| 04  | Off 2                         | On 2                   |
| 05  | Off 3                         | On 3                   |
| 06  | Avviamento possibile          | Avviamento impossibile |
| 07  | Nessun avviso                 | Avviso                 |
| 08  | Velocità≠riferimento          | Velocità=riferimento   |
| 09  | Funzionamento locale          | Controllo bus          |
| 10  | Fuori dal limite di frequenza | Limite di frequenza OK |
| 11  | Nessuna funzione              | In funzione            |

| Bit | Bit=0                        | Bit=1                       |
|-----|------------------------------|-----------------------------|
| 12  | Convertitore di frequenza OK | Arrestato, avvio automatico |
| 13  | Tensione OK                  | Tensione superata           |
| 14  | Coppia OK                    | Coppia superata             |
| 15  | Temporizzatore OK            | Timer superato              |

Tabella 3.47 Bit parola di stato

#### Spiegazione dei bit di stato

##### Bit 00, Controllo non pronto/pronto

Quando il bit 00=0, il bit 00, 01 o 02 della parola di controllo è 0 (OFF 1, OFF 2 o OFF 3) – altrimenti il convertitore di frequenza viene disinserito (scatta).

Quando il bit 00=1, il convertitore di frequenza è pronto, ma non è necessariamente presente alimentazione elettrica per l'unità (nel caso di un'alimentazione esterna a 24 V del sistema di controllo).

##### Bit 01, convertitore di frequenza non pronto/pronto

Stesso significato del bit 00, ma con alimentazione dell'unità. Il convertitore di frequenza è pronto quando riceve i necessari segnali di avviamento.

##### Bit 02, Rotazione libera/Abilitazione

Quando il bit 02=0, il bit 00, 01 o 02 della parola di controllo è 0 (Off 1, Off 2 o Off 3 o evoluzione libera) - altrimenti il convertitore di frequenza viene disinserito (scatta).

Quando il bit 02=1, il bit 00, 01 o 02 della parola di controllo è 1; il convertitore di frequenza non è scattato.

##### Bit 03, nessuno errore/scatto:

Quando il bit 03=0, non esiste nessuna condizioni di errore del convertitore di frequenza.

Quando il bit 03=1, il convertitore di frequenza è scattato e richiede un segnale di ripristino prima di poter avviarsi.

##### Bit 04, On 2/Off 2

Quando il bit 01 della parola di controllo è 0, il bit 04=0.

Quando il bit 01 della parola di controllo è 1, il bit 04=1.

##### Bit 05, On 3/Off 3

Quando il bit 02 della parola di controllo è 0, il bit 05=0.

Quando il bit 02 della parola di controllo è 1, il bit 05=1.

##### Bit 06, Avvio possibile/avvio non possibile

Se in *parametro 8-10 Profilo di controllo* è stato selezionato [1] *PROFIdrive*, il bit 06 sarà 1 dopo la conferma del disinserimento, dopo l'attivazione di Off2 or Off3 e dopo l'inserimento della tensione di rete, *Avvio non possibile* viene resettato, con il bit 00 della parola di controllo impostato su 0 ed i bit 01, 02 e 10 impostati su 1.

##### Bit 07, Nessun avviso/avviso

Bit 07=0 significa che non ci sono avvisi.

Bit 07=1 significa che è stato emesso un avviso.

##### Bit 08, Velocità≠riferimento/velocità=riferimento

Quando il bit 08=0, l'attuale velocità del motore si scosta dal valore di riferimento della velocità impostato. Questo può avvenire, per esempio, quando la velocità viene

modificata durante l'avviamento/arresto attraverso la rampa di accelerazione/decelerazione.

Quando il bit 08=1, l'attuale velocità del motore corrisponde al valore di riferimento della velocità impostato.

#### **Bit 09, Funzionamento locale/controllo bus:**

Bit 09=0 indica che il convertitore di frequenza è stato arrestato tramite [Stop] sull'LCP, o che in *parametro 3-13 Sito di riferimento* è stato selezionato [0] *Collegato Man./Auto* or [2] *Locale*.

Quando il bit 09=1, il convertitore di frequenza può essere controllato attraverso l'interfaccia seriale.

#### **Bit 10, Fuori dal limite di frequenza/limite di frequenza OK**

Se bit 10=0, la frequenza di uscita è al di fuori dei limiti impostati in *parametro 4-52 Avviso velocità bassa* e *parametro 4-53 Avviso velocità alta*.

Quando il bit 10=1, la frequenza di uscita rientra nei limiti indicati.

#### **Bit 11, Nessuna funzione /Funzione**

Quando il bit 11=0, il motore non gira.

Quando il bit 11=1, il convertitore di frequenza ha ricevuto un segnale di avviamento oppure la frequenza di uscita superiore a 0 Hz.

#### **Bit 12, Convertitore di frequenza OK/stallo, avviamento automatico**

Quando il bit 12=0, l'inverter non è soggetto a un sovraccarico temporaneo.

Quando il bit 12=1, l'inverter si è arrestato a causa di un sovraccarico. Tuttavia, il convertitore di frequenza non viene disinserito (scatta) e si riavvia una volta terminato il sovraccarico.

#### **Bit 13, Tensione OK/tensione superata:**

Quando il bit 13=0, non vengono superati i limiti di tensione del convertitore di frequenza.

Quando il bit 13=1, la tensione diretta nel collegamento CC del convertitore di frequenza è troppo bassa o troppo alta.

#### **Bit 14, Coppia OK/Coppia superata**

Se bit 14=0, la coppia motore è inferiore al limite selezionato in *parametro 4-16 Lim. di coppia in modo motore* e *parametro 4-17 Lim. di coppia in modo generatore*.

Se il bit 14=1, il limite selezionato in *parametro 4-16 Lim. di coppia in modo motore* o *parametro 4-17 Lim. di coppia in modo generatore* è stato superato.

#### **Bit 15, Timer OK/Timer superato**

Quando il bit 15=0, i timer per la protezione termica del motore e la protezione termica del convertitore di frequenza non hanno superato il 100%.

Quando il bit 15=1, uno dei timer ha superato il 100%.

### 3.10 Lista di controllo della progettazione

Tabella 3.48 fornisce una lista di controllo che integra un convertitore di frequenza in un sistema di controllo del motore. La lista è intesa come promemoria delle categorie e opzioni generali necessarie per specificare i requisiti di sistema.

| Categoria                                     | Dettagli                   | Note | <input type="checkbox"/> |
|---|----------------------------|------|--------------------------|
| <b>Modello FC</b>                             |                            |      |                          |
| <b>Potenza</b>                                |                            |      |                          |
|   | Volt                       |      |                          |
|   | Corrente                   |      |                          |
| <b>Fisica</b>                                 |                            |      |                          |
|   | Dimensioni                 |      |                          |
|   | Peso                       |      |                          |
| <b>Condizioni ambientali di funzionamento</b> |                            |      |                          |
|   | Temperatura                |      |                          |
|   | Altitudine                 |      |                          |
|   | Umidità                    |      |                          |
|   | Qualità dell'aria/polvere  |      |                          |
|   | Requisiti di declassamento |      |                          |
| <b>Dimensione contenitore</b>                 |                            |      |                          |
| <b>Ingresso</b>                               |                            |      |                          |
| <b>Cavi</b>                                   |                            |      |                          |
|   | Tipo                       |      |                          |
|   | Lunghezza                  |      |                          |
| <b>Fusibili</b>                               |                            |      |                          |
|   | Tipo                       |      |                          |
|   | Dimensioni                 |      |                          |
|   | Potenza nominale           |      |                          |
| <b>Opzioni</b>                                |                            |      |                          |
|   | Connettori                 |      |                          |
|   | Contatti                   |      |                          |
|   | Filtri                     |      |                          |
| <b>Uscita</b>                                 |                            |      |                          |
| <b>Cavi</b>                                   |                            |      |                          |
|   | Tipo                       |      |                          |
|   | Lunghezza                  |      |                          |
| <b>Fusibili</b>                               |                            |      |                          |
|   | Tipo                       |      |                          |
|   | Dimensioni                 |      |                          |
|   | Potenza nominale           |      |                          |
| <b>Opzioni</b>                                |                            |      |                          |
|   | Filtri                     |      |                          |
| <b>Controllo</b>                              |                            |      |                          |
| <b>Cablaggio</b>                              |                            |      |                          |
|   | Tipo                       |      |                          |
|   | Lunghezza                  |      |                          |
|   | Collegamenti morsetti      |      |                          |
| <b>Comunicazione</b>                          |                            |      |                          |
|   | Protocollo                 |      |                          |
|   | Collegamento               |      |                          |
|   | Cablaggio                  |      |                          |
| <b>Opzioni</b>                                |                            |      |                          |
|   | Connettori                 |      |                          |

| Categoria                                  | Dettagli                          | Note | <input type="checkbox"/> |
|--|-----------------------------------|------|--------------------------|
|  | Contatti                          |      |                          |
|  | Filtri                            |      |                          |
| <b>Motore</b>                              |                                   |      |                          |
|  | Tipo                              |      |                          |
|  | Potenza nominale                  |      |                          |
|  | Tensione                          |      |                          |
|  | Opzioni                           |      |                          |
| <b>Attrezzi e apparecchiature speciali</b> |                                   |      |                          |
|  | Movimentazione e immagazzinamento |      |                          |
|  | Montaggio                         |      |                          |
|  | Collegamento della rete           |      |                          |

Tabella 3.48 Lista di controllo della progettazione

## 4 Esempi applicativi

### 4.1 Esempi applicativi

Il VLT® Refrigeration Drive FC 103 è concepito per applicazioni di refrigerazione. L'ampia gamma di caratteristiche standard e opzionali includono uno SmartStart ottimizzato:

- **Alternanza del motore**  
La funzionalità di alternanza del motore è adatta per applicazioni (per esempio applicazioni con ventilatore o pompa) con 2 motori che condividono 1 convertitore di frequenza.

#### **AVVISO!**

**Non usare l'alternanza del motore con compressori.**

- **Controllo centrale**  
La regolazione in cascata di base è installata di serie, con una capacità di fino a 3 compressori. Il controllo centrale fornisce il controllo di velocità di un singolo compressore in un gruppo compressore. Per il controllo di fino a 6 compressori, usare la VLT® Extended Relay Card MCB 113.
- **Controllo temperatura di condensazione fluttuante**  
Fa risparmiare denaro monitorando la temperatura esterna e consentendo alla temperatura di condensazione di essere il più bassa possibile, il che riduce la velocità della ventola e il consumo energetico.
- **Gestione ritorno olio**  
La gestione ritorno olio migliora l'affidabilità e la durata del compressore e garantisce la corretta lubrificazione, monitorando il compressore a velocità variabile. Se è stato in funzione per un certo tempo, accelera per ritornare l'olio al serbatoio dell'olio.
- **Monitoraggio alta e bassa pressione**  
Fa risparmiare denaro riducendo la necessità di ripristini sul posto. Il convertitore di frequenza monitora la pressione nel sistema e, se la pressione raggiunge un livello prossimo al livello che attiva la valvola di arresto, il convertitore di frequenza effettua un arresto di sicurezza, e si riavvia poco dopo.
- **STO**  
STO consente Safe Torque Off (ruota libera) quando si presenta una situazione critica.

- **Modo pausa**  
La funzione modo pausa consente di risparmiare energia arrestando la pompa quando non esiste alcun fabbisogno.
- Orologio in tempo reale.
- **Smart logic control (SLC)**  
L'SLC comprende la programmazione di una sequenza formata da eventi e azioni. L'SLC offre un'ampia gamma di funzioni PLC usando comparatori, regole logiche e timer.

### 4.2 Funzioni selezionate dell'applicazione

#### 4.2.1 SmartStart

Per configurare il convertitore di frequenza nel modo più efficiente e logico, il testo e il linguaggio utilizzati nel convertitore di frequenza sono perfettamente comprensibili per i tecnici e gli installatori specializzati nel campo della refrigerazione. Per rendere l'installazione ancor più efficiente, il menu della procedura guidata guida l'utente nella configurazione del convertitore di frequenza in modo chiaro e strutturato.

Sono supportate le seguenti applicazioni:

- Controllo di più compressori.
- Ventilatore con condensatori multipli, torre di raffreddamento / condensazione evaporativa.
- Ventola e pompa singola.
- Sistema di pompaggio.

La funzionalità viene attivata alla prima accensione, dopo un ripristino di fabbrica oppure dal menu rapido. Quando si attiva la procedura guidata, il convertitore di frequenza richiede le informazioni necessarie per eseguire l'applicazione.

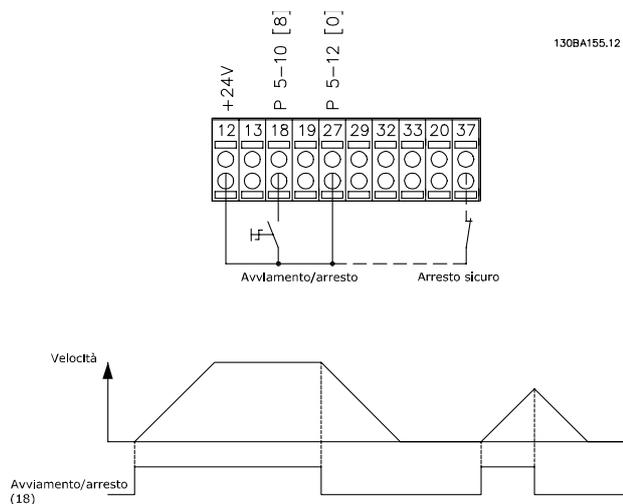
4

4.2.2 Avviamento/arresto

Morsetto 18 = Avviamento/arresto *parametro 5-10 Ingr. digitale morsetto 18 [8] Avviamento.*  
 Morsetto 27 = Nessuna funzione *parametro 5-12 Ingr. digitale morsetto 27 [0] Nessuna funzione (per default [2] Evol. libera neg.)*

*Parametro 5-10 Ingr. digitale morsetto 18 = [8] Avviamento (default).*

*Parametro 5-12 Ingr. digitale morsetto 27 = [2] Evol. libera neg. (default).*



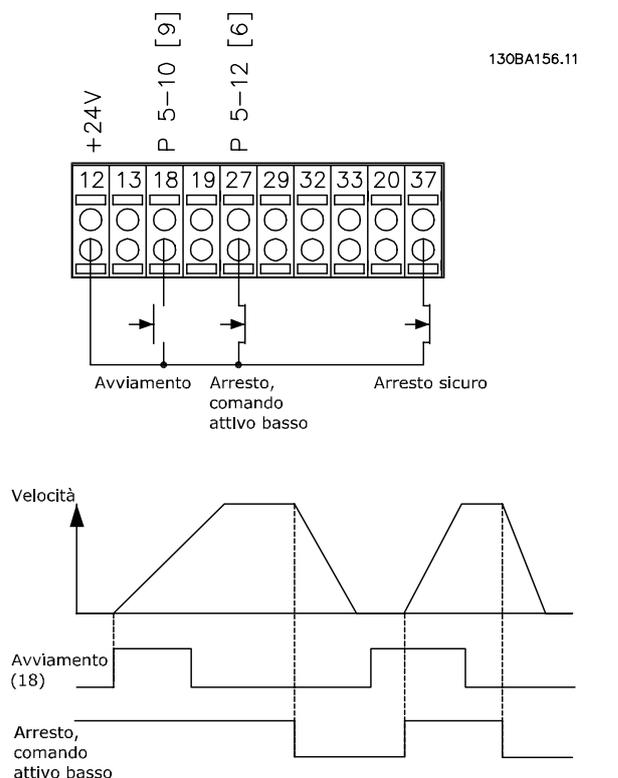
Disegno 4.1 Morsetto 37: Disponibile solo con la funzione Safe Torque Off (STO)

4.2.3 Avviamento/arresto a impulsi

Morsetto 18 = avviamento/arresto *parametro 5-10 Ingr. digitale morsetto 18 [9] Avv. a impulsi*  
 Morsetto 27 = Arresto *parametro 5-12 Ingr. digitale morsetto 27 [6] Stop (negato).*

*Parametro 5-10 Ingr. digitale morsetto 18 = [9] Avv. a impulsi.*

*Parametro 5-12 Ingr. digitale morsetto 27 = [6] Stop (negato).*



Disegno 4.2 Morsetto 37: disponibile solo con la funzione STO

### 4.2.4 Riferimento del potenziometro

Riferimento tensione mediante potenziometro.

Parametro 3-15 Risorsa di rif. 1 [1] = Ingr. analog. 53

Parametro 6-10 Tens. bassa morsetto 53 = 0 V

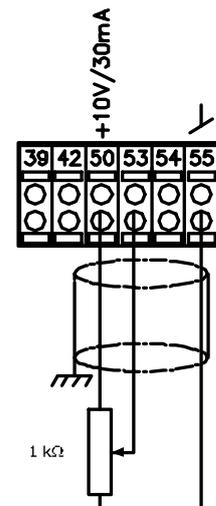
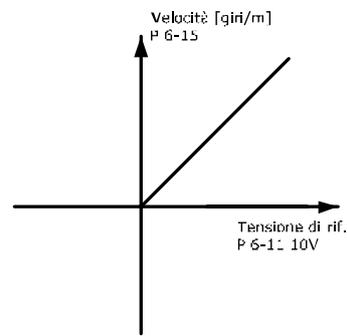
Parametro 6-11 Tensione alta morsetto 53 = 10 V

Parametro 6-14 Rif.basso/val.retroaz.morsetto 53 = 0 giri/min.

Parametro 6-15 Rif. alto/valore retroaz. morsetto 53 = 1.500 giri/min.

Interruttore S201 = OFF (U)

130BA257.10



Disegno 4.3 Riferimento tensione mediante potenziometro

4

### 4.3 Esempi di setup dell'applicazione

Gli esempi di questa sezione fungono da riferimento rapido per le applicazioni standard.

- Le impostazioni dei parametri corrispondono ai valori locali predefiniti (selezionati in *parametro 0-03 Impostazioni locali*) se non diversamente specificato.
- Accanto ai disegni sono mostrati i parametri associati ai morsetti e alle relative impostazioni.
- Sono visualizzate anche le impostazioni richieste dell'interruttore per i morsetti analogici A53 o A54.

#### **AVVISO!**

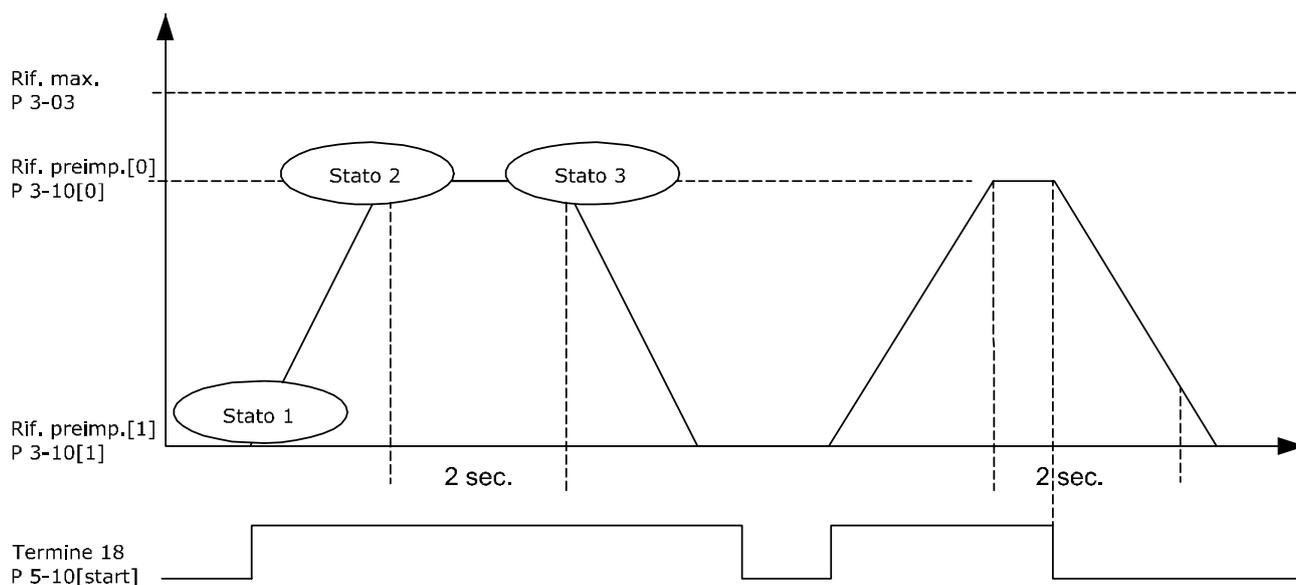
Quando viene usata la funzionalità opzionale STO, potrebbe essere necessario montare un ponticello tra il morsetto 12 (o 13) e il morsetto 37 per assicurare il funzionamento del convertitore di frequenza con i valori di programmazione impostati in fabbrica.

#### Esempio applicativo SLC

##### Una sequenza 1:

1. Avviamento.
2. Accelerazione.
3. Funzionamento alla velocità di riferimento 2s.
4. Decelerazione.
5. Mantenere l'albero fino all'arresto.

4



130BA157.11

Disegno 4.4 Accelerazione/Decelerazione

Impostare i tempi di rampa in *parametro 3-41 Rampa 1 tempo di accel.* e *parametro 3-42 Rampa 1 tempo di decel.* ai tempi desiderati.

$$t_{rampa} = \frac{t_{acc} \times n_{norm} (par. 1 - 25)}{rif [Giri/min.]}$$

Impostare il morsetto 27 su [0] *Nessuna funzione (parametro 5-12 Ingr. digitale morsetto 27)*

Impostare il riferimento preimpostato 0 alla prima velocità preimpostata (*parametro 3-10 Riferim preimp. [0]*) come percentuale della velocità di riferimento massima (*parametro 3-03 Riferimento max.*). Esempio: 60%

Impostare il riferimento preimpostato 1 alla seconda velocità preimpostata (*parametro 3-10 Riferim preimp. [1]*) Ad esempio: 0% (zero).

Impostare il contatore 0 su velocità di funzionamento costante in *parametro 13-20 Timer regolatore SL [0]*. Esempio: 2 s

Impostare Evento 1 in *parametro 13-51 Evento regol. SL [1]* su [1] *Vero*.

Impostare Evento 2 in *parametro 13-51 Evento regol. SL [2]* su [4] *Riferimento on*.

Impostare Evento 3 in *parametro 13-51 Evento regol. SL [30]* *Timeout 0*.

Impostare Evento 4 in *parametro 13-51 Evento regol. SL [4]* su [0] *Falso*.

Impostare Azione 1 in *parametro 13-52 Azione regol. SL [1]* su [10] *Selez. rif. preimp. 0*.

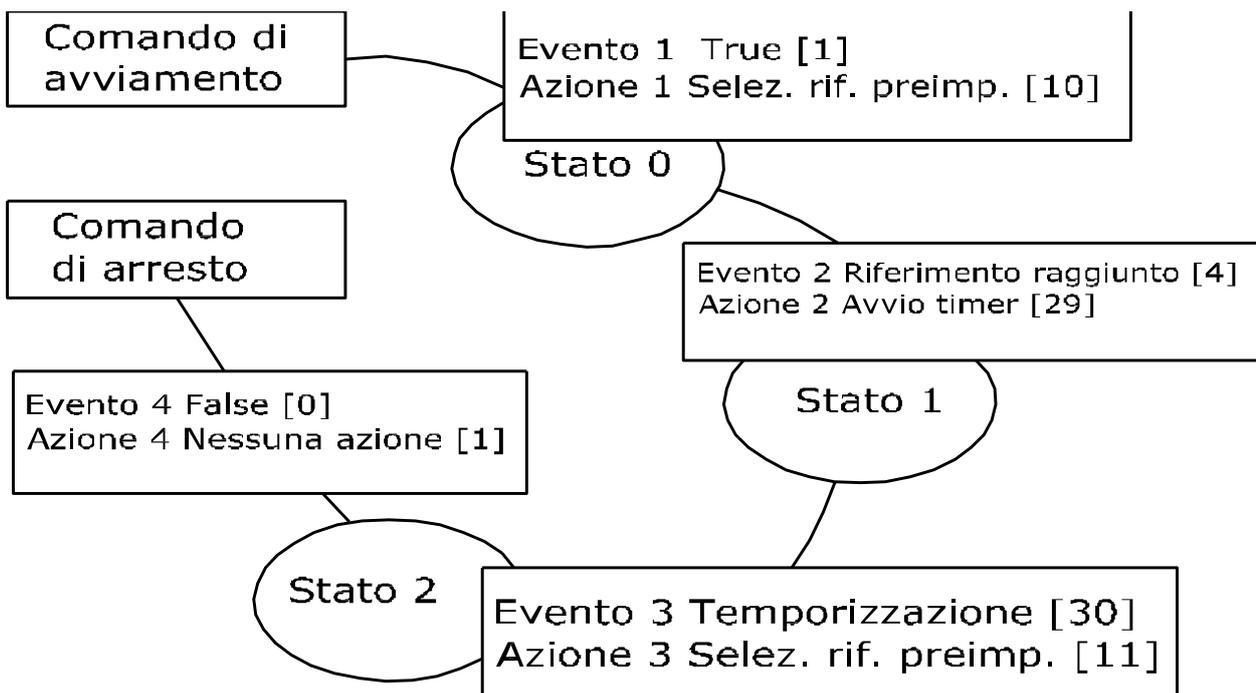
Impostare Azione 2 in *parametro 13-52 Azione regol. SL [2]* su [29] *Avvio timer 0*.

Impostare Azione 3 in *parametro 13-52 Azione regol. SL [3]* su [11] *Selez. rif. preimp. 1*.

Impostare Azione 4 *parametro 13-52 Azione regol. SL [4]* su [1] *Nessun'azione*.

Impostare il *parametro 13-00 Modo regol. SL* su ON.

Il comando di avviamento/arresto viene applicato al morsetto 18. Se viene applicato un segnale di arresto, il convertitore di frequenza effettua una rampa di discesa e fa girare il motore in evoluzione libera.



130BA148.11

Disegno 4.5 Esempio applicativo SLC

4.3.1 Retroazione

|       |    | Parametri   |              |
|-------|----|---|--------------|
| FC    |    | Funzione  | Impostazione |
| +24 V | 12 | Parametro 6-22<br>Corr. bassa<br>morsetto 54                  | 4 mA*        |
| +24 V | 13 |   |              |
| D IN  | 18 |   |              |
| D IN  | 19 |   |              |
| COM   | 20 | Parametro 6-23<br>Corrente alta<br>morsetto 54                | 20 mA*       |
| D IN  | 27 |   |              |
| D IN  | 29 | Parametro 6-24<br>Rif.basso/<br>val.retroaz.mors<br>etto 54   | 0*           |
| D IN  | 32 |   |              |
| D IN  | 33 | Parametro 6-25<br>Rif. alto/valore<br>retroaz.<br>morsetto 54 | 50*          |
| D IN  | 37 |   |              |
| +10 V | 50 | * = Valore predefinito  |              |
| A IN  | 53 |   |              |
| A IN  | 54 |   |              |
| COM   | 55 |   |              |
| A OUT | 42 | <b>Note/commenti:</b><br>D IN 37 è opzionale.                 |              |
| COM   | 39 |   |              |

Tabella 4.1 Trasduttore retroazione di corrente analogico

|       |    | Parametri   |              |
|-------|----|---|--------------|
| FC    |    | Funzione  | Impostazione |
| +24 V | 12 | Parametro 6-20<br>Tens. bassa<br>morsetto 54                  | 0,07 V*      |
| +24 V | 13 |   |              |
| D IN  | 18 |   |              |
| D IN  | 19 |   |              |
| COM   | 20 | Parametro 6-21<br>Tensione alta<br>morsetto 54                | 10 V*        |
| D IN  | 27 |   |              |
| D IN  | 29 | Parametro 6-24<br>Rif.basso/<br>val.retroaz.mors<br>etto 54   | 0*           |
| D IN  | 32 |   |              |
| D IN  | 33 | Parametro 6-25<br>Rif. alto/valore<br>retroaz.<br>morsetto 54 | 50*          |
| D IN  | 37 |   |              |
| +10 V | 50 | * = Valore predefinito  |              |
| A IN  | 53 |   |              |
| A IN  | 54 |   |              |
| COM   | 55 |   |              |
| A OUT | 42 | <b>Note/commenti:</b><br>D IN 37 è opzionale.                 |              |
| COM   | 39 |   |              |

Tabella 4.2 Trasduttore retroazione di tensione analogica (3 fili)

|  |  | Parametri  |              |
|--|--|--|--------------|
|  |  | Funzione   | Impostazione |
| <p>FC</p> <p>+24 V 12</p> <p>+24 V 13</p> <p>D IN 18</p> <p>D IN 19</p> <p>COM 20</p> <p>D IN 27</p> <p>D IN 29</p> <p>D IN 32</p> <p>D IN 33</p> <p>D IN 37</p> <p>+10 V 50</p> <p>A IN 53</p> <p>A IN 54</p> <p>COM 55</p> <p>A OUT 42</p> <p>COM 39</p> <p>U - I</p> <p>A54</p> | 130BB677.10  | Parametro 6-20<br><i>Tens. bassa morsetto 54</i> | 0,07 V*      |
|  | Parametro 6-21<br><i>Tensione alta morsetto 54</i>             | 10 V*  |              |
|  | Parametro 6-24<br><i>Rif.basso/val.retroaz.morsetto 54</i>     | 0*   |              |
|  | Parametro 6-25<br><i>Rif. alto/valore retroaz. morsetto 54</i> | 50*  |              |
|  | * = Valore predefinito   |  |              |
|  | <b>Note/commenti:</b><br>D IN 37 è opzionale.                  |  |              |

Tabella 4.3 Trasduttore retroazione di tensione analogica (4 fili)

|  |  | Parametri  |              |
|--|--|--|--------------|
|  |  | Funzione   | Impostazione |
| <p>FC</p> <p>+24 V 12</p> <p>+24 V 13</p> <p>D IN 18</p> <p>D IN 19</p> <p>COM 20</p> <p>D IN 27</p> <p>D IN 29</p> <p>D IN 32</p> <p>D IN 33</p> <p>D IN 37</p> <p>+10 V 50</p> <p>A IN 53</p> <p>A IN 54</p> <p>COM 55</p> <p>A OUT 42</p> <p>COM 39</p> <p>U - I</p> <p>A53</p> | 130BB927.10  | Parametro 6-12<br><i>Corr. bassa morsetto 53</i> | 4 mA*        |
|  | Parametro 6-13<br><i>Corrente alta morsetto 53</i>             | 20 mA*   |              |
|  | Parametro 6-14<br><i>Rif.basso/val.retroaz.morsetto 53</i>     | 0 Hz   |              |
|  | Parametro 6-15<br><i>Rif. alto/valore retroaz. morsetto 53</i> | 50 Hz  |              |
|  | * = Valore predefinito   |  |              |
|  | <b>Note/commenti:</b><br>D IN 37 è opzionale.                  |  |              |

Tabella 4.5 Riferimento di velocità analogico (corrente)

4.3.2 Velocità

|  |  | Parametri  |              |
|--|--|--|--------------|
|  |  | Funzione   | Impostazione |
| <p>FC</p> <p>+24 V 12</p> <p>+24 V 13</p> <p>D IN 18</p> <p>D IN 19</p> <p>COM 20</p> <p>D IN 27</p> <p>D IN 29</p> <p>D IN 32</p> <p>D IN 33</p> <p>D IN 37</p> <p>+10 V 50</p> <p>A IN 53</p> <p>A IN 54</p> <p>COM 55</p> <p>A OUT 42</p> <p>COM 39</p> <p>U - I</p> <p>A53</p> | 130BB926.10  | Parametro 6-10<br><i>Tens. bassa morsetto 53</i> | 0,07 V*      |
|  | Parametro 6-11<br><i>Tensione alta morsetto 53</i>             | 10 V*  |              |
|  | Parametro 6-14<br><i>Rif.basso/val.retroaz.morsetto 53</i>     | 0 Hz   |              |
|  | Parametro 6-15<br><i>Rif. alto/valore retroaz. morsetto 53</i> | 50 Hz  |              |
|  | * = Valore predefinito   |  |              |
|  | <b>Note/commenti:</b><br>D IN 37 è opzionale.                  |  |              |

Tabella 4.4 Riferimento di velocità analogico (tensione)

|  |  | Parametri  |              |
|--|--|--|--------------|
|  |  | Funzione   | Impostazione |
| <p>FC</p> <p>+24 V 12</p> <p>+24 V 13</p> <p>D IN 18</p> <p>D IN 19</p> <p>COM 20</p> <p>D IN 27</p> <p>D IN 29</p> <p>D IN 32</p> <p>D IN 33</p> <p>D IN 37</p> <p>+10 V 50</p> <p>A IN 53</p> <p>A IN 54</p> <p>COM 55</p> <p>A OUT 42</p> <p>COM 39</p> <p>U - I</p> <p>A53</p> | 130BB683.10  | Parametro 6-10<br><i>Tens. bassa morsetto 53</i> | 0,07 V*      |
|  | Parametro 6-11<br><i>Tensione alta morsetto 53</i>             | 10 V*  |              |
|  | Parametro 6-14<br><i>Rif.basso/val.retroaz.morsetto 53</i>     | 0 Hz   |              |
|  | Parametro 6-15<br><i>Rif. alto/valore retroaz. morsetto 53</i> | 50 Hz  |              |
|  | * = Valore predefinito   |  |              |
|  | <b>Note/commenti:</b><br>D IN 37 è opzionale.                  |  |              |

Tabella 4.6 Riferimento di velocità (utilizzando un potenziometro manuale)

4.3.3 Marcia/arresto

| Parametri                                     |                            |
|---|----------------------------|
| Funzione                                      | Impostazioni               |
| Parametro 5-10<br>Ingr. digitale morsetto 18  | [8]<br>Avviamento*         |
| Parametro 5-12<br>Ingr. digitale morsetto 27  | [7]<br>Interblocco esterno |
| * = Valore predefinito                        |                            |
| <b>Note/commenti:</b><br>D IN 37 è opzionale. |                            |

Tabella 4.7 Comando marcia/arresto con interblocco esterno

| Parametri   |                            |
|---|----------------------------|
| Funzione  | Impostazioni               |
| Parametro 5-10<br>Ingr. digitale morsetto 18  | [8]<br>Avviamento*         |
| Parametro 5-12<br>Ingr. digitale morsetto 27  | [7]<br>Interblocco esterno |
| * = Valore predefinito  |                            |
| <b>Note/commenti:</b><br>Se parametro 5-12 Ingr. digitale morsetto 27 è impostato su [0] Nessuna funzione, non occorre un ponticello sul morsetto 27.<br>D IN 37 è opzionale. |                            |

Tabella 4.8 Comando di marcia/arresto senza interblocco esterno

| Parametri                                     |                                       |
|---|---------------------------------------|
| Funzione                                      | Impostazioni                          |
| Parametro 5-10<br>Ingr. digitale morsetto 18  | [8]<br>Avviamento*                    |
| Parametro 5-11<br>Ingr. digitale morsetto 19  | [52] Abilitaz. avviam.                |
| Parametro 5-12<br>Ingr. digitale morsetto 27  | [7]<br>Interblocco esterno            |
| Parametro 5-40<br>Funzione relè               | [167]<br>Comando di avviamento attivo |
| * = Valore predefinito                        |                                       |
| <b>Note/commenti:</b><br>D IN 37 è opzionale. |                                       |

Tabella 4.9 Abilitazione avviamento

4.3.4 Termistore motore

**AVVISO**

**ISOLAMENTO TERMISTORE**

Rischio di lesioni personali o di danni alle apparecchiature.

