ENGINEERING TOMORROW

Guida alla Progettazione

VLT® HVAC Drive FC 102

355–1.400 kW

www.danfoss.it/vlt-drives

Sommario

1 Introduzione 5

1.1 Scopo della Guida alla Progettazione 5

1.2 Risorse aggiuntive 5

1.3 Versione del documento e del software 5

1.4 Convenzioni 5

2 Sicurezza 6

2.1 Simboli di sicurezza 6

2.2 Personale qualificato 6

2.3 Precauzioni di sicurezza 6

3 Approvazioni e certificazioni 8

3.1 Approvazioni normative/di conformità 8

3.2 Gradi di protezione del frame 10

4 Panoramica dei prodotti 12

4.1 Convertitori di frequenza ad alta potenza VLT® 12

4.2 Dimensioni del frame per potenza nominale 12

4.3 Panoramica dei frame da 380 a 480 V 13

4.4 Panoramica dei frame da 525 a 690 V 16

4.5 Disponibilità del kit 19

5 Caratteristiche del prodotto 20

5.1 Caratteristiche automatiche di funzionamento 20

5.2 Caratteristiche personalizzate dell'applicazione 23

5.3 Funzionalità specifiche di VLT® HVAC Drive 28

5.4 Controllore in cascata di base 42

5.5 Panoramica sulla frenatura dinamica 43

5.6 Panoramica sulla condivisione del carico 44

5.7 Panoramica sulla rigenerazione (Regen) 45

6 Panoramica su opzioni e accessori 46

6.1 Dispositivi bus di campo 46

6.2 Estensioni funzionali 47

6.3 Motion Control e schede relè 48

6.4 Resistenze di frenatura 48

6.5 Filtri sinusoidali 49

6.6 Filtri dU/dt 49

6.7 Filtri di modalità comune 49

6.8 Filtri antiarmoniche 49

6.9 Opzioni integrate nel frame 49

 Danfoss A/S © 11/2017 Tutti i diritti riservati.

6.10 Kit ad alta potenza 51

7 Specifiche 52

7.1 Dati elettrici, 380-480 V 52

7.2 Dati elettrici, 525-690 V 58

7.3 Alimentazione di rete 64

7.4 Uscita motore e dati motore 64

7.5 Condizioni ambientali 64

7.6 Specifiche dei cavi 65

7.7 Ingresso/uscita di dati e di controllo 65

7.8 Pesi del frame 68

7.9 Flusso d'aria per i frame E1–E2 ed F1–F13 69

8 Dimensioni esterne e dei morsetti 71

8.1 Dimensioni esterne E1 e dei morsetti 71

8.2 Dimensioni esterne E2 e dei morsetti 79

8.3 Dimensioni esterne F1 e dei morsetti 87

8.4 Dimensioni esterne F2 e dei morsetti 94

8.5 Dimensioni esterne F3 e dei morsetti 101

8.6 Dimensioni esterne F4 e dei morsetti 113

8.7 Dimensioni esterne F8 e dei morsetti 124

8.8 Dimensioni esterne F9 e dei morsetti 128

8.9 Dimensioni esterne F10 e dei morsetti 134

8.10 Dimensioni esterne F11 e dei morsetti 140

8.11 Dimensioni esterne F12 e dei morsetti 148

8.12 Dimensioni esterne F13 e dei morsetti 154

9 Considerazioni sull'installazione meccanica 162

9.1 Immagazzinamento 162

9.2 Sollevamento dell'unità 162

9.3 Ambiente di esercizio 163

9.4 Configurazioni di montaggio 164

9.5 Raffreddamento 165

9.6 Declassamento 166

10 Considerazioni sull'installazione elettrica 169

10.1 Istruzioni di sicurezza 169

10.2 Schema di cablaggio 170

10.3 Collegamenti 171

10.4 Morsetti e cavi di controllo 175

10.5 Fusibili e interruttori 182

10.6 Sezionatori e contattori 187

 Danfoss A/S © 11/2017 Tutti i diritti riservati.

10.7 Motore 188
10.8 Frenata 191
10.9 Dispositivi a corrente residua (RCD) e controllo resistenza di isolamento (IRM) 193
10.10 Corrente di dispersione 193
10.11 Sistema di distribuzione IT 194
10.12 Rendimento 195
10.13 Disturbo acustico 195
10.14 Condizioni dU/dt 196
10.15 Panoramica sulla compatibilità elettromagnetica (EMC) 197
10.16 Impianto conforme ai requisiti EMC 201
10.17 Panoramica delle armoniche 203

11 Principi di funzionamento di base dei convertitori di frequenza 206
11.1 Descrizione del funzionamento 206
11.2 Comandi del convertitore di frequenza 206

12 Esempi applicativi 214
12.1 Configurazioni di cablaggio per l'Adattamento Automatico Motore (AMA) 214
12.2 Configurazioni di cablaggio per riferimento di velocità analogico 214
12.3 Configurazioni di cablaggio per avviamento/arresto 215
12.4 Configurazione di cablaggio per ripristino allarmi esterni 216
12.5 Configurazione di cablaggio per riferimento di velocità utilizzando un potenziometro manuale 217
12.6 Configurazione di cablaggio per accelerazione/decelerazione 217
12.7 Configurazione di cablaggio per collegamento in rete RS485 218
12.8 Configurazione di cablaggio per un termistore motore 218
12.9 Configurazione di cablaggio per controllore in cascata 219
12.10 Configurazione di cablaggio per setup del relè con Smart Logic Control 220
12.11 Configurazione di cablaggio della pompa a velocità variabile fissa 220
12.12 Configurazione di cablaggio dell'alternanza della pompa primaria 220

13 Come ordinare un convertitore di frequenza 222
13.1 Configuratore del convertitore di frequenza 222
13.2 Numeri d'ordine per opzioni/kit 226
13.3 Numeri d'ordine per filtri e resistenze di frenatura 229
13.4 Pezzi di ricambio 229

14 Appendice 230
14.1 Abbreviazioni e simboli 230
14.2 Definizioni 231
14.3 Installazione e setup dell'RS485 232
14.4 RS485: Panoramica del protocollo FC 233

 Danfoss A/S © 11/2017 Tutti i diritti riservati.

14.5 RS485: Struttura del telegramma del protocollo FC 234
14.6 RS485: esempi di parametri di protocollo FC 238
14.7 RS485: Panoramica Modbus RTU 238
14.8 RS485: Struttura del telegramma Modbus RTU 240
14.9 RS485: Codici di funzione messaggio Modbus RTU 242
14.10 RS485: Parametri Modbus RTU 243
14.11 RS485: Profilo di controllo FC 244

Indice 251

 Danfoss A/S © 11/2017 Tutti i diritti riservati.

1 Introduzione

1.1 Scopo della Guida alla Progettazione

La presente Guida alla Progettazione è concepita per:

- progettisti e sistemisti
- consulenti di progettazione
- specialisti delle applicazioni e di prodotto.

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

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 in relazione ai convertitori di frequenza avanzati.

- La *guida operativa* 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 include diversi esempi applicativi.
- La *guida operativa VLT® Safe Torque Off serie FC* descrive come usare i convertitori di frequenza Danfoss in applicazioni di sicurezza funzionale. Questo manuale viene fornito con il convertitore di frequenza quando è presente l'opzione Safe Torque Off.
- La *Guida alla Progettazione VLT® Brake Resistor MCE 101* descrive come selezionare la resistenza di frenatura giusta ottimale.
- La *Guida alla Progettazione VLT® Advanced Harmonic Filters AHF 005/AHF 010* descrive le armoniche, diversi metodi di mitigazione e il principio operativo del filtro antiarmoniche avanzato. Questa guida descrive anche come selezionare il filtro antiarmoniche avanzato corretto per una specifica applicazione.
- La *Guida alla Progettazione dei filtri di uscita* spiega perché è necessario utilizzare filtri di uscita per determinate applicazioni e come scegliere il filtro dU/dt o sinusoidale ottimale.
- Sono disponibili dispositivi opzionali che potrebbero riportare informazioni diverse da quelle presenti in queste pubblicazioni. Per i requisiti specifici vedere le istruzioni fornite con le opzioni.

Pubblicazioni e manuali supplementari sono disponibili su Danfoss. Vedere *drives.danfoss.com/downloads/portal/#/* per gli elenchi.

1.3 Versione del documento e del software

Il presente manuale è revisionato e aggiornato regolarmente. Sono bene accetti tutti i suggerimenti di eventuali migliorie. *Tabella 1.1* mostra la versione del documento e la versione software corrispondente.

Edizione	Osservazioni	Versione software
MG16C3xx	Contenuto D1h–D8h rimosso e nuova struttura implementata.	5.11

Tabella 1.1 Versione del documento e del software

1.4 Convenzioni

- Gli elenchi numerati indicano le procedure.
- Gli elenchi puntati indicano altre informazioni e una descrizione delle illustrazioni.
- Il testo in corsivo indica:
  - Riferimenti incrociati
  - Collegamento.
  - Nota a piè di pagina.
  - Nomi di parametri, gruppi di parametri oppure opzioni dei parametri.
- Tutte le dimensioni espresse nei disegni sono in mm (pollici).
- Un asterisco (*) indica l'impostazione di fabbrica dei parametri.

 Danfoss A/S © 11/2017 Tutti i diritti riservati.

2 Sicurezza

2

2.1 Simboli di sicurezza

Nella presente guida vengono usati 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. Può anche essere usato per mettere in guardia da pratiche non sicure.

AVVISO!

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

2.2 Personale qualificato

Solo il personale qualificato è autorizzato a installare o a far funzionare questa apparecchiatura.

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

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, all'alimentazione CC, alla condivisione del carico o a motori permanenti. Se l'installazione, l'avviamento e la manutenzione del convertitore di frequenza non vengono effettuati da personale qualificato, possono conseguire lesioni gravi o mortali.

- **Le operazioni di installazione, avviamento e manutenzione del convertitore di frequenza devono essere eseguite esclusivamente da personale qualificato.**

⚠AVVISO

RISCHIO DI CORRENTE DI DISPERSIONE

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

- **Assicurare che la messa a terra dell'apparecchiatura sia correttamente eseguita da un installatore elettrico certificato.**

⚠AVVISO

TEMPO DI SCARICA

Il convertitore di frequenza contiene condensatori del collegamento CC che possono rimanere carichi anche quando il convertitore non è alimentato. Può ancora essere presente alta tensione anche dopo lo spegnimento dei LED. Qualora non si attenda che siano trascorsi 40 minuti dal disinserimento dell'alimentazione prima di effettuare lavori di manutenzione o di riparazione, sussiste il pericolo di morte o lesioni gravi.

1. **Arrestare il motore.**
2. **Scollegare la rete CA e l'alimentazione remota del collegamento CC, incluse le batterie di backup, i gruppi di continuità e le connessioni del collegamento CC ad altri convertitori.**
3. **Scollegare o bloccare il motore.**
4. **Attendere 40 minuti affinché i condensatori si scarichino completamente.**
5. **Prima di effettuare qualsiasi lavoro di manutenzione o di riparazione usare un appropriato dispositivo di misurazione della tensione per assicurarsi che i condensatori siano completamente scarichi.**

⚠AVVISO

RISCHIO DI INCENDIO

La resistenza di frenatura si surriscalda durante e dopo la frenatura. Il mancato posizionamento della resistenza di frenatura in un'area sicura può comportare danni e/o lesioni gravi.

- **Assicurarsi che la resistenza di frenatura sia collocata in un ambiente sicuro per scongiurare il rischio di incendio.**
- **Non toccare la resistenza di frenatura durante o dopo la frenatura per evitare ustioni gravi.**

 Danfoss A/S © 11/2017 Tutti i diritti riservati.

AVVISO!

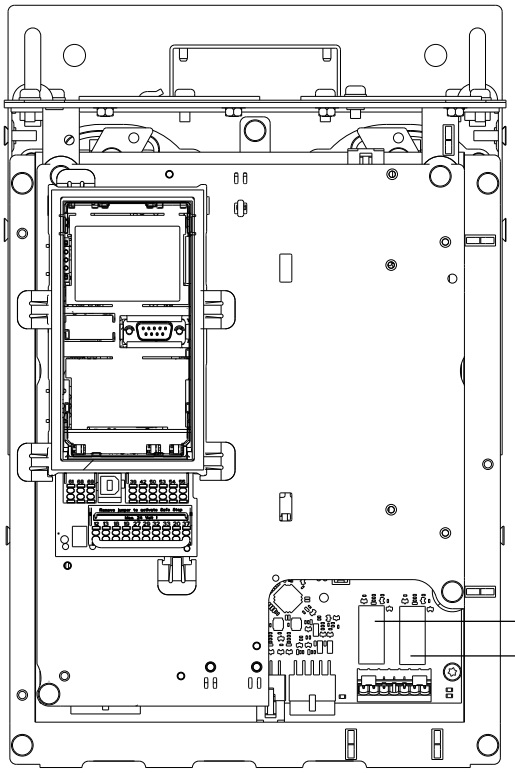
OPZIONE DI SICUREZZA SCHERMO DELLA RETE

È disponibile come opzione uno schermo della rete per i frame con grado di protezione IP21/IP54 (Tipo 1/Tipo 12). Lo schermo della rete è una copertura installata all'interno del frame per garantire la protezione dal contatto accidentale con i morsetti di alimentazione, secondo i requisiti BGV A2, VBG 4.

2.3.1 Installazioni conformi ai requisiti ADN

Per impedire la formazione di scintille, in conformità all'Accordo europeo relativo al trasporto internazionale di merci pericolose per vie navigabili interne (ADN), è necessario adottare precauzioni per i convertitori di frequenza con grado di protezione IP00 (chassis), IP20 (chassis), IP21 (Tipo 1) o IP54 (Tipo 12).

- Non installare un interruttore di rete.
- Assicurarsi che il *parametro 14-50 RFI Filter* sia impostato su *[1] On*.
- Rimuovere tutti i connettori dei relè contrassegnati *RELAY*. Vedere la *Disegno 2.1*.
- Controllare quali opzioni relè sono installate, se presenti. L'unica opzione relè consentita è la VLT® Extended Relay Card MCB 113.



1, 2	Connettori dei relè

Disegno 2.1 Posizione dei connettori dei relè

 Danfoss A/S © 11/2017 Tutti i diritti riservati.

3 Approvazioni e certificazioni

Questa sezione fornisce una breve descrizione delle diverse approvazioni e certificazioni che si possono trovare sui convertitori di frequenza Danfoss. Non tutte le approvazioni sono disponibili per tutti i convertitori di frequenza.

3.1 Approvazioni normative/di conformità

AVVISO!

LIMITAZIONI IMPOSTE SULLA FREQUENZA DI USCITA

A partire dalla versione software 3.92, la frequenza di uscita del convertitore di frequenza è limitata a 590 Hz a causa delle norme di controllo delle esportazioni.

3.1.1.1 Marchio CE

Il marchio CE (Comunità Europea) indica che il fabbricante del prodotto rispetta tutte le direttive UE pertinenti. Le direttive UE applicabili alla progettazione e alla produzione di convertitori di frequenza sono elencate nella *Tabella 3.1*.

AVVISO!

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

Direttiva UE	Versione
Direttiva bassa tensione	2014/35/EU
Direttiva EMC	2014/30/EU
Direttiva macchine[1)]	2014/32/EU
Direttiva ErP	2009/125/EC
Direttiva ATEX	2014/34/EU
Direttiva RoHS	2002/95/EC

Tabella 3.1 Direttive UE applicabili ai convertitori di frequenza

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

AVVISO!

I convertitori di frequenza con una funzione di sicurezza integrata, come Safe Torque Off (STO), devono essere conformi alla Direttiva macchine.

Le dichiarazioni di conformità sono disponibili su richiesta.

Direttiva bassa tensione

I convertitori di frequenza devono essere dotati di marchio CE in conformità alla Direttiva sulla bassa tensione del 1° gennaio 2014. La Direttiva sulla bassa tensione concerne tutte le apparecchiature elettriche funzionanti negli intervalli di tensione 50–1.000 V CA e 75–1.500 V CC.

L'obiettivo della direttiva è garantire la sicurezza delle persone ed evitare danni alle cose quando vengono fatte funzionare apparecchiature elettriche che sono installate, manutenute e usate nel modo previsto.

Direttiva EMC

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

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

Direttiva macchine

L'obiettivo della Direttiva macchine è garantire la sicurezza delle persone ed evitare danni materiali alle apparecchiature meccaniche utilizzate nella loro applicazione prevista. La Direttiva macchine vale per una macchina che consiste di un gruppo di componenti interconnessi o dispositivi dei quali almeno uno è in grado di eseguire un movimento meccanico.

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

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

3.1.1.2 Direttiva ErP

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

 Danfoss A/S © 11/2017 Tutti i diritti riservati.

3.1.1.3 Conformità UL

Il marchio Underwriters Laboratory (UL) certifica la sicurezza dei prodotti e le loro certificazioni ambientali in base a test standardizzati. I convertitori di frequenza T7 (525–690 V) sono certificati UL soltanto per 525–600 V.

3.1.1.4 CSA/cUL

L'approvazione CSA/cUL è per convertitori di frequenza con tensione nominale di 600 V o inferiore. La norma garantisce che, quando il convertitore di frequenza è installato secondo la guida di installazione/operativa fornita, l'apparecchiatura è conforme alle norme UL per la sicurezza elettrica e termica. Questo marchio certifica che il prodotto funziona secondo tutte le specifiche e i test ingegneristici richiesti. Un certificato di conformità viene fornito su richiesta.

3.1.1.5 EAC

Il marchio EurAsian Conformity (Conformità eurasiatica, EAC) indica che il prodotto è conforme a tutti i requisiti e alle normative tecniche applicabili al prodotto per l'EurAsian Customs Union (Unione doganale eurasiatica), la quale è composta dagli stati membri dell'EurAsian Economic Union (Unione economica eurasiatica).

Il logo EAC deve essere apposto sia sull'etichetta del prodotto sia su quella del confezionamento. Tutti i prodotti utilizzati all'interno dell'area EAC devono essere acquistati presso Danfoss all'interno dell'area EAC.

3.1.1.6 UkrSEPRO

Il certificato UKrSEPRO garantisce qualità e sicurezza di prodotti e servizi, oltre a stabilità produttiva conformemente alle norme di regolamentazione ucraine. Il certificato UkrSepro è un documento richiesto per lo sdoganamento di qualunque prodotto in ingresso e in uscita dal territorio ucraino.

3.1.1.7 TÜV

TÜV SÜD è un'organizzazione di sicurezza europea che certifica la sicurezza funzionale del convertitore di frequenza conformemente a EN/IEC-61800-5-2. TÜV SÜD testa i prodotti e monitora la loro produzione per garantire che le aziende siano conformi alle rispettive norme.

3.1.1.8 RCM

Il Regulatory Compliance Mark (Marchio di conformità alle norme) (RCM) indica la conformità all'etichettatura EMC delle apparecchiature di telecomunicazione e radiocomunicazione/EMC per le autorità sui mezzi di comunicazione australiani EMC. RMC è ora un marchio di conformità singolo che copre sia i marchi A-Tick che C-Tick. La conformità RCM è necessaria per immettere dispositivi elettrici ed elettronici sul mercato in Australia e Nuova Zelanda.

3.1.1.9 Industria navale

Affinché navi e piattaforme di petrolio/gas possano ricevere un'assicurazione e una licenza regolamentare, una o più società di certificazione navale devono certificare queste applicazioni. Fino a 12 diverse società di classificazione navale hanno certificato le serie di convertitori di frequenza Danfoss.

Per visionare o stampare le approvazioni e i certificati navali andare all'area di download all'indirizzo *drives.danfoss.com/industries/marine-and-offshore/marine-type-approvals/#/*.

3.1.2 Regolamentazioni sul controllo delle esportazioni

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

Si utilizza un numero ECCN per classificare tutti i convertitori di frequenza soggetti a regolamentazioni sul controllo delle esportazioni. Il numero ECCN è indicato nei documenti forniti insieme al convertitore di frequenza.

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

 Danfoss A/S © 11/2017 Tutti i diritti riservati.

3

3.2 Gradi di protezione del frame

I convertitori di frequenza della serie VLT® sono disponibili con diverse protezioni del frame per soddisfare i requisiti dell'applicazione. I gradi di protezione del frame sono forniti in base a due norme internazionali:

- il tipo UL convalida che i frame soddisfano le norme NEMA, National Electrical Manufacturers Association (Associazione nazionale dei costruttori elettrici). I requisiti di costruzione e di test per i frame sono forniti nella pubblicazione delle norme NEMA 250-2003 e UL 50, undicesima edizione
- gradi IP (Ingress Protection/Protezione in ingresso) delineati dall'IEC (International Electrotechnical Commission/Commissione elettrotecnica internazionale) nel resto del mondo.

I convertitori di frequenza della serie VLT® di Danfoss sono disponibili con diversi tipi di protezione del frame per soddisfare i requisiti di IP00 (Chassis protetto), IP20, IP21 (UL Tipo 1) o IP54 (UL Tipo 12). In questo manuale, il tipo UL è scritto come Tipo. Per esempio, IP21/Tipo 1.

Tipo UL standard

Tipo 1 – Frame costruiti per l'uso al coperto per fornire un grado di protezione al personale contro il contatto accidentale con le unità racchiuse e per fornire un grado di protezione contro la caduta di sporcizia.

Tipo 12 – Frame d'uso universale concepiti per essere usati al coperto al fine di proteggere le unità racchiuse contro quanto segue:

- fibre
- filaccia
- polvere e sporcizia
- sciacquio
- infiltrazioni
- gocciolamento e condensazione esterna di liquidi non corrosivi.

Non devono essere presenti fori che attraversano il frame né canaline passacavi e aperture per tubi, tranne in caso di utilizzo con guarnizioni resistenti all'olio per montare meccanismi a tenuta d'olio o a tenuta di polvere. Anche le porte sono dotate di guarnizioni resistenti all'olio. Inoltre, i frame per controllori combinati dispongono di porte a battente che si aprono orizzontalmente e che richiedono un utensile per essere aperte.

IP standard

La *Tabella 3.2* fornisce un riferimento incrociato tra i due standard. La *Tabella 3.3* mostra come leggere il numero IP e definisce i livelli di protezione. I convertitori di frequenza soddisfano i requisiti di entrambi.

NEMA e UL	IP
Chassis	IP00
Chassis protetto	IP20
Tipo 1	IP21
Tipo 12	IP54

Tabella 3.2 Riferimento incrociato numeri NEMA e IP

 Danfoss A/S © 11/2017 Tutti i diritti riservati.

Prima cifra	Seconda cifra	Livello di protezione
0	–	Nessuna protezione
1	–	Protetto fino a 50 mm (2,0 pollici). Le mani non sono in grado di accedere al frame.
2	–	Protetto fino a 12,5 mm (0,5 pollici). Le dita non sono in grado di accedere nel frame.
3	–	Protetto fino a 2,5 mm (0,1 pollici). Gli strumenti non sono in grado di accedere al frame.
4	–	Protetto fino a 1,0 mm (0,04 pollici). I fili non sono in grado di accedere al frame.
5	–	Protetto contro la polvere – ingresso limitato.
6	–	Protetto completamente contro la polvere.
–	0	Nessuna protezione
–	1	Protetto contro le gocce d'acqua cadenti verticalmente.
–	2	Protetto contro le gocce d'acqua cadenti fino a 15° di inclinazione.
–	3	Protetto dall'acqua fino a 60° di inclinazione.
–	4	Protetto contro gli spruzzi d'acqua.
–	5	Protetto dai getti d'acqua.
–	6	Protetto da forti getti d'acqua.
–	7	Protetto dall'immersione temporanea.
–	8	Protetto dall'immersione prolungata.

Tabella 3.3 Dettaglio del numero IP

 Danfoss A/S © 11/2017 Tutti i diritti riservati.

4 Panoramica dei prodotti

4.1 Convertitori di frequenza ad alta potenza VLT®

I convertitori di frequenza Danfoss VLT® descritti in questo manuale sono disponibili come unità a libera installazione, da montare a muro o all'interno di un armadio. Ogni convertitore di frequenza VLT® è configurabile, compatibile e ottimizzato per qualsiasi tipo di motore standard; in questo modo si evitano le limitazioni previste dai pacchetti motore-convertitore. Questi convertitori di frequenza sono disponibili in due configurazioni front-end: a sei impulsi e a 12 impulsi.

4

Vantaggi dei convertitori di frequenza VLT® 6-pulse

- Disponibili in dimensioni di frame e gradi di protezione diversi.
- Un'efficienza pari al 98% riduce i costi operativi.
- Un eccezionale design con canale di raffreddamento nella parte posteriore riduce la necessità di apparecchiature di raffreddamento aggiuntive, assicurando costi di installazione e di gestione inferiori.
- Minore consumo di potenza delle apparecchiature di condizionamento della sala di controllo.
- Costi operativi ridotti.
- Interfaccia utente coerente in tutta la gamma di convertitori di frequenza Danfoss.
- Procedure guidate di avviamento orientate all'applicazione.
- Interfaccia utente multilingue.

Vantaggi dei convertitori di frequenza VLT® 12-pulse

Il VLT® 12-pulse è un convertitore di frequenza a elevata efficienza che permette la riduzione delle armoniche senza dover aggiungere componenti capacitivi o induttivi che spesso richiedono un'analisi di rete per evitare potenziali problemi di risonanza del sistema. Il modello a 12 impulsi è realizzato con lo stesso design modulare del diffuso convertitore di frequenza VLT® a sei impulsi. Per ulteriori metodi di riduzione delle armoniche vedere la *Guida alla Progettazione VLT® Advanced Harmonic Filter AHF 005/AHF 010*.

I convertitori di frequenza a 12 impulsi forniscono gli stessi vantaggi di quelli a sei impulsi, oltre a essere:

- solidi e altamente stabili in tutte le condizioni di rete e di funzionamento
- ideali per applicazioni in cui è necessario ridurre la media tensione o dove occorre un isolamento dal sistema di distribuzione
- eccellenti per l'immunità ai transitori in ingresso.

4.2 Dimensioni del frame per potenza nominale

		Frame disponibili	
kW[1)]	cv[1)]	A sei impulsi	A 12 impulsi
315	450	–	F8–F9
355	500	E1–E2	F8–F9
400	550	E1–E2	F8–F9
450	600	E1–E2	F8–F9
500	650	F1–F3	F10–F11
560	750	F1–F3	F10–F11
630	900	F1–F3	F10–F11
710	1000	F1–F3	F10–F11
800	1200	F2–F4	F12–F13
1000	1350	F2–F4	F12–F13

Tabella 4.1 Potenze nominali dei frame, da 380 a 480 V

1) Tutte le potenze nominali sono misurate al sovraccarico normale. L'uscita è misurata a 400 V (kW) e 460 V (cv).

		Frame disponibili	
kW[1)]	cv[1)]	A sei impulsi	A 12 impulsi
450	450	E1–E2	F8–F9
500	500	E1–E2	F8–F9
560	600	E1–E2	F8–F9
630	650	E1–E2	F8–F9
710	750	F1–F3	F10–F11
800	950	F1–F3	F10–F11
900	1050	F1–F3	F10–F11
1000	1150	F2–F4	F12–F13
1200	1350	F2–F4	F12–F13
1400	1550	F2–F4	F12–F13

Tabella 4.2 Potenze nominali dei frame, da 525 a 690 V

1) Tutte le potenze nominali sono misurate al sovraccarico normale. L'uscita è misurata a 690 V (kW) e 575 V (cv).

 Danfoss A/S © 11/2017 Tutti i diritti riservati.

4.3 Panoramica dei frame da 380 a 480 V

Dimensione del frame	E1	E2
Potenza nominale[1)]		
Uscita a 400 V (kW)	355–450	355–450
Uscita a 460 V (cv)	500–600	500–600
Configurazione front-end		
A sei impulsi	S	S
A 12 impulsi	–	–
Grado di protezione		
IP	IP21/54	IP00
Tipo UL	Tipo 1/12	Chassis
Opzioni hardware[2)]		
Canale posteriore in acciaio inossidabile	–	O
Schermatura principale	O	–
Riscaldatore e termostato	–	–
Luce armadio con presa elettrica	–	–
Filtro RFI (classe A1)	O	O
Morsetti NAMUR	–	–
Controllo resistenza di isolamento (IRM)	–	–
Controllo corrente residua (RCM)	–	–
Chopper di frenatura (IGBT)	O	O
Safe Torque Off	O	O
Morsetti Regen	O	O
Morsetti del motore comuni	–	–
Arresto di emergenza con relè di sicurezza Pilz	–	–
Safe Torque Off con relè di sicurezza Pilz	–	–
Nessun LCP	–	–
LCP grafico	S	S
LCP numerico	O	O
Fusibili	O	O
Morsetti di condivisione del carico	O	O
Fusibili + morsetti di condivisione del carico	O	O
Sezionatore	O	O
Interruttori	–	–
Contattori	–	–
Avviatori manuali motore	–	–
30 A, morsetti protetti da fusibile	–	–
Alimentazione a 24 V CC (SMPS, 5 A)	O	O
Monitoraggio temperatura esterna	–	–
Dimensioni		
Altezza mm (pollici)	2.000 (78,8)	1.547 (60,9)
Larghezza mm (pollici)	600 (23,6)	585 (23,0)
Profondità mm (pollici)	494 (19,4)	498 (19,5)
Peso kg (lb)	270–313 (595–690)	234–277 (516–611)

Tabella 4.3 Convertitori di frequenza E1–E2, da 380 a 480 V

1) Tutte le potenze nominali sono misurate al sovraccarico normale. L'uscita è misurata a 400 V (kW) e 460 V (cv).

2) S = standard, O = opzionale e un trattino indica che l'opzione non è disponibile.

 Danfoss A/S © 11/2017 Tutti i diritti riservati.

Dimensione del frame	F1	F2	F3	F4
Potenza nominale[1]				
Uscita a 400 V (kW)	500–710	800–1000	500–710	800–1000
Uscita a 460 V (cv)	650–1000	1200–1350	650–1000	1200–1350
Configurazione front-end				
A sei impulsi	S	S	S	S
A 12 impulsi	–	–	–	–
Grado di protezione				
IP	IP21/54	IP21/54	IP21/54	IP21/54
Tipo UL	Tipo 1/12	Tipo 1/12	Tipo 1/12	Tipo 1/12
Opzioni hardware[2]				
Canale posteriore in acciaio inossidabile	O	O	O	O
Schermatura principale	–	–	–	–
Riscaldatore e termostato	O	O	O	O
Luce armadio con presa elettrica	O	O	O	O
Filtro RFI (classe A1)	–	–	–	–
Morsetti NAMUR	–	–	–	–
Controllo resistenza di isolamento (IRM)	–	–	O	O
Controllo corrente residua (RCM)	–	–	O	O
Chopper di frenatura (IGBT)	O	O	O	O
Safe Torque Off	O	O	O	O
Morsetti Regen	O	O	O	O
Morsetti del motore comuni	O	O	O	O
Arresto di emergenza con relè di sicurezza Pilz	–	–	O	O
Safe Torque Off con relè di sicurezza Pilz	O	O	O	O
Nessun LCP	–	–	–	–
LCP grafico	S	S	S	S
LCP numerico	–	–	–	–
Fusibili	O	O	O	O
Morsetti di condivisione del carico	O	O	O	O
Fusibili + morsetti di condivisione del carico	O	O	O	O
Sezionatore	–	–	O	O
Interruttori	–	–	O	O
Contattori	–	–	O	O
Avviatori manuali motore	O	O	O	O
30 A, morsetti protetti da fusibile	O	O	O	O
Alimentazione a 24 V CC (SMPS, 5 A)	O	O	O	O
Monitoraggio temperatura esterna	O	O	O	O
Dimensioni				
Altezza mm (pollici)	2.204 (86,8)	2.204 (86,8)	2.204 (86,8)	2.204 (86,8)
Larghezza mm (pollici)	1.400 (55,1)	1.800 (70,9)	2.000 (78,7)	2.400 (94,5)
Profondità mm (pollici)	606 (23,9)	606 (23,9)	606 (23,9)	606 (23,9)
Peso kg (lb)	1.017 (2.242,1)	1.260 (2.777,9)	1.318 (2.905,7)	1.561 (3.441,5)

Tabella 4.4 Convertitori di frequenza F1-F4, da 380 a 500 V

1) Tutte le potenze nominali sono misurate al sovraccarico normale. L'uscita è misurata a 400 V (kW) e 460 V (cv).

2) S = standard, O = opzionale e un trattino indica che l'opzione non è disponibile.

 Danfoss A/S © 11/2017 Tutti i diritti riservati.

Dimensione del frame	F8	F9	F10	F11	F12	F13
Potenza nominale[1)]						
Uscita a 400 V (kW)	315–450	315–450	500–710	500–710	800–1000	800–1000
Uscita a 460 V (cv)	450–600	450–600	650–1000	650–1000	1200–1350	1200–1350
Configurazione front-end						
A sei impulsi	–	–	–	–	–	–
A 12 impulsi	S	S	S	S	S	S
Grado di protezione						
IP	IP21/54	IP21/54	IP21/54	IP21/54	IP21/54	IP21/54
NEMA	Tipo 1/12	Tipo 1/12	Tipo 1/12	Tipo 1/12	Tipo 1/12	Tipo 1/12
Opzioni hardware[2)]						
Canale posteriore in acciaio inossidabile	–	–	–	–	–	–
Schermatura principale	–	–	–	–	–	–
Riscaldatore e termostato	–	–	O	O	O	O
Luce armadio con presa elettrica	–	–	O	O	O	O
Filtro RFI (classe A1)	–	O	–	–	O	O
Morsetti NAMUR	–	–	–	–	–	–
Controllo resistenza di isolamento (IRM)	–	O	–	–	O	O
Controllo corrente residua (RCM)	–	O	–	–	O	O
Chopper di frenatura (IGBT)	O	O	O	O	O	O
Safe Torque Off	O	O	O	O	O	O
Morsetti Regen	–	–	–	–	–	–
Morsetti del motore comuni	–	–	O	O	O	O
Arresto di emergenza con relè di sicurezza Pilz	–	–	–	–	–	–
Safe Torque Off con relè di sicurezza Pilz	O	O	O	O	O	O
Nessun LCP	–	–	–	–	–	–
LCP grafico	S	S	S	S	S	S
LCP numerico	–	–	–	–	–	–
Fusibili	O	O	O	O	O	O
Morsetti di condivisione del carico	–	–	–	–	–	–
Fusibili + morsetti di condivisione del carico	–	–	–	–	–	–
Sezionatore	–	O	O	O	O	O
Interruttori	–	–	–	–	–	–
Contattori	–	–	–	–	–	–
Avviatori manuali motore	–	–	O	O	O	O
30 A, morsetti protetti da fusibile	–	–	O	O	O	O
Alimentazione a 24 V CC (SMPS, 5 A)	O	O	O	O	O	O
Monitoraggio temperatura esterna	–	–	O	O	O	O
Dimensioni						
Altezza mm (pollici)	2.204 (86,8)	2.204 (86,8)	2.204 (86,8)	2.204 (86,8)	2.204 (86,8)	2.204 (86,8)
Larghezza mm (pollici)	800 (31,5)	1.400 (55,2)	1.600 (63,0)	2.400 (94,5)	2.000 (78,7)	2.800 (110,2)
Profondità mm (pollici)	606 (23,9)	606 (23,9)	606 (23,9)	606 (23,9)	606 (23,9)	606 (23,9)
Peso kg (lb)	447 (985,5)	669 (1.474,9)	893 (1.968,8)	1.116 (2.460,4)	1.037 (2.286,4)	1.259 (2.775,7)

Tabella 4.5 Convertitori di frequenza F8-F13, da 380 a 480 V

1) Tutte le potenze nominali sono misurate al sovraccarico normale. L'uscita è misurata a 400 V (kW) e 460 V (cv).

2) S = standard, O = opzionale e un trattino indica che l'opzione non è disponibile.

 Danfoss A/S © 11/2017 Tutti i diritti riservati.

4.4 Panoramica dei frame da 525 a 690 V

Dimensione del frame	E1	E2
Potenza nominale[1)]		
Uscita a 690 V (kW)	450–630	450–630
Uscita a 575 V (cv)	450–650	450–650
Configurazione front-end		
A sei impulsi	S	S
A 12 impulsi	–	–
Grado di protezione		
IP	IP21/54	IP00
Tipo UL	Tipo 1/12	Chassis
Opzioni hardware[2)]		
Canale posteriore in acciaio inossidabile	–	O
Schermatura principale	O	–
Riscaldatore e termostato	–	–
Luce armadio con presa elettrica	–	–
Filtro RFI (classe A1)	O	O
Morsetti NAMUR	–	–
Controllo resistenza di isolamento (IRM)	–	–
Controllo corrente residua (RCM)	–	–
Chopper di frenatura (IGBT)	O	O
Safe Torque Off	S	S
Morsetti Regen	O	O
Morsetti del motore comuni	–	–
Arresto di emergenza con relè di sicurezza Pilz	–	–
Safe Torque Off con relè di sicurezza Pilz	–	–
Nessun LCP	–	–
LCP grafico	S	S
LCP numerico	O	O
Fusibili	O	O
Morsetti di condivisione del carico	O	O
Fusibili + morsetti di condivisione del carico	O	O
Sezionatore	O	O
Interruttori	–	–
Contattori	–	–
Avviatori manuali motore	–	–
30 A, morsetti protetti da fusibile	–	–
Alimentazione a 24 V CC (SMPS, 5 A)	O	O
Monitoraggio temperatura esterna	–	–
Dimensioni		
Altezza mm (pollici)	2.000 (78,8)	1.547 (60,9)
Larghezza mm (pollici)	600 (23,6)	585 (23,0)
Profondità mm (pollici)	494 (19,4)	498 (19,5)
Peso kg (lb)	263–313 (580–690)	221–277 (487–611)

Tabella 4.6 Convertitori di frequenza E1–E2, da 525 a 690 V

1) Tutte le potenze nominali sono misurate al sovraccarico normale. L'uscita è misurata a 690 V (kW) e 575 V (cv).

2) S = standard, O = opzionale e un trattino indica che l'opzione non è disponibile.

 Danfoss A/S © 11/2017 Tutti i diritti riservati.

Dimensione del frame	F1	F2	F3	F4
Potenza nominale[1)]				
Uscita a 690 V (kW)	710–900	1000–1400	710–900	1000–1400
Uscita a 575 V (cv)	750–1050	1150–1550	750–1050	1150–1550
Configurazione front-end				
A sei impulsi	S	S	S	S
A 12 impulsi	–	–	–	–
Grado di protezione				
IP	IP21/54	IP21/54	IP21/54	IP21/54
Tipo UL	Tipo 1/12	Tipo 1/12	Tipo 1/12	Tipo 1/12
Opzioni hardware[2)]				
Canale posteriore in acciaio inossidabile	O	O	O	O
Schermatura principale	–	–	–	–
Riscaldatore e termostato	O	O	O	O
Luce armadio con presa elettrica	O	O	O	O
Filtro RFI (classe A1)	–	–	O	O
Morsetti NAMUR	–	–	–	–
Controllo resistenza di isolamento (IRM)	–	–	O	O
Controllo corrente residua (RCM)	–	–	O	O
Chopper di frenatura (IGBT)	O	O	O	O
Safe Torque Off	O	O	O	O
Morsetti Regen	O	O	O	O
Morsetti del motore comuni	O	O	O	O
Arresto di emergenza con relè di sicurezza Pilz	–	–	O	O
Safe Torque Off con relè di sicurezza Pilz	O	O	O	O
Nessun LCP	–	–	–	–
LCP grafico	S	S	S	S
LCP numerico	–	–	–	–
Fusibili	O	O	O	O
Morsetti di condivisione del carico	O	O	O	O
Fusibili + morsetti di condivisione del carico	O	O	O	O
Sezionatore	–	–	O	O
Interruttori	–	–	O	O
Contattori	–	–	O	O
Avviatori manuali motore	O	O	O	O
30 A, morsetti protetti da fusibile	O	O	O	O
Alimentazione a 24 V CC (SMPS, 5 A)	O	O	O	O
Monitoraggio temperatura esterna	O	O	O	O
Dimensioni				
Altezza mm (pollici)	2.204 (86,8)	2.204 (86,8)	2.204 (86,8)	2.204 (86,8)
Larghezza mm (pollici)	1.400 (55,1)	1.800 (70,9)	2.000 (78,7)	2.400 (94,5)
Profondità mm (pollici)	606 (23,9)	606 (23,9)	606 (23,9)	606 (23,9)
Peso kg (lb)	1.017 (2.242,1)	1.260 (2.777,9)	1.318 (2.905,7)	1.561 (3.441,5)

Tabella 4.7 Convertitori di frequenza F1-F4, da 525 a 690 V

1) Tutte le potenze nominali sono misurate al sovraccarico normale. L'uscita è misurata a 690 V (kW) e 575 V (cv).

2) S = standard, O = opzionale e un trattino indica che l'opzione non è disponibile.

 Danfoss A/S © 11/2017 Tutti i diritti riservati.

4

Dimensione del frame	F8	F9	F10	F11	F12	F13
Potenza nominale[1)]						
Uscita a 690 V (kW)	450–630	450–630	710–900	710–900	1000–1400	1000–1400
Uscita a 575 V (cv)	450–650	450–650	750–1050	750–1050	1150–1550	1150–1550
Configurazione front-end						
A sei impulsi	–	–	–	–	–	–
A 12 impulsi	S	S	S	S	S	S
Grado di protezione						
IP	IP21/54	IP21/54	IP21/54	IP21/54	IP21/54	IP21/54
NEMA	Tipo 1/12	Tipo 1/12	Tipo 1/12	Tipo 1/12	Tipo 1/12	Tipo 1/12
Opzioni hardware[2)]						
Canale posteriore in acciaio inossidabile	–	–	–	–	–	–
Schermatura principale	–	–	–	–	–	–
Riscaldatore e termostato	–	–	O	O	O	O
Luce armadio con presa elettrica	–	–	O	O	O	O
Filtro RFI (classe A1)	–	O	–	–	O	O
Morsetti NAMUR	–	–	–	–	–	–
Controllo resistenza di isolamento (IRM)	–	O	–	–	O	O
Controllo corrente residua (RCM)	–	O	–	–	O	O
Chopper di frenatura (IGBT)	O	O	O	O	O	O
Safe Torque Off	O	O	O	O	O	O
Morsetti Regen	–	–	–	–	–	–
Morsetti del motore comuni	–	–	O	O	O	O
Arresto di emergenza con relè di sicurezza Pilz	–	–	–	–	–	–
Safe Torque Off con relè di sicurezza Pilz	O	O	O	O	O	O
Nessun LCP	–	–	–	–	–	–
LCP grafico	S	S	S	S	S	S
LCP numerico	–	–	–	–	–	–
Fusibili	O	O	O	O	O	O
Morsetti di condivisione del carico	–	–	–	–	–	–
Fusibili + morsetti di condivisione del carico	–	–	–	–	–	–
Sezionatore	–	O	O	O	O	O
Interruttori	–	–	–	–	–	–
Contattori	–	–	–	–	–	–
Avviatori manuali motore	–	–	O	O	O	O
30 A, morsetti protetti da fusibile	–	–	O	O	O	O
Alimentazione a 24 V CC (SMPS, 5 A)	O	O	O	O	O	O
Monitoraggio temperatura esterna	–	–	O	O	O	O
Dimensioni						
Altezza mm (pollici)	2.204 (86,8)	2.204 (86,8)	2.204 (86,8)	2.204 (86,8)	2.204 (86,8)	2.204 (86,8)
Larghezza mm (pollici)	800 (31,5)	1.400 (55,1)	1.600 (63,0)	2.400 (94,5)	2.000 (78,7)	2.800 (110,2)
Profondità mm (pollici)	606 (23,9)	606 (23,9)	606 (23,9)	606 (23,9)	606 (23,9)	606 (23,9)
Peso kg (lb)	447 (985,5)	669 (1.474,9)	893 (1.968,8)	1.116 (2.460,4)	1.037 (2.286,4)	1.259 (2.775,7)

Tabella 4.8 Convertitori di frequenza F8-F13, da 525 a 690 V

1) Tutte le potenze nominali sono misurate al sovraccarico normale. L'uscita è misurata a 690 V (kW) e 575 V (cv).

2) S = standard, O = opzionale e un trattino indica che l'opzione non è disponibile.

 Danfoss A/S © 11/2017 Tutti i diritti riservati.

4.5 Disponibilità del kit

Descrizione kit[1)]	E1	E2	F1	F2	F3	F4	F8	F9	F10	F11	F12	F13
USB sullo sportello	O	–	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O
LCP, numerico	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O
LCP, grafico[2)]	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O
Cavo LCP, 3 m (9 piedi)	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O
Kit di montaggio per LCP numerico (LCP, dispositivi di fissaggio, guarnizione e cavo)	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O
Kit di montaggio per LCP grafico (LCP, dispositivi di fissaggio, guarnizione e cavo)	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O
Kit di montaggio per tutti gli LCP (dispositivi di fissaggio, guarnizione e cavo)	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O
Ingresso dall'alto dei cavi motore	–	–	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O
Ingresso dall'alto dei cavi dell'alimentazione di rete	–	–	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O
Ingresso dall'alto dei cavi dell'alimentazione di rete con sezionatore	–	–	–	–	O	O	–	–	–	–	–	–
Ingresso dall'alto dei cavi del bus di campo	–	O	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Morsetti del motore comuni	–	–	O	O	O	O	–	–	–	–	–	–
Frame NEMA 3R	–	O	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Piedistallo	O	O	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Piastra opzioni di ingresso	O	O	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Conversione IP20	–	O	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Raffreddamento (soltanto) uscita superiore	–	O	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Raffreddamento a canale posteriore (ingresso e uscita posteriori)	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O
Raffreddamento a canale posteriore (ingresso inferiore e uscita superiore)	–	O	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–

Tabella 4.9 Kit disponibili per frame E1–E2, F1–F4 ed F8–F13

1) S = standard, O = opzionale e un trattino indica che il kit non è disponibile per quel frame. Per le descrizioni e i codici del kit vedere il capitolo 13.2 Numeri d'ordine per opzioni/kit.

2) L'LCP grafico viene fornito di serie con frame E1–E2, F1–F4 ed F8–F13. Se è necessario più di un LCP grafico, il kit è disponibile per l'acquisto.

 Danfoss A/S © 11/2017 Tutti i diritti riservati.

5 Caratteristiche del prodotto

5.1 Caratteristiche automatiche di funzionamento

Le caratteristiche di funzionamento automatizzate sono attive quando il convertitore di frequenza è in funzione. La maggior parte di esse non richiede alcuna programmazione o setup. Il convertitore di frequenza dispone di una gamma di funzioni di protezione integrate che proteggono il convertitore di frequenza stesso e il motore controllato.

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

5.1.1 Protezione contro i cortocircuiti

Motore (fase-fase)
Il convertitore di frequenza è protetto contro i cortocircuiti sul lato motore tramite misurazioni della corrente in ciascuna delle tre fasi del motore. Un cortocircuito tra due fasi di uscita provoca una sovracorrente nell'inverter. L'inverter viene disinserito quando la corrente di cortocircuito supera il valore consentito (*Allarme 16, Trip Lock (Scatto bloccato)*).

Lato rete
Un convertitore di frequenza che funziona correttamente limita la corrente che può trarre dall'alimentazione. Tuttavia, 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). I fusibili sul lato della rete sono obbligatori per la Conformità UL.

AVVISO!

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

Resistenza di frenatura
Il convertitore di frequenza è protetto da cortocircuiti 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.

5.1.2 Protezione da sovratensione

Sovratensione generata dal motore
La tensione nel collegamento CC subisce un aumento quando il motore funziona da generatore. Ciò si verifica nei casi seguenti:

- Il carico fa ruotare il motore con una frequenza di uscita costante dal convertitore di frequenza, vale a dire che il carico genera energia.
- Durante la decelerazione (rampa di decelerazione), se il momento d'inerzia è elevato, l'attrito è basso e il tempo rampa di decelerazione è troppo breve per consentire la dissipazione dell'energia attraverso il sistema del convertitore di frequenza.
- Un'impostazione non corretta della compensazione dello scorrimento causa una maggiore tensione del collegamento CC.
- Forza c.e.m. di funzionamento del motore PM. In presenza di funzionamento a ruota libera ad alti giri/min. la forza c.e.m. del motore PM è potenzialmente in grado di superare la massima tensione tollerata dal convertitore di frequenza, causando danni. Per evitare che ciò si verifichi, il valore del *parametro 4-19 Max Output Frequency* viene limitato automaticamente sfruttando un calcolo interno basato sul valore del *parametro 1-40 Back EMF at 1000 RPM*, del *parametro 1-25 Motor Nominal Speed* e del *parametro 1-39 Motor Poles*.

AVVISO!

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

La sovratensione può essere gestita usando una funzione freno (*parametro 2-10 Brake Function*) e/o usando un controllo sovratensione (*parametro 2-17 Over-voltage Control*).

 Danfoss A/S © 11/2017 Tutti i diritti riservati.

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

Un freno CA è un'alternativa per migliorare la frenatura senza l'uso di una resistenza freno. Questa funzione controlla la sovramagnetizzazione del motore quando il motore funziona come un generatore. 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 frenatura dinamica con una resistenza.

Controllo sovratensione (OVC)
Estendendo automaticamente il tempo rampa di decelerazione, l'OVC riduce il rischio che il convertitore di frequenza scatti a causa di una sovratensione sul collegamento CC.

AVVISO!

L'OVC può essere attivato per un motore PM con tutti i nuclei di controllo, PM VVC+, Flux OL e Flux CL per motori PM.

5.1.3 Rilevamento mancanza di una fase del motore

La funzione fase del motore mancante (*parametro 4-58 Missing Motor Phase Function*) è abilitata in fabbrica per evitare danni al motore qualora manchi una fase del motore. L'impostazione di fabbrica è 1000 ms, ma può essere regolata per un rilevamento più rapido.

5.1.4 Rilevamento sbilanciamento della tensione di alimentazione

Il funzionamento in condizioni di grave sbilanciamento della tensione di alimentazione riduce la durata del motore e del convertitore di frequenza. Se il motore viene usato continuamente a valori vicini al carico nominale, le condizioni sono gravi. L'impostazione di fabbrica fa scattare il convertitore di frequenza in presenza di uno sbilanciamento di tensione di alimentazione (*parametro 14-12 Response to Mains Imbalance*).

5.1.5 Commutazione sull'uscita

L'aggiunta di un interruttore in uscita tra il motore e il convertitore di frequenza è consentito, tuttavia potrebbe comparire un messaggio di guasto. Danfoss non consiglia l'utilizzo di questa funzione per i convertitori di frequenza da 525-690 V collegati a una rete di alimentazione IT.

5.1.6 Protezione da sovraccarico

Limite di coppia
La funzione limite di coppia protegge il motore dal sovraccarico, indipendentemente dalla velocità. Il limite di coppia è controllato in *parametro 4-16 Torque Limit Motor Mode* e *parametro 4-17 Torque Limit Generator Mode*. L'intervallo di tempo prima che intervengano gli scatti di avviso del limite di coppia è controllato nel *parametro 14-25 Trip Delay at Torque Limit*.

Limite di corrente
Il limite di corrente è controllato nel *parametro 4-18 Current Limit* e il tempo prima che il convertitore di frequenza scatti è controllato nel *parametro 14-24 Trip Delay at Current Limit*.

Lim. velocità
Limite velocità minima: il *Parametro 4-11 Motor Speed Low Limit [RPM]* oppure il *parametro 4-12 Motor Speed Low Limit [Hz]* limitano l'intervallo di velocità operativa del convertitore di frequenza.
Limite velocità massimo: il *Parametro 4-13 Motor Speed High Limit [RPM]* oppure il *parametro 4-19 Max Output Frequency* limitano la velocità di uscita massima che può fornire il convertitore di frequenza.

Relè termico elettronico (ETR)
L'ETR è una caratteristica elettronica che simula un relè a bimetallo sulla base di misure interne. La caratteristica viene mostrata in *Disegno 5.1*.

Limite tens.
L'inverter si disinserisce per proteggere i transistor e i condensatori del collegamento CC 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.

5.1.7 Protezione rotore bloccato

Possono esistere situazioni in cui il rotore è bloccato a causa del carico eccessivo o di alcuni altri fattori. Il rotore bloccato non riesce a produrre abbastanza raffreddamento che, a sua volta, può surriscaldare l'avvolgimento del motore. 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+ (*parametro 30-22 Locked Rotor Detection*).

 Danfoss A/S © 11/2017 Tutti i diritti riservati.

5.1.8 Declassamento automatico

Il convertitore di frequenza controlla costantemente i seguenti valori critici:

- alta temperatura sulla scheda di controllo o sul dissipatore
- carico del motore elevato
- alta tensione del collegamento CC
- velocità del motore ridotta.

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

AVVISO!

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

5.1.9 Automatic energy optimization (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:

- maggiore efficienza
- riscaldamento ridotto
- funzionamento più silenzioso.

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

5.1.10 Modulazione Automatica della Frequenza di Commutazione

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

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

5.1.11 Declassamento per alta frequenza di commutazione

Il convertitore di frequenza è progettato per il funzionamento continuo a pieno carico a frequenze di commutazione comprese tra 1,5 e 2 kHz per 380-480 V e 1 e 1,5 kHz per 525-690 V. Il campo di frequenza dipende dalla taglia di potenza e dalla tensione nominale. Una frequenza di commutazione superiore all'intervallo massimo consentito genera maggiore calore nel convertitore di frequenza e richiede la riduzione della corrente di uscita.

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

5.1.12 Prestazioni con variazione della potenza

Il convertitore di frequenza resiste a fluttuazioni di rete come:

- transitori
- interruzioni momentanee della rete
- brevi cadute di tensione
- sbalzi di corrente.

Il convertitore di frequenza compensa automaticamente le tensioni di ingresso ±10% da quelle nominali fornendo tensione e coppia nominale del motore. Quando si seleziona il riavvio automatico, il convertitore di frequenza si riaccende automaticamente dopo uno scatto di tensione. Con il riaggancio al volo il convertitore di frequenza si sincronizza con la rotazione del motore prima dell'avvio.

 Danfoss A/S © 11/2017 Tutti i diritti riservati.

5.1.13 Smorzamento risonanza

Lo smorzamento risonanza elimina il disturbo di risonanza ad alta frequenza. È disponibile uno smorzamento della frequenza selezionato automaticamente o manualmente.

5.1.14 Ventole controllate in temperatura

I sensori nel convertitore di frequenza regolano il funzionamento delle ventole di raffreddamento interne. Spesso le ventole di raffreddamento non funzionano durante il funzionamento a basso carico o durante il modo pausa o in standby. Questi sensori riducono il disturbo, aumentano l'efficienza e allungano la vita di funzionamento della ventola.

5.1.15 Conformità EMC

L'interferenza elettromagnetica (EMI) e l'interferenza delle radiofrequenze (RFI) sono disturbi che possono influire sui circuiti elettrici a causa della radiazione o dell'induzione 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 e la norma europea EN 55011. I cavi motore devono essere schermati e adeguatamente terminati per soddisfare i livelli di emissione in EN 55011. Per maggiori informazioni relative alle prestazioni EMC vedere il *capitolo 10.15.1 Risultati test EMC*.

5.1.16 Isolamento galvanico di morsetti di controllo

Tutti i morsetti di controllo e i morsetti dei relè di uscita sono isolati galvanicamente dalla tensione di rete, che protegge totalmente il circuito di comando dalla corrente di ingresso. I morsetti dei relè di uscita richiedono un proprio collegamento di messa a terra. Questo isolamento soddisfa i severi requisiti di bassissima tensione di protezione (PELV) per l'isolamento.

I componenti che costituiscono l'isolamento galvanico sono:

- alimentazione, incluso l'isolamento del segnale.
- comando gate per IGBT, trasformatori di innesco e fotoaccoppiatori.
- I trasduttori di corrente di uscita a effetto Hall.

5.2 Caratteristiche personalizzate dell'applicazione

Le caratteristiche applicative personalizzate sono le caratteristiche più comuni programmate nel convertitore di frequenza al fine di migliorare le prestazioni di sistema. Richiedono una programmazione o un setup minimi. Per istruzioni sull'attivazione di queste funzioni vedere la *Guida alla Programmazione*.

5.2.1 Adattamento automatico motore

L'adattamento automatico motore (AMA) è una procedura di test automatico usata per misurare le caratteristiche elettriche del motore. L'AMA fornisce un modello elettronico accurato del motore, consentendo al convertitore di frequenza di calcolare le prestazioni ottimali e l'efficienza. L'esecuzione della procedura AMA massimizza anche la funzionalità 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.

5.2.2 Controllore PID integrato

Il controllore PID proporzionale, integrale e derivato integrato elimina la necessità di dispositivi di controllo ausiliari. Il controllore PID mantiene il controllo costante dei sistemi ad anello chiuso in cui devono essere mantenuti una pressione, un flusso e una temperatura regolati o altri requisiti di sistema.

Il convertitore di frequenza è dotato di due segnali di retroazione da due dispositivi diversi, consentendo la regolazione del sistema con diversi requisiti di retroazione. Il convertitore di frequenza regola il controllo confrontando i due segnali per ottimizzare le prestazioni del sistema.

5.2.3 Protezione termica del motore

La protezione termica del motore può essere fornita tramite:

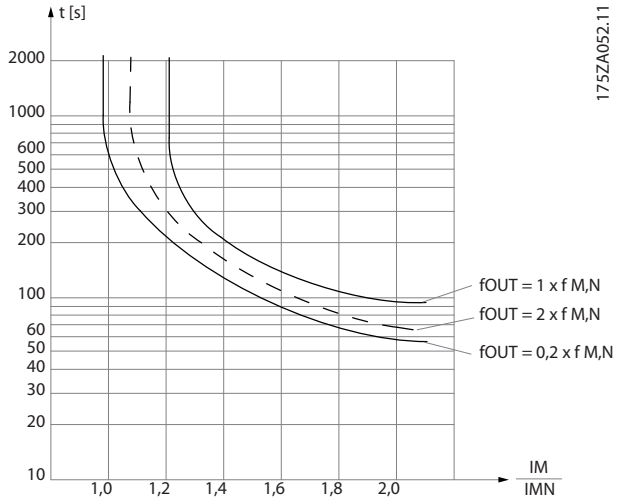
- Temperatura diretta rilevata mediante l'utilizzo di un
  - sensore PTC o KTY negli avvolgimenti del motore e con collegamento a un AI o DI standard
  - PT100 o PT1000 negli avvolgimenti del motore e nei cuscinetti del motore, con collegamento alla VLT® Sensor Input Card MCB 114

 Danfoss A/S © 11/2017 Tutti i diritti riservati.

- Ingresso termistore PTC sul VLT® PTC Thermistor Card MCB 112 (approvato ATEX).

- Interruttore termomeccanico (tipo Klixon) su un DI.
- Relè termico elettronico integrato (ETR).

L'ETR calcola la temperatura del motore misurando la corrente, la frequenza e il tempo di funzionamento. Il convertitore di frequenza visualizza il carico termico sul motore in percentuale e può emettere un avviso al raggiungimento di un setpoint di sovraccarico programmabile.
Le opzioni programmabili in caso di sovraccarico consentono al convertitore di frequenza di arrestare il motore, ridurre l'uscita o ignorare la condizione. Anche a basse velocità il convertitore di frequenza soddisfa le norme in materia di sovraccarico motore elettronico I2t Classe 20.



Disegno 5.1 Caratteristiche ETR

L'asse X mostra il rapporto tra I_{motor} e I_{motor} nominale. L'asse Y riporta il tempo in secondi che precede il momento in cui l'ETR scatta e scollega il convertitore. Le curve illustrano la velocità nominale caratteristica a una velocità doppia della velocità nominale e a una velocità pari a 0,2 volte la velocità nominale.
A velocità più bassa l'ETR si disinserisce a livelli di calore inferiori a causa del minor raffreddamento del motore. In tal modo il motore è protetto dal surriscaldamento anche a bassa velocità. La funzione ETR calcola la temperatura del motore basandosi sull'effettiva corrente e velocità. La temperatura calcolata è visibile come un parametro di visualizzazione in *parametro 16-18 Motor Thermal*.
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. Vedere la *guida alla programmazione* per le istruzioni di setup.

5.2.4 Protezione termica del motore per motori Ex-e

Il convertitore di frequenza è dotato di una funzione di monitoraggio termico ETR ATEX per il funzionamento di motori Ex-e secondo EN 60079-7. Quando combinata a un dispositivo di monitoraggio PTC approvato ATEX, come l'opzione VLT® PTC Thermistor Card MCB 112 o un dispositivo esterno, l'installazione non richiede un'approvazione individuale da parte di una organizzazione autorizzata.

La funzione di monitoraggio termico ETR ATEX abilita l'utilizzo di un motore Ex-e al posto di un motore Ex-d molto più costoso, grande e pesante. La funzione garantisce che il convertitore di frequenza limiti la corrente motore per evitare il surriscaldamento.

Requisiti relativi al motore Ex-e

- Assicurarsi che il motore Ex-e sia approvato per il funzionamento in aree pericolose (area ATEX 1/21, area ATEX 2/22) con i convertitori di frequenza. Il motore deve essere certificato per la specifica area di pericolo.
- Installare il motore Ex-e nelle aree 1/21 o 2/22 dell'area di pericolo, secondo l'approvazione del motore.

AVVISO!

Installare il convertitore di frequenza fuori dall'area di pericolo.

- Assicurarsi che il motore Ex-e sia dotato di un dispositivo di protezione da sovraccarico motore approvato ATEX. Questo dispositivo monitora la temperatura negli avvolgimenti del motore. Se è presente un livello di temperatura critico o un malfunzionamento, il dispositivo spegne il motore.
    - L'opzione VLT® PTC Thermistor MCB 112 offre un monitoraggio approvato ATEX della temperatura del motore. Il convertitore di frequenza ha in dotazione, come prerequisito, da tre a sei termistori PTC in serie, conformemente al DIN 44081 o 44082.
    - In alternativa è possibile utilizzare un dispositivo di protezione PTC esterno approvato ATEX.
- Il filtro sinusoidale è richiesto nel caso seguente:
    - Cavi lunghi (picchi di tensione) o tensione di rete aumentata producono

 Danfoss A/S © 11/2017 Tutti i diritti riservati.

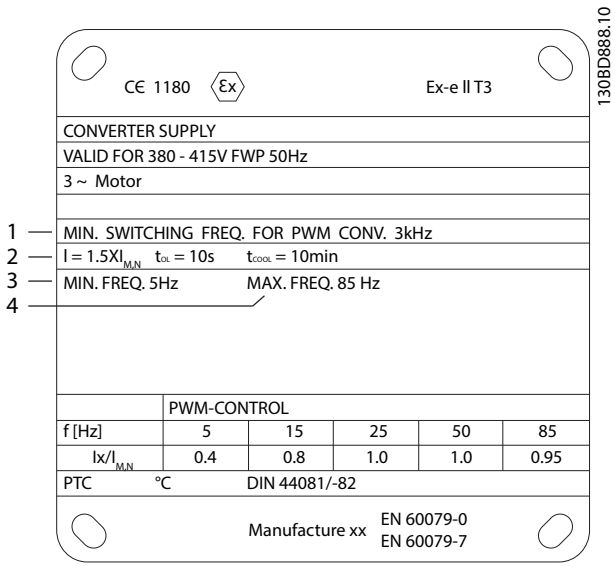
tensioni eccedenti la massima tensione consentita ai morsetti del motore.

- La frequenza di commutazione minima del convertitore di frequenza non è conforme ai requisiti indicati dal costruttore del motore. La frequenza di commutazione minima del convertitore di frequenza è mostrata come valore predefinito nel *parametro 14-01 Switching Frequency*.

Compatibilità del motore e del convertitore di frequenza
Per motori certificati secondo EN-60079-7 viene fornito dal produttore del motore un elenco di dati comprendente limiti e regole sotto forma di scheda tecnica, oppure sulla targa del motore. Durante la pianificazione, l'installazione, la messa in funzione, il funzionamento e l'assistenza attenersi ai limiti e alle regole forniti dal produttore riguardo a:

- frequenza di commutazione minima
- corrente massima
- frequenza motore minima
- frequenza motore massima.

L'*Disegno 5.2* mostra dove sono indicati i requisiti sulla targa del motore.



1	Frequenza di commutazione minima
2	Corrente massima
3	Frequenza motore minima
4	Frequenza motore massima

Disegno 5.2 Targa del motore che mostra i requisiti del convertitore di frequenza

Quando si abbinano convertitore di frequenza e motore, Danfoss specifica i seguenti requisiti aggiuntivi per garantire un'adeguata protezione termica del motore:

- Non eccedere il rapporto massimo consentito tra dimensione del convertitore di frequenza e dimensione del motore. Il valore tipico è $I_{VLT,n} \leq 2xI_{m,n}$
- Considerare tutte le cadute di tensione dal convertitore di frequenza al motore. Se il motore funziona con una tensione inferiore a quella elencata fra le caratteristiche u/f, la corrente potrebbe aumentare facendo scattare un allarme.

Per ulteriori informazioni vedere l'esempio di applicazione nel *capitolo 12 Esempi applicativi*.

5.2.5 Caduta di tensione di rete

Durante la caduta di tensione di rete il convertitore di frequenza continua a funzionare fino a quando la tensione del collegamento CC non scende al di sotto del livello minimo di funzionamento. Il livello di arresto minimo è di norma il 15% al di sotto della tensione di alimentazione nominale minima. La tensione di rete precedente alla caduta di tensione e il carico del motore determinano il tempo occorrente al convertitore di frequenza per giungere a ruota libera.

Il convertitore di frequenza può essere configurato (*parametro 14-10 Mains Failure*) per diversi tipi di comportamento durante una caduta di tensione di rete:

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

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

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

Configurare il comportamento del convertitore di frequenza in occasione della caduta di tensione di rete nel *parametro 14-10 Mains Failure* e nel *parametro 1-73 Flying Start*.

 Danfoss A/S © 11/2017 Tutti i diritti riservati.

5.2.6 Riavvio automatico

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

5.2.7 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 esercizio di progetto del motore. Questo convertitore di frequenza è diverso dai convertitori di frequenza a coppia variabile e da quelli a coppia costante. I convertitori di frequenza a coppia variabile forniscono una coppia motore ridotta a bassa velocità. I convertitori di frequenza a coppia costante forniscono tensione in eccesso, calore e rumore motore a meno della velocità inferiore.

5.2.8 Bypass frequenza

In alcune applicazioni il sistema può avere velocità di funzionamento che creano una risonanza meccanica. Tale risonanza meccanica può generare un disturbo eccessivo ed eventualmente danneggiare i componenti meccanici nel sistema. Il convertitore di frequenza dispone di quattro larghezze di banda di frequenza di bypass programmabili. Le larghezze di banda consentono al motore di non funzionare a velocità tali da provocare risonanza nel sistema.

5.2.9 Preriscaldamento 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. Questa funzione può eliminare la necessità di un riscaldatore.

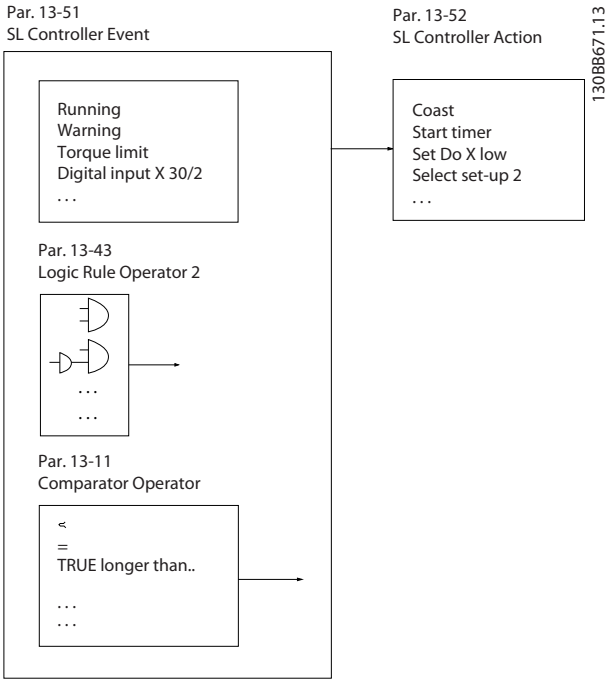
5.2.10 Setup programmabili

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

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

5.2.11 Smart Logic Control (SLC)

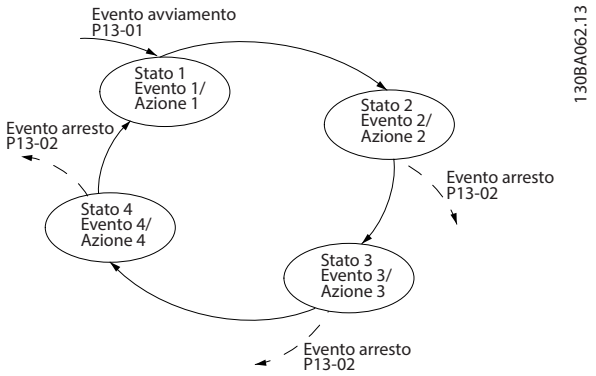
Lo Smart Logic Control (SLC) è una sequenza di azioni definite dall'utente (vedere *parametro 13-52 SL Controller Action* [x]), le quali vengono eseguite dall'SLC quando l'evento associato definito dall'utente (vedere *parametro 13-51 SL Controller Event* [x]) è valutato come vero dall'SLC.
La condizione 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 diventi VERO. Tale condizione dà luogo a un'azione associata come mostrato nella *Disegno 5.3*.



