MAKING MODERN LIVING POSSIBLE

Guida alla progettazione

VLT® AutomationDrive FC 301/302

0,25-75 kW

www.danfoss.com/drives

THE REAL DRIVE

Sommario

1 Introduzione 9
1.1 Scopo della Guida alla progettazione 9
1.2 Risorse aggiuntive 9
1.3 Abbreviazioni, simboli e convenzioni 9
1.4 Definizioni 10
1.5 Versione del documento e software 11
1.6 Conformità alle norme 11
1.6.1 Marchio CE 11
1.6.1.1 Direttiva sulla bassa tensione 12
1.6.1.2 Direttiva EMC 12
1.6.1.3 Direttiva macchine 12
1.6.2 Conformità UL 12
1.6.3 Conformità C-tick 12
1.6.4 Conformità alle norme R.I.N.A. 12
1.7 Istruzioni per lo smaltimento 13
1.8 Sicurezza 13

2 Sicurezza 14
2.1 Simboli di sicurezza 14
2.2 Personale qualificato 14
2.3 Precauzioni di sicurezza 14

3 Principi di funzionamento di base 16
3.1 Informazioni generali 16
3.2 Descrizione del funzionamento 16
3.3 Sequenza operativa 16
3.3.1 Sezione raddrizzatore 16
3.3.2 Sezione intermedia 16
3.3.3 Sezione inverter 16
3.3.4 Opzione freno 16
3.3.5 Condivisione del carico 17
3.4 Interfaccia di controllo 17
3.5 Schema di cablaggio 18
3.6 Regolazioni 20
3.6.1 Principio di regolazione 20
3.6.2 FC 301 rispetto a FC 302 Principio di regolazione 21
3.6.3 Struttura di controllo in VVC^{plus} 22
3.6.4 Struttura di controllo nel controllo vettoriale a orientamento di campo (solo FC 302) 23

 Danfoss A/S © Rev. 04/04/2014 Tutti i diritti riservati.

3.6.5 Struttura di controllo nel controllo vettoriale con retroazione del motore (soloFC 302) 24
3.6.6 PID 25
3.6.6.1 Regolatore di velocità PID 25
3.6.6.2 Taratura PID controllo di velocità 28
3.6.6.3 PID controllo di processo 28
3.6.6.4 Controllo PID avanzato 30
3.6.7 Regolatore interno di corrente in modalità VVCplus 30
3.6.8 Comando locale (Hand On) e remoto (Auto On) Comando 30
3.7 Gestione dei riferimenti 32
3.7.1 Riferimenti 32
3.7.2 Limiti del riferimento 34
3.7.3 Messa in scala dei riferimenti preimpostati e dei riferimenti bus 35
3.7.4 Messa in scala dei riferimenti analogici e impulsi e retroazione 35
3.7.5 Banda morta nell'intorno dello zero 36

4 Caratteristiche del prodotto 40
4.1 Caratteristiche di funzionamento automatizzate 40
4.1.1 Protezione dai cortocircuiti 40
4.1.2 Protezione da sovratensione 40
4.1.3 Rilevamento di una fase del motore mancante 41
4.1.4 Rilevamento dello sbilanciamento della fase di rete 41
4.1.5 Commutazione sull'uscita 41
4.1.6 Protezione da sovraccarico 41
4.1.7 Protezione rotore bloccato 41
4.1.8 Declassamento automatico 42
4.1.9 Ottimizzazione automatica dell'energia 42
4.1.10 Modulazione Automatica della Frequenza di Commutazione 42
4.1.11 Declassamento automatico per un'elevata frequenza portante 42
4.1.12 Prestazioni con variazione della potenza 42
4.1.13 Smorzamento risonanza 42
4.1.14 Ventole controllate in temperatura 42
4.1.15 Conformità EMC 43
4.1.16 Isolamento galvanivo di morsetti di controllo 43
4.2 Caratteristiche personalizzate dell'applicazione 43
4.2.1 Adattamento Automatico Motore 43
4.2.2 Protezione termica del motore 43
4.2.3 Caduta di tensione dell'alimentazione di rete 44
4.2.4 Controllore PID integrato 44
4.2.5 Riavvio automatico 45
4.2.6 Riaggancio al volo 45

 Danfoss A/S © Rev. 04/04/2014 Tutti i diritti riservati.

4.2.7 Piena coppia a velocità ridotta 45
4.2.8 Bypass di frequenza 45
4.2.9 Preriscaldamento del motore 45
4.2.10 4 setup programmabili 45
4.2.11 Frenatura dinamica 45
4.2.12 Controllo del freno meccanico ad anello aperto 46
4.2.13 Controllo del freno meccanico ad anello chiuso/freno meccanico di sollevamento 47
4.2.14 Smart Logic Control (SLC) 48
4.2.15 Safe Torque Off 49
4.3 Danfoss VLT® FlexConcept® 49

5 Integrazione nel sistema 50
5.1 Condizioni ambientali di funzionamento 50
5.1.1 Umidità 50
5.1.2 Temperatura 50
5.1.3 Temperatura e raffreddamento 50
5.1.4 Declassamento manuale 51
5.1.4.1 Declassamento in relazione ad un funzionamento a bassa velocità 51
5.1.4.2 Declassamento per bassa pressione dell'aria 51
5.1.5 Rumorosità acustica 52
5.1.6 Vibrazioni e urti 52
5.1.7 Atmosfere aggressive 52
5.1.7.1 Gas 52
5.1.7.2 Esposizione alla polvere 53
5.1.7.3 Atmosfere potenzialmente esplosive 53
5.1.8 Manutenzione 54
5.1.9 Immagazzinamento 54
5.2 Considerazioni generali sull'EMC 54
5.2.1 Risultati test EMC 56
5.2.2 Requisiti relativi alle emissioni 57
5.2.3 Requisiti di immunità 57
5.2.4 Isolamento motore 58
5.2.5 Correnti nei cuscinetti del motore 59
5.3 Interferenza alimentazione di rete/armoniche 59
5.3.1 Effetti delle armoniche in sistema di distribuzione dell'energia 60
5.3.2 Standard e requisiti per la limitazione delle armoniche 60
5.3.3 Riduzione delle armoniche 61
5.3.4 Calcolo delle armoniche 61
5.4 Isolamento galvanico (PELV) 61
5.4.1 PELV - Tensione di protezione bassissima 61

 Danfoss A/S © Rev. 04/04/2014 Tutti i diritti riservati.

5.5 Funzioni freno 62
5.5.1 Scelta della Resistenza di frenatura 62

6 Specifiche del prodotto 65
6.1 Dati elettrici 65
6.1.1 Alimentazione di rete 200-240 V 65
6.1.2 Alimentazione di rete 380-500 V 68
6.1.3 Alimentazione di rete 525-600 V (solo FC 302) 71
6.1.4 Alimentazione di rete 525-690 V (solo FC 302) 74
6.2 Specifiche generali 76
6.2.1 Alimentazione di rete 76
6.2.2 Uscita motore e dati motore 76
6.2.3 Condizioni ambientali 77
6.2.4 Specifiche dei cavi 77
6.2.5 Ingresso/uscita di controllo e dati di controllo 77
6.2.6 Declassamento in base alla temperatura ambiente 81
6.2.6.1 Declassamento in base alla temperatura ambiente, tipo di contenitore A 81
6.2.6.2 Declassamento in base alla temperatura ambiente, contenitore di tipo B 81
6.2.6.3 Declassamento in base alla temperatura ambiente, contenitore di tipo C 84
6.2.7 Valori misurati per test dU/dt 87
6.2.8 Rendimento 92
6.2.9 Rumorosità acustica 92

7 Ordinazione 93
7.1 Configuratore del convertitore di frequenza 93
7.1.1 Codice identificativo 93
7.1.2 Lingua 95
7.2 Numeri d'ordine 96
7.2.1 Opzioni e accessori 96
7.2.2 Pezzi di ricambio 98
7.2.3 Buste per accessori 98
7.2.4 VLT AutomationDrive FC 301 99
7.2.5 Resistenze di frenatura per FC 302 103
7.2.6 Altre resistenze di frenatura flatpack 110
7.2.7 Filtri antiarmoniche 111
7.2.8 Filtri sinusoidali 113
7.2.9 Filtri dU/dt 115

8 Installazione meccanica 117
8.1 Sicurezza 117
8.2 Dimensioni meccaniche 118

 Danfoss A/S © Rev. 04/04/2014 Tutti i diritti riservati.

8.2.1 Montaggio meccanico 120
8.2.1.1 Gioco 120
8.2.1.2 Montaggio a muro 120

9 Installazione elettrica 122
9.1 Sicurezza 122
9.2 Cavi 123
9.2.1 Coppia di serraggio 123
9.2.2 Fori di ingresso 124
9.2.3 Serraggio del coperchio dopo aver realizzato i collegamenti 128
9.3 Collegamento di rete 128
9.3.1 Fusibili e interruttori 131
9.3.1.1 Fusibili 131
9.3.1.2 Raccomandazioni 131
9.3.1.3 Conformità CE 131
9.3.1.4 Conformità UL 135
9.4 Collegamento del motore 140
9.5 Protezione dalla corrente di dispersione verso terra 143
9.6 Connessioni supplementari 144
9.6.1 Relè 144
9.6.2 Sezionatori e contattori 145
9.6.3 Condivisione del carico 146
9.6.4 Resistenza di frenatura 146
9.6.5 Software PC 146
9.6.5.1 MCT 10 147
9.6.5.2 MCT 31 147
9.6.5.3 Software per il calcolo delle armoniche (HCS) 147
9.7 Informazioni aggiuntive sul motore 147
9.7.1 Cavo motore 147
9.7.2 Collegamento di motori multipli 148
9.8 Sicurezza 150
9.8.1 Prova di alta tensione 150
9.8.2 Collegamento a massa EMC 150
9.8.3 Installazioni conformi ai requisiti ADN 150

10 Esempi applicativi 151
10.1 Applicazioni d'uso comune 151
10.1.1 Sistema di regolazione ad anello chiuso 156
10.1.2 Programmazione del limite di coppia e arresto 156
10.1.3 Programmazione del controllo di velocità 157

 Danfoss A/S © Rev. 04/04/2014 Tutti i diritti riservati.

11 Opzioni e accessori 159
11.1 Opzioni di comunicazione 159
11.2 I/O, retroazione e opzioni di sicurezza 159
11.2.1 VLT® I/O generali modulo MCB 101 159
11.2.2 Opzione encoder MCB 102 VLT® 161
11.2.3 Opzione resolver MCB 103VLT® 163
11.2.4 Scheda relè MCB 105 VLT® 165
11.2.5 Opzione interfaccia Safe PLC VLT® MCB 108 167
11.2.6 Scheda termistore PTC VLT® MCB 112 168
11.2.7 VLT® Extended Relay Card MCB 113 169
11.2.8 Opzione ingresso sensore VLT® MCB 114 171
11.2.9 VLT® Safe Option MCB 15x 172
11.2.10 VLT® C Option Adapter MCF 106 176
11.3 Opzioni Motion Control 176
11.4 Accessori 178
11.4.1 Resistenze di frenatura 178
11.4.2 Filtri sinusoidali 178
11.4.3 Filtri dU/dt 178
11.4.4 Filtri modalità comune 178
11.4.5 Filtri antiarmoniche 178
11.4.6 Kit contenitori IP21/tipo 1 179
11.4.7 Kit di montaggio remoto per l'LCP 181
11.4.8 Staffa di montaggio per contenitori di tipo A5, B1, B2, C1 e C2 182

12 Installazione e configurazione dell'RS-485 184
12.1 Installazione e setup della porta 184
12.1.1 Panoramica 184
12.2 Collegamento in rete 185
12.3 Terminazione bus 185
12.4 Installazione e configurazione dell'RS-485 185
12.5 Panoramica del protocollo FC 186
12.6 Configurazione della rete 186
12.7 Struttura frame messaggio protocollo FC 186
12.7.1 Contenuto di un carattere (byte) 186
12.7.2 Struttura dei telegrammi 186
12.7.3 Lunghezza del telegramma (LGE) 187
12.7.4 Indirizzo del convertitore di frequenza (ADR) 187
12.7.5 Byte di controllo dati (BCC) 187
12.7.6 Il campo dati 188

 Danfoss A/S © Rev. 04/04/2014 Tutti i diritti riservati.

12.7.7 Il campo PKE 189
12.7.8 Numero di parametro (PNU) 189
12.7.9 Indice (IND) 189
12.7.10 Valore del parametro (PWE) 190
12.7.11 Tipi di dati supportati 190
12.7.12 Conversione 190
12.7.13 Parole di processo (PCD) 191
12.8 Esempi 191
12.8.1 Scrittura di un valore di parametro 191
12.8.2 Lettura di un valore del parametro 191
12.9 Panoramica Modbus RTU 192
12.9.1 Presupposti 192
12.9.2 Ciò che l'utente dovrebbe già sapere 192
12.9.3 Panoramica Modbus RTU 192
12.9.4 Convertitore di frequenza con Modbus RTU 192
12.10 Configurazione della rete 193
12.11 Struttura frame messaggio Modbus RTU 193
12.11.1 Convertitore di frequenza con Modbus RTU 193
12.11.2 Struttura dei messaggi Modbus RTU 193
12.11.3 Campo Start/Stop 193
12.11.4 Campo di indirizzo 194
12.11.5 Campo funzione 194
12.11.6 Campo dati 194
12.11.7 Campo di controllo CRC 194
12.11.8 Indirizzamento del registro di bobina 194
12.11.9 Controllo del convertitore di frequenza 196
12.11.10 Codici funzione supportati da Modbus RTU 196
12.11.11 Codici di eccezione Modbus 196
12.12 Come accedere ai parametri 197
12.12.1 Gestione dei parametri 197
12.12.2 Memorizzazione di dati 197
12.12.3 IND (Index) 197
12.12.4 Blocchi di testo 197
12.12.5 Fattore di conversione 197
12.12.6 Valori dei parametri 197
12.13 Danfoss Profilo di controllo FC 198
12.13.1 Parola di controllo secondo il profilo FC (*8-10 Profilo di controllo* = profilo FC) 198
12.13.2 Parola di stato secondo il profilo FC (STW) (*8-10 Profilo di controllo* = profilo FC) 199
12.13.3 Valore di riferimento della velocità bus 200

 Danfoss A/S © Rev. 04/04/2014 Tutti i diritti riservati.

12.13.4 Parola di controllo secondo il profilo PROFIdrive (CTW) 201
12.13.5 Parola di stato secondo il profilo PROFIdrive (STW) 202

Indice 204

 Danfoss A/S © Rev. 04/04/2014 Tutti i diritti riservati.

1 Introduzione

1.1 Scopo della Guida alla progettazione

La Guida alla progettazione fornisce le informazioni richieste per l'integrazione del convertitore di frequenza in varie applicazioni.

VLT® è un marchio registrato.

1.2 Risorse aggiuntive

Sono disponibili altre risorse di supporto alla comprensione del funzionamento, della programmazione, e della conformità alle direttive di un convertitore di frequenza avanzato.

- Il *Manuale di funzionamento* fornisce informazioni dettagliate per l'installazione e l'avvio del convertitore di frequenza.
- La *Guida alla programmazione* illustra in dettaglio il funzionamento dei parametri e diversi esempi applicativi.
- Il *Manuale di funzionamento VLT® Safe Torque Off* descrive come usare Danfoss convertitori di frequenza in applicazioni di sicurezza funzionale.
- Ulteriori manuali e pubblicazioni sono disponibili presso Danfoss. Vedere *danfoss.com/Product/Literature/Technical+Documentation.htm* per gli elenchi.
- 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* per ulteriori informazioni.

1.3 Abbreviazioni, simboli e convenzioni

Convenzioni
L'elenco numerato indica le procedure.
Gli elenchi puntati indicano altre informazioni e una descrizione delle illustrazioni.
Il testo in corsivo indica

- un riferimento incrociato
- un collegamento
- una nota a piè di pagina
- nome di parametro, nome del gruppo di parametri, opzione parametro

AVM 60°	Modulazione vettoriale asincrona 60°
A	Ampere/AMP
CA	Corrente alternata
AD	Air Discharge (scarica in aria)
AI	Ingresso analogico
AMA	Adattamento Automatico Motore
AWG	American Wire Gauge
°C	Gradi Celsius
CD	Scarica costante
CM	Common mode (modalità comune)
TA	Coppia costante
CC	Corrente continua
DI	Ingresso digitale
DM	Differential Mode (modalità differenziale)
D-TYPE	In funzione del convertitore di frequenza
EMC	Compatibilità elettromagnetica
ETR	Relè Termico Elettronico
f_{JOG}	Frequenza del motore quando viene attivata la funzione marcia jog
f_M	Frequenza motore
f_{MAX}	La frequenza di uscita massima del convertitore di frequenza sull'uscita.
f_{MIN}	La frequenza minima del motore dal convertitore di frequenza.
$f_{M,N}$	Frequenza nominale motore
FC	Convertitore di frequenza
g	Grammo
Hiperface®	Hiperface® è un marchio registrato da Stegmann
cv	Cavallo-vapore
HTL	Encoder HTL (10-30 V) impulsi - logic transistor ad alta tensione
Hz	Hertz
I_{INV}	Corrente nominale di uscita dell'inverter
I_{LIM}	Lim. corrente
$I_{M,N}$	Corrente nominale del motore
$I_{VLT,MAX}$	La massima corrente di uscita
$I_{VLT,N}$	La 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
min	Minuto
ms	Millisecondo
msb	Bit più significativo

 Danfoss A/S © Rev. 04/04/2014 Tutti i diritti riservati.

η_{VLT}	Il rendimento del convertitore di frequenza definito come rapporto tra la potenza in uscita e la potenza in ingresso
nF	Nanofarad
NLCP	Pannello di controllo locale numerico
Nm	Newton metri
n_s	Velocità del motore sincrono
Parametri on-line/off-line	Le modifiche ai parametri on-line vengono attivati immediatamente dopo la variazione del valore dei dati
$P_{br,cont.}$	Potenza nominale della resistenza freno (potenza media durante la frenatura continua)
PCB	Scheda di circuito stampato
PCD	Dati di processo
PELV	Tensione di protezione bassissima
P_m	Potenza di uscita nominale del convertitore di frequenza come HO
$P_{M,N}$	Potenza nominale motore
Motore PM	Motore a magneti permanenti
PID di processo	Il controllore PID mantiene la velocità, pressione, temperatura, ecc. desiderate.
$R_{br,nom}$	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_{min}	Valore minimo consentito della resistenza di frenatura da parte del convertitore di frequenza
RMS	Radice della media del quadrato
RPM	Giri al minuto
R_{rec}	Valore della resistenza e resistenza del reostato di frenatura
s	Secondo
SFAVM	Stator Flux oriented Asynchronous Vector Modulation (Modulazione vettoriale asincrona orientata secondo il flusso dello statore)
STW	Parola di stato
SMPS	Alimentatore a commutazione
THD	Distorsione armonica totale
T_{LIM}	Limite di coppia
TTL	Encoder TTL (5 V) impulsi - logica transistor-transistor
$U_{M,N}$	Tensione nominale motore
V	Volt
VT	Coppia variabile
VVC^{plus}	Controllo vettoriale della tensione (VVC^{plus})

Tabella 1.1 Abbreviazioni

Nel presente documento vengono utilizzati i seguenti simboli:

⚠AVVISO

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

⚠ATTENZIONE

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

AVVISO!

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

1.4 Definizioni

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

Resistenza di frenatura
La resistenza di frenatura è un modulo in grado di assorbire la potenza freno generata nella fase di frenatura rigenerativa. Questa potenza di frenatura rigenerativa aumenta la tensione del circuito intermedio e un chopper di frenatura assicura che la potenza venga trasmessa alla resistenza di frenatura.

Caratteristiche CT
Caratteristiche della coppia costante, usate per tutte le applicazioni, quali nastri trasportatori, pompe di trasferimento e gru.

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

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

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.

 Danfoss A/S © Rev. 04/04/2014 Tutti i diritti riservati.

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

Smart Logic Control (SLC)
L'SLC è una sequenza di azioni definite dall'utente le quali vengono eseguite quando gli eventi associati definiti dall'utente sono valutati come TRUE dal controllore smart logic. (Gruppo di parametri *13-** Smart Logic*.

Bus standard FC
Include il bus RS-485 con protocollo FC o protocollo MC. Vedere *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 che si verifica in situazioni di guasto, ad esempio se il convertitore di frequenza è soggetto a un surriscaldamento o quando il convertitore di frequenza interviene per proteggere il motore, un processo o un meccanismo. Il riavvio viene impedito finché la causa del guasto non è stata eliminata e lo stato di scatto viene annullato attivando il ripristino oppure, in alcuni casi, tramite programmazione di ripristino automatico. Lo scatto non deve essere utilizzato per ragioni di sicurezza personale.

Scatto bloccato
Uno stato che si verifica in situazioni di guasto quando il convertitore di frequenza entra in autoprotezione e che richiede un intervento manuale, ad es. se nel convertitore di frequenza si verifica 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 venga eliminato attivando il ripristino o, in alcuni casi, tramite programmazione di ripristino automatico. Lo scatto non deve essere utilizzato per ragioni di sicurezza personale.

Caratteristiche del VT
Caratteristiche coppia variabile utilizzate per pompe e ventole.

Fattore di potenza
Il fattore di potenza reale (lambda) prende in considerazione tutte le armoniche ed è sempre inferiore al fattore di potenza (cosphi) che considera solo la 1a armonica di corrente e di tensione.

$$\cos\varphi = \frac{P\,[\mathrm{kW}]}{P\,[\mathrm{kVA}]} = \frac{U\lambda \; x \; I\lambda \; x \cos\varphi}{U\lambda \; x \; I\lambda}$$

Cosphi è anche noto come fattore di potenza dovuto allo sfasamento.

Sia lambda e cosphi sono indicati per convertitori di frequenza Danfoss VLT® in *capitolo 6.2.1 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.

Un fattore di potenza elevato indica inoltre che le differenti correnti armoniche sono basse.
Tutti i Danfoss convertitori di frequenza dispongono di bobine CC integrate nel collegamento CC per ottenere un elevato fattore di potenza e ridurre la distorsione armonica totale sulla rete di alimentazione.

1.5 Versione del documento e software

Questo manuale viene revisionato e aggiornato regolarmente. Sono bene accetti tutti i suggerimenti per migliorie. *Tabella 1.2* mostra la versione del documento e la versione software corrispondente.

Edizione	Osservazioni	Versione software
MG33BFxx	Sostituisce MG33BExx	6.72

Tabella 1.2 Versione del documento e software

1.6 Conformità alle norme

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

1.6.1 Marchio CE

Il marchio CE (Comunità Europea) indica che il fabbricante del prodotto rispetta tutte le direttive UE pertinenti. Le 3 direttive UE applicabili alla progettazione e produzione di convertitori di frequenza sono la direttiva sulla bassa tensione, la direttiva EMC e (per le unità con una funzione di sicurezza integrata) la direttiva macchine.

Il marchio CE si propone di eliminare le barriere tecniche per il commercio libero tra gli stati CE e gli stati membri dell'associazione europea di libero scambio (EFTA) all'interno dell'unità di conto europea (ECU). Il marchio CE non regola la qualità del prodotto. Le specifiche tecniche non possono essere dedotte dal marchio CE.

 Danfoss A/S © Rev. 04/04/2014 Tutti i diritti riservati.

1

1.6.1.1 Direttiva sulla bassa tensione

I convertitori di frequenza sono classificati come componenti elettronici e devono essere dotati di marchio CE in conformità alla direttiva sulla bassa tensione. La direttiva concerne tutte le apparecchiature elettriche funzionanti negli intervalli di tensione compresi fra 50 e 1000 V CA e fra 75 e 1600 V CC.

La direttiva afferma che le apparecchiature devono essere configurate in modo da non mettere a rischio la sicurezza e la salute di persone, bestiame e materiale, nella misura in cui l'apparecchiatura è installata correttamente e sottoposta a manutenzione e utilizzata come previsto. Danfoss applica i marchi CE in base alla direttiva sulla bassa tensione e rilascia su richiesta una dichiarazione di conformità.

1.6.1.2 Direttiva EMC

Compatibilità elettromagnetica (EMC) significa che l'interferenza elettromagnetica tra gli apparecchi non ne impedisce le prestazioni. Il requisito di protezione di base della direttiva EMC 2004/108/CE 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 alle interferenze elettromagnetiche quando sono correttamente installate, sottoposte a manutenzione ed usate come previsto.

Un convertitore di frequenza può essere usato come dispositivo stand-alone oppure come parte di un impianto più complesso. I dispositivi usati come apparecchio stand-alone o come parte di un sistema devono recare il marchio CE. I sistemi non devono recare il marchio CE ma devono soddisfare i requisiti di protezione di base della direttiva EMC.

1.6.1.3 Direttiva macchine

I convertitori di frequenza sono classificati come componenti elettronici soggetti alla direttiva sulla bassa tensione, tuttavia i convertitori di frequenza con una funzione di sicurezza integrata devono soddisfare la direttiva macchine 2006/42/CE. 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.

La direttiva macchine 2006/42/CE copre una macchina che consiste di un gruppo di componenti interconnessi o dispositivi dei quali almeno uno è in grado di eseguire un movimento meccanico. La direttiva afferma che le apparecchiature devono essere configurate in modo da non mettere a rischio la sicurezza e la salute di persone, bestiame e materiale, nella misura in cui l'apparecchiatura è installata correttamente e sottoposta a manutenzione e utilizzata come previsto.

Quando i convertitori di frequenza vengono usati in macchine con almeno una parte mobile, il produttore della macchina deve fornire una dichiarazione che attesta la conformità con tutti i statuti e le misure di sicurezza rilevanti. I marchi CE Danfoss soddisfano la direttiva macchine per convertitori di frequenza con una funzione di sicurezza integrata e, su richiesta, Danfoss fornisce una dichiarazione di conformità.

1.6.2 Conformità UL

Certificato UL

Disegno 1.1 UL

AVVISO!

I convertitori di frequenza con contenitore di tipo T7 (525-690 V) non sono certificati per UL.

Il convertitore di frequenza soddisfa i requisiti UL508C di protezione termica. Per maggiori informazioni, fare riferimento alla sezione *Protezione termica del motore* nella *Guida alla Progettazione*.

1.6.3 Conformità C-tick

1.6.4 Conformità alle norme R.I.N.A.

Per conformità all'Accordo europeo relativo al trasporto internazionale di merci pericolose per vie navigabili interne (ADN), fare riferimento a *capitolo 9.8.3 Installazioni conformi ai requisiti ADN*.

 Danfoss A/S © Rev. 04/04/2014 Tutti i diritti riservati.

1.7 Istruzioni per lo smaltimento

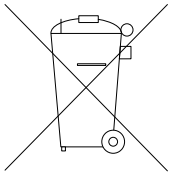
	Non smaltire le apparecchiature che contengono componenti elettrici insieme ai rifiuti domestici. Raccoglierle separatamente in conformità alle leggi locali e attualmente vigenti.

Tabella 1.3 Istruzioni per lo smaltimento

1.8 Sicurezza

I convertitore di frequenza contengono componenti ad alta tensione e hanno il potenziale di provocare lesioni letali se usati in modo improprio. Solo tecnici addestrati dovrebbero installare e far funzionare l'apparecchiatura. Non dovrebbe essere tentato di effettuare alcun lavori di riparazione senza prima staccare il convertitore di frequenza dall'alimentazione elettrica ed attendere il tempo prescritto fino alla dissipazione dell'energia elettrica accumulata.

Fare riferimento al *Manuale di funzionamento* spedito insieme all'unità e disponibile online per:

- tempo di scarica e.
- istruzioni di sicurezza e avvertenze dettagliate.

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

 Danfoss A/S © Rev. 04/04/2014 Tutti i diritti riservati.

2 Sicurezza

2.1 Simboli di sicurezza

Nel presente documento vengono utilizzati i seguenti simboli:

⚠AVVISO

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

⚠ATTENZIONE

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

AVVISO!

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

2.2 Personale qualificato

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

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

2.3 Precauzioni di sicurezza

⚠AVVISO

ALTA TENSIONE

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

- **L'installazione, l'avviamento e la manutenzione devono essere eseguiti solo da personale qualificato.**

⚠AVVISO

AVVIO INVOLONTARIO

Quando il convertitore di frequenza è collegato alla rete CA, il motore può avviarsi in qualsiasi momento, provocando il rischio di morte, infortuni gravi, danni all'apparecchiatura o alla proprietà. Il motore può essere avviato tramite un interruttore esterno, un comando bus seriale, un segnale di riferimento in ingresso dall'LCP o una condizione di guasto ripristinata.

1. **Disinserire il convertitore di frequenza dalla rete se per considerazioni di sicurezza personale risulta necessario evitare un avviamento involontario del motore.**
2. **Premere [Off] sull'LCP prima di programmare i parametri.**
3. **Il convertitore di frequenza, il motore e qualsiasi apparecchiatura azionata deve essere pronta per funzionare quando il convertitore di frequenza è collegato alla rete CA.**

 Danfoss A/S © Rev. 04/04/2014 Tutti i diritti riservati.

⚠AVVISO

TEMPO DI SCARICA

Il convertitore di frequenza contiene condensatori bus CC che possono rimanere carichi anche quando il convertitore di frequenza non è alimentato. 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 la 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 specificato in *Tabella 2.1*.**

Tensione [V]	Tempo di attesa minimo (minuti)		
	4	7	15
200-240	0,25-3,7 kW		5,5-37 kW
380-500	0,25-7,5 kW		11-75 kW
525-600	0,75-7,5 kW		11-75 kW
525-690		1,5-7,5 kW	11-75 kW
Può ancora essere presente alta tensione anche dopo lo spegnimento dei LED.			

Tabella 2.1 Tempo di scarica

⚠AVVISO

RISCHIO DI CORRENTE DI DISPERSIONE

Le correnti di dispersione superano 3,5 mA. Una messa a terra non corretta del convertitore di frequenza può causare morte o lesioni gravi.

- **Assicurare la corretta messa a terra dell'apparecchiatura tramite un installatore elettrico certificato.**

⚠AVVISO

PERICOLO APPARECCHIATURE

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

- **Assicurarsi che solo il personale addestrato e qualificato effettui l'installazione, la messa in funzione e la manutenzione.**
- **Assicurarsi che il lavoro elettrico avvenga in conformità alle norme elettriche nazionali e locali.**
- **Seguire le procedure in questo manuale.**

⚠ATTENZIONE

AUTOROTAZIONE!

Una rotazione involontaria dei motori a magneti permanenti provoca il rischio di lesioni personali e danni all'apparecchiatura.

- **Assicurarsi che i motori a magneti permanenti siano bloccati per impedire una rotazione non intenzionale.**

⚠ATTENZIONE

POTENZIALE RISCHIO IN CASO DI GUASTO INTERNO

Rischio di lesioni personali se il convertitore di frequenza non è chiuso correttamente.

- **Prima di applicare la corrente elettrica, assicurarsi che tutti i coperchi siano al loro posto e fissati in modo sicuro.**

 Danfoss A/S © Rev. 04/04/2014 Tutti i diritti riservati.

3 Principi di funzionamento di base

3.1 Informazioni generali

Questo capitolo fornisce una panoramica dei gruppi e dei circuiti primari del convertitore di frequenza. È concepito per descrivere 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 ed opzionali del convertitore di frequenza disponibili per progettare solidi sistemi operativi con un controllo sofisticato e prestazioni di informazioni sullo stato.

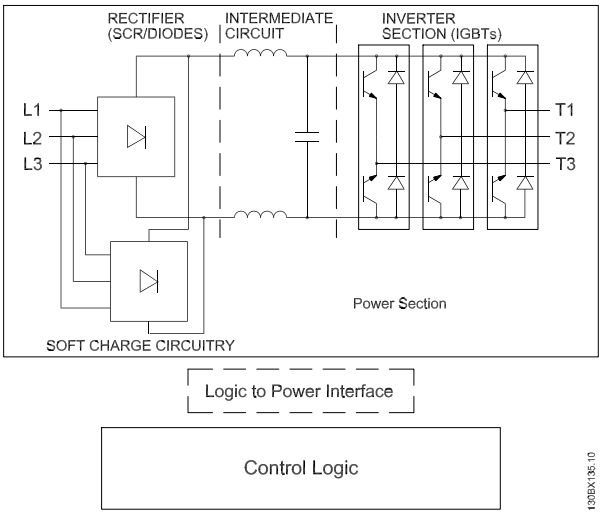
3.2 Descrizione del funzionamento

Il convertitore di frequenza fornisce una quantità regolata di potenza CA ad un motore ad induzione trifase per controllare la velocità del motore. Il convertitore di frequenza fornisce una frequenza ed una tensione variabili al motore.

Il convertitore di frequenza è suddiviso in quattro moduli principali.

- Raddrizzatore
- Circuito intermedio
- Inverter
- Controllo e regolazione

In *capitolo 3.3 Sequenza operativa*, questi moduli sono coperti in maggior dettaglio e descrivono il percorso dei segnali di potenza e di controllo all'interno del convertitore di frequenza.



Disegno 3.1 Logica di controllo interna

3.3 Sequenza operativa

3.3.1 Sezione raddrizzatore

In occasione della prima messa sotto tensione del convertitore di frequenza, la tensione entra attraverso i morsetti di ingresso (L1, L2, and L3) e arriva al sezionatore e/o all'opzione filtro RFI, a seconda della configurazione dell'unità.

3.3.2 Sezione intermedia

Dopo aver attraversato la sezione del raddrizzatore, la tensione passa alla sezione intermedia. Questa tensione raddrizzata viene uniformata da un circuito con filtro sinusoidale composto dall'induttore bus CC e del cbanco condensatori bus CC.

L'induttore 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.

3.3.3 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^{plus} di Danfoss nella scheda di controllo, fornisce prestazioni ottimali e perdite minime nel motore.

3.3.4 Opzione freno

I convertitori di frequenza dotati dell'opzione freno dinamico sono dotati di un IGBT freno insieme ai morsetti 81 (R-) e 82 (R+) per il collegamento di una resistenza freno esterna.

La funzione dell'IGBT freno è quella di limitare la tensione nel circuito intermedio ogniqualvolta viene superato il limite di massima tensione. Fa questo commutando la resistenza montata esternamente sul bus CC per rimuovere la tensione CC presente in eccesso sui condensatori del bus. La tensione eccessiva del bus CC in eccesso è in genere causata da un sovraccarico continuativo che fa sì che l'energia rigenerativa torni al bus CC. Ciò avviene ad esempio quando il carico aziona il motore, facendo sì che la tensione torni al circuito bus CC.

 Danfoss A/S © Rev. 04/04/2014 Tutti i diritti riservati.

Posizionando la resistenza freno all'esterna comporta il vantaggio di selezionare la resistenza basata sul fabbisogno dell'applicazione, dissipando l'energia al di fuori del quadro di comando, e proteggendo il convertitore dal surriscaldamento se la resistenza freno è sovraccarica.

Il segnale di gate dell'IGBT freno ha origine sulla scheda di controllo e viene fornito all'IGBT freno mediante la scheda di potenza e la scheda di pilotaggio gate. Inoltre, le schede di potenza e le schede di controllo monitorano l'IGBT freno e il collegamento della resistenza freno per cortocircuiti e sovraccarichi.

3.3.5 Condivisione del carico

Le unità dotate dell'opzione di condivisione del carico integrata contengono i morsetti (+) 89 CC e (–) 88 CC. All'interno del convertitore di frequenza, questi morsetti sono collegati al bus CC davanti al reattore del collegamento CC e dei condensatori bus.

L'uso dei morsetti di condivisione del carico possono avere due configurazioni diverse.

In un metodo, i morsetti vengono usati per collegare insieme i curcuiti bus CC di vari convertitori di frequenza. Cio consente a un'unità che si trova nella modalità rigenerativa di condividere la tensione del bus con un'altra unità che fa funzionare un motore. In questo modo la condivisione del carico può ridurre il fabbisogno di resistenze freno dinamiche esterne e consente anche di risparmiare energia. In teoria, il numero di unità che può essere collegato in questo modo è infinito, tuttavia ogni unità deve avere la stessa tensione nominale. Inoltre, sulla base della grandezza e del numero di unità, può essere necessario installare reattori CC e fusibili CC nei collegamenti bus CC e nei reattori CA sulla rete. Una tale configurazione richiede considerazioni specifiche e non dovrebbe essere tentate senza prima consultare il reparto di progettazione di applicazione Danfoss.

Nel secondo metodo, il convertitore di frequenza viene alimentato esclusivamente da una sorgente CC. Questo è un po' più complicato. Prima è necessaria una sorgente CC. In secondo luogo è anche richiesto un mezzo per caricare il bus CC con un ciclo di carica intelligente (soft charge). Infine è necessaria una sorgente di tensione per alimentare le ventole all'interno dell'unità. Anche in questo caso, una tale configurazione non dovrebbe essere tentata senza prima consultare il reparto di progettazione di applicazioni Danfoss.

3.4 Interfaccia di controllo

3.4.1 Principio di regolazione

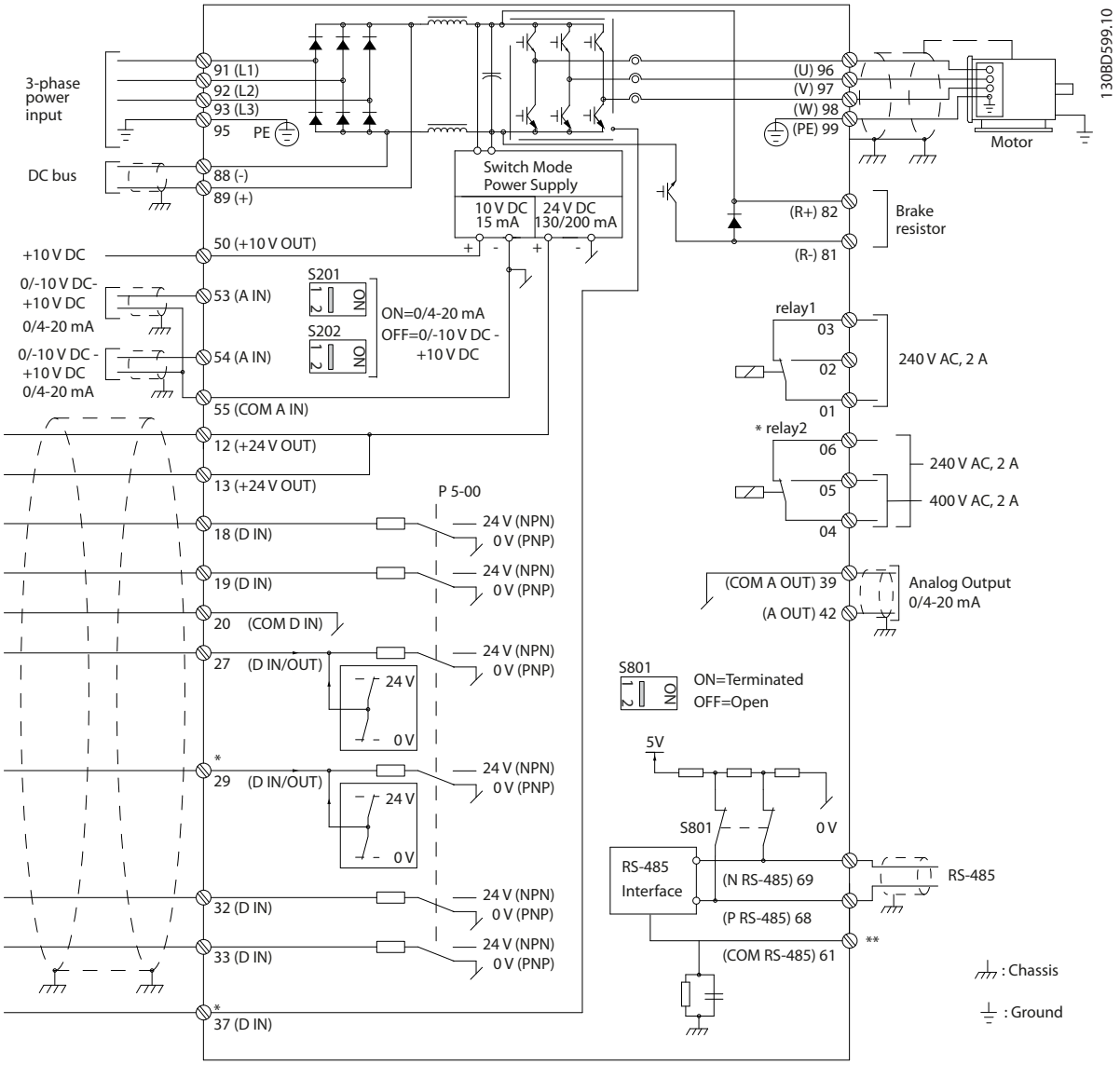
Il convertitore di frequenza riceve un ingresso di controllo da varie sorgenti.

- Pannello di controllo locale (modalità manuale)
- Morsetti di controllo analogiche, digitali e analogiche/digitali programmabili (modalità Automatico)
- Le porte di comunicazione RS-485, USB o seriali (modalità Automatico)

Una volta cablati e correttamente programmati, i morsetti di controllo forniscono retroazione, riferimento ed altri segnali di ingresso al convertitore di frequenza; lo stato di uscita e le condizioni di guasto dal convertitore di frequenza; relè per far funzionare le apparecchiature ausiliarie e l'interfaccia di comunicazione seriale. Viene anche fornita una tensione di 24 V. 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 da sorgenti esterne. La maggior parte dei cavi di controllo viene fornita dal cliente a meno che non siano stati ordinati in fabbrica.

 Danfoss A/S © Rev. 04/04/2014 Tutti i diritti riservati.

3.5 Schema di cablaggio



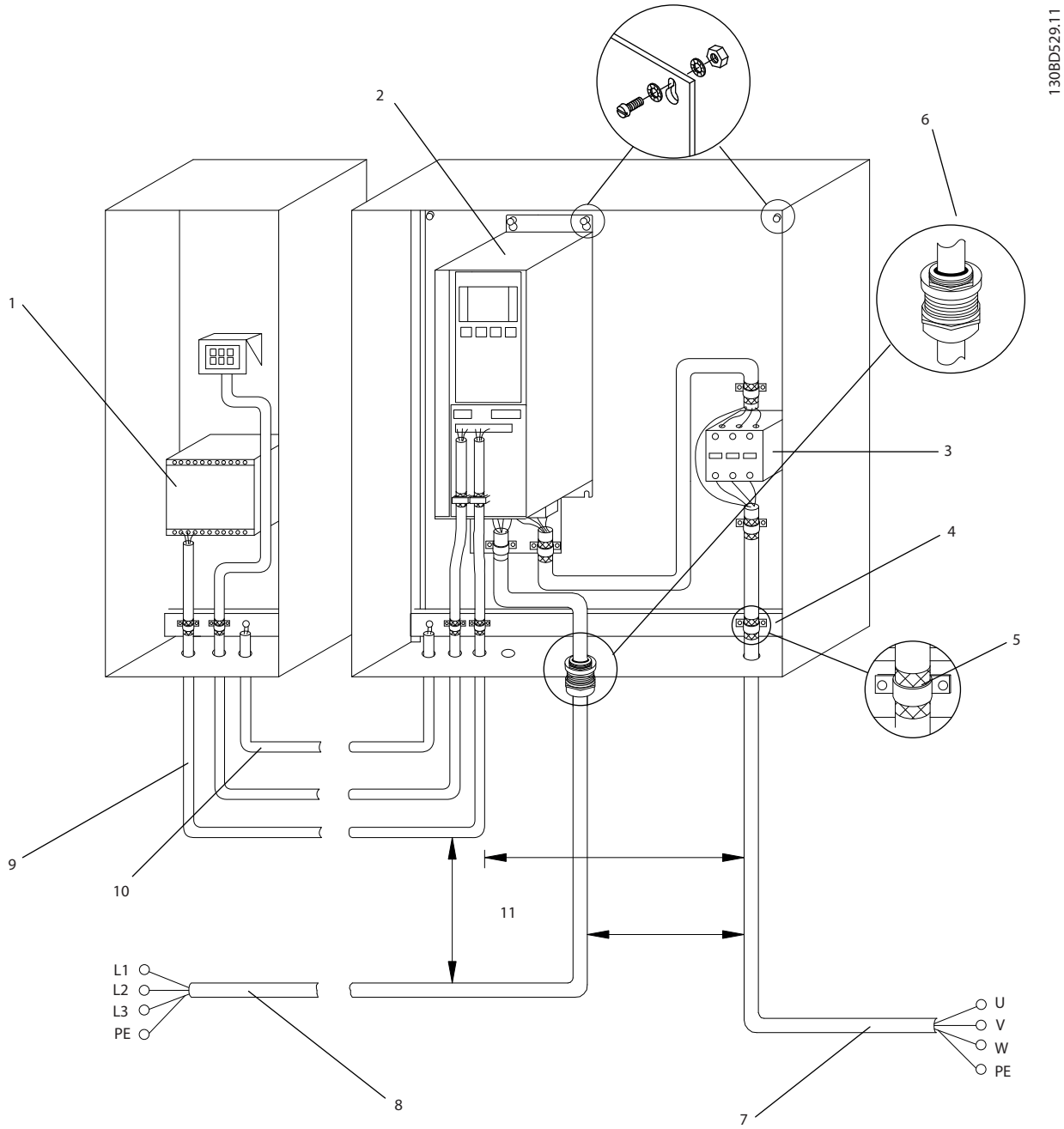
Disegno 3.2 Schema di cablaggio di base

A = analogico, D = digitale

*Il morsetto 37 (opzionale) viene usato per Safe Torque Off. Per istruzioni sull'installazione Safe Torque Off, fare riferimento a *Manuale di funzionamento Safe Torque Off per convertitori di frequenza*Danfoss *VLT®*. Il morsetto 37 non è incluso nell'FC 301 (tranne nel contenitore di tipo A1). Il relè 2 ed il morsetto 29 non hanno alcuna funzione in FC 301.

**Non collegare lo schermo del cavo.

 Danfoss A/S © Rev. 04/04/2014 Tutti i diritti riservati.



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	Equalizzazione del potenziale min. 16 mm^2 (0,025 pollici)
5	Isolamento del cavo (spelato)	11	Distanza tra il cavo di comando, il cavo motore ed il cavo dell'alimentazione di rete: min. 200 mm
6	Passacavo		

Disegno 3.3 Collegamento-elettrico conforme EMC

Per ulteriori informazioni sull'EMC, vedi *capitolo 4.1.15 Conformità EMC*.

3

AVVISO!

INTERFERENZA EMC

Usare cavi schermati per i cavi motore ed i cavi di controllo ed usare cavi separati per l'alimentazione di ingresso, i cavi motore ed i cavi di controllo. Il mancato isolamento dei cavi di alimentazione, motore e di comando può provocare un comportamento inatteso e prestazioni ridotte. È necessaria una distanza di almeno 200 mm (7,9 pollici) tra i cavi di alimentazione, motore e di comando.

3.6 Regolazioni

3.6.1 Principio di regolazione

Un convertitore di frequenza trasforma tensione CA proveniente dalla rete in tensione CC, quindi converte la tensione CC in una corrente CA ad ampiezza e frequenza variabili.

Il motore viene alimentato con una tensione, corrente e frequenza variabili che consentono un controllo a velocità variabile di motori trifase asincroni standard e di motori a magneti permanenti.

Il convertitore di frequenza è in grado di controllare sia la velocità che la coppia sull'albero motore. L'impostazione *1-00 Modo configurazione* determina il tipo di controllo.

Controllo di velocità

Esistono due tipi di controllo di velocità:

- Controllo di velocità ad anello aperto che non richiede alcuna retroazione dal motore (sensorless).
- Il controllo PID della velocità ad anello chiuso richiede una retroazione di velocità ad un ingresso. Un controllo della velocità ad anello chiuso correttamente ottimizzato ha una maggiore precisione rispetto ad un controllo della velocità ad anello aperto.

Seleziona quale ingresso usare come retroazione del PID di velocità in *7-00 Fonte retroazione PID di velocità*.

Controllo di coppia

La funzione di controllo di coppia è utilizzata nelle applicazioni in cui la coppia sull'albero di trasmissione del motore controlla l'applicazione come regolazione di tensione. Il controllo di coppia può essere selezionato in *1-00 Modo configurazione*, sia in VVC^{plus} *[4] Coppia anello aperto* o regolazione flusso ad anello chiuso con *[2] retroazione di velocità motore*. L'impostazione della coppia avviene impostando un riferimento analogico, digitale o controllato da bus. Il fattore limite velocità massima è impostato in *4-21 Fonte fattore limite velocità*. Durante l'esecuzione del controllo di coppia si consiglia la completa esecuzione della procedura AMA poiché i dati corretti relativi al motore sono di massima importanza per ottenere prestazioni ottimali.

- L'anello chiuso nella modalità Flux con retroazione encoder offre prestazioni superiori in tutti e quattro i quadranti e a tutte le velocità del motore.
- Anello aperto nella modalità VVC^{plus}. La funzione si utilizza in applicazioni meccaniche robuste tuttavia l'accuratezza è limitata. La funzione della coppia ad anello aperto funziona praticamente solo in un senso della velocità. La coppia viene calcolata sulla base della misurazione corrente interna al convertitore di frequenza.

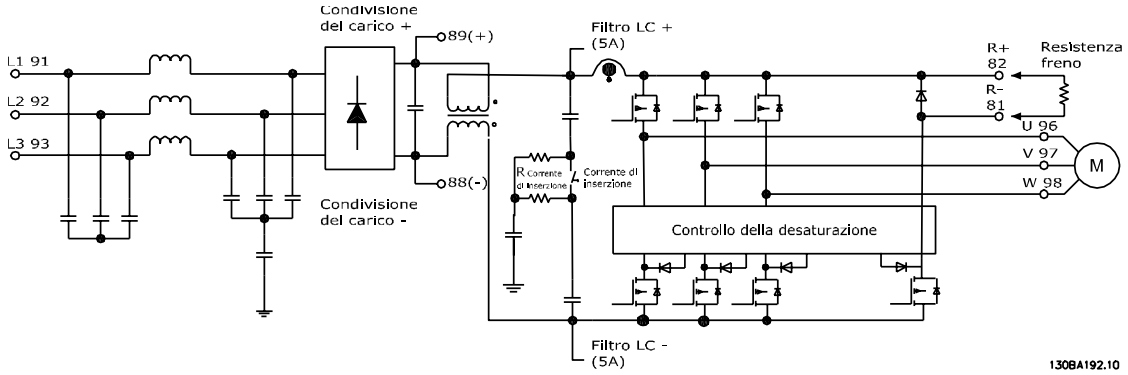
Riferimento di velocità / coppia

Il riferimento a questi controlli può essere sia un riferimento singolo che la somma di vari riferimenti che comprendono riferimenti scalati (demoltiplicati). La gestione dei riferimenti è spiegata in dettaglio in *capitolo 3.7 Gestione dei riferimenti*.

 Danfoss A/S © Rev. 04/04/2014 Tutti i diritti riservati.

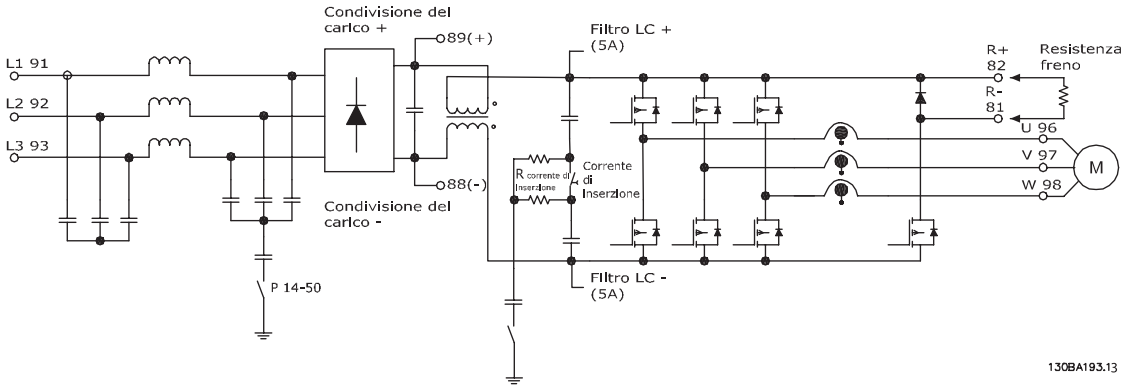
3.6.2 FC 301 rispetto a FC 302 Principio di regolazione

FC 301 è un convertitore di frequenza generico per applicazioni a velocità variabile. Il principio di controllo si basa sul sistema di comando dell'inverter denominato controllo vettoriale della tensione (VVC^{plus}).
FC 301 può gestire sia motori asincroni che motori PM.
Il principio di rilevamento della corrente nell'FC 301 si basa sulla misurazione della corrente nel collegamento CC o nella fase del motore. La protezione da guasti verso terra sul lato motore viene assicurata tramite un circuito di desaturazione negli IGBT.
La risposta al corto circuito dell'FC 301 si basa sul trasduttore di corrente nel bus CC positivo, sulla protezione di desaturazione con retroazione dai 3 IGBT inferiori e dal freno.



Disegno 3.4 Principio di regolazione FC 301

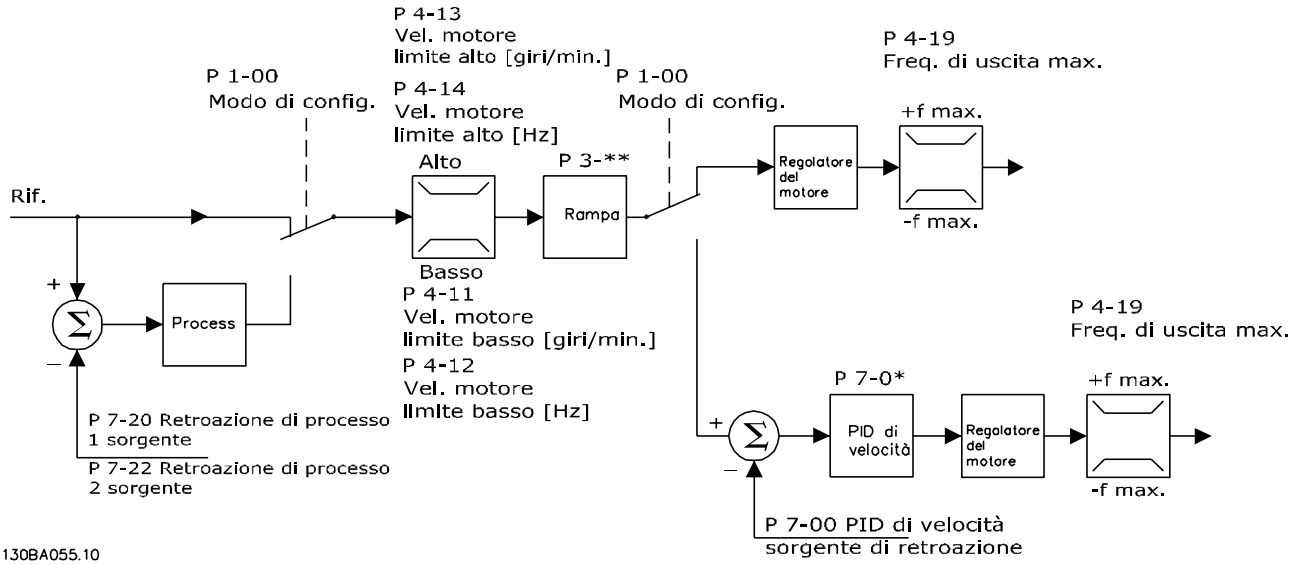
L'FC 302 è un convertitore di frequenza ad alte prestazioni per applicazioni esigenti. Il convertitore di frequenza può gestire vari tipi di principi di controllo del motore, come il modo motore speciale U/f, VVC^{plus} o il principio di controllo vettoriale di flusso del motore.
FC 302 è in grado di gestire i motori sincroni a magnete permanente (servomotori senza spazzole) così come i motori asincroni a gabbia di scoiattolo.
La risposta al cortocircuito dell'FC 302 si basa sui 3 trasduttori di corrente nelle fasi del motore e dalla protezione di desaturazione con retroazione dal freno.



Disegno 3.5 Principio di regolazione FC 302

 Danfoss A/S © Rev. 04/04/2014 Tutti i diritti riservati.

3.6.3 Struttura di controllo in VVC^plus



Disegno 3.6 Struttura di controllo nelle configurazioni VVC^plus ad anello aperto e ad anello chiuso

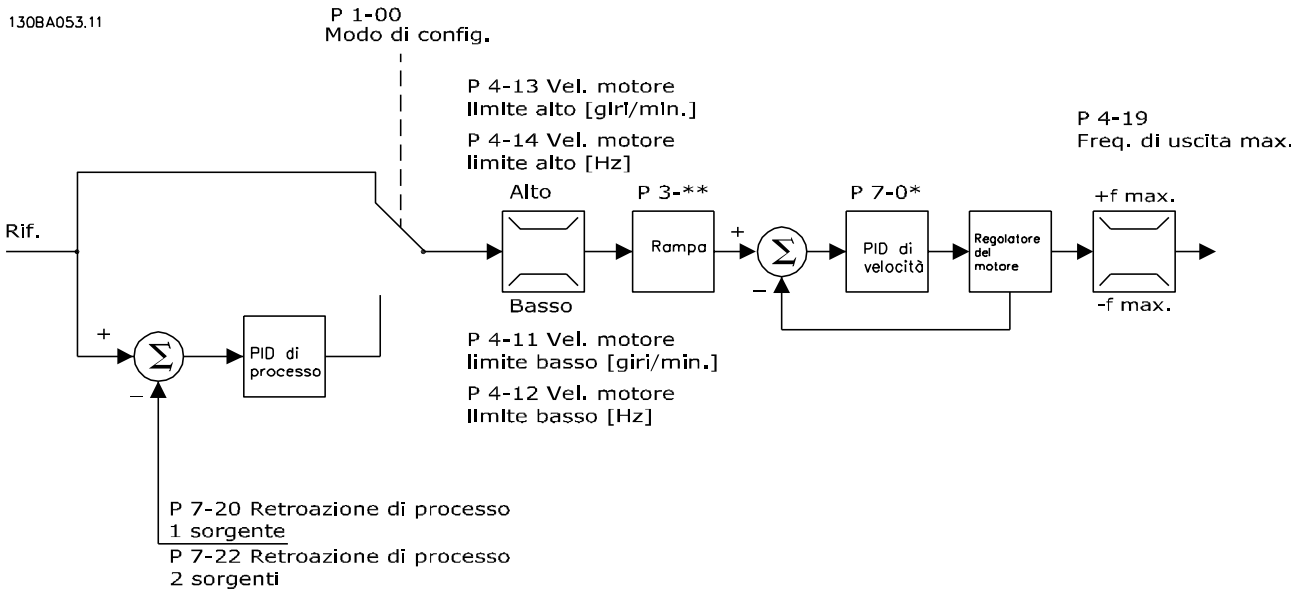
Vedere *Parametri attivi/inattivi in varie modalità di comando del convertitore di frequenza* nella *Guida alla programmazione* per una panoramica delle configurazione di controllo disponibile in funzione della selezione di un motore CA o di un motore PM non saliente. Nella configurazione mostrata in *Disegno 3.6*, *1-01 Principio controllo motore* è impostato su *[1] VVC^plus* e *1-00 Modo configurazione* è impostato su *[0] Anello aperto velocità.* Il segnale di riferimento risultante dal sistema gestione dei riferimenti viene ricevuto e alimentato attraverso la limitazione di rampa e di velocità prima di essere inviato al controllo del motore. L'uscita del controllo del motore viene poi limitata dal limite di frequenza massimo.

Se *1-00 Modo configurazione* è impostato su *[1] Anello chiuso vel.*, il riferimento risultante passa dalla limitazione di rampa e dalla limitazione di velocità a un regolatore di velocità PID. I parametri del regolatore di velocità PID si trovano nel gruppo di parametri *7-0* Contr. vel. PID*. Il riferimento risultante dal regolatore di velocità PID viene inviato al controllo motore, limitato dal limite di frequenza.

Selezionare *[3] Processo* in *1-00 Modo configurazione* per utilizzare il PID controllo di processo per il controllo ad anello chiuso ad es. della velocità o della pressione nell'applicazione controllata. I parametri relativi al PID di processo si trovano nel gruppo di parametri*7-2* Retroaz. reg. proc.* e *7-3* Reg. PID di proc.*

 Danfoss A/S © Rev. 04/04/2014 Tutti i diritti riservati.

3.6.4 Struttura di controllo nel controllo vettoriale a orientamento di campo (solo FC 302)



Disegno 3.7 Struttura di controllo nelle configurazioni con controllo vettoriale a orientamento di campo ad anello aperto e ad anello chiuso.

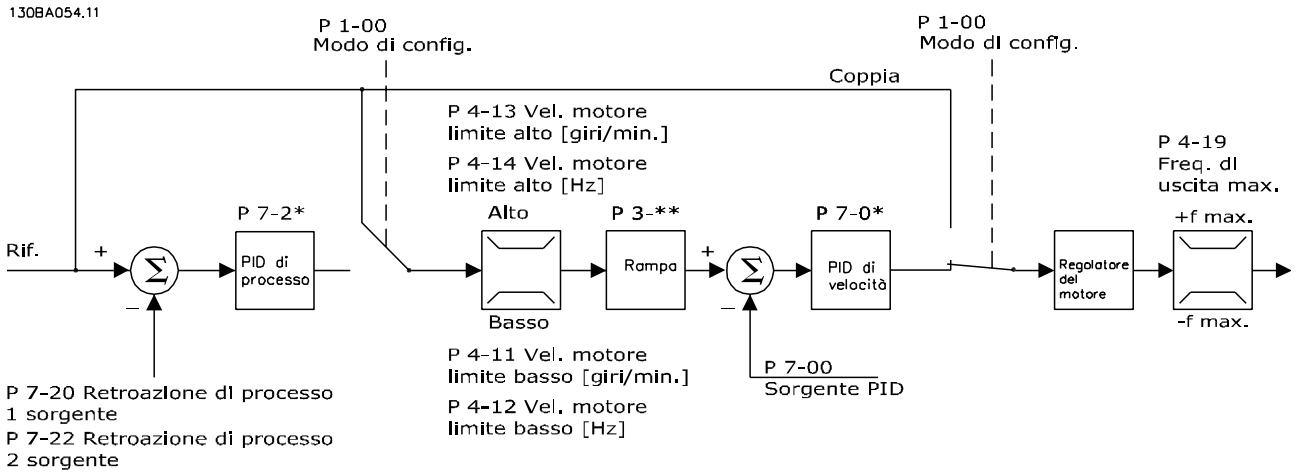
Vedere *Parametri attivi/inattivi in varie modalità di comando del convertitore di frequenza* nella *Guida alla programmazione* per una panoramica della configurazione di controllo disponibile in funzione della selezione di un motore CA o di un motore PM non saliente. Nella configurazione mostrata, *1-01 Principio controllo motore* è impostato su *[2] Flux sensorless* e *1-00 Modo configurazione* è impostato su *[0] Anello aperto vel*. Il riferimento risultante dal sistema di gestione dei riferimenti è alimentato attraverso le limitazioni di rampa e di velocità come definito dalle impostazioni parametri indicate.

Una retroazione di velocità stimata viene generata e inviata al PID di velocità per regolare la frequenza di uscita.
Il PID di velocità deve essere impostato con i suoi parametri P, I e D (gruppo di parametri *7-0* Regolatore di velocità PID*).

Selezionare *[3] Processo* in *1-00 Modo configurazione* per utilizzare il PID controllo di processo per il controllo ad anello chiuso ad es. della velocità o della pressione nell'applicazione controllata. I parametri del PID di processo si trovano nel gruppo di parametri *7-2* Retroaz. reg. proc.* e *7-3* Reg. PID di proc.*

 Danfoss A/S © Rev. 04/04/2014 Tutti i diritti riservati.

3.6.5 Struttura di controllo nel controllo vettoriale con retroazione del motore (soloFC 302)



Disegno 3.8 Struttura del controllo nel controllo vettoriale con retroazione del motore (disponibile solo in FC 302)

Vedere *Parametri attivi/inattivi in varie modalità di comando del convertitore di frequenza* nella *Guida alla programmazione* per una panoramica delle configurazione di controllo disponibile in funzione della selezione di un motore CA o di un motore PM non saliente. Nella configurazione mostrata, *1-01 Principio controllo motore* è impostato su *[3] Flux con retr. motore* e *1-00 Modo configurazione* è impostato su *[1] Anello chiuso vel*.

In questa configurazione la regolazione del motore si basa su un segnale di retroazione da un encoder o un resolver montato direttamente sul motore (impostato in *1-02 Fonte retroazione Flux motor*).

Selezionare *[1] Velocità anello chiuso* in *1-00 Modo configurazione* per utilizzare il riferimento risultante come ingresso per il regolatore di velocità PID. I parametri del regolatore di velocità PID sono situati nel gruppo di parametri *7-0* Regolatore di velocità PID*.

Selezionare *[2] Coppia* in *1-00 Modo configurazione* per utilizzare il riferimento risultante direttamente come riferimento di coppia. Il controllo di coppia può essere selezionato solo nella configurazione *Flusso con retroazione del motore* (*1-01 Principio controllo motore*). Se è stata selezionata questa modalità, il riferimento usa l'unità Nm. Non richiede retroazione di coppia, in quanto la coppia viene calcolata sulla base della corrente rilevata nel convertitore di frequenza.

Selezionare *[3] Processo* in *1-00 Modo configurazione* per utilizzare il PID controllo di processo per il controllo ad anello chiuso ad es. della velocità o di una variabile di processo nell'applicazione controllata.

 Danfoss A/S © Rev. 04/04/2014 Tutti i diritti riservati.

3.6.6 PID

3.6.6.1 Regolatore di velocità PID

Il regolatore di velocità PID mantiene costante la velocità del motore indipendentemente dalle variazioni di carico sul motore.

1-00 Modo configurazione	1-01 Principio controllo motore			
	U/f	VVC^{plus}	Controllo vettoriale a orientamento di campo	Flux c. retroaz. encoder
[0] Anello aperto vel.	ATTIVO	ATTIVO	ATTIVO	N.A.
[1] Velocità anello chiuso	N.A.	Non attivo	N.A.	ATTIVO
[2] Coppia	N.A.	N.A.	N.A.	Non attivo
[3] Processo	Non attivo	Non attivo	Non attivo	N.A.
[4] Coppia, anello aperto	N.A.	Non attivo	N.A.	N.A.
[5] Wobble	Non attivo	Non attivo	Non attivo	Non attivo
[6] Avvolgitore superf.	Non attivo	Non attivo	Non attivo	N.A.
[7] PID veloc. OL esteso	Non attivo	Non attivo	Non attivo	N.A.
[8] PID veloc. CL esteso	N.A.	Non attivo	N.A.	Non attivo

Tabella 3.1 Configurazioni di controllo con controllo di velocità attivo

"N. DISP." significa che la modalità specifica non è disponibile. "Non attivo" significa che la modalità specifica è disponibile ma il controllo di velocità non è attivo in quella modalità.

AVVISO!

Il controllo di velocità PID funziona anche impostando parametri standard, ma è si consiglia caldamente di tarare i parametri per ottimizzare la regolazione del motore. Le prestazioni dei due principi di controllo vettoriale di flusso del motore (Flux) dipendono in modo particolare da una corretta taratura.

Tabella 3.2 riunisce le caratteristiche che possono essere impostate per il controllo di velocità. Vedere la *Guida alla programmazione VLT® AutomationDrive FC 301/FC 302* per dettagli sulla programmazione.

 Danfoss A/S © Rev. 04/04/2014 Tutti i diritti riservati.

Parametro	Descrizione della funzione	
7-00 Fonte retroazione PID di velocità	Selezionare quale risorsa (vale a dire ingresso analogico o digitale) utilizzare come retroazione per il PID di velocità.	
7-02 Vel. guad. proporz. PID	Quanto più alto è il valore tanto più rapida è la regolazione. Tuttavia, un valore troppo elevato può causare oscillazioni.	
7-03 Vel. tempo integrale PID	Elimina l'errore di velocità nello stato stazionario. Un valore più basso significa una reazione rapida. Tuttavia, un valore troppo basso può causare oscillazioni.	
7-04 Vel. Tempo differenz. PID	Fornisce un guadagno proporzionale alla percentuale di variazione della retroazione. Impostando zero, il derivatore viene disattivato.	
7-05 Vel., limite guad. diff. PID	In caso di rapidi cambi di riferimento o retroazione in una data applicazione, vale a dire di variazione improvvisa dell'errore, il derivatore può diventare presto troppo dominante. Ciò si verifica in quanto questo reagisce alle variazioni dell'errore. Quanto più rapida è la variazione dell'errore, tanto maggiore è il guadagno differenziale. Il guadagno differenziale può pertanto essere limitato per consentire l'impostazione di un ragionevole tempo di derivazione per le variazioni lente e un guadagno fisso per le variazioni rapide.	
7-06 Vel. tempo filtro passa-basso PID	Un filtro passa basso che smorza le oscillazioni del segnale di retroazione e migliora lo stato stazionario. Tuttavia, un tempo filtro troppo lungo deteriora la prestazione dinamica del regolatore di velocità PID. Le impostazioni pratiche del parametro 7-06 ricavate dal numero di impulsi per giro dell'encoder (PPR):	
	Encoder PPR	**7-06 Vel. tempo filtro passa-basso PID**
	512	10 ms
	1024	5 ms
	2048	2 ms
	4096	1 ms
7-07 Retroaz. vel. PID Rapp. trasmiss.	Il convertitore di frequenza moltiplica la retroazione di velocità per questo rapporto.	
7-08 Fattore feed forward PID vel.	Il segnale di riferimento bypassa il controllo di velocità del valore specificato. Questa funzione migliora le prestaz. dinamiche dell'anello di regolazione della velocità.	
7-09 Speed PID Error Correction w/ Ramp	L'errore di velocità tra la rampa e la velocità attuale viene confrontato con l'impostazione in questo parametro. Se l'errore di velocità supera questa voce del parametro, l'errore di velocità viene corretto tramite rampa in un modo controllato.	

Tabella 3.2 Parametri rilevanti per il controllo di velocità

Programma nell'ordine mostrato (vedere le spiegazioni delle impostazioni nella *Guida alla programmazione*)
In *Tabella 3.3* si assume che tutti gli altri parametri e interruttori rimangono nella loro impostazione di fabbrica.

Funzione	Parametro	Impostazione
1) Assicurare che il motore funzioni correttamente. Fare quanto segue:		
Impostare i parametri del motore sulla base dei dati di targa.	1-2*	Come specificato nella targhetta del motore
Effettuare un Adattamento Automatico Motore.	1-29 Adattamento automatico motore (AMA)	[1] Consentire un AMA completo
2) Controllare che il motore funzioni e che l'encoder sia collegato correttamente. Fare quanto segue:		
Premere [Hand On] sull'LCP. Controllare che il motore funzioni ed annotarsi il senso di rotazione (d'ora in poi chiamato "senso positivo").		Impostare un riferimento positivo
Vai a *16-20 Angolo motore*. Ruotare il motore lentamente nel senso positivo. Deve essere ruotato talmente lentamente (solo alcuni giri/min.) in modo da poter determinare se il valore in *16-20 Angolo motore* sta aumentando o diminuendo.	16-20 Angolo motore	N. disp. (parametro di sola lettura) Nota: Un valore crescente va in overflow a 65535 e riparte da 0
Se *16-20 Angolo motore* è decrescente, cambiare la direzione dell'encoder in *5-71 Direz. encoder mors. 32/33*.	5-71 Direz. encoder mors. 32/33	[1] Senso antiorario (se *16-20 Angolo motore* è decrescente)
3) Assicurarsi che i limiti del convertitore di frequenza siano impostati su valori sicuri:		

 Danfoss A/S © Rev. 04/04/2014 Tutti i diritti riservati.

Funzione	Parametro	Impostazione
Impostare limiti accettabili per i riferimenti.	3-02 Riferimento minimo 3-03 Riferimento max.	0 giri/min. (default) 1500 giri/min. (default)
Verificare che le impostazioni delle rampe rientrino nelle capacità del convertitore di frequenza e nelle specifiche di funzionamento consentite.	3-41 Rampa 1 tempo di accel. 3-42 Rampa 1 tempo di decel.	Impostazione di fabbrica Impostazione di fabbrica
Impostare limiti accettabili per la velocità e la frequenza del motore.	4-11 Lim. basso vel. motore [giri/min] 4-13 Lim. alto vel. motore [giri/min] 4-19 Freq. di uscita max.	0 giri/min. (default) 1500 giri/min. (default) 60 Hz (default 132 Hz)
4) Configurare il controllo di velocità e selezionare il principio controllo motore:		
Attivazione del controllo di velocità.	*1-00 Modo configurazione*	[1] Velocità anello chiuso
Selezione del principio di controllo del motore	1-01 Principio controllo motore	[3] Flux con retr. motore
5) Configurare e variare il riferimento per il controllo di velocità:		
Impostare l'ingresso analogico 53 come risorsa di riferimento.	3-15 Risorsa di rif. 1	Non necessario (default)
Variare l'ingresso analogico 53 da 0 giri/min. (0 V) a 1500 giri/min. (10 V).	6-1*	Non necessario (default)
6) Configurare il segnale encoder 24 V HTL come retroazione per la regolazione del motore e il controllo di velocità:		
Impostare gli ingressi digitali 32 e 33 come ingressi encoder HTL.	5-14 Ingr. digitale morsetto 32 5-15 Ingr. digitale morsetto 33	[0] Nessuna funzione (default)
Selezionare il morsetto 32/33 come retroazione del motore	1-02 Fonte retroazione Flux motor	Non necessario (default)
Selezionare il morsetto 32/33 come retroazione PID di velocità.	7-00 Fonte retroazione PID di velocità	Non necessario (default)
7) Tarare i parametri relativi al controllo di velocità PID:		
Utilizzare i principi di taratura, se pertinenti, oppure tarare manualmente.	7-0*	Vedere le istruzioni
8) Salva per terminare:		
Salvare l'impostazione parametri sull'LCP per conservarla al sicuro.	0-50 Copia LCP	[1] Tutti a LCP

Tabella 3.3 Ordine di programmazione

 Danfoss A/S © Rev. 04/04/2014 Tutti i diritti riservati.

3.6.6.2 Taratura PID controllo di velocità

I seguenti principi di taratura sono importanti quando si utilizza uno dei principi di controllo vettoriale di flusso del motore (Flux) in applicazioni nelle quali il carico è soprattutto inerziale (con poco attrito).

Il valore di *30-83 Vel. guad. proporz. PID* dipende dall'inerzia combinata del motore e del carico e la larghezza di banda selezionata può essere calcolata utilizzando la seguente formula:

$$Par.\ 7-02 = \frac{Inerzia\ totale\left[kgm^2\right]\ x\ par.\ 1-25}{Par.\ 1-20\ x\ 9550}\ x$$

$$Larghezza\ di\ banda\ [rad/s]$$

AVVISO!

***1-20 Potenza motore [kW]* è la potenza del motore in [kW] (vale a dire che occorre inserire '4'' kW invece di '4000' W nella formula).**

Un valore pratico per la larghezza di banda è 20 rad/s. Verificare il risultato del calcolo *7-02 Vel. guad. proporz. PID* in base alla seguente formula (non necessario se si usa una retroazione ad alta risoluzione come una retroazione SinCos):

$$Par.\ 7-02 MAX = \frac{0.01\ x\ 4\ x\ Risoluzione\ encoder\ x\ Par.\ 7-06}{2\ x\ \pi}\ x$$

$$Max\ ondulazione\ della\ coppia\ [\%]$$

Il valore iniziale raccomandato per *7-06 Vel. tempo filtro passa-basso PID* è 5 ms (una risoluzione inferiore dell'encoder richiede un valore filtro più elevato). Tipicamente è accettabile un valore di ondulazione max. della coppia del 3 %. Per gli encoder incrementali, la risoluzione encoder si trova o in *5-70 Term 32/33 Impulsi per giro* (24V HTL nei convertitori di frequenza standard) o *17-11 Risoluzione (PPR)* (5V TTL nell'opzione encoder MCB 102).

Generalmente il limite massimo effettivo di *7-02 Vel. guad. proporz. PID* è determinato dalla risoluzione dell'encoder e dal tempo del filtro di retroazione, ma altri fattori nell'applicazione potrebbero limitare *7-02 Vel. guad. proporz. PID* a un valore più basso.

Per minimizzare la sovraelongazione, *7-03 Vel. tempo integrale PID* potrebbe essere impostato su circa 2,5 s (varia a seconda dell'applicazione).

Impostare *7-04 Vel. Tempo differenz. PID* su 0 finché tutto il resto è sintonizzato. Se necessario, terminare la taratura provando a incrementare leggermente questo valore.

3.6.6.3 PID controllo di processo

Usare il PID controllo di processo per controllare i parametri dell'applicazione che possono essere misurati con un sensore (cioè pressione, temperatura, flusso) e influenzati dal motore collegato tramite una pompa, ventola o altro.

Tabella 3.4 mostra le configurazioni di controllo nelle quali è possibile il controllo di processo. Quando viene impiegato un principio di controllo vettoriale di flusso del motore (Flux), assicurarsi di tarare anche i parametri del controllo di velocità PID. Consultare *capitolo 3.6 Regolazioni* per verificare dove è attivo il controllo di velocità.