- Usare solo termistori provvisti di un isolamento rinforzato o doppio per soddisfare i requisiti di isolamento PELV.

4

| VLT   |    | Parametri   |                    |
|-------|----|---|--------------------|
|       |    | Funzione  | Impostazioni       |
| +24 V | 12 | Parametro 1-90  | [2]                |
| +24 V | 13 | Protezione termica motore   | Termistore, scatto |
| D IN  | 18 | Parametro 1-93  | [1] Ingr.          |
| D IN  | 19 | Fonte termistore  | analog. 53         |
| COM   | 20 | * = Valore predefinito  |                    |
| D IN  | 27 | <b>Note/commenti:</b><br>Se è richiesto solo un avviso, impostare parametro 1-90 Protezione termica motore su [1] Termistore, avviso.<br>D IN 37 è opzionale. |                    |
| D IN  | 29 |   |                    |
| D IN  | 32 |   |                    |
| D IN  | 33 |   |                    |
| D IN  | 37 |   |                    |
| +10 V | 50 |   |                    |
| A IN  | 53 |   |                    |
| A IN  | 54 |   |                    |
| COM   | 55 |   |                    |
| A OUT | 42 |   |                    |
| COM   | 39 |   |                    |

Tabella 4.10 Termistore motore

## 5 Condizioni speciali

### 5.1 Declassamento

Questa sezione fornisce dati dettagliati riguardanti il funzionamento del convertitore di frequenza in condizioni che richiedono il declassamento. In alcuni condizioni, il declassamento viene effettuato manualmente. In altre condizioni, il convertitore di frequenza esegue un certo grado di declassamento automatico quando necessario. Il declassamento assicura prestazioni idonee in fasi critiche, quando l'alternativa può essere uno scatto.

### 5.2 Declassamento manuale

#### 5.2.1 Quando considerare il declassamento

Considerare il declassamento quando è presente una delle seguenti condizioni:

- Funzionamento al di sopra dei 1000 m (bassa pressione dell'aria).
- Funzionamento a bassa velocità.
- Cavi del motore lunghi.
- Cavi con una grande sezione trasversale.
- Alta temperatura ambiente.

Per maggiori informazioni, consultare *capitolo 5.4 Declassamento in base alla temperatura ambiente*.

#### 5.2.2 Declassamento in relazione a un funzionamento a bassa velocità

Se un motore è collegato a un convertitore di frequenza, è necessario controllare che il raffreddamento del motore sia adeguato.

Il livello di riscaldamento dipende dal carico del motore oltre che dalla velocità e dai tempi di esercizio.

#### Applicazioni a coppia costante (modo CT)

Possono verificarsi problemi a bassi regimi nelle applicazioni a coppia costante. Nelle applicazioni a coppia costante un motore può surriscaldarsi alle basse velocità a causa della minore quantità d'aria proveniente dal ventilatore integrato nel motore.

Pertanto, se il motore deve essere fatto funzionare in continuo a un numero di giri inferiore alla metà del valore nominale, alimentare il motore con aria di raffreddamento supplementare. In alternativa, usare un motore progettato per questo tipo di funzionamento.

Un'alternativa consiste nella riduzione del livello di carico del motore selezionando un motore più grande. Tuttavia la struttura del convertitore di frequenza impone dei limiti alle dimensioni del motore.

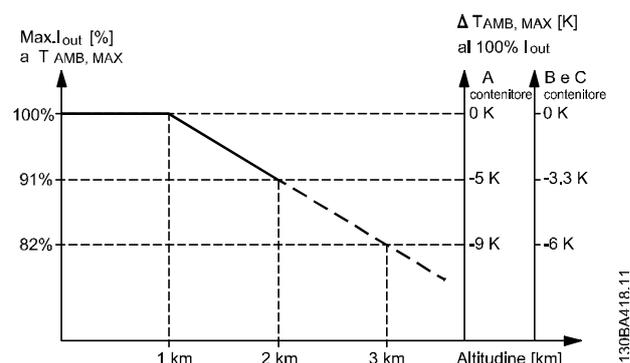
#### Applicazioni a coppia variabile (quadratica) (VT)

Nelle applicazioni VT, per esempio pompe centrifughe e ventilatori, in cui la coppia è proporzionale al quadrato della velocità e la potenza è proporzionale al cubo della velocità, non è necessario un raffreddamento supplementare o il declassamento del motore.

#### 5.2.3 Declassamento per bassa pressione dell'aria

Il potere di raffreddamento dell'aria viene ridotto nel caso di una minore pressione dell'aria.

Al di sotto dei 1000 m di altitudine, non è necessario alcun declassamento. Ad altitudini superiori ai 1000 m, ridurre la corrente di uscita massima ( $I_{out}$ ) alla temperatura ambiente ( $T_{AMB}$ ) in base a *Disegno 5.1*. Per altitudini superiori ai 2000 m, contattare Danfoss per informazioni sulle caratteristiche PELV.



Disegno 5.1 Declassamento della corrente di uscita rispetto all'altitudine con  $T_{AMB, MAX}$  per contenitori di taglia A, B e C.

Un'alternativa è quella di abbassare la temperatura ambiente in caso di altitudini elevate, assicurando il 100% della corrente di uscita ad altitudini elevate. Come un esempio per la lettura di *Disegno 5.1*, viene elaborata la situazione a 2000 m per un contenitore di taglia B con  $T_{AMB, MAX}=50$  °C. A una temperatura di 45 °C ( $T_{AMB, MAX} - 3,3$  K), è disponibile il 91% della corrente di uscita nominale. A una temperatura di 41,7 °C, è disponibile il 100% della corrente di uscita nominale.

### 5.3 Declassamento per cavi motore lunghi o per cavi con sezione trasversale maggiore

#### AVVISO!

Applicabile solo per convertitori di frequenza fino a 90 kW.

La lunghezza massima del cavo per questo convertitore di frequenza è di 300 m se non schermato e di 150 m se schermato

Il convertitore di frequenza è stato progettato per il funzionamento con cavi motore di sezione trasversale nominale. Se viene utilizzato un cavo con una sezione maggiore, ridurre la corrente di uscita del 5% proporzionalmente all'aumento della sezione trasversale.

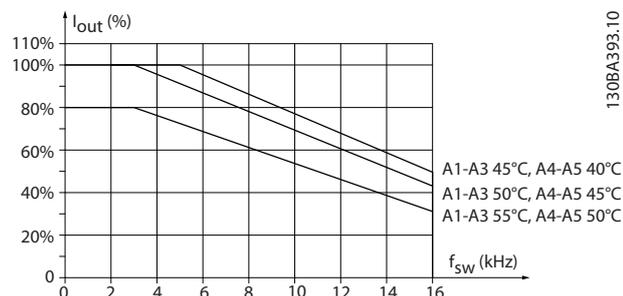
Una sezione trasversale maggiore del cavo comporta un incremento della capacità a terra e di conseguenza un aumento della corrente di dispersione verso terra.

### 5.4 Declassamento in base alla temperatura ambiente

La temperatura media ( $T_{AMB, AVG}$ ) calcolata nelle 24 ore, deve essere inferiore di almeno 5 °C rispetto alla temperatura ambiente massima consentita ( $T_{AMB, MAX}$ ). Se il convertitore di frequenza funziona a temperature ambiente elevate, è necessario ridurre la corrente continua di uscita. Il declassamento dipende dal modello di commutazione che può essere impostato a 60° AVM o SFAVM in parametro 14-00 Modello di commutaz.

#### 5.4.1 Declassamento in base alla temperatura ambiente, dimensioni contenitore A

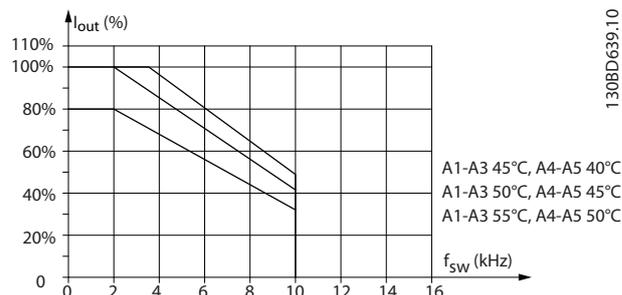
##### 60° AVM – modulazione di larghezza degli impulsi



Disegno 5.2 Declassamento di  $I_{out}$  per diverse  $T_{AMB, MAX}$  per la dimensione contenitore A, usando 60° AVM

130BA393.10

##### SFAVM – Modulazione vettoriale asincrona orientata secondo il flusso dello statore

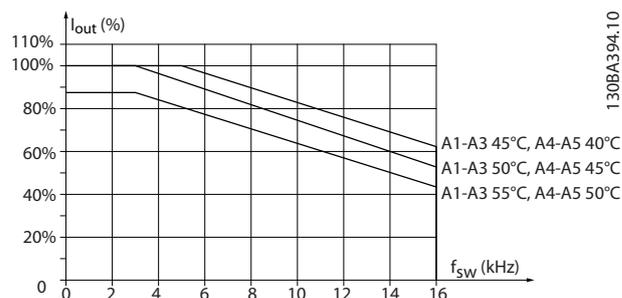


Disegno 5.3 Declassamento di  $I_{out}$  per diverse  $T_{AMB, MAX}$  per contenitori di taglia A usando SFAVM

130BD639.10

Quando si utilizza un cavo motore di 10 m o meno nella dimensione contenitore A, è necessario un declassamento minore. Questo è dovuto al fatto che la lunghezza del cavo motore ha un'influenza relativamente elevata sul declassamento raccomandato.

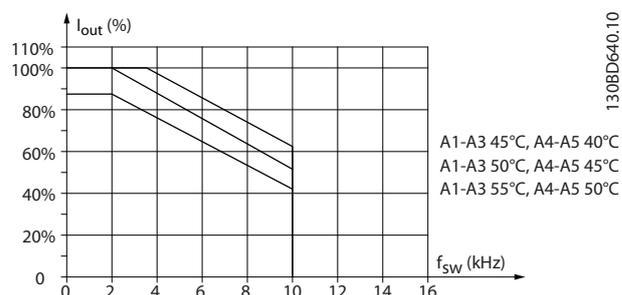
##### 60° AVM



Disegno 5.4 Declassamento di  $I_{out}$  per diverse  $T_{AMB, MAX}$  per contenitori di taglia A, usando 60° AVM e un cavo motore lungo al massimo di 10 m

130BA394.10

##### SFAVM



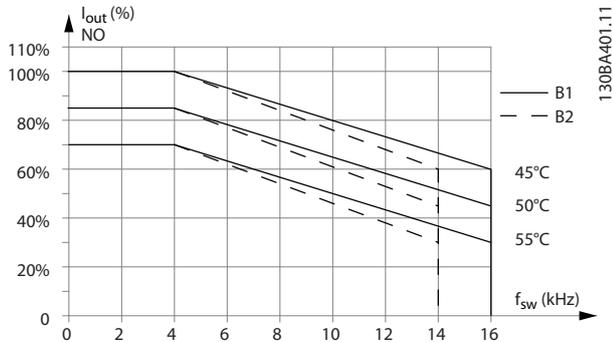
Disegno 5.5 Declassamento di  $I_{out}$  per diverse  $T_{AMB, MAX}$  per i contenitori di tipo A utilizzando il SFAVM e un cavo motore lungo al massimo 10 m

130BD640.10

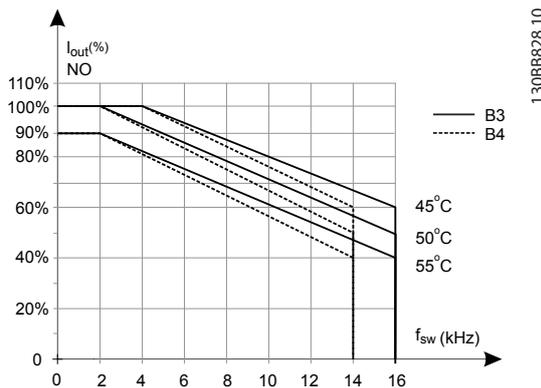
### 5.4.2 Declassamento in base alla temperatura ambiente, contenitore di tipo B

#### Contenitore B, T2 e T4

#### 60° AVM – modulazione di larghezza degli impulsi

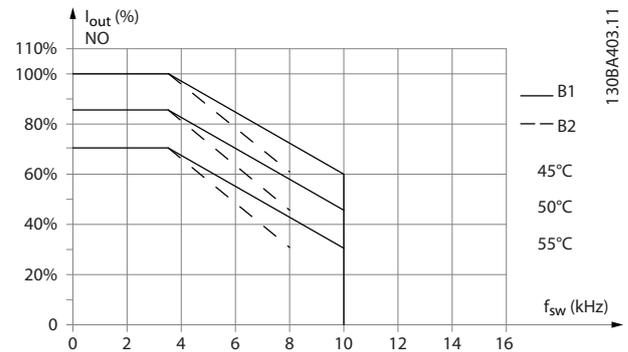


Disegno 5.6 Declassamento di  $I_{out}$  per diverse  $T_{AMB, MAX}$  per contenitori di tipo B1 e B2, utilizzando 60° AVM nella modalità di sovraccarico normale (sovraccoppia del 110%)

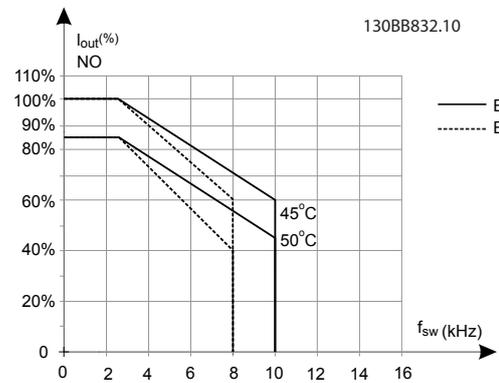


Disegno 5.7 Declassamento di  $I_{out}$  per diverse  $T_{AMB, MAX}$  per contenitori di tipo B3 e B4, utilizzando 60° AVM nella modalità di sovraccarico normale (sovraccoppia del 110%)

#### SFAVM – Modulazione vettoriale asincrona orientata secondo il flusso dello statore



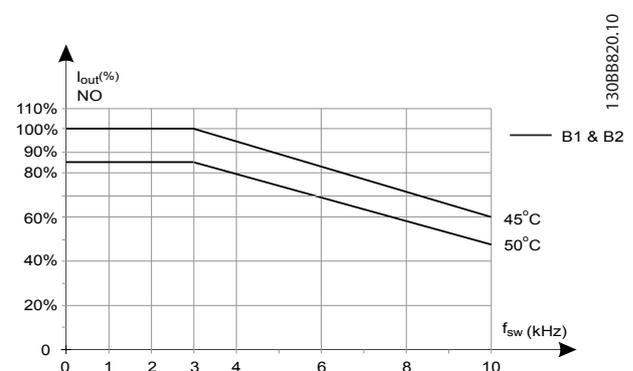
Disegno 5.8 Declassamento di  $I_{out}$  per diverse  $T_{AMB, MAX}$  per contenitori di tipo B1 e B2, utilizzando SFAVM nella modalità di sovraccarico normale (sovraccoppia del 110%)



Disegno 5.9 Declassamento di  $I_{out}$  per diverse  $T_{AMB, MAX}$  per contenitori di tipo B3 e B4, utilizzando SFAVM nella modalità di sovraccarico normale (sovraccoppia del 110%)

#### Contenitori B, T6

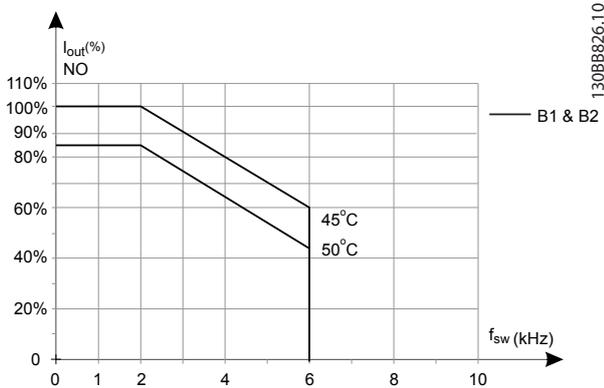
#### 60° AVM – modulazione di larghezza degli impulsi



Disegno 5.10 Declassamento della corrente di uscita con la frequenza di commutazione e la temperatura ambiente per convertitori di frequenza da 600 V, dimensioni contenitore B, 60 AVM, NO

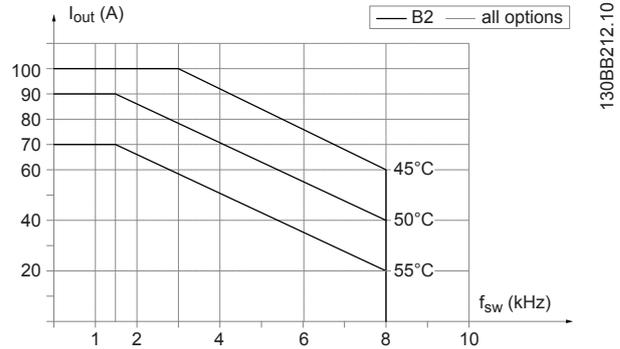
5

**SFAVM – Modulazione vettoriale asincrona orientata secondo il flusso dello statore**



Disegno 5.11 Declassamento della corrente di uscita con la frequenza di commutazione e la temperatura ambiente per convertitori di frequenza da 600 V, dimensioni contenitore B; SFAVM, NO

**SFAVM – Modulazione vettoriale asincrona orientata secondo il flusso dello statore**

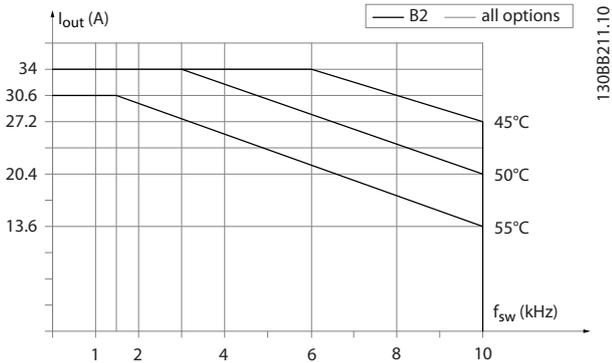


Disegno 5.13 Declassamento della corrente di uscita con la frequenza di commutazione e la temperatura ambiente per dimensioni contenitore B2 e B4, SFAVM.

**Contenitori B, T7**

**Contenitori B2 e B4, 525–690 V**

**60° AVM – modulazione di larghezza degli impulsi**

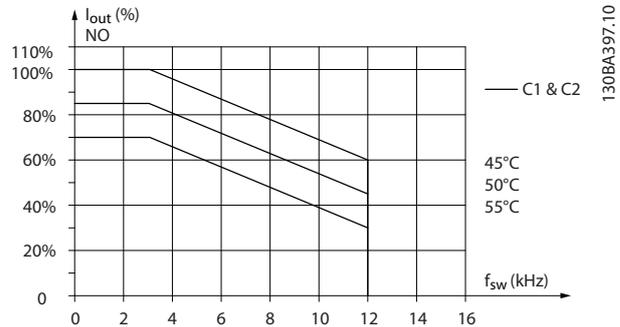


Disegno 5.12 Declassamento della corrente di uscita con la frequenza di commutazione e la temperatura ambiente per dimensioni contenitore B2 e B4, 60° AVM.

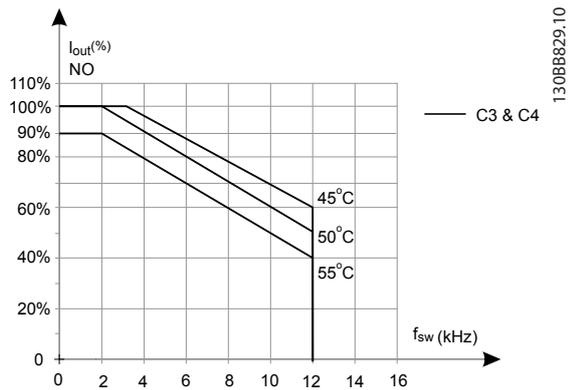
**5.4.3 Declassamento in base alla temperatura ambiente, dimensione contenitore C**

**Contenitori C, T2 e T4**

**60° AVM – modulazione di larghezza degli impulsi**

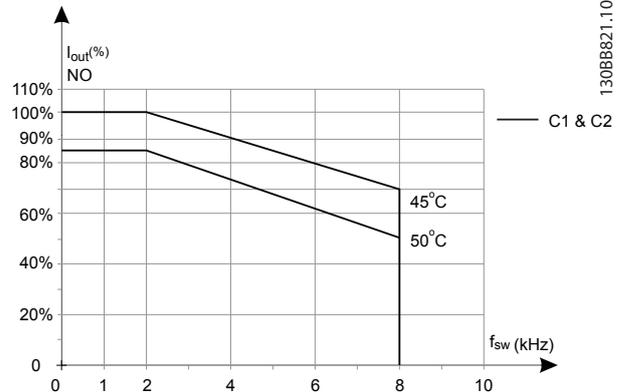


Disegno 5.14 Declassamento di I<sub>out</sub> per diverse T<sub>AMB, MAX</sub> per le dimensioni contenitore C1 e C2, usando 60° AVM nella modalità di sovraccarico normale (sovraccoppia del 110%)



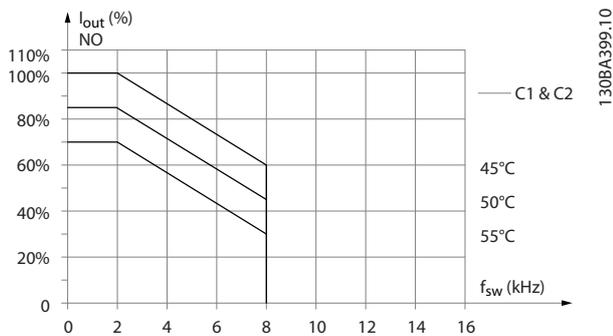
Disegno 5.15 Declassement of  $I_{out}$  per diverse  $T_{AMB, MAX}$  per contenitori di tipo C3 e C4, utilizzando 60° AVM nella modalità di sovraccarico normale (sovraccoppia del 110%)

Dimensioni contenitore C, T6  
60° AVM – modulazione di larghezza degli impulsi



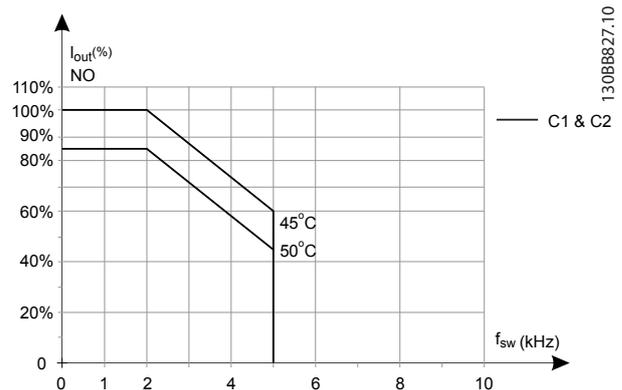
Disegno 5.18 Declassement della corrente di uscita con la frequenza di commutazione e la temperatura ambiente per convertitori di frequenza da 600 V, dimensioni contenitore, 60 AVM, NO

SFAVM – Modulazione vettoriale asincrona orientata secondo il flusso dello statore

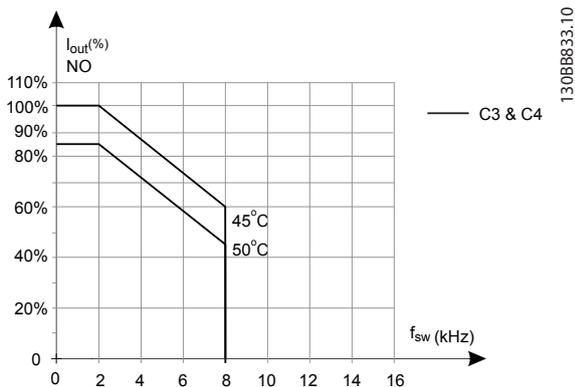


Disegno 5.16 Declassement of  $I_{out}$  per diverse  $T_{AMB, MAX}$  per contenitori di tipo C1 e C2, utilizzando SFAVM nella modalità di sovraccarico normale (sovraccoppia del 110%)

SFAVM – Modulazione vettoriale asincrona orientata secondo il flusso dello statore



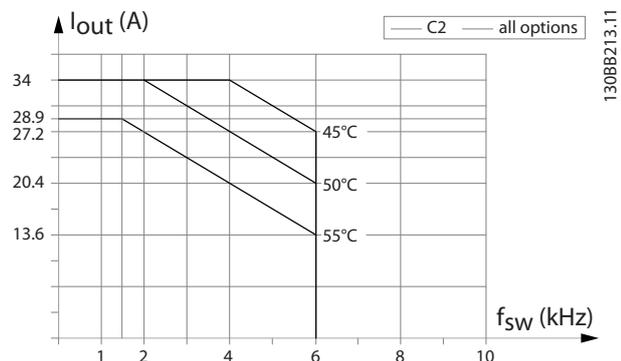
Disegno 5.19 Declassement della corrente di uscita con la frequenza di commutazione e la temperatura ambiente per convertitori di frequenza da 600 V, contenitori di tipo C; SFAVM, NO



Disegno 5.17 Declassement of  $I_{out}$  per diverse  $T_{AMB, MAX}$  per contenitori di tipo C3 e C4, utilizzando SFAVM nella modalità di sovraccarico normale (sovraccoppia del 110%)

Dimensioni contenitore C, T7

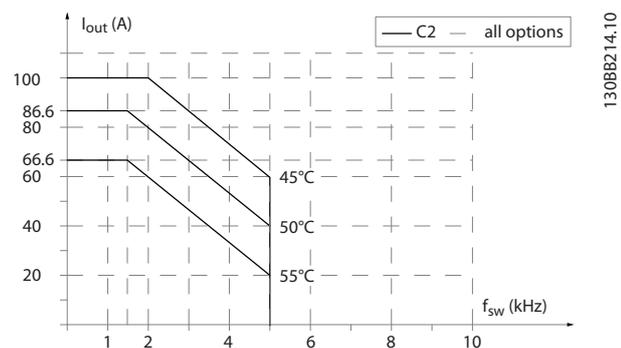
60° AVM – modulazione di larghezza degli impulsi



1308B213.11

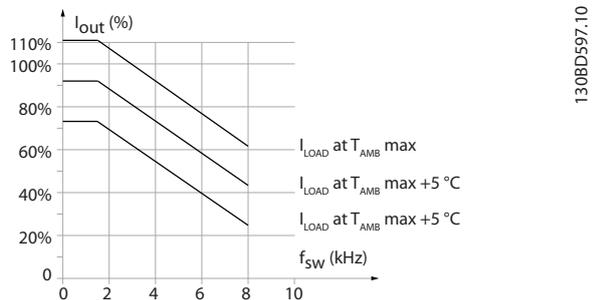
Disegno 5.20 Declassamento della corrente di uscita con la frequenza di commutazione e la temperatura ambiente per dimensione contenitore C2, 60° AVM.

SFAVM – Modulazione vettoriale asincrona orientata secondo il flusso dello statore



1308B214.10

Disegno 5.21 Declassamento della corrente di uscita con la frequenza di commutazione e la temperatura ambiente per dimensione contenitore C2, SFAVM.



1308D597.10

Disegno 5.22 Declassamento della corrente di uscita con la frequenza di commutazione e la temperatura ambiente per dimensione contenitore C3

## 6 Codice tipo e guida alla selezione

### 6.1 Ordine

#### 6.1.1 Introduzione

|      |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |   |
|------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|--|---|
| 1    | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 | 36 | 37 | 38 | 39 |  |   |
| AKD- | 0 | P |   |   |   |   |   |   |    | T  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    | X  | X  | S  | X  | X  | X  | X  | A  |    | B  |    | C  |    |    |    |    |    |  | D |

130BA859.10

**Disegno 6.1 Codice identificativo**

Configurare il convertitore di frequenza adatto per l'applicazione corretto tramite il configuratore del convertitore di frequenza disponibile su Internet e generare il codice identificativo. Il configuratore del convertitore di frequenza genera un numero d'ordine di 8 cifre da fornire all'ufficio vendite locale.

Il configuratore del convertitore di frequenza può anche stabilire una lista di progetto con vari prodotti e inviarla a un rivenditore Danfoss.

Accedere al configuratore del convertitore di frequenza sul sito Internet globale:  
[www.danfoss.com/drives](http://www.danfoss.com/drives).

#### 6.1.2 Codice identificativo

Un esempio del codice identificativo è:  
 FC-103-P18KT4E21H1XGCSXXXSXXXAZBKCXXXXDX

Il significato dei caratteri nella stringa è definito in *Tabella 6.1* e *Tabella 6.2*. Nell'esempio in alto, un'opzione AK-LonWorks e un'opzione I/O generali è inclusa nel convertitore di frequenza.

| Descrizione                 | Posizione | Opzioni possibili <sup>1)</sup>        |
|-----------------------------|-----------|--|
| Gruppo prodotti e serie VLT | 1-6       | FC 103                                 |
| Potenza nominale            | 8-10      | 1,1-90 kW (P1K1-P90K)                  |
| Numero di fasi              | 11        | 3 fasi (T)                             |
| Tensione di rete            | 11-12     | T 2: 200-240 V CA<br>T 4: 380-480 V CA |

| Descrizione      | Posizione | Opzioni possibili <sup>1)</sup>  |
|------------------|-----------|--|
| Contenitore      | 13-15     | E20: IP20<br>E21: IP 21/NEMA 1<br>E55: IP 55/NEMA 12<br>E66: IP66<br>P21: IP21/NEMA 1 con pannello posteriore<br>P55: IP55/NEMA 12 con pannello posteriore<br>Z55: Contenitore A4 IP55<br>Z66: Contenitore A4 IP66 |
| Filtro RFI       | 16-17     | H1: Filtro RFI classe A1/B<br>H2: Filtro RFI classe A2<br>Hx: Senza filtro RFI   |
| Display          | 19        | G: Pannello di controllo locale grafico (GLCP)<br>X: Senza pannello di controllo locale  |
| Rivestimento PCB | 20        | X: Circuito stampato non rivestito<br>C: PCB con rivestimento  |
| Opzione di rete  | 21        | X: Senza sezionatore di rete<br>1: Con sezionatore di rete (solo IP55)   |
| Adattamento      | 22        | Riservato  |
| Adattamento      | 23        | Riservato  |
| Release software | 24-27     | Software attuale   |
| Lingua software  | 28        |  |

**Tabella 6.1 Codice identificativo per l'ordinazione**

1) Alcune delle opzioni disponibili dipendono dalle dimensioni del contenitore.

| Descrizione        | Posizioni | Opzioni possibili  |
|--------------------|-----------|--|
| Opzioni A          | 29-30     | AX: Nessuna opzione<br>AZ: VLT® AK-LonWorks MCA 107<br>A0: VLT® PROFIBUS DP MCA 101<br>AL: VLT® PROFINET MCA 120               |
| Opzioni B          | 31-32     | BX: Nessuna opzione<br>BK: Opzione I/O generali MCB 101<br>BP: Opzione relè VLT® MCB 105<br>BO: Opzione VLT® Analog I/OMCB 109 |
| Opzioni C0 MCO     | 33-34     | CX: Nessuna opzione  |
| Opzioni C1         | 35        | X: Nessuna opzione<br>R: VLT® Extended Relay Card MCB 113  |
| Software opzione C | 36-37     | XX: Software standard  |
| Opzioni D          | 38-39     | DX: Nessuna opzione<br>D0: Opzione VLT® 24 V DC Supply MCB 107   |

Tabella 6.2 Codice d'ordine, opzioni

## 6.2 Opzioni, accessori e ricambi

### 6.2.1 Numeri d'ordine: Opzioni e accessori

#### **AVVISO!**

I componenti opzionali possono essere ordinati come opzioni incorporate.