Disegno 5.3 Evento e azione SLC

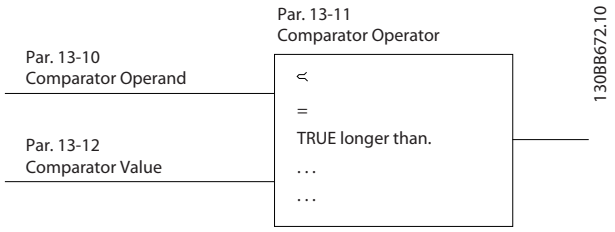
 Danfoss A/S © 11/2017 Tutti i diritti riservati.

Eventi e azioni sono ciascuno numerati e collegati in coppie (stati), il che significa che quando è soddisfatto l'evento [0] (raggiunge il valore VERO), viene eseguita l'azione [0]. Dopo che la prima azione è stata eseguita, le condizioni dell'evento successivo vengono valutate. Se questo evento viene valutato come VERO, allora verrà eseguita l'azione corrispondente. Verrà valutato un solo evento alla volta. Se un evento viene valutato come FALSO, durante l'intervallo di scansione corrente non succede nulla nell'SLC e non vengono valutati altri eventi. Quando si avvia, l'SLC valuta soltanto l'evento [0] durante ciascun intervallo di scansione. Soltanto se l'evento [0] viene valutato come VERO l'SLC esegue l'azione [0] e inizia a valutare l'evento successivo. È possibile programmare 1–20 eventi e azioni.
Una volta eseguito l'ultimo evento/azione, la sequenza inizia da capo con evento [0]/azione [0]. La *Disegno 5.4* mostra un esempio con quattro eventi/azioni:



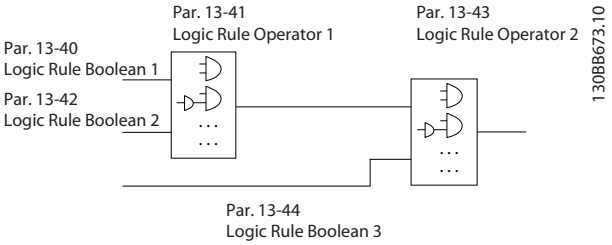
Disegno 5.4 Ordine di esecuzione quando sono programmati 4 eventi/azioni

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



Disegno 5.5 Comparatori

Regole logiche
Si possono combinare fino a tre ingressi booleani (ingressi VERO/FALSO) di timer, comparatori, ingressi digitali, bit di stato ed eventi utilizzando gli operatori logici AND, OR e NOT.



Disegno 5.6 Regole logiche

5.2.12 Safe Torque Off

La funzione Safe Torque Off (STO) viene usata per fermare il convertitore di frequenza in situazioni di arresto di emergenza. Il convertitore di frequenza può utilizzare la funzione STO per motori asincroni, sincroni e a magneti permanenti.

Per maggiori informazioni su Safe Torque Off, oltre che su installazione e messa in funzione, consultare la *guida operativa VLT® Safe Torque Off serie FC*.

Condizioni di responsabilità
Il cliente è responsabile di assicurare che il personale sappia come installare e far funzionare la funzione Safe Torque Off:

- Leggendo e comprendendo le norme di sicurezza riguardanti la salute e la sicurezza, nonché la prevenzione degli incidenti.
- Comprendendo le direttive generiche e di sicurezza fornite nella *guida operativa VLT® Safe Torque Off serie FC*.
- Possedendo un'adeguata conoscenza delle norme generiche e di sicurezza per l'applicazione specifica.

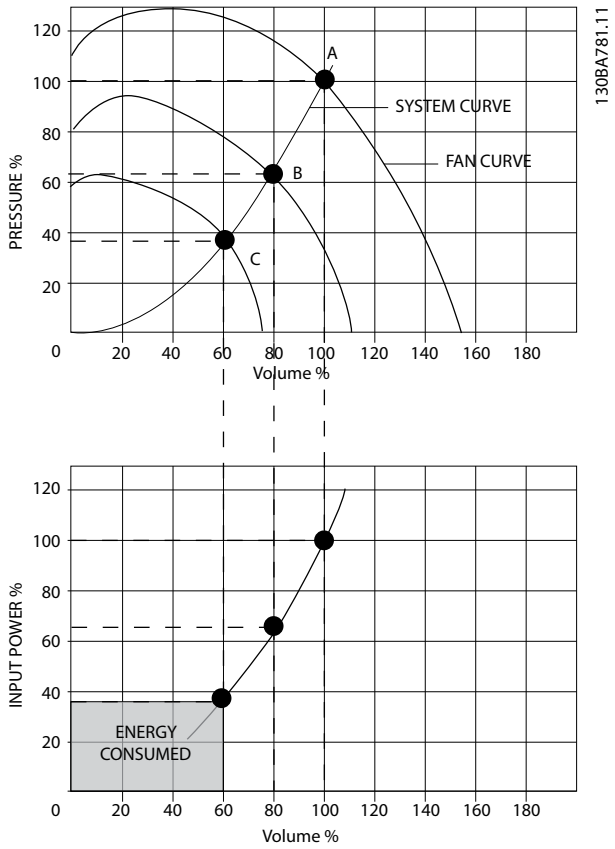
 Danfoss A/S © 11/2017 Tutti i diritti riservati.

5.3 Funzionalità specifiche di VLT® HVAC Drive

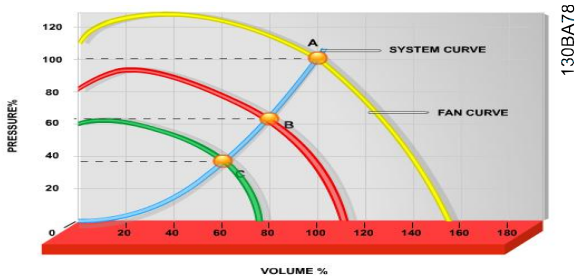
Un convertitore di frequenza si basa sul principio che ventilatori e pompe centrifughe seguono le leggi di proporzionalità per tali applicazioni. Per ulteriori informazioni vedere il *capitolo 5.3.1 Utilizzo di un convertitore di frequenza per risparmiare energia*.

5.3.1 Utilizzo di un convertitore di frequenza per risparmiare energia

L'evidente vantaggio derivante dall'utilizzo di un convertitore di frequenza per regolare la velocità di ventilatori e pompe è rappresentato dalla possibilità di risparmiare energia elettrica. In confronto a tecnologie e sistemi di regolazione alternativi, un convertitore di frequenza è il sistema di controllo energetico ottimale per la regolazione di ventilatori e pompe.



Disegno 5.7 Risparmio di energia con potenza ridotta delle ventole



Disegno 5.8 Curve della ventola per portate ridotte della ventola

Esempio di risparmi energetici

Disegno 5.9 descrive la dipendenza di portata, pressione e consumo di potenza dal numero di giri/min. Come indicato nella *Disegno 5.9* la portata viene regolata variando il numero di giri/min.Riducendo la velocità solo del 20% rispetto alla velocità nominale, la portata viene ridotta del 20%. La portata è direttamente proporzionale al numero di giri/min. Il consumo di energia elettrica viene in tal modo ridotto del 50%.

Se il sistema funziona con una portata del 100% soltanto per pochi giorni l'anno mentre per il resto dell'anno la media della portata fornita è inferiore all'80% della portata nominale, la quantità di energia risparmiata supera addirittura il 50%.

$$\textit{Portata: } \frac{Q_1}{Q_2} = \frac{n_1}{n_2}$$

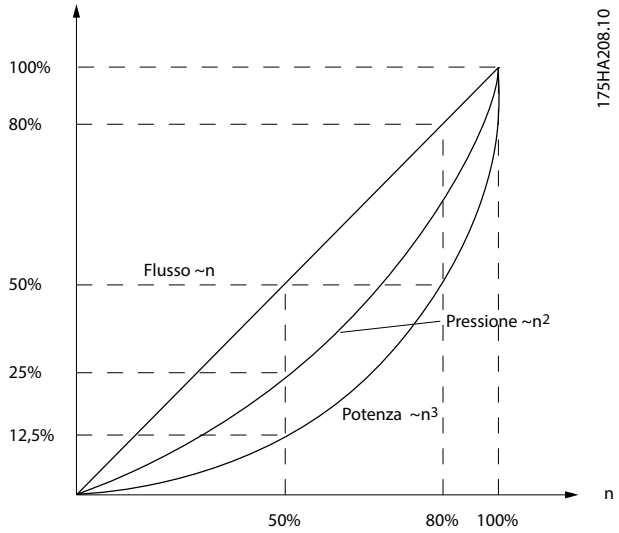
$$\textit{Pressione: } \frac{H_1}{H_2} = \left(\frac{n_1}{n_2}\right)^2$$

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

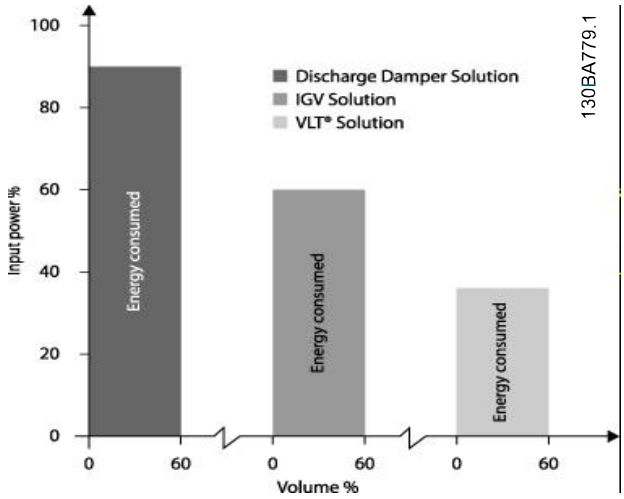
Q	Flusso	P	Potenza
Q_1	Portata nominale	P_1	Potenza nominale
Q_2	Portata ridotta	P_2	Potenza ridotta
H	Pressione	n	Controllo di velocità
H_1	Pressione nominale	n_1	Velocità nominale
H_2	Pressione ridotta	n_2	Velocità ridotta

Tabella 5.1 Definizioni delle leggi di proporzionalità

Danfoss A/S © 11/2017 Tutti i diritti riservati.



Disegno 5.9 Leggi di proporzionalità

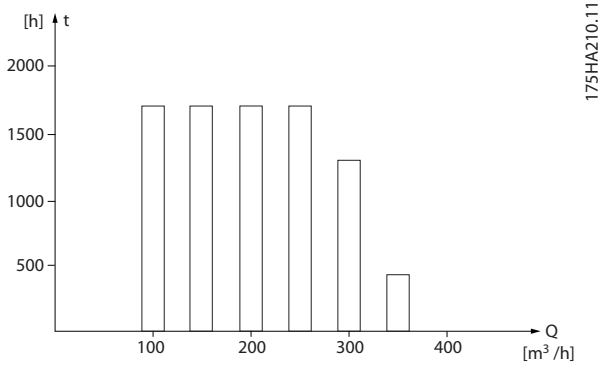


Disegno 5.10 Tre sistemi di risparmio energetico comuni

Confronto dei risparmi energetici

La soluzione di convertitore di frequenza di Danfoss offre risparmi maggiori rispetto alle soluzioni di risparmio energetico tradizionali. Il convertitore di frequenza è in grado di regolare la velocità della ventola in base al carico termico del sistema e funziona come un sistema di gestione per edifici (Building Management System, BMS).

Il grafico (*Disegno 5.10*) illustra i tipici risparmi di energia ottenibili con 3 soluzioni ben note quando la portata della ventola viene ridotta al 60%. Come il grafico dimostra, in applicazioni tipiche possono essere ottenuti risparmi energetici superiori al 50%.



Disegno 5.11 Distribuzione della portata nel corso di un anno

Le valvole di scarico riducono il consumo di potenza. Le palette regolabili in aspirazione consentono una riduzione del 40%, ma la loro installazione è costosa. La soluzione di convertitore di frequenza di Danfoss riduce il consumo energetico di oltre il 50% ed è facile da installare.

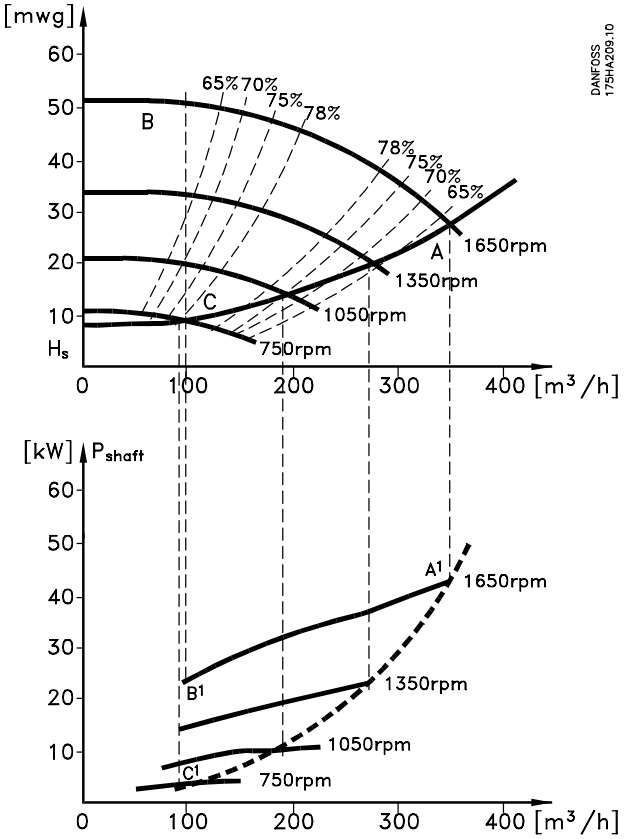
Esempio con portata variabile su un periodo di un anno

Disegno 5.11 è basato sulla caratteristica della pompa ottenuta da una scheda tecnica della pompa. Il risultato ottenuto evidenzia nel corso di un anno risparmi energetici superiori al 50% con la distribuzione della portata data. Il periodo di ammortizzazione dipende dal prezzo per kWh e dal prezzo del convertitore di frequenza. In questo esempio è inferiore a un anno se confrontato con valvole e velocità costante.

 Danfoss A/S © 11/2017 Tutti i diritti riservati.

m^3/h	Distribuzione		Regolazione mediante valvole		Comando del convertitore di frequenza	
	%	Ore	Potenza	Consumo	Potenza	Consumo
			A_1-B_1	kWh	A_1-C_1	kWh
350	5	438	42,5	18615	42,5	18615
300	15	1314	38,5	50589	29,0	38106
250	20	1752	35,0	61320	18,5	32412
200	20	1752	31,5	55188	11,5	20148
150	20	1752	28,0	49056	6,5	11388
100	20	1752	23,0	40296	3,5	6132
Σ	100	8760	–	275064	–	26801

Tabella 5.2 Calcolo dei risparmi energetici



Disegno 5.12 Risparmi energetici in un'applicazione a pompa

5.3.2 Utilizzare un convertitore di frequenza per un migliore controllo

Mediante l'impiego di un convertitore di frequenza per controllare la portata o la pressione di un sistema si ottiene un migliore controllo. Un convertitore di frequenza può variare la velocità di una ventola o di una pompa, assicurando il controllo variabile di portata e pressione mediante il controllo PID. Inoltre il convertitore di frequenza modifica rapidamente la velocità del ventilatore o della pompa, in modo da adattarla alle nuove condizioni di portata o pressione del sistema.

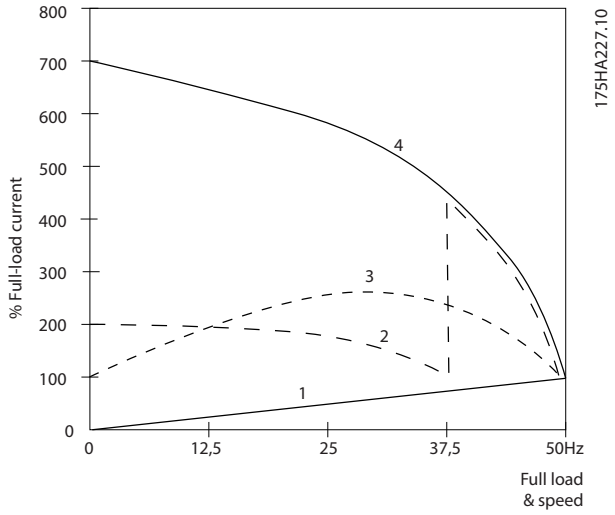
Compensazione cos φ

D norma, VLT® HVAC Drive FC 102 possiede un cos φ pari a 1 e fornisce una correzione del fattore di potenza per il cos φ del motore, il che significa che non è più necessario prendere provvedimenti per il cos φ del motore in occasione del dimensionamento dell'unità di correzione del fattore di potenza.

 Danfoss A/S © 11/2017 Tutti i diritti riservati.

Gli avviatori a stella/triangolo o gli avviatori statici non sono necessari

Quando devono essere avviati motori relativamente grandi, in molti Paesi è necessario usare apparecchiature che limitino la corrente di spunto. Nei sistemi più tradizionali, un avviatore a stella/triangolo o avviatore statico è ampiamente usato. Tali avviatori motore non sono necessari se viene utilizzato un convertitore di frequenza. Come mostrato nella *Disegno 5.13*, il convertitore di frequenza assorbe una corrente non superiore a quella nominale.



1	VLT® HVAC Drive FC 102
2	Avviatori a stella/triangolo
3	Avviatore statico
4	Avviamento diretto in rete

Disegno 5.13 Consumo di corrente con un convertitore di frequenza

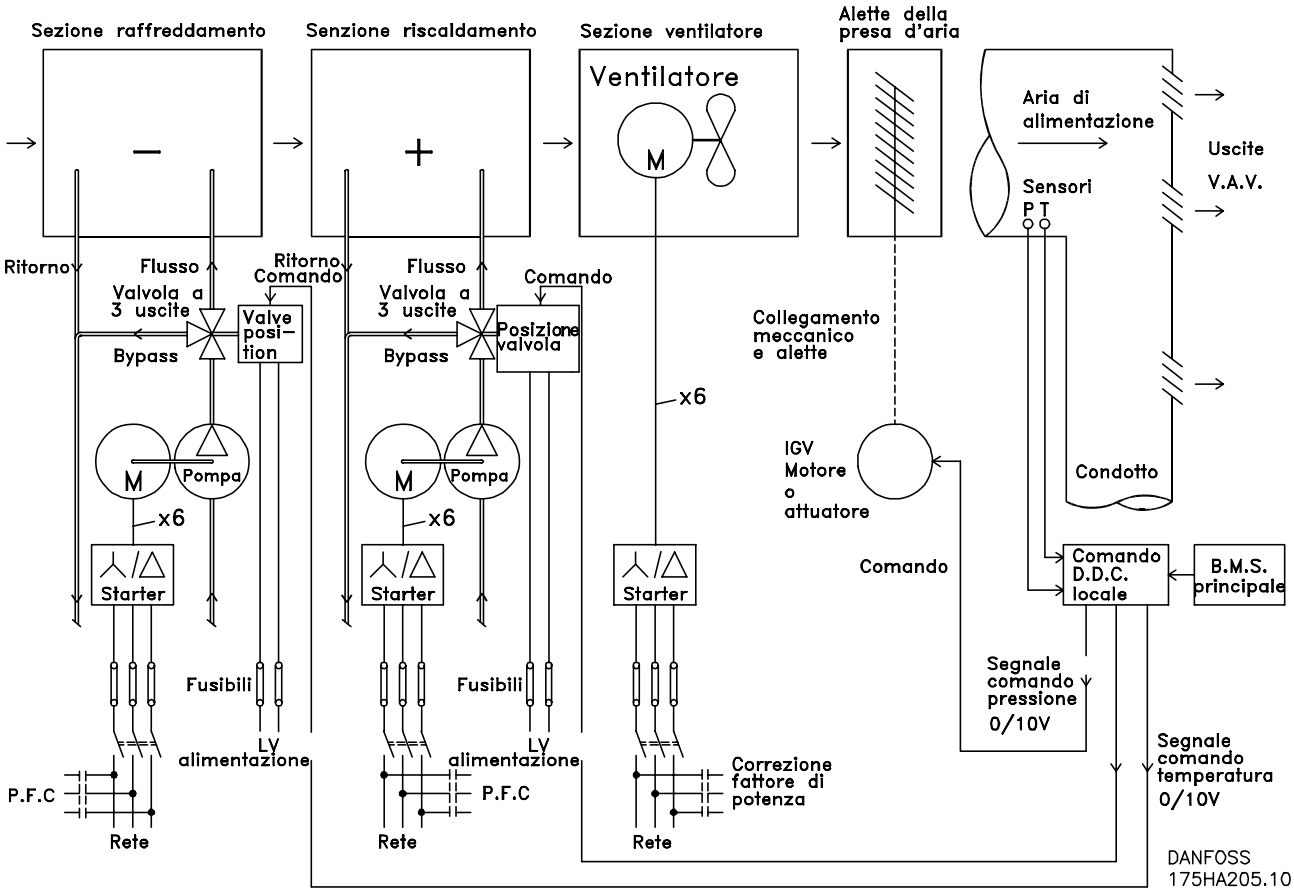
 Danfoss A/S © 11/2017 Tutti i diritti riservati.

5

5.3.3 Utilizzare un convertitore di frequenza permette di risparmiare

Il convertitore di frequenza elimina la necessità di alcune apparecchiature che verrebbero usate normalmente. I due sistemi mostrati nella *Disegno 5.14* e nella *Disegno 5.15* hanno all'incirca lo stesso prezzo.

Costo senza convertitore di frequenza

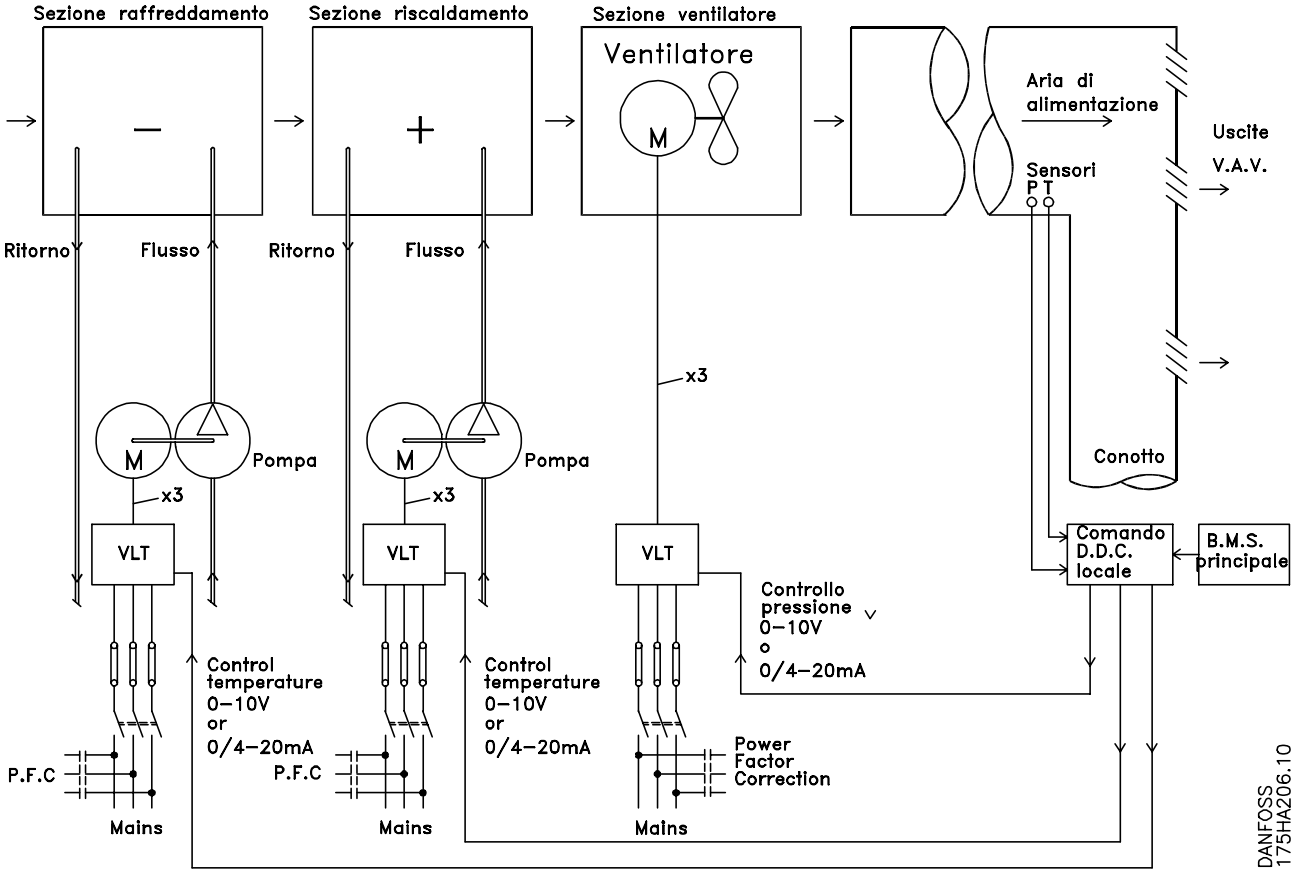


DDC	Direct Digital Control (Controllo digitale diretto)
VAV	Portata d'aria variabile (VAV)
Sensore P	Pressione
EMS	Sistema di gestione dell'energia
Sensore T	Temperatura

Disegno 5.14 Sistema di ventilazione tradizionale

 Danfoss A/S © 11/2017 Tutti i diritti riservati.

Costo con convertitore di frequenza



DDC	Direct Digital Control (Controllo digitale diretto)
VAV	Portata d'aria variabile (VAV)
BMS	Sistema di gestione dell'edificio

Disegno 5.15 Sistema di ventilazione controllato da convertitori di frequenza.

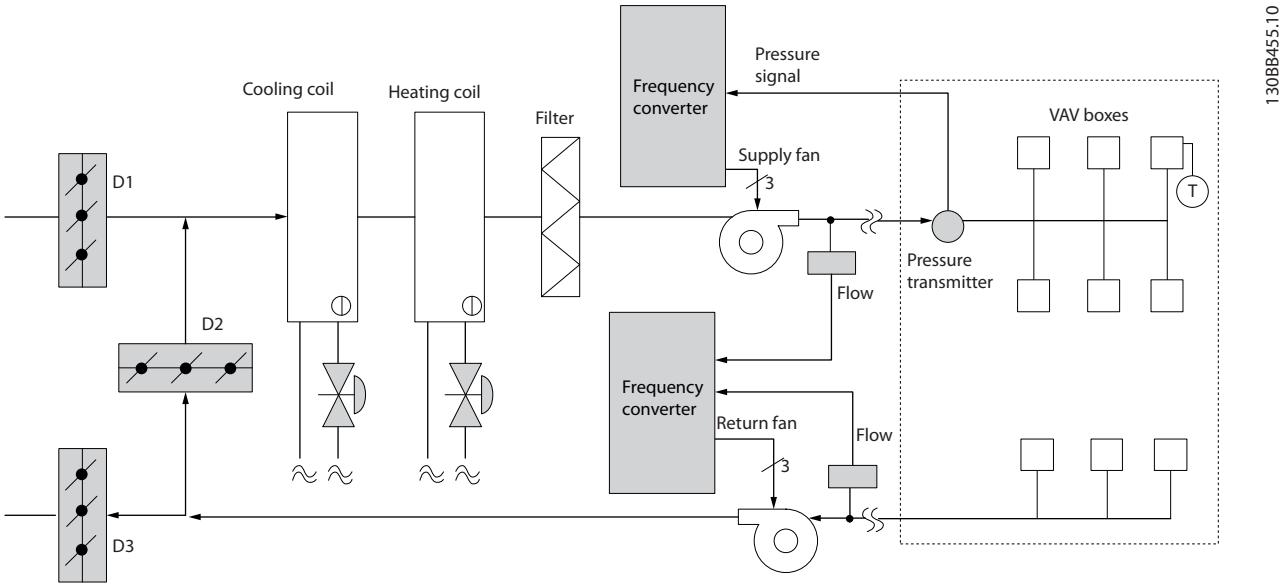
 Danfoss A/S © 11/2017 Tutti i diritti riservati.

5.3.4 Soluzioni VLT® HVAC Drive FC 102

5.3.4.1 Portata d'aria variabile

I sistemi a portata d'aria variabile (VAV) sono usati per garantire la conformità ai requisiti di ventilazione e di temperatura all'interno di un edificio. I sistemi VAV centralizzati sono considerati il metodo di condizionamento dell'aria negli edifici più efficiente dal punto di vista energetico. I sistemi centralizzati sono più efficienti dei sistemi parzializzati.
L'efficienza deriva dall'utilizzo di ventole e chiller di maggiori dimensioni con rendimenti superiori rispetto ai motori piccoli e ai chiller raffreddati ad aria distribuiti. Anche le ridotte esigenze di manutenzione consentono un ulteriore risparmio.

Soluzione VLT®
Mentre serrande e IGV operano per mantenere una pressione costante nelle condutture, una soluzione con convertitore di frequenza consente di risparmiare più energia e riduce la complessità dell'installazione. Invece di creare una caduta di pressione artificiale o ridurre il rendimento del ventilatore, il convertitore di frequenza riduce la velocità del ventilatore per garantire la portata e la pressione richiesti dal sistema.
I dispositivi centrifughi come le ventole riducono la pressione e la portata che producono mentre viene ridotta la loro velocità. Il loro consumo di potenza viene ridotto.
Il ventilatore di ritorno è frequentemente controllato in modo da mantenere costante la differenza nella portata d'aria fra alimentazione e ritorno. Il controllore PID avanzato del HVAC Drive può essere usato per eliminare la necessità di regolatori supplementari.



Disegno 5.16 Convertitori di frequenza utilizzati in un sistema a portata d'aria variabile

Per ulteriori informazioni consultare il fornitore Danfoss per le note sull'applicazione *portata d'aria variabile per il miglioramento dei sistemi di ventilazione VAV*.

 Danfoss A/S © 11/2017 Tutti i diritti riservati.

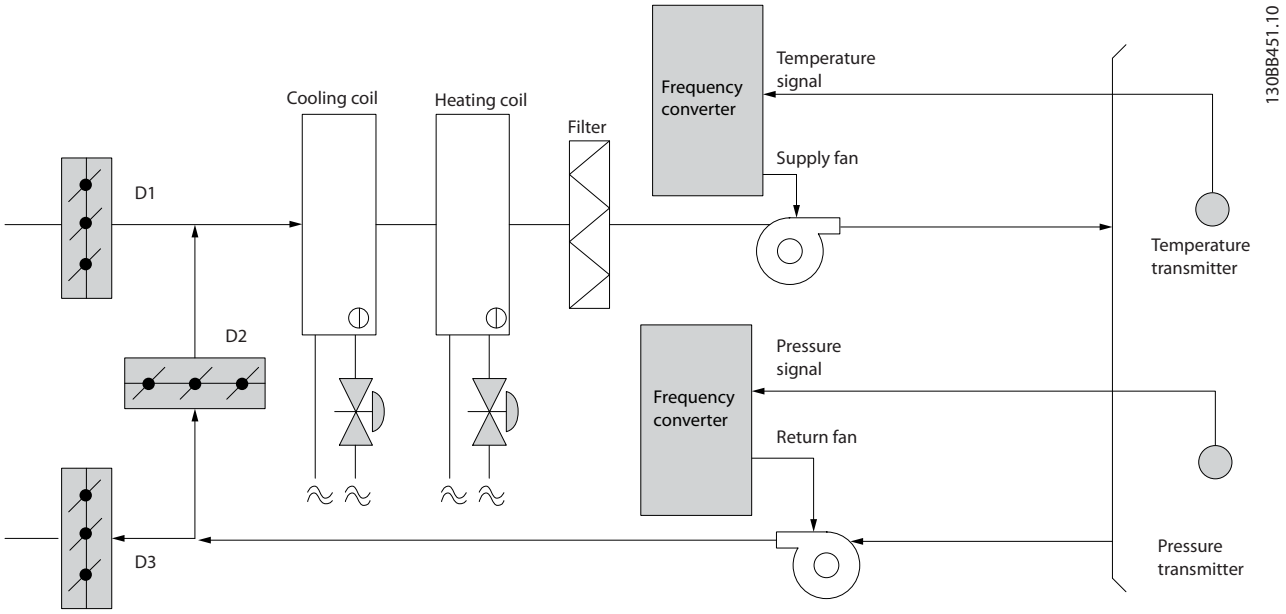
5.3.4.2 Portata d'aria costante

I sistemi a portata d'aria costante (CAV) sono sistemi di ventilazione centralizzati che di norma vengono usati per fornire a grandi zone comuni quantità minime di aria fresca temperata. Erano i predecessori dei sistemi a portata d'aria variabile e si possono trovare anche in edifici adibiti a grandi magazzini meno recenti. Questi sistemi preriscaldano l'aria fresca con unità di condizionamento (AHU) che dispongono di bobine di riscaldamento. Molti vengono anche usati per gli edifici di condizionamento dell'aria e dispongono di una bobina di raffreddamento. I ventilconvettori sono spesso usati per soddisfare i requisiti di riscaldamento e raffreddamento nelle singole zone.

Soluzione VLT®
Un convertitore di frequenza consente di ottenere un significativo risparmio energetico pur mantenendo un discreto controllo dell'edificio. I sensori di temperatura o i sensori di CO_2 possono essere usati come segnali di retroazione per i convertitori di frequenza. Indipendentemente dal fatto che controlli temperatura, qualità dell'aria o entrambe, un sistema CAV può essere regolato per funzionare sulla base delle reali condizioni dell'edificio. Man mano che il numero di persone nell'area controllata si riduce, diminuisce anche il fabbisogno di aria fresca. Il sensore CO_2 rileva livelli inferiori e riduce la velocità della ventola di alimentazione. La ventola di ritorno si adatta per mantenere il setpoint della pressione statica o una differenza fissa fra le portate d'aria d'alimentazione e di ritorno.

Il controllo di temperatura deve essere variato sulla base della temperatura e il numero di persone nella zona controllata. Non appena la temperatura scende sotto il setpoint, la ventola di alimentazione può ridurre la sua velocità. La ventola di ritorno si adatta per mantenere un setpoint di pressione statico. Riducendo la portata d'aria si riduce anche l'energia usata per riscaldare o raffreddare l'aria fresca, contribuendo a ulteriori risparmi.

Numerose funzioni dei convertitori di frequenza dedicati all'HVAC di Danfoss possono essere utilizzate per migliorare le prestazioni di un sistema CAV. Uno dei problemi da affrontare nel controllo dei sistemi di ventilazione è la scarsa qualità dell'aria. La frequenza minima programmabile può essere impostata per mantenere una quantità minima di aria di alimentazione indipendentemente dalla retroazione o dal segnale di riferimento. Il convertitore di frequenza comprende anche un controllore PID a tre zone e tre setpoint che consente il monitoraggio della temperatura e della qualità dell'aria. Anche se i requisiti di temperatura sono soddisfatti, il convertitore di frequenza manterrà un flusso d'aria sufficiente a soddisfare il sensore della qualità dell'aria. Il controllore è in grado di monitorare e confrontare due segnali di retroazione per controllare la ventola di ritorno mantenendo una portata d'aria differenziale fissa fra le condutture di mandata e di ritorno.



Disegno 5.17 Convertitori di frequenza utilizzati in un sistema a portata d'aria costante

Per ulteriori informazioni consultare il fornitore Danfoss per le note sull'applicazione *portata d'aria costante per il miglioramento dei sistemi di ventilazione CAV*.

 Danfoss A/S © 11/2017 Tutti i diritti riservati.

5.3.4.3 Ventola della torre di raffreddamento

I ventilatori delle torri di raffreddamento sono usati per raffreddare l'acqua del condensatore negli impianti chiller raffreddati ad acqua. I chiller raffreddati ad acqua forniscono il mezzo più efficace per creare acqua fredda. Sono più efficienti del 20% rispetto ai chiller raffreddati ad aria. A seconda del clima, le torri di raffreddamento costituiscono spesso il metodo più efficiente dal punto di vista energetico per raffreddare l'acqua del condensatore dei chiller.

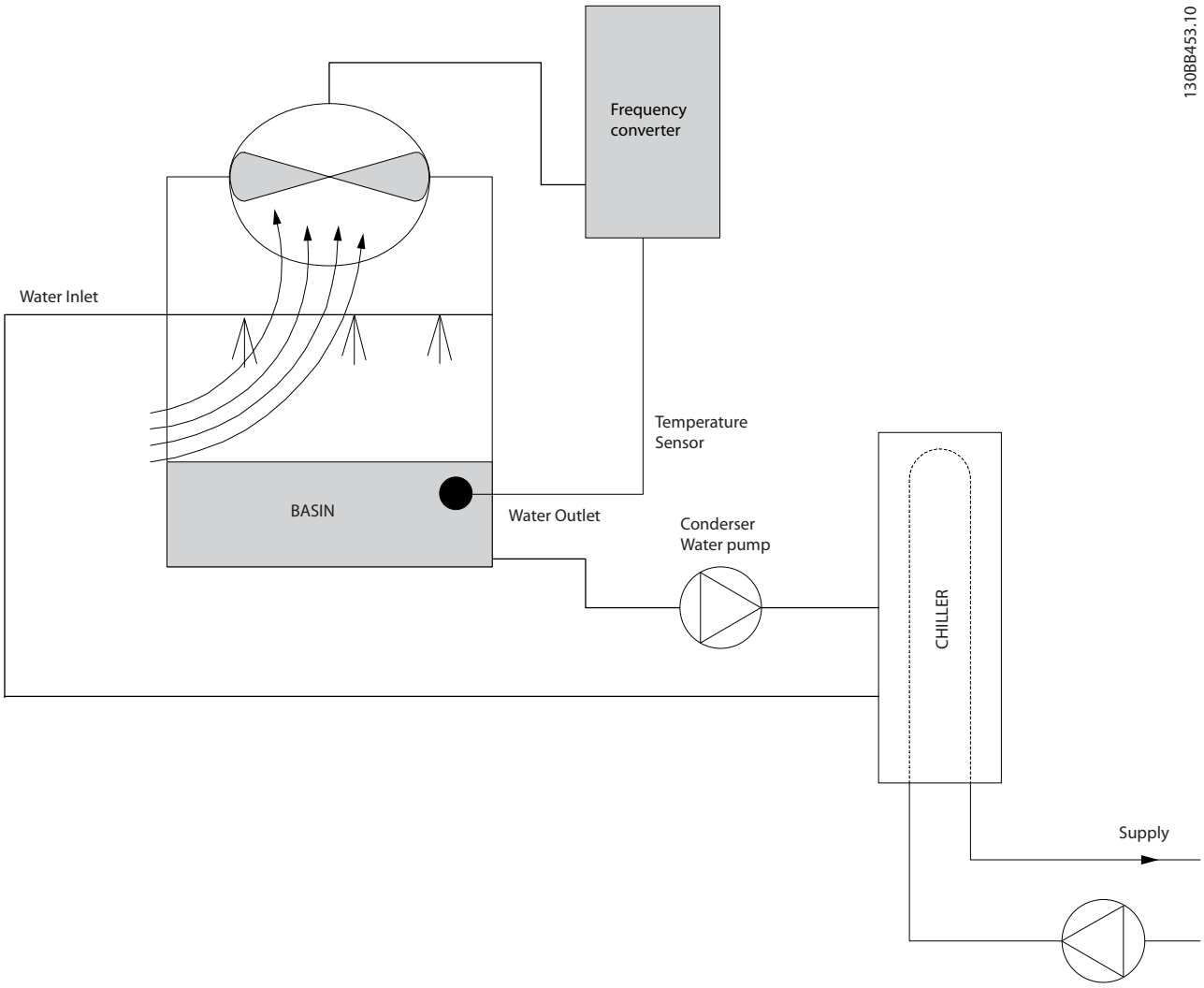
Le torri di raffreddamento raffreddano l'acqua del condensatore per evaporazione. L'acqua del condensatore viene spruzzata dentro la torre di raffreddamento per aumentarne l'area superficiale. La ventola della torre soffia aria attraverso i materiali di riempimento e l'acqua nebulizzata per agevolarne l'evaporazione. L'evaporazione toglie energia all'acqua abbassandone la temperatura. L'acqua raffreddata si raccoglie nella vasca della torre di raffreddamento da dove viene pompata indietro verso il condensatore del chiller e il ciclo viene ripetuto.

Soluzione VLT®

Con un convertitore di frequenza le ventole delle torri di raffreddamento possono essere regolate alla velocità desiderata per mantenere costante la temperatura dell'acqua di condensa. I convertitori di frequenza possono anche essere usati per accendere o spegnere le ventole in base alle necessità. Con il Danfoss VLT® HVAC Drive l'effetto di raffreddamento si riduce man mano che la velocità dei ventilatori della torre di raffreddamento scende al di sotto di un determinato valore. Quando si utilizza un riduttore per convertire in frequenza il ventilatore della torre può essere necessaria una velocità minima del 40–50%. L'impostazione della frequenza minima programmabile dall'utente consente di mantenere la frequenza minima anche se la retroazione o il riferimento di velocità richiedono velocità inferiori.

Il convertitore di frequenza può essere programmato affinché entri in modo pausa e arresti la ventola fino a quando non sarà necessaria una velocità maggiore. Inoltre, alcuni ventilatori delle torri di raffreddamento presentano frequenze indesiderabili che possono causare vibrazioni. Queste frequenze possono essere facilmente evitate programmando i campi di frequenza di bypass nel convertitore di frequenza.

 Danfoss A/S © 11/2017 Tutti i diritti riservati.



Disegno 5.18 Convertitori di frequenza usati con un ventilatore della torre di raffreddamento

Per ulteriori informazioni consultare il fornitore Danfoss per le note sull'applicazione *ventilatore della torre di raffreddamento per il miglioramento del comando ventola sulle torri di raffreddamento*.

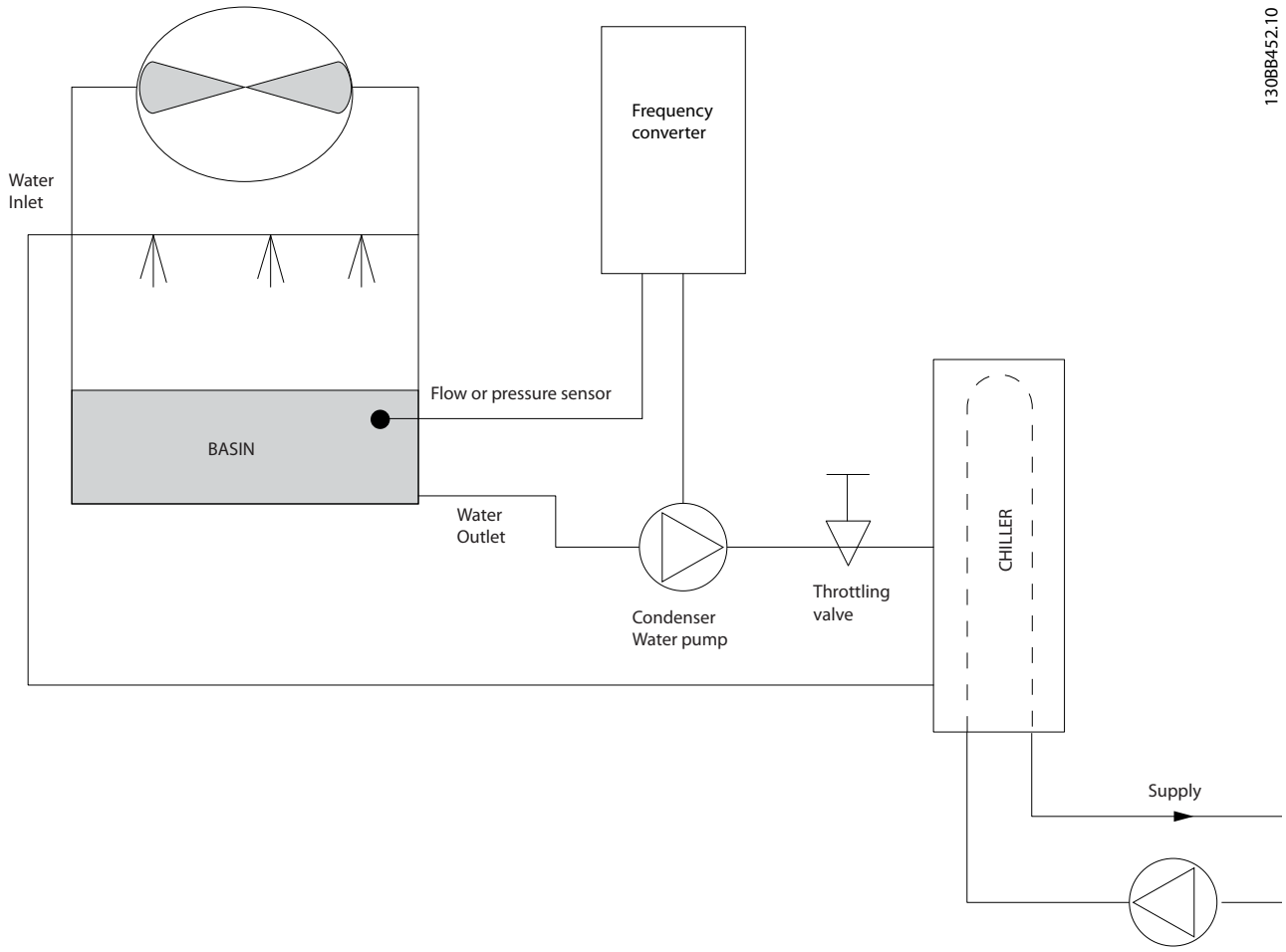
 Danfoss A/S © 11/2017 Tutti i diritti riservati.

5.3.4.4 Pompe del condensatore

Le pompe per l'acqua del condensatore sono usate principalmente per far circolare l'acqua attraverso il lato condensatore di chiller raffreddati ad acqua e le loro rispettive torri di raffreddamento. L'acqua fredda di condensazione assorbe il calore nel lato condensatore e lo rilascia nell'atmosfera all'interno della torre di raffreddamento. Questi sistemi costituiscono il mezzo più efficace per creare acqua raffreddata. Sono più efficienti del 20% rispetto ai chiller raffreddati ad aria.

Soluzione VLT®
I convertitori di frequenza possono essere aggiunti a pompe per acqua del condensatore invece di bilanciare le pompe con una valvola di strozzamento o tarare la girante della pompa.

L'uso di un convertitore di frequenza al posto di una valvola di strozzamento consente di risparmiare l'energia che la valvola avrebbe assorbito altrimenti. In questo modo sono possibili risparmi pari o superiori al 15–20%. La taratura della girante della pompa è irreversibile. Se le condizioni cambiano e si rende necessaria una maggiore portata, la girante deve essere sostituita.



Disegno 5.19 Convertitore di frequenza usato con una pompa del condensatore

Per ulteriori informazioni consultare il fornitore Danfoss per le sulle note sull'applicazione *pompa del condensatore per il miglioramento dei sistemi di pompaggio dell'acqua nel condensatore*.

 Danfoss A/S © 11/2017 Tutti i diritti riservati.

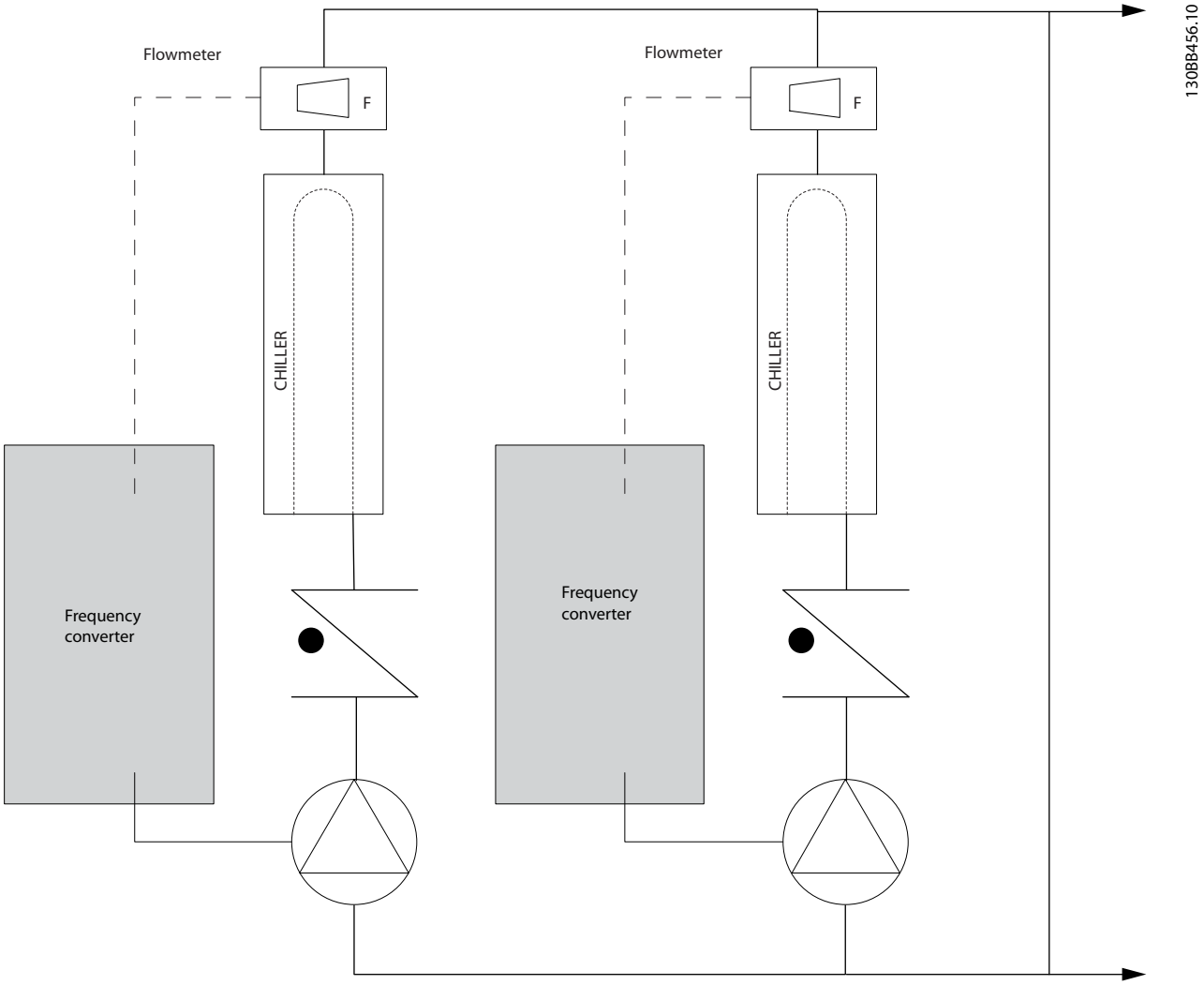
5.3.4.5 Pompe primarie

Le pompe primarie in un impianto di pompaggio primario/secondario sono in grado di mantenere una portata costante attraverso dispositivi che incontrano difficoltà di funzionamento o di regolazione quando sono esposti a una portata variabile. Per soddisfare queste opposte esigenze vengono realizzati gli impianti con circuito primario regolato a portata costante e con circuito secondario regolato a portata variabile. Il disaccoppiamento consente ai dispositivi come i chiller di mantenere un flusso d'acqua costante e di funzionare correttamente mentre il resto del sistema può funzionare a flusso variabile. Man mano che la portata dell'evaporatore in un chiller diminuisce, l'acqua inizia a essere troppo fredda. Man mano che l'acqua diventa troppo fredda, il chiller tenta di ridurre la propria potenza frigorifera. Se la portata diminuisce troppo o troppo velocemente, il chiller non riesce a cedere il carico abbastanza rapidamente e interviene il dispositivo di sicurezza che fa scattare il chiller in caso di temperatura dell'evaporatore troppo bassa ed è necessario un ripristino manuale. Questa è una situazione comune nei grandi impianti, in special modo quando sono installati due o più chiller collegati in parallelo e qualora non venga usato un sistema che prevede pompe primarie e secondarie.

Soluzione VLT®
È possibile aggiungere un convertitore di frequenza al sistema primario per sostituire le valvole di regolazione o il sistema meccanico di regolazione delle giranti, consentendo di ridurre considerevolmente il consumo di energia elettrica della pompa. Sono comunemente utilizzati due metodi di controllo:

- Siccome la portata desiderata è nota e costante, è possibile installare un misuratore di portata allo scarico di ogni chiller per un controllo diretto della pompa. Con il controllore PID incorporato, il convertitore di frequenza mantiene sempre la portata corretta, compensando anche le variazioni di resistenza nel circuito primario in conseguenza dell'attivazione e disattivazione dei refrigeratori e delle relative pompe.
- L'operatore può utilizzare la determinazione della velocità locale riducendo semplicemente la frequenza di uscita fino a raggiungere la portata prevista. Usare un convertitore di frequenza per ridurre la velocità della pompa è simile a tarare la girante della pompa, ma è più efficiente. L'addetto al bilanciamento riduce semplicemente la velocità della pompa fino a raggiungere la portata corretta, lasciando la velocità fissa. La pompa funziona a questa velocità ogni volta che il chiller viene attivato. Siccome il circuito primario non dispone di valvole di controllo o di altri dispositivi che possano variare la curva del sistema, e la variazione dovuta all'attivazione e disattivazione di pompe e chiller è ridotta, questa velocità fissa rimane appropriata. Se la portata deve essere aumentata in un momento successivo del ciclo di vita del sistema, il convertitore di frequenza può semplicemente aumentare la velocità delle pompe invece di richiedere una nuova girante della pompa.

 Danfoss A/S © 11/2017 Tutti i diritti riservati.



Disegno 5.20 Convertitori di frequenza usati con pompe primarie in un sistema con pompe primarie/secondarie

Per ulteriori informazioni consultare il fornitore Danfoss per le note sull'applicazione *pompe primarie per il miglioramento del pompaggio primario in un impianto primario/secondario*.

 Danfoss A/S © 11/2017 Tutti i diritti riservati.

5.3.4.6 Pompe secondarie

Le pompe secondarie in un sistema di pompaggio primario/secondario raffreddato ad acqua servono per la distribuzione dell'acqua raffreddata dal circuito di produzione primario ai settori di carico. Il sistema di pompaggio primario/secondario viene usato per disaccoppiare un circuito di tubazioni da un altro in modo idronico. In questo caso, la pompa primaria mantiene un flusso costante attraverso i chiller, consentendo valori di portata variabili nelle pompe secondarie e quindi un miglior controllo e un maggiore risparmio di energia.

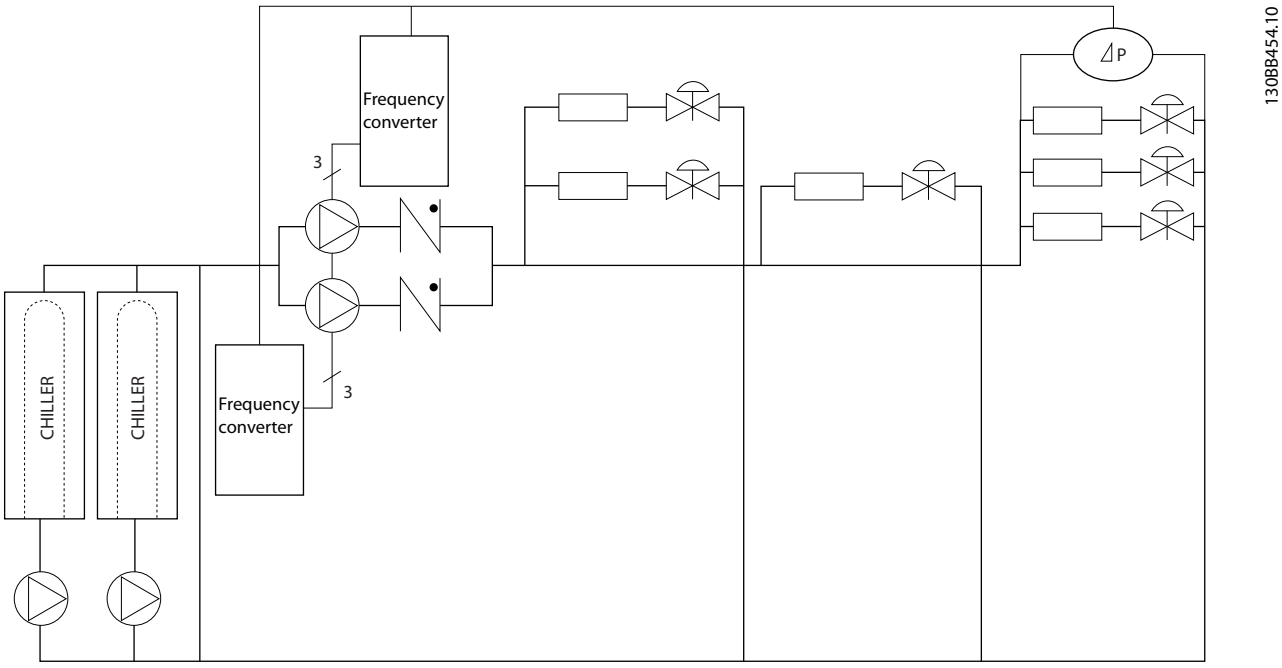
Se non viene utilizzato nessun sistema primario/ausiliario e ne viene progettato uno con volume variabile, nel caso in cui la portata diminuisca troppo o troppo velocemente, il chiller non riesce a cedere il carico abbastanza rapidamente. In tal caso il dispositivo sicurezza per bassa temperatura del chiller fa scattare il chiller, richiedendo un ripristino manuale. Questa situazione è comune nei grandi impianti, in special modo quando due o più chiller sono collegati in parallelo.

Soluzione VLT®
Mentre il sistema primario/secondario con valvole a due vie migliora il risparmio energetico e il controllo del sistema, l'uso di convertitori di frequenza aumenta ulteriormente i risparmi energetici e il potenziale di controllo. Con una corretta disposizione dei sensori, l'aggiunta dei convertitori di frequenza consente alle pompe di adeguare la loro velocità alla curva del sistema invece che a quella della pompa, eliminando la perdita di energia e la maggior parte della sovrapressione alla quale le valvole a due vie possono essere sottoposte.

Non appena vengono raggiunti i carichi monitorati le valvole a due vie si chiudono, aumentando la pressione differenziale misurata nel carico e nella valvola a due vie. Non appena questa pressione differenziale comincia ad aumentare, la pompa rallenta per mantenere il valore del setpoint. Questo valore del setpoint viene calcolato sommando insieme il calo di pressione del carico e della valvola a due vie in presenza della condizioni di progetto.

AVVISO!

Quando pompe multiple vengono fatte funzionare in parallelo, devono funzionare alla stessa velocità per massimizzare i risparmi energetici, con convertitori di frequenza individuali dedicati o con un unico convertitore di frequenza preposto a far funzionare in parallelo le pompe multiple.



Disegno 5.21 Convertitori di frequenza usati con pompe primarie in un sistema con pompe primarie/secondarie

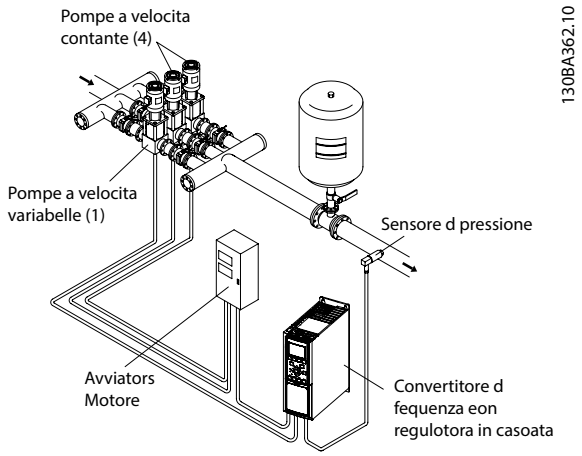
Per ulteriori informazioni consultare il fornitore Danfoss sulle note sull'applicazione *pompe secondarie: per il miglioramento del pompaggio secondario in un impianto primario/secondario.*

 Danfoss A/S © 11/2017 Tutti i diritti riservati.

5.4 Controllore in cascata di base

Il Controllore in cascata di base viene utilizzato per applicazioni con pompe che richiedono il mantenimento di una determinata pressione (prevalenza) o di un determinato livello in un ampio intervallo dinamico. Far funzionare una grande pompa a velocità variabile in un ampio intervallo non è una soluzione ideale a causa della ridotta efficienza della pompa a velocità più ridotte. Esiste un limite pratico del 25% della velocità nominale a pieno carico per il funzionamento di una pompa.

Nel Controllore in cascata di base il convertitore di frequenza controlla un motore a velocità variabile come pompa a velocità variabile (prevalenza) e può attivare e disattivare due pompe a velocità costante aggiuntive. Collegare le pompe a velocità costante supplementare direttamente alla rete o tramite avviatori statici. Variando la velocità della pompa iniziale, viene fornito un controllo a velocità variabile dell'intero sistema. Questo sistema mantiene una pressione costante eliminando i picchi di pressione, causando uno sforzo minore del sistema e un funzionamento più uniforme dei sistemi di pompaggio.



Disegno 5.22 Controllore in cascata di base

Pompa primaria fissa
I motori devono essere di dimensioni uguali. Il Controllore in cascata di base consente al convertitore di frequenza di controllare fino a tre pompe uguali utilizzando i due relè incorporati. Quando la pompa variabile (primaria) è collegata direttamente al convertitore di frequenza, le altre due pompe sono controllate da due relè incorporati. Quando le alternanze della pompa primaria sono abilitate, le pompe vengono collegate ai relè incorporati e il convertitore di frequenza può far funzionare due pompe.

Alternanza della pompa primaria
I motori devono essere di dimensioni uguali. Questa funzione consente di attivare ciclicamente il convertitore di frequenza utilizzando alternativamente le pompe nel sistema (al massimo due pompe). In questa modo di funzionamento il tempo di ciclo tra le pompe viene distribuito uniformemente, riducendo la manutenzione della pompa richiesta e aumentando l'affidabilità e la durata del sistema. L'alternanza della pompa primaria può essere effettuata in occasione di un segnale di comando o durante l'attivazione (aggiunta di un'altra pompa).

Il comando può essere un'alternanza manuale o un segnale dell'evento di alternanza. Se viene selezionato l'evento di alternanza, l'alternanza della pompa primaria viene effettuata ogni volta che si verifica l'evento. Le selezioni includono:

- Ogniqualvolta un timer dell'alternanza scade.
- In un momento della giornata predefinito.
- Quando la pompa primaria entra in modo pausa.

Il carico effettivo del sistema determina l'attivazione.

Un parametro separato limita l'alternanza in modo che avvenga solo se la capacità totale richiesta è >50%. La capacità totale della pompa viene determinata sommando le capacità della pompa primaria alle capacità delle pompe a velocità fissa.

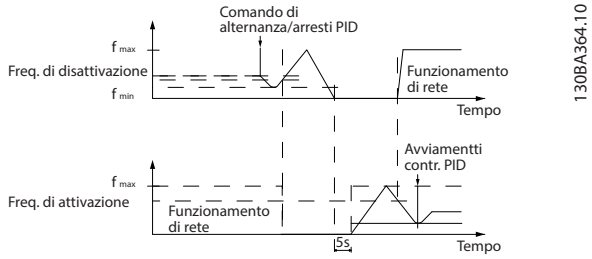
Gestione della larghezza di banda
Nei sistemi di regolazione in cascata, per evitare frequenti avviamenti/fermate di pompe a velocità fissa, la pressione desiderata del sistema è mantenuta entro una larghezza di banda piuttosto che a un livello costante. La larghezza di banda di attivazione fornisce la larghezza di banda necessaria per il funzionamento. Quando si verifica un cambiamento rapido e di grandi proporzioni nella pressione del sistema, la larghezza di banda di esclusione esclude la larghezza di banda di attivazione per prevenire una risposta immediata a una cambiamento di pressione di breve durata. È possibile programmare un timer della larghezza di banda di esclusione per evitare l'attivazione finché la pressione del sistema non si è stabilizzata e non è stato stabilito il controllo normale.

Quando il Controllore in cascata è abilitato e il convertitore di frequenza emette un allarme di scatto, l'altezza del sistema viene mantenuta tramite attivazione e disattivazione delle pompe a velocità fissa. Per prevenire una frequente attivazione e disattivazione e per minimizzare le fluttuazioni di pressione viene usata una larghezza di banda a velocità fissa più ampia rispetto alla larghezza di banda di attivazione.

 Danfoss A/S © 11/2017 Tutti i diritti riservati.

5.4.1.1 Attivazione della pompa con alternanza della pompa primaria

Quando l'alternanza della pompa primaria è abilitata vengono controllate al massimo due pompe. In occasione di un comando di alternanza, il PID si arresta, la pompa primaria decelera fino alla frequenza minima (f_{min}) e dopo un ritardo accelera fino alla frequenza massima (f_{max}). Quando la velocità della pompa primaria raggiunge la frequenza di disattivazione la pompa a velocità fissa viene disinserita (disattivata). La pompa primaria continua ad accelerare e quindi decelera fino all'arresto e i due relè vengono disinseriti.



Disegno 5.23 Alternanza pompa primaria

Dopo un ritardo di tempo si inserisce (attivato) il relè per la pompa a velocità fissa che diventa la nuova pompa primaria. La nuova pompa primaria accelera fino alla velocità massima e quindi decelera fino alla velocità minima. Durante la rampa di decelerazione e il raggiungimento della frequenza di attivazione, la prima pompa primaria viene inserita (attivata) sulla rete come nuova pompa a velocità fissa.

Se la pompa primaria funziona a frequenza minima (f_{min}) per un periodo di tempo programmato, con una pompa a velocità fissa in funzione, la pompa primaria contribuisce poco al sistema. Quando il tempo programmato del timer scade la pompa primaria viene rimossa, evitando il problema del ricircolo dell'acqua calda.

5.4.1.2 Stato del sistema e funzionamento

Se la pompa primaria entra in modo pausa, la funzione viene mostrata sull'LCP. È possibile alternare la pompa primaria in una condizione modo pausa.

Quando è abilitato il Controllore in cascata, l'LCP mostra lo stato di funzionamento di ogni pompa e il Controllore in cascata. Le informazioni mostrate includono:

- Stato della pompa, è una visualizzazione dello stato per i relè assegnati a ogni pompa. Il display mostra le pompe che sono disabilitate, disinserite, che funzionano sul convertitore di frequenza o che funzionano sulla rete/avviatore motore.
- Stato cascata, è una visualizzazione dello stato per il Controllore in cascata. La visualizzazione mostra quanto segue:
  - Il Controllore in cascata è disabilitato.
  - Tutte le pompe sono disattivate.
  - Un'emergenza ha arrestato tutte le pompe.
  - Tutte le pompe sono in funzione.
  - La pompe a velocità fissa vengono attivate/disattivate.
  - Ha luogo l'alternanza della pompa primaria.
- La disattivazione a portata nulla assicura che tutte le pompe a velocità fissa vengano arrestate individualmente finché lo stato di portata nulla non scompare.