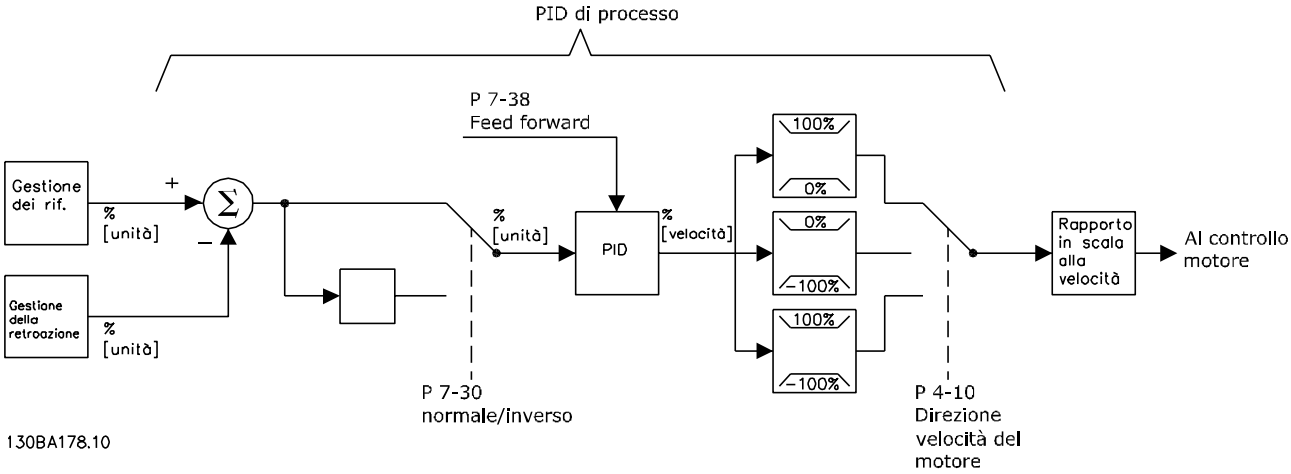
1-00 Modo configurazione	**1-01 Principio controllo motore**			
	U/f	**VVC^{plus}**	**Controllo vettoriale a orientamento di campo**	**Flux c. retroaz. encoder**
[3] Processo	Non attivo	Processo	Processo e velocità	Processo e velocità

Tabella 3.4 Configurazioni di controllo con controllo di processo

AVVISO!

Il PID controllo di processo funziona anche con l'impostazione di parametri standard, ma è consigliabile tarare i parametri per ottimizzare le prestazioni di controllo dell'applicazione. Le prestazioni dei due principi di controllo vettoriale di flusso del motore (Flux) dipendono in modo particolare da una corretta taratura del controllo di velocità PID (prima di tarare il PID controllo di processo).

 Danfoss A/S © Rev. 04/04/2014 Tutti i diritti riservati.



Disegno 3.9 Diagramma del PID controllo di processo

Tabella 3.5 riassumo le caratteristiche che possono essere configurate per il controllo di processo.

Parametro	Descrizione della funzione
7-20 Risorsa retroazione 1 CL processo	Selezionare da quale fonte (vale a dire ingresso analogico o digitale) debba ottenere la retroazione il PID di processo.
7-22 Risorsa retroazione 1 CL processo	Opzionale: Determinare se (e da dove) il PID di processo debba ottenere un segnale di retroazione supplementare. Se viene selezionata una fonte di retroazione supplementare, i due segnali di retroazione vengono addizionati prima di essere usati nel PID controllo di processo.
7-30 PID proc., contr. n./inv.	Nel *[0] Funzionamento normale*, il controllo di processo reagisce con un aumento della velocità del motore se la retroazione assume un valore inferiore a quello del riferimento. Nella stessa situazione, ma con *[1] Funzionamento inverso*, il controllo di processo reagisce riducendo la velocità del motore.
7-31 Anti saturazione regolatore PID	La funzione di antisaturazione garantisce che, al raggiungimento del limite di frequenza o del limite di coppia, l'uscita dell'integratore viene impostata su un guadagno che corrisponde limitata alla frequenza corrente. Ciò evita l'integrazione di un errore che in ogni caso non può essere compensato con un aumento di velocità. Questa funzione può essere disattivata selezionando *[0] Off*.
7-32 PID di processo, veloc. avviam.	In alcune applicazioni, raggiungere la velocità richiesta può richiedere molto tempo. In queste applicazioni può essere conveniente fissare una frequenza alla quale il convertitore di frequenza deve portare il motore prima dell'attivazione del controller di processo. Ciò viene realizzato impostando un valore di avviamento PID di processo (velocità) in *7-32 PID di processo, veloc. avviam.*.
7-33 Guadagno proporzionale PID di processo	Quanto più alto è il valore tanto più rapida è la regolazione. Tuttavia, un valore troppo elevato può causare oscillazioni.
7-34 Tempo d'integrazione PID di processo	Elimina l'errore di velocità nello stato stazionario. Un valore più basso significa una reazione rapida. Tuttavia, un valore troppo basso può causare oscillazioni.
7-35 Tempo di derivazione PID di processo	Fornisce un guadagno proporzionale alla percentuale di variazione della retroazione. Impostando zero, il derivatore viene disattivato.
7-36 PID di processo, limite guad. deriv.	In caso di rapidi cambi di riferimento o retroazione in una data applicazione, vale a dire di variazione improvvisa dell'errore, il derivatore può diventare presto troppo dominante. Ciò si verifica in quanto questo reagisce alle variazioni dell'errore. Quanto più rapida è la variazione dell'errore, tanto maggiore è il guadagno differenziale. Pertanto il guadagno differenziale può essere limitato per consentire l'impostazione di un tempo di derivazione ragionevole per variazioni lente.
7-38 Fattore canale alim. del regol. PID	Nelle applicazioni nelle quali esiste una correlazione buona (e quasi lineare) tra il riferimento di processo e la velocità del motore richiesta per ottenere tale riferimento, il fattore di feed forward può essere usato per ottenere una prestazione dinamica migliore del PID controllo di processo.

Parametro	Descrizione della funzione
5-54 Tempo costante del filtro impulsi #29 (Mors. digitale 29), 5-59 Tempo costante del fitro impulsi #33 (Mors. digitale 33), 6-16 Tempo cost. filtro morsetto 53 (Mors. analogico 53), 6-26 Tempo Cost. filtro morsetto 54 (Mors. analogico 54) 6-36 Tempo cost. filt. mors. X30/11 6-46 Tempo cost. filtro mors. X30/12 35-46 Term. X48/2 Filter Time Constant	In caso di oscillazioni del segnale di retroazione della corrente/tensione, queste possono essere smorzate per mezzo di un filtro passa-basso. Questa costante di tempo rappresenta il limite di velocità delle ondulazioni che si verificano sul segnale di retroazione. Esempio: Se il filtro passa basso è stato impostato su 0,1 s, la velocità limite è di 10 RAD/s (il numero reciproco di 0,1 s), corrispondente a (10/(2 x π)) = 1,6 Hz. Ciò significa che tutte le correnti/tensioni che superano 1,6 oscillazioni al secondo vengono eliminate dal filtro. In altre parole, il controllo viene effettuato solo su un segnale di retroazione che varia con frequenza (velocità) inferiore a 1,6 Hz. Il filtro passa basso migliora le prestazioni nello stato stazionario, ma la selezione di un tempo filtro troppo grande deteriora la prestazione dinamica del PID controllo di processo.

Tabella 3.5 Parametri rilevanti per il controllo di processo

3.6.6.4 Controllo PID avanzato

Consultare la *Guida alla programmazione VLT® AutomationDrive FC 301/FC 302* per i parametri di controllo PID avanzato.

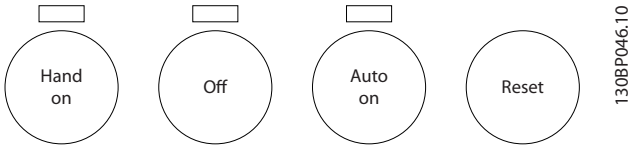
3.6.7 Regolatore interno di corrente in modalità VVC^{plus}

Quando la corrente/coppia del motore supera i limiti di coppia impostati in *4-16 Lim. di coppia in modo motore*, *4-17 Lim. di coppia in modo generatore* e *4-18 Limite di corrente*, viene attivato il regolatore limitazione di corrente integrato.
Quando il convertitore di frequenza si trova al limite di corrente durante il funzionamento del motore o durante il funzionamento rigenerativo, questo tenta di scendere il più rapidamente possibile sotto i limiti di coppia preimpostati senza perdere il controllo del motore.

3.6.8 Comando locale (Hand On) e remoto (Auto On) Comando

Il convertitore di frequenza può essere comandato manualmente tramite il pannello di controllo locale (LCP) o a distanza tramite gli ingressi analogici e digitali e il bus seriale. Se è consentito in *0-40 Tasto [Hand on] sull'LCP*, *0-41 Tasto [Off] sull'LCP*, *0-42 Tasto [Auto on] sull'LCP* e *0-43 Tasto [Reset] sull'LCP*, è possibile avviare ed arrestare il convertitore di frequenza tramite l'LCP premendo i tasti [Hand On] e [Off]. Gli allarmi possono essere ripristinati tramite [Reset]. Dopo aver premuto [Hand On], il convertitore di frequenza passa alla modalità manuale e segue (per default) il riferimento locale che può essere impostato utilizzando i tasti di navigazione sull'LCP.

Dopo aver premuto [Auto On], il convertitore di frequenza accede alla modalità Automatico e segue (per default) il riferimento remoto. In questa modalità è possibile controllare il convertitore di frequenza tramite gli ingressi digitali e varie interfacce seriali (RS-485, USB o un bus di campo opzionale). Per maggiori informazioni sull'avvio, l'arresto, il cambio di rampa e la programmazione parametri ecc., vedere il gruppo di parametri *5-1* Ingressi digitali* o il gruppo di parametri *8-5* Comunicazione seriale*.



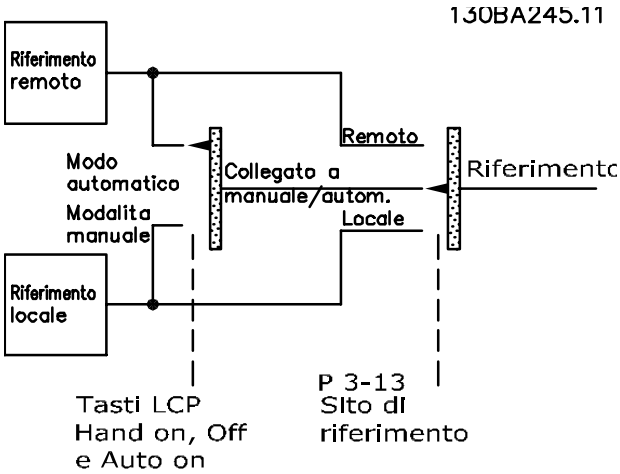
Disegno 3.10 Tasti per il funzionamento

 Danfoss A/S © Rev. 04/04/2014 Tutti i diritti riservati.

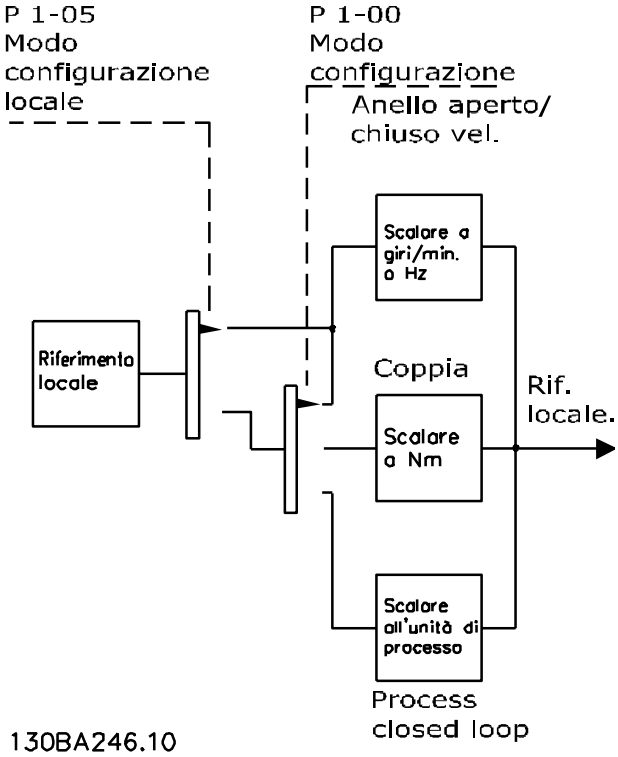
Riferimento attivo e Modalità di configurazione

La tabella mostra in quali condizioni è attivo il riferimento locale o il riferimento remoto.

In *3-13 Sito di riferimento* è possibile selezionare in modo permanente il riferimento locale selezionando *[2] Locale*. Per selezionare in modo permanente il riferimento remoto selezionare *[1] Remoto*. Selezionando *[0] Collegato a Man./Auto* (impostazione predefinita), la posizione di riferimento dipende dalla modalità attiva prescelta. (Modalità manuale o modalità Automatico).



Disegno 3.11 Riferimento attivo



Disegno 3.12 Modalità di configurazione

Tasti [Hand On] [Auto on]	3-13 Sito di riferimento	Riferimento attivo
Manuale	Collegato a Man./ Auto	Locale
Arresto ⇒ manuale	Collegato a Man./ Auto	Locale
Auto	Collegato a Man./ Auto	Remoto
Auto ⇒ Off	Collegato a Man./ Auto	Remoto
Tutti i tasti	Locale	Locale
Tutti i tasti	Remoto	Remoto

Tabella 3.6 Condizioni per l'attivazione Riferimento remoto o locale.

1-00 Modo configurazione determina quale principio di controllo dell'applicazione (vale a dire Velocità, Coppia o Controllo di processo) viene utilizzato quando è attivo il Riferimento remoto. *1-05 Configurazione modo locale* determina quale principio di controllo dell'applicazione utilizzare quando è attivo il Riferimento locale. Uno dei due è sempre attivo, ma non possono essere entrambi attivi contemporaneamente.

 Danfoss A/S © Rev. 04/04/2014 Tutti i diritti riservati.

3.7 Gestione dei riferimenti

3.7.1 Riferimenti

3

Riferimento analogico
Un segnale analogico applicato agli ingressi 53 o 54. Il segnale può essere in tensione 0-10 V (FC 301 e FC 302) o da -10 a +10 V (FC 302). Segnale di corrente 0-20 mA o 4-20 mA.

Riferimento binario
Un segnale applicato alla porta di comunicazione seriale (RS-485 morsetti 68–69).

Riferimento preimpostato
Un riferimento preimpostato definito che può essere impostato tra -100% e +100% dell'intervallo di riferimento. Selezione di 8 riferimenti preimpostati mediante i morsetti digitali.

Riferimento impulsi
Un riferimento a impulsi applicato al morsetto 29 o 33, selezionato in *5-13 Ingr. digitale morsetto 29* o *5-15 Ingr. digitale morsetto 33 [32] Imp. bas. sul tempo.* Messa in scala nel gruppo di parametri *5-5* Ingr. impulsi*.

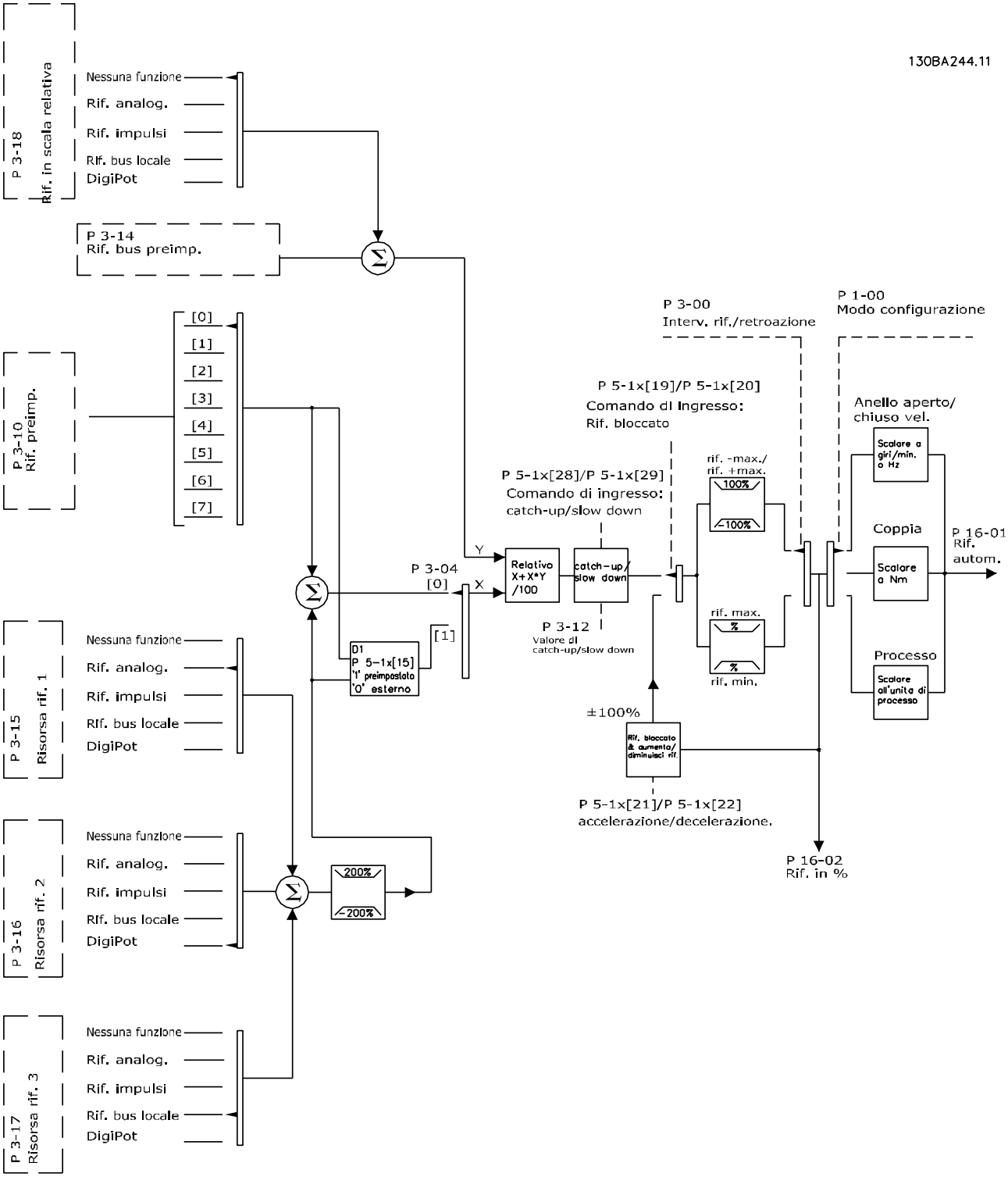
Ref_{MAX}
Determina la relazione tra l'ingresso di riferimento al 100% del valore di fondo scala (tipicamente 10 V, 20 mA) e il riferimento risultante. Il valore di riferimento massimo è impostato nel *3-03 Riferimento max.*.

Ref_{MIN}
Determina la relazione tra l'ingresso di riferimento al 0% del valore di fondo scala (tipicamente 0 V, 0 mA, 4 mA) e il riferimento risultante. Il valore di riferimento minimo è impostato nel *3-02 Riferimento minimo*.

Riferimento locale
Il riferimento locale è attivo quando il convertitore di frequenza viene azionato con [Hand On] attivo. Regolare il riferimento tramite i tasti di navigazione [▲]/[▼] e [◄]/[►].

Riferimento remoto
Il sistema di controllo del riferimento per il calcolo del riferimento remoto è illustrato in *Disegno 3.13*.

 Danfoss A/S © Rev. 04/04/2014 Tutti i diritti riservati.



Disegno 3.13 Riferimento remoto

 Danfoss A/S © Rev. 04/04/2014 Tutti i diritti riservati.

3

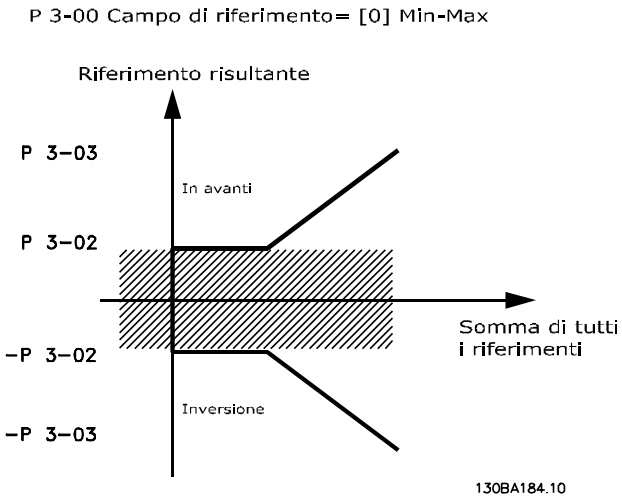
Il riferimento remoto viene calcolato una volta ad ogni intervallo di scansione e inizialmente è composto da due tipi di ingressi di riferimento:

1. X (il riferimento attuale): Una sommatoria (vedere *3-04 Funzione di riferimento*) di fino a quattro riferimento selezionati esternamente, i quali comprendono qualsiasi combinazione (determinata dall'impostazione di *3-15 Risorsa di rif. 1*, *3-16 Risorsa di riferimento 2* e *3-17 Risorsa di riferimento 3*) di un riferimento preimpostato fisso (*3-10 Riferim preimp.*), riferimenti analogici variabili, riferimenti digitali variabili e diversi riferimenti del bus seriale in qualsiasi unità in cui viene regolato il convertitore di frequenza ([Hz], [RPM], [Nm] ecc.).
2. Y (il riferimento relativo): una sommatoria di un riferimento preimpostato fisso (*3-14 Rif. relativo preimpostato*) e un riferimento analogico variabile (*3-18 Risorsa rif. in scala relativa*) in [%].

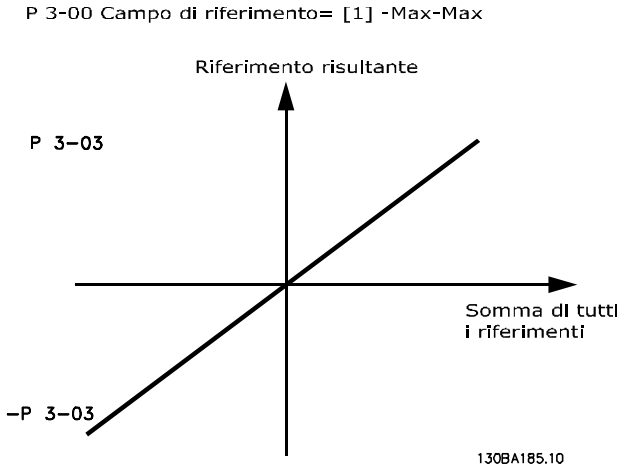
I due tipi degli ingressi di riferimento vengono combinati nella seguente formula: riferimento remoto = X + X * Y/100%. Se il riferimento relativo non viene usato, impostare *3-18 Risorsa rif. in scala relativa* su *[0] Nessuna funzione* e *3-14 Rif. relativo preimpostato* su *0%*. La funzione *catch up/slow down* e la funzione di *riferimento congelato* possono essere attivate entrambe tramite ingressi digitali sul convertitore di frequenza. Le funzioni e i parametri sono descritti nella *Guida alla programmazione*.
La messa in scala dei riferimenti analogici è descritta nei gruppo di parametri *6-1* Ingr. analog.1* e *6-2* Ingr. analog. 2*, mentre la messa in scala dei riferimenti impulsi digitali è descritta nel gruppo di parametri *5-5* Ingr. impulsi*.
I limiti e gli intervalli del riferimento vengono impostati nel gruppo di parametri *3-0* Limiti riferimento*.

3.7.2 Limiti del riferimento

3-00 Intervallo di rif., *3-02 Riferimento minimo* e *3-03 Riferimento max.* definiscono il campo consentito della somma di tutti i riferimenti. All'occorrenza, la somma di tutti i riferimenti viene bloccata. La relazione tra il riferimento risultante (dopo il blocco) e la somma di tutti i riferimenti è mostrata in *Disegno 3.14*.



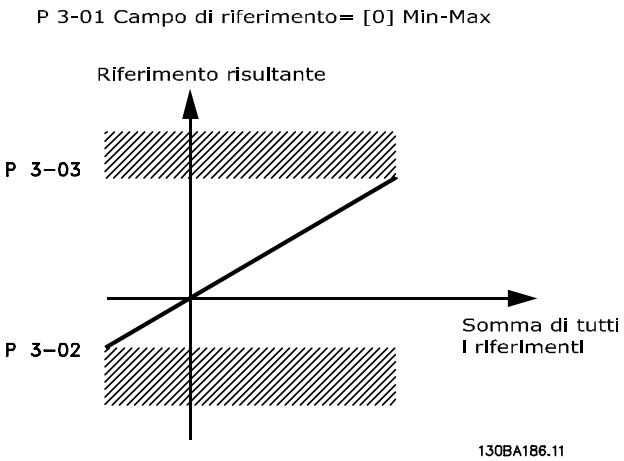
Disegno 3.14 Relazione tra il riferimento risultante e la somma di tutti i riferimenti



Disegno 3.15 Riferimento risultante

 Danfoss A/S © Rev. 04/04/2014 Tutti i diritti riservati.

Il valore di *3-02 Riferimento minimo* non può essere impostato su un valore inferiore a 0, a meno che *1-00 Modo configurazione* sia impostato su *[3] Processo*. In quel caso, le seguenti relazioni tra il riferimento risultante (dopo il blocco) e la somma di tutti i riferimenti sono come mostrato in *Disegno 3.16*.



Disegno 3.16 Somma di tutti i riferimenti con *1-00 Modo configurazione* impostato su *[3] Processo*

3.7.3 Messa in scala dei riferimenti preimpostati e dei riferimenti bus

I riferimenti preimpostati vengono convertiti secondo le seguenti regole:

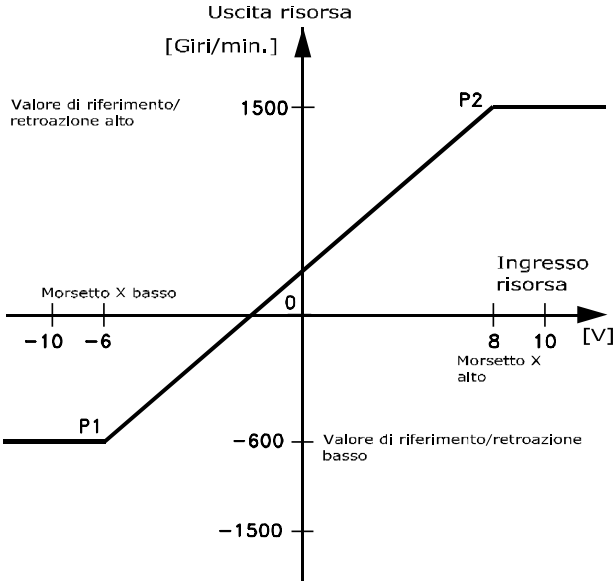
- Quando *3-00 Intervallo di rif.*: il riferimento [0] Min - Max 0% è pari a 0 [unit], nel qual caso l'unità può essere una qualsiasi unità, ad es. giri/min., m/s, bar ecc., il riferimento del 100% è pari al valore max. (abs (*3-03 Riferimento max.*), abs (*3-02 Riferimento minimo*)).
- Quando *3-00 Intervallo di rif.*: [1] -Max - +Max, il riferimento dello 0% è pari a 0 [unit] - il riferimento del 100% è pari al riferimento massimo - il riferimento del 100% è pari al riferimento massimo.

I riferimenti bus vengono messi in scala secondo le seguenti regole:

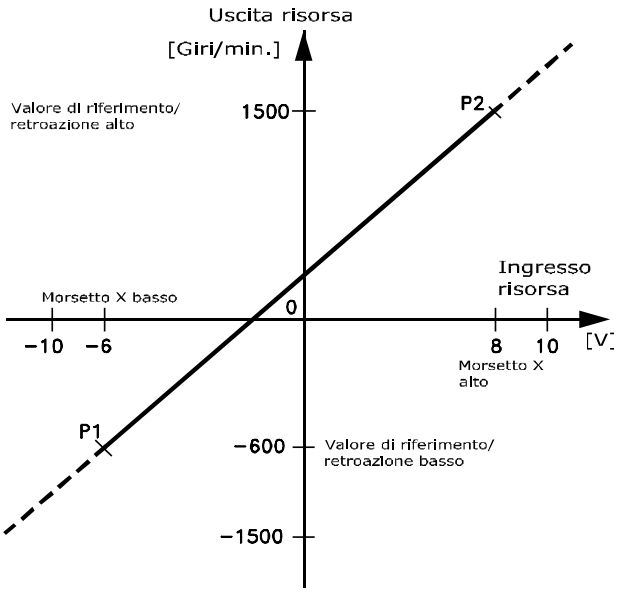
- Quando *3-00 Intervallo di rif.*: [0] Min - Max. Per ottenere la risoluzione massima sul riferimento bus, la conversione sul bus è: il riferimento dello 0% è pari al riferimento minimo e il riferimento del 100% è pari al riferimento massimo.
- Quando *3-00 Intervallo di rif.*: [1] -Max - +Max, il riferimento del 100% è pari al riferimento massimo - il riferimento del 100% è pari al riferimento massimo.

3.7.4 Messa in scala dei riferimenti analogici e impulsi e retroazione

La conversione dei riferimenti e della retroazione da ingressi analogici e ingressi digitali avviene allo stesso modo. L'unica differenza è che un riferimento superiore o inferiore ai "punti finali" minimo e massimo specificati (P1 e P2 in *Disegno 3.17*) è bloccato, mentre una retroazione superiore o inferiore non lo è.



Disegno 3.17 Messa in scala dei riferimenti analogici e impulsi e retroazione



Disegno 3.18 Messa in scala dell'uscita di riferimento

 Danfoss A/S © Rev. 04/04/2014 Tutti i diritti riservati.

3

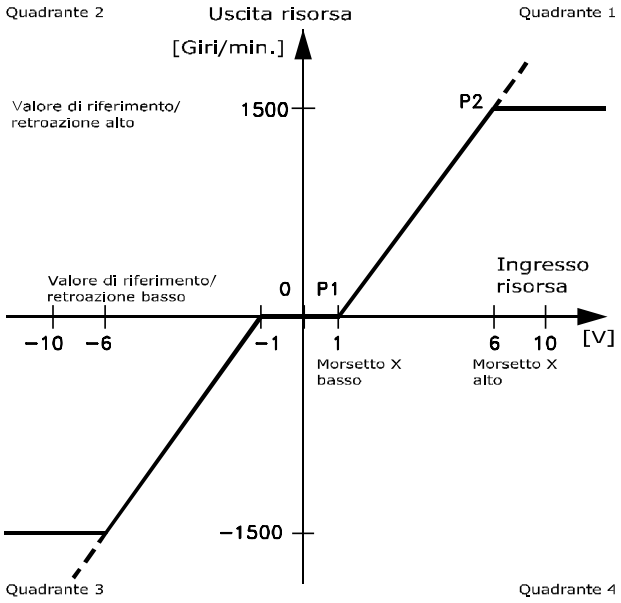
3.7.5 Banda morta nell'intorno dello zero

In alcuni casi, il riferimento (di rado anche la retroazione) deve avere una banda morta intorno allo zero (cioè per garantire che la macchina vena arrestata quando il riferimento è "vicino allo zero").

Per attivare la banda morta e per impostare la quantità di banda morta, impostare quanto segue:

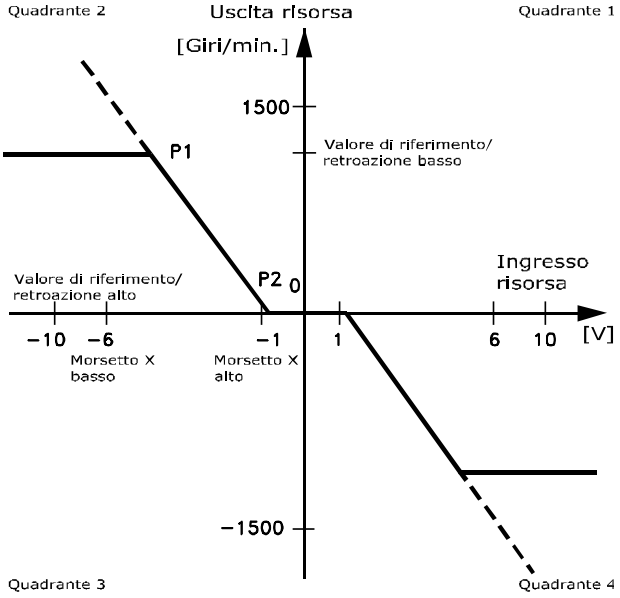
- Il valore di riferimento minimo o il valore di riferimento massimo devono essere zero. In altre parole: P1 o P2 devono trovarsi sull'asse X in *Disegno 3.19*.
- ed entrambi i punti che definiscono il grafico di conversione si trovano nello stesso quadrante.

La grandezza della banda morta è definita da P1 o P2 come mostrato in *Disegno 3.19*.



130BA179.10

Disegno 3.19 Banda morta



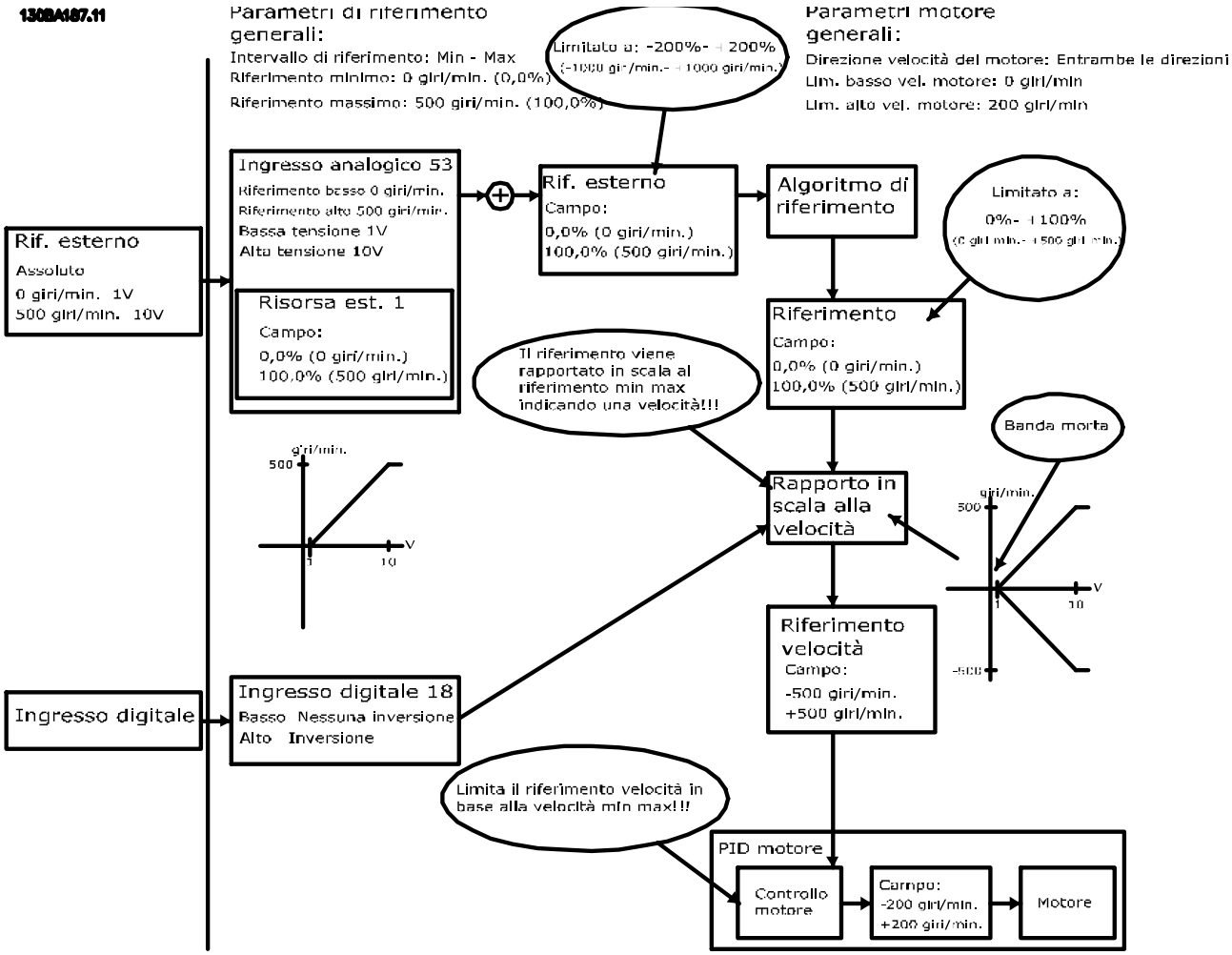
130BA180.10

Disegno 3.20 Banda morta inversa

Quindi un punto finale del riferimento di P1=(0 V, 0 giri/min.) non produce alcuna banda morta, ma un punto finale del riferimento di P1 = (1 V, 0 giri/min) genera una banda morta da -1 V a +1 V, sempre che il punto finale P2 si trovi nel primo o nel quarto quadrante.

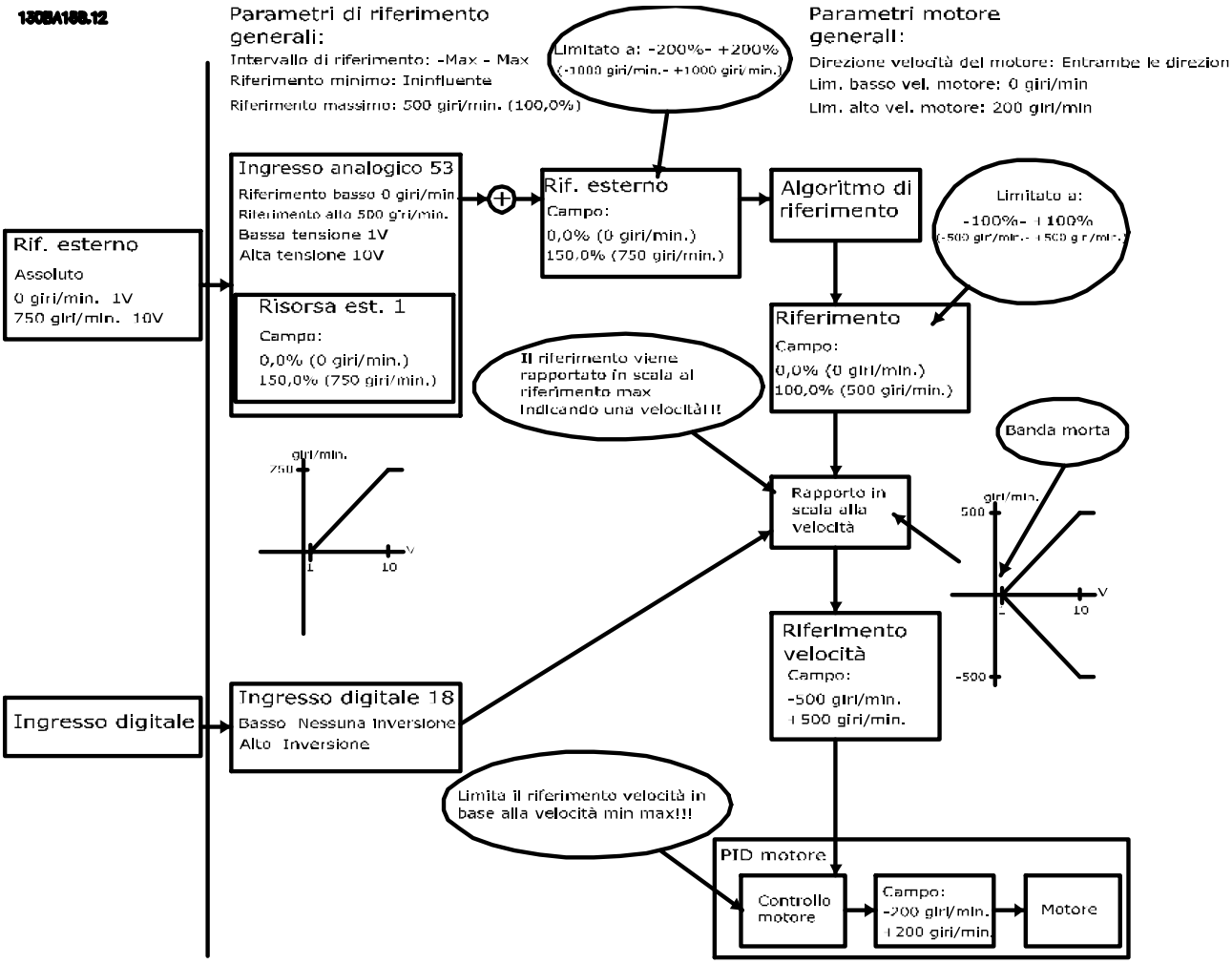
 Danfoss A/S © Rev. 04/04/2014 Tutti i diritti riservati.

Disegno 3.21 mostra come l'ingresso di riferimento con limiti all'interno dei limiti Min – Max venga abbinato.

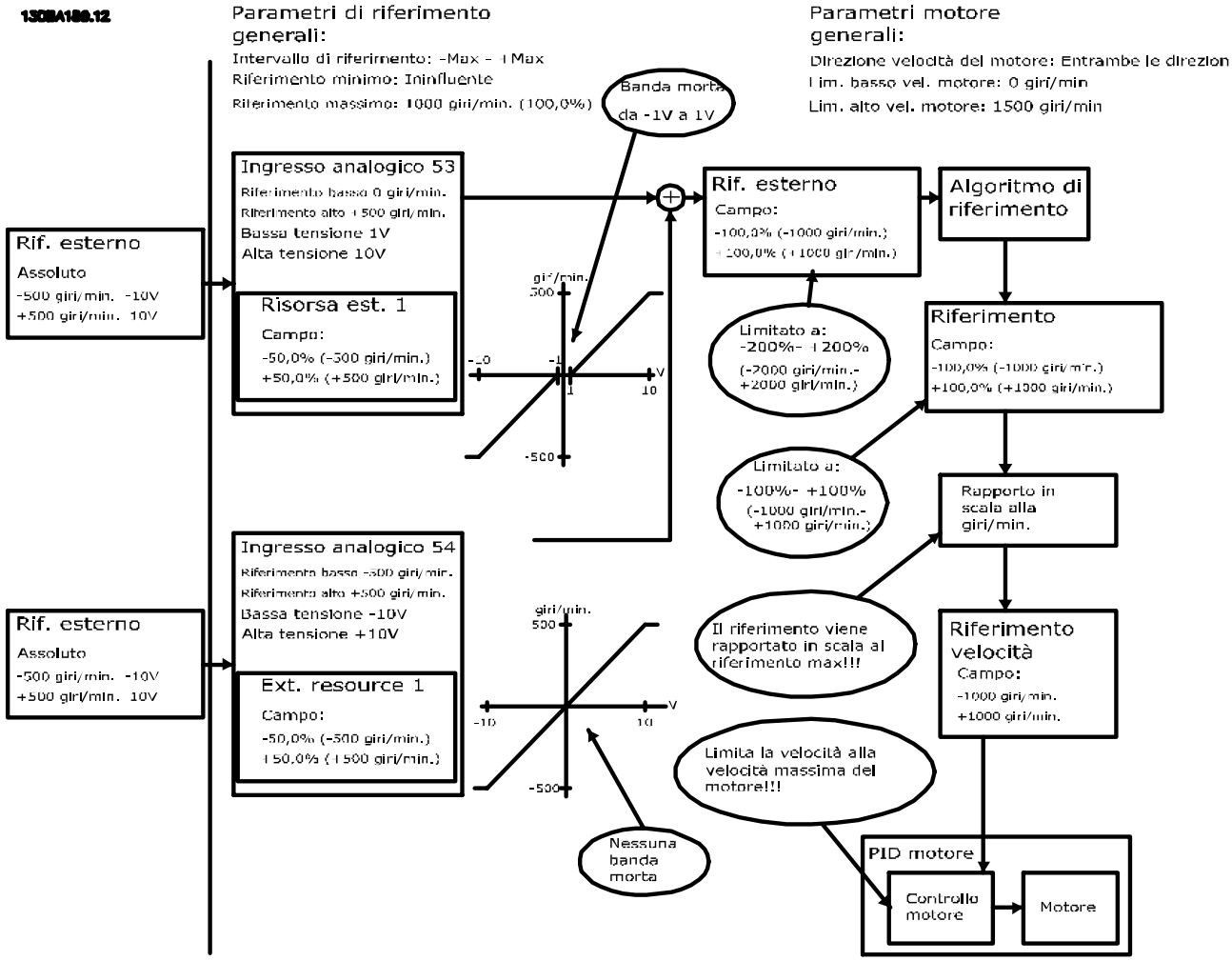


Disegno 3.21 Riferimento positivo con banda morta, ingresso digitale per attivare l'inversione

Disegno 3.22 mostra come l'ingresso di riferimento con limiti oltre i limiti -Min fino a +Max si abbini gli ingressi con limiti bassi e alti prima di essere aggiunto al riferimento esterno. *Disegno 3.22* mostra anche come il riferimento attuale venga abbinato a -Max fino a +Max dall'algoritmo di riferimento.



Disegno 3.22 Riferimento positivo con banda morta, ingresso digitale per attivare l'inversione. Regole di blocco



Disegno 3.23 Riferimento da negativo a positivo con banda morta; il segno determina la direzione, -Max a +Max

4 Caratteristiche del prodotto

4.1 Caratteristiche di funzionamento automatizzate

Queste caratteristiche sono attive non appena il convertitore di frequenza funziona. Non richiedono alcuna programmazione o configurazione. Comprendere che queste caratteristiche sono presenti può ottimizzare il progetto di un sistema e, eventualmente, consente di evitare l'introduzione di componenti o funzionalità ridondanti.

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

4.1.1 Protezione dai cortocircuiti

Motore (fase-fase)
Il convertitore di frequenza è protetto contro i cortocircuiti sul lato motore tramite misurazioni della corrente effettuate in ciascuna delle tre fasi del motore o nel collegamento CC. Un cortocircuito tra due fasi di uscita provoca una sovraccorrente nell'inverter. L'inverter viene disinserito 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. Tuttavia si raccomanda di 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 9.3 Collegamento di rete* per maggiori informazioni.

AVVISO!

Ciò è obbligatorio per assicurare la conformità con IEC 60364 per CE o NEC 2009 per UL.

Resistenza di frenatura
Il convertitore di frequenza è protetto da un cortocircuito nella resistenza di frenatura.

Condivisione del carico
Per proteggere il bus CC dai cortocircuiti e i convertitori di frequenza dal sovraccarico, installare fusibili CC in serie con i morsetti di condivisione del carico di tutte le unità collegate. Vedere *capitolo 9.6.3 Condivisione del carico* per maggiori informazioni.

4.1.2 Protezione da sovratensione

Sovratensione generata dal motore
La tensione nel circuito intermedio subisce un aumento quando il motore funziona da generatore. Ciò avviene nei seguenti casi:

- Il carico fa funzionare il motore (con frequenza di uscita costante dal convertitore di frequenza) e cioè il carico genera energia.
- Durante la decelerazione (rampa di decelerazione), se il momento di inerzia è elevato, l'attrito è basso e il tempo di 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.
- EMF (forza elettromotrice) inversa dal funzionamento del motore PM. Se il motore PM funziona a ruota libera ad alta velocità, la forza elettromotrice inversa è potenzialmente in grado di superare la massima tensione tollerata dal convertitore di frequenza, causando dei danni. Per prevenire questo problema, il valore di *4-19 Freq. di uscita max.* viene automaticamente limitato in base a un calcolo interno collegato al valore di *1-40 Forza c.e.m. a 1000 giri/minuto*, *1-25 Vel. nominale motore* e *1-39 Poli motore*.

AVVISO!

Per evitare che il motore raggiunga una velocità eccessiva (ad esempio a causa di un effetto di autorotazione eccessivo), dotare il convertitore di frequenza di una resistenza di frenatura.

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

 Danfoss A/S © Rev. 04/04/2014 Tutti i diritti riservati.

Funzioni freno
Collegare una resistenza di frenatura per dissipare l'energia di frenatura in eccesso. Il collegamento di una resistenza di frenatura consente una maggiore tensione del collegamento CC durante la frenatura.

Il freno CA è un'alternativa per migliorare la frenatura senza l'uso di una resistenza di frenatura. Questa funzione controlla una sovramagnetizzazione del motore nel funzionamento con un carico generatore. Questa funzione può migliorare l'OVC. L'aumento di perdite elettriche nel motore consente alla funzione OVC di accrescere la coppia di frenata senza superare il limite di sovratensione.

AVVISO!

Il freno CA non è efficace quanto la frenata dinamica reostatica.

Controllo di 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 il motore PM con tutti i nuclei di controllo, PM VVC^{plus}, Flux OL e Flux CL per motori PM.

AVVISO!

Non abilitare OVC in applicazioni di sollevamento.

4.1.3 Rilevamento di una fase del motore mancante

La funzione fase del motore mancante (*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 predefinita è 1.000 ms, ma può essere regolata per un rilevamento più rapido.

4.1.4 Rilevamento dello sbilanciamento della fase di rete

Il funzionamento in condizioni di grave squilibrio delle fasi riduce la durata del motore. Le condizioni sono gravi se il motore viene fatto funzionare continuamente a valori vicini al carico nominale. L'impostazione predefinita ga scattare il convertitore di frequenza in presenza di uno squilibrio di rete (*14-12 Funz. durante sbilanciamento di rete*).

4.1.5 Commutazione sull'uscita

L'aggiunta di un interruttore all'uscita tra il motore ed il convertitore di frequenza è consentita. Possono apparire messaggi di guasto. Consentire il riaggancio al volo per "agganciare" un motore in rotazione.

4.1.6 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 *4-16 Lim. di coppia in modo motore* e/o *4-17 Lim. di coppia in modo generatore* ed il tempo prima che l'avviso limite di coppia scatti è controllato in *14-25 Ritardo scatto al limite di coppia*.

Limite di corrente
Il limite di corrente è controllato in *4-18 Limite di corrente* e il tempo prima che il convertitore di frequenza scatti è controllato in *14-24 Ritardo scatto al limite di corrente*.

Limite velocità
Limite velocità min.: *4-11 Lim. basso vel. motore [giri/min]* oppure *4-12 Limite basso velocità motore [Hz]* limitano l'intervallo di velocità operativa, ad esempio, fra 30 e 50/60 Hz.
Limite velocità max.: (*4-13 Lim. alto vel. motore [giri/min]* oppure *4-19 Freq. di uscita max.* limitano 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 4.1*.

Limite di tensione
L'inverter si disinserisce per proteggere i transistor ed i condensatori del circuito intermedio quando viene raggiunto un determinato livello di tensione implementato in fase di progettazione.

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

4.1.7 Protezione rotore bloccato

Possono esistere situazioni in cui il rotore è bloccato a causa del carico eccessivo o di alcuni fattori altri (il cuscinetto o l'applicazione creano una situazione con rotore bloccato). Ciò provoca il surriscaldamento dell'avvolgimento del motore (è necessario un libero movimento del rotore per un corretto raffreddamento). Il convertitore di frequenza è capace di rilevare la situazione con rotore bloccato con controllo di flusso PM ad anello aperto e controllo PM VVC^{plus} (*30-22 Locked Rotor Protection*).

 Danfoss A/S © Rev. 04/04/2014 Tutti i diritti riservati.

4.1.8 Declassamento automatico

Un convertitore di frequenza controlla costantemente i livelli critici:

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

In risposta ad un livello critico, il convertitore di frequenza adegua la frequenza di commutazione. In caso di temperatura interna critica e bassa velocità del motore, il convertitore di frequenza può anche forzare lo schema PWM a SFAVM.

AVVISO!

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

4.1.9 Ottimizzazione automatica dell'energia

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 una maggiore efficienza, di un riscaldamento ridotto e di un funzionamento più silenzioso. Non esiste alcuna necessità di selezionare una curva V/Hz poiché il convertitore di frequenza regola automaticamente la tensione motore.

4.1.10 Modulazione Automatica della Frequenza di Commutazione

Il convertitore di frequenza genera brevi impulsi elettrici per formare un modello d'onda CA. La frequenza portante è la frequenza di questi impulsi. Una bassa frequenza portante (bassa frequenza di pulsazione) provoca rumore nel motore, rendendo preferibile una frequenza portante più alta. Tuttavia, un'elevata frequenza portante genera calore nel convertitore di frequenza che può limitare la quantità di corrente disponibile per il motore. L'uso di transistor bipolari a gate isolato (IGBT) permette una commutazione a velocità elevatissima.

La modulazione automatica della frequenza di commutazione regola automaticamente queste condizioni per fornire la massima frequenza portante senza surriscaldare il convertitore di frequenza. Fornendo un'alta frequenza portante 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 la domanda lo richiede.

4.1.11 Declassamento automatico per un'elevata frequenza portante

Il convertitore di frequenza è progettato per il funzionamento continuo a pieno carico a frequenze portanti tra 3,0 e 4,5 kHz. Una frequenza portante superiore a 4,5 kHz genera un calore elevato nel convertitore di frequenza e richiede la riduzione della corrente di uscita. Una caratteristica automatica del convertitore di frequenza è il controllo della frequenza portante dipendente dal carico. Questa caratteristica consente al motore di beneficiare della massima frequenza portante consentita dal carico.

4.1.12 Prestazioni con variazione della potenza

Il convertitore di frequenza resiste a oscillazioni di rete come transienti, interruzioni momentanee, brevi cadute di tensione e sovraccorrenti momentanee. Il convertitore di frequenza compensa automaticamente le tensioni di ingresso ±10% da quelle nominali per fornire una tensione e coppia nominale del motore. Quando si seleziona avvio automatico, il convertitore di frequenza si riaccende automaticamente dopo un intervento di tensione. E con il riaggancio al volo, il convertitore di frequenza si sincronizza con la rotazione del motore prima dell'avvio.

4.1.13 Smorzamento risonanza

Il rumore di risonanza ad alta frequenza del motore può essere eliminato usando lo smorzamento risonanza. È disponibile uno smorzamento della frequenza selezionato automaticamente o manualmente.

4.1.14 Ventole controllate in temperatura

Le ventole di raffreddamento interne sono controllate in temperatura da sensori presenti nel convertitore di frequenza. Spesso la ventola di raffreddamento non funziona 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.

 Danfoss A/S © Rev. 04/04/2014 Tutti i diritti riservati.

4.1.15 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, il cavo motore deve essere schermato e correttamente terminato. Per maggiori informazioni relativi alle prestazioni EMC, vedere *capitolo 5.2.1 Risultati test EMC*.

4.1.16 Isolamento galvanivo di morsetti di controllo

Tutti i morsetti di controllo ed i morsetti dei relè di uscita sono isolati galvanicamente dalla tensione di rete. Ciò significa che il circuito del controllore è completamente protetto dalla corrente di ingresso. I morsetti dei relè di uscita richiedono un collegamento a massa proprio. Questi isolamenti soddisfano 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 gli IGBT, i trasformatori di innesco e i fotoaccoppiatori
- I trasduttori di corrente ad effetto Hall

4.2 Caratteristiche personalizzate dell'applicazione

Queste sono le caratteristiche più comuni programmate per l'uso in convertitori di frequenza al fine di migliorare le prestazioni di sistema. Richiedono una programmazione o configurazione minime. Comprendere che queste caratteristiche sono disponibili può contribuire a ottimizzare il progetto di un sistema ed eventualmente ad evitare l'introduzione di componenti o funzionalità ridondanti. Vedere la *Guida alla programmazione* specifica del prodotto per istruzioni sull'attivazione di queste funzioni.

4.2.1 Adattamento Automatico Motore

L'adattamento automatico del motore (AMA) è una procedura di collaudo automatizzata usata per misurare le caratteristiche elettriche del motore. L'AMA fornisce un modello elettronico preciso 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.

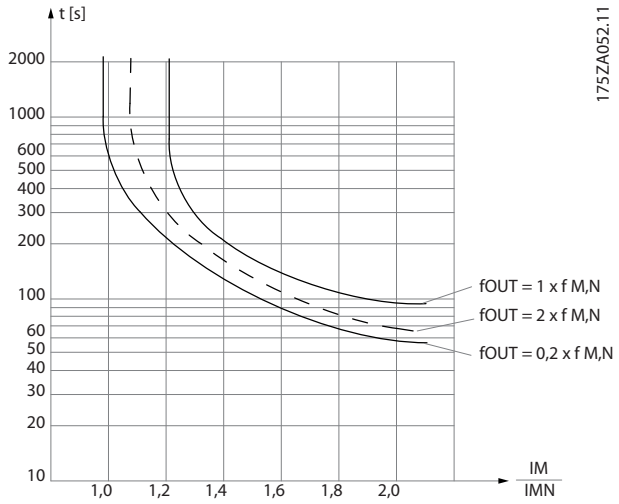
4.2.2 Protezione termica del motore

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

- Tramite la rilevazione diretta della temperatura in uno dei seguenti modi
  - sensore PTC o KTY negli avvolgimenti del motore e collegato a un AI o DI standard
  - PT100 o PT1000 negli avvolgimenti del motore e nei cuscinetti del motore, collegati alla scheda di ingresso del sensore MCB 114
  - L'ingresso termistore PTC sulla scheda termistore PTC MCB 112 (approvazione ATEX)
- Interruttore termomeccanico (tipo Klixon) su un DI
- Tramite il relè termico elettronico integrato (ETR)

L'ETR calcola la temperatura del motore misurando la corrente, la frequenza ed 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.

 Danfoss A/S © Rev. 04/04/2014 Tutti i diritti riservati.



Disegno 4.1 Caratteristiche ETR

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 fa scattare il convertitore di frequenza. Le curve illustrano la caratteristica ad 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 parametro di lettura in *16-18 Term. motore*.
È anche disponibile una versione speciale dell'ETR per motori EX-e in aree ATEX. Questa funzione consente di immettere una curva specifica per proteggere il motore Ex-e. La *Guida alla programmazione* guida l'utente attraverso il setup.

4.2.3 Caduta di tensione dell'alimentazione di rete

Durante la caduta di tensione dell'alimentazione 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, di norma il 15% al di sotto della tensione di alimentazione nominale minima del convertitore di frequenza. La tensione di alimentazione anteriore alla caduta di tensione e il carico del motore determinano il tempo che precede l'arresto a ruota libera del convertitore di frequenza.

Il convertitore di frequenza può essere configurato (*14-10 Guasto di rete*) per diversi tipi di comportamento durante una caduta di tensione dell'alimentazione di rete, ad es.:

- Scatto bloccato una volta che il collegamento CC si è esaurito
- Ruota libera con riaggancio al volo ogniqualvolta ritorna l'alimentazione di rete (*1-73 Riaggancio al volo*)
- Backup dell'energia cinetica
- Rampa di discesa controllata

Riaggancio al volo
Questa selezione consente di agganciare un motore che gira liberamente a causa di una caduta di tensione dell'alimentazione di rete. Questa opzione è molto 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 dell'alimentazione di rete, il funzionamento viene ripristinato al ritorno dell'alimentazione di rete senza far arrestare l'applicazione e senza mai perdere il controllo. E possibile selezionare varie varianti di backup dell'energia cinetica.

Il comportamento del convertitore di frequenza in occasione della caduta di tensione dell'alimentazione di rete può essere configurato in *14-10 Guasto di rete* e *1-73 Riaggancio al volo*.

4.2.4 Controllore PID integrato

È disponibile il controllore (PID) proporzionale, integrale e derivato integrato, il quale consente 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 ed 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.

 Danfoss A/S © Rev. 04/04/2014 Tutti i diritti riservati.

4.2.5 Riavvio automatico

Il convertitore di frequenza è programmabile per riavviare il motore automaticamente 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.

4.2.6 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 dell'assorbimento della sovraccorrente. Minimizza le sollecitazioni meccaniche al sistema poiché il motore non subisce una variazione improvvisa di velocità all'avvio del convertitore di frequenza.

4.2.7 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 funzionamento di progetto del motore. Ciò si distingue dai convertitori a coppia variabile che forniscono una coppia motore ridotta a bassa velocità o a convertitori a coppia constante che forniscono una tensione in eccesso, calore e rumore del motore a velocità inferiore a quella massima.

4.2.8 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.

4.2.9 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 radiatore.

4.2.10 4 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, ad esempio, per modificare riferimenti oppure per il funzionamento diurno/notturno o estivo/invernale, o per controllare motori multipli. La programmazione attiva viene visualizzata sull'LCP.

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

4.2.11 Frenatura dinamica

La frenatura dinamica viene assicurata da:

- **Freno reostatico**
  Un IGBT freno mantiene la sovratensione sotto una certa soglia deviando l'energia del freno dal motore alla resistenza di frenatura collegata (*2-10 Funzione freno* = [1]).
- **Freno CA**
  L'energia frenante è distribuita nel motore cambiando le condizioni di perdita nel motore. La funzione freno CA non può essere usata in applicazioni con un'elevata frequenza di spegnimento e riaccensione poiché ciò surriscalda il motore (*2-10 Funzione freno* = [2]).
- **Freno CC**
  Una corrente CC sovramodulata aggiunta alla corrente CA funziona come un freno rallentatore a correnti parassite (*2-02 Tempo di frenata CC* ≠ 0 s).

 Danfoss A/S © Rev. 04/04/2014 Tutti i diritti riservati.

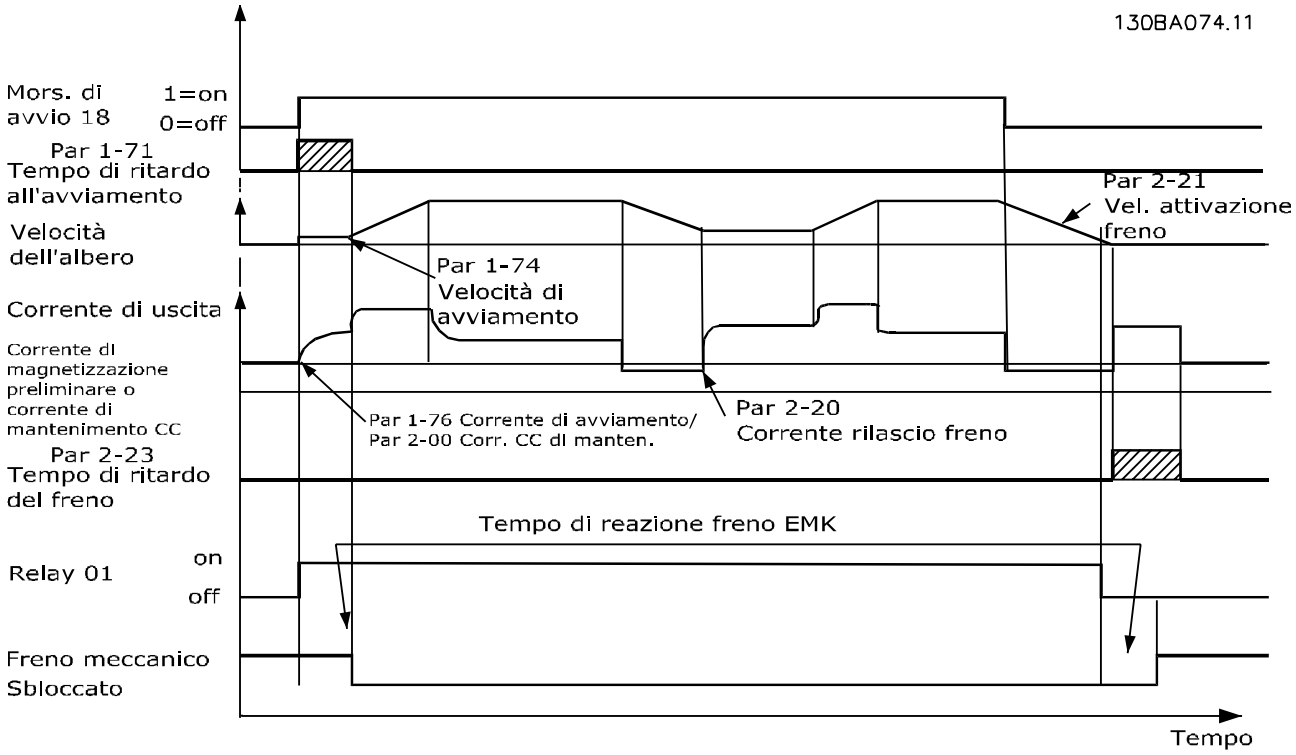
4.2.12 Controllo del freno meccanico ad anello aperto

I parametri per controllare il funzionamento di un freno elettromagnetico (meccanico), di norma necessario in applicazioni di sollevamento.
Per controllare un freno meccanico, è necessaria un'uscita a relè (relè 01 o relè 02) o un'uscita digitale programmata (morsetto 27 o 29). Di norma, questa uscita va tenuta chiusa per il tempo in cui il convertitore di frequenza non è in grado di 'tenere' il motore, ad es. per via di un carico troppo elevato. Selezionare *[32] Com. freno mecc.* per applicazioni con un freno elettromagnetico in *5-40 Funzione relè*, *5-30 Uscita dig. morsetto 27*, oppure *5-31 Uscita dig. morsetto 29*. Quando viene selezionato *[32] Com. freno mecc.*, il freno meccanico è chiuso durante l'avviamento finché la corrente di uscita supera il livello selezionato in *2-20 Corrente rilascio freno*. Durante l'arresto, il freno meccanico viene attivato quando la velocità scende al di sotto del livello specificato in *2-21 Vel. attivazione freno [giri/min]*. Se il convertitore di frequenza entra in una condizione di allarme, o in una situazione di sovracorrente o sovratensione, il freno meccanico si inserisce immediatamente. Ciò avviene anche durante un Safe Torque Off.

4

AVVISO!

La modalità di protezione e le caratteristiche di ritardo scatto (*14-25 Ritardo scatto al limite di coppia* e *14-26 Ritardo scatto al guasto inverter*) possono ritardare l'attivazione del freno meccanico in una condizione di allarme. Queste caratteristiche devono essere disattivate nelle applicazioni di sollevamento.

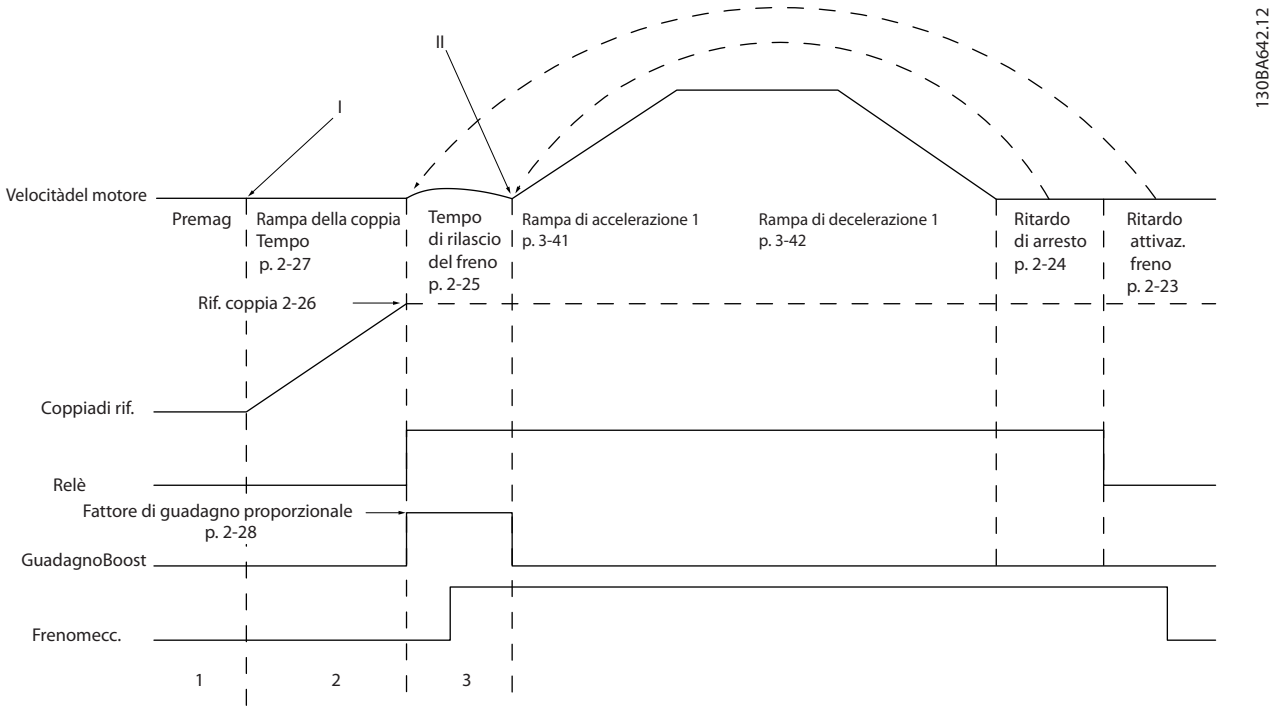


Disegno 4.2 Freno meccanico

4.2.13 Controllo del freno meccanico ad anello chiuso/freno meccanico di sollevamento

Il controllo del freno meccanico di sollevamento supporta le seguenti funzioni:

- 2 canali per la retroazione del freno meccanico per offrire un'ulteriore protezione contro un comportamento non intenzionale risultante da un cavo rotto.
- Monitoraggio della retroazione del freno meccanico per l'intero ciclo. Questo aiuta a proteggere il freno meccanico - particolarmente se i convertitori di frequenza sono collegati allo stesso albero.
- Nessuna rampa di salita finché la retroazione conferma che il freno meccanico è aperto.
- Controllo del carico migliorato all'arresto. Se *2-23 Ritardo attivaz. freno* viene impostato a un valore troppo breve, viene attivato W22 e alla coppia non viene consentito di effettuare una rampa di discesa.
- È possibile configurare la transizione quando il motore rileva il carico dal freno. *2-28 Fattore di guadagno proporzionale* può essere aumentato per minimizzare il movimento. Per una transizione molto regolare, modificare l'impostazione dal controllo di velocità al controllo di posizione durante il passaggio.
    - Impostare *2-28 Fattore di guadagno proporzionale* su 0 per abilitare il controllo della posizione durante *2-25 Tempo di rilascio del freno*. Ciò consente parametri da *2-30 Position P Start Proportional Gain* a *2-33 Speed PID Start Lowpass Filter Time* che sono parametri PID per il controllo della posizione.



Disegno 4.3 Sequenza di rilascio del freno per il controllo del freno meccanico di sollevamento Questo controllo del freno e disponibile solo in FLUX con retroazione del motore, per motori PM asincroni e non salienti.

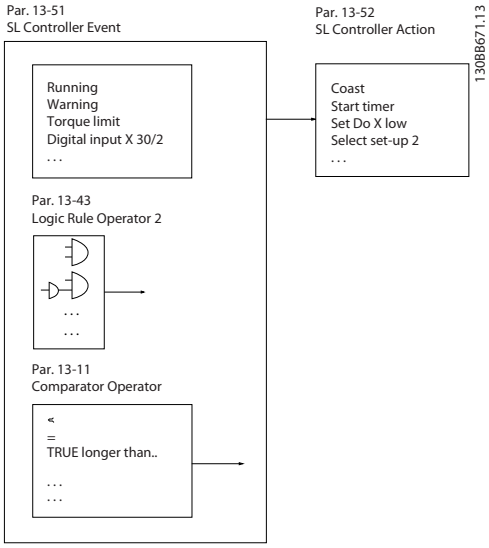
I parametri da *2-26 Rif. coppia* a*2-33 Speed PID Start Lowpass Filter Time* sono solo disponibili per il controllo del freno meccanico di sollevamento (FLUX con retroazione del motore). I parametri da *2-30 Position P Start Proportional Gain* a *2-33 Speed PID Start Lowpass Filter Time* possono essere configurati per una transizione molto regolare dal controllo di velocità al controllo di posizione durante *2-25 Tempo di rilascio del freno* - il tempo in cui il carico viene trasferito dal freno meccanico al convertitore di frequenza. I parametri da
2-30 Position P Start Proportional Gain a *2-33 Speed PID Start Lowpass Filter Time* vengono attivati quando *2-28 Fattore di guadagno proporzionale* è impostato su 0. Vedere *Disegno 4.3* per maggiori informazioni.

AVVISO!

Per un esempio del controllo del freno meccanico avanzato per le applicazioni di sollevamento, vedere *capitolo 10 Esempi applicativi*.

4.2.14 Smart Logic Control (SLC)

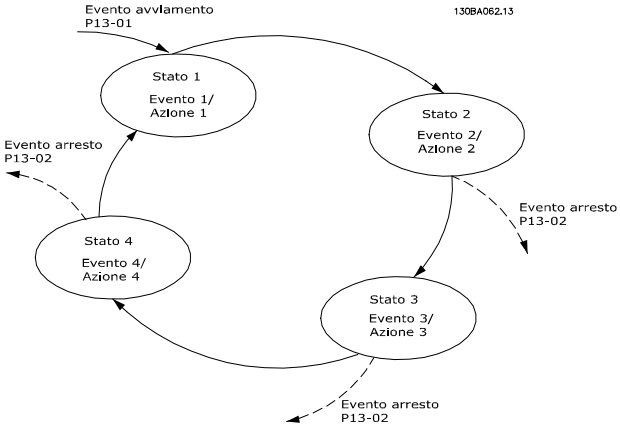
Lo Smart Logic Control (SLC) è essenzialmente una sequenza di azioni definite dall'utente (vedere *13-52 Azione regol. SL* [x]), le quali vengono eseguite dall'SLC quando l'*evento* associato definito dall'utente (vedere *13-51 Evento regol. SL* [x]) è valutato come TRUE dall'SLC. La condizione per un 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 4.4*.



Disegno 4.4 Evento ad 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 le condizioni di *evento* [1] verranno valutate. 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]).

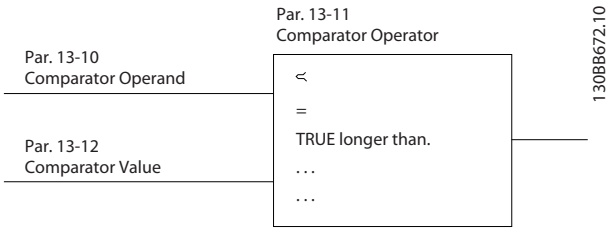
Solo se l'*evento* [0] viene valutato TRUE, l'SLC esegue l'*azione* [0] e inizia a valutare l'*evento* [1]. È possibile programmare da 1 a 20 *eventi* e *azioni*. Una volta eseguito l'ultimo *evento / azione*, la sequenza inizia da capo con *evento* [0]/*azione* [0]. *Disegno 4.5* mostra un esempio con 4 eventi/azioni:



Disegno 4.5 Ordine di esecuzione quando sono programmati 4 eventi/azioni

Comparatori

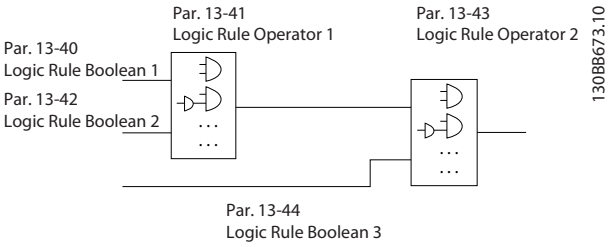
I comparatori vengono utilizzati per confrontare variabili continue (ad es. frequenza di uscita, corrente di uscita, ingresso analogico ecc.) con valori fissi preimpostati.



Disegno 4.6 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 4.7 Regole logiche

 Danfoss A/S © Rev. 04/04/2014 Tutti i diritti riservati.

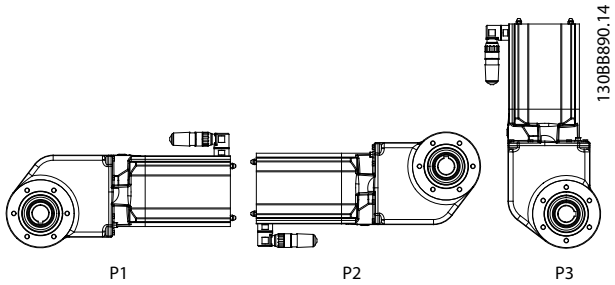
4.2.15 Safe Torque Off

Per informazioni riguardanti il Safe Torque Off, fare riferimento al *Manuale di funzionamento Safe Torque Off serie FC VLT®*.

4.3 Danfoss VLT® FlexConcept®

Danfoss VLT® FlexConcept® è una soluzione di convertitori efficiente dal punto di vista energetico, flessibile ed economica, concepita in primo luogo per trasportatori. Il concetto consiste del VLT® OneGearDrive® azionato dal VLT® AutomationDrive FC 302 o dal VLT® Decentral Drive FCD 302.

Il OneGearDrive è fondamentalmente un motore a magneti permanenti con un ingranaggio conico. L'ingranaggio conico può essere fornito con vari rapporti di trasmissione.



Disegno 4.8 OneGearDrive

Il OneGearDrive può essere azionato dal VLT® AutomationDrive FC 302 e dal VLT® Decentral Drive FCD 302 nelle seguente gamme di potenza in funzione delle richieste dell'applicazione attuale:

- 0,75 kW
- 1,1 kW
- 1,5 kW
- 2,2 kW
- 3,0 kW

Quando *[1] PM, SPM non saliente* è stato selezionato in in FC 302 oppure FCD 302, il OneGearDrive può essere selezionato in *1-11 Produtt. motore*, ed i parametri consigliati vengono impostati automaticamente.

Per maggiori informazioni, fare riferimento alla *Guida alla Programmazione VLT® AutomationDrive FC 301/FC 302*, la *Guida alla selezione VLT® OneGearDrive,* e *www.danfoss.com/BusinessAreas/DrivesSolutions/VLTFlex-Concept/*

5 Integrazione nel sistema

5.1 Condizioni ambientali di funzionamento

5.1.1 Umidità

Sebbene il convertitore di frequenza può funzionare correttamente a un'umidità elevata (fino al 95% di umidità relativa) è sempre necessario 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 interesse le unità senza alimentazione. È consigliabile installare un riscaldatore dell'armadio quando la condensazione è possibile 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. Tuttavia, assicurarsi che la dissipazione di potenza è sufficiente per impedire l'infiltrazione di umidità nel circuito del convertitore di frequenza.