Vedere le informazioni relative all'ordinazione.

| Tipo                              | Descrizione                                  | Numero d'ordine |
|-----------------------------------|--|-----------------|
| <b>Hardware di vario genere I</b> |  |                 |
| Connettore bus CC                 | Morsettiera per collegamento bus CC su A2/A3 | 130B1064        |
| Kit IP 21/ copertura 4X/ TIPO 1   | IP21/NEMA1 parte superiore + inferiore A2    | 130B1122        |
| Kit IP 21/ copertura 4X/ TIPO 1   | IP21/NEMA1 parte superiore + inferiore A3    | 130B1123        |
| Kit IP 21/ copertura 4X/ TIPO 1   | IP21/NEMA1 parte superiore + inferiore B3    | 130B1187        |
| Kit IP 21/ copertura 4X/ TIPO 1   | IP21/NEMA1 parte superiore + inferiore B4    | 130B1189        |
| Kit IP 21/ copertura 4X/ TIPO 1   | IP21/NEMA1 parte superiore + inferiore C3    | 130B1191        |

| Tipo                              | Descrizione  | Numero d'ordine |
|-----------------------------------|--|-----------------|
| <b>Hardware di vario genere I</b> |  |                 |
| Kit IP 21/ copertura 4X/ TIPO 1   | IP21/NEMA1 parte superiore + inferiore C4  | 130B1193        |
| IP21/4X parte superiore           | Coperchio superiore A2 IP21  | 130B1132        |
| IP21/4X parte superiore           | Coperchio superiore A3 IP21  | 130B1133        |
| IP 21/4X parte superiore          | Coperchio superiore B3 IP21  | 130B1188        |
| IP 21/4X parte superiore          | Coperchio superiore B4 IP21  | 130B1190        |
| IP 21/4X parte superiore          | Coperchio superiore C3 IP21  | 130B1192        |
| IP 21/4X parte superiore          | Coperchio superiore C4 IP21  | 130B1194        |
| Kit montaggio a pannello          | Contenitore di taglia A5   | 130B1028        |
| Kit montaggio a pannello          | Contenitore di taglia B1   | 130B1046        |
| Kit montaggio a pannello          | Contenitore di taglia B2   | 130B1047        |
| Kit montaggio a pannello          | Contenitore di taglia C1   | 130B1048        |
| Kit montaggio a pannello          | Contenitore di taglia C2   | 130B1049        |
| Morsettiera                       | Morsettiera a vite per la sostituzione dei morsetti a molla<br>Connettori 1 pc 10 pin, 1 pc 6 pin e 1 pc 3 pin | 130B1116        |
| Piastra posteriore                | A5 IP55/NEMA 12  | 130B1098        |
| Piastra posteriore                | B1 IP21/IP55/NEMA 12   | 130B3383        |
| Piastra posteriore                | B2 IP21/IP55/NEMA 12   | 130B3397        |
| Piastra posteriore                | C1 IP21/IP55/NEMA 12   | 130B3910        |
| Piastra posteriore                | C2 IP21/IP55/NEMA 12   | 130B3911        |
| Piastra posteriore                | A5 IP66  | 130B3242        |
| Piastra posteriore                | B1 IP66  | 130B3434        |
| Piastra posteriore                | B2 IP66  | 130B3465        |
| Piastra posteriore                | C1 IP66  | 130B3468        |
| Piastra posteriore                | C2 IP66  | 130B3491        |
| <b>LCP e kit</b>                  |  |                 |
| LCP 102                           | Pannello di controllo locale grafico (GLCP)  | 130B1107        |

| Tipo                              | Descrizione   | Numero d'ordine |
|-----------------------------------|---|-----------------|
| <b>Hardware di vario genere I</b> |   |                 |
| Cavo LCP                          | Cavo LCP separato, 3 m  | 175Z0929        |
| Kit LCP                           | Kit di montaggio a pannello comprendente un LCP grafico, dispositivi di fissaggio, un cavo di 3 m e guarnizione | 130B1113        |
| Kit LCP                           | Kit di montaggio a pannello comprendente un LCP numerico, dispositivi di fissaggio e guarnizione                | 130B1114        |
| Kit LCP                           | Kit di montaggio a pannello per tutti gli LCP con dispositivi di fissaggio, cavo di 3 m e guarnizione           | 130B1117        |

| Tipo                              | Descrizione  | Numero d'ordine |
|-----------------------------------|--|-----------------|
| <b>Hardware di vario genere I</b> |  |                 |
| Kit LCP                           | Kit di montaggio anteriore, contenitori IP55/IP66, dispositivi di fissaggio, cavo di 8 m e guarnizione     | 130B1129        |
| Kit LCP                           | Kit di montaggio a pannello per tutti gli LCP, inclusi dispositivi di fissaggio e guarnizione - senza cavo | 130B1170        |

Tabella 6.3 Opzioni e accessori

| Tipo                         | Descrizione  | Commenti                                |
|------------------------------|--|---|
| <b>Opzioni per lo slot A</b> |  | <b>Numero d'ordine con rivestimento</b> |
| MCA 107                      | AK-LonWorks  | 130B1108                                |
| <b>Opzioni per lo slot B</b> |  |   |
| MCB 101                      | Modulo VLT® General Purpose I/O MCB 101                                      | 130B1212                                |
| MCB 105                      | VLT® Relay Card MCB 105  | 130B1210                                |
| MCB 109                      | L'opzione VLT® Analog I/O MCB 109 e batteria di riserva per real time clock. | 130B1243                                |
| <b>Opzione per lo slot C</b> |  |   |
| MCB 113                      | VLT® Extended Relay Card MCB 113   | 130B1264                                |
| <b>Opzione per lo slot D</b> |  |   |
| MCB 107                      | Backup a 24 V CC   | 130B1208                                |

Tabella 6.4 Numeri d'ordine per opzioni A, B, C e D

Per informazioni sulla compatibilità tra le opzioni fieldbus e dell'applicazione e le precedenti versioni del software, contattare il rivenditore Danfoss.

| Tipo                               | Descrizione                                   | Numero d'ordine | Commenti |
|------------------------------------|---|-----------------|----------|
| <b>Ricambi</b>                     |   |                 |          |
| Quadro di comando FC               | Con funzione STO                              | 130B1150        |          |
| Quadro di comando FC               | Senza funzione STO                            | 130B1151        |          |
| Ventola A2                         | Ventola, contenitore di taglia A2             | 130B1009        |          |
| Ventola A3                         | Ventola, contenitore di taglia A3             | 130B1010        |          |
| Ventola A5                         | Ventola, contenitore di taglia A5             | 130B1017        |          |
| Ventola B1                         | Ventola esterna, contenitore di taglia B1     | 130B3407        |          |
| Ventola B2                         | Ventola esterna, contenitore di taglia B2     | 130B3406        |          |
| Ventola B3                         | Ventola esterna, contenitore di taglia B3     | 130B3563        |          |
| Ventola B4                         | Ventola esterna, 18,5/22 kW                   | 130B3699        |          |
| Ventola B4                         | Ventola esterna, 22/30 kW                     | 130B3701        |          |
| Ventola C1                         | Ventola esterna, contenitore di taglia C1     | 130B3865        |          |
| Ventola C2                         | Ventola esterna, contenitore di taglia C2     | 130B3867        |          |
| Ventola C3                         | Ventola esterna, contenitore di taglia C3     | 130B4292        |          |
| Ventola C4                         | Ventola esterna, contenitore di taglia C4     | 130B4294        |          |
| <b>Hardware di vario genere II</b> |   |                 |          |
| Busta per accessori A2             | Busta per accessori, contenitore di taglia A2 | 130B1022        |          |
| Busta per accessori A3             | Busta per accessori, contenitore di taglia A3 | 130B1022        |          |
| Busta per accessori A5             | Busta per accessori, contenitore di taglia A5 | 130B1023        |          |
| Busta per accessori B1             | Busta per accessori, contenitore di taglia B1 | 130B2060        |          |
| Busta per accessori B2             | Busta per accessori, contenitore di taglia B2 | 130B2061        |          |
| Busta per accessori B3             | Busta per accessori, contenitore di taglia B3 | 130B0980        |          |
| Busta per accessori B4             | Busta per accessori, contenitore di taglia B4 | 130B1300        | Piccola  |
| Busta per accessori B4             | Busta per accessori, contenitore di taglia B4 | 130B1301        | Grande   |
| Busta per accessori C1             | Busta per accessori, contenitore di taglia C1 | 130B0046        |          |
| Busta per accessori C2             | Busta per accessori, contenitore di taglia C2 | 130B0047        |          |
| Busta per accessori C3             | Busta per accessori, contenitore di taglia C3 | 130B0981        |          |
| Busta per accessori C4             | Busta per accessori, contenitore di taglia C4 | 130B0982        | Piccola  |
| Busta per accessori C4             | Busta per accessori, contenitore di taglia C4 | 130B0983        | Grande   |

Tabella 6.5 Numeri d'ordine per parti di ricambio

## 6.2.2 Numeri d'ordine: Filtri antiarmoniche

I filtri antiarmoniche sono utilizzati per ridurre le armoniche di rete.

Per i numeri d'ordine, vedere la *Guida alla Progettazione VLT® Advanced Harmonic Filter AHF 005/AHF 010*.

### **AVVISO!**

Il supporto dei filtri AHF e dei filtri sinusoidali richiede la versione software 1.1x o superiore. I filtri dU/dt vengono supportati e possono essere usato con qualsiasi versione software.

## 6.2.3 Numeri d'ordine: Moduli filtro sinusoidali, 200–480 V CA

| Taglia del convertitore di frequenza |           |           | Frequenza di commutazione minima [kHz] | Massima frequenza di uscita [Hz] | Codice articolo IP20 | Codice articolo IP00 | Corrente filtro nominale a 50 Hz [A] |
|--------------------------------------|-----------|-----------|--|----------------------------------|----------------------|----------------------|--------------------------------------|
| 200–240 V                            | 380–440 V | 440–480 V |  |                                  |                      |                      |                                      |
|                                      | P1K1      | P1K1      | 5                                      | 120                              | 130B2441             | 130B2406             | 4,5                                  |
|                                      | P1K5      | P1K5      | 5                                      | 120                              | 130B2441             | 130B2406             | 4,5                                  |
|                                      | P2K2      | P2K2      | 5                                      | 120                              | 130B2443             | 130B2408             | 8                                    |
| P1K1                                 | P3K0      | P3K0      | 5                                      | 120                              | 130B2443             | 130B2408             | 8                                    |
| P1K5                                 |           |           | 5                                      | 120                              | 130B2443             | 130B2408             | 8                                    |
|                                      | P4K0      | P4K0      | 5                                      | 120                              | 130B2444             | 130B2409             | 10                                   |
| P2K2                                 | P5K5      | P5K5      | 5                                      | 120                              | 130B2446             | 130B2411             | 17                                   |
| P3K0                                 | P7K5      | P7K5      | 5                                      | 120                              | 130B2446             | 130B2411             | 17                                   |
| P4K0                                 |           |           | 5                                      | 120                              | 130B2446             | 130B2411             | 17                                   |
| P5K5                                 | P11K      | P11K      | 4                                      | 60                               | 130B2447             | 130B2412             | 24                                   |
| P7K5                                 | P15K      | P15K      | 4                                      | 60                               | 130B2448             | 130B2413             | 38                                   |
|                                      | P18K      | P18K      | 4                                      | 60                               | 130B2448             | 130B2413             | 38                                   |
| P11K                                 | P22K      | P22K      | 4                                      | 60                               | 130B2307             | 130B2281             | 48                                   |
| P15K                                 | P30K      | P30K      | 3                                      | 60                               | 130B2308             | 130B2282             | 62                                   |
| P18K                                 | P37K      | P37K      | 3                                      | 60                               | 130B2309             | 130B2283             | 75                                   |
| P22K                                 | P45K      | P55K      | 3                                      | 60                               | 130B2310             | 130B2284             | 115                                  |
| P30K                                 | P55K      | P75K      | 3                                      | 60                               | 130B2310             | 130B2284             | 115                                  |
| P37K                                 | P75K      | P90K      | 3                                      | 60                               | 130B2311             | 130B2285             | 180                                  |
| P45K                                 | P90K      |           | 3                                      | 60                               | 130B2311             | 130B2285             | 180                                  |

Tabella 6.6 Alimentazione di rete 3x200–480 V

### **AVVISO!**

Quando si utilizzano filtri sinusoidali, la frequenza di commutazione dovrebbe essere conforme alle specifiche del filtro in *parametro 14-01 Freq. di commutaz.*

### **AVVISO!**

Vedere anche la *Guida alla Progettazione dei filtri di uscita*.

## 6.2.4 Numeri d'ordine: Moduli filtro sinusoidali, 525-600/690 V CA

| Taglia del convertitore di frequenza |       | Frequenza di commutazione minima [kHz] | Massima frequenza di uscita [Hz] | Codice articolo IP20 | Codice articolo IP00 | Corrente filtro nominale a 50 Hz [A] |
|--------------------------------------|-------|--|----------------------------------|----------------------|----------------------|--------------------------------------|
| 525-600 V                            | 690 V |  |                                  |                      |                      |                                      |
| P1K1                                 |       | 2                                      | 60                               | 130B2341             | 130B2321             | 13                                   |
| P1K5                                 |       | 2                                      | 60                               | 130B2341             | 130B2321             | 13                                   |
| P2k2                                 |       | 2                                      | 60                               | 130B2341             | 130B2321             | 13                                   |
| P3K0                                 |       | 2                                      | 60                               | 130B2341             | 130B2321             | 13                                   |
| P4K0                                 |       | 2                                      | 60                               | 130B2341             | 130B2321             | 13                                   |
| P5K5                                 |       | 2                                      | 60                               | 130B2341             | 130B2321             | 13                                   |
| P7K5                                 |       | 2                                      | 60                               | 130B2341             | 130B2321             | 13                                   |
|                                      | P11K  | 2                                      | 60                               | 130B2342             | 130B2322             | 28                                   |
| P11K                                 | P15K  | 2                                      | 60                               | 130B2342             | 130B2322             | 28                                   |
| P15K                                 | P18K  | 2                                      | 60                               | 130B2342             | 130B2322             | 28                                   |
| P18K                                 | P22K  | 2                                      | 60                               | 130B2342             | 130B2322             | 28                                   |
| P22K                                 | P30K  | 2                                      | 60                               | 130B2343             | 130B2323             | 45                                   |
| P30K                                 | P37K  | 2                                      | 60                               | 130B2343             | 130B2323             | 45                                   |
| P37K                                 | P45K  | 2                                      | 60                               | 130B2344             | 130B2324             | 76                                   |
| P45K                                 | P55K  | 2                                      | 60                               | 130B2344             | 130B2324             | 76                                   |
| P55K                                 | P75K  | 2                                      | 60                               | 130B2345             | 130B2325             | 115                                  |
| P75K                                 | P90K  | 2                                      | 60                               | 130B2345             | 130B2325             | 115                                  |
| P90K                                 |       | 2                                      | 60                               | 130B2346             | 130B2326             | 165                                  |

Tabella 6.7 Alimentazione di rete 3x525-690 V

**AVVISO!**

Quando si utilizzano filtri sinusoidali, la frequenza di commutazione dovrebbe essere conforme alle specifiche del filtro in *parametro 14-01 Freq. di commutaz.*

**AVVISO!**

Vedere anche la *Guida alla Progettazione dei filtri di uscita.*

## 6.2.5 Filtri antiarmoniche

I filtri antiarmoniche sono utilizzati per ridurre le armoniche di rete.

- AHF 010: 10% di distorsione di corrente.
- AHF 005: 5% di distorsione di corrente.

### Raffreddamento e ventilazione

IP20: Raffreddato per convezione naturale o con ventole integrate.

IP00: È necessario un raffreddamento forzato supplementare. Assicurare un flusso d'aria sufficiente attraverso il filtro durante l'installazione per impedire il surriscaldamento del filtro. È necessario un flusso d'aria di almeno 2 m/s attraverso il filtro.

| Potenza e corrente nominali <sup>1)</sup> |       | Motore tipico | Corrente nominale del filtro |          | Numero d'ordine AHF 005 |          | Numero d'ordine AHF 010 |      |
|---|-------|---------------|------------------------------|----------|-------------------------|----------|-------------------------|------|
| [kW]                                      | [A]   |               | [kW]                         | [A]      | IP00                    | IP20     | IP00                    | IP20 |
| 1,1-4,0                                   | 1,2-9 | 3             | 10                           | 130B1392 | 130B1229                | 130B1262 | 130B1027                |      |
| 5,5-7,5                                   | 14,4  | 7,5           | 14                           | 130B1393 | 130B1231                | 130B1263 | 130B1058                |      |
| 11,0                                      | 22    | 11            | 22                           | 130B1394 | 130B1232                | 130B1268 | 130B1059                |      |
| 15,0                                      | 29    | 15            | 29                           | 130B1395 | 130B1233                | 130B1270 | 130B1089                |      |
| 18,0                                      | 34    | 18,5          | 34                           | 130B1396 | 130B1238                | 130B1273 | 130B1094                |      |
| 22,0                                      | 40    | 22            | 40                           | 130B1397 | 130B1239                | 130B1274 | 130B1111                |      |
| 30,0                                      | 55    | 30            | 55                           | 130B1398 | 130B1240                | 130B1275 | 130B1176                |      |
| 37,0                                      | 66    | 37            | 66                           | 130B1399 | 130B1241                | 130B1281 | 130B1180                |      |
| 45,0                                      | 82    | 45            | 82                           | 130B1442 | 130B1247                | 130B1291 | 130B1201                |      |
| 55,0                                      | 96    | 55            | 96                           | 130B1443 | 130B1248                | 130B1292 | 130B1204                |      |
| 75,0                                      | 133   | 75            | 133                          | 130B1444 | 130B1249                | 130B1293 | 130B1207                |      |
| 90,0                                      | 171   | 90            | 171                          | 130B1445 | 130B1250                | 130B1294 | 130B1213                |      |

Tabella 6.8 Filtri antiarmoniche per 380-415 V, 50 Hz

| Potenza e corrente nominali <sup>1)</sup> |       | Motore tipico | Corrente nominale del filtro |          | Numero d'ordine AHF 005 |          | Numero d'ordine AHF 010 |      |
|---|-------|---------------|------------------------------|----------|-------------------------|----------|-------------------------|------|
| [kW]                                      | [A]   |               | [kW]                         | [A]      | IP00                    | IP20     | IP00                    | IP20 |
| 1,1-4,0                                   | 1,2-9 | 3             | 10                           | 130B3095 | 130B2857                | 130B2874 | 130B2262                |      |
| 5,5-7,5                                   | 14,4  | 7,5           | 14                           | 130B3096 | 130B2858                | 130B2875 | 130B2265                |      |
| 11,0                                      | 22    | 11            | 22                           | 130B3097 | 130B2859                | 130B2876 | 130B2268                |      |
| 15,0                                      | 29    | 15            | 29                           | 130B3098 | 130B2860                | 130B2877 | 130B2294                |      |
| 18,0                                      | 34    | 18,5          | 34                           | 130B3099 | 130B2861                | 130B3000 | 130B2297                |      |
| 22,0                                      | 40    | 22            | 40                           | 130B3124 | 130B2862                | 130B3083 | 130B2303                |      |
| 30,0                                      | 55    | 30            | 55                           | 130B3125 | 130B2863                | 130B3084 | 130B2445                |      |
| 37,0                                      | 66    | 37            | 66                           | 130B3026 | 130B2864                | 130B3085 | 130B2459                |      |
| 45,0                                      | 82    | 45            | 82                           | 130B3127 | 130B2865                | 130B3086 | 130B2488                |      |
| 55,0                                      | 96    | 55            | 96                           | 130B3128 | 130B2866                | 130B3087 | 130B2489                |      |
| 75,0                                      | 133   | 75            | 133                          | 130B3129 | 130B2867                | 130B3088 | 130B2498                |      |
| 90,0                                      | 171   | 90            | 171                          | 130B3130 | 130B2868                | 130B3089 | 130B2499                |      |

Tabella 6.9 Filtri antiarmoniche per 380-415 V, 60 Hz

| Potenza e corrente nominali <sup>1)</sup> |        | Motore tipico | Corrente nominale del filtro |          | Numero d'ordine AHF 005 |          | Numero d'ordine AHF 010 |      |
|---|--------|---------------|------------------------------|----------|-------------------------|----------|-------------------------|------|
| [kW]                                      | [A]    |               | 60 Hz                        | [A]      | IP00                    | IP20     | IP00                    | IP20 |
| 1,1–4,0                                   | 1–7,4  | 3             | 10                           | 130B1787 | 130B1752                | 130B1770 | 130B1482                |      |
| 5,5–7,5                                   | 9,9–13 | 7,5           | 14                           | 130B1788 | 130B1753                | 130B1771 | 130B1483                |      |
| 11,0                                      | 19     | 11            | 19                           | 130B1789 | 130B1754                | 130B1772 | 130B1484                |      |
| 15,0                                      | 25     | 15            | 25                           | 130B1790 | 130B1755                | 130B1773 | 130B1485                |      |
| 18,0                                      | 31     | 18,5          | 31                           | 130B1791 | 130B1756                | 130B1774 | 130B1486                |      |
| 22,0                                      | 36     | 22            | 36                           | 130B1792 | 130B1757                | 130B1775 | 130B1487                |      |
| 30,0                                      | 47     | 30            | 48                           | 130B1793 | 130B1758                | 130B1776 | 130B1488                |      |
| 37,0                                      | 59     | 37            | 60                           | 130B1794 | 130B1759                | 130B1777 | 130B1491                |      |
| 45,0                                      | 73     | 45            | 73                           | 130B1795 | 130B1760                | 130B1778 | 130B1492                |      |
| 55,0                                      | 95     | 55            | 95                           | 130B1796 | 130B1761                | 130B1779 | 130B1493                |      |
| 75,0                                      | 118    | 75            | 118                          | 130B1797 | 130B1762                | 130B1780 | 130B1494                |      |
| 90  | 154    | 90            | 154                          | 130B1798 | 130B1763                | 130B1781 | 130B1495                |      |

Tabella 6.10 Filtri antiarmoniche per 440–480 V, 60 Hz

1) Potenza del convertitore di frequenza e correnti nominali in base alle attuali condizioni di funzionamento.

| Potenza e corrente nominali <sup>1)</sup> |     | Motore tipico | Corrente nominale del filtro |          | Numero d'ordine AHF 005 |          | Numero d'ordine AHF 010 |      |
|---|-----|---------------|------------------------------|----------|-------------------------|----------|-------------------------|------|
| [kW]                                      | [A] |               | 60 Hz                        | [A]      | IP00                    | IP20     | IP00                    | IP20 |
| 11,0                                      | 15  | 10            | 15                           | 130B5261 | 130B5246                | 130B5229 | 130B5212                |      |
| 15,0                                      | 19  | 16,4          | 20                           | 130B5262 | 130B5247                | 130B5230 | 130B5213                |      |
| 18,0                                      | 24  | 20            | 24                           | 130B5263 | 130B5248                | 130B5231 | 130B5214                |      |
| 22,0                                      | 29  | 24            | 29                           | 130B5263 | 130B5248                | 130B5231 | 130B5214                |      |
| 30,0                                      | 36  | 33            | 36                           | 130B5265 | 130B5250                | 130B5233 | 130B5216                |      |
| 37,0                                      | 49  | 40            | 50                           | 130B5266 | 130B5251                | 130B5234 | 130B5217                |      |
| 45,0                                      | 58  | 50            | 58                           | 130B5267 | 130B5252                | 130B5235 | 130B5218                |      |
| 55,0                                      | 74  | 60            | 77                           | 130B5268 | 130B5253                | 130B5236 | 130B5219                |      |
| 75,0                                      | 85  | 75            | 87                           | 130B5269 | 130B5254                | 130B5237 | 130B5220                |      |
| 90  | 106 | 90            | 109                          | 130B5270 | 130B5255                | 130B5238 | 130B5221                |      |

Tabella 6.11 Filtro antiarmoniche per 600 V, 60 Hz

| Potenza e corrente nominali <sup>1)</sup> |      | Motore tipico | Potenza e corrente nominali |     | Motore tipico | Corrente nominale del filtro | Numero d'ordine AHF 005 |          | Numero d'ordine AHF 010 |          |
|---|------|---------------|-----------------------------|-----|---------------|------------------------------|-------------------------|----------|-------------------------|----------|
| 500–550 V                                 |      |               | 551–690 V                   |     |               | 50 Hz                        | IP00                    | IP20     | IP00                    | IP20     |
| [kW]                                      | [A]  | [kW]          | [kW]                        | [A] | [kW]          | [A]                          |                         |          |                         |          |
| 11,0                                      | 15   | 7,5           | P15K                        | 16  | 15            | 15                           | 130B5000                | 130B5088 | 130B5297                | 130B5280 |
| 15,0                                      | 19,5 | 11            | P18K                        | 20  | 18,5          | 20                           | 130B5017                | 130B5089 | 130B5298                | 130B5281 |
| 18,0                                      | 24   | 15            | P22K                        | 25  | 22            | 24                           | 130B5018                | 130B5090 | 130B5299                | 130B5282 |
| 22,0                                      | 29   | 18,5          | P30K                        | 31  | 30            | 29                           | 130B5019                | 130B5092 | 130B5302                | 130B5283 |
| 30,0                                      | 36   | 22            | P37K                        | 38  | 37            | 36                           | 130B5021                | 130B5125 | 130B5404                | 130B5284 |
| 37,0                                      | 49   | 30            | P45K                        | 48  | 45            | 50                           | 130B5022                | 130B5144 | 130B5310                | 130B5285 |
| 45,0                                      | 59   | 37            | P55K                        | 57  | 55            | 58                           | 130B5023                | 130B5168 | 130B5324                | 130B5286 |
| 55,0                                      | 71   | 45            | P75K                        | 76  | 75            | 77                           | 130B5024                | 130B5169 | 130B5325                | 130B5287 |
| 75,0                                      | 89   | 55            | –                           | –   | –             | 87                           | 130B5025                | 130B5170 | 130B5326                | 130B5288 |
| 90,0                                      | 110  | 90            | –                           | –   | –             | 109                          | 130B5026                | 130B5172 | 130B5327                | 130B5289 |

Tabella 6.12 Filtri antiarmoniche per 500–690 V, 50 Hz

1) Potenza del convertitore di frequenza e correnti nominali in base alle attuali condizioni di funzionamento.

## 6.2.6 Filtri sinusoidali

| Potenza e corrente nominali convertitore di frequenza |      |           |      |           |      | Corrente nominale del filtro |       |        | Frequenza di commutazione | Numero d'ordine |                       |
|---|------|-----------|------|-----------|------|------------------------------|-------|--------|---------------------------|-----------------|-----------------------|
| 200-240 V   |      | 380-440 V |      | 441-500 V |      | 50 Hz                        | 60 Hz | 100 Hz |                           | IP00            | IP20/23 <sup>1)</sup> |
| [kW]  | [A]  | [kW]      | [A]  | [kW]      | [A]  | [A]                          | [A]   | [A]    | [kHz]                     |                 |                       |
| -   | -    | 1,1       | 3    | 1,1       | 3    | 4,5                          | 4     | 3,5    | 5                         | 130B2406        | 130B2441              |
| -   | -    | 1,5       | 4,1  | 1,5       | 3,4  |                              |       |        |                           |                 |                       |
| -   | -    | 2,2       | 5,6  | 2,2       | 4,8  | 8                            | 7,5   | 5,5    | 5                         | 130B2408        | 130B2443              |
| 1,1   | 6,6  | 3         | 7,2  | 3         | 6,3  |                              |       |        |                           |                 |                       |
| 1,5   | 7,5  | -         | -    | -         | -    |                              |       |        |                           |                 |                       |
| -   | -    | 4         | 10   | 4         | 8,2  | 10                           | 9,5   | 7,5    | 5                         | 130B2409        | 130B2444              |
| 2,2   | 10,6 | 5,5       | 13   | 5,5       | 11   | 17                           | 16    | 13     | 5                         | 130B2411        | 130B2446              |
| 3   | 12,5 | 7,5       | 16   | 7,5       | 14,5 |                              |       |        |                           |                 |                       |
| 3,7   | 16,7 | -         | -    | -         | -    |                              |       |        |                           |                 |                       |
| 5,5   | 24,2 | 11        | 24   | 11        | 21   | 24                           | 23    | 18     | 4                         | 130B2412        | 130B2447              |
| 7,5   | 30,8 | 15        | 32   | 15        | 27   | 38                           | 36    | 28,5   | 4                         | 130B2413        | 130B2448              |
|   |      | 18,5      | 37,5 | 18,5      | 34   |                              |       |        |                           |                 |                       |
| 11  | 46,2 | 22        | 44   | 22        | 40   | 48                           | 45,5  | 36     | 4                         | 130B2281        | 130B2307              |
| 15  | 59,4 | 30        | 61   | 30        | 52   | 62                           | 59    | 46,5   | 3                         | 130B2282        | 130B2308              |
| 18,5  | 74,8 | 37        | 73   | 37        | 65   | 75                           | 71    | 56     | 3                         | 130B2283        | 130B2309              |
| 22  | 88   | 45        | 90   | 55        | 80   | 115                          | 109   | 86     | 3                         | 130B3179        | 130B3181*             |
| 30  | 115  | 55        | 106  | 75        | 105  |                              |       |        |                           |                 |                       |
| 37  | 143  | 75        | 147  | 90        | 130  |                              |       |        |                           |                 |                       |
| 45  | 170  | 90        | 177  |           |      | 180                          | 170   | 135    | 3                         | 130B3182        | 130B3183*             |

Tabella 6.13 Filtri sinusoidali per convertitori di frequenza con 380-500 V

1) I numeri d'ordine contrassegnati con \* sono IP23.

| Potenza e corrente nominali convertitore di frequenza |     |           |     |           |     | Corrente nominale del filtro con 690 V |       |        | Frequenza di commutazione | Numero d'ordine |           |
|---|-----|-----------|-----|-----------|-----|--|-------|--------|---------------------------|-----------------|-----------|
| 525-600 V   |     | 551-690 V |     | 525-550 V |     | 50 Hz                                  | 60 Hz | 100 Hz |                           | kHz             | IP00      |
| [kW]  | [A] | [kW]      | [A] | [kW]      | [A] | [A]                                    | [A]   | [A]    |                           |                 |           |
| 1,1   | 2,4 | 1,5       | 2,2 | 1,5       | 2,7 | 4,5                                    | 4     | 3      | 4                         | 130B7335        | 130B7356  |
| 1,5   | 2,7 | 2,2       | 3,2 | 2,2       | 3,9 |  |       |        |                           |                 |           |
| 2,2   | 3,9 | 3,0       | 4,5 | 3,0       | 4,9 |  |       |        |                           |                 |           |
| 3   | 4,9 | 4,0       | 5,5 | 4,0       | 6,1 | 10                                     | 9     | 7      | 4                         | 130B7289        | 130B7324  |
| 4   | 6,1 | 5,5       | 7,5 | 5,5       | 9,0 |  |       |        |                           |                 |           |
| 5,5   | 9   | 7,5       | 10  | 7,5       | 11  |  |       |        |                           |                 |           |
| 7,5   | 11  | 11        | 13  | 7,5       | 14  | 13                                     | 12    | 9      | 3                         | 130B3195        | 130B3196  |
| 11  | 18  | 15        | 18  | 11        | 19  | 28                                     | 26    | 21     | 3                         | 130B4112        | 130B4113  |
| 15  | 22  | 18,5      | 22  | 15        | 23  |  |       |        |                           |                 |           |
| 18,5  | 27  | 22        | 27  | 18        | 28  |  |       |        |                           |                 |           |
| 22  | 34  | 30        | 34  | 22        | 36  | 45                                     | 42    | 33     | 3                         | 130B4114        | 130B4115  |
| 30  | 41  | 37        | 41  | 30        | 48  |  |       |        |                           |                 |           |
| 37  | 52  | 45        | 52  | 37        | 54  |  |       |        |                           |                 |           |
| 45  | 62  | 55        | 62  | 45        | 65  | 76                                     | 72    | 57     | 3                         | 130B4116        | 130B4117* |
| 55  | 83  | 75        | 83  | 55        | 87  |  |       |        |                           |                 |           |
| 75  | 100 | 90        | 100 | 75        | 105 |  |       |        |                           |                 |           |
| 90  | 131 | -         | -   | 90        | 137 | 165                                    | 156   | 124    | 2                         | 130B4121        | 130B4124* |

Tabella 6.14 Filtri sinusoidali per convertitori di frequenza con 525-600 V e 525-690 V

1) I numeri d'ordine contrassegnati con \* sono IP23.

| Parametro                                 | Impostazione  |
|---|---|
| Parametro 14-00 Modello di commutaz.      | [1] SFAVM   |
| Parametro 14-01 Freq. di commutaz.        | Impostato in base al singolo filtro. Elencato nell'etichetta prodotto del filtro e nel manuale del filtro di uscita. I filtri sinusoidali non consentono una frequenza di commutazione inferiore a quella specificata dal singolo filtro. |
| Parametro 14-55 Output Filter             | [2] Filtro sinusoid. fisso  |
| Parametro 14-56 Capacitance Output Filter | Impostato in base al singolo filtro. Elencato nell'etichetta prodotto del filtro e nel manuale del funzionamento (solo richiesto per il funzionamento flux).  |
| Parametro 14-57 Inductance Output Filter  | Impostato in base al singolo filtro. Elencato nell'etichetta prodotto del filtro e nel manuale del funzionamento (solo richiesto per il funzionamento flux).  |

Tabella 6.15 Impostazioni parametri per il funzionamento del filtro sinusoidale

## 6.2.7 Filtri dU/dt

6

| Valori nominali del convertitore di frequenza [V] |      |         |      |         |      |         |      |         |     | Corrente nominale del filtro [V]                    |  |                         |                     | Numero d'ordine |                    |          |
|---|------|---------|------|---------|------|---------|------|---------|-----|---|--|-------------------------|---------------------|-----------------|--------------------|----------|
| 200-240   |      | 380-440 |      | 441-500 |      | 525-550 |      | 551-690 |     | 380<br>con 60<br>Hz<br>200-400/<br>440 con<br>50 Hz | 460/480<br>con 60<br>Hz<br>500/525<br>con 50<br>Hz | 575/600<br>con 60<br>Hz | 690<br>con<br>50 Hz | IP00            | IP20 <sup>1)</sup> | IP54     |
| [kW]  | [A]  | [kW]    | [A]  | [kW]    | [A]  | [kW]    | [A]  | [kW]    | [A] | [A]   | [A]  | [A]                     | [A]                 |                 |                    |          |
| 3   | 12,5 | 5,5     | 13   | 5,5     | 11   | 5,5     | 9,5  | 1,1     | 1,6 | 17  | 15   | 13                      | 10                  | N/A             | 130B7367*          | N/A      |
| 3,7   | 16   | 7,5     | 16   | 7,5     | 14,5 | 7,5     | 11,5 | 1,5     | 2,2 |   |  |                         |                     |                 |                    |          |
| -   | -    | -       | -    | -       | -    | -       | -    | 2,2     | 3,2 |   |  |                         |                     |                 |                    |          |
| -   | -    | -       | -    | -       | -    | -       | -    | 3       | 4,5 |   |  |                         |                     |                 |                    |          |
| -   | -    | -       | -    | -       | -    | -       | -    | 4       | 5,5 |   |  |                         |                     |                 |                    |          |
| -   | -    | -       | -    | -       | -    | -       | -    | 5,5     | 7,5 |   |  |                         |                     |                 |                    |          |
| -   | -    | -       | -    | -       | -    | -       | -    | 7,5     | 10  |   |  |                         |                     |                 |                    |          |
| 5,5   | 24,2 | 11      | 24   | 11      | 21   | 7,5     | 14   | 11      | 13  | 44  | 40   | 32                      | 27                  | 130B2835        | 130B2836*          | 130B2837 |
| 7,5   | 30,8 | 15      | 32   | 15      | 27   | 11      | 19   | 15      | 18  |   |  |                         |                     |                 |                    |          |
| -   | -    | 18,5    | 37,5 | 18,5    | 34   | 15      | 23   | 18,5    | 22  |   |  |                         |                     |                 |                    |          |
| -   | -    | 22      | 44   | 22      | 40   | 18,5    | 28   | 22      | 27  |   |  |                         |                     |                 |                    |          |
| 11  | 46,2 | 30      | 61   | 30      | 52   | 30      | 43   | 30      | 34  | 90  | 80   | 58                      | 54                  | 130B2838        | 130B2839*          | 130B2840 |
| 15  | 59,4 | 37      | 73   | 37      | 65   | 37      | 54   | 37      | 41  |   |  |                         |                     |                 |                    |          |
| 18,5  | 74,8 | 45      | 90   | 55      | 80   | 45      | 65   | 45      | 52  |   |  |                         |                     |                 |                    |          |
| 22  | 88   | -       | -    | -       | -    | -       | -    | -       | -   |   |  |                         |                     |                 |                    |          |
| -   | -    | 55      | 106  | 75      | 105  | 55      | 87   | 55      | 62  | 106   | 105  | 94                      | 86                  | 130B2841        | 130B2842*          | 130B2843 |
| -   | -    | -       | -    | -       | -    | -       | -    | 75      | 83  |   |  |                         |                     |                 |                    |          |
| 30  | 115  | 75      | 147  | 90      | 130  | 75      | 113  | 90      | 108 | 177   | 160  | 131                     | 108                 | 130B2844        | 130B2845*          | 130B2846 |
| 37  | 143  | 90      | 177  | -       | -    | 90      | 137  | -       | -   |   |  |                         |                     |                 |                    |          |
| 45  | 170  | -       | -    | -       | -    | -       | -    | -       | -   |   |  |                         |                     |                 |                    |          |

Tabella 6.16 Filtri dU/dt per 200-690 V

1) Dimensioni contenitore A3 dedicati supportano il montaggio standard e il montaggio affiancato. Fissaggio del cavo schermato di connessione al convertitore di frequenza.