5.5 Panoramica sulla frenatura dinamica

La frenatura dinamica decelera il motore tramite uno dei seguenti metodi:

- Freno CA
  L'energia freno è distribuita nel motore cambiando le condizioni di perdita nel motore (*parametro 2-10 Brake Function* = [2]). La funzione freno CA non può essere usata in applicazioni con un'elevata frequenza di fermate e ripartenze, poiché ciò surriscalda il motore.
- Freno CC
  Una corrente CC sovramodulata aggiunta alla corrente CA funge da freno rallentatore a correnti parassite (*parametro 2-02 DC Braking Time* ≠ 0 s).
- Freno resistenza
  Un IGBT freno mantiene la sovratensione sotto una certa soglia deviando l'energia del freno dal motore alla resistenza di frenatura collegata (*parametro 2-10 Brake Function* = [1]). Per maggiori informazioni su come selezionare una resistenza di frenatura vedere la *Guida alla Progettazione VLT® Brake Resistor MCE 101*.

I convertitori di frequenza dotati dell'opzione freno possiedono un IGBT freno e i morsetti 81 (R-) e 82 (R+) per il collegamento di una resistenza di frenatura esterna.

La funzione dell'IGBT freno è limitare la tensione nel collegamento CC ogniqualvolta viene superato il limite di massima tensione. Questo limita la tensione commutando la resistenza montata esternamente sul bus CC per rimuovere la tensione CC presente in eccesso sui condensatori del bus.

 Danfoss A/S © 11/2017 Tutti i diritti riservati.

Il montaggio esterno della resistenza di frenatura garantisce il vantaggio di selezionare la resistenza sulla base del fabbisogno dell'applicazione, dissipando l'energia al di fuori del quadro di comando e proteggendo il convertitore di frequenza dal surriscaldamento quando la resistenza di frenatura 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'eventuale presenza di cortocircuiti nell'IGBT freno. La scheda di potenza monitora anche l'eventuale presenza di sovraccarichi nella resistenza di frenatura.

5.6 Panoramica sulla condivisione del carico

La condivisione del carico è una funzione che consente il collegamento dei circuiti CC di diversi convertitori di frequenza, creando un sistema a convertitori multipli per l'esecuzione di un carico meccanico. La condivisione del carico assicura i seguenti vantaggi:

Risparmio energetico
Un motore che funziona in modalità rigenerativa può alimentare i convertitori di frequenza in funzione in modalità motore.

Necessità di ricambi ridotta
Solitamente è necessaria soltanto una resistenza freno per l'intero sistema del convertitore di frequenza invece di una resistenza freno per ogni convertitore.

Backup di alimentazione
In caso di guasto di rete tutti i convertitori di frequenza collegati possono essere alimentati tramite il collegamento CC da un backup. L'applicazione può continuare a funzionare oppure subire un processo di spegnimento controllato.

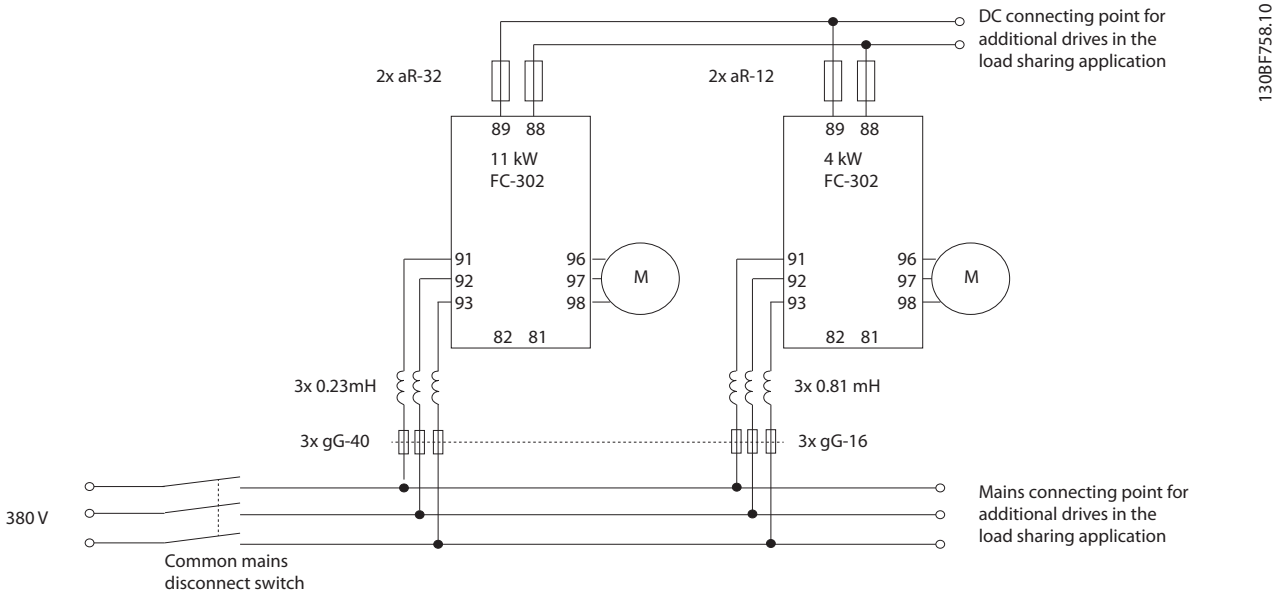
Premesse

Le seguenti premesse devono essere soddisfatte prima di prendere in considerazione una condivisione del carico:

- Il convertitore di frequenza deve essere dotato di morsetti di condivisione del carico.
- Le serie dei prodotti devono essere uguali. Usare soltanto convertitori di frequenza VLT® HVAC Drive FC 102 con altri convertitori di frequenza VLT® HVAC Drive FC 102.
- I convertitori di frequenza devono essere posizionati fisicamente gli uni accanto agli altri per fare in modo che il cablaggio non superi i 25 m (82 piedi) di lunghezza.
- I convertitori di frequenza devono avere la stessa tensione nominale.
- Quando si aggiunge una resistenza freno in una configurazione a condivisione del carico, tutti i convertitori di frequenza devono essere dotati di un chopper di frenatura.
- I fusibili devono essere aggiunti ai morsetti di condivisione del carico.

 Danfoss A/S © 11/2017 Tutti i diritti riservati.

Per uno schema dell'applicazione di condivisione del carico nella quale sono state applicate le best practice vedere la *Disegno 5.24*.



Disegno 5.24 Schema dell'applicazione di condivisione del carico nella quale sono state applicate le best practice

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.

I morsetti di condivisione del carico possono essere collegati in due diverse configurazioni.

- I morsetti collegano i circuiti bus CC di vari convertitori di frequenza. Questa configurazione 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 la quantità di resistenze freno dinamiche esterne e consente anche di risparmiare energia. Il numero di unità collegate in questo modo è infinito finché ogni unità ha 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 CC e nei reattori CA sulla rete. Una tale configurazione richiede considerazioni specifiche.
- Il convertitore di frequenza viene alimentato esclusivamente da una sorgente CC. Questa configurazione richiede:
  - una sorgente CC
  - un mezzo per caricare il bus CC con un ciclo di carica controllato (soft charge) all'accensione.

5.7 Panoramica sulla rigenerazione (Regen)

La rigenerazione (Regen) avviene normalmente in applicazioni con frenatura continua, quali gru/montacarichi, trasportatori in discesa e centrifughe, dove l'energia viene estratta da un motore decelerato.

L'energia in eccesso viene rimossa dal convertitore di frequenza tramite una delle seguenti opzioni:

- Il chopper di frenatura consente all'energia in eccesso di essere dissipata sotto forma di calore all'interno delle bobine della resistenza di frenatura.
- I morsetti Regen consentono alle unità Regen di terzi di essere collegate al convertitore di frequenza, permettendo all'energia in eccesso di tornare nel sistema di distribuzione.

Far tornare l'energia in eccesso nel sistema di distribuzione è il modo più efficiente di utilizzare l'energia rigenerata nelle applicazioni che usano la frenatura continua.

 Danfoss A/S © 11/2017 Tutti i diritti riservati.

6 Panoramica su opzioni e accessori

6.1 Dispositivi bus di campo

Questa sezione descrive i dispositivi bus di campo disponibili con le serie VLT® HVAC Drive FC 102. Utilizzando un dispositivo bus di campo si riducono i costi di sistema, si velocizzano le consegne e si rendono più efficienti le comunicazioni oltre a ottenere un'interfaccia utente più intuitiva. Per i numeri d'ordine fare riferimento al *capitolo 13.2 Numeri d'ordine per opzioni/kit*.

6.1.1 VLT® PROFIBUS DP-V1 MCA 101

VLT® PROFIBUS DP-V1 MCA 101 fornisce:

- ampia compatibilità, un elevato livello di disponibilità, supporto per tutti i principali fornitori di PLC e compatibilità con le versioni future
- comunicazione rapida ed efficiente, installazione trasparente, diagnostica avanzata, parametrizzazione e autoconfigurazione dei dati di processo tramite un file GSD
- parametrizzazione aciclica con PROFIBUS DP-V1, PROFIdrive o macchine a stati Danfoss del profilo FC.

6.1.2 VLT® DeviceNet MCA 104

VLT® DeviceNet MCA 104 fornisce:

- Il supporto del profilo ODVA del convertitore di frequenza supportato tramite l'istanza di I/O 20/70 e 21/71 assicura la compatibilità con i sistemi esistenti.
- Trae vantaggio dalle solide pratiche di test di conformità ODVA che assicurano l'interoperabilità dei prodotti.

6.1.3 VLT® LonWorks MCA 108

LonWorks è un sistema bus di campo sviluppato per l'automazione negli edifici Abilita la comunicazione tra singole unità dello stesso sistema (peer-to-peer) e supporta la decentralizzazione dei controlli.

- Non è necessaria un'ampia stazione principale (master/slave).
- Le unità ricevono i segnali direttamente.
- Supporta l'interfaccia Echelon a topologia libera (cablaggio e installazione flessibili).
- Supporta I/O integrato e opzioni I/O (facile implementazione di I/O decentralizzate).
- I segnali dei sensori possono essere rapidamente trasmessi a un altro controllore tramite cavi bus.
- Certificato conforme alle specifiche LonMark versione 3.4.

6.1.4 VLT® BACnet MCA 109

Il protocollo di comunicazione aperto usato nel mondo per l'automazione negli edifici. Il protocollo BACnet è un protocollo internazionale che integra in modo efficiente tutti i componenti delle apparecchiature di automazione degli edifici, dal livello degli attuatori al sistema di gestione dell'edificio.

- BACnet è lo standard mondiale per l'automazione negli edifici.
- Standard internazionale ISO 16484-5.
- Senza alcun costo di licenza da pagare, questo protocollo può essere utilizzato in sistemi di automazione di qualunque dimensione.
- L'opzione BACnet permette al convertitore di frequenza di comunicare con i sistemi di gestione degli edifici tramite il protocollo BACnet.
- BACnet in genere viene usato per il riscaldamento, la ventilazione, il raffreddamento e la climatizzazione.
- Il protocollo BACnet è facilmente integrabile nelle reti di controllo esistenti.

6.1.5 VLT® PROFINET MCA 120

VLT® PROFINET MCA 120 combina ottime prestazioni con il massimo grado di apertura. L'opzione è concepita per poter riutilizzare molte delle caratteristiche di VLT® PROFIBUS MCA 101, minimizzando gli sforzi per l'utente nella migrazione a PROFINET e proteggendo l'investimento nel programma PLC.

- Stessa tipologia di PPO del VLT® PROFIBUS DP V1 MCA 101 per una facile migrazione a PROFINET.
- Server Web integrato per la diagnostica e la lettura remota dei parametri di base del convertitore di frequenza.
- Supporta MRP.
- Supporta DPV1. La diagnostica permette una gestione facile, veloce e standardizzata degli avvisi e delle informazioni di errore in PLC, migliorando la larghezza della banda del sistema.

 Danfoss A/S © 11/2017 Tutti i diritti riservati.

- Supporta PROFIsafe se combinato con l'opzione di sicurezza MCB 152 VLT®.
- Implementazione in base alla classe di conformità B.

6.1.6 VLT® EtherNet/IP MCA 121

Ethernet è lo standard di comunicazione del futuro. L'opzione VLT® EtherNet/IP MCA 121 si basa sulla più recente tecnologia disponibile per l'uso industriale e gestisce anche le applicazioni più esigenti. EtherNet/IP™ estende le soluzioni Ethernet disponibili in commercio al protocollo Common Industrial Protocol (CIP™), lo stesso protocollo di alto livello e modello usato in DeviceNet.

Questa opzione offre funzioni avanzate come:

- interruttore integrato ad alte prestazioni che abilita la topologia lineare eliminando la necessità di interruttori esterni
- anello DLR (da ottobre 2015)
- funzioni di commutazione e diagnostiche avanzate
- server Web integrato
- e-mail client per le notifiche di assistenza
- comunicazione Unicast e Multicast.

6.1.7 VLT® Modbus TCP MCA 122

Il VLT® Modbus TCP MCA 122 si connette a reti Modbus TCP. Gestisce intervalli di connessione fino a un minimo di 5 ms in entrambe le direzioni, posizionandosi tra i dispositivi Modbus TCP più rapidi e performanti presenti sul mercato. Per la ridondanza master è dotato di una funzione "hot swap" tra due master.

Altre caratteristiche comprendono:

- server Web integrato per la diagnostica e lettura remota dei parametri di base del convertitore di frequenza
- notifica e-mail che può essere configurata per inviare un messaggio e-mail a uno o più destinatari in caso di attivazione o rimozione di determinati avvisi o allarmi
- collegamento PLC a due master per la ridondanza.

6.1.8 VLT® BACnet/IP MCA 125

L'opzione VLT® BACnet/IP MCA 125 consente un'integrazione rapida e semplice del convertitore di frequenza nei sistemi di gestione degli edifici (BMS) tramite il protocollo BACnet/IP o facendo funzionare il BACnet su Ethernet. Può leggere e condividere i punti dati e trasferire i valori correnti e richiesti da e verso i sistemi.

L'opzione MCA 125 possiede due passacavi Ethernet, che permette la configurazione daisy-chain senza bisogno di interruttori esterni. L'interruttore con gestione a tre porte integrato dell'opzione VLT® BACnet/IP MCA 125 comprende due porte Ethernet esterne e una interna. Questo interruttore permette l'utilizzo di una struttura in linea del cablaggio Ethernet. Questa opzione consente di controllare diversi motori a magneti permanenti in parallelo e i punti di monitoraggio richiesti nelle tipiche applicazioni HVAC. Oltre alle funzionalità standard, l'opzione MCA 125 presenta le seguenti caratteristiche:

- COV (Change of Value - Modifica del valore)
- lettura/scrittura di unità multiple
- notifiche di allarme/avviso
- capacità di modificare i nomi oggetto BACnet per una maggiore facilità di utilizzo
- oggetto ad anello BACnet
- trasferimento dei dati segmentato
- tendenza, basata su ora o evento.

6.2 Estensioni funzionali

Questa sezione descrive le opzioni di estensione funzionale disponibili con le serie VLT® HVAC Drive FC 102. Per i numeri d'ordine fare riferimento al *capitolo 13.2 Numeri d'ordine per opzioni/kit*.

6.2.1 Modulo VLT® General Purpose I/O MCB 101

Il modulo VLT® General Purpose I/O MCB 101 offre un ampio numero di ingressi e uscite di controllo:

- 3 ingressi digitali 0-24 V: logica 0 < 5 V; logica 1 > 10 V.
- 2 ingressi analogici 0-10 V: risoluzione 10 bit più segnale.
- 2 uscite digitali NPN/PNP push-pull.
- 1 uscita analogica 0/4–20 mA.
- Connessione a molla.

 Danfoss A/S © 11/2017 Tutti i diritti riservati.

6.2.2 VLT® Relay Card MCB 105

VLT® Relay Card MCB 105 estende le funzioni relè con ulteriori tre uscite a relè.

- Protegge la connessione del cavo di comando.
- Connessione del filo di controllo caricata a molla.

Sequenza di commutazione massima (carico nominale/carico minimo)
6 minuti^{-1}/20 s^{-1}.

Carico massimo sui morsetti
Carico resistivo AC-1: 240 V CA, 2 A.

6.2.3 Opzione VLT® Analog I/O MCB 109

VLT® Analog I/O Option MCB 109 si installa facilmente nel convertitore di frequenza per ottenere funzioni e controlli avanzati utilizzando gli ingressi e le uscite aggiuntivi. Questa opzione comprende anche un'alimentazione con una batteria di backup per l'orologio integrato nel convertitore di frequenza. Questa batteria di backup permette un uso stabile di tutte le azioni temporizzate utilizzate dal convertitore di frequenza.

- Tre ingressi analogici, ciascuno configurabile come ingresso di tensione o di temperatura.
- Collegamento dei segnali analogici 0–10 V nonché degli ingressi di temperatura PT1000 e NI1000.
- Tre uscite analogiche, ciascuna configurabile come uscita a 0–10 V.

6.2.4 VLT® PTC Thermistor Card MCB 112

La VLT® PTC Thermistor Card MCB 112 fornisce un monitoraggio aggiuntivo del motore rispetto alla funzione ETR integrata e al morsetto termistore.

- Protegge il motore dal surriscaldamento.
- Omologata ATEX per l'uso con motori Ex-d.
- Utilizza la funzione Safe Torque Off, in conformità a SIL 2 della norma IEC 61508.

6.2.5 VLT® Sensor Input Option MCB 114

VLT® Sensor Input Option MCB 114 protegge il motore dal surriscaldamento monitorando la temperatura di cuscinetti e avvolgimenti nel motore.

- Tre ingressi sensore ad autorilevamento per sensori PT100/PT1000 a due o tre fili.
- Un ingresso analogico addizionale 4-20 mA.

6.3 Motion Control e schede relè

Questa sezione descrive le opzioni Motion Control e scheda relè disponibili con le serie VLT® AutomationDrive FC 302. Per i numeri d'ordine fare riferimento al *capitolo 13.2 Numeri d'ordine per opzioni/kit*.

6.3.1 VLT® Extended Relay Card MCB 113

VLT® Extended Relay Card MCB 113aggiunge ingressi/uscite per ottenere maggiore flessibilità.

- 7 ingressi digitali.
- 2 uscite analogiche.
- 4 relè SPDT.
- Conforme alle raccomandazioni NAMUR.
- Capacità di isolamento galvanico.

6.4 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. 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. Per dissipare l'energia in eccesso risultante dalla frenatura rigenerativa vengono utilizzate delle resistenze freno. La resistenza viene selezionata in funzione del suo valore ohmico, di dissipazione di potenza e delle dimensioni fisiche. Danfoss offre una vasta gamma di resistenze diverse progettate specificamente per i convertitori di frequenza Danfoss. Per numeri d'ordine e maggiori informazioni su come dimensionare le resistenze di frenatura vedere la *Guida alla Progettazione VLT® Brake Resistor MCE 101*.

 Danfoss A/S © 11/2017 Tutti i diritti riservati.

6.5 Filtri sinusoidali

Quando un motore è controllato da un convertitore di frequenza, è soggetto a disturbi di risonanza. Tali disturbi, causati dalla struttura del motore, si verificano a ogni commutazione dell'inverter nel convertitore di frequenza. La frequenza del disturbo di risonanza corrisponde quindi alla frequenza di commutazione del convertitore di frequenza.

Danfoss fornisce un filtro sinusoidale per attenuare il rumore motore acustico. Il filtro riduce il tempo rampa di accelerazione della tensione, la tensione del carico di picco (U_{PEAK}) e le oscillazioni di corrente (ΔI) al motore, il che significa che la corrente e la tensione diventano quasi sinusoidali. Il rumore motore acustico viene ridotto al minimo.

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

Per numeri d'ordine e maggiori informazioni sui filtri sinusoidali vedere la *Guida alla Progettazione dei filtri di uscita*.

6.6 Filtri dU/dt

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

Rispetto ai filtri sinusoidali, i filtri dU/dt presentano una frequenza di taglio superiore alla frequenza di commutazione.

Per numeri d'ordine e maggiori informazioni sui filtri dU/dt vedere la *Guida alla Progettazione dei filtri di uscita*.

6.7 Filtri di modalità comune

I nuclei ad alta frequenza di modalità comune (nuclei HF-CM) riducono le interferenze elettromagnetiche ed eliminano i danni ai cuscinetti dovuti a scarica elettrica. Si tratta di nuclei nanocristallini magnetici speciali con prestazioni di filtraggio superiori rispetto ai normali nuclei di ferrite. I nuclei HF-CM agiscono da induttore di modalità comune tra le fasi e la terra.

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

Per i numeri d'ordine vedere la *Guida alla Progettazione dei filtri di uscita*.

6.8 Filtri antiarmoniche

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

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

Per numeri d'ordine e maggiori informazioni su come dimensionare le resistenze di frenatura vedere la *Guida alla Progettazione VLT® Advanced Harmonic Filters AHF 005/AHF 010*.

6.9 Opzioni integrate nel frame

Le seguenti opzioni integrate sono specificate nel codice tipo quando viene ordinato il convertitore di frequenza.

Frame con canale posteriore resistente alla corrosione
Per una maggiore protezione dalla corrosione in ambienti aggressivi è possibile ordinare le unità con un frame che comprende un canale posteriore in acciaio inossidabile, dissipatori a placcatura più pesante e una ventola ad alta efficienza. Questa opzione è consigliata per gli ambienti salmastri, ad esempio in prossimità del mare.

Schermatura principale
La schermatura in Lexan® può essere montata davanti ai morsetti di alimentazione in ingresso e alla piastra d'ingresso per prevenire contatti fisici nei casi i cui lo sportello del frame sia aperto.

Riscaldatori e termostato
Montati all'interno dell'armadio dei convertitori di frequenza con frame F, i riscaldatori controllati mediante il termostato automatico prevengono la formazione di condensa nel frame.

Le impostazioni di fabbrica del termostato fanno sì che questo accenda i riscaldatori a 10 °C (50 °F) e li spenga a 15,6 °C (60 °F).

Luce armadio con presa elettrica
Per aumentare la visibilità in caso di interventi di manutenzione e assistenza, è possibile montare una luce sull'armadio interno dei convertitori con frame F. L'alloggiamento della fonte luminosa include una presa elettrica per collegare temporaneamente dei computer portatili o altri dispositivi. Disponibile con due livelli di tensione:

- 230 V, 50 Hz, 2,5 A, CE/ENEC
- 120 V, 60 Hz, 5 A, UL/cUL.

 Danfoss A/S © 11/2017 Tutti i diritti riservati.

Filtri RFI
I convertitori di frequenza della serie VLT® sono equipaggiati di serie con filtri RFI classe A2. Se sono richiesti ulteriori livelli di protezione RFI/EMC, è possibile ottenerli integrando filtri RFI opzionali di classe A1 che eliminano le interferenze delle radiofrequenze e dell'irradiamento elettromagnetico in conformità alla normativa EN 55011. Sono inoltre disponibili filtri RFI per uso marittimo.

Sui convertitori di frequenza con frame F il filtro RFI di classe A1 richiede l'aggiunta di un armadio opzionale.

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

- Integrato nel circuito di arresto di sicurezza del convertitore di frequenza
- Display LCD della resistenza di isolamento.
- Memoria di guasto.
- Tasto Info, Test e Reset.

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

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

Safe Torque Off con relè di sicurezza Pilz
Disponibile per convertitori di frequenza con frame F. Consente il montaggio di un relè Pilz nel frame senza la necessità di un armadio opzionale. Il relè viene usato nell'opzione di monitoraggio temperatura esterna. Se è necessario il monitoraggio PTC occorre ordinare il VLT® PTC Thermistor Card MCB 112.

Arresto di emergenza con relè di sicurezza Pilz
Include un pulsante di arresto di emergenza ridondante a quattro fili montato sul pannello frontale del frame e un relè Pilz che lo monitora insieme al circuito di arresto di sicurezza e al contattore. Richiede un contattore e l'armadio opzionale per convertitori di frequenza in frame F.

Chopper di frenatura (IGBT)
I morsetti freno associati a un circuito del chopper di frenatura IGBT consentono il collegamento di resistenze di frenatura esterne. Per dati dettagliati sulle resistenze freno vedere la *Guida alla Progettazione VLT® Brake Resistor MCE 101* disponibile al seguente indirizzo: *drives.danfoss.com/downloads/portal/#/*.

Morsetti Regen
Permettono di collegare unità Regen al bus CC sul lato bancata condensatori dei reattori nel collegamento CC per la frenatura rigenerativa. I morsetti Regen del frame F sono di dimensioni equivalenti a circa la metà della potenza nominale del convertitore di frequenza. Consultare i dati di fabbrica per i limiti della potenza di rigenerazione relativi alle specifiche dimensioni e tensione del convertitore di frequenza.

Morsetti di condivisione del carico
Questi morsetti collegano il bus CC dal lato del raddrizzatore della reattanza con collegamento CC e consentono la condivisione del bus CC fra più convertitori. Per i drive in frame F i morsetti di condivisione del carico sono di dimensioni pari a circa il 33% della potenza nominale del convertitore. Consultare la fabbrica per i limiti di condivisione del carico basati sulle dimensioni e tensione del convertitore di frequenza.

Sezionatore
La maniglia montata a fronte quadro consente un azionamento manuale del sezionatore, in modo da abilitare e disabilitare l'alimentazione al convertitore di frequenza incrementando la sicurezza durante le operazioni di manutenzione. Il sezionatore è interconnesso agli sportelli dell'armadio in modo da evitare la loro eventuale apertura quando vi è ancora alimentazione elettrica.

Interruttori
È possibile far scattare da remoto un interruttore magnetotermico, ripristinabile però soltanto manualmente. Gli interruttori automatici sono interconnessi agli sportelli dell'armadio in modo da evitare la loro eventuale apertura quando vi è ancora alimentazione elettrica. Quando si ordina un interruttore magnetotermico opzionale, sono inclusi anche i fusibili per una rapida protezione da sovraccarico del convertitore di frequenza.

Contattori
Un contattore a controllo elettrico consente di abilitare o disabilitare da remoto l'alimentazione elettrica al convertitore. Se viene ordinata l'opzione arresto di emergenza IEC il relè Pilz esegue il monitoraggio di un contatto ausiliario sul contattore.

 Danfoss A/S © 11/2017 Tutti i diritti riservati.

Avviatori manuali motore
Forniscono un'alimentazione trifase per i ventilatori ausiliari di raffreddamento spesso utilizzati sui motori di grossa taglia. L'alimentazione per gli avviatori viene prelevata sul lato di carico di qualsiasi contattore, interruttore o sezionatore disponibile. Se viene ordinato un filtro RFI classe 1 opzionale, il lato di ingresso dell'RFI fornisce l'alimentazione all'avviatore. L'alimentazione è protetta da fusibili prima di ogni avviatore motore ed è scollegata quando l'alimentazione in ingresso al convertitore di frequenza è scollegata. È consentito un massimo di due avviatori. Se viene ordinato un circuito protetto da fusibili da 30 A è consentito un solo avviatore. Gli avviatori sono integrati nel circuito di arresto di sicurezza. Le caratteristiche includono:

- interruttore di funzionamento (on/off)
- protezione da cortocircuiti e sovraccarico con funzione di test
- funzione di ripristino manuale.

30 A, morsetti protetti da fusibile

- Alimentazione trifase che corrisponde alla tensione di rete in ingresso per alimentare apparecchiature ausiliarie del cliente.
- Non disponibile se vengono selezionati due avviatori manuali motore.
- I morsetti sono scollegati quando l'alimentazione in ingresso al convertitore di frequenza è scollegata.
- L'alimentazione per i morsetti viene prelevata sul lato di carico di qualsiasi contattore, interruttore o sezionatore disponibile. Se viene ordinato un filtro RFI classe 1 opzionale, il lato di ingresso dell'RFI fornisce l'alimentazione all'avviatore.

Morsetti del motore comuni
L'opzione morsetto del motore comune fornisce le barre collettrici e l'hardware necessari a collegare i morsetti motore degli inverter in parallelo a un unico morsetto (per fase) per ospitare l'installazione del kit di inserimento dall'alto.

Questa opzione è consigliata anche per collegare l'uscita di un convertitore di frequenza a un filtro di uscita o a un contattore di uscita. I morsetti del motore comuni eliminano la necessità di avere cavi di uguale lunghezza provenienti da ciascun inverter al punto comune del filtro di uscita (o motore).

Alimentazione a 24 V CC

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

Monitoraggio temperatura esterna
Progettato per controllare la temperatura dei componenti esterni del sistema, ad esempio gli avvolgimenti motore e/o i cuscinetti. Include otto moduli di ingresso universali oltre a due moduli di ingresso specifici per il termistore. Tutti i dieci moduli sono integrati nel circuito di arresto di sicurezza del convertitore e possono essere monitorati tramite una rete bus di campo, che richiede l'acquisto di un accoppiamento bus/modulo separato. Ordinare l'opzione Safe Torque Off se si seleziona il monitoraggio della temperatura esterna.

Tipi di segnale

- Ingressi RTD (compreso PT100) a tre o a quattro fili elettrici.
- Termocoppia.
- Corrente analogica o tensione analogica.

Altre funzionalità

- Un'uscita universale, configurabile per tensione o corrente analogica.
- Due relè di uscita (NO).
- Display LC a due righe e LED di diagnostica.
- Sensore di interruzione contatti, cortocircuito e rilevamento polarità non corretta.
- Sensore di interruzione contatti, cortocircuito e rilevamento polarità non corretta.
- Software di setup interfaccia.
- Se sono necessari tre PTC occorre ordinare l'opzione VLT® PTC Thermistor Card MCB 112.

Per i numeri d'ordine delle opzioni integrate nel frame fare riferimento a *capitolo 13.1 Configuratore del convertitore di frequenza*.

6.10 Kit ad alta potenza

Sono disponibili kit ad alta potenza quali raffreddamento della parete posteriore, riscaldatore e schermo della rete. Vedere il *capitolo 13.2 Numeri d'ordine per opzioni/kit* per una breve descrizione e i numeri d'ordine di tutti i kit disponibili.

 Danfoss A/S © 11/2017 Tutti i diritti riservati.

7 Specifiche

7.1 Dati elettrici, 380-480 V

VLT® HVAC Drive FC 102	P355	P400	P450
Sovraccarico normale (Sovraccarico normale = 110% corrente per 60 s)	**NO**	**NO**	**NO**
Potenza all'albero standard a 400 V [kW]	355	400	450
Potenza all'albero standard a 460 V [CV]	500	600	600
Potenza all'albero standard a 480 V [kW]	400	500	530
Dimensione del frame	**E1/E2**	**E1/E2**	**E1/E2**
Corrente di uscita (trifase)			
Continua (a 400 V) [A]	658	745	800
Intermittente (sovraccarico 60 s) (a 400 V) [A]	724	820	880
Continua (a 460/480 V) [A]	590	678	730
Intermittente (sovraccarico 60 s) (a 460/480 V) [A]	649	746	803
kVA continui (a 400 V) [kVA]	456	516	554
kVA continui (a 460 V) [kVA]	470	540	582
KVA continui (a 480 V) [kVA]	511	587	632
Corrente di ingresso massima			
Continua (a 400 V) [A]	634	718	771
Continua (a 460/480 V) [A]	569	653	704
Numero massimo e dimensioni dei cavi per fase			
Rete e motore [mm^2 (AWG)]	4 x 240 (4 x 500 mcm)	4 x 240 (4 x 500 mcm)	4 x 240 (4 x 500 mcm)
Freno [mm^2 (AWG)]	2 x 185 (2 x 350 mcm)	2 x 185 (2 x 350 mcm)	2 x 185 (2 x 350 mcm)
Condivisione del carico [mm^2 (AWG)]	4 x 240 (4 x 500 mcm)	4 x 240 (4 x 500 mcm)	4 x 240 (4 x 500 mcm)
Fusibili di rete esterni massimi [A][1)]	900	900	900
Perdita di potenza stimata a 400 V [W][2), 3)]	7532	8677	9473
Perdita di potenza stimata a 460 V [W][2), 3)]	6724	7819	8527
Rendimento[3)]	0,98	0,98	0,98
Frequenza di uscita [Hz]	0–590	0–590	0–590
Scatto per sovratemperatura della scheda di controllo [°C (°F)]	85 (185)	85 (185)	85 (185)

Tabella 7.1 Dati elettrici per frame E1/E2, alimentazione di rete 3 x 380-480 V CA

1) Per le prestazioni dei fusibili vedere il capitolo 10.5 Fusibili e interruttori.

2) La perdita di potenza tipica è a condizioni normali ed è prevista entro il ±15% (la tolleranza si riferisce alle diverse tensioni e alle condizioni dei cavi). Questi valori si basano sul rendimento di un motore tipico (limite IE/IE3). I motori a scarso rendimento contribuiscono anch'essi alla perdita di potenza nel convertitore di frequenza. Vale per il dimensionamento del raffreddamento del convertitore di frequenza. Se la frequenza di commutazione è superiore all'impostazione di fabbrica, le perdite di potenza possono aumentare. Si tiene conto anche del consumo di potenza tipico dell'LCP e della scheda di controllo. Per dati sulla perdita di potenza secondo EN 50598-2, consultare drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/. Le opzioni e il carico del cliente possono aggiungere fino a 30 W alle perdite, nonostante tipicamente si tratti solo di 4 W supplementari per una scheda di controllo completamente carica o opzioni per gli slot A e B.

3) Misurato utilizzando cavi motore schermati di 5 m (16,5 piedi) a carico e frequenza nominali. Rendimento misurato a corrente nominale. Per la classe di efficienza energetica, vedere capitolo 10.12 Rendimento. Per perdite di carico della parte, vedere drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/.

 Danfoss A/S © 11/2017 Tutti i diritti riservati.

VLT® HVAC Drive FC 102	P500	P560	P630	P710
Sovraccarico normale (Sovraccarico normale = 110% corrente per 60 s)	**NO**	**NO**	**NO**	**NO**
Potenza all'albero standard a 400 V [kW]	500	560	630	710
Potenza all'albero standard a 460 V [CV]	650	750	900	1000
Potenza all'albero standard a 480 V [kW]	560	630	710	800
Dimensione del frame	**F1/F3**	**F1/F3**	**F1/F3**	**F1/F3**
Corrente di uscita (trifase)				
Continua (a 400 V) [A]	880	990	1120	1260
Intermittente (sovraccarico 60 s) (a 400 V) [A]	968	1089	1680	1890
Continua (a 460/480 V) [A]	780	890	1050	1160
Intermittente (sovraccarico 60 s) (a 460/480 V) [A]	858	979	1155	1276
kVA continui (a 400 V) [kVA]	610	686	776	873
kVA continui (a 460 V) [kVA]	621	709	837	924
KVA continui (a 480 V) [kVA]	675	771	909	1005
Corrente di ingresso massima				
Continua (a 400 V) [A]	848	954	1079	1214
Continua (a 460/480 V) [A]	752	858	1012	1118
Numero massimo e dimensioni dei cavi per fase				
- Motore [mm^2 (AWG)]	8 x 150 (8 x 300 mcm)	8 x 150 (8 x 300 mcm)	8 x 150 (8 x 300 mcm)	8 x 150 (8 x 300 mcm)
- Rete [mm^2 (AWG)] (F1)	8 x 240 (8 x 500 mcm)	8 x 240 (8 x 500 mcm)	8 x 240 (8 x 500 mcm)	8 x 240 (8 x 500 mcm)
- Rete [mm^2 (AWG)] (F3)	8 x 456 (8 x 900 mcm)	8 x 456 (8 x 900 mcm)	8 x 456 (8 x 900 mcm)	8 x 456 (8 x 900 mcm)
- Condivisione del carico [mm^2 (AWG)]	8 x 120 (8 x 250 mcm)	8 x 120 (8 x 250 mcm)	8 x 120 (8 x 250 mcm)	8 x 120 (8 x 250 mcm)
- Freno [mm^2 (AWG)]	8 x 185 (8 x 350 mcm)	8 x 185 (8 x 350 mcm)	8 x 185 (8 x 350 mcm)	8 x 185 (8 x 350 mcm)
Fusibili di rete esterni massimi [A][1)]	1600	1600	2000	2000
Perdita di potenza stimata a 400 V [W][2), 3)]	10162	11822	12512	14674
Perdita di potenza stimata a 460 V [W][2), 3)]	8876	10424	11595	13213
Perdite massime aggiunte di RFI A1, interruttore o sezionatore e contattore [W], (soltanto F3)	963	1054	1093	1230
Perdite massime opzioni pannello [W]	400	400	400	400
Rendimento[3)]	0,98	0,98	0,98	0,98
Frequenza di uscita [Hz]	0–590	0–590	0–590	0–590
Scatto per sovratemperatura della scheda di controllo [°C (°F)]	85 (185)	85 (185)	85 (185)	85 (185)

Tabella 7.2 Dati elettrici per frame E1/E3, alimentazione di rete 3 x 380–480 V CA

1) Per le prestazioni dei fusibili vedere il capitolo 10.5 Fusibili e interruttori.

2) La perdita di potenza tipica è a condizioni normali ed è prevista entro il ±15% (la tolleranza si riferisce alle diverse tensioni e alle condizioni dei cavi). Questi valori si basano sul rendimento di un motore tipico (limite IE/IE3). I motori a scarso rendimento contribuiscono anch'essi alla perdita di potenza nel convertitore di frequenza. Vale per il dimensionamento del raffreddamento del convertitore di frequenza. Se la frequenza di commutazione è superiore all'impostazione di fabbrica, le perdite di potenza possono aumentare. Si tiene conto anche del consumo di potenza tipico dell'LCP e della scheda di controllo. Per dati sulla perdita di potenza secondo EN 50598-2, consultare drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/. Le opzioni e il carico del cliente possono aggiungere fino a 30 W alle perdite, nonostante tipicamente si tratti solo di 4 W supplementari per una scheda di controllo completamente carica o opzioni per gli slot A e B.

3) Misurato utilizzando cavi motore schermati di 5 m (16,5 piedi) a carico e frequenza nominali. Rendimento misurato a corrente nominale. Per la classe di efficienza energetica, vedere capitolo 10.12 Rendimento. Per perdite di carico della parte, vedere drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/.

 Danfoss A/S © 11/2017 Tutti i diritti riservati.

VLT® HVAC Drive FC 102	P800	P1000
Sovraccarico normale (Sovraccarico normale = 110% corrente per 60 s)	**NO**	**NO**
Potenza all'albero standard a 400 V [kW]	800	1000
Potenza all'albero standard a 460 V [CV]	1200	1350
Potenza all'albero standard a 480 V [kW]	1000	1100
Dimensione del frame	**F2/F4**	**F2/F4**
Corrente di uscita (trifase)		
Continua (a 400 V) [A]	1460	1720
Intermittente (sovraccarico 60 s) (a 400 V) [A]	1606	1892
Continua (a 460/480 V) [A]	1380	1530
Intermittente (sovraccarico 60 s)(a 460/480 V) [A]	1518	1683
kVA continui (a 400 V) [kVA]	1012	1192
kVA continui (a 460 V) [kVA]	1100	1219
KVA continui (a 480 V) [kVA]	1195	1325
Corrente di ingresso massima		
Continua (a 400 V) [A]	1407	1658
Continua (a 460/480 V) [A]	1330	1474
Numero massimo e dimensioni dei cavi per fase		
- Motore [mm^2 (AWG)]	12 x 150 (12 x 300 mcm)	12 x 150 (12 x 300 mcm)
- Rete [mm^2 (AWG)] (F2)	8 x 240 (8 x 500 mcm)	8 x 240 (8 x 500 mcm)
- Rete [mm^2 (AWG)] (F4)	8 x 456 (8 x 900 mcm)	8 x 456 (8 x 900 mcm)
- Condivisione del carico [mm^2 (AWG)]	4 x 120 (4 x 250 mcm)	4 x 120 (4 x 250 mcm)
- Freno [mm^2 (AWG)]	6 x 185 (6 x 350 mcm)	6 x 185 (6 x 350 mcm)
Fusibili di rete esterni massimi [A][1)]	2500	2500
Perdita di potenza stimata a 400 V [W][2), 3)]	17293	19278
Perdita di potenza stimata a 460 V [W][2), 3)]	16229	16624
Perdite massime aggiunte di RFI A1, interruttore o sezionatore e contattore [W], (soltanto F4)	2280	2541
Perdite massime opzioni pannello [W]	400	400
Rendimento[3)]	0,98	0,98
Frequenza di uscita [Hz]	0–590	0–590
Scatto per sovratemperatura della scheda di controllo [°C (°F)]	85 (185)	85 (185)

Tabella 7.3 Dati elettrici per frame F2/F4, alimentazione di rete 3 x 380–480 V CA

1) Per le prestazioni dei fusibili vedere il capitolo 10.5 Fusibili e interruttori.

2) La perdita di potenza tipica è a condizioni normali ed è prevista entro il ±15% (la tolleranza si riferisce alle diverse tensioni e alle condizioni dei cavi). Questi valori si basano sul rendimento di un motore tipico (limite IE/IE3). I motori a scarso rendimento contribuiscono anch'essi alla perdita di potenza nel convertitore di frequenza. Vale per il dimensionamento del raffreddamento del convertitore di frequenza. Se la frequenza di commutazione è superiore all'impostazione di fabbrica, le perdite di potenza possono aumentare. Si tiene conto anche del consumo di potenza tipico dell'LCP e della scheda di controllo. Per dati sulla perdita di potenza secondo EN 50598-2, consultare drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/. Le opzioni e il carico del cliente possono aggiungere fino a 30 W alle perdite, nonostante tipicamente si tratti solo di 4 W supplementari per una scheda di controllo completamente carica o opzioni per gli slot A e B.

3) Misurato utilizzando cavi motore schermati di 5 m (16,5 piedi) a carico e frequenza nominali. Rendimento misurato a corrente nominale. Per la classe di efficienza energetica, vedere capitolo 10.12 Rendimento. Per perdite di carico della parte, vedere drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/.

 Danfoss A/S © 11/2017 Tutti i diritti riservati.

VLT® HVAC Drive FC 102	P355	P400	P450
Sovraccarico normale (Sovraccarico normale = 110% corrente per 60 s)	**NO**	**NO**	**NO**
Potenza all'albero standard a 400 V [kW]	355	400	450
Potenza all'albero standard a 460 V [CV]	500	600	600
Potenza all'albero standard a 480 V [kW]	400	500	530
Dimensione del frame	**F8/F9**	**F8/F9**	**F8/F9**
Corrente di uscita (trifase)			
Continua (a 400 V) [A]	658	745	800
Intermittente (sovraccarico 60 s) (a 400 V) [A]	724	820	880
Continua (a 460/480 V) [A]	590	678	730
Intermittente (sovraccarico 60 s) (a 460/480 V) [A]	649	746	803
kVA continui (a 400 V) [kVA]	456	516	554
kVA continui (a 460 V) [kVA]	470	540	582
KVA continui (a 480 V) [kVA]	511	587	632
Corrente di ingresso massima			
Continua (a 400 V) [A]	634	718	771
Continua (a 460/480 V) [A]	569	653	704
Numero massimo e dimensioni dei cavi per fase			
- Motore [mm^2 (AWG)]	4 x 240 (4 x 500 mcm)	4 x 240 (4 x 500 mcm)	4 x 240 (4 x 500 mcm)
- Rete [mm^2 (AWG)]	4 x 90 (4 x 3/0 mcm)	4 x 240 (4 x 500 mcm)	4 x 240 (4 x 500 mcm)
- Freno [mm^2 (AWG)]	2 x 185 (2 x 350 mcm)	2 x 185 (2 x 350 mcm)	2 x 185 (2 x 350 mcm)
Fusibili di rete esterni massimi [A][1)]	700	700	700
Perdita di potenza stimata a 400 V [W][2), 3)]	7701	8879	9670
Perdita di potenza stimata a 460 V [W][2), 3)]	6953	8089	8803
Rendimento[3)]	0,98	0,98	0,98
Frequenza di uscita [Hz]	0–590	0–590	0–590
Scatto per sovratemperatura della scheda di controllo [°C (°F)]	85 (185)	85 (185)	85 (185)

Tabella 7.4 Dati elettrici per frame F8/F9, alimentazione di rete 6 x 380–480 V CA

1) Per le prestazioni dei fusibili vedere il capitolo 10.5 Fusibili e interruttori.

2) La perdita di potenza tipica è a condizioni normali ed è prevista entro il ±15% (la tolleranza si riferisce alle diverse tensioni e alle condizioni dei cavi). Questi valori si basano sul rendimento di un motore tipico (limite IE/IE3). I motori a scarso rendimento contribuiscono anch'essi alla perdita di potenza nel convertitore di frequenza. Vale per il dimensionamento del raffreddamento del convertitore di frequenza. Se la frequenza di commutazione è superiore all'impostazione di fabbrica, le perdite di potenza possono aumentare. Si tiene conto anche del consumo di potenza tipico dell'LCP e della scheda di controllo. Per dati sulla perdita di potenza secondo EN 50598-2, consultare drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/. Le opzioni e il carico del cliente possono aggiungere fino a 30 W alle perdite, nonostante tipicamente si tratti solo di 4 W supplementari per una scheda di controllo completamente carica o opzioni per gli slot A e B.

3) Misurato utilizzando cavi motore schermati di 5 m (16,5 piedi) a carico e frequenza nominali. Rendimento misurato a corrente nominale. Per la classe di efficienza energetica, vedere capitolo 10.12 Rendimento. Per perdite di carico della parte, vedere drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/.

 Danfoss A/S © 11/2017 Tutti i diritti riservati.

VLT® HVAC Drive FC 102	P500	P560	P630	P710
Sovraccarico normale (Sovraccarico normale = 110% corrente per 60 s)	**NO**	**NO**	**NO**	**NO**
Potenza all'albero standard a 400 V [kW]	500	560	630	710
Potenza all'albero standard a 460 V [CV]	650	750	900	1000
Potenza all'albero standard a 480 V [kW]	560	630	710	800
Dimensione del frame	**F10/F11**	**F10/F11**	**F10/F11**	**F10/F11**
Corrente di uscita (trifase)				
Continua (a 400 V) [A]	880	990	1120	1260
Intermittente (sovraccarico 60 s) (a 400 V) [A]	968	1089	1232	1386
Continua (a 460/480 V) [A]	780	890	1050	1160
Intermittente (sovraccarico 60 s) (a 460/480 V) [A]	858	979	1155	1276
kVA continui (a 400 V) [kVA]	610	686	776	873
kVA continui (a 460 V) [kVA]	621	709	837	924
KVA continui (a 480 V) [kVA]	675	771	909	1005
Corrente di ingresso massima				
Continua (a 400 V) [A]	848	954	1079	1214
Continua (a 460/480 V) [A]	752	858	1012	1118
Numero massimo e dimensioni dei cavi per fase				
- Motore [mm^2 (AWG)]	8 x 150 (8 x 300 mcm)	8 x 150 (8 x 300 mcm)	8 x 150 (8 x 300 mcm)	8 x 150 (8 x 300 mcm)
- Rete [mm^2 (AWG)]	6 x 120 (6 x 250 mcm)	6 x 120 (6 x 250 mcm)	6 x 120 (6 x 250 mcm)	6 x 120 (6 x 250 mcm)
- Freno [mm^2 (AWG)]	4 x 185 (4 x 350 mcm)	4 x 185 (4 x 350 mcm)	4 x 185 (4 x 350 mcm)	4 x 185 (4 x 350 mcm)
Fusibili di rete esterni massimi [A][1)]	900	900	900	1500
Perdita di potenza stimata a 400 V [W][2), 3)]	10647	12338	13201	15436
Perdita di potenza stimata a 460 V [W][2), 3)]	9414	11006	12353	14041
Perdite massime aggiunte di RFI A1, interruttore o sezionatore e contattore [W], (soltanto F11)	963	1054	1093	1230
Perdite massime opzioni pannello [W]	400	400	400	400
Rendimento[3)]	0,98	0,98	0,98	0,98
Frequenza di uscita [Hz]	0–590	0–590	0–590	0–590
Scatto per sovratemperatura della scheda di controllo [°C (°F)]	85 (185)	85 (185)	85 (185)	85 (185)

Tabella 7.5 Dati elettrici per frame F10/F11, alimentazione di rete 6 x 380–480 V CA

1) Per le prestazioni dei fusibili vedere il capitolo 10.5 Fusibili e interruttori.

2) La perdita di potenza tipica è a condizioni normali ed è prevista entro il ±15% (la tolleranza si riferisce alle diverse tensioni e alle condizioni dei cavi). Questi valori si basano sul rendimento di un motore tipico (limite IE/IE3). I motori a scarso rendimento contribuiscono anch'essi alla perdita di potenza nel convertitore di frequenza. Vale per il dimensionamento del raffreddamento del convertitore di frequenza. Se la frequenza di commutazione è superiore all'impostazione di fabbrica, le perdite di potenza possono aumentare. Si tiene conto anche del consumo di potenza tipico dell'LCP e della scheda di controllo. Per dati sulla perdita di potenza secondo EN 50598-2, consultare drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/. Le opzioni e il carico del cliente possono aggiungere fino a 30 W alle perdite, nonostante tipicamente si tratti solo di 4 W supplementari per una scheda di controllo completamente carica o opzioni per gli slot A e B.

3) Misurato utilizzando cavi motore schermati di 5 m (16,5 piedi) a carico e frequenza nominali. Rendimento misurato a corrente nominale. Per la classe di efficienza energetica, vedere capitolo 10.12 Rendimento. Per perdite di carico della parte, vedere drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/.

 Danfoss A/S © 11/2017 Tutti i diritti riservati.

VLT® HVAC Drive FC 102	P800	P1000
Sovraccarico normale (Sovraccarico normale = 110% corrente per 60 s)	**NO**	**NO**
Potenza all'albero standard a 400 V [kW]	800	1000
Potenza all'albero standard a 460 V [CV]	1200	1350
Potenza all'albero standard a 480 V [kW]	1000	1100
Dimensione del frame	**F12/F13**	**F12/F13**
Corrente di uscita (trifase)		
Continua (a 400 V) [A]	1460	1720
Intermittente (sovraccarico 60 s) (a 400 V) [A]	1606	1892
Continua (a 460/480 V) [A]	1380	1530
Intermittente (sovraccarico 60 s)(a 460/480 V) [A]	1518	1683
kVA continui (a 400 V) [kVA]	1012	1192
kVA continui (a 460 V) [kVA]	1100	1219
KVA continui (a 480 V) [kVA]	1195	1325
Corrente di ingresso massima		
Continua (a 400 V) [A]	1407	1658
Continua (a 460/480 V) [A]	1330	1474
Numero massimo e dimensioni dei cavi per fase		
- Motore [mm^2 (AWG)]	12 x 150 (12 x 300 mcm)	12 x 150 (12 x 300 mcm)
- Rete [mm^2 (AWG)]	6 x 120 (6 x 250 mcm)	6 x 120 (6 x 250 mcm)
- Freno [mm^2 (AWG)]	6 x 185 (6 x 350 mcm)	6 x 185 (6 x 350 mcm)
Fusibili di rete esterni massimi [A][1)]	1500	1500
Perdita di potenza stimata a 400 V [W][2), 3)]	18084	20358
Perdita di potenza stimata a 460 V [W][2), 3)]	17137	17752
Perdite massime aggiunte di RFI A1, interruttore o sezionatore e contattore [W], (soltanto F4)	2280	2541
Perdite massime opzioni pannello [W]	400	400
Rendimento[3)]	0,98	0,98
Frequenza di uscita [Hz]	0–590	0–590
Scatto per sovratemperatura della scheda di controllo [°C (°F)]	85 (185)	85 (185)

Tabella 7.6 Dati elettrici per frame F12/F13, alimentazione di rete 6 x 380–480 V CA

1) Per le prestazioni dei fusibili vedere il capitolo 10.5 Fusibili e interruttori.

2) La perdita di potenza tipica è a condizioni normali ed è prevista entro il ±15% (la tolleranza si riferisce alle diverse tensioni e alle condizioni dei cavi). Questi valori si basano sul rendimento di un motore tipico (limite IE/IE3). I motori a scarso rendimento contribuiscono anch'essi alla perdita di potenza nel convertitore di frequenza. Vale per il dimensionamento del raffreddamento del convertitore di frequenza. Se la frequenza di commutazione è superiore all'impostazione di fabbrica, le perdite di potenza possono aumentare. Si tiene conto anche del consumo di potenza tipico dell'LCP e della scheda di controllo. Per dati sulla perdita di potenza secondo EN 50598-2, consultare drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/. Le opzioni e il carico del cliente possono aggiungere fino a 30 W alle perdite, nonostante tipicamente si tratti solo di 4 W supplementari per una scheda di controllo completamente carica o opzioni per gli slot A e B.

3) Misurato utilizzando cavi motore schermati di 5 m (16,5 piedi) a carico e frequenza nominali. Rendimento misurato a corrente nominale. Per la classe di efficienza energetica, vedere capitolo 10.12 Rendimento. Per perdite di carico della parte, vedere drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/.

 Danfoss A/S © 11/2017 Tutti i diritti riservati.

7.2 Dati elettrici, 525-690 V

VLT® HVAC Drive FC 102	P450	P500	P560	P630
Sovraccarico normale (Sovraccarico normale = 110% corrente per 60 s)	**NO**	**NO**	**NO**	**NO**
Potenza all'albero standard a 550 V [kW]	355	400	450	500
Potenza all'albero standard a 575 V [cv]	450	500	600	650
Potenza all'albero standard a 690 V [kW]	450	500	560	630
Dimensione del frame	**E1/E2**	**E1/E2**	**E1/E2**	**E1/E2**
Corrente di uscita (trifase)				
Continua (a 550 V) [A]	470	523	596	630
Intermittente (sovraccarico 60 s) (a 550 V) (A)	517	575	656	693
Continua (a 575/690 V) [A]	450	500	570	630
Intermittente (sovraccarico 60 s) (a 575/690 V) [A]	495	550	627	693
kVA continui (a 550 V) [kVA]	448	498	568	600
kVA continui (a 575 V) [kVA]	448	498	568	627
kVA continui (a 690 V) [kVA]	538	598	681	753
Corrente di ingresso massima				
Continua (a 550 V) [A]	453	504	574	607
Continua (a 575 V) [A]	434	482	549	607
Continua (a 690 V)	434	482	549	607
Numero massimo e dimensioni dei cavi per fase				
- Rete, motore e condivisione del carico [mm^2 (AWG)]	4 x 240 (4 x 500 mcm)	4 x 240 (4 x 500 mcm)	4 x 240 (4 x 500 mcm)	4 x 240 (4 x 500 mcm)
- Freno [mm^2 (AWG)]	2 x 185 (2 x 350 mcm)	2 x 185 (2 x 350 mcm)	2 x 185 (2 x 350 mcm)	2 x 185 (2 x 350 mcm)
Fusibili di rete esterni massimi [A][1)]	700	700	900	900
Perdita di potenza stimata a 600 V [W][2), 3)]	5323	6010	7395	8209
Perdita di potenza stimata a 690 V [W][2), 3)]	5529	6239	7653	8495
Rendimento[3)]	0,98	0,98	0,98	0,98
Frequenza di uscita [Hz]	0–500	0–500	0–500	0–500
Scatto per sovratemperatura della scheda di controllo [°C (°F)]	85 (185)	85 (185)	85 (185)	85 (185)

Tabella 7.7 Dati elettrici per frame E1/E2, alimentazione di rete 3 x 525–690 V CA

1) Per le prestazioni dei fusibili vedere il capitolo 10.5 Fusibili e interruttori.

2) La perdita di potenza tipica è a condizioni normali ed è prevista entro il ±15% (la tolleranza si riferisce alle diverse tensioni e alle condizioni dei cavi). Questi valori si basano sul rendimento di un motore tipico (limite IE/IE3). I motori a scarso rendimento contribuiscono anch'essi alla perdita di potenza nel convertitore di frequenza. Vale per il dimensionamento del raffreddamento del convertitore di frequenza. Se la frequenza di commutazione è superiore all'impostazione di fabbrica, le perdite di potenza possono aumentare. Si tiene conto anche del consumo di potenza tipico dell'LCP e della scheda di controllo. Per dati sulla perdita di potenza secondo EN 50598-2, consultare drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/. Le opzioni e il carico del cliente possono aggiungere fino a 30 W alle perdite, nonostante tipicamente si tratti solo di 4 W supplementari per una scheda di controllo completamente carica o opzioni per gli slot A e B.

3) Misurato utilizzando cavi motore schermati di 5 m (16,5 piedi) a carico e frequenza nominali. Rendimento misurato a corrente nominale. Per la classe di efficienza energetica, vedere capitolo 10.12 Rendimento. Per perdite di carico della parte, vedere drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/.

 Danfoss A/S © 11/2017 Tutti i diritti riservati.

VLT® HVAC Drive FC 102	P710	P800	P900
Sovraccarico normale (Sovraccarico normale = 110% corrente per 60 s)	**NO**	**NO**	**NO**
Potenza all'albero standard a 550 V [kW]	560	670	750
Potenza all'albero standard a 575 V [cv]	750	950	1050
Potenza all'albero standard a 690 V [kW]	710	800	900
Dimensione del frame	**F1/F3**	**F1/F3**	**F1/F3**
Corrente di uscita (trifase)			
Continua (a 550 V) [A]	763	889	988
Intermittente (sovraccarico 60 s) (a 550 V) (A)	839	978	1087
Continua (a 575/690 V) [A]	730	850	945
Intermittente (sovraccarico 60 s) (a 575/690 V) [A]	803	935	1040
kVA continui (a 550 V) [kVA]	727	847	941
kVA continui (a 575 V) [kVA]	727	847	941
kVA continui (a 690 V) [kVA]	872	1016	1129
Corrente di ingresso massima			
Continua (a 550 V) [A]	735	857	952
Continua (a 575 V) [A]	704	819	911
Continua (a 690 V) [A]	704	819	911
Numero massimo e dimensioni dei cavi per fase			
- Motore [mm^2 (AWG)]	8 x 150 (8 x 300 mcm)	8 x 150 (8 x 300 mcm)	8 x 150 (8 x 300 mcm)
- Rete [mm^2 (AWG)] (F1)	8 x 240 (8 x 500 mcm)	8 x 240 (8 x 500 mcm)	8 x 240 (8 x 500 mcm)
- Rete [mm^2 (AWG)] (F3)	8 x 456 (4 x 900 mcm)	8 x 456 (4 x 900 mcm)	8 x 456 (4 x 900 mcm)
- Condivisione del carico [mm^2 (AWG)]	4 x 120 (4 x 250 mcm)	4 x 120 (4 x 250 mcm)	4 x 120 (4 x 250 mcm)
- Freno [mm^2 (AWG)]	4 x 185 (4 x 350 mcm)	4 x 185 (4 x 350 mcm)	4 x 185 (4 x 350 mcm)
Fusibili di rete esterni massimi [A][1)]	1600	1600	1600
Perdita di potenza stimata a 600 V [W][2), 3)]	9500	10872	12316
Perdita di potenza stimata a 690 V [W][2), 3)]	9863	11304	12798
Perdite massime aggiunte per interruttore o sezionatore e contattore [W], (soltanto F3)	427	532	615
Perdite massime opzioni pannello [W]	400	400	400
Rendimento[3)]	0,98	0,98	0,98
Frequenza di uscita [Hz]	0–500	0–500	0–500
Scatto per sovratemperatura della scheda di controllo [°C (°F)]	85 (185)	85 (185)	85 (185)

Tabella 7.8 Dati elettrici per frame F1/F3, alimentazione di rete 3 x 525–690 V CA

1) Per le prestazioni dei fusibili vedere il capitolo 10.5 Fusibili e interruttori.

2) La perdita di potenza tipica è a condizioni normali ed è prevista entro il ±15% (la tolleranza si riferisce alle diverse tensioni e alle condizioni dei cavi). Questi valori si basano sul rendimento di un motore tipico (limite IE/IE3). I motori a scarso rendimento contribuiscono anch'essi alla perdita di potenza nel convertitore di frequenza. Vale per il dimensionamento del raffreddamento del convertitore di frequenza. Se la frequenza di commutazione è superiore all'impostazione di fabbrica, le perdite di potenza possono aumentare. Si tiene conto anche del consumo di potenza tipico dell'LCP e della scheda di controllo. Per dati sulla perdita di potenza secondo EN 50598-2, consultare drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/. Le opzioni e il carico del cliente possono aggiungere fino a 30 W alle perdite, nonostante tipicamente si tratti solo di 4 W supplementari per una scheda di controllo completamente carica o opzioni per gli slot A e B.

3) Misurato utilizzando cavi motore schermati di 5 m (16,5 piedi) a carico e frequenza nominali. Rendimento misurato a corrente nominale. Per la classe di efficienza energetica, vedere capitolo 10.12 Rendimento. Per perdite di carico della parte, vedere drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/.

 Danfoss A/S © 11/2017 Tutti i diritti riservati.

VLT® HVAC Drive FC 102	P1M0	P1M2	P1M4
Sovraccarico normale (Sovraccarico normale = 110% corrente per 60 s)	**NO**	**NO**	**NO**
Potenza all'albero standard a 550 V [kW]	850	1000	1100
Potenza all'albero standard a 575 V [cv]	1150	1350	1550
Potenza all'albero standard a 690 V [kW]	1000	1200	1400
Dimensione del frame	**F2/F4**	**F2/F4**	**F2/F4**
Corrente di uscita (trifase)			
Continua (a 550 V) [A]	1108	1317	1479
Intermittente (sovraccarico 60 s) (a 550 V) (A)	1219	1449	1627
Continua (a 575/690 V) [A]	1060	1260	1415
Intermittente (sovraccarico 60 s) (a 575/690 V) [A]	1166	1386	1557
kVA continui (a 550 V) [kVA]	1056	1255	1409
kVA continui (a 575 V) [kVA]	1056	1255	1409
kVA continui (a 690 V) [kVA]	1267	1506	1691
Corrente di ingresso massima			
Continua (a 550 V) [A]	1068	1269	1425
Continua (a 575 V) [A]	1022	1214	1364
Continua (a 690 V) [A]	1022	1214	1364
Numero massimo e dimensioni dei cavi per fase			
- Motore [mm^2 (AWG)]	12 x 150 (12 x 300 mcm)	12 x 150 (12 x 300 mcm)	12 x 150 (12 x 300 mcm)
- Rete [mm^2 (AWG)] (F2)	8 x 240 (8 x 500 mcm)	8 x 240 (8 x 500 mcm)	8 x 240 (8 x 500 mcm)
- Rete [mm^2 (AWG)] (F4)	8 x 456 (8 x 900 mcm)	8 x 456 (8 x 900 mcm)	8 x 456 (8 x 900 mcm)
- Condivisione del carico [mm^2 (AWG)]	4 x 120 (4 x 250 mcm)	4 x 120 (4 x 250 mcm)	4 x 120 (4 x 250 mcm)
- Freno [mm^2 (AWG)]	6 x 185 (6 x 350 mcm)	6 x 185 (6 x 350 mcm)	6 x 185 (6 x 350 mcm)
Fusibili di rete esterni massimi [A][1)]	1600	2000	2500
Perdita di potenza stimata a 600 V [W][2), 3)]	13731	16190	18536
Perdita di potenza stimata a 690 V [W][2), 3)]	14250	16821	19247
Perdite massime aggiunte per interruttore o sezionatore e contattore [W], (soltanto F4)	665	863	1044
Perdite massime opzioni pannello [W]	400	400	400
Rendimento[3)]	0,98	0,98	0,98
Frequenza di uscita [Hz]	0–500	0–500	0–500
Scatto per sovratemperatura della scheda di controllo [°C (°F)]	85 (185)	85 (185)	85 (185)

Tabella 7.9 Dati elettrici per frame F2/F4, alimentazione di rete 3 x 525–690 V CA

1) Per le prestazioni dei fusibili vedere il capitolo 10.5 Fusibili e interruttori.

2) La perdita di potenza tipica è a condizioni normali ed è prevista entro il ±15% (la tolleranza si riferisce alle diverse tensioni e alle condizioni dei cavi). Questi valori si basano sul rendimento di un motore tipico (limite IE/IE3). I motori a scarso rendimento contribuiscono anch'essi alla perdita di potenza nel convertitore di frequenza. Vale per il dimensionamento del raffreddamento del convertitore di frequenza. Se la frequenza di commutazione è superiore all'impostazione di fabbrica, le perdite di potenza possono aumentare. Si tiene conto anche del consumo di potenza tipico dell'LCP e della scheda di controllo. Per dati sulla perdita di potenza secondo EN 50598-2, consultare drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/. Le opzioni e il carico del cliente possono aggiungere fino a 30 W alle perdite, nonostante tipicamente si tratti solo di 4 W supplementari per una scheda di controllo completamente carica o opzioni per gli slot A e B.

3) Misurato utilizzando cavi motore schermati di 5 m (16,5 piedi) a carico e frequenza nominali. Rendimento misurato a corrente nominale. Per la classe di efficienza energetica, vedere capitolo 10.12 Rendimento. Per perdite di carico della parte, vedere drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/.

 Danfoss A/S © 11/2017 Tutti i diritti riservati.

VLT® HVAC Drive FC 102	P450	P500	P560	P630
Sovraccarico normale (Sovraccarico normale = 110% corrente per 60 s)	**NO**	**NO**	**NO**	**NO**
Potenza all'albero standard a 550 V [kW]	355	400	450	500
Potenza all'albero standard a 575 V [cv]	450	500	600	650
Potenza all'albero standard a 690 V [kW]	450	500	560	630
Dimensione del frame	**F8/F9**	**F8/F9**	**F8/F9**	**F8/F9**
Corrente di uscita (trifase)				
Continua (a 550 V) [A]	470	523	596	630
Intermittente (sovraccarico 60 s) (a 550 V) (A)	517	575	656	693
Continua (a 575/690 V) [A]	450	500	570	630
Intermittente (sovraccarico 60 s) (a 575/690 V) [A]	495	550	627	693
kVA continui (a 550 V) [kVA]	448	498	568	600
kVA continui (a 575 V) [kVA]	448	498	568	627
kVA continui (a 690 V) [kVA]	538	598	681	753
Corrente di ingresso massima				
Continua (a 550 V) [A]	453	504	574	607
Continua (a 575 V) [A]	434	482	549	607
Continua (a 690 V)	434	482	549	607
Numero massimo e dimensioni dei cavi per fase				
- Motore [mm^2 (AWG)]	4 x 240 (4 x 500 mcm)	4 x 240 (4 x 500 mcm)	4 x 240 (4 x 500 mcm)	4 x 240 (4 x 500 mcm)
- Rete [mm^2 (AWG)]	4 x 85 (4 x 3/0 mcm)	4 x 85 (4 x 3/0 mcm)	4 x 85 (4 x 3/0 mcm)	4 x 85 (4 x 3/0 mcm)
- Freno [mm^2 (AWG)]	2 x 185 (2 x 350 mcm)	2 x 185 (2 x 350 mcm)	2 x 185 (2 x 350 mcm)	2 x 185 (2 x 350 mcm)
Fusibili di rete esterni massimi [A][1)]	630	630	630	630
Perdita di potenza stimata a 600 V [W][2), 3)]	5323	6010	7395	8209
Perdita di potenza stimata a 690 V [W][2), 3)]	5529	6239	7653	8495
Rendimento[3)]	0,98	0,98	0,98	0,98
Frequenza di uscita [Hz]	0–500	0–500	0–500	0–500
Scatto per sovratemperatura della scheda di controllo [°C (°F)]	85 (185)	85 (185)	85 (185)	85 (185)

Tabella 7.10 Dati elettrici per frame F8/F9, alimentazione di rete 6 x 525-690 V CA

1) Per le prestazioni dei fusibili vedere il capitolo 10.5 Fusibili e interruttori.

2) La perdita di potenza tipica è a condizioni normali ed è prevista entro il ±15% (la tolleranza si riferisce alle diverse tensioni e alle condizioni dei cavi). Questi valori si basano sul rendimento di un motore tipico (limite IE/IE3). I motori a scarso rendimento contribuiscono anch'essi alla perdita di potenza nel convertitore di frequenza. Vale per il dimensionamento del raffreddamento del convertitore di frequenza. Se la frequenza di commutazione è superiore all'impostazione di fabbrica, le perdite di potenza possono aumentare. Si tiene conto anche del consumo di potenza tipico dell'LCP e della scheda di controllo. Per dati sulla perdita di potenza secondo EN 50598-2, consultare drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/. Le opzioni e il carico del cliente possono aggiungere fino a 30 W alle perdite, nonostante tipicamente si tratti solo di 4 W supplementari per una scheda di controllo completamente carica o opzioni per gli slot A e B.