5.1.2 Temperatura

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

- Sebbene i convertitori di frequenza possano funzionare a temperature fino a -10 °C, il corretto funzionamento a carichi nominali può eseer solo garantito a temperature di 0 °C o superiori.
- Non superare il limite di temperatura massimo.
- La durata dei componenti elettronici si riduce del 50% per ogni 10 °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.

5.1.3 Temperatura e raffreddamento

I convertitori di frequenza dispongono 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 potenze 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 ventola principale viene controllata tramite la temperatura interna del convertitore di frequenza e la velocità aumenta gradualmente insieme alla temperatura, riducendo la rumorosità ed il consumo di energia quando il fabbisogno è basso, ed assicurando il massimo raffreddamento quando è necessario. Il comando ventola può essere regolato mediante *14-52 Comando ventola* per adattarsi a qualsiasi applicazione, anche per proteggere dagli effetti negativi del raffreddamento in climi molto freddi. In caso di sovratemperatura all'interno del convertitore di frequenza, riduce la frequenza di commutazione ed il modello di commutazione, vedere *capitolo 5.1.4 Declassamento manuale* per maggiori informazioni.

I limiti minimo e massimo 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 i convertitori di frequenza possano funzionare a temperature fino a -10 °C, un corretto funzionamento a carichi nominali viene solo garantito a temperature di 0 °C o superiori.
- Non superare il limite di temperatura massimo.
- Non superare la temperatura massima nella media di 24 ore.
  (La temperatura media nelle 24 ore è la massima temperatura ambiente meno 5 °C.
  Esempio: la temperature max. è 50 °C, la temperatura massima nella media di 24 ore è 45 °C).
- Rispettare i requisiti di distanza superiore ed inferiore (*capitolo 8.2.1.1 Gioco*).
- Come regola empirica, la durata dei componenti elettronici si riduce del 50% per ogni 10 °C quando questi vengono fatti funzionare al di sopra della loro temperatura di progetto.

 Danfoss A/S © Rev. 04/04/2014 Tutti i diritti riservati.

- Anche i dispositivi con elevati gradi di protezione devono rispettare gli intervalli di temperatura ambiente specificati.
- Può essere necessario un condizionamento dell'aria supplementare dell'armadio o del luogo di installazione.

5.1.4 Declassamento manuale

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 6.2.6 Declassamento in base alla temperatura ambiente*.

5.1.4.1 Declassamento in relazione ad un funzionamento a bassa velocità

Se un motore è collegato ad 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 funzionamento.

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 ad un numero di giri inferiore alla metà del valore nominale, il motore dovrà essere rifornito con aria di raffreddamento supplementare (oppure può essere utilizzato un motore concepito per questo tipo di esercizio).

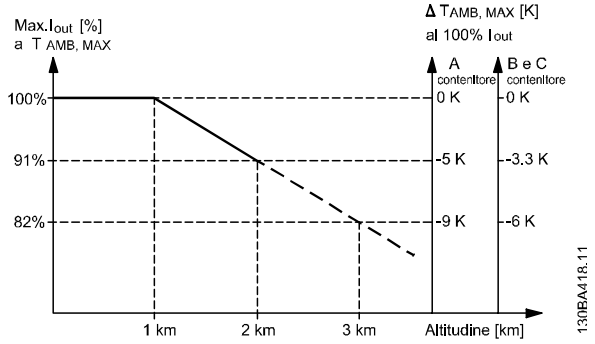
Un'alternativa consiste nella riduzione del livello di carico del motore selezionando un motore più grande. Tuttavia la struttura del convertitore di frequenza impone dei limiti alle dimensioni del motore.

Applicazioni a coppia variabile (quadratica) (VT)
Nelle applicazioni VT, ad 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.

5.1.4.2 Declassamento per bassa pressione dell'aria

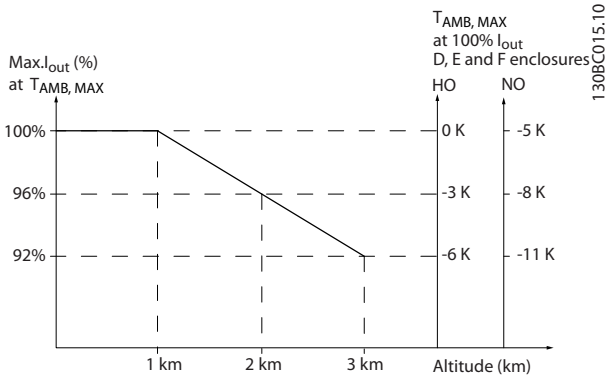
Il potere di raffreddamento dell'aria viene ridotto nel caso di una minore pressione dell'aria.

Sotto i 1000 m di altitudine non è necessario alcun declassamento, ma sopra i 1000 m la temperatura ambiente (T_{AMB}) o la corrente di uscita massima (I_{out}) dovrebbero essere ridotte in base a *Disegno 5.1*.



Disegno 5.1 Declassamento della corrente di uscita rispetto all'altitudine con $T_{AMB, MAX}$ per dimensioni telaio A, B e C. Per altitudini superiori ai 2000 m, contattare Danfoss per informazioni sulle caratteristiche PELV.

Un'alternativa è costituita dall'abbassamento della temperatura ambiente in caso di altitudini elevate, assicurando in questo modo il 100% della corrente di uscita ad altitudini elevate. Come esempio per la lettura del grafico, viene elaborata la situazione a 2000 m per un contenitore del tipo B con $T_{AMB, MAX}$ = 50 °C. Ad una temperatura di 45 °C ($T_{AMB, MAX}$ - 3,3 K), è disponibile il 91% della corrente di uscita nominale. Ad una temperatura di 41,7 °C, è disponibile il 100% della corrente di uscita nominale.



Disegno 5.2 Declassamento della corrente di uscita rispetto all'altitudine con $T_{AMB, MAX}$ per contenitori del tipo D3h.

5.1.5 Rumorosità acustica

La rumorosità acustica del convertitore di frequenza proviene da 3 fonti

- Bobine del collegamento CC (circuito intermedio)
- Choke filtro RFI
- Ventole interne

Vedere *capitolo 6.2.9 Rumorosità acustica* per i gradi di rumorosità.

5.1.6 Vibrazioni e urti

Il convertitore di frequenza è stato collaudato in base ad 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 a 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.

5.1.7 Atmosfere aggressive

5.1.7.1 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 corroso.

In atmosfere aggressive, sono consigliati contenitori IP ristretti insieme a schede di circuito con rivestimento conforme. Vedere *Tabella 5.1* per i valori di rivestimento conforme.

AVVISO!

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

Tipo di gas	Unità	Classe				
		3C1	3C2		3C3	
			Valore medio	Valore max.	Valore medio	Valore max.
Sale marino	n.d.	Nessuno	Nebbia salina		Nebbia salina	
Ossidi di zolfo	mg/m^3	0,1	0,3	1,0	5,0	10
Solfuro di idrogeno	mg/m^3	0,01	0,1	0,5	3,0	10
Cloro	mg/m^3	0,01	0,1	0,03	0,3	1,0
Cloruro di idrogeno	mg/m^3	0,01	0,1	0,5	1,0	5,0
Fluoruro di idrogeno	mg/m^3	0,003	0,01	0,03	0,1	3,0
Ammoniaca	mg/m^3	0,3	1,0	3,0	10	35
Ozono	mg/m^3	0,01	0,05	0,1	0,1	0,3
Azoto	mg/m^3	0,1	0,5	1,0	3,0	9,0

Tabella 5.1 Valori nominali della classe di rivestimento conforme

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

 Danfoss A/S © Rev. 04/04/2014 Tutti i diritti riservati.

5.1.7.2 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 grado di protezione IP55 o IP66 ed anche dispositivi montati nell'armadio con grado di protezione IP21 o IP20. Tener conto dei 3 aspetti descritti in basso 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 scaldano. Questo 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 generalmente si trovano sul retro del dispositivo. I rotori delle ventole presentano piccoli cuscinetti in cui la polvere può penetrare ed agire da abrasivo. Ciò provoca danni ai cuscinetti e guasti alle ventole.

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 molto polverosi. In queste condizioni sono necessarie misure preventive.

Manutenzione periodica

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

5.1.7.3 Atmosfere potenzialmente esplosive

I sistemi fatti funzionare in atmosfere potenzialmente esplosive devono soddisfare condizioni speciali. La direttiva UE 94/9/CE descrive il funzionamento in atmosfere potenzialmente esplosive.

I motori controllati da convertitori di frequenza in atmosfere potenzialmente esplosive devono essere monitorati per quanto riguarda la temperatura usando un sensore di temperatura PTC. Per questo ambiente sono approvati i motori con classe di protezione Ex d o e.

- La classificazione e consiste nella prevenzione di qualsiasi formazione di scintilla. Il FC 302 con versione firmware V6.3x o superiore è dotato di una funzione "monitoraggio termico ETR ATEX" per il funzionamento di motori Ex-e specificamente approvati. Quando combinato con un dispositivo di monitoraggio PTC approvato ATEX come la scheda termistore PTC MCB 112, l'installazione non richiede un'approvazione individuale da un'organizzazione autorizzata, vale a dire che non sono necessarie coppie abbinate.
- La classificazione d consiste nell'assicurare che un'eventuale scintilla venga contenuta in un'area protetta. Mentre non richiede approvazione, sono necessari un cablaggio ed un contenimento particolari.
- La combinazione d/e è quella più spesso usata in atmosfere potenzialmente esplosive. Il motore stesso presenta una classe di protezione dall'esplosione “e”, mentre l'area cablaggio e di connessione è realizzata in conformità alla classificazione “e”. La restrizione sullo spazio di connessione “e” consiste nella massima tensione consentita in questo spazio. La tensione di uscita di un convertitore di frequenza è generalmente limitata alla tensione di alimentazione. La modulazione della tensione di uscita può generare una tensione di picco inaccettabilmente elevata per la classificazione e. In pratica l'utilizzo di un filtro sinusoidale sull'uscita del convertitore di frequenza si è dimostrato un metodo efficace per attenuare l'elevata tensione di picco.

AVVISO!

Non installare un convertitore di frequenza in un'atmosfera potenzialmente esplosiva. Installare il convertitore di frequenza in un armadio al di fuori di quest'area. Si consiglia anche l'utilizzo di un filtro sinusoidale all'uscita del convertitore di frequenza per attenuare l'aumento della tensione dU/dt e la tensione di picco. Fare in modo che i cavi del motore siano i più brevi possibile.

AVVISO!

Le unità VLT® AutomationDrive con l'opzione MCB 112 dispongono di una capacità di monitoraggio del sensore termistore motore certificato PTB per le atmosfere potenzialmente esplosive. Non sono necessari cavi motori schermati quando i convertitori di frequenza funzionano con filtri di uscita sinusoidali.

 Danfoss A/S © Rev. 04/04/2014 Tutti i diritti riservati.

5.1.8 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 ed ai contaminanti. Gli intervalli di manutenzione per le ventole di raffreddamento (circa 3 anni) ed i condensatori (circa 5 anni) sono consigliati nella maggior parte degli ambienti.

5.1.9 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.

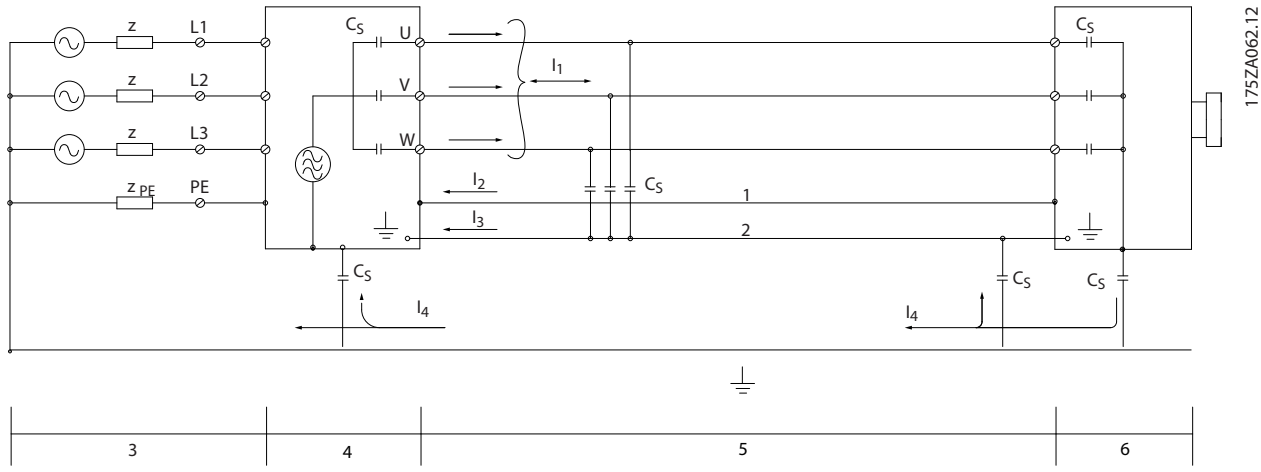
Si consiglia di mantenere l'apparecchiatura sigillata nella sua confezione fino all'installazione.

5.2 Considerazioni generali sull'EMC

La conduzione delle interferenze elettriche avviene solitamente a frequenze nell'intervallo compreso tra 150 kHz e 30 MHz. L'interferenza trasportata dall'aria proveniente dal convertitore di frequenza nel campo compreso tra 30 MHz e 1 GHz è generata dall'inverter, dal cavo motore e dal motore.
Come mostrato in *Disegno 5.3*, le correnti capacitive presenti nel cavo motore, accoppiate con un elevato valore dU/dt nella tensione del motore, generano correnti di dispersione.
L'uso di un cavo motore schermato aumenta la corrente di dispersione (vedere *Disegno 5.3*), in quanto tali cavi sono 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 5.3*.

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. A tal fine è consigliabile utilizzare fissaggi schermo integrati in modo da evitare terminali dello schermo attorcigliati (pigtails). Questi aumentano l'impedenza dello schermo alle alte frequenze, 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 ad entrambe le estremità del contenitore. In alcune situazioni è tuttavia necessario rimuovere lo schermo per evitare anelli di corrente.

 Danfoss A/S © Rev. 04/04/2014 Tutti i diritti riservati.



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

Disegno 5.3 Situazione che genera le corrente di dispersione

Nel caso in cui sia necessario posizionare la schermatura su una piastra di installazione del 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 tramite le viti di montaggio allo chassis del convertitore di frequenza.

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

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 installale i cavi con un livello di segnale sensibile accanto i cavi motore e freno. Interferenze radio a 50 MHz (trasportate dall'aria) vengono generate in particolare dall'elettronica di controllo.

 Danfoss A/S © Rev. 04/04/2014 Tutti i diritti riservati.

5.2.1 Risultati test EMC

I seguenti risultati dei test sono stati ottenuti con un sistema composto da un convertitore di frequenza, un cavo di comando schermato, un quadro di controllo con potenziometro nonché un singolo cavo motore ed un cavo motore schermato (Ölflex Classic 100 CY) alla frequenza di commutazione nominale. In *Tabella 5.2* sono indicate le lunghezze massime dei cavi motore per assicurare la conformità.

AVVISO!

Le condizioni possono variare notevolmente per altri setup.

5

AVVISO!

Consultare *Tabella 9.19* per cavi motore paralleli.

Tipo di filtro RFI		Emissione condotta			Emissione irradiata		
		Lunghezza del cavo [m]					
Standard e requisiti	EN 55011/CISPR 11	Classe B	Classe A gruppo 1	Classe A Gruppo 2	Classe B	Classe A Gruppo 1	Classe A Gruppo 2
	EN/IEC 61800-3	Categoria C1	Categoria C2	Categoria C3	Categoria C1	Categoria C2	Categoria C3
H1							
FC 301	0-37 kW 200-240 V	10	50	50	No	Sì	Sì
	0-75 kW 380-480 V	10	50	50	No	Sì	Sì
FC 302	0-37 kW 200-240 V	50	150	150	No	Sì	Sì
	0-75 kW 380-480 V	50	150	150	No	Sì	Sì
H2/H5							
FC 301	0-3,7 kW 200-240 V	No	No	5	No	No	Sì
FC 302	5,5-37 kW 200-240 V[2)]	No	No	25	No	No	Sì
	0-7,5 kW 380-500 V	No	No	5	No	No	Sì
	11-75 kW 380-500 V[2)]	No	No	25	No	No	Sì
	11-22 kW 525-690 V[2)]	No	No	25	No	No	Sì
	30-75 kW 525-690 V[2)]	No	No	25	No	No	Sì
H3							
FC 301	0-1,5 kW 200-240V	2,5	25	25	No	Sì	Sì
	0-1,5 kW 380-480V	2,5	25	25	No	Sì	Sì
H4							
FC 302	1,1-7,5 kW 525-690 V	No	100	100	No	Sì	Sì
	11-22 kW 525-690 V	No	100	100	No	Sì	Sì
	11-37 kW 525-690 V[3]	No	150	150	No	Sì	Sì
	30-75 kW 525-690 V	No	150	150	No	Sì	Sì
Hx[1)]							
FC 302	0,75-75 kW 525-600 V	No	No	No	No	No	No

Tabella 5.2 Risultati del test EMC (emissione) lunghezza massima del cavo motore

[1)] Le versioni Hx possono essere usate secondo EN/IEC 61800-3 categoria C4.

[2)] T5, 22-45 kW e T7, 22-75 kW sono conformi alla classe A gruppo 1 con un cavo motore di 25 m. Valgono alcune limitazioni per l'impianto (contattare DanfossDanfoss per dettagli).

HX, H1, H2, H3, H4 o H5 sono definiti nel codice tipo pos. 16-17 per i filtri EMC, vedere Tabella 7.1.

[3)] IP20.

 Danfoss A/S © Rev. 04/04/2014 Tutti i diritti riservati.

5.2.2 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 5.3* 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. È necessario realizzare uno schema EMC.

Tabella 5.3 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 5.4*.

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 5.4 Correlazione tra le norme di emissione generiche emissione EN 55011

5.2.3 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 e, di conseguenza, 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 dovute a fenomeni elettrici, sono stati eseguiti i test di immunità riportati di seguito 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 oscillazioni transitorie causate, ad esempio, da fulmini che cadono vicino alle installazioni.
- **EN 61000-4-6 (IEC 61000-4-6):** Modalità comune RF: Simulazione dell'impatto delle apparecchiature di trasmissione radio collegate mediante cavi di connessione.

 Danfoss A/S © Rev. 04/04/2014 Tutti i diritti riservati.

Vedere *Tabella 5.5*.

Norma di base	Transitori veloci IEC 61000-4-4	Transitori di picco IEC 61000-4-5	ESD IEC 61000-4-2	Campo elettromagnetico irradiato IEC 61000-4-3	Tensione modalità comune RF IEC 61000-4-6
Criterio di accettazione	**B**	**B**	**B**	**A**	**A**
Intervallo di tensione: 200-240 V, 380-500 V, 525-600 V, 525-690 V					
Linea	4 kV modo comune	2 kV/2 Ω modalità differenziale 4 kV/12 Ω modo comune	—	—	10 V_{RMS}
Motore	4 kV modo comune	4 kV/2 Ω[1)]	—	—	10 V_{RMS}
Freno	4 kV modo comune	4 kV/2 Ω[1)]	—	—	10 V_{RMS}
Condivisione del carico	4 kV modo comune	4 kV/2 Ω[1)]	—	—	10 V_{RMS}
Fili di controllo	2 kV modo comune	2 kV/2 Ω[1)]	—	—	10 V_{RMS}
Bus standard	2 kV modo comune	2 kV/2 Ω[1)]	—	—	10 V_{RMS}
Relè	2 kV modo comune	2 kV/2 Ω[1)]	—	—	10 V_{RMS}
Applicazione e opzioni Fieldbus options	2 kV modo comune	2 kV/2 Ω[1)]	—	—	10 V_{RMS}
Cavo LCP	2 kV modo comune	2 kV/2 Ω[1)]	—	—	10 V_{RMS}
Alim. 24 V CC esterna	2 V modo comune	0,5 kV/2 Ω modalità differenziale 1 kV/12 Ω modo comune	—	—	10 V_{RMS}
Contenitore	—	—	8 kV AD 6 kV CD	10V/m	—

Tabella 5.5 Modulo di immunità EMC

[1)] *Iniezione sullo schermo del cavo*

5.2.4 Isolamento motore

I motori di nuova progettazione da usare con convertitori di frequenza dispongono di 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 è necessario confermare l'isolamento del motore o mitigare con il filtro dU/dt oppure, se necessario, un filtro sinusoidale. dU/dt. Per lunghezze del cavo motore ≤, è raccomandata la lunghezza massima del cavo elencata in *capitolo 6.2 Specifiche generali* e i valori nominali di isolamento del motore elencati in *Tabella 5.6*. Se un motore presenta un grado di isolamento inferiore, si consiglia di utilizzare un filtro dU/dt o sinusoidale.

Tensione di alimentazione 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 5.6 Isolamento motore

 Danfoss A/S © Rev. 04/04/2014 Tutti i diritti riservati.

5.2.5 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
- motore

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 alle istruzioni 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, ad 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 motore e carico.
3. Ridurre la frequenza di commutazione IGBT.
4. Modificare la forma d'onda dell'inverter, 60° AVM 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. Assicurare il bilanciamento della tensione di linea verso terra. Può essere difficoltoso per i sistemi IT, TT, TN-CS o con una fase a terra del triangolo.
9. Utilizzare un dU/dt o il filtro sinusoidale.

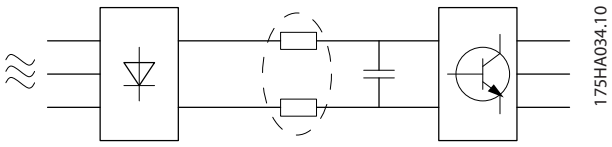
5.3 Interferenza alimentazione di rete/ armoniche

Un convertitore di frequenza assorbe dalla rete una corrente non sinusoidale che aumenta la corrente di ingresso IRMS. 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:

Correnti armoniche	I_1	I_5	I_7
Hz	50	250	350

Tabella 5.7 Corrente non sinusoidale trasformata

Le armoniche non contribuiscono direttamente al consumo energetico, ma aumentano le perdite di calore nell'installazione (trasformatore, cavi). Di conseguenza, negli impianti con una percentuale elevata di carico del raddrizzatore, è necessario mantenere le correnti armoniche ad un livello basso per evitare il sovraccarico del trasformatore e temperature elevate nei cavi.



Disegno 5.4 Bobine del circuito intermedio

AVVISO!

Alcune delle correnti armoniche potrebbero generare disturbi ai dispositivi di comunicazione collegati allo stesso trasformatore o provocare risonanza in collegamento con le unità di correzione del fattore di potenza.

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

Tabella 5.8 Correnti armoniche confrontate con la corrente dell'ingressoRMS

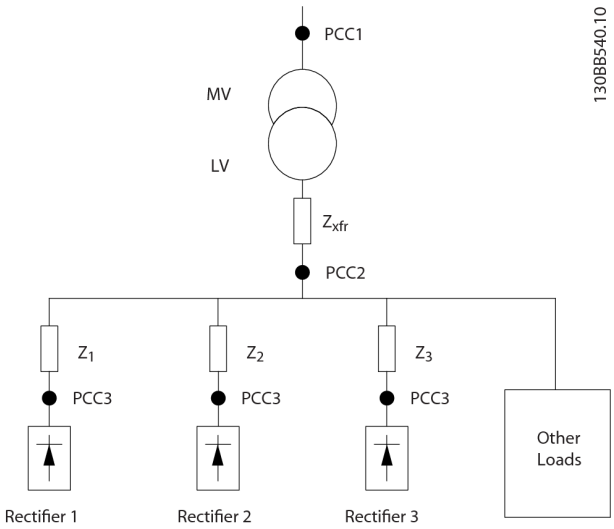
Per assicurare un basso contenuto di correnti armoniche, il convertitore di frequenza è dotato, di serie, di bobine nel circuito intermedio. le bobine in CC riducono la distorsione armonica totale (THD) del 40%.

 Danfoss A/S © Rev. 04/04/2014 Tutti i diritti riservati.

5

5.3.1 Effetti delle armoniche in sistema di distribuzione dell'energia

In *Disegno 5.5* 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 dove sono collegati tutti i carichi è PCC2. Ogni carico è collegato mediante cavi che hanno impedenza Z_1, Z_2, Z_3.



Disegno 5.5 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.

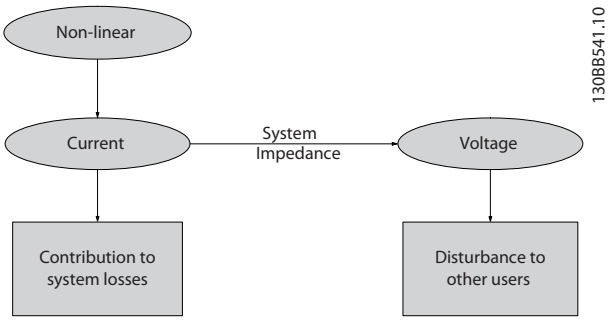
Un termine comunemente utilizzato per descrivere l'impedenza di una rete di distribuzione è il rapporto di cortocircuito R_{sce}, definito come il rapporto tra la potenza apparente di cortocircuito al PCC (S_{sc}) e la potenza apparente nominale del carico (S_{equ}).

$$Rsce = \frac{Sce}{Sequ}$$

dove $Ssc = \frac{U^2}{Zalimentazione}$ e $Sequ = U \times Iequ$

L'effetto negativo delle armoniche è doppio

- Le correnti armoniche contribuiscono alle perdite di sistema (nei cavi e nel trasformatore)
- Le armoniche di tensione provocano disturbi sugli altri carichi e ne aumentano le perdite



Disegno 5.6 Effetti negativi sulle armoniche

5.3.2 Standard e requisiti per la limitazione delle armoniche

I requisiti per la limitazione delle armoniche possono essere

- requisiti specifici dell'applicazione
- norme da osservare

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

Esempio
Un trasformatore da 250 kVA con due motori da 110 kW collegati è sufficiente se uno dei motori è collegato direttamente alla linea e l'altro è alimentato tramite un convertitore di frequenza. Tuttavia il trasformatore è sottodimensionato se entrambi i motori sono alimentati dal convertitore di frequenza. 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 AHF005/010* per ulteriori dettagli sulle singole norme.

 Danfoss A/S © Rev. 04/04/2014 Tutti i diritti riservati.

In Europa, il THVD 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 THVD. Il VLT® AutomationDrive è progettato per resistere al 10% di THVD.

5.3.3 Riduzione delle armoniche

Nel caso sia necessario sopprimere le armoniche, DanfossDanfoss 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 pubblica (distorsione di fondo, sbilanciamento dell'alimentazione di rete, risonanza, tipo di alimentazione (trasformatore/generatore)
- Applicazione (profilo di carico, numero e taglia dei carichi)
- Norme e regolamenti locali e nazionali (IEEE519, IEC, G5/4, ecc)
- Costo totale (TCO, che include costo iniziale, efficienza, manutenzione, ecc)

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

5.3.4 Calcolo delle armoniche

Danfoss offre strumenti per il calcolo delle armoniche, vedere *capitolo 9.6.5 Software PC*.

5.4 Isolamento galvanico (PELV)

5.4.1 PELV - Tensione di protezione bassissima

PELV offre protezione mediante bassissima tensione. La protezione contro le scosse elettriche è garantita se l'alimentazione elettrica è del tipo PELV e l'installazione è effettuata come descritto nelle norme locali e nazionali relative all'isolamento PELV.

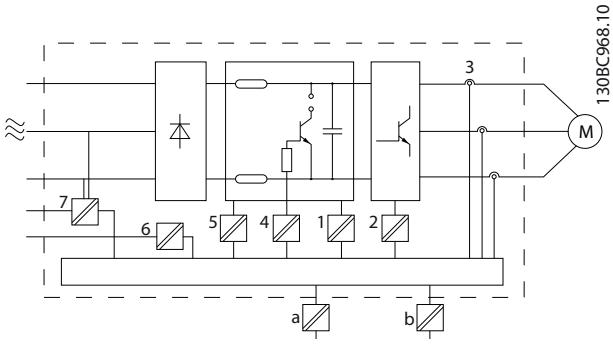
Tutti i morsetti di controllo e i morsetti relè 01-03/04-06 sono conformi allo standard PELV (Tensione di protezione bassissima), con l'eccezione del collegamento a triangolo a terra oltre 400 V.

L'isolamento galvanico (garantito) si ottiene ottemperando ai requisiti relativi ad un isolamento superiore e garantendo le corrispondenti distanze di creapage (distanza minima sulla superficie del materiale isolante fra due parti conduttrici) /clearance (la distanza minima in aria per la creazione potenziale di un arco tra le due parti conduttive). Questi requisiti sono descritti nella norma EN 61800-5-1.

I componenti che costituiscono l'isolamento elettrico, come descritto di seguito, sono inoltre conformi ai requisiti relativi all'isolamento di classe superiore e al test corrispondente descritto nella norma EN 61800-5-1. L'isolamento galvanico PELV può essere mostrato in sei posizioni (vedere *Disegno 5.7*):

Al fine di mantenere i requisiti PELV, tutte le connessioni con i morsetti di controllo devono essere PELV, vale a dire il termistore deve essere rinforzato/a doppio isolamento.

1. Alimentazione (SMPS) incl. isolamento del segnale del collegamento CC.
2. Comando gate che aziona gli IGBT (trasformatori di innesco / fotoaccoppiatori).
3. Trasduttori di corrente.
4. Fotoaccoppiatore, modulo freno.
5. Circuiti di misura della corrente di spunto interna, delle RFI e della temperatura.
6. Relè personalizzati.
7. Freno meccanico.



Disegno 5.7 Isolamento galvanico

L'isolamento galvanico funzionale (a e b sul disegno) serve per l'opzione di backup a 24 V e per l'interfaccia bus standard RS-485.

AVVISO

Installazione ad altitudini elevate:
Per altitudini superiori ai 2000 m, contattare Danfoss per informazioni sulle caratteristiche PELV.

AVVISO

Toccare le parti elettriche può avere conseguenze letali, anche dopo avere disinserito l'alimentazione di rete. Verificare anche che siano stati scollegati gli altri ingressi della tensione quali condivisione del carico (collegamento del circuito intermedio CC) e il collegamento del motore per il backup dell'energia cinetica.
Prima di toccare qualsiasi componente elettrico, attendere almeno l'intervallo di tempo indicato in *Tabella 2.1*.
Un tempo più breve è consentito solo se indicato sulla targhetta dell'unità specifica.

5

5.5 Funzioni freno

La funzione di frenata viene applicata per frenare il carico sull'albero motore, o come frenatura dinamica o come frenatura meccanica.

5.5.1 Scelta della Resistenza di frenatura

La resistenza di frenatura garantisce che l'energia venga assorbita dalla resistenza freno e non dal convertitore di frequenza. Per maggiori informazioni vedere la *Guida alla progettazione della resistenza di frenatura*.

Se la quantità di energia cinetica trasferita alla resistenza in ogni intervallo di frenatura non è nota, è possibile calcolare la potenza media in base al tempo di ciclo e all'intervallo di frenatura, noto anche come duty cycle intermittente. Il duty cycle intermittente della resistenza è un indizio del duty cycle a cui lavora la resistenza. *Disegno 5.8* illustra un tipico ciclo di frenatura.

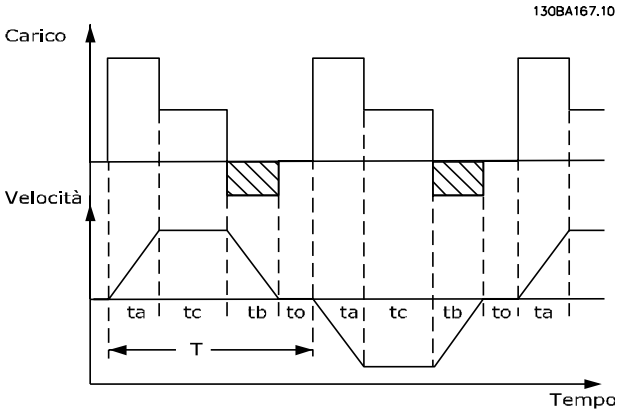
AVVISO!

I fornitori di motori usano spesso il valore S5 per definire il carico permissibile, che è un'espressione del duty cycle intermittente.

Il duty cycle intermittente per la resistenza viene calcolata come segue:

Duty cycle = t_b/T

T = tempo di ciclo in s
t_b è il tempo di frenatura in s (del tempo di ciclo)



Disegno 5.8 Ciclo di frenatura tipico

	Tempo di ciclo (s)	Duty cycle di frenatura al 100% della coppia	Duty cycle di frenatura in caso di sovraccoppia (150/160%)
200-240 V			
PK25-P11K	120	Continua	40%
P15K-P37K	300	10%	10%
380-500 V			
PK37-P75K	120	Continua	40%
P90K-P160	600	Continua	10%
P200-P800	600	40%	10%
525-600 V			
PK75-P75K	120	Continua	40%
525-690 V			
P37K-P400	600	40%	10%
P500-P560	600	40%[1)]	10%[2)]
P630-P1M0	600	40%	10%

Tabella 5.9 Frenatura con un elevato livello di coppia di sovraccarico

[1)] 500 kW con una coppia di frenata della 86%/560 kW con una coppia di frenata del 76%
[2)] 500 kW con una coppia di frenata del 130%/560 kW con una coppia di frenata del 115%

Danfoss fornisce resistenze freno con duty cycle pari a 5%, 10% e 40%. Se viene applicato un duty cycle del 10%, le resistenze freno possono assorbire la potenza freno per il 10% del tempo di ciclo. Il rimanente 90% del tempo di ciclo è utilizzato per dissipare il calore in eccesso.

AVVISO!

Assicurarsi che la resistenza sia progettata per gestire il tempo di frenatura necessario.

 Danfoss A/S © Rev. 04/04/2014 Tutti i diritti riservati.

Il carico max. consentito sulla resistenza di frenatura è indicato come potenza di picco in un determinato duty cycle intermittente e può essere calcolato come:

$$ED\,(duty\ cycle) = \frac{tb}{T\ cycle}$$

dove tf è il tempo di frenata in secondi e ciclo T è il tempo di ciclo totale.

La resistenza di frenatura viene calcolata come segue:

$$Rbr\,[\Omega] = \frac{U_{dc}^2}{Ppeak}$$

dove

$P_{peak} = P_{motor} \times M_{br}\,[\%] \times \eta_{motor} \times \eta_{VLT}[W]$

La resistenza di frenatura dipende dalla tensione del circuito intermedio (U_{dc}).
La funzione di frenata FC 301 e FC 302 viene gestita in 4 aree della rete.

Dimensioni	Freno attivo	Avviso prima del disinse-rimento	Disinse-rimento (scatto)
FC 301/FC 302 200-240 V	390 V	405 V	410 V
FC 301 380-480 V	778 V	810 V	820 V
FC 302 380-500 V	810 V	840 V	850 V
FC 302 525-600 V	943 V	965 V	975 V
FC 302 525-690 V	1084 V	1109 V	1130 V

Tabella 5.10 Limiti del freno [UDC]

AVVISO!

Controllare che la resistenza di frenatura possa tollerare una tensione di 410 V, 820 V, 850 V, 975 V o 1130 V, a meno che non vengano usate resistenze di frenatura Danfoss.

Danfoss raccomanda l'uso della resistenza di frenatura R_{rec}, vale a dire quella che garantisce che il convertitore di frequenza sia in grado di frenare alla coppia di frenata massima ($M_{br(\%)}$) del 160%. La formula può essere espressa come:

$$R_{rec}\,[\Omega] = \frac{U_{dc}^2 \times 100}{P_{motor} \times Mbr\,(\%) \times \eta_{VLT} \times \eta_{motor}}$$

η_{motor} è tipicamente 0,90
η_{VLT} è tipicamente 0,98

Nel caso dei convertitori di frequenza a 200 V, 480 V, 500 V e 600 V, il valore R_{rec} con una coppia di frenata del 160% viene espresso come:

$$200\,V:\ Rrec = \frac{107780}{Pmotore}\,[\Omega]$$

$$480\,V:\ Rrec = \frac{375300}{Pmotore}\,[\Omega]^{1)}$$

$$480\,V:\ Rrec = \frac{428914}{Pmotore}\,[\Omega]^{2)}$$

$$500\,V:\ Rrec = \frac{464923}{Pmotore}\,[\Omega]$$

$$600\,V:\ Rrec = \frac{630137}{Pmotore}\,[\Omega]$$

$$690\,V:\ Rrec = \frac{832664}{Pmotore}\,[\Omega]$$

1) Per convertitori di frequenza con potenza all'albero ≤ 7,5 kW
2) Per convertitori di frequenza con potenza all'albero da 11 a 75 kW

AVVISO!

La resistenza di frenatura selezionata non dovrebbe superare quella raccomandata da Danfoss. Se viene selezionata una resistenza di frenatura con un valore ohmico più elevato, la coppia di frenata del 160% potrebbe non essere raggiunta poiché esiste il rischio che il convertitore di frequenza si disinserisca per ragioni di sicurezza.

AVVISO!

Se si verifica un cortocircuito nel transistor di frenatura, si può impedire la dissipazione di potenza nella resistenza di frenatura soltanto utilizzando un interruttore generale di alimentazione o un contattore per scollegare dalla rete il convertitore di frequenza. (Il contattore può essere controllato dal convertitore di frequenza).

⚠ATTENZIONE

La resistenza di frenatura si surriscalda durante e dopo la frenatura.

- **Per evitare lesioni personali, non toccare la resistenza di frenatura.**
- **Posizionare la resistenza di frenatura in un ambiente sicuro per evitare il rischio d'incendio.**

⚠ATTENZIONE

I convertitori di frequenza con contenitore di tipo D-F contengono più di un chopper di frenatura. Di conseguenza, usare una resistenza di frenatura per chopper di frenatura con quei tipi di contenitore.

5.5.2 Cablaggio della resistenza di frenatura

EMC (cavi a doppino ritorto/schermatura)
Per soddisfare le prestazioni EMC specificate del convertitore di frequenza, usare cavi/fili schermati. Se vengono usati cavi non schermati, si raccomanda di intrecciare i cavi per ridurre i disturbi elettrici causati dai cavi tra la resistenza di frenatura ed il convertitore di frequenza.

Per ottenere le migliori prestazioni EMC, usare uno schermo metallico.

5.5.3 Controllo con funzione freno

Il freno è protetto contro i cortocircuiti della resistenza di frenatura e il transistor di frenatura viene controllato per rilevarne eventuali cortocircuiti. Può essere impiegata un'uscita a relè/digitale per proteggere la resistenza di frenatura dal sovraccarico in caso di guasto nel convertitore di frequenza.
Inoltre, il freno consente di visualizzare la potenza istantanea e la potenza media degli ultimi 120 secondi. Il freno può anche monitorare la potenza a recupero di energia ed assicurare che non superi un limite selezionato in *2-12 Limite di potenza freno (kW)*. In *2-13 Monitor. potenza freno*, scegliere la funzione da eseguire quando la potenza trasmessa alla resistenza di frenatura supera il limite impostato in *2-12 Limite di potenza freno (kW)*.

AVVISO!

Il monitoraggio della potenza di frenatura non è una funzione di sicurezza; per questo scopo è richiesto un interruttore termico. Il circuito della resistenza di frenatura non è protetto dalla dispersione verso terra.

Controllo sovratensione (OVC) (escl. resistenza di frenatura) può essere selezionato come una funzione freno alternativa nel *2-17 Controllo sovratensione*. Questa funzione è attiva per tutte le unità. La funzione consente di evitare uno scatto se la tensione del collegamento CC aumenta. Ciò avviene aumentando la frequenza di uscita per limitare la tensione dal collegamento CC. È una funzione utile, ad esempio se il tempo di rampa di decelerazione è troppo breve, in quanto consente di evitare lo scatto del convertitore di frequenza. In questa situazione, il tempo di rampa di decelerazione viene estesa.

AVVISO!

L'OVC non può essere attivato mentre è in funzione un motore PM (quando *1-10 Struttura motore* è impostato su *[1] PM, SPM non saliente*).

 Danfoss A/S © Rev. 04/04/2014 Tutti i diritti riservati.

6 Specifiche del prodotto

6.1 Dati elettrici

6.1.1 Alimentazione di rete 200-240 V

Designazione del tipo	PK25	PK37	PK55	PK75	P1K1	P1K5	P2K2	P3K0	P3K7
Potenza all'albero tipica [kW]	0,25	0,37	0,55	0,75	1,1	1,5	2,2	3,0	3,7
Contenitore IP20 (solo FC 301)	A1	A1	A1	A1	A1	A1	-	-	-
Contenitore IP20/IP21	A2	A2	A2	A2	A2	A2	A2	A3	A3
Contenitore IP55, IP66	A4/A5	A4/A5	A4/A5	A4/A5	A4/A5	A4/A5	A4/A5	A5	A5
Corrente di uscita									
Continua (200-240 V) [A]	1,8	2,4	3,5	4,6	6,6	7,5	10,6	12,5	16,7
Intermittente (200-240 V) [A]	2,9	3,8	5,6	7,4	10,6	12,0	17,0	20,0	26,7
KVA continui (208 V) [kVA]	0,65	0,86	1,26	1,66	2,38	2,70	3,82	4,50	6,00
Corrente di ingresso max.									
Continua (200-240 V) [A]	1,6	2,2	3,2	4,1	5,9	6,8	9,5	11,3	15,0
Intermittente (200-240 V) [A]	2,6	3,5	5,1	6,6	9,4	10,9	15,2	18,1	24,0
Specifiche supplementari									
Sezione trasversale max. dei cavi[4)] per rete, motore, freno e condivisione del carico [mm^2] ([AWG])	4,4,4 (12,12,12) (min. 0,2 (24))								
Sezione trasversale max. dei cavi[4)] per sezionatore [mm^2] ([AWG])	6,4,4 (10,12,12)								
Perdita di potenza stimata a carico nom. max. [W][3)]	21	29	42	54	63	82	116	155	185
Rendimento[2)]	0,94	0,94	0,95	0,95	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96

Tabella 6.1 Alimentazione di rete 200-240 V, PK25-P3K7

 Danfoss A/S © Rev. 04/04/2014 Tutti i diritti riservati.

Designazione del tipo	P5K5		P7K5		P11K	
Sovraccarico elevato/normale[1)]	HO	NO	HO	NO	HO	NO
Potenza all'albero tipica [kW]	5,5	7,5	7,5	11	11	15
Contenitore IP20	B3		B3		B4	
Contenitore IP21, IP55, IP66	B1		B1		B2	
Corrente di uscita						
Continua (200-240 V) [A]	24,2	30,8	30,8	46,2	46,2	59,4
Intermittente (sovraccarico per 60 s) (200-240 V) [A]	38,7	33,9	49,3	50,8	73,9	65,3
KVA continui (208 V) [kVA]	8,7	11,1	11,1	16,6	16,6	21,4
Corrente di ingresso max.						
Continua (200-240 V) [A]	22,0	28,0	28,0	42,0	42,0	54,0
Intermittente (sovraccarico per 60 s) (200-240 V) [A]	35,2	30,8	44,8	46,2	67,2	59,4
Specifiche supplementari						
Sezione trasversale max. del cavo IP20[4)] per rete, freno, motore e condivisione del carico [mm^2] ([AWG])	10,10,- (8,8,-)		10,10,- (8,8,-)		35,-,- (2,-,-)	
Sezione trasversale max. del cavo IP21[4)] per rete, freno e condivisione del carico [mm^2] ([AWG])	16,10,16 (6,8,6)		16,10,16 (6,8,6)		35,-,- (2,-,-)	
La sezione trasversale max. del cavo IP21[4)] per motore [mm^2] ([AWG])	10,10,- (8,8,-)		10,10,- (8,8,-)		35,25,25 (2,4,4)	
Sezione trasversale max. del cavo[4)] per sezionatore [mm^2] ([AWG])	16,10,10 (6,8,8)					
Perdita di potenza stimata a carico nom. max. [W][3)]	239	310	371	514	463	602
Rendimento[2)]	0,96		0,96		0,96	

Tabella 6.2 Alimentazione di rete 200-240 V, P5K5-P11K

 Danfoss A/S © Rev. 04/04/2014 Tutti i diritti riservati.

Designazione del tipo	P15K		P18K		P22K		P30K		P37K	
Sovraccarico elevato/normale[1)]	HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO
Potenza all'albero tipica [kW]	15	18,5	18,5	22	22	30	30	37	37	45
Contenitore IP20	B4		C3		C3		C4		C4	
Contenitore IP21, IP55, IP66	C1		C1		C1		C2		C2	
Corrente di uscita										
Continua (200-240 V) [A]	59,4	74,8	74,8	88,0	88,0	115	115	143	143	170
Intermittente (sovraccarico per 60 s) (200-240 V) [A]	89,1	82,3	112	96,8	132	127	173	157	215	187
KVA continui (208 V [kVA]	21,4	26,9	26,9	31,7	31,7	41,4	41,4	51,5	51,5	61,2
Corrente di ingresso max.										
Continua (200-240 V) [A]	54,0	68,0	68,0	80,0	80,0	104	104	130	130	154
Intermittente (sovraccarico per 60 s) (200-240 V) [A]	81,0	74,8	102	88,0	120	114	156	143	195	169
Specifiche supplementari										
Sezione trasversale max. del cavo IP20 per rete, freno, motore e condivisione del carico [mm^2] ([AWG])	35 (2)		50 (1)		50 (1)		150 (300MCM)		150 (300MCM)	
Sezione trasversale max. del cavo IP21, IP55, IP66 per la rete ed il motore [mm^2] ([AWG])	50 (1)		50 (1)		50 (1)		150 (300MCM)		150 (300MCM)	
Sezione trasversale max. del cavo IP21, IP55, IP66 per freno e condivisione del carico [mm^2] ([AWG])	50 (1)		50 (1)		50 (1)		95 (3/0)		95 (3/0)	
Sezione trasversale max. del cavo[4)] per sezionatore [mm^2] ([AWG])	50, 35, 35 (1, 2, 2)						95, 70, 70 (3/0, 2/0, 2/0)		185, 150, 120 (350MCM, 300MCM, 4/0)	
Perdita di potenza stimata a carico nom. max. [W][3)]	624	737	740	845	874	1140	1143	1353	1400	1636
Rendimento[2)]	0,96		0,97		0,97		0,97		0,97	

Tabella 6.3 Alimentazione di rete 200-240 V, P15K-P37K

 Danfoss A/S © Rev. 04/04/2014 Tutti i diritti riservati.

6.1.2 Alimentazione di rete 380-500 V

Designazione del tipo	PK37	PK55	PK75	P1K1	P1K5	P2K2	P3K0	P4K0	P5K5	P7K5
Potenza all'albero tipica [kW]	0,37	0,55	0,75	1,1	1,5	2,2	3,0	4,0	5,5	7,5
Contenitore IP20 (solo FC 301)	A1	A1	A1	A1	A1	-	-	-	-	-
Contenitore IP20/IP21	A2	A2	A2	A2	A2	A2	A2	A2	A3	A3
Contenitore IP55, IP66	A4/A5	A4/A5	A4/A5	A4/A5	A4/A5	A4/A5	A4/A5	A4/A5	A5	A5
Corrente di uscita sovraccarico elevato 160% per 1 minuto										
Potenza all'albero [kW]	0,37	0,55	0,75	1,1	1,5	2,2	3	4	5,5	7,5
Continua (380-440 V) [A]	1,3	1,8	2,4	3,0	4,1	5,6	7,2	10	13	16
Intermittente (380-440 V) [A]	2,1	2,9	3,8	4,8	6,6	9,0	11,5	16	20,8	25,6
Continuous (441-500 V) [A]	1,2	1,6	2,1	2,7	3,4	4,8	6,3	8,2	11	14,5
Intermittente (441-500 V) [A]	1,9	2,6	3,4	4,3	5,4	7,7	10,1	13,1	17,6	23,2
KVA continui (400 V) [kVA]	0,9	1,3	1,7	2,1	2,8	3,9	5,0	6,9	9,0	11
KVA continui (460 V) [kVA]	0,9	1,3	1,7	2,4	2,7	3,8	5,0	6,5	8,8	11,6
Corrente di ingresso max.										
Continua (380-440 V) [A]	1,2	1,6	2,2	2,7	3,7	5,0	6,5	9,0	11,7	14,4
Intermittente (380-440 V) [A]	1,9	2,6	3,5	4,3	5,9	8,0	10,4	14,4	18,7	23
Continuous (441-500 V) [A]	1,0	1,4	1,9	2,7	3,1	4,3	5,7	7,4	9,9	13
Intermittente (441-500 V) [A]	1,6	2,2	3,0	4,3	5,0	6,9	9,1	11,8	15,8	20,8
Specifiche supplementari										
Sezione trasversale max. del cavo IP20, IP21[4] per rete, motore, freno e condivisione del carico [mm^2] ([AWG])	4,4,4 (12,12,12) (min. 0,2(24))									
Sezione trasversale max. del cavo IP55, IP66[4] per rete, motore, freno e condivisione del carico [mm^2] ([AWG])	4,4,4 (12,12,12)									
Sezione trasversale max. del cavo[4] per sezionatore [mm^2] ([AWG])	6,4,4 (10,12,12)									
Perdita di potenza stimata a carico nom. max. [W][3]	35	42	46	58	62	88	116	124	187	255
Rendimento[2]	0,93	0,95	0,96	0,96	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97

Tabella 6.4 Alimentazione di rete 380-500 V (FC 302), 380-480 V (FC 301), PK37-P7K5

 Danfoss A/S © Rev. 04/04/2014 Tutti i diritti riservati.

Designazione del tipo	P11K		P15K		P18K		P22K	
Sovraccarico elevato/normale[1)]	HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO
Potenza all'albero tipica [kW]	11	15	15	18,5	18,5	22,0	22,0	30,0
Potenza all'albero tipica [HP] a 460 V	15	20	20	25	25	30	30	40
Contenitore IP20	B3		B3		B4		B4	
Contenitore IP21	B1		B1		B2		B2	
Contenitore IP55, IP66	B1		B1		B2		B2	
Corrente di uscita								
Continua (380-440 V) [A]	24	32	32	37,5	37,5	44	44	61
Intermittente (sovraccarico per 60 s) (380-440 V) [A]	38,4	35,2	51,2	41,3	60	48,4	70,4	67,1
Continua (441-500 V) [A]	21	27	27	34	34	40	40	52
Intermittente (sovraccarico per 60 s) (441-500 V) [A]	33,6	29,7	43,2	37,4	54,4	44	64	57,2
KVA continui (400 V) [kVA]	16,6	22,2	22,2	26	26	30,5	30,5	42,3
KVA continui (460 V) [kVA]		21,5		27,1		31,9		41,4
Corrente di ingresso max.								
Continua (380-440 V) [A]	22	29	29	34	34	40	40	55
Intermittente (sovraccarico per 60 s) (380-440 V) [A]	35,2	31,9	46,4	37,4	54,4	44	64	60,5
Continua (441-500 V) [A]	19	25	25	31	31	36	36	47
Intermittente (sovraccarico per 60 s) (441-500 V) [A]	30,4	27,5	40	34,1	49,6	39,6	57,6	51,7
Specifiche supplementari								
Sezione trasversale max. del cavo IP21, IP55, IP66[4)] per rete, freno e condivisione del carico [mm^2] ([AWG])	16, 10, 16 (6, 8, 6)		16, 10, 16 (6, 8, 6)		35,-,-(2,-,-)		35,-,-(2,-,-)	
Sezione trasversale max. del cavo IP21, IP55, IP66[4)] per motore [mm^2] ([AWG])	10, 10,- (8, 8,-)		10, 10,- (8, 8,-)		35, 25, 25 (2, 4, 4)		35, 25, 25 (2, 4, 4)	
Sezione trasversale max. del cavo IP20[4)] per rete, freno, motore e condivisione del carico [mm^2] ([AWG])	10, 10,- (8, 8,-)		10, 10,- (8, 8,-)		35,-,-(2,-,-)		35,-,-(2,-,-)	
Sezione trasversale max. del cavo[4)] per sezionatore [mm^2] ([AWG])	16, 10, 10 (6, 8, 8)							
Perdita di potenza stimata a carico nom. max. [W][3)]	291	392	379	465	444	525	547	739
Rendimento[2)]	0,98		0,98		0,98		0,98	

Tabella 6.5 Alimentazione di rete 380-500 V (FC 302), 380-480 V (FC 301), P11K-P22K

 Danfoss A/S © Rev. 04/04/2014 Tutti i diritti riservati.

Designazione del tipo	P30K		P37K		P45K		P55K		P75K	
Sovraccarico elevato/normale[1)]	HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO
Potenza all'albero tipica [kW]	30	37	37	45	45	55	55	75	75	90
Contenitore IP21	C1		C1		C1		C2		C2	
Contenitore IP20	B4		C3		C3		C4		C4	
Contenitore IP55, IP66	C1		C1		C1		C2		C2	
Corrente di uscita										
Continua (380-440 V) [A]	61	73	73	90	90	106	106	147	147	177
Intermittente (sovraccarico per 60 s) (380-440 V) [A]	91,5	80,3	110	99	135	117	159	162	221	195
Continua (441-500 V) [A]	52	65	65	80	80	105	105	130	130	160
Intermittente (sovraccarico per 60 s) (441-500 V) [A]	78	71,5	97,5	88	120	116	158	143	195	176
KVA continui (400 V) [kVA]	42,3	50,6	50,6	62,4	62,4	73,4	73,4	102	102	123
KVA continui (460 V) [kVA]		51,8		63,7		83,7		104		128
Corrente di ingresso max.										
Continua (380-440 V) [A]	55	66	66	82	82	96	96	133	133	161
Intermittente (sovraccarico per 60 s) (380-440 V) [A]	82,5	72,6	99	90,2	123	106	144	146	200	177
Continua (441-500 V) [A]	47	59	59	73	73	95	95	118	118	145
Intermittente (sovraccarico per 60 s) (441-500 V) [A]	70,5	64,9	88,5	80,3	110	105	143	130	177	160
Specifiche supplementari										
Sezione trasversale max. del cavo IP20 per rete e motore [mm^2] ([AWG])	35 (2)		50 (1)		50 (1)		150 (300 MCM)		150 (300 MCM)	
Sezione trasversale max. del cavo IP20 per freno e condivisione del carico [mm^2] ([AWG])	35 (2)		50 (1)		50 (1)		95 (4/0)		95 (4/0)	
Sezione trasversale max. del cavo IP21, IP55, IP66 per la rete ed il motore [mm^2] ([AWG])	50 (1)		50 (1)		50 (1)		150 (300 MCM)		150 (300MCM)	
Sezione trasversale max. del cavo IP21, IP55, IP66 per freno e condivisione del carico [mm^2] ([AWG])	50 (1)		50 (1)		50 (1)		95 (3/0)		95 (3/0)	
Sezione trasversale max. del cavo[4)] con sezionatore di rete [mm^2] ([AWG])	50, 35, 35 (1, 2, 2)						95, 70, 70 (3/0, 2/0, 2/0)		185, 150, 120 (350 MCM, 300 MCM, 4/0)	
Perdita di potenza stimata a carico nom. max. [W][3)]	570	698	697	843	891	1083	1022	1384	1232	1474
Rendimento[2)]	0,98		0,98		0,98		0,98		0,99	

Tabella 6.6 Alimentazione di rete 380-500 V (FC 302), 380-480 V (FC 301), P30K-P75K

6.1.3 Alimentazione di rete 525-600 V (solo FC 302)

Designazione del tipo	PK75	P1K1	P1K5	P2K2	P3K0	P4K0	P5K5	P7K5
Potenza all'albero tipica [kW]	0,75	1,1	1,5	2,2	3	4	5,5	7,5
Contenitore IP20, IP21	A3	A3	A3	A3	A3	A3	A3	A3
Contenitore IP55	A5	A5	A5	A5	A5	A5	A5	A5
Corrente di uscita								
Continua (525-550 V) [A]	1,8	2,6	2,9	4,1	5,2	6,4	9,5	11,5
Intermittente (525-550 V) [A]	2,9	4,2	4,6	6,6	8,3	10,2	15,2	18,4
Continua (551-600 V) [A]	1,7	2,4	2,7	3,9	4,9	6,1	9,0	11,0
Intermittente (551-600 V) [A]	2,7	3,8	4,3	6,2	7,8	9,8	14,4	17,6
kVA continui (525 V) [kVA]	1,7	2,5	2,8	3,9	5,0	6,1	9,0	11,0
kVA continui (575 V) [KVA]	1,7	2,4	2,7	3,9	4,9	6,1	9,0	11,0
Corrente di ingresso max.								
Continua (525-600 V) [A]	1,7	2,4	2,7	4,1	5,2	5,8	8,6	10,4
Intermittente (525-600 V) [A]	2,7	3,8	4,3	6,6	8,3	9,3	13,8	16,6
Specifiche supplementari								
Sezione trasversale max. del cavo[4)] per rete, motore, freno e condivisione del carico [mm^2] ([AWG])	4,4,4 (12,12,12) (min. 0,2 (24))							
Sezione trasversale max. del cavo[4)] per sezionatore [mm^2] ([AWG])	6,4,4 (10,12,12)							
Perdita di potenza stimata a carico nom. max. [W][3)]	35	50	65	92	122	145	195	261
Rendimento[2)]	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97

Tabella 6.7 Alimentazione di rete 525-600 V (solo FC 302), PK75-P7K5

6

 Danfoss A/S © Rev. 04/04/2014 Tutti i diritti riservati.

Designazione del tipo	P11K		P15K		P18K		P22K		P30K	
Sovraccarico elevato/normale[1)]	HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO
Potenza all'albero tipica [kW]	11	15	15	18,5	18,5	22	22	30	30	37
Potenza all'albero tipica [HP] a 575 V	15	20	20	25	25	30	30	40	40	50
Contenitore IP20	B3		B3		B4		B4		B4	
Contenitore IP21, IP55, IP66	B1		B1		B2		B2		C1	
Corrente di uscita										
Continua (525-550 V) [A]	19	23	23	28	28	36	36	43	43	54
Intermittente (525-550 V) [A]	30	25	37	31	45	40	58	47	65	59
Continua (551-600 V) [A]	18	22	22	27	27	34	34	41	41	52
Intermittente (551-600 V) [A]	29	24	35	30	43	37	54	45	62	57
kVA continui (550 V) [KVA]	18,1	21,9	21,9	26,7	26,7	34,3	34,3	41,0	41,0	51,4
kVA continui (575 V) [KVA]	17,9	21,9	21,9	26,9	26,9	33,9	33,9	40.8	40.8	51,8
Corrente di ingresso max.										
Continuous at 550 V [A]	17,2	20,9	20,9	25,4	25,4	32,7	32,7	39	39	49
Intermittente a 550 V [A]	28	23	33	28	41	36	52	43	59	54
Continua a 575 V [A]	16	20	20	24	24	31	31	37	37	47
Intermittente a 575 V [A]	26	22	32	27	39	34	50	41	56	52
Specifiche supplementari										
Sezione trasversale max. del cavo IP20[4)] per rete, freno, motore e condivisione del carico [mm^2] ([AWG])	10, 10,- (8, 8,-)		10, 10,- (8, 8,-)		35,-,-(2,-,-)		35,-,-(2,-,-)		35,-,-(2,-,-)	
Sezione trasversale max. del cavo IP21, IP55, IP66[4)] per rete, freno e condivisione del carico [mm^2] ([AWG])	16, 10, 10 (6, 8, 8)		16, 10, 10 (6, 8, 8)		35,-,-(2,-,-)		35,-,-(2,-,-)		50,-,- (1,-,-)	
Sezione trasversale max. del cavo IP21, IP55, IP66[4)] per motore [mm^2] ([AWG])	10, 10,- (8, 8,-)		10, 10,- (8, 8,-)		35, 25, 25 (2, 4, 4)		35, 25, 25 (2, 4, 4)		50,-,- (1,-,-)	
Sezione trasversale max. del cavo[4)] per sezionatore [mm^2] ([AWG])	16, 10, 10 (6, 8, 8)								50, 35, 35 (1, 2, 2)	
Perdita di potenza stimata a carico nom. max. [W][3)]	220	300	300	370	370	440	440	600	600	740
Rendimento[2)]	0,98		0,98		0,98		0,98		0,98	

Tabella 6.8 Alimentazione di rete 525-600 V (solo FC 302), P11K-P30K

 Danfoss A/S © Rev. 04/04/2014 Tutti i diritti riservati.

Designazione del tipo	P37K		P45K		P55K		P75K	
Sovraccarico elevato/normale[1)]	HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO
Potenza all'albero tipica [kW]	37	45	45	55	55	75	75	90
Potenza all'albero tipica [HP] a 575 V	50	60	60	74	75	100	100	120
Contenitore IP20	C3	C3	C3		C4		C4	
Contenitore IP21, IP55, IP66	C1	C1	C1		C2		C2	
Corrente di uscita								
Continua (525-550 V) [A]	54	65	65	87	87	105	105	137
Intermittente (525-550 V) [A]	81	72	98	96	131	116	158	151
Continua (551-600 V) [A]	52	62	62	83	83	100	100	131
Intermittente (551-600 V) [A]	78	68	93	91	125	110	150	144
kVA continui (550 V) [KVA]	51,4	61,9	61,9	82,9	82,9	100,0	100,0	130,5
kVA continui (575 V) [KVA]	51,8	61,7	61,7	82,7	82,7	99,6	99,6	130,5
Corrente di ingresso max.								
Continuous at 550 V [A]	49	59	59	78,9	78,9	95,3	95,3	124,3
Intermittente a 550 V [A]	74	65	89	87	118	105	143	137
Continua a 575 V [A]	47	56	56	75	75	91	91	119
Intermittente a 575 V [A]	70	62	85	83	113	100	137	131
Specifiche supplementari								
Sezione trasversale max. del cavo IP20 per rete e motore [mm^2] ([AWG])	50 (1)				150 (300 MCM)			
Sezione trasversale max. del cavo IP20 per freno e condivisione del carico [mm^2] ([AWG])	50 (1)				95 (4/0)			
Sezione trasversale max. del cavo IP21, IP55, IP66 per la rete ed il motore [mm^2] ([AWG])	50 (1)				150 (300 MCM)			
Sezione trasversale max. del cavo IP21, IP55, IP66 per freno e condivisione del carico [mm^2] ([AWG])	50 (1)				95 (4/0)			
Sezione trasversale max. del cavo[4)] con sezionatore di rete [mm^2] ([AWG])	50, 35, 35 (1, 2, 2)				95, 70, 70 (3/0, 2/0, 2/0)		185, 150, 120 (350MCM, 300MCM, 4/0)	
Perdita di potenza stimata a carico nom. max. [W][3)]	740	900	900	1100	1100	1500	1500	1800
Rendimento[2)]	0,98		0,98		0,98		0,98	

Tabella 6.9 Alimentazione di rete 525-600 V (solo FC 302), P37K-P75K

 Danfoss A/S © Rev. 04/04/2014 Tutti i diritti riservati.

6.1.4 Alimentazione di rete 525-690 V (solo FC 302)

Designazione del tipo	P1K1	P1K5	P2K2	P3K0	P4K0	P5K5	P7K5
Sovraccarico elevato/normale[1)]	HO/NO	HO/NO	HO/NO	HO/NO	HO/NO	HO/NO	HO/NO
Potenza all'albero tipica (kW)	1,1	1,5	2,2	3,0	4,0	5,5	7,5
Contenitore IP20	A3	A3	A3	A3	A3	A3	A3
Corrente di uscita							
Continua (525-550V) [A]	2,1	2,7	3,9	4,9	6,1	9,0	11,0
Intermittente (525-550V) [A]	3,4	4,3	6,2	7,8	9,8	14,4	17,6
Continua (551-690V) [A]	1,6	2,2	3,2	4,5	5,5	7,5	10,0
Intermittente (551-690V) [A]	2,6	3,5	5,1	7,2	8,8	12,0	16,0
kVA continui 525 V	1,9	2,5	3,5	4,5	5,5	8,2	10,0
kVA continui 690 V	1,9	2,6	3,8	5,4	6,6	9,0	12,0
Corrente di ingresso max.							
Continua (525-550V) [A]	1,9	2,4	3,5	4,4	5,5	8,1	9,9
Intermittente (525-550V) [A]	3,0	3,9	5,6	7,0	8,8	12,9	15,8
Continua (551-690V) [A]	1,4	2,0	2,9	4,0	4,9	6,7	9,0
Intermittente (551-690V) [A]	2,3	3,2	4,6	6,5	7,9	10,8	14,4
Specifiche supplementari							
Sezione trasversale max. del cavo[4)] per rete, motore, freno e condivisione del carico [mm^2] ([AWG])	4, 4, 4 (12, 12, 12) (min. 0,2 (24)						
Sezione trasversale max. del cavo[4)] per sezionatore [mm^2] ([AWG])	6, 4, 4 (10, 12, 12)						
Perdita di potenza stimata a carico nom. max. [W][3)]	44	60	88	120	160	220	300
Rendimento[2)]	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96

Tabella 6.10 Contenitore A3, alimentazione di rete 525-690 V, IP20/chassis protetto, P1K1-P7K5

Designazione del tipo	P11K		P15K		P18K		P22K	
Sovraccarico elevato/normale[1)]	HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO
Potenza all'albero tipica 550 V [kW]	7,5	11	11	15	15	18,5	18,5	22
Potenza all'albero tipica a 690 V [kW]	11	15	15	18,5	18,5	22	22	30
Contenitore IP20	B4		B4		B4		B4	
Contenitore IP21, IP55	B2		B2		B2		B2	
Corrente di uscita								
Continua (525-550V) [A]	14,0	19,0	19,0	23,0	23,0	28,0	28,0	36,0
Intermittente (sovraccarico per 60 s) (525-550V) [A]	22,4	20,9	30,4	25,3	36,8	30,8	44,8	39,6
Continua (551-690V) [A]	13,0	18,0	18,0	22,0	22,0	27,0	27,0	34,0
Intermittente (sovraccarico per 60 s) (551-690V) [A]	20,8	19,8	28,8	24,2	35,2	29,7	43,2	37,4
KVA continui (a 550 V) [KVA]	13,3	18,1	18,1	21,9	21,9	26,7	26,7	34,3
KVA continui (a 690 V) [KVA]	15,5	21,5	21,5	26,3	26,3	32,3	32,3	40,6
Corrente di ingresso max.								
Continua (a 550 V) (A)	15,0	19,5	19,5	24,0	24,0	29,0	29,0	36,0
Intermittente (sovraccarico 60 s) (a 550 V) (A)	23,2	21,5	31,2	26,4	38,4	31,9	46,4	39,6
Continua (a 690 V) (A)	14,5	19,5	19,5	24,0	24,0	29,0	29,0	36,0
Intermittente (sovraccarico 60 s) (a 690 V) (A)	23,2	21,5	31,2	26,4	38,4	31,9	46,4	39,6
Specifiche supplementari								
Sezione trasversale max. del cavo[4)] per rete/motore, condivisione del carico e freno [mm^2] ([AWG])	35, 25, 25 (2, 4, 4)							
Sezione trasversale max. del cavo[4)] con sezionatore di rete [mm^2] ([AWG])	16,10,10 (6, 8, 8)							
Perdita di potenza stimata a carico nom. max. [W][3)]	150	220	220	300	300	370	370	440
Rendimento[2)]	0,98		0,98		0,98		0,98	

Tabella 6.11 Contenitore B2/B4, alimentazione di rete 525-690 V IP20/IP21/IP55 - Chassis/NEMA 1/NEMA 12 (solo FC 302), P11K-P22K

 Danfoss A/S © Rev. 04/04/2014 Tutti i diritti riservati.

Designazione del tipo	P30K		P37K		P45K		P55K		P75K	
Sovraccarico elevato/normale[1]	HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO
Potenza all'albero tipica 550 V (kW)	22	30	30	37	37	45	45	55	50	75
Potenza all'albero tipica a 690 V [kW]	30	37	37	45	45	55	55	75	75	90
Contenitore IP20	B4		C3		C3		D3h		D3h	
Contenitore IP21, IP55	C2		C2		C2		C2		C2	
Corrente di uscita										
Continua (525-550V) [A]	36,0	43,0	43,0	54,0	54,0	65,0	65,0	87,0	87,0	105
Intermittente (sovraccarico per 60 s) (525-550V) [A]	54,0	47,3	64,5	59,4	81,0	71,5	97,5	95,7	130,5	115,5
Continua (551-690V) [A]	34,0	41,0	41,0	52,0	52,0	62,0	62,0	83,0	83,0	100
Intermittente (sovraccarico per 60 s) (551-690V) [A]	51,0	45,1	61,5	57,2	78,0	68,2	93,0	91,3	124,5	110
KVA continui (a 550 V) [KVA]	34,3	41,0	41,0	51,4	51,4	61,9	61,9	82,9	82,9	100
KVA continui (a 690 V) [KVA]	40,6	49,0	49,0	62,1	62,1	74,1	74,1	99,2	99,2	119,5
Corrente di ingresso max.										
Continua (a 550 V) [A]	36,0	49,0	49,0	59,0	59,0	71,0	71,0	87,0	87,0	99,0
Intermittente (sovraccarico 60 s) (a 550 V) (A)	54,0	53,9	72,0	64,9	87,0	78,1	105,0	95,7	129	108,9
Continua (a 690 V) [A]	36,0	48,0	48,0	58,0	58,0	70,0	70,0	86,0	-	-
Intermittente (sovraccarico 60 sec) (a 690 V) [A]	54,0	52,8	72,0	63,8	87,0	77,0	105	94,6	-	-
Specifiche supplementari										
Sezione trasversale max. del cavo per rete e motore [mm^2] ([AWG])	150 (300 MCM)									
Sezione trasversale max. del cavo per condivisione del carico e freno [mm^2] ([AWG])	95 (3/0)									
Sezione trasversale max. del cavo[4] con sezionatore di rete [mm^2] ([AWG])	95, 70, 70 (3/0, 2/0, 2/0)						185, 150, 120 (350 MCM, 300 MCM, 4/0)		-	
Perdita di potenza stimata a carico nom. max. [W][3]	600	740	740	900	900	1100	1100	1500	1500	1800
Rendimento[2]	0,98		0,98		0,98		0,98		0,98	

Tabella 6.12 Contenitore B4, C2, C3, alimentazione di rete 525-690 V IP20/IP21/IP55 - Chassis/NEMA1/NEMA 12 (solo FC 302), P30K-P75K

Per le prestazioni dei fusibili, vedere capitolo 9.3.1 Fusibili e interruttori.

[1] Sovraccarico elevato = coppia del 150 o 160% durante 60 s. Sovraccarico normale=110% della coppia per 60 s.

[2] Misurato utilizzando cavi motore schermati di 5 m a carico e frequenza nominali.

[3] La perdita di potenza tipica è a condizioni di carico nominale ed è prevista essere entro il ±15% (la tolleranza si riferisce alle diverse tensioni e alle condizioni del cavo).
I valori si basano sul rendimento di un motore tipico (limite eff2/eff3). I motori con un rendimento inferiore contribuiscono anch'essi alla perdita di potenza nel convertitore di frequenza e viceversa.
Se la frequenza di commutazione aumenta rispetto all'impostazione di fabbrica, le perdite di potenza possono aumentare notevolmente.
Si tiene conto anche del consumo energetico tipico della scheda di controllo e dell'LCP. Ulteriori opzioni e carichi personalizzati possono aggiungere fino a 30 W di ulteriori perdite. (Sebbene il valore tipico per una scheda di controllo o per una scheda opzionale per lo slot A o B sia di soli 4 W).
Anche se le misure vengono eseguite con strumentazione allo stato dell'arte, è consentito un certo errore di misura (± 5%).

[4] I tre valori per la sezione trasversale dei cavi sono per cavo unipolare, filo elettrico flessibile e filo elettrico flessibile con guaina.

6.2 Specifiche generali

6.2.1 Alimentazione di rete

Alimentazione di rete	
Morsetti di alimentazione (6 impulsi)	L1, L2, L3
Tensione di alimentazione	200-240 V ±10%
Tensione di alimentazione	FC 301: 380-480 V/FC 302: 380-500 V ±10%
Tensione di alimentazione	FC 302: 525-600 V ±10%
Tensione di alimentazione	FC 302: 525-690 V ±10%

Tensione di alimentazione bassa/caduta di tensione dell'alimentazione di rete:
Durante una caduta di tensione dell'alimentazione di rete o con una bassa tensione di alimentazione, 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, di norma il 15% al di sotto della tensione di alimentazione nominale minima del convertitore di frequenza. Accensione e funzionamento alla coppia massima non sono possibili se la tensione di alimentazione è oltre il 10% al di sotto della tensione di alimentazione nominale minima del convertitore di frequenza.

Frequenza di alimentazione	50/60 Hz ±5%
Sbilanciamento massimo temporaneo tra le fasi di rete	3,0 % della tensione di alimentazione nominale
Fattore di potenza reale (λ)	≥ 0,9 nominale al carico nominale
Fattore di dislocazione di potenza (cos ϕ)	prossimo all'unità (> 0,98)
Commutazione sull'alimentazione di ingresso L1, L2, L3 (accensioni) ≤ 7,5 kW	al massimo 2 volte/min.
Commutazione sull'alimentazione di ingresso L1, L2, L3 (accensioni) 11-75 kW	al massimo 1 volta/min.
Commutazione sull'alimentazione di ingresso L1, L2, L3 (accensioni) ≥ 90 kW	al massimo 1 volta/ 2 min.
Ambiente secondo la norma EN60664-1	categoria di sovratensione III /grado di inquinamento 2

L'unità è adatta per l'uso su un circuito in grado di fornire non oltre 100.000 A RMS simmetrici, al massimo 240/500/600/690 V.

6.2.2 Uscita motore e dati motore

Uscita motore (U, V, W)	
Tensione di uscita	0-100% della tensione di alimentazione
Frequenza di uscita	0-590 Hz[3)]
Frequenza di uscita in modalità Flux	0-300 Hz
Commutazione sull'uscita	Illimitata
Tempi di rampa	0,01-3600 s

Caratteristiche della coppia	
Coppia di avviamento (coppia costante)	al massimo 160% per 60 s[1)] una volta in 10 min.
Coppia di avviamento/sovraccarico (coppia variabile)	al massimo 110% fino a 0,5 s[1)] una volta in 10 min.
Tempo di salita della coppia in FLUX (per 5 kHz fsw)	1 ms
Tempo di salita della coppia in VVC^{plus} (indipendente da fsw)	10 ms

[1)] La percentuale si riferisce alla coppia nominale.

[2)] Il tempo di risposta della coppia dipende dall'applicazione e dal carico, ma come regola generale, il gradino di coppia da 0 al riferimento è 4-5 volte il tempo di salita della coppia.

[3)] Sono disponibili le versioni speciali per clienti con una frequenza di uscita 0-1000 Hz.

 Danfoss A/S © Rev. 04/04/2014 Tutti i diritti riservati.

6.2.3 Condizioni ambientali

Ambiente	
Contenitore	IP20/Chassis, IP21/tipo 1, IP55/ tipo 12, IP66/ tipo 4X
Prova di vibrazione	1,0 g
Max. THVD	10%
Umidità relativa massima	5% - 93% (IEC 721-3-3; classe 3K3 (senza condensa) durante il funzionamento
Ambiente aggressivo (IEC 60068-2-43) Test H_2S	classe Kd
Temperatura ambiente	Max. 50 °C (media nelle 24 ore al massimo 45 °C)
Temperatura ambiente minima durante il funzionamento a pieno regime	0 °C
Temperatura ambiente minima con prestazioni ridotte	- 10 °C
Temperatura durante il l'immagazzinamento/trasporto	Da -25 a +65/70 °C
Altezza massima sopra il livello del mare senza declassamento	1000 m
Norme EMC, emissione	EN 61800-3, EN 55011[1)]
Norme EMC, immunità	EN61800-3, EN 61000-6-1/2

[1)] Vedere capitolo 5.2.1 Risultati test EMC.

6.2.4 Specifiche dei cavi

Lunghezze e sezioni trasversali dei cavi di comando[1)]	
Lunghezza max. cavo motore, schermato	150 m
Lunghezza max. cavo motore, non schermato	300 m
Sezione massima per i morsetti di controllo, filo elettrico flessibile/rigido senza capicorda per cavo	1,5 mm^2/16 AWG
Sezione massima per i morsetti di controllo, filo elettrico flessibile con capicorda per cavo	1 mm^2/18 AWG
Sezione massima per i morsetti di controllo, filo elettrico flessibile con capicorda per cavo con collare	0,5 mm^2/20 AWG
Sezione trasversale minima per i morsetti di controllo	0,25 mm^2/24 AWG

[1)] Per i cavi di potenza, vedere le tabelle elettriche in capitolo 6.1 Dati elettrici.

6.2.5 Ingresso/uscita di controllo e dati di controllo

6.2.5.1 Ingressi digitali

Ingressi digitali	
Ingressi digitali programmabili	FC 301: 4 (5)[1)]/FC 302: 4 (6)[1)]
Numero morsetto	18, 19, 27[1)], 29[1)], 32, 33
Logica	PNP o NPN
Livello di tensione	0 - 24 V CC
Livello di tensione, '0' logico PNP	< 5 V CC
Livello di tensione, '1' logico PNP	> 10 V CC
Livello di tensione, '0' logico NPN[2)]	> 19 V CC
Livello di tensione, '1' logico NPN[2)]	< 14 V CC
Tensione massima sull'ingresso	28 V CC
Campo di frequenza impulsi	0-110 kHz
Modulazione di larghezza min. (duty cycle)	4,5 ms
Resistenza di ingresso, R_i	circa 4 kΩ

 Danfoss A/S © Rev. 04/04/2014 Tutti i diritti riservati.