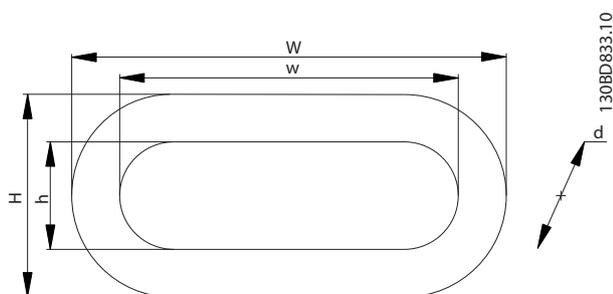
| Parametro                                 | Impostazione  |
|---|---|
| Parametro 14-01 Freq. di commutaz.        | Una frequenza di commutazione superiore a quella specificata dal singolo filtro non è raccomandata. |
| Parametro 14-55 Output Filter             | [0] Senza filtro  |
| Parametro 14-56 Capacitance Output Filter | Non utilizzato  |
| Parametro 14-57 Inductance Output Filter  | Non utilizzato  |

Tabella 6.17 Impostazioni parametri per il funzionamento del filtro dU/dt

## 6.2.8 Filtri modo - comune

| Dimensione contenitore | Numero d'ordine | Dimensioni nucleo |      |      |      |      | Peso [kg] |
|------------------------|-----------------|-------------------|------|------|------|------|-----------|
|                        |                 | W                 | w    | H    | h    | d    |           |
| A e B                  | 130B3257        | 60                | 43   | 40   | 25   | 22,3 | 0,25      |
| C1                     | 130B7679        | 82,8              | 57,5 | 45,5 | 20,6 | 33   | -         |
| C2, C3, C4             | 130B3258        | 102               | 69   | 61   | 28   | 37   | 1,6       |

Tabella 6.18 Filtri modo - comune, numeri d'ordine



Disegno 6.2 Nucleo HF-CM

## 7 Specifiche

### 7.1 Dati elettrici

#### 7.1.1 Alimentazione di rete 3x200–240 V CA

| Designazione del tipo  | P1K1                                      | P1K5  | P2K2  | P3K0 | P3K7 |
|--|---|-------|-------|------|------|
| Sovraccarico <sup>1)</sup>   | NO  | NO    | NO    | NO   | NO   |
| Potenza all'albero tipica [kW]   | 1,1                                       | 1,5   | 2,2   | 3,0  | 3,7  |
| Potenza all'albero standard [hp] a 208 V   | 1,5                                       | 2,0   | 2,9   | 4,0  | 4,9  |
| IP20/chassis <sup>6)</sup>   | A2  | A2    | A2    | A3   | A3   |
| IP55/NEMA 12   | A4/A5                                     | A4/A5 | A4/A5 | A5   | A5   |
| IP66/NEMA 4X   | A4/A5                                     | A4/A5 | A4/A5 | A5   | A5   |
| <b>Corrente di uscita</b>  |   |       |       |      |      |
| Continua (3x200–240 V) [A]   | 6,6                                       | 7,5   | 10,6  | 12,5 | 16,7 |
| Intermittente (3x200–240 V) [A]  | 7,3                                       | 8,3   | 11,7  | 13,8 | 18,4 |
| kVA continui (208 V CA) [kVA]  | 2,38                                      | 2,70  | 3,82  | 4,50 | 6,00 |
| <b>Corrente di ingresso massima</b>  |   |       |       |      |      |
| Continua (3x200–240 V) [A]   | 5,9                                       | 6,8   | 9,5   | 11,3 | 15,0 |
| Intermittente (3x200–240 V) [A]  | 6,5                                       | 7,5   | 10,5  | 12,4 | 16,5 |
| <b>Più specifiche</b>  |   |       |       |      |      |
| Perdita di potenza stimata <sup>3)</sup> al carico nominale massimo [W] <sup>4)</sup>  | 63  | 82    | 116   | 155  | 185  |
| Sezione trasversale massima del cavo IP20, IP21 <sup>2)</sup> per rete, motore, freno e condivisione del carico [mm <sup>2</sup> /(AWG)] | 4, 4, 4 (12, 12, 12)<br>(almeno 0,2 (24)) |       |       |      |      |
| IP55, IP66 Sezione trasversale massima del cavo <sup>2)</sup> per rete, motore, freno e condivisione del carico [mm <sup>2</sup> /(AWG)] | 4, 4, 4 (12, 12, 12)                      |       |       |      |      |
| Sezione trasversale massima del cavo con sezionatore   | 6, 4, 4 (10, 12, 12)                      |       |       |      |      |
| Rendimento <sup>5)</sup>   | 0,96                                      | 0,96  | 0,96  | 0,96 | 0,96 |

Tabella 7.1 Alimentazione di rete 3x200–240 V CA

| Designazione del tipo  | P5K5                 | P7K5 | P11K | P15K               | P18K | P22K   | P30K  | P37K          | P45K  |
|--|----------------------|------|------|--------------------|------|--------|-------|---------------|-------|
| Sovraccarico <sup>1)</sup>   | NO                   | NO   | NO   | NO                 | NO   | NO     | NO    | NO            | NO    |
| Potenza all'albero tipica [kW]   | 5,5                  | 7,5  | 11   | 15                 | 18,5 | 22     | 30    | 37            | 45    |
| Potenza all'albero standard [hp] a 208 V   | 7,5                  | 10   | 15   | 20                 | 25   | 30     | 40    | 50            | 60    |
| IP20/chassis <sup>6)</sup>   | B3                   | B3   | B3   | B4                 | B4   | C3     | C3    | C4            | C4    |
| IP21/NEMA 1  | B1                   | B1   | B1   | B2                 | C1   | C1     | C1    | C2            | C2    |
| IP55/NEMA 12   | B1                   | B1   | B1   | B2                 | C1   | C1     | C1    | C2            | C2    |
| IP66/NEMA 4X   | B1                   | B1   | B1   | B2                 | C1   | C1     | C1    | C2            | C2    |
| <b>Corrente di uscita</b>  |                      |      |      |                    |      |        |       |               |       |
| Continua (3x200–240 V) [A]   | 24,2                 | 30,8 | 46,2 | 59,4               | 74,8 | 88,0   | 115   | 143           | 170   |
| Intermittente (3x200–240 V) [A]  | 26,6                 | 33,9 | 50,8 | 65,3               | 82,3 | 96,8   | 127   | 157           | 187   |
| kVA continui (208 V CA) [kVA]  | 8,7                  | 11,1 | 16,6 | 21,4               | 26,9 | 31,7   | 41,4  | 51,5          | 61,2  |
| <b>Corrente di ingresso massima</b>  |                      |      |      |                    |      |        |       |               |       |
| Continua (3x200–240 V) [A]   | 22,0                 | 28,0 | 42,0 | 54,0               | 68,0 | 80,0   | 104,0 | 130,0         | 154,0 |
| Intermittente (3x200–240 V) [A]  | 24,2                 | 30,8 | 46,2 | 59,4               | 74,8 | 88,0   | 114,0 | 143,0         | 169,0 |
| <b>Più specifiche</b>  |                      |      |      |                    |      |        |       |               |       |
| Perdita di potenza stimata <sup>3)</sup> al carico nominale massimo [W] <sup>4)</sup>  | 269                  | 310  | 447  | 602                | 737  | 845    | 1140  | 1353          | 1636  |
| Sezione trasversale massima del cavo IP20 <sup>2)</sup> (rete, freno, motore e condivisione del carico) [mm <sup>2</sup> /(AWG)] | 10, 10 (8, 8, -)     |      |      | 35 (2)             |      | 50 (1) |       | 150 (300 MCM) |       |
| Sezione trasversale massima del cavo IP21, IP55, IP66 <sup>2)</sup> (rete, motore) [mm <sup>2</sup> /(AWG)]                      | 16, 10, 16 (6, 8, 6) |      |      | 35, -, - (2, -, -) |      | 50 (1) |       | 150 (300 MCM) |       |
| Rendimento <sup>5)</sup>   | 0,96                 | 0,96 | 0,96 | 0,96               | 0,96 | 0,97   | 0,97  | 0,97          | 0,97  |

**Tabella 7.2 Alimentazione di rete 3x200–240 V CA**

**7.1.2 Alimentazione di rete 3x380–480 V CA**

| Designazione del tipo   | P1K1                                      | P1K5  | P2K2  | P3K0  | P4K0  | P5K5 | P7K5 |
|---|---|-------|-------|-------|-------|------|------|
| Sovraccarico <sup>1)</sup>  | NO  | NO    | NO    | NO    | NO    | NO   | NO   |
| Potenza all'albero tipica [kW]  | 1,1                                       | 1,5   | 2,2   | 3,0   | 4,0   | 5,5  | 7,5  |
| Potenza all'albero standard [hp] a 460 V  | 1,5                                       | 2,0   | 2,9   | 4,0   | 5,0   | 7,5  | 10   |
| IP20/chassis <sup>6)</sup>  | A2  | A2    | A2    | A2    | A2    | A3   | A3   |
| IP55/NEMA 12  | A4/A5                                     | A4/A5 | A4/A5 | A4/A5 | A4/A5 | A5   | A5   |
| IP66/NEMA 4X  | A4/A5                                     | A4/A5 | A4/A5 | A4/A5 | A4/A5 | A5   | A5   |
| <b>Corrente di uscita</b>   |   |       |       |       |       |      |      |
| Continua (3x380–440 V) [A]  | 3   | 4,1   | 5,6   | 7,2   | 10    | 13   | 16   |
| Intermittente (3x380–440 V) [A]   | 3,3                                       | 4,5   | 6,2   | 7,9   | 11    | 14,3 | 17,6 |
| Continua (3x441–480 V) [A]  | 2,7                                       | 3,4   | 4,8   | 6,3   | 8,2   | 11   | 14,5 |
| Intermittente (3x441–480 V) [A]   | 3,0                                       | 3,7   | 5,3   | 6,9   | 9,0   | 12,1 | 15,4 |
| kVA continui (400 V CA) [kVA]   | 2,1                                       | 2,8   | 3,9   | 5,0   | 6,9   | 9,0  | 11,0 |
| kVA continui (460 V CA) [kVA]   | 2,4                                       | 2,7   | 3,8   | 5,0   | 6,5   | 8,8  | 11,6 |
| <b>Corrente di ingresso massima</b>   |   |       |       |       |       |      |      |
| Continua (3x380–440 V) [A]  | 2,7                                       | 3,7   | 5,0   | 6,5   | 9,0   | 11,7 | 14,4 |
| Intermittente (3x380–440 V) [A]   | 3,0                                       | 4,1   | 5,5   | 7,2   | 9,9   | 12,9 | 15,8 |
| Continua (3x441–480 V) [A]  | 2,7                                       | 3,1   | 4,3   | 5,7   | 7,4   | 9,9  | 13,0 |
| Intermittente (3x441–480 V) [A]   | 3,0                                       | 3,4   | 4,7   | 6,3   | 8,1   | 10,9 | 14,3 |
| <b>Più specifiche</b>   |   |       |       |       |       |      |      |
| Perdita di potenza stimata <sup>3)</sup> al carico nominale massimo [W] <sup>4)</sup>   | 58  | 62    | 88    | 116   | 124   | 187  | 255  |
| Sezione trasversale massima del cavo IP20, IP21 <sup>2)</sup> (rete, motore, freno e condivisione del carico) [mm <sup>2</sup> /(AWG)] <sup>2)</sup>        | 4, 4, 4 (12, 12, 12)<br>(minimo 0,2 (24)) |       |       |       |       |      |      |
| Sezione trasversale massima del cavo IP55, IP66 e IP21 <sup>2)</sup> (rete, motore, freno e condivisione del carico) [mm <sup>2</sup> /(AWG)] <sup>2)</sup> | 4, 4, 4 (12, 12, 12)                      |       |       |       |       |      |      |
| Sezione trasversale massima del cavo <sup>2)</sup> con sezionatore  | 6, 4, 4 (10, 12, 12)                      |       |       |       |       |      |      |
| Rendimento <sup>5)</sup>  | 0,96                                      | 0,97  | 0,97  | 0,97  | 0,97  | 0,97 | 0,97 |

**Tabella 7.3 Alimentazione di rete 3x380–480 V CA**

| Designazione del tipo  | P11K                 | P15K | P18K | P22K                 | P30K | P37K                 | P45K   | P55K | P75K                        | P90K                                  |
|--|----------------------|------|------|----------------------|------|----------------------|--------|------|-----------------------------|---------------------------------------|
| Sovraccarico <sup>1)</sup>   | NO                   | NO   | NO   | NO                   | NO   | NO                   | NO     | NO   | NO                          | NO                                    |
| Potenza all'albero tipica [kW]   | 11                   | 15   | 18,5 | 22                   | 30   | 37                   | 45     | 55   | 75                          | 90                                    |
| Potenza all'albero standard [hp] a 460 V   | 15                   | 20   | 25   | 30                   | 40   | 50                   | 60     | 75   | 100                         | 125                                   |
| IP20/chassis <sup>7)</sup>   | B3                   | B3   | B3   | B4                   | B4   | B4                   | C3     | C3   | C4                          | C4                                    |
| IP21/NEMA 1  | B1                   | B1   | B1   | B2                   | B2   | C1                   | C1     | C1   | C2                          | C2                                    |
| IP55/NEMA 12   | B1                   | B1   | B1   | B2                   | B2   | C1                   | C1     | C1   | C2                          | C2                                    |
| IP66/NEMA 4X   | B1                   | B1   | B1   | B2                   | B2   | C1                   | C1     | C1   | C2                          | C2                                    |
| <b>Corrente di uscita</b>  |                      |      |      |                      |      |                      |        |      |                             |                                       |
| Continua (3x380–439 V) [A]   | 24                   | 32   | 37,5 | 44                   | 61   | 73                   | 90     | 106  | 147                         | 177                                   |
| Intermittente (3x380–439 V) [A]  | 26,4                 | 35,2 | 41,3 | 48,4                 | 67,1 | 80,3                 | 99     | 117  | 162                         | 195                                   |
| Continua (3x440–480 V) [A]   | 21                   | 27   | 34   | 40                   | 52   | 65                   | 80     | 105  | 130                         | 160                                   |
| Intermittente (3x440–480 V) [A]  | 23,1                 | 29,7 | 37,4 | 44                   | 61,6 | 71,5                 | 88     | 116  | 143                         | 176                                   |
| kVA continui (400 V CA) [kVA]  | 16,6                 | 22,2 | 26   | 30,5                 | 42,3 | 50,6                 | 62,4   | 73,4 | 102                         | 123                                   |
| kVA continui (460 V CA) [kVA]  | 16,7                 | 21,5 | 27,1 | 31,9                 | 41,4 | 51,8                 | 63,7   | 83,7 | 104                         | 128                                   |
| <b>Corrente di ingresso massima</b>  |                      |      |      |                      |      |                      |        |      |                             |                                       |
| Continua (3x380–439 V) [A]   | 22                   | 29   | 34   | 40                   | 55   | 66                   | 82     | 96   | 133                         | 161                                   |
| Intermittente (3x380–439 V) [A]  | 24,2                 | 31,9 | 37,4 | 44                   | 60,5 | 72,6                 | 90,2   | 106  | 146                         | 177                                   |
| Continua (3x440–480 V) [A]   | 19                   | 25   | 31   | 36                   | 47   | 59                   | 73     | 95   | 118                         | 145                                   |
| Intermittente (3x440–480 V) [A]  | 20,9                 | 27,5 | 34,1 | 39,6                 | 51,7 | 64,9                 | 80,3   | 105  | 130                         | 160                                   |
| <b>Più specifiche</b>  |                      |      |      |                      |      |                      |        |      |                             |                                       |
| Perdita di potenza stimata <sup>3)</sup> al carico nominale massimo [W] <sup>4)</sup>  | 278                  | 392  | 465  | 525                  | 698  | 739                  | 843    | 1083 | 1384                        | 1474                                  |
| Sezione trasversale massima del cavo IP20 <sup>2)</sup> (rete, freno, motore e condivisione del carico) [mm <sup>2</sup> /(AWG)] | 10, 10, - (8, 8, -)  |      |      | 35, -, - (2, -, -)   |      |                      | 50 (1) |      | 95 (4/0)                    |                                       |
| Sezione trasversale massima del cavo IP21, IP55, IP66 <sup>2)</sup> (rete, motore) [mm <sup>2</sup> /(AWG)]                      | 10, 10, - (8, 8, -)  |      |      | 35, 25, 25 (2, 4, 4) |      |                      | 50 (1) |      | 150 (300 MCM)               |                                       |
| Con sezionatore di rete incluso:   | 16, 10, 10 (6, 8, 8) |      |      |                      |      | 50, 35, 35 (1, 2, 2) |        |      | 95, 70, 70 (3/0, 2/70, 2/0) | 185, 150, 120 (350 MCM, 300 MCM, 4/0) |
| Rendimento <sup>5)</sup>   | 0,98                 | 0,98 | 0,98 | 0,98                 | 0,98 | 0,98                 | 0,98   | 0,98 | 0,98                        | 0,99                                  |

**Tabella 7.4 Alimentazione di rete 3x380–480 V CA**
**7**

**7.1.3 Alimentazione di rete 3x525–600 V CA**

| Designazione del tipo  | P1K1                                      | P1K5 | P2K2 | P3K0 | P3K7 | P4K0 | P5K5 | P7K5 |
|--|---|------|------|------|------|------|------|------|
| Sovraccarico <sup>1)</sup>   | NO  | NO   | NO   | NO   | NO   | NO   | NO   | NO   |
| Potenza all'albero tipica [kW]   | 1,1                                       | 1,5  | 2,2  | 3,0  | 3,7  | 4,0  | 5,5  | 7,5  |
| IP20/chassis   | A3  | A3   | A3   | A3   | A2   | A3   | A3   | A3   |
| IP21/NEMA 1  | A3  | A3   | A3   | A3   | A2   | A3   | A3   | A3   |
| IP55/NEMA 12   | A5  | A5   | A5   | A5   | A5   | A5   | A5   | A5   |
| IP66/NEMA 4X   | A5  | A5   | A5   | A5   | A5   | A5   | A5   | A5   |
| <b>Corrente di uscita</b>  |   |      |      |      |      |      |      |      |
| Continua (3x525–550 V) [A]   | 2,6                                       | 2,9  | 4,1  | 5,2  | –    | 6,4  | 9,5  | 11,5 |
| Intermittente (3x525–550 V) [A]  | 2,9                                       | 3,2  | 4,5  | 5,7  | –    | 7,0  | 10,5 | 12,7 |
| Continua (3x525–600 V) [A]   | 2,4                                       | 2,7  | 3,9  | 4,9  | –    | 6,1  | 9,0  | 11,0 |
| Intermittente (3x525–600 V) [A]  | 2,6                                       | 3,0  | 4,3  | 5,4  | –    | 6,7  | 9,9  | 12,1 |
| kVA continui (525 V CA) [kVA]  | 2,5                                       | 2,8  | 3,9  | 5,0  | –    | 6,1  | 9,0  | 11,0 |
| kVA continui (575 V CA) [kVA]  | 2,4                                       | 2,7  | 3,9  | 4,9  | –    | 6,1  | 9,0  | 11,0 |
| <b>Corrente di ingresso massima</b>  |   |      |      |      |      |      |      |      |
| Continua (3x525–600 V) [A]   | 2,4                                       | 2,7  | 4,1  | 5,2  | –    | 5,8  | 8,6  | 10,4 |
| Intermittente (3x525–600 V) [A]  | 2,7                                       | 3,0  | 4,5  | 5,7  | –    | 6,4  | 9,5  | 11,5 |
| <b>Più specifiche</b>  |   |      |      |      |      |      |      |      |
| Perdita di potenza stimata <sup>3)</sup><br>al carico nominale massimo [W] <sup>4)</sup>   | 50  | 65   | 92   | 122  | –    | 145  | 195  | 261  |
| Sezione trasversale massima del<br>cavo IP20 <sup>2)</sup> (rete, motore, freno e<br>condivisione del carico) [mm <sup>2</sup> /<br>(AWG)]         | 4, 4, 4 (12, 12, 12)<br>(minimo 0,2 (24)) |      |      |      |      |      |      |      |
| IP55 , IP66 Sezione trasversale<br>massima del cavo <sup>2)</sup> per rete, motore,<br>freno e condivisione del carico<br>[mm <sup>2</sup> /(AWG)] | 4, 4, 4 (12, 12, 12)<br>(minimo 0,2 (24)) |      |      |      |      |      |      |      |
| Sezione trasversale massima del<br>cavo <sup>2)</sup> con sezionatore  | 6, 4, 4 (10, 12, 12)                      |      |      |      |      |      |      |      |
| Rendimento <sup>5)</sup>   | 0,97                                      | 0,97 | 0,97 | 0,97 | –    | 0,97 | 0,97 | 0,97 |

**Tabella 7.5 Alimentazione di rete 3x525–600 V CA**

| Designazione del tipo   | P11K                 | P15K | P18K | P22K                 | P30K | P37K                 | P45K               | P55K | P75K                       | P90K                                  |
|---|----------------------|------|------|----------------------|------|----------------------|--------------------|------|----------------------------|---------------------------------------|
| Sovraccarico <sup>1)</sup>  | NO                   | NO   | NO   | NO                   | NO   | NO                   | NO                 | NO   | NO                         | NO                                    |
| Potenza all'albero tipica [kW]  | 11                   | 15   | 18,5 | 22                   | 30   | 37                   | 45                 | 55   | 75                         | 90                                    |
| IP20/chassis  | B3                   | B3   | B3   | B4                   | B4   | B4                   | C3                 | C3   | C4                         | C4                                    |
| IP21/NEMA 1   | B1                   | B1   | B1   | B2                   | B2   | C1                   | C1                 | C1   | C2                         | C2                                    |
| IP55/NEMA 12  | B1                   | B1   | B1   | B2                   | B2   | C1                   | C1                 | C1   | C2                         | C2                                    |
| IP66/NEMA 4X  | B1                   | B1   | B1   | B2                   | B2   | C1                   | C1                 | C1   | C2                         | C2                                    |
| <b>Corrente di uscita</b>   |                      |      |      |                      |      |                      |                    |      |                            |                                       |
| Continua (3x525–550 V) [A]  | 19                   | 23   | 28   | 36                   | 43   | 54                   | 65                 | 87   | 105                        | 137                                   |
| Intermittente (3x525–550 V) [A]   | 21                   | 25   | 31   | 40                   | 47   | 59                   | 72                 | 96   | 116                        | 151                                   |
| Continua (3x525–600 V) [A]  | 18                   | 22   | 27   | 34                   | 41   | 52                   | 62                 | 83   | 100                        | 131                                   |
| Intermittente (3x525–600 V) [A]   | 20                   | 24   | 30   | 37                   | 45   | 57                   | 68                 | 91   | 110                        | 144                                   |
| kVA continui (525 V CA) [kVA]   | 18,1                 | 21,9 | 26,7 | 34,3                 | 41   | 51,4                 | 61,9               | 82,9 | 100                        | 130,5                                 |
| kVA continui (575 V CA) [kVA]   | 17,9                 | 21,9 | 26,9 | 33,9                 | 40,8 | 51,8                 | 61,7               | 82,7 | 99,6                       | 130,5                                 |
| <b>Corrente di ingresso massima</b>   |                      |      |      |                      |      |                      |                    |      |                            |                                       |
| Continua (3x525–600 V) [A]  | 17,2                 | 20,9 | 25,4 | 32,7                 | 39   | 49                   | 59                 | 78,9 | 95,3                       | 124,3                                 |
| Intermittente (3x525–600 V) [A]   | 19                   | 23   | 28   | 36                   | 43   | 54                   | 65                 | 87   | 105                        | 137                                   |
| <b>Più specifiche</b>   |                      |      |      |                      |      |                      |                    |      |                            |                                       |
| Perdita di potenza stimata <sup>3)</sup> al carico nominale massimo [W] <sup>4)</sup>   | 300                  | 400  | 475  | 525                  | 700  | 750                  | 850                | 1100 | 1400                       | 1500                                  |
| IP21 , IP55 , IP66<br>Sezione trasversale massima del cavo <sup>2)</sup> (rete, freno e condivisione del carico) [mm <sup>2</sup> /(AWG)] | 16, 10, 10 (6, 8, 8) |      |      | 35, -, - (2, -, -)   |      |                      | 50, -, - (1, -, -) |      |                            | 150 (300 MCM)                         |
| IP21 , IP55 , IP66<br>Sezione trasversale massima del cavo <sup>2)</sup> (motore) [mm <sup>2</sup> /(AWG)]                                | 10, 10, - (8, 8, -)  |      |      | 35, 25, 25 (2, 4, 4) |      |                      | 50, -, - (1, -, -) |      |                            | 150 (300 MCM)                         |
| Sezione trasversale massima del cavo IP20 <sup>2)</sup> (rete, freno e condivisione del carico) [mm <sup>2</sup> /(AWG)]                  | 10, 10, - (8, 8, -)  |      |      | 35, -, - (2, -, -)   |      |                      | 50, -, - (1, -, -) |      |                            | 150 (300 MCM)                         |
| Sezione trasversale massima del cavo <sup>2)</sup> con sezionatore  | 16, 10, 10 (6, 8, 8) |      |      |                      |      | 50, 35, 35 (1, 2, 2) |                    |      | 95, 70, 70 (3/0, 2/0, 2/0) | 185, 150, 120 (350 MCM, 300 MCM, 4/0) |
| Rendimento <sup>5)</sup>  | 0,98                 | 0,98 | 0,98 | 0,98                 | 0,98 | 0,98                 | 0,98               | 0,98 | 0,98                       | 0,98                                  |

**Tabella 7.6 Alimentazione di rete 3x525–600 V CA**

Per informazioni sul tipo di fusibile, consultare capitolo 7.8 Fusibili e interruttori.

1) Sovraccarico normale con coppia del 110% per una durata di 60 s.

2) I tre valori per la sezione trasversale massima dei cavi sono per cavo unipolare, filo elettrico flessibile e filo elettrico flessibile con guaina.

3) Vale per il dimensionamento del raffreddamento del convertitore di frequenza. Se la frequenza di commutazione è superiore all'impostazione di fabbrica, le perdite di potenza possono aumentare. Si tiene conto anche del consumo energetico tipico dell'LCP e della scheda di controllo. Per dati sulla perdita di potenza secondo EN 50598-2, consultare [www.danfoss.com/vltenergyefficiency](http://www.danfoss.com/vltenergyefficiency).

4) Rendimento misurato a corrente nominale. Per la classe di efficienza energetica, vedere capitolo 7.4 Condizioni ambientali. Per perdite di carico della parte, vedere [www.danfoss.com/vltenergyefficiency](http://www.danfoss.com/vltenergyefficiency).

5) Misurato utilizzando cavi motore schermati di 5 m a carico e frequenza nominali.

6) Le dimensioni contenitore A2+A3 possono essere convertite a IP21 usando un kit di conversione. Vedere anche capitolo 3.7 Pianificazione meccanica.

7) Le dimensioni contenitore B3+B4 e C3+C4 possono essere convertite a IP21 usando un kit di conversione. Vedere anche capitolo 3.7 Pianificazione meccanica.

## 7.2 Alimentazione di rete

### Alimentazione di rete

|                           |                |
|---------------------------|----------------|
| Morsetti di alimentazione | L1, L2, L3     |
| Tensione di alimentazione | 200–240 V ±10% |
| Tensione di alimentazione | 380–480 V ±10% |
| Tensione di alimentazione | 525–600 V ±10% |

#### Tensione di alimentazione insufficiente/caduta di tensione di rete

Durante una bassa tensione di rete o una caduta di tensione di rete, il convertitore di frequenza continua a funzionare fino a quando la tensione del collegamento CC non scende al di sotto del livello minimo di arresto. Il livello di arresto minimo è di norma fino al 15% inferiore alla tensione di alimentazione nominale più bassa del convertitore di frequenza. Accensione e funzionamento alla coppia massima non sono possibili se la tensione di rete è oltre il 10% al di sotto della tensione di alimentazione nominale minima del convertitore di frequenza.

|  |  |
|--|--|
| Frequenza di alimentazione   | 50/60 Hz ±5%   |
| Squilibrio temporaneo massimo tra le fasi di rete                            | 3,0% della tensione di alimentazione nominale          |
| Fattore di potenza reale ( $\lambda$ )                                       | ≥0,9 nominale al carico nominale                       |
| Fattore di dislocazione di potenza ( $\cos \phi$ )                           | Prossimo all'unità (>0,98)                             |
| Commutazione sull'alimentazione di ingresso L1, L2, L3 (accensioni) ≤7,5 kW  | Al massimo 2 volte/minuti                              |
| Commutazione sull'alimentazione di ingresso L1, L2, L3 (accensioni) 11–75 kW | Al massimo 1 volta/minuto                              |
| Commutazione sull'alimentazione di ingresso L1, L2, L3 (accensioni) ≥90 kW   | Al massimo 1 volta/2 minuti                            |
| Ambiente secondo la norma EN60664-1  | Categoria di sovratensione III/grado di inquinamento 2 |

L'unità è adatta per un uso su un circuito in grado di fornire non oltre 100.000 ampere RMS simmetrici, al massimo 240/500/600/690 V.

## 7.3 Uscita motore e dati motore

### Uscita motore (U, V, W)

|                                 |  |
|---------------------------------|--|
| Tensione di uscita              | 0–100% della tensione di alimentazione |
| Frequenza di uscita (1,1–90 kW) | 0–590 <sup>1)</sup> Hz                 |
| Commutazioni sull'uscita        | Illimitate                             |
| Tempi di rampa                  | 1–3600 s                               |

1) A partire dalla versione software 1.10, la frequenza di uscita del convertitore di frequenza è limitata a 590 Hz. Contattare il partner Danfoss locale per ulteriori informazioni.

### Caratteristiche di coppia

|  |  |
|--|--|
| Coppia di avviamento (coppia costante)   | Al massimo 110% per 60 s <sup>1)</sup>     |
| Coppia di avviamento                     | Al massimo 135% fino a 0,5 s <sup>1)</sup> |
| Coppia di sovraccarico (coppia costante) | Al massimo 110% per 60 s <sup>1)</sup>     |

1) La percentuale si riferisce alla coppia nominale.

## 7.4 Condizioni ambientali

**Ambiente**

|   |   |
|---|---|
| Grado IP  | IP20 <sup>1)</sup> /Chassis, IP21 <sup>2)</sup> /tipo 1, IP55/tipo 12, IP66/tipo 4X |
| Test di vibrazione  | 1,0 g   |
| Umidità relativa massima  | 5–93% (IEC 721-3-3; classe 3K3 (senza condensa) durante il funzionamento)           |
| Ambiente aggressivo (IEC 60068-2-43) Test H <sub>2</sub> S          | Classe Kd   |
| Temperatura ambiente <sup>3)</sup>                                  | Al massimo 50 °C (al massimo 45 °C nella media di 24 ore)                           |
| Temperatura ambiente minima durante il funzionamento a pieno regime | 0 °C  |
| Temperatura ambiente minima con prestazioni ridotte                 | -10 °C  |
| Temperatura durante l'immagazzinamento/il trasporto                 | Da -25 a +65/70 °C  |
| Altezza massima sopra il livello del mare senza declassamento       | 1000 m  |

*Per eventuale declassamento in caso di altezza elevata, consultare le condizioni speciali nella Guida alla progettazione*

|   |            |
|---|------------|
| Norme EMC, emissione                          | EN 61800-3 |
| Norme EMC, immunità                           | EN 61800-3 |
| Classe di efficienza energetica <sup>4)</sup> | IE2        |

*Vedere capitolo 5 Condizioni speciali.*

1) Solo per ≤3,7 kW (200–240 V), ≤7,5 kW (380–480 V).

2) Come kit contenitore per ≤3,7 kW (200–240 V), ≤7,5 kW (380–480 V).

3) Declassamento per temperatura ambiente elevata, vedere capitolo 5 Condizioni speciali.

4) Determinato secondo la EN50598-2 al:

- Carico nominale.
- 90% dell frequenza nominale.
- Impostazione di fabbrica della frequenza di commutazione.
- Impostazione di fabbrica del modello di commutazione.

## 7.5 Specifiche dei cavi

**Lunghezze e sezioni trasversali dei cavi di controllo<sup>1)</sup>**

|   |                              |
|---|------------------------------|
| Lunghezza massima del cavo motore, schermato  | 150 m (492 piedi)            |
| Lunghezza massima del cavo motore, non schermato  | 300 m (984 piedi)            |
| Sezione trasversale massima ai morsetti di controllo, filo elettrico flessibile/rigido senza capicorda per cavo       | 1,5 mm <sup>2</sup> /16 AWG  |
| Sezione trasversale massima ai morsetti di controllo, filo elettrico flessibile con capicorda per cavo                | 1 mm <sup>2</sup> /18 AWG    |
| Sezione trasversale massima per i morsetti di controllo, filo elettrico flessibile con capicorda per cavo con collare | 0,5 mm <sup>2</sup> /20 AWG  |
| Sezione trasversale minima ai morsetti di controllo   | 0,25 mm <sup>2</sup> /24 AWG |

1) Per i cavi di potenza, vedere le tabelle dei dati elettrici in capitolo 7.1 Dati elettrici.

### 7.5.1 Lunghezze del cavo per collegamenti in parallelo di motori multipli

| Dimensioni del contenitore     | Taglia di potenza [kW] | Tensione [V] | 1 cavo [m] | 2 cavi [m] | 3 cavi [m] | 4 cavi [m] |
|--------------------------------|------------------------|--------------|------------|------------|------------|------------|
| A2, A4, A5                     | 1,1–1,5                | 400          | 150        | 45         | 20         | 8          |
| A2, A4, A5                     | 2,2–4                  | 400          | 150        | 45         | 20         | 11         |
| A3, A4, A5                     | 5,5–7,5                | 400          | 150        | 45         | 20         | 11         |
| B1, B2, B3, B4, C1, C2, C3, C4 | 11–90                  | 400          | 150        | 75         | 50         | 37         |

**Tabella 7.7 Lunghezza massima del cavo per ciascun cavo parallelo**

*Per maggiori informazioni, consultare capitolo 3.5.6 Collegamento di motori multipli.*

## 7.6 Ingresso/uscita di dati e di controllo

### Ingressi digitali

|   |  |
|---|--|
| Ingressi digitali programmabili                   | 4 (6) <sup>1)</sup>                                  |
| Numero morsetto                                   | 18, 19, 27 <sup>1)</sup> , 29 <sup>1)</sup> , 32, 33 |
| Logica  | PNP o NPN  |
| Livello di tensione                               | 0–24 V CC  |
| Livello di tensione, logica 0 PNP                 | <5 V CC  |
| Livello di tensione, logica 1 PNP                 | >10 V CC   |
| Livello di tensione, logica 0 NPN <sup>2)</sup>   | >19 V CC   |
| Livello di tensione, 1 a logica NPN <sup>2)</sup> | <14 V CC   |
| Tensione massima in ingresso                      | 28 V CC  |
| Campo di frequenza impulsi                        | 0–110 kHz  |
| Modulazione di larghezza min. (duty cycle)        | 4,5 ms   |
| Resistenza di ingresso, R <sub>i</sub>            | Circa 4 kΩ   |

### Safe Torque Off (STO) morsetto 37<sup>3), 4)</sup> (il morsetto 37 è a logica PNP fissa)

|                                    |                      |
|------------------------------------|----------------------|
| Livello di tensione                | 0–24 V CC            |
| Livello di tensione, logica 0 PNP  | <4 V CC              |
| Livello di tensione, logica 1 PNP  | >20 V CC             |
| Tensione massima in ingresso       | 28 V CC              |
| Corrente di ingresso tipica a 24 V | 50 mA <sub>rms</sub> |
| Corrente di ingresso tipica a 20 V | 60 mA <sub>rms</sub> |
| Capacità di ingresso               | 400 nF               |

*Tutti gli ingressi analogici sono isolati galvanicamente dalla tensione di alimentazione (PELV) nonché dagli altri morsetti ad alta tensione.*

1) I morsetti 27 e 29 possono essere anche programmati come uscita.

2) Eccetto il morsetto di ingresso 37 di Safe Torque Off.