3) Misurato utilizzando cavi motore schermati di 5 m (16,5 piedi) a carico e frequenza nominali. Rendimento misurato a corrente nominale. Per la classe di efficienza energetica, vedere capitolo 10.12 Rendimento. Per perdite di carico della parte, vedere drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/.

 Danfoss A/S © 11/2017 Tutti i diritti riservati.

VLT® HVAC Drive FC 102	P710	P800	P900
Sovraccarico normale (Sovraccarico normale = 110% corrente per 60 s)	**NO**	**NO**	**NO**
Potenza all'albero standard a 550 V [kW]	560	670	750
Potenza all'albero standard a 575 V [cv]	750	950	1050
Potenza all'albero standard a 690 V [kW]	710	800	900
Dimensione del frame	**F10/F11**	**F10/F11**	**F10/F11**
Corrente di uscita (trifase)			
Continua (a 550 V) [A]	763	889	988
Intermittente (sovraccarico 60 s) (a 550 V) (A)	839	978	1087
Continua (a 575/690 V) [A]	730	850	945
Intermittente (sovraccarico 60 s) (a 575/690 V) [A]	803	935	1040
kVA continui (a 550 V) [kVA]	727	847	941
kVA continui (a 575 V) [kVA]	727	847	941
kVA continui (a 690 V) [kVA]	872	1016	1129
Corrente di ingresso massima			
Continua (a 550 V) [A]	735	857	952
Continua (a 575 V) [A]	704	819	911
Continua (a 690 V) [A]	704	819	911
Numero massimo e dimensioni dei cavi per fase			
- Motore [mm^2 (AWG)]	8 x 150 (8 x 300 mcm)	8 x 150 (8 x 300 mcm)	8 x 150 (8 x 300 mcm)
- Rete [mm^2 (AWG)]	6 x 120 (4 x 900 mcm)	6 x 120 (4 x 900 mcm)	6 x 120 (4 x 900 mcm)
- Freno [mm^2 (AWG)]	4 x 185 (4 x 350 mcm)	4 x 185 (4 x 350 mcm)	4 x 185 (4 x 350 mcm)
Fusibili di rete esterni massimi [A][1)]	900	900	900
Perdita di potenza stimata a 600 V [W][2), 3)]	9500	10872	12316
Perdita di potenza stimata a 690 V [W][2), 3)]	9863	11304	12798
Perdite massime aggiunte per interruttore o sezionatore e contattore [W], (soltanto F11)	427	532	615
Perdite massime opzioni pannello [W]	400	400	400
Rendimento[3)]	0,98	0,98	0,98
Frequenza di uscita [Hz]	0–500	0–500	0–500
Scatto per sovratemperatura della scheda di controllo [°C (°F)]	85 (185)	85 (185)	85 (185)

Tabella 7.11 Dati elettrici per frame F10/F11, alimentazione di rete 6 x 525-690 V CA

1) Per le prestazioni dei fusibili vedere il capitolo 10.5 Fusibili e interruttori.

2) La perdita di potenza tipica è a condizioni normali ed è prevista entro il ±15% (la tolleranza si riferisce alle diverse tensioni e alle condizioni dei cavi). Questi valori si basano sul rendimento di un motore tipico (limite IE/IE3). I motori a scarso rendimento contribuiscono anch'essi alla perdita di potenza nel convertitore di frequenza. Vale per il dimensionamento del raffreddamento del convertitore di frequenza. Se la frequenza di commutazione è superiore all'impostazione di fabbrica, le perdite di potenza possono aumentare. Si tiene conto anche del consumo di potenza tipico dell'LCP e della scheda di controllo. Per dati sulla perdita di potenza secondo EN 50598-2, consultare drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/. Le opzioni e il carico del cliente possono aggiungere fino a 30 W alle perdite, nonostante tipicamente si tratti solo di 4 W supplementari per una scheda di controllo completamente carica o opzioni per gli slot A e B.

3) Misurato utilizzando cavi motore schermati di 5 m (16,5 piedi) a carico e frequenza nominali. Rendimento misurato a corrente nominale. Per la classe di efficienza energetica, vedere capitolo 10.12 Rendimento. Per perdite di carico della parte, vedere drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/.

 Danfoss A/S © 11/2017 Tutti i diritti riservati.

VLT® HVAC Drive FC 102	P1M0	P1M2	P1M4
Sovraccarico normale (Sovraccarico normale = 110% corrente per 60 s)	**NO**	**NO**	**NO**
Potenza all'albero standard a 550 V [kW]	850	1000	1100
Potenza all'albero standard a 575 V [cv]	1150	1350	1550
Potenza all'albero standard a 690 V [kW]	1000	1200	1400
Dimensione del frame	**F12/F13**	**F12/F13**	**F12/F13**
Corrente di uscita (trifase)			
Continua (a 550 V) [A]	1108	1317	1479
Intermittente (sovraccarico 60 s) (a 550 V) (A)	1219	1449	1627
Continua (a 575/690 V) [A]	1060	1260	1415
Intermittente (sovraccarico 60 s) (a 575/690 V) [A]	1166	1386	1557
kVA continui (a 550 V) [kVA]	1056	1255	1409
kVA continui (a 575 V) [kVA]	1056	1255	1409
kVA continui (a 690 V) [kVA]	1267	1506	1691
Corrente di ingresso massima			
Continua (a 550 V) [A]	1068	1269	1425
Continua (a 575 V) [A]	1022	1214	1364
Continua (a 690 V) [A]	1022	1214	1364
Numero massimo e dimensioni dei cavi per fase			
- Motore [mm^2 (AWG)]	12 x 150 (12 x 300 mcm)	12 x 150 (12 x 300 mcm)	12 x 150 (12 x 300 mcm)
- Rete [mm^2 (AWG)] (F12)	8 x 240 (8 x 500 mcm)	8 x 240 (8 x 500 mcm)	8 x 240 (8 x 500 mcm)
- Rete [mm^2 (AWG)] (F13)	8 x 456 (8 x 900 mcm)	8 x 456 (8 x 900 mcm)	8 x 456 (8 x 900 mcm)
- Freno [mm^2 (AWG)]	6 x 185 (6 x 350 mcm)	6 x 185 (6 x 350 mcm)	6 x 185 (6 x 350 mcm)
Fusibili di rete esterni massimi [A][1)]	1600	2000	2500
Perdita di potenza stimata a 600 V [W][2), 3)]	13731	16190	18536
Perdita di potenza stimata a 690 V [W][2), 3)]	14250	16821	19247
Perdite massime aggiunte per interruttore o sezionatore e contattore [W], (soltanto F13)	665	863	1044
Perdite massime opzioni pannello [W]	400	400	400
Rendimento[3)]	0,98	0,98	0,98
Frequenza di uscita [Hz]	0–500	0–500	0–500
Scatto per sovratemperatura della scheda di controllo [°C (°F)]	85 (185)	85 (185)	85 (185)

Tabella 7.12 Dati elettrici per frame F12/F13, alimentazione di rete 6 x 525-690 V CA

1) Per le prestazioni dei fusibili vedere il capitolo 10.5 Fusibili e interruttori.

2) La perdita di potenza tipica è a condizioni normali ed è prevista entro il ±15% (la tolleranza si riferisce alle diverse tensioni e alle condizioni dei cavi). Questi valori si basano sul rendimento di un motore tipico (limite IE/IE3). I motori a scarso rendimento contribuiscono anch'essi alla perdita di potenza nel convertitore di frequenza. Vale per il dimensionamento del raffreddamento del convertitore di frequenza. Se la frequenza di commutazione è superiore all'impostazione di fabbrica, le perdite di potenza possono aumentare. Si tiene conto anche del consumo di potenza tipico dell'LCP e della scheda di controllo. Per dati sulla perdita di potenza secondo EN 50598-2, consultare drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/. Le opzioni e il carico del cliente possono aggiungere fino a 30 W alle perdite, nonostante tipicamente si tratti solo di 4 W supplementari per una scheda di controllo completamente carica o opzioni per gli slot A e B.

3) Misurato utilizzando cavi motore schermati di 5 m (16,5 piedi) a carico e frequenza nominali. Rendimento misurato a corrente nominale. Per la classe di efficienza energetica, vedere capitolo 10.12 Rendimento. Per perdite di carico della parte, vedere drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/.

 Danfoss A/S © 11/2017 Tutti i diritti riservati.

7.3 Alimentazione di rete

Alimentazione di rete	
Morsetti di alimentazione (sei impulsi)	L1, L2, L3
Morsetti di alimentazione (12 impulsi)	L1-1, L2-1, L3-1, L1-2, L2-2, L3-2
Tensione di alimentazione	380–480 V ±10%, 525–690 V ±10%

Tensione di alimentazione insufficiente/caduta tensione di rete:
durante una bassa tensione di rete o una caduta di tensione di rete, il convertitore di frequenza continua a funzionare fino a quando la tensione collegamento CC 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 rete è oltre il 10% al di sotto della tensione di alimentazione nominale minima del convertitore di frequenza.

Frequenza di alimentazione	50/60 Hz ±5%
Squilibrio temporaneo massimo tra le fasi di rete	3,0% della tensione di alimentazione nominale[1)]
Fattore di potenza reale (λ)	≥0,9 nominale al carico nominale
Fattore di potenza DPF (cos Φ) prossimo all'unità	(> 0,98)
Commutazione sull'alimentazione di ingresso L1, L2, L3 (accensioni)	Massimo una volta/due minuti
Ambiente secondo la norma EN60664-1	Categoria di sovratensione III/grado di inquinamento 2

Questo convertitore è adatto per l'uso su un circuito in grado di fornire 100 kA di corrente nominale di cortocircuito (SCCR) a 480/600 V.
1) Calcoli basati su UL/IEC61800-3.

7.4 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[1)]
Commutazione sull'uscita	Illimitata
Tempi di rampa	0,01–3.600 s

1) In funzione della tensione e della potenza.

Caratteristiche della coppia	
Coppia di avviamento (coppia costante)	Al massimo 150% per 60 s[1), 2)]
Coppia di sovraccarico (coppia costante)	Al massimo 150% per 60 s[1), 2)]

1) La percentuale si riferisce alla corrente nominale del convertitore di frequenza.
2) Una volta ogni 10 minuti.

7.5 Condizioni ambientali

Ambiente	
Frame E1/F1/F2/F3/F4/F8/F9/F10/F11/F12/F13	IP21/tipo 1, IP54/tipo 12
Frame E2	IP00/Chassis
Test di vibrazione	1,0 g
Umidità relativa	5–95% (IEC 721–3–3; classe 3K3 (senza condensa) durante il funzionamento)
Ambiente aggressivo (IEC 60068-2-43) Test H_2S	Classe Kd
Gas aggressivi (IEC 60721-3-3)	Classe 3C3
Metodo di prova secondo IEC 60068-2-43	H2S (10 giorni)
Temperatura ambiente (modalità di commutazione SFAVM)	
- con declassamento	Al massimo 55 °C (131 °F)[1)]
- con la massima potenza di uscita dei motori EFF2 standard (fino al 90% della corrente di uscita)	Al massimo 50 °C (122 °F)[1)]
- con la massima corrente di uscita del convertitore di frequenza	Al massimo 45 °C (113 °F)[1)]
Temperatura ambiente minima durante il funzionamento a pieno regime	0 °C (32 °F)
Temperatura ambiente minima con prestazioni ridotte	-10 °C (14 °F)

 Danfoss A/S © 11/2017 Tutti i diritti riservati.

Temperatura durante l'immagazzinamento/il trasporto	Da -25 a +65/70 °C (da 13 a 149/158 °F)
Altitudine massima sopra il livello del mare senza declassamento	1.000 m (3.281 piedi)
Altezza massima sopra il livello del mare con declassamento	3.000 m (9.842 piedi)

1) Per ulteriori informazioni sul declassamento vedere il capitolo 9.6 Declassamento.

Norme EMC, emissione	EN 61800-3
Norme EMC, immunità	EN 61800-3
Classe di efficienza energetica[1)]	IE2

1) Determinato secondo la EN50598-2 al:

- *carico nominale*
- *90% della frequenza nominale*
- *impostazione di fabbrica della frequenza di commutazione*
- *impostazione di fabbrica del modello di commutazione.*

7.6 Specifiche dei cavi

Lunghezze dei cavi e sezioni trasversali dei cavi di comando	
Lunghezza massima del cavo motore, schermato	150 m (492 piedi)
Lunghezza massima del cavo motore, non schermato	300 m (984 piedi)
Sezione trasversale massima al motore, alla rete, alla condivisione del carico e al freno	Vedere il *capitolo 7 Specifiche*[1)]
Sezione trasversale massima per i morsetti di controllo, filo rigido	1,5 mm^2/16 AWG (2 x 0,75 mm^2)
Sezione trasversale massima per i morsetti di controllo, cavo flessibile	1 mm^2/18 AWG
Sezione trasversale massima per i morsetti di controllo, cavo con anima	0,5 mm^2/20 AWG
Sezione trasversale minima ai morsetti di controllo	0,25 mm^2/23 AWG

1) Per i cavi di potenza vedere i dati elettrici nel capitolo 7.1 Dati elettrici, 380-480 V e nel capitolo 7.2 Dati elettrici, 525-690 V.

7.7 Ingresso/uscita di dati e di controllo

Ingressi digitali	
Ingressi digitali programmabili	4 (6)
Numero morsetto	18, 19, 27[1)], 29[1)], 32, 33
Logica	PNP o NPN
Livello di tensione	0–24 V CC
Livello di tensione, logica 0 PNP	<5 V CC
Livello di tensione, logica 1 PNP	>10 V CC
Livello di tensione, logica 0 NPN	>19 V CC
Livello di tensione, logica 1 NPN	<14 V CC
Tensione massima in ingresso	28 V CC
Resistenza di ingresso, R_i	Circa 4 kΩ

Tutti gli ingressi digitali sono isolati galvanicamente dalla tensione di alimentazione (PELV) nonché dagli altri morsetti ad alta tensione.

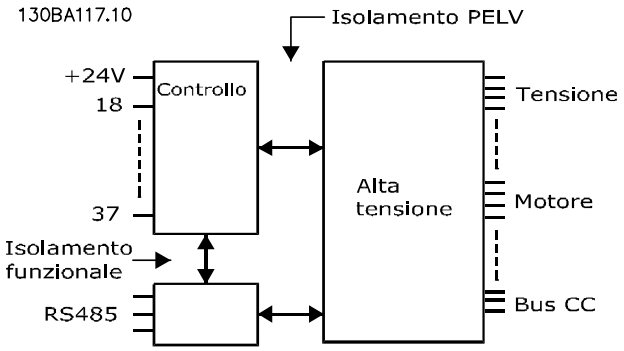
1) I morsetti 27 e 29 possono essere programmati anche come uscite.

Ingressi analogici	
Numero di ingressi analogici	2
Numero morsetto	53, 54
Modalità	Tensione o corrente
Selezione modalità	Interruttori A53 e A54
Modalità tensione	Interruttore A53/A54=(U)
Livello di tensione	Da -10 V a +10 V (convertibile in scala)
Resistenza di ingresso, R_i	Circa 10 kΩ
Tensione massima	±20 V
Modalità corrente	Interruttore A53/A54 = (I)
Livello di corrente	Da 0/4 a 20 mA (convertibile in scala)
Resistenza di ingresso, R_i	Circa 200 Ω

 Danfoss A/S © 11/2017 Tutti i diritti riservati.

Corrente massima	30 mA
Risoluzione per gli ingressi analogici	10 bit (segno +)
Precisione degli ingressi analogici	Errore massimo 0,5% della scala intera
Larghezza di banda	100 Hz

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



Disegno 7.1 Isolamento PELV

7

Ingressi a impulsi	
Ingressi a impulsi programmabili	2
Numero morsetto a impulsi	29, 33
Frequenza massima al morsetto 29, 33 (comando push-pull)	110 kHz
Frequenza massima al morsetto 29, 33 (collettore aperto)	5 kHz
Frequenza minima in corrispondenza dei morsetti 29 e 33	4 Hz
Livello di tensione	Vedere *Ingressi digitali* nel *capitolo 7.7 Ingresso/uscita di dati e di controllo*
Tensione massima in ingresso	28 V CC
Resistenza di ingresso, R_i	Circa 4 kΩ
Precisione dell'ingresso a impulsi (0,1–1 kHz)	Errore massimo: 0,1% del fondo scala

Uscita analogica	
Numero delle uscite analogiche programmabili	1
Numero morsetto	42
Intervallo di corrente in corrispondenza dell'uscita analogica	0/4–20 mA
Carico massimo della resistenza verso massa sull'uscita analogica	500 Ω
Precisione sull'uscita analogica	Errore massimo: 0,8% della scala intera
Risoluzione sull'uscita analogica	8 bit

L'uscita analogica è isolata galvanicamente dalla tensione di alimentazione (PELV) e dagli altri morsetti ad alta tensione.

Scheda di controllo, comunicazione seriale RS485	
Numero morsetto	68 (P, TX+, RX+), 69 (N, TX-, RX-)
Numero morsetto 61	Comune per i morsetti 68 e 69

Il circuito di comunicazione seriale RS485 è separato funzionalmente da altri circuiti centrali e isolato galvanicamente dalla tensione di alimentazione (PELV).

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

 Danfoss A/S © 11/2017 Tutti i diritti riservati.

Risoluzione delle frequenze di uscita	12 bit

1) I morsetti 27 e 29 possono essere programmati anche come ingressi.

L'uscita digitale è isolata galvanicamente dalla tensione di alimentazione (PELV) e dagli altri morsetti ad alta tensione.

Scheda di controllo, tensione di uscita a 24 V CC

Numero morsetto	12, 13
Carico massimo	200 mA

L'alimentazione a 24 V CC è isolata galvanicamente dalla tensione di alimentazione (PELV) ma ha lo stesso potenziale degli ingressi e delle uscite analogiche e digitali.

Uscite a relè

Uscite a relè programmabili	2
Sezione trasversale massima ai morsetti del relè	2,5 mm^2 (12 AWG)
Sezione trasversale minima ai morsetti del relè	0,2 mm^2 (30 AWG)
Lunghezza del filo sguainato	8 mm (0,3 pollici)
Numero morsetto relè 01	1–3 (apertura), 1–2 (chiusura)
Carico massimo sui morsetti (CA-1)[1] 1–2 (NO) (carico resistivo)[2, 3]	400 V CA, 2 A
Carico massimo sui morsetti (CA-15)[1] 1–2 (NO) (carico induttivo con cosφ 0,4)	240 V CA, 0,2 A
Carico massimo sui morsetti (CC-1)[1] 1–2 (NO) (carico resistivo)	80 V CC, 2 A
Carico massimo sui morsetti (CC-13)[1] 1–2 (NO) (carico induttivo)	24 V CC, 0,1 A
Carico massimo sui morsetti (CA-1)[1] 1–3 (NC) (carico resistivo)	240 V CA, 2 A
Carico massimo sui morsetti (CA-15)[1] 1–3 (NC) (carico induttivo con cosφ 0,4)	240 V CA, 0,2 A
Carico massimo sui morsetti (CC-1)[1] 1–3 (NC) (carico resistivo)	50 V CC, 2 A
Carico massimo sui morsetti (CC-13)[1] 1–3 (NC) (carico induttivo)	24 V CC, 0,1 A
Carico minimo sui morsetti 1–3 (NC), 1–2 (NO)	24 V CC 10 mA, 24 V CA 2 mA
Ambiente secondo EN 60664-1	Categoria di sovratensione III/grado di inquinamento 2
Numero morsetto relè 02	4–6 (apertura), 4–5 (chiusura)
Carico massimo sui morsetti (CA-1)[1] 4–5 (NO) (carico resistivo)[2, 3]	400 V CA, 2 A
Carico massimo sui morsetti (CA-15)[1] 4–5 (NO) (carico induttivo con cosφ 0,4)	240 V CA, 0,2 A
Carico massimo sui morsetti (CC-1)[1] 4–5 (NO) (carico resistivo)	80 V CC, 2 A
Carico massimo sui morsetti (CC-13)[1] 4–5 (NO) (carico induttivo)	24 V CC, 0,1 A
Carico massimo sui morsetti (CA-1)[1] 4–6 (NC) (carico resistivo)	240 V CA, 2 A
Carico massimo sui morsetti (CA-15)[1] 4–6 (NC) (carico induttivo con cosφ 0,4)	240 V CA, 0,2 A
Carico massimo sui morsetti (CC-1)[1] 4–6 (NC) (carico resistivo)	50 V CC, 2 A
Carico massimo sui morsetti (CC-13)[1] 4–6 (NC) (carico induttivo)	24 V CC, 0,1 A
Carico minimo sui morsetti 4–6 (NC), 4–5 (NO)	24 V CC 10 mA, 24 V CA 2 mA
Ambiente secondo EN 60664-1	Categoria di sovratensione III/grado di inquinamento 2

I contatti del relè sono isolati galvanicamente dal resto del circuito mediante un isolamento rinforzato (PELV).
1) IEC 60947 parti 4 e 5.
2) Categoria di sovratensione II.
3) Applicazioni UL 300 V CA 2 A.

Scheda di controllo, tensione di uscita a +10 V CC

Numero morsetto	50
Tensione di uscita	10,5 V ±0,5 V
Carico massimo	25 mA

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

 Danfoss A/S © 11/2017 Tutti i diritti riservati.

Caratteristiche di comando	
Risoluzione sulla frequenza di uscita a 0-1.000 Hz	±0,003 Hz
Tempo di risposta del sistema (morsetti 18, 19, 27, 29, 32, 33)	≤2 m/s
Intervallo controllo di velocità (anello aperto)	1:100 della velocità sincrona
Precisione della velocità (anello aperto)	30-4.000 giri/min.: errore massimo di ±8 giri/min.

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

Prestazioni scheda di controllo	
Intervallo di scansione	5 M/S

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

AVVISO!

Il collegamento al PC viene effettuato mediante un cavo USB dispositivo/host standard.
Il collegamento USB è isolato galvanicamente dalla tensione di alimentazione (PELV) nonché dagli altri morsetti ad alta tensione.
Il collegamento USB non è isolato galvanicamente dalla terra. Usare soltanto computer portatili/PC isolati come collegamento al passacavo USB sul convertitore oppure un cavo/convertitore USB isolato.

7.8 Pesi del frame

Frame	380–480/500 V	525–690 V
E1	270–313 kg (595–690 lb)	263–313 kg (580–690 lb)
E2	234–277 kg (516–611 lb)	221–277 kg (487–611 lb)

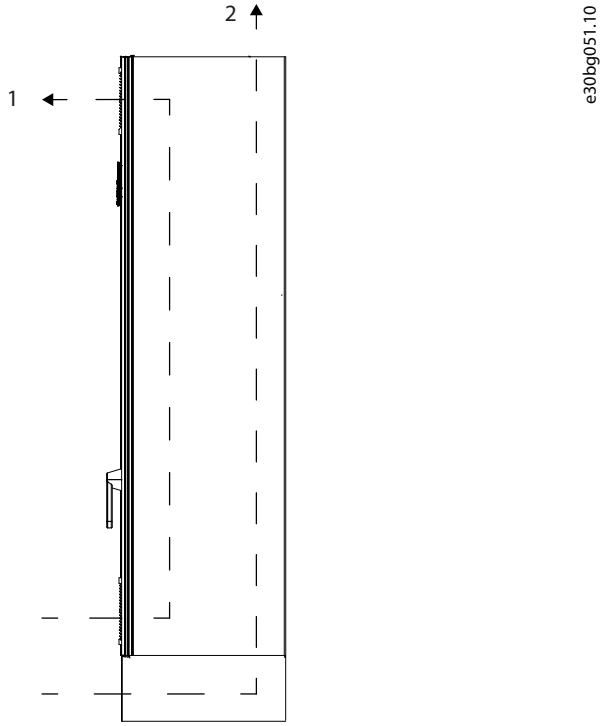
Tabella 7.13 Pesi del frame E1-E2, kg (lb)

Frame	380–480/500 V	525–690 V
F1	1.017 kg (2.242,1 lb)	1.017 kg (2.242,1 lb)
F2	1.260 kg (2.777,9 lb)	1.260 kg (2.777,9 lb)
F3	1.318 kg (2.905,7 lb)	1.318 kg (2.905,7 lb)
F4	1.561 kg (3.441,5 lb)	1.561 kg (3.441,5 lb)
F8	447 kg (985,5 lb)	447 kg (985,5 lb)
F9	669 kg (1.474,9 lb)	669 kg (1.474,9 lb)
F10	893 kg (1.968,8 lb)	893 kg (1.968,8 lb)
F11	1.116 kg (2.460,4 lb)	1.116 kg (2.460,4 lb)
F12	1.037 kg (2.286,4 lb)	1.037 kg (2.286,4 lb)
F13	1.259 kg (2.775,7 lb)	1.259 kg (2.775,7 lb)

Tabella 7.14 Pesi del frame F1-F13, kg (lb)

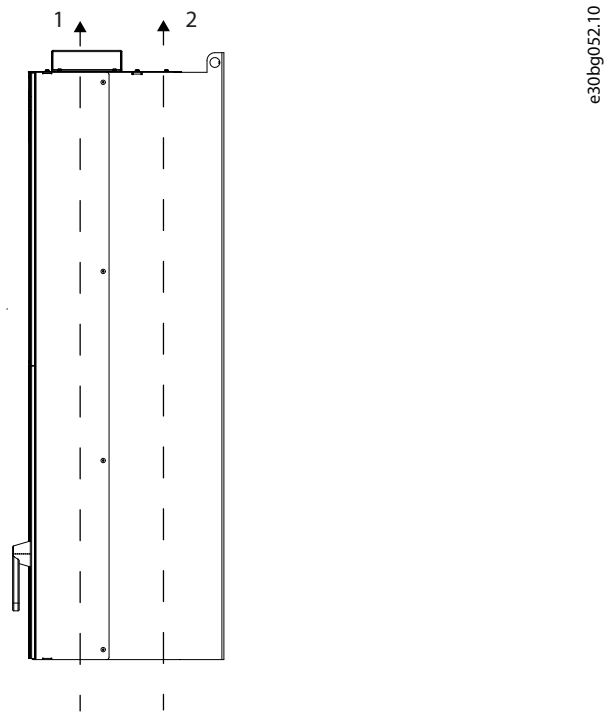
 Danfoss A/S © 11/2017 Tutti i diritti riservati.

7.9 Flusso d'aria per i frame E1–E2 ed F1–F13



1	Flusso d'aria del canale anteriore, 340 m^3/h (200 cfm)
2	Flusso d'aria del canale posteriore, 1.105 m^3/h (650 cfm) o 1.444 m^3/h (850 cfm)

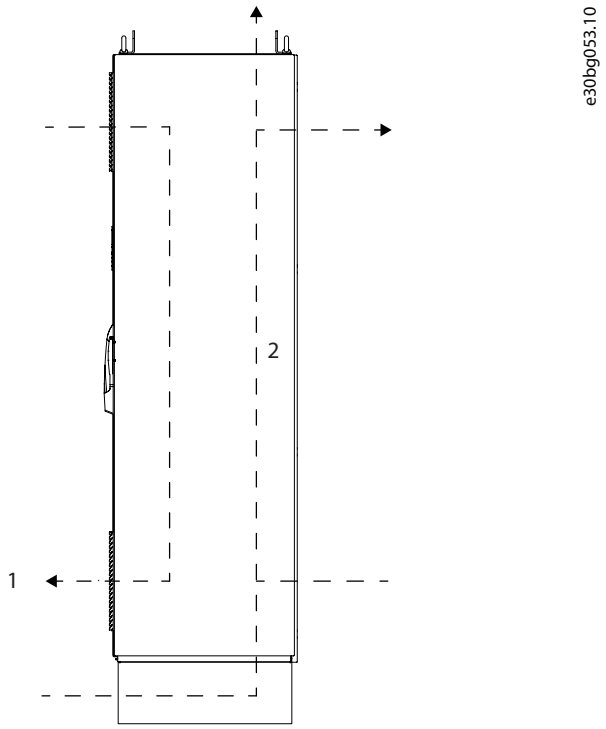
Disegno 7.2 Flusso d'aria per i frame E1



1	Flusso d'aria del canale anteriore, 255 m^3/h (150 cfm)
2	Flusso d'aria del canale posteriore, 1.105 m^3/h (650 cfm) o 1.444 m^3/h (850 cfm)

Disegno 7.3 Flusso d'aria per frame E2

 Danfoss A/S © 11/2017 Tutti i diritti riservati.



1	Flusso d'aria del canale anteriore - IP21/Tipo 1, 700 m^3/h (412 cfm) - IP54/Tipo 12, 525 m^3/h (309 cfm)
2	Flusso d'aria del canale posteriore, 985 m^3/h (580 cfm)

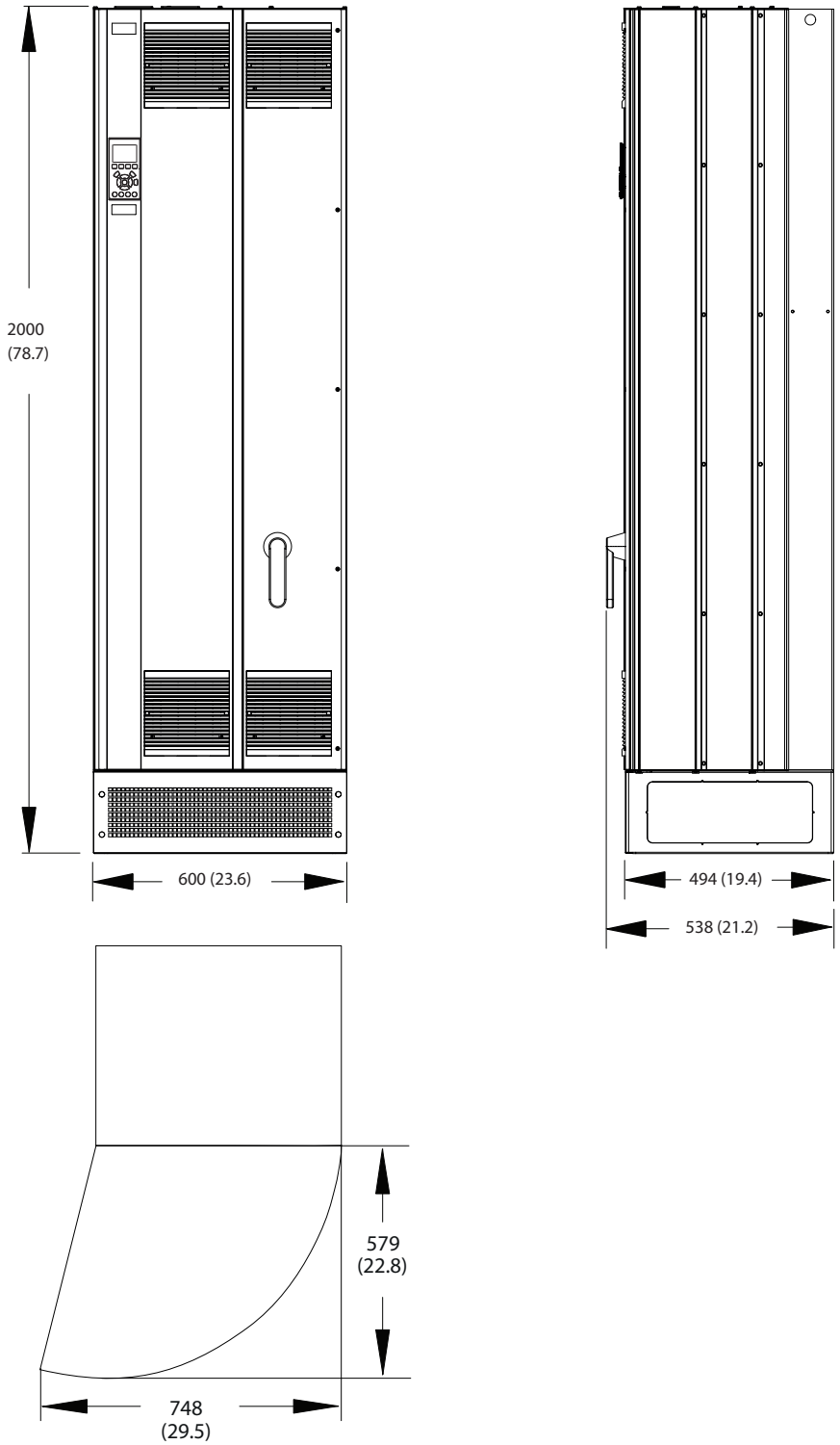
Disegno 7.4 Flusso d'aria per frame F1-13

 Danfoss A/S © 11/2017 Tutti i diritti riservati.

8 Dimensioni esterne e dei morsetti

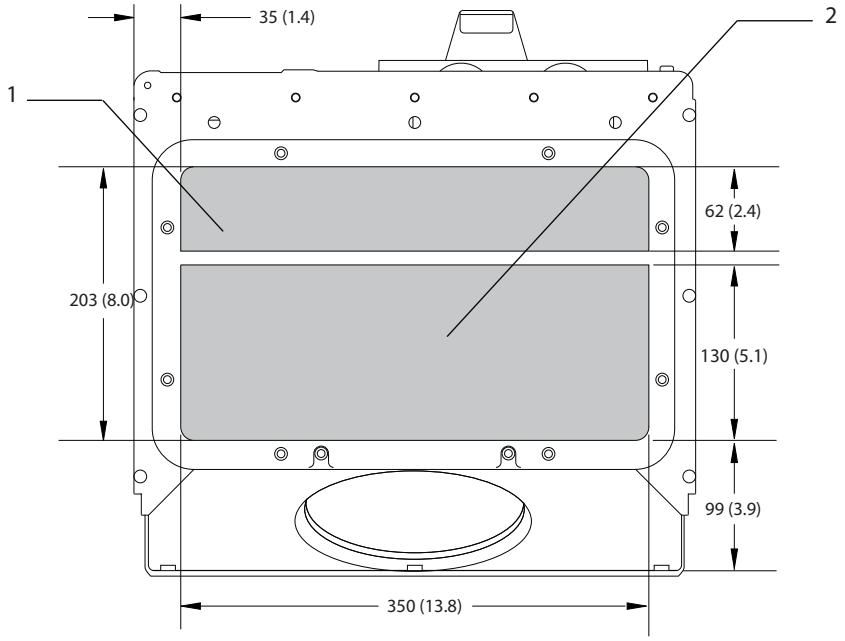
8.1 Dimensioni esterne E1 e dei morsetti

8.1.1 Dimensioni esterne E1



Disegno 8.1 Dimensioni anteriore, laterale e dello spazio per la porta per E1

Danfoss A/S © 11/2017 Tutti i diritti riservati.

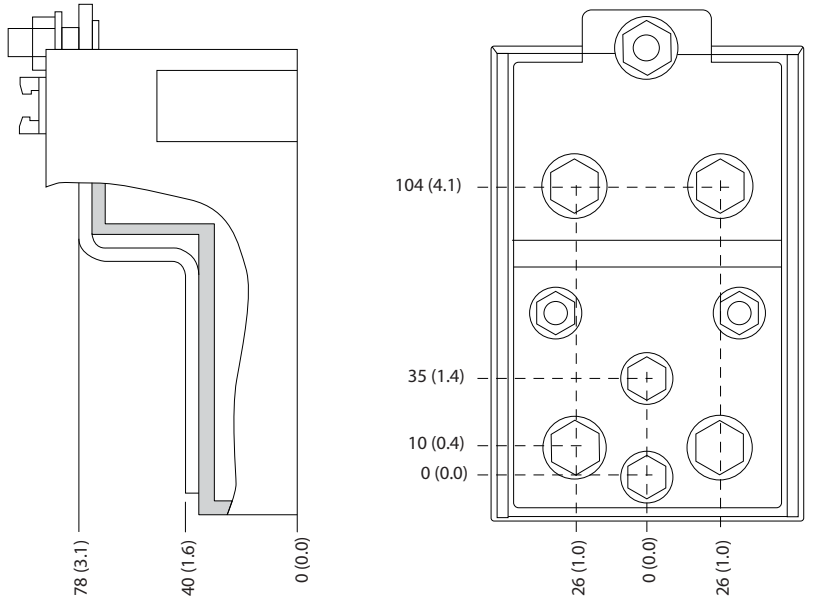


1	Lato rete	2	Lato motore

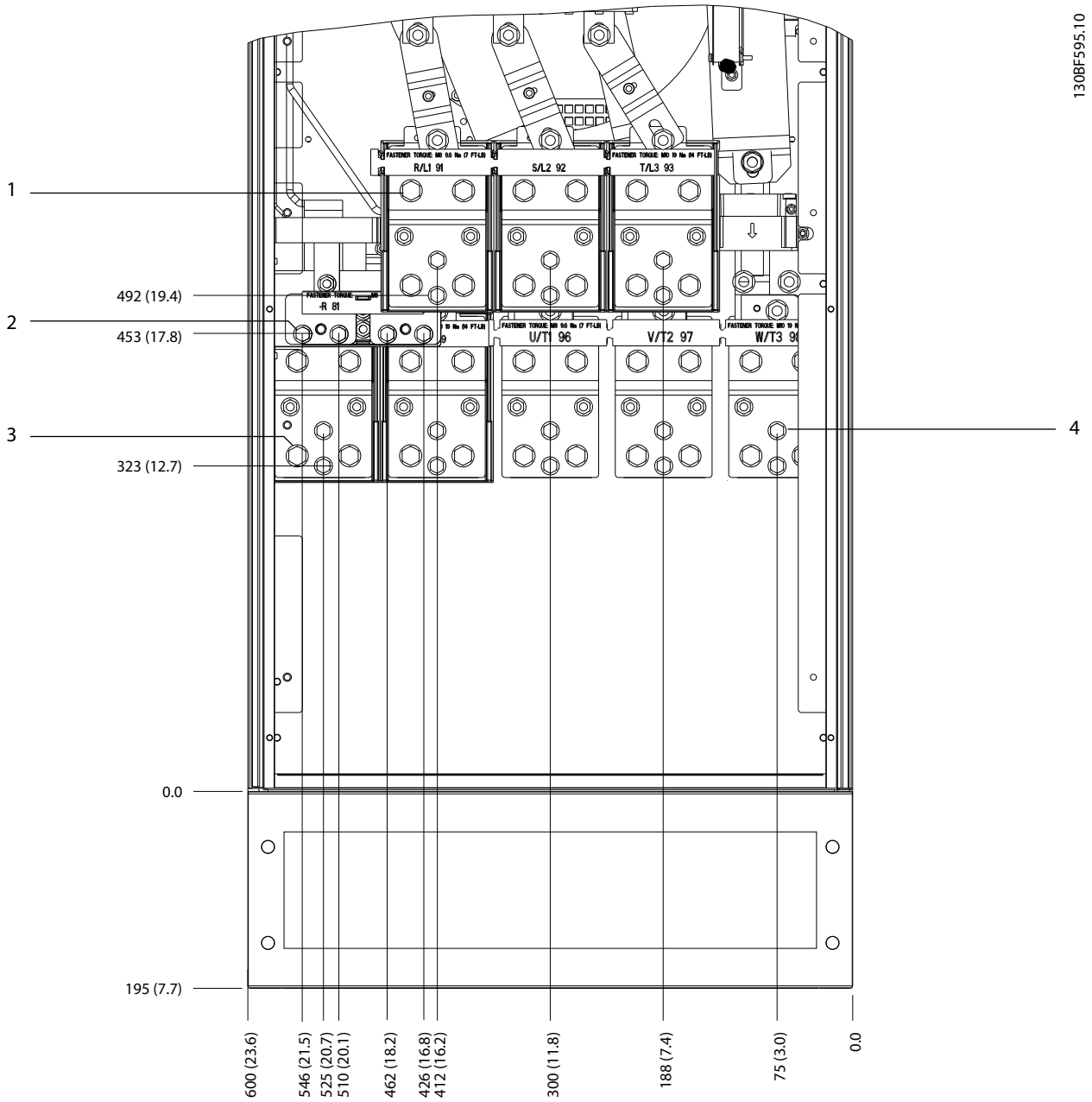
Disegno 8.2 Dimensioni della piastra passacavi per E1/E2

8.1.2 Dimensioni dei morsetti E1

I cavi di potenza sono pesanti e difficili da piegare. Per facilitare l'installazione dei cavi valutare la posizione migliore per il convertitore di frequenza. Ciascun morsetto consente di utilizzare fino a quattro cavi con capicorda o una morsettiera standard. La terra è collegata al punto di terminazione attinente nel convertitore di frequenza.



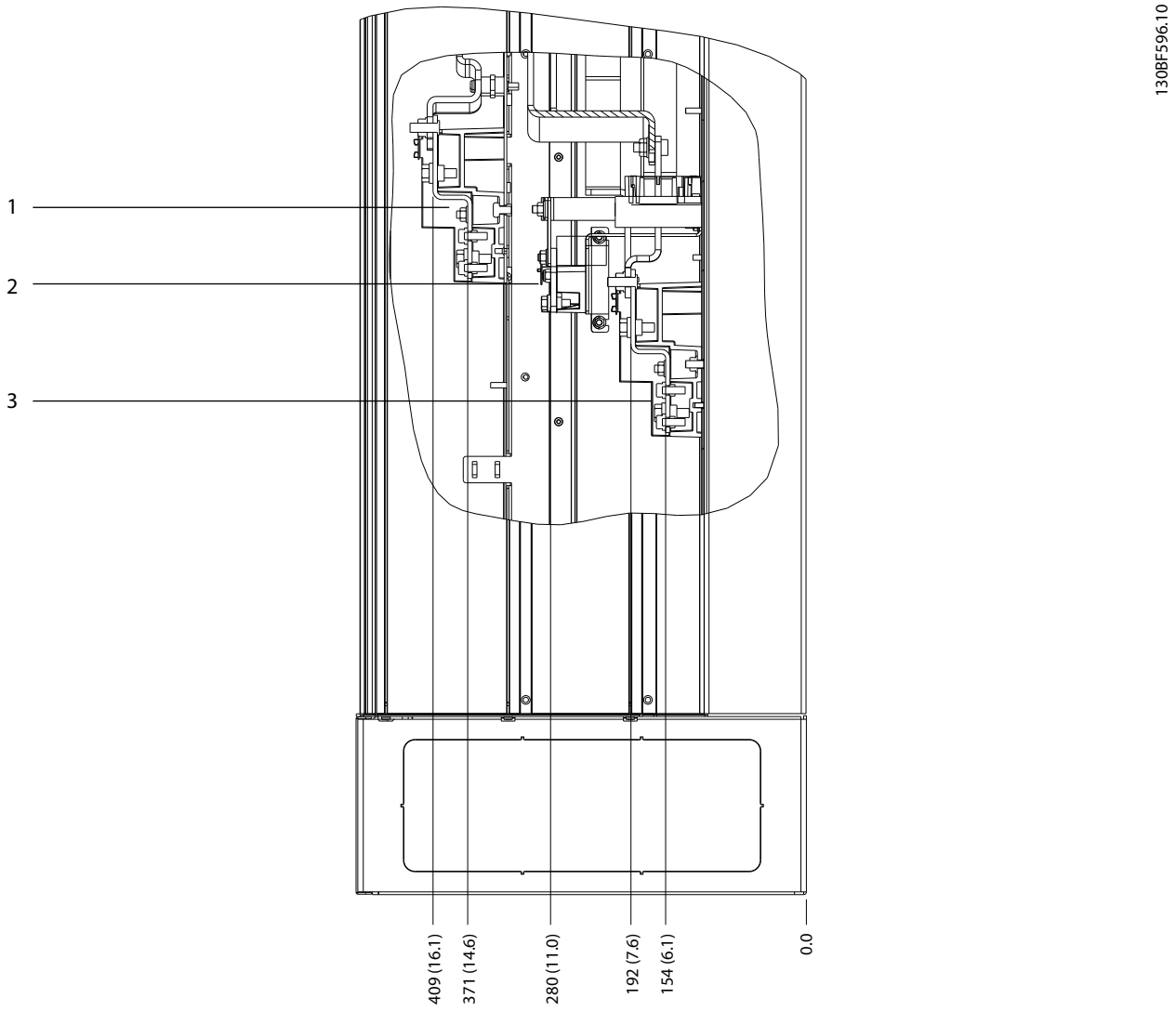
Disegno 8.3 Dimensioni dei morsetti dettagliate per E1/E2



1	Morsetti di rete	3	Morsetti Regen/di condivisione del carico
2	Morsetti freno	4	Morsetti del motore

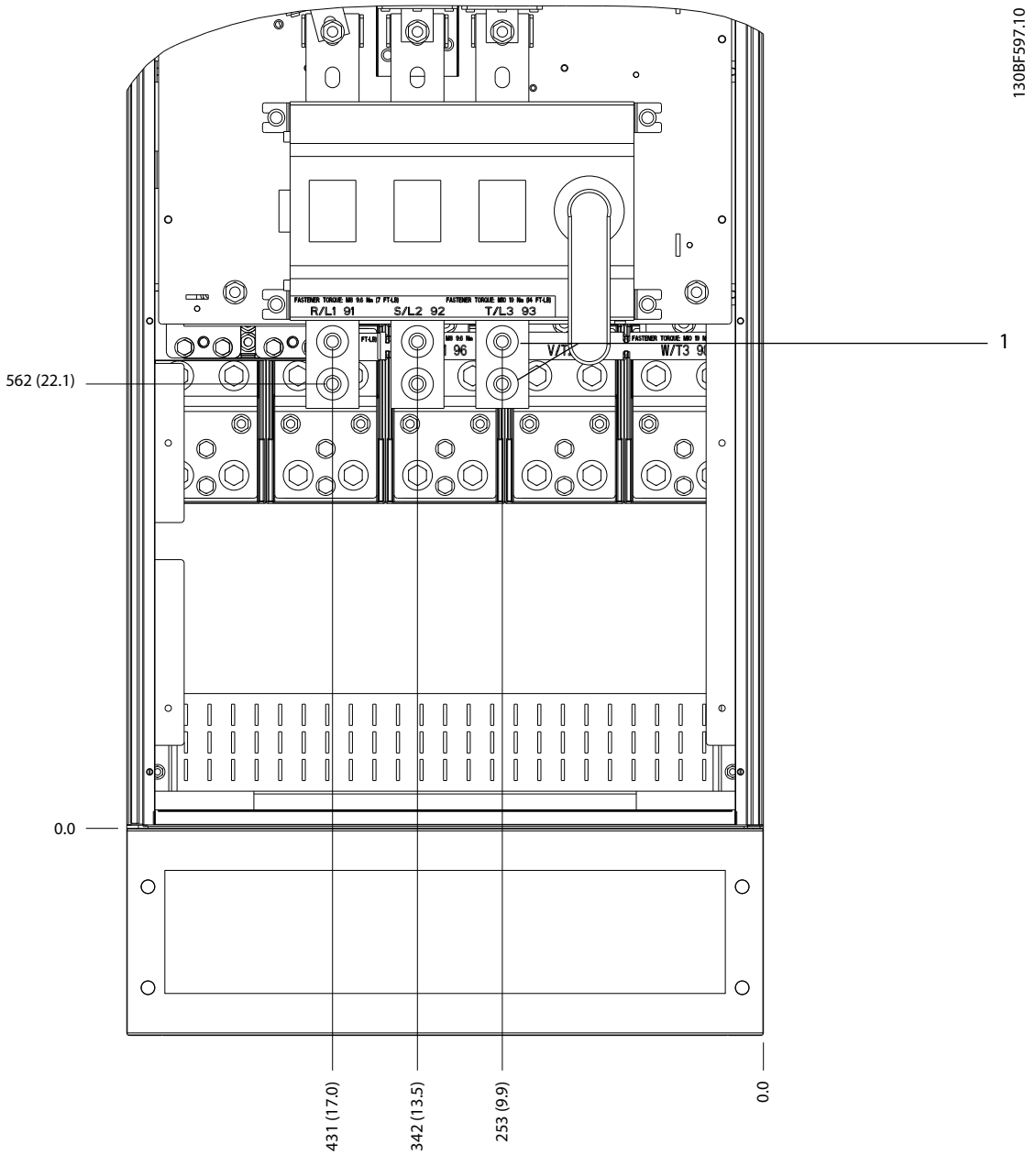
Disegno 8.4 Dimensioni dei morsetti per E1, vista frontale

 Danfoss A/S © 11/2017 Tutti i diritti riservati.



1	Morsetti di rete	2	Morsetti freno
3	Morsetti del motore	–	–

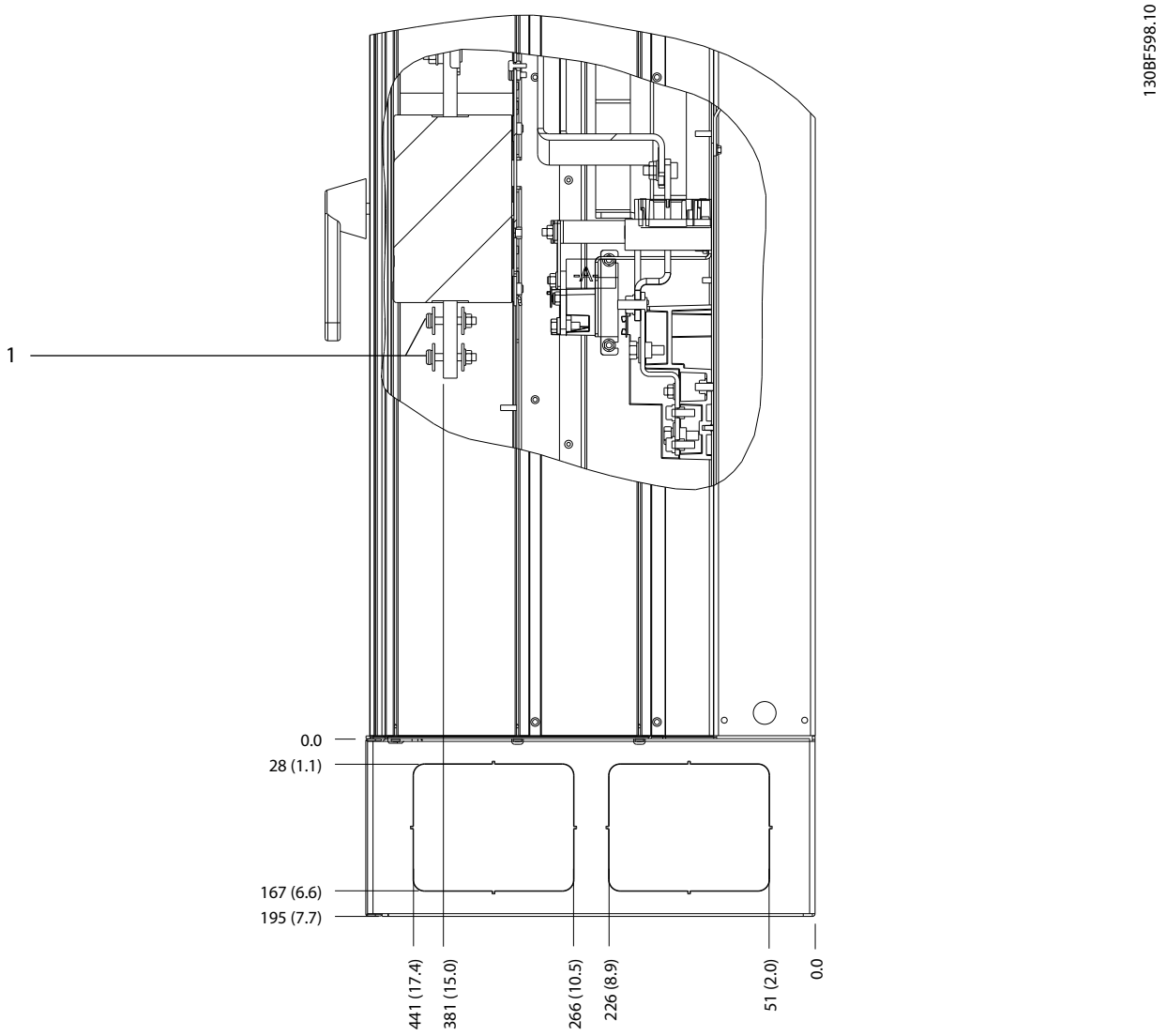
Disegno 8.5 Dimensioni dei morsetti per E1, vista laterale



1	Morsetti di rete	–	–

Disegno 8.6 Dimensioni dei morsetti per E1 con sezionatore (modelli 380–480/500 V: P315; modelli 525-690 V: P355–P560), vista frontale

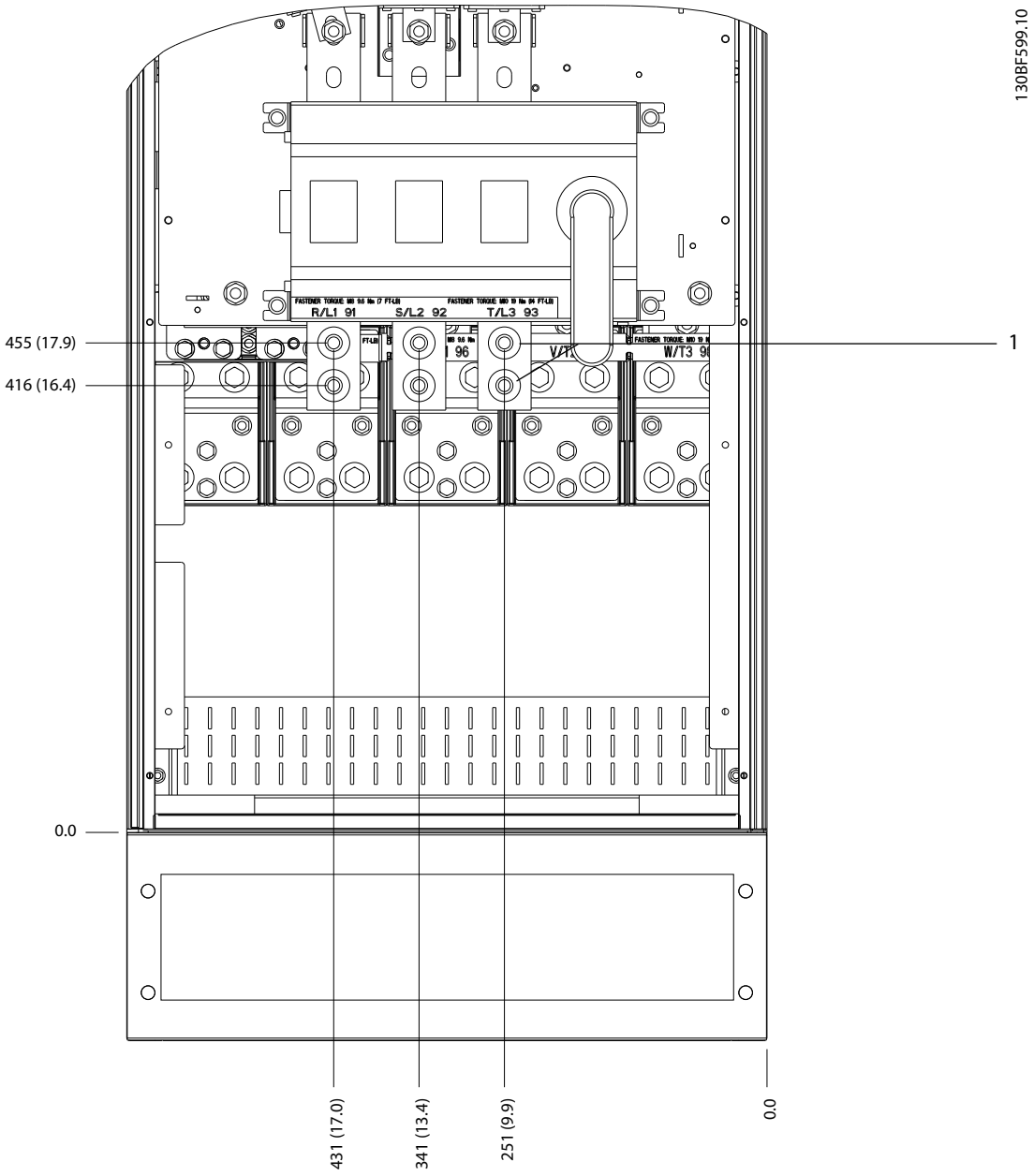
Danfoss A/S © 11/2017 Tutti i diritti riservati.



1	Morsetti di rete	–	–

Disegno 8.7 Dimensioni dei morsetti per E1 con sezionatore (modelli 380–480/500 V: P315; modelli 525-690 V: P355–P560), vista laterale

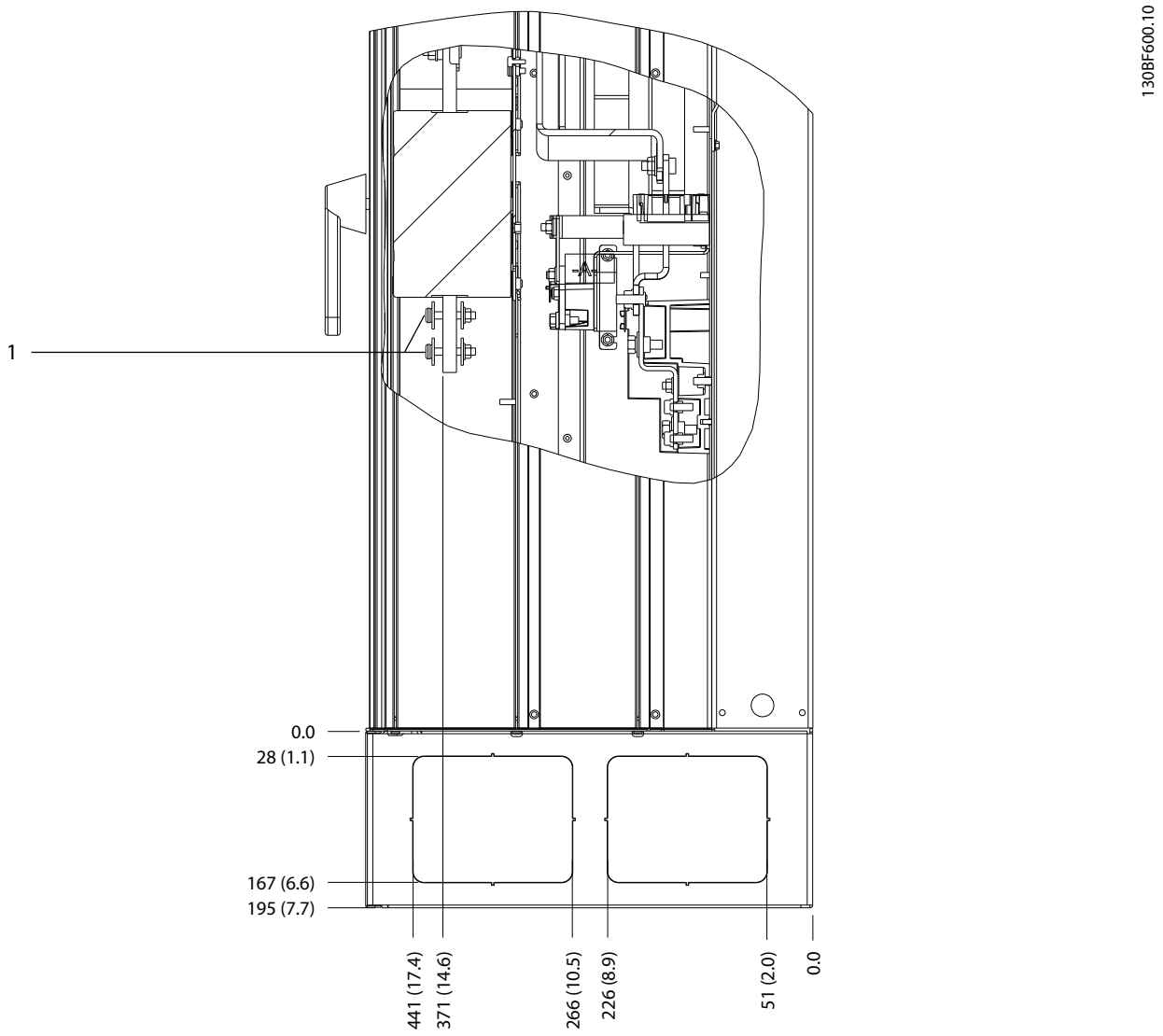
 Danfoss A/S © 11/2017 Tutti i diritti riservati.



1	Morsetti di rete	–	–

Disegno 8.8 Dimensioni dei morsetti per E1 con sezionatore (modelli 380–480/500 V: P355–P400), vista frontale

 Danfoss A/S © 11/2017 Tutti i diritti riservati.



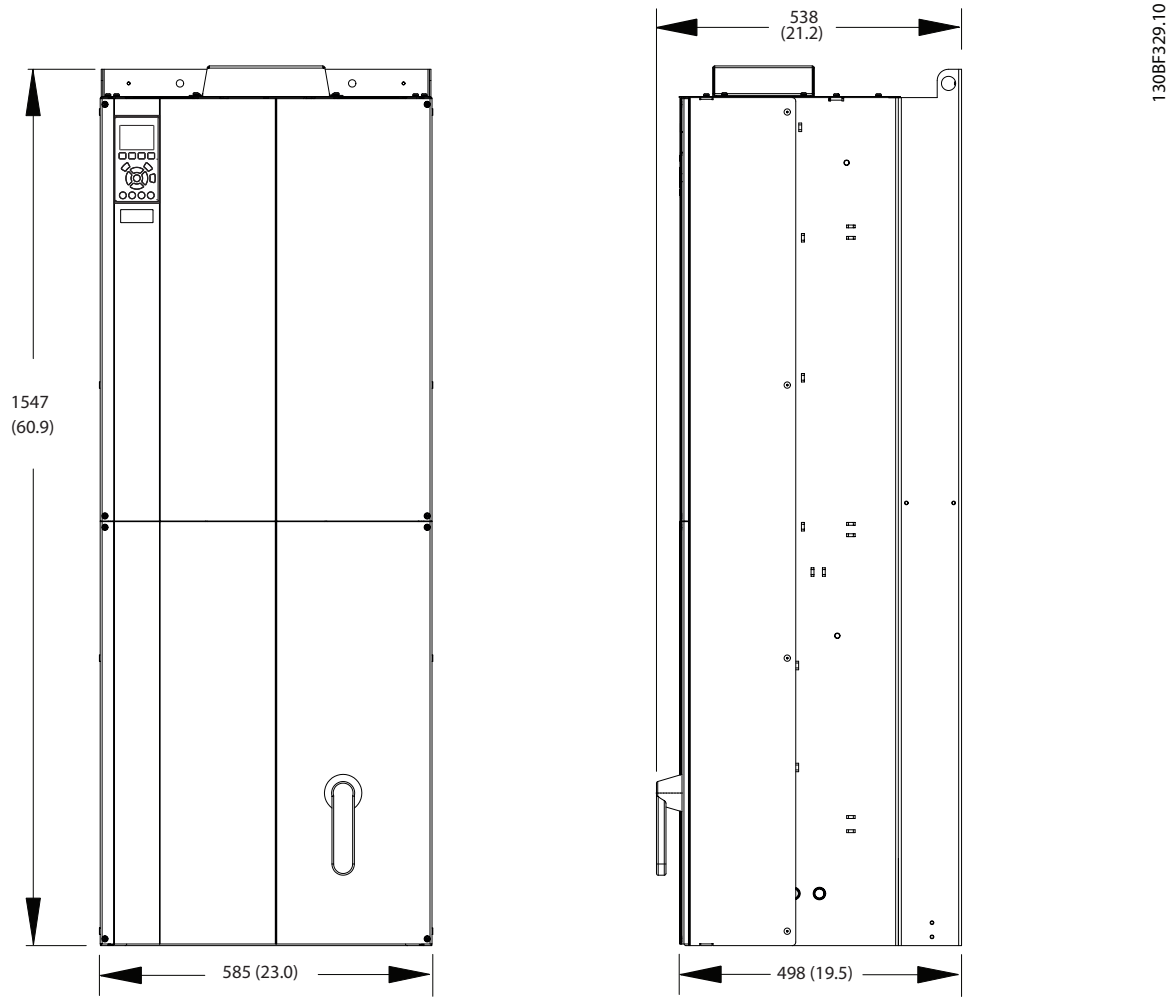
1	Morsetti di rete	–	–

Disegno 8.9 Dimensioni dei morsetti per E1 con sezionatore (modelli 380–480/500 V: P355–P400), vista laterale

 Danfoss A/S © 11/2017 Tutti i diritti riservati.

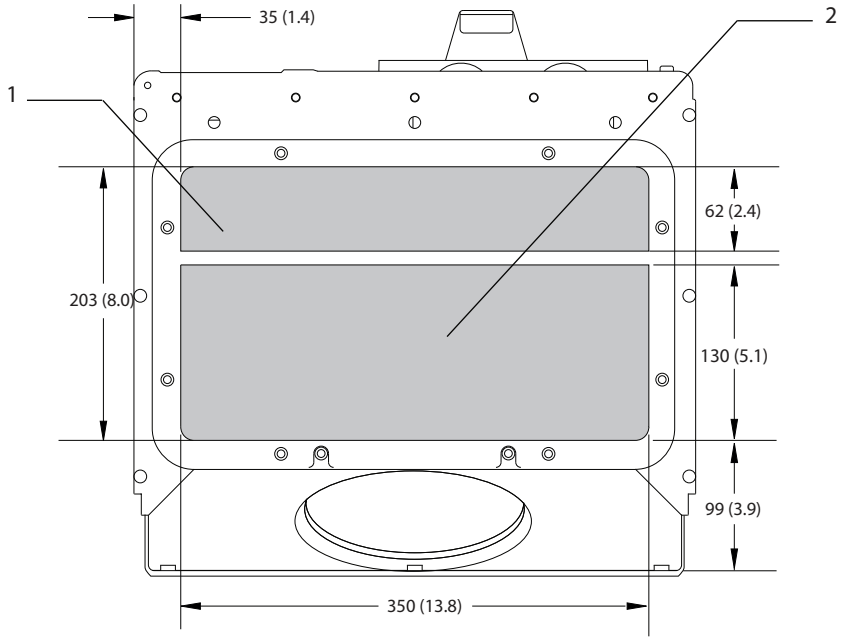
8.2 Dimensioni esterne E2 e dei morsetti

8.2.1 Dimensioni esterne E2



Disegno 8.10 Dimensioni anteriore, laterale e dello spazio per la porta per E2

 Danfoss A/S © 11/2017 Tutti i diritti riservati.