Morsetto arresto di sicurezza 37[3, 4] (il morsetto 37 è a logica PNP fissa)	
Livello di tensione	0 - 24 V CC
Livello di tensione, '0' logico PNP	<4 V CC
Livello di tensione, '1' logico PNP	>20 V CC
Tensione massima sull'ingresso	28 V CC
Corrente di ingresso tipica a 24 V	50 mA rms
Corrente di ingresso tipica a 20 V	60 mA rms
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] All'infuori dell'ingresso arresto di sicurezza morsetto 37.

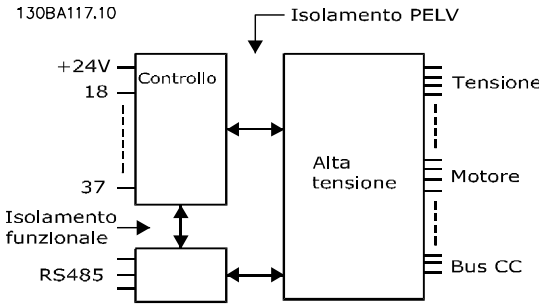
[3] Consultare Manuale di funzionamento convertitori di frequenza VLT® - Safe Torque Off per maggiori informazioni sul morsetto 37 e sull'arresto di sicurezza.

[4] Quando si utilizza un contattore con una bobina CC integrata in combinazione con Arresto sicuro, 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 o 50 V MOV per un tempo di risposta più rapido) attraverso la bobina. I contattori tipici possono essere acquistati con questo diodo.

6

Ingressi analogici	
Numero di ingressi analogici	2
Numero morsetto	53, 54
Modalità	Tensione o corrente
Selezione modo	Interruttore S201 e interruttore S202
Modo tensione	Interruttore S201/interruttore S202 = OFF (U)
Livello di tensione	da -10 a +10 V (convertibile in scala)
Resistenza di ingresso, R_i	ca. 10 kΩ
Tensione max.	± 20 V
Modo corrente	Interruttore S201/interruttore S202 = ON (I)
Livello di corrente	Da 0/4 a 20 mA (convertibile in scala)
Resistenza di ingresso, R_i	ca. 200 Ω
Corrente max.	30 mA
Risoluzione per gli ingressi analogici	10 bit (+ segno)
Precisione degli ingressi analogici	Errore max. 0,5% del fondo scala
Larghezza di banda	100 Hz

Gli ingressi analogici sono isolati galvanicamente dalla tensione di alimentazione (PELV) e dagli altri morsetti ad alta tensione.



Disegno 6.1 Isolamento PELV

 Danfoss A/S © Rev. 04/04/2014 Tutti i diritti riservati.

Ingressi a impulsi/encoder	
Ingressi a impulsi/encoder programmabili	2/1
Numero morsetto a impulsi/encoder	29[1], 33[2] / 32[3], 33[3]
Frequenza max. ai morsetti 29, 32, 33	110 kHz (comando push-pull)
Frequenza max. ai morsetti 29, 32, 33	5 kHz (collettore aperto)
Frequenza min. ai morsetti 29, 32, 33	4 Hz
Livello di tensione	vedere la sezione su Ingresso digitale
Tensione massima sull'ingresso	28 V CC
Resistenza di ingresso, R_i	ca. 4 kΩ
Precisione dell'ingresso digitale (0,1-1 kHz)	Errore max.: 0,1% del fondo scala
Precisione dell'ingresso encoder (1-11 kHz)	Errore max.: 0,05% del fondo scala

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] Solo FC 302

[2] Gli ingressi a impulsi sono 29 e 33

[3] Ingressi encoder: 32 = A e 33 = B

6

Uscita digitale	
Uscite digitali/impulsi programmabili	2
Numero morsetto	27, 29[1]
Livello di tensione sull'uscita digitale/frequenza di uscita	0-24 V
Corrente di uscita max. (sink o source)	40 mA
Carico max. alla frequenza di uscita	1 kΩ
Carico capacitivo max.alla frequenza di uscita	10 nF
Frequenza di uscita minima in corrispondenza dell'uscita in frequenza	0 Hz
Frequenza di uscita massima in corrispondenza dell'uscita in frequenza	32 kHz
Precisione della frequenza di uscita	Errore max.: 0,1 % del fondo scala
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.

Uscita analogica	
Numero delle uscite analogiche programmabili	1
Numero morsetto	42
Intervallo di corrente sull'uscita analogica	Da 0/4 a 20 mA
Carico max. GND - uscita analogica inferiore a	500 Ω
Precisione sull'uscita analogica	Errore max.: 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, tensione di uscita a 24 V CC	
Numero morsetto	12, 13
Tensione di uscita	24 V +1, -3 V
Carico max.	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.

Scheda di controllo, tensione di uscita a 10 V CC	
Numero morsetto	±50
Tensione di uscita	10,5 V ±0,5 V
Carico max.	15 mA

L'alimentazione 10 V CC è isolata galvanicamente dalla tensione di alimentazione (PELV) nonché da altri morsetti ad alta tensione.

 Danfoss A/S © Rev. 04/04/2014 Tutti i diritti riservati.

Scheda di controllo, comunicazione seriale RS-485	
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 RS-485 è separato funzionalmente da altri circuiti centrali e isolato galvanicamente dalla tensione di alimentazione (PELV).

Scheda di controllo, comunicazione seriale USB	
USB standard	1.1 (piena velocità)
Spina USB	Spina "dispositivo" USB tipo B

Il collegamento al PC viene effettuato mediante un cavo USB standard host/device.
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 terra di protezione. Usare solo un computer portatile isolati come collegamento PC al connettore USB sul convertitore di frequenza.

6

Uscite a relè	
Uscite a relè programmabili	FC 301 tutti i kW: 1/FC 302 tutti i kW: 2
Numero morsetto relè 01	1-3 (apertura), 1-2 (chiusura)
Carico max. sui morsetti (CA-1)[1] su 1-3 (NC), 1-2 (NO) (carico resistivo)	240 V CA, 2 A
Carico max. sui morsetti (CA-15)[1] (carico induttivo @ cosφ 0,4)	240 V CA, 0,2 A
Carico max. sui morsetti (CC-1)[1] su 1-2 (NO), 1-3 (NC) (carico resistivo)	60 V CC, 1 A
Carico max. sui morsetti (CC-13)[1] (carico induttivo)	24 V CC, 0,1 A
Relè 02 (solo FC 302) numero di morsetto	4-6 (apertura), 4-5 (chiusura)
Carico max. sui morsetti (CA-1)[1] su 4-5 (NO) (carico resistivo)[2][3] Cat. sovratensione II	400 V CA, 2 A
Carico max. sui morsetti (CA-15)[1] su 4-5 (NO (carico induttivo @ cosφ 0,4)	240 V CA, 0,2 A
Carico max. sui morsetti (CC-1)[1] su 4-5 (NO) (carico resistivo)	80 V CC, 2 A
Carico max. sui morsetti (CC-13)[1] su 4-5 (NO) (carico induttivo)	24 V CC, 0,1 A
Carico max. sui morsetti (CA-1)[1] su 4-6 (NC) (carico resistivo)	240 V CA, 2 A
Carico max. sui morsetti (CA-15)[1] su 4-6 (NC) (carico induttivo con cosφ 0,4)	240 V CA, 0,2 A
Carico max. sui morsetti (CC-1)[1] su 4-6 (NC) (carico resistivo)	50 V CC, 2 A
Carico max. sui morsetti (CC-13)[1] su 4-6 (NC) (carico induttivo)	24 V CC, 0,1 A
Carico min. sui morsetti su 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 2A

Prestazione scheda di controllo	
Intervallo di scansione	1 ms

Caratteristiche di comando	
Risoluzione sulla 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)	≤ 2 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.
Precisione del controllo di coppia (retroazione di velocità)	errore max ±5% della coppia nominale

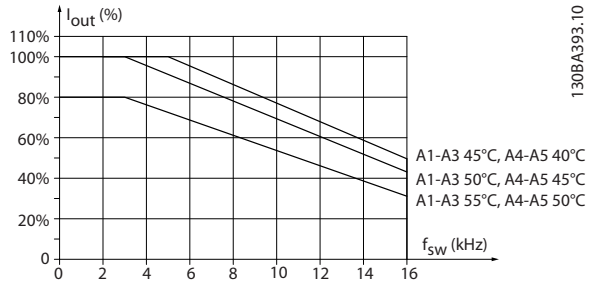
Tutte le caratteristiche di comando si basano su un motore asincrono a 4 poli.

 Danfoss A/S © Rev. 04/04/2014 Tutti i diritti riservati.

6.2.6 Declassamento in base alla temperatura ambiente

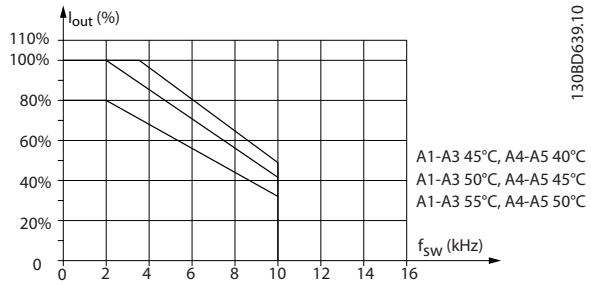
6.2.6.1 Declassamento in base alla temperatura ambiente, tipo di contenitore A

60° AVM - Modulazione di larghezza degli impulsi



Disegno 6.2 Declassamento di I_{out} per diverse $T_{AMB, MAX}$ per il contenitore di tipo A, utilizzando 60° AVM

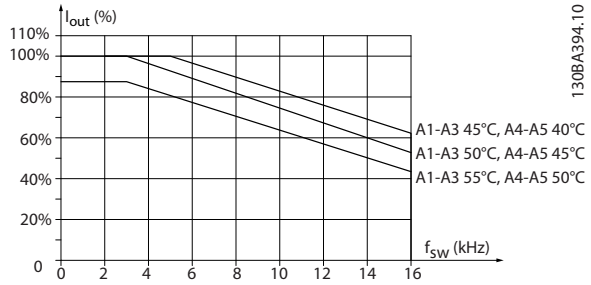
SFAVM - Modulazione vettoriale asincrona orientata secondo il flusso dello statore



Disegno 6.3 Declassamento di I_{out} per diverse $T_{AMB, MAX}$ per contenitori di tipo A, utilizzando SFAVM

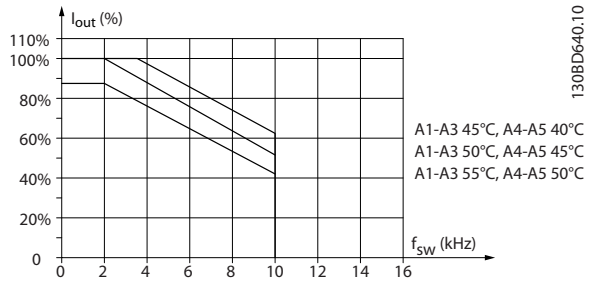
Quando si utilizza un cavo motore di 10 m o meno nel contenitore di tipo A, è necessario un declassamento minore. Questo è dovuto al fatto che la lunghezza del cavo motore ha un'influenza relativamente elevata sul declassamento raccomandato.

AVM 60°



Disegno 6.4 Declassamento di I_{out} per diverse $T_{AMB, MAX}$ per contenitori di tipo, usando 60° AVM e una cavo motore al massimo di 10 m

SFAVM



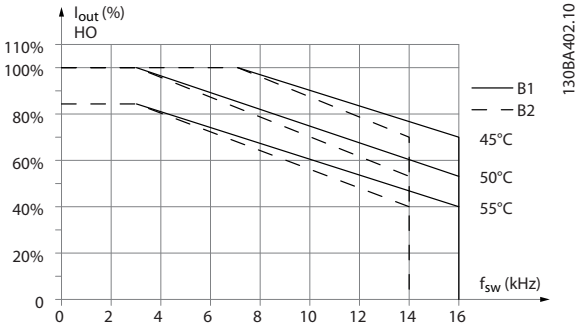
Disegno 6.5 Declassamento di I_{out} per diverse $T_{AMB, MAX}$ per contenitori di tipo A, usando SFAVM ed un cavo motore al massimo di 10 m

6.2.6.2 Declassamento in base alla temperatura ambiente, contenitore di tipo B

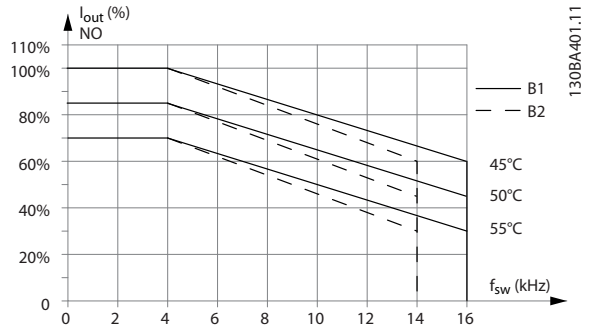
Contenitore B, T2, T4 e T5

Per i contenitori di tipo B e C, il declassamento dipende anche dalla modalità di sovraccarico selezionata in *1-04 Modo sovraccarico*

60° AVM - Modulazione di larghezza degli impulsi

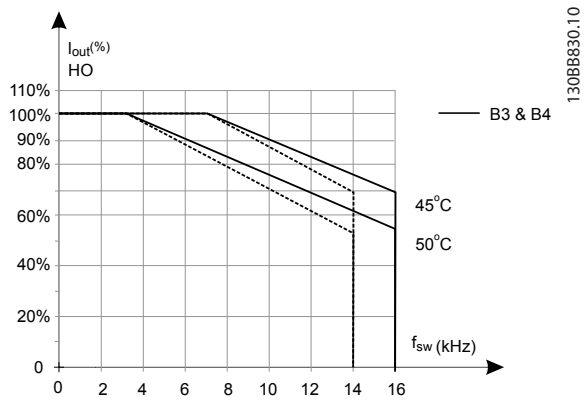


Disegno 6.6 Declassamento di I_{out} per diverse $T_{AMB, MAX}$ per contenitori di tipo B1 e B2, usando 60° AVM in modalità di sovraccarico elevato (160% di sovracoppia)

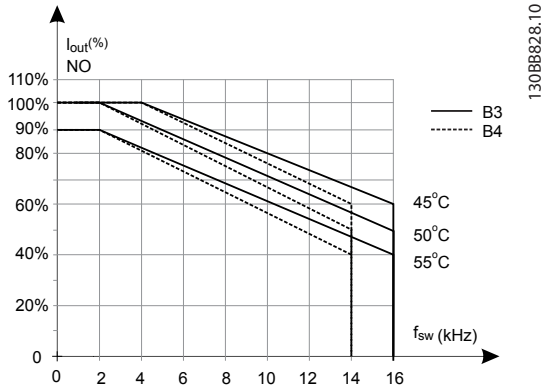


Disegno 6.7 Declassamento di I_{out} per diverse $T_{AMB, MAX}$ per contenitori di tipo B1 e B2, usando 60° AVM in modalità di sovraccarico normale (110% di sovracoppia)

 Danfoss A/S © Rev. 04/04/2014 Tutti i diritti riservati.

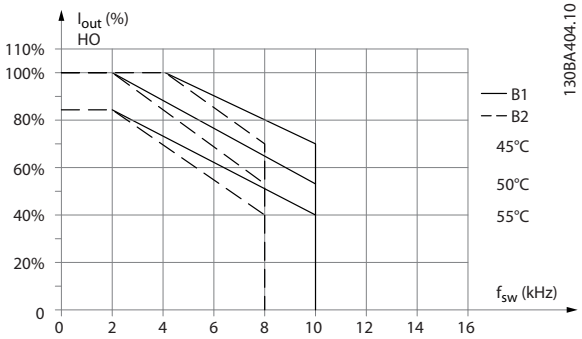


Disegno 6.8 Declassamento di I_{out} per diversi $T_{AMB, MAX}$ per contenitori di tipo B3 e B4, usando 60° AVM in modalità Contenitore B, T2, T4 e T5di sovraccarico elevato (160% di sovracoppia)

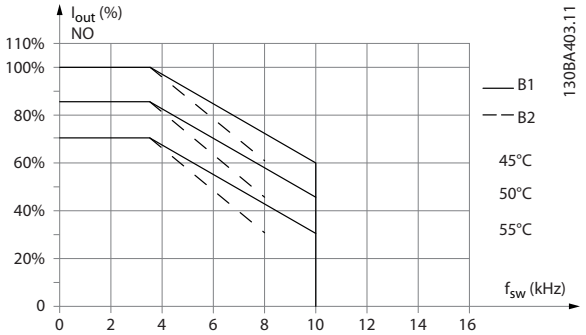


Disegno 6.9 Declassamento di I_{out} per diverse $T_{AMB, MAX}$ per contenitori di tipo B3 e B4, usando 60° AVM nella modalità Contenitore B, T2, T4 e T5di sovraccarico normale (110% di sovracoppia)

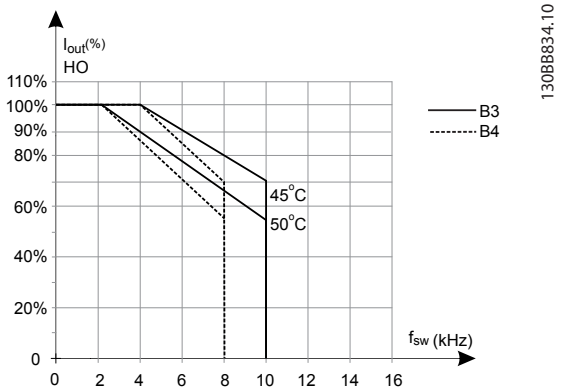
SFAVM - Modulazione vettoriale asincrona orientata secondo il flusso dello statore



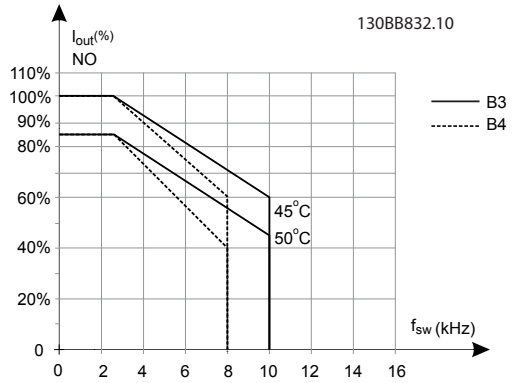
Disegno 6.10 Declassamento di I_{out} per diverse $T_{AMB, MAX}$ per contenitori di tipo B1 e B2, usando SFAVM in modalità di sovraccarico elevato (160% di sovracoppia)



Disegno 6.11 Declassamento di I_{out} per diverse $T_{AMB, MAX}$ per contenitori di tipo B1 e B2, usando SFAVM nella modalità di sovraccarico normale (110% di sovracoppia)



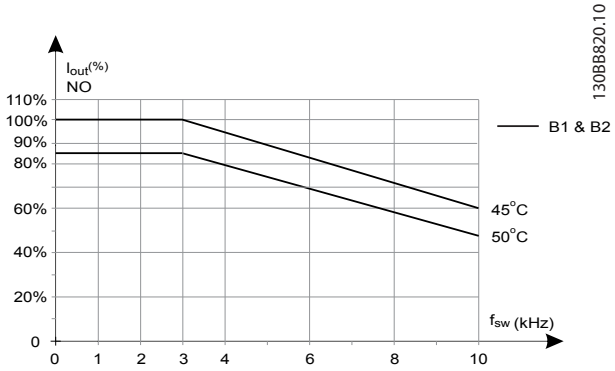
Disegno 6.12 Declassamento di I_{out} per diverse $T_{AMB, MAX}$ per contenitori di tipo B3 e B4, usando SFAVM in modalità di sovraccarico elevato (160% di sovracoppia)



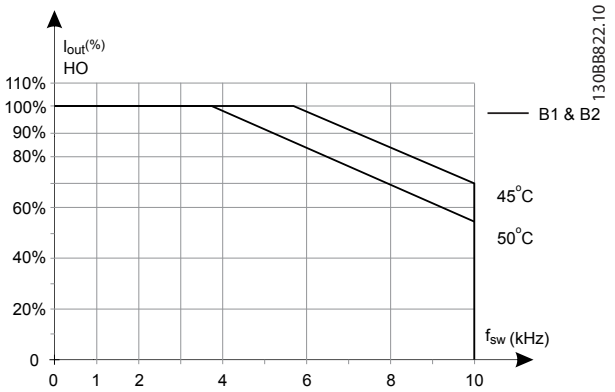
Disegno 6.13 Declassamento di I_{out} per diverse $T_{AMB, MAX}$ per contenitori di tipo B3 e B4, usando SFAVM in modalità di sovraccarico normale (110% di sovracoppia)

 Danfoss A/S © Rev. 04/04/2014 Tutti i diritti riservati.

Contenitori B, T6
60° AVM - Modulazione di larghezza degli impulsi

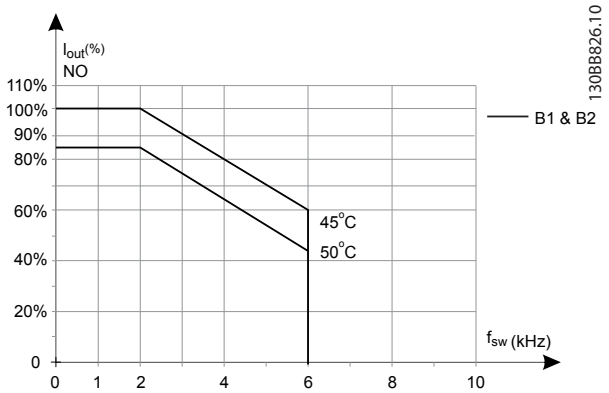


Disegno 6.14 Declassamento della corrente di uscita con la frequenza di commutazione e la temperatura ambiente per convertitori di frequenza da 600 V, contenitore di tipo B, 60° AVM, NO

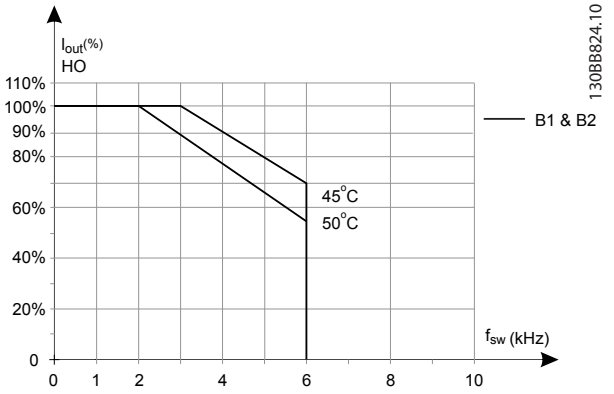


Disegno 6.15 Declassamento della corrente di uscita con la frequenza di commutazione e la temperatura ambiente per convertitori di frequenza da 600 V, contenitore di tipo B, 60° AVM, HO

SFAVM - Modulazione vettoriale asincrona orientata secondo il flusso dello statore



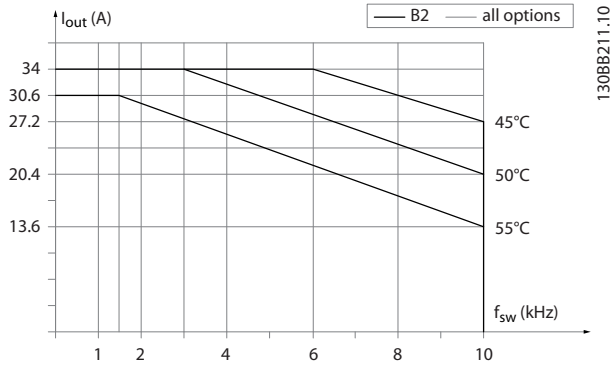
Disegno 6.16 Declassamento della corrente di uscita con la frequenza di commutazione e la temperatura ambiente per convertitori di frequenza da 600 V, contenitore di tipo B; SFAVM, NO



Disegno 6.17 Declassamento della corrente di uscita con la frequenza di commutazione e la temperatura ambiente per convertitori di frequenza da 600 V, contenitore di tipo B; SFAVM, HO

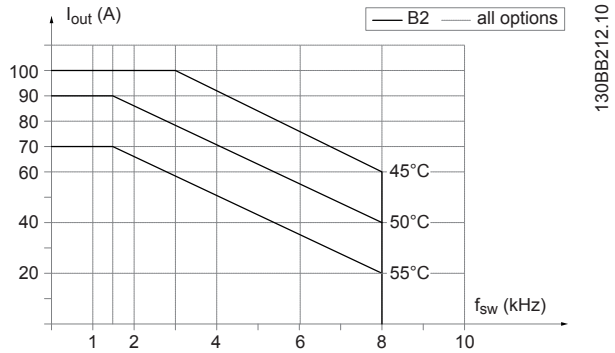
 Danfoss A/S © Rev. 04/04/2014 Tutti i diritti riservati.

Contenitori B, T7
Contenitori B2 e B4, 525-690 V
60° AVM - Modulazione di larghezza degli impulsi



Disegno 6.18 Declassamento della corrente di uscita con la frequenza di commutazione e la temperatura ambiente per contenitori di tipo B2 e B4, 60° AVM. Nota: Il grafico riporta la corrente come valore assoluto ed è valido sia per sovraccarico elevato che normale.

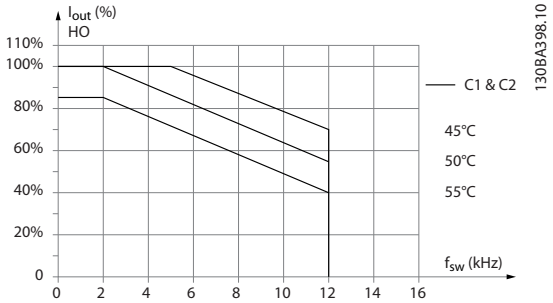
SFAVM - Modulazione vettoriale asincrona orientata secondo il flusso dello statore



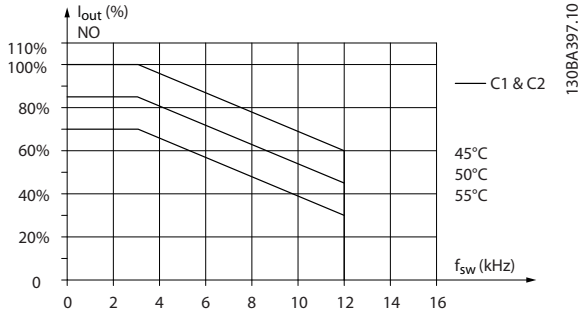
Disegno 6.19 Declassamento della corrente di uscita con la frequenza di commutazione e la temperatura ambiente per contenitori di tipo B2 e B4, SFAVM. Nota: Il grafico riporta la corrente come valore assoluto ed è valido sia per s ovraccarico elevato che normale.

6.2.6.3 Declassamento in base alla temperatura ambiente, contenitore di tipo C

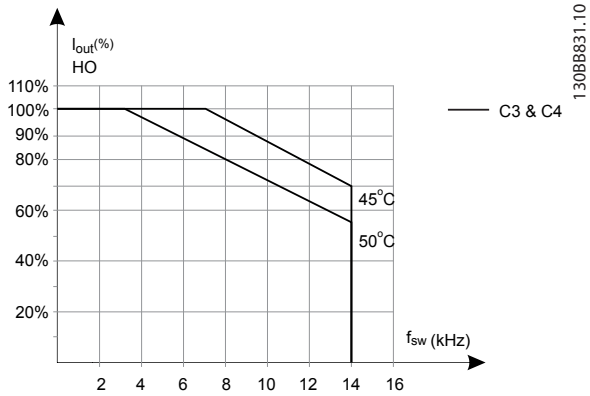
Contenitori C, T2, T4 e T5
60° AVM - Modulazione di larghezza degli impulsi



Disegno 6.20 Declassamento di I_{out} per diverse $T_{AMB, MAX}$ per contenitori di tipo C1 e C2, usando 60° AVM in modalità di sovraccarico elevato (160% di sovracoppia)

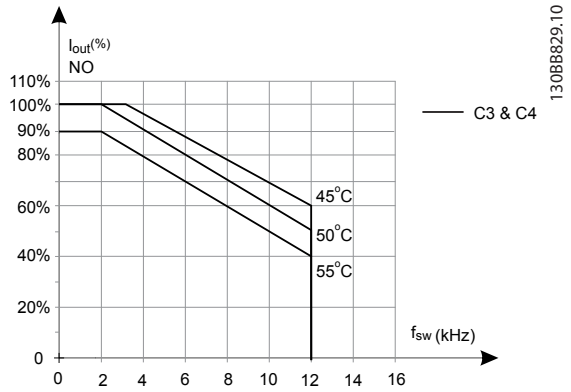


Disegno 6.21 Declassamento di I_{out} per diverse $T_{AMB, MAX}$ per contenitori di tipo C1 e C2, usando 60° AVM in modalità di sovraccarico normale (110% di sovracoppia)



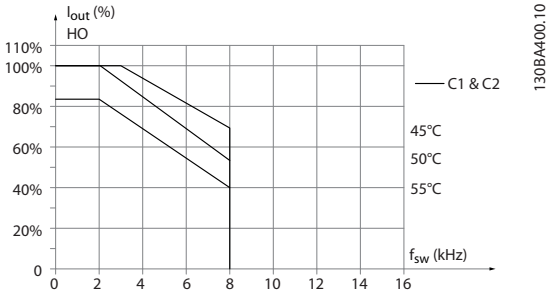
Disegno 6.22 Declassamento di I_{out} per diverse $T_{AMB, MAX}$ per contenitori di tipo C3 e C4, usando 60° AVM in modalità di sovraccarico elevato (160% di sovracoppia)

Danfoss A/S © Rev. 04/04/2014 Tutti i diritti riservati.

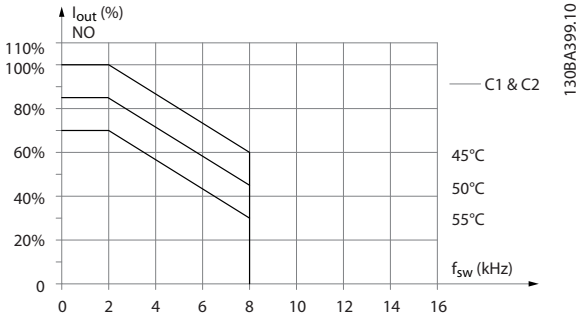


Disegno 6.23 Declassamento di I_{out} per diverse $T_{AMB, MAX}$ per contenitori di tipo C3 e C4, usando 60° AVM in modalità di sovraccarico normale (110% di sovracoppia)

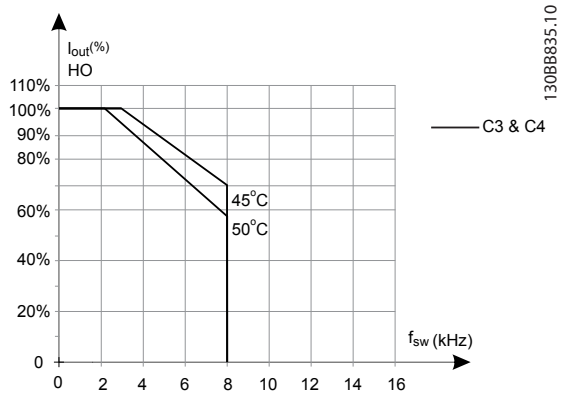
SFAVM - Modulazione vettoriale asincrona orientata secondo il flusso dello statore



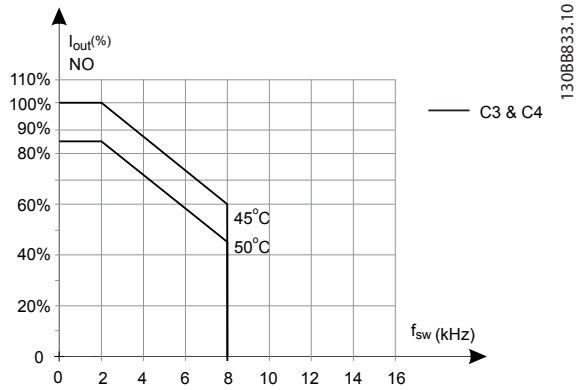
Disegno 6.24 Declassamento di I_{out} per diverse $T_{AMB, MAX}$ per contenitori di tipo C1 e C2, usando SFAVM in modalità di sovraccarico elevato (160% di sovracoppia)



Disegno 6.25 Declassamento di I_{out} per diverse $T_{AMB, MAX}$ per contenitori di tipo C1 e C2, usando SFAVM in modalità di sovraccarico normale (110% di sovracoppia)

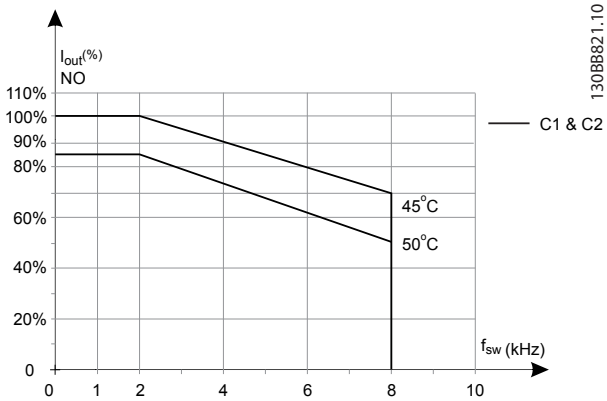


Disegno 6.26 Declassamento di I_{out} per diverse $T_{AMB, MAX}$ per contenitori di tipo C3 e C4, usando SFAVM in modalità di sovraccarico elevato (160% di sovracoppia)



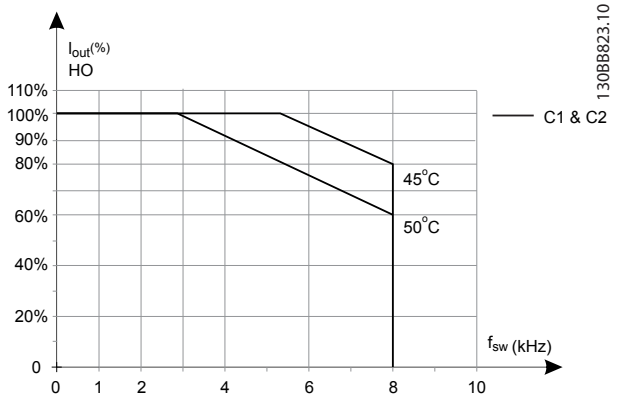
Disegno 6.27 Declassamento di I_{out} per diverse $T_{AMB, MAX}$ per contenitori di tipo C3 e C4, usando SFAVM in modalità di sovraccarico normale (110% di sovracoppia)

Contenitori di tipo C, T6
60° AVM - Modulazione di larghezza degli impulsi

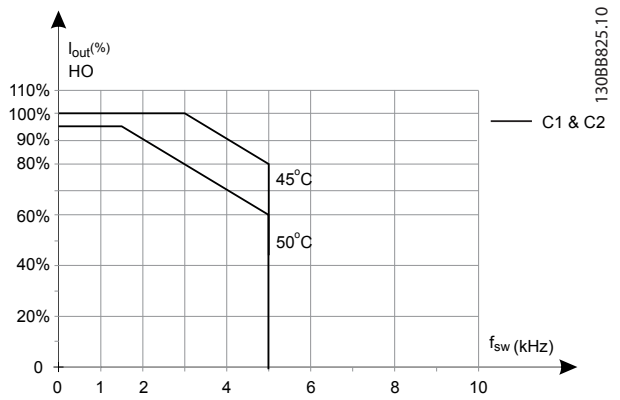


Disegno 6.28 Declassamento della corrente di uscita con la frequenza di commutazione e la temperatura ambiente per convertitori di frequenza da 600 V, contenitore di tipo C, 60° AVM, NO

 Danfoss A/S © Rev. 04/04/2014 Tutti i diritti riservati.

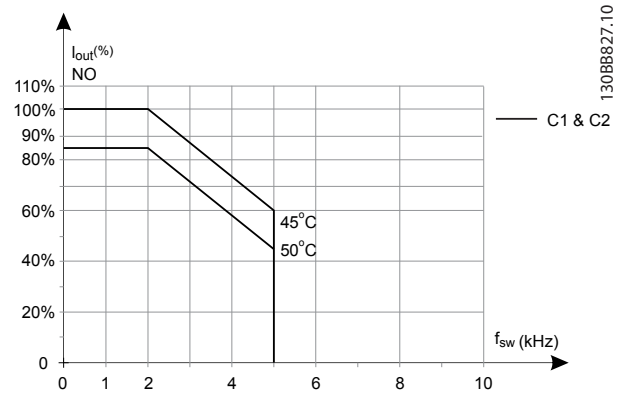


Disegno 6.29 Declassamento della corrente di uscita con la frequenza di commutazione e la temperatura ambiente per convertitori di frequenza da 600 V, contenitori di tipo C, 60° AVM, HO



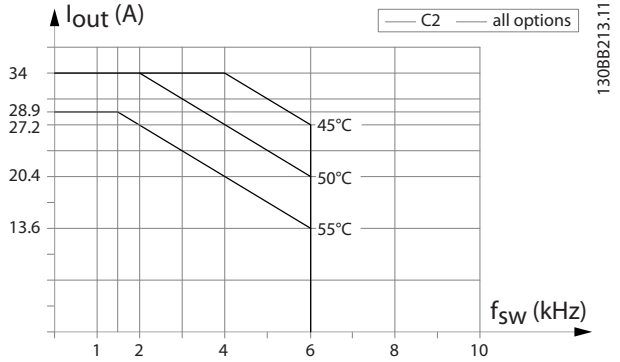
Disegno 6.31 Declassamento della corrente di uscita con la frequenza di commutazione e la temperatura ambiente per convertitori di frequenza da 600 V, contenitori di tipo C; SFAVM, HO

SFAVM - Modulazione vettoriale asincrona orientata secondo il flusso dello statore



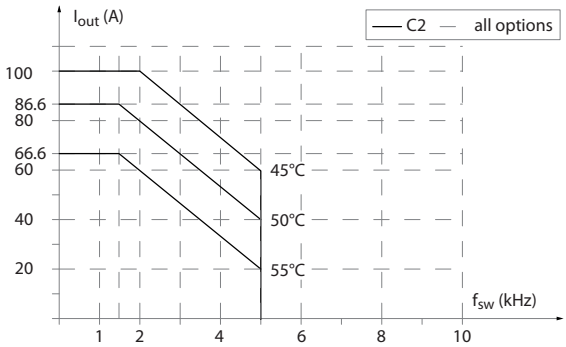
Disegno 6.30 Declassamento della corrente di uscita con la frequenza di commutazione e la temperatura ambiente per convertitori di frequenza da 600 V, contenitori di tipo C; SFAVM, NO

Contenitore di tipo C, T7
60° AVM - Modulazione di larghezza degli impulsi



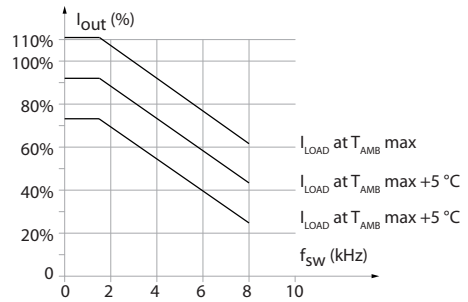
Disegno 6.32 Declassamento della corrente di uscita con la frequenza di commutazione e la temperatura ambiente per telai di dimensione C2, 60° AVM. Nota: Il grafico riporta la corrente come valore assoluto ed è valido sia per sovraccarico elevato che normale.

SFAVM - Modulazione vettoriale asincrona orientata secondo il flusso dello statore



130BB214.10

Disegno 6.33 Declassamento della corrente di uscita con la frequenza di commutazione e la temperatura ambiente per contenitori di tipo C2, SFAVM. Nota: Il grafico riporta la corrente come valore assoluto ed è valido sia per sovraccarico elevato che normale.



130BD597.10

Disegno 6.34 Declassamento della corrente di uscita con la frequenza di commutazione e la temperatura ambiente per contenitore di tipo C3

6.2.7 Valori misurati per 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, si consiglia fortemente di 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 sovraelongazione nella tensione del motore prima che si stabilizzi. Il livello dipende dalla tensione nel collegamento CC.

La tensione di picco sui morsetti del motore è causata dalla commutazione degli IGBT. 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 (100 m).

Il convertitore di frequenza soddisfa le norme IEC 60034-25 e IEC 60034-17 in termini di progetto del motore.

 Danfoss A/S © Rev. 04/04/2014 Tutti i diritti riservati.

200-240 V (T2)

Lunghezza del cavo [m]	Tensione di alimentazione [V]	Tempo di salita [µs]	Upeak [kV]	dU/dt [kV/µs]
5	240	0,13	0,510	3,090
50	240	0,23		2,034
100	240	0,54	0,580	0,865
150	240	0,66	0,560	0,674

Tabella 6.13 P5K5T2

Lunghezza del cavo [m]	Tensione di alimentazione [V]	Tempo di salita [µs]	Upeak [kV]	dU/dt [kV/µs]
36	240	0,264	0,624	1,890
136	240	0,536	0,596	0,889
150	240	0,568	0,568	0,800

Tabella 6.14 P7K5T2

Lunghezza del cavo [m]	Tensione di alimentazione [V]	Tempo di salita [µs]	Upeak [kV]	dU/dt [kV/µs]
30	240	0,556	0,650	0,935
100	240	0,592	0,594	0,802
150	240	0,708	0,587	0,663

Tabella 6.15 P11KT2

Lunghezza del cavo [m]	Tensione di alimentazione [V]	Tempo di salita [µs]	Upeak [kV]	dU/dt [kV/µs]
36	240	0,244	0,608	1,993
136	240	0,568	0,580	0,816
150	240	0,720	0,574	0,637

Tabella 6.16 P15KT2

Lunghezza del cavo [m]	Tensione di alimentazione [V]	Tempo di salita [µs]	Upeak [kV]	dU/dt [kV/µs]
36	240	0,244	0,608	1,993
136	240	0,568	0,580	0,816
150	240	0,720	0,574	0,637

Tabella 6.17 P18KT2

Lunghezza del cavo [m]	Tensione di alimentazione [V]	Tempo di salita [µs]	Upeak [kV]	dU/dt [kV/µs]
15	240	0,194	0,626	2,581
50	240	0,252	0,574	1,822
150	240	0,488	0,538	0,882

Tabella 6.18 P22KT2

 Danfoss A/S © Rev. 04/04/2014 Tutti i diritti riservati.

Lunghezza del cavo [m]	Tensione di alimentazione [V]	Tempo di salita [µs]	Upeak [kV]	dU/dt [kV/µs]
30	240	0,300	0,598	1,594
100	240	0,536	0,566	0,844
150	240	0,776	0,546	0,562

Tabella 6.19 P30KT2

Lunghezza del cavo [m]	Tensione di alimentazione [V]	Tempo di salita [µs]	Upeak [kV]	dU/dt [kV/µs]
30	240	0,300	0,598	1,594
100	240	0,536	0,566	0,844
150	240	0,776	0,546	0,562

Tabella 6.20 P37KT2

380-500 V (T4)

Lunghezza del cavo [m]	Tensione di alimentazione [V]	Tempo di salita [µs]	Upeak [kV]	dU/dt [kV/µs]
5	480	0,640	0,690	0,862
50	480	0,470	0,985	0,985
150	480	0,760	1,045	0,947

Tabella 6.21 P1K5T4

Lunghezza del cavo [m]	Tensione di alimentazione [V]	Tempo di salita [µs]	Upeak [kV]	dU/dt [kV/µs]
5	480	0,172	0,890	4,156
50	480	0,310		2,564
150	480	0,370	1,190	1,770

Tabella 6.22 P4K0T4

Lunghezza del cavo [m]	Tensione di alimentazione [V]	Tempo di salita [µs]	Upeak [kV]	dU/dt [kV/µs]
5	480	0,04755	0,739	8,035
50	480	0,207		4,548
150	480	0,6742	1,030	2,828

Tabella 6.23 P7K5T4

Lunghezza del cavo [m]	Tensione di alimentazione [V]	Tempo di salita [µs]	Upeak [kV]	dU/dt [kV/µs]
36	480	0,396	1,210	2,444
100	480	0,844	1,230	1,165
150	480	0,696	1,160	1,333

Tabella 6.24 P11KT4

 Danfoss A/S © Rev. 04/04/2014 Tutti i diritti riservati.

Lunghezza del cavo [m]	Tensione di alimentazione [V]	Tempo di salita [µs]	Upeak [kV]	dU/dt [kV/µs]
36	480	0,396	1,210	2,444
100	480	0,844	1,230	1,165
150	480	0,696	1,160	1,333

Tabella 6.25 P15KT4

Lunghezza del cavo [m]	Tensione di alimentazione [V]	Tempo di salita [µs]	Upeak [kV]	dU/dt [kV/µs]
36	480	0,312		2,846
100	480	0,556	1,250	1,798
150	480	0,608	1,230	1,618

Tabella 6.26 P18KT4

Lunghezza del cavo [m]	Tensione di alimentazione [V]	Tempo di salita [µs]	Upeak [kV]	dU/dt [kV/µs]
15	480	0,288		3,083
100	480	0,492	1,230	2,000
150	480	0,468	1,190	2,034

Tabella 6.27 P22KT4

Lunghezza del cavo [m]	Tensione di alimentazione [V]	Tempo di salita [µs]	Upeak [kV]	dU/dt [kV/µs]
5	480	0,368	1,270	2,853
50	480	0,536	1,260	1,978
100	480	0,680	1,240	1,426
150	480	0,712	1,200	1,334

Tabella 6.28 P30KT4

Lunghezza del cavo [m]	Tensione di alimentazione [V]	Tempo di salita [µs]	Upeak [kV]	dU/dt [kV/µs]
5	480	0,368	1,270	2,853
50	480	0,536	1,260	1,978
100	480	0,680	1,240	1,426
150	480	0,712	1,200	1,334

Tabella 6.29 P37KT4

Lunghezza del cavo [m]	Tensione di alimentazione [V]	Tempo di salita [µs]	Upeak [kV]	dU/dt [kV/µs]
15	480	0,256	1,230	3,847
50	480	0,328	1,200	2,957
100	480	0,456	1,200	2,127
150	480	0,960	1,150	1,052

Tabella 6.30 P45KT4

 Danfoss A/S © Rev. 04/04/2014 Tutti i diritti riservati.

380-500 V (T5)

Lunghezza del cavo [m]	Tensione di alimentazione [V]	Tempo di salita [µs]	Upeak [kV]	dU/dt [kV/µs]
5	480	0,371	1,170	2,523

Tabella 6.31 P55KT5

Lunghezza del cavo [m]	Tensione di alimentazione [V]	Tempo di salita [µs]	Upeak [kV]	dU/dt [kV/µs]
5	480	0,371	1,170	2,523

Tabella 6.32 P75KT5

600 V (T6)

Lunghezza del cavo [m]	Tensione di alimentazione [V]	Tempo di salita [µs]	Upeak [kV]	dU/dt [kV/µs]
36	600	0,304	1,560	4,105
50	600	0,300	1,550	4,133
100	600	0,536	1,640	2,448
150	600	0,576	1,640	2,278

Tabella 6.33 P15KT6

Lunghezza del cavo [m]	Tensione di alimentazione [V]	Tempo di salita [µs]	Upeak [kV]	dU/dt [kV/µs]
36	600	0,084	1,560	7,962
50	600	0,120	1,540	5,467
100	600	0,165	1,472	3,976
150	600	0,190	1,530	3,432

Tabella 6.34 P30KT6

Lunghezza del cavo [m]	Tensione di alimentazione [V]	Tempo di salita [µs]	Upeak [kV]	dU/dt [kV/µs]
15	600	0,276	1,184	4,290

Tabella 6.35 P75KT6

525-690 V (T7)

Lunghezza del cavo [m]	Tensione di alimentazione [V]	Tempo di salita [µs]	Upeak [kV]	dU/dt [kV/µs]
80	690	0,58	1,728	2369
130	690	0,93	1,824	1569
180	690	0,925	1,818	1570

Tabella 6.36 P7K5T7

Lunghezza del cavo [m]	Tensione di alimentazione [V]	Tempo di salita [µs]	Upeak [kV]	dU/dt [kV/µs]
6	690	0,238	1416	4739
50	690	0,358	1764	3922
150	690	0,465	1872	3252

Tabella 6.37 P45KT7

 Danfoss A/S © Rev. 04/04/2014 Tutti i diritti riservati.

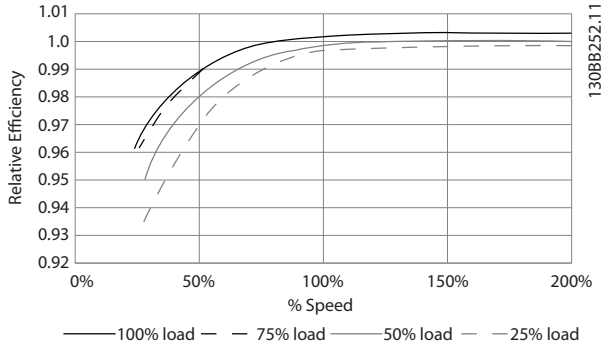
6.2.8 Rendimento

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 6.35*. Moltiplicare il fattore in questo grafico con il rendimento specifico riportato in *capitolo 6.2 Specifiche generali*.



Disegno 6.35 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 x 0,98=0,95.

Classi di rendimento
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 direttamente collegato 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 ad un'elevata frequenza di commutazione.

Efficienza del sistema
Per calcolare il rendimento del sistema, è necessario moltiplicare il rendimento del convertitore di frequenza per il rendimento del motore.

6.2.9 Rumorosità acustica

La rumorosità acustica del convertitore di frequenza proviene da 3 fonti

- Bobine del collegamento CC (circuito intermedio)
- Choke filtro RFI
- Ventole interne

Vedere *Tabella 6.38* per i gradi di rumorosità.

Tipo di contenitore	50% della velocità della ventola [dBA]	Velocità massima delle ventole [dBA]
A1	51	60
A2	51	60
A3	51	60
A4	51	60
A5	54	63
B1	61	67
B2	58	70
B4	52	62
C1	52	62
C2	55	65
C4	56	71
D3h	58	71

Tabella 6.38 Valori nominali di rumorosità acustica

I valori vengono misurati a 1 m dell'unità.

 Danfoss A/S © Rev. 04/04/2014 Tutti i diritti riservati.

7 Ordinazione

7.1 Configuratore del convertitore di frequenza

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
F	C	-				P				T											X	X	S	X	X	X	X	A		B		C					D	

130BB836.10

Disegno 7.1 Esempio di codice identificativo

Configurare il convertitore di frequenza adatto per l'applicazione specifica tramite il configuratore del convertitore di frequenza disposibile su Internet e generare il codice identificativo. Il configuratore del convertitore di frequenza genera automaticamente un numero di vendita di otto cifre da fornire all'ufficio vendite locale.
Inoltre, è possibile realizzare un elenco di progetti con vari prodotti ed inviarlo a un rivenditore Danfoss.

Il configuratore del convertitore di frequenza è disponibile nel sito Internet globale: *www.danfoss.com/drives*.

7

7.1.1 Codice identificativo

Un esempio del codice identificativo è:

FC-302PK75T5E20H1BGCXXXSXXXXA0BXCXXXXD0

Il significato dei caratteri nella stringa può essere trovato in *Tabella 7.1* e *Tabella 7.2*. Nell'esempio di sopra è integrata un'opzione di backup Profibus DP V1 e a 24 V.

Descrizione	Pos.	Selezioni possibili
Gruppo prodotti	1-3	FC 30x
Serie di convertitori di frequenza	4-6	301: FC 301 302: FC 302
Potenza nominale	8-10	0,25-75 kW
Fasi	11	Trifase (T)
Tensione di alimentazione	11-12	T2: 200-240 V T4: 380-480 V T5: 380-500 V T6: 525-600 V T7: 525-690 V
Contenitore	13-15	E20: IP20 E55: IP 55/NEMA tipo 12 P20: IP20 (con piastra posteriore) P21: IP 21 / NEMA tipo 1 (con piastra posteriore) P55: IP55/ NEMA tipo 12 (con piastra posteriore) Z20: IP 20[1)] E66: IP 66

 Danfoss A/S © Rev. 04/04/2014 Tutti i diritti riservati.

Descrizione	Pos.	Selezioni possibili
Filtro RFI	16-17	Hx: Nessun filtro EMC integrato nel convertitore di frequenza (solo unità 600 V) H1: Filtro EMC integrato. Conforme EN 55011 Classe A1/B e EN/IEC 61800-3 Categoria 1/2 H2: Nessun filtro EMC supplementare. Conforme EN 55011 Classe A2 e EN/IEC 61800-3 Categoria 3 H3: H3 - Filtro EMC integrato. Soddisfa EN 55011 classe A1/B e EN/IEC 61800-3 Categoria 1/2 (solo contenitori del tipo A1)[1)] H4: Filtro EMC integrato. Conforme EN 55011 classe A1 e EN/IEC 61800-3 Categoria 2 H5: Versioni marine. Soddisfa gli stessi livelli di emissione delle versioni H2
Freno	18	B: Chopper di frenatura incluso X: Senza chopper di frenatura T: Arresto sicuro senza freno[1)] U: Arresto sicuro chopper di frenatura[1)]
Display	19	G: Pannello di Controllo Locale Grafico (LCP) N: Pannello di Controllo Locale Numerico (LCP) X: Senza pannello di controllo locale
Rivestimento PCB	20	C: PCB con rivestimento R: Rinforzato X: Circuito stampato non rivestito
Opzione di rete	21	X: Senza opzione di rete 1: Sezionatore di rete 3: Sezionatore rete e fusibile[2)] 5: Sezionatore rete, fusibile e condivisione del carico[2, 3)] 7: Fusibile[2)] 8: Sezionatore rete e condivisione del carico[3)] A: Fusibile e condivisione del carico[2, 3)] D: Condivisione del carico[3)]
Adattamento	22	X: Entrate cavi standard O: Entrate cavi con filettatura europea (solo A4, A5, B1, B2, C1, C2) S: Entrate cavi in unità imperiali (solo A5, B1, B2, C1 e C2)
Adattamento	23	X: Senza adattamento
Release software	24-27	SXXX: Ultima release - software standard
Lingua software	28	X: Non utilizzato

[1)] FC 301/solo tipo di contenitore A1
[2)] Solo mercato US
[3)] I telai A e B3 sono dotati di serie di condivisione del carico integrata

Tabella 7.1 Codice di identificazione per l'ordinazione A, B e C

Descrizione	Pos.	Selezioni possibili
Opzioni A	29-30	AX: Nessuna opzione A A0: MCA 101 Profibus DP V1 (standard) A4: MCA 104 DeviceNet (standard) A6: CANopen MCA 105 (standard) AN: MCA 121 Ethernet IP AL: MCA 120 ProfiNet AQ: MCA 122 Modbus TCP AT: Convertitore Profibus MCA 113 VLT 3000 AU: Convertitore Profibus MCA 114 VLT 5000 AY: Powerlink MCA 123 A8: MCA 124 EtherCAT

 Danfoss A/S © Rev. 04/04/2014 Tutti i diritti riservati.

Descrizione	Pos.	Selezioni possibili
Opzioni B	31-32	BX: Nessuna opzione BK: MCB 101 Opzione I/O generali BR: MCB 102 Opzione encoder BU: MCB 103 Opzione resolver BP: MCB 105 Opzione relè BZ: Interfaccia PLC di sicurezza MCB 108 B2: Scheda termistore PTC MCB 112 B4: Ingresso sensore MCB 114 VLT B6: Safe Option TTL MCB 150 B7: Safe Option MCB 151 HTL
Opzioni C0	33-34	CX: Nessuna opzione C4: MCO 305; Motion Controller programmabile
Opzioni C1	35	X: Nessuna opzione R: MCB 113 Scheda relè est. Z: MCA-140 Opzione Modbus RTU OEM
Software opzione C/opzioni E1	36-37	XX: Controllore standard 10: Controllo di sincronizzazione MCO 350 11: Controllo di posizionamento MCO 351
Opzioni D	38-39	DX: Nessuna opzione D0: Scheda backup esterna 24 V CC MCB 107

Tabella 7.2 Codice identificativo per l'ordinazione, opzioni

AVVISO!

Per potenze superiori ai 75 kW, vedere la *Guida alla progettazione VLT® AutomationDrive FC 300 90-1400 kW.*

7.1.2 Lingua

I convertitori di frequenza vengono forniti automaticamente insieme a un pacchetto di lingue rilevante per la regione dalla quale viene ordinato. Quattro pacchetti di lingue regionali coprono le seguenti lingue:

Pacchetto di lingue 1	Pacchetto di lingue 2	Pacchetto di lingue 3	Pacchetto di lingue 4
Italiano	Italiano	Italiano	Italiano
Tedesco	Tedesco	Tedesco	Tedesco
Francese	Cinese	Sloveno	Spagnolo
Danese	Coreano	Bulgaro	Inglese US
Olandese	Giapponese	Serbo	Greco
Spagnolo	Tailandese	Rumeno	Portoghese brasiliano
Svedese	Cinese tradizionale	Ungherese	Turco
italian	Bahasa indonesiano	Ceco	Polacco
Finlandese		Russo	

Tabella 7.3 Pacchetti di lingue

Per ordinare convertitori di frequenza con un pacchetto di lingue diverso, contattare l'ufficio vendite locale.

 Danfoss A/S © Rev. 04/04/2014 Tutti i diritti riservati.

7.2 Numeri d'ordine

7.2.1 Opzioni e accessori

Descrizione	N. d'ordine	
	Senza rivestimento	Con rivestimento
Hardware di vario genere		
Pannello VLT® tramite il kit contenitore di tipo A5	130B1028	
Pannello VLT® attraverso il kit contenitore di tipo B1	130B1046	
Pannello VLT® attraverso il kit contenitore di tipo B2	130B1047	
Pannello VLT® attraverso il kit contenitore di tipo C1	130B1048	
Pannello VLT® attraverso il kit contenitore di tipo C2	130B1049	
Staffe di montaggio VLT® per il contenitore di tipo A5	130B1080	
Staffe di montaggio VLT® per il contenitore di tipo B1	130B1081	
Staffe di montaggio VLT® per il contenitore di tip B2	130B1082	
Staffe di montaggio VLT® per contenitore di tipo C1	130B1083	
Staffe di montaggio VLT® per contenitore di tipo C2	130B1084	
Kit IP 21/tipo 1 VLT®, contenitore di tipo A1	130B1121	
Kit IP 21/tipo 1 VLT®, contenitore di tipo A2	130B1122	
Kit IP 21/tipo 1 VLT®, contenitore di tipo A3	130B1123	
Kit superiore IP21/tipo 1 VLT®, contenitore di tipo A2	130B1132	
KIt superiore IP 21/tipo 1 VLT®, contenitore di tipo A3	130B1133	
Piastra posteriore IP55/tipo 12 VLT®, contenitore di tipo A5	130B1098	
Piastra posteriore IP21/tipo 1 VLT®, IP55/tipo 12, contenitore di tipo B1	130B3383	
Piastra posteriore IP21/tipo 1 VLT®, IP55/tipo 12, contenitore di tipo B2	130B3397	
Piastra posteriore IP20/tipo 1 VLT®, contenitore di tipo B4	130B4172	
Piastra posteriore IP21/tipo 1 VLT®, IP55/tipo 12, contenitore di tipo C1	130B3910	
Piastra posteriore IP21/tipo 1 VLT®, IP55/tipo 12, contenitore di tipo C2	130B3911	
Piastra posteriore IP20/tipo 1 VLT®, contenitore di tipo C3	130B4170	
Piastra posteriore IP20/tipo 1 VLT®, contenitore di tipo C4	130B4171	
Piastra posteriore IP66/tipo 4X VLT®, contenitore di tipo A5	130B3242	
Piastra posteriore in acciaio inossidabile IP66/tipo 4X VLT®, contenitore di tipo B1	130B3434	
Piastra posteriore in acciaio inossidabile IP66/tipo 4X VLT®, contenitore di tipo B2	130B3465	
Piastra posteriore in acciaio inossidabile IP66/tipo 4X VLT®, contenitore di tipo C1	130B3468	
Piastra posteriore in acciaio inossidabile IP66/tipo 4X VLT®, contenitore di tipo C2	130B3491	
Connettore Sub D9 adattatore Profibus VLT®	130B1112	
Kit piastra schermo Profibus per IP20, contenitori di tipo A1, A2 e A3	130B0524	
Morsettiera per collegamento bus CC su contenitori di tipo A2/A3	130B1064	
Morsetti a vite VLT®	130B1116	
Estensione USB VLT®, cavo di 350 mm	130B1155	
Estensione USB VLT®, cavo di 650 mm	130B1156	
Telaio posteriore VLT® A2 per 1 resistenza di frenatura	175U0085	
Telaio posteriore VLT® A3 per resistenza di frenatura	175U0088	
Telaio posteriore VLT® A2 per 2 resistenze di frenatura	175U0087	
Telaio posteriore VLT® A3 per 2 resistenze di frenatura	175U0086	
Pannello di controllo locale		
Pannello di controllo locale numerico LCP 101 VLT®	130B1124	
Pannello di comando locale grafico LCP 102 VLT®	130B1107	
Cavo VLT® per LCP 2, 3 m	175Z0929	
Kit di montaggio a pannello VLT® per tutti i tipi di LCP	130B1170	
Kit di montaggio a pannello VLT®, LCP grafico	130B1113	

 Danfoss A/S © Rev. 04/04/2014 Tutti i diritti riservati.

Descrizione	N. d'ordine	
	Senza rivestimento	Con rivestimento
Kit di montaggio a pannello VLT®, LCP numerico	130B1114	
Kit di montaggio LCP VLT®, senza LCP	130B1117	
Copertura cieca kit di montaggio LCP VLT® IP55/66, 8 m	130B1129	
Quadro di comando LCP 102 VLT®, grafico	130B1078	
Copertura cieca VLT®, con logo Danfoss, IP55/66	130B1077	
Opzioni per lo slot A		
VLT® Profibus DP V1 MCA 101	130B1100	130B1200
VLT® DeviceNet MCA 104	130B1102	130B1202
VLT® CAN Open MCA 105	130B1103	130B1205
VLT® PROFIBUS Converter MCA 113	130B1245	
VLT® PROFIBUS Converter MCA 114		130B1246
VLT® PROFINET MCA 120	130B1135	130B1235
VLT® EtherNet/IP MCA 121	130B1119	130B1219
VLT® Modbus TCP MCA 122	130B1196	130B1296
POWERLINK	130B1489	130B1490
EtherCAT	130B5546	130B5646
VLT® DeviceNet MCA 104	130B1102	130B1202
Opzioni per lo slot B		
I/O generali MCB 101 VLT®	130B1125	130B1212
Ingresso encoder MCB 102 VLT®	130B1115	130B1203
Ingresso resolver MCB 103 VLT®	130B1127	130B1227
Opzione relè MCB 105 VLT®	130B1110	130B1210
VLT® Safe PLC I/O MCB 108	130B1120	130B1220
Scheda termistore PTC MCB 112 VLT®		130B1137
VLT® Safe Option MCB 140	130B6443	
VLT® Safe Option MCB 141	130B6447	
VLT® Safe option MCB 150		130B3280
VLT® Safe option MCB 151		130B3290
Kit di montaggio per opzioni C		
Kit di montaggio per opzione C VLT®, 40 mm, contenitori di tipo A2/A3	130B7530	
Kit di montaggio per opzione C VLT®, 60 mm, contenitori di tipo A2/A3	130B7531	
Kit di montaggio per opzione C VLT®, contenitore di tipo A5	130B7532	
Kit di montaggio per opzione C VLT®, contenitori di tipo B/C/D/E/F (eccetto B3)	130B7533	
Kit di montaggio per opzione C VLT®, 40 mm, contenitori di tipo B3	130B1413	
Kit di montaggio per opzione C VLT®, 60 mm, contenitori di tipo B3	130B1414	
Opzioni per lo slot C		
VLT® Motion Control MCO 305	130B1134	130B1234
VLT® Synchronizing Contr. MCO 350	130B1152	130B1252
VLT® Position. Controller MCO 351	130B1153	120B1253
Controllore dell'avvolgitore centrale	130B1165	130B1166
VLT® Extended Relay Card MCB 113	130B1164	130B1264
VLT® C Option Adapter MCF 106		130B1230
Opzione per lo slot D		
VLT® 24 V DC Supply MCB 107	130B1108	130B1208
VLT® EtherNet/IP MCA 121	175N2584	
VLT® Leakage Current Monitor Kit, contenitori di tipo A2/A3	130B5645	
VLT® Leakage Current Monitor Kit, contenitori di tipo B3	130B5764	
VLT® Leakage Current Monitor Kit, contenitori di tipo B4	130B5765	
VLT® Leakage Current Monitor Kit, contenitori di tipo C3	130B6226	

 Danfoss A/S © Rev. 04/04/2014 Tutti i diritti riservati.

Descrizione	N. d'ordine	
	Senza rivestimento	Con rivestimento
VLT® Leakage Current Monitor Kit, contenitori di tipo C4	130B5647	
Software PC		
VLT® Motion Ctrl Tool MCT 10, 1 licenza	130B1000	
VLT® Motion Ctrl Tool MCT 10, 5 licenze	130B1001	
VLT® Motion Ctrl Tool MCT 10, 10 licenze	130B1002	
VLT® Motion Ctrl Tool MCT 10, 25 licenze	130B1003	
VLT® Motion Ctrl Tool MCT 10, 50 licenze	130B1004	
VLT® Motion Ctrl Tool MCT 10, 100 licenze	130B1005	
VLT® Motion Ctrl Tool MCT 10, >100 licenze	130B1006	
Le opzioni possono essere ordinate come opzioni integrate di fabbrica, vedere le informazioni relative all'ordinazione, *capitolo 7.1 Configuratore del convertitore di frequenza*.		

Tabella 7.4 Numeri d'ordine per opzioni e accessori

7.2.2 Pezzi di ricambio

Consultare il negozio VLT o il configuratore per parti di ricambio disponibili per la vostra specifica. *VLTShop.danfoss.com*.

7.2.3 Buste per accessori

Tipo	Descrizione	N. d'ordine
Buste per accessori		
Busta per accessori A1	Busta per accessori, contenitore di tipo A1	130B1021
Busta per accessori A2/A3	Busta per accessori, contenitore di tipo A2/A3	130B1022
Busta per accessori A5	Busta per accessori, contenitori di tipo A5	130B1023
Busta per accessori A1–A5	Busta per accessori, contenitori di tipo A1-A5 Freno e connettore di condivisione del carico	130B0633
Busta per accessori B1	Busta per accessori, contenitori di tipo B1	130B2060
Busta per accessori B2	Busta per accessori, contenitori di tipo B2	130B2061
Busta per accessori B3	Busta per accessori, contenitori di tipo B3	130B0980
Busta per accessori B4	Busta per accessori, contenitori di tipo B4, 18,5-22 kW	130B1300
Busta per accessori B4	Busta per accessori, contenitori di tipo B4, 30 kW	130B1301
Busta per accessori C1	Busta per accessori, contenitori di tipo C1	130B0046
Busta per accessori C2	Busta per accessori, contenitori di tipo C2	130B0047
Busta per accessori C3	Busta per accessori, contenitori di tipo C3	130B0981
Busta per accessori C4	Busta per accessori, contenitori di tipo C4, 55 kW	130B0982
Busta per accessori C4	Busta per accessori, contenitori di tipo C4, 75 kW	130B0983

Tabella 7.5 Numeri d'ordine per buste per accessori

 Danfoss A/S © Rev. 04/04/2014 Tutti i diritti riservati.

7.2.4 VLT AutomationDrive FC 301

T2, frenatura orizzontale con duty cycle del 10%

FC 301				Frenatura orizzontale con duty cycle del 10%							
Dati convertitore di frequenza				Dati della resistenza di frenatura						Installazione	
						Codice articolo Danfoss					
Tipo di rete	P_m [kW]	R_{min} [Ω]	$R_{br.nom}$ [Ω]	R_{rec} [Ω]	$P_{br.cont.}$ [kW]	Filo elettrico IP54	Morsetto a vite IP21	Morsetto a vite IP65	Bolt connection IP20	Sezione trasversale dei cavi [mm²]	Relè termico [A]
T2	0,25	368	415,9	410	0,100	175u3004	-	-	-	1,5	0,5
T2	0,37	248	280,7	300	0,100	175u3006	-	-	-	1,5	0,6
T2	0,55	166	188,7	200	0,100	175u3011	-	-	-	1,5	0,7
T2	0,75	121	138,4	145	0,100	175u3016	-	-	-	1,5	0,8
T2	1,1	81,0	92,0	100	0,100	175u3021	-	-	-	1,5	0,9
T2	1,5	58,5	66,5	70	0,200	175u3026	-	-	-	1,5	1,6
T2	2,2	40,2	44,6	48	0,200	175u3031	-	-	-	1,5	1,9
T2	3	29,1	32,3	35	0,300	175u3325	-	-	-	1,5	2,7
T2	3,7	22,5	25,9	27	0,360	175u3326	175u3477	175u3478	-	1,5	3,5
T2	5,5	17,7	19,7	18	0,570	175u3327	175u3442	175u3441	-	1,5	5,3
T2	7,5	12,6	14,3	13	0,680	175u3328	175u3059	175u3060	-	1,5	6,8
T2	11	8,7	9,7	9	1,130	175u3329	175u3068	175u3069	-	2,5	10,5
T2	15	5,3	7,5	5,7	1,400	175u3330	175u3073	175u3074	-	4	15
T2	18,5	5,1	6,0	5,7	1,700	175u3331	175u3483	175u3484	-	4	16
T2	22	3,2	5,0	3,5	2,200	175u3332	175u3080	175u3081	-	6	24
T2	30	3,0	3,7	3,5	2,800	175u3333	175u3448	175u3447	-	10	27
T2	37	2,4	3,0	2,8	3,200	175u3334	175u3086	175u3087	-	16	32

Tabella 7.6 T2, frenatura orizzontale con duty cycle del 10%

 Danfoss A/S © Rev. 04/04/2014 Tutti i diritti riservati.

FC 301				Frenatura verticale con il duty cycle del 40%							
Dati convertitore di frequenza				Dati della resistenza di frenatura						Installazione	
						Codice articolo Danfoss					
Tipo di rete	P_m [kW]	R_{min} [Ω]	$R_{br.nom}$ [Ω]	R_{rec} [Ω]	$P_{br.cont.}$ [kW]	Filo elettrico IP54	Morsetto a vite IP21	Morsetto a vite IP65	Bolt connection IP20	Sezione trasversale dei cavi [mm²]	Relè termico [A]
T2	0,25	368	415,9	410	0,100	175u3004	-	-	-	1,5	0,5
T2	0,37	248	280,7	300	0,200	175u3096	-	-	-	1,5	0,8
T2	0,55	166	188,7	200	0,200	175u3008	-	-	-	1,5	0,9
T2	0,75	121	138,4	145	0,300	175u3300	-	-	-	1,5	1,3
T2	1,1	81,0	92,0	100	0,450	175u3301	175u3402	175u3401	-	1,5	2
T2	1,5	58,5	66,5	70	0,570	175u3302	175u3404	175u3403	-	1,5	2,7
T2	2,2	40,2	44,6	48	0,960	175u3303	175u3406	175u3405	-	1,5	4,2
T2	3	29,1	32,3	35	1,130	175u3304	175u3408	175u3407	-	1,5	5,4
T2	3,7	22,5	25,9	27	1,400	175u3305	175u3410	175u3409	-	1,5	6,8
T2	5,5	17,7	19,7	18	2,200	175u3306	175u3412	175u3411	-	1,5	10,4
T2	7,5	12,6	14,3	13	3,200	175u3307	175u3414	175u3413	-	2,5	14,7
T2	11	8,7	9,7	9	5,500	-	175u3176	175u3177	-	4	23
T2	15	5,3	7,5	5,7	6,000	-	-	-	175u3233	10	33
T2	18,5	5,1	6,0	5,7	8,000	-	-	-	175u3234	10	38
T2	22	3,2	5,0	3,5	9,000	-	-	-	175u3235	16	51
T2	30	3,0	3,7	3,5	14,000	-	-	-	175u3224	25	63
T2	37	2,4	3,0	2,8	17,000	-	-	-	175u3227	35	78

Tabella 7.7 T2, frenatura verticale con un duty cycle del 40%

 Danfoss A/S © Rev. 04/04/2014 Tutti i diritti riservati.

FC 301				Frenatura orizzontale con duty cycle del 10%							
Dati convertitore di frequenza				Dati della resistenza di frenatura						Installazione	
						Codice articolo Danfoss					
Tipo di rete	P_m [kW]	R_{min} [Ω]	$R_{br.nom}$ [Ω]	R_{rec} [Ω]	$P_{br.cont.}$ [kW]	Filo elettrico IP54	Morsetto a vite IP21	Morsetto a vite IP65	Bolt connection IP20	Sezione trasversale dei cavi [mm²]	Relè termico [A]
T4	0,37	1000	1121,4	1200	0,100	175u3000	-	-	-	1,5	0,3
T4	0,55	620	749,8	850	0,100	175u3001	-	-	-	1,5	0,4
T4	0,75	485	547,6	630	0,100	175u3002	-	-	-	1,5	0,4
T4	1,1	329	365,3	410	0,100	175u3004	-	-	-	1,5	0,5
T4	1,5	240	263,0	270	0,200	175u3007	-	-	-	1,5	0,8
T4	2,2	161	176,5	200	0,200	175u3008	-	-	-	1,5	0,9
T4	3	117	127,9	145	0,300	175u3300	-	-	-	1,5	1,3
T4	4	86,9	94,6	110	0,450	175u3335	175u3450	175u3449	-	1,5	1,9
T4	5,5	62,5	68,2	80	0,570	175u3336	175u3452	175u3451	-	1,5	2,5
T4	7,5	45,3	49,6	56	0,680	175u3337	175u3027	175u3028	-	1,5	3,3
T4	11	34,9	38,0	38	1,130	175u3338	175u3034	175u3035	-	1,5	5,2
T4	15	25,3	27,7	28	1,400	175u3339	175u3039	175u3040	-	1,5	6,7
T4	18,5	20,3	22,3	22	1,700	175u3340	175u3047	175u3048	-	1,5	8,3
T4	22	16,9	18,7	19	2,200	175u3357	175u3049	175u3050	-	1,5	10,1
T4	30	13,2	14,5	14	2,800	175u3341	175u3055	175u3056	-	2,5	13,3
T4	37	10,6	11,7	12	3,200	175u3359	175u3061	175u3062	-	2,5	15,3
T4	45	8,7	9,6	9,5	4,200	-	175u3065	175u3066	-	4	20
T4	55	6,6	7,8	7,0	5,500	-	175u3070	175u3071	-	6	26
T4	75	4,2	5,7	5,5	7,000	-	-	-	175u3231	10	36

Tabella 7.8 T4, frenatura orizzontale con duty cycle del 10%

 Danfoss A/S © Rev. 04/04/2014 Tutti i diritti riservati.

FC 301				Frenatura verticale con il duty cycle del 40%							
Dati convertitore di frequenza				Dati della resistenza di frenatura						Installazione	
						Codice articolo Danfoss					
Tipo di rete	P_m [kW]	R_{min} [Ω]	$R_{br.nom}$ [Ω]	R_{rec} [Ω]	$P_{br.cont.}$ [kW]	Filo elettrico IP54	Morsetto a vite IP21	Morsetto a vite IP65	Bolt connection IP20	Sezione trasversale dei cavi [mm²]	Relè termico [A]
T4	0,37	1000	1121,4	1200	0,200	175u3101	-	-	-	1,5	0,4
T4	0,55	620	749,8	850	0,200	175u3308	-	-	-	1,5	0,5
T4	0,75	485	547,6	630	0,300	175u3309	-	-	-	1,5	0,7
T4	1,1	329	365,3	410	0,450	175u3310	175u3416	175u3415	-	1,5	1
T4	1,5	240	263,0	270	0,570	175u3311	175u3418	175u3417	-	1,5	1,4
T4	2,2	161	176,5	200	0,960	175u3312	175u3420	175u3419	-	1,5	2,1
T4	3	117	127,9	145	1,130	175u3313	175u3422	175u3421	-	1,5	2,7
T4	4	86,9	94,6	110	1,700	175u3314	175u3424	175u3423	-	1,5	3,7
T4	5,5	62,5	68,2	80	2,200	175u3315	175u3138	175u3139	-	1,5	5
T4	7,5	45,3	49,6	56	3,200	175u3316	175u3428	175u3427	-	1,5	7,1
T4	11	34,9	38,0	38	5,000	-	-	-	175u3236	1,5	11,5
T4	15	25,3	27,7	28	6,000	-	-	-	175u3237	2,5	14,7
T4	18,5	20,3	22,3	22	8,000	-	-	-	175u3238	4	19
T4	22	16,9	18,7	19	10,000	-	-	-	175u3203	4	23
T4	30	13,2	14,5	14	14,000	-	-	-	175u3206	10	32
T4	37	10,6	11,7	12	17,000	-	-	-	175u3210	10	38
T4	45	8,7	9,6	9,5	21,000	-	-	-	175u3213	16	47
T4	55	6,6	7,8	7,0	26,000	-	-	-	175u3216	25	61
T4	75	4,2	5,7	5,5	36,000	-	-	-	175u3219	35	81

Tabella 7.9 T4, frenatura verticale con un duty cycle del 40%

 Danfoss A/S © Rev. 04/04/2014 Tutti i diritti riservati.