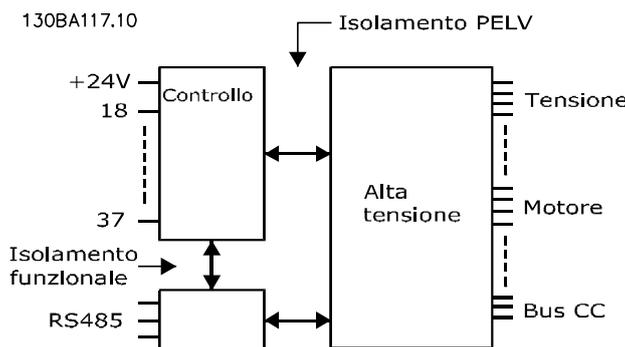
3) Consultare Manuale di funzionamento convertitori di frequenza VLT® – Safe Torque Off per maggiori informazioni sul morsetto 37 e su safe torque off.

4) Quando si utilizza un contattore con una bobina CC integrata in combinazione con STO, è importante creare un percorso di ritorno per la corrente dalla bobina quando questa viene disinserita. Questo è possibile utilizzando un diodo unidirezionale (oppure, in alternativa, un MOV a 30 V o 50 V per un tempo di risposta più rapido) attraverso la bobina. I contattori tipici possono essere acquistati con questo diodo.

### Ingressi analogici

|  |   |
|--|---|
| Numero di ingressi analogici           | 2   |
| Numero morsetto                        | 53, 54                                      |
| Modalità                               | Tensione o corrente                         |
| Selezione modalità                     | Interruttore S201 e interruttore S202       |
| Modalità tensione                      | Interruttore S201/interruttore S202=OFF (U) |
| Livello di tensione                    | Da -10 V a +10 V (scalabile)                |
| Resistenza di ingresso, R <sub>i</sub> | Circa 10 kΩ                                 |
| Tensione massima                       | ±20 V                                       |
| Modalità corrente                      | Interruttore S201/interruttore S202=ON (I)  |
| Livello di corrente                    | Da 0/4 a 20 mA (scalabile)                  |
| Resistenza di ingresso, R <sub>i</sub> | Circa 200 Ω                                 |
| Corrente massima                       | 30 mA                                       |
| Risoluzione per gli ingressi analogici | 10 bit (segno +)                            |
| Precisione                             | Errore massimo 0,5% della scala intera      |
| Larghezza di banda                     | 100 Hz                                      |

*Gli ingressi analogici sono isolati galvanicamente dalla tensione di alimentazione (PELV) e dagli altri morsetti ad alta tensione.*



Disegno 7.1 Isolamento PELV degli ingressi analogici

Ingressi digitali

|   |   |
|---|---|
| Impulso programmabile                                       | 2/1   |
| Numero morsetto a impulsi                                   | 29, 33 <sup>1)</sup> /32 <sup>2)</sup> , 33 <sup>2)</sup> |
| Frequenza massima in corrispondenza del morsetto 29, 32, 33 | 110 kHz (comando push-pull)                               |
| Frequenza massima in corrispondenza del morsetto 29, 32, 33 | 5 kHz (collettore aperto)                                 |
| Frequenza minima in corrispondenza del morsetto 29, 32, 33  | 4 Hz  |
| Livello di tensione   | Vedere capitolo 7.6.1 Ingressi digitali                   |
| Tensione massima in ingresso                                | 28 V CC   |
| Resistenza di ingresso, R <sub>i</sub>                      | Circa 4 kΩ  |
| Precisione dell'ingresso digitale (0,1–1 kHz)               | Errore massimo: 0,1% della scala intera                   |
| Precisione dell'ingresso encoder (1–11 kHz)                 | Errore massimo: 0,05% della scala intera                  |

*Gli ingressi digitali ed encoder (morsetti 29, 32, 33) sono isolati galvanicamente dalla tensione di alimentazione (PELV) nonché da altri morsetti ad alta tensione.*

- 1) Gli ingressi a impulsi sono 29 e 33.
- 2) Ingressi encoder: 32=A e 33=B.

Uscita analogica

|  |                                      |
|--|--------------------------------------|
| Numero delle uscite analogiche programmabili                   | 1                                    |
| Numero morsetto  | 42                                   |
| Intervallo di corrente in corrispondenza dell'uscita analogica | 0/4–20 mA                            |
| Carico massimo GND - uscita analogica                          | 500 Ω                                |
| Precisione   | Errore massimo: 0,5% del fondo scala |
| Risoluzione sull'uscita analogica                              | 12 bit                               |

*L'uscita analogica è isolata galvanicamente dalla tensione di alimentazione (PELV) e dagli altri morsetti ad alta tensione.*

Scheda di controllo, comunicazione seriale RS485

|                    |                                    |
|--------------------|------------------------------------|
| Numero morsetto    | 68 (P, TX+, RX+), 69 (N, TX-, RX-) |
| Numero morsetto 61 | Comune per i morsetti 68 e 69.     |

*Il circuito di comunicazione seriale RS485 è separato funzionalmente da altri circuiti centrali e isolato galvanicamente dalla tensione di alimentazione (PELV).*

Uscita digitale

|   |   |
|---|---|
| Uscite digitali/impulsi programmabili                                   | 2                                       |
| Numero morsetto   | 27, 29 <sup>1)</sup>                    |
| Livello di tensione sull'uscita digitale/frequenza di uscita            | 0–24 V                                  |
| Corrente di uscita massima (sink o source)                              | 40 mA                                   |
| Carico massimo alla frequenza di uscita                                 | 1 kΩ                                    |
| Carico capacitivo massimo alla frequenza di uscita                      | 10 nF                                   |
| Frequenza di uscita minima in corrispondenza della frequenza di uscita  | 0 Hz                                    |
| Frequenza di uscita massima in corrispondenza della frequenza di uscita | 32 kHz                                  |
| Precisione della frequenza di uscita                                    | Errore massimo: 0,1% della scala intera |

Risoluzione delle frequenze di uscita 12 bit

1) I morsetti 27 e 29 possono essere programmati anche come ingressi.

L'uscita digitale è isolata galvanicamente dalla tensione di alimentazione (PELV) e dagli altri morsetti ad alta tensione.

Scheda di controllo, tensione di uscita a 24 V CC

Numero morsetto 12, 13

Tensione di uscita 24 V +1, -3 V

Carico massimo 200 mA

L'alimentazione a 24 V CC è isolata galvanicamente dalla tensione di alimentazione (PELV) ma ha lo stesso potenziale degli ingressi e delle uscite analogici e digitali.

Uscite a relè

Uscite a relè programmabili

Numero morsetto relè 01 1-3 (apertura), 1-2 (chiusura)

Carico massimo sui morsetti (CA-1)<sup>1)</sup> 1-3 (NC), 1-2 (NO) (carico resistivo) 240 V CA, 2 A

Carico massimo sui morsetti (CA-15)<sup>1)</sup> (carico induttivo @ cosφ 0,4) 240 V CA, 0,2 A

Carico massimo sui morsetti (CC-1)<sup>1)</sup> 1-2 (NO), 1-3 (NC) (carico resistivo) 60 V CC, 1 A

Carico massimo sui morsetti (CC-13)<sup>1)</sup> (carico induttivo) 24 V CC, 0,1 A

Numero morsetto relè 02 4-6 (apertura), 4-5 (chiusura)

Carico massimo sui morsetti (CA-1)<sup>1)</sup> su 4-5 (NO) (carico resistivo)<sup>2)3)</sup> Cat. sovratensione II 400 V CA, 2 A

Carico massimo sui morsetti (CA-15)<sup>1)</sup> 4-5 (NO) (carico induttivo @ cosφ 0,4) 240 V CA, 0,2 A

Carico massimo sui morsetti (CC-1)<sup>1)</sup> 4-5 (NO) (carico resistivo) 80 V CC, 2 A

Carico massimo sui morsetti (CC-13)<sup>1)</sup> 4-5 (NO) (carico induttivo) 24 V CC, 0,1 A

Carico massimo sui morsetti (CA-1)<sup>1)</sup> 4-6 (NC) (carico resistivo) 240 V CA, 2 A

Carico massimo sui morsetti (CA-15)<sup>1)</sup> 4-6 (NC) (carico induttivo @ cosφ 0,4) 240 V CA, 0,2 A

Carico massimo sui morsetti (CC-1)<sup>1)</sup> 4-6 (NC) (carico resistivo) 50 V CC, 2 A

Carico massimo sui morsetti (CC-13)<sup>1)</sup> 4-6 (NC) (carico induttivo) 24 V CC, 0,1 A

Carico minimo sui morsetti 1-3 (NC), 1-2 (NO), 4-6 (NC), 4-5 (NO) 24 V CC 10 mA, 24 V CA 20 mA

Ambiente secondo EN 60664-1 Categoria di sovratensione III/grado di inquinamento 2

1) IEC 60947 parti 4 e 5.

I contatti del relè sono isolati galvanicamente dal resto del circuito mediante un isolamento rinforzato (PELV).

2) Categoria di sovratensione II.

3) Applicazioni UL 300 V CA 2 A.

Scheda di controllo, tensione di uscita a 10 VCC

Numero morsetto 50

Tensione di uscita 10,5 V ±0,5 V

Carico massimo 15 mA

L'alimentazione 10 V CC è isolata galvanicamente dalla tensione di alimentazione (PELV) nonché da altri morsetti ad alta tensione.

Caratteristiche di comando

Risoluzione della frequenza di uscita a 0-590 Hz ± 0,003 Hz

Precisione di ripetizione di avviamento/arresto preciso (morsetti 18, 19) ≤± 0,1 ms

Tempo di risposta del sistema (morsetti 18, 19, 27, 29, 32, 33) ≤10 ms

Intervallo controllo di velocità (anello aperto) 1:100 della velocità sincrona

Intervallo controllo di velocità (anello chiuso) 1:1000 della velocità sincrona

Precisione della velocità (anello aperto) 30-4000 giri/min.: errore ±8 giri/min.

Precisione della velocità (anello chiuso), in base alla risoluzione del dispositivo di

retroazione 0-6000 giri/min.: errore ±0,15 giri/min.

Tutte le caratteristiche di comando si basano su un motore asincrono a 4 poli.

Prestazioni scheda di controllo

Intervallo di scansione 5 ms

Scheda di controllo, comunicazione seriale USB

 USB standard 1.1 (piena velocità)

 Connettore USB Connettore USB tipo B
*Il collegamento al PC viene effettuato mediante un cavo USB dispositivo/host standard.*
*Il collegamento USB è isolato galvanicamente dalla tensione di alimentazione (PELV) nonché dagli altri morsetti ad alta tensione.*
*Il collegamento a massa USB NON è isolato galvanicamente dalla messa a terra di protezione. Usare solo un computer portatile isolato come collegamento PC al connettore USB sul convertitore di frequenza.*

## 7.7 Coppia di serraggio della connessione

| Contenitore | Potenza [kW] |           |           | Coppia [Nm]         |                     |       |      |
|-------------|--------------|-----------|-----------|---------------------|---------------------|-------|------|
|             | 200–240 V    | 380–480 V | 525–600 V | Rete                | Motore              | Massa | Relè |
| A2          | 1,1–2,2      | 1,1–4,0   | –         | 1,8                 | 1,8                 | 3     | 0,6  |
| A3          | 3,0–3,7      | 5,5–7,5   | 1,1–7,5   | 1,8                 | 1,8                 | 3     | 0,6  |
| A4          | 1,1–2,2      | 1,1–4,0   | –         | 1,8                 | 1,8                 | 3     | 0,6  |
| A5          | 1,1–3,7      | 1,1–7,5   | 1,1–7,5   | 1,8                 | 1,8                 | 3     | 0,6  |
| B1          | 5,5–11       | 11–18     | 11–18     | 1,8                 | 1,8                 | 3     | 0,6  |
| B2          | 15           | 22–30     | 22–30     | 4,5                 | 4,5                 | 3     | 0,6  |
| B3          | 5,5–11       | 11–18     | 11–18     | 1,8                 | 1,8                 | 3     | 0,6  |
| B4          | 15–18        | 22–37     | 22–37     | 4,5                 | 4,5                 | 3     | 0,6  |
| C1          | 18–30        | 37–55     | 37–55     | 10                  | 10                  | 3     | 0,6  |
| C2          | 37–45        | 75–90     | 75–90     | 14/24 <sup>1)</sup> | 14/24 <sup>1)</sup> | 3     | 0,6  |
| C3          | 22–30        | 45–55     | 45–55     | 10                  | 10                  | 3     | 0,6  |
| C4          | 37–45        | 75–90     | 75–90     | 14/24 <sup>1)</sup> | 14/24 <sup>1)</sup> | 3     | 0,6  |

**Tabella 7.8 Serraggio dei morsetti**

 1) Per diverse misure di cavo x/y dove  $x \leq 95 \text{ mm}^2$  e  $y \geq 95 \text{ mm}^2$ .

## 7.8 Fusibili e interruttori

Usare fusibili e/o interruttori automatici consigliati sul lato di alimentazione come protezione in caso di guasto di un componente all'interno del convertitore di frequenza (primo guasto).

### **AVVISO!**

L'uso di fusibili sul lato di alimentazione è obbligatorio per assicurare la conformità a IEC 60364 (CE) e NEC 2009 (UL).

**Si raccomandano:**

- Fusibili del tipo gG.
- Interruttori di tipo Moeller. Per altri tipi di interruttori, assicurarsi che l'energia fornita al convertitore di frequenza sia uguale o inferiore all'energia fornita dai tipi Moeller.

 L'uso dei fusibili e degli interruttori automatici raccomandati assicura che i possibili danni al convertitore di frequenza si limitino ai danni all'interno dell'unità. Per maggiori informazioni, vedere le *Note sull'applicazione di fusibili e interruttori automatici*.

 I fusibili in *Tabella 7.9* fino a *Tabella 7.16* sono adatti per l'uso su un circuito in grado di fornire  $100.000 A_{rms}$  (simmetrici) in funzione della tensione nominale del convertitore di frequenza. Con i fusibili adeguati, la corrente nominale di cortocircuito (SCCR) del convertitore di frequenza è pari a  $100.000 A_{rms}$ .

## 7.8.1 Conformità CE

## 200–240 V

| Tipo di contenitore | Potenza [kW] | Dimensione fusibile raccomandata                | Taglia del fusibile massimo raccomandato | Interruttore raccomandato (Moeller) | Livello di scatto massimo [A] |
|---------------------|--------------|---|--|-------------------------------------|-------------------------------|
| A2                  | 1,1–2,2      | gG-10 (1,1–1,5)<br>gG-16 (2,2)                  | gG-25                                    | PKZM0-25                            | 25                            |
| A3                  | 3,0–3,7      | gG-16 (3)<br>gG-20 (3,7)                        | gG-32                                    | PKZM0-25                            | 25                            |
| B3                  | 5,5–11       | gG-25 (5,5–7,5)<br>gG-32 (11)                   | gG-63                                    | PKZM4-50                            | 50                            |
| B4                  | 15–18        | gG-50 (15)<br>gG-63 (18)                        | gG-125                                   | NZMB1-A100                          | 100                           |
| C3                  | 22–30        | gG-80 (22)<br>aR-125 (30)                       | gG-150 (22)<br>aR-160 (30)               | NZMB2-A200                          | 150                           |
| C4                  | 37–45        | aR-160 (37)<br>aR-200 (45)                      | aR-200 (37)<br>aR-250 (45)               | NZMB2-A250                          | 250                           |
| A4                  | 1,1–2,2      | gG-10 (1,1–1,5)<br>gG-16 (2,2)                  | gG-32                                    | PKZM0-25                            | 25                            |
| A5                  | 1,1–3,7      | gG-10 (1,1–1,5)<br>gG-16 (2,2–3)<br>gG-20 (3,7) | gG-32                                    | PKZM0-25                            | 25                            |
| B1                  | 5,5–11       | gG-25 (5,5)<br>gG-32 (7,5–11)                   | gG-80                                    | PKZM4-63                            | 63                            |
| B2                  | 15           | gG-50   | gG-100                                   | NZMB1-A100                          | 100                           |
| C1                  | 18–30        | gG-63 (18,5)<br>gG-80 (22)<br>gG-100 (30)       | gG-160 (18,5–22)<br>aR-160 (30)          | NZMB2-A200                          | 160                           |
| C2                  | 37–45        | aR-160 (37)<br>aR-200 (45)                      | aR-200 (37)<br>aR-250 (45)               | NZMB2-A250                          | 250                           |

Tabella 7.9 200–240 V, tipi di contenitore A, B e C

**380–480 V**

| Tipo di contenitore | Potenza [kW] | Dimensione fusibile raccomandata         | Taglia del fusibile massimo raccomandato | Interruttore raccomandato (Moeller) | Livello di scatto massimo [A] |
|---------------------|--------------|--|--|-------------------------------------|-------------------------------|
| A2                  | 1,1–4,0      | gG-10 (1,1–3)<br>gG-16 (4)               | gG-25                                    | PKZM0-25                            | 25                            |
| A3                  | 5,5–7,5      | gG-16                                    | gG-32                                    | PKZM0-25                            | 25                            |
| B3                  | 11–18        | gG-40                                    | gG-63                                    | PKZM4-50                            | 50                            |
| B4                  | 22–37        | gG-50 (22)<br>gG-63 (30)<br>gG-80 (37)   | gG-125                                   | NZMB1-A100                          | 100                           |
| C3                  | 45–55        | gG-100 (45)<br>gG-160 (55)               | gG-150 (45)<br>gG-160 (55)               | NZMB2-A200                          | 150                           |
| C4                  | 75–90        | aR-200 (75)<br>aR-250 (90)               | aR-250                                   | NZMB2-A250                          | 250                           |
| A4                  | 1,1–4        | gG-10 (1,1–3)<br>gG-16 (4)               | gG-32                                    | PKZM0-25                            | 25                            |
| A5                  | 1,1–7,5      | gG-10 (1,1–3)<br>gG-16 (4–7,5)           | gG-32                                    | PKZM0-25                            | 25                            |
| B1                  | 11–18,5      | gG-40                                    | gG-80                                    | PKZM4-63                            | 63                            |
| B2                  | 22–30        | gG-50 (22)<br>gG-63 (30)                 | gG-100                                   | NZMB1-A100                          | 100                           |
| C1                  | 37–55        | gG-80 (37)<br>gG-100 (45)<br>gG-160 (55) | gG-160                                   | NZMB2-A200                          | 160                           |
| C2                  | 75–90        | aR-200 (75)<br>aR-250 (90)               | aR-250                                   | NZMB2-A250                          | 250                           |

**Tabella 7.10 380–480 V, tipi di contenitore A, B e C**

**525–600 V**

| Tipo di contenitore | Potenza [kW] | Dimensione fusibile raccomandata         | Taglia del fusibile massimo raccomandato | Interruttore raccomandato (Moeller) | Livello di scatto massimo [A] |
|---------------------|--------------|--|--|-------------------------------------|-------------------------------|
| A3                  | 5,5–7,5      | gG-10 (5,5)<br>gG-16 (7,5)               | gG-32                                    | PKZM0-25                            | 25                            |
| B3                  | 11–18        | gG-25 (11)<br>gG-32 (15–18)              | gG-63                                    | PKZM4-50                            | 50                            |
| B4                  | 22–37        | gG-40 (22)<br>gG-50 (30)<br>gG-63 (37)   | gG-125                                   | NZMB1-A100                          | 100                           |
| C3                  | 45–55        | gG-63 (45)<br>gG-100 (55)                | gG-150                                   | NZMB2-A200                          | 150                           |
| C4                  | 75–90        | aR-160 (75)<br>aR-200 (90)               | aR-250                                   | NZMB2-A250                          | 250                           |
| A5                  | 1,1–7,5      | gG-10 (1,1–5,5)<br>gG-16 (7,5)           | gG-32                                    | PKZM0-25                            | 25                            |
| B1                  | 11–18        | gG-25 (11)<br>gG-32 (15)<br>gG-40 (18,5) | gG-80                                    | PKZM4-63                            | 63                            |
| B2                  | 22–30        | gG-50 (22)<br>gG-63 (30)                 | gG-100                                   | NZMB1-A100                          | 100                           |
| C1                  | 37–55        | gG-63 (37)<br>gG-100 (45)<br>aR-160 (55) | gG-160 (37–45)<br>aR-250 (55)            | NZMB2-A200                          | 160                           |
| C2                  | 75–90        | aR-200 (75–90)                           | aR-250                                   | NZMB2-A250                          | 250                           |

Tabella 7.11 525–600 V, tipi di contenitore A, B e C

**7.8.2 Conformità UL**
**3x200–240 V**

| Potenza [kW] | Fusibile massimo raccomandato   |                 |                 |                  |                  |                  |
|--------------|---------------------------------|-----------------|-----------------|------------------|------------------|------------------|
|              | Bussmann Tipo RK1 <sup>1)</sup> | Bussmann Tipo J | Bussmann Tipo T | Bussmann Tipo CC | Bussmann Tipo CC | Bussmann Tipo CC |
| 1,1          | KTN-R-10                        | JKS-10          | JJN-10          | FNQ-R-10         | KTK-R-10         | LP-CC-10         |
| 1,5          | KTN-R-15                        | JKS-15          | JJN-15          | FNQ-R-15         | KTK-R-15         | LP-CC-15         |
| 2,2          | KTN-R-20                        | JKS-20          | JJN-20          | FNQ-R-20         | KTK-R-20         | LP-CC-20         |
| 3,0          | KTN-R-25                        | JKS-25          | JJN-25          | FNQ-R-25         | KTK-R-25         | LP-CC-25         |
| 3,7          | KTN-R-30                        | JKS-30          | JJN-30          | FNQ-R-30         | KTK-R-30         | LP-CC-30         |
| 5,5/7,5      | KTN-R-50                        | JKS-50          | JJN-50          | –                | –                | –                |
| 11           | KTN-R-60                        | JKS-60          | JJN-60          | –                | –                | –                |
| 15           | KTN-R-80                        | JKS-80          | JJN-80          | –                | –                | –                |
| 18,5–22      | KTN-R-125                       | JKS-125         | JJN-125         | –                | –                | –                |
| 30           | KTN-R-150                       | JKS-150         | JJN-150         | –                | –                | –                |
| 37           | KTN-R-200                       | JKS-200         | JJN-200         | –                | –                | –                |
| 45           | KTN-R-250                       | JKS-250         | JJN-250         | –                | –                | –                |

Tabella 7.12 3x200–240 V, tipi di contenitore A, B e C

| Potenza [kW] | Fusibile massimo raccomandato |                     |                        |                                       |                                   |                  |                                    |                  |
|--------------|-------------------------------|---------------------|------------------------|---------------------------------------|-----------------------------------|------------------|------------------------------------|------------------|
|              | SIBA Tipo RK1                 | Littelfuse Tipo RK1 | Ferraz Shawmut Tipo CC | Ferraz Shawmut Tipo RK1 <sup>3)</sup> | Bussmann Tipo JFHR2 <sup>2)</sup> | Littelfuse JFHR2 | Ferraz Shawmut JFHR2 <sup>4)</sup> | Ferraz Shawmut J |
| 1,1          | 5017906-010                   | KLN-R-10            | ATM-R-10               | A2K-10-R                              | FWX-10                            | –                | –                                  | HSJ-10           |
| 1,5          | 5017906-016                   | KLN-R-15            | ATM-R-15               | A2K-15-R                              | FWX-15                            | –                | –                                  | HSJ-15           |
| 2,2          | 5017906-020                   | KLN-R-20            | ATM-R-20               | A2K-20-R                              | FWX-20                            | –                | –                                  | HSJ-20           |
| 3,0          | 5017906-025                   | KLN-R-25            | ATM-R-25               | A2K-25-R                              | FWX-25                            | –                | –                                  | HSJ-25           |
| 3,7          | 5012406-032                   | KLN-R-30            | ATM-R-30               | A2K-30-R                              | FWX-30                            | –                | –                                  | HSJ-30           |
| 5,5/7,5      | 5014006-050                   | KLN-R-50            | –                      | A2K-50-R                              | FWX-50                            | –                | –                                  | HSJ-50           |
| 11           | 5014006-063                   | KLN-R-60            | –                      | A2K-60-R                              | FWX-60                            | –                | –                                  | HSJ-60           |
| 15           | 5014006-080                   | KLN-R-80            | –                      | A2K-80-R                              | FWX-80                            | –                | –                                  | HSJ-80           |
| 18,5–22      | 2028220-125                   | KLN-R-125           | –                      | A2K-125-R                             | FWX-125                           | –                | –                                  | HSJ-125          |
| 30           | 2028220-150                   | KLN-R-150           | –                      | A2K-150-R                             | FWX-150                           | L25S-150         | A25X-150                           | HSJ-150          |
| 37           | 2028220-200                   | KLN-R-200           | –                      | A2K-200-R                             | FWX-200                           | L25S-200         | A25X-200                           | HSJ-200          |
| 45           | 2028220-250                   | KLN-R-250           | –                      | A2K-250-R                             | FWX-250                           | L25S-250         | A25X-250                           | HSJ-250          |

**Tabella 7.13 3x200–240 V, tipi di contenitore A, B e C**

- 1) I fusibili KTS della Bussmann possono sostituire i fusibili KTN nei convertitori di frequenza a 240 V.
- 2) I fusibili FWH della Bussmann possono sostituire i fusibili FWX nei convertitori di frequenza a 240 V.
- 3) I fusibili A6KR della Ferraz-Shawmut possono sostituire i fusibili A2KR nei convertitori di frequenza a 240 V.
- 4) I fusibili A50X della Ferraz-Shawmut possono sostituire i fusibili A25X nei convertitori di frequenza a 240 V.

**3x380–480 V**

| Potenza [kW] | Fusibile massimo raccomandato |                 |                 |                  |                  |                  |
|--------------|-------------------------------|-----------------|-----------------|------------------|------------------|------------------|
|              | Bussmann Tipo RK1             | Bussmann Tipo J | Bussmann Tipo T | Bussmann Tipo CC | Bussmann Tipo CC | Bussmann Tipo CC |
| 1,1          | KTS-R-6                       | JKS-6           | JJS-6           | FNQ-R-6          | KTK-R-6          | LP-CC-6          |
| 1,5–2,2      | KTS-R-10                      | JKS-10          | JJS-10          | FNQ-R-10         | KTK-R-10         | LP-CC-10         |
| 3            | KTS-R-15                      | JKS-15          | JJS-15          | FNQ-R-15         | KTK-R-15         | LP-CC-15         |
| 4            | KTS-R-20                      | JKS-20          | JJS-20          | FNQ-R-20         | KTK-R-20         | LP-CC-20         |
| 5,5          | KTS-R-25                      | JKS-25          | JJS-25          | FNQ-R-25         | KTK-R-25         | LP-CC-25         |
| 7,5          | KTS-R-30                      | JKS-30          | JJS-30          | FNQ-R-30         | KTK-R-30         | LP-CC-30         |
| 11–15        | KTS-R-40                      | JKS-40          | JJS-40          | –                | –                | –                |
| 18           | KTS-R-50                      | JKS-50          | JJS-50          | –                | –                | –                |
| 22           | KTS-R-60                      | JKS-60          | JJS-60          | –                | –                | –                |
| 30           | KTS-R-80                      | JKS-80          | JJS-80          | –                | –                | –                |
| 37           | KTS-R-100                     | JKS-100         | JJS-100         | –                | –                | –                |
| 45           | KTS-R-125                     | JKS-125         | JJS-125         | –                | –                | –                |
| 55           | KTS-R-150                     | JKS-150         | JJS-150         | –                | –                | –                |
| 75           | KTS-R-200                     | JKS-200         | JJS-200         | –                | –                | –                |
| 90           | KTS-R-250                     | JKS-250         | JJS-250         | –                | –                | –                |

**Tabella 7.14 3x380–480 V, tipi di contenitore A, B e C**

| Potenza [kW] | Fusibile massimo raccomandato |                     |                        |                         |                |                  |                                    |                  |
|--------------|-------------------------------|---------------------|------------------------|-------------------------|----------------|------------------|------------------------------------|------------------|
|              | SIBA Tipo RK1                 | Littelfuse Tipo RK1 | Ferraz Shawmut Tipo CC | Ferraz Shawmut Tipo RK1 | Bussmann JFHR2 | Ferraz Shawmut J | Ferraz Shawmut JFHR2 <sup>1)</sup> | Littelfuse JFHR2 |
| 1,1          | 5017906-006                   | KLS-R-6             | ATM-R-6                | A6K-6-R                 | FWH-6          | HSJ-6            | -                                  | -                |
| 1,5-2,2      | 5017906-010                   | KLS-R-10            | ATM-R-10               | A6K-10-R                | FWH-10         | HSJ-10           | -                                  | -                |
| 3            | 5017906-016                   | KLS-R-15            | ATM-R-15               | A6K-15-R                | FWH-15         | HSJ-15           | -                                  | -                |
| 4            | 5017906-020                   | KLS-R-20            | ATM-R-20               | A6K-20-R                | FWH-20         | HSJ-20           | -                                  | -                |
| 5,5          | 5017906-025                   | KLS-R-25            | ATM-R-25               | A6K-25-R                | FWH-25         | HSJ-25           | -                                  | -                |
| 7,5          | 5012406-032                   | KLS-R-30            | ATM-R-30               | A6K-30-R                | FWH-30         | HSJ-30           | -                                  | -                |
| 11-15        | 5014006-040                   | KLS-R-40            | -                      | A6K-40-R                | FWH-40         | HSJ-40           | -                                  | -                |
| 18           | 5014006-050                   | KLS-R-50            | -                      | A6K-50-R                | FWH-50         | HSJ-50           | -                                  | -                |
| 22           | 5014006-063                   | KLS-R-60            | -                      | A6K-60-R                | FWH-60         | HSJ-60           | -                                  | -                |
| 30           | 2028220-100                   | KLS-R-80            | -                      | A6K-80-R                | FWH-80         | HSJ-80           | -                                  | -                |
| 37           | 2028220-125                   | KLS-R-100           | -                      | A6K-100-R               | FWH-100        | HSJ-100          | -                                  | -                |
| 45           | 2028220-125                   | KLS-R-125           | -                      | A6K-125-R               | FWH-125        | HSJ-125          | -                                  | -                |
| 55           | 2028220-160                   | KLS-R-150           | -                      | A6K-150-R               | FWH-150        | HSJ-150          | -                                  | -                |
| 75           | 2028220-200                   | KLS-R-200           | -                      | A6K-200-R               | FWH-200        | HSJ-200          | A50-P-225                          | L50-S-225        |
| 90           | 2028220-250                   | KLS-R-250           | -                      | A6K-250-R               | FWH-250        | HSJ-250          | A50-P-250                          | L50-S-250        |

**Tabella 7.15 3x380-480 V, tipi di contenitore A, B e C**

1) I fusibili Ferraz-Shawmut A50QS possono sostituire i fusibili A50P.

**3x525-600 V**

| Potenza [kW] | Fusibile massimo raccomandato |                 |                 |                  |                  |                  |               |                     |                         |                  |
|--------------|-------------------------------|-----------------|-----------------|------------------|------------------|------------------|---------------|---------------------|-------------------------|------------------|
|              | Bussmann Tipo RK1             | Bussmann Tipo J | Bussmann Tipo T | Bussmann Tipo CC | Bussmann Tipo CC | Bussmann Tipo CC | SIBA Tipo RK1 | Littelfuse Tipo RK1 | Ferraz Shawmut Tipo RK1 | Ferraz Shawmut J |
| 1,1          | KTS-R-5                       | JKS-5           | JJS-6           | FNQ-R-5          | KTK-R-5          | LP-CC-5          | 5017906-005   | KLS-R-005           | A6K-5-R                 | HSJ-6            |
| 1,5-2,2      | KTS-R-10                      | JKS-10          | JJS-10          | FNQ-R-10         | KTK-R-10         | LP-CC-10         | 5017906-010   | KLS-R-010           | A6K-10-R                | HSJ-10           |
| 3            | KTS-R-15                      | JKS-15          | JJS-15          | FNQ-R-15         | KTK-R-15         | LP-CC-15         | 5017906-016   | KLS-R-015           | A6K-15-R                | HSJ-15           |
| 4            | KTS-R-20                      | JKS-20          | JJS-20          | FNQ-R-20         | KTK-R-20         | LP-CC-20         | 5017906-020   | KLS-R-020           | A6K-20-R                | HSJ-20           |
| 5,5          | KTS-R-25                      | JKS-25          | JJS-25          | FNQ-R-25         | KTK-R-25         | LP-CC-25         | 5017906-025   | KLS-R-025           | A6K-25-R                | HSJ-25           |
| 7,5          | KTS-R-30                      | JKS-30          | JJS-30          | FNQ-R-30         | KTK-R-30         | LP-CC-30         | 5017906-030   | KLS-R-030           | A6K-30-R                | HSJ-30           |
| 11-15        | KTS-R-35                      | JKS-35          | JJS-35          | -                | -                | -                | 5014006-040   | KLS-R-035           | A6K-35-R                | HSJ-35           |
| 18           | KTS-R-45                      | JKS-45          | JJS-45          | -                | -                | -                | 5014006-050   | KLS-R-045           | A6K-45-R                | HSJ-45           |
| 22           | KTS-R-50                      | JKS-50          | JJS-50          | -                | -                | -                | 5014006-050   | KLS-R-050           | A6K-50-R                | HSJ-50           |
| 30           | KTS-R-60                      | JKS-60          | JJS-60          | -                | -                | -                | 5014006-063   | KLS-R-060           | A6K-60-R                | HSJ-60           |
| 37           | KTS-R-80                      | JKS-80          | JJS-80          | -                | -                | -                | 5014006-080   | KLS-R-075           | A6K-80-R                | HSJ-80           |
| 45           | KTS-R-100                     | JKS-100         | JJS-100         | -                | -                | -                | 5014006-100   | KLS-R-100           | A6K-100-R               | HSJ-100          |
| 55           | KTS-R-125                     | JKS-125         | JJS-125         | -                | -                | -                | 2028220-125   | KLS-125             | A6K-125-R               | HSJ-125          |
| 75           | KTS-R-150                     | JKS-150         | JJS-150         | -                | -                | -                | 2028220-150   | KLS-150             | A6K-150-R               | HSJ-150          |
| 90           | KTS-R-175                     | JKS-175         | JJS-175         | -                | -                | -                | 2028220-200   | KLS-175             | A6K-175-R               | HSJ-175          |

**Tabella 7.16 3x525-600 V, tipi di contenitore A, B e C**

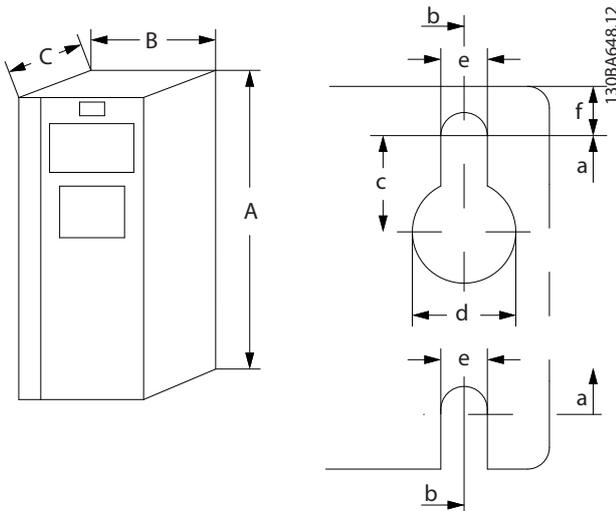
7.9 Potenze nominali, peso e dimensioni

| Tipologia di contenitore [kW]:                                   | A2              | A3      | A4      | A5      | B1       | B2       | B3      | B4      | C1       | C2       | C3      | C4      |
|--|-----------------|---------|---------|---------|----------|----------|---------|---------|----------|----------|---------|---------|
| 200-240 V  | 1,1-2,2         | 3,0-3,7 | 1,1-2,2 | 1,1-3,7 | 5,5-11   | 15       | 5,5-11  | 15-18,5 | 18,5-30  | 37-45    | 22-30   | 37-45   |
| 380-480 V  | 1,1-4,0         | 5,5-7,5 | 1,1-4,0 | 1,1-7,5 | 11-18,5  | 22-30    | 11-18,5 | 22-37   | 37-55    | 75-90    | 45-55   | 75-90   |
| 525-600 V  |                 | 1,1-7,5 |         | 1,1-7,5 | 11-18,5  | 11-30    | 11-18,5 | 22-37   | 37-55    | 37-90    | 45-55   | 75-90   |
| IP   | 20              | 20      | 21      | 55/66   | 21/55/66 | 21/55/66 | 20      | 20      | 21/55/66 | 21/55/66 | 20      | 20      |
| NEMA   | Chassis         | Chassis | Typo 1  | Typo    | Typo     | Typo     | Chassis | Chassis | Typo     | Typo     | Chassis | Chassis |
|  | 12/4X           | 12/4X   | 12/4X   | 12/4X   | 1/12/4X  | 1/12/4X  | 1/12/4X | 1/12/4X | 1/12/4X  | 1/12/4X  | 1/12/4X | 1/12/4X |
| <b>Altezza [mm]</b>  |                 |         |         |         |          |          |         |         |          |          |         |         |
| Contenitore  | A <sup>1)</sup> | 246     | 372     | 390     | 420      | 480      | 650     | 460     | 680      | 770      | 490     | 600     |
| Altezza della piastra posteriore                                 | A               | 268     | 375     | 390     | 420      | 480      | 650     | 520     | 680      | 770      | 550     | 660     |
| Altezza con la piastra di disaccoppiamento per cavi per fieldbus | A               | 374     | -       | -       | -        | -        | -       | 595     | -        | -        | 630     | 800     |
| Distanza tra i fori di montaggio                                 | a               | 257     | 350     | 401     | 402      | 454      | 624     | 495     | 648      | 739      | 521     | 631     |
| <b>Larghezza [mm]</b>  |                 |         |         |         |          |          |         |         |          |          |         |         |
| Contenitore  | B               | 90      | 130     | 200     | 242      | 242      | 242     | 231     | 308      | 370      | 308     | 370     |
| Larghezza della piastra posteriore                               | B               | 90      | 130     | 200     | 242      | 242      | 242     | 231     | 308      | 370      | 308     | 370     |
| Larghezza della piastra posteriore con 1 opzione C               | B               | 130     | 170     | -       | 242      | 242      | 242     | 231     | 308      | 370      | 308     | 370     |
| Distanza tra i fori di montaggio                                 | b               | 70      | 110     | 171     | 215      | 210      | 210     | 200     | 272      | 334      | 270     | 330     |
| <b>Profondità<sup>2)</sup> [mm]</b>                              |                 |         |         |         |          |          |         |         |          |          |         |         |
| Senza opzione A/B  | C               | 205     | 205     | 175     | 200      | 260      | 260     | 242     | 310      | 335      | 333     | 333     |
| Con opzione A/B  | C               | 220     | 220     | 175     | 200      | 260      | 260     | 242     | 310      | 335      | 333     | 333     |
| <b>Fori per viti [mm]</b>  |                 |         |         |         |          |          |         |         |          |          |         |         |
|  | c               | 8,0     | 8,0     | 8,2     | 8,2      | 12       | 12      | -       | 12       | 12       | -       | -       |
|  | d               | 11      | 11      | 12      | 12       | 19       | 19      | -       | 19       | 19       | -       | -       |
|  | e               | 5,5     | 5,5     | 6,5     | 6,5      | 9        | 9       | 8,5     | 9,0      | 9,0      | 8,5     | 8,5     |
|  | f               | 9       | 9       | 6       | 9        | 9        | 9       | 15      | 9,8      | 9,8      | 17      | 17      |
| <b>Peso massimo [kg]</b>   |                 | 4,9     | 5,3     | 9,7     | 14       | 23       | 27      | 23,5    | 45       | 65       | 35      | 50      |

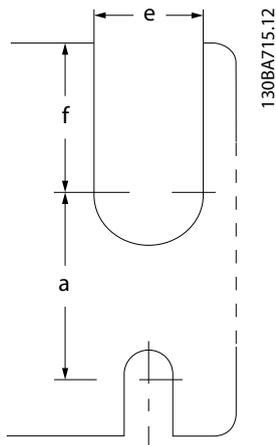
<sup>1)</sup> Vedere Disegno 7.2 e Disegno 7.3 per fori di montaggio superiori e inferiori.