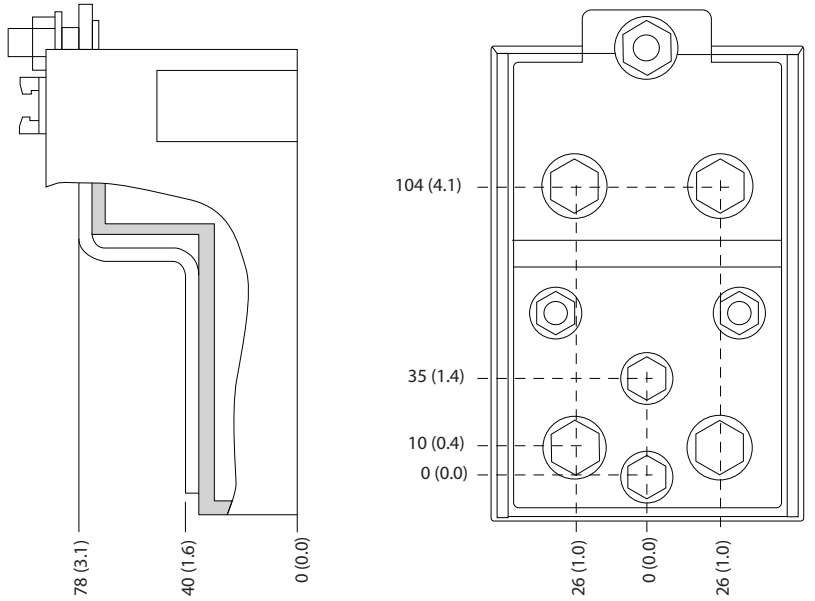


1	Lato rete	2	Lato motore

Disegno 8.11 Dimensioni della piastra passacavi per E1/E2

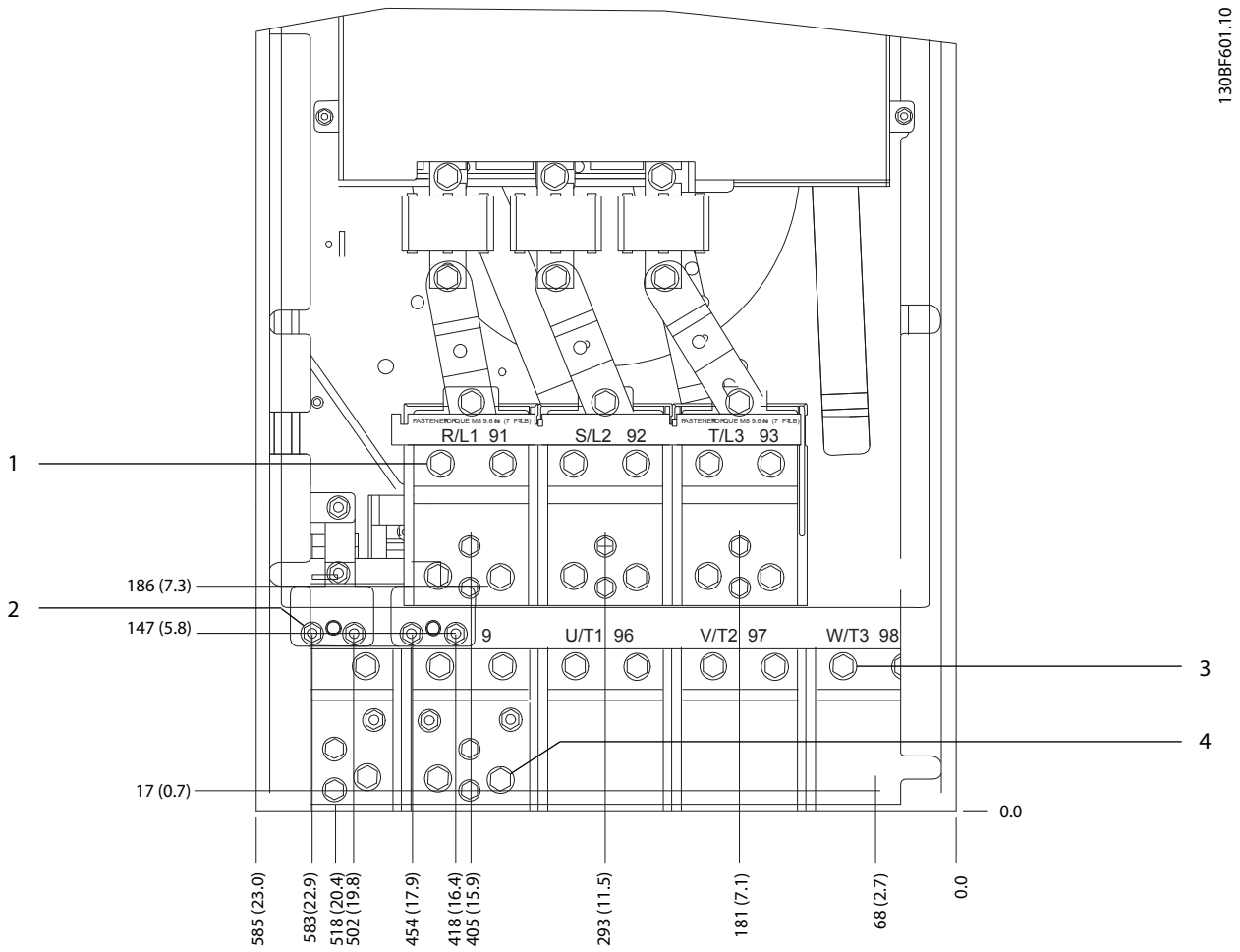
8.2.2 Dimensioni dei morsetti E2

I cavi di potenza sono pesanti e difficili da piegare. Per facilitare l'installazione dei cavi valutare la posizione migliore per il convertitore di frequenza. Ciascun morsetto consente di utilizzare fino a quattro cavi con capicorda o una morsettiera standard. La terra è collegata al punto di terminazione attinente nel convertitore di frequenza.



Disegno 8.12 Dimensioni dei morsetti dettagliate per E1/E2

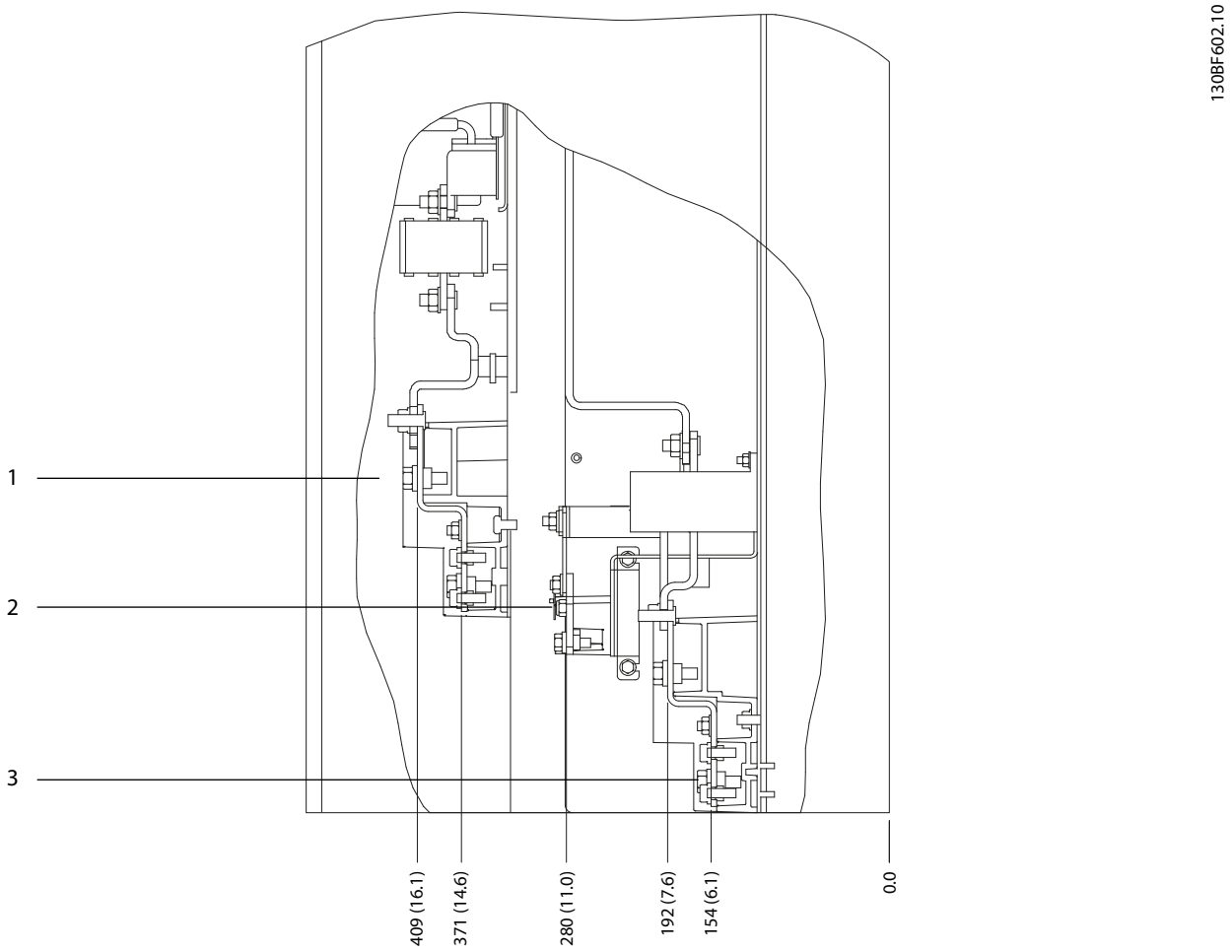
 Danfoss A/S © 11/2017 Tutti i diritti riservati.



1	Morsetti di rete	3	Morsetti del motore
2	Morsetti freno	4	Morsetti Regen/di condivisione del carico

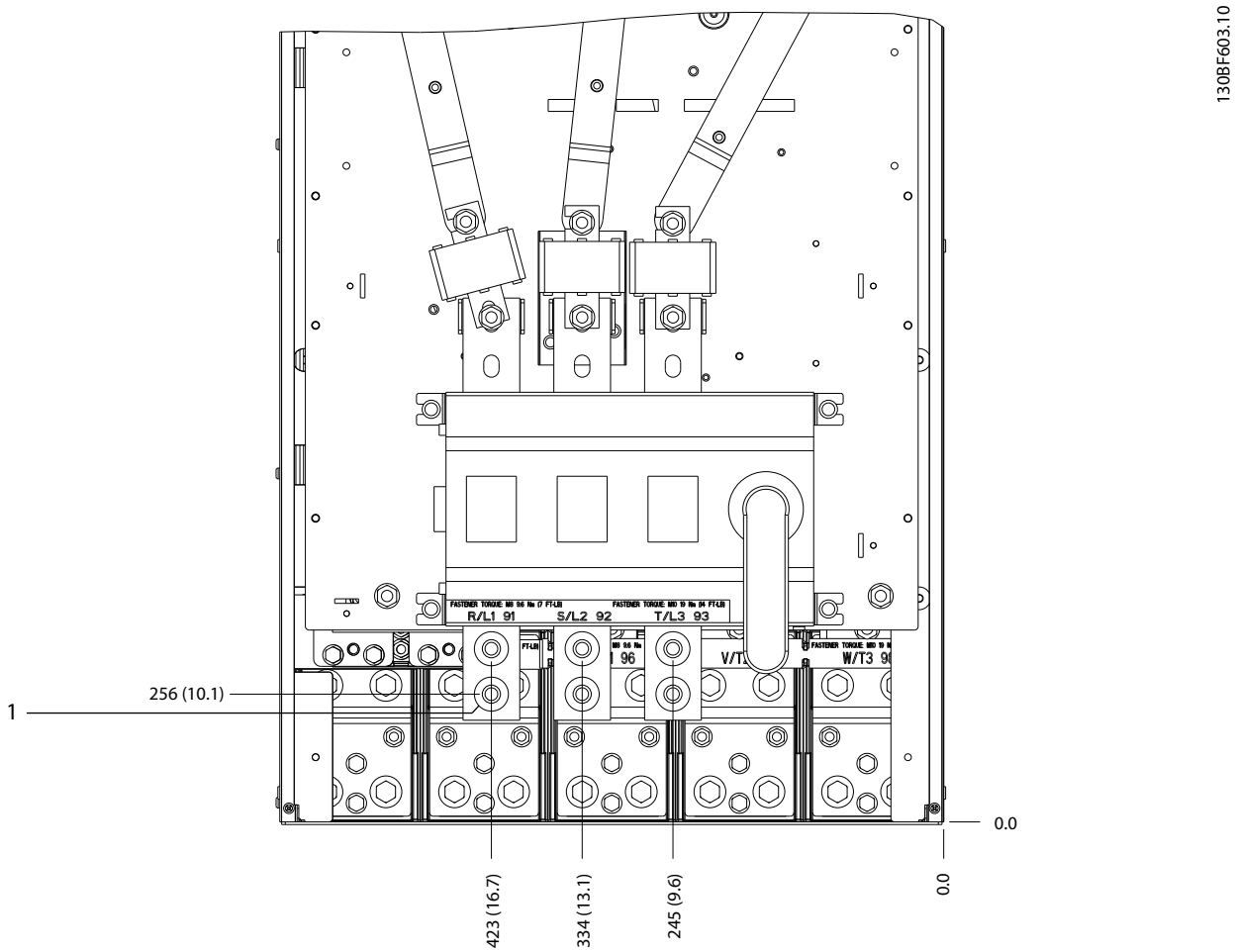
Disegno 8.13 Dimensioni dei morsetti per E2, vista frontale

 Danfoss A/S © 11/2017 Tutti i diritti riservati.



1	Morsetti di rete	2	Morsetti freno
3	Morsetti del motore	–	–

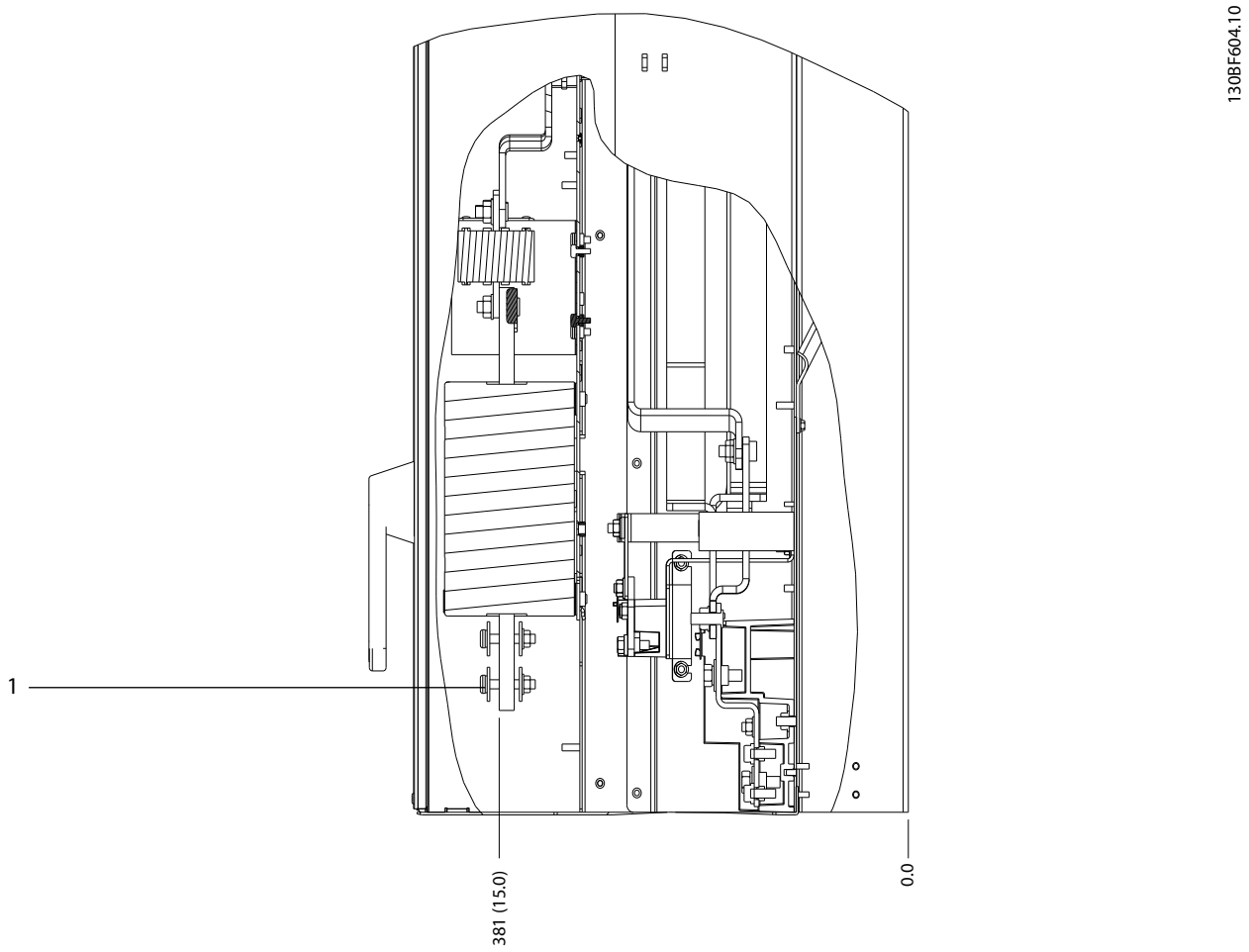
Disegno 8.14 Dimensioni dei morsetti per E2, vista laterale



1	Morsetti di rete	–	–

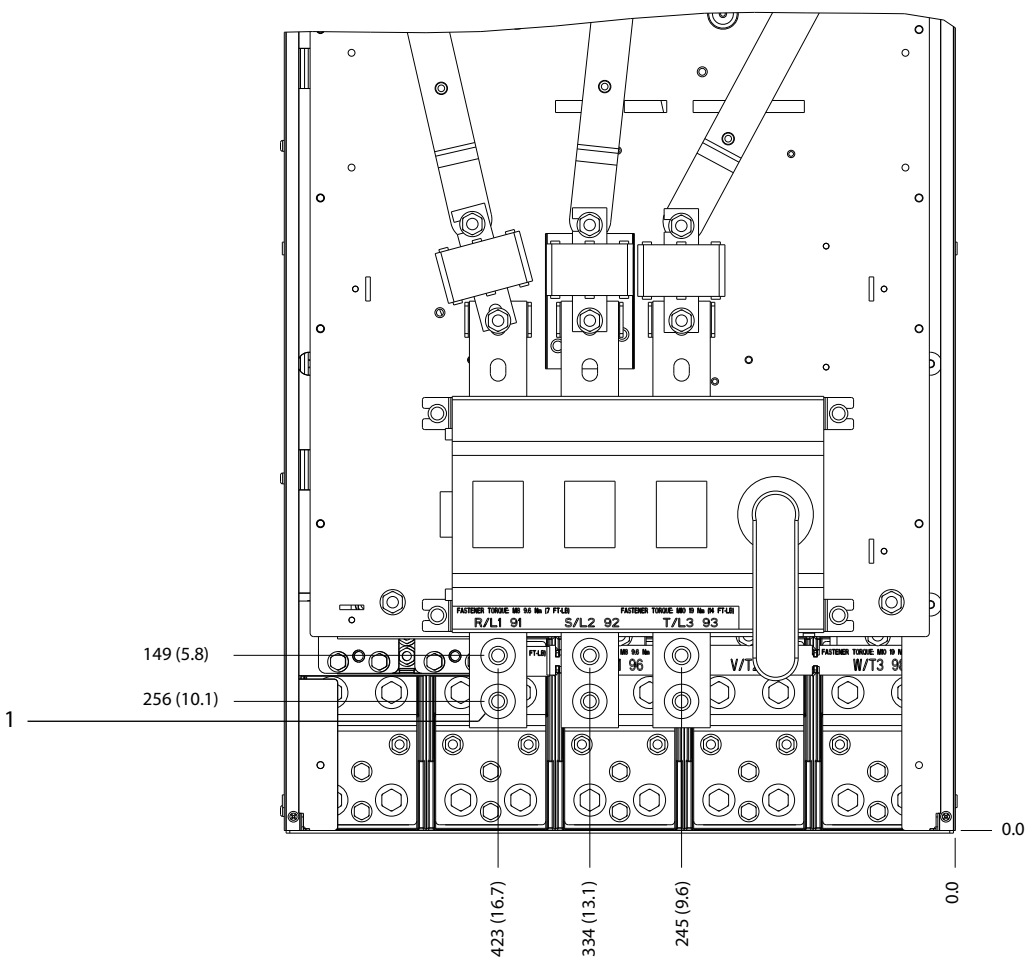
Disegno 8.15 Dimensioni dei morsetti per E2 con sezionatore (modelli 380–480/500 V: P315; modelli 525-690 V: P355–P560), vista frontale

Danfoss A/S © 11/2017 Tutti i diritti riservati.



1	Morsetti di rete	–	–

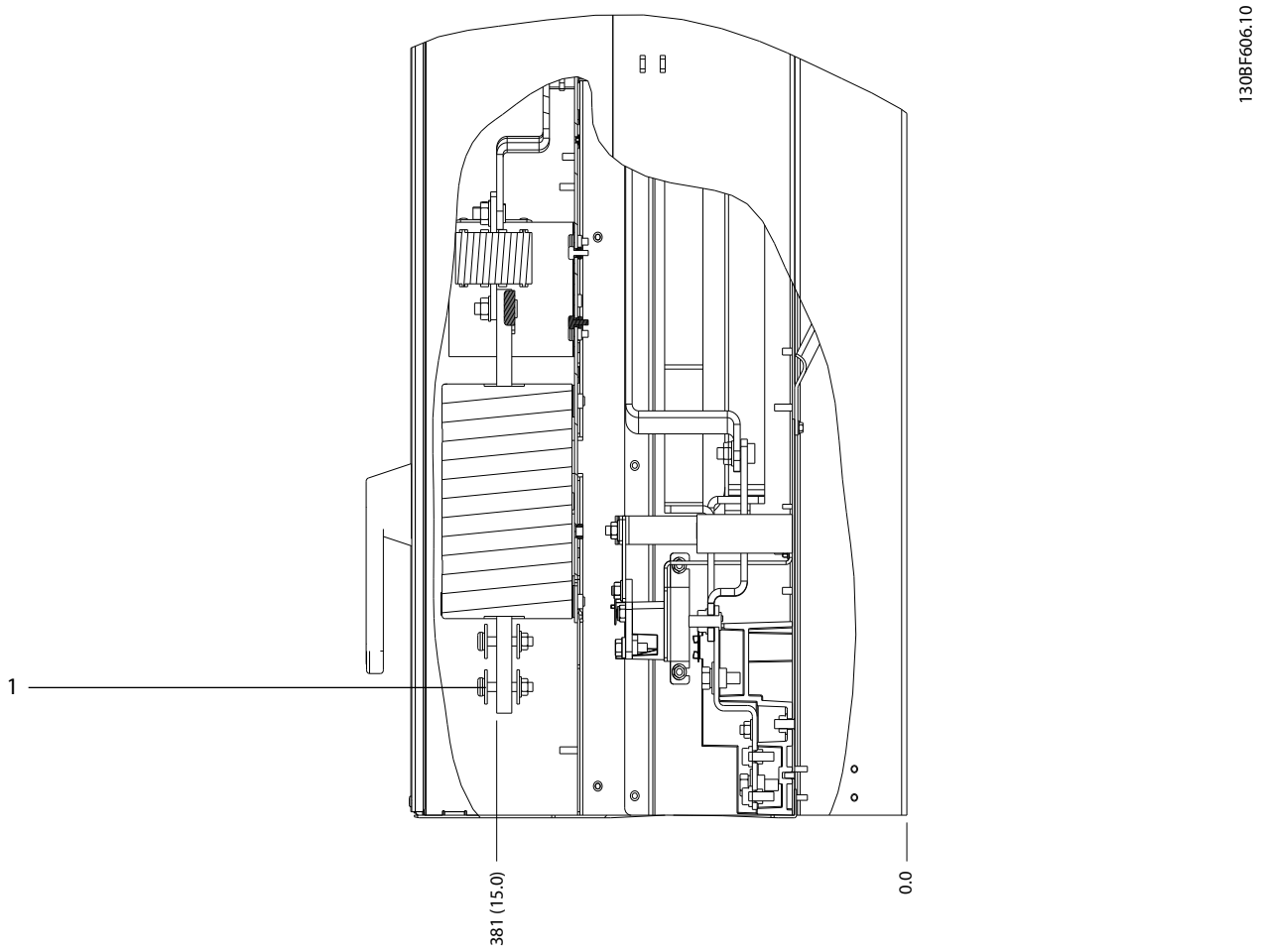
Disegno 8.16 Dimensioni dei morsetti per E2 con sezionatore (modelli 380–480/500 V: P315; modelli 525-690 V: P355–P560), vista laterale



1	Morsetti di rete	–	–

Disegno 8.17 Dimensioni dei morsetti per E2 con sezionatore (modelli 380–480/500 V: P355–P400), vista frontale

Danfoss A/S © 11/2017 Tutti i diritti riservati.



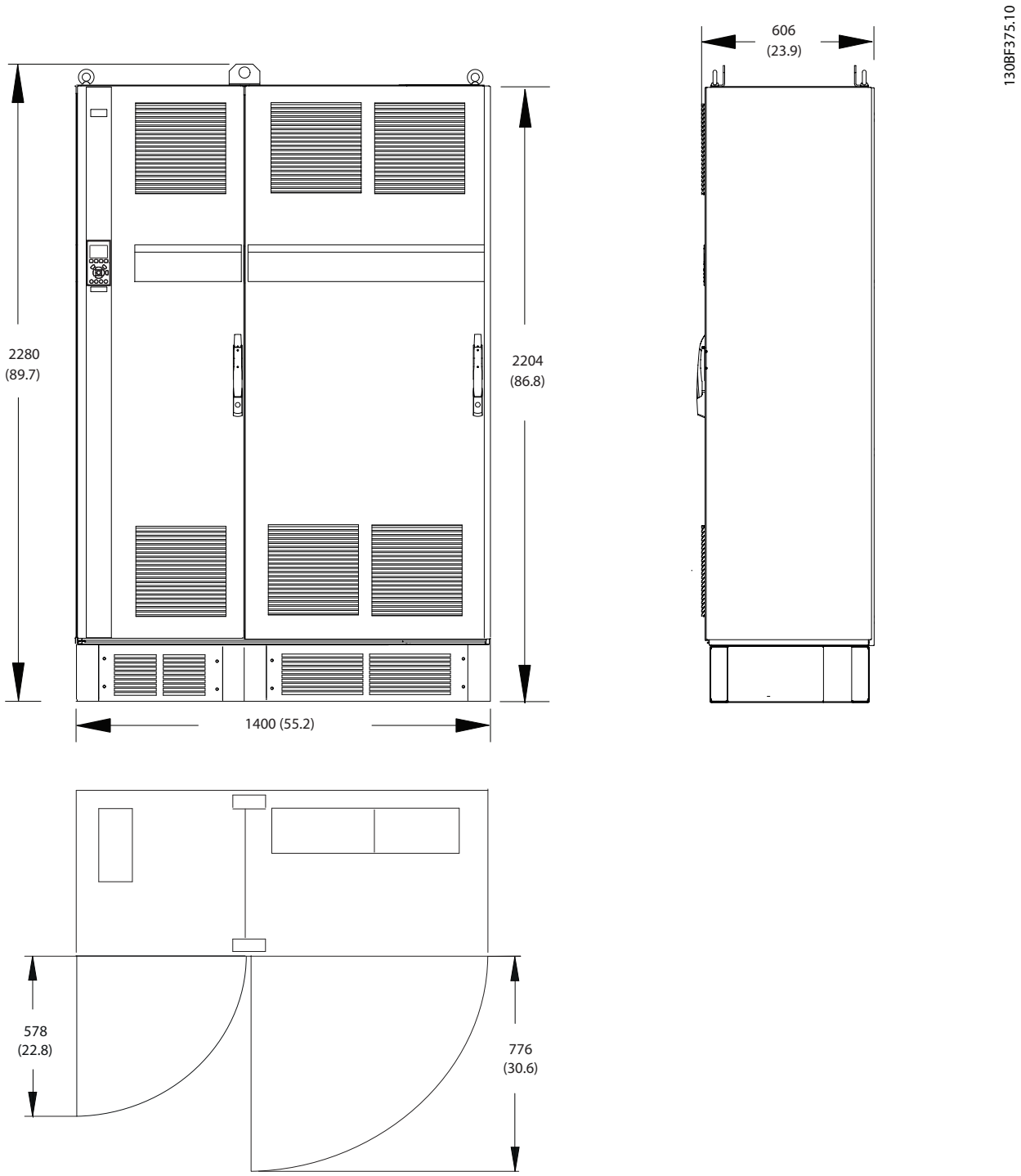
1	Morsetti di rete	–	–

Disegno 8.18 Dimensioni dei morsetti per E2 con sezionatore (modelli 380–480/500 V: P355–P400), vista laterale

 Danfoss A/S © 11/2017 Tutti i diritti riservati.

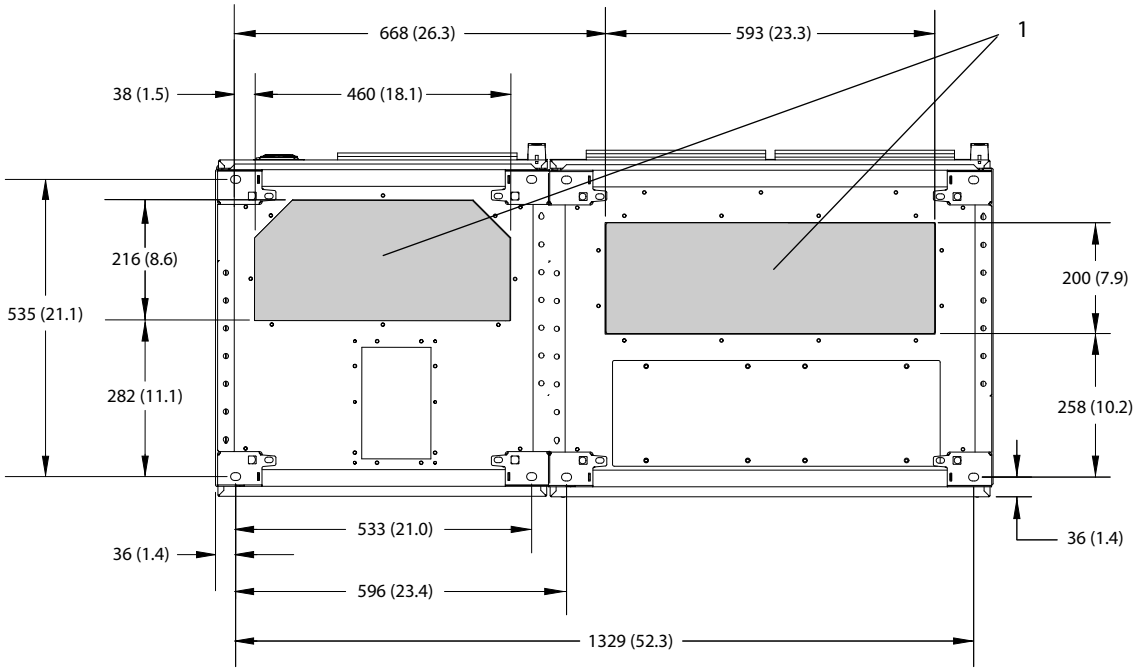
8.3 Dimensioni esterne F1 e dei morsetti

8.3.1 Dimensioni esterne F1



Disegno 8.19 Dimensioni anteriore, laterale e dello spazio per la porta per F1

 Danfoss A/S © 11/2017 Tutti i diritti riservati.



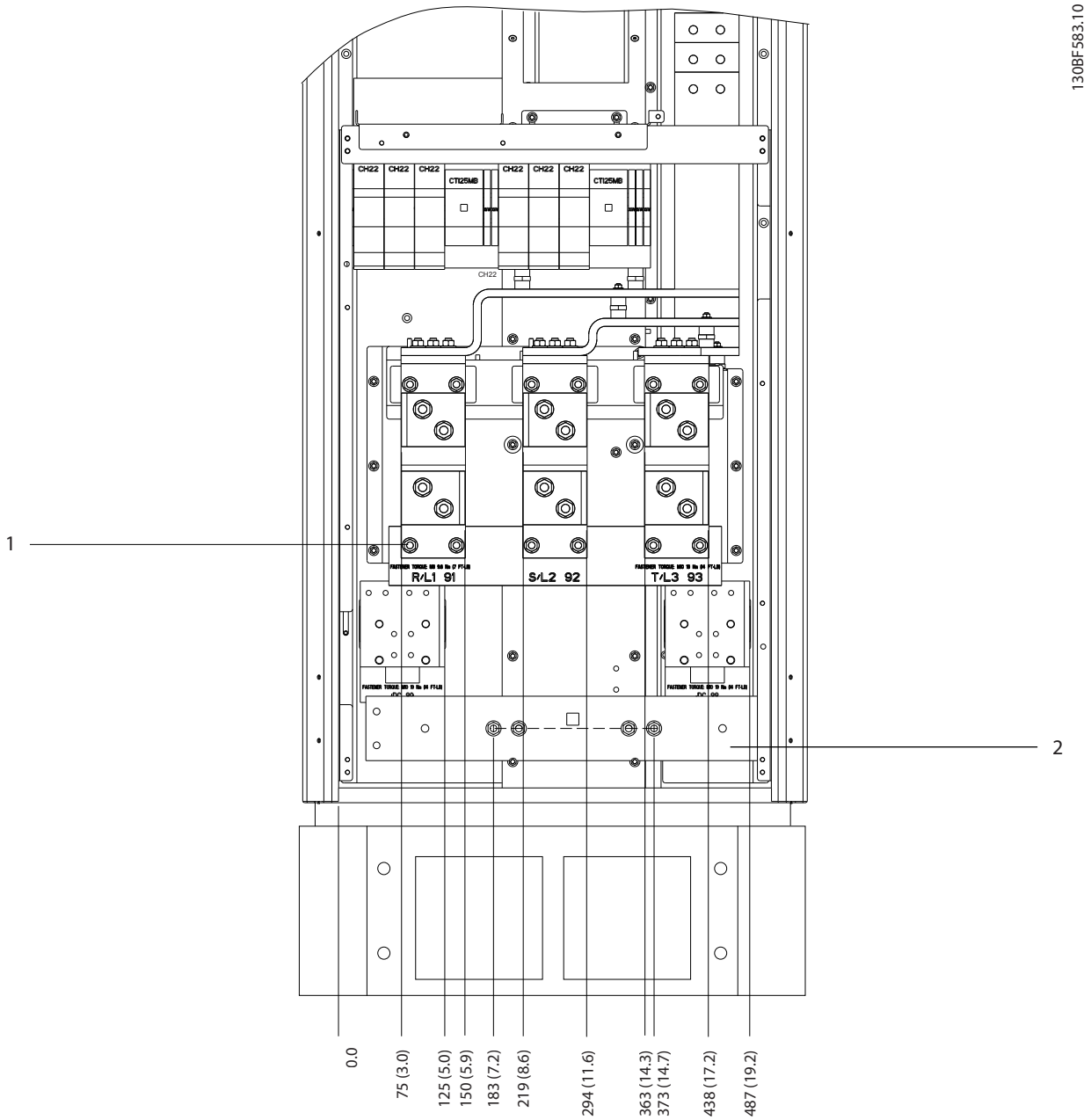
1	Lato rete	2	Lato motore

Disegno 8.20 Dimensioni della piastra passacavi per F1

 Danfoss A/S © 11/2017 Tutti i diritti riservati.

8.3.2 Dimensioni del morsetto F1

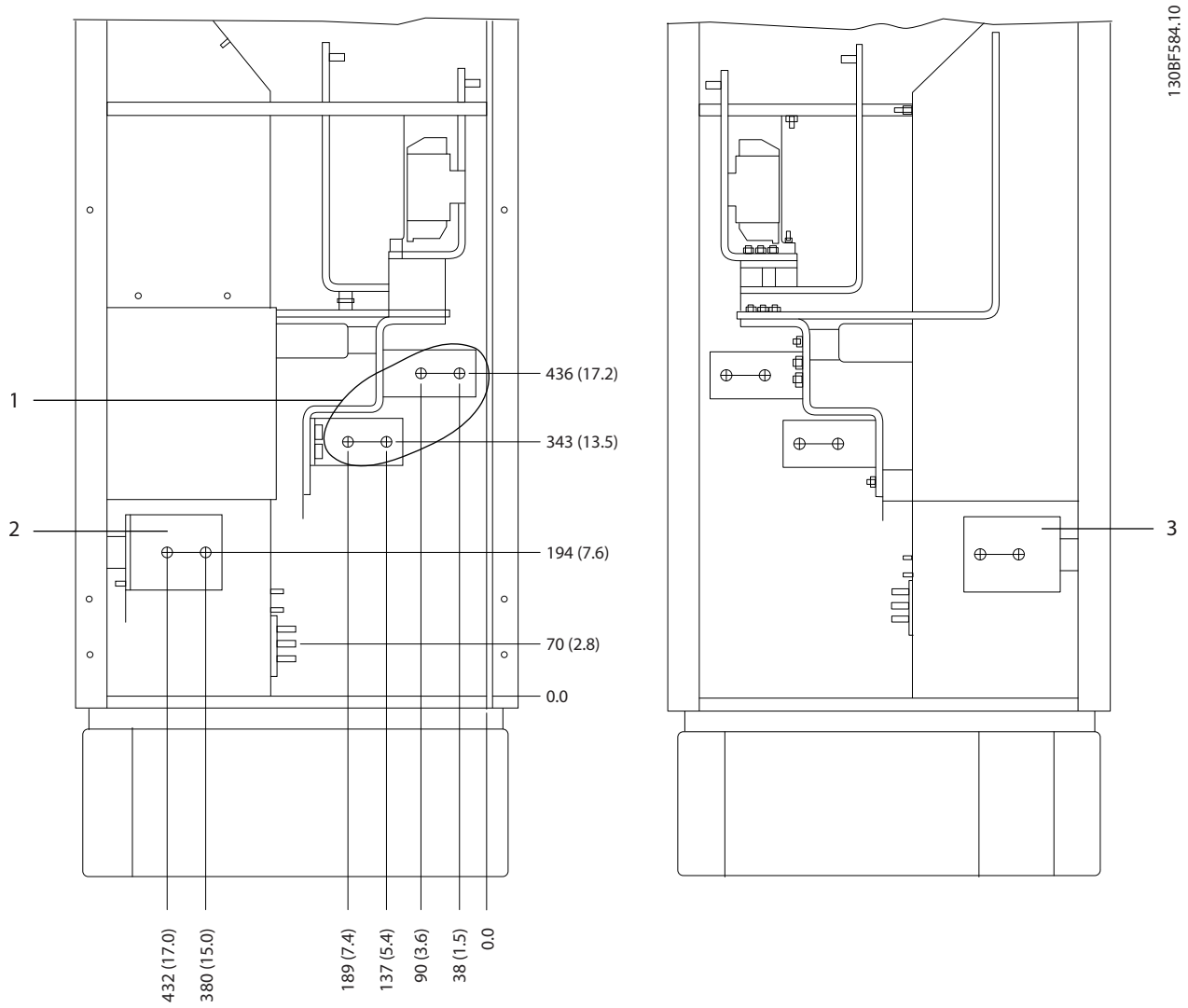
I cavi di potenza sono pesanti e difficili da piegare. Per facilitare l'installazione dei cavi valutare la posizione migliore per il convertitore di frequenza. Ciascun morsetto consente di utilizzare fino a quattro cavi con capicorda o una morsettiera standard. La terra è collegata al punto di terminazione attinente nel convertitore di frequenza.



1	Morsetti di rete	2	Sbarra di terra

Disegno 8.21 Dimensioni dei morsetti per armadio raddrizzatore F1-F4, vista frontale

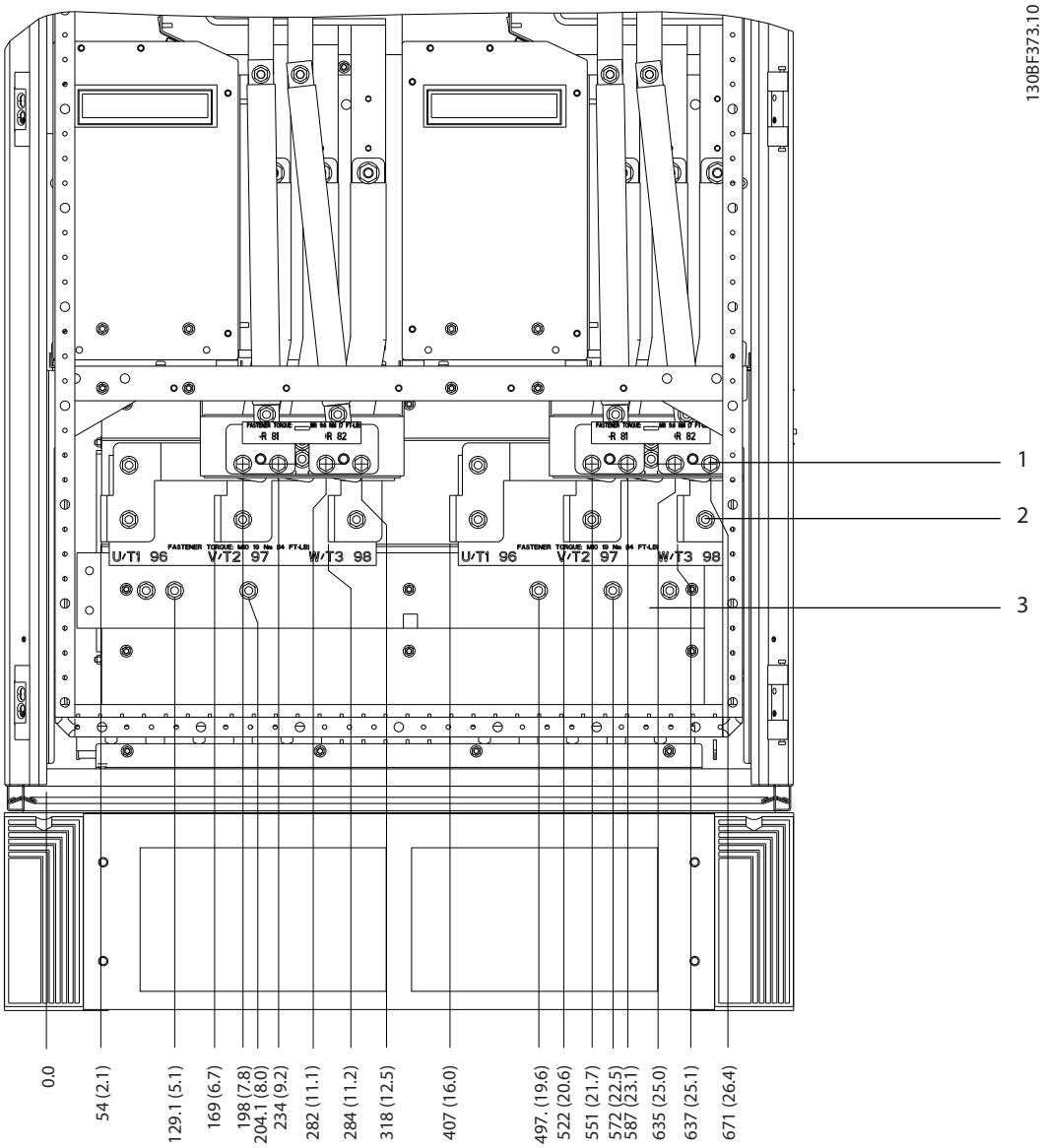
 Danfoss A/S © 11/2017 Tutti i diritti riservati.



1	Morsetti di rete	3	Morsetti di condivisione del carico (-)
2	Morsetti di condivisione del carico (+)	–	–

Disegno 8.22 Dimensioni dei morsetti per armadio raddrizzatore F1-F2 vista laterale

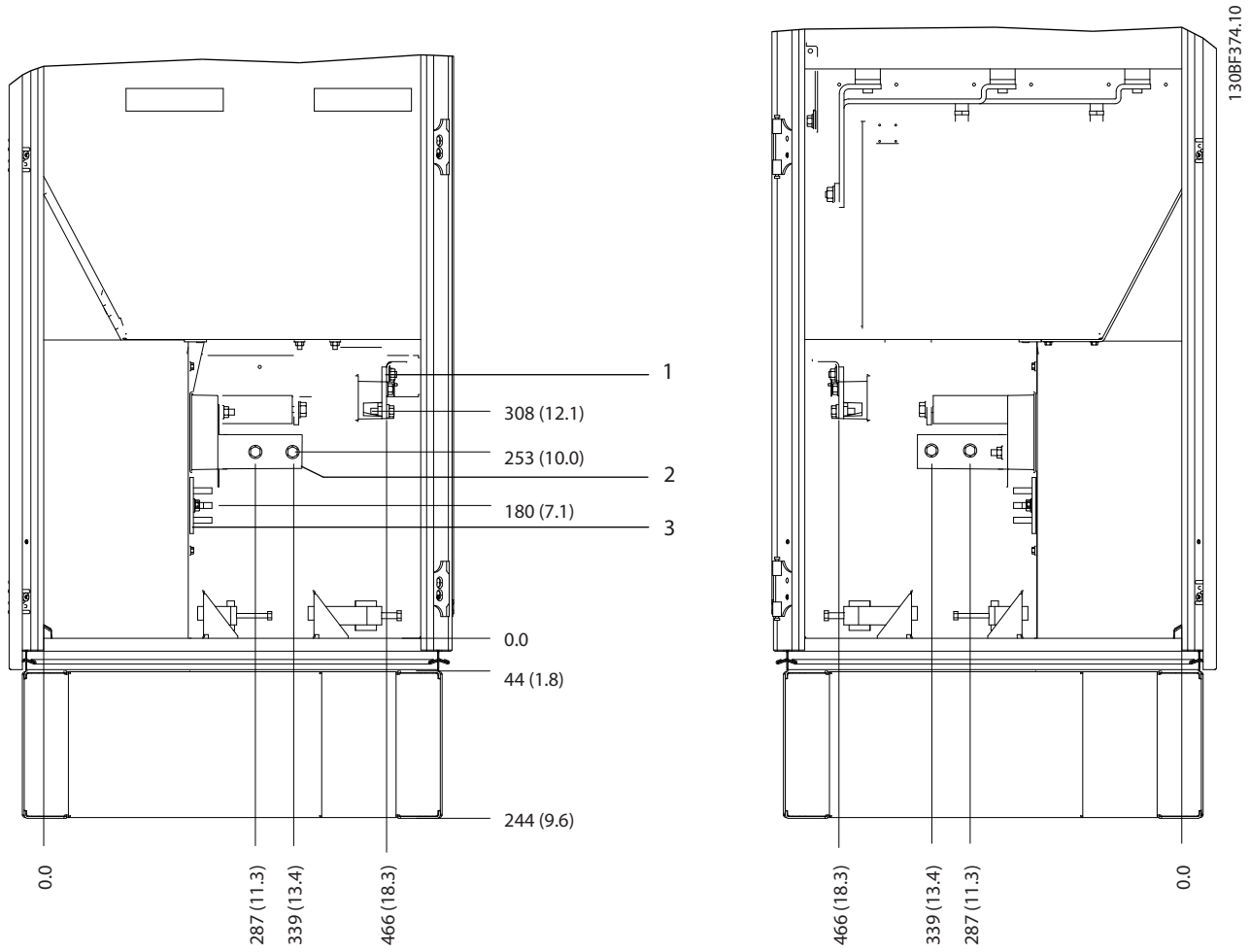
 Danfoss A/S © 11/2017 Tutti i diritti riservati.



1	Morsetti freno	3	Sbarra di terra
2	Morsetti del motore	–	–

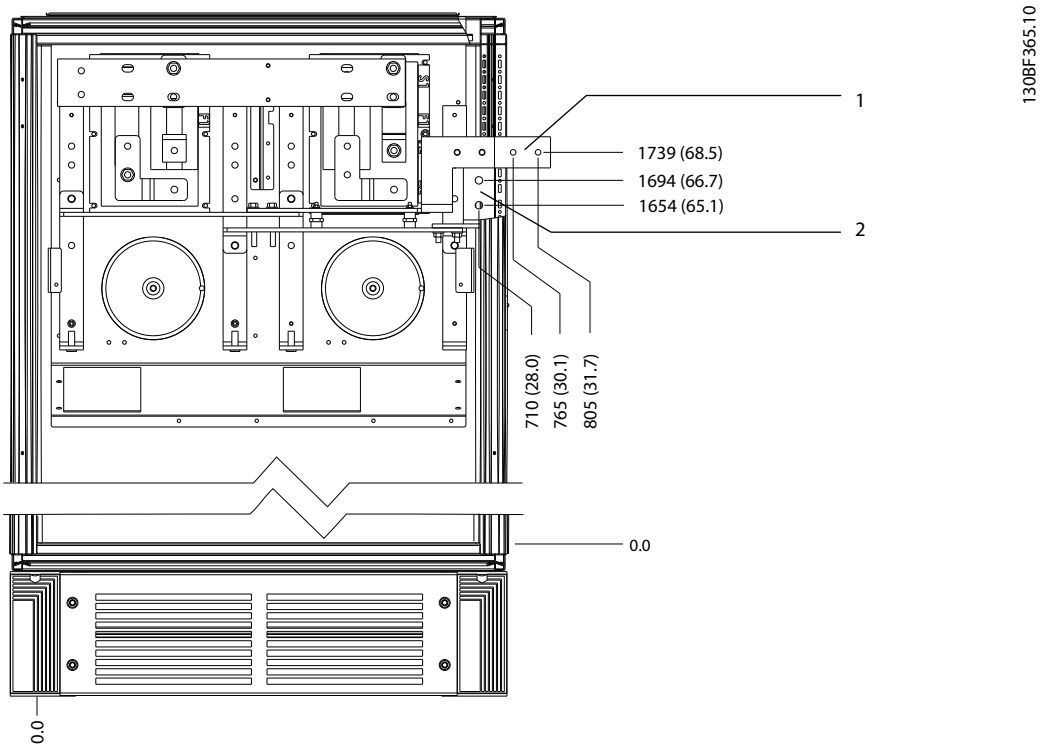
Disegno 8.23 Dimensioni dei morsetti per armadio inverter F1/F3, vista frontale

 Danfoss A/S © 11/2017 Tutti i diritti riservati.



1	Morsetti freno	3	Sbarra di terra
2	Morsetti del motore	–	–

Disegno 8.24 Dimensioni dei morsetti per armadio inverter F1/F3, vista laterale



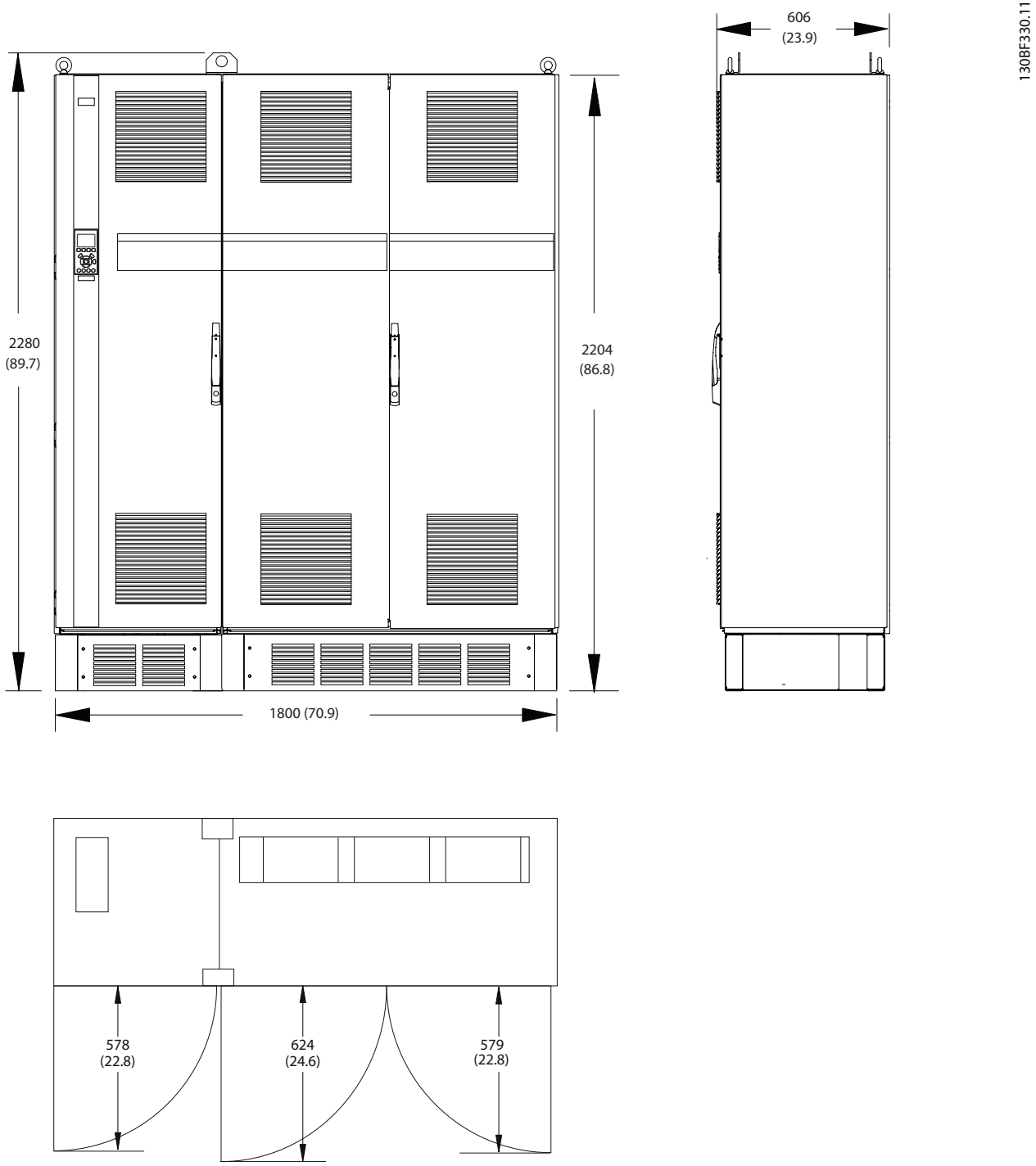
1	CC –	2	CC +

Disegno 8.25 Dimensioni dei morsetti per morsetti di rigenerazione F1/F3, vista frontale

 Danfoss A/S © 11/2017 Tutti i diritti riservati.

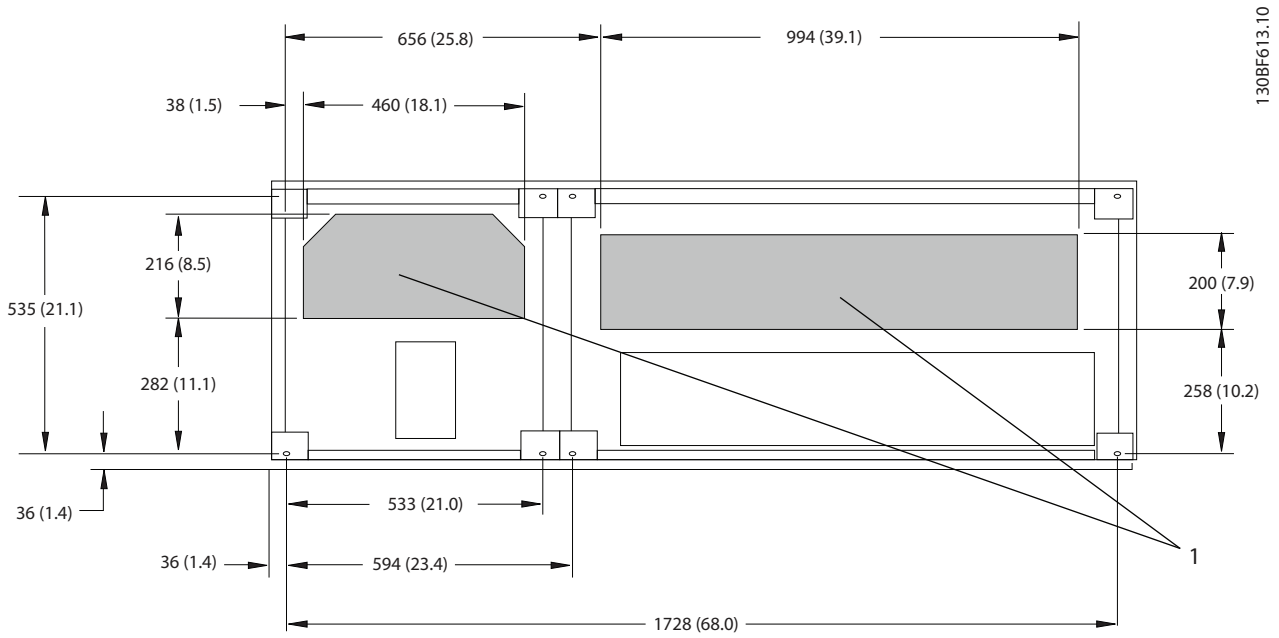
8.4 Dimensioni esterne F2 e dei morsetti

8.4.1 Dimensioni esterne F2



Disegno 8.26 Dimensioni anteriore, laterale e dello spazio per la porta per F2

Danfoss A/S © 11/2017 Tutti i diritti riservati.



1	Lato rete	2	Lato motore

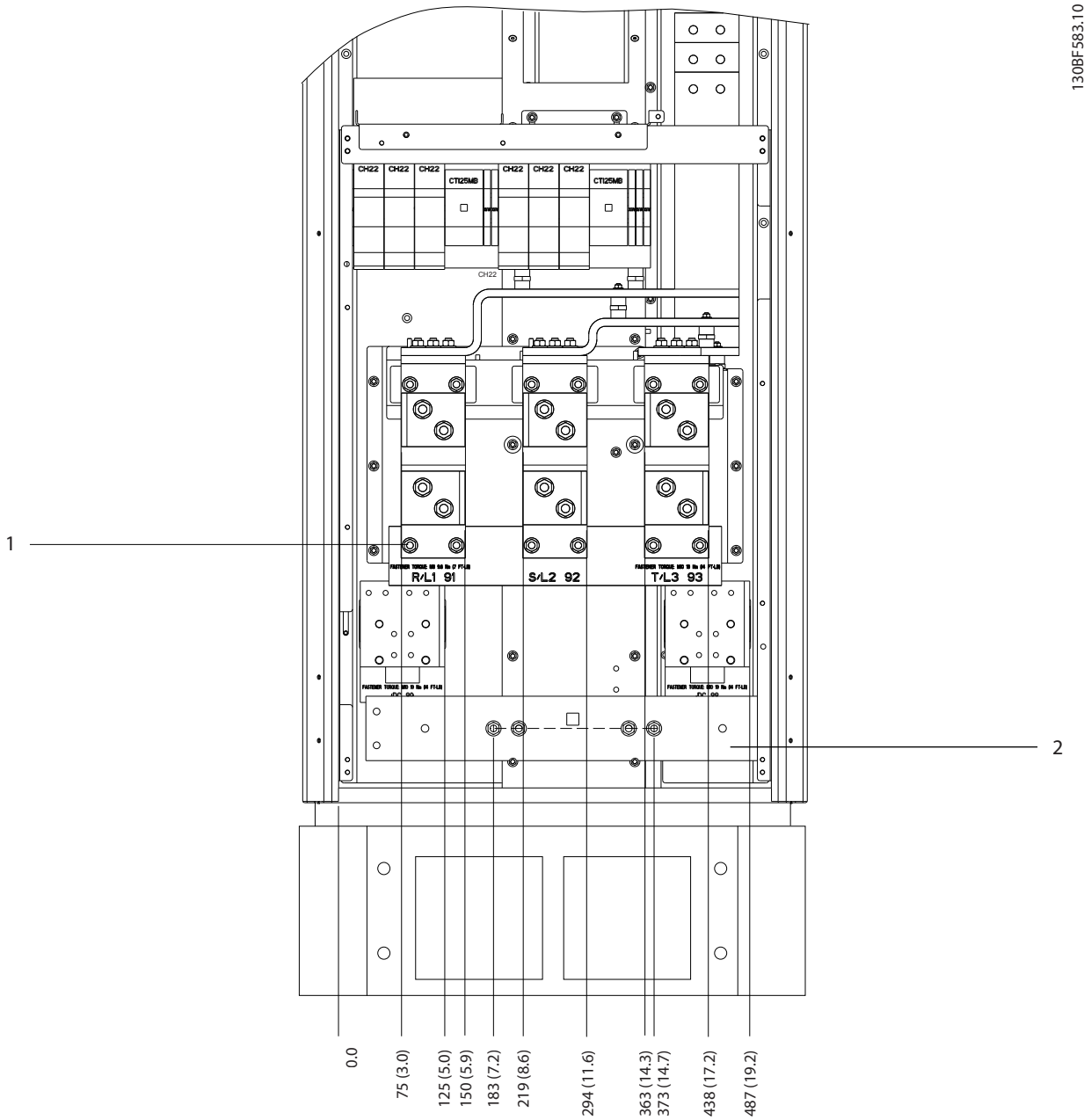
Disegno 8.27 Dimensioni della piastra passacavi per F2

8

Danfoss A/S © 11/2017 Tutti i diritti riservati.

8.4.2 Dimensioni del morsetto F2

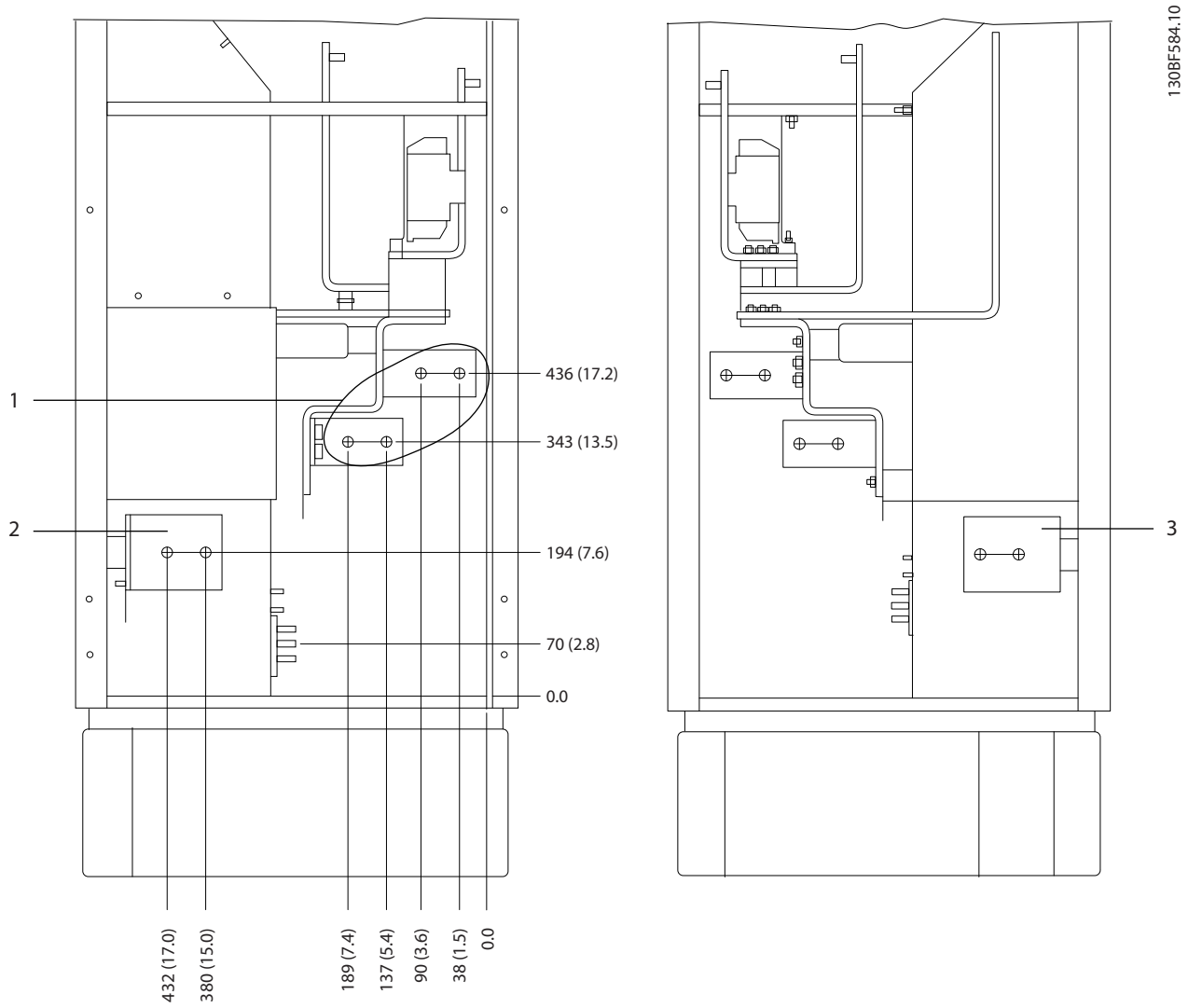
I cavi di potenza sono pesanti e difficili da piegare. Per facilitare l'installazione dei cavi valutare la posizione migliore per il convertitore di frequenza. Ciascun morsetto consente di utilizzare fino a quattro cavi con capicorda o una morsettiera standard. La terra è collegata al punto di terminazione attinente nel convertitore di frequenza.



1	Morsetti di rete	2	Sbarra di terra

Disegno 8.28 Dimensioni dei morsetti per armadio raddrizzatore F1-F4, vista frontale

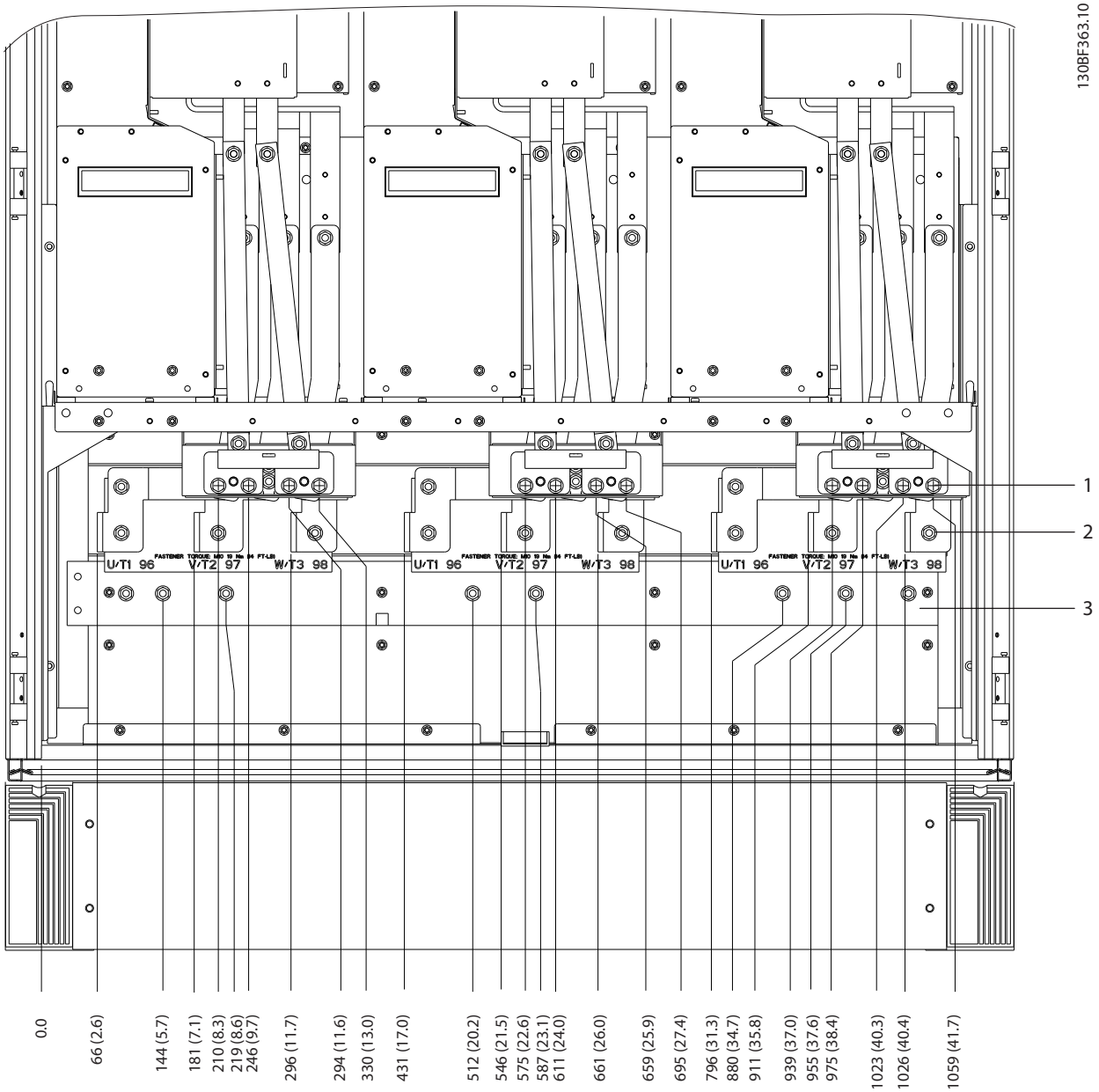
 Danfoss A/S © 11/2017 Tutti i diritti riservati.