7.2.5 Resistenze di frenatura per FC 302

FC 302				Frenatura orizzontale con duty cycle del 10%							
Dati convertitore di frequenza				Dati della resistenza di frenatura						Installazione	
						Codice articolo Danfoss					
Tipo di rete	P_m [kW]	R_{min} [Ω]	$R_{br.nom}$ [Ω]	R_{rec} [Ω]	$P_{br.cont.}$ [kW]	Filo elettrico IP54	Morsetto a vite IP21	Morsetto a vite IP65	Bolt connection IP20	Sezione trasversale dei cavi [mm²]	Relè termico [A]
T2	0,25	380	475,3	410	0,100	175u3004	-	-	-	1,5	0,5
T2	0,37	275	320,8	300	0,100	175u3006	-	-	-	1,5	0,6
T2	0,55	188	215,7	200	0,100	175u3011	-	-	-	1,5	0,7
T2	0,75	130	158,1	145	0,100	175u3016	-	-	-	1,5	0,8
T2	1,1	81,0	105,1	100	0,100	175u3021	-	-	-	1,5	0,9
T2	1,5	58,5	76,0	70	0,200	175u3026	-	-	-	1,5	1,6
T2	2,2	45,0	51,0	48	0,200	175u3031	-	-	-	1,5	1,9
T2	3	31,5	37,0	35	0,300	175u3325	-	-	-	1,5	2,7
T2	3,7	22,5	29,7	27	0,360	175u3326	175u3477	175u3478	-	1,5	3,5
T2	5,5	17,7	19,7	18	0,570	175u3327	175u3442	175u3441	-	1,5	5,3
T2	7,5	12,6	14,3	13,0	0,680	175u3328	175u3059	175u3060	-	1,5	6,8
T2	11	8,7	9,7	9,0	1,130	175u3329	175u3068	175u3069	-	2,5	10,5
T2	15	5,3	7,5	5,7	1,400	175u3330	175u3073	175u3074	-	4	14,7
T2	18,5	5,1	6,0	5,7	1,700	175u3331	175u3483	175u3484	-	4	16
T2	22	3,2	5,0	3,5	2,200	175u3332	175u3080	175u3081	-	6	24
T2	30	3,0	3,7	3,5	2,800	175u3333	175u3448	175u3447	-	10	27
T2	37	2,4	3,0	2,8	3,200	175u3334	175u3086	175u3087	-	16	32

Tabella 7.10 T2, frenatura orizzontale con duty cycle del 10%

 Danfoss A/S © Rev. 04/04/2014 Tutti i diritti riservati.

FC 302				Frenatura verticale con il duty cycle del 40%							
Dati convertitore di frequenza				Dati della resistenza di frenatura						Installazione	
						Codice articolo Danfoss					
Tipo di rete	P_m [kW]	R_{min} [Ω]	$R_{br.nom}$ [Ω]	R_{rec} [Ω]	$P_{br.cont.}$ [kW]	Filo elettrico IP54	Morsetto a vite IP21	Morsetto a vite IP65	Bolt connection IP20	Sezione trasversale dei cavi [mm²]	Relè termico [A]
T2	0,25	380	475,3	410	0,100	175u3004	-	-	-	1,5	0,5
T2	0,37	275	320,8	300	0,200	175u3096	-	-	-	1,5	0,8
T2	0,55	188	215,7	200	0,200	175u3008	-	-	-	1,5	0,9
T2	0,75	130	158,1	145	0,300	175u3300	-	-	-	1,5	1,3
T2	1,1	81,0	105,1	100	0,450	175u3301	175u3402	175u3401	-	1,5	2
T2	1,5	58,5	76,0	70	0,570	175u3302	175u3404	175u3403	-	1,5	2,7
T2	2,2	45,0	51,0	48	0,960	175u3303	175u3406	175u3405	-	1,5	4,2
T2	3	31,5	37,0	35	1,130	175u3304	175u3408	175u3407	-	1,5	5,4
T2	3,7	22,5	29,7	27	1,400	175u3305	175u3410	175u3409	-	1,5	6,8
T2	5,5	17,7	19,7	18	2,200	175u3306	175u3412	175u3411	-	1,5	10,4
T2	7,5	12,6	14,3	13,0	3,200	175u3307	175u3414	175u3413	-	2,5	14,7
T2	11	8,7	9,7	9,0	5,500	-	175u3176	175u3177	-	4	23
T2	15	5,3	7,5	5,7	6,000	-	-	-	175u3233	10	33
T2	18,5	5,1	6,0	5,7	8,000	-	-	-	175u3234	10	38
T2	22	3,2	5,0	3,5	9,000	-	-	-	175u3235	16	51
T2	30	3,0	3,7	3,5	14,000	-	-	-	175u3224	25	63
T2	37	2,4	3,0	2,8	17,000	-	-	-	175u3227	35	78

Tabella 7.11 T2, frenatura verticale con un duty cycle del 40%

 Danfoss A/S © Rev. 04/04/2014 Tutti i diritti riservati.

FC 302				Frenatura orizzontale con duty cycle del 10%							
Dati convertitore di frequenza				Dati della resistenza di frenatura						Installazione	
						Codice articolo Danfoss					
Tipo di rete	P_m [kW]	R_{min} [Ω]	$R_{br.nom}$ [Ω]	R_{rec} [Ω]	$P_{br.cont.}$ [kW]	Filo elettrico IP54	Morsetto a vite IP21	Morsetto a vite IP65	Bolt connection IP20	Sezione trasversale dei cavi [mm²]	Relè termico [A]
T5	0,37	1000	1389,2	1200	0,100	175u3000	-	-	-	1,5	0,3
T5	0,55	620	928,8	850	0,100	175u3001	-	-	-	1,5	0,4
T5	0,75	558	678,3	630	0,100	175u3002	-	-	-	1,5	0,4
T5	1,1	382	452,5	410	0,100	175u3004	-	-	-	1,5	0,5
T5	1,5	260	325,9	270	0,200	175u3007	-	-	-	1,5	0,8
T5	2,2	189	218,6	200	0,200	175u3008	-	-	-	1,5	0,9
T5	3	135	158,5	145	0,300	175u3300	-	-	-	1,5	1,3
T5	4	99,0	117,2	110	0,450	175u3335	175u3450	175u3449	-	1,5	1,9
T5	5,5	72,0	84,4	80	0,570	175u3336	175u3452	175u3451	-	1,5	2,5
T5	7,5	50,0	61,4	56	0,680	175u3337	175u3027	175u3028	-	1,5	3,3
T5	11	36,0	41,2	38	1,130	175u3338	175u3034	175u3035	-	1,5	5,2
T5	15	27,0	30,0	28	1,400	175u3339	175u3039	175u3040	-	1,5	6,7
T5	18,5	20,3	24,2	22	1,700	175u3340	175u3047	175u3048	-	1,5	8,3
T5	22	18,0	20,3	19	2,200	175u3357	175u3049	175u3050	-	1,5	10,1
T5	30	13,4	15,8	14	2,800	175u3341	175u3055	175u3056	-	2,5	13,3
T5	37	10,8	12,7	12	3,200	175u3359	175u3061	175u3062	-	2,5	15,3
T5	45	8,8	10,4	9,5	4,200	-	175u3065	175u3066	-	4	20
T5	55	6,5	8,5	7,0	5,500	-	175u3070	175u3071	-	6	26
T5	75	4,2	6,2	5,5	7,000	-	-	-	175u3231	10	36

Tabella 7.12 T5, frenatura orizzontale con duty cycle del 10%

 Danfoss A/S © Rev. 04/04/2014 Tutti i diritti riservati.

FC 302				Frenatura verticale con il duty cycle del 40%							
Dati convertitore di frequenza				Dati della resistenza di frenatura						Installazione	
						Codice articolo Danfoss					
Tipo di rete	P_m [kW]	R_{min} [Ω]	$R_{br.nom}$ [Ω]	R_{rec} [Ω]	$P_{br.cont.}$ [kW]	Filo elettrico IP54	Morsetto a vite IP21	Morsetto a vite IP65	Bolt connection IP20	Sezione trasversale dei cavi [mm²]	Relè termico [A]
T5	0,37	1000	1389,2	1200	0,200	175u3101	-	-	-	1,5	0,4
T5	0,55	620	928,8	850	0,200	175u3308	-	-	-	1,5	0,5
T5	0,75	558	678,3	630	0,300	175u3309	-	-	-	1,5	0,7
T5	1,1	382	452,5	410	0,450	175u3310	175u3416	175u3415	-	1,5	1
T5	1,5	260	325,9	270	0,570	175u3311	175u3418	175u3417	-	1,5	1,4
T5	2,2	189	218,6	200	0,960	175u3312	175u3420	175u3419	-	1,5	2,1
T5	3	135	158,5	145	1,130	175u3313	175u3422	175u3421	-	1,5	2,7
T5	4	99,0	117,2	110	1,700	175u3314	175u3424	175u3423	-	1,5	3,7
T5	5,5	72,0	84,4	80	2,200	175u3315	175u3138	175u3139	-	1,5	5
T5	7,5	50,0	61,4	56	3,200	175u3316	175u3428	175u3427	-	1,5	7,1
T5	11	36,0	41,2	38	5,000	-	-	-	175u3236	1,5	11,5
T5	15	27,0	30,0	28	6,000	-	-	-	175u3237	2,5	14,7
T5	18,5	20,3	24,2	22	8,000	-	-	-	175u3238	4	19
T5	22	18,0	20,3	19	10,000	-	-	-	175u3203	4	23
T5	30	13,4	15,8	14	14,000	-	-	-	175u3206	10	32
T5	37	10,8	12,7	12	17,000	-	-	-	175u3210	10	38
T5	45	8,8	10,4	9,5	21,000	-	-	-	175u3213	16	47
T5	55	6,5	8,5	7,0	26,000	-	-	-	175u3216	25	61
T5	75	4,2	6,2	5,5	36,000	-	-	-	175u3219	35	81

Tabella 7.13 T5, frenatura verticale con duty cycle del 40%

 Danfoss A/S © Rev. 04/04/2014 Tutti i diritti riservati.

FC 302				Frenatura orizzontale con duty cycle del 10%							
Dati convertitore di frequenza				Dati della resistenza di frenatura						Installazione	
						Codice articolo Danfoss					
Tipo di rete	P_m [kW]	R_{min} [Ω]	$R_{br.nom}$ [Ω]	R_{rec} [Ω]	$P_{br.cont.}$ [kW]	Filo elettrico IP54	Morsetto a vite IP21	Morsetto a vite IP65	Bolt connection IP20	Sezione trasversale dei cavi [mm²]	Relè termico [A]
T6	0,75	620	914,2	850	0,100	175u3001	-	-	-	1,5	0,4
T6	1,1	550	611,3	570	0,100	175u3003	-	-	-	1,5	0,4
T6	1,5	380	441,9	415	0,200	175u3005	-	-	-	1,5	0,7
T6	2,2	260	296,4	270	0,200	175u3007	-	-	-	1,5	0,8
T6	3	189	214,8	200	0,300	175u3342	-	-	-	1,5	1,1
T6	4	135	159,2	145	0,450	175u3343	175u3012	175u3013	-	1,5	1,7
T6	5,5	99,0	114,5	100	0,570	175u3344	175u3136	175u3137	-	1,5	2,3
T6	7,5	69,0	83,2	72	0,680	175u3345	175u3456	175u3455	-	1,5	2,9
T6	11	48,6	56,1	52	1,130	175u3346	175u3458	175u3457	-	1,5	4,4
T6	15	35,1	40.8	38	1,400	175u3347	175u3460	175u3459	-	1,5	5,7
T6	18,5	27,0	32,9	31	1,700	175u3348	175u3037	175u3038	-	1,5	7
T6	22	22,5	27,6	27	2,200	175u3349	175u3043	175u3044	-	1,5	8,5
T6	30	17,1	21,4	19	2,800	175u3350	175u3462	175u3461	-	2,5	11,4
T6	37	13,5	17,3	14	3,200	175u3358	175u3464	175u3463	-	2,5	14,2
T6	45	10,8	14,2	13,5	4,200	-	175u3057	175u3058	-	4	17
T6	55	8,8	11,6	11	5,500	-	175u3063	175u3064	-	6	21
T6	75	6,6	8,4	7,0	7,000	-	-	-	175u3245	10	32

Tabella 7.14 T6, frenatura orizzontale con duty cycle del 10%

 Danfoss A/S © Rev. 04/04/2014 Tutti i diritti riservati.

FC 302				Frenatura verticale con il duty cycle del 40%							
Dati convertitore di frequenza				Dati della resistenza di frenatura						Installazione	
						Codice articolo Danfoss					
Tipo di rete	P_m [kW]	R_{min} [Ω]	$R_{br.nom}$ [Ω]	R_{rec} [Ω]	$P_{br.cont.}$ [kW]	Filo elettrico IP54	Morsetto a vite IP21	Morsetto a vite IP65	Bolt connection IP20	Sezione trasversale dei cavi [mm²]	Relè termico [A]
T6	0,75	620	914,2	850	0,280	175u3317	175u3104	175u3105	-	1,5	0,6
T6	1,1	550	611,3	570	0,450	175u3318	175u3430	175u3429	-	1,5	0,9
T6	1,5	380	441,9	415	0,570	175u3319	175u3432	175u3431	-	1,5	1,1
T6	2,2	260	296,4	270	0,960	175u3320	175u3434	175u3433	-	1,5	1,8
T6	3	189	214,8	200	1,130	175u3321	175u3436	175u3435	-	1,5	2,3
T6	4	135	159,2	145	1,700	175u3322	175u3126	175u3127	-	1,5	3,3
T6	5,5	99,0	114,5	100	2,200	175u3323	175u3438	175u3437	-	1,5	4,4
T6	7,5	69,0	83,2	72	3,200	175u3324	175u3440	175u3439	-	1,5	6,3
T6	11	48,6	56,1	52	5,500	-	175u3148	175u3149	-	1,5	9,7
T6	15	35,1	40.8	38	6,000	-	-	-	175u3239	2,5	12,6
T6	18,5	27,0	32,9	31	8,000	-	-	-	175u3240	4	16
T6	22	22,5	27,6	27	10,000	-	-	-	175u3200	4	19
T6	30	17,1	21,4	19	14,000	-	-	-	175u3204	10	27
T6	37	13,5	17,3	14	17,000	-	-	-	175u3207	10	35
T6	45	10,8	14,2	13,5	21,000	-	-	-	175u3208	16	40
T6	55	8,8	11,6	11	26,000	-	-	-	175u3211	25	49
T6	75	6,6	8,4	7,0	30,000	-	-	-	175u3241	35	66

Tabella 7.15 T6, frenatura verticale con duty cycle del 40%

 Danfoss A/S © Rev. 04/04/2014 Tutti i diritti riservati.

FC 302				Frenatura verticale con il duty cycle del 40%							
Dati convertitore di frequenza				Dati della resistenza di frenatura						Installazione	
						Codice articolo Danfoss					
Tipo di rete	P_m [kW]	R_{min} [Ω]	$R_{br.nom}$ [Ω]	R_{rec} [Ω]	$P_{br.cont.}$ [kW]	Filo elettrico IP54	Morsetto a vite IP21	Morsetto a vite IP65	Bolt connection IP20	Sezione trasversale dei cavi [mm²]	Relè termico [A]
T7	1,1	620	830	630	0,360	-	175u3108	175u3109	-	1,5	0,8
T7	1,5	513	600	570	0,570	-	175u3110	175u3111	-	1,5	1
T7	2,2	340	403	415	0,790	-	175u3112	175u3113	-	1,5	1,3
T7	3	243	292	270	1,130	-	175u3118	175u3119	-	1,5	2
T7	4	180	216	200	1,700	-	175u3122	175u3123	-	1,5	2,8
T7	5,5	130	156	145	2,200	-	175u3106	175u3107	-	1,5	3,7
T7	7,5	94	113	105	3,200	-	175u3132	175u3133	-	1,5	5,2
T7	11	69,7	76,2	72	4,200	-	175u3142	175u3143	-	1,5	7,2
T7	15	46,8	55,5	52	6,000	-	-	-	175u3242	2,5	10,8
T7	18,5	36,0	44,7	42	8,000	-	-	-	175u3243	2,5	13,9
T7	22	29,0	37,5	31	10,000	-	-	-	175u3244	4	18
T7	30	22,5	29,1	27	14,000	-	-	-	175u3201	10	23
T7	37	18,0	23,5	22	17,000	-	-	-	175u3202	10	28
T7	45	13,5	19,3	15,5	21,000	-	-	-	175u3205	16	37
T7	55	13,5	15,7	13,5	26,000	-	-	-	175u3209	16	44
T7	75	8,8	11,5	11	36,000	-	-	-	175u3212	25	57

Tabella 7.16 T7, frenatura verticale con duty cycle del 40%

Frenatura orizzontale: Duty cycle del 10% e tassi di ripetizione massimi di 120 s secondo il profilo del freno di riferimento. La potenza media corrisponde al 6%.

Frenatura verticale: Duty cycle del 40% e tassi di ripetizione massimi di 120 s secondo il profilo del freno di riferimento. La potenza media corrisponde al 27%.

Sezione trasversale dei cavi: Valore minimo consigliato basato su cavo di rame isolato in PVC, temperatura ambiente di 30 °C con dissipazione di calore nella norma.

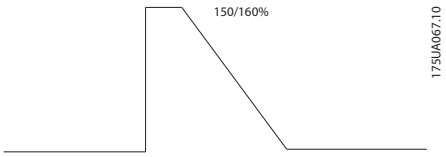
Tutto il cablaggio deve rispettare sempre le norme nazionali e locali relative alle sezioni dei cavi e alla temperatura ambiente.

Relè termico: Regolazione della corrente di frenatura del relè termico esterno. Tutte le resistenze dispongono di un interruttore relè termico integrato N.C.

L'IP54 prevede un cavo fisso non schermato di 1.000 mm. Montaggio verticale ed orizzontale. Declassamento richiesto nel montaggio orizzontale.

IP21 e IP65 prevedono un morsetto a vite per la terminazione del cavo. Montaggio verticale ed orizzontale. Declassamento richiesto nel montaggio orizzontale.

L'IP20 prevede un collegamento a bulloni per la terminazione del cavo. Montaggio a pavimento.



Disegno 7.2 Carichi orizzontali

Disegno 7.3 Carichi verticali

7.2.6 Altre resistenze di frenatura flatpack

FC 301	P_m	R_{min}	$R_{br, nom}$	Flatpack IP65 per trasportatori orizzontali		
				R_{rec} per elemento	Duty cycle	N. d'ordine
T2	[kW]	[Ω]	[Ω]	[Ω//W]	[%]	175Uxxxx
PK25	0,25	368	416	430/100	40	1002
PK37	0,37	248	281	330/100 o 310/200	27 o 55	1003 o 0984
PK55	0,55	166	189	220/100 o 210/200	20 o 37	1004 o 0987
PK75	0,75	121	138	150/100 o 150/200	14 o 27	1005 o 0989
P1K1	1,1	81,0	92	100/100 o 100/200	10 o 19	1006 o 0991
P1K5	1,5	58,5	66,5	72/200	14	0992
P2K2	2,2	40,2	44,6	50/200	10	0993
P3K0	3	29,1	32,3	35/200 o 72/200	7 14	0994 o 2 x 0992
P3K7	3,7	22,5	25,9	60/200	11	2 x 0996

Tabella 7.17 Altri flatpack per convertitori di frequenza con alimentazione di rete
FC 301 Rete: 200-240 V (T2)

7

FC 302	P_m	R_{min}	$R_{br. nom}$	Flatpack IP65 per trasportatori orizzontali		
				R_{rec} per elemento	Duty cycle	N. d'ordine
T2	[kW]	[Ω]	[Ω]	[Ω/W]	[%]	175Uxxxx
PK25	0,25	380	475	430/100	40	1002
PK37	0,37	275	321	330/100 o 310/200	27 o 55	1003 o 0984
PK55	0,55	188	216	220/100 o 210/200	20 o 37	1004 o 0987
PK75	0,75	130	158	150/100 o 150/200	14 o 27	1005 o 0989
P1K1	1,1	81,0	105,1	100/100 o 100/200	10 o 19	1006 o 0991
P1K5	1,5	58,5	76,0	72/200	14	0992
P2K2	2,2	45,0	51,0	50/200	10	0993
P3K0	3	31,5	37,0	35/200 o 72/200	7 o 14	0994 o 2 x 0992
P3K7	3,7	22,5	29,7	60/200	11	2 x 0996

Tabella 7.18 Altri flatpack per convertitori di frequenza con alimentazione di rete
FC 302 Rete: 200-240 V (T2)

FC 301	P_m	R_{min}	$R_{br. nom}$	Flatpack IP65 per trasportatori orizzontali		
				R_{rec} per elemento	Duty cycle	N. d'ordine
T4	[kW]	[Ω]	[Ω]	[Ω/W]	[%]	175Uxxxx
PK37	0,37	620	1121	830/100	30	1000
PK55	0,55	620	750	830/100	20	1000
PK75	0,75	485	548	620/100 o 620/200	14 o 27	1001 o 0982
P1K1	1,1	329	365	430/100 o 430/200	10 o 20	1002 o 0983
P1K5	1,5	240,0	263,0	310/200	14	0984
P2K2	2,2	161,0	176,5	210/200	10	0987
P3K0	3	117,0	127,9	150/200 o 300/200	7 o 14	0989 o 2 x 0985
P4K0	4	87	95	240/200	10	2 x 0986
P5K5	5,5	63	68	160/200	8	2 x 0988
P7K5	7,5	45	50	130/200	6	2 x 0990
P11K	11	34,9	38,0	80/240	5	2 x 0090
P15K	15	25,3	27,7	72/240	4	2 x 0091

Tabella 7.19 Altri flatpack per convertitori di frequenza con alimentazione di rete
FC 301 Rete: 380-480 V (T4)

 Danfoss A/S © Rev. 04/04/2014 Tutti i diritti riservati.

FC 302	P_m	R_{min}	$R_{br.\ nom}$	Flatpack IP65 per trasportatori orizzontali		
				R_{rec} per elemento	Duty cycle	N. d'ordine
T5	[kW]	[Ω]	[Ω]	[Ω/W]	[%]	175Uxxxx
PK37	0,37	620	1389	830/100	30	1000
PK55	0,55	620	929	830/100	20	1000
PK75	0,75	558	678	620/100 o 620/200	14 o 27	1001 o 0982
P1K1	1,1	382	453	430/100 o 430/200	10 o 20	1002 o 0983
P1K5	1,5	260,0	325,9	310/200	14	0984
P2K2	2,2	189,0	218,6	210/200	10	0987
P3K0	3	135,0	158,5	150/200 o 300/200	7 o 14	0989 o 2 x 0985
P4K0	4	99	117	240/200	10	2 x 0986
P5K5	5,5	72	84	160/200	8	2 x 0988
P7K5	7,5	50	61	130/200	6	2 x 0990
P11K	11	36,0	41,2	80/240	5	2 x 0090
P15K	15	27,0	30,0	72/240	4	2 x 0091

Tabella 7.20 Altri flatpack per convertitori di frequenza con alimentazione di rete FC 302 Rete: 380-500 V (T5)

IP65 è un tipo flatpack con cavo fisso.

7

7.2.7 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		Motore tipico	Corrente nominale del filtro 50 Hz	N. d'ordine AHF 005		N. d'ordine AHF 010	
[kW]	[A]	[kW]	[A]	IP00	IP20	IP00	IP20
PK37-P4K0	1,2-9	3	10	130B1392	130B1229	130B1262	130B1027
P5K5-P7K5	14,4	7,5	14	130B1393	130B1231	130B1263	130B1058
P11K	22	11	22	130B1394	130B1232	130B1268	130B1059
P15K	29	15	29	130B1395	130B1233	130B1270	130B1089
P18K	34	18,5	34	130B1396	130B1238	130B1273	130B1094
P22K	40	22	40	130B1397	130B1239	130B1274	130B1111
P30K	55	30	55	130B1398	130B1240	130B1275	130B1176
P37K	66	37	66	130B1399	130B1241	130B1281	130B1180
P45K	82	45	82	130B1442	130B1247	130B1291	130B1201
P55K	96	55	96	130B1443	130B1248	130B1292	130B1204
P75K	133	75	133	130B1444	130B1249	130B1293	130B1207

Tabella 7.21 Filtri antiarmoniche per 380-415 V, 50 Hz

 Danfoss A/S © Rev. 04/04/2014 Tutti i diritti riservati.

Potenza e corrente nominali		Motore tipico	Corrente nominale del filtro 60 Hz	N. d'ordine AHF 005		N. d'ordine AHF 010	
[kW]	[A]	[kW]	[A]	IP00	IP20	IP00	IP20
PK37-P4K0	1,2-9	3	10	130B3095	130B2857	130B2874	130B2262
P5K5-P7K5	14,4	7,5	14	130B3096	130B2858	130B2875	130B2265
P11K	22	11	22	130B3097	130B2859	130B2876	130B2268
P15K	29	15	29	130B3098	130B2860	130B2877	130B2294
P18K	34	18,5	34	130B3099	130B2861	130B3000	130B2297
P22K	40	22	40	130B3124	130B2862	130B3083	130B2303
P30K	55	30	55	130B3125	130B2863	130B3084	130B2445
P37K	66	37	66	130B3026	130B2864	130B3085	130B2459
P45K	82	45	82	130B3127	130B2865	130B3086	130B2488
P55K	96	55	96	130B3128	130B2866	130B3087	130B2489
P75K	133	75	133	130B3129	130B2867	130B3088	130B2498

Tabella 7.22 Filtri antiarmoniche per 380-415 V, 60 Hz

Potenza e corrente nominali		Motore tipico	Corrente nominale del filtro 60 Hz	N. d'ordine AHF 005		N. d'ordine AHF 010	
[kW]	[A]	[kW]	[A]	IP00	IP20	IP00	IP20
PK37-P4K0	1-7,4	3	10	130B1787	130B1752	130B1770	130B1482
P5K5-P7K5	9,9+13	7,5	14	130B1788	130B1753	130B1771	130B1483
P11K	19	11	19	130B1789	130B1754	130B1772	130B1484
P15K	25	15	25	130B1790	130B1755	130B1773	130B1485
P18K	31	18,5	31	130B1791	130B1756	130B1774	130B1486
P22K	36	22	36	130B1792	130B1757	130B1775	130B1487
P30K	47	30	48	130B1793	130B1758	130B1776	130B1488
P37K	59	37	60	130B1794	130B1759	130B1777	130B1491
P45K	73	45	73	130B1795	130B1760	130B1778	130B1492
P55K	95	55	95	130B1796	130B1761	130B1779	130B1493
P75K	118	75	118	130B1797	130B1762	130B1780	130B1494

Tabella 7.23 Filtri antiarmoniche per 440-480 V, 60 Hz

Potenza e corrente nominali		Motore tipico	Corrente nominale del filtro 60 Hz	N. d'ordine AHF 005		N. d'ordine AHF 010	
[kW]	[A]	[kW]	[A]	IP00	IP20	IP00	IP20
P11K	15	10	15	130B5261	130B5246	130B5229	130B5212
P15K	19	16,4	20	130B5262	130B5247	130B5230	130B5213
P18K	24	20	24	130B5263	130B5248	130B5231	130B5214
P22K	29	24	29	130B5263	130B5248	130B5231	130B5214
P30K	36	33	36	130B5265	130B5250	130B5233	130B5216
P37K	49	40	50	130B5266	130B5251	130B5234	130B5217
P45K	58	50	58	130B5267	130B5252	130B5235	130B5218
P55K	74	60	77	130B5268	130B5253	130B5236	130B5219
P75K	85	75	87	130B5269	130B5254	130B5237	130B5220

Tabella 7.24 Filtro antiarmoniche per 600 V, 60 Hz

 Danfoss A/S © Rev. 04/04/2014 Tutti i diritti riservati.

Potenza e corrente nominali		Motore tipico	Potenza e corrente nominali		Motore tipico	Corrente nominale del filtro	N. d'ordine AHF 005		N. d'ordine AHF 010	
500-550 V			551-690 V			50 Hz				
[kW]	[A]	[kW]	[kW]	[A]	[kW]	[A]	IP00	IP20	IP00	IP20
P11K	15	7,5	P15K	16	15	15	130B5000	130B5088	130B5297	130B5280
P15K	19,5	11	P18K	20	18,5	20	130B5017	130B5089	130B5298	130B5281
P18K	24	15	P22K	25	22	24	130B5018	130B5090	130B5299	130B5282
P22K	29	18,5	P30K	31	30	29	130B5019	130B5092	130B5302	130B5283
P30K	36	22	P37K	38	37	36	130B5021	130B5125	130B5404	130B5284
P37K	49	30	P45K	48	45	50	130B5022	130B5144	130B5310	130B5285
P45K	59	37	P55K	57	55	58	130B5023	130B5168	130B5324	130B5286
P55K	71	45	P75K	76	75	77	130B5024	130B5169	130B5325	130B5287
P75K	89	55				87	130B5025	130B5170	130B5326	130B5288

Tabella 7.25 Filtri antiarmoniche per 500-690 V, 50 Hz

7.2.8 Filtri sinusoidali

Potenza e corrente nominali convertitore di frequenza						Corrente nominale del filtro			Frequenza di commuta-zione	N. d'ordine	
200-240 V		380-440 V		441-500 V		50 Hz	60 Hz	100 Hz		IP00	IP20/23[1)]
[kW]	[A]	[kW]	[A]	[kW]	[A]	[A]	[A]	[A]	[kHz]		
-	-	0,37	1,3	0,37	1,1	2,5	2,5	2	5	130B2404	130B2439
0,25	1,8	0,55	1,8	0,55	1,6						
0,37	2,4	0,75	2,4	0,75	2,1						
		1,1	3	1,1	3	4,5	4	3,5	5	130B2406	130B2441
0,55	3,5	1,5	4,1	1,5	3,4						
0,75	4,6	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	180	170	135	3	130B3182	130B3183*
45	170	90	177								

Tabella 7.26 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			Frequenza di commuta-zione	N. d'ordine	
525-600 V		690 V		525-550 V		50 Hz	60 Hz	100 Hz		IP00	IP20/23[1)]
[kW]	[A]	[kW]	[A]	[kW]	[A]	[A]	[A]	[A]	kHz		
0,75	1,7	1,1	1,6	-	-	4,5	4	3	4	130B7335	130B7356
1,1	2,4	1,5	2,2								
1,5	2,7	2,2	3,2								
2,2	3,9	3,0	4,5								
3	4,9	4,0	5,5	-	-	10	9	7	4	130B7289	130B7324
4	6,1	5,5	7,5								
5,5	9	7,5	10								
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	76	72	57	3	130B4116	130B4117*
45	62	55	62	45	65						
55	83	75	83	55	87	115	109	86	3	130B4118	130B4119*
75	100	90	100	75	105						
90	131	-	-	90	137	165	156	124	2	130B4121	130B4124*

Tabella 7.27 Filtri sinusoidali per convertitori di frequenza con 525-690 V

*[1)] I numeri d'ordine contrassegnati con * sono IP23.*

Parametro	Impostazione
14-00 Modello di commutaz.	[1] SFAVM.
14-01 Freq. di commutaz.	Impostare in base al singolo filtro 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.
14-55 Filtro uscita	[2] Filtro sinus. fisso.
14-56 Capacità filtro di uscita	Impostato in base al singolo filtro. Elencato nell'etichetta prodotto del filtro e nel manuale del funzionamento (solo richiesto per il funzionamento FLUX).
14-57 Induttanza filtro di uscita	Impostato in base al singolo filtro. Elencato nell'etichetta prodotto del filtro e nel manuale del funzionamento (solo richiesto per il funzionamento FLUX).

Tabella 7.28 Impostazioni parametri per il funzionamento del filtro sinusoidale

 Danfoss A/S © Rev. 04/04/2014 Tutti i diritti riservati.

7.2.9 Filtri dU/dt

Valori nominali del convertitore di frequenza [V]										Corrente nominale del filtro [V]				N. d'ordine		
200-240		380-440		441-500		525-550		551-690		380@60 Hz 200-400/ 440@50 Hz	460/480 @60 Hz 500/525 @50 Hz	575/600 @60 Hz	690 @50 Hz	IP00	IP20*	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. disp.	130B7367*	N. disp.
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	103B2841	103B2842	103B2843
-	-							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	-	-	-	-	-	-	-	-							

* Contenitori di tipo A3 dedicati supportano il montaggio standard ed il montaggio affiancato. Collegamento con cavo schermato fisso al convertitore di frequenza.

Tabella 7.29 Filtri dU/dt per 200-690 V

Parametro	Impostazione
14-01 Freq. di commutaz.	Una frequenza di commutazione superiore a quella specificata dal singolo filtro non è raccomandata.
14-55 Filtro uscita	[0] Senza filtro
14-56 Capacità filtro di uscita	Non utilizzato
14-57 Induttanza filtro di uscita	Non utilizzato

Tabella 7.30 Impostazioni parametri per il funzionamento del filtro dU/dt

 Danfoss A/S © Rev. 04/04/2014 Tutti i diritti riservati.

8 Installazione meccanica

8.1 Sicurezza

Vedere *capitolo 2 Sicurezza* per istruzioni generali di sicurezza.

⚠AVVISO

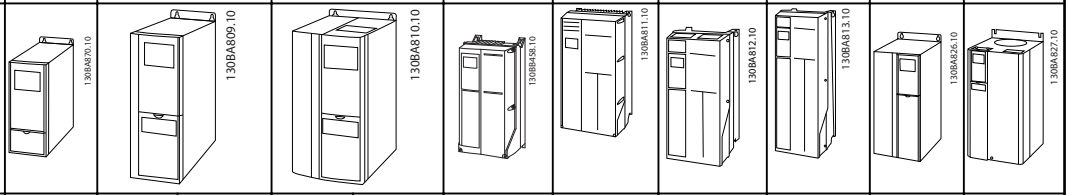
Prestare attenzione ai requisiti concernenti l'integrazione e il kit di montaggio in sito. Rispettare le informazioni nella lista per evitare gravi danni alle apparecchiature e infortuni, in modo particolare in caso di installazione di unità di grandi dimensioni.

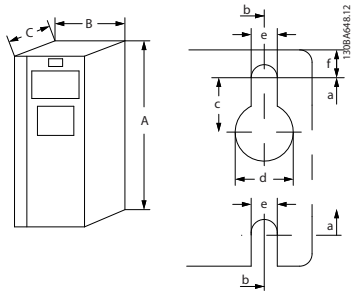
AVVISO!

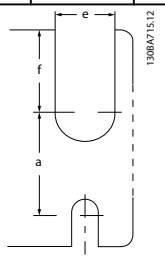
Il convertitore di frequenza viene raffreddato mediante ventilazione.
Per proteggere l'unità dal surriscaldamento, verificare che la temperatura ambiente NON superi la temperatura massima indicata per il convertitore di frequenza e che NON venga superata la temperatura media nelle 24 ore. Individuare la temperatura massima in *capitolo 6.2.3 Condizioni ambientali*. La temperatura nella media delle 24 ore è 5 °C al di sotto della temperatura massima.

 Danfoss A/S © Rev. 04/04/2014 Tutti i diritti riservati.

8.2 Dimensioni meccaniche

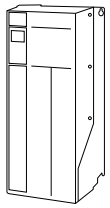
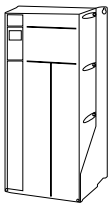
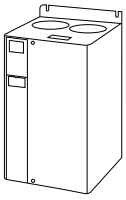
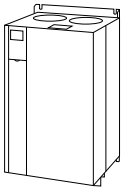
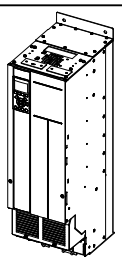
Tipo di contenitore		A1	A2		A3		A4	A5	B1	B2	B3	B4
Power [kW]	**200-240 V**	**0,25–1,5**	**0.25-2.2**		**3-3,7**		**0.25-2.2**	**0.25-3.7**	**5.5-7.5**	**11**	**5.5-7.5**	**11-15**
	380-480/500 V	**0.37-1.5**	**0.37-4.0**		**5.5-7.5**		**0,37-4**	**0.37-7.5**	**11-15**	**18,5-22**	**11-15**	**18,5-30**
	525-600 V				**0.75-7.5**			**0.75-7.5**	**11-15**	**18,5-22**	**11-15**	**18,5-30**
	525-690 V				**1.1-7.5**					**11-22**		**11-30**
Illustrazioni												
IP		20	20	21	20	21	55/66	55/66	21/55/66	21/55/66	20	20
NEMA		Chassis	Chassis	Tipo 1	Chassis	Tipo 1	Tipo 12/4X	Tipo 12/4X	Tipo 1/12/4X	Tipo 1/12/4X	Chassis	Chassis
Altezza [mm]												
Altezza della piastra posteriore	A	200	268	375	268	375	390	420	480	650	399	520
Altezza con la piastra di disaccoppiamento per cavi per bus di campo	A	316	374	-	374	-	-	-	-	-	420	595
Distanza tra i fori di montaggio	a	190	257	350	257	350	401	402	454	624	380	495
Larghezza [mm]												
Larghezza della piastra posteriore	B	75	90	90	130	130	200	242	242	242	165	230
Larghezza della piastra posteriore con un'opzione C	B	-	130	130	170	170	-	242	242	242	205	230
Larghezza della piastra posteriore con due opzioni C	B	-	150	150	190	190	-	242	242	242	225	230
Distanza tra i fori di montaggio	b	60	70	70	110	110	171	215	210	210	140	200
Profondità [mm]												
Profondità senza opzione A/B	C	207	205	207	205	207	175	200	260	260	249	242
Con opzione A/B	C	222	220	222	220	222	175	200	260	260	262	242
Fori per viti [mm]												
	c	6,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,25	8,25	12	12	8	-
	d	ø8	ø11	ø11	ø11	ø11	ø12	ø12	ø19	ø19	12	-
	e	ø5	ø5,5	ø5,5	ø5,5	ø5,5	ø6,5	ø6,5	ø9	ø9	6,8	8,5
	f	5	9	9	6,5	6,5	6	9	9	9	7,9	15
Peso massimo [kg]		2,7	4,9	5,3	6,6	7,0	9,7	13.5/14.2	23	27	12	23,5
Coppia di serraggio del coperchio anteriore [Nm]												
Coperchio in plastica (basso IP)		Clic	Clic		Clic		-	-	Clic	Clic	Clic	Clic
Coperchio in metallo (IP55/66)		-	-		-		1,5	1,5	2,2	2,2	-	-

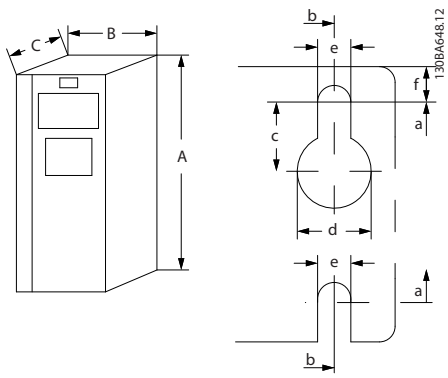


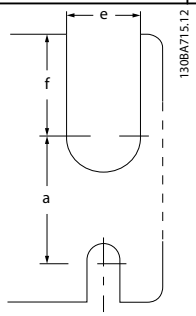


Disegno 8.1 Fori di montaggio superiori e inferiori (solo B4, C3 e C4)

Tabella 8.1 Dimensioni meccaniche, contenitori di tipo A e B

Tipo di contenitore		C1	C2	C3	C4	D3h
Power [kW]	**200-240 V**	**15-22**	**30-37**	**18,5-22**	**30-37**	-
	380-480/500 V	**30-45**	**55-75**	**37-45**	**55-75**	-
	525-600 V	**30-45**	**55-90**	**37-45**	**55-90**	-
	525-690 V		**30-75**	**37-45**		**55-75**
Illustrazioni		 130BA814.10	 130BA815.10	 130BA828.10	 130BA829.10	
IP		21/55/66	21/55/66	20	20	20
NEMA		Tipo 1/12/4X	Tipo 1/12/4X	Chassis	Chassis	Chassis
Altezza [mm]						
Altezza della piastra posteriore	A	680	770	550	660	909
Altezza con la piastra di disaccoppiamento per cavi per bus di campo	A	-	-	630	800	-
Distanza tra i fori di montaggio	a	648	739	521	631	-
Larghezza [mm]						
Larghezza della piastra posteriore	B	308	370	308	370	250
Larghezza della piastra posteriore con un'opzione C	B	308	370	308	370	-
Larghezza della piastra posteriore con due opzioni C	B	308	370	308	370	-
Distanza tra i fori di montaggio	b	272	334	270	330	-
Profondità [mm]						
Profondità senza opzione A/B	C	310	335	333	333	275
Con opzione A/B	C	310	335	333	333	275
Fori per viti [mm]						
	c	12,5	12,5	-	-	-
	d	ø19	ø19	-	-	-
	e	ø9	ø9	8,5	8,5	-
	f	9,8	9,8	17	17	-
Peso massimo [kg]		45	65	35	50	62
Coppia di serraggio del coperchio anteriore [Nm]						
Coperchio in plastica (basso IP)		Clic	Clic	2,0	2,0	-
Coperchio in metallo (IP55/66)		2,2	2,2	2,0	2,0	-





Disegno 8.1 Fori di montaggio superiori e inferiori (solo B4, C3 e C4)

Tabella 8.2 Dimensioni meccaniche, contenitori di tipo C e D

AVVISO!

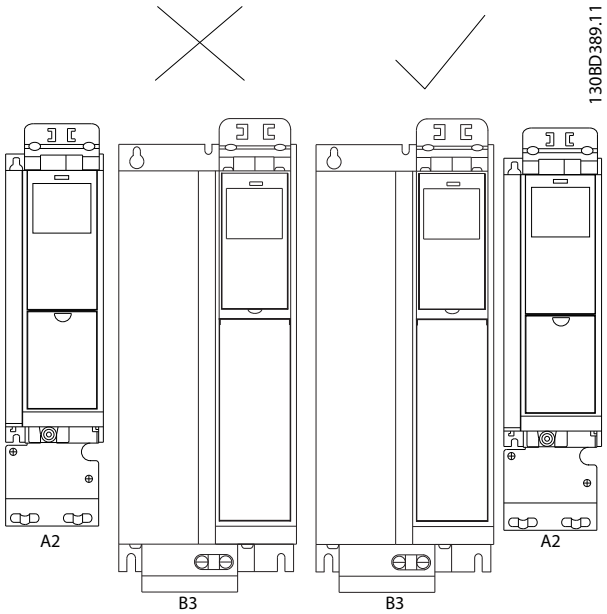
Le buste per accessori contenenti le staffe, le viti e i connettori necessari, vengono accluse ai convertitori di frequenza al momento della spedizione.

8.2.1 Montaggio meccanico

8.2.1.1 Gioco

Tutti i tipi di contenitore consentono l'installazione fianco a fianco eccetto quando si usa un kit contenitore IP21/IP4X/ TIPO 1 (vedere *capitolo 11 Opzioni e accessori*).

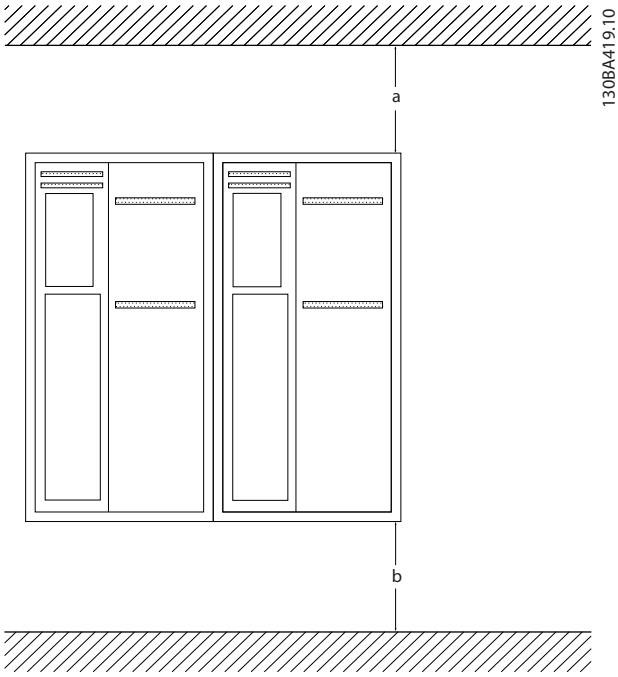
Montaggio fianco a fianco
I contenitori IP20 di tipo A e B possono essere sistemati fianco a fianco senza che sia necessario mantenere uno spazio tra di loro, ma è importante l'ordine di montaggio. *Disegno 8.1* mostra come montare correttamente i telai.



Disegno 8.1 Montaggio fianco a fianco corretto

Se si utilizza il kit contenitori IP 21 su contenitori di tipo A1, A2 o A3, deve essere mantenuto un gioco minimo di 50 mm tra i convertitori di frequenza.

Al fine di ottenere condizioni di raffreddamento ottimali, è opportuno consentire la libera circolazione dell'aria sopra e sotto il convertitore di frequenza. Vedere *Tabella 8.3*.



Disegno 8.2 Gioco

Tipo di contenitore	A1*/A2/A3/A4/ A5/B1	B2/B3/B4/ C1/C3	C2/C4
a [mm]	100	200	225
b [mm]	100	200	225

Tabella 8.3 Passaggio dell'aria per diversi tipi di contenitore

8.2.1.2 Montaggio a muro

Quando il montaggio avviene su una parete posteriore solida, l'installazione è semplice.

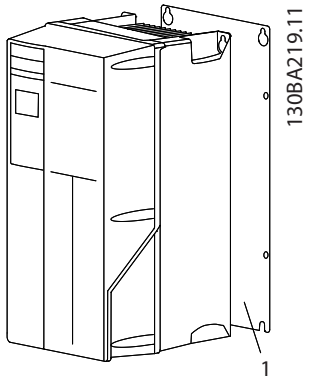
1. Realizzare i fori in base alle misure fornite.
2. Procurarsi delle viti adeguate alla superficie sulla quale si desidera per il montaggio del convertitore di frequenza. Serrare nuovamente tutte le quattro viti.

Se il convertitore di frequenza deve essere montato su una parete posteriore non solida, dotare il convertitore di frequenza di una piastra posteriore "1" a causa dell'aria di raffreddamento insufficiente sopra il dissipatore di calore.

AVVISO!

La piastra posteriore è rilevante solo per A4, A5, B1, B2, C1 e C2.

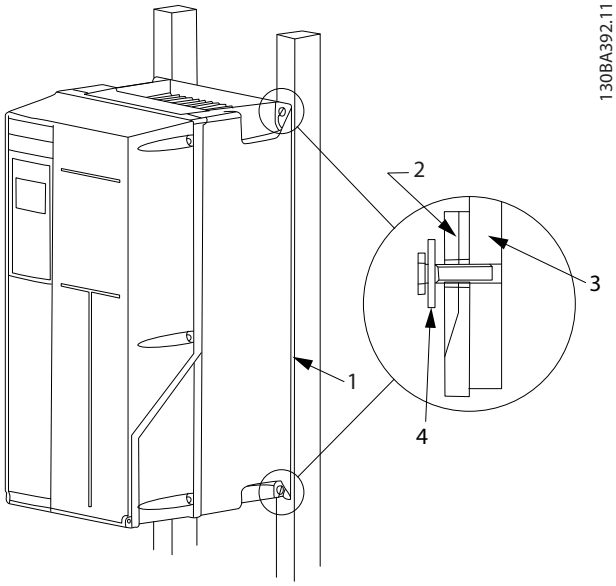
 Danfoss A/S © Rev. 04/04/2014 Tutti i diritti riservati.



1	Piastra posteriore

Disegno 8.3 Il montaggio su una parete posteriore non solida richiede una piastra posteriore

Per i convertitori di frequenza con IP66, fare particolare attenzione a mantenere la superficie resistente alla corrosione. Possono essere usati una rondella in fibra o in nylon per proteggere il rivestimento epossidico.



1	Piastra posteriore
2	Convertitore di frequenza IP66
3	Piastra di base
4	Rondella in fibra

Disegno 8.4 Montaggio di una parete posteriore non solida

 Danfoss A/S © Rev. 04/04/2014 Tutti i diritti riservati.

9 Installazione elettrica

9.1 Sicurezza

Vedere *capitolo 2 Sicurezza* per istruzioni generali di sicurezza.

⚠AVVISO

TENSIONE INDOTTA

La tensione indotta da cavi motore in uscita posati insieme può caricare i condensatori dell'apparecchiatura anche quando questa è spenta e disinserita. Il mancato rispetto della posa separata dei cavi di uscita del motore o dell'uso di cavi schermati può causare morte o lesioni gravi.

- **posare separatamente i cavi in uscita del motore, oppure**
- **usare cavi schermati**

⚠ATTENZIONE

PERICOLO DI SCOSSE

Il convertitore di frequenza può provocare una corrente CC nel conduttore PE.

- **Quando viene usato un dispositivo a corrente residua (RCD) per una protezione contro le scosse elettriche, è consentito solo un RCD di Tipo B sul lato di alimentazione.**

In caso di mancato rispetto delle raccomandazioni, l'RCD potrebbe non fornire la protezione prevista.

⚠AVVISO

RISCHIO DI CORRENTE DI DISPERSIONE

Le correnti di dispersione superano 3,5 mA. Una messa a terra non corretta del convertitore di frequenza può causare morte o lesioni gravi.

- **Assicurare la corretta messa a terra dell'apparecchiatura tramite un installatore elettrico certificato.**

Per la sicurezza elettrica

- Mettere a terra il convertitore di frequenza conformemente alle norme e direttive pertinenti.
- Usare un cavo di terra dedicato per l'alimentazione di ingresso, del motore e del controllo.
- Non collegare a massa un convertitore di frequenza con un altro in modo concatenato.
- Tenere i cavi di messa a terra il più corti possibile.
- Rispettare i requisiti del costruttore del motore relativi al cablaggio.
- Sezione minima del cavo: 10 mm^2 (oppure 2 conduttori di terra che devono essere terminati separatamente).

Per un impianto conforme EMC

- Stabilire un contatto elettrico tra lo schermo del cavo e il contenitore del convertitore di frequenza usando passacavi metallici o usando i morsetti forniti dall'apparecchiatura (vedi *capitolo 9.4 Collegamento del motore*).
- Usare un cavo cordato per ridurre le interferenze elettriche.
- Non usare schermi attorcigliati.

AVVISO!

EQUALIZZAZIONE DEL POTENZIALE

Rischio di interferenza elettrica, quando il potenziale di terra tra il convertitore di frequenza e il sistema è diverso. Installare i cavi di equalizzazione tra i componenti di sistema. Sezione raccomandata del cavo: 16 mm^2.

⚠AVVISO

RISCHIO DI CORRENTE DI DISPERSIONE

Le correnti di dispersione superano 3,5 mA. Una messa a terra non corretta del convertitore di frequenza può causare morte o lesioni gravi.

- **Assicurare la corretta messa a terra dell'apparecchiatura tramite un installatore elettrico certificato.**

 Danfoss A/S © Rev. 04/04/2014 Tutti i diritti riservati.

9.2 Cavi

AVVISO!

Caratteristiche dei cavi
Tutto il cablaggio deve rispettare sempre le norme nazionali e locali relative alle sezioni dei cavi e alla temperatura ambiente. Si raccomanda l'utilizzo di conduttori di rame (75 °C).

Conduttori di alluminio
I morsetti possono accogliere anche conduttori di alluminio, ma la superficie del conduttore deve essere pulita e l'ossidazione deve essere rimossa e sigillata con grasso di vaselina neutro esente da acidi prima di collegare il conduttore.
Inoltre la vite del morsetto deve essere stretta nuovamente dopo due giorni per via della dolcezza dell'alluminio. È decisivo mantenere la connessione strettissima, altrimenti la superficie dell'alluminio si ossida nuovamente.

9.2.1 Coppia di serraggio

Tipo di contenitore	200-240 V [kW]	380-500 V [kW]	525-690 V [kW]	Cavo per	Coppia di serraggio [Nm]
A1	0.25-1.5	0.37-1.5	-	Rete, resistenza di frenatura, condivisione del carico, cavi motore	0.5-0.6
A2	0.25-2.2	0,37-4	-		
A3	3-3,7	5.5-7.5	1.1-7.5		
A4	0.25-2.2	0,37-4			
A5	3-3,7	5.5-7.5	-		
B1	5.5-7.5	11-15	-	Rete, resistenza di frenatura, condivisione del carico, cavi motore	1,8
				Relè	0.5-0.6
				Massa	2-3
B2	11	18,5-22	11-22	Rete, resistenza di frenatura, cavi per condivisione del carico	4,5
				Cavi motore	4,5
				Relè	0.5-0.6
				Massa	2-3
B3	5.5-7.5	11-15	-	Rete, resistenza di frenatura, condivisione del carico, cavi motore	1,8
				Relè	0.5-0.6
				Massa	2-3
B4	11-15	18,5-30	11-30	Rete, resistenza di frenatura, condivisione del carico, cavi motore	4,5
				Relè	0.5-0.6
				Massa	2-3
C1	15-22	30-45	-	Rete, resistenza di frenatura, cavi per condivisione del carico	10
				Cavi motore	10
				Relè	0.5-0.6
				Massa	2-3
C2	30-37	55-75	30-75	Rete, cavi motore	14 (fino a 95mm^2) 24 (oltre 95 mm^2)
				Condivisione del carico, cavi dei freni	14
				Relè	0.5-0.6
				Massa	2-3
C3	18,5-22	30-37	37-45	Rete, resistenza di frenatura, condivisione del carico, cavi motore	10
				Relè	0.5-0.6
				Massa	2-3
C4	37-45	55-75	-	Rete, cavi motore	14 (fino a 95 mm^2) 24 (oltre 95 mm^2)
				Condivisione del carico, cavi dei freni	14
				Relè	0.5-0.6
				Massa	2-3

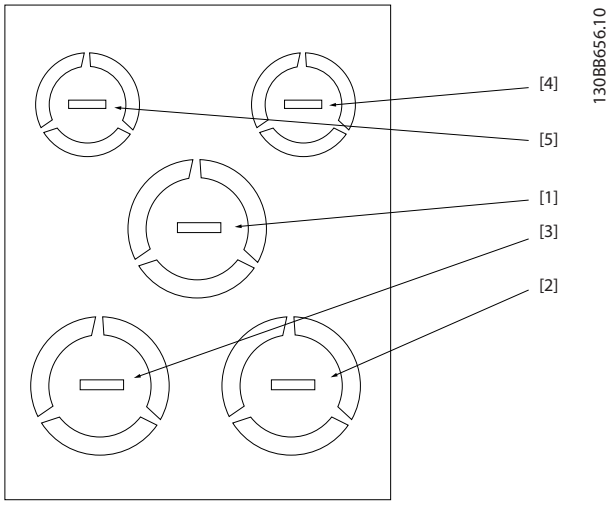
Tabella 9.1 Coppia di serraggio per cavi

 Danfoss A/S © Rev. 04/04/2014 Tutti i diritti riservati.

9.2.2 Fori di ingresso

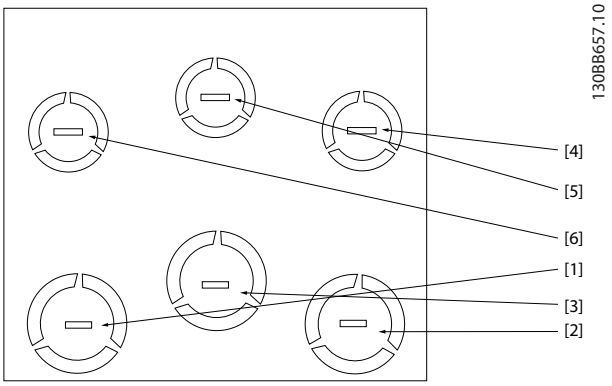
1. Rimuovere l'area per l'ingresso del cavo dal convertitore di frequenza (evitando che residui entrino nel convertitore durante l'apertura dei fori passacavi).
2. La zona in prossimità del passacavo deve essere sostenuta adeguatamente.
3. Ora è possibile aprire il foro passacavi con un mandrino e un martello.
4. Rimuovere le bave dal foro.
5. Collegare l'ingresso del cavo al convertitore di frequenza.

L'uso suggerito dei fori costituisce una raccomandazione. Sono possibili anche altre soluzioni. I fori di ingresso dei cavi non utilizzati possono essere sigillati con guarnizioni anulari in gomma (per IP21).



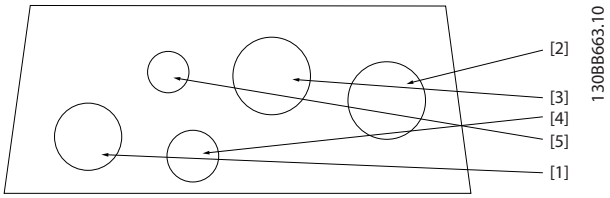
Numero del foro e uso consigliato	Dimensioni[1)]		Valore metrico approssimativo
	UL [in]	[mm]	
1) Rete	3/4	28,4	M25
2) Motore	3/4	28,4	M25
3) Freno/condivisione del carico	3/4	28,4	M25
4) Cavo di comando	1/2	22,5	M20
5) Cavo di comando	1/2	22,5	M20
[1)] Tolleranza ± 0,2 mm			

Disegno 9.1 A2 - IP21



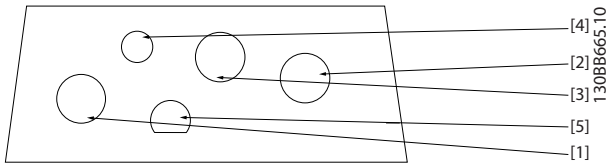
Numero del foro e uso consigliato	Dimensioni[1)]		Valore metrico approssimativo
	UL [in]	[mm]	
1) Rete	3/4	28,4	M25
2) Motore	3/4	28,4	M25
3) Freno/condivisione del carico	3/4	28,4	M25
4) Cavo di comando	1/2	22,5	M20
5) Cavo di comando	1/2	22,5	M20
6) Cavo di comando	1/2	22,5	M20
[1)] Tolleranza ± 0,2 mm			

Disegno 9.2 A3 - IP21



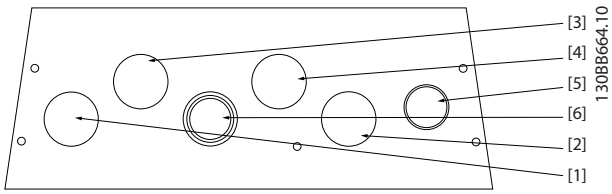
Numero del foro e uso consigliato	Dimensioni[1)]		Valore metrico approssimativo
	UL [in]	[mm]	
1) Rete	3/4	28,4	M25
2) Motore	3/4	28,4	M25
3) Freno/ condivisione del carico	3/4	28,4	M25
4) Cavo di comando	1/2	22,5	M20
5) Rimosso	-	-	-
[1)] Tolleranza ± 0,2 mm			

Disegno 9.3 A4 - IP55



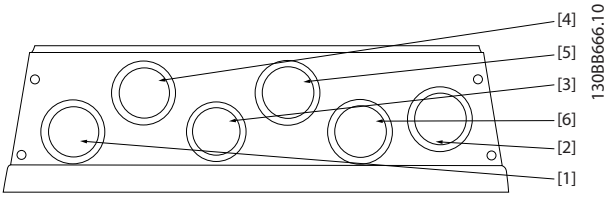
Numero del foro e uso consigliato	Valore metrico approssimativo
1) Rete	M25
2) Motore	M25
3) Freno/condivisione del carico	M25
4) Cavo di comando	M16
5) Cavo di comando	M20

Disegno 9.4 A4 - IP55 fori passacavo filettati



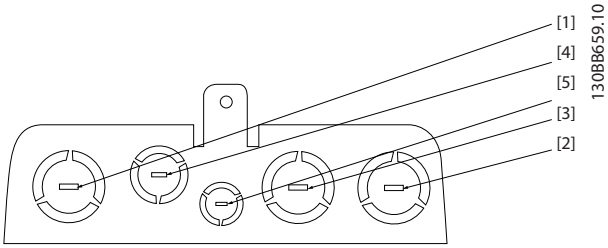
Numero del foro e uso consigliato	Dimensioni[1)]		Valore metrico approssimativo
	UL [in]	[mm]	
1) Rete	3/4	28,4	M25
2) Motore	3/4	28,4	M25
3) Freno/ condivisione del carico	3/4	28,4	M25
4) Cavo di comando	3/4	28,4	M25
5) Cavo di comando[2)]	3/4	28,4	M25
6) Cavo di comando [2)]	3/4	28,4	M25
[1)] Tolleranza ± 0,2 mm [2)] Foro a perforazione			

Disegno 9.5 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[1)]
4) Cavo di comando	M25
5) Cavo di comando	M25
6) Cavo di comando	M25
[1)] Foro a perforazione	

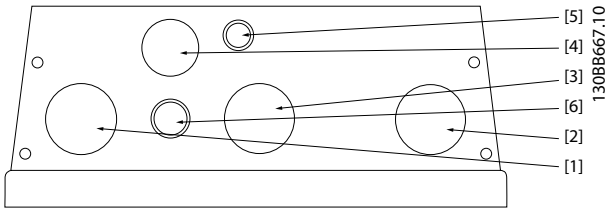
Disegno 9.6 A5- IP55 Fori passacavo filettati



Numero del foro e uso consigliato	Dimensioni[1)]		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	34,7	M32
5) Cavo di comando	1/2	22,5	M20
[1)] Tolleranza ± 0,2 mm			

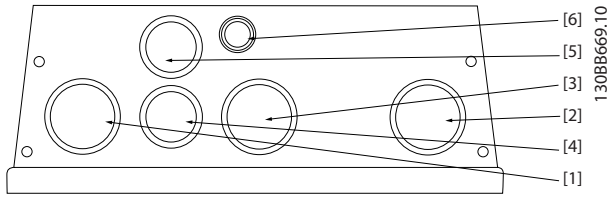
Disegno 9.7 B1 - IP21

 Danfoss A/S © Rev. 04/04/2014 Tutti i diritti riservati.



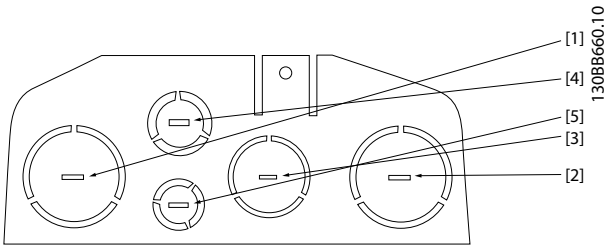
Numero del foro e uso consigliato	Dimensioni[1)]		Valore metrico approssimativo
	UL [in]	[mm]	
1) Rete	1	34,7	M32
2) Motore	1	34,7	M32
3) Freno/ condivisione del carico	1	34,7	M32
4) Cavo di comando	3/4	28,4	M25
5) Cavo di comando	1/2	22,5	M20
5) Cavo di comando[2)]	1/2	22,5	M20
[1)] Tolleranza ± 0,2 mm [2)] Foro a perforazione			

Disegno 9.8 B1 - IP55



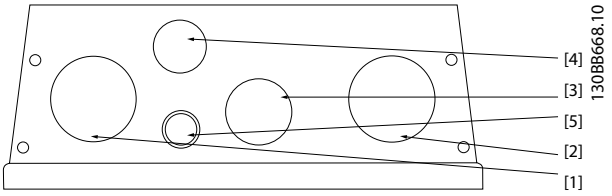
Numero del foro e uso consigliato	Valore metrico approssimativo
1) Rete	M32
2) Motore	M32
3) Freno/condivisione del carico	M32
4) Cavo di comando	M25
5) Cavo di comando	M25
6) Cavo di comando	22,5 mm[1)]
[1)] Foro a perforazione	

Disegno 9.9 B1 - IP55 foro passacavo filettati



Numero del foro e uso consigliato	Dimensioni[1)]		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	1/2	22,5	M20
[1)] Tolleranza ± 0,2 mm			

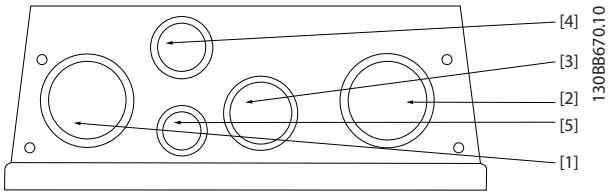
Disegno 9.10 B2 - IP21



Numero del foro e uso consigliato	Dimensioni[1)]		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[2)]	1/2	22,5	M20
[1)] Tolleranza ± 0,2 mm [2)] Foro a perforazione			

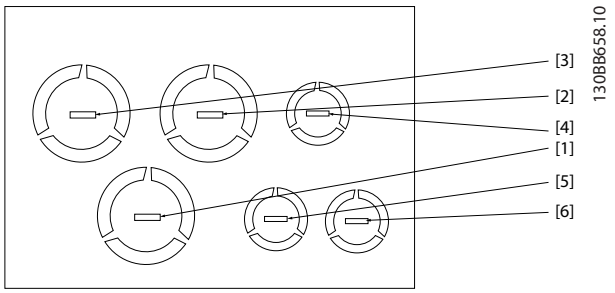
Disegno 9.11 B2 - IP55

 Danfoss A/S © Rev. 04/04/2014 Tutti i diritti riservati.



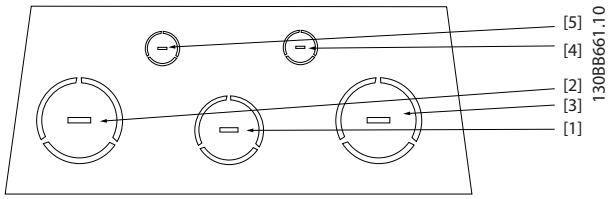
Numero del foro e uso consigliato	Valore metrico approssimativo
1) Rete	M40
2) Motore	M40
3) Freno/condivisione del carico	M32
4) Cavo di comando	M25
5) Cavo di comando	M20

Disegno 9.12 B2 - IP55 fori passacavo filettati



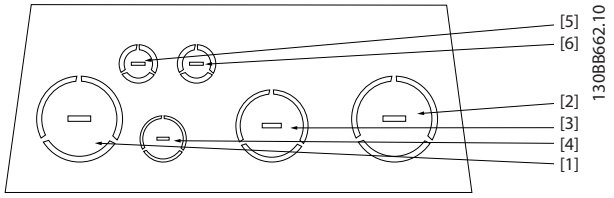
Numero del foro e uso consigliato	Dimensioni[1)]		Valore metrico approssimativo
	UL [in]	[mm]	
1) Rete	1	34,7	M32
2) Motore	1	34,7	M32
3) Freno/ condivisione del carico	1	34,7	M32
4) Cavo di comando	1/2	22,5	M20
5) Cavo di comando	1/2	22,5	M20
6) Cavo di comando	1/2	22,5	M20
[1)] Tolleranza ± 0,2 mm			

Disegno 9.13 B3 - IP21



Numero del foro e uso consigliato	Dimensioni[1)]		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)] Tolleranza ± 0,2 mm			

Disegno 9.14 C1 - IP21



Numero del foro e uso consigliato	Dimensioni[1)]		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)] Tolleranza ±0,2 mm			

Disegno 9.15 C2 - IP21

 Danfoss A/S © Rev. 04/04/2014 Tutti i diritti riservati.

9.2.3 Serraggio del coperchio dopo aver realizzato i collegamenti

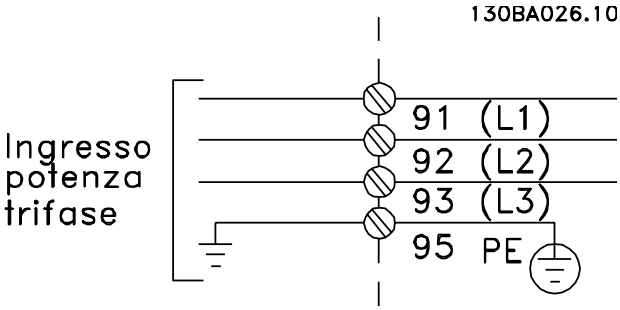
Tipo di contenitore	IP20	IP21	IP55	IP66
A1	*	-	-	-
A2	*	*	-	-
A3	*	*	-	-
A4/A5	-	-	2	2
B1	-	*	2,2	2,2
B2	-	*	2,2	2,2
B3	*	-	-	-
B4	*	-	-	-
C1	-	*	2,2	2,2
C2	-	*	2,2	2,2
C3	2	-	-	-
C4	2	-	-	-
* = Nessuna vite da stringere - = non esiste				

Tabella 9.2 Serraggio del coperchio (Nm)

9.3 Collegamento di rete

È obbligatorio mettere a terra correttamente il collegamento di rete usando il morsetto 95 del convertitore di frequenza, vedere *capitolo 9.1.1 Messa a terra*.

Il collegamento a massa deve prevedere una sezione trasversale dei cavi di almeno 10 mm^2 oppure 2 conduttori di rete terminati separatamente secondo EN 50178.
Usare un cavo non schermato.



Disegno 9.16 Collegamento di rete

AVVISO!

L'uso di fusibili e/o di interruttori sul lato di alimentazione è obbligatorio per assicurare la conformità con l'IEC 60364 per CE o NEC 2009 per UL, vedere *capitolo 9.3.1.4 Conformità UL*.

AVVISO!

Supera 480 V RMS

RISCHIO DI DANNI AL CONVERTITORE DI FREQUENZA CON IL FILTRO RFI INSTALLATO

Se installato su una rete con triangolo messo a terra o su una rete UIT (con condizione di guasto verso terra inclusa), la tensione di ingresso della rete nell'intervallo di 380-500 V (T4,T5) non deve superare 480 V RMS tra la rete e la terra.

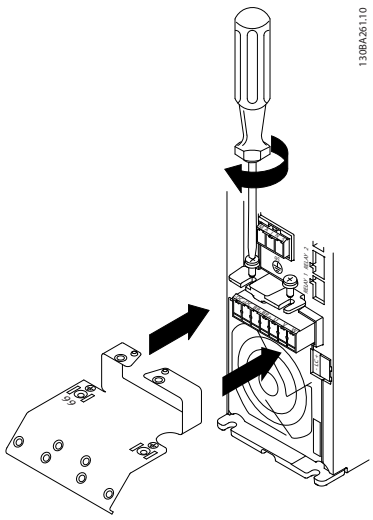
Per alcuni contenitori il montaggio è diverso se il convertitore di frequenza è configurato dalla fabbrica con un interruttore di rete. I vari scenari sono illustrati di seguito.

Collegamento di rete per contenitori A1, A2 e A3:

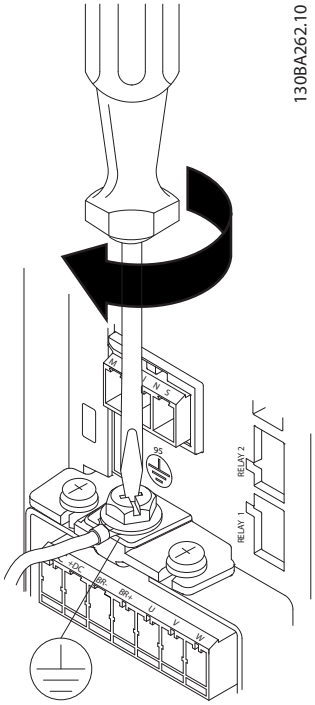
AVVISO!

Il connettore di alimentazione può essere usato su convertitori di frequenza fino a 7,5 kW.

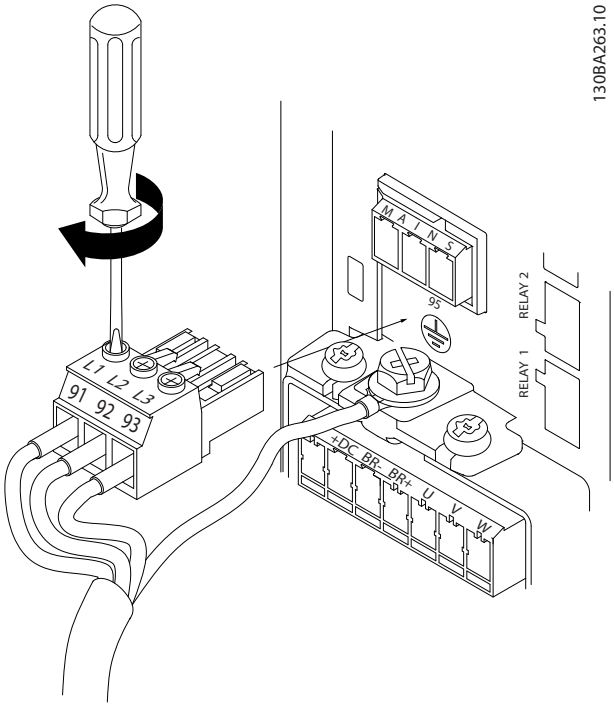
1. Inserire le due viti nella piastra di disaccoppiamento, spingerle in posizione e serrarle.
2. Accertarsi che il convertitore di frequenza sia adeguatamente collegato a massa. Collegare al collegamento a massa (morsetto 95). Utilizzare le viti contenute nella busta per accessori.
3. Posizionare il connettore 91 (L1), 92 (L2), 93 (L3) contenuto nella busta per accessori sui morsetti contrassegnati MAINS nella parte inferiore del convertitore di frequenza.
4. Collegare i cavi di alimentazione al connettore di rete.
5. Sostenere il cavo con le staffe di supporto in dotazione.



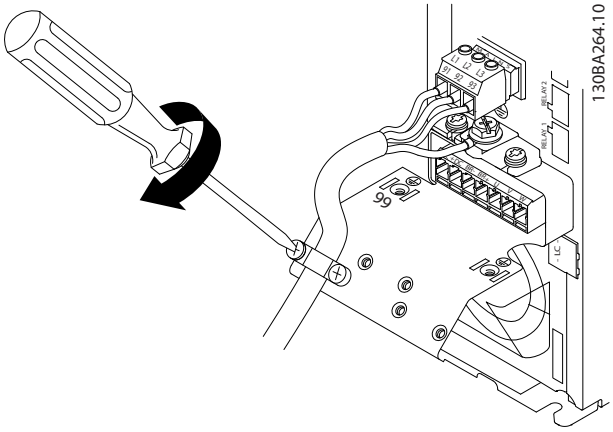
Disegno 9.17 Piastra di supporto



Disegno 9.18 Serraggio del cavo di massa

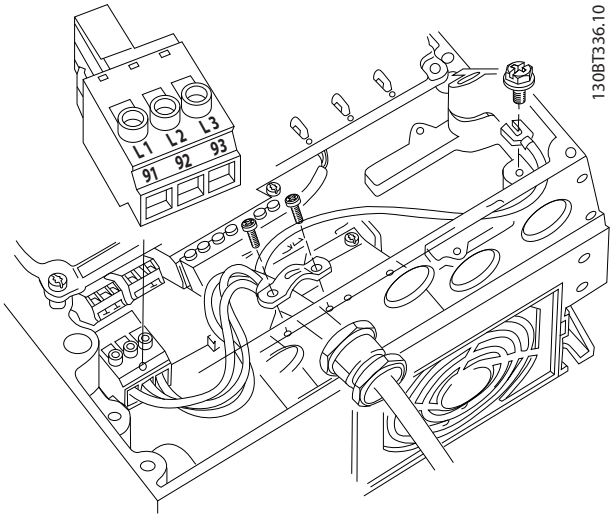


Disegno 9.19 Montaggio della spina di rete e serraggio dei fili

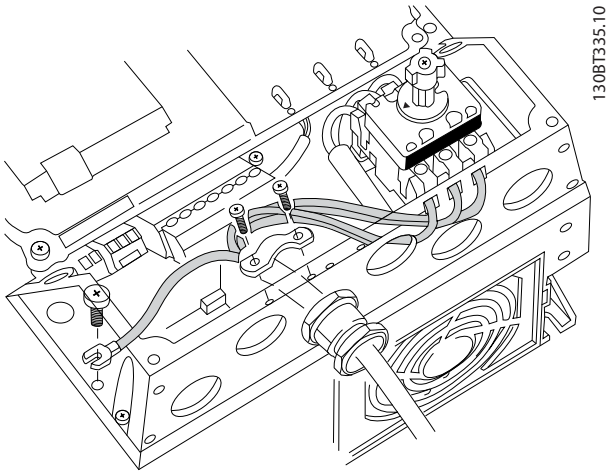


Disegno 9.20 Serrare la staffa di supporto

Connettore di rete contenitori A4/A5

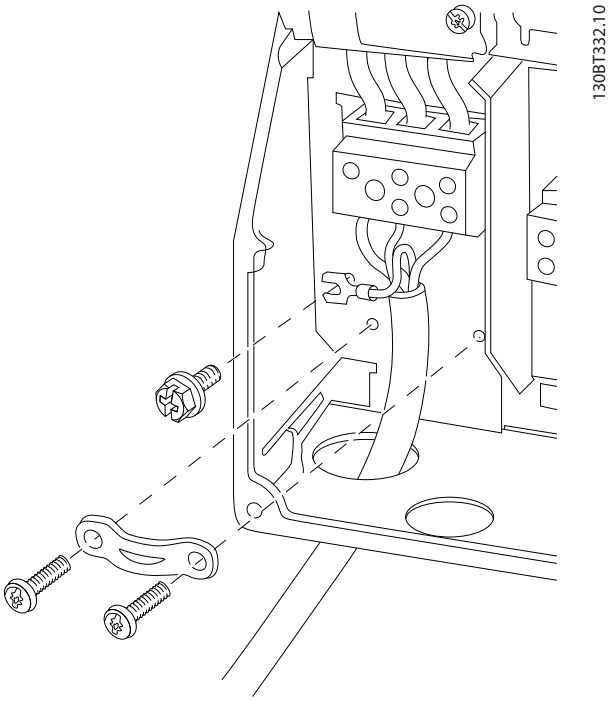


Disegno 9.21 Collegamento alla rete e collegamento a massa senza sezionatore

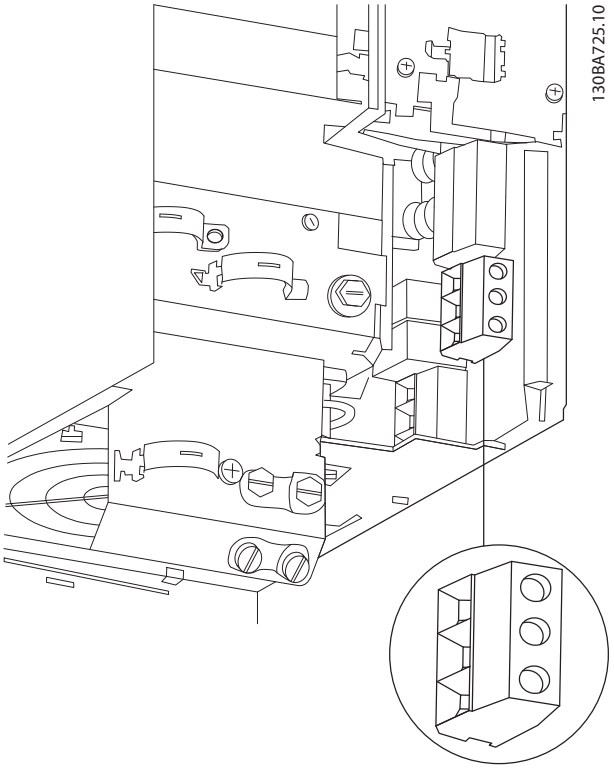


Disegno 9.22 Collegamento alla rete e collegamento a massa con sezionatore

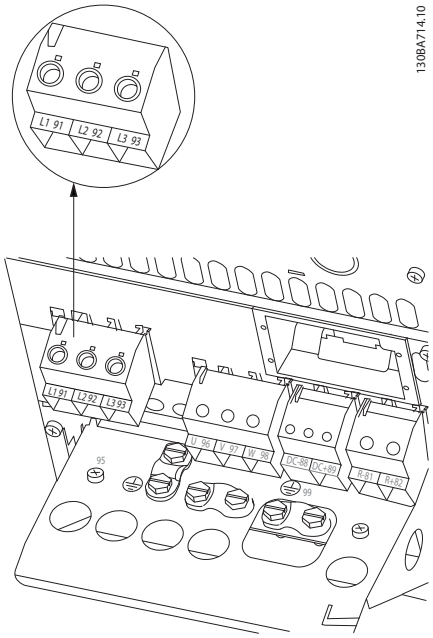
Quando viene usato un sezionatore (contenitori A4/A5), montare il PE sul lato sinistro del convertitore di frequenza.