<sup>2)</sup> La profondità del contenitore varia con le diverse opzioni installate.

Tabella 7.17 Potenze nominali, peso e dimensioni



Disegno 7.2 Fori di montaggio superiori e inferiori (vedere capitolo 7.9 Potenze nominali, peso e dimensioni)



Disegno 7.3 Fori di montaggio superiori e inferiori (B4, C3 e C4)

### 7.10 Test dU/dt

Per evitare danni ai motori non provvisti di foglio di isolamento di fase o altro supporto di isolamento progettati per il funzionamento con un convertitore di frequenza, installare un filtro dU/dt o un filtro LC sull'uscita del convertitore di frequenza.

Se un transistor dell'inverter viene aperto, la tensione applicata al motore aumenta in base a un rapporto dU/dt che dipende da:

- Induttanza del motore.
- Cavo motore (tipo, sezione trasversale, lunghezza, schermato o non schermato).

L'induzione naturale provoca un picco di tensione di sovralongazione nella tensione del motore prima che si stabilizzi. Il livello dipende dalla tensione nel collegamento CC.

La commutazione degli IGBT provoca una tensione di picco sui morsetti del motore. Il tempo di salita e la tensione di picco influenzano la durata utile del motore. Se la tensione di picco è troppo elevata, i motori senza isolamento dell'avvolgimento di fase possono essere condizionati negativamente nel tempo.

Con cavi motore corti (pochi metri), il tempo di salita e la tensione di picco sono più bassi. Il tempo di salita e la tensione di picco aumentano a pari passo con la lunghezza del cavo.

Il convertitore di frequenza soddisfa le norme IEC 60034-25 e IEC 60034-17 in termini di progetto del motore.

Per ottenere valori approssimativi per le lunghezze dei cavi e per le tensioni non menzionati in basso, applicare le seguenti direttive:

- Il tempo di salita aumenta/diminuisce proporzionalmente con la lunghezza del cavo.
- $U_{PEAK} = \text{tensione collegamento CC} \times 1.9$  (tensione collegamento CC = tensione di rete  $\times$  1.35).
- $$dU/dt = \frac{0.8 \times U_{PEAK}}{\text{Tempo di salita}}$$

I dati vengono misurati secondo la IEC 60034-17. Le lunghezze dei cavi sono espresse in metri.

#### 200–240 V (T2)

| Lunghezza del cavo [m] | Tensione di rete [V] | Tempo di salita [µsec] | $U_{PEAK}$ [kV] | dU/dt [kV/µsec] |
|------------------------|----------------------|------------------------|-----------------|-----------------|
| 36                     | 240                  | 0,226                  | 0,616           | 2,142           |
| 50                     | 240                  | 0,262                  | 0,626           | 1,908           |
| 100                    | 240                  | 0,650                  | 0,614           | 0,757           |
| 150                    | 240                  | 0,745                  | 0,612           | 0,655           |

Tabella 7.18 Convertitore di frequenza, P5K5, T2

| Lunghezza del cavo [m] | Tensione di rete [V] | Tempo di salita [µsec] | $U_{PEAK}$ [kV] | dU/dt [kV/µsec] |
|------------------------|----------------------|------------------------|-----------------|-----------------|
| 5                      | 230                  | 0,13                   | 0,510           | 3,090           |
| 50                     | 230                  | 0,23                   | 0,590           | 2,034           |
| 100                    | 230                  | 0,54                   | 0,580           | 0,865           |
| 150                    | 230                  | 0,66                   | 0,560           | 0,674           |

Tabella 7.19 Convertitore di frequenza, P7K5, T2

| Lunghezza del cavo [m] | Tensione di rete [V] | Tempo di salita [μsec] | U <sub>PEAK</sub> [kV] | dU/dt [kV/μsec] |
|------------------------|----------------------|------------------------|------------------------|-----------------|
| 36                     | 240                  | 0,264                  | 0,624                  | 1,894           |
| 136                    | 240                  | 0,536                  | 0,596                  | 0,896           |
| 150                    | 240                  | 0,568                  | 0,568                  | 0,806           |

Tabella 7.20 Convertitore di frequenza, P11K, T2

| Lunghezza del cavo [m] | Tensione di rete [V] | Tempo di salita [μsec] | U <sub>PEAK</sub> [kV] | dU/dt [kV/μsec] |
|------------------------|----------------------|------------------------|------------------------|-----------------|
| 30                     | 240                  | 0,556                  | 0,650                  | 0,935           |
| 100                    | 240                  | 0,592                  | 0,594                  | 0,807           |
| 150                    | 240                  | 0,708                  | 0,575                  | 0,669           |

Tabella 7.21 Convertitore di frequenza, P15K, T2

| Lunghezza del cavo [m] | Tensione di rete [V] | Tempo di salita [μsec] | U <sub>PEAK</sub> [kV] | dU/dt [kV/μsec] |
|------------------------|----------------------|------------------------|------------------------|-----------------|
| 36                     | 240                  | 0,244                  | 0,608                  | 1,993           |
| 136                    | 240                  | 0,568                  | 0,580                  | 0,832           |
| 150                    | 240                  | 0,720                  | 0,574                  | 0,661           |

Tabella 7.22 Convertitore di frequenza, P18K, T2

| Lunghezza del cavo [m] | Tensione di rete [V] | Tempo di salita [μsec] | U <sub>PEAK</sub> [kV] | dU/dt [kV/μsec] |
|------------------------|----------------------|------------------------|------------------------|-----------------|
| 36                     | 240                  | 0,244                  | 0,608                  | 1,993           |
| 136                    | 240                  | 0,560                  | 0,580                  | 0,832           |
| 150                    | 240                  | 0,720                  | 0,574                  | 0,661           |

Tabella 7.23 Convertitore di frequenza, P22K, T2

| Lunghezza del cavo [m] | Tensione di rete [V] | Tempo di salita [μsec] | U <sub>PEAK</sub> [kV] | dU/dt [kV/μsec] |
|------------------------|----------------------|------------------------|------------------------|-----------------|
| 15                     | 240                  | 0,194                  | 0,626                  | 2,581           |
| 50                     | 240                  | 0,252                  | 0,574                  | 1,929           |
| 150                    | 240                  | 0,444                  | 0,538                  | 0,977           |

Tabella 7.24 Convertitore di frequenza, P30K, T2

| Lunghezza del cavo [m] | Tensione di rete [V] | Tempo di salita [μsec] | U <sub>PEAK</sub> [kV] | dU/dt [kV/μsec] |
|------------------------|----------------------|------------------------|------------------------|-----------------|
| 30                     | 240                  | 0,300                  | 0,598                  | 1,593           |
| 100                    | 240                  | 0,536                  | 0,566                  | 0,843           |
| 150                    | 240                  | 0,776                  | 0,546                  | 0,559           |

Tabella 7.25 Convertitore di frequenza, P37K, T2

| Lunghezza del cavo [m] | Tensione di rete [V] | Tempo di salita [μsec] | U <sub>PEAK</sub> [kV] | dU/dt [kV/μsec] |
|------------------------|----------------------|------------------------|------------------------|-----------------|
| 30                     | 240                  | 0,300                  | 0,598                  | 1,593           |
| 100                    | 240                  | 0,536                  | 0,566                  | 0,843           |
| 150                    | 240                  | 0,776                  | 0,546                  | 0,559           |

Tabella 7.26 Convertitore di frequenza, P45K, T2

## 380–480 V (T4)

| Lunghezza del cavo [m] | Tensione di rete [V] | Tempo di salita [μsec] | U <sub>PEAK</sub> [kV] | dU/dt [kV/μsec] |
|------------------------|----------------------|------------------------|------------------------|-----------------|
| 5                      | 400                  | 0,640                  | 0,690                  | 0,862           |
| 50                     | 400                  | 0,470                  | 0,985                  | 0,985           |
| 150                    | 400                  | 0,760                  | 1,045                  | 0,947           |

Tabella 7.27 Convertitore di frequenza, P1K5, T4

| Lunghezza del cavo [m] | Tensione di rete [V] | Tempo di salita [μsec] | U <sub>PEAK</sub> [kV] | dU/dt [kV/μsec] |
|------------------------|----------------------|------------------------|------------------------|-----------------|
| 5                      | 400                  | 0,172                  | 0,890                  | 4,156           |
| 50                     | 400                  | 0,310                  | –                      | 2,564           |
| 150                    | 400                  | 0,370                  | 1,190                  | 1,770           |

Tabella 7.28 Convertitore di frequenza, P4K0, T4

| Lunghezza del cavo [m] | Tensione di rete [V] | Tempo di salita [μsec] | U <sub>PEAK</sub> [kV] | dU/dt [kV/μsec] |
|------------------------|----------------------|------------------------|------------------------|-----------------|
| 5                      | 400                  | 0,04755                | 0,739                  | 8,035           |
| 50                     | 400                  | 0,207                  | 1,040                  | 4,548           |
| 150                    | 400                  | 0,6742                 | 1,030                  | 2,828           |

Tabella 7.29 Convertitore di frequenza, P7K5, T4

| Lunghezza del cavo [m] | Tensione di rete [V] | Tempo di salita [µsec] | U <sub>PEAK</sub> [kV] | dU/dt [kV/µsec] |
|------------------------|----------------------|------------------------|------------------------|-----------------|
| 15                     | 400                  | 0,408                  | 0,718                  | 1,402           |
| 100                    | 400                  | 0,364                  | 1,050                  | 2,376           |
| 150                    | 400                  | 0,400                  | 0,980                  | 2,000           |

Tabella 7.30 Convertitore di frequenza, P11K, T4

| Lunghezza del cavo [m] | Tensione di rete [V] | Tempo di salita [µsec] | U <sub>PEAK</sub> [kV] | dU/dt [kV/µsec] |
|------------------------|----------------------|------------------------|------------------------|-----------------|
| 36                     | 400                  | 0,422                  | 1,060                  | 2,014           |
| 100                    | 400                  | 0,464                  | 0,900                  | 1,616           |
| 150                    | 400                  | 0,896                  | 1,000                  | 0,915           |

Tabella 7.31 Convertitore di frequenza, P15K, T4

| Lunghezza del cavo [m] | Tensione di rete [V] | Tempo di salita [µsec] | U <sub>PEAK</sub> [kV] | dU/dt [kV/µsec] |
|------------------------|----------------------|------------------------|------------------------|-----------------|
| 36                     | 400                  | 0,344                  | 1,040                  | 2,442           |
| 100                    | 400                  | 1,000                  | 1,190                  | 0,950           |
| 150                    | 400                  | 1,400                  | 1,040                  | 0,596           |

Tabella 7.32 Convertitore di frequenza, P18K, T4

| Lunghezza del cavo [m] | Tensione di rete [V] | Tempo di salita [µsec] | U <sub>PEAK</sub> [kV] | dU/dt [kV/µsec] |
|------------------------|----------------------|------------------------|------------------------|-----------------|
| 36                     | 400                  | 0,232                  | 0,950                  | 3,534           |
| 100                    | 400                  | 0,410                  | 0,980                  | 1,927           |
| 150                    | 400                  | 0,430                  | 0,970                  | 1,860           |

Tabella 7.33 Convertitore di frequenza, P22K, T4

| Lunghezza del cavo [m] | Tensione di rete [V] | Tempo di salita [µsec] | U <sub>PEAK</sub> [kV] | dU/dt [kV/µsec] |
|------------------------|----------------------|------------------------|------------------------|-----------------|
| 15                     | 400                  | 0,271                  | 1,000                  | 3,100           |
| 100                    | 400                  | 0,440                  | 1,000                  | 1,818           |
| 150                    | 400                  | 0,520                  | 0,990                  | 1,510           |

Tabella 7.34 Convertitore di frequenza, P30K, T4

| Lunghezza del cavo [m] | Tensione di rete [V] | Tempo di salita [µsec] | U <sub>PEAK</sub> [kV] | dU/dt [kV/µsec] |
|------------------------|----------------------|------------------------|------------------------|-----------------|
| 5                      | 480                  | 0,270                  | 1,276                  | 3,781           |
| 50                     | 480                  | 0,435                  | 1,184                  | 2,177           |
| 100                    | 480                  | 0,840                  | 1,188                  | 1,131           |
| 150                    | 480                  | 0,940                  | 1,212                  | 1,031           |

Tabella 7.35 Convertitore di frequenza, P37K, T4

| Lunghezza del cavo [m] | Tensione di rete [V] | Tempo di salita [µsec] | U <sub>PEAK</sub> [kV] | dU/dt [kV/µsec] |
|------------------------|----------------------|------------------------|------------------------|-----------------|
| 36                     | 400                  | 0,254                  | 1,056                  | 3,326           |
| 50                     | 400                  | 0,465                  | 1,048                  | 1,803           |
| 100                    | 400                  | 0,815                  | 1,032                  | 1,013           |
| 150                    | 400                  | 0,890                  | 1,016                  | 0,913           |

Tabella 7.36 Convertitore di frequenza, P45K, T4

| Lunghezza del cavo [m] | Tensione di rete [V] | Tempo di salita [µsec] | U <sub>PEAK</sub> [kV] | dU/dt [kV/µsec] |
|------------------------|----------------------|------------------------|------------------------|-----------------|
| 10                     | 400                  | 0,350                  | 0,932                  | 2,130           |

Tabella 7.37 Convertitore di frequenza, P55K, T4

| Lunghezza del cavo [m] | Tensione di rete [V] | Tempo di salita [µsec] | U <sub>PEAK</sub> [kV] | dU/dt [kV/µsec] |
|------------------------|----------------------|------------------------|------------------------|-----------------|
| 5                      | 480                  | 0,371                  | 1,170                  | 2,466           |

Tabella 7.38 Convertitore di frequenza, P75K, T4

| Lunghezza del cavo [m] | Tensione di rete [V] | Tempo di salita [µsec] | U <sub>PEAK</sub> [kV] | dU/dt [kV/µsec] |
|------------------------|----------------------|------------------------|------------------------|-----------------|
| 5                      | 400                  | 0,364                  | 1,030                  | 2,264           |

Tabella 7.39 Convertitore di frequenza, P90K, T4

### 7.11 Valori nominali di rumorosità acustica

I valori tipici, misurati a una distanza di 1 m dall'unità:

| Dimensione contenitore | Con velocità delle ventole ridotta (50%) [dBA] | Velocità massima delle ventole [dBA] |
|------------------------|--|--------------------------------------|
| A2                     | 51   | 60                                   |
| A3                     | 51   | 60                                   |
| A4                     | 50   | 55                                   |
| A5                     | 54   | 63                                   |
| B1                     | 61   | 67                                   |
| B2                     | 58   | 70                                   |
| B3                     | 59,4   | 70,5                                 |
| B4                     | 53   | 62,8                                 |
| C1                     | 52   | 62                                   |
| C2                     | 55   | 65                                   |
| C3                     | 56,4   | 67,3                                 |
| C4                     | -  | -                                    |

Tabella 7.40 Valori misurati

### 7.12 Opzioni selezionate

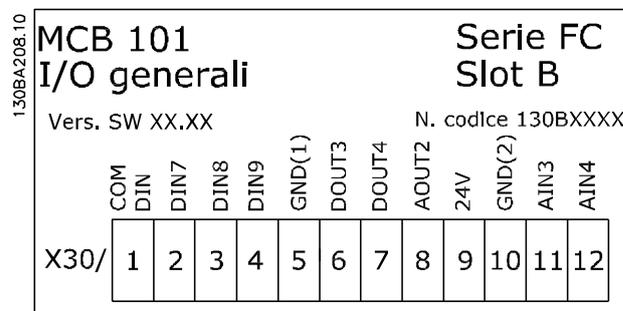
#### 7.12.1 Modulo MCB 101 VLT® General Purpose I/O

L'MCB 101 è utilizzata per l'estensione degli ingressi e delle uscite analogici e digitali.

Montare l'MCB 101 101 nello slot B del convertitore di frequenza.

Contenuto:

- Modulo opzionale MCB 101
- Kit montaggio per LCP
- Coprimorsetti



Disegno 7.4 Opzione MCB 101



### 7.12.2 VLT® Relay Card MCB 105

L'MCB 105 comprende 3 contatti SPDT e deve essere installata nello slot opzionale B.

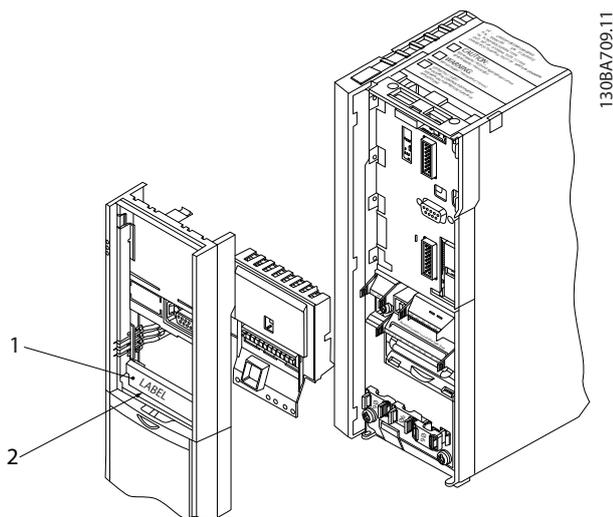
Dati elettrici

|   |  |
|---|--|
| Carico massimo sui morsetti (CA-1) <sup>1)</sup> (carico resistivo)             | 240 V CA 2 A                               |
| Carico massimo sui morsetti (CA-15) <sup>1)</sup> (carico induttivo @ COSφ 0,4) | 240 V CA 0,2 A                             |
| Carico massimo sui morsetti (CC-1) <sup>1)</sup> (carico resistivo)             | 24 V CC 1 A                                |
| Carico massimo sui morsetti (CC-13) <sup>1)</sup> (carico induttivo)            | 24 V CC 0,1 A                              |
| Carico minimo sui morsetti (CC)   | 5 V 10 mA                                  |
| Sequenza di commutazione massima a carico nominale/carico min.                  | 6 minimo <sup>-1</sup> /20 s <sup>-1</sup> |

1) IEC 947 parti 4 e 5

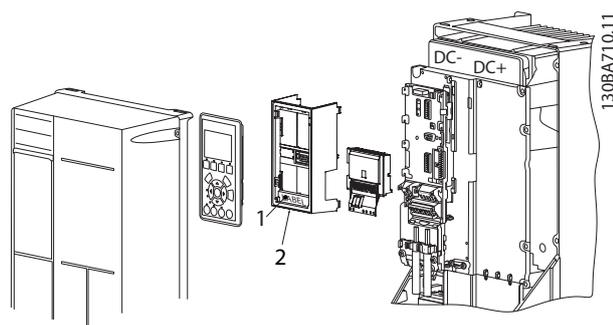
Quando il kit opzione relè viene ordinato separatamente, il kit include:

- Modulo relè MCB 105
- Dispositivo di fissaggio LCP ampliato e coprimorsetti ampliato.
- Etichetta per coprire l'accesso agli interruttori S201, S202 e S801.
- Fascette per cavi per fissare i cavi al modulo relè.



|   |   |
|---|---|
| 1 | <b>AVVISO!</b> L'etichetta DEVE essere applicata sul telaio dell'LCP come mostrato (approvazione UL). |
| 2 | Scheda relè   |

Disegno 7.5 Contenitori di taglia A2, A3 e B3



|   |   |
|---|---|
| 1 | <b>AVVISO!</b> L'etichetta DEVE essere applicata sul telaio dell'LCP come mostrato (approvazione UL). |
| 2 | Scheda relè   |

Disegno 7.6 Contenitori di taglia A5, B1, B2, B4, C1, C2, C3 e C4



Warning Dual Supply

130BE040.10

Disegno 7.7 Etichetta di avviso applicata sull'opzione

Come aggiungere il MCB 105:

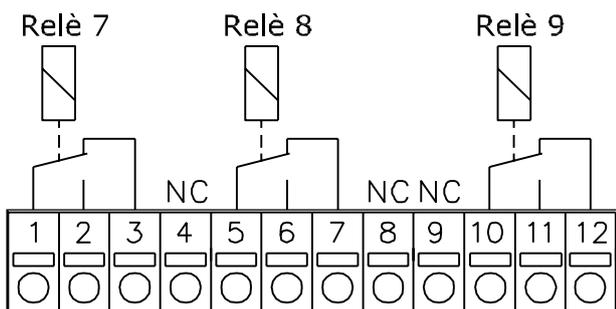
1. Scollegare l'alimentazione al convertitore di frequenza.
2. Scollegare l'alimentazione dai collegamenti sotto tensione sui morsetti relè.
3. Rimuovere l'LCP, il coprimorsetti e l'apparecchiatura dell'LCP dal convertitore di frequenza.
4. Montare il MCB 105 nello slot B.
5. Collegare i cavi di comando e fissare i cavi tramite le fascette per cablaggi accluse.
6. Assicurare che la lunghezza del cavo sguainato sia corretta (vedere Disegno 7.9).
7. Separare le parti sotto tensione (alta tensione) dai segnali di comando (PELV).
8. Montare il dispositivo di fissaggio LCP ampliato e il coprimorsetti ampliato.
9. Sostituire l'LCP.
10. Collegare l'alimentazione al convertitore di frequenza.
11. Selezionare le funzioni relè nei parametro 5-40 Funzione relè [6-8], parametro 5-41 Ritardo attiv., relè[6-8] e parametro 5-42 Ritardo disatt., relè [6-8].

**AVVISO!**

Array [6] è il relè 7, l'array [7] è il relè 8 e l'array [8] è il relè 9

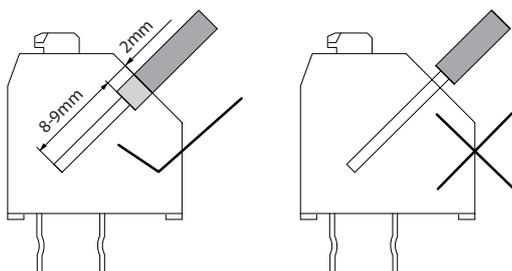
**AVVISO!**

Per accedere all'interruttore di terminazione S801 RS-485 o agli interruttori di corrente/tensione S201/S202, smontare la scheda relè (vedere Disegno 7.5 e Disegno 7.6, posizione 2).



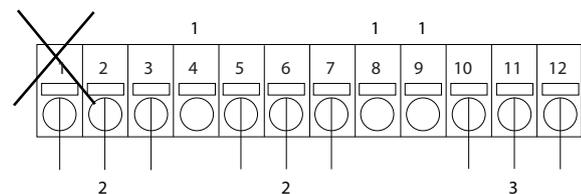
130BA162.10

Disegno 7.8 Relè

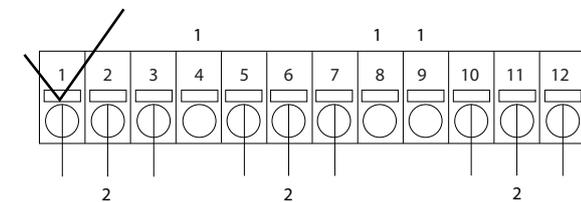
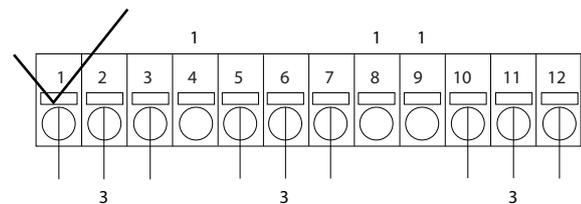


Disegno 7.9 Inserimento corretto dei fili

130BA177.10



130BA176.11



|   |                      |
|---|----------------------|
| 1 | NC                   |
| 2 | Parte sotto tensione |
| 3 | PELV                 |

Disegno 7.10 Cablaggio corretto del relè

**AVVISO!**

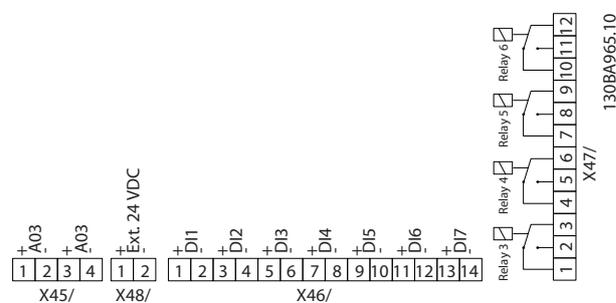
Non combinare i sistemi da 24/48 V con sistemi ad alta tensione.

7.12.3 VLT® Extended Relay Card MCB 113

Il MCB 113 amplia gli I/O del convertitore di frequenza con:

- 7 ingressi digitali.
- 2 uscite analogiche.
- 4 relè SPDT.

Le I/O estese aumentano la flessibilità e consentono di soddisfare le raccomandazioni tedesche NAMUR NE37. L'MCB 113 è un'opzione C1 standard e viene rilevata automaticamente dopo il montaggio.



Disegno 7.11 Collegamenti elettrici dell'MCB 113

Per garantire l'isolamento galvanico tra il convertitore di frequenza e la scheda opzionale, collegare l'MCB 113 a 24 V esterni su X48. Se l'isolamento galvanico non è necessario, la scheda opzionale può essere alimentata tramite i 24 V interni dal convertitore di frequenza.

**AVVISO!**

Per collegare entrambi i segnali 24 V e i segnali di alta tensione nei relè, assicurarsi che vi sia una relè non utilizzato tra il segnale 24 V ed il segnale di alta tensione.

Per impostare l'MCB 113, usare i gruppi di parametri:

- 5-1\* Ingressi digitali.
- 6-7\* Uscita analogica 3.
- 6-8\* Uscita analogica 4.
- 14-8\* Opzioni.
- 5-4\* Relè.
- 16-6\* Ingressi & uscite.

**AVVISO!**

Nel gruppo di parametri 5-4\* Relè,

- Array [2] è il relè 3.
- Array [3] è il relè 4.
- Array [4] è il relè 5.
- Array [5] è il relè 6.

**Dati elettrici**

## Relè

|   |  |
|---|--|
| Numeri  | 4 SPDT                                       |
| Carico a 250 V CA/30 V CC                                 | 8 A  |
| Carico a 250 V CA/30 V CC con $\text{COS}\phi = 0,4$      | 3,5 A  |
| Categoria di sovratensione (contatto-massa)               | III  |
| Categoria di sovratensione (contatto-contatto)            | II   |
| Combinazione di segnali da 250 V e 24 V                   | Possibile con un relè inutilizzato nel mezzo |
| Ritardo massimo di portata                                | 10 ms  |
| Isolato da massa/chassis per l'uso con sistemi di rete IT |  |

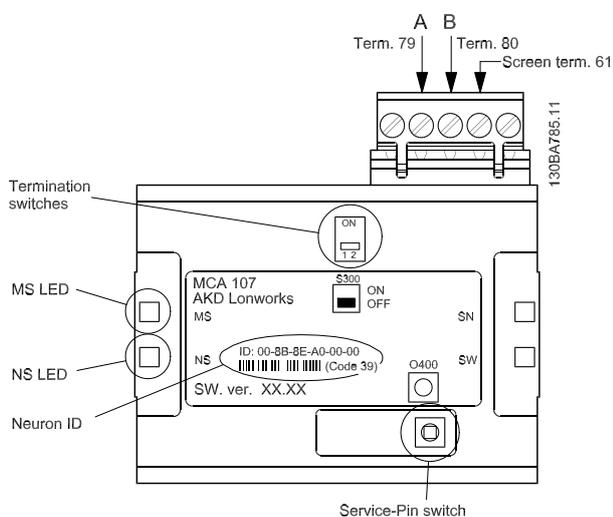
## Ingressi digitali

|                              |         |
|------------------------------|---------|
| Numeri                       | 7       |
| Gamma                        | 0-24 V  |
| Modalità                     | PNP/NPN |
| Impedenza in ingresso        | 4 kW    |
| Livello basso di attivazione | 6,4 V   |
| Livello alto di attivazione  | 17 V    |
| Ritardo massimo di portata   | 10 ms   |

## Uscite analogiche

|             |            |
|-------------|------------|
| Numeri      | 2          |
| Gamma       | 0/4 -20 mA |
| Risoluzione | 11 bit     |
| Linearità   | <0,2%      |

7.12.4 VLT® LonWorks per ADAP-KOOL®  
MCA 107



Disegno 7.12 L'opzione AKD LonWorks

Interruttori S300 tra:

- OFF: Nessuna terminazione (impostazione di fabbrica)
- ON: Terminazione singola (120 Ω)

L'interruttore a pulsante O400 attiva la funzione pin di manutenzione.

| Etichetta LED | Descrizione             |
|---------------|-------------------------|
| MS            | LED di servizio (rosso) |
| NS            | LED di stato (verde)    |

Tabella 7.41 LED

L'ID neuron è stampato sull'opzione in testo e codice a barre (codice 39).

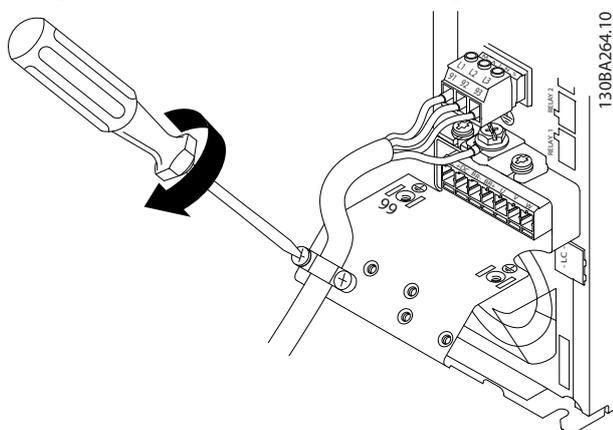
## 8 Appendice - disegni selezionati

### 8.1 Disegni collegamento di rete

Questa raccolta di disegni è concepita per aiutare nella pianificazione per l'accesso nella fase di progettazione. Riferimenti al *manuale operativo* per le procedure di installazione, tra cui:

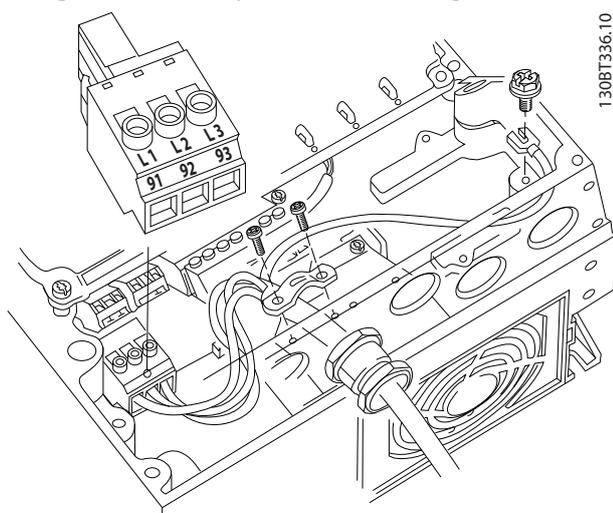
- Requisiti di sicurezza.
- Procedure di installazione passo dopo passo.
- Configurazioni alternative.
- Disegni supplementari.