1	Morsetti di rete	3	Morsetti di condivisione del carico (-)
2	Morsetti di condivisione del carico (+)	–	–

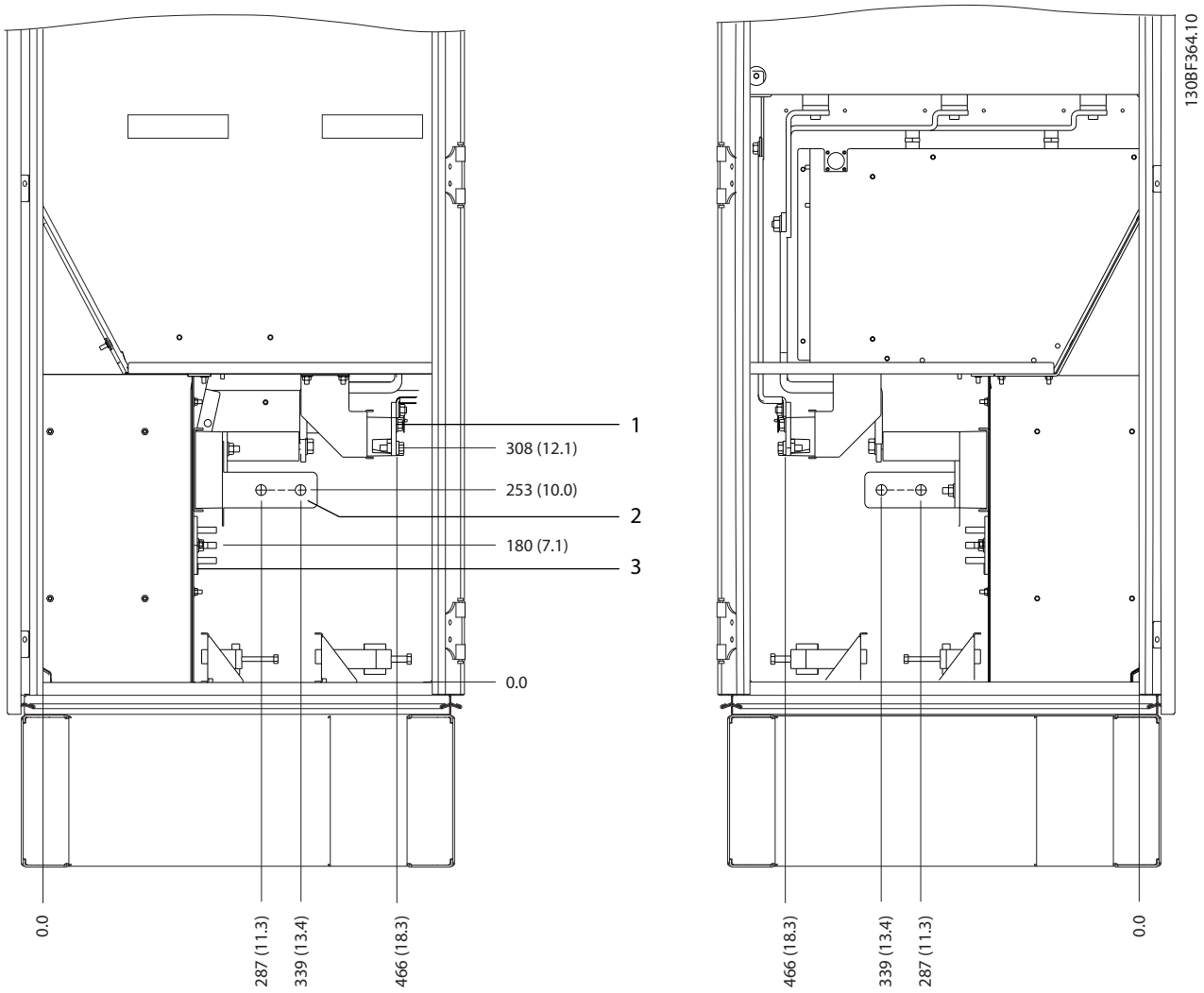
Disegno 8.29 Dimensioni dei morsetti per armadio raddrizzatore F1-F2 vista laterale

 Danfoss A/S © 11/2017 Tutti i diritti riservati.



1	Morsetti freno	3	Sbarra di terra
2	Morsetti del motore	–	–

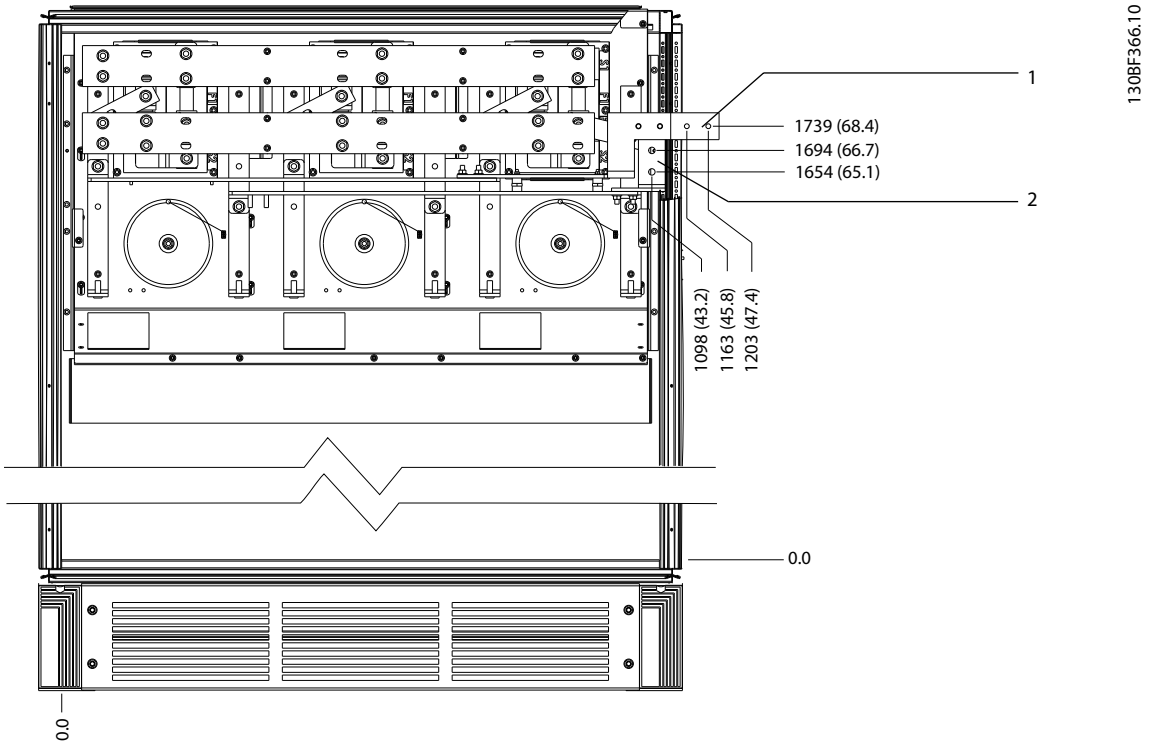
Disegno 8.30 Dimensioni dei morsetti per armadio inverter F2/F4, vista frontale



1	Morsetti freno	3	Sbarra di terra
2	Morsetti del motore	–	–

Disegno 8.31 Dimensioni dei morsetti per armadio inverter F2/F4, vista laterale

 Danfoss A/S © 11/2017 Tutti i diritti riservati.

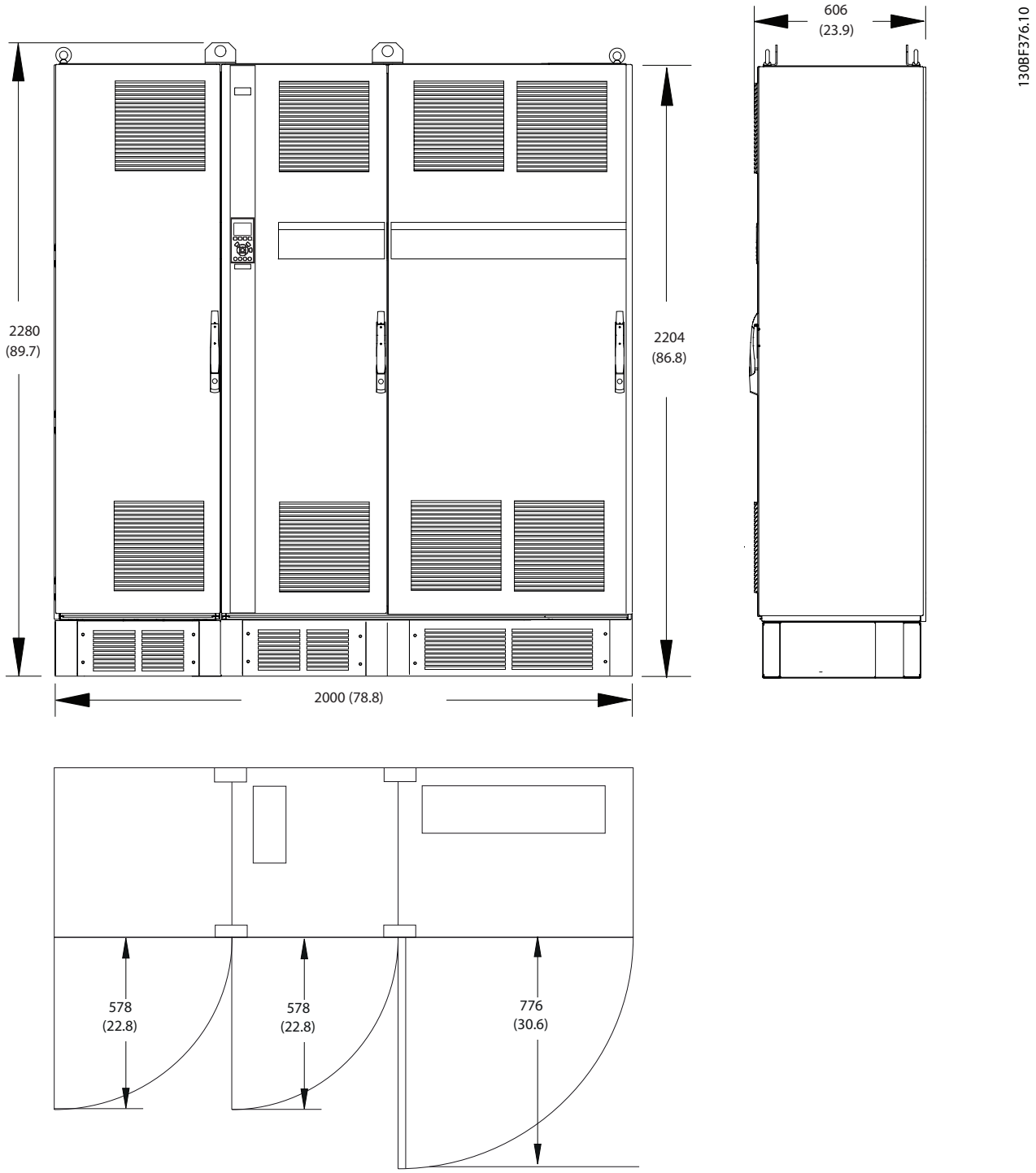


1	CC –	2	CC +

Disegno 8.32 Dimensioni dei morsetti per morsetti di rigenerazione F2/F4, vista frontale

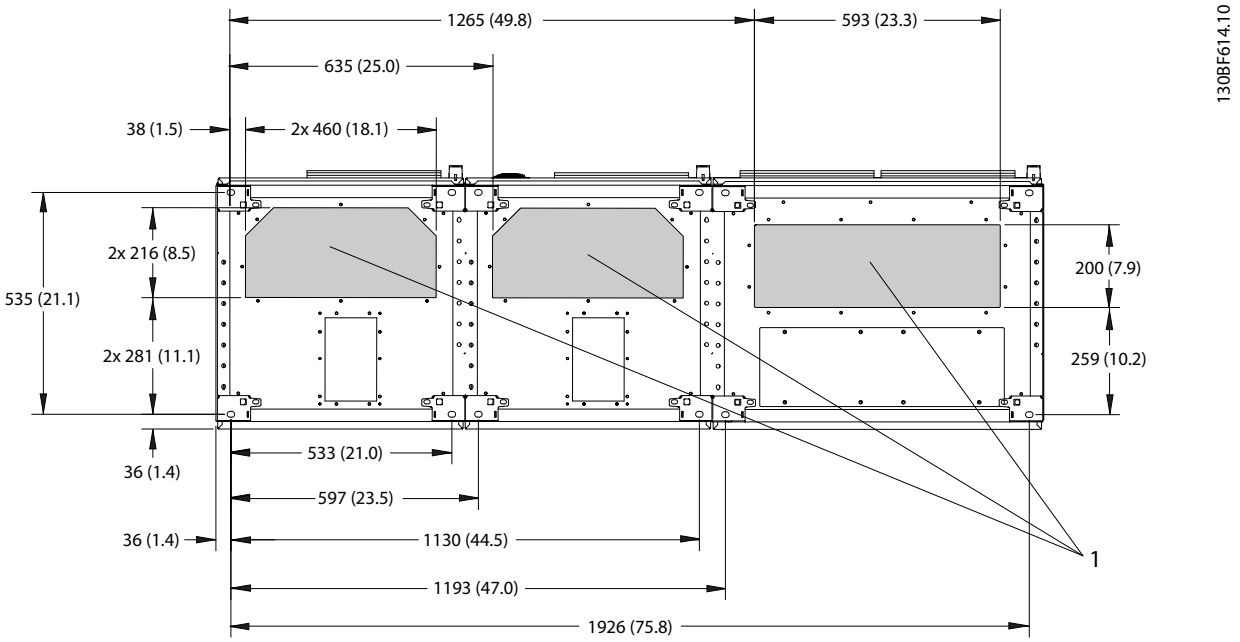
8.5 Dimensioni esterne F3 e dei morsetti

8.5.1 Dimensioni esterne F3



Disegno 8.33 Dimensioni anteriore, laterale e dello spazio per la porta per F3

 Danfoss A/S © 11/2017 Tutti i diritti riservati.

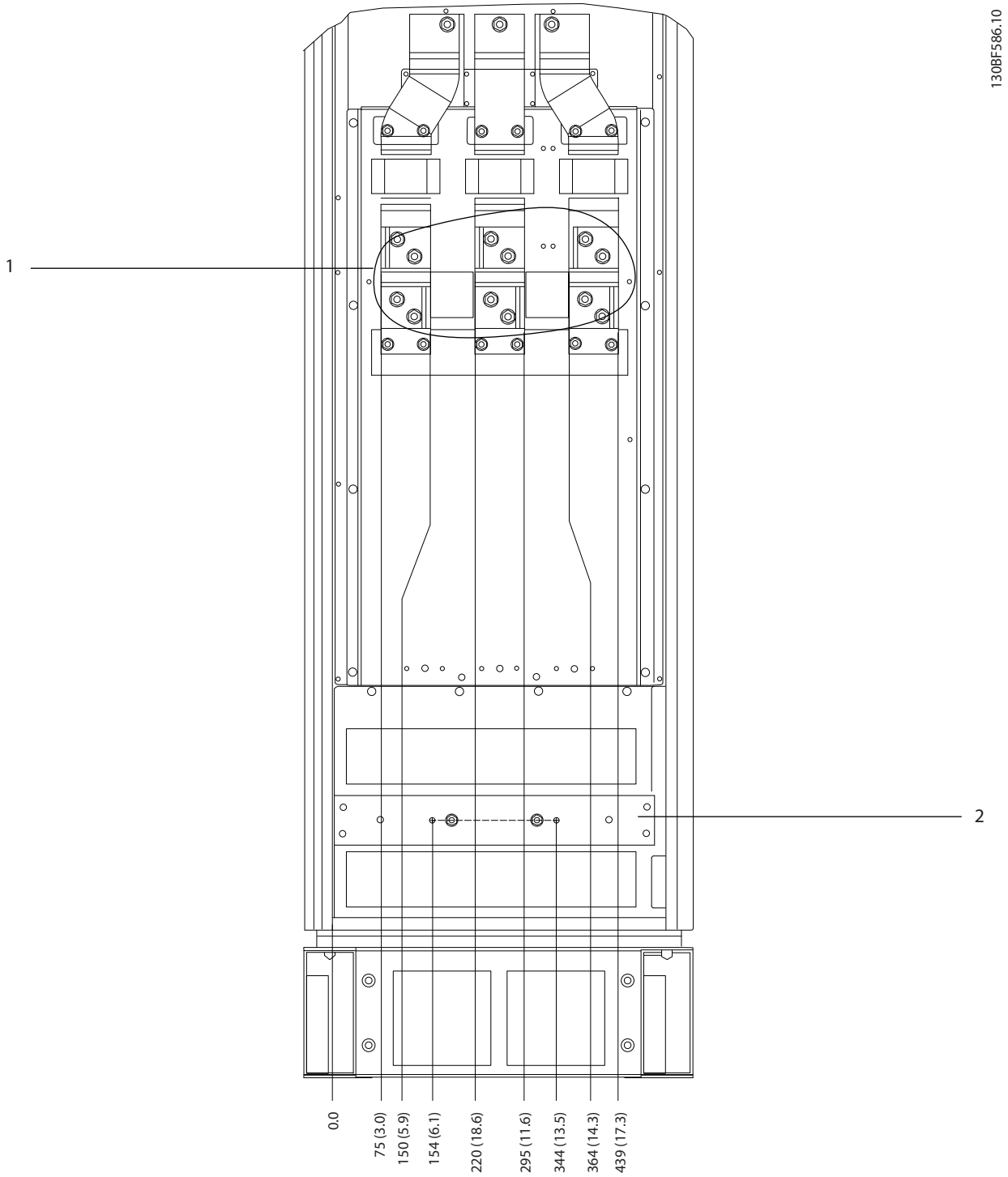


1	Lato rete	2	Lato motore

Disegno 8.34 Dimensioni della piastra passacavi per F3

8.5.2 Dimensioni del morsetto F3

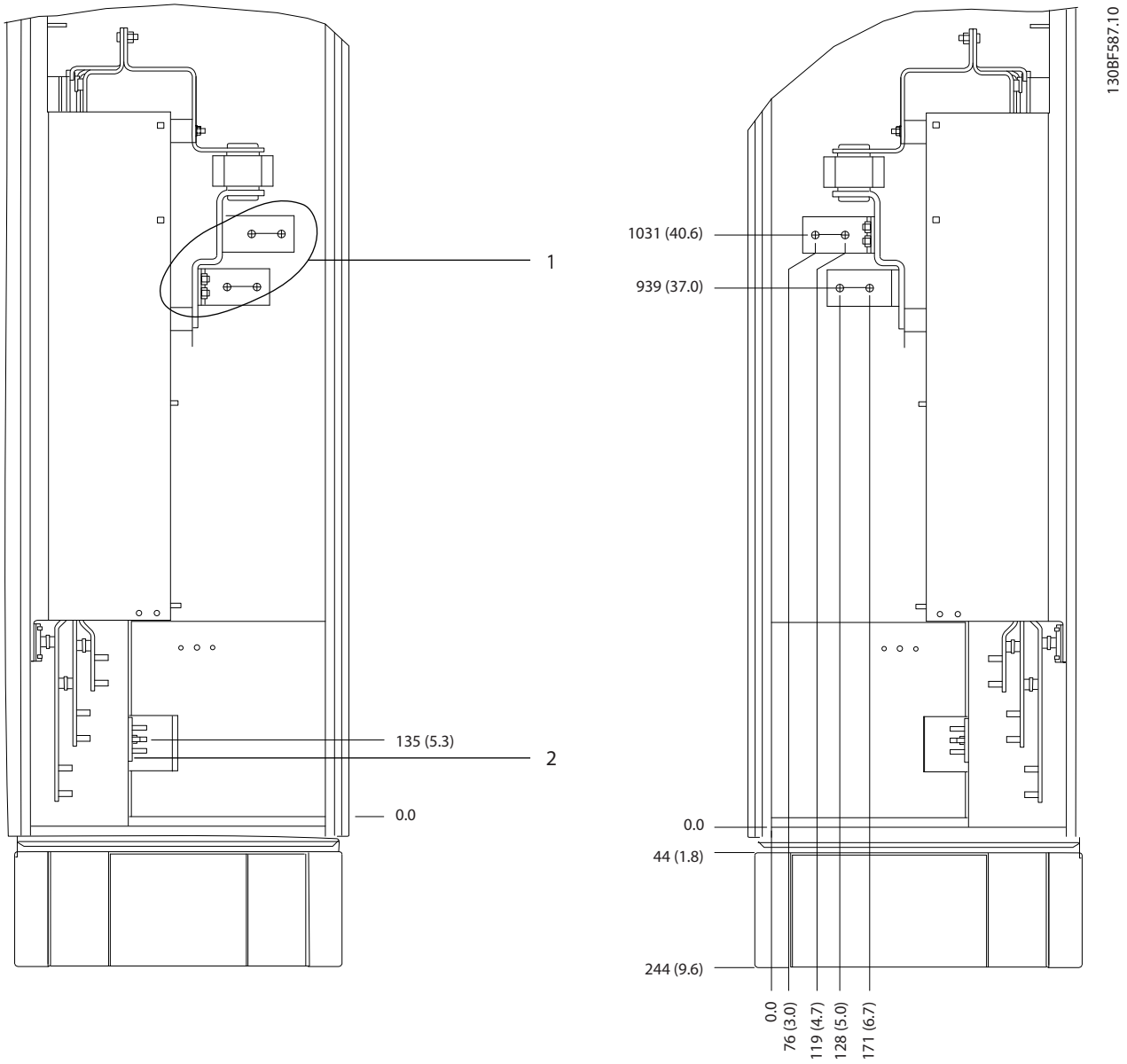
I cavi di potenza sono pesanti e difficili da piegare. Per facilitare l'installazione dei cavi valutare la posizione migliore per il convertitore di frequenza. Ciascun morsetto consente di utilizzare fino a quattro cavi con capicorda o una morsettiera standard. La terra è collegata al punto di terminazione attinente nel convertitore di frequenza.



1	Morsetti di rete	2	Sbarra di terra

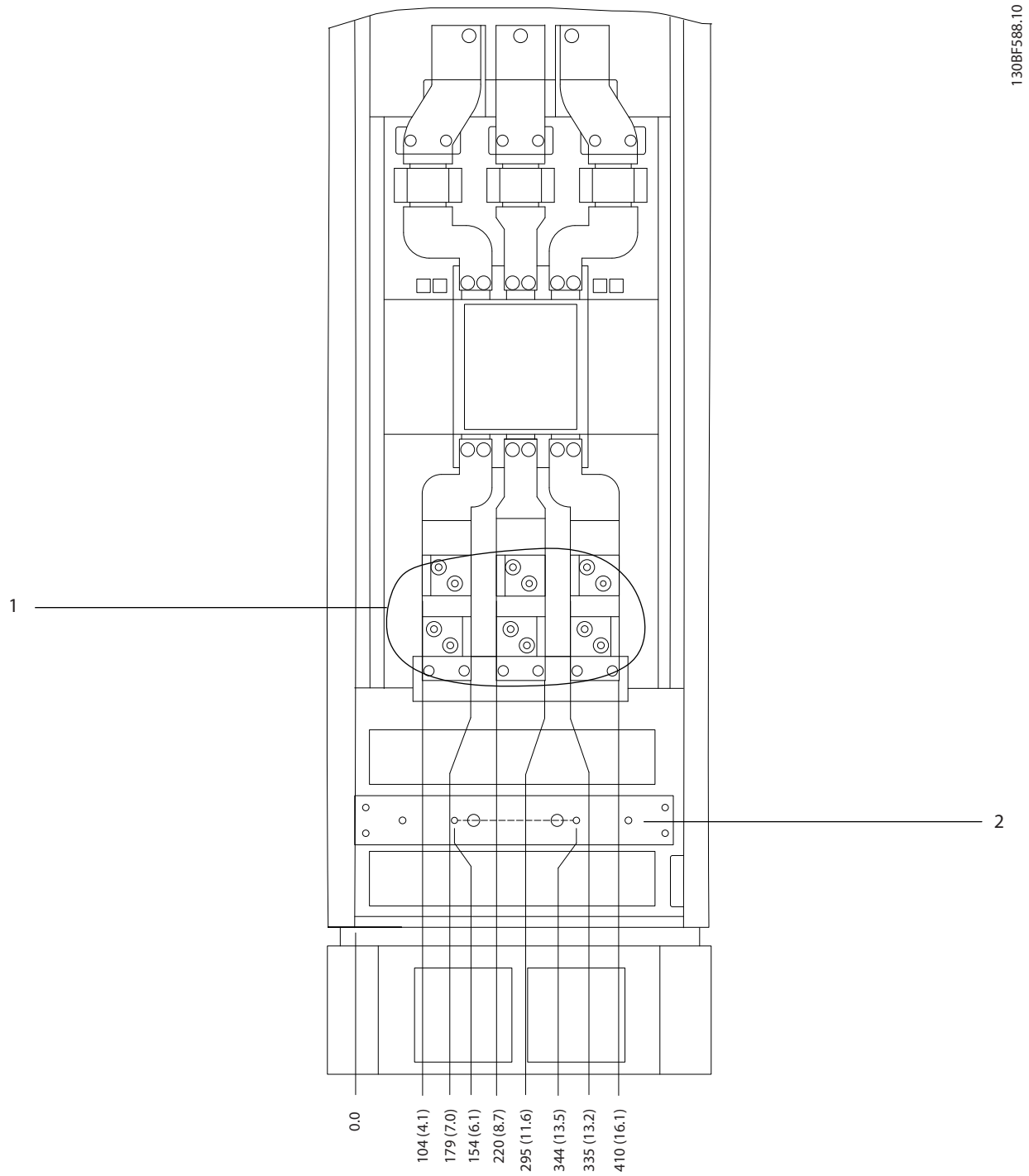
Disegno 8.35 Dimensioni dei morsetti per armadio opzionale F3–F4, vista frontale

 Danfoss A/S © 11/2017 Tutti i diritti riservati.



1	Morsetti di rete	2	Sbarra di terra

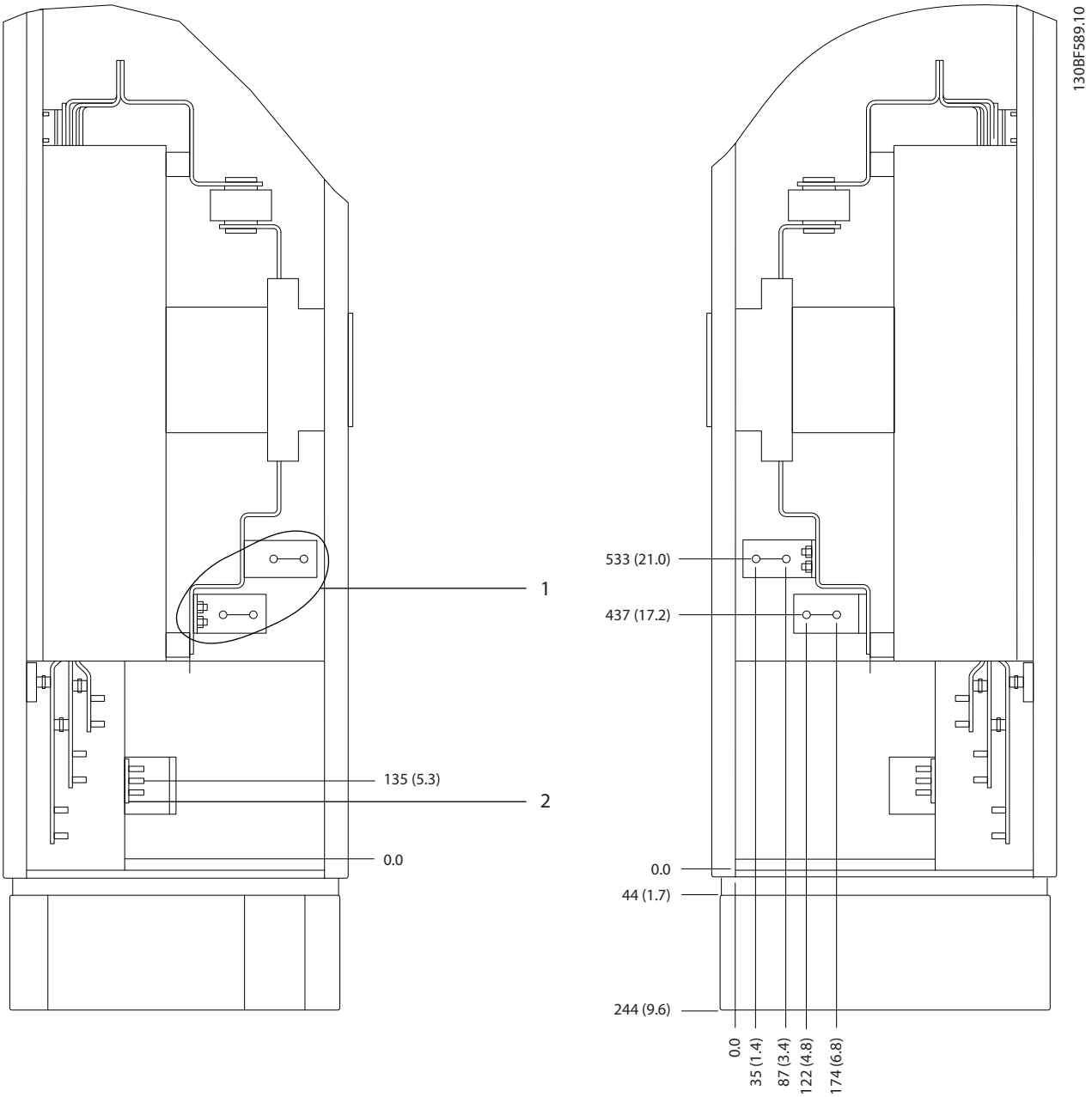
Disegno 8.36 Dimensioni dei morsetti per armadio opzionale F3–F4, vista laterale



1	Morsetti di rete	2	Sbarra di terra

Disegno 8.37 Dimensioni dei morsetti per armadio opzionale F3–F4 con interruttore/interruttore incapsulato, vista frontale

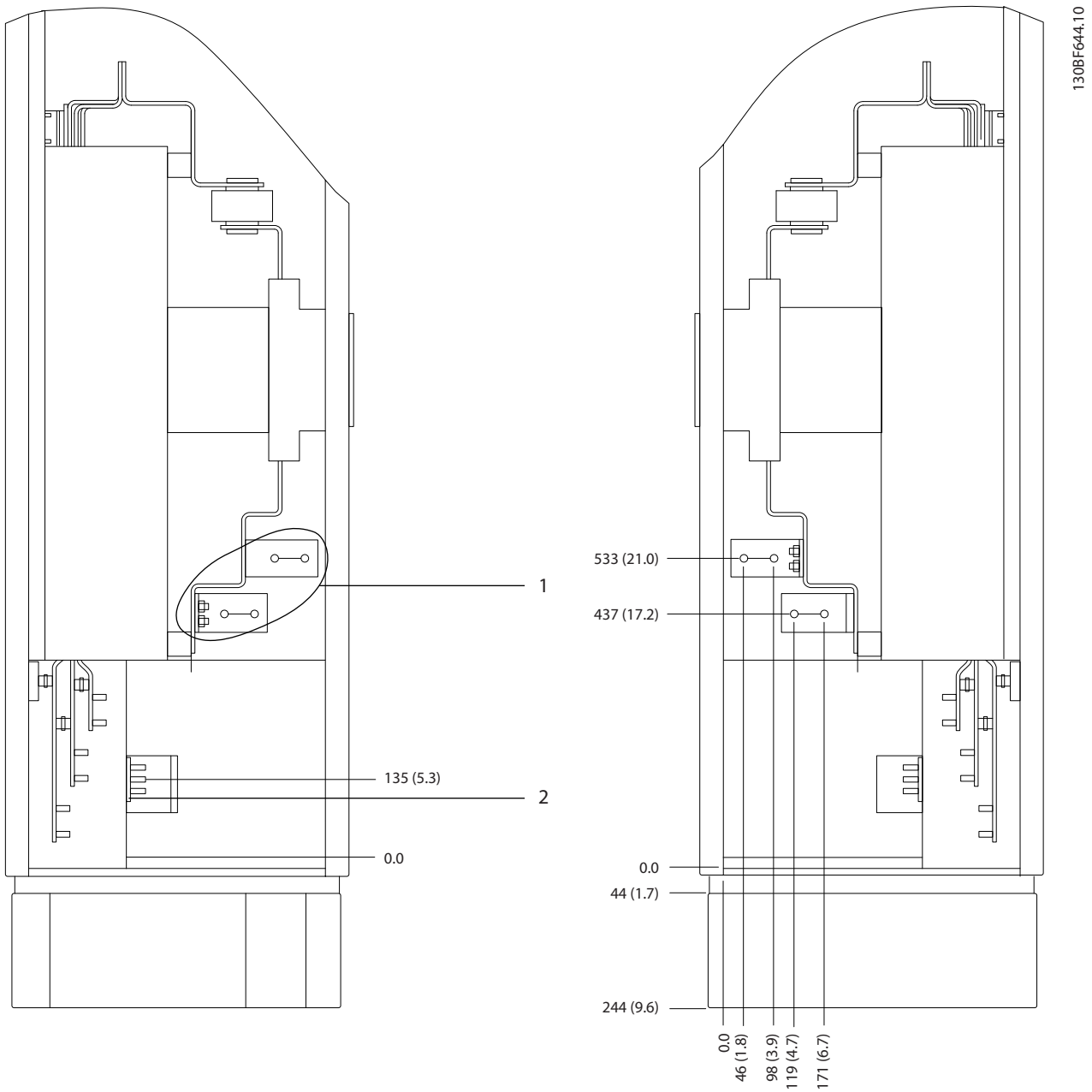
 Danfoss A/S © 11/2017 Tutti i diritti riservati.



1	Morsetti di rete	2	Sbarra di terra

Disegno 8.38 Dimensioni dei morsetti per armadio opzionale F3–F4 con interruttore/interruttore incapsulato (modelli 380–480/500 V: P450; modelli 525–690 V: P630–P710), vista laterale

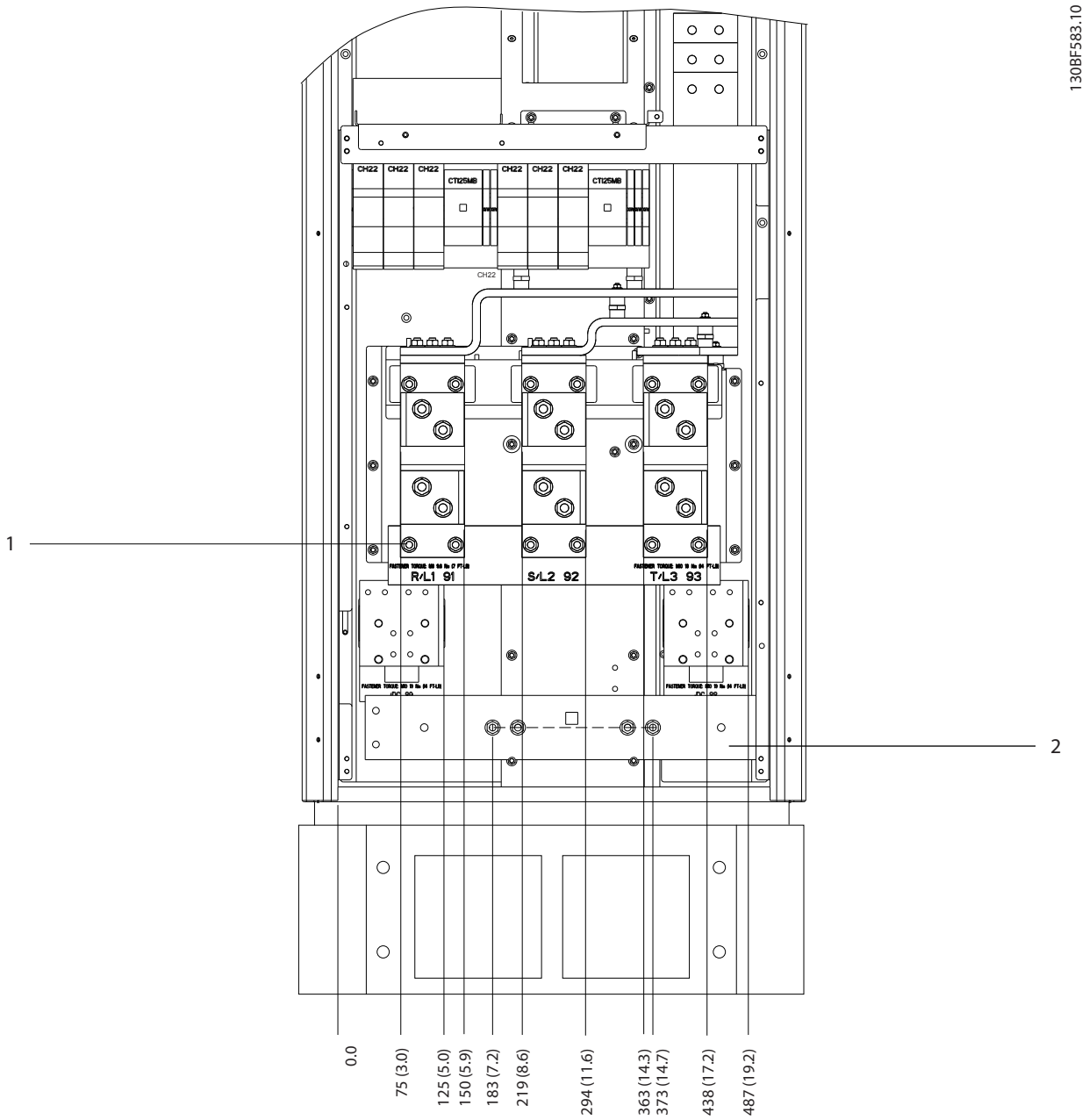
 Danfoss A/S © 11/2017 Tutti i diritti riservati.



1	Morsetti di rete	2	Sbarra di terra

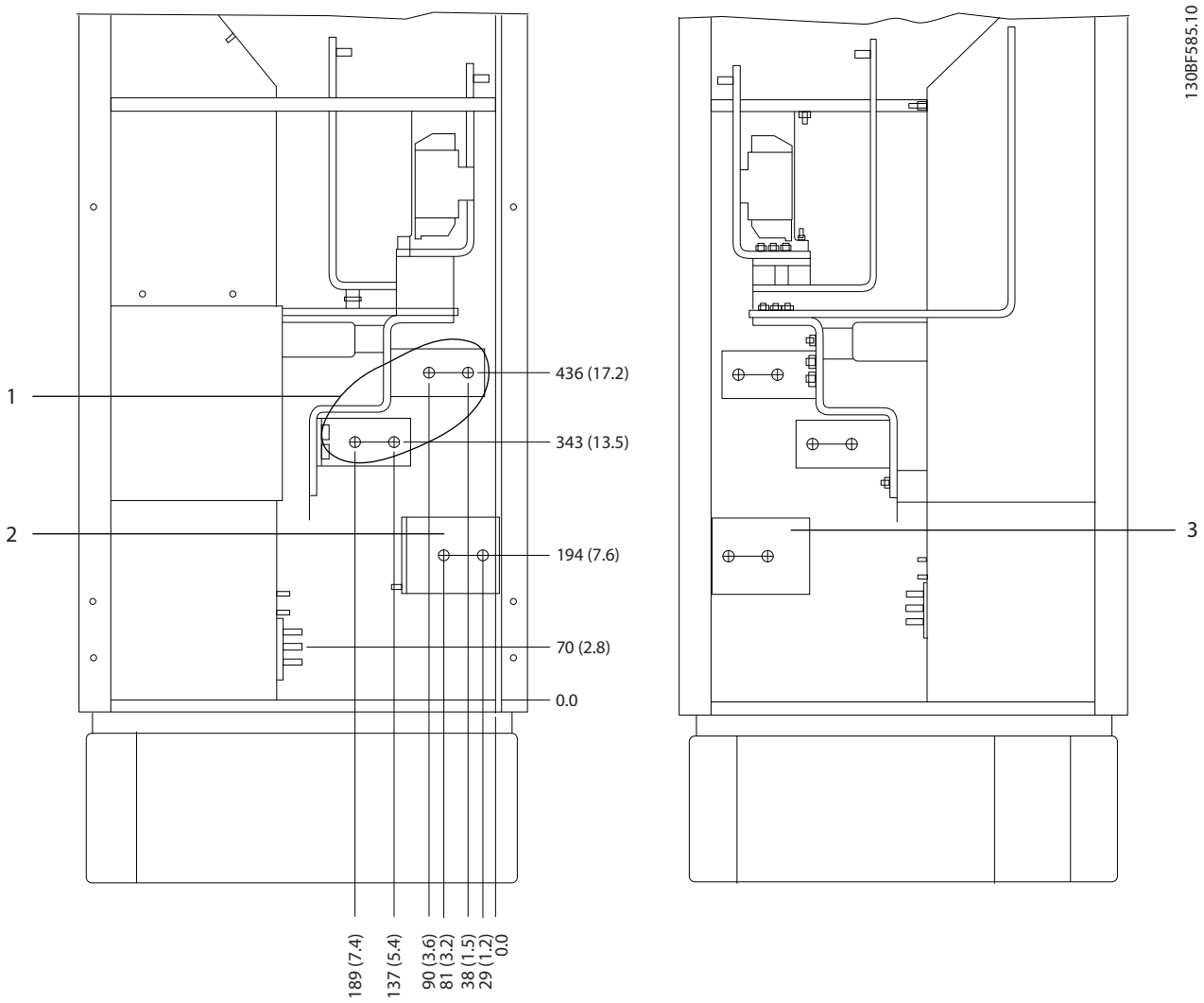
Disegno 8.39 Dimensioni dei morsetti per armadio opzionale F3–F4 con interruttore/interruttore incapsulato (modelli 380–480/500 V: P500–P630; modelli 525–690 V: P800), vista laterale

 Danfoss A/S © 11/2017 Tutti i diritti riservati.



1	Morsetti di rete	2	Sbarra di terra

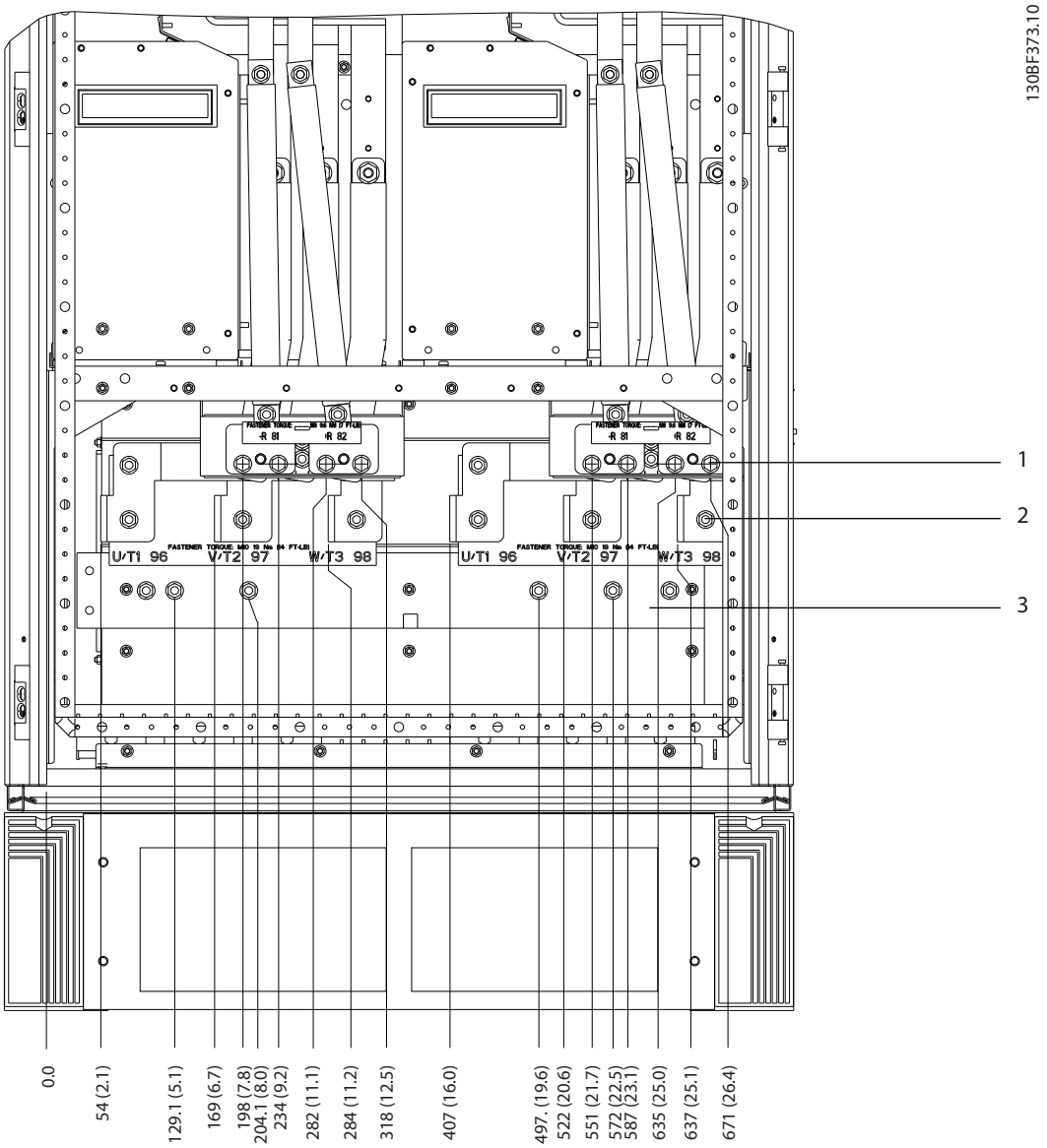
Disegno 8.40 Dimensioni dei morsetti per armadio raddrizzatore F1-F4, vista frontale



1	Morsetti di rete	3	Morsetti di condivisione del carico (-)
2	Morsetti di condivisione del carico (+)	–	–

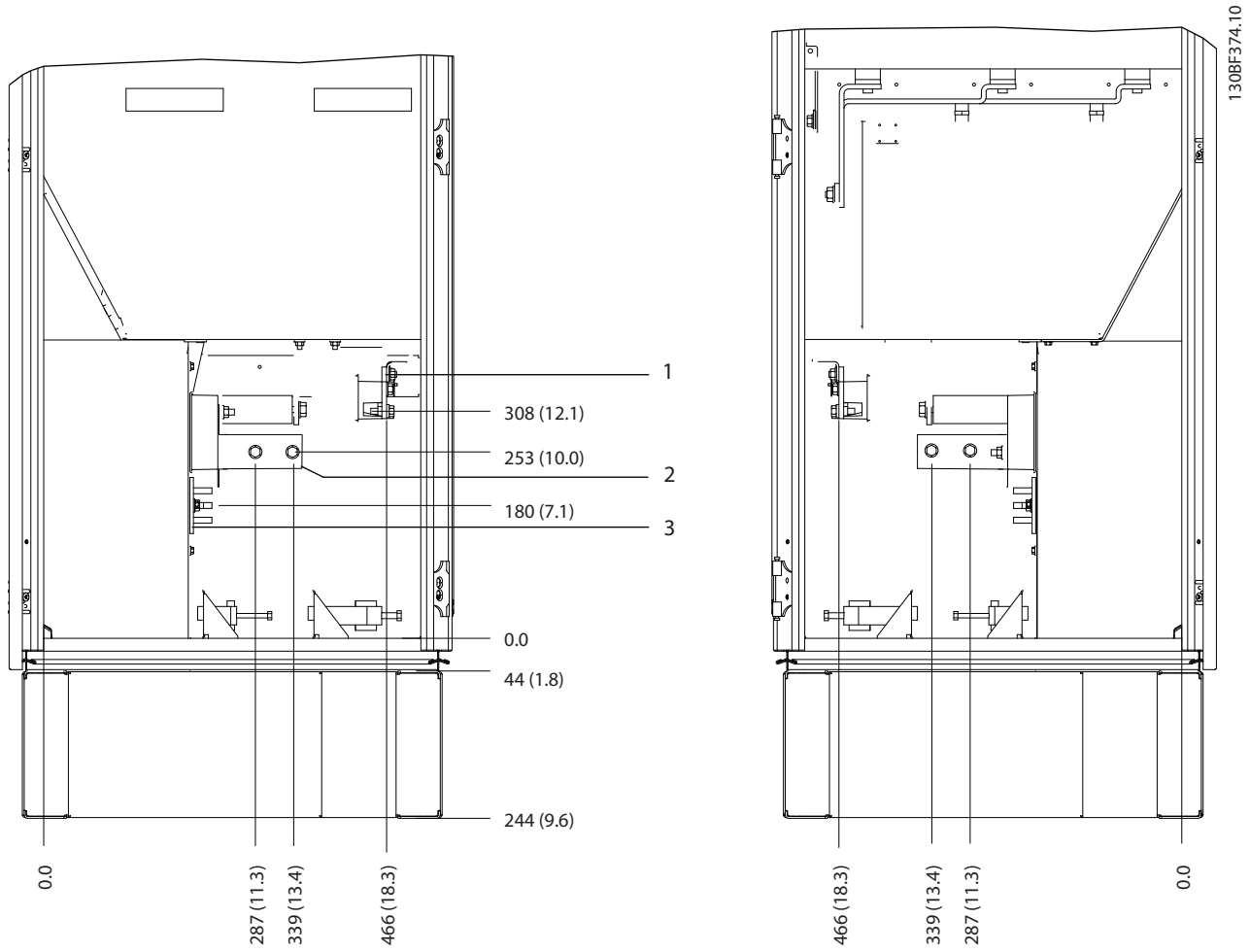
Disegno 8.41 Dimensioni dei morsetti per armadio raddrizzatore F3–F4, vista laterale

 Danfoss A/S © 11/2017 Tutti i diritti riservati.



1	Morsetti freno	3	Sbarra di terra
2	Morsetti del motore	–	–

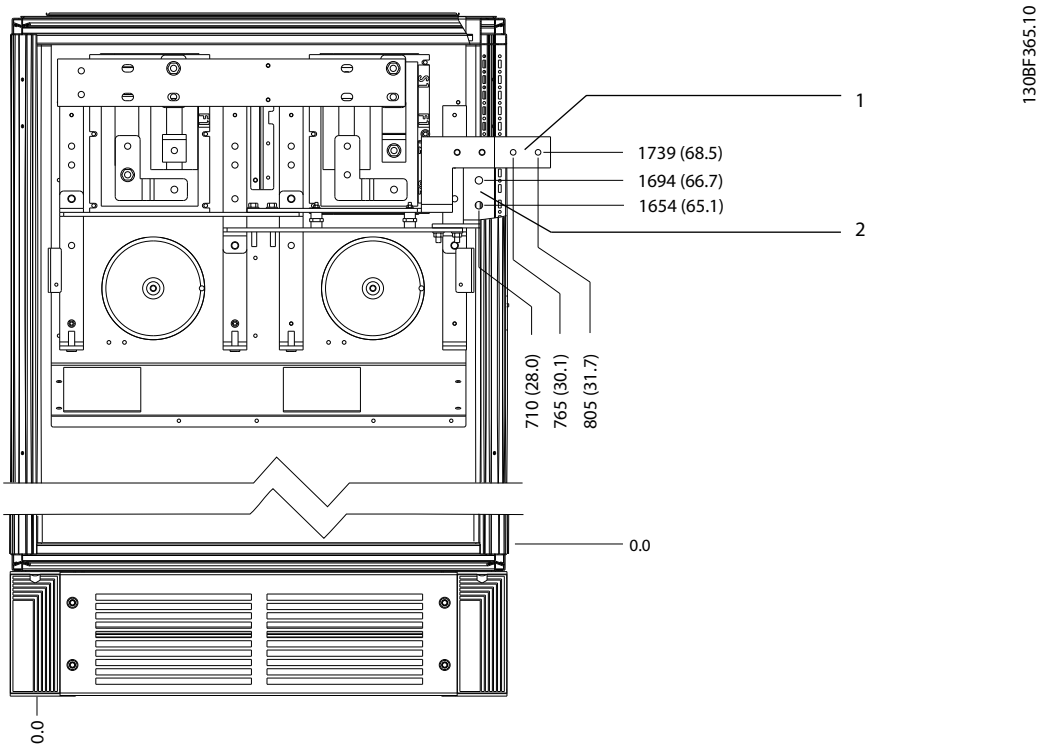
Disegno 8.42 Dimensioni dei morsetti per armadio inverter F1/F3, vista frontale



1	Morsetti freno	3	Sbarra di terra
2	Morsetti del motore	–	–

Disegno 8.43 Dimensioni dei morsetti per armadio inverter F1/F3, vista laterale

 Danfoss A/S © 11/2017 Tutti i diritti riservati.

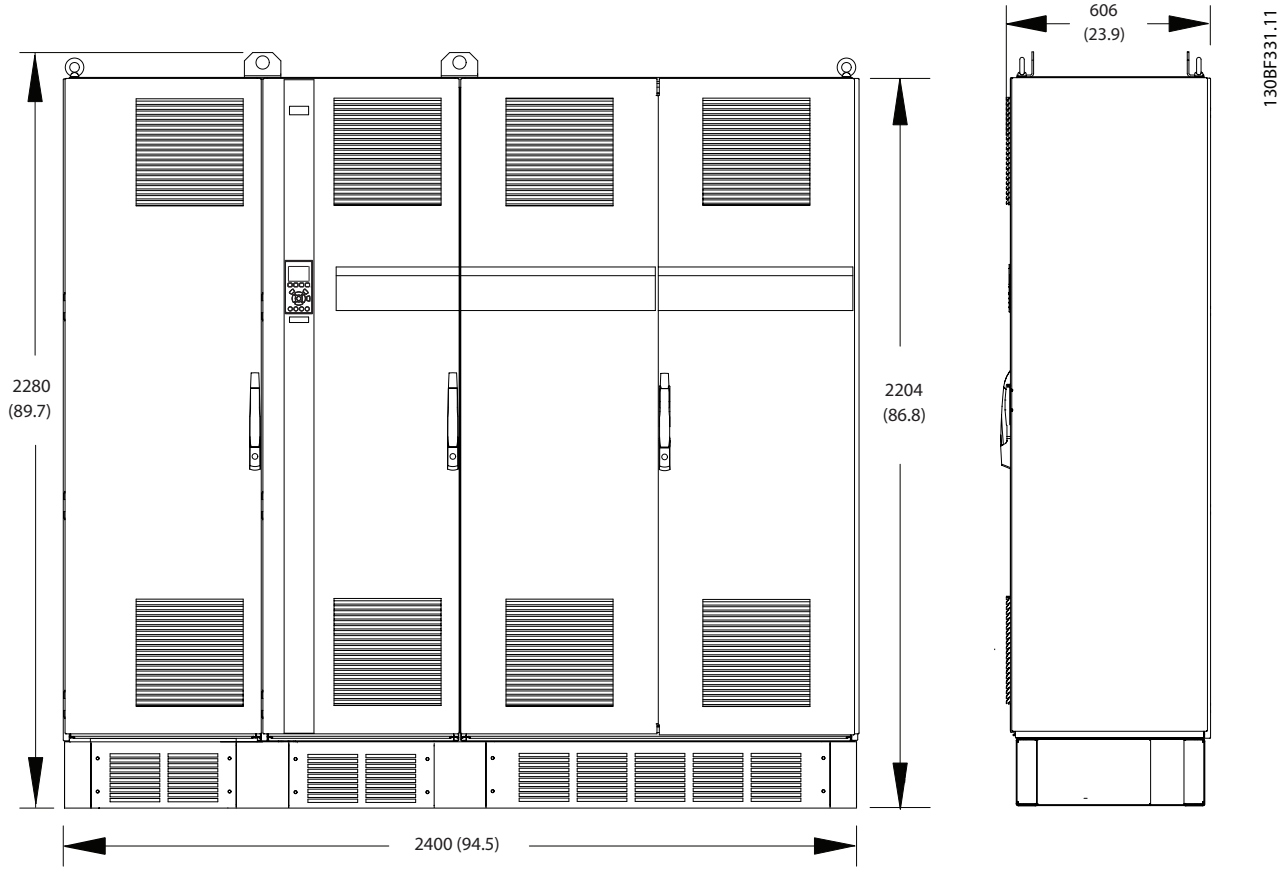


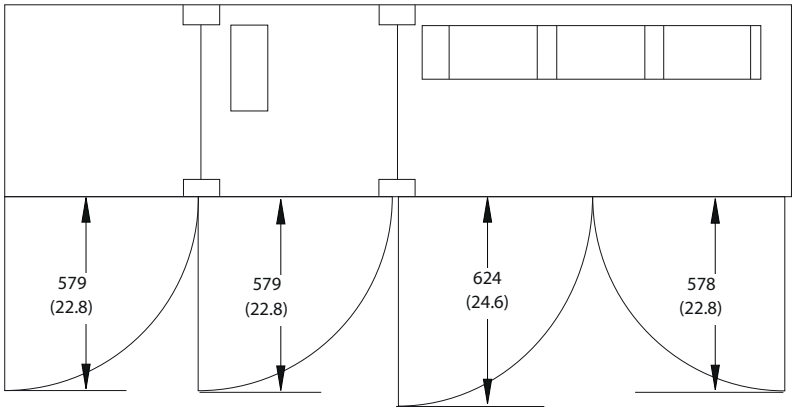
1	CC –	2	CC +

Disegno 8.44 Dimensioni dei morsetti per morsetti di rigenerazione F1/F3, vista frontale

8.6 Dimensioni esterne F4 e dei morsetti

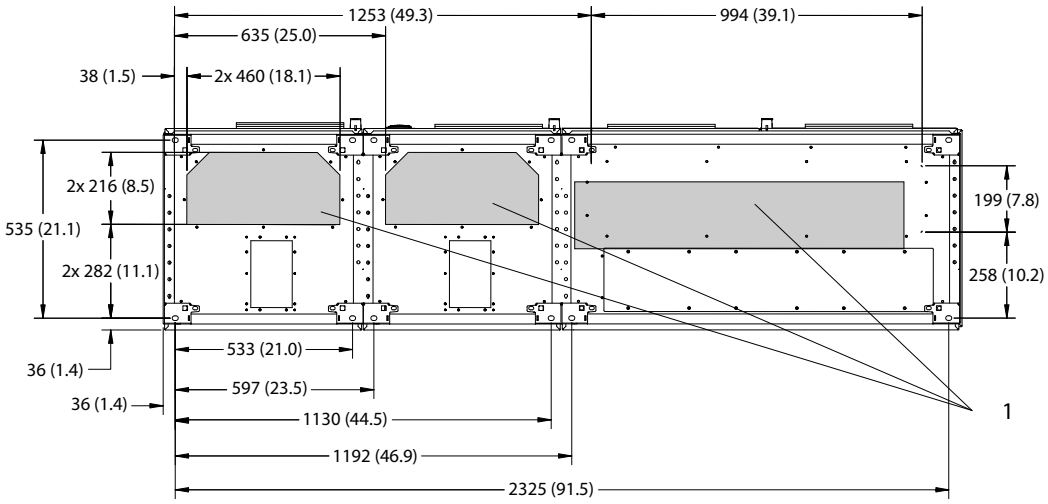
8.6.1 Dimensioni esterne F4





Disegno 8.45 Dimensioni anteriore, laterale e dello spazio per la porta per F4

Danfoss A/S © 11/2017 Tutti i diritti riservati.



1	Lato rete	2	Lato motore

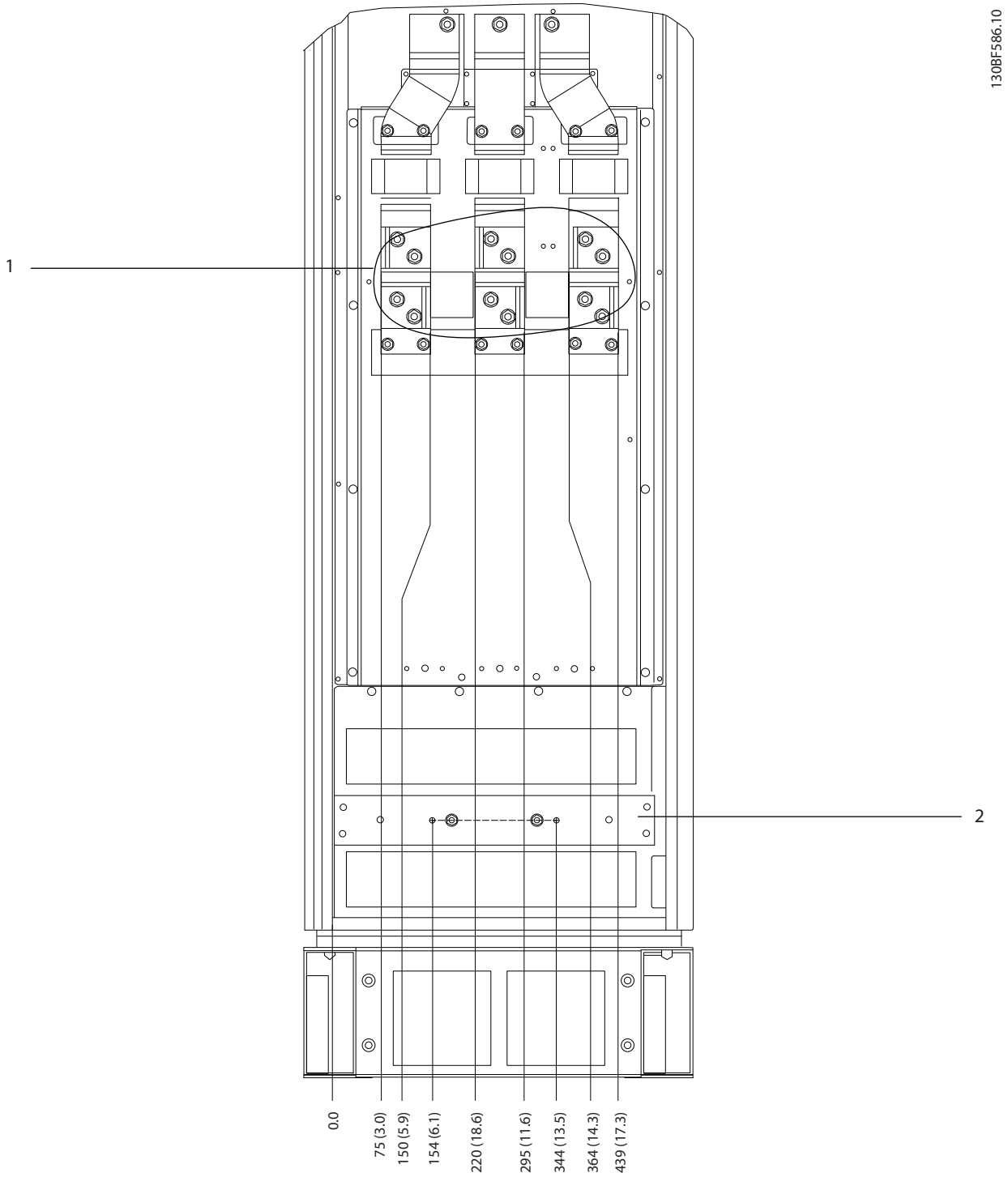
Disegno 8.46 Dimensioni della piastra passacavi per F4

8

 Danfoss A/S © 11/2017 Tutti i diritti riservati.

8.6.2 Dimensioni del morsetto F4

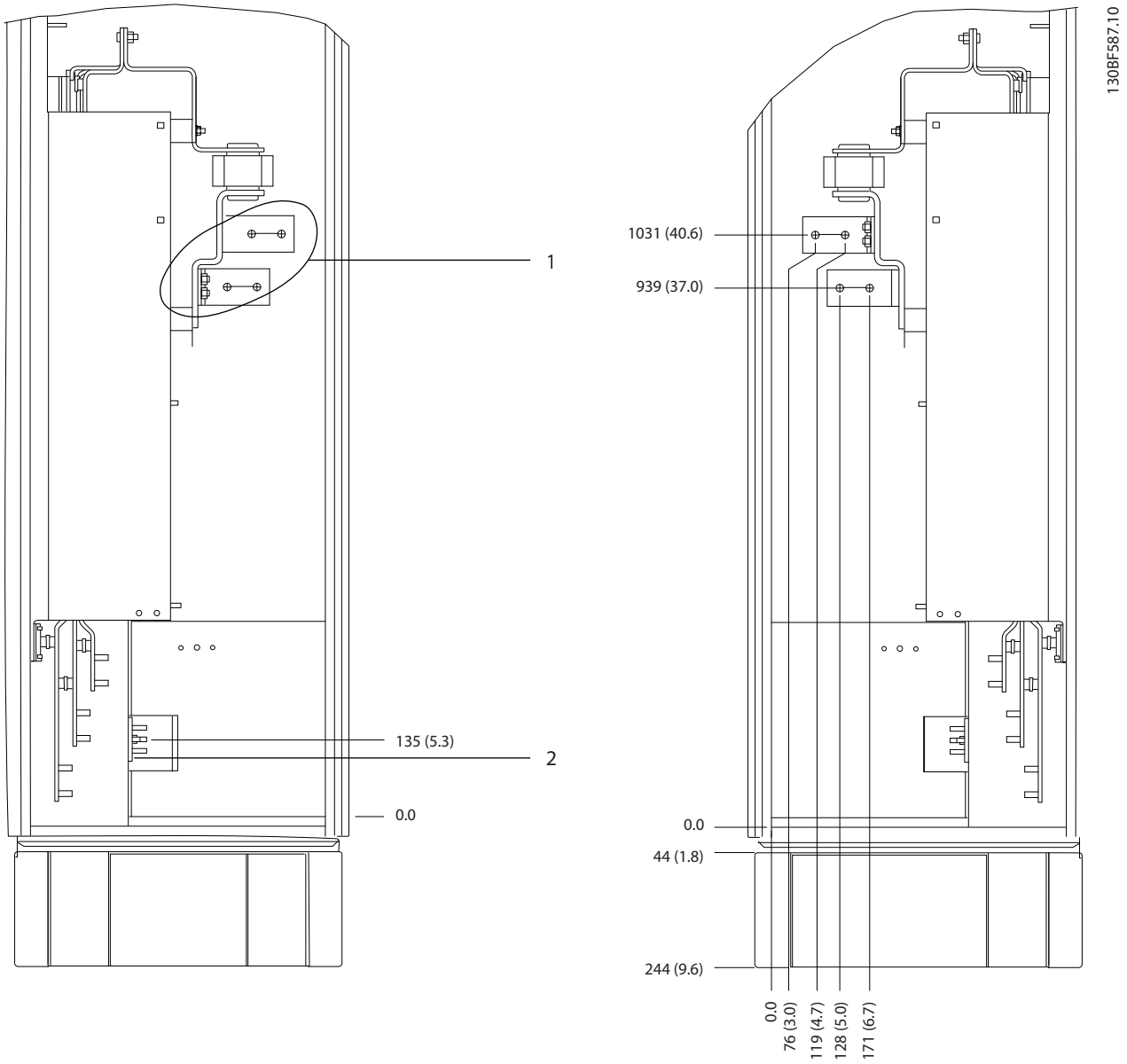
I cavi di potenza sono pesanti e difficili da piegare. Per facilitare l'installazione dei cavi valutare la posizione migliore per il convertitore di frequenza. Ciascun morsetto consente di utilizzare fino a quattro cavi con capicorda o una morsettiera standard. La terra è collegata al punto di terminazione attinente nel convertitore di frequenza.