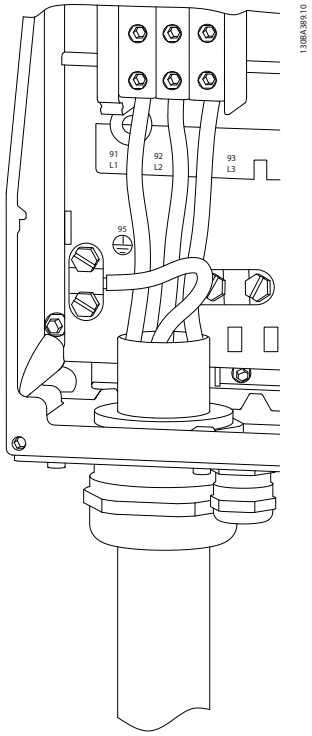
Disegno 9.23 Collegamento di rete contenitori B1 e B2



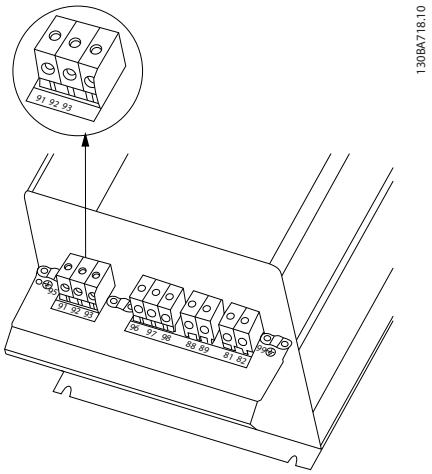
Disegno 9.24 Collegamento di rete contenitore B3



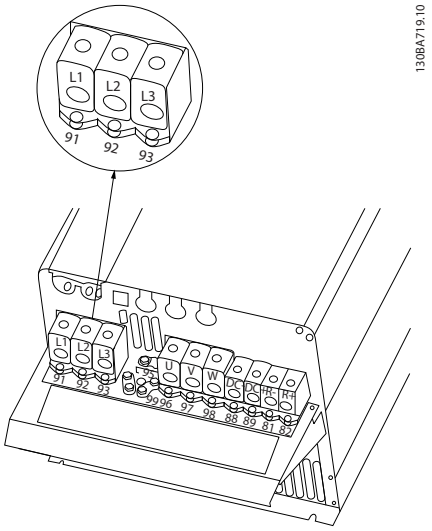
Disegno 9.25 Collegamento di rete contenitore B4



Disegno 9.26 Collegamento di rete contenitori C1 e C2 (IP21/NEMA tipo 1 e IP55/66/NEMA tipo 12)



Disegno 9.27 Collegamento di rete contenitori C3 (IP20)



Disegno 9.28 Collegamento di rete contenitori C4 (IP20)

9.3.1 Fusibili e interruttori

9.3.1.1 Fusibili

Si raccomanda di usare fusibili e/o interruttori automatici 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 e/o di interruttori sul lato di alimentazione è obbligatorio per assicurare la conformità con l'IEC 60364 per CE o NEC 2009 per UL.

Protezione del circuito di derivazione
Per proteggere l'impianto contro i pericoli di scosse elettriche o di incendi, tutti i circuiti di derivazione in un impianto, il dispositivo di commutazione, le macchine ecc., devono essere protetti dai cortocircuiti e dalle sovracorrenti conformemente alle norme nazionali e locali.

AVVISO!

I consigli dati non coprono la protezione del circuito di derivazione per UL.

Protezione da cortocircuito
Danfossraccomanda di utilizzare i fusibili/interruttori automatici menzionati in basso per proteggere il personale di servizio e le attrezzature nel caso di un guasto di un componente all'interno del convertitore di frequenza.

9.3.1.2 Raccomandazioni

Le tabelle in *capitolo 9.3.1 Fusibili e interruttori* elencano la corrente nominale raccomandata. I fusibili raccomandati sono del tipo gG per potenze da ridotte a medie. Per potenze maggiori sono raccomandati fusibili aR. Per gli interruttori automatici, si raccomandano i tipi Moeller. Possono essere usati altri tipi di interruttori automatici a condizione che limitino l'energia alimentata al convertitore di frequenza a un livello uguale o inferiore a quello dei tipi Moeller.

Se vengono scelti fusibili/interruttori automatici secondo le raccomandazioni, i possibili danni al convertitore di frequenza si limitano soprattutto a danni all'interno dell'unità.

Per maggiori informazioni, vedere le *Note sull'applicazione Fusibili e interruttori automatici, MN90T*.

9.3.1.3 Conformità CE

Fusibili o interruttori automatici sono obbligatori per assicurare la conformità con l'IEC 60364. Danfoss raccomanda l'uso di una selezione delle seguenti.

I fusibili in basso sono adatti per l'uso su un circuito in grado di fornire 100.000 A_{rms} (simmetrici), 240 V, 500 V, 600 V o 690 V 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}.

Sono adatti i seguenti fusibili conformi alle norme UL:

- Fusibili classe CC UL248-4
- Fusibili classe J UL248-8
- Fusibili classe R (RK1) UL248-12
- Fusibili classe T UL248-15

Sono stati testati le seguenti dimensioni max. e tipi di fusibile:

Contenitore	Potenza [kW]	Grandezza fusibile raccomandata	Fusibile max. raccomandato	Interruttore automatico raccomandato Moeller	Livello di scatto max. [A]
A1	0.25-1.5	gG-10	gG-25	PKZM0-10	10
A2	0.25-2.2	gG-10 (0,25-1,5) gG-16 (2,2)	gG-25	PKZM0-16	16
A3	3.0-3.7	gG-16 (3) gG-20 (3,7)	gG-32	PKZM0-25	25
A4	0.25-2.2	gG-10 (0,25-1,5) gG-16 (2,2)	gG-32	PKZM0-25	25
A5	0.25-3.7	gG-10 (0,25-1,5) gG-16 (2,2-3) gG-20 (3,7)	gG-32	PKZM0-25	25
B1	5.5-7.5	gG-25 (5,5) gG-32 (7,5)	gG-80	PKZM4-63	63
B2	11	gG-50	gG-100	NZMB1-A100	100
B3	5,5	gG-25	gG-63	PKZM4-50	50
B4	7,5-15	gG-32 (7,5) gG-50 (11) gG-63 (15)	gG-125	NZMB1-A100	100
C1	15-22	gG-63 (15) gG-80 (18,5) gG-100 (22)	gG-160 (15-18,5) aR-160 (22)	NZMB2-A200	160
C2	30-37	aR-160 (30) aR-200 (37)	aR-200 (30) aR-250 (37)	NZMB2-A250	250
C3	18,5-22	gG-80 (18,5) aR-125 (22)	gG-150 (18,5) aR-160 (22)	NZMB2-A200	150
C4	30-37	aR-160 (30) aR-200 (37)	aR-200 (30) aR-250 (37)	NZMB2-A250	250

Tabella 9.3 200-240 V, tipi di contenitore A, B e C

 Danfoss A/S © Rev. 04/04/2014 Tutti i diritti riservati.

Contenitore	Potenza [kW]	Grandezza fusibile raccomandata	Fusibile max. raccomandato	Interruttore automatico Moeller raccomandato	Livello di scatto max. [A]
A1	0.37-1.5	gG-10	gG-25	PKZM0-10	10
A2	0.37-4.0	gG-10 (0,37-3) gG-16 (4)	gG-25	PKZM0-16	16
A3	5.5-7.5	gG-16	gG-32	PKZM0-25	25
A4	0,37-4	gG-10 (0,37-3) gG-16 (4)	gG-32	PKZM0-25	25
A5	0.37-7.5	gG-10 (0,37-3) gG-16 (4-7,5)	gG-32	PKZM0-25	25
B1	11-15	gG-40	gG-80	PKZM4-63	63
B2	18,5-22	gG-50 (18,5) gG-63 (22)	gG-100	NZMB1-A100	100
B3	11-15	gG-40	gG-63	PKZM4-50	50
B4	18,5-30	gG-50 (18,5) gG-63 (22) gG-80 (30)	gG-125	NZMB1-A100	100
C1	30-45	gG-80 (30) gG-100 (37) gG-160 (45)	gG-160	NZMB2-A200	160
C2	55-75	aR-200 (55) aR-250 (75)	aR-250	NZMB2-A250	250
C3	37-45	gG-100 (37) gG-160 (45)	gG-150 (37) gG-160 (45)	NZMB2-A200	150
C4	55-75	aR-200 (55) aR-250 (75)	aR-250	NZMB2-A250	250

Tabella 9.4 380-500 V, tipi di contenitore A, B e C

 Danfoss A/S © Rev. 04/04/2014 Tutti i diritti riservati.

Contenitore	Potenza [kW]	Grandezza fusibile raccomandata	Fusibile max. raccomandato	Interruttore automatico raccomandato Moeller	Livello di scatto max. [A]
A2	0-75-4,0	gG-10	gG-25	PKZM0-16	16
A3	5.5-7.5	gG-10 (5,5) gG-16 (7,5)	gG-32	PKZM0-25	25
A5	0.75-7.5	gG-10 (0,75-5,5) gG-16 (7,5)	gG-32	PKZM0-25	25
B1	11-18	gG-25 (11) gG-32 (15) gG-40 (18,5)	gG-80	PKZM4-63	63
B2	22-30	gG-50 (22) gG-63 (30)	gG-100	NZMB1-A100	100
B3	11-15	gG-25 (11) gG-32 (15)	gG-63	PKZM4-50	50
B4	18,5-30	gG-40 (18,5) gG-50 (22) gG-63 (30)	gG-125	NZMB1-A100	100
C1	37-55	gG-63 (37) gG-100 (45) aR-160 (55)	gG-160 (37-45) aR-250 (55)	NZMB2-A200	160
C2	75	aR-200 (75)	aR-250	NZMB2-A250	250
C3	37-45	gG-63 (37) gG-100 (45)	gG-150	NZMB2-A200	150
C4	55-75	aR-160 (55) aR-200 (75)	aR-250	NZMB2-A250	250

Tabella 9.5 525-600 V, tipi di contenitore A, B e C

Contenitore	Potenza [kW]	Grandezza fusibile raccomandata	Fusibile max. raccomandato	Interruttore automatico raccomandato Moeller	Livello di scatto max. [A]
A3	1,1 1,5 2,2 3 4 5,5 7,5	gG-6 gG-6 gG-6 gG-10 gG-10 gG-16 gG-16	gG-25 gG-25 gG-25 gG-25 gG-25 gG-25 gG-25	PKZM0-16	16
B2/B4	11 15 18 22	gG-25 (11) gG-32 (15) gG-32 (18) gG-40 (22)	gG-63	-	-
B4/C2	30	gG-63 (30)	gG-80 (30)	-	-
C2/C3	37 45	gG-63 (37) gG-80 (45)	gG-100 (37) gG-125 (45)		
C2	55 75	gG-100 (55) gG-125 (75)	gG-160 (55-75)		

Tabella 9.6 525-690 V, tipi di contenitore A, B e C

 Danfoss A/S © Rev. 04/04/2014 Tutti i diritti riservati.

9.3.1.4 Conformità UL

I fusibili in basso sono adatti per l'uso su un circuito in grado di fornire 100.000 A_{rms} (simmetrici), 240 V, 500 V o 600 V in funzione della tensione nominale del convertitore di frequenza. Con i fusibili adeguati, la corrente nominale di cortocircuito (SCCR) del convertitore di frequenza è 100.000 A_{rms}.

Fusibili o interruttori automatici sono obbligatori per assicurare la conformità con NEC 2009. Danfoss raccomanda l'uso di una selezione tra le seguenti:

	Fusibile max. raccomandato					
Potenza [kW]	**Bussmann Tipo RK1[1)]**	**Bussmann Tipo J**	**Bussmann Tipo T**	**Bussmann Tipo CC**	**Bussmann Tipo CC**	**Bussmann Tipo CC**
0.25-0.37	KTN-R-05	JKS-05	JJN-05	FNQ-R-5	KTK-R-5	LP-CC-5
0.55-1.1	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	KTN-R-50	KS-50	JJN-50	-	-	-
7,5	KTN-R-60	JKS-60	JJN-60	-	-	-
11	KTN-R-80	JKS-80	JJN-80	-	-	-
15-18,5	KTN-R-125	JKS-125	JJN-125	-	-	-
22	KTN-R-150	JKS-150	JJN-150	-	-	-
30	KTN-R-200	JKS-200	JJN-200	-	-	-
37	KTN-R-250	JKS-250	JJN-250	-	-	-

Tabella 9.7 200-240 V, tipi di contenitore A, B e C

	Fusibile max. raccomandato			
Potenza [kW]	**SIBA Tipo RK1**	**Littelfuse Tipo RK1**	**Ferraz-Shawmut Tipo CC**	**Ferraz-Shawmut Tipo RK1[3)]**
0.25-0.37	5017906-005	KLN-R-05	ATM-R-05	A2K-05-R
0.55-1.1	5017906-010	KLN-R-10	ATM-R-10	A2K-10-R
1,5	5017906-016	KLN-R-15	ATM-R-15	A2K-15-R
2,2	5017906-020	KLN-R-20	ATM-R-20	A2K-20-R
3,0	5017906-025	KLN-R-25	ATM-R-25	A2K-25-R
3,7	5012406-032	KLN-R-30	ATM-R-30	A2K-30-R
5.5	5014006-050	KLN-R-50	-	A2K-50-R
7,5	5014006-063	KLN-R-60	-	A2K-60-R
11	5014006-080	KLN-R-80	-	A2K-80-R
15-18,5	2028220-125	KLN-R-125	-	A2K-125-R
22	2028220-150	KLN-R-150	-	A2K-150-R
30	2028220-200	KLN-R-200	-	A2K-200-R
37	2028220-250	KLN-R-250	-	A2K-250-R

Tabella 9.8 200-240 V, tipi di contenitore A, B e C

 Danfoss A/S © Rev. 04/04/2014 Tutti i diritti riservati.

	Fusibile max. raccomandato			
Potenza [kW]	Bussmann Tipo JFHR2[2)]	Littelfuse JFHR2	Ferraz-Shawmut JFHR2[4)]	Ferraz-Shawmut J
0.25-0.37	FWX-5	-	-	HSJ-6
0.55-1.1	FWX-10	-	-	HSJ-10
1,5	FWX-15	-	-	HSJ-15
2,2	FWX-20	-	-	HSJ-20
3,0	FWX-25	-	-	HSJ-25
3,7	FWX-30	-	-	HSJ-30
5.5	FWX-50	-	-	HSJ-50
7,5	FWX-60	-	-	HSJ-60
11	FWX-80	-	-	HSJ-80
15-18,5	FWX-125	-	-	HSJ-125
22	FWX-150	L25S-150	A25X-150	HSJ-150
30	FWX-200	L25S-200	A25X-200	HSJ-200
37	FWX-250	L25S-250	A25X-250	HSJ-250

Tabella 9.9 200-240 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.

9

	Fusibile max. raccomandato					
Potenza [kW]	Bussmann Tipo RK1	Bussmann Tipo J	Bussmann Tipo T	Bussmann Tipo CC	Bussmann Tipo CC	Bussmann Tipo CC
0,37-1,1	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	KTS-R-40	JKS-40	JJS-40	-	-	-
15	KTS-R-50	JKS-50	JJS-50	-	-	-
18	KTS-R-60	JKS-60	JJS-60	-	-	-
22	KTS-R-80	JKS-80	JJS-80	-	-	-
30	KTS-R-100	JKS-100	JJS-100	-	-	-
37	KTS-R-125	JKS-125	JJS-125	-	-	-
45	KTS-R-150	JKS-150	JJS-150	-	-	-
55	KTS-R-200	JKS-200	JJS-200	-	-	-
75	KTS-R-250	JKS-250	JJS-250	-	-	-

Tabella 9.10 380-500 V, tipi di contenitore A, B e C

 Danfoss A/S © Rev. 04/04/2014 Tutti i diritti riservati.

	Fusibile max. raccomandato			
Potenza [kW]	SIBA Tipo RK1	Littelfuse Tipo RK1	Ferraz-Shawmut Tipo CC	Ferraz-Shawmut Tipo RK1
0,37-1,1	5017906-006	KLS-R-6	ATM-R-6	A6K-6-R
1.5-2.2	5017906-010	KLS-R-10	ATM-R-10	A6K-10-R
3	5017906-016	KLS-R-15	ATM-R-15	A6K-15-R
4	5017906-020	KLS-R-20	ATM-R-20	A6K-20-R
5.5	5017906-025	KLS-R-25	ATM-R-25	A6K-25-R
7,5	5012406-032	KLS-R-30	ATM-R-30	A6K-30-R
11	5014006-040	KLS-R-40	-	A6K-40-R
15	5014006-050	KLS-R-50	-	A6K-50-R
18	5014006-063	KLS-R-60	-	A6K-60-R
22	2028220-100	KLS-R-80	-	A6K-80-R
30	2028220-125	KLS-R-100	-	A6K-100-R
37	2028220-125	KLS-R-125	-	A6K-125-R
45	2028220-160	KLS-R-150	-	A6K-150-R
55	2028220-200	KLS-R-200	-	A6K-200-R
75	2028220-250	KLS-R-250	-	A6K-250-R

Tabella 9.11 380-500 V, tipi di contenitore A, B e C

	Fusibile max. raccomandato			
Potenza [kW]	Bussmann JFHR2	Ferraz-Shawmut J	Ferraz- Shawmut JFHR2[1)]	Littelfuse JFHR2
0,37-1,1	FWH-6	HSJ-6	-	-
1.5-2.2	FWH-10	HSJ-10	-	-
3	FWH-15	HSJ-15	-	-
4	FWH-20	HSJ-20	-	-
5.5	FWH-25	HSJ-25	-	-
7,5	FWH-30	HSJ-30	-	-
11	FWH-40	HSJ-40	-	-
15	FWH-50	HSJ-50	-	-
18	FWH-60	HSJ-60	-	-
22	FWH-80	HSJ-80	-	-
30	FWH-100	HSJ-100	-	-
37	FWH-125	HSJ-125	-	-
45	FWH-150	HSJ-150	-	-
55	FWH-200	HSJ-200	A50-P-225	L50-S-225
75	FWH-250	HSJ-250	A50-P-250	L50-S-250

Tabella 9.12 380-500 V, tipi di contenitore A, B e C

[1)] I fusibili Ferraz-Shawmut A50QS possono essere sostituiti per fusibili A50P.

 Danfoss A/S © Rev. 04/04/2014 Tutti i diritti riservati.

	Fusibile max. raccomandato					
Potenza [kW]	Bussmann Tipo RK1	Bussmann Tipo J	Bussmann Tipo T	Bussmann Tipo CC	Bussmann Tipo CC	Bussmann Tipo CC
0.75-1.1	KTS-R-5	JKS-5	JJS-6	FNQ-R-5	KTK-R-5	LP-CC-5
1.5-2.2	KTS-R-10	JKS-10	JJS-10	FNQ-R-10	KTK-R-10	LP-CC-10
3	KTS-R15	JKS-15	JJS-15	FNQ-R-15	KTK-R-15	LP-CC-15
4	KTS-R20	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	KTS-R-35	JKS-35	JJS-35	-	-	-
15	KTS-R-45	JKS-45	JJS-45	-	-	-
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-175	JKS-175	JJS-175	-	-	-

Tabella 9.13 525-600 V, tipi di contenitore A, B e C

	Fusibile max. raccomandato			
Potenza [kW]	SIBA Tipo RK1	Littelfuse Tipo RK1	Ferraz-Shawmut Tipo RK1	Ferraz-Shawmut J
0.75-1.1	5017906-005	KLS-R-005	A6K-5-R	HSJ-6
1.5-2.2	5017906-010	KLS-R-010	A6K-10-R	HSJ-10
3	5017906-016	KLS-R-015	A6K-15-R	HSJ-15
4	5017906-020	KLS-R-020	A6K-20-R	HSJ-20
5,5	5017906-025	KLS-R-025	A6K-25-R	HSJ-25
7,5	5017906-030	KLS-R-030	A6K-30-R	HSJ-30
11	5014006-040	KLS-R-035	A6K-35-R	HSJ-35
15	5014006-050	KLS-R-045	A6K-45-R	HSJ-45
18	5014006-050	KLS-R-050	A6K-50-R	HSJ-50
22	5014006-063	KLS-R-060	A6K-60-R	HSJ-60
30	5014006-080	KLS-R-075	A6K-80-R	HSJ-80
37	5014006-100	KLS-R-100	A6K-100-R	HSJ-100
45	2028220-125	KLS-R-125	A6K-125-R	HSJ-125
55	2028220-150	KLS-R-150	A6K-150-R	HSJ-150
75	2028220-200	KLS-R-175	A6K-175-R	HSJ-175

Tabella 9.14 525-600 V, tipi di contenitore A, B e C

 Danfoss A/S © Rev. 04/04/2014 Tutti i diritti riservati.

	Fusibile max. raccomandato					
Potenza [kW]	Bussmann Tipo RK1	Bussmann Tipo J	Bussmann Tipo T	Bussmann Tipo CC	Bussmann Tipo CC	Bussmann Tipo CC
1,1	KTS-R-5	JKS-5	JJS-6	FNQ-R-5	KTK-R-5	LP-CC-5
1.5-2.2	KTS-R-10	JKS-10	JJS-10	FNQ-R-10	KTK-R-10	LP-CC-10
3	KTS-R15	JKS-15	JJS-15	FNQ-R-15	KTK-R-15	LP-CC-15
4	KTS-R20	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	KTS-R-35	JKS-35	JJS-35	-	-	-
15	KTS-R-45	JKS-45	JJS-45	-	-	-
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-175	JKS-175	JJS-175	-	-	-

Tabella 9.15 525-690 V, tipi di contenitore A, B e C

	Fusibile max. raccomandato							
Potenza [kW]	Prefusi-bile max.	Bussmann E52273 RK1/JDDZ	Bussmann E4273 J/JDDZ	Bussmann E4273 T/JDDZ	SIBA E180276 RK1/JDDZ	LittelFuse E81895 RK1/JDDZ	Ferraz-Shawmut E163267/E2137 RK1/JDDZ	Ferraz-Shawmut E2137 J/HSJ
11	30 A	KTS-R-30	JKS-30	JKJS-30	5017906-030	KLS-R-030	A6K-30-R	HST-30
15-18,5	45 A	KTS-R-45	JKS-45	JJS-45	5014006-050	KLS-R-045	A6K-45-R	HST-45
22	60 A	KTS-R-60	JKS-60	JJS-60	5014006-063	KLS-R-060	A6K-60-R	HST-60
30	80 A	KTS-R-80	JKS-80	JJS-80	5014006-080	KLS-R-075	A6K-80-R	HST-80
37	90 A	KTS-R-90	JKS-90	JJS-90	5014006-100	KLS-R-090	A6K-90-R	HST-90
45	100 A	KTS-R-100	JKS-100	JJS-100	5014006-100	KLS-R-100	A6K-100-R	HST-100
55	125 A	KTS-R-125	JKS-125	JJS-125	2028220-125	KLS-150	A6K-125-R	HST-125
75	150 A	KTS-R-150	JKS-150	JJS-150	2028220-150	KLS-175	A6K-150-R	HST-150

Tabella 9.16 525-690 V, contenitori di tipo B e C

 Danfoss A/S © Rev. 04/04/2014 Tutti i diritti riservati.

9.4 Collegamento del motore

⚠AVVISO

TENSIONE INDOTTA

La tensione indotta da cavi motore in uscita posati insieme può caricare i condensatori dell'apparecchiatura anche quando questa è spenta e disinserita. Il mancato rispetto della posa separata dei cavi di uscita del motore o dell'uso di cavi schermati può causare morte o lesioni gravi.

- **posare separatamente i cavi in uscita del motore, oppure**
- **usare cavi schermati**

Collegamento del motore

AVVISO!

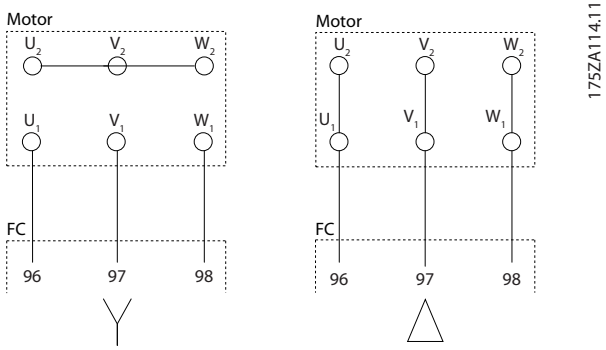
È richiesto l'uso di cavi schermati/armati per garantire la conformità alle specifiche relative alle emissioni EMC. Per maggiori informazioni, vedere *capitolo 5.2.1 Risultati test EMC* e *Disegno 3.3*.

Vedere *capitolo 6.2 Specifiche generali* per un corretto dimensionamento della sezione e della lunghezza del cavo motore.

N. morsetto	96	97	98	99	
	U	V	W	PE[1)]	Tensione motore 0-100% della tensione di alimentazione. 3 cavi dal motore
	U1	V1	W1	PE[1)]	Collegamento a triangolo
	W2	U2	V2		6 cavi dal motore
	U1	V1	W1	PE[1)]	Collegamento a stella U2, V2, W2 U2, V2 e W2 da collegare separatamente.

Tabella 9.17 Descrizioni morsetto

1) Collegamento a massa protetto



Disegno 9.29 Collegamenti a stella e a triangolo

AVVISO!

Nei motori senza foglio di isolamento di fase tra le fasi o altro supporto di isolamento adatto al funzionamento con un'alimentazione di tensione (come un convertitore di frequenza), installare un filtro sinusoidale sull'uscita del convertitore di frequenza.

Schermatura dei cavi

Evitare di attorcigliare le parti terminali dello schermo dei cavi (pigtail) durante l'installazione. Queste compromettono l'effetto di schermatura in presenza di alte frequenze. Se è necessario rompere lo schermo per installare un isolatore motore o un contattore motore, lo schermo dovrà proseguire con un'impedenza alle alte frequenze minima.

AVVISO!

Spelare un pezzo del cavo motore per esporre lo schermo dietro al pressacavo E collegare il collegamento a massa al morsetto 99.

Collegare lo schermo del cavo motore alla piastra di disaccoppiamento del convertitore di frequenza e al contenitore metallico del motore.
I collegamenti dello schermo devono essere realizzati impiegando la superficie più ampia possibile (pressacavo). Ciò viene effettuato utilizzando i dispositivi di montaggio forniti nel convertitore di frequenza.
Se è necessario dividere lo schermo per installare un isolatore motore o un relè motore, lo schermo dovrà proseguire con un'impedenza alle alte frequenze minima.

Lunghezza e sezione trasversale dei cavi

Il convertitore di frequenza è stato testato con una data lunghezza di cavo e con una data sezione trasversale dello stesso. Se si aumenta la sezione, aumenta la capacità del cavo - e quindi la corrente di dispersione - si deve ridurre in proporzione la lunghezza del cavo. Il cavo motore deve essere mantenuto il più corto possibile per ridurre al minimo il livello di rumore e le correnti di dispersione.

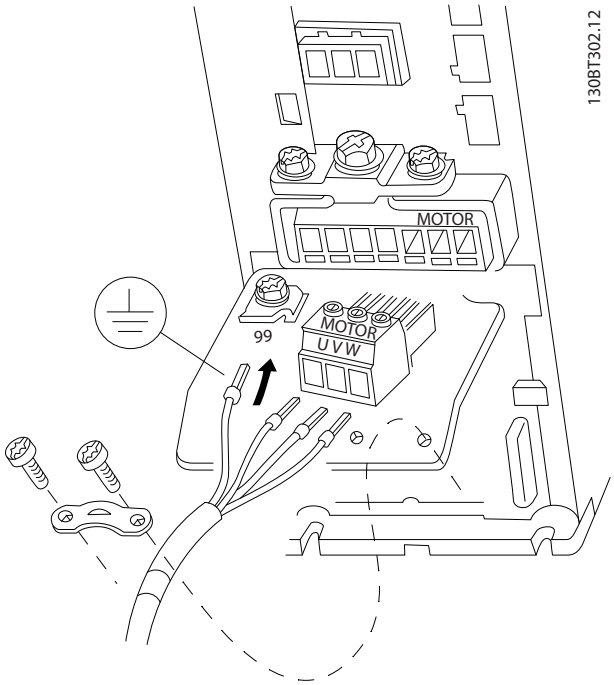
Frequenza di commutazione

Quando i convertitori di frequenza vengono utilizzati con filtri sinusoidali per ridurre la rumorosità acustica di un motore, la frequenza di commutazione deve essere impostata in base alle istruzioni per il filtro sinusoidale nel *14-01 Freq. di commutaz.*

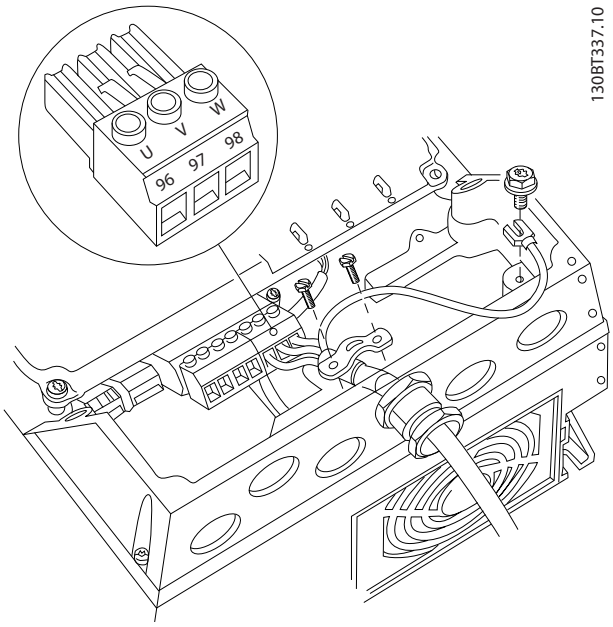
1. Fissare la piastra di disaccoppiamento nella parte inferiore del convertitore di frequenza con viti e rondelle contenute nella busta per accessori.
2. Collegare il cavo motore ai morsetti 96 (U), 97 (V), 98 (W).
3. Collegare al collegamento a massa (morsetto 99) sulla piastra di disaccoppiamento con le viti presenti nella busta per accessori.

4. Inserire i connettori 96 (U), 97 (V), 98 (W) (fino a 7,5 kW) ed il cavo motore ai morsetti contrassegnati con MOTOR.
5. Collegare il cavo schermato alla piastra di disaccoppiamento con le viti e le rondelle contenute nella busta per accessori.

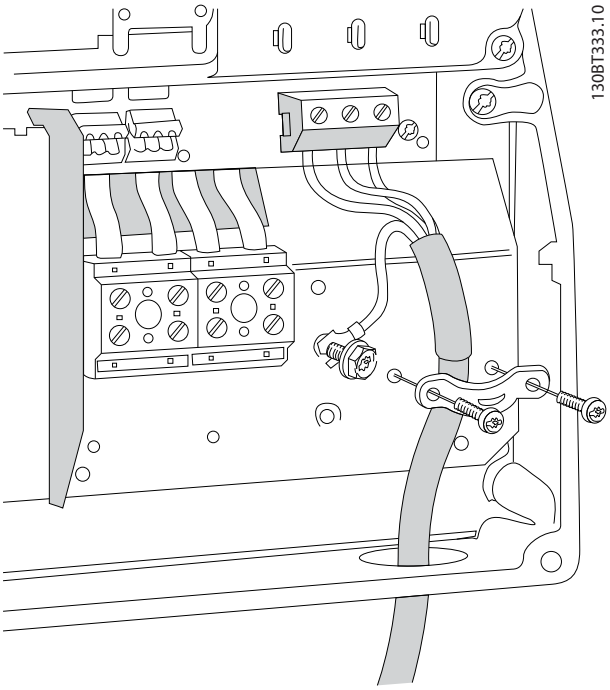
Tutti i tipi di motori standard asincroni trifase possono essere collegati al convertitore di frequenza. Di norma, i motori di dimensioni ridotte (230/400 V, Y) vengono collegati a stella. I motori di taglia maggiore vengono collegati a triangolo (400/690 V, Δ). Per la modalità di collegamento e la tensione opportuna, fare riferimento alla targhetta del motore.



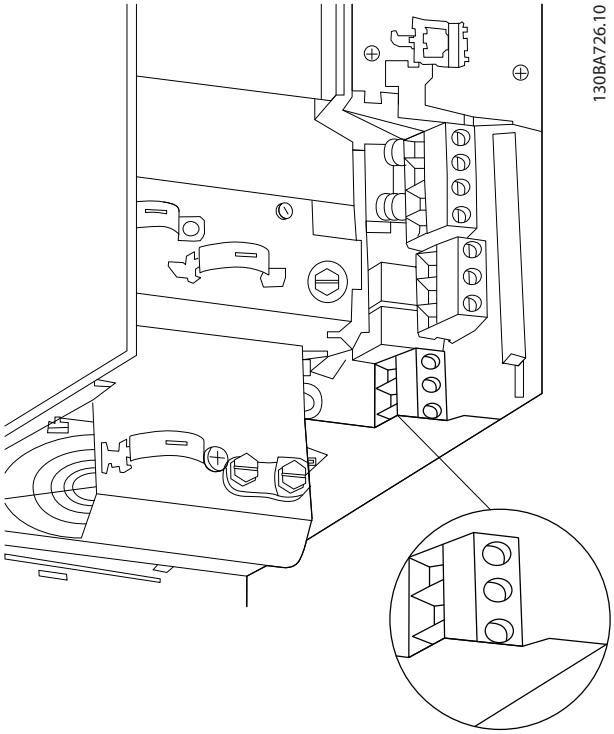
Disegno 9.30 Collegamento del motore per contenitori di tipo A1, A2 e A3



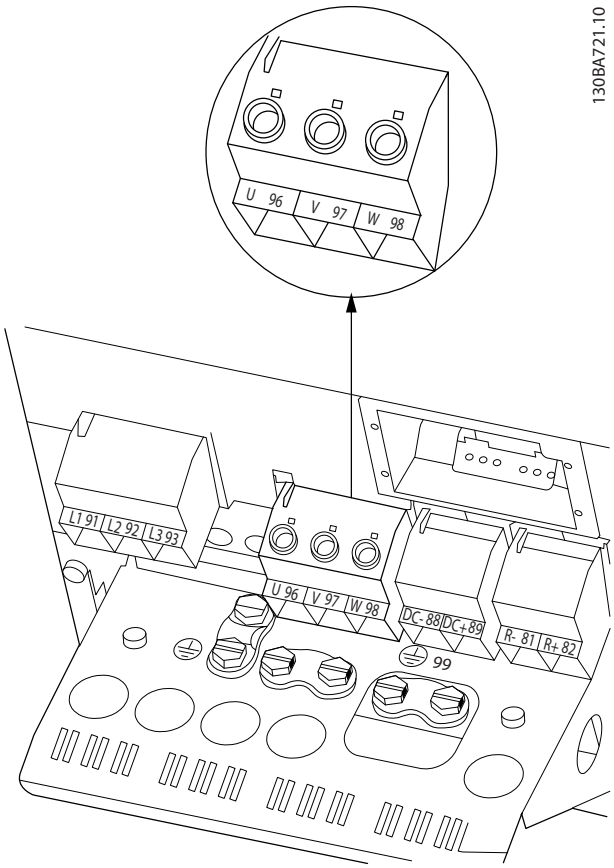
Disegno 9.31 Collegamento del motore per contenitori A4/A5



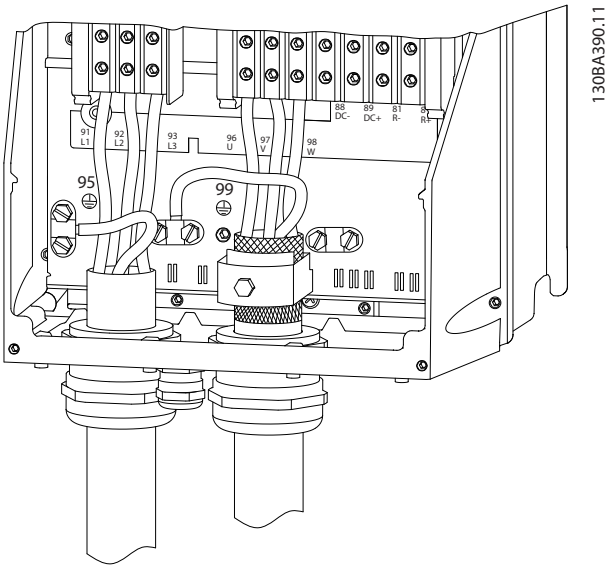
Disegno 9.32 Collegamento del motore per contenitori B1 e B2



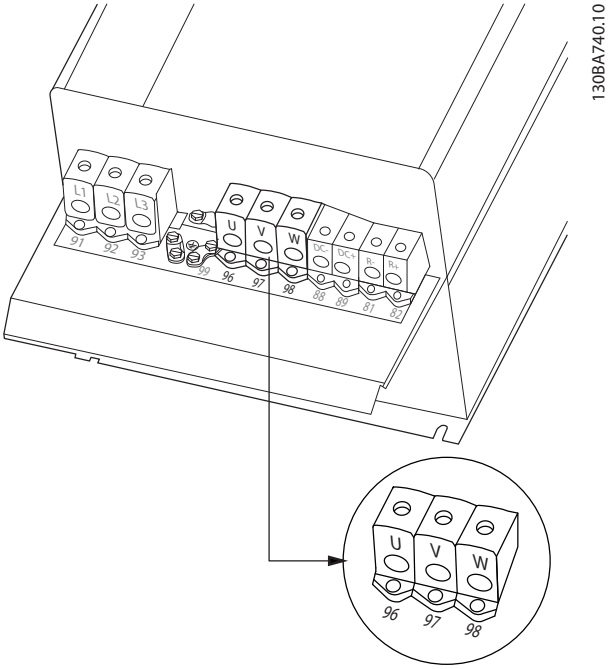
Disegno 9.33 Collegamento del motore per contenitore B3



Disegno 9.34 Collegamento del motore per contenitore B4



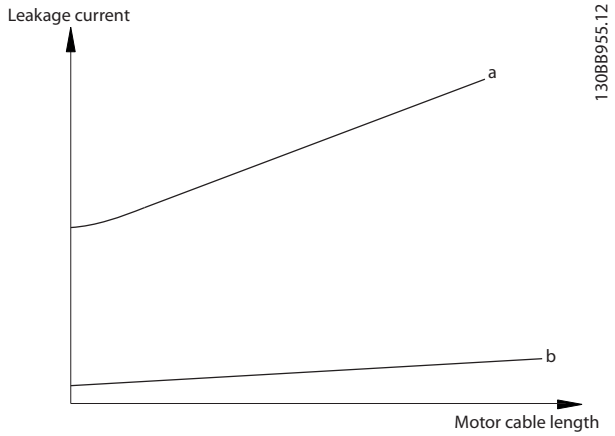
Disegno 9.35 Collegamento del motore contenitori C1 e C2 (IP21/NEMA tipo 1 e IP55/66/NEMA tipo 12)



Disegno 9.36 Collegamento del motore per contenitori C3 e C4

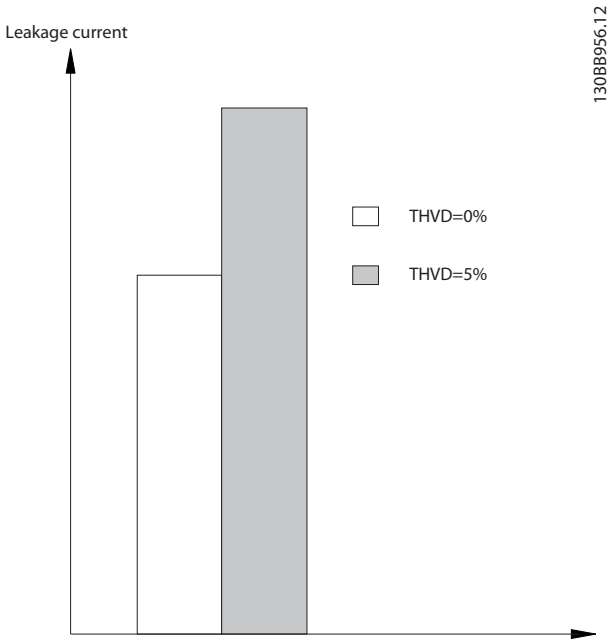
9.5 Protezione dalla corrente di dispersione verso terra

Rispettare le norme locali vigenti relative alla messa a terra di protezione di apparecchiature con correnti di dispersione > 3,5 mA.
Il collegamento con messa a terra di protezione deve avere una sezione trasversale di almeno 10 mm^2 o consistere di 2 fili separati con la stessa sezione trasversale dei fili di fase. La tecnologia dei convertitori di frequenza implica una commutazione ad alta frequenza ad elevati livelli di potenza. Questo genera una corrente di dispersione nella presa di terra.
La corrente di dispersione verso terra è costituita da vari elementi e dipende da diverse configurazioni del sistema, incluso il filtraggio RFI, la lunghezza del cavo motore, la schermatura del cavo motore e la potenza del convertitore di frequenza.



Disegno 9.37 Influsso della lunghezza del cavo motore e della potenza sulla corrente di dispersione. Taglia di potenza a > taglia di potenza b

La corrente di dispersione dipende anche dalla distorsione in linea.



Disegno 9.38 La distorsione di linea influisce sulla corrente di dispersione

La norma EN/IEC61800-5-1 (azionamenti elettrici a velocità variabile) richiede particolari precauzioni se la corrente di dispersione supera i 3,5 mA. Il collegamento a massa deve essere potenziato in uno dei modi seguenti:

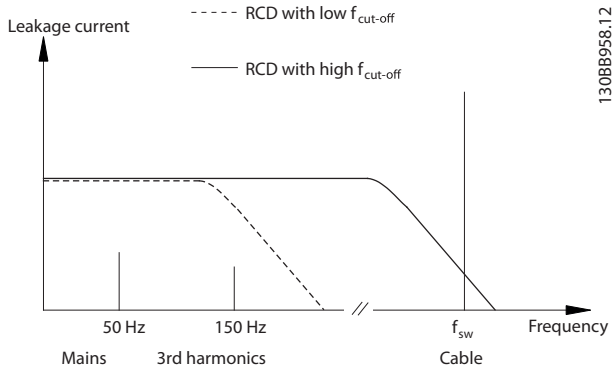
- Filo di massa (morsetto 95) di almeno 10 mm^2
- Due cavi di massa separati, entrambi di dimensioni adeguate a quanto previsto dalla norma

Per ulteriori informazioni vedere le norme EN/IEC61800-5-1 e EN50178.

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:

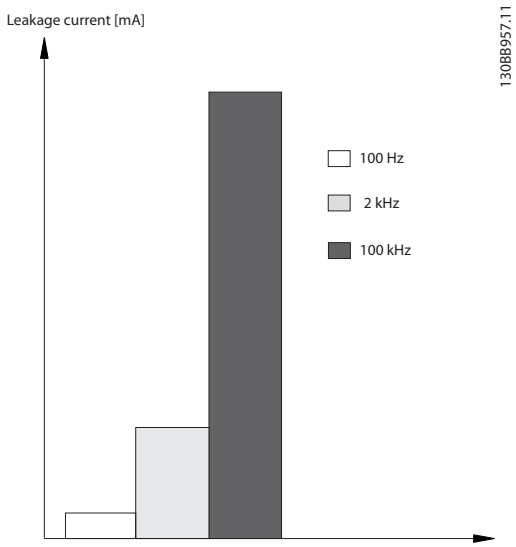
- Utilizzare solo RCD di tipo B, poiché questi sono in grado di rilevare correnti CA e CC.
- Utilizzare RCD con un ritardo per evitare guasti dovuti a correnti di terra transitorie
- Dimensionare gli RCD in funzione della configurazione del sistema e di considerazioni ambientali

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 9.39 Principali contributi alla corrente di dispersione

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



Disegno 9.40 L'influsso della frequenza di disinserimento dell'RCD a cui si risponde / che viene misurato

9.6 Connessioni supplementari

9.6.1 Relè

Relè 1

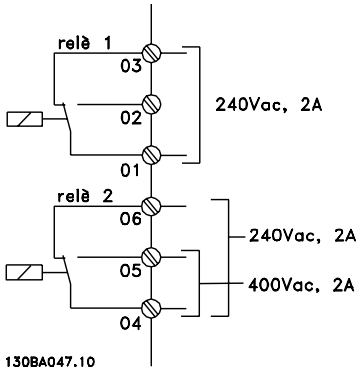
- Morsetto 01: comune
- Morsetto 02: normalmente aperto 240 V
- Morsetto 03: normalmente chiuso 240 V

Relè 2 (non FC 301)

- Morsetto 04: comune
- Morsetto 05: normalmente aperto 400 V
- Morsetto 06: normalmente chiuso 240 V

Il relè 1 e il relè 2 sono programmati in *5-40 Funzione relè*, *5-41 Ritardo attiv., relè*, e *5-42 Ritardo disatt., relè*.

Sono disponibili ulteriori uscite a relè utilizzando il modulo opzionale relè MCB 105.

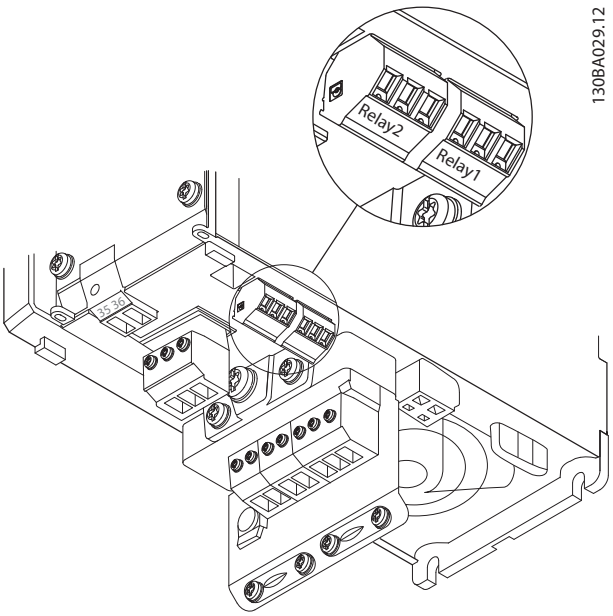


Disegno 9.41 Uscite a relè 1 e 2

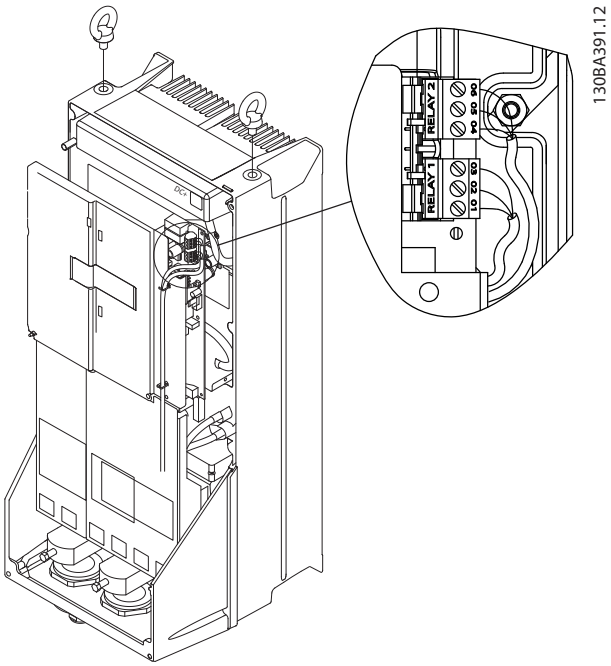
Per la programmazione dell'uscita a relè, vedere il gruppo di parametri *5-4* Relè*.

No.	01-02	chiusura (norm. aperto)
	01-03	apertura (norm. chiuso)
	04-05	chiusura (norm. aperto)
	04-06	apertura (norm. chiuso)

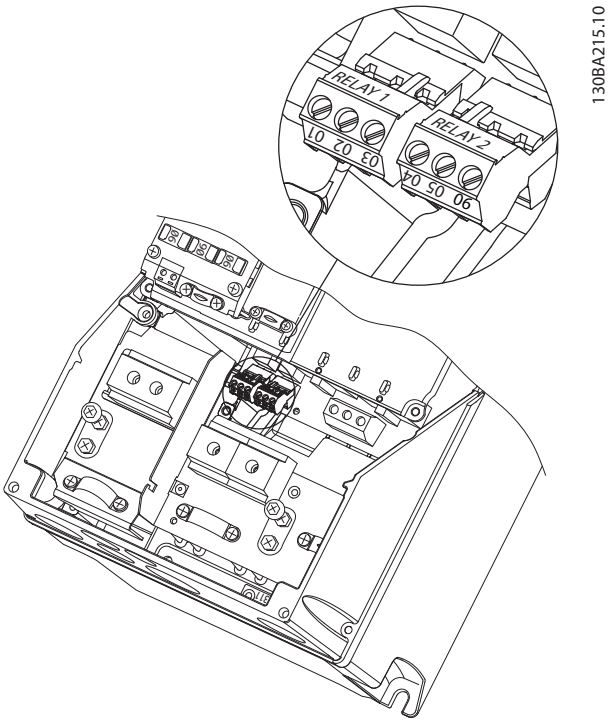
Tabella 9.18 Descrizione di relè



Disegno 9.42 Morsetti per collegamento relè (contenitori di tipo A1, A2 e A3).



Disegno 9.43 Morsetti per il collegamento relè (contenitori di tipo C1 e C2).

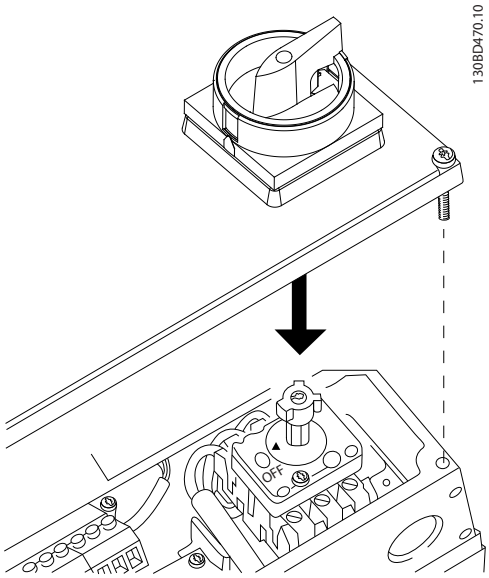


Disegno 9.44 Morsetti per il collegamento relè (contenitori di tipo A5, B1 e B2).

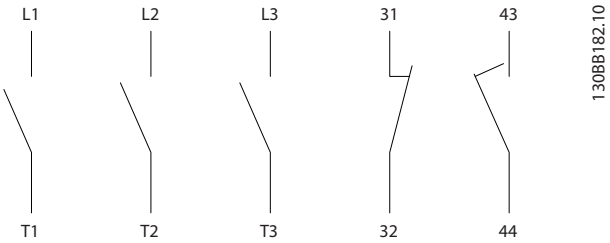
9.6.2 Sezionatori e contattori

Installazione di IP55/NEMA Tipo 12 (tipo di contenitore A5) con sezionatore di rete

L'interruttore di rete si trova sul lato sinistro dei contenitori di tipo B1, B2, C1 e C2. L'interruttore di rete sul contenitore A5 si trova sul lato destro.



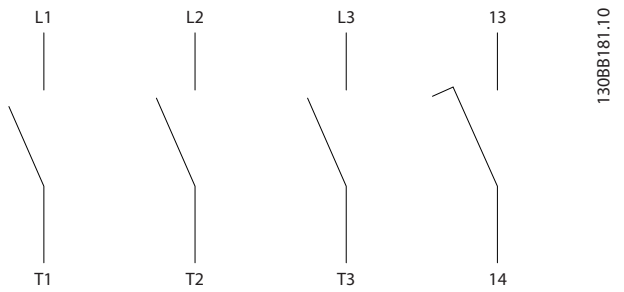
Disegno 9.45 Posizione dell'interruttore di rete



Tipo di contenitore	Tipo
A4/A5	Kraus&Naimer KG20A T303
B1	Kraus&Naimer KG64 T303
B2	Kraus&Naimer KG64 T303

Disegno 9.46 Collegamenti morsetti per A4, A5, B1, B2

 Danfoss A/S © Rev. 04/04/2014 Tutti i diritti riservati.



Tipo di contenitore	Tipo
C1	Kraus&Naimer KG100 T303
C1	Kraus&Naimer KG105 T303
C2	Kraus&Naimer KG160 T303

Disegno 9.47 Collegamenti morsetti per C1, C2

9.6.3 Condivisione del carico

Attraverso i morsetti del bus CC è possibile alimentare direttamente il convertitore di frequenza sul circuito intermedio in CC con un alimentatore esterno. Utilizza i morsetti 88 e 89.

Il cavo di collegamento deve essere schermato e la lunghezza massima dal convertitore di frequenza alla barra CC non deve superare i 25 metri (82 piedi).
La condivisione del carico consente il collegamento dei circuiti intermedi CC di più convertitori di frequenza.

⚠ATTENZIONE

Notare che sui morsetti possono essere presenti tensioni fino a 1099 V CC.
La condivisione del carico richiede apparecchiature supplementari e considerazioni di sicurezza.

⚠ATTENZIONE

Notare che il sezionatore di rete non può isolare il convertitore di frequenza a causa del collegamento del bus CC.

9.6.4 Resistenza di frenatura

Il cavo di collegamento alla resistenza di frenatura deve essere schermato e la lunghezza massima dal convertitore di frequenza alla barra CC non deve superare 25 m (82 piedi).

1. Collegare lo schermo per mezzo di pressacavi alla piastra posteriore conduttiva del convertitore di frequenza e al contenitore metallico della resistenza di frenatura.
2. Scegliere cavi freno di sezione adatti al carico del freno.

I morsetti 81 e 82 sono morsetti della resistenza di frenatura.

AVVISO!

Se si verifica un cortocircuito nell'IGBT freno, impedire la dissipazione di potenza nella resistenza di frenatura utilizzando un interruttore generale di alimentazione o un contattore per scollegare dalla rete il convertitore di frequenza. Solo il convertitore di frequenza dovrebbe controllare il contattore.

⚠ATTENZIONE

Notare che, in base alla tensione di alimentazione, sui morsetti possono essere presenti tensioni fino a 1099 V CC.

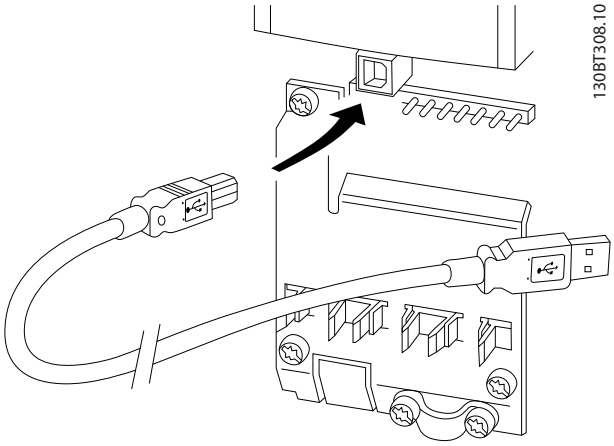
9.6.5 Software PC

Il PC è collegato tramite un cavo (host/device) USB standard, oppure tramite l'interfaccia RS-485.

Il bus USB è un bus seriale che utilizza 4 fili schermati, con il pin di massa 4 collegato alla schermatura nella porta USB del pc. Collegando il PC a un convertitore di frequenza tramite il cavo USB esiste il rischio potenziale di danneggiare il controller 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 in *Collegamento della rete CA* 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, si raccomanda di utilizzare un isolatore USB con isolamento galvanico per proteggere il controller USB dell'host dalle differenze di potenziale di massa.

 Danfoss A/S © Rev. 04/04/2014 Tutti i diritti riservati.

Si consiglia di non utilizzare il cavo di potenza del PC con 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 alla schermatura collegate alla porta USB.



Disegno 9.48 Collegamento USB

9.6.5.1 MCT 10

Per controllare il convertitore di frequenza da un PC, installare il Software di configurazione MCT 10.

Memorizzazione dei dati nel PC tramite via Software di configurazione MCT 10

1. Collegare il PC all'unità mediante la porta USB com.
2. Aprire Software di configurazione MCT 10.
3. Selezionare la porta USB nella sezione *network*.
4. Selezionare *copy*.
5. Selezionare la sezione *project*.
6. Selezionare *paste*.
7. Selezionare *save as*.

Tutti i parametri sono ora memorizzati.

Trasferimento di dati dal PC al convertitore di frequenza tramite Software di configurazione MCT 10

1. Collegare il PC all'unità mediante la porta USB com.
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. Scaricarlo da *www.danfoss.com/BusinessAreas/DrivesSolutions/Softwaredownload/*.

9.6.5.2 MCT 31

Il tool 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 fabbricati da terzi con dispositivi aggiuntivi per la riduzione delle armoniche, come i filtri AHF Danfoss e i raddrizzatori a 12-18 impulsi.

L'MCT 31 può anche essere scaricato da *www.danfoss.com/BusinessAreas/DrivesSolutions/Softwaredownload/*.

9.6.5.3 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.

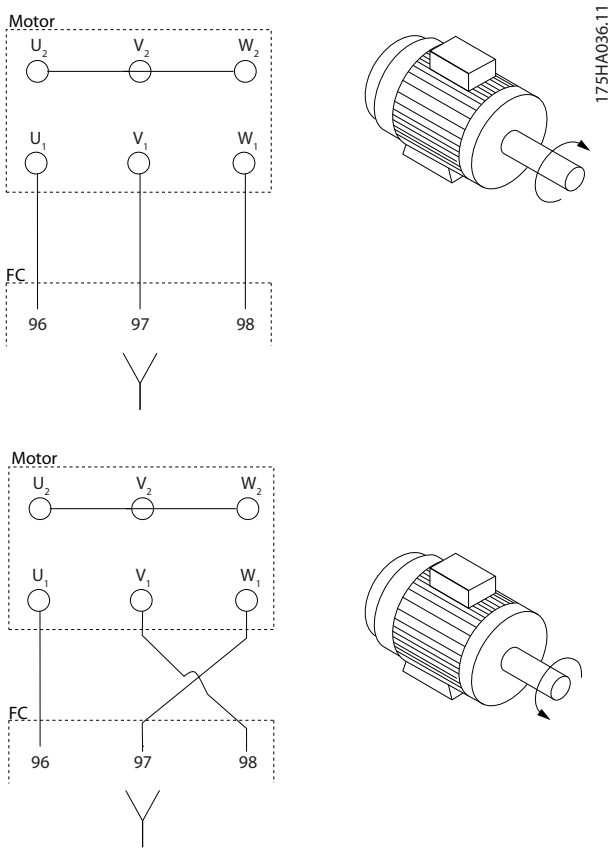
Vedere *www.danfoss-hcs.com/Default.asp?LEVEL=START*

9.7 Informazioni aggiuntive sul motore

9.7.1 Cavo motore

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:

 Danfoss A/S © Rev. 04/04/2014 Tutti i diritti riservati.



Disegno 9.49 Collegamento del morsetto per la rotazione in senso orario e antiorario

Il senso di rotazione può essere invertito scambiando due fasi nel cavo del motore oppure cambiando l'impostazione di *4-10 Direz. velocità motore*.

Il controllo della rotazione del motore può essere eseguito usando il *1-28 Controllo rotazione motore* e seguendo i passi indicati dal display.

9.7.2 Collegamento di motori multipli

AVVISO!

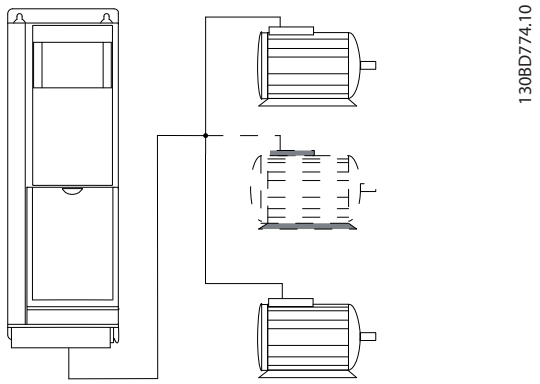
Potrebbero insorgere dei problemi all'avviamento e a bassi regimi se le dimensioni dei motori si differenziano notevolmente, in quanto la resistenza ohmica relativamente elevata nello statore dei motori di piccole dimensioni richiede una tensione superiore in fase di avviamento e a bassi regimi.

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

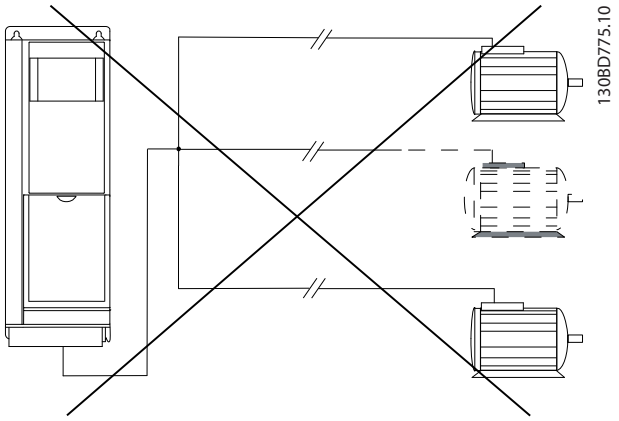
- La modalità VCC+ è utilizzabile in alcune applicazioni.
- L'assorbimento totale di corrente dei motori non deve superare la corrente di uscita nominale I_{INV} del convertitore di frequenza.
- Non usare il collegamento a un punto comune per cavo lunghi, vedere *Disegno 9.51*.
- La lunghezza totale del cavo motore specificata in *Tabella 5.2* è valida fintantoché i cavi paralleli sono mantenuti corti (meno di 10 m ciascuno), vedere *Disegno 9.53* e *Disegno 9.54*.
- Considerare la caduta di tensione attraverso il cavo motore, vedere *Disegno 9.54*.
- Per lunghi cavi paralleli, usare il filtro LC, vedere *Disegno 9.54*.
- Per lunghi cavi senza collegamento parallelo, vedere *Disegno 9.55*.

AVVISO!

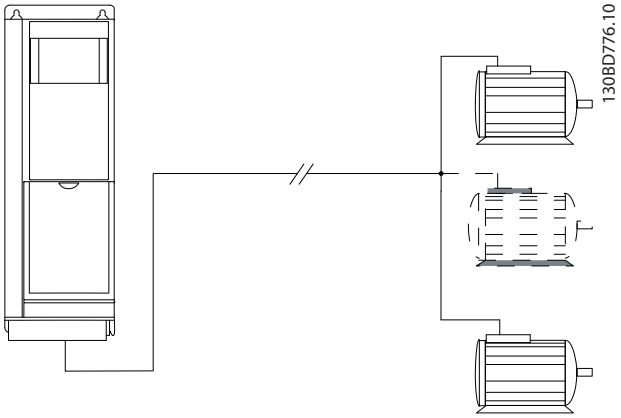
Se i motori sono collegati in parallelo, *1-02 Fonte retroazione Flux motor* non può essere utilizzato e *1-01 Principio controllo motore* deve essere impostato su *[0] U/f*.



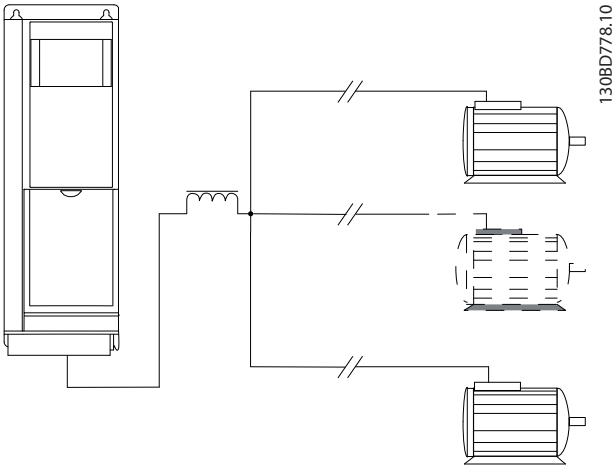
Disegno 9.50 Collegamento a punto comune per cavi corti



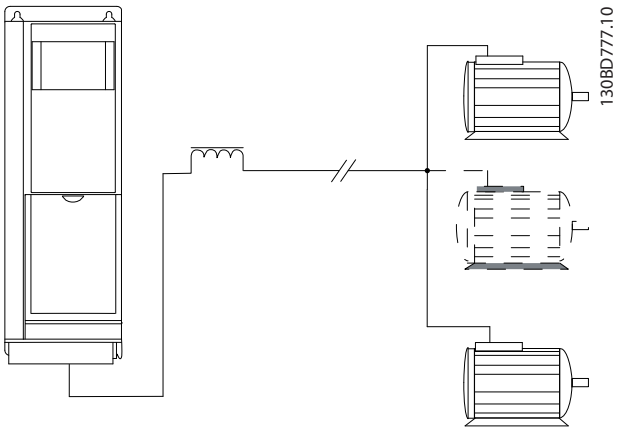
Disegno 9.51 Collegamento a punto comune per cavi lunghi



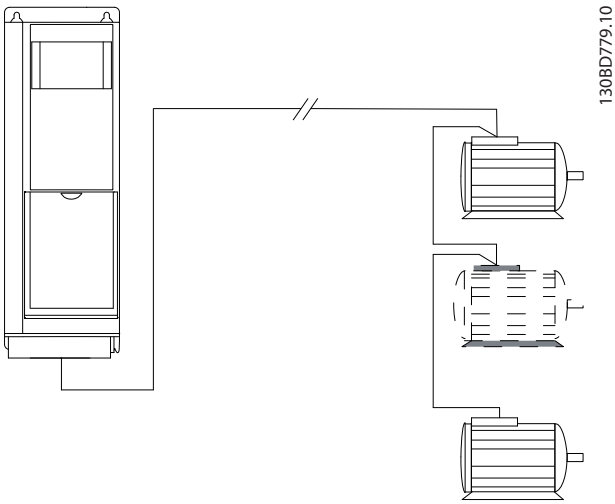
Disegno 9.52 Cavi paralleli senza carico



Disegno 9.54 Filtro LC per lunghi cavi paralleli



Disegno 9.53 Cavi paralleli cion carico



Disegno 9.55 Cavi lunghi nel collegamento di serie

Tipi di contenitore	Potenza [kW]	Tensione [V]	1 cavo [m]	2 cavi [m]	3 cavi [m]	4 cavi [m]
A1, A2, A4, A5	0.37-0.75	400	150	45	8	6
		500	150	7	4	3
A2, A4, A5	1.1-1.5	400	150	45	20	8
		500	150	45	5	4
A2, A4, A5	2,2-4	400	150	45	20	11
		500	150	45	20	6
A3, A4, A5	5.5-7.5	400	150	45	20	11
		500	150	45	20	11
B1, B2, B3, B4, C1, C2, C3, C4	11-75	400	150	75	50	37
		500	150	75	50	37
A3	1.1-7.5	525-690	100	50	33	25
B4	11-30	525-690	150	75	50	37
C3	37-45	525-690	150	75	50	37

Tabella 9.19 Lunghezza max. del cavo per ciascun cavo parallelo

9.8 Sicurezza

9.8.1 Prova di alta tensione

Eseguire una prova d'alta tensione cortocircuitando i morsetti U, V, W, L_1, L_2 e L_3. Alimentare al massimo 2,15 kV CC per convertitori di frequenza da 380-500 V e 2,525 kV CC per convertitori di frequenza da 525-690 V per un secondo fra questo cortocircuito e il chassis.

⚠AVVISO

Se l'intera apparecchiatura viene sottoposta a prove ad alta tensione, interrompere i collegamenti alla rete e del motore nel caso in cui le correnti di dispersione siano troppo elevate.

9.8.2 Collegamento a massa EMC

Pratica corretta di collegamento a massa EMC

- Rispettare il collegamento a massa di sicurezza.
- Mantenendo il collegamento a massa il più corto possibile si ottengono le migliori prestazioni EMC.
- I fili con una sezione maggiore hanno un'impedenza minore ed un miglior collegamento a massa EMC.
- Nel caso in cui vengano usati più dispositivi con armadi di metallo, montarli su una piastra di installazione metallica comune per migliorare le prestazioni EMC.

AVVISO!

Se necessario, usare rondelle per i bulloni di fissaggio, ad es. nel caso di parti verniciate.

⚠ATTENZIONE

POTENZIALE RISCHIO IN CASO DI GUASTO INTERNO
Rischio di lesioni personali se il convertitore di frequenza non è chiuso correttamente.

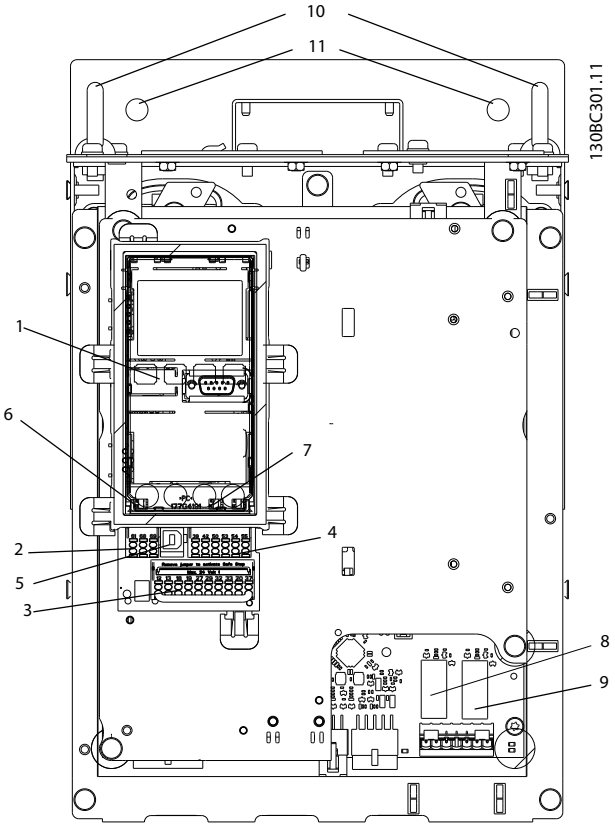
- **Prima di applicare la corrente elettrica, assicurarsi che tutti i coperchi siano al loro posto e fissati in modo sicuro.**

9.8.3 Installazioni conformi ai requisiti ADN

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

Per unità di classe di protezione IP20, IP21 o IP54, impedire il rischio di formazione dei scintille come segue:

- Non installare un interruttore di rete.
- Assicurarsi che *14-50 Filtro RFI*sia impostato su *[1] On*.
- Rimuovere tutte le valvole relè contrassegnate "RELAY". Vedere *Disegno 9.56*.
- Controllare quali opzioni relè sono installate, se presenti. L'unica opzione relè consentita è la scheda relè estesa MCB 113.



Disegno 9.56 Posizione delle valvole relè, pos. 8 e 9

Dichiarazione del produttore

10 Esempi applicativi

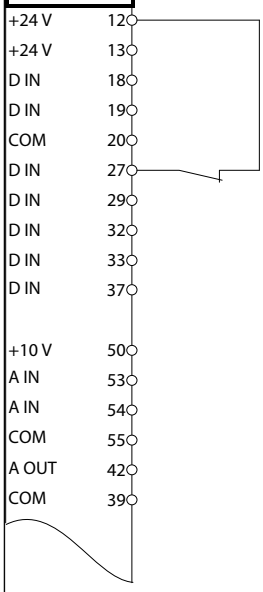
10.1 Applicazioni d'uso comune

Gli esempi in questa sezione fungono da riferimento rapido per applicazioni comuni.

- Le impostazioni dei parametri corrispondono ai valori predefiniti locali se non diversamente indicato (selezionati in *0-03 Impostazioni locali*)
- Accanto ai disegni sono mostrati i parametri associati ai morsetti e le relative impostazioni
- Dove sono necessarie le impostazioni dell'interruttore per i morsetti analogici A53 o A54, vengono mostrate anche queste

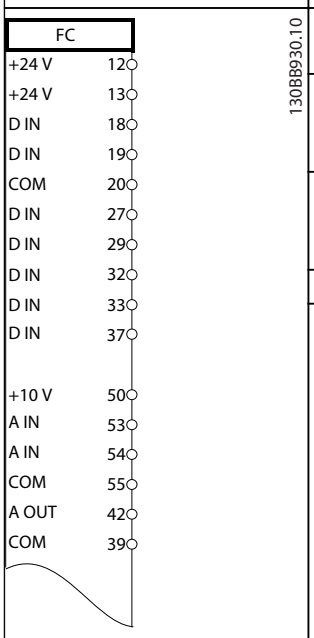
ATTENZIONE

I termistori devono essere provvisti di un isolamento doppio o rinforzato per soddisfare i requisiti di isolamento PELV.



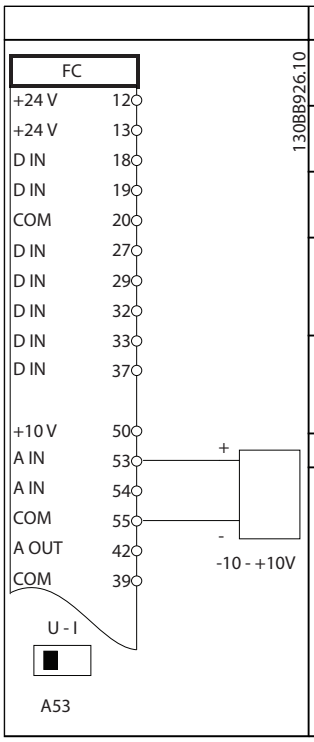
Parametri	
Funzione	**Impostazione**
1-29 Adattamento automatico motore (AMA)	[1] Abilit.AMA compl.
5-12 Ingr. digitale morsetto 27	[2]* Evol. libera neg.
*=Valore di default	
Note/commenti: Il gruppo di parametri *1–2* Dati motore* deve essere impostato in base al motore	

Tabella 10.1 AMA con T27 collegato



Parametri	
Funzione	**Impostazione**
1-29 Adattamento automatico motore (AMA)	[1] Abilit.AMA compl.
5-12 Ingr. digitale morsetto 27	[0] Nessuna funzione
*=Valore di default	
Note/commenti: Il gruppo di parametri *1–2* Dati motore* deve essere impostato in base al motore	

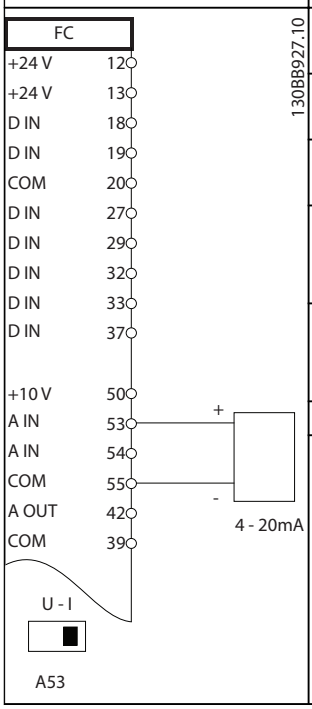
Tabella 10.2 AMA senza T27 collegato



Parametri	
Funzione	**Impostazione**
6-10 Tens. bassa morsetto 53	0,07 V*
6-11 Tensione alta morsetto 53	10 V*
6-14 Rif.basso/ val.retroaz.morsetto 53	0 giri/min.
6-15 Rif. alto/ valore retroaz. morsetto 53	1.500 giri/min.
*=Valore di default	
Note/commenti:	

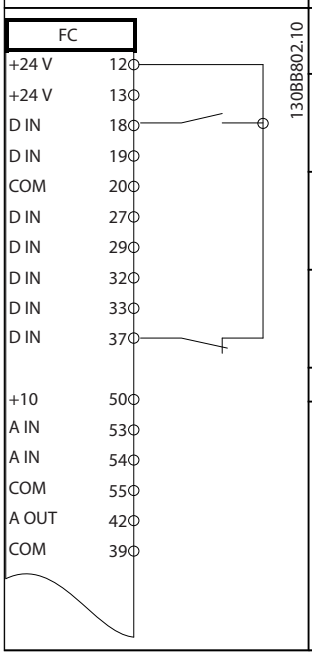
Tabella 10.3 Riferimento di velocità analogico (tensione)

10



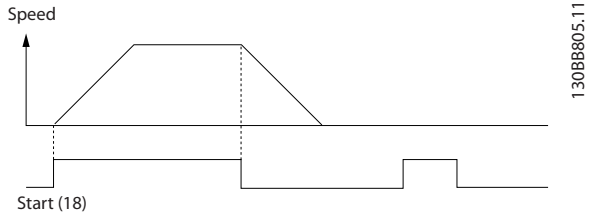
	Parametri	
	Funzione	**Imposta-zione**
	6-12 Corr. bassa morsetto 53	4 mA*
	6-13 Corrente alta morsetto 53	20 mA*
	6-14 Rif.basso/ val.retroaz.morsetto 53	0 giri/min.
	6-15 Rif. alto/ valore retroaz. morsetto 53	1.500 giri/ min.
	*=Valore di default	
	Note/commenti:	

Tabella 10.4 Riferimento di velocità analogico (corrente)

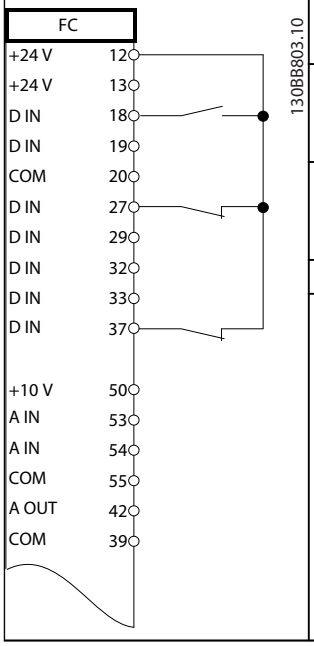


	Parametri	
	Funzione	**Imposta-zione**
	5-10 Ingr. digitale morsetto 18	[8] Avviamento*
	5-12 Ingr. digitale morsetto 27	[0] Nessuna funzione
	5-19 Arresto di sicurezza morsetto 37	[1] All. arresto di sic.
	*=Valore di default	
	Note/commenti: Se *5-12 Ingr. digitale morsetto 27* è impostato su *[0] Nessuna funzione*, un ponticello sul morsetto 27 non è necessario.	