#### Collegamento di rete per contenitori di taglia A2 e A3

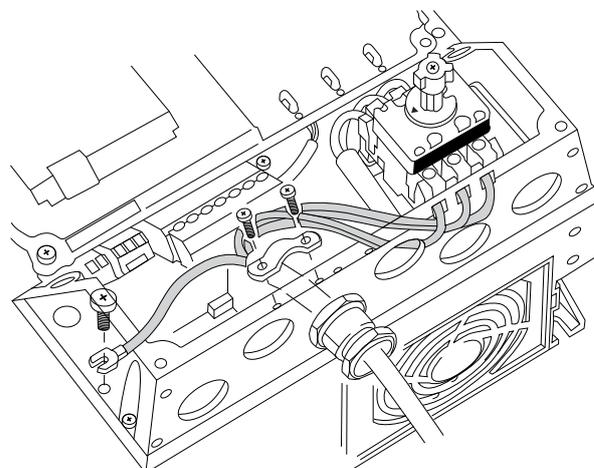


Disegno 8.1 Staffa di supporto

#### Collegamento di rete per contenitori di taglia A4/A5

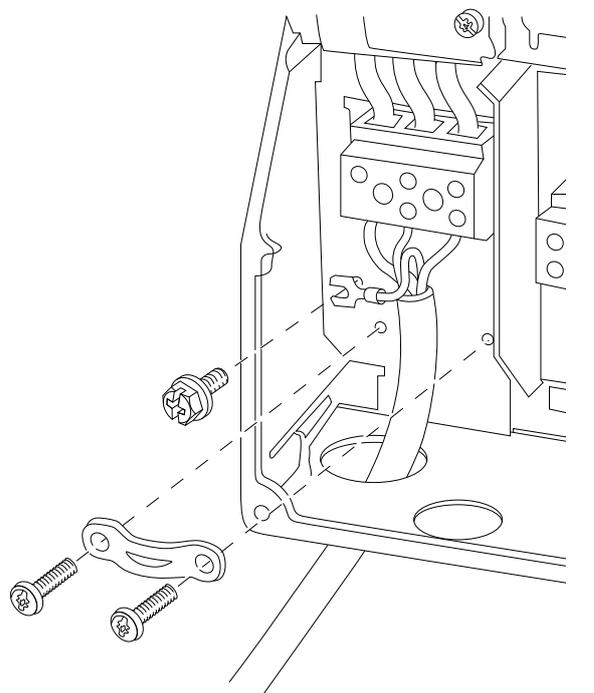


Disegno 8.2 Rete e collegamento a massa senza sezionatore

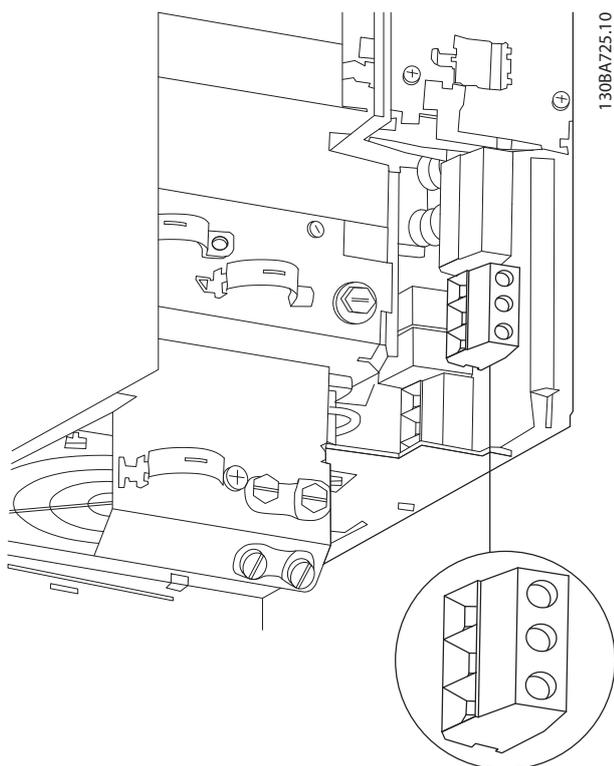


Disegno 8.3 Rete e collegamento a massa senza sezionatore

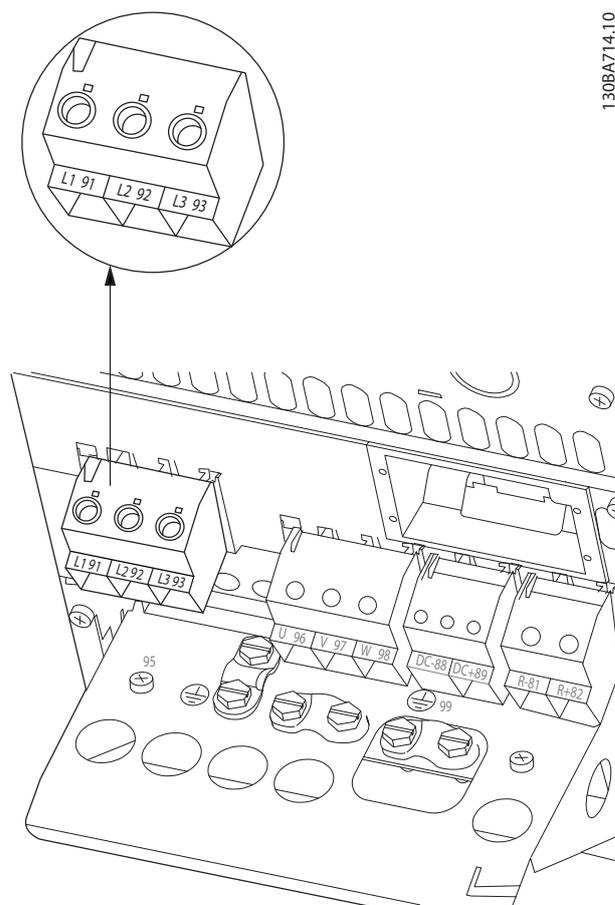
Quando viene usato un sezionatore (contenitore di taglia A4/A5), montare il PE sul lato sinistro del convertitore di frequenza.



Disegno 8.4 Collegamento di rete contenitori di taglia B1 e B2

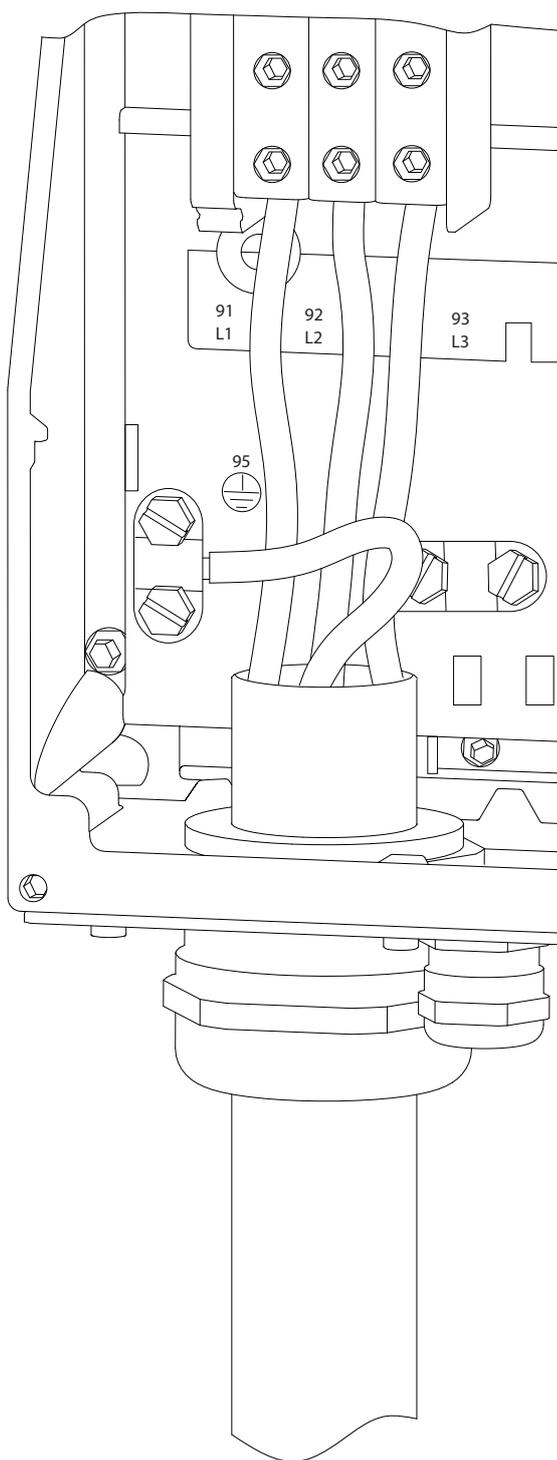


Disegno 8.5 Collegamento di rete contenitore di taglia B3



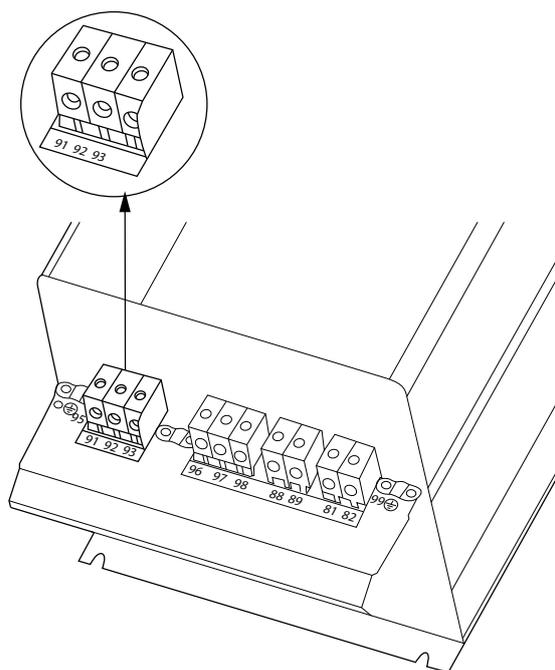
Disegno 8.6 Collegamento di rete contenitore di taglia B4

8



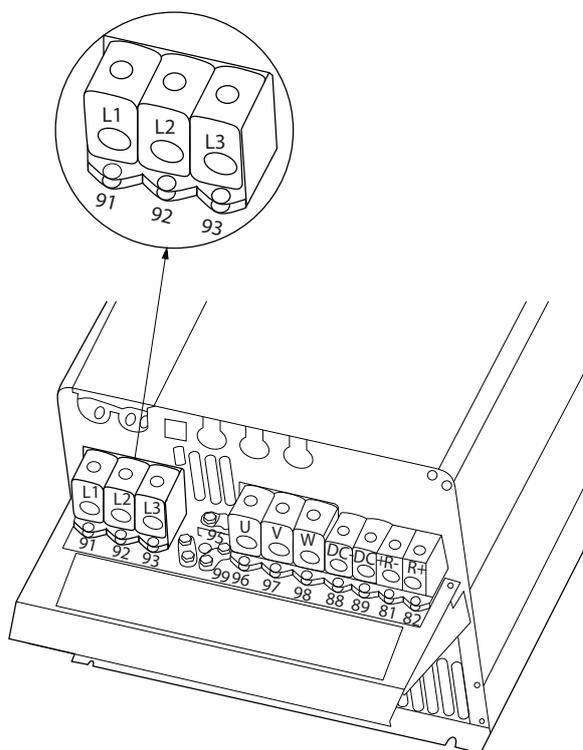
Disegno 8.7 Collegamento di rete contenitori di taglia C1 e C2 (IP21/NEMA tipo 1 e IP55/66/NEMA tipo 12).

130BA389.10



Disegno 8.8 Collegamento di rete contenitore di taglia C3 (IP20)

130BA718.10



Disegno 8.9 Collegamento di rete contenitore di taglia C4 (IP20)

130BA719.10

## 8.2 Disegni collegamento del motore

### Collegamento del motore

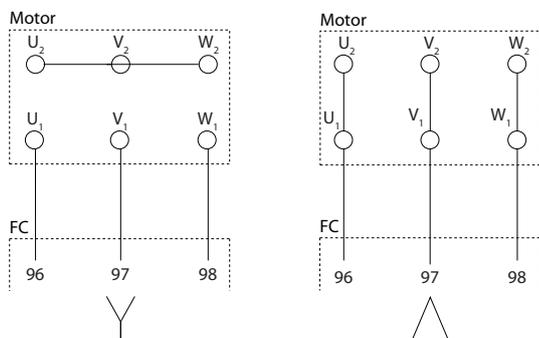
Questa raccolta di disegni è concepita per aiutare nella pianificazione per l'accesso nella fase di progettazione. Riferimenti al *manuale operativo* per le procedure di installazione, tra cui:

- Requisiti di sicurezza.
- Procedure di installazione passo dopo passo.
- Descrizioni morsetto.
- Configurazioni alternative.
- Disegni supplementari.

| Numero morsetto | 96     | 97 | 98 | 99               |   |
|-----------------|--------|----|----|------------------|---|
|                 | U      | V  | W  | PE <sup>1)</sup> | Tensione motore 0–100% della tensione di rete.<br>3 fili elettrici dal motore.      |
|                 | U1     | V1 | W1 | PE <sup>1)</sup> | Collegamento a triangolo.<br>6 fili elettrici dal motore.                           |
|                 | W<br>2 | U2 | V2 |                  |   |
|                 | U1     | V1 | W1 | PE <sup>1)</sup> | Collegamento a stella U2, V2, W2.<br>U2, V2, e W2 da interconnettere separatamente. |

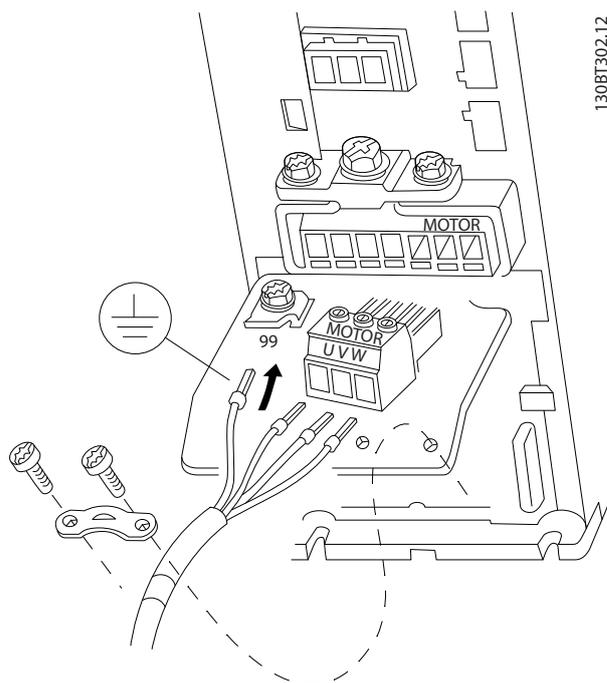
Tabella 8.1 Descrizioni morsetto

1) Collegamento della messa a terra di protezione

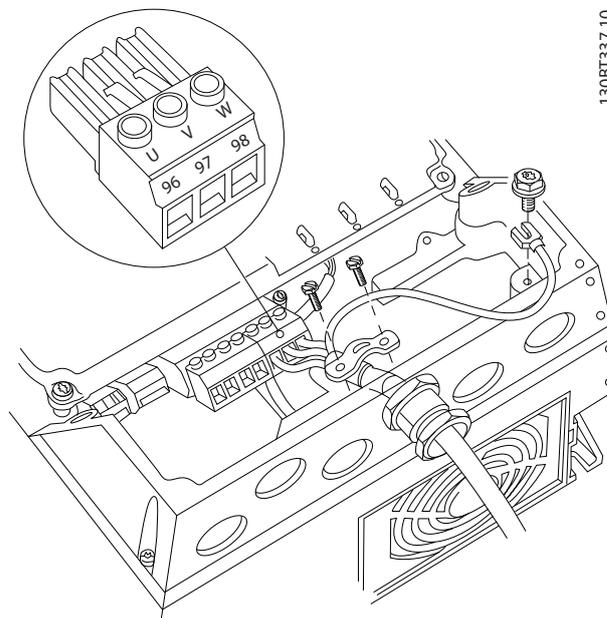


Disegno 8.10 Collegamenti a stella e a triangolo

Tutti i tipi di motori standard asincroni trifase possono essere collegati al convertitore di frequenza. Di norma, i motori di dimensioni ridotte (230/400 V, Y) vengono collegati a stella. I motori di taglia maggiore vengono collegati a triangolo (400/690 V, Δ). Per la modalità di collegamento e la tensione corretta, fare riferimento alla targa del motore.

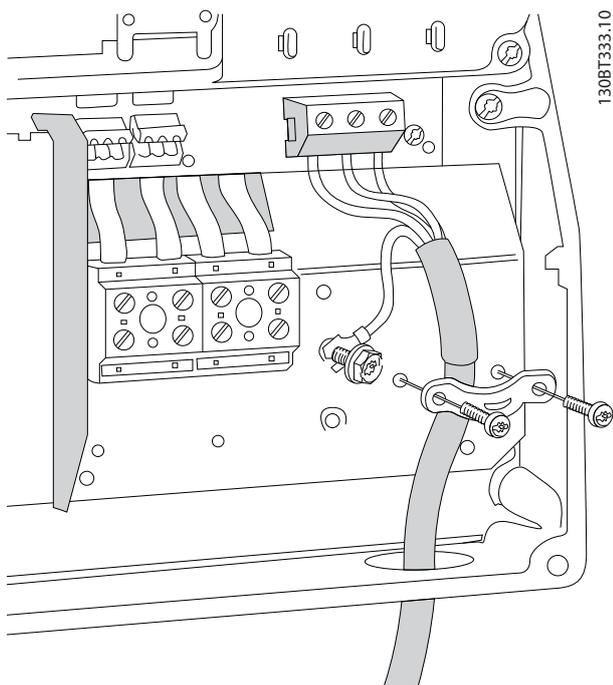


Disegno 8.11 Collegamento del motore per contenitori di taglia A2 e A3



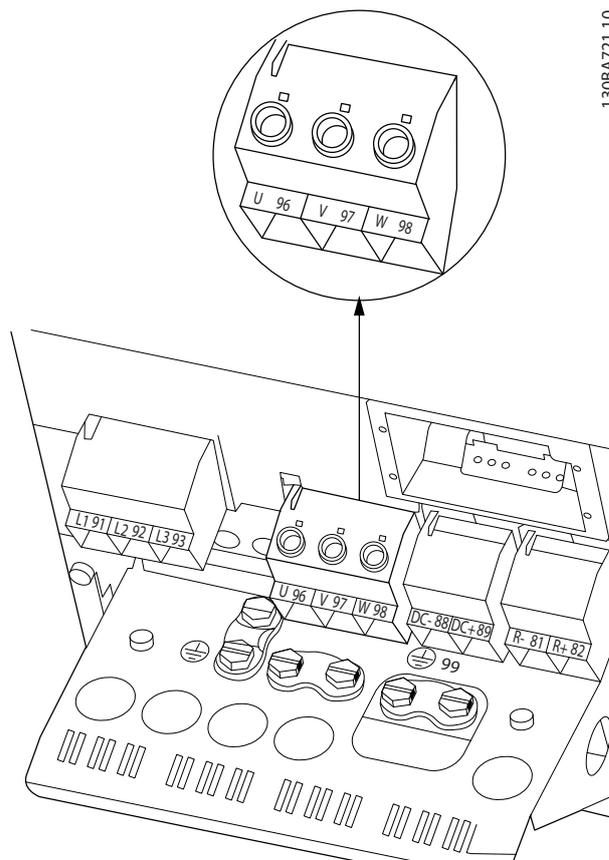
Disegno 8.12 Collegamento del motore per contenitori di taglia A4/A5

8



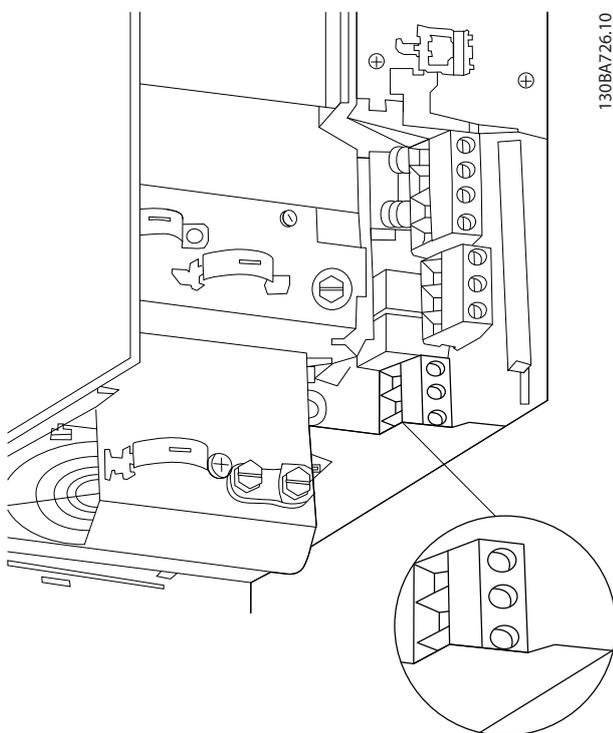
130BT333.10

Disegno 8.13 Collegamento del motore per contenitori di taglia B1 e B2



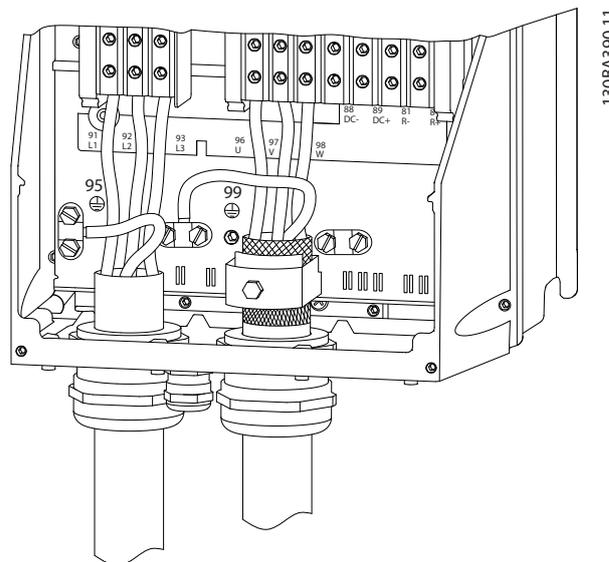
130BA721.10

Disegno 8.15 Collegamento del motore per contenitore di taglia B4



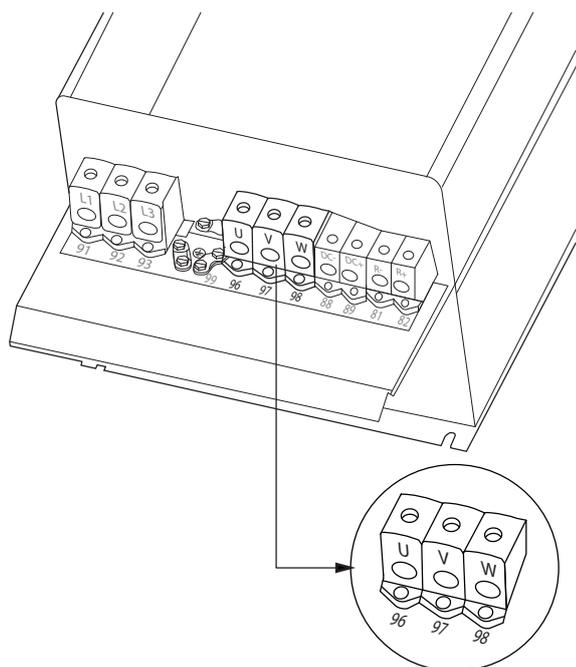
130BA726.10

Disegno 8.14 Collegamento del motore per contenitore di taglia B3



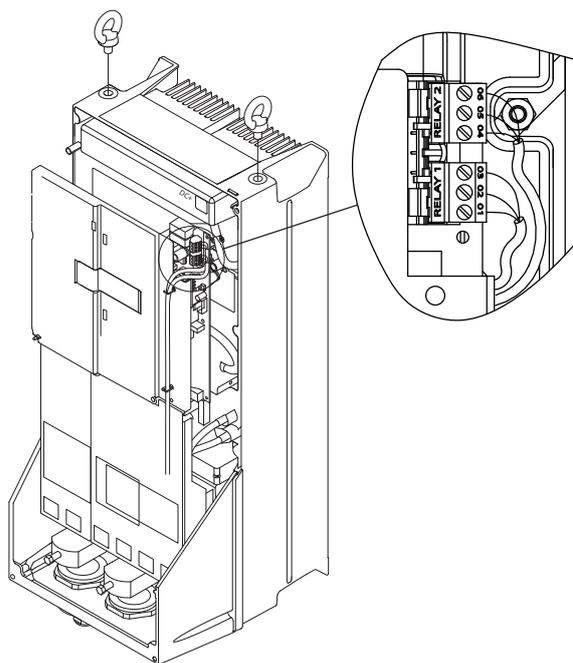
130BA390.11

Disegno 8.16 Collegamento del motore contenitori di taglia C1 e C2 (IP21/NEMA tipo 1 e IP55/66/NEMA tipo 12).



130BA740.10

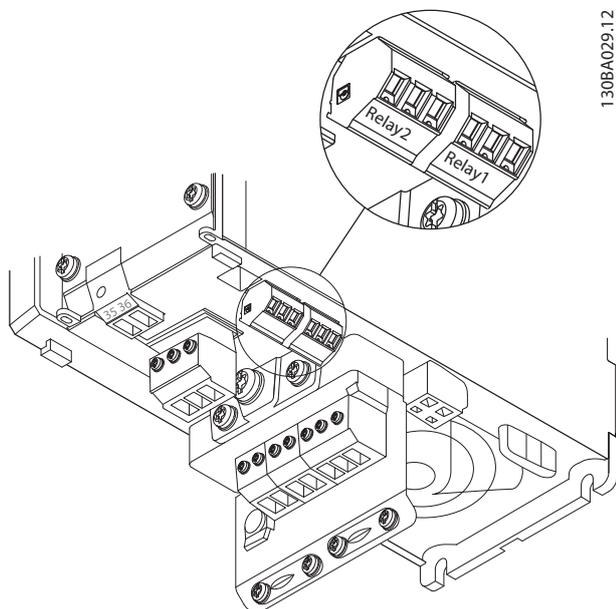
Disegno 8.17 Collegamento del motore per contenitori di taglia C3 e C4



130BA391.12

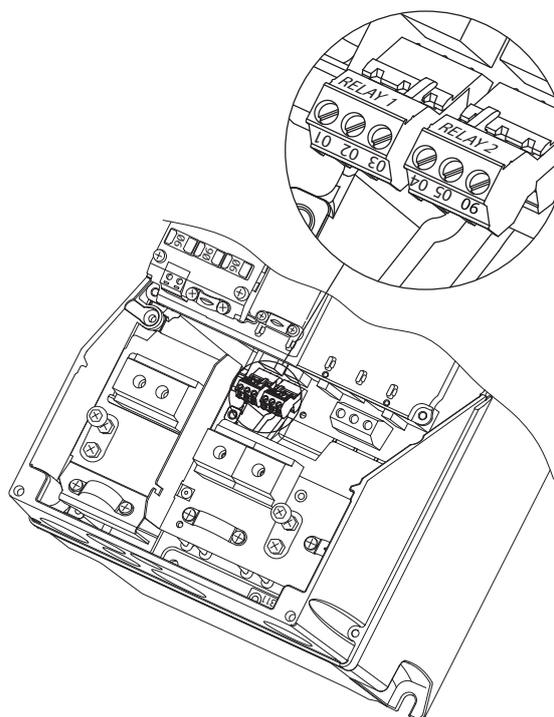
Disegno 8.19 Morsetti per il collegamento relè (contenitori di taglia C1 e C2).

### 8.3 Disegni morsetto relè



130BA029.12

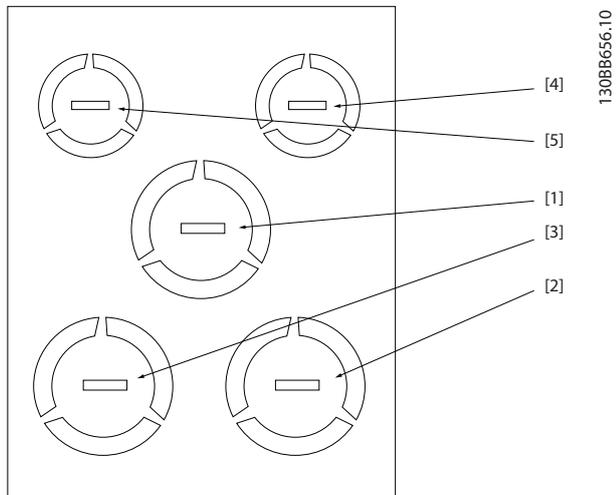
Disegno 8.18 Morsetti per collegamento relè (contenitori di taglia A1, A2 e A3).



130BA215.10

Disegno 8.20 Morsetti per collegamento relè (contenitori di taglia A5, B1 e B2).

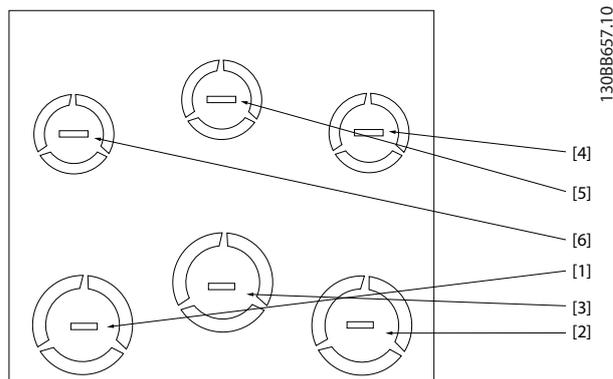
8.4 Fori di ingresso dei cavi



| Numero del foro e uso consigliato | Dimensioni <sup>1)</sup> |      | Valore metrico approssimativo |
|-----------------------------------|--------------------------|------|-------------------------------|
|                                   | UL [in]                  | [mm] |                               |
| 1 Rete                            | 3/4                      | 28,4 | M25                           |
| 2 Motore                          | 3/4                      | 28,4 | M25                           |
| 3 Freno/ condivisione del carico  | 3/4                      | 28,4 | M25                           |
| 4 Cavo di comando                 | 1/2                      | 22,5 | M20                           |
| 5 Cavo di comando                 | 1/2                      | 22,5 | M20                           |

1) Tolerance ±0,2 mm

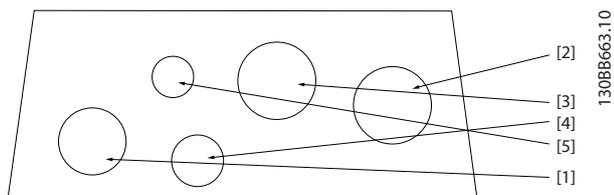
Disegno 8.21 Dimensioni contenitore A2, IP21



| Numero del foro e uso consigliato | Dimensioni <sup>1)</sup> |      | Valore metrico approssimativo |
|-----------------------------------|--------------------------|------|-------------------------------|
|                                   | UL [in]                  | [mm] |                               |
| 1 Rete                            | 3/4                      | 28,4 | M25                           |
| 2 Motore                          | 3/4                      | 28,4 | M25                           |
| 3 Freno/ condivisione del carico  | 3/4                      | 28,4 | M25                           |
| 4 Cavo di comando                 | 1/2                      | 22,5 | M20                           |
| 5 Cavo di comando                 | 1/2                      | 22,5 | M20                           |
| 6 Cavo di comando                 | 1/2                      | 22,5 | M20                           |

1) Tolerance ±0,2 mm

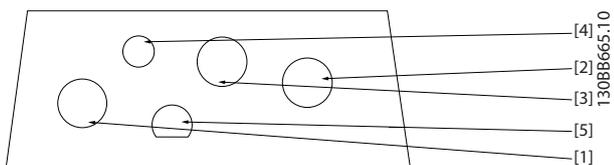
Disegno 8.22 Dimensione contenitore A3, IP21



| Numero del foro e uso consigliato | Dimensioni <sup>1)</sup> |      | Valore metrico approssimativo |
|-----------------------------------|--------------------------|------|-------------------------------|
|                                   | UL [in]                  | [mm] |                               |
| 1 Rete                            | 3/4                      | 28,4 | M25                           |
| 2 Motore                          | 3/4                      | 28,4 | M25                           |
| 3 Freno/ condivisione del carico  | 3/4                      | 28,4 | M25                           |
| 4 Cavo di comando                 | 1/2                      | 22,5 | M20                           |
| 5 Rimosso                         | -                        | -    | -                             |

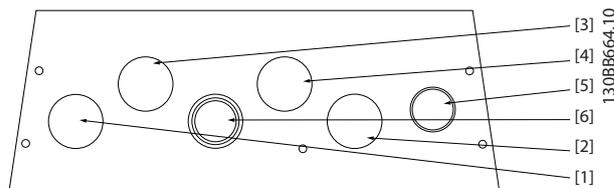
1) Tolerance ±0,2 mm

Disegno 8.23 Dimensioni contenitore A4, IP55



| Numero del foro e uso consigliato | Valore metrico approssimativo |
|-----------------------------------|-------------------------------|
| 1 Rete                            | M25                           |
| 2 Motore                          | M25                           |
| 3 Freno/condivisione del carico   | M25                           |
| 4 Cavo di comando                 | M16                           |
| 5 Cavo di comando                 | M20                           |

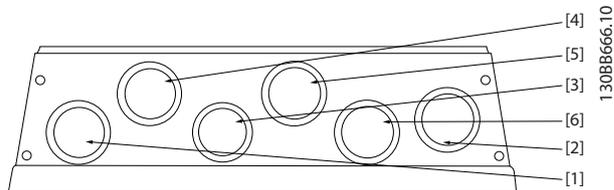
Disegno 8.24 Contenitore di taglia A4, fori passacavo filettati IP55



| Numero del foro e uso consigliato | Dimensioni <sup>1)</sup> |      | Valore metrico approssimativo |
|-----------------------------------|--------------------------|------|-------------------------------|
|                                   | UL [in]                  | [mm] |                               |
| 1 Rete                            | 3/4                      | 28,4 | M25                           |
| 2 Motore                          | 3/4                      | 28,4 | M25                           |
| 3 Freno/ condivisione del carico  | 3/4                      | 28,4 | M25                           |
| 4 Cavo di comando                 | 3/4                      | 28,4 | M25                           |
| 5 Cavo di comando <sup>2)</sup>   | 3/4                      | 28,4 | M25                           |
| 6 Cavo di comando <sup>2)</sup>   | 3/4                      | 28,4 | M25                           |

1) Tolerance ±0,2 mm  
2) Foro a perforazione

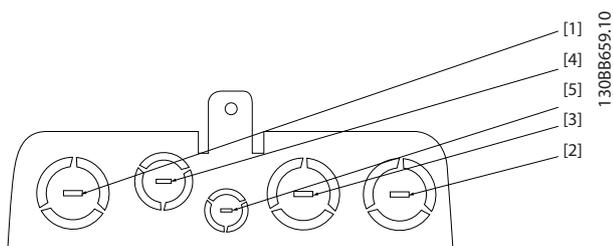
Disegno 8.25 Contenitore di taglia A5, IP55



| Numero del foro e uso consigliato | Valore metrico approssimativo |
|-----------------------------------|-------------------------------|
| 1 Rete                            | M25                           |
| 2 Motore                          | M25                           |
| 3 Freno/condivisione del carico   | 28,4 mm <sup>1)</sup>         |
| 4 Cavo di comando                 | M25                           |
| 5 Cavo di comando                 | M25                           |
| 6 Cavo di comando                 | M25                           |