1	Morsetti di rete	2	Sbarra di terra

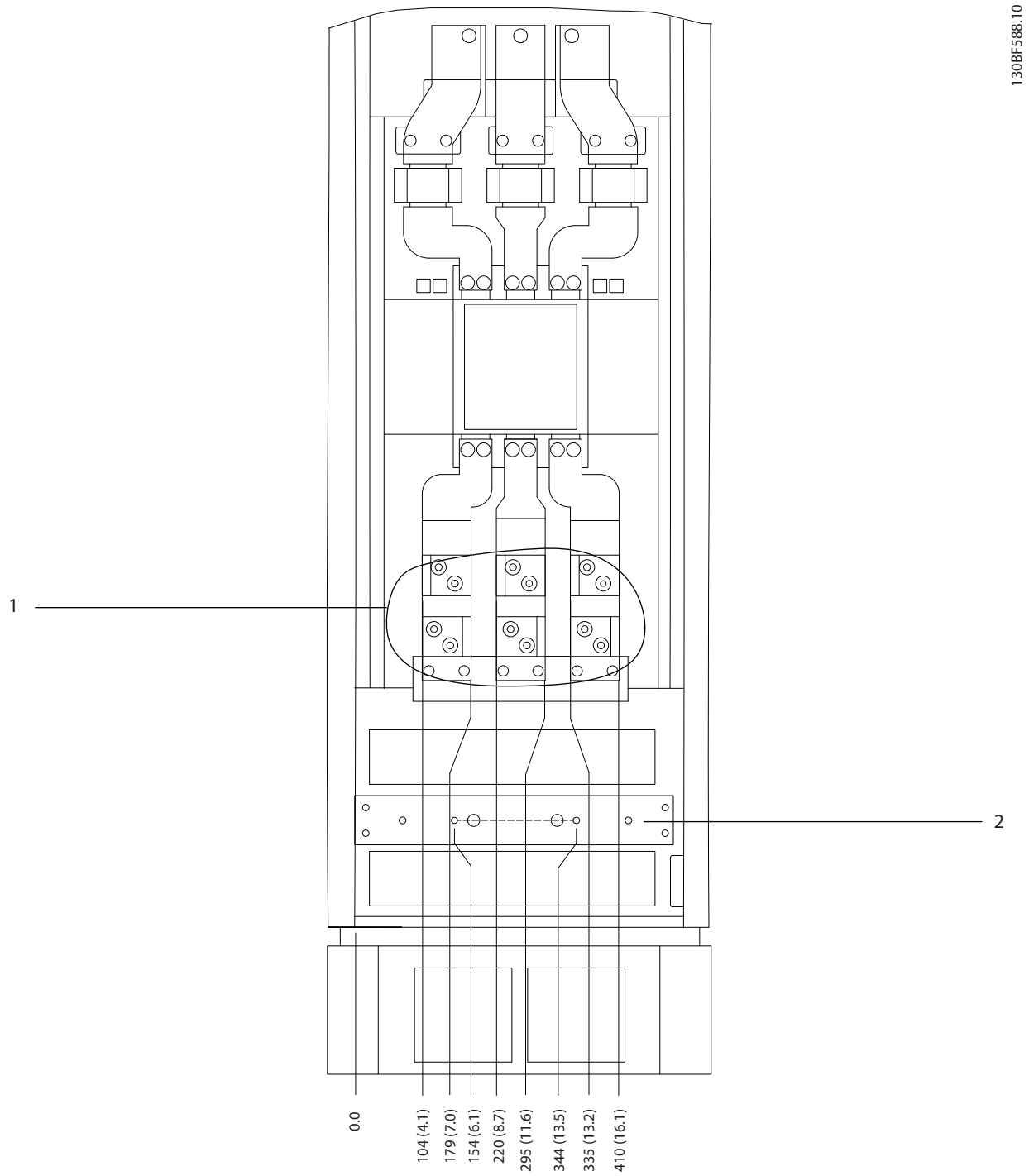
Disegno 8.47 Dimensioni dei morsetti per armadio opzionale F3–F4, vista frontale

 Danfoss A/S © 11/2017 Tutti i diritti riservati.



1	Morsetti di rete	2	Sbarra di terra

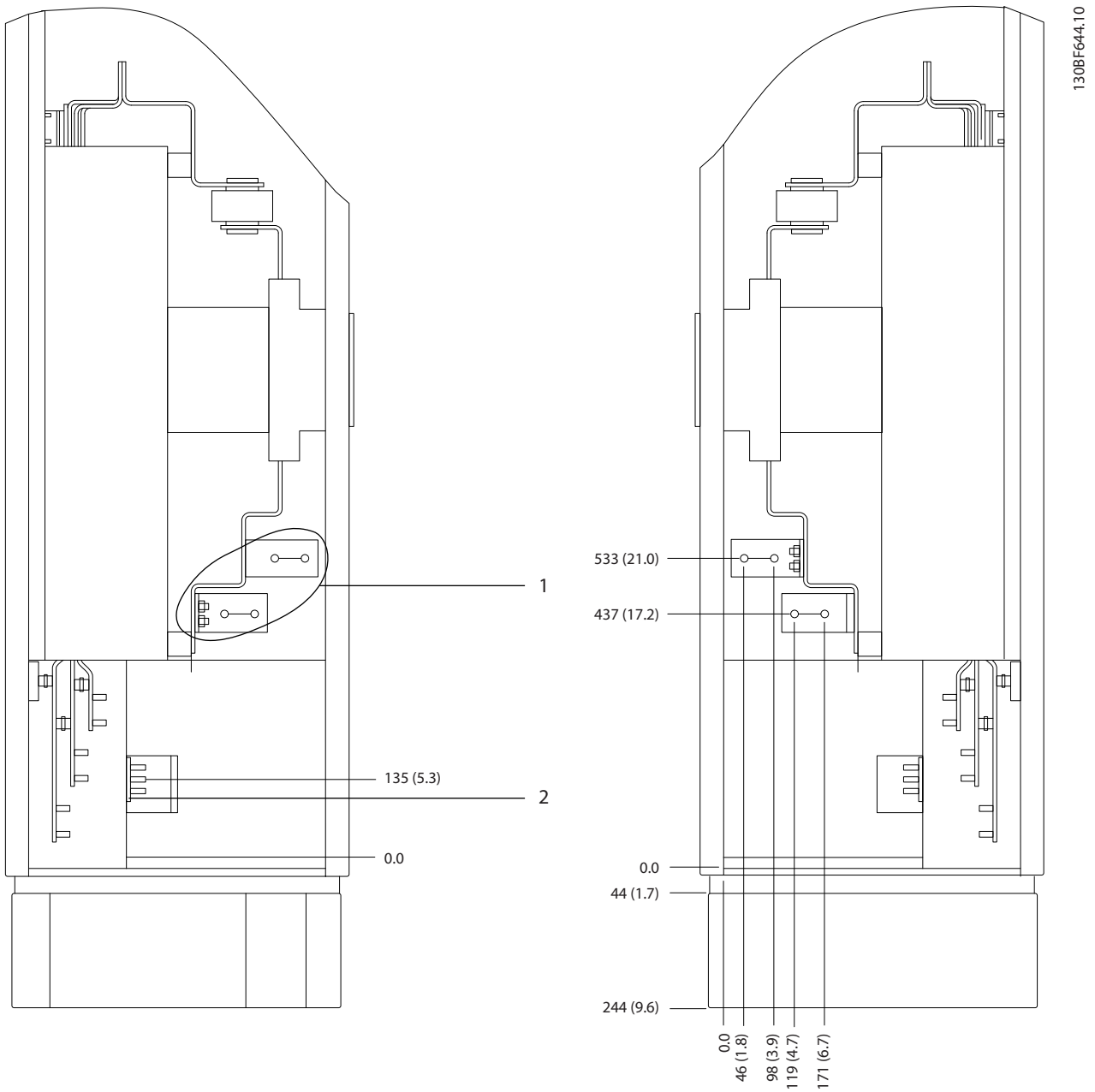
Disegno 8.48 Dimensioni dei morsetti per armadio opzionale F3–F4, vista laterale



1	Morsetti di rete	2	Sbarra di terra

Disegno 8.49 Dimensioni dei morsetti per armadio opzionale F3–F4 con interruttore/interruttore incapsulato, vista frontale

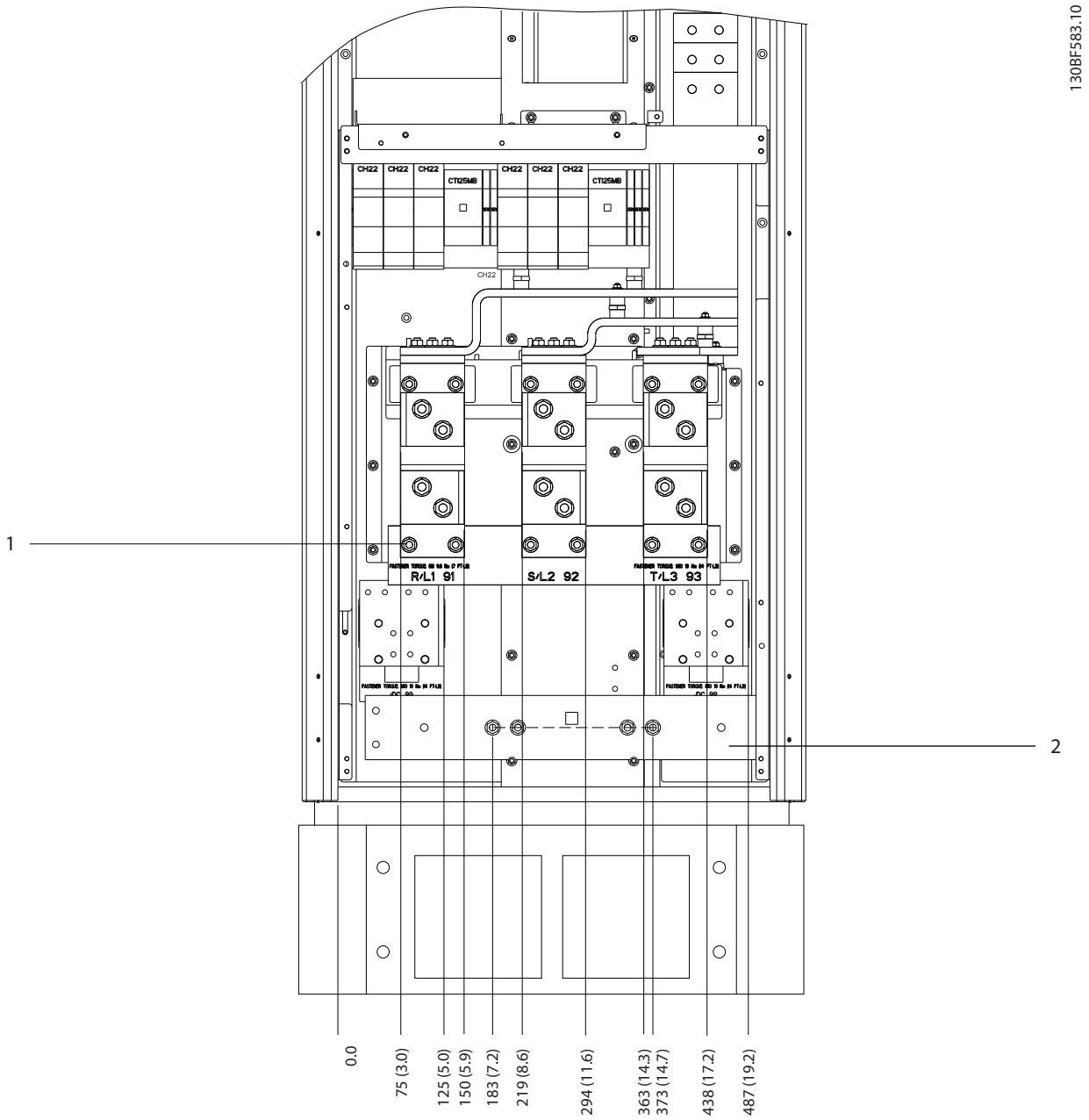
 Danfoss A/S © 11/2017 Tutti i diritti riservati.



1	Morsetti di rete	2	Sbarra di terra

Disegno 8.50 Dimensioni dei morsetti per armadio opzionale F3–F4 con interruttore/interruttore incapsulato, vista laterale

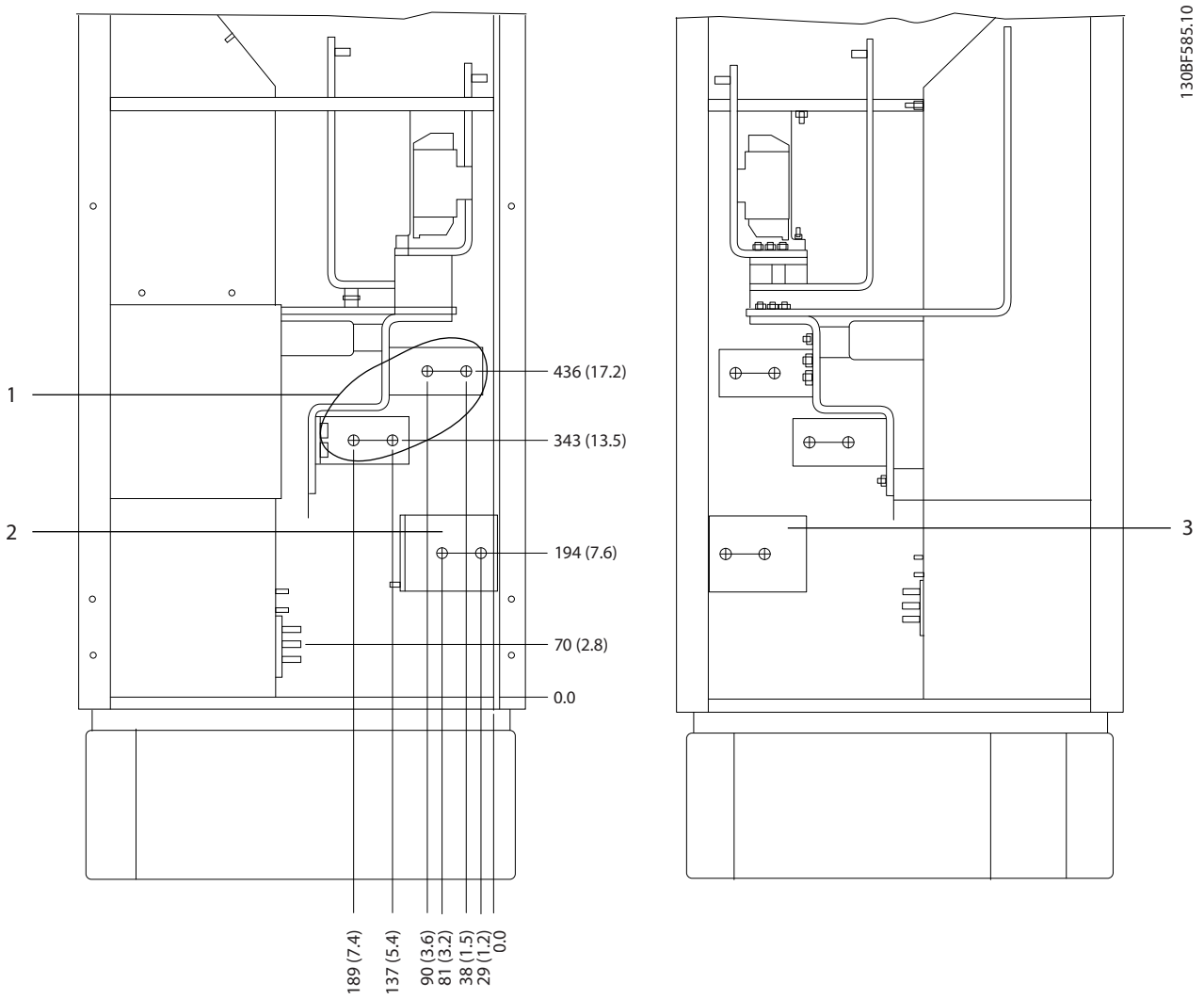
 Danfoss A/S © 11/2017 Tutti i diritti riservati.



1	Morsetti di rete	2	Sbarra di terra

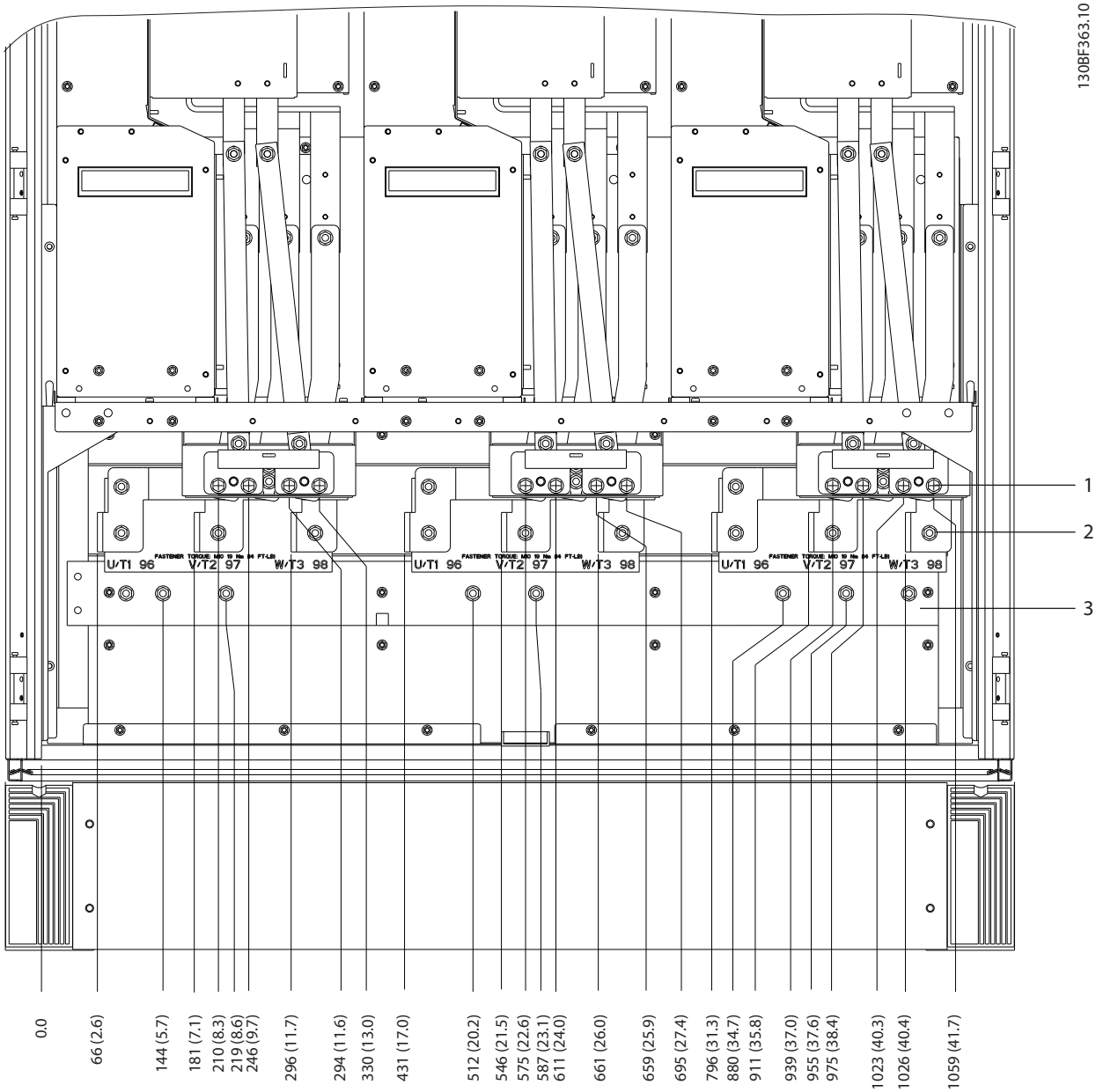
Disegno 8.51 Dimensioni dei morsetti per armadio raddrizzatore F1-F4, vista frontale

 Danfoss A/S © 11/2017 Tutti i diritti riservati.



1	Morsetti di rete	3	Morsetti di condivisione del carico (-)
2	Morsetti di condivisione del carico (+)	–	–

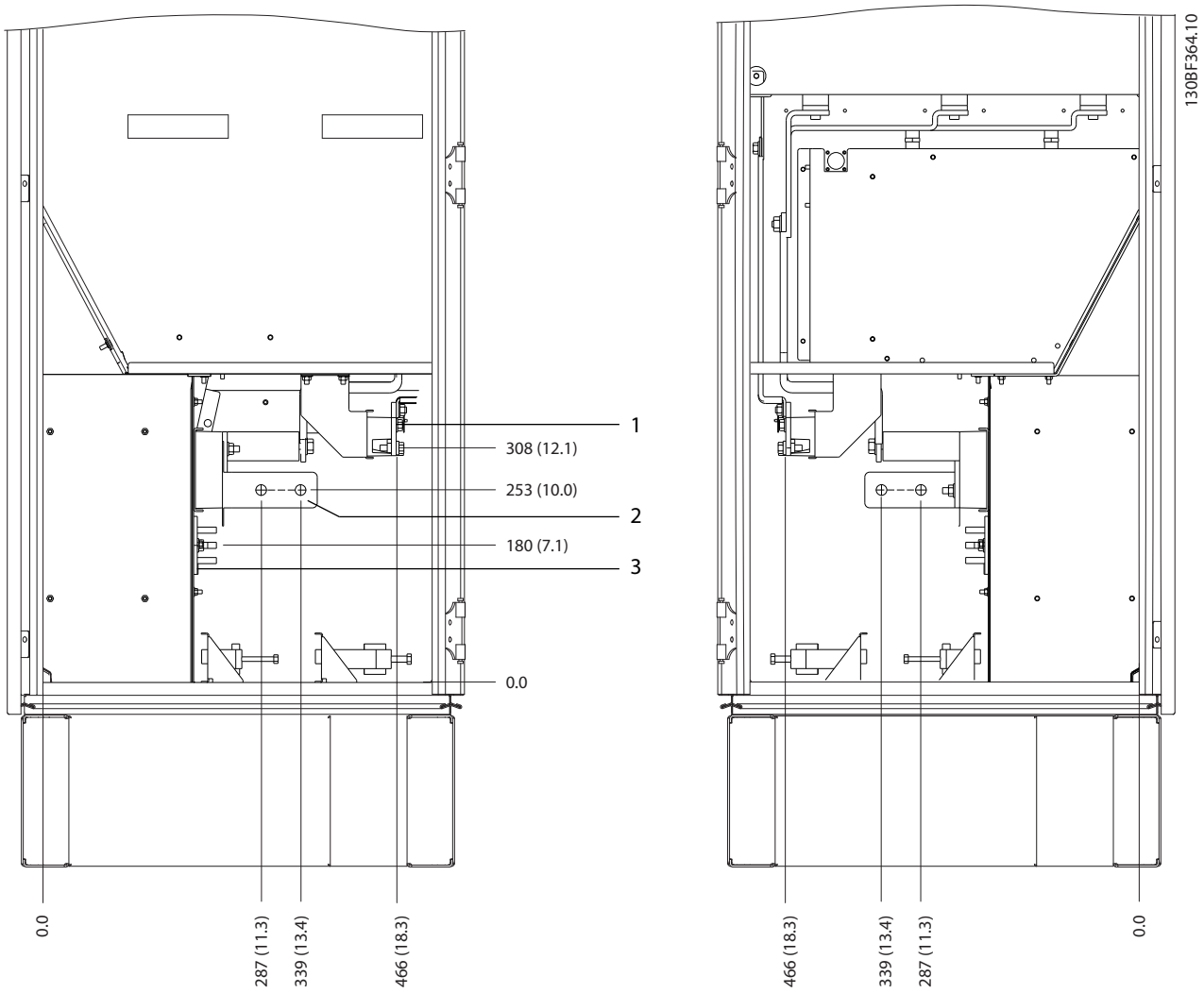
Disegno 8.52 Dimensioni dei morsetti per armadio raddrizzatore F3–F4, vista laterale



1	Morsetti freno	3	Sbarra di terra
2	Morsetti del motore	–	–

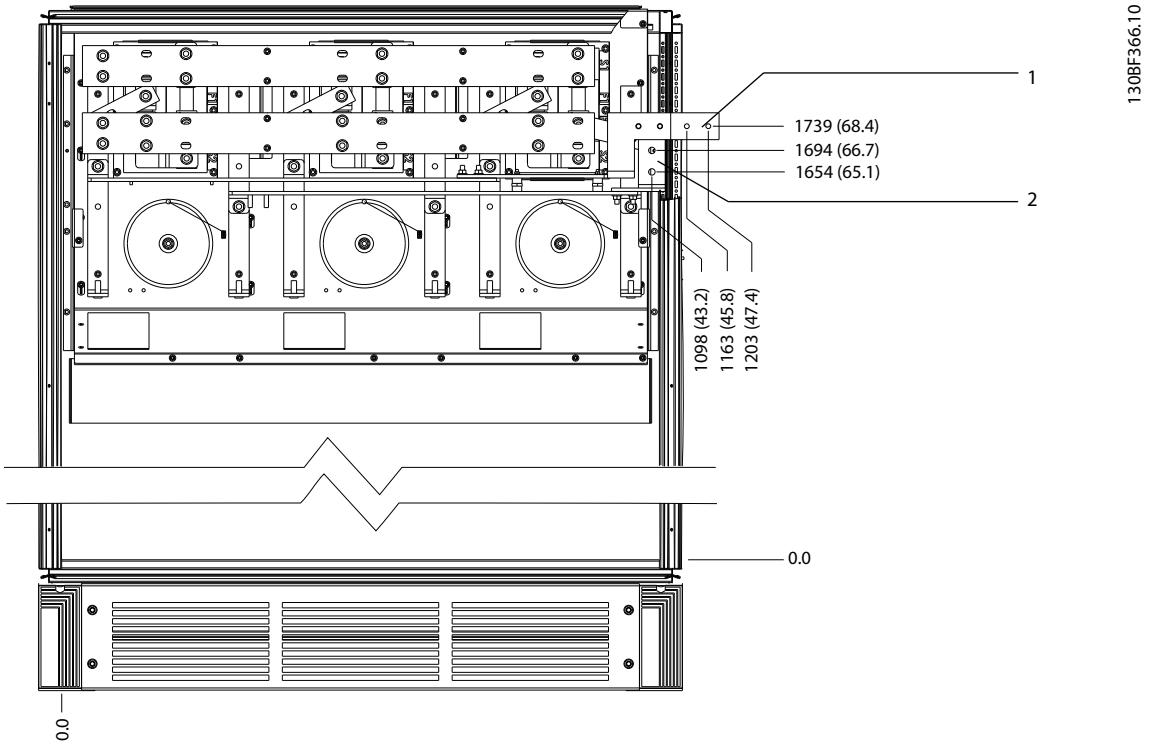
Disegno 8.53 Dimensioni dei morsetti per armadio inverter F2/F4, vista frontale

 Danfoss A/S © 11/2017 Tutti i diritti riservati.



1	Morsetti freno	3	Sbarra di terra
2	Morsetti del motore	–	–

Disegno 8.54 Dimensioni dei morsetti per armadio inverter F2/F4, vista laterale



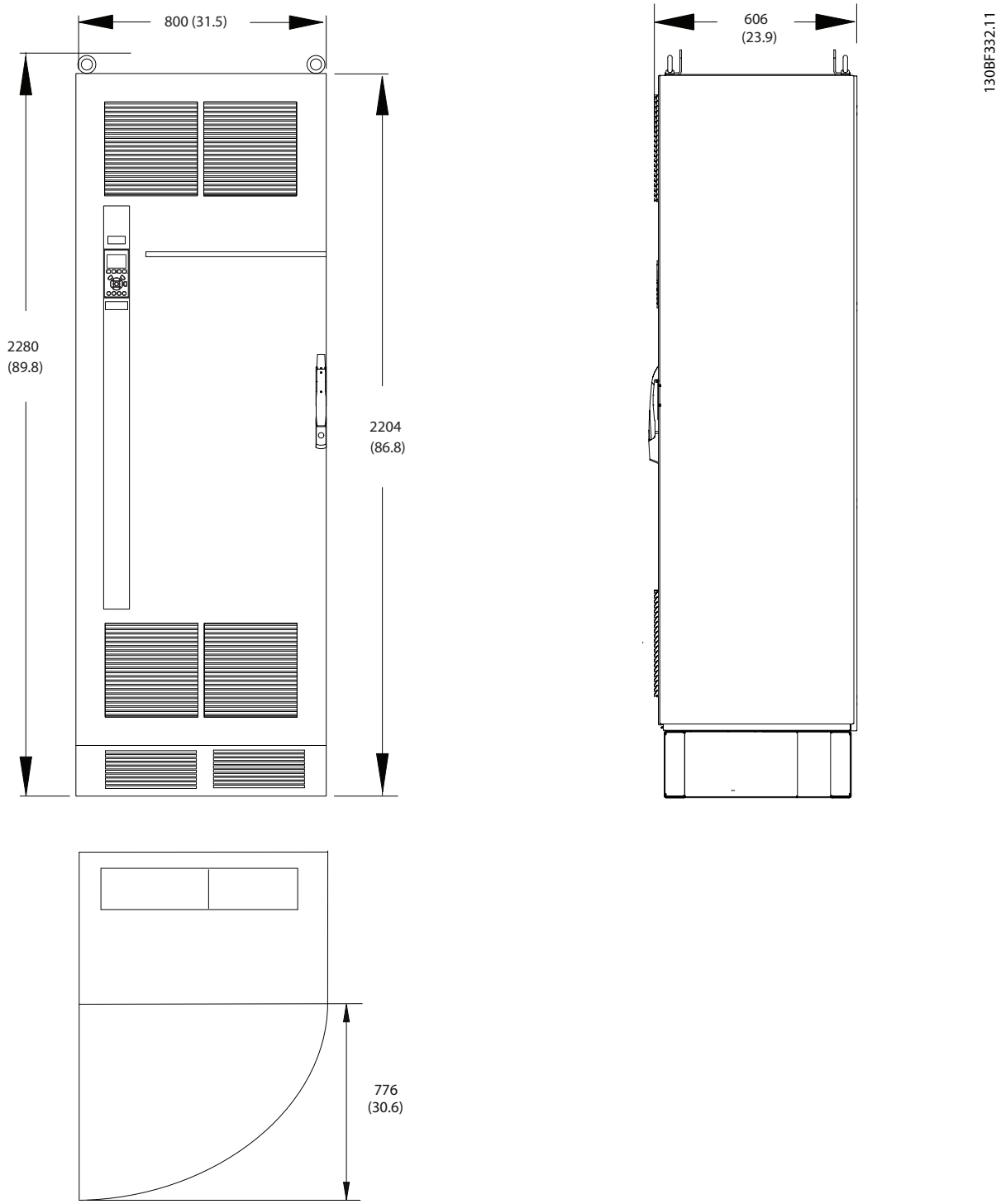
1	CC –	2	CC +

Disegno 8.55 Dimensioni dei morsetti per morsetti di rigenerazione F2/F4, vista frontale

 Danfoss A/S © 11/2017 Tutti i diritti riservati.

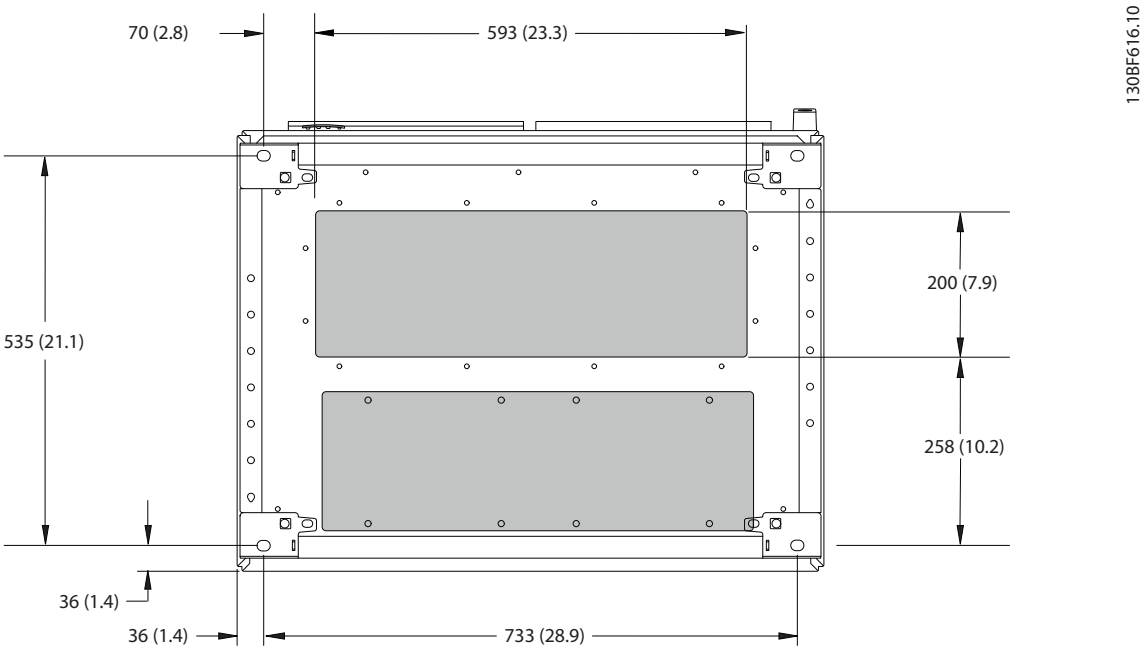
8.7 Dimensioni esterne F8 e dei morsetti

8.7.1 Dimensioni esterne F8



Disegno 8.56 Dimensioni anteriore, laterale e dello spazio per la porta per F8

 Danfoss A/S © 11/2017 Tutti i diritti riservati.



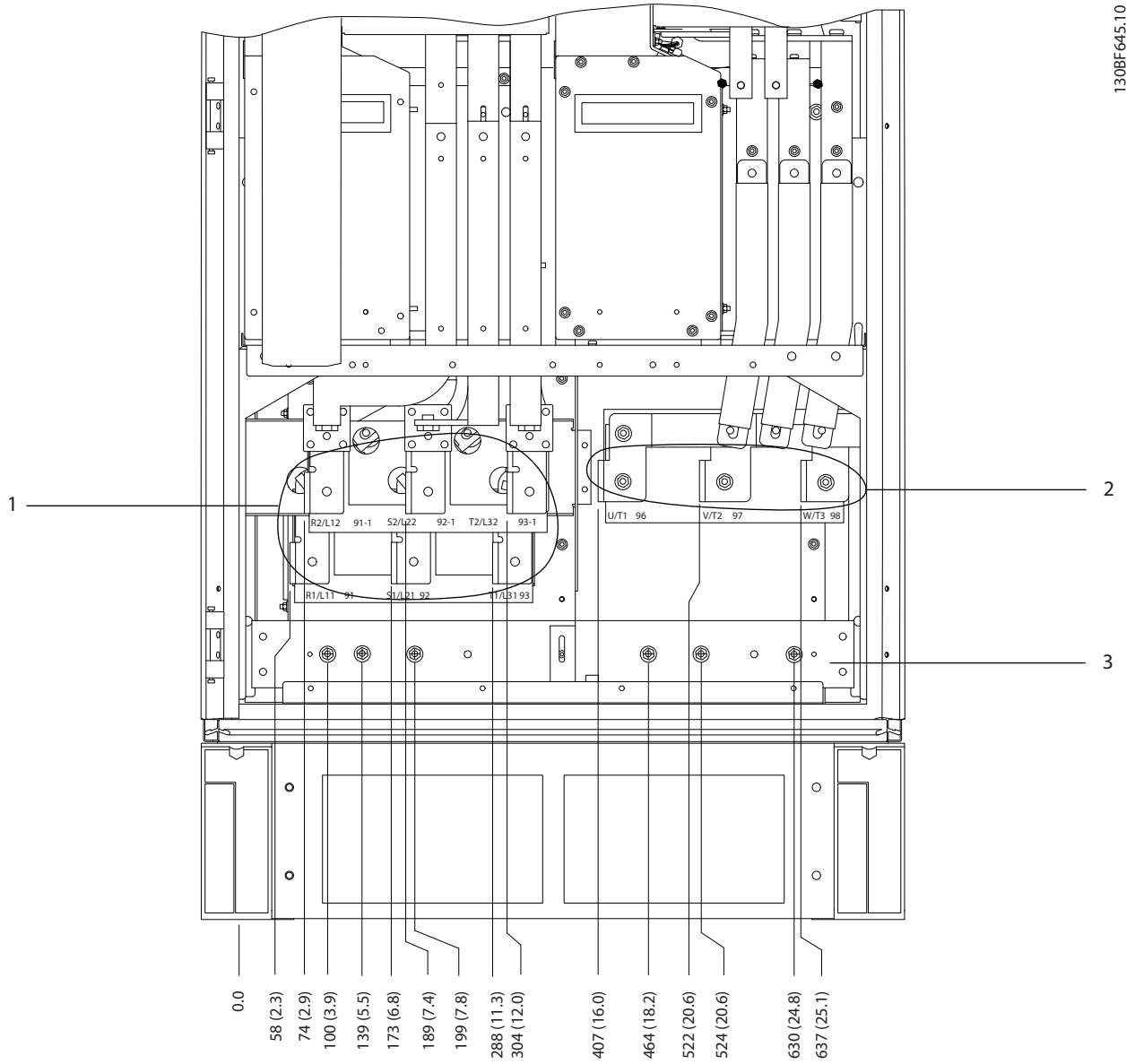
1	Lato rete	2	Lato motore

Disegno 8.57 Dimensioni della piastra passacavi per F8

 Danfoss A/S © 11/2017 Tutti i diritti riservati.

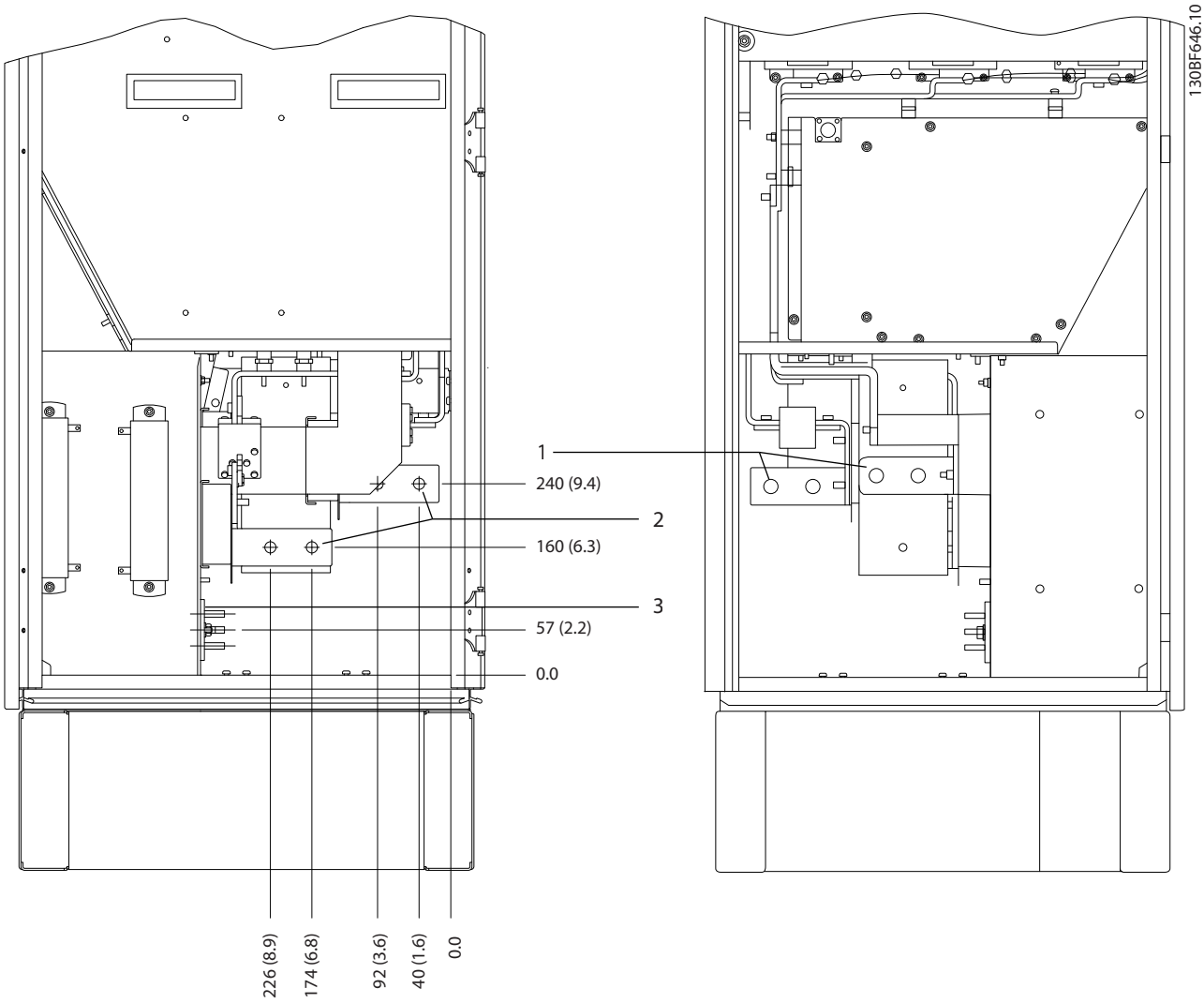
8.7.2 Dimensioni del morsetto F8

I cavi di potenza sono pesanti e difficili da piegare. Per facilitare l'installazione dei cavi valutare la posizione migliore per il convertitore di frequenza. Ciascun morsetto consente di utilizzare fino a quattro cavi con capicorda o una morsettiera standard. La terra è collegata al punto di terminazione attinente nel convertitore di frequenza.



1	Morsetti di rete	3	Sbarra di terra
2	Morsetti del motore	–	–

Disegno 8.58 Dimensioni dei morsetti per armadio raddrizzatore/inverter F8-F9, vista frontale



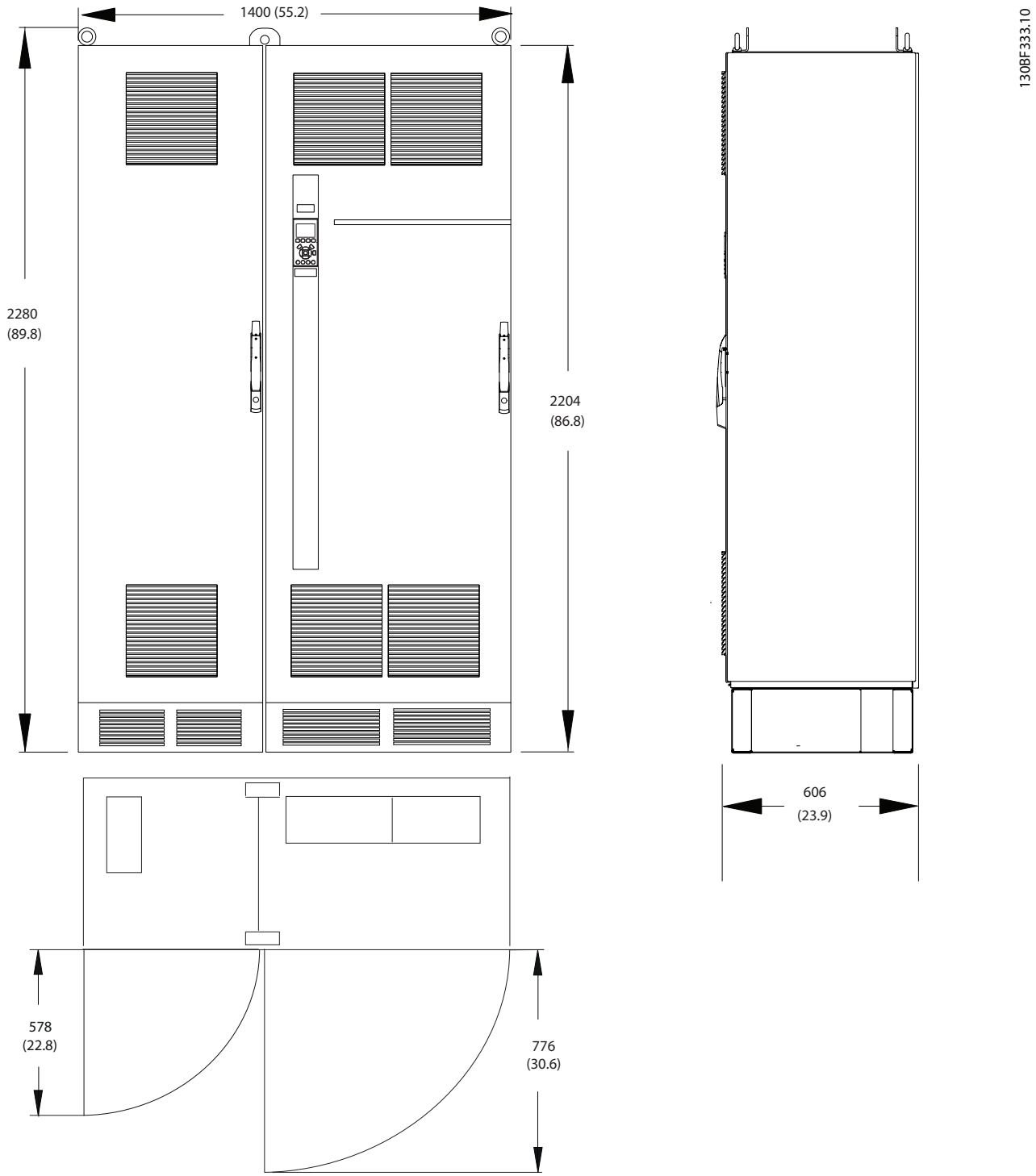
1	Morsetti di rete	3	Sbarra di terra
2	Morsetti del motore	–	–

Disegno 8.59 Dimensioni dei morsetti per armadio raddrizzatore/inverter F8-F9, vista laterale

 Danfoss A/S © 11/2017 Tutti i diritti riservati.

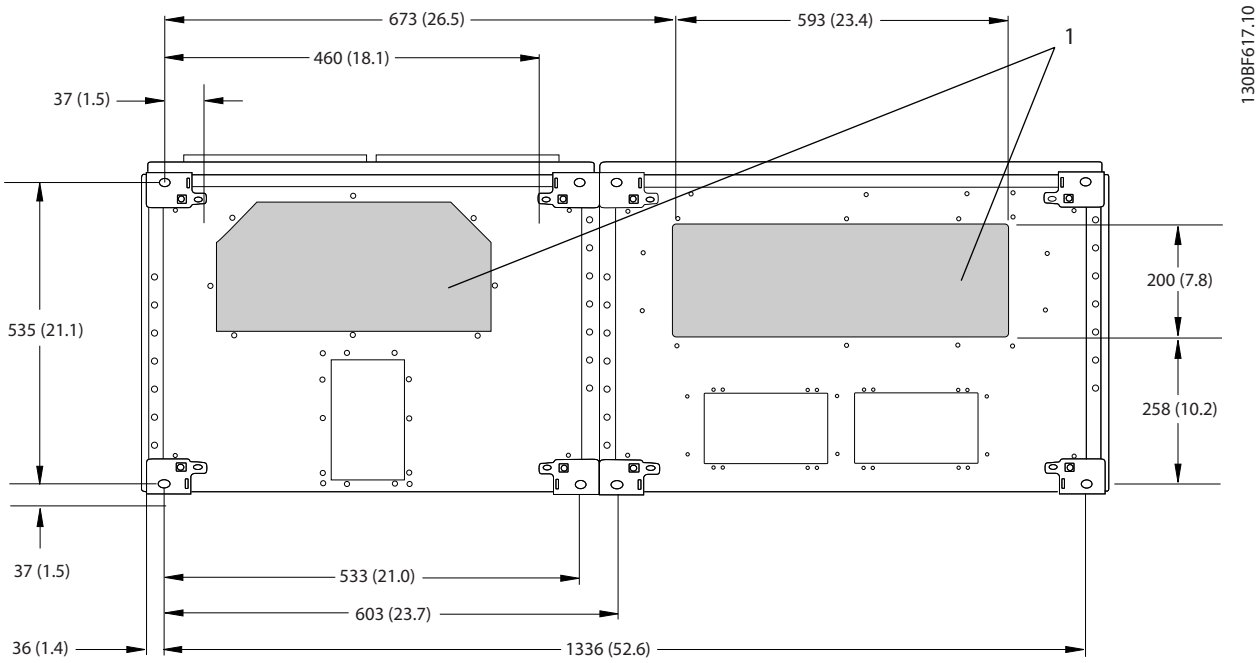
8.8 Dimensioni esterne F9 e dei morsetti

8.8.1 Dimensioni esterne F9



Disegno 8.60 Dimensioni anteriore, laterale e dello spazio per la porta per F9

 Danfoss A/S © 11/2017 Tutti i diritti riservati.



1	Lato rete	2	Lato motore

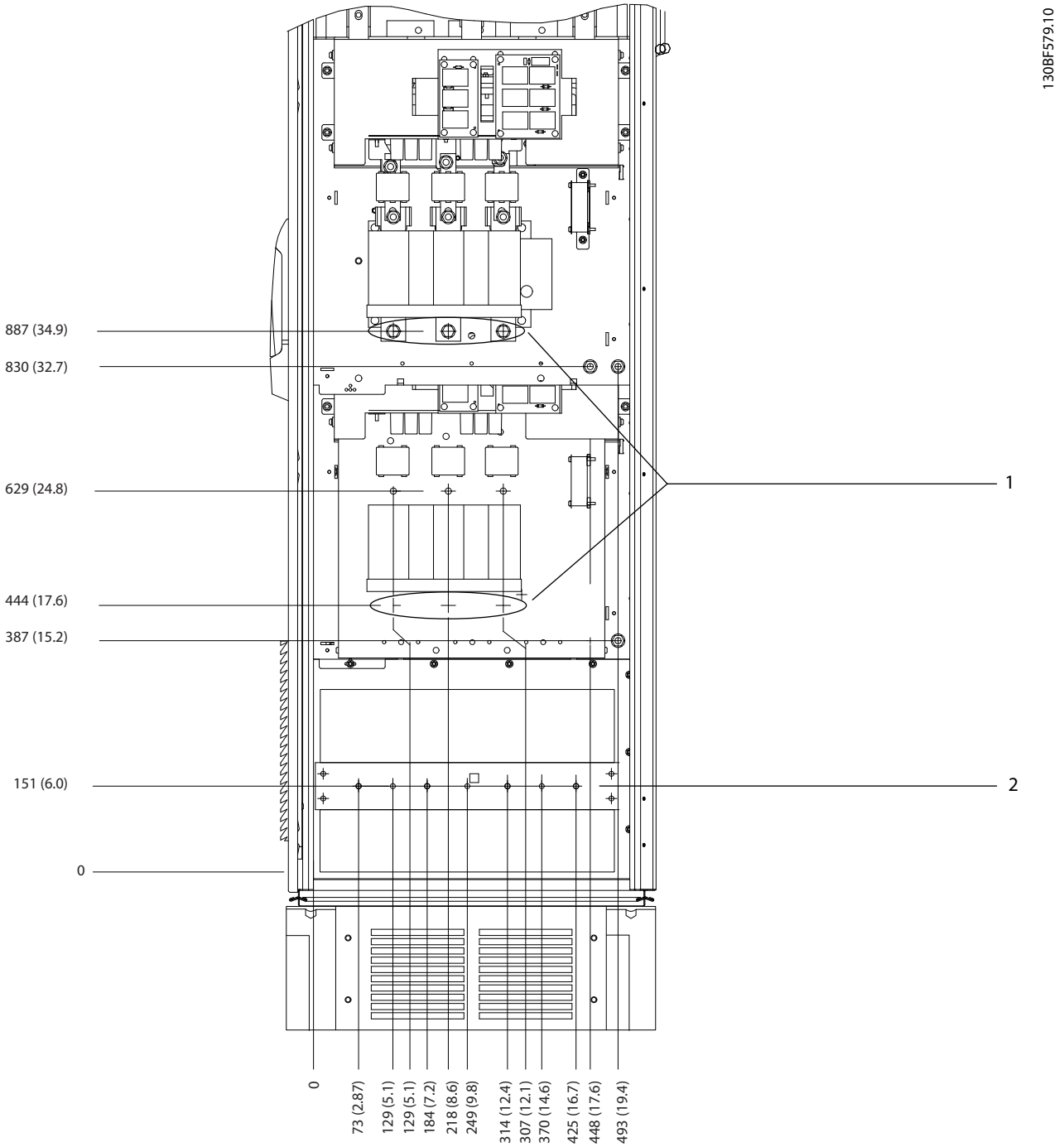
Disegno 8.61 Dimensioni della piastra passacavi per F9

8

Danfoss A/S © 11/2017 Tutti i diritti riservati.

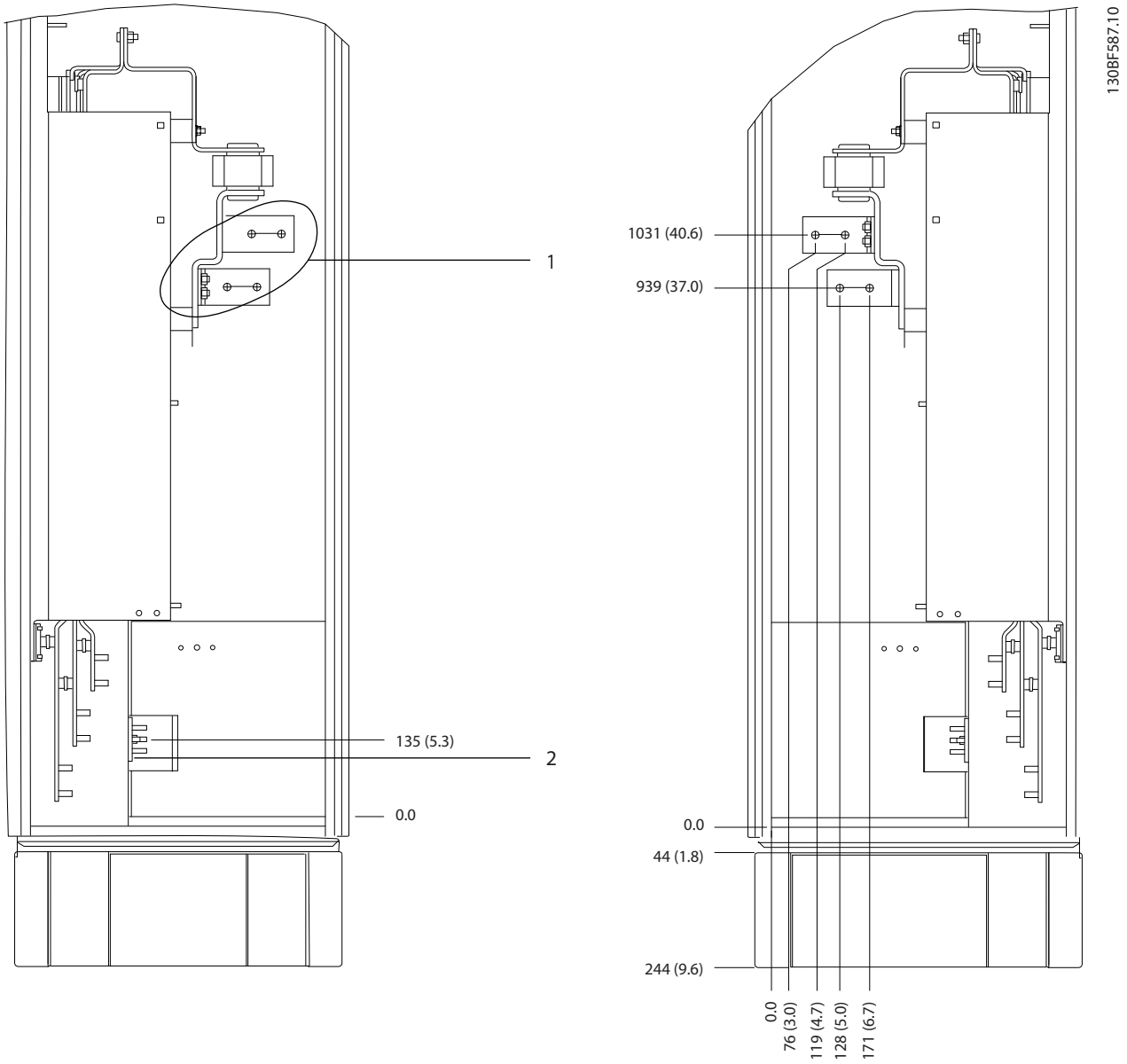
8.8.2 Dimensioni del morsetto F9

I cavi di potenza sono pesanti e difficili da piegare. Per facilitare l'installazione dei cavi valutare la posizione migliore per il convertitore di frequenza. Ciascun morsetto consente di utilizzare fino a quattro cavi con capicorda o una morsettiera standard. La terra è collegata al punto di terminazione attinente nel convertitore di frequenza.



1	Morsetti di rete	2	Sbarra di terra

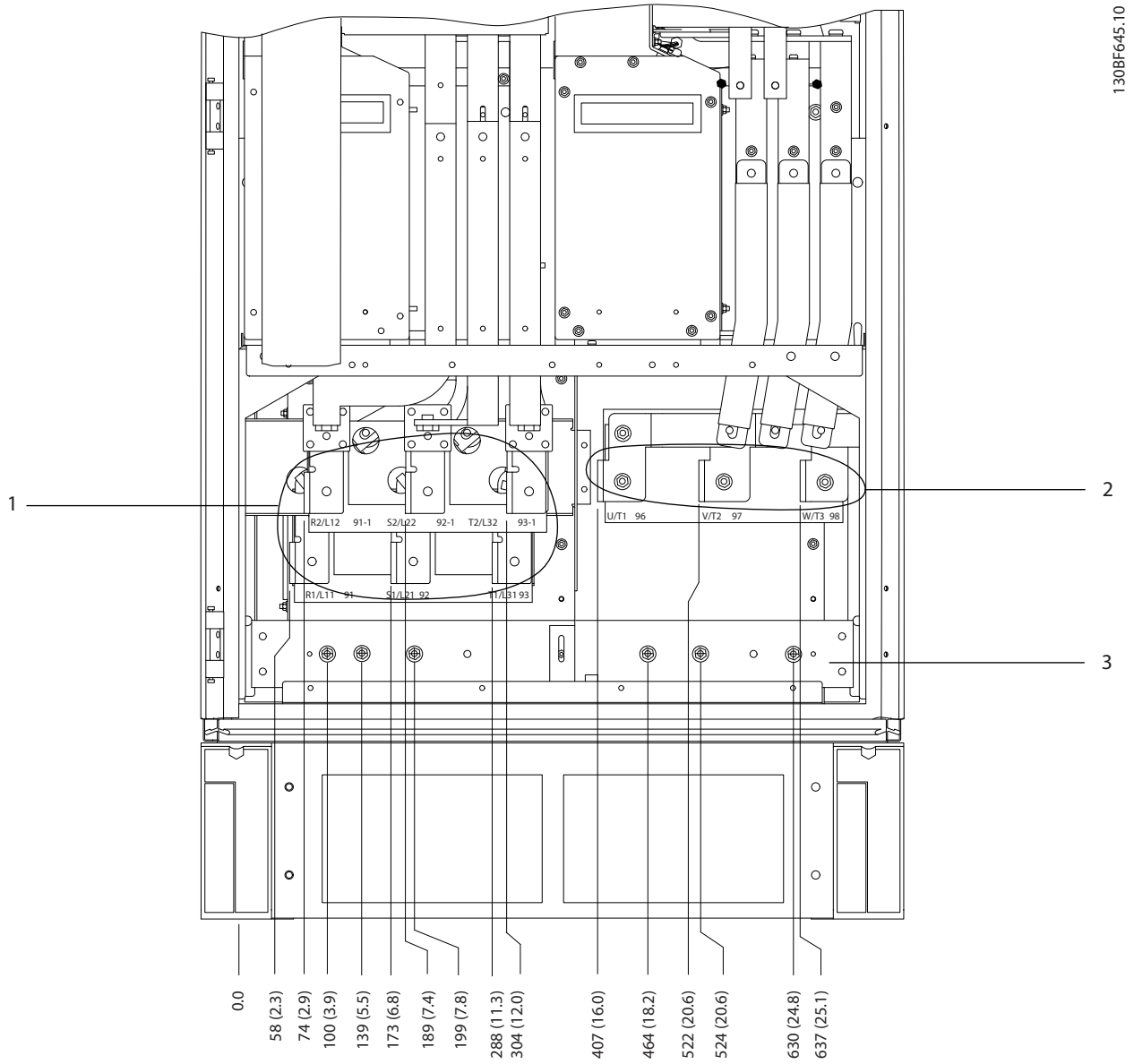
Disegno 8.62 Dimensioni dei morsetti per armadio opzionale F9, vista frontale



1	Morsetti di rete	2	Sbarra di terra

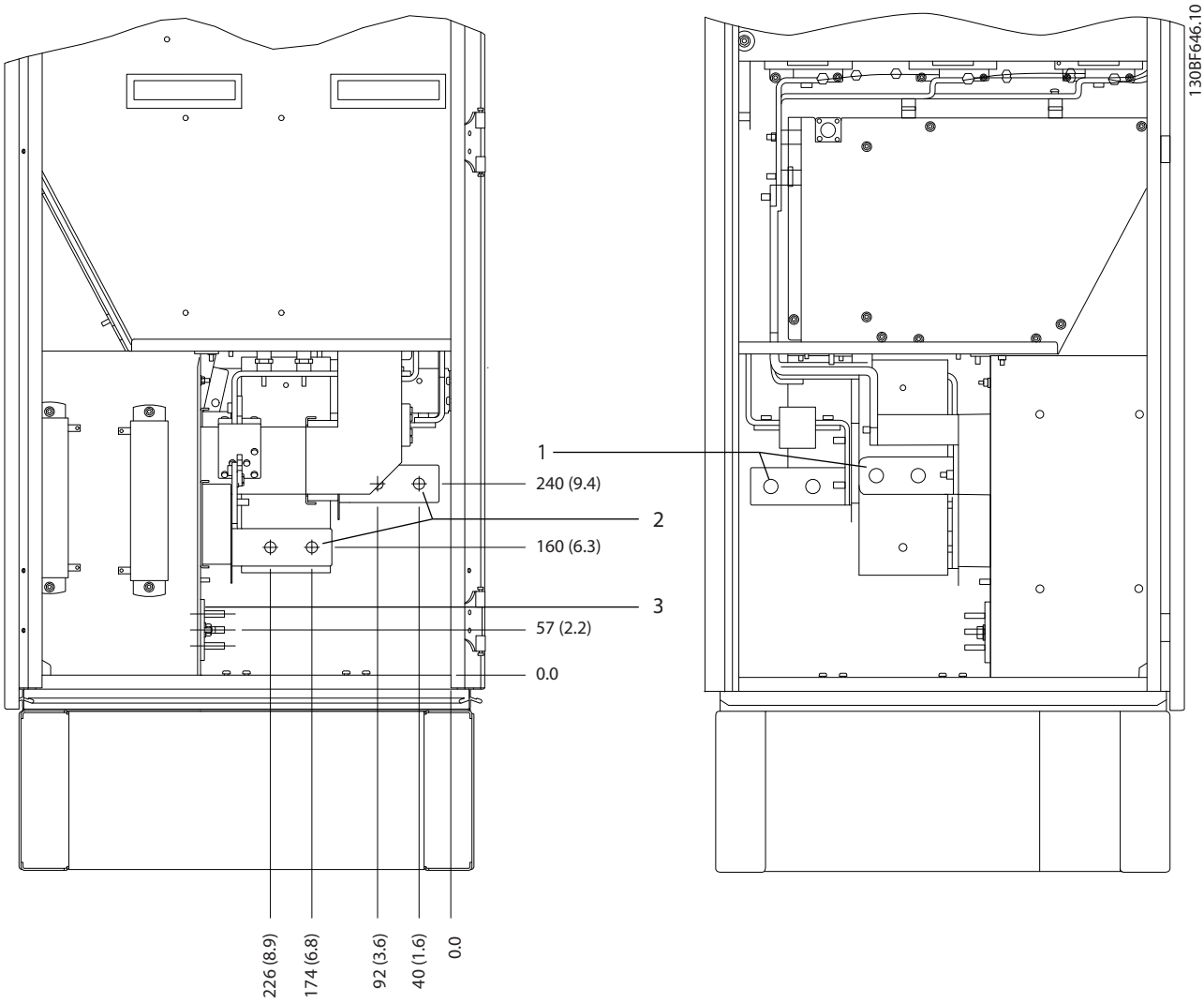
Disegno 8.63 Dimensioni dei morsetti per armadio opzionale F9, vista laterale

 Danfoss A/S © 11/2017 Tutti i diritti riservati.



1	Morsetti di rete	3	Sbarra di terra
2	Morsetti del motore	–	–

Disegno 8.64 Dimensioni dei morsetti per armadio raddrizzatore/inverter F8-F9, vista frontale



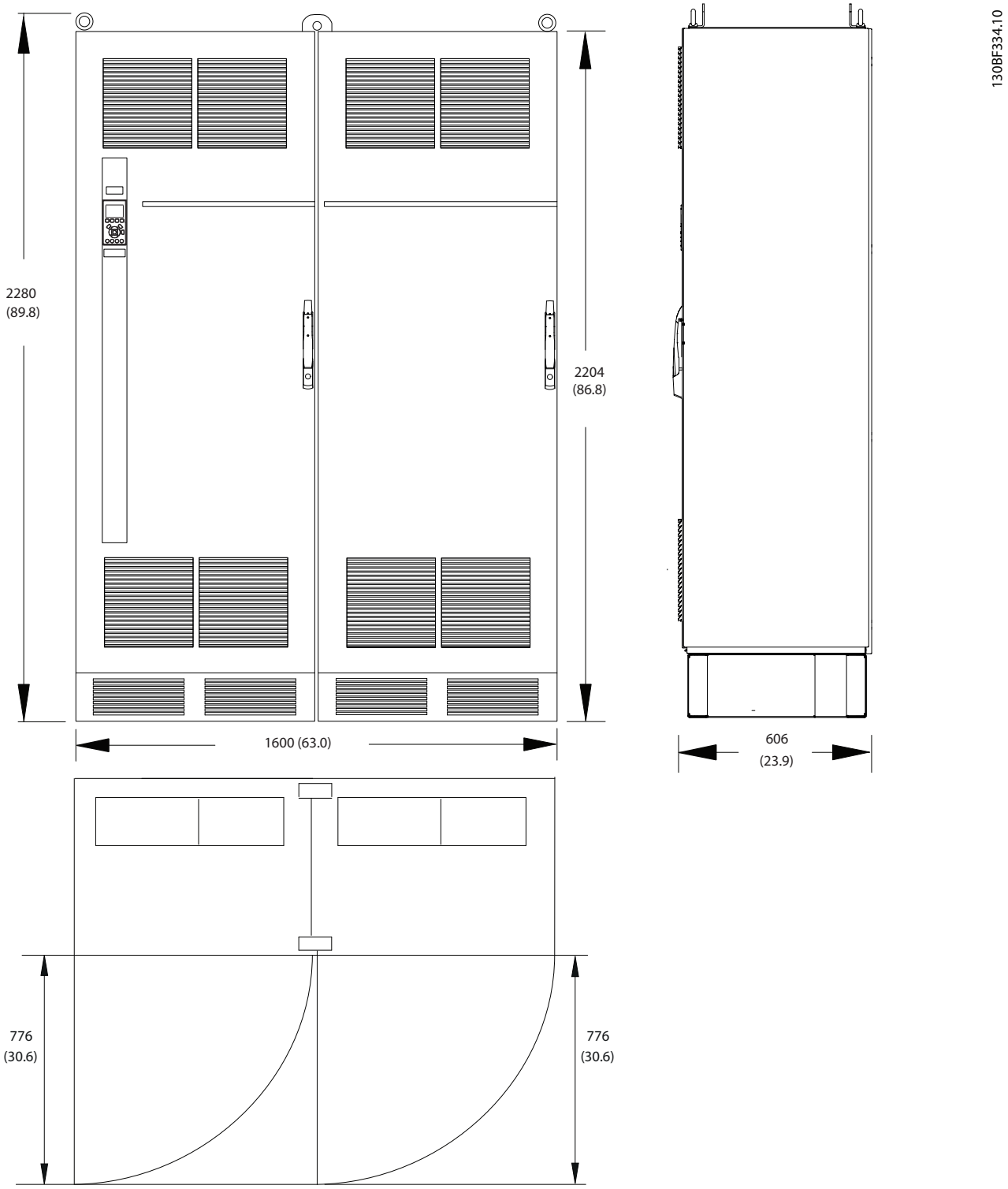
1	Morsetti di rete	3	Sbarra di terra
2	Morsetti del motore	–	–

Disegno 8.65 Dimensioni dei morsetti per armadio raddrizzatore/inverter F8-F9, vista laterale

 Danfoss A/S © 11/2017 Tutti i diritti riservati.