Tabella 10.5 Comando di avviamento/arresto con Safe Torque Off

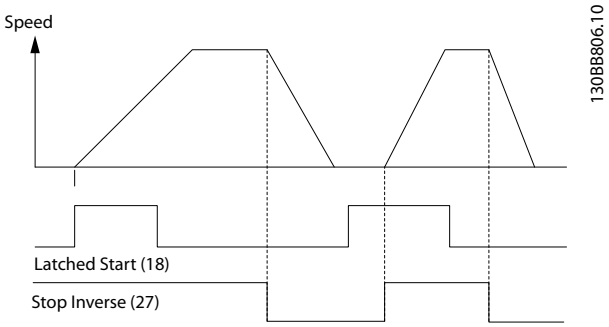


Disegno 10.1 Avviamento/arresto con Safe Torque Off

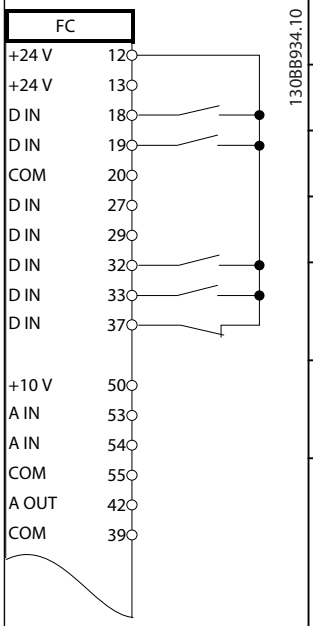


	Parametri	
	Funzione	**Imposta-zione**
	5-10 Ingr. digitale morsetto 18	[9] Avviam. a impulsi
	5-12 Ingr. digitale morsetto 27	[6] Stop (negato)
	*=Valore di default	
	Note/commenti: Se *5-12 Ingr. digitale morsetto 27* è impostato su *[0] Nessuna funzione*, un ponticello sul morsetto 27 non è necessario.	

Tabella 10.6 Avviamento/arresto a impulsi

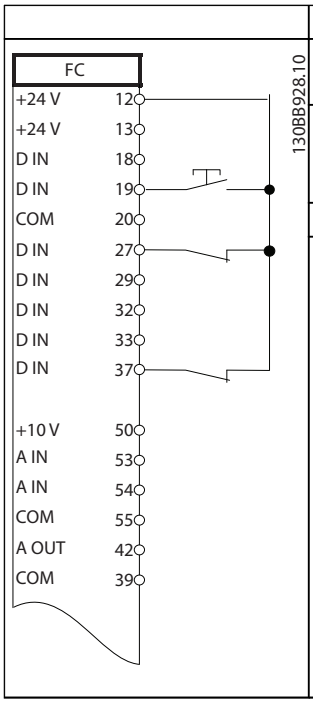


Disegno 10.2 Avviamento su impulso/Arresto, comando attivo basso



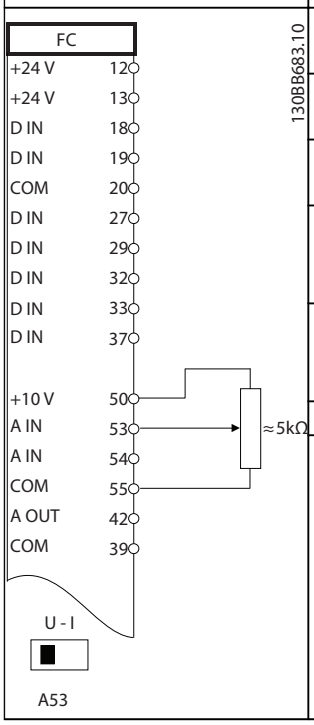
Parametri	
Funzione	**Impostazione**
5-10 Ingr. digitale morsetto 18	[8] Avviamento
5-11 Ingr. digitale morsetto 19	[10] Inversione*
5-12 Ingr. digitale morsetto 27	[0] Nessuna funzione
5-14 Ingr. digitale morsetto 32	[16] Rif. preimp. bit 0
5-15 Ingr. digitale morsetto 33	[17] Rif. preimp. bit 1
3-10 Riferim preimp.	
Rif. preimp. 0	25%
Rif. preimp. 1	50%
Rif. preimp. 2	75%
Rif. preimp. 3	100%
*=Valore di default	
Note/commenti:	

Tabella 10.7 Avviamento/arresto con inversione e 4 velocità preimpostate



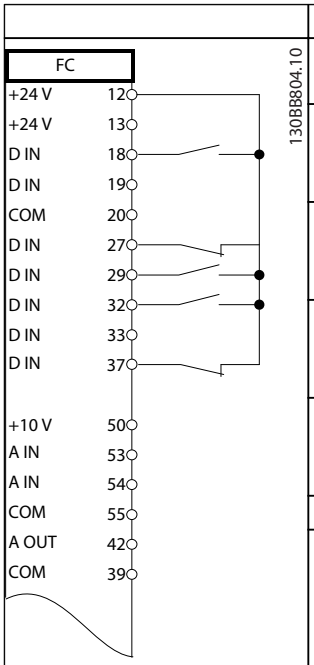
Parametri	
Funzione	**Impostazione**
5-11 Ingr. digitale morsetto 19	[1] Ripristino
*=Valore di default	
Note/commenti:	

Tabella 10.8 Ripristino allarmi esterni



Parametri	
Funzione	**Impostazione**
6-10 Tens. bassa morsetto 53	0,07 V*
6-11 Tensione alta morsetto 53	10 V*
6-14 Rif.basso/ val.retroaz.morsetto 53	0 giri/min.
6-15 Rif. alto/ valore retroaz. morsetto 53	1.500 giri/ min.
*=Valore di default	
Note/commenti:	

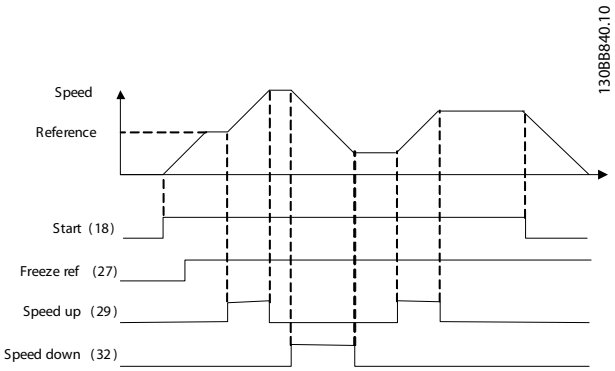
Tabella 10.9 Riferimento di velocità (utilizzando un potenziometro manuale)



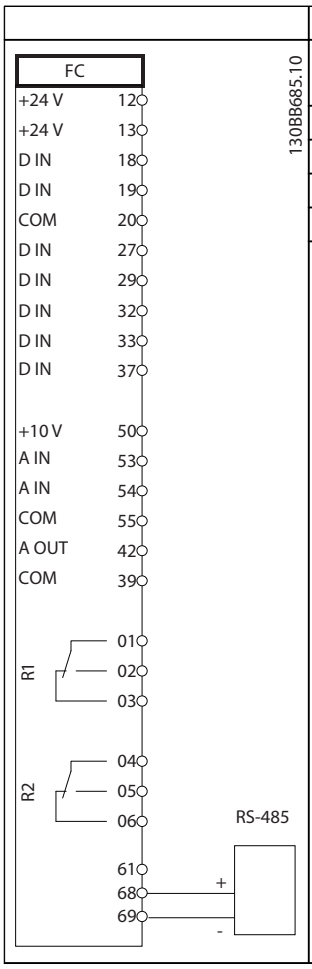
Parametri	
Funzione	**Impostazione**
5-10 Ingr. digitale morsetto 18	[8] Avviamento*
5-12 Ingr. digitale morsetto 27	[19] Riferimento congelato
5-13 Ingr. digitale morsetto 29	[21] Speed Up
5-14 Ingr. digitale morsetto 32	[22] Speed Down
*=Valore di default	
Note/commenti:	

Tabella 10.10 Speed Up/Down

10

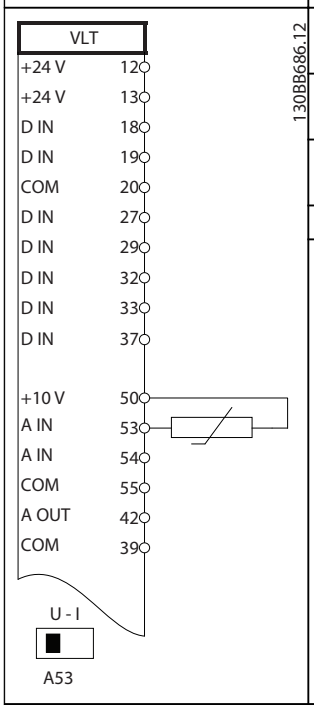


Disegno 10.3 Speed Up/Down



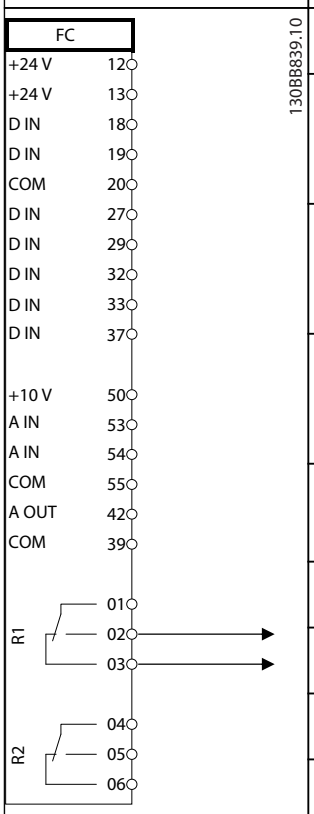
	Parametri	
	Funzione	**Impostazione**
	8-30 Protocollo	FC*
	8-31 Indirizzo	1*
	8-32 Baud rate	9,600*
	*=Valore di default	
	Note/commenti: Selezionare il protocollo, l'indirizzo e la baud rate nei parametri summenzionati.	

Tabella 10.11 Collegamento in rete RS-485



	Parametri	
	Funzione	**Impostazione**
	1-90 Protezione termica motore	[2] Scatto termistore
	1-93 Fonte termistore	[1] Ingr. analog. 53
	*=Valore di default	
	Note/commenti: Se si desidera solo un avviso, impostare *1-90 Protezione termica motore* su *[1] Termistore, avviso.*	

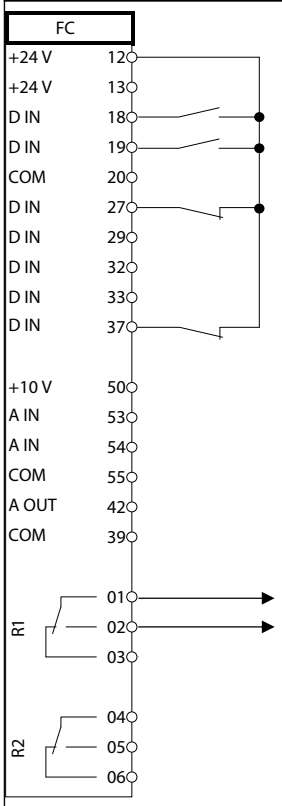
Tabella 10.12 Termistore motore



	Parametri	
	Funzione	**Impostazione**
	4-30 Funzione di perdita retroazione motore	[1] Avviso
	4-31 Errore di velocità retroazione motore	100 giri/min
	4-32 Timeout perdita retroazione motore	5 s
	7-00 Fonte retroazione PID di velocità	[2] MCB 102
	17-11 Risoluzione (PPR)	1024*
	13-00 Modo regol. SL	[1] On
	13-01 Evento avviamento	[19] Avviso
	13-02 Evento arresto	[44] Tasto di reset
	13-10 Comparatore di operandi	[21] N. avviso

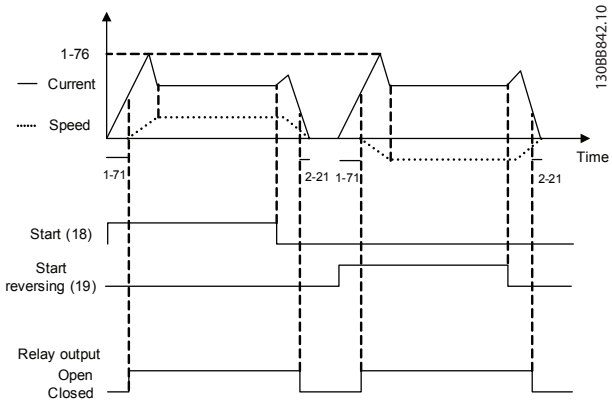
	Parametri	
	Funzione	**Imposta-zione**
	13-11 Comparatore di operandi	[1] ≈*
	13-12 Valore comparatore	90
	13-51 Evento regol. SL	[22] Comparatore 0
	13-52 Azione regol. SL	[32] Imp. usc. dig. A bassa
	5-40 Funzione relè	[80] Uscita digitale SL A
	*=Valore di default	
	Note/commenti: Se il limite nel monitor di retroazione viene superato, viene generato l'Avviso 90. L'SLC monitora l'Avviso 90 e, nel caso in cui l'Avviso 90 diventa TRUE, allora viene attivato il relè 1. L'attrezzatura esterna potrebbe indicare che è necessaria una manutenzione. Se l'errore di retroazione torna a scendere al di sotto del limite nuovamente entro 5 sec., il convertitore di frequenza continua a funzionare e l'avviso scompare. Tuttavia il relè 1 continua ad essere attivato finché viene premuto [Reset] sull'LCP.	

Tabella 10.13 Utilizzo dell'SLC per impostare un relè



	Parametri	
	Funzione	**Imposta-zione**
	1-00 Modo configurazione	[0] Anello aperto vel.
	1-01 Principio controllo motore	[1] VVC^{plus}
	5-40 Funzione relè	[32] Com. freno mecc.
	5-10 Ingr. digitale morsetto 18	[8] Avviamento*
	5-11 Ingr. digitale morsetto 19	[11] Avv. inversione
	1-71 Ritardo avv.	0,2
	1-72 Funz. di avv.	[5] VVC^{plus}/ FLUX in s. orario
	1-76 Corrente di avviam.	$I_{m,n}$
	2-20 Corrente rilascio freno	In funz. dell'appl.
	2-21 Vel. attivazione freno [giri/min]	Metà dello scorrimento nominale del motore
	*=Valore di default	
	Note/commenti:	

Tabella 10.14 Controllo del freno meccanico (anello aperto)



Disegno 10.4 Controllo del freno meccanico (anello aperto)

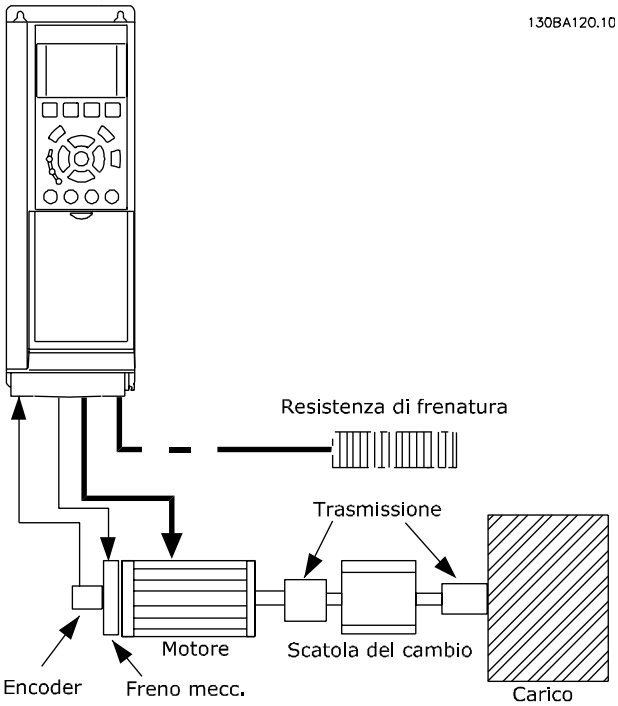
10

10.1.1 Sistema di regolazione ad anello chiuso

Generalmente un sistema convertitore di frequenza è composto da più elementi come

- Motore
- Trasmissione
- Freno meccanico
- Convertitore di frequenza
- Encoder come sistema di retroazione
- Resistenza di frenatura per la frenatura dinamica
- Trasmissione
- Carica

Le applicazioni che richiedono il controllo di un freno meccanico hanno in genere bisogno di una resistenza di frenatura.



Disegno 10.5 Esempio di FC 302 controllo di velocità ad anello chiuso

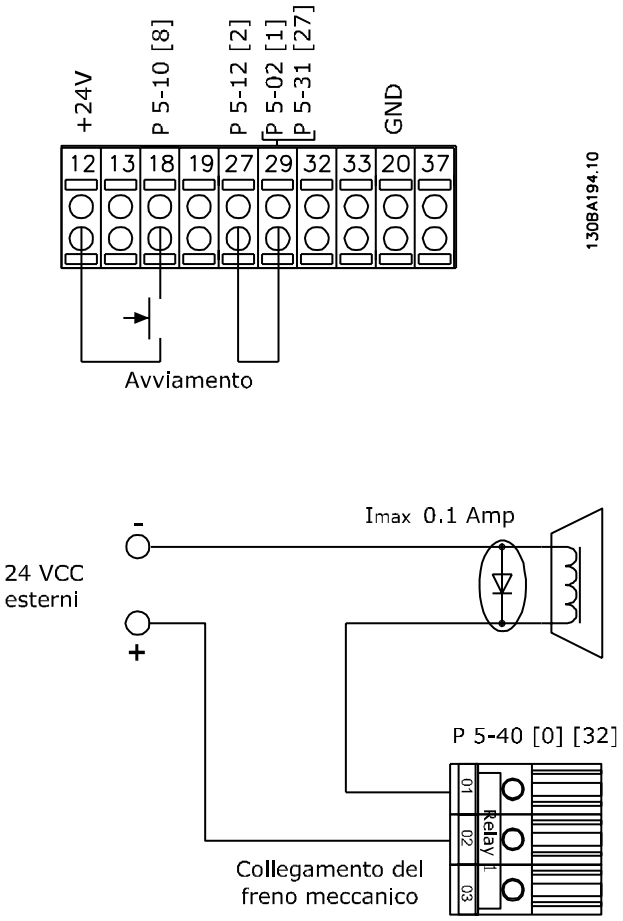
10.1.2 Programmazione del limite di coppia e arresto

Nelle applicazioni con un freno elettromeccanico esterno, come le applicazioni di sollevamento, è possibile arrestare il convertitore di frequenza mediante un comando di arresto 'standard' e contemporaneamente attivare il freno elettromeccanico esterno.
L'esempio fornito di seguito illustra la programmazione delle connessioni del convertitore di frequenza.
Il freno esterno può essere collegato al relè 1 o 2.
Programmare il morsetto 27 su *[2] Evol. libera neg.* o *[3] Ruota lib. e ripr. inv.* e programmare il morsetto 29 su *[1] Uscita modo morsetto 29* e *[27] Limite di coppia e arresto*.

Descrizione
Se un comando di arresto è attivo attraverso il morsetto 18 e il convertitore di frequenza non è al limite di coppia, il motore decelera a 0 Hz.
Se il convertitore di frequenza è al limite di coppia e il comando di arresto è attivato, viene attivato il morsetto 29 Uscita (programmato su *[27] Limite di coppia e arresto*) . Il segnale al morsetto 27 cambia da '1 logico' a '0 logico' e il motore inizia l'evoluzione libera, assicurando in questo modo che l'apparecchio di sollevamento si arresti anche se il convertitore di frequenza stesso non è in grado di gestire la coppia richiesta (a causa del sovraccarico eccessivo).

- Avvio/arresto tramite morsetto 18
  5-10 Ingr. digitale morsetto 18, *[8] Avvio*
- Arresto rapido mediante morsetto 27
  5-12 Ingr. digitale morsetto 27, *[2] Arresto a ruota libera, comando attivo basso*
- Morsetto 29 uscita
  5-02 Modo morsetto 29, *[1] Morsetto 29 uscita modalità*
  5-31 Uscita dig. morsetto 29, *[27] Limite di coppia e arresto*
- Uscita a relè [0] (Relè 1)
  5-40 Funzione relè, *[32] Controllo del freno meccanico*

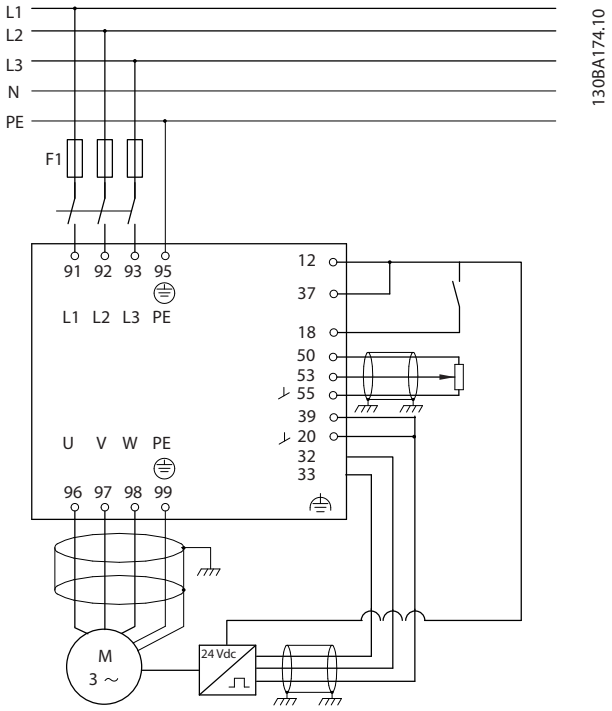
 Danfoss A/S © Rev. 04/04/2014 Tutti i diritti riservati.



Disegno 10.6 Freno elettromeccanico esterno

10.1.3 Programmazione del controllo di velocità

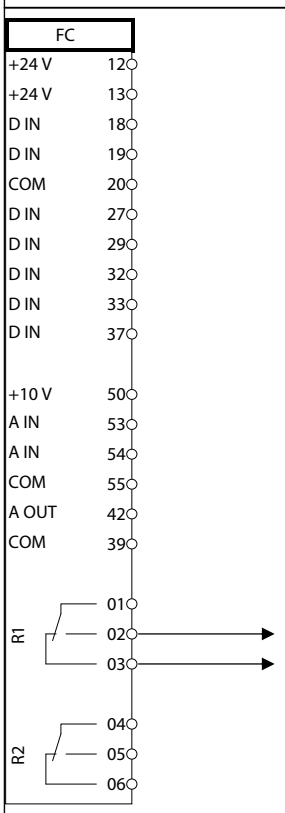
La velocità del motore richiesta viene impostata tramite un potenziometro collegato al morsetto 53. Il campo di velocità è da 0 a 1500 giri/min. corrispondenti a 0-10 V sul potenziometro. L'avviamento e l'arresto sono controllati tramite un interruttore collegato al morsetto 18. Il PID di velocità sorveglia la velocità effettiva del motore utilizzando un encoder incrementale a 24 V (HTL) come retroazione. Il sensore di retroazione è un encoder (1024 impulsi per giro) collegato ai morsetti 32 e 33.



Disegno 10.7 Esempio - collegamenti del controllo di velocità

10

Esempio applicativo



Parametri	
Funzione	**Impostazione**
7-00 Fonte retroazione PID di velocità	[2] MCB 102
17-11 Risoluzione (PPR)	1024*
13-00 Modo regol. SL	[1] On
13-01 Evento avviamento	[19] Avviso
13-02 Evento arresto	[44] Tasto di reset
13-10 Comparatore di operandi	[21] N. avviso
13-11 Comparatore di operandi	[1] ≈*
13-12 Valore comparatore	90
13-51 Evento regol. SL	[22] Comparatore 0
13-52 Azione regol. SL	[32] Imp. usc. dig. A bassa
5-40 Funzione relè	[80] Uscita digitale SL A
* = Valore di default	
Note/commenti: L'avviso 90 verrà emesso quando il segnale di retroazione dall'encoder non corrisponde al riferimento. L'SLC monitora l'Avviso 90 e, nel caso in cui l'Avviso 90 diventa TRUE, allora viene attivato il relè 1. L'attrezzatura esterna potrebbe in seguito indicare che è necessaria una manutenzione.	

Tabella 10.15 Utilizzo dell'SLC per impostare un relè

 Danfoss A/S © Rev. 04/04/2014 Tutti i diritti riservati.

11 Opzioni e accessori

11.1 Opzioni di comunicazione

- VLT® PROFIBUS DP V1 MCA 101
- VLT® DeviceNet MCA 104
- VLT® CAN Open MCA 105
- VLT® EtherCAT MCA 124
- VLT® PROFIBUS Converter MCA 114
- VLT® PROFINET MCA 120
- VLT® EtherNet/IP MCA 121
- VLT® Modbus TCP MCA 122
- VLT® POWERLINK MCA 122
- VLT® DeviceNet Converter MCA 194

11.2 I/O, retroazione e opzioni di sicurezza

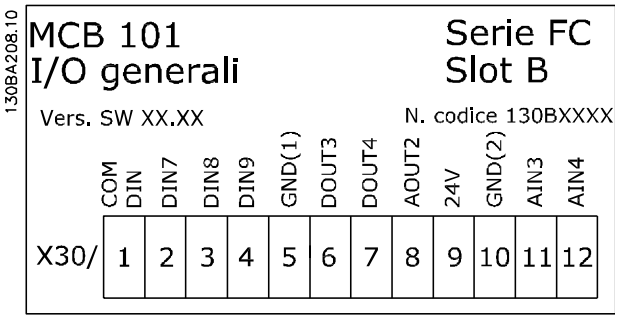
11.2.1 VLT® I/O generali modulo MCB 101

L'MCB 101 viene utilizzato per l'estensione degli ingressi digitali ed analogici e delle uscite di FC 301 e FC 302.

Installare l'MCB 101 nello slot B nel VLT® AutomationDrive.

Contenuto:

- Modulo opzionale MCB 101
- Attrezzatura estesa per LCP
- Coprimorsetti

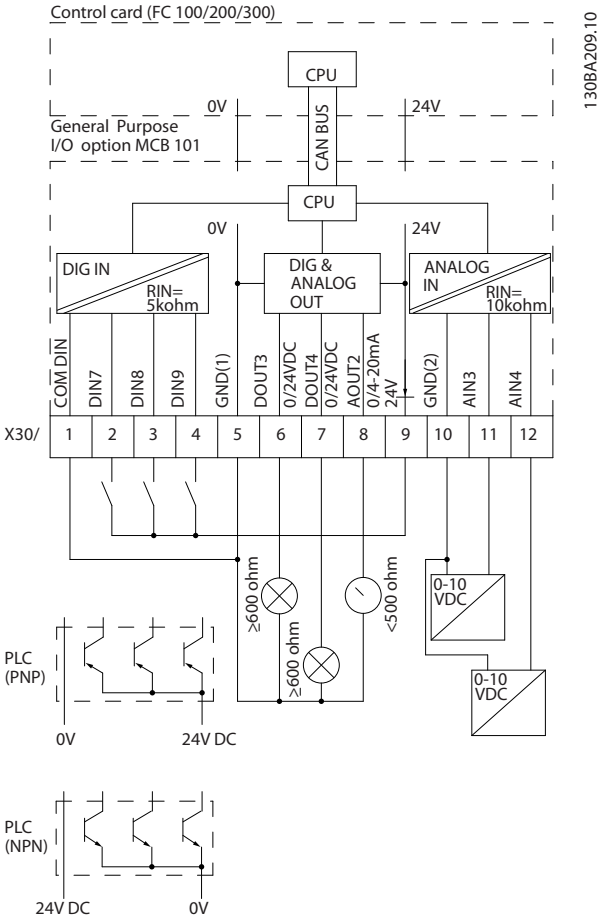


Disegno 11.1 Opzione MCB 101

11.2.1.1 Isolamento galvanico nell'MCB 101

Le uscite digitali/analogici sono isolate galvanicamente dagli altri ingressi/uscite sull'MCB 101 e da quelli sulla scheda di controllo del convertitore di frequenza. Le uscite digitali/analogici nell'MCB 101 sono isolate galvanicamente dagli altri ingressi/uscite sull'MCB 101 ma non da questi sulla scheda di controllo del convertitore di frequenza.

Se gli ingressi digitali 7, 8 o 9 devono essere commutati usando l'alimentazione interna da 24 V (morsetto 9), è necessario realizzare il collegamento tra il morsetto 1 e 5, vedere *Disegno 11.2*.



Disegno 11.2 Diagramma di principio

11

Ingresso digitale - morsetto X30/1-4	
Numero di ingressi digitali	3
Numero morsetto	X30.2, X30.3, X30.4
Logica	PNP o NPN
Livello di tensione	0 - 24 V CC
Livello di tensione, '0' logico PNP (GND = 0 V)	< 5 V CC
Livello di tensione, '1' logico PNP (GND = 0 V)	> 10 V CC
Livello di tensione, '0' logico NPN (GND = 24 V)	< 14 V CC
Livello di tensione, '1' logico NPN (GND = 24 V)	> 19 V CC
Tensione massima sull'ingresso	28 V continui
Campo di frequenza impulsi	0-110 kHz
Duty cycle, modulazione di larghezza min.	4,5 ms
Impedenza in ingresso	> 2 kΩ

Ingresso analogico - morsetto X30/11, 12	
Numero di ingressi analogici	2
Numero morsetto	X30.11, X30.12
Modalità	Tensione
Livello di tensione	0-10 V
Impedenza in ingresso	> 10 kΩ
Tensione max.	20 V
Risoluzione per gli ingressi analogici	10 bit (+ segno)
Precisione degli ingressi analogici	Errore max. 0,5% del fondo scala
Larghezza di banda	FC 301: 20 Hz/ FC 302: 100 Hz

Uscite digitali - morsetto X30/6, 7	
Numero di uscite digitali	2
Numero morsetto	X30.6, X30.7
Livello di tensione sull'uscita digitale/frequenza di uscita	0-24 V
Max. corrente di uscita	40 mA
Carico max.	≥ 600 Ω
Carico capacitivo max.	< 10 nF
Frequenza di uscita minima	0 Hz
Frequenza di uscita massima	≤ 32 kHz
Precisione della frequenza di uscita	Errore max.: 0,1 % del fondo scala

Uscita analogica - morsetto X30/8	
Numero delle uscite analogiche	1
Numero morsetto	X30.8
Intervallo di corrente sull'uscita analogica	0-20 mA
Carico max a massa - uscita analogica	500 Ω
Precisione sull'uscita analogica	Errore max.: 0,5% del fondo scala
Risoluzione sull'uscita analogica	12 bit

 Danfoss A/S © Rev. 04/04/2014 Tutti i diritti riservati.

11.2.2 Opzione encoder MCB 102 VLT®

Il modulo encoder può essere utilizzato come fonte retroazione per il controllo vettoriale di flusso ad anello chiuso (*1-02 Fonte retroazione Flux motor*) e come controllo di velocità ad anello chiuso (*7-00 Fonte retroazione PID di velocità*). Configurare l'opzione encoder nel gruppo di parametri*17-** Opzione feedback*.

Usato per

- VVC^{plus} ad anello chiuso
- Controllo vettoriale di flusso della velocità
- Controllo vettoriale di flusso della coppia
- Motore a magneti permanenti

Tipi di encoder supportati:
Encoder incrementale: tipo a 5 V TTL, RS-422, frequenza max.: 410 kHz
Encoder incrementale: 1 Vpp, seno-coseno
Encoder Hiperface®: assoluto e seno-coseno (Stegmann/SICK)
Encoder EnDat: assoluto e seno-coseno (Heidenhain) supporta la versione 2.1
Encoder SSI: assoluto

AVVISO!

Non è consigliato l'uso di encoder incrementali con motori PM a causa del rischio di una polarità errata.

AVVISO!

Si consiglia fortemente di alimentare l'encoder sempre tramite l'MCB 102. Deve essere evitato di usare l'alimentazione esterna per l'encoder.

Monitoraggio encoder:
Sono monitorati i 4 canali dell'encoder (A, B, Z e D), ed è possibile rilevare il corto circuito e il circuito aperto. È presente un LED verde per ogni canale, che si accende quando lo stato del rispettivo canale è OK.

AVVISO!

I LED sono visibili solo quando si rimuove l'LCP. La reazione in caso di errore dell'encoder può essere selezionata in *17-61 Monitoraggio segnale di retroaz.*: *[0] Disattivato*, *[1] Avviso* o *[2] Scatto*.

Quando il kit opzione encoder viene ordinato separatamente, il kit include:

- Opzione encoder MCB 102
- Dispositivo di fissaggio LCP ampliato e coprimorsetti ampliato

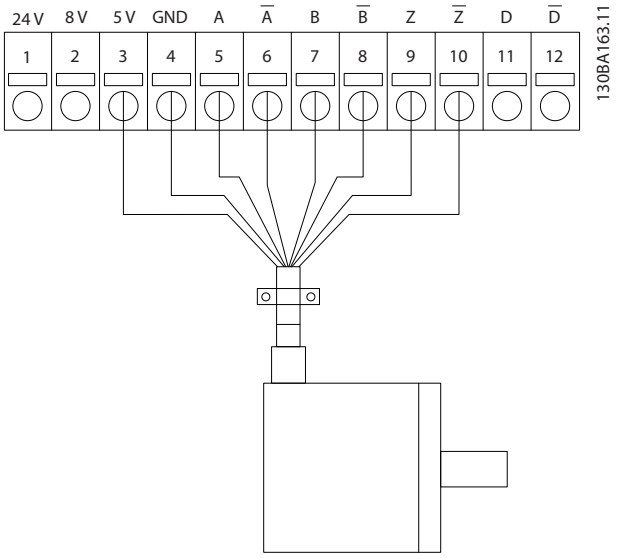
L'opzione encoder non supporta i convertitori di frequenza FC 302 prodotti prima della settimana 50/2004.
Versione software min.: 2.03 (*15-43 Versione software*)

 Danfoss A/S © Rev. 04/04/2014 Tutti i diritti riservati.

Connector Designation X31	Encoder incrementale (fare riferimento a *Disegno 11.3*)	Encoder SinCos Hiperface® (fare riferimento a *Disegno 11.4*)	Encoder EnDat	Encoder SSI	Descrizione
1	NC			24 V*	Uscita a 24 V (21-25 V, I_{max}:125 mA)
2	NC	8 V CC			Uscita 8 V (7-12 V, I_{max}: 200mA)
3	5 V CC		5 V CC	5 V*	Uscita a 5 V (5 V ± 5%, I_{max}: 200 mA)
4	GND		GND	GND	GND
5	Ingresso A	+COS	+COS		Ingresso A
6	Ingresso A inv	REFCOS	REFCOS		Ingresso A inv
7	Ingresso B	+SIN	+SIN		Ingresso B
8	Ingresso B inv	REFSIN	REFSIN		Ingresso B inv
9	Ingresso Z	Dati+ RS-485	Clock in uscita	Clock in uscita	Ingresso Z OPPURE dati+ RS-485
10	Ingresso Z inv	Dati- RS-485	Clock in uscita - inv.	Clock in uscita - inv.	Ingresso Z OPPURE dati- RS-485
11	NC	NC	Dati in ingresso	Dati in ingresso	Uso futuro
12	NC	NC	Dati in ingresso inv.	Dati in ingresso inv.	Uso futuro
Max. 5 V su X31.5-12					

Tabella 11.1 Collegamenti dell'encoder

** Alimentazione encoder: vedere i dati relativi all'encoder*

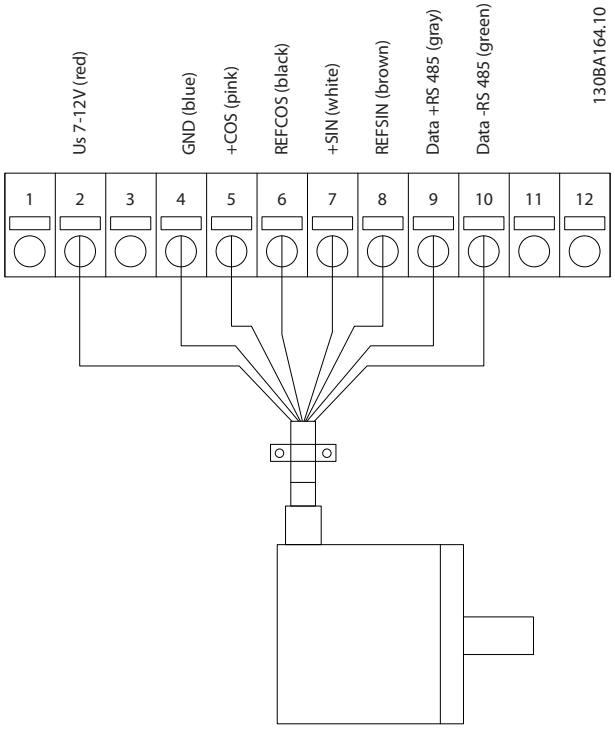


Disegno 11.3 Encoder incrementale

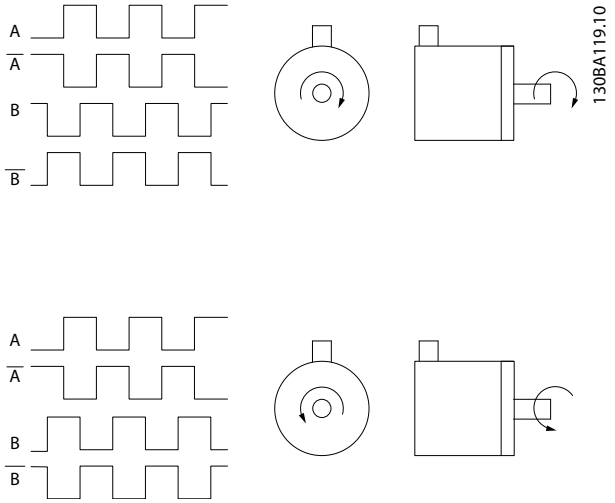
AVVISO!

Lunghezza max cavo 150 m.

Danfoss A/S © Rev. 04/04/2014 Tutti i diritti riservati.



Disegno 11.4 Encoder SinCos Hiperface



Disegno 11.5 Senso di rotazione

11.2.3 Opzione resolver MCB 103VLT®

L'opzione resolver MCB 103 è utilizzata per interfacciare la retroazione del motore resolver al VLT® AutomationDrive. I resolver vengono normalmente utilizzati come dispositivi per le retroazione del motore nei motori sincroni senza spazzole a magneti permanenti.

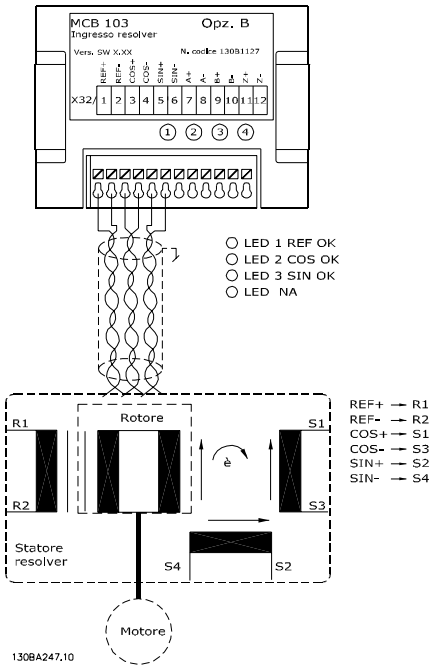
Quando il kit opzione resolver viene ordinato separatamente, il kit include:

- Opzione resolver MCB 103
- Dispositivo di fissaggio LCP ampliato e coprimorsetti ampliato

Selezione di parametri: *17-5* Interfaccia resolver*. L'opzione resolver MCB 103 supporta un numero vario di tipi di resolver.

Poli resolver	17-50 Poli: 2 *2
Tensione di ingresso resolver	17-51 Tens. di ingresso: 2,0–8,0 V_{rms} *7,0 V_{rms}
Frequenza di ingresso resolver	17-52 Freq. di ingresso: 2–15 kHz *10,0 kHz
Rapporto di trasformazione	17-53 Rapporto di trasformaz.: 0,1–1,1 *0,5
Intervallo della tensione di ingresso	Max 4 Vrms
Carico secondario	Ca. 10 kΩ

Tabella 11.2 Specifiche resolver

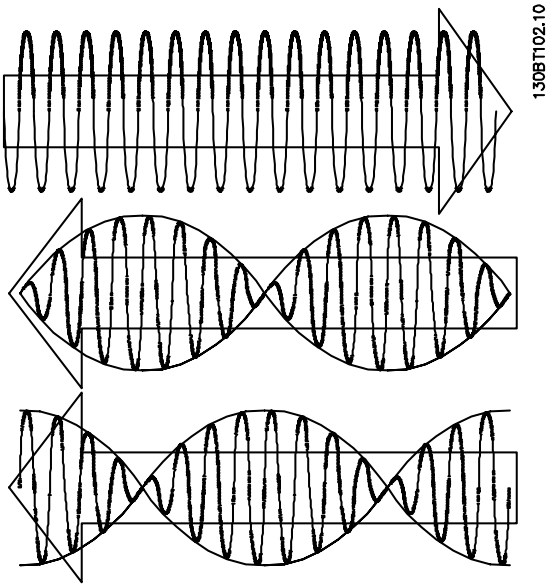


Disegno 11.6 Ingresso resolver MCB 103

11

Spie LED
LED 1 è acceso quando il segnale di riferimento è OK per il resolver
LED 2 è acceso quando il segnale Coseno è OK dal resolver
Il LED 3 è acceso quando il segnale Seno è OK dal resolver.

I LED sono attivi quando *17-61 Monitoraggio segnale di retroaz.* è impostato su *[1] Allarme* o *[2] Scatto*.



Disegno 11.7 Il motore a magneti permanenti (PM) con resolver come retroazione di velocità.

Esempio di setup
In questo esempio viene utilizzato un motore a magneti permanenti (PM) con un resolver come retroazione di velocità. Solitamente un motore PM deve funzionare in modalità Flux.
Cablaggio
La lunghezza massima dei cavi è 150 m in caso di cavi del tipo a doppino intrecciato.

AVVISO!

I cavi resolver devono essere schermati e separati dai cavi motore.

AVVISO!

Lo schermo del cavo del resolver deve essere opportunamente collegato alla piastra di disaccoppiamento e collegato al chassis (massa) sul lato motore.

AVVISO!

Utilizzare solo cavi motore e cavi del chopper di frenatura schermati.

1-00 Modo configurazione	[1] Velocità anello chiuso
1-01 Principio controllo motore	[3] Flux con retroazione
1-10 Struttura motore	[1] PM, SPM non saliente
1-24 Corrente motore	Targhetta
1-25 Vel. nominale motore	Targhetta
1-26 Coppia motore nominale cont.	Targhetta
L'AMA non è possibile su motori PM	
1-30 Resist. statore (RS)	Scheda tecnica del motore
30-80 Induttanza asse d (Ld)	Scheda tecnica del motore (mH)
1-39 Poli motore	Scheda tecnica del motore
1-40 Forza c.e.m. a 1000 giri/minuto	Scheda tecnica del motore
1-41 Scostamento angolo motore	Scheda tecnica del motore (solitamente zero)
17-50 Poli	Scheda tecnica resolver
17-51 Tens. di ingresso	Scheda tecnica resolver
17-52 Freq. di ingresso	Scheda tecnica resolver
17-53 Rapporto di trasformaz.	Scheda tecnica resolver
17-59 Interfaccia resolver	[1] Attivato

Tabella 11.3 Parametri da regolare

11.2.4 Scheda relè MCB 105 VLT®

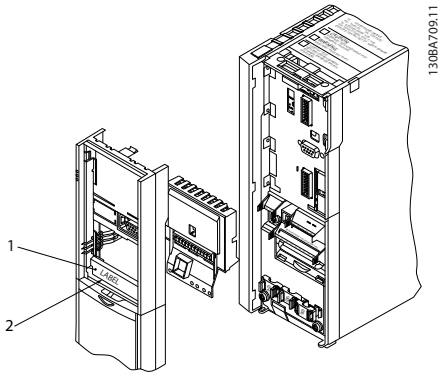
L'opzione relè MCB 105 include 3 pezzi di contatti SPDT e deve essere installata nello slot opzionale B.

Dati elettrici	
Carico max. sui morsetti (CA-1)[1] (carico resistivo)	240 V CA 2 A
Carico max. sui morsetti (CA-15)[1] (carico induttivo @ cosφ 0,4)	240 V CA 0,2 A
Carico max. sui morsetti (CC-1)[1] (carico resistivo)	24 V CC 1 A
Carico max. sui morsetti (CC-13)[1] (carico induttivo)	24 V CC 0,1 A
Carico min. sui morsetti (CC)	5 V 10 mA
Max. frequenza di commutazione a carico nominale/carico min.	6 min^{-1}/20 s^{-1}

[1] IEC 947 parti 4 e 5

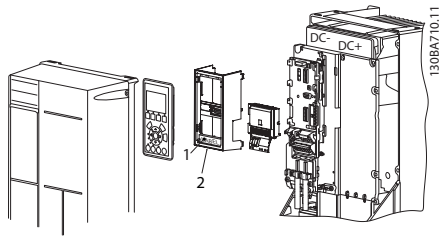
Quando il kit opzione relè viene ordinato separatamente, il kit include

- Modulo relè MCB 105
- Attrezzatura LCP ampliata e il coperchio terminale ampliato
- Etichetta per coprire l'accesso agli interruttori S201, S202 e S801
- Fascette per cavi per fissare i cavi al modulo relè



1	**IMPORTANTE!** L'etichetta DEVE essere applicata sul telaio dell'LCP come mostrato (approvazione UL).
2	Scheda relè

Disegno 11.8 Contenitore di tipo A2-A3-B3



1	**IMPORTANTE!** L'etichetta DEVE essere applicata sul telaio dell'LCP come mostrato (approvazione UL).
2	Scheda relè

Disegno 11.9 Contenitori di tipo A5-B1-B2-B4-C1-C2-C3-C4

⚠AVVISO

Avviso - doppia alimentazione

Come aggiungere l'opzione scheda relè 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'attrezzatura LCP dal convertitore di frequenza.
4. Installare l'opzione 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 spelato sia corretta (vedere *Disegno 11.11*).
7. Separare le parti sotto tensione (alta tensione) dai segnali di comando (PELV).
8. Installare l'attrezzatura LCO ampliata e il coprimorsetti allargato.
9. Sostituire l'LCP.
10. Collegare l'alimentazione al convertitore di frequenza.
11. Selezionare le funzioni relè nei *5-40 Funzione relè* [6-8], *5-41 Ritardo attiv., relè* [6-8] e *5-42 Ritardo disatt., relè* [6-8].

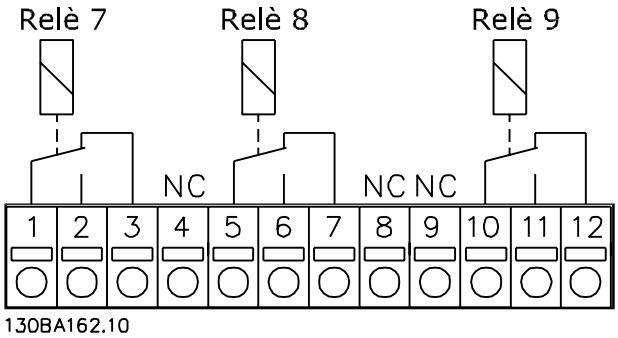
11

AVVISO!

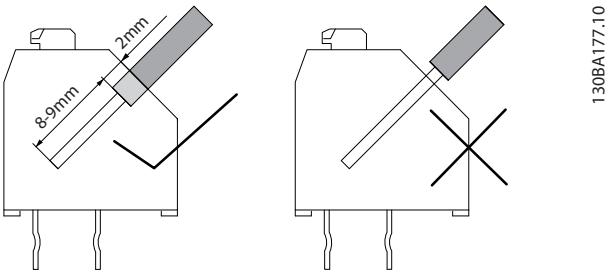
Array [6] è il relè 7, l'array [7] è il relè 8 e l'array [8] è il relè 9.

AVVISO!

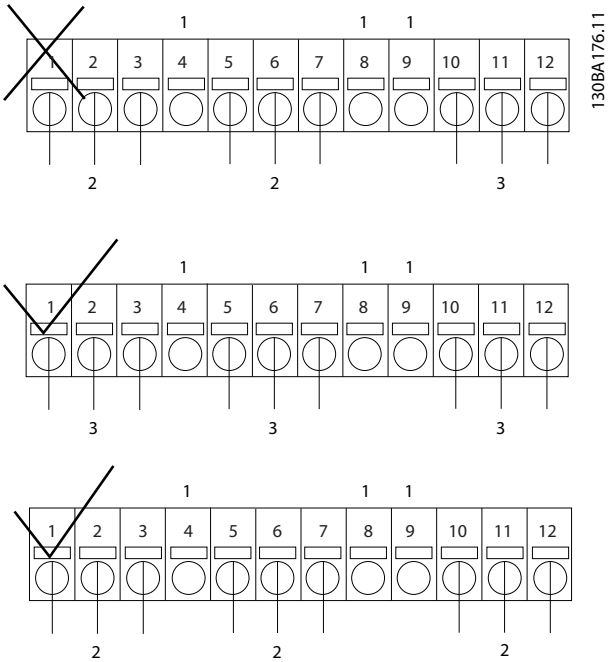
Per accedere all'interruttore di terminazione RS-485 S801 o agli interruttori di corrente/tensione S201/S202, smontare la scheda relè (vedere *Disegno 11.8* e *Disegno 11.9*, posizione 2).



Disegno 11.10 Relè



Disegno 11.11 Inserimento corretto dei fili



1	NC
2	Parte sotto tensione
3	PELV

Disegno 11.12 Cablaggio corretto del relè

AVVISO!

Non combinare i sistemi da 24/48 V con sistemi ad alta tensione.

 Danfoss A/S © Rev. 04/04/2014 Tutti i diritti riservati.

11.2.5 Opzione interfaccia Safe PLC VLT® MCB 108

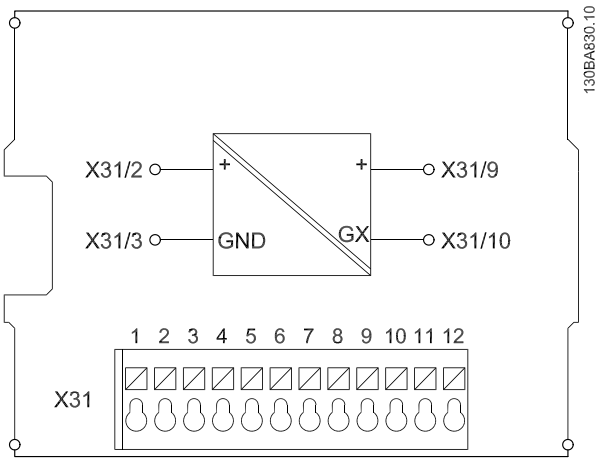
L'opzione interfaccia Safe PLC MCB 108 è progettata per essere integrata tra il polo doppio Safe (positivo/negativo) sul Safe PLC e sull'ingresso Safe Stop sul FC 302. L'interfaccia Safe PLC consente l'uscita sicura sul Safe PLC per mantenere gli impulsi di prova sull'uscita positiva e negativa senza interferire con il segnale del sensore all'arresto di sicurezza T37.
Può essere usato in combinazione con dispositivi di sicurezza per soddisfare il requisito di IEC61800-5-2 SIL 2, ISO13849-1 cat. 3 per Safe Torque Off (STO).

Il modulo opzionale MCB 108 è isolato galvanicamente tramite un convertitore CC/CC interno e può essere installato nello slot opzionale B.

Tensione di ingresso (CC)	18-28 V CC
Corrente di ingresso tipica (CC)	60 mA
Corrente di ingresso max. (CC)	110 mA CC
Corrente di spunto max. (CC)	500 mA CC
Tensione di uscita (CC)	20 V CC@Vin = 24 V
Ritardo di accensione	1 ms
Ritardo di spegnimento	3 ms

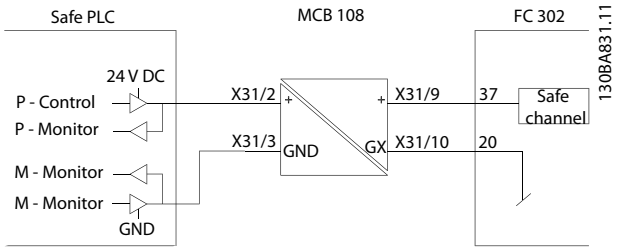
Osservare le seguenti precauzioni

- Il FC 302 con MCB 108 (inclusi i collegamenti tra X31/9 ed il morsetto 37) deve essere posizionato all'interno di un contenitore IP54.
- L'attivazione Safe Stop (vale a dire rimozione dell'alimentazione di tensione 24 V CC al morsetto 37 rimuovendo la tensione all'ingresso bipolare dell'MCB 108) non fornisce una sicurezza elettrica.
- Il dispositivo di sicurezza collegato all'ingresso bipolare dell'MCB 108 deve soddisfare i requisiti della categoria 3/PL d in base all'ISO 13849-1 per l'interruzione della tensione/corrente all'MCB 108. Ciò vale anche per i collegamenti tra l'MCB 108 ed il dispositivo di sicurezza.
- Leggere e seguire le istruzioni per il dispositivo di sicurezza per collegarlo correttamente all'MCB 108.



Disegno 11.13 Modulo opzionale interfaccia Safe PLC MCB 108

 Danfoss A/S © Rev. 04/04/2014 Tutti i diritti riservati.



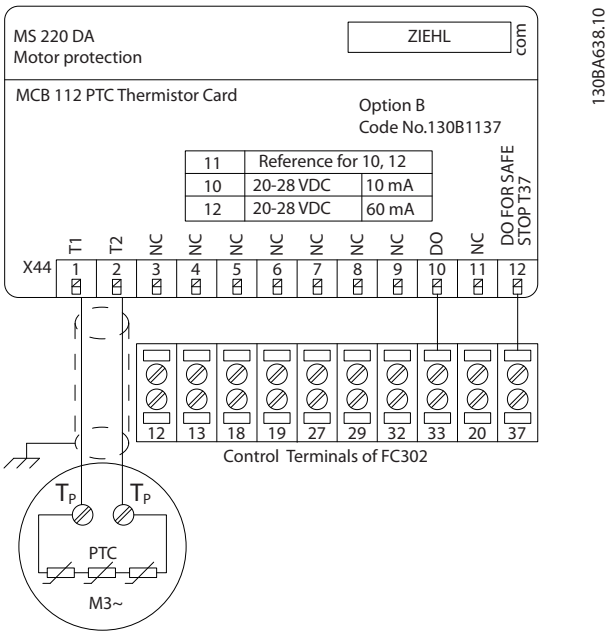
Disegno 11.14 Collegamento dell|interfaccia Safe PLC MCB 108

11.2.6 Scheda termistore PTC VLT® MCB 112

L'opzione MCB 112 rende possibile il monitoraggio della temperatura di un motore elettrico attraverso un ingresso termistore PTC isolato galvanicamente. È un'opzione B per il convertitore di frequenza con Safe Torque Off.

Per diverse possibilità di applicazione, vedere *capitolo 10 Esempi applicativi*.

X44/1 e X44/2 sono ingressi termistore. X44/ 12 abilita la funzione Safe Torque Off del convertitore di frequenza (T-37) se i valori del termistore lo rendono necessario e X44/10 informa il convertitore di frequenza che dall'MCB 112 è arrivata una richiesta per Safe Torque Off al fine di assicurare una gestione appropriata degli allarmi. Uno dei parametri degli ingressi digitali (oppure un ingresso digitale di un'opzione montata) deve essere impostato su *[80] Scheda PCT 1* per usare l'informazione da X44/ 10. Configurare *5-19 Arresto di sicurezza morsetto 37* alla funzionalità Safe Torque Off desiderata (l'impostazione predefinita è Allarme arresto di sicurezza).



Disegno 11.15 Installazione di MCB 112

Certificazione ATEX con FC 102, FC 202 e FC 302
L'MCB 112 è stato certificato ATEX, il che significa che il convertitore di frequenza insieme all'MCB 112 possono ora essere utilizzati con motori in atmosfere potenzialmente esplosive. Vedere il *Manuale di funzionamento scheda termistore PTC MCB 112 VLT®* per maggiori informazioni.

Disegno 11.16 Atmosfera esplosiva (ATEX)

Dati elettrici

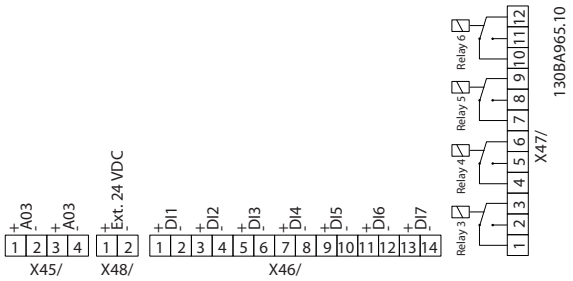
Collegamento della resistenza	
Conforme PTC con DIN 44081 e DIN 44082	
Numero	1..6 resistenze in serie
Valore di interruzione	3,3 Ω.... 3,65 Ω ... 3,85 Ω
Valore di ripristino	1,7 Ω .... 1,8 Ω ... 1,95 Ω
Tolleranza di attivazione	± 6 °C
Resistenza collettiva dell'anello sensore	< 1,65 Ω
Tensione del morsetto	≤ 2,5 V per R ≤ 3,65 Ω, ≤ 9 V per R = ∞
Corrente sensore	≤ 1 mA
Cortocircuito	20 Ω ≤ R ≤ 40 Ω
Consumo energetico	60 mA

Condizioni di verifica	
EN 60 947-8	
Misurazione resistenza agli sbalzi di tensione	6000 V
Categoria di sovratensione	III
Grado d'inquinamento	2
Misurazione tensione di isolamento Vbis	690 V
Isolamento galvanico affidabile fino a Vi	500 V
Temperatura ambiente perm.	Da -20 °C a +60 °C
	EN 60068-2-1 Calore secco
Umidità	5-95%, nessuna condensa consentita
Resistenza alle vibrazioni	Da a 1000 Hz 1,14 g
Resistenza agli urti	50 g

Valori del sistema di sicurezza	
EN 61508 per Tu = 75 °C in corso	
SIL	2 per ciclo di manutenzione di 2 anni
	1 per ciclo di manutenzione di 3 anni
HFT	0
PFD (per test funzionale annuale)	$4{,}10 * 10^{-3}$
SFF	78%
$\lambda_s + \lambda_{DD}$	8494 FIT
λ_{DU}	934 FIT
Numero d'ordine 130B1137	

11.2.7 VLT® Extended Relay Card MCB 113

L'MCB 113 aggiunge 7 ingressi digitali, 2 uscite analogiche e 4 relè SPDT all'I/O standard del convertitore di frequenza per una maggiore flessibilità e per soddisfare le raccomandazioni tedesche NAMUR NE37.
L'MCB 113 è un'opzione C1 standard per l'VLT® AutomationDrive e viene rilevata automaticamente dopo il montaggio.



Disegno 11.17 Collegamenti elettrici dell'MCB 113

L'MCB 113 può essere collegato a 24 V esterni su X58/ per assicurare l'isolamento galvanico tra il VLT® AutomationDrive e la scheda opzionale. Se l'isolamento galvanico non è necessario, la scheda opzionale può essere alimentata tramite i 24 V interni dal convertitore di frequenza.

AVVISO!

È consentito combinare segnali da 24 V con segnali di tensione elevata nei relè, purché esista un relè inutilizzato tra di essi.

Per impostare l'MCB 113, utilizzare i gruppi di parametri *5-1* Ingresso digitale*, *6-7* Uscita analogica 3*, *6-8* Uscita analogica 4*, *14-8* Opzioni*, *5-4* Relè* e *16-6* Ingressi e 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 e 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 cos = 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
Campo	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
Campo	0/4 -20 mA
Risoluzione	11 bit
Linearità	<0,2%

 Danfoss A/S © Rev. 04/04/2014 Tutti i diritti riservati.

11.2.8 Opzione ingresso sensore VLT® MCB 114

La scheda opzione ingresso sensore MCB 114 può essere usata nei seguenti casi:

- Ingresso sensore per trasmettitori di temperatura PT100 e PT1000 per il monitoraggio delle temperature dei cuscinetti
- Come estensione generica di ingressi analogici con un ingresso supplementare per il controllo multizona o misurazioni della pressione differenziale
- Supporto esteso Controllori PID con I/O per setpoint, ingressi trasmettitore/sensore

I motori tipici, progettati con sensori di temperatura per proteggere i cuscinetti dal sovraccarico, sono dotati di 3 sensori di temperatura PT100/1000: uno nella parte anteriore, uno nel cuscinetto di testa del motore e uno negli avvolgimenti motore. L'MCB 114 opzionale Danfoss supporta sensori a 2 o 3 fili con limiti di temperatura individuali per sovratemperatura/sottotemperatura. Un rilevamento automatico del tipo di sensore PT100 o PT1000 avviane all'accensione.

L'opzione può generare un allarme se la temperatura misurata è inferiore al limite minimo o superiore al limite massimo specificato dall'utente. La singola temperatura misurata su ciascun ingresso sensore può essere visualizzato nel display o tramite i parametri di visualizzazione. Se si verifica un allarme, i relè o le uscite digitali possono essere programmati per essere "attivi alti" selezionando *[21] Avviso termico* nel gruppo di parametri *5-** I/O digitali*.

Una condizione di guasto ha un numero di avviso/allarme comune associato ad essa, che è Allarme/Avviso 20, Errore ingr. temp. Qualsiasi uscita presente può essere programmata per essere attiva in caso appaia l'avviso o l'allarme.

11.2.8.1 Specifiche elettriche e meccaniche

Ingresso analogico	
Numero degli ingressi analogici	1
Formato	0–20 mA o 4–20 mA
Fili	2
Impedenza in ingresso	<200 Ω
Frequenza di campionamento	1 kHz
Filtro 3° ordine	100 Hz con 3 dB

L'opzione è in grado di alimentare il sensore analogico con 24 V CC (morsetto 1).

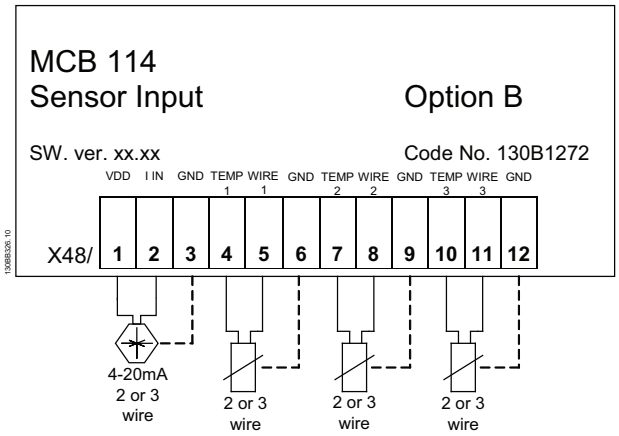
Ingresso sensore temperatura	
Numero di ingressi analogici che supportano PT100/1000	3
Tipo segnale	PT100/1000
Collegamento	PT 100 2 o 3 fili/PT1000 2 o 3 fili
Ingresso in frequenza PT100 e PT1000	1 Hz per ciascun canale
Risoluzione	10 bit
Range di temperatura	-50–204 °C -58–399 °F

Isolamento galvanico	
I sensori da collegare devono essere isolati galvanicamente a livello della tensione di alimentazione	IEC 61800-5-1 e UL508C

Cablaggio	
Lunghezza massima del cavo di segnale	500 m

 Danfoss A/S © Rev. 04/04/2014 Tutti i diritti riservati.

11.2.8.2 Cablaggio elettrico



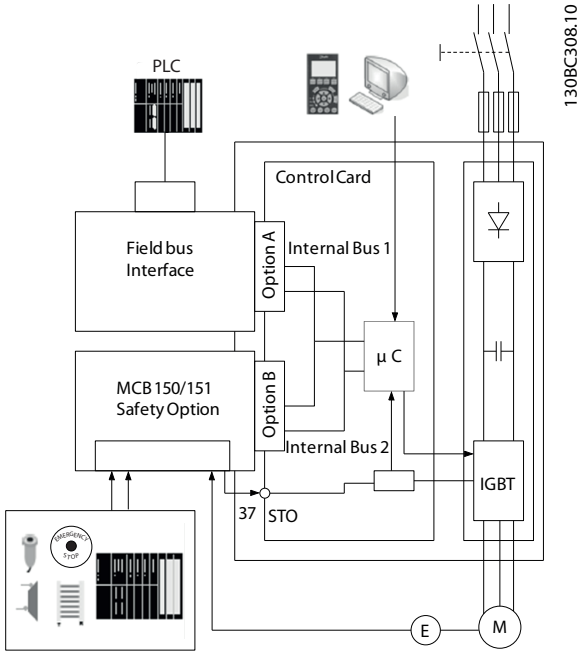
Morsetto	Nome	Funzione
1	VDD	24 V CC per alimentare il sensore 4-20 mA
2	I in	Ingresso 4-20 mA
3	GND	Ingresso analogico GND
4, 7, 10	Temp 1, 2, 3	Ingresso temperatura
5, 8, 11	Filo 1, 2, 3	3° ingresso cavo se vengono usati sensori a 3 fili
6, 9, 12	GND	Ingr. temp. GND

Disegno 11.18 MCB 114

11.2.9 VLT® Safe Option MCB 15x

AVVISO!

Per maggiori informazioni sull'MCB 15x, vedere il *Manuale di funzionamento opzione sicura MCB 15x.*



Disegno 11.19 Sistema di azionamento sicuro

L'MCB 15x esegue funzioni di sicurezza in conformità alla norma EN IEC 61800-5-2. Essa controlla le sequenze di movimenti sicuri nei convertitori di frequenza, che vengono arrestati e spenti in modo sicuro in caso di errore. L'MCB 15x è integrata in un VLT® AutomationDrive FC 302 e richiede un segnale da un'unità sensore. Un sistema di azionamento sicuro Danfoss è formato da quanto segue:

- Convertitore di frequenza, VLT® AutomationDrive FC 302
- MCB 15x integrato nel convertitore di frequenza

L'MCB 15x:

- attiva le funzioni di sicurezza
- monitora le sequenze di movimenti sicuri
- segnala lo stato delle funzioni di sicurezza al sistema di controllo di sicurezza tramite il bus di campo Profibus eventualmente collegato
- attiva la reazione al guasto selezionata Safe Torque Off o Safe Stop 1 in caso di errore

Esistono 2 varianti dell'MCB 15x, una con interfaccia encoder HTL (MCB 151) e una con interfaccia encoder TTL (MCB 150).

L'MCB 15x Safe Option è l'opzione standard del VLT® AutomationDrive FC 302 e viene rilevata automaticamente dopo il montaggio.

L'MCB 15x può essere utilizzata per monitorare l'arresto, l'avviamento o la velocità di un dispositivo con movimento rotatorio o laterale. Come monitor della velocità, l'opzione è spesso utilizzata in combinazione con recinzioni rigide, porte di accesso e cancelli di sicurezza con interruttori di sicurezza con blocco o sblocco a solenoide. Quando la velocità del dispositivo monitorato scende sotto il punto di soglia impostato (laddove la velocità non è più considerata pericolosa), l'MCB 15x imposta l'uscita S37 su un valore basso. Ciò consente all'operatore di aprire il cancello di sicurezza. Nelle applicazioni di monitoraggio della velocità, l'uscita di sicurezza S37 è alta per il funzionamento (quando la velocità del motore del dispositivo monitorato è inferiore alla soglia impostata). Quando la velocità supera il valore impostato, indicando una velocità troppo alta (pericolosa), l'uscita di sicurezza è bassa.

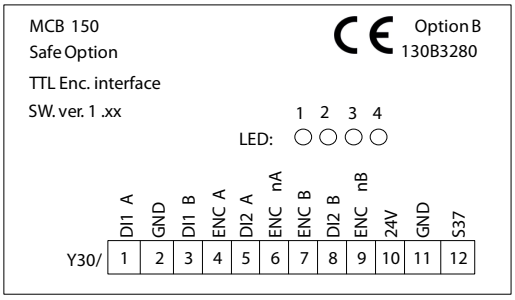
Il convertitore di frequenza

- disinserisce l'alimentazione al motore,
- commuta il motore su "senza coppia", se Safe Torque Off è attivato

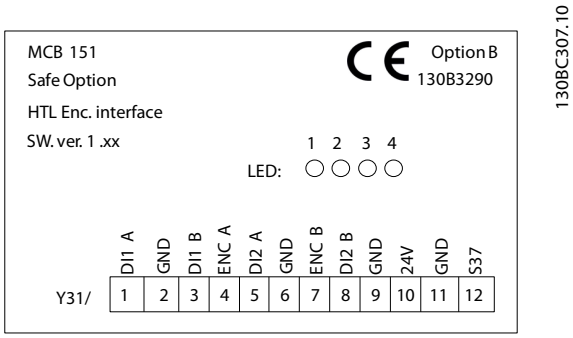
Il sistema di controllo di sicurezza

- attiva le funzioni di sicurezza mediante gli ingressi sull'MCB 15x
- elabora i segnali provenienti dai dispositivi di sicurezza, quali:
    - pulsanti E-STOP
    - interruttore magnetico senza contatto
    - interruttore interbloccato
    - barriere di sicurezza
- elabora la funzione di stato dell'MCB 15x
- fornisce un collegamento sicuro tra l'MCB 15x e il sistema di controllo di sicurezza
- fornisce il rilevamento dei guasti all'attivazione delle funzioni di sicurezza (corti tra contatti, cortocircuito) sul segnale tra il sistema di controllo di sicurezza e l'MCB 15x

Vista frontale



Disegno 11.20 MCB 150



Disegno 11.21 MCB 151

11

Specifiche tecniche

MCB 150/MCB 151	
Consumo energetico	2 W (consumo energetico equivalente correlato a VDD)
Consumo di corrente VCC (5 V)	< 200 mA
Consumo di corrente VDD (24 V)	< 30 mA (< 25 mA per MCB 150)

Ingressi digitali	
Numero di ingressi digitali	4 (2 x ingresso di sicurezza digitale a 2 canali)
Intervallo della tensione di ingresso	Da 0 a 24 V CC
Tensione di ingresso, logico '0'	< 5 V CC
Tensione di ingresso, logico '1'	> 12 V CC
Tensione di ingresso (max)	28 V CC
Corrente di ingresso (min)	6 mA a Vin=24 V (corrente di spunto picco 12 mA)
Resistenza di ingresso	circa 4 kΩ
Isolamento galvanico	No
A prova di cortocircuito	Sì
Tempo di riconoscimento impulso di ingresso (min)	3 ms
Tempo di discrepanza (min)	9 ms
Lunghezza del cavo	< 30 m (cavo schermato o non schermato) > 30 m (cavo schermato)

Uscita digitale (uscita sicura)	
Numero di uscite	1
Tensione di uscita bassa	< 2 V CC
Tensione di uscita alta	> 19,5 V CC
Tensione di uscita (max)	24,5 V CC
Corrente di uscita nominale (a 24 V)	< 100 mA
Corrente di uscita nominale (a 0 V)	< 0,5 mA
Isolamento galvanico	No
Diagnostica impulso di prova	300 us
A prova di cortocircuito	Sì
Lunghezza del cavo	< 30 m (cavo schermato)

Ingresso encoder TTL (MCB 150)	
Numero di ingressi encoder	4 (2 x ingressi differenziali A/A, B/B)
Tipi di encoder	TTL, encoder incrementali RS-422/RS-485
Intervallo della tensione differenziale di ingresso	Da -7 a +12 V CC
Tensione modalità comune ingresso	Da -12 a +12 V CC
Tensione di ingresso, logico '0' (diff.)	< -200 mV CC
Tensione di ingresso, logico '1' (diff.)	> +200 mV CC
Resistenza di ingresso	circa 120 Ω
Frequenza massima	410 KHz
A prova di cortocircuito	Sì
Lunghezza del cavo	< 150 m (collaudato con cavo schermato - stile Heidenhain AWM 20963 80°C 30 v E63216, 100 m cavo motore schermato, senza carico sul motore)

 Danfoss A/S © Rev. 04/04/2014 Tutti i diritti riservati.

Ingresso encoder HTL (MCB 151)	
Numero di ingressi encoder	2 (2 x ingressi a terminazione singola A; B)
Tipi di encoder	Encoder incrementali HTL; Sensore di prossimità HTL
Ingresso logico	PNP
Intervallo della tensione di ingresso	Da 0 a 24 V CC
Tensione di ingresso, logico '0'	< 5 V CC
Tensione di ingresso, logico '1'	> 12 V CC
Tensione di ingresso (max)	28 V CC
Resistenza di ingresso	circa 4 Ω
Frequenza massima	110 kHz
A prova di cortocircuito	Sì
Lunghezza del cavo	< 100 m (collaudato con cavo schermato - stile Heidenhain AWM 20963 80°C 30 v E63216, 100 m cavo motore schermato, senza carico sul motore)

Uscita di alimentazione a 24 V	
Tensione di alimentazione	24 V CC (tolleranza tensione: da +0,5 V CC a -4,5 V CC)
Corrente di uscita massima	150 mA
A prova di cortocircuito	Sì
Lunghezza del cavo	< 30 m (cavo schermato o non schermato) > 30 m (cavo schermato)

Sezione I/O massa	
Lunghezza del cavo	< 30 m (cavo schermato o non schermato) > 30 m (cavo schermato)

Sezioni trasversali dei cavi	
Tensione di alimentazione ingressi digitali/uscita	0,75 mm^2/AWG 18, AEH senza collare in plastica in base a DIN 46228/1

Caratteristiche ripristino	
Tempo di ripristino manuale	≤ 5 ms (MCB 15x) ≤ 5 ms (convertitore di frequenza) ≤ 10 ms (fieldbus)
Tempo di impulso ripristino manuale	10 µs (MCB 15x e convertitore di frequenza)
Tempo di ripristino automatico	≤ 4 ms
Tempo di ripristino in avviamento	≤ 5 s (*42-90 Restart Safe Option*)

Tempo di risposta	
Tempo di risposta da ingresso a uscita	≤ 2 ms
Arresto di emergenza fino a inizio SS1/SLS	≤ 7 ms
Tempo di rilevamento incrociato guasti	≤ 3 ms (con uscita attivata)

 Danfoss A/S © Rev. 04/04/2014 Tutti i diritti riservati.

11.2.10 VLT® C Option Adapter MCF 106

L'adattatore opzione C MCF 106 rende possibile aggiungere un'opzione B supplementare al convertitore di frequenza. Un'opzione A e un'opzione B possono essere installate negli slot standard A e B della scheda di controllo e fino a 2 opzioni B possono essere installate nell'adattatore di opzioni C.