1) Foro a perforazione

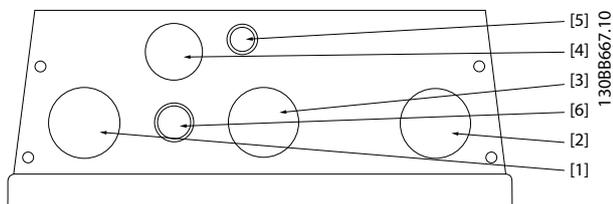
Disegno 8.26 Contenitore di taglia A5, fori passacavo filettati IP55



| Numero del foro e uso consigliato | Dimensioni <sup>1)</sup> |      | Valore metrico approssimativo |
|-----------------------------------|--------------------------|------|-------------------------------|
|                                   | UL [in]                  | [mm] |                               |
| 1 Rete                            | 1                        | 34,7 | M32                           |
| 2 Motore                          | 1                        | 34,7 | M32                           |
| 3 Freno/condizione del carico     | 1                        | 34,7 | M32                           |
| 4 Cavo di comando                 | 1                        | 34,7 | M32                           |
| 5 Cavo di comando                 | 1/2                      | 22,5 | M20                           |

1) Tolerance ±0,2 mm

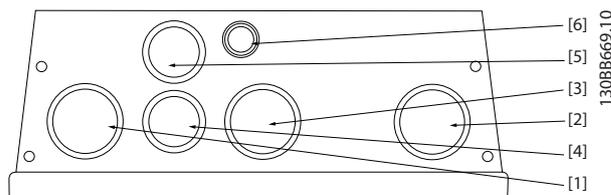
Disegno 8.27 Contenitore di taglia B1, IP21



| Numero del foro e uso consigliato | Dimensioni <sup>1)</sup> |      | Valore metrico approssimativo |
|-----------------------------------|--------------------------|------|-------------------------------|
|                                   | UL [in]                  | [mm] |                               |
| 1 Rete                            | 1                        | 34,7 | M32                           |
| 2 Motore                          | 1                        | 34,7 | M32                           |
| 3 Freno/condizione del carico     | 1                        | 34,7 | M32                           |
| 4 Cavo di comando                 | 3/4                      | 28,4 | M25                           |
| 5 Cavo di comando                 | 1/2                      | 22,5 | M20                           |
| 5 Cavo di comando <sup>2)</sup>   | 1/2                      | 22,5 | M20                           |

1) Tolerance ±0,2 mm  
2) Foro a perforazione

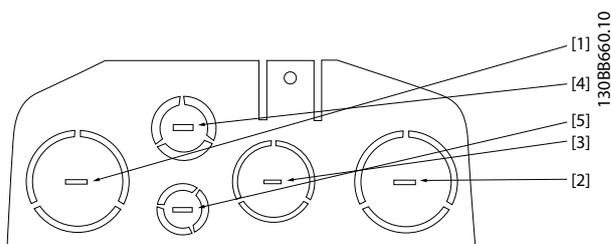
Disegno 8.28 Contenitore di taglia B1, IP55



| Numero del foro e uso consigliato | Valore metrico approssimativo |
|-----------------------------------|-------------------------------|
| 1 Rete                            | M32                           |
| 2 Motore                          | M32                           |
| 3 Freno/condizione del carico     | M32                           |
| 4 Cavo di comando                 | M25                           |
| 5 Cavo di comando                 | M25                           |
| 6 Cavo di comando                 | 22,5 mm <sup>1)</sup>         |

1) Foro a perforazione

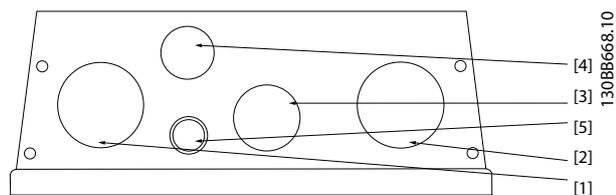
Disegno 8.29 Contenitore di taglia B1, fori passacavo filettati IP55



| Numero del foro e uso consigliato | Dimensioni <sup>1)</sup> |      | Valore metrico approssimativo |
|-----------------------------------|--------------------------|------|-------------------------------|
|                                   | UL [in]                  | [mm] |                               |
| 1 Rete                            | 1 1/4                    | 44,2 | M40                           |
| 2 Motore                          | 1 1/4                    | 44,2 | M40                           |
| 3 Freno/condizione del carico     | 1                        | 34,7 | M32                           |
| 4 Cavo di comando                 | 3/4                      | 28,4 | M25                           |
| 5 Cavo di comando                 | 1/2                      | 22,5 | M20                           |

1) Tolerance ±0,2 mm

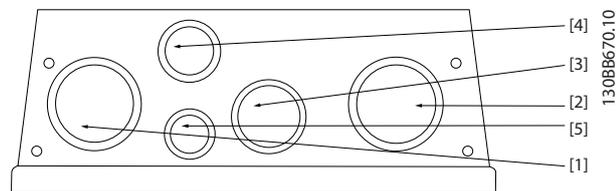
Disegno 8.30 Contenitore di taglia B2, IP21



| Numero del foro e uso consigliato | Dimensioni <sup>1)</sup> |      | Valore metrico approssimativo |
|-----------------------------------|--------------------------|------|-------------------------------|
|                                   | UL [in]                  | [mm] |                               |
| 1 Rete                            | 1 1/4                    | 44,2 | M40                           |
| 2 Motore                          | 1 1/4                    | 44,2 | M40                           |
| 3 Freno/ condivisione del carico  | 1                        | 34,7 | M32                           |
| 4 Cavo di comando                 | 3/4                      | 28,4 | M25                           |
| 5 Cavo di comando <sup>2)</sup>   | 1/2                      | 22,5 | M20                           |

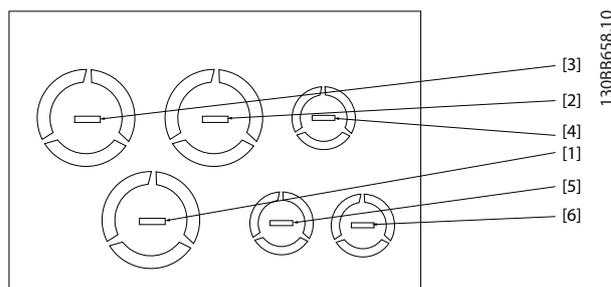
1) Tolerance ±0,2 mm  
2) Foro a perforazione

Disegno 8.31 Contenitore di taglia B2, IP55



| Numero del foro e uso consigliato | Valore metrico approssimativo |
|-----------------------------------|-------------------------------|
| 1 Rete                            | M40                           |
| 2 Motore                          | M40                           |
| 3 Freno/condivisione del carico   | M32                           |
| 4 Cavo di comando                 | M25                           |
| 5 Cavo di comando                 | M20                           |

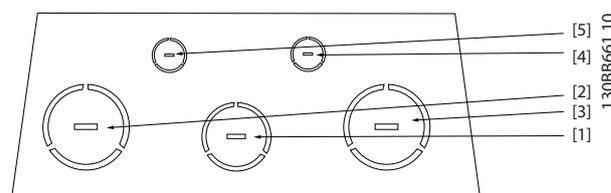
Disegno 8.32 Contenitore di taglia B2, fori passacavo filettati IP55



| Numero del foro e uso consigliato | Dimensioni <sup>1)</sup> |      | Valore metrico approssimativo |
|-----------------------------------|--------------------------|------|-------------------------------|
|                                   | UL [in]                  | [mm] |                               |
| 1 Rete                            | 1                        | 34,7 | M32                           |
| 2 Motore                          | 1                        | 34,7 | M32                           |
| 3 Freno/ condivisione del carico  | 1                        | 34,7 | M32                           |
| 4 Cavo di comando                 | 1/2                      | 22,5 | M20                           |
| 5 Cavo di comando                 | 1/2                      | 22,5 | M20                           |
| 6 Cavo di comando                 | 1/2                      | 22,5 | M20                           |

1) Tolerance ±0,2 mm

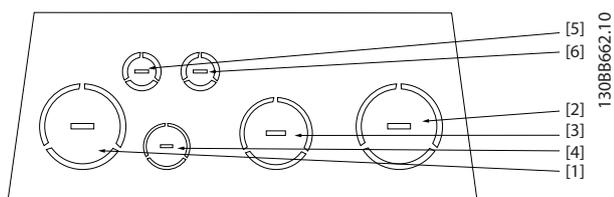
Disegno 8.33 Contenitore di taglia B3, IP21



| Numero del foro e uso consigliato | Dimensioni <sup>1)</sup> |      | Valore metrico approssimativo |
|-----------------------------------|--------------------------|------|-------------------------------|
|                                   | UL [in]                  | [mm] |                               |
| 1 Rete                            | 2                        | 63,3 | M63                           |
| 2 Motore                          | 2                        | 63,3 | M63                           |
| 3 Freno/ condivisione del carico  | 1 1/2                    | 50,2 | M50                           |
| 4 Cavo di comando                 | 3/4                      | 28,4 | M25                           |
| 5 Cavo di comando                 | 1/2                      | 22,5 | M20                           |

1) Tolerance ±0,2 mm

Disegno 8.34 Contenitore di taglia C1, IP21



| Numero del foro e uso consigliato | Dimensioni <sup>1)</sup> |      | Valore metrico approssimativo |
|-----------------------------------|--------------------------|------|-------------------------------|
|                                   | UL [in]                  | [mm] |                               |
| 1 Rete                            | 2                        | 63,3 | M63                           |
| 2 Motore                          | 2                        | 63,3 | M63                           |
| 3 Freno/ condivisione del carico  | 1 1/2                    | 50,2 | M50                           |
| 4 Cavo di comando                 | 3/4                      | 28,4 | M25                           |
| 5 Cavo di comando                 | 1/2                      | 22,5 | M20                           |
| 6 Cavo di comando                 | 1/2                      | 22,5 | M20                           |

1) Tolerance ±0,2 mm

Disegno 8.35 Contenitore di taglia C2, IP21

**Indice**

**A**

Abbreviazioni..... 8, 46

Abilitazione avviamento..... 29, 101

Adattamento automatico motore..... 8, 27  
vedi anche *AMA*

AEO..... 8  
vedi anche *Ottimizzazione automatica dell'energia*

Alimentazione di ingresso..... 17, 65

Alta tensione..... 12

Altitudine elevata..... 41, 103

AMA..... 8, 27  
vedi anche *Adattamento automatico motore*

Ambiente  
Industriale..... 44, 55, 56  
Residenziale..... 44, 55, 56

Anello aperto..... 18

Anello chiuso..... 19, 20, 21, 28, 32, 84

Apparecchiatura opzionale..... 7

Applicazione  
Applicazione..... 14  
Controllo di zona..... 14  
Real time clock..... 95  
Regolazione in cascata..... 14

Armadio opzioni..... 40

Armoniche  
Analisi..... 46  
Armoniche..... 7, 17, 36, 46, 47, 48, 54, 55, 56  
di tensione..... 47  
Attenuazione delle armoniche..... 49  
Calcolo delle armoniche..... 34, 49  
Distorsione armonica..... 9, 41, 46  
Distorsione armonica totale..... 46  
Norma relativa alle emissioni armoniche..... 47  
Requisiti di emissione..... 47  
Risultato del test..... 47

Auto on..... 20

Autorotazione..... 13

Avviamento/arresto..... 96

Avviamento/arresto a impulsi..... 96

Avviatore a stella/triangolo..... 16

Avviatore statico..... 16

Avvio involontario..... 13

**B**

Backup dell'energia cinetica..... 28

Blocco di testo..... 78, 86

Blocco parametri..... 78

Blocco processo..... 78

Bypass di frequenza..... 29

**C**

**CA**

Corrente CA..... 17, 18

Forma d'onda CA..... 17

Ingresso CA..... 17

Rete CA..... 17

Cablaggio  
Cablaggio..... 40, 46, 62, 64, 93  
del relè..... 143  
Schema di cablaggio..... 62

Calcolo del flusso d'aria..... 37

Campo di controllo CRC..... 83

Campo di indirizzo..... 83

Campo funzione..... 83

Campo PKE..... 79

Campo Start/Stop..... 83

Cavo  
motore..... 27, 40, 41, 42, 49, 57, 58, 60, 64, 69, 72, 74, 103, 104, 138  
motore non schermato..... 57  
schermato..... 65  
Fori di ingresso..... 152  
Lunghezza del cavo motore..... 45, 49, 58, 72  
Passacavo..... 152

CC  
Collegamento CC..... 24, 138  
Corrente CC..... 29  
Freno CC..... 82, 84, 86, 87

CDM..... 51

CFM..... 38

Circuito intermedio..... 17

Classe di efficienza energetica..... 127

Collegamento a massa..... 27, 46, 49, 53, 146

Collegamento a stella..... 149

Collegamento a triangolo..... 149

Comando esterno..... 17

Comando marcia/arresto..... 101

Comando valvole..... 28

Commutazione  
sull'uscita..... 25  
Frequenza di commutazione..... 25, 26, 31, 37, 46, 50, 53, 60, 61, 69, 105, 106, 107, 108, 117, 118, 119  
Perdita di commutazione..... 53

Comparatore..... 29, 30, 95

Compensazione dello scorrimento..... 9, 24

Comunicazione seriale  
Bit di controllo..... 87, 90  
Bit parola di controllo..... 86, 89  
Parola di controllo..... 86, 89  
Parola di stato..... 88, 91  
Scheda di controllo, comunicazione seriale USB..... 131

Condensazione..... 37

|  |                                 |  |                                     |
|--|---------------------------------|--|-------------------------------------|
| Condivisione del carico.....                             | 12, 13, 152, 153, 154, 155, 156 | Cortocircuito  |                                     |
| Condizioni di funzionamento estreme.....                 | 24                              | Cortocircuito.....                                     | 10, 17, 27, 31, 37, 56, 67          |
| Condizioni di raffreddamento.....                        | 65                              | (fase - fase del motore).....                          | 24                                  |
| Conformità   |                                 | Protezione contro i cortocircuiti.....                 | 24                                  |
| CE.....  | 10                              | Rapporto di cortocircuito.....                         | 48                                  |
| Certificato UL.....                                      | 11                              | Cos $\phi$ .....                                       | 56, 68, 141, 144                    |
| alle norme navali.....                                   | 11                              | <b>D</b>   |                                     |
| C-tick.....  | 11                              | Dati   |                                     |
| Isolamento galvanico.....                                | 27, 33, 41, 143                 | Byte di controllo dati.....                            | 76, 77                              |
| Marchio CE.....  | 10                              | Campo dati.....  | 83                                  |
| Contattore.....  | 67                              | Tipo di dati.....                                      | 80, 86                              |
| Contattore di uscita.....                                | 60, 64                          | Declassamento  |                                     |
| Controllo  |                                 | Applicazioni a coppia costante (modo CT).....          | 103                                 |
| Cavi di controllo.....                                   | 65                              | Applicazioni a coppia variabile (quadratica) (VT)..... | 103                                 |
| Logica di controllo.....                                 | 17                              | Automatico.....  | 25                                  |
| Controllo centrale.....                                  | 95                              | Bassa pressione dell'aria.....                         | 103                                 |
| Controllo evaporatore multiretroazione.....              | 14                              | Declassamento.....                                     | 26, 31, 36, 93, 103, 104, 105, 106  |
| Controllo migliorato.....                                | 16                              | Funzionamento a bassa velocità.....                    | 103                                 |
| Controllo variabile della portata e della pressione..... | 16                              | Grande sezione trasversale.....                        | 104                                 |
| Controllore PID.....                                     | 19, 23, 28                      | Manuale.....   | 103                                 |
| Convenzioni.....   | 9                               | Raffreddamento.....                                    | 103                                 |
| Coppia   |                                 | Temperatura ambiente.....                              | 104                                 |
| Caratteristiche CT.....                                  | 9                               | Definizione.....                                       | 9, 44, 47, 54                       |
| Caratteristiche del VT.....                              | 10                              | Definizione di gradi IP.....                           | 40                                  |
| Caratteristiche di coppia.....                           | 126                             | Dimensioni.....  | 71, 73, 93, 137, 152, 153, 154, 155 |
| costante.....  | 8                               | Diodo raddrizzatore.....                               | 46                                  |
| nominale.....  | 61                              | Direttiva  |                                     |
| variabile.....   | 8                               | Bassa tensione.....                                    | 10                                  |
| Limite di coppia.....                                    | 8, 25, 60, 89                   | EMC.....   | 10                                  |
| Piena coppia.....  | 29                              | ErP.....   | 11                                  |
| Corrente   |                                 | Macchinario.....                                       | 10                                  |
| Anelli di corrente.....                                  | 42                              | Direttive  |                                     |
| Corrente.....  | 46                              | Direttiva EMC.....                                     | 10                                  |
| alta.....  | 32                              | Direttiva macchine.....                                | 11                                  |
| armonica.....  | 46                              | Direttiva sulla bassa tensione.....                    | 10                                  |
| armonica individuale.....                                | 47                              | Duty cycle.....  | 9                                   |
| bassa.....   | 32                              | <b>E</b>   |                                     |
| CC.....  | 17                              | EMC  |                                     |
| di dispersione.....                                      | 42, 49                          | Attuazione delle norme EMC.....                        | 57                                  |
| di ingresso.....   | 46                              | Caratteristica EMC.....                                | 53                                  |
| di uscita.....   | 26, 27, 58, 103, 104, 105       | Effetto EMC.....                                       | 53                                  |
| di uscita nominale.....                                  | 8                               | EMC.....   | 7, 41, 44, 45, 65                   |
| fondamentale.....  | 46                              | Emissioni.....   | 42                                  |
| nominale.....  | 44                              | Immunità EMC.....                                      | 45                                  |
| Distorsione della corrente armonica.....                 | 69                              | Interferenza.....                                      | 65                                  |
| Distorsione di corrente.....                             | 48, 115                         | Piano EMC.....   | 44                                  |
| Limite di corrente.....                                  | 8, 25, 26                       | Proprietà EMC.....                                     | 53                                  |
| Misurazione della corrente.....                          | 27                              | Requisiti di emissione.....                            | 42, 44                              |
| Oscillazioni di corrente.....                            | 32, 69                          | Requisiti di immunità.....                             | 42, 44                              |
| Sovracorrente.....                                       | 29                              | Emissione condotta.....                                | 43                                  |
| Tensione del circuito intermedio.....                    | 41                              | Emissione irradiata.....                               | 43                                  |
| Corrente di dispersione.....                             | 13                              | ETR.....   | 8, 25, 27, 60                       |
| Corrente RMS.....  | 17                              | vedi anche <i>Relè termico elettronico</i>             |                                     |
| Corrente sensore.....                                    | 18                              |  |                                     |

## F

|                                     |                           |
|-------------------------------------|---------------------------|
| Fattore di conversione.....         | 80, 86                    |
| Fattore di potenza.....             | 9, 17, 54, 55, 56, 57     |
| Filtro                              |                           |
| AHF 005.....                        | 115                       |
| AHF 010.....                        | 115                       |
| Common mode (modo - comune).....    | 119                       |
| DU/dt.....                          | 45, 57, 69, 118, 119, 138 |
| Filtro.....                         | 39                        |
| antiarmoniche.....                  | 69, 113, 115, 116         |
| di modo - comune.....               | 72                        |
| Interferenza in radiofrequenza..... | 40                        |
| vedi anche <i>RFI</i>               |                           |
| LC.....                             | 57, 58, 59, 138           |
| Sinusoidale.....                    | 18, 57, 69                |
| Flusso d'aria.....                  | 37, 38, 39, 115           |
| Freno                               |                           |
| Corrente di frenatura.....          | 87                        |
| Frenata.....                        | 29                        |
| Opzione freno.....                  | 67                        |
| Fusibile.....                       | 24, 67, 93, 131           |

## G

|                 |                    |
|-----------------|--------------------|
| Generatore..... | 24, 38, 49, 56, 57 |
|-----------------|--------------------|

## H

|              |    |
|--------------|----|
| Hand on..... | 20 |
|--------------|----|

## I

|  |                            |
|--|----------------------------|
| I/O.....                                     | 67, 68, 69, 6, 143         |
| I/O analogici.....                           | 68                         |
| Immagazzinamento.....                        | 33, 34, 35, 36, 85, 86, 94 |
| Indice (IND).....                            | 79, 86                     |
| Indice di conversione.....                   | 80, 81                     |
| Indirizzo del convertitore di frequenza..... | 76, 77                     |
| Inizializzazione.....                        | 9                          |
| Installazione fianco a fianco.....           | 65                         |
| Interblocco.....                             | 101                        |
| Interblocco esterno.....                     | 101                        |
| Interferenza in radiofrequenza.....          | 27, 55, 66                 |
| vedi anche <i>RFI</i>                        |                            |
| Interruttore.....                            | 24, 50, 56, 67, 131        |
| Inverter.....                                | 17                         |

## J

|          |    |
|----------|----|
| Jog..... | 87 |
|----------|----|

## K

|                                       |    |
|---------------------------------------|----|
| Kit contenitori IP21/NEMA Tipo 1..... | 70 |
| Kit di montaggio remoto.....          | 72 |

## L

|  |                   |
|--|-------------------|
| Lambda.....                                    | 9, 55             |
| LCP.....                                       | 8, 33, 62, 72, 92 |
| vedi anche <i>Pannello di controllo locale</i> |                   |
| Leggi di affinità.....                         | 15                |
| Leggi di proporzionalità.....                  | 15                |
| Limite di velocità.....                        | 18, 25, 60        |
| Lista di controllo del sistema.....            | 93                |
| Livello di tensione.....                       | 128               |
| Lunghezza del telegramma.....                  | 76, 80            |

## M

|  |                           |
|--|---------------------------|
| Manutenzione.....                                | 39                        |
| Manutenzione preventiva.....                     | 34                        |
| Menu rapido.....                                 | 33                        |
| Modbus RTU                                       |                           |
| Codice di eccezione.....                         | 85                        |
| Codice funzione.....                             | 85                        |
| Configurazione di rete.....                      | 82                        |
| Interfaccia RS485.....                           | 81                        |
| Panoramica.....                                  | 81                        |
| Protocollo.....                                  | 81                        |
| Struttura dei messaggi.....                      | 82                        |
| Struttura frame messaggio.....                   | 82                        |
| Modo pausa.....                                  | 14, 27, 29, 95            |
| Modulazione.....                                 | 8, 26, 104, 105, 106, 107 |
| Modulazione di larghezza degli impulsi.....      | 18                        |
| Momento di inerzia.....                          | 24                        |
| Monitoraggio della resistenza di isolamento..... | 66                        |
| Monitoraggio della velocità minima.....          | 14                        |
| Montaggio a muro.....                            | 65                        |
| Montaggio meccanico.....                         | 65                        |
| Morsetto 37.....                                 | 31, 62                    |

|  |  |
|--|--|
| Motore   |  |
| Alternanza del motore.....                             | 14, 95                                       |
| Avviatore motore.....                                  | 16, 67                                       |
| Cavi motore.....                                       | 65   |
| Collegamento a massa.....                              | 57   |
| Collegamento del motore.....                           | 149  |
| Coppia motore.....                                     | 92   |
| Corrente motore.....                                   | 17, 25, 61, 89                               |
| Corrente parassita.....                                | 45   |
| Fase del motore mancante.....                          | 25   |
| Fasi del motore.....                                   | 24   |
| Isolamento.....  | 45   |
| Protezione termica del motore.....                     | 11, 27, 60, 89, 102                          |
| Sollecitazione dei cuscinetti.....                     | 57   |
| Sollecitazione dell'isolamento.....                    | 57   |
| Sollecitazione termica.....                            | 57   |
| Tensione di picco.....                                 | 138  |
| Tensione motore.....                                   | 138  |
| Termistore.....  | 102  |
| Termistore motore.....                                 | 102  |
| Uscita motore.....                                     | 126  |
| <b>N</b>   |  |
| Norme  |  |
| EN 50598.....  | 51   |
| EN 50598-2.....  | 51   |
| Norme e direttive                                      |  |
| EN 50598-2.....  | 51   |
| Nucleo ad alta frequenza in modo - comune.....         | 72   |
| Numeri dei parametri (PNU).....                        | 79   |
| <b>O</b>   |  |
| Opzione  |  |
| AK-LonWorks.....                                       | 69   |
| Alimentazione a 24 V CC.....                           | 69   |
| Controllore in cascata.....                            | 34   |
| PROFIBUS.....  | 67   |
| PROFINET.....  | 68   |
| Scheda relè.....                                       | 11, 69, 141, 142, 143                        |
| Scheda relè estesa MCB 113.....                        | 69   |
| Ordine   |  |
| Filtro antiarmoniche.....                              | 113  |
| Filtro dU/dt.....                                      | 118  |
| Filtro modo - comune.....                              | 119  |
| Filtro sinusoidale.....                                | 113, 114, 117                                |
| Opzioni e accessori.....                               | 110  |
| Ottimizzazione automatica dell'energia.....            | 8, 25, 27                                    |
| vedi anche <i>AEO</i>                                  |  |
| OVC.....   | 24   |
| vedi anche <i>Controllo sovratensione</i>              |  |
| <b>P</b>   |  |
| Pannello di controllo locale.....                      | 8, 33, 62                                    |
| vedi anche <i>LCP</i>                                  |  |
| Parola di processo.....                                | 80   |
| Parola di stato.....                                   | 78, 80, 84, 88                               |
| PCD.....   | 78, 80                                       |
| PELV.....  | 8, 27, 41, 102, 103, 142                     |
| Perdita di magnetizzazione.....                        | 53   |
| Perdita di potenza.....                                | 51   |
| Periodo di ammortamento.....                           | 15   |
| Personale qualificato.....                             | 12   |
| Peso.....  | 36, 93, 119, 137                             |
| Piastra posteriore.....                                | 65   |
| Pilz.....  | 67   |
| Polvere.....   | 34, 39, 40                                   |
| Portata variabile per la durata di un anno.....        | 15   |
| Potenze nominali.....                                  | 137  |
| Potenziometro.....                                     | 100  |
| Precauzioni.....                                       | 12   |
| Preriscaldamento.....                                  | 29   |
| Procedura guidata.....                                 | 14   |
| Profilo FC   |  |
| Lunghezza del telegramma (LGE).....                    | 77   |
| Panoramica del protocollo.....                         | 76   |
| Protezione dai transistori.....                        | 17   |
| Protezione dalla dispersione verso terra.....          | 41   |
| Protezione termica.....                                | 11   |
| Protezione tramite password.....                       | 14   |
| PT1000.....  | 68   |
| Punto di inserzione comune.....                        | 47   |
| <b>R</b>   |  |
| Raddrizzatore.....                                     | 17, 18                                       |
| Raffreddamento.....                                    | 27, 28, 32, 34, 37, 39, 60, 65, 67, 103, 115 |
| Rampa automatica.....                                  | 38   |
| RCD.....   | 8, 50, 66                                    |
| Real time clock.....                                   | 34   |
| Registro bobina.....                                   | 83   |
| Regola logica.....                                     | 29, 30, 95                                   |
| Regolamentazioni sul controllo delle esportazioni..... | 12   |
| Regolazione in cascata.....                            | 14   |
| Relè   |  |
| Collegamento relè.....                                 | 63   |
| Morsetto relè.....                                     | 41, 142, 151                                 |
| Opzione relè.....                                      | 63, 68                                       |
| Relè.....  | 11, 25, 41, 62, 143, 144                     |
| 04.....  | 88   |
| 1.....   | 84, 86, 87                                   |
| 2.....   | 84, 86                                       |
| 7.....   | 142  |
| 8.....   | 142  |
| 9.....   | 142  |
| di allarme SPDT.....                                   | 66   |
| di uscita.....   | 27, 90                                       |
| integrato.....   | 82   |
| SPDT.....  | 143  |
| Uscita a relè.....                                     | 63   |

|  |   |   |  |
|--|---|---|--|
| Relè termico elettronico.....              | 60  |   |  |
| vedi anche <i>ETR</i>                      |   |   |  |
| Rendimento                                 |   |   |  |
| Classe di efficienza.....                  | 51  |   |  |
| Classe di efficienza energetica.....       | 51  |   |  |
| Efficienza energetica.....                 | 51  |   |  |
| Rendimento.....                            | 8, 25, 27, 51, 60, 61                         |   |  |
| del motore.....                            | 61  |   |  |
| Resistenza di frenatura                    |   |   |  |
| Resistenza di frenatura.....               | 8, 24   |   |  |
| Rete                                       |   |   |  |
| Alimentazione di rete.....                 | 9, 46   |   |  |
| Caduta di tensione di rete.....            | 28  |   |  |
| Collegamento di rete.....                  | 146   |   |  |
| Schermatura principale.....                | 66  |   |  |
| Transitorio.....                           | 17, 56  |   |  |
| Rete di alimentazione pubblica.....        | 47  |   |  |
| Retroazione                                |   |   |  |
| Conversione della retroazione.....         | 24  |   |  |
| Gestione della retroazione.....            | 23, 36  |   |  |
| Retroazione.....                           | 21, 23, 62, 69, 84, 99                        |   |  |
| Segnale di retroazione.....                | 19, 28  |   |  |
| RFI  |   |   |  |
| Filtro RFI.....                            | 18, 38, 40, 49, 55, 66, 67                    |   |  |
| RFI.....                                   | 18, 27, 38, 41, 55, 57                        |   |  |
| Riaggancio al volo.....                    | 25, 26, 28, 29                                |   |  |
| Riferimento                                |   |   |  |
| Gestione dei riferimenti.....              | 21, 22  |   |  |
| Riferimento.....                           | 97  |   |  |
| esterno.....                               | 21  |   |  |
| preimpostato.....                          | 21  |   |  |
| remoto.....                                | 20, 21  |   |  |
| Riferimento.....                           | 21  |   |  |
| Riferimento del potenziometro.....         | 97  |   |  |
| Riferimento di velocità.....               | 100   |   |  |
| Riferimento di velocità analogico.....     | 100   |   |  |
| Rilevamento del funzionamento a secco..... | 14  |   |  |
| Rilevamento fine curva.....                | 14  |   |  |
| Riscaldatore dell'armadio.....             | 37  |   |  |
| Risparmi energetici.....                   | 14, 15, 29                                    |   |  |
| Ritorno olio.....                          | 14  |   |  |
| Rivestimento.....                          | 39, 66  |   |  |
| Rotazione involontaria del motore.....     | 13  |   |  |
| RS485                                      |   |   |  |
| Collegamento in rete.....                  | 75  |   |  |
| Installazione e setup.....                 | 74  |   |  |
| Interfaccia seriale RS485.....             | 74  |   |  |
| Precauzioni EMC.....                       | 75  |   |  |
| RS485.....                                 | 9, 20, 33, 34, 41, 72, 74, 75, 76, 142        |   |  |
| Terminazione bus.....                      | 75  |   |  |
| Rumorosità acustica.....                   | 38  |   |  |
| Ruota libera.....                          | 9, 28, 31, 82, 84, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 95 |   |  |
|  |   | <b>S</b>  |  |
|  |   | Sbilanciamento di fase.....                               | 25, 32   |
|  |   | Scatto  |  |
|  |   | Scatto.....   | 10, 25, 26, 28, 29, 31, 32, 56, 60, 67, 82, 87, 88, 89, 91, 92, 102, 103 |
|  |   | bloccato.....   | 10, 24   |
|  |   | Schermatura.....  | 57, 58   |
|  |   | Scosse.....   | 38   |
|  |   | Sensore PTC.....  | 27   |
|  |   | Sensore termico.....                                      | 18   |
|  |   | Serraggio, morsetti.....                                  | 131  |
|  |   | Sezionatore.....  | 18, 67   |
|  |   | Sezione intermedia.....                                   | 18   |
|  |   | Sezione inverter.....                                     | 18   |
|  |   | Sezione raddrizzatore.....                                | 18   |
|  |   | Sicurezza.....  | 12, 13, 31, 69, 146, 149   |
|  |   | Sistema di alimentazione di emergenza.....                | 56   |
|  |   | Smart Logic Control.....                                  | 9, 14, 29, 34, 95, 97, 98  |
|  |   | SmartStart.....   | 95   |
|  |   | Smorzamento risonanza.....                                | 27   |
|  |   | Software  |  |
|  |   | HCS.....  | 57   |
|  |   | vedi anche <i>Software per il calcolo delle armoniche</i> |  |
|  |   | MCT 31.....   | 34   |
|  |   | di configurazione MCT 10.....                             | 34   |
|  |   | per il calcolo delle armoniche (HCS).....                 | 34, 54   |
|  |   | Software PC.....  | 33   |
|  |   | Sottotensione.....  | 54   |
|  |   | Sovraccarico  |  |
|  |   | LED per sovraccarico.....                                 | 67   |
|  |   | Modo sovraccarico normale.....                            | 105, 106   |
|  |   | Protezione da sovraccarico.....                           | 14, 25, 67   |
|  |   | Setpoint di sovraccarico.....                             | 27   |
|  |   | Sovraccarico.....   | 27, 46, 60, 67   |
|  |   | Sovratemperatura.....                                     | 10, 25, 26, 31, 67, 89   |
|  |   | Sovratensione   |  |
|  |   | Controllo sovratensione.....                              | 24   |
|  |   | Sovratensione.....  | 24, 38   |
|  |   | generata dal motore.....                                  | 24   |
|  |   | Spazio.....   | 37, 41, 64, 65   |
|  |   | Spazio libero orizzontale.....                            | 65   |
|  |   | Spazio libero verticale.....                              | 65   |
|  |   | Staffa di montaggio.....                                  | 73   |
|  |   | Standard e direttive                                      |  |
|  |   | UNI EN 50598-2.....                                       | 127  |
|  |   | STO.....  | 7, 14, 31, 62, 95  |
|  |   | Struttura del telegramma.....                             | 76   |

T

Temperatura

- Controllo della temperatura..... 14
- Media di temperatura..... 37
- Temperatura..... 37
- ambiente..... 37
- massima..... 37

Tempo di salita..... 138

Tempo di scarica..... 13

Termistore..... 9, 41, 60, 67

Test dU/dt..... 138

Testi liberamente programmabili..... 14

Transitorio..... 39, 50

Trasformatore..... 46

U

U/f..... 60

Umidità..... 37, 38, 40, 93

UPEAK..... 138

V

Valore parametro (PWE)..... 79

Valori nominali di rumorosità acustica..... 141

Ventilazione..... 115

Ventola..... 10, 14, 16, 27, 28, 32, 34, 37, 38, 39, 71, 103, 115

Versione software..... 111

Vibrazioni..... 38

VVC+..... 8, 18





.....  
La Danfoss non si assume alcuna responsabilità circa eventuali errori nei cataloghi, pubblicazioni o altri documenti scritti. La Danfoss si riserva il diritto di modificare i suoi prodotti senza previo avviso, anche per i prodotti già in ordine, sempre che tali modifiche si possano fare senza la necessità di cambiamenti nelle specifiche che sono già state concordate. Tutti i marchi di fabbrica citati sono di proprietà delle rispettive società. Il nome Danfoss e il logotipo Danfoss sono marchi depositati della Danfoss A/S. Tutti i diritti riservati.  
.....

Danfoss A/S  
Ulsnaes 1  
DK-6300 Graasten  
[vlt-drives.danfoss.com](http://vlt-drives.danfoss.com)