Per maggiori informazioni, vedere le *Istruzioni per l'installazione dell'adattatore opzione C MCF 106 VLT® AutomationDrive FC 300.*

11.3 Opzioni Motion Control

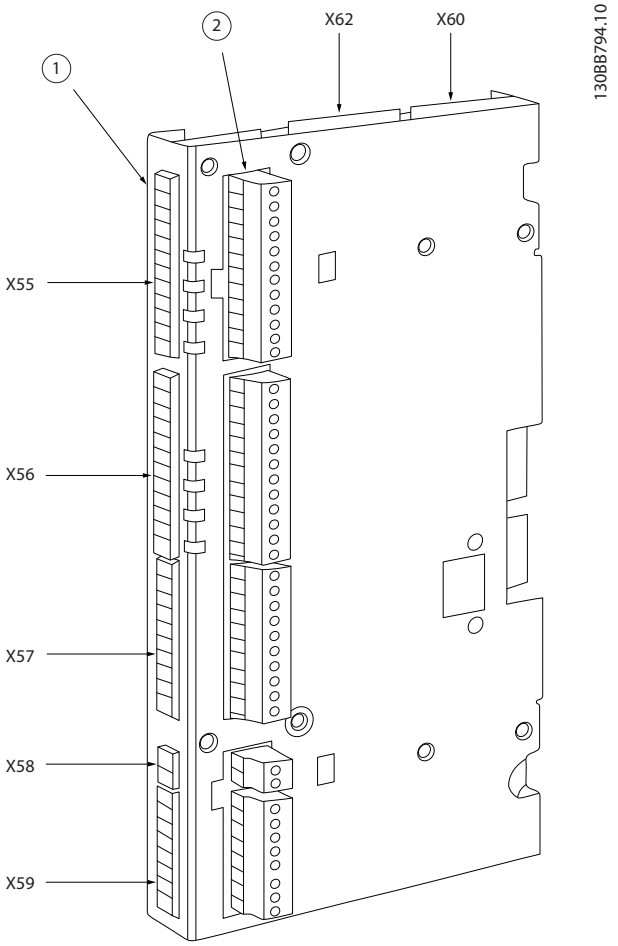
Ordinazione
Le opzioni Motion Control (MCO) vengono fornite come schede opzioni per l'installazione sul campo o come opzioni integrate. Per il retrofit, acquistare un kit di montaggio. Ciascun contenitore dispone di un kit di montaggio proprio. l'MCO 3xx deve essere usato nello slot C0, ma può essere combinato con un'altra opzione nello slot C1.

Kit di montaggio in funzione del tipo di contenitore	N. d'ordine
Affiancato	
A2 e A3 (40 mm per un'opzione C)	130B7530
A2 e A3 (60 mm per opzione C0 + C1)	130B7531
B3 (40 mm per un'opzione C)	130B1413
B3 (60 mm per opzione C0 + C1)	130B1414
Compatto	
A5	130B7532
B, C, D, E e F (eccetto B3)	130B7533

Tabella 11.4 Numeri d'ordine del kit di montaggio

Specifiche tecniche
Per i contenitori A5, B1 e B2, tutti i morsetti MCO 3xx sono posizionati accanto alla scheda di controllo. Rimuovere il coperchio anteriore per ottenere l'accesso.

I morsetti del connettore MCO sono connettori con morsetti a vite. I morsetti X55, X56, X57, X58 e X59 vengono duplicati per essere usati sia per i contenitori affiancati sia per i contenitori compatti.



1	Morsettiera per l'installazione affiancata
2	Morsettiera per l'installazione compatta
X55	Encoder 2
X56	Encoder 1
X57	Ingressi digitali
X58	Alimentazione a 24 V CC
X59	Uscite digitali
X62	Bus CAN MCO
X60	Collegamenti de debug (RS-485)

Disegno 11.22 Posizione delle morsettiere

 Danfoss A/S © Rev. 04/04/2014 Tutti i diritti riservati.

Panoramica dei morsetti

Numero morsetto	Nome descrittivo encoder 2 (retroazione)
1	Alimentazione +24 V
2	Alimentazione +8 V
3	Alimentazione +5 V
4	GND
5	A
6	A non
7	B
8	B non
9	Z/Orologio
10	Z non/Orologio non
11	DATI
12	DATI non

Tabella 11.5 Morsettiera X55

Numero morsetto	Nome descrittivo encoder 1 (master)
1	Alimentazione +24 V
2	N. disp.
3	Alimentazione +5V
4	GND
5	A
6	A non
7	B
8	B non
9	Z/Orologio
10	Z non/Orologio non
11	DATI
12	DATI non

Tabella 11.6 Morsettiera X56

Numero morsetto	Nome descrittivo ingressi digitali
1	Ingresso digitale
2	Ingresso digitale
3	Ingresso digitale
4	Ingresso digitale
5	Ingresso digitale
6	Ingresso digitale
7	Ingresso digitale
8	Ingresso digitale
9	Ingresso digitale
10	Ingresso digitale

Tabella 11.7 Morsettiera X57

Numero morsetto	Nome descrittivo alimentazione
1	Alimentazione +24 V
2	GND

Tabella 11.8 Morsettiera X58

Numero morsetto	Nome descrittivo uscite digitali
1	Uscita/ingresso digitale
2	Uscita/ingresso digitale
3	Uscita digitale
4	Uscita digitale
5	Uscita digitale
6	Uscita digitale
7	Uscita digitale
8	Uscita digitale

Tabella 11.9 Morsettiera X59

Numero morsetto	MCO Debug (RS-485)
[1]CS	Selezione del controllo
62	RxD/TxD - P
63	RxD/TxD - N
66	0 V
67	+5 V

Tabella 11.10 Morsettiera X60

Numero morsetto	Bus CAN MCO
1	N. disp.
2	CAN - L
3	DRAIN
4	CAN - H
5	N. disp.

Tabella 11.11 Morsettiera X62

11.3.1 Opzione Motion Control MCO 305 VLT®

L'MCO 305 è un motion controller programmabile libero integrato per FC 301 e FC 302, per maggiori informazioni vedere *capitolo 11.3.1 Opzioni Motion Control*.

11.3.2 Controller di sincronizzazione MCO 350 VLT®

AVVISO!

La morsettiera X59 ha una funzionalità fissa per MCO 350.

AVVISO!

La morsettiera X62 non è supportata per MCO 350.

AVVISO!

La morsettiera X60 non viene usata per MCO 350.

Per maggiori informazioni, vedere *capitolo 11.3.1 Opzioni Motion Control*.

 Danfoss A/S © Rev. 04/04/2014 Tutti i diritti riservati.

11.3.3 VLT® Positioning Controller MCO 351

AVVISO!

La morsettiera X59 ha una funzionalità fissa per MCO 351.

AVVISO!

La morsettiera X62 non è supportata per MCO 351.

AVVISO!

La morsettiera X60 non viene usata per MCO 351.

Per maggiori informazioni, vedere *capitolo 11.3.1 Opzioni Motion Control*.

11.4 Accessori

11.4.1 Resistenze di frenatura

In applicazioni dove il motore è utilizzato come un freno, l'energia viene generata nel motore e inviata indietro al convertitore di frequenza. Se l'energia non può essere riportata al motore, aumenta la tensione nella linea CC del convertitore di frequenza. In applicazioni con frenature frequenti e/o elevati carichi inerziali, questo aumento può causare uno scatto per sovratensione nel convertitore di frequenza e infine un arresto. Resistenze freno vengono usate per dissipare l'energia in eccesso risultante dalla frenatura rigenerativa. La resistenza viene scelta in funzione del valore ohmico, della potenza dissipata e delle dimensioni fisiche. Danfoss offre una vasta gamma di resistenze diverse progettate specificamente per i nostri convertitori di frequenza. Vedere *capitolo 5.5.3 Controllo con funzione freno* per il dimensionamento delle resistenze di frenatura. I codici numerici si trovano in *capitolo 7 Ordinazione*.

11.4.2 Filtri sinusoidali

Quando un motore è controllato da un convertitore di frequenza, è soggetto a fenomeni di risonanza. Questo disturbo, causato dal progetto del motore, si verifica ad ogni attivazione di uno degli interruttori dell'inverter nel convertitore di frequenza. La frequenza della risonanza acustica quindi corrisponde alla frequenza di commutazione del convertitore di frequenza.

Per il FC 300, Danfoss fornisce un filtro sinusoidale per smorzare il rumore acustico del motore.

Il filtro riduce il tempo di rampa di accelerazione della tensione, la tensione del carico di picco U_{PEAK} e le oscillazioni di corrente ΔI al motore, ciò significa che la corrente e la tensione diventano quasi sinusoidali. Di conseguenza, il rumore acustico del motore viene ridotto 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.

11.4.3 Filtri dU/dt

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

Rispetto ai filtri sinusoidali (vedere *capitolo 11.4.2 Filtri sinusoidali*), i filtri dU/dt hanno una frequenza di disinserimento superiore alla frequenza di commutazione.

11.4.4 Filtri modalità comune

I nuclei ad alta frequenza in modalità comune riducono le interferenze elettromagnetiche ed eliminano i danni ai cuscinetti dovuti a scariche elettriche. Si tratta di nuclei nanocristallini magnetici speciali con prestazioni di filtraggio superiori rispetto ai normali nuclei di ferrite. Agiscono da induttore in modalità comune (tra le fasi e la massa).

Montati attorno alle tre fasi del motore (U, V, W), riducono le correnti ad alta frequenza in modalità comune. In questo modo viene ridotta l'interferenza elettromagnetica ad alta frequenza dal cavo motore.

11.4.5 Filtri antiarmoniche

I filtri Danfoss AHF 005 e AHF 010 sono moderni filtri antiarmoniche, non paragonabili ai filtri tradizionali. I filtri antiarmoniche Danfoss sono progettati per adattarsi perfettamente ai convertitori di frequenza Danfoss.

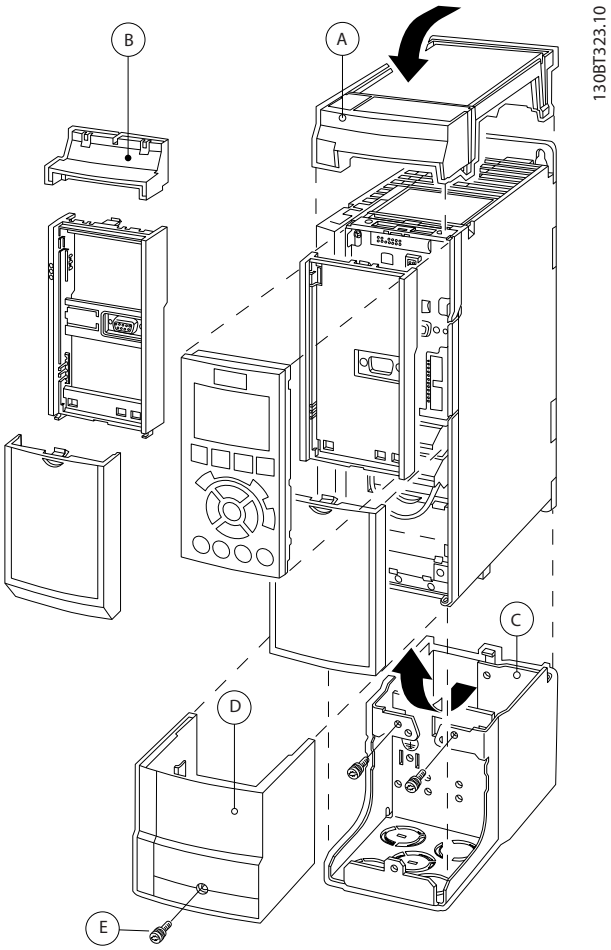
Collegando il filtro antiarmoniche Danfoss AHF 005 o AHF 010 davanti ad un convertitore di frequenza Danfoss, la distorsione totale della corrente armonica ricondotta dalla rete viene ridotta del 5% e, rispettivamente, del 10%.

 Danfoss A/S © Rev. 04/04/2014 Tutti i diritti riservati.

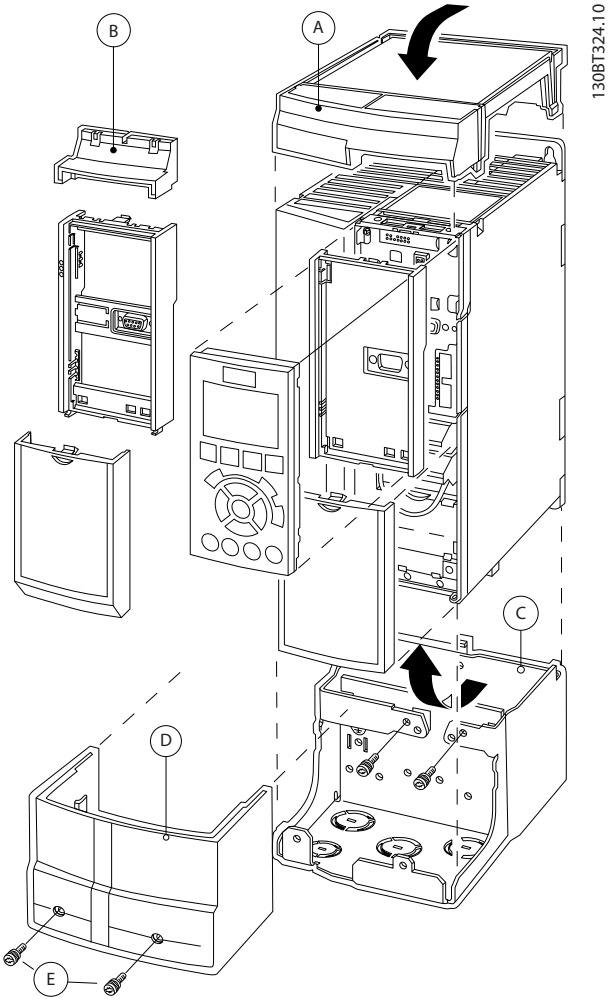
11.4.6 Kit contenitori IP21/tipo 1

L'IP20/IP4X parte superiore/TIPO 1 +e 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 IP 21/ 4X parte superiore/TIPO 1.

L'IP4X parte superiore può essere applicata a tutte le varianti standard IP20 FC 30X.



Disegno 11.23 Tipo di contenitore A2



Disegno 11.24 Tipo di contenitore A3

A	Coperchio superiore
B	Bordo
C	Corpo base
D	Copertura base
E	Viti

Tabella 11.12 Legenda per *Disegno 11.23* e *Disegno 11.24*

Posizionare il coperchio superiore come mostrato. Se viene usata un'opzione A o B è necessario montare un bordo per coprire l'entrata superiore. Posizionare il corpo base C al fondo del convertitore di frequenza e utilizzare le fascette dalla busta per accessori per un corretto serraggio dei cavi.

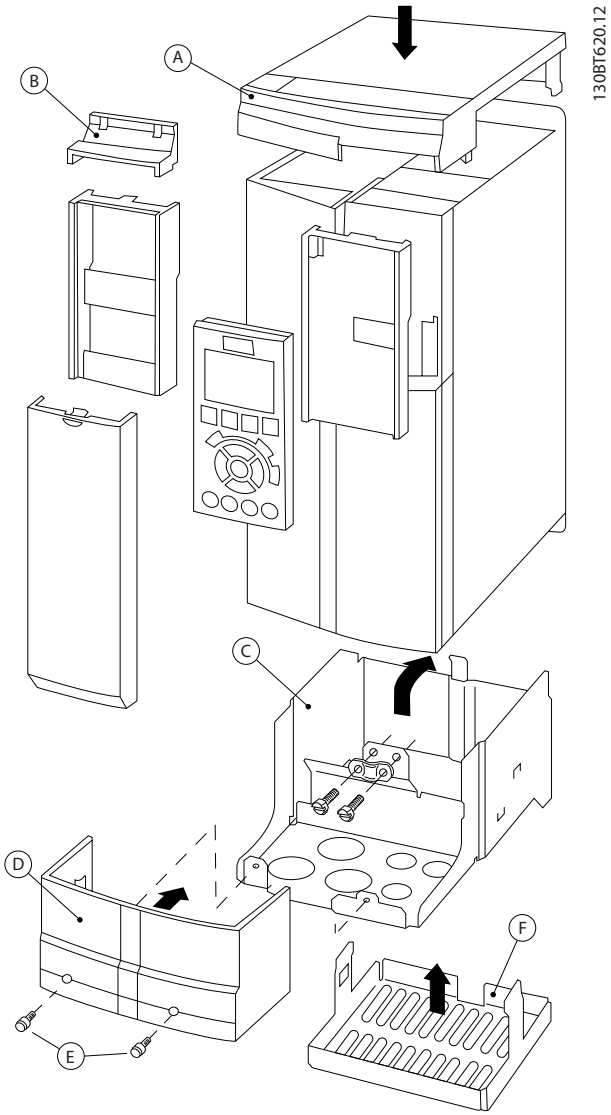
Fori per passacavi:

- Taglia A2: 2x M25 e 3xM32
- Taglia A3: 3xM25 e 3xM32

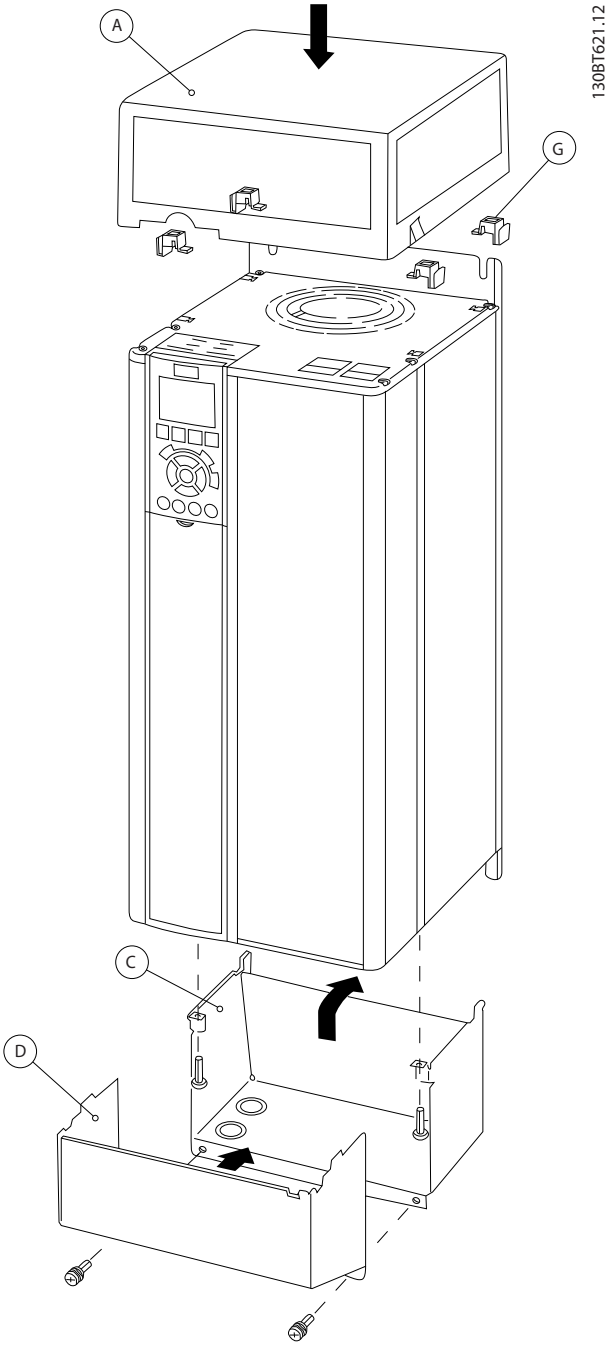
Tipo di contenitore	Altezza A [mm]	Larghezza B [mm]	Profondità C* [mm]
A2	372	90	205
A3	372	130	205
B3	475	165	249
B4	670	255	246
C3	755	329	337
C4	950	391	337

Tabella 11.13 Dimensioni

** Se si utilizza l'opzione A/B , la profondità aumenta (per i dettagli vedere capitolo 8.2.1 Dimensioni meccaniche)*



Disegno 11.25 Tipo di contenitore B3



Disegno 11.26 Tipi di contenitore B4 - C3 - C4

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

Tabella 11.14 Legenda per *Disegno 11.25* e *Disegno 11.25*

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*

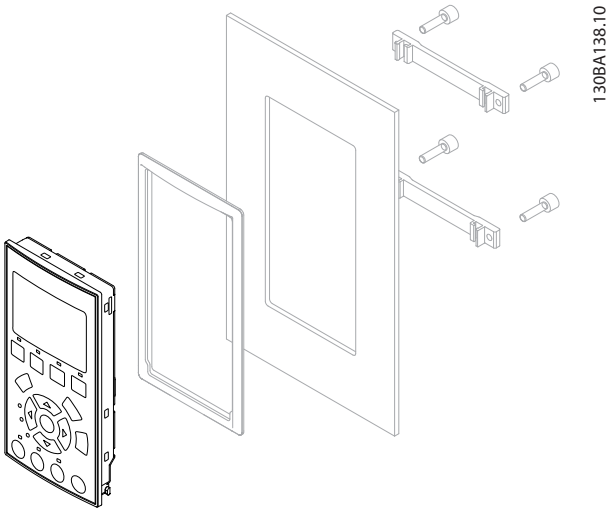
11.4.7 Kit di montaggio remoto per l'LCP

L'LCP può essere spostato sul lato anteriore di un armadio utilizzando il kit per il montaggio remoto. Il contenitore è di tipo IP66. Le viti di fissaggio devono essere avvitate con una coppia max. pari a 1 Nm.

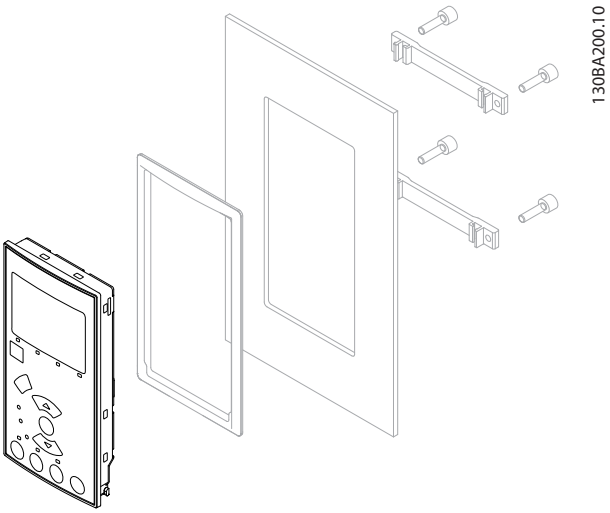
La custodia LCP è classificata IP66

Contenitore	IP 66 anteriore
Lunghezza max. del cavo tra xxx e l'unità	3 m
Standard di comunicazione	RS-485

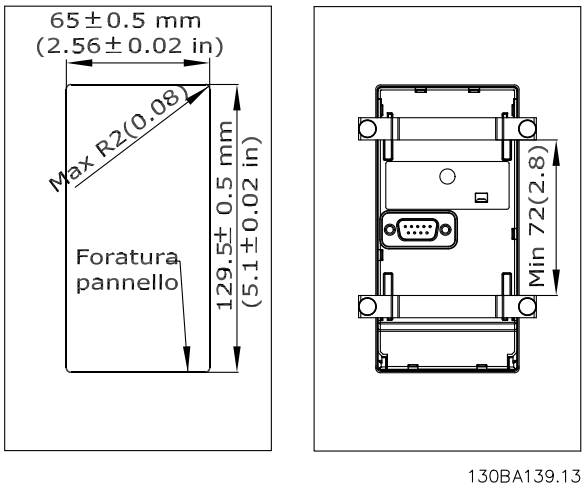
Tabella 11.15 Dati tecnici



Disegno 11.27 Kit LCP con LCP grafico, dispositivi di fissaggio, cavo di 3 m e guarnizione
N. d'ordine 130B1113



Disegno 11.28 Kit LCP con LCP numerico, dispositivi di fissaggio e guarnizione
N. d'ordine 130B1114

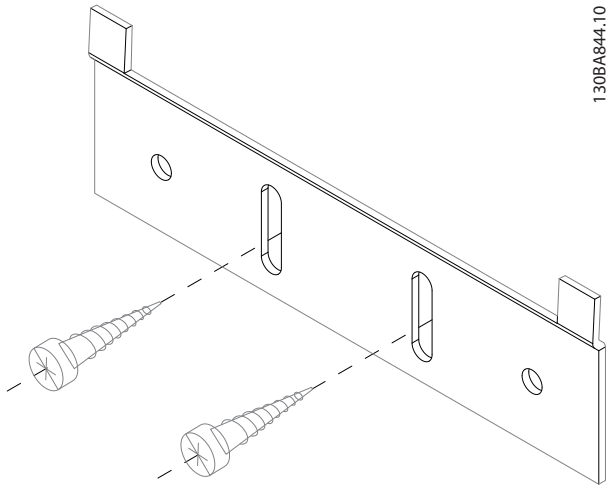


Disegno 11.29 Dimensioni

11

11.4.8 Staffa di montaggio per contenitori di tipo A5, B1, B2, C1 e C2

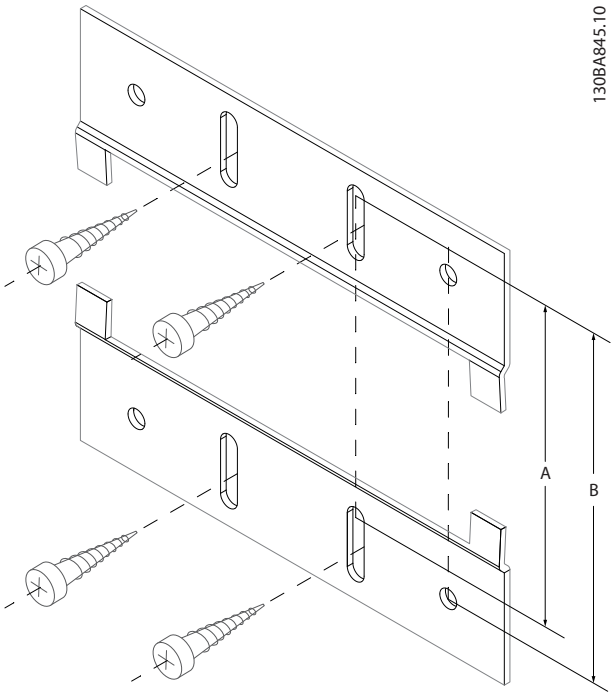
Fase 1



Disegno 11.30 Staffa inferiore

Posizionare il supporto inferiore e montarlo con le viti. Non serrare completamente le viti altrimenti risulterà più difficile montare il convertitore di frequenza.

Fase 2



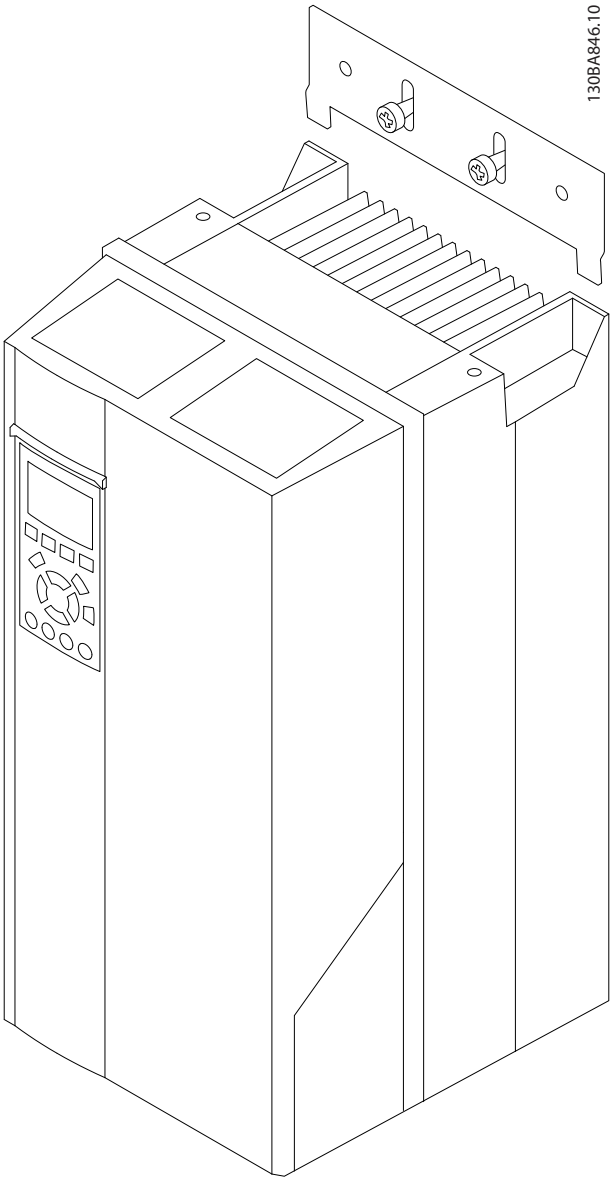
Disegno 11.31 Staffa superiore

Misurare la distanza A o B e posizionare il supporto superiore senza serrarlo. Vedere le dimensioni in *Tabella 11.16*.

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 11.16 Dettagli

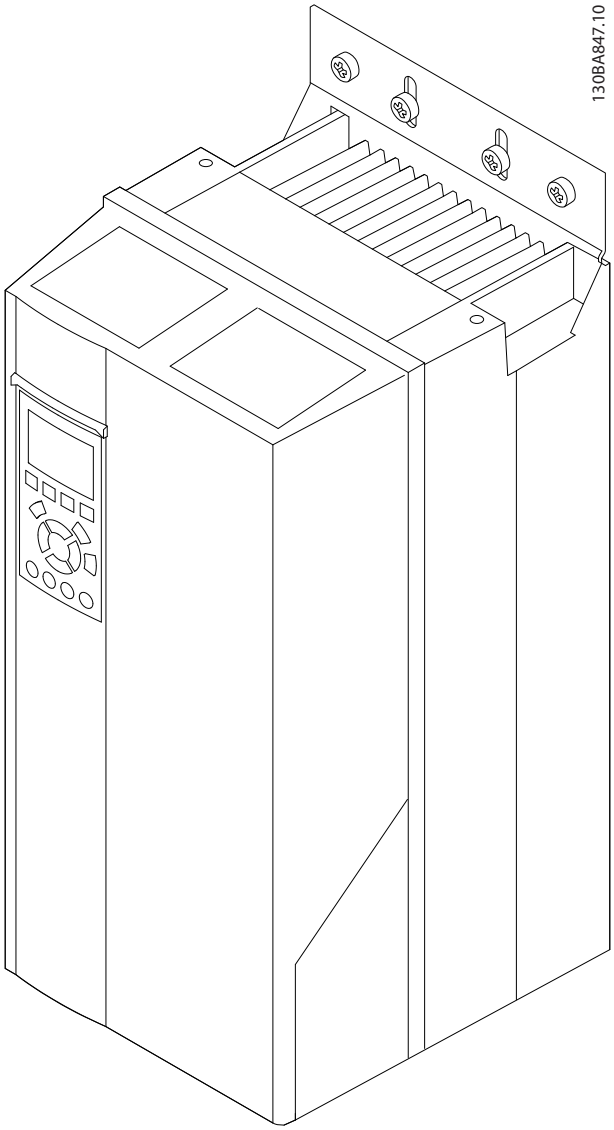
Fase 3



Disegno 11.32 Posizionamento

Posizionare il convertitore di frequenza nel supporto inferiore, sollevare il supporto superiore. Quando il convertitore di frequenza è in posizione, abbassare il supporto inferiore.

Fase 4



Disegno 11.33 Serraggio delle viti

Serrare le viti. Per ulteriore sicurezza forare e montare le viti in tutti i fori.

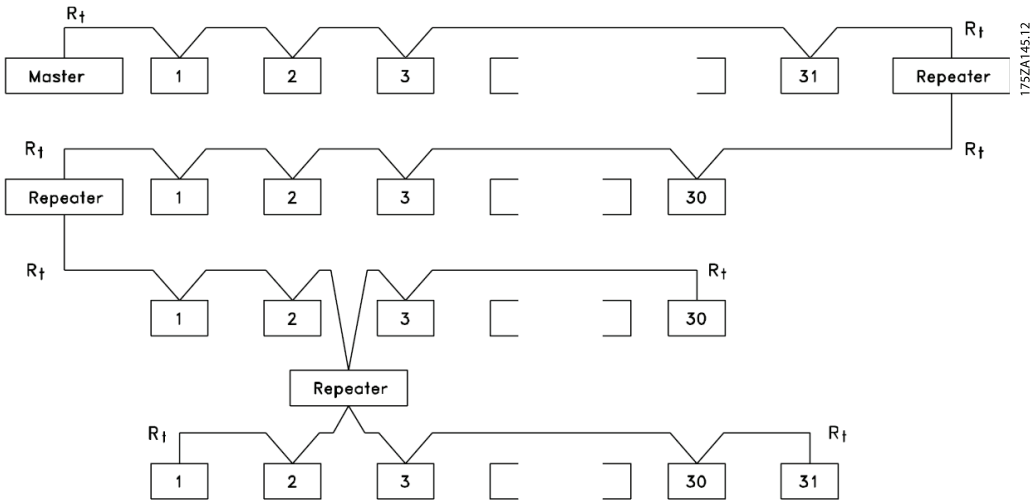
 Danfoss A/S © Rev. 04/04/2014 Tutti i diritti riservati.

12 Installazione e configurazione dell'RS-485

12.1 Installazione e setup della porta

12.1.1 Panoramica

L'RS-485 è un'interfaccia bus a due fili compatibile con topologia di rete multi-drop, vale a dire che 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 12.1*.



Disegno 12.1 Interfaccia bus RS-485

12

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, ad esempio mediante un pressacavo o un passacavo conduttivo. Può essere necessario utilizzare cavi di equalizzazione del potenziale per mantenere lo stesso potenziale di terra in tutta la rete, soprattutto nelle installazioni con 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 [Ω]	120
Lunghezza del cavo [m]	Max. 1200 m (incluse le diramazioni) Max. 500 m da stazione a stazione

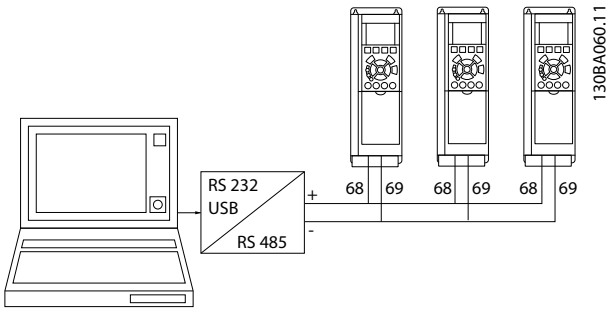
Tabella 12.1 Specifiche dei cavi

 Danfoss A/S © Rev. 04/04/2014 Tutti i diritti riservati.

12.2 Collegamento in rete

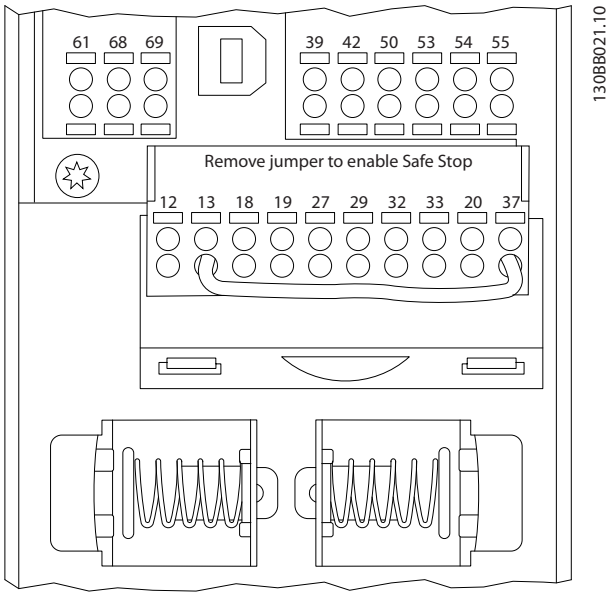
Uno o più convertitori di frequenza possono essere collegati a un controllore (o master) mediante l'interfaccia standardizzata RS-485. Il morsetto 68 viene collegato al segnale P (TX+, RX+), mentre il morsetto 69 viene collegato al segnale N (TX-,RX-). Vedere i disegni in *capitolo 3.5 Schema di cablaggio*.

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



Disegno 12.2 Collegamenti paralleli

Per evitare potenziali correnti di equalizzazione di potenziale nella schermatura, collegare a massa lo schermo del cavo mediante il morsetto 61, che è collegato al telaio tramite un collegamento RC.



Disegno 12.3 Morsetti della scheda di controllo

12.3 Terminazione bus

Il bus RS-485 deve essere terminato con una rete resistiva a entrambe le estremità. A tale scopo, impostare l'interruttore S801 sulla scheda di controllo su "ON".

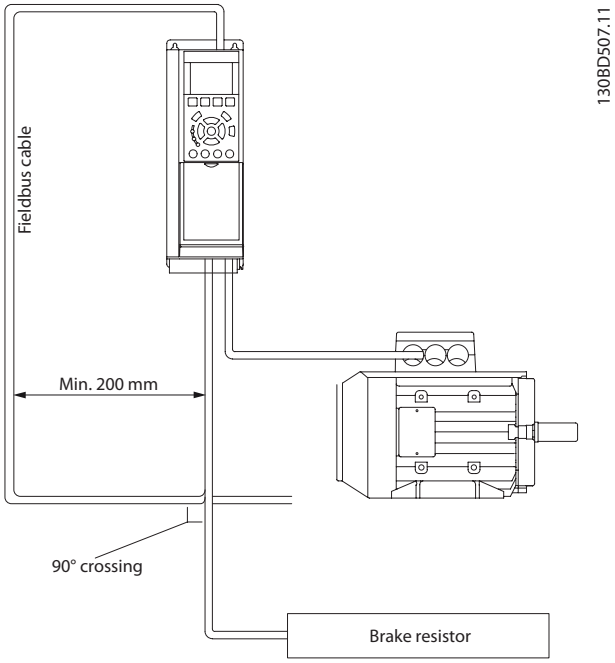
Il protocollo di comunicazione deve essere impostato su *8-30 Protocollo*.

12.4 Installazione e configurazione dell'RS-485

12.4.1 Precauzioni EMC

Le seguenti precauzioni EMC sono consigliate per ottenere un funzionamento senza interferenze della rete RS-485.

Rispettare sempre le norme nazionali e locali in materia, ad esempio quelle riguardanti la messa a terra di protezione. Tenere il cavo di comunicazione RS-485 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 RS-485 deve incrociare i cavi motore e i cavi della resistenza di frenatura con un angolo di 90°.



Disegno 12.4 Instradamento dei cavi

12.5 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/follower per comunicazioni tramite un bus seriale.
Un master e un numero massimo di 126 follower possono essere collegati al bus. I singoli follower vengono selezionati dal master tramite un carattere di indirizzo nel telegramma. Un follower non può mai trasmettere senza essere prima attivato a tale scopo, e un trasferimento diretto di messaggi tra i singoli follower 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 RS-485, quindi utilizza la porta RS-485 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

12.6 Configurazione della rete

12.6.1 Setup del convertitore di frequenza

Impostare i seguenti parametri per abilitare il protocollo FC per il convertitore di frequenza.

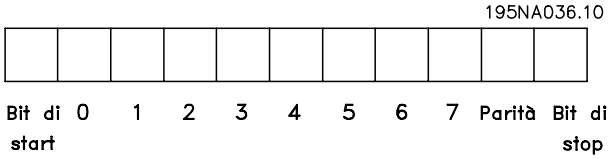
Numero di parametro	Impostazione
8-30 Protocollo	FC
8-31 Indirizzo	1-126
8-32 Baud rate porta FC	2400-115200
8-33 Parità / bit di stop	Parità pari, 1 bit di stop (default)

Tabella 12.2 Parametri del protocollo FC

12.7 Struttura frame messaggio protocollo FC

12.7.1 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 a "1" in caso di 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 12.5 Contenuto di un carattere

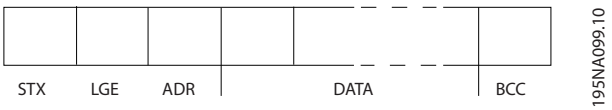
12.7.2 Struttura dei telegrammi

Ogni telegramma ha la seguente struttura:

1. Carattere di start (STX)=02 hex
2. Byte che indica la lunghezza del telegramma (LGE)
3. 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 12.6 Struttura dei telegrammi

12.7.3 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 testi	10[1)]+n byte

Tabella 12.3 Lunghezza dei telegrammi

[1)] Il valore 10 rappresenta i caratteri fissi mentre "n" è variabile (in funzione della lunghezza del testo).

12.7.4 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.

1. Formato indirizzo 1-31:

   Bit 7 = 0 (formato indirizzo 1-31 attivo)

   Bit 6 non utilizzato

   Bit 5 = 1: broadcast, i bit di indirizzo (0-4) non sono usati

   Bit 5 = 0: nessun broadcast

   Bit 0-4 = indirizzo convertitore di frequenza 1-31

2. Formato indirizzo 1-126:

   Bit 7 = 1 (formato indirizzi 1-126 attivo)

   Bit 0-6 = indirizzo convertitore di frequenza 1-126

   Bit 0-6 = 0 Broadcast

Il follower restituisce il byte di indirizzo al master senza variazioni nel telegramma di risposta.

12.7.5 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.

 Danfoss A/S © Rev. 04/04/2014 Tutti i diritti riservati.

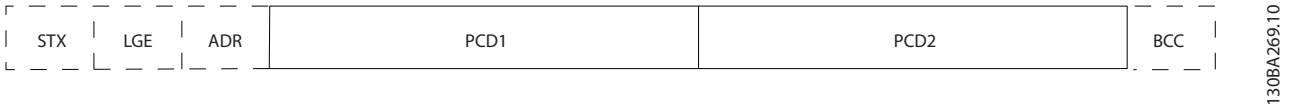
12.7.6 Il campo dati

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

I 3 tipi di telegrammi sono:

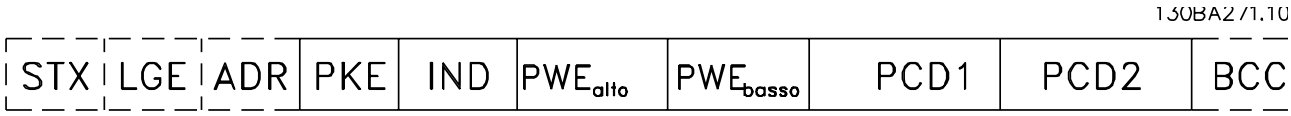
Blocco processo (PCD)
Il PCD è costituito da un blocco di dati di quattro byte (2 parole) e contiene:

- Parola di controllo e valore di riferimento (dal master al follower)
- Parola di stato e frequenza di uscita attuale (dal follower al master).



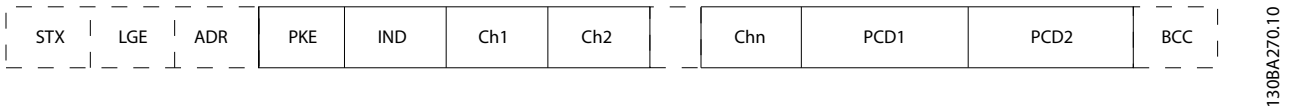
Disegno 12.7 Blocco processo

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



Disegno 12.8 Blocco parametri

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

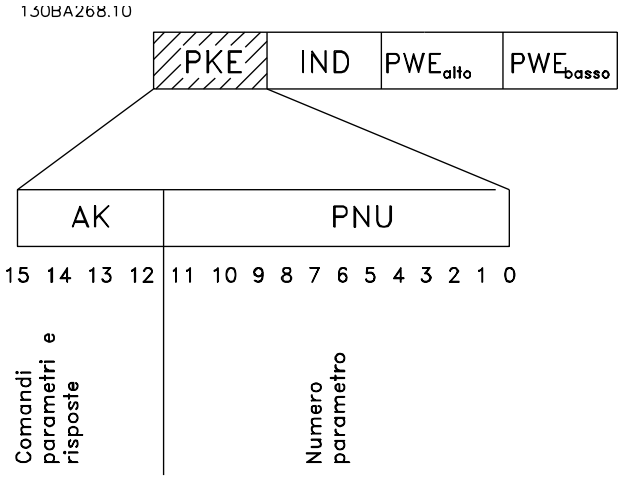


Disegno 12.9 Blocco di testo

12

12.7.7 Il campo PKE

Il campo PKE contiene 2 campi secondari: comando relativo ai parametri e risposta (AK) e numero di parametro (PNU):



Disegno 12.10 Campo PKE

I bit n. 12-15 trasferiscono i comandi relativi ai parametri dal master al follower e restituiscono le risposte elaborate dal follower al master.

N. 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 12.4 Comandi relativi ai parametri Master ⇒ Follower

N. 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 12.5 Risposta Follower⇒ Master

Se il comando non può essere effettuato, il follower invia questa risposta:
0111 Impossibile eseguire il comando
- e inserisce il seguente messaggio d'errore nel valore del parametro (PWE):

PWE basso (esadeci-male)	Rapporto di guasto
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	Nessun accesso del bus al parametro definito
83	La modifica dei dati non è possibile in quanto è selezionata l'impostazione di fabbrica

Tabella 12.6 Valore del parametro rapporto di guasto

12.7.8 Numero di parametro (PNU)

I bit n. 0-11 trasmettono i numeri dei parametri. La funzione del parametro in questione è definita nella descrizione dei parametri della *Guida alla programmazione*.

12.7.9 Indice (IND)

L'indice è usato insieme al numero di parametro per un accesso di lettura/scrittura ai parametri con un indice, p.es. *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.

 Danfoss A/S © Rev. 04/04/2014 Tutti i diritti riservati.

12.7.10 Valore del parametro (PWE)

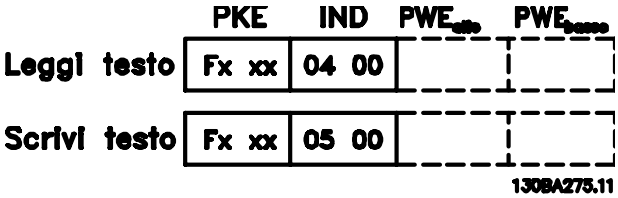
Il blocco del valore di parametro consiste di 2 parole (4 byte) e il valore dipende dal comando definito (AK). Il master richiede un valore di parametro quando il blocco PWE non contiene alcun valore. Per cambiare un valore di parametro (scrittura), scrivere il nuovo valore nel blocco PWE e inviarlo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

Se il follower 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, ad esempio *0-01 Lingua*, in cui [0] è Inglese e [4] è Danese, selezionare il valore dati inserendone il valore nel blocco PWE. Vedere Esempio - Selezione di un valore dei dati. La comunicazione seriale è solo in grado di leggere i parametro contenenti il tipo di dati 9 (stringa di testo).

I par. da *15-40 Tipo FC* a *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 alimentazione in *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 12.11 Testo tramite blocco PWE

12.7.11 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 firma 8
6	Senza firma 16
7	Senza firma 32
9	Stringa di testo
10	Stringa di byte
13	Differenza di tempo
33	Riservato
35	Sequenza di bit

Tabella 12.7 Tipi di dati supportati

12.7.12 Conversione

I vari attributi di ciascun parametro sono riportati in Impostazione di fabbrica. I valori parametrici vengono trasferiti solo come numeri interi. Pertanto i fattori di conversione sono utilizzati per trasmettere i codici decimali.

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

 Danfoss A/S © Rev. 04/04/2014 Tutti i diritti riservati.

Indice di conversione	Fattore di conversione
100	
75	
74	
67	
6	1000000
5	100000
4	10000
3	1000
2	100
1	10
0	1
-1	0,1
-2	0,01
-3	0,001
-4	0,0001
-5	0,00001
-6	0,000001
-7	0,0000001

Tabella 12.8 Tabella di conversione

12.7.13 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⇒ follower)	Valore di riferimento
Telegramma di controllo (follower⇒master) parola di stato	Frequenza di uscita attuale

Tabella 12.9 Parole di processo (PCD)

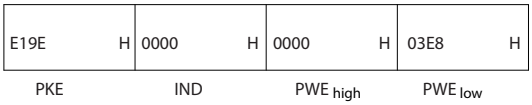
12.8 Esempi

12.8.1 Scrittura di un valore di parametro

Cambiare *4-14 Limite alto velocità motore [Hz]* a 100 Hz. Scrivere i dati nella EEPROM.

PKE = E19E Hex - Scrittura parola singola in *4-14 Limite alto velocità motore [Hz]*
IND = 0000 Hex
PWEHIGH = 0000 Hex
PWELOW = 03E8 Hex - Valore dei dati 1000, corrispondente a 100 Hz, vedere *capitolo 12.7.12 Conversione*.

Il telegramma avrà il seguente aspetto:



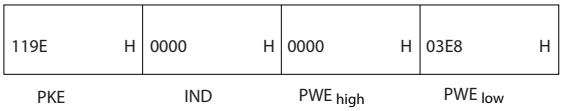
130BA092.10

Disegno 12.12 Scrivere i dati nella EEPROM

AVVISO!

***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.**

La risposta dal follower al master è:



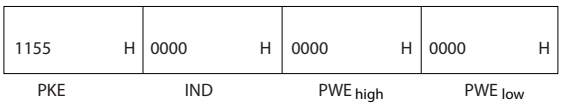
130BA093.10

Disegno 12.13 Risposta dal follower

12.8.2 Lettura di un valore del parametro

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

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

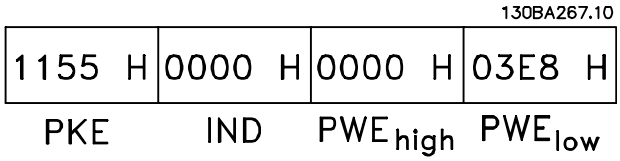


130BA094.10

Disegno 12.14 Valore del parametro

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

130BA267.10



Disegno 12.15 Risposta dal follower

3E8 esadecimale corrisponde a 1000 decimale. L'indice di conversione per *3-41 Rampa 1 tempo di accel.* è -2, vale a dire 0,01.
3-41 Rampa 1 tempo di accel. è del tipo *Senza firma 32*.

12

12.9 Panoramica Modbus RTU

12.9.1 Presupposti

Danfoss presuppone che il controllore installato supporti le interfacce descritte nel presente documento e che vengano osservati scrupolosamente tutti i requisiti richiesti dal controllore nonché dal convertitore di frequenza, insieme a tutte le restrizioni relative.

12.9.2 Ciò che l'utente dovrebbe già sapere

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

12.9.3 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 la comunicazione su rete Modbus RTU, il protocollo determina:

- il modo in cui ogni controllore rileva l'indirizzo di dispositivo
- riconosca un messaggio indirizzato ad esso
- decida quali interventi eseguire
- estragga dati o altre informazioni dal messaggio

Se è necessaria una risposta, il controllore crea il messaggio di risposta e lo invia.
I controllori comunicano utilizzando una tecnica master-follower nella quale solo il master può iniziare le transazioni (chiamate interrogazioni). I follower rispondono fornendo al master i dati richiesti oppure eseguendo l'azione richiesta nell'interrogazione.
Il master può indirizzare degli follower individuali oppure iniziare un messaggio di broadcast a tutti gli follower. I follower restituiscono una risposta alle interrogazioni indirizzate a loro individualmente. Non vengono restituite risposte alle interrogazioni broadcast dal master

Il protocollo Modbus RTU stabilisce il formato per l'interrogazione del master fornendo l'indirizzo del dispositivo (o broadcast), un codice funzione che definisce l'azione richiesta, qualsiasi dato da inviare e un campo per il controllo degli errori. Anche il messaggio di risposta del follower è costruito usando il protocollo Modbus. Contiene campi che confermano l'intervento adottato, qualsiasi dato da restituire e un campo per il controllo degli errori. Se si verifica un errore nella ricezione del messaggio o se il follower non è in grado di effettuare l'azione richiesta, il follower genera un messaggio di errore e lo invia come riposta, oppure si verifica una temporizzazione.

12.9.4 Convertitore di frequenza con Modbus RTU

Il convertitore di frequenza comunica nel formato Modbus RTU tramite l'interfaccia RS-485 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 (rampa) normale
- Ripristino dopo uno scatto in caso di guasto
- Funzionamento a varie velocità preimpostate
- Marcia in senso inverso
- Modificare la programmazione attiva
- 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.

 Danfoss A/S © Rev. 04/04/2014 Tutti i diritti riservati.

12.10 Configurazione della rete

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

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

Tabella 12.10 Parametri Modbus RTU

12.11 Struttura frame messaggio Modbus RTU

12.11.1 Convertitore di frequenza con Modbus RTU

I controllori sono impostati per comunicare sulla rete Modbus usando la modalità RTU (Remote Terminal Unit), con ogni byte in un messaggio contenente 2 caratteri-esadecimali a 4 bit. Il formato per ogni byte è mostrato in *Tabella 12.11*.

Bit di start	Byte dati								Stop/ parità	Arresto

Tabella 12.11 Formato per ciascun byte

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

12.11.2 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 12.12*.

Avviam-ento	Indirizzo	Funzione	Dati	Controllo CRC	dec.
T1-T2-T3-T4	8 bit	8 bit	N x 8 bit	16 bit	T1-T2-T3-T4

Tabella 12.12 Struttura tipica dei messaggi Modbus RTU

12.11.3 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 una temporizzazione (nessuna risposta dal follower) poiché il valore nel campo CRC finale non è valido per i messaggi combinati.

 Danfoss A/S © Rev. 04/04/2014 Tutti i diritti riservati.

12.11.4 Campo di indirizzo

Il campo di indirizzo di un frame messaggio contiene 8 bit. Gli indirizzi validi del dispositivo follower sono compresi nell'intervallo 0-247 decimale. Al singolo dispositivo follower vengono assegnati indirizzi tra 1 e 247. (il valore 0 è riservato per il modo broadcast, riconosciuto da tutti i follower). Un master indirizza un follower inserendo l'indirizzo follower nel campo di indirizzo del messaggio. Quando il follower invia la sua risposta, colloca il suo proprio indirizzo in questo campo di indirizzo per segnalare al master quale follower sta rispondendo.

12.11.5 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 follower. Quando un messaggio viene inviato da un master a un dispositivo follower, il campo del codice funzione segnala al follower che tipo di azione deve effettuare. Quando il follower risponde al master, usa il campo codice funzione per indicare una risposta normale (senza errori) oppure per indicare che si è verificato un errore (risposta di eccezione). Per una risposta normale, il follower restituisce semplicemente il codice funzione originale. Per una risposta di eccezione, il follower restituisce un codice che è equivalente al codice funzione originale con il suo bit più significativo impostato su 1 logico. Inoltre il follower colloca un codice unico nel campo dati del messaggio di risposta. Ciò segnala al master il tipo di errore occorso oppure la ragione dell'eccezione. Consultare anche *capitolo 12.11.10 Codici funzione supportati da Modbus RTU* e *capitolo 12.11.11 Codici di eccezione Modbus*.

12.11.6 Campo dati

Il campo dati è costruito usando serie di due cifre esadecimali 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 un dispositivo follower contiene informazioni supplementari che il follower 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.

12.11.7 Campo di controllo CRC

I messaggi includono un campo per il controllo degli errori basato sul metodo di un controllo di ridondanza ciclica 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 valore CRC viene calcolato dal dispositivo trasmittente che 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.

12.11.8 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 parole a 2 byte (vale a dire 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 zero. Per esempio: La bobina nota come 'coil 1' in un controllore programmabile viene indirizzata come bobina 0000 nel campo di indirizzo dati di un messaggio Modbus. La bobina 127 in codice decimale viene indirizzato 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).

 Danfoss A/S © Rev. 04/04/2014 Tutti i diritti riservati.

Numero di bobina	Descrizione		Direzione del segnale
1-16	Parola di controllo del convertitore di frequenza		Da master a follower
17-32	Velocità del convertitore di frequenza o intervallo di riferimento del setpoint 0x0 – 0xFFFF (-200% ... ~200%)		Da master a follower
33-48	Parola di stato del convertitore di frequenza (vedere *Tabella 12.15*)		Da follower a master
49-64	Modalità anello aperto: Frequenza di uscita convertitore di frequenza modalità anello chiuso: segnale di retroazione convertitore di frequenza		Da follower a master
65	Controllo di scrittura parametro (dal master al follower)		Da master a follower
	0 =	Le modifiche ai parametri vengono memorizzate nella RAM del convertitore di frequenza	
	1 =	Le modifiche ai parametri vengono memorizzate nella RAM e nella EEPROM del convertitore di frequenza	
66-65536	Riservato		

Tabella 12.13 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 12.14 Parola di controllo del 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 automatica
43	Fuori campo 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.	Lim. corrente
48	Nessun avviso termico	Avviso termico

Tabella 12.15 Parola di stato del 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*
00010-00990	Gruppo di parametri 000 (parametri da 001 a 099)
01000-01990	Gruppo di parametri 100 (parametri da 100 a 199)
02000-02990	Gruppo di parametri 200 (parametri da 200 a 299)
03000-03990	Gruppo di parametri 300 (parametri da 300 a 399)
04000-04990	Gruppo di parametri 400 (parametri da 400 a 499)
...	...
49000-49990	Gruppo di parametri 4900 (parametri da 4900 a 4999)
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 12.16 Registri di mantenimento

** Utilizzato per specificare il numero di indice da utilizzare quando si accede a un parametro indicizzato.*

12.11.9 Controllo del convertitore di frequenza

Questa sezione descrive i codici che possono essere utilizzati nei campi funzione e nei campi dati di un messaggio Modbus RTU.

12.11.10 Codici funzione supportati da Modbus RTU

Modbus RTU supporta l'uso dei seguenti codici funzione 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 contatore eventi com.	B
Segnala ID follower	11

Tabella 12.17 Codici funzione

Funzione	Codice funzione	Codice sottofunzione	Sottofunzione
Diagnostica	8	1	Riavvia comunicazione
		2	Restituisce il registro diagnostico
		10	Azzera 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 del follower
		14	Restituisce il conteggio dei messaggi follower

Tabella 12.18 Codici funzione

12.11.11 Codici di eccezione Modbus

Per una spiegazione completa della struttura di una risposta del codice di eccezione, fare riferimento a *capitolo 12.11.5 Campo funzione*.

Codice	Nome	Significato
1	Funzione illecita	Il codice funzione ricevuto nell'interrogazione non è un'azione consentita per il server (o follower). 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 follower) 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 follower). 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 follower). 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 follower	Si è verificato un errore irreversibile mentre il server (o follower) tentava di eseguire l'azione richiesta.

Tabella 12.19 Codici di eccezione Modbus

 Danfoss A/S © Rev. 04/04/2014 Tutti i diritti riservati.

12.12 Come accedere ai parametri

12.12.1 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) CODICE DECIMALE. Esempio: Lettura *3-12 Valore di catch-up/slow down* (16bit): Il registro di mantenimento 3120 contiene il valore dei parametri. Un valore di 1352 (decimale) significa che il parametro è impostato sul 12,52%.

Lettura *3-14 Rif. relativo preimpostato* (32bit): I registri di mantenimento 3410 & 3411 contengono il valore dei parametri. 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 prodotto pertinente.

12.12.2 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 (coil 65 = 1) oppure solo nella RAM (coil 65 = 0).

12.12.3 IND (Index)

Alcuni parametri nel convertitore di frequenza sono parametri array, ad es. *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.

12.12.4 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.

12.12.5 Fattore di conversione

I diversi attributi di ogni parametro sono contenuti nella sezione delle impostazioni di fabbrica. Siccome un valore parametrico può essere trasmesso solo come numero intero, per trasmettere decimali è necessario usare un fattore di conversione.

12.12.6 Valori dei parametri

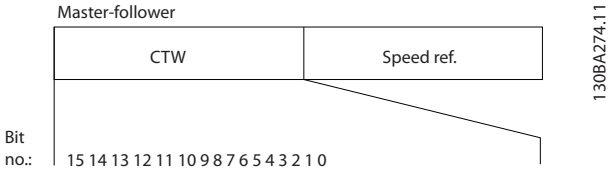
Tipi di dati standard
I tipi di dati standard sono int 16, int 32, uint 8, uint 16 e uint 32. Sono memorizzati come registri 4x (40001 – 4FFFF). I parametri vengono letti utilizzando la funzione 03hex "Read Holding Registers" (Lettura registri di mantenimento). I parametri vengono scritti usando la funzione 6hex "Preset Single Register" per 1 registro (16 bit) e la funzione 10hex "Preset Multiple Registers" 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 03hex "Read Holding Registers" (Lettura registri di mantenimento) e scritti usando la funzione 10hex "Preset Multiple Registers" (Preimposta registri multipli). Le grandezze leggibili vanno da 1 registro (2 caratteri) fino a 10 registri (20 caratteri).

 Danfoss A/S © Rev. 04/04/2014 Tutti i diritti riservati.

12.13 Danfoss Profilo di controllo FC

12.13.1 Parola di controllo secondo il profilo FC (*8-10 Profilo di controllo* = profilo FC)



Disegno 12.16 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 12.20 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 *3-10 Riferim preimp.* secondo *Tabella 12.21*.

Valore di rif. programmato	Parametro	Bit 01	Bit 00
1	*3-10 Riferim preimp.* [0]	0	0
2	*3-10 Riferim preimp.* [1]	0	1
3	*3-10 Riferim preimp.* [2]	1	0
4	*3-10 Riferim preimp.* [3]	1	1

Tabella 12.21 Valori di riferimento

AVVISO!

Effettuare una selezione in *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 *2-01 Corrente di frenatura CC* e *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 a ruota libera fino all'arresto.
Bit 03 = ’1’: Il convertitore di frequenza avvia il motore se le altre condizioni di avviamento sono soddisfatte.

Effettuare una selezione in *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 *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 *5-10 Ingr. digitale morsetto 18* a *5-15 Ingr. digitale morsetto 33*) programmati su *Accelerazione* e *Slow-down*.

AVVISO!

Se è attivo Blocco uscita, il convertitore di frequenza può essere arrestato selezionando:

- **Bit 03 arresto a ruota libera**
- **Bit 02 frenatura in CC**
- **Ingresso digitale (*5-10 Ingr. digitale morsetto 18* a *5-15 Ingr. digitale morsetto 33*) programmato su *Frenatura in 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’: Consente al convertitore di frequenza di avviare il motore se le altre condizioni di avviamento sono soddisfatte.

Effettuare una selezione in *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, cioè durante il passaggio da '0' logico a '1' logico.

Bit 08, Jog
Bit 08 = ’1’: La frequenza di uscita è determinata da *3-19 Velocità marcia jog [RPM]*..

Bit 09, Selezione della rampa 1/2
Bit 09 = "0": È attiva la rampa 1 (da *3-41 Rampa 1 tempo di accel.* a *3-42 Rampa 1 tempo di decel.*). Bit 09 = "1": È attiva la rampa 2 (da *3-51 Rampa 2 tempo di accel.* a *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 *5-40 Funzione relè* sia selezionato *Parola di controllo Bit 11*.

Bit 12, Relè 04
Bit 12 = "0": Il relè 04 non è attivato.
Bit 12 = "1": Il relè 04 è attivato, a condizione che in *5-40 Funzione relè* sia stato selezionato *Parola di controllo Bit 12*.

Bit 13/14, Selezione del setup
Utilizzare i bit 13 e 14 per scegliere fra i quattro setup di menu in base a *Tabella 12.22*.

Setup	Bit 14	Bit 13
1	0	0
2	0	1
3	1	0
4	1	1

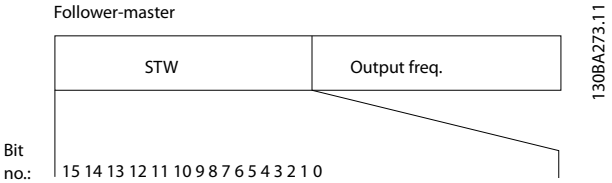
Tabella 12.22 4 setup di menu

La funzione è solo possibile se in *0-10 Setup attivo* è selezionato *Multi setup*.

Effettuare una selezione in *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 *8-54 Selez. inversione*. Il bit 15 determina l'inversione solo se viene selezionato Comunicazione seriale, Logica "or" o Logica "and"

12.13.2 Parola di stato secondo il profilo FC (STW) (*8-10 Profilo di controllo* = profilo FC)



Disegno 12.17 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	Abilitato
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
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 12.23 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 a 24 V esterna 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. Può ad es. essere possibile 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 *Comando locale* è selezionato in *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 *4-11 Lim. basso vel. motore [giri/min]* or *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, Drive OK/stallo, 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 circuito intermedio del convertitore di frequenza è troppo bassa o troppo alta.

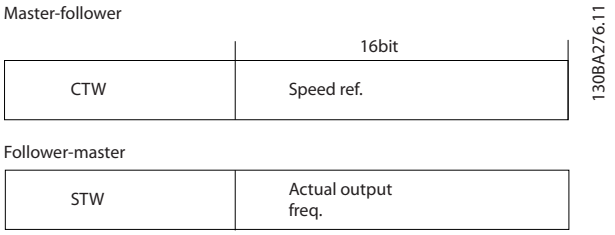
Bit 14, Coppia OK/limite superato
Bit 14 = ’0’: La corrente motore è inferiore rispetto al limite di coppia selezionato in *4-18 Limite di corrente*.
Bit 14 = ’1’: Il limite di coppia in *4-18 Limite di corrente* è stato superato.

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%.

Tutti i bit nella STW vengono impostati su ’0’ se la connessione tra opzione Interbus e il convertitore di frequenza non è più presente o se si è verificato un problema di comunicazione interno.

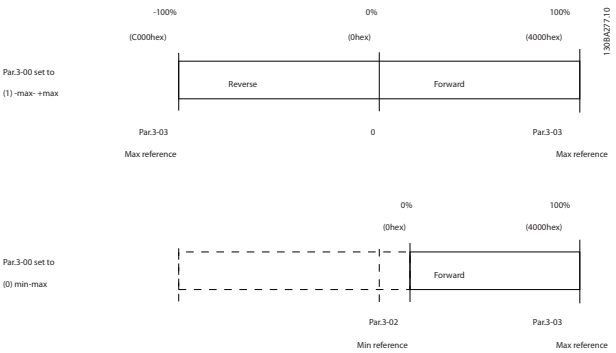
12.13.3 Valore di riferimento della velocità bus

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 mediante un complemento a 2. La frequenza di uscita attuale (MAV) viene messa in scala allo stesso modo del riferimento bus.



Disegno 12.18 Frequenza di uscita attuale (MAV)

Il riferimento e il MAV vengono demoltiplicati nel modo seguente:



Disegno 12.19 Riferimento e MAV

12.13.4 Parola di controllo secondo il profilo PROFIdrive (CTW)

La parola di controllo è utilizzata per inviare comandi da un master (ad es. un PC) a un follower.

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	Ramp
05	Mantenimento frequenza di uscita	Usare la 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 12.24 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.
Il 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 [Relay 123] è stato selezionato in *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 l'attivazione del relè di uscita 1 o 2 se la frequenza di uscita è 0 Hz e se [Relè 123] è stato selezionato in *5-40 Funzione relè*.

Bit 02, OFF 3/ON 3
L'arresto rapido utilizza il tempo di rampa di *3-81 Tempo rampa arr. rapido*. Quando il bit 02="0", si verifica un arresto rapido e l'attivazione del relè di uscita 1 o 2 se la frequenza di uscita è 0 Hz e se [Relè 123] è selezionato in *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" determina un arresto.
Quando il bit 03 = "1", il convertitore di frequenza può avviarsi se le altre condizioni di avviamento sono soddisfatte.

AVVISO!

La selezione in *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 *3-81 Tempo rampa arr. rapido*.
Quando il bit 04 = "0", si verifica un arresto rapido.
Quando il bit 04 = "1", il convertitore di frequenza può avviarsi se le altre condizioni di avviamento sono soddisfatte.

AVVISO!

La selezione in *8-51 Selez. arresto rapido* 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 viene modificato il valore di riferimento.
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/avvio 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 se in *5-40 Funzione relè* è selezionato Relè 123. Bit 06 = "0" determina un arresto. Quando il bit 06 = "1", il convertitore di frequenza può avviarsi se le altre condizioni di avviamento sono soddisfatte.

AVVISO!

La selezione in *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 si verifica alcun ripristino.
Quando c'è un cambiamento di pendenza del bit 07 a "1", avviene un ripristino dopo lo spegnimento.

Bit 08, Marcia jog 1 OFF/ON
L'attivazione della velocità preprogrammata in *8-90 Bus Jog 1 velocità*. JOG 1 è possibile solo se bit 04="0" e bit 00-03="1".

Bit 09, Jog 2 OFF/ON
L'attivazione della velocità preprogrammata in *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
È utilizzato per comunicare al convertitore di frequenza se la parola di controllo deve essere utilizzata o ignorata.
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; ciò significa che è possibile disattivare la parola di controllo se non si desidera utilizzarla in connessione con l'aggiornamento o la lettura dei parametri.

Bit 11, Nessuna funzione/slow down
Viene utilizzato per ridurre il valore di riferimento di velocità della quantità indicata nel valore *3-12 Valore di catch-up/slow down* 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 *3-12 Valore di catch-up/ slow down*.
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 configurazioni dei parametri, in base a *Tabella 12.25*:

La funzione è solo possibile se *[9] Multi Set-up* è selezionato in *0-10 Setup attivo*. La selezione in *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 *0-12 Questo setup collegato a*.

Setup	Bit 13	Bit 14
1	0	0
2	1	0
3	0	1
4	1	1

Tabella 12.25 Selezione del setup

Bit 15, Nessuna funzione/Inversione
Bit 15="0" non provoca alcuna inversione.
Bit 15="1" provoca l'inversione.
Nota: Nell'impostazione di fabbrica, l'inversione è impostata su *digitale* in *8-54 Selez. inversione*.

AVVISO!

Il bit 15 determina l'inversione solo se viene selezionato Comunicazione seriale, Logica "or" o Logica "and"

12.13.5 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 un follower.

Bit	Bit=0	Bit=1
00	Comando non pronto	Comando pronto
01	C. freq. n. pr.	Conv. freq. pronto
02	Rotazione libera	Abilitato
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
12	Convertitore di frequenza OK	Bloccato, autoavviamento
13	Tensione OK	Tensione superata
14	Coppia OK	Coppia superata
15	Temporizzatore OK	Timer superato

Tabella 12.26 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 controllo del convertitore di frequenza è pronto, ma non è necessariamente presente alimentazione elettrica per l'unità (nel caso di alimentazione esterna a 24 V del sistema di controllo).

Bit 01, VLT 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.

 Danfoss A/S © Rev. 04/04/2014 Tutti i diritti riservati.

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 *8-10 Profilo parola di com.* è stato selezionato PROFIdrive , il bit 06 è "1" dopo la conferma del disinserimento, dopo l'attivazione di OFF2 o OFF3 e dopo l'inserimento della tensione di alimentazione. Abilitazione avviamento viene ripristinato impostando il bit 00 nella parola di controllo su "0" e i bit 01, 02 e 10 su "1".

Bit 07, Nessun avviso/avviso
Bit 07="0" significa che non ci sono avvisi.
Bit 07 = "1" significa che è stata emessa un'avvertenza.

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 ad es. 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 *3-13 Sito di riferimento* è stato selezionato [Linked to hand] o [Local].
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 *4-52 Avviso velocità bassa* e *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, Drive 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 circuito intermedio 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 *4-16 Lim. di coppia in modo motore* e *4-17 Lim. di coppia in modo generatore*.
Se il bit 14 = "1", il limite selezionato in *4-16 Lim. di coppia in modo motore* o *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%.

 Danfoss A/S © Rev. 04/04/2014 Tutti i diritti riservati.

Indice

A

Abbreviazioni 9
Alimentazione di ingresso 20, 122
Alimentazione di rete 11, 59, 71, 72, 73, 76
Alta tensione 14
AMA con T27 collegato 151
AMA senza T27 collegato 151
Ambiente 77
Apparecchiatura opzionale 9
Applicazioni a coppia costante (modo CT) 51
Applicazioni a coppia variabile (quadratica) (VT) 51
Arresto di sicurezza 1 172
Autorotazione 15
Avviamento su impulso/arresto, comando attivo basso 152
Avviamento/arresto impulsi 152
Avvio involontario 14

B

Banda morta 36
Blocco riferimento 34
Bus CC 21, 61
Buste per accessori 98

C

Cablaggio della resistenza di frenatura 64
Caduta di tensione dell'alimentazione di rete 44
Caratteristiche della coppia 76
Caratteristiche di comando 80
Catch up/slow 34
Cavi di controllo 20, 122
Cavi motore 20
Cavo di massa 122
Cavo motore 122, 140, 147
Cavo schermato 20
Cavo, lunghezze e sezioni trasversali 77
Cavo, schermato/armato 140
Cavo, specifiche 77
Cavo. motore 147
Circuito intermedio 16, 40, 87
Codice di eccezione Modbus 196
Codice funzione 196
Collegamento del motore 140
Collegamento in rete 185
Collegamento relè 144
Comando di avviamento/arresto 152
Commutazione sull'uscita 41
Comunicazione seriale 80
Comunicazione seriale RS-485 80
Comunicazione seriale USB 80
Condensazione 50
Condivisione del carico 17
Condizioni ambientali 77
Condizioni di funzionamento estreme 40
Condizioni di raffreddamento 120
Connessione bus CC 146
Controllo del freno meccanico 155
Controllo di coppia 20
Convenzioni 9
Coppia di serraggio del coperchio anteriore 118, 119
Coppia, serraggio del coperchio anteriore 118, 119
Corrente di dispersione 15, 122, 143
Corrente sensore 16
Cortocircuito (fase del motore – fase) 40

D

Declassamento automatico 42
Declassamento, bassa pressione dell'aria 51
Declassamento, funzionamento a bassa velocità 51
Declassamento, manuale 51
Definizioni 10
DeviceNet 97
Dimensioni meccaniche 118
Direttiva bassa tensione 11
Direttiva EMC 11
Direttiva macchine 11

E

Emissione condotta 56
Emissione irradiata 56
Emissioni EMC 54
Encoder HTL 173
Encoder TTL 173
Equalizzazione del potenziale 122
Esempi applicativi 151

F

Fasi del motore 40
Filtri 53
Filtri antiarmoniche 111
Filtro 53

 Danfoss A/S © Rev. 04/04/2014 Tutti i diritti riservati.

Filtro RFI 52, 92
Filtro sinusoidale 16, 113, 140, 178
Flusso 23, 24
Flusso d'aria 53
Freno CC 198
Freno elettromeccanico 156
Freno meccanico 46
Funzione freno 64
Fusibile 131

H

HCS 147

I

IGBT freno 16
Ingressi a impulsi/encoder 79
Ingressi analogici 78, 160
Ingressi digitali 77, 160
Installazione affiancata 120
Installazione e setup dell'RS-485 184
Interferenza elettrica 122
Interferenza EMC 20
Interruttore 128, 131
Inversione 153
Inverter 16
Isolamento galvanico 171
Istruzioni per lo smaltimento 13

J

Jog 199

K

Kit contenitori IP21/Tipo 1 179

L

LCP 30, 181
Limiti di riferimento 34
Livello di tensione 77
Logica di controllo 16
Lunghezza del telegramma (LGE) 187

M

Manutenzione 53
Marchio CE 11
MCT 10 147
MCT 31 147
Messa in scala 35
Modbus RTU 192
Modulazione di larghezza degli impulsi 16
Momento di inerzia 40
Montaggio meccanico 120
Morsetto X30/11, 12 160
Morsetto X30/1-4 160
Morsetto X30/6, 7 160
Morsetto X30/8 160

N

Numeri d'ordine 93, 98, 115
Numeri d'ordine, filtri antiarmoniche 111
Numeri d'ordine, filtri sinusoidali 113

O

Opzioni e accessori 98
Ordinazione tramite codice identificativo 93

P

Panoramica del protocollo 186
Panoramica Modbus RTU 192
Parola di controllo 198, 201
Parola di stato 199, 202
Passacavi 124
PELV 151
Personale qualificato 14
Piastra di disaccoppiamento 140
PID 20, 22, 25, 171
PID controllo di processo 28
PID di velocità 25
Polvere 53
Potenza di frenatura 10, 64
Potenza motore 122
Potenziometro 153
Precauzioni EMC 185
Precauzioni generali 13
Prestazione di uscita (U, V, W) 76
Prestazioni 80
Profibus 97
Programmazione del limite di coppia e arresto 156
Protezione 61
Protezione del circuito di derivazione 131
Protezione termica 12
Protezione termica del motore 200
Prova alta tensione 150

 Danfoss A/S © Rev. 04/04/2014 Tutti i diritti riservati.

Punto di inserzione comune..... 60

R

Raddrizzatore..... 16
Raffreddamento..... 51, 53
Rapporto di cortocircuito..... 60
Rendimento..... 92
Requisiti di emissione..... 57
Requisiti di immunità..... 57
Requisiti di sicurezza..... 117
Resistenza di frenatura..... 16, 62, 178
Retroazione del motore..... 24
Riferimento..... 151
Riferimento di velocità analogico..... 152
Riferimento velocità..... 151, 153
Ripristino allarmi esterni..... 153
Riscaldatore dell'armadio..... 50
Risultati dei test EMC..... 56
RS-485..... 154, 184
Rumorosità acustica..... 52, 92
Ruota libera..... 10, 198, 199

S

Safe Torque Off..... 152, 172
Scheda di controllo..... 79, 80
Schema di cablaggio..... 18
Schermato/armato..... 140
Segnale..... 172, 173
Sensore..... 171, 173
Sensore di temperatura..... 171
Sensore termico..... 16
Sezionatore di rete..... 145
Sistema di controllo di sicurezza..... 173
Software per il calcolo delle armoniche (HCS)..... 147
Sovratensione generata dal motore..... 40

T

Temperatura..... 50
Temperatura ambiente..... 50
Temperatura massima..... 50
Tempo di frenata..... 63
Tempo di salita..... 87
Tempo di scarica..... 15
Tensione di uscita a 10 V CC..... 79
Tensione motore..... 87
Termistore..... 11, 151
Termistore motore..... 154

U

U/f..... 21, 92
Umidità..... 50
Urti..... 52
Uscita analogica..... 79, 160
Uscita digitale..... 79, 160
Uscita motore..... 76
Uscita, 24 V CC..... 79
Uscite a relè..... 80

V

Velocità PID..... 20, 22
Velocità preimpostate..... 153
Versioni software..... 98
Vibrazioni..... 52
VVCplus..... 10, 16, 22

 Danfoss A/S © Rev. 04/04/2014 Tutti i diritti riservati.

www.danfoss.com/drives

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
www.danfoss.com/drives

130R0301 MG33BF06 Rev. 04/04/2014