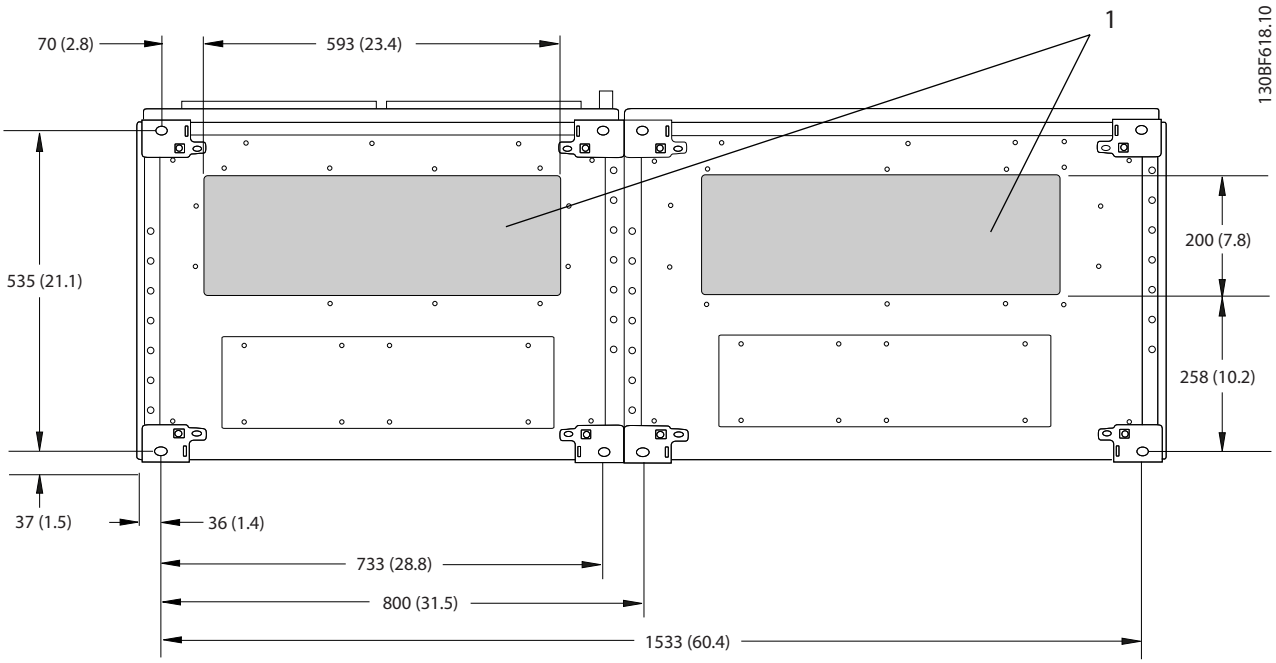
8.9 Dimensioni esterne F10 e dei morsetti

8.9.1 Dimensioni esterne F10



Disegno 8.66 Dimensioni anteriore, laterale e dello spazio per la porta per F10

 Danfoss A/S © 11/2017 Tutti i diritti riservati.



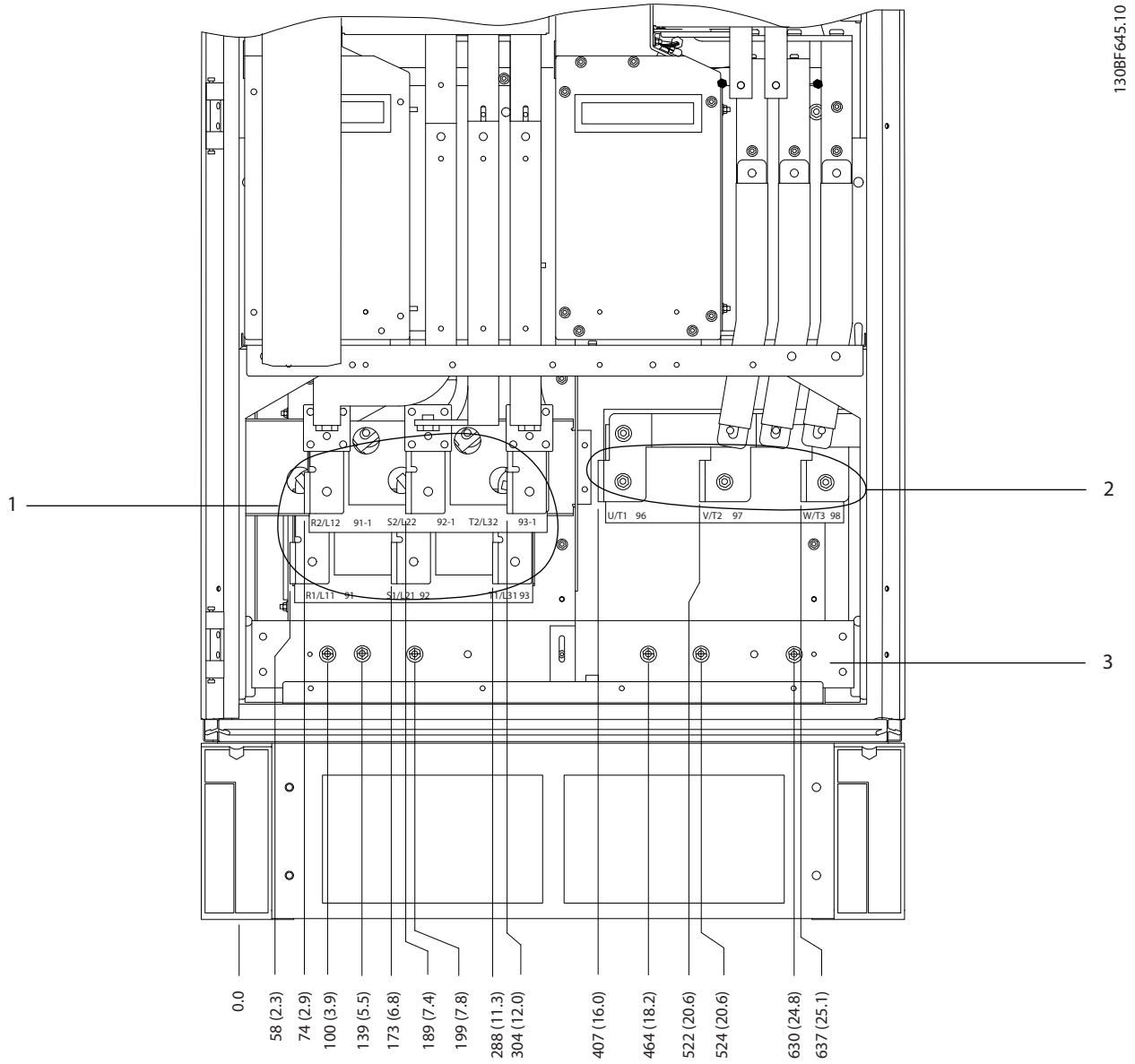
1	Lato rete	2	Lato motore

Disegno 8.67 Dimensioni della piastra passacavi per F10

 Danfoss A/S © 11/2017 Tutti i diritti riservati.

8.9.2 Dimensioni del morsetto F10

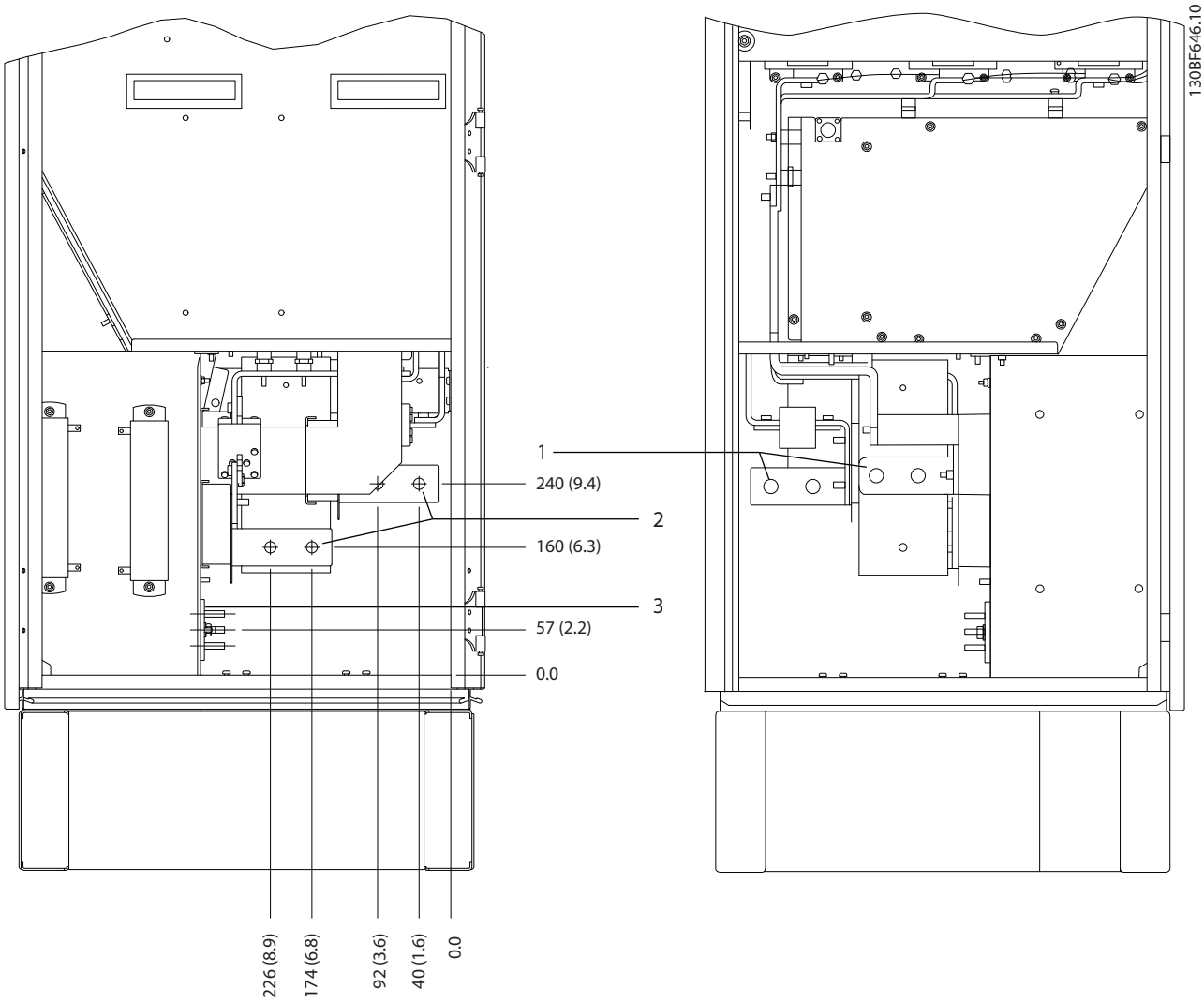
I cavi di potenza sono pesanti e difficili da piegare. Per facilitare l'installazione dei cavi valutare la posizione migliore per il convertitore di frequenza. Ciascun morsetto consente di utilizzare fino a quattro cavi con capicorda o una morsettiera standard. La terra è collegata al punto di terminazione attinente nel convertitore di frequenza.



1	Morsetti di rete	2	Sbarra di terra

Disegno 8.68 Dimensioni dei morsetti per armadio raddrizzatore F10-F13, vista frontale

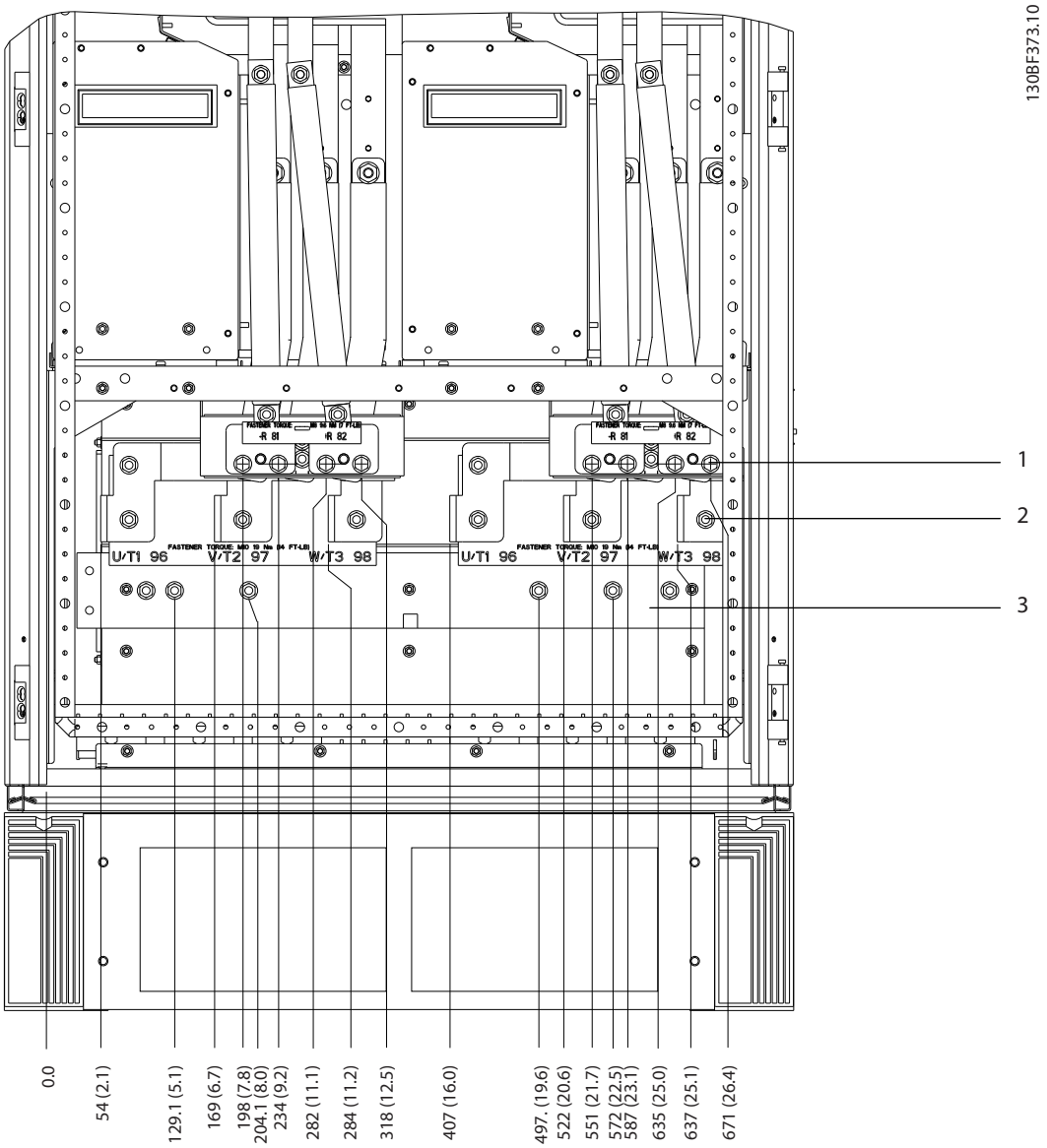
 Danfoss A/S © 11/2017 Tutti i diritti riservati.



1	Morsetti di rete	2	Sbarra di terra

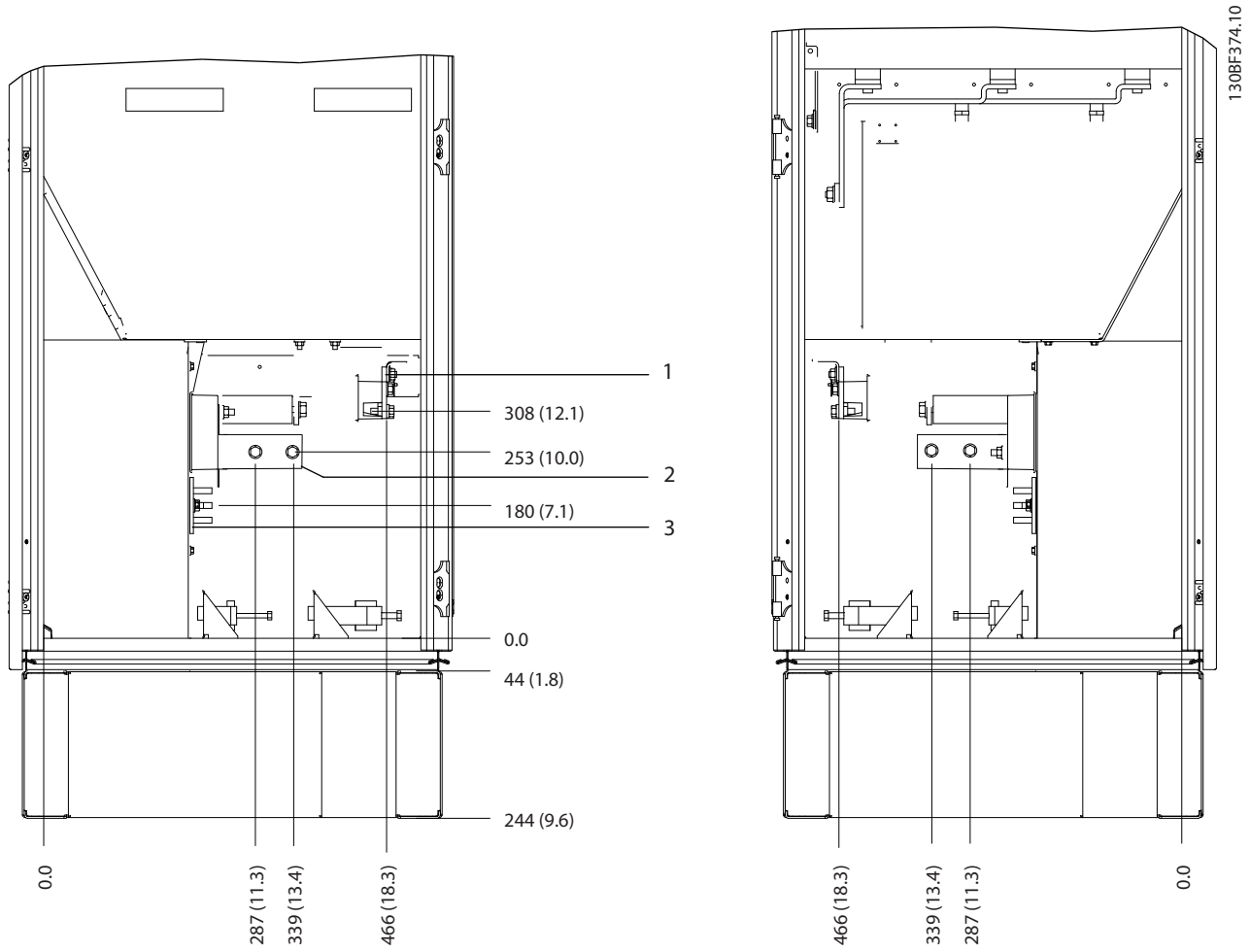
Disegno 8.69 Dimensioni dei morsetti per armadio raddrizzatore F10-F13, vista laterale

 Danfoss A/S © 11/2017 Tutti i diritti riservati.



1	Morsetti freno	3	Sbarra di terra
2	Morsetti del motore	–	–

Disegno 8.70 Dimensioni dei morsetti per armadio inverter F10-F11, vista frontale



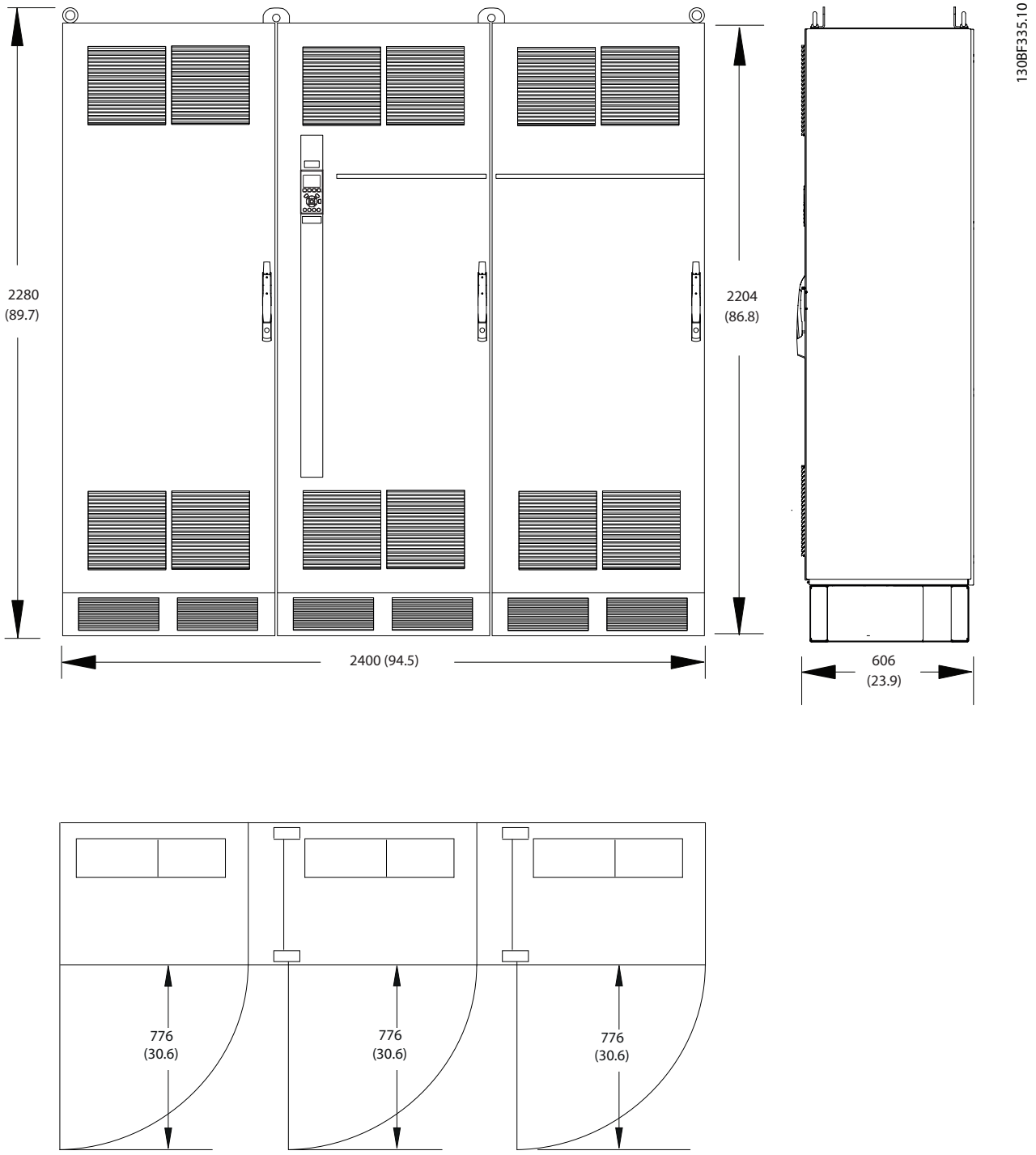
1	Morsetti freno	3	Sbarra di terra
2	Morsetti del motore	–	–

Disegno 8.71 Dimensioni dei morsetti per armadio inverter F10-F11, vista laterale

 Danfoss A/S © 11/2017 Tutti i diritti riservati.

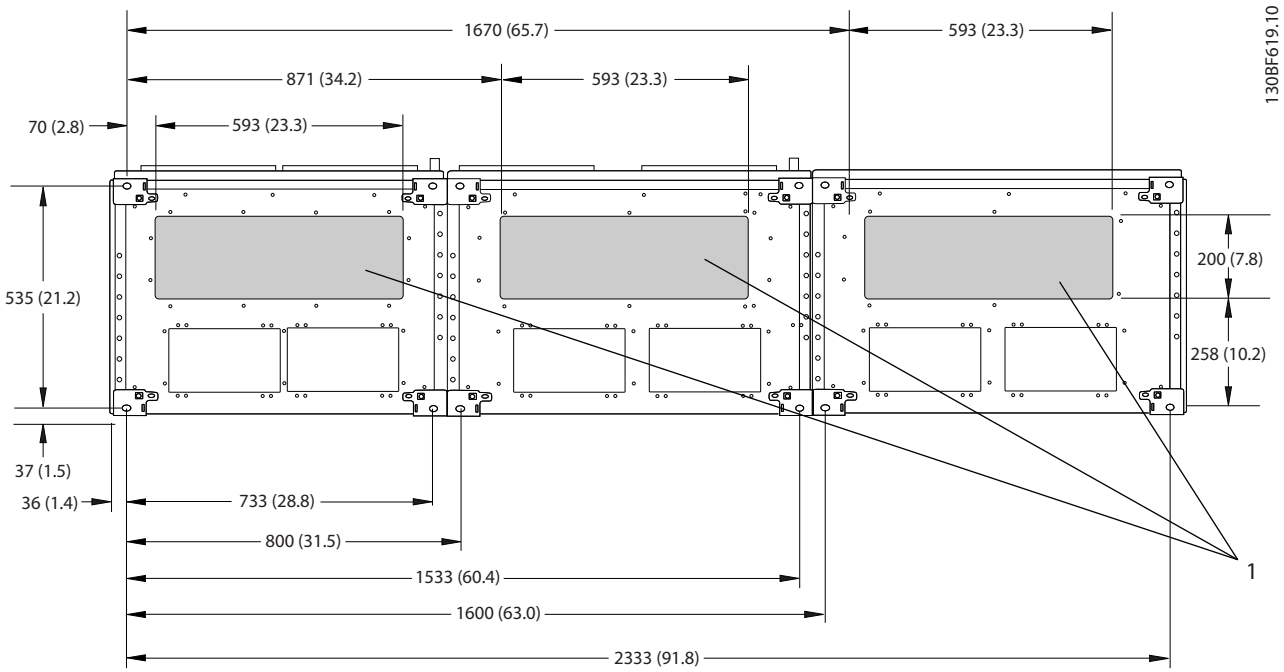
8.10 Dimensioni esterne F11 e dei morsetti

8.10.1 Dimensioni esterne F11



Disegno 8.72 Dimensioni anteriore, laterale e dello spazio per la porta per F11

 Danfoss A/S © 11/2017 Tutti i diritti riservati.



1	Lato rete	2	Lato motore

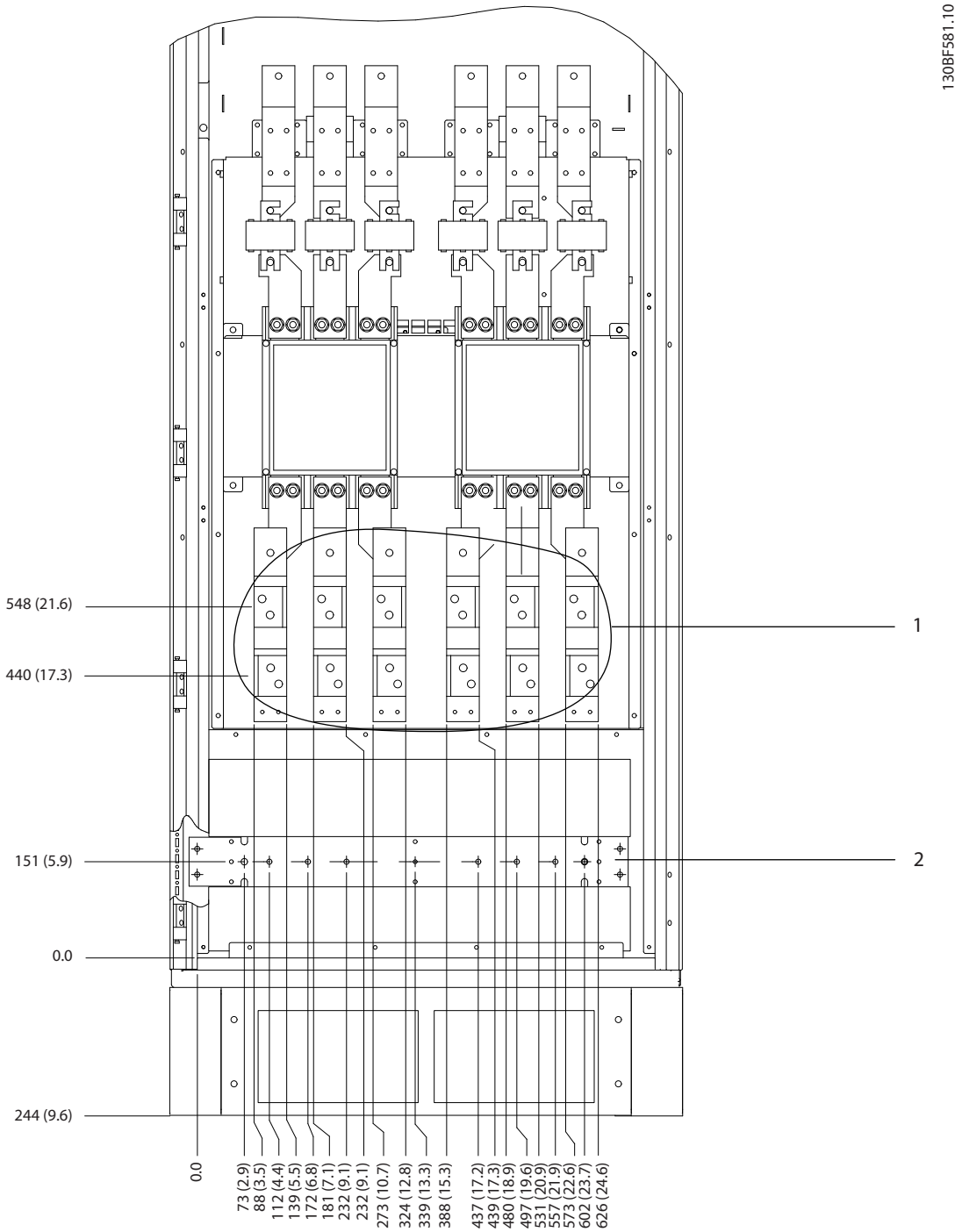
Disegno 8.73 Dimensioni della piastra passacavi per F11

8

 Danfoss A/S © 11/2017 Tutti i diritti riservati.

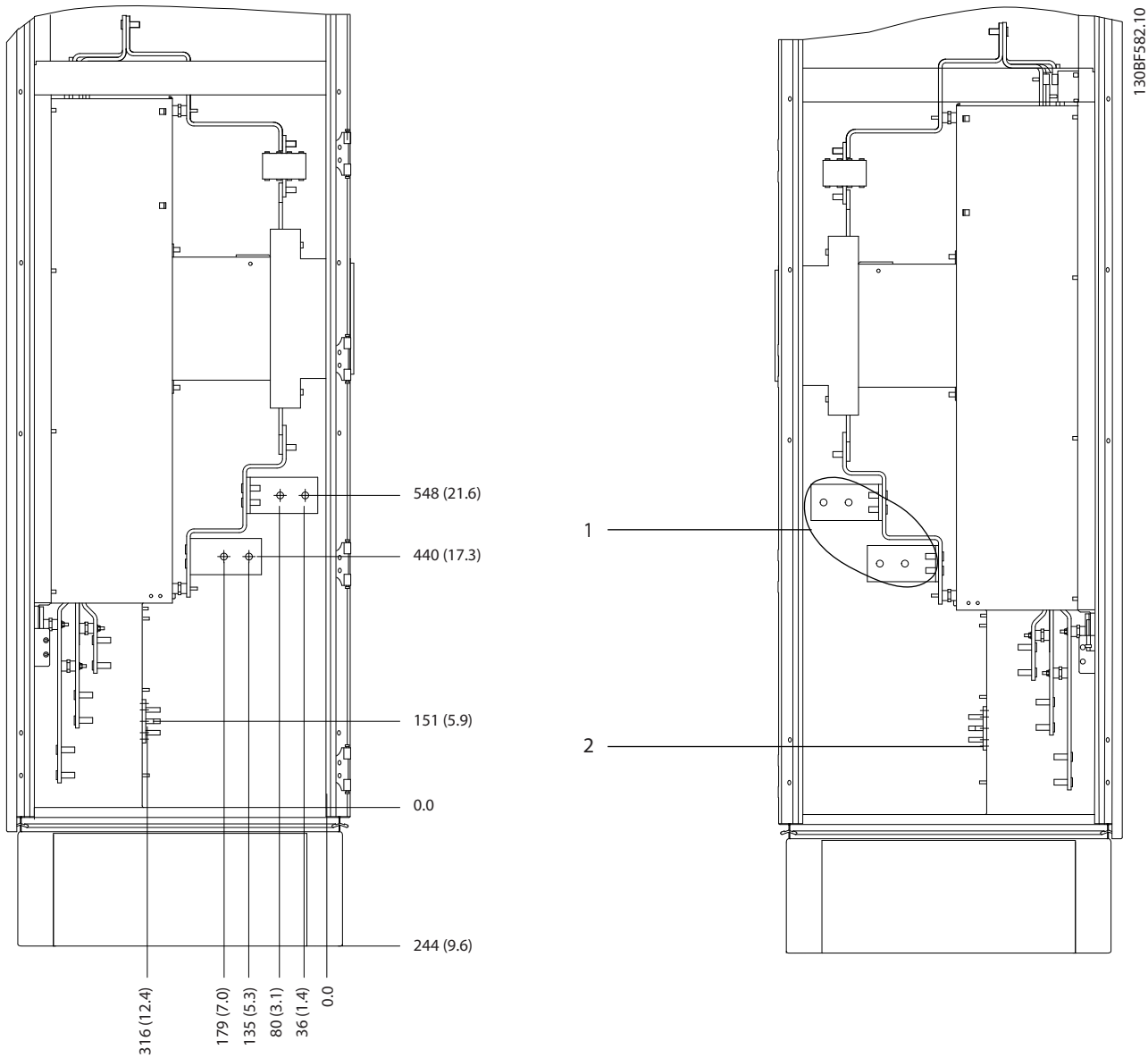
8.10.2 Dimensioni del morsetto F11

I cavi di potenza sono pesanti e difficili da piegare. Per facilitare l'installazione dei cavi valutare la posizione migliore per il convertitore di frequenza. Ciascun morsetto consente di utilizzare fino a quattro cavi con capicorda o una morsettiera standard. La terra è collegata al punto di terminazione attinente nel convertitore di frequenza.



1	Morsetti di rete	2	Sbarra di terra

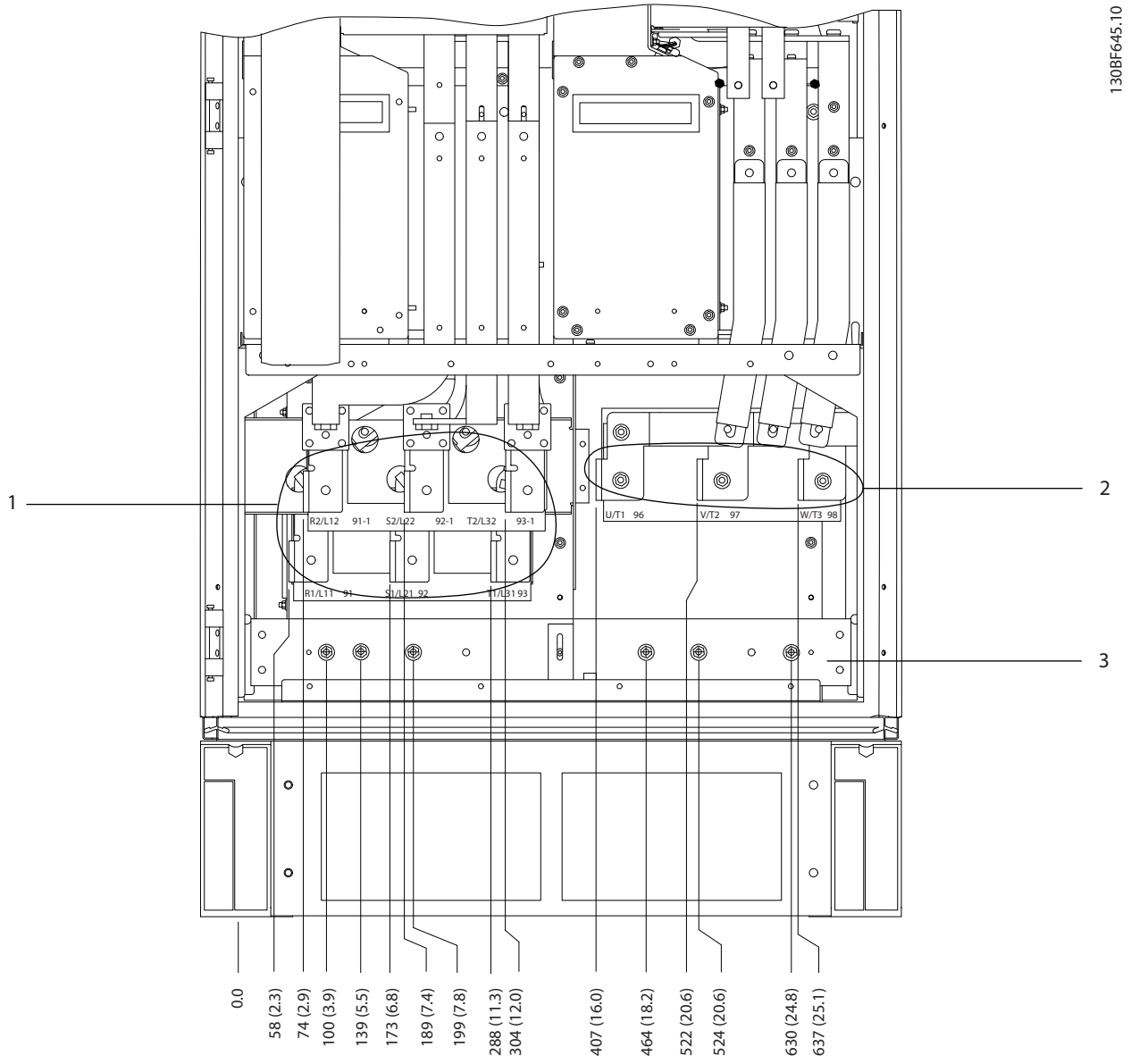
Disegno 8.74 Dimensioni dei morsetti per armadio opzionale F11/F13, vista frontale



1	Morsetti di rete	2	Sbarra di terra

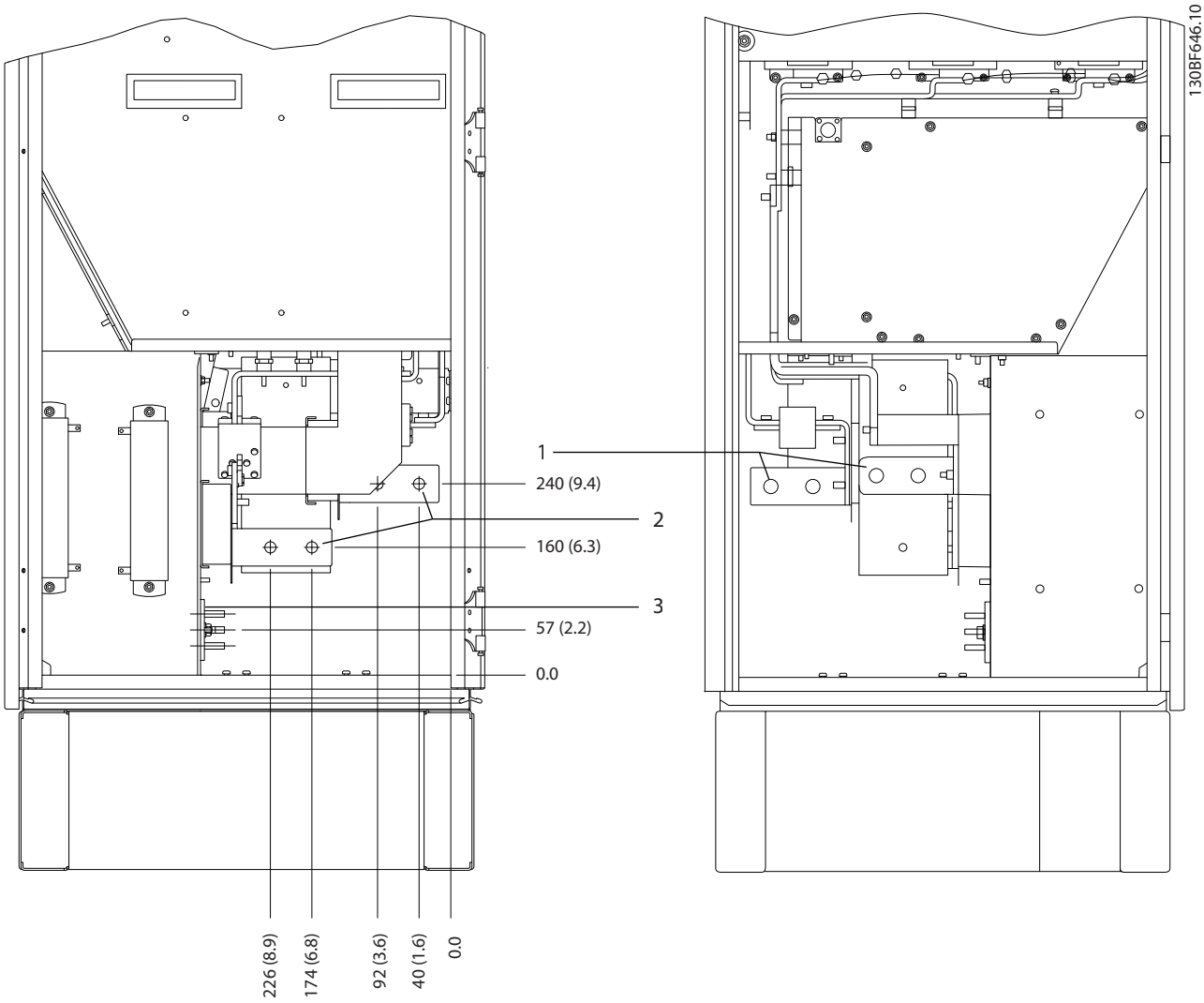
Disegno 8.75 Dimensioni dei morsetti per armadio opzionale F11/F13, vista laterale

 Danfoss A/S © 11/2017 Tutti i diritti riservati.



1	Morsetti di rete	2	Sbarra di terra

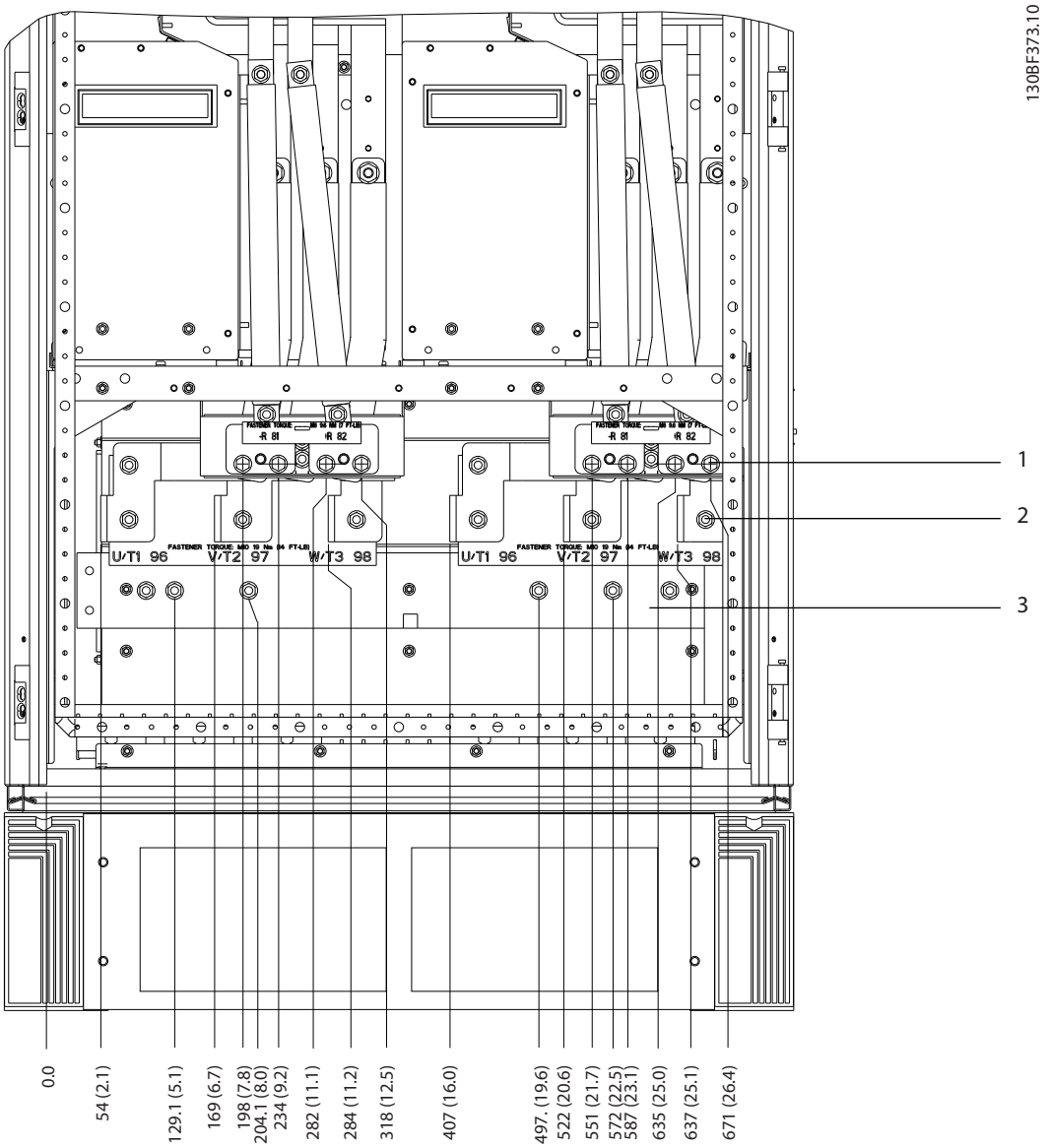
Disegno 8.76 Dimensioni dei morsetti per armadio raddrizzatore F10-F13, vista frontale



1	Morsetti di rete	2	Sbarra di terra

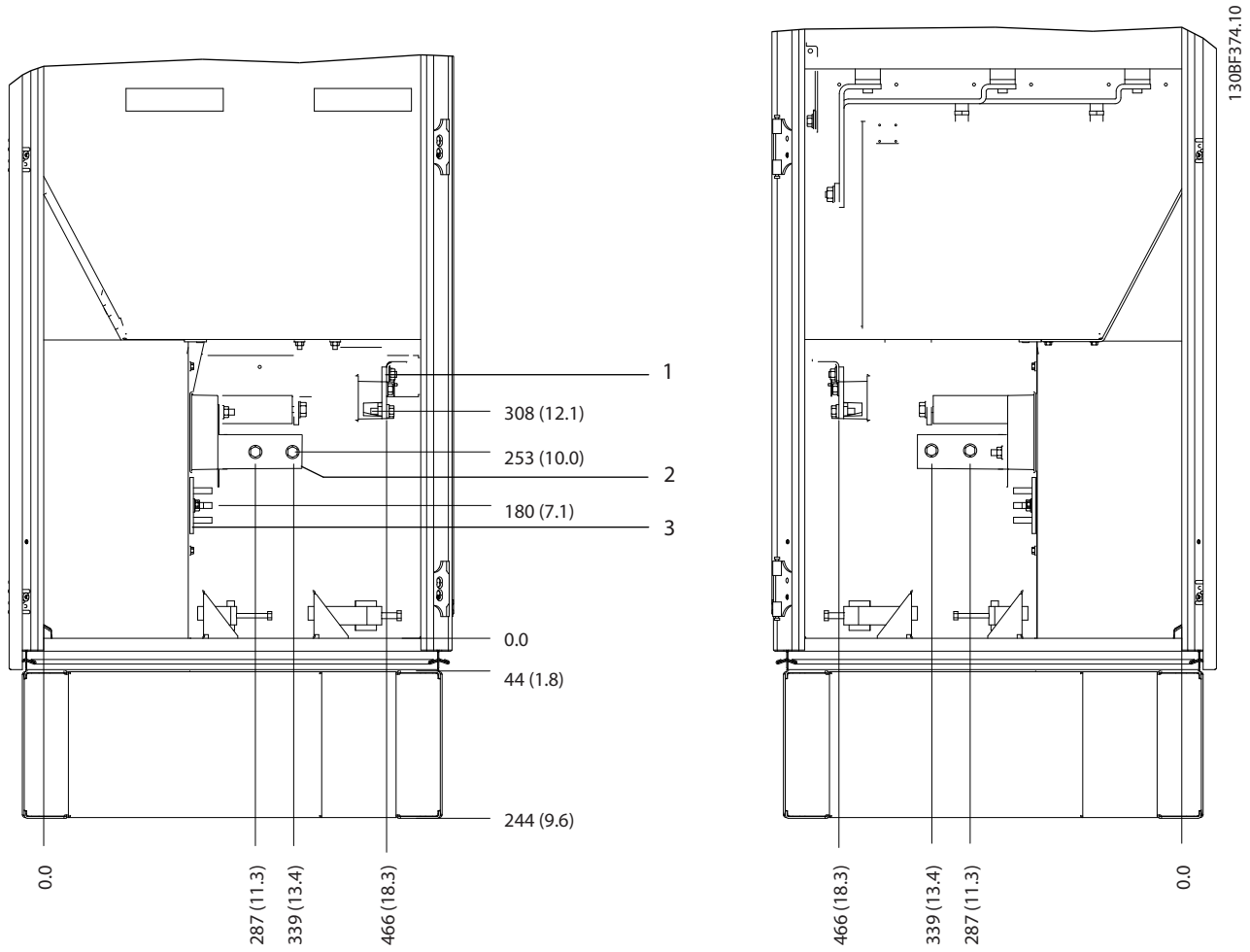
Disegno 8.77 Dimensioni dei morsetti per armadio raddrizzatore F10-F13, vista laterale

 Danfoss A/S © 11/2017 Tutti i diritti riservati.



1	Morsetti freno	3	Sbarra di terra
2	Morsetti del motore	–	–

Disegno 8.78 Dimensioni dei morsetti per armadio inverter F10-F11, vista frontale



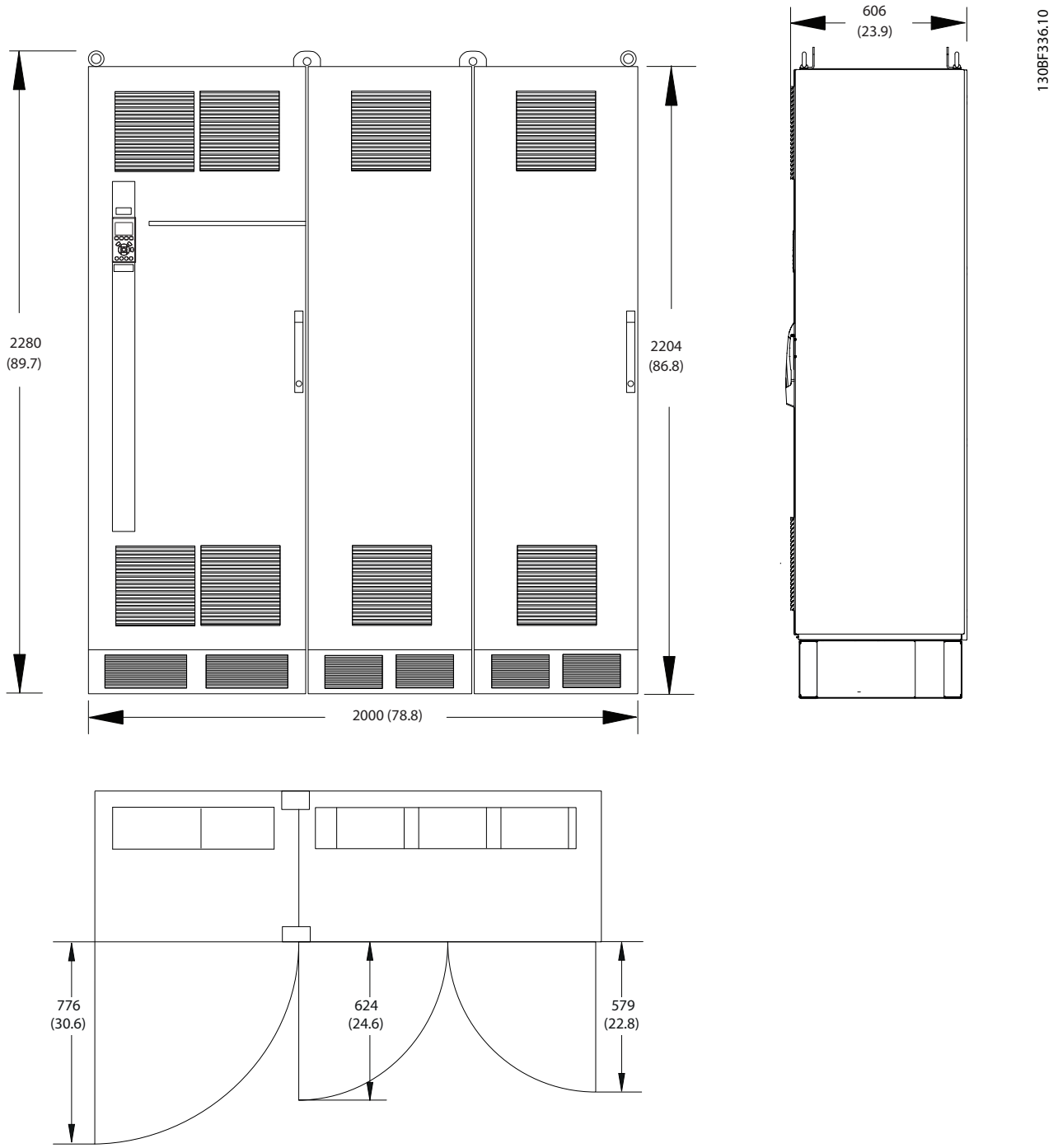
1	Morsetti freno	3	Sbarra di terra
2	Morsetti del motore	–	–

Disegno 8.79 Dimensioni dei morsetti per armadio inverter F10-F11, vista laterale

 Danfoss A/S © 11/2017 Tutti i diritti riservati.

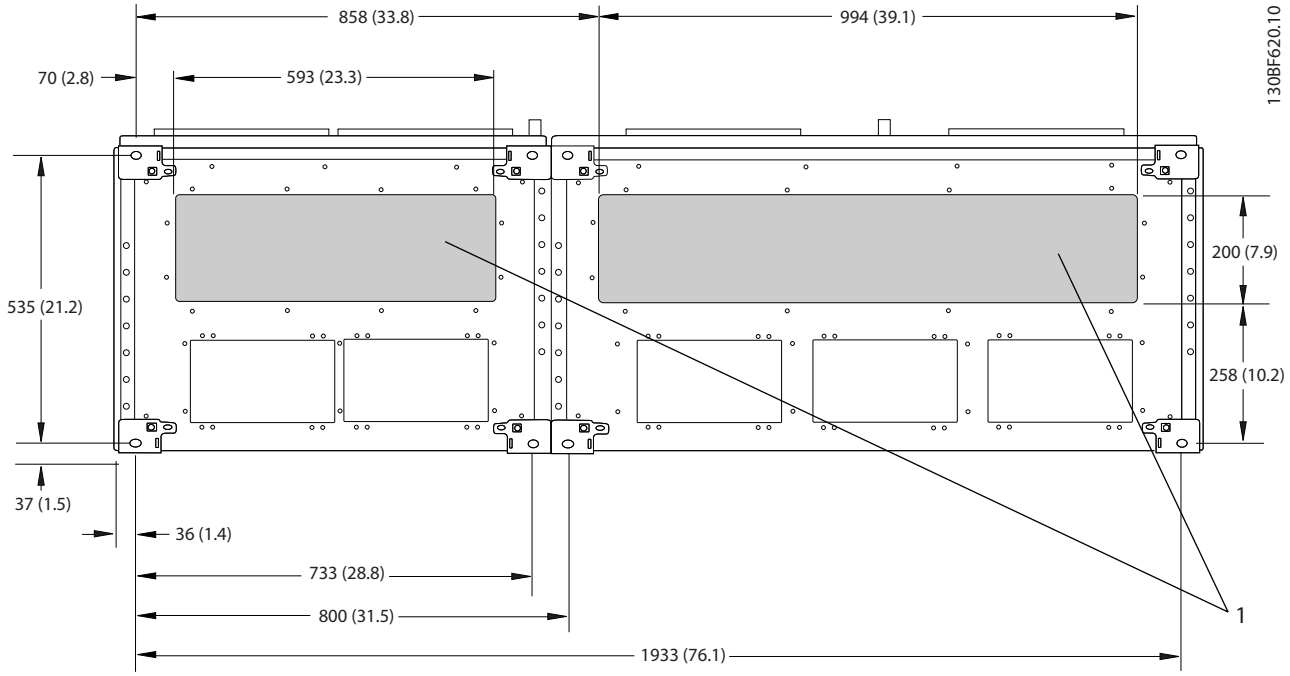
8.11 Dimensioni esterne F12 e dei morsetti

8.11.1 Dimensioni esterne F12



Disegno 8.80 Dimensioni anteriore, laterale e dello spazio per la porta per F12

 Danfoss A/S © 11/2017 Tutti i diritti riservati.



1	Lato rete	2	Lato motore

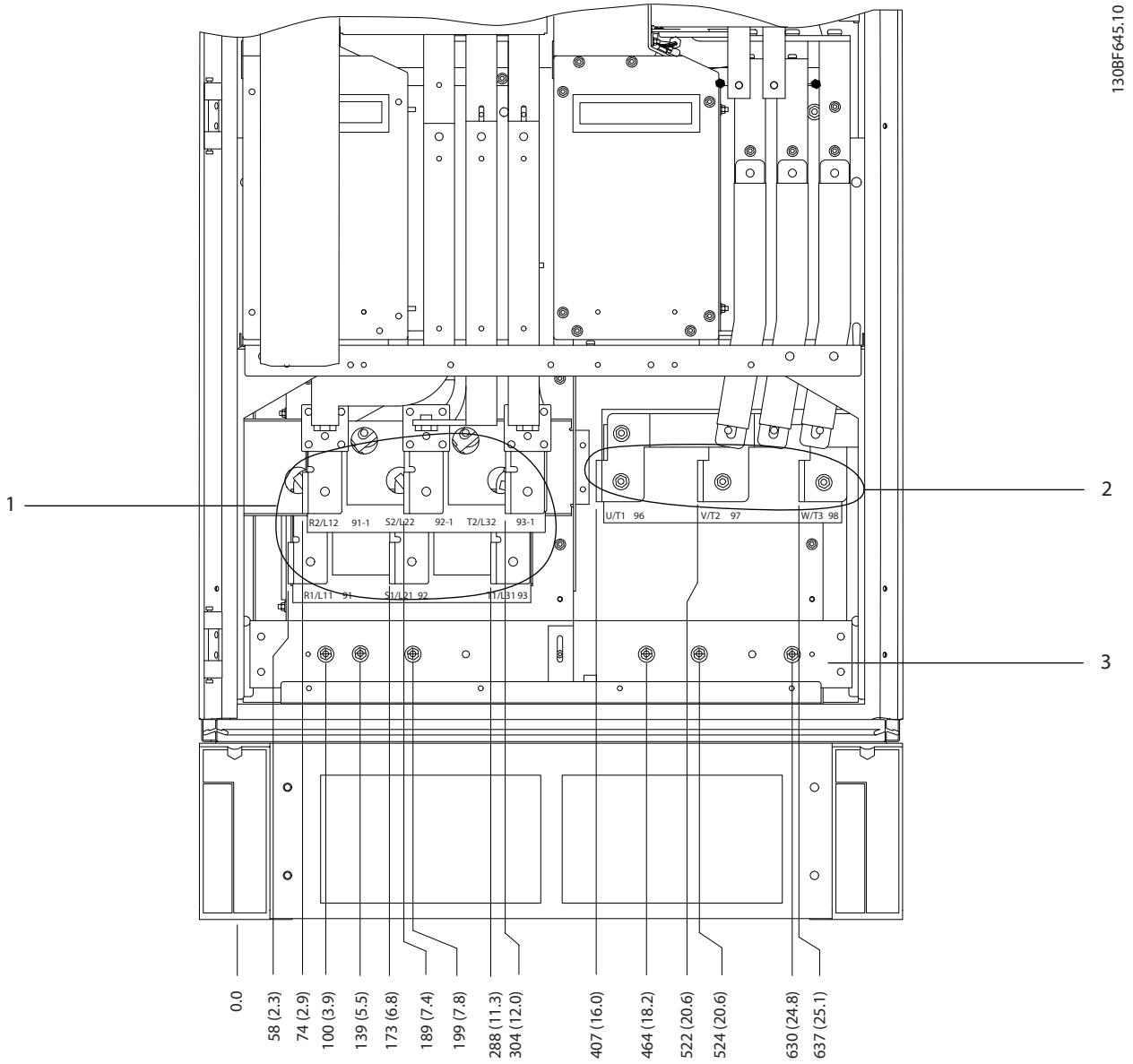
Disegno 8.81 Dimensioni della piastra passacavi per F12

8

Danfoss A/S © 11/2017 Tutti i diritti riservati.

8.11.2 Dimensioni del morsetto F12

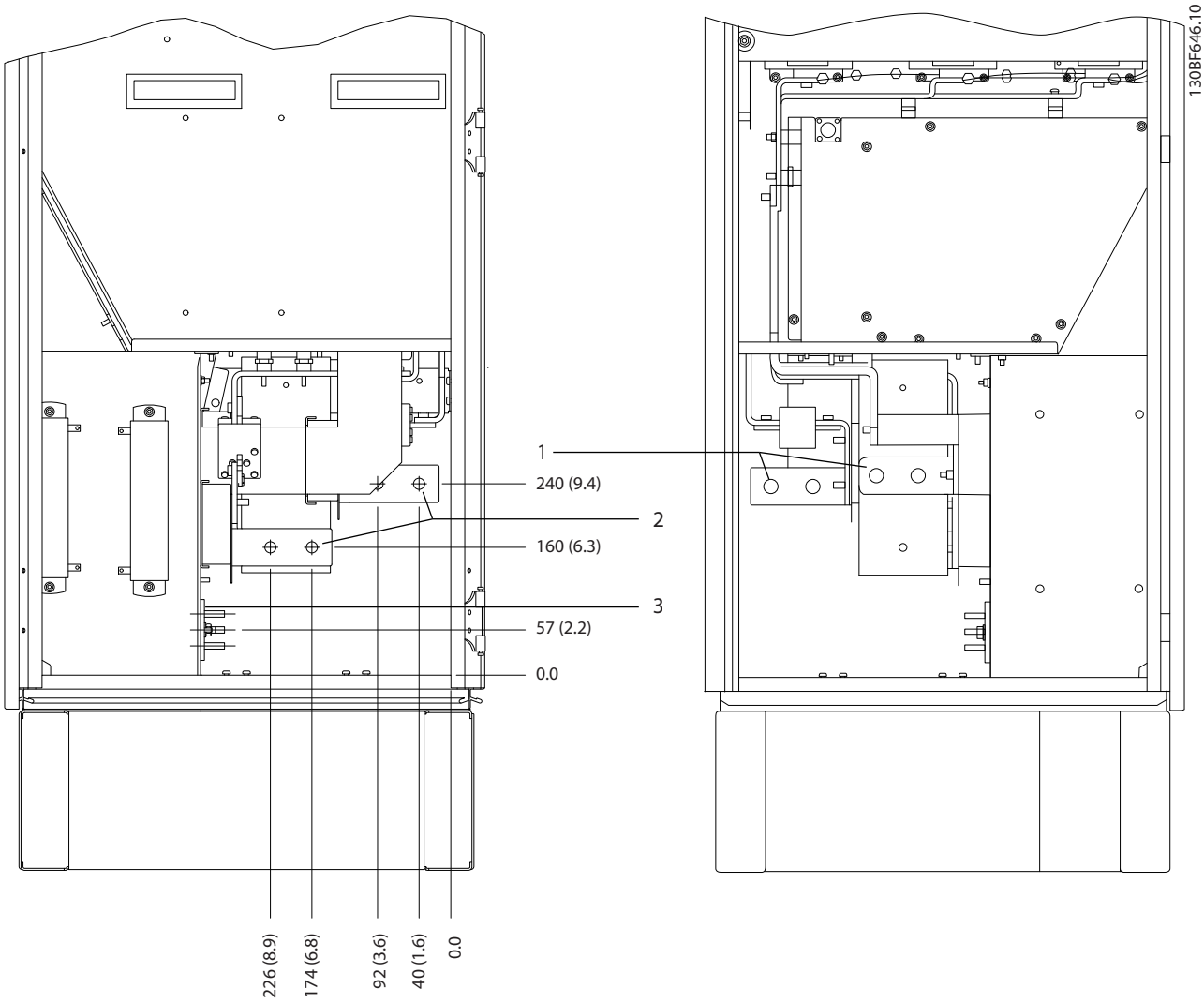
I cavi di potenza sono pesanti e difficili da piegare. Per facilitare l'installazione dei cavi valutare la posizione migliore per il convertitore di frequenza. Ciascun morsetto consente di utilizzare fino a quattro cavi con capicorda o una morsettiera standard. La terra è collegata al punto di terminazione attinente nel convertitore di frequenza.



1	Morsetti di rete	2	Sbarra di terra

Disegno 8.82 Dimensioni dei morsetti per armadio raddrizzatore F10-F13, vista frontale

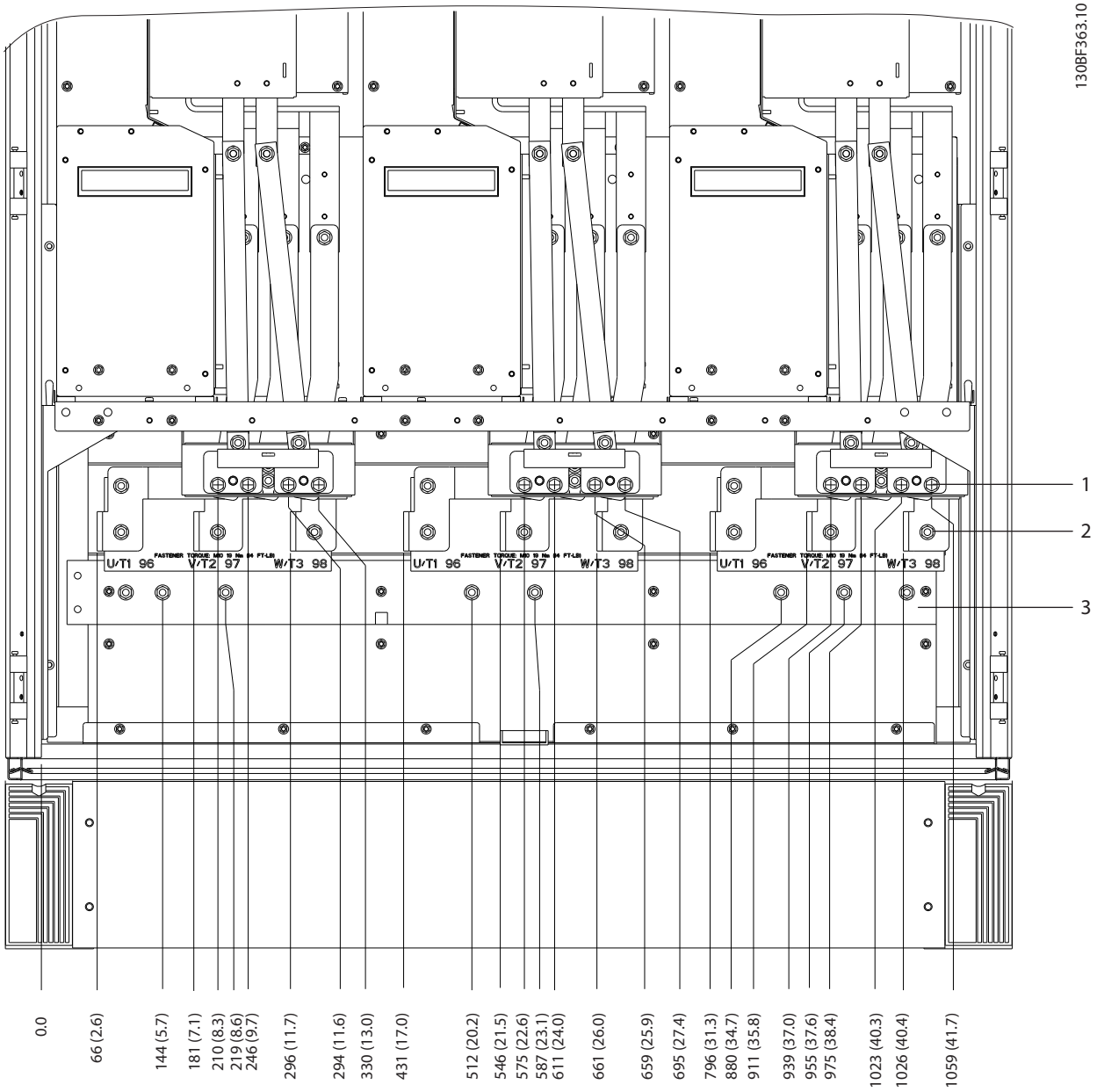
 Danfoss A/S © 11/2017 Tutti i diritti riservati.



1	Morsetti di rete	2	Sbarra di terra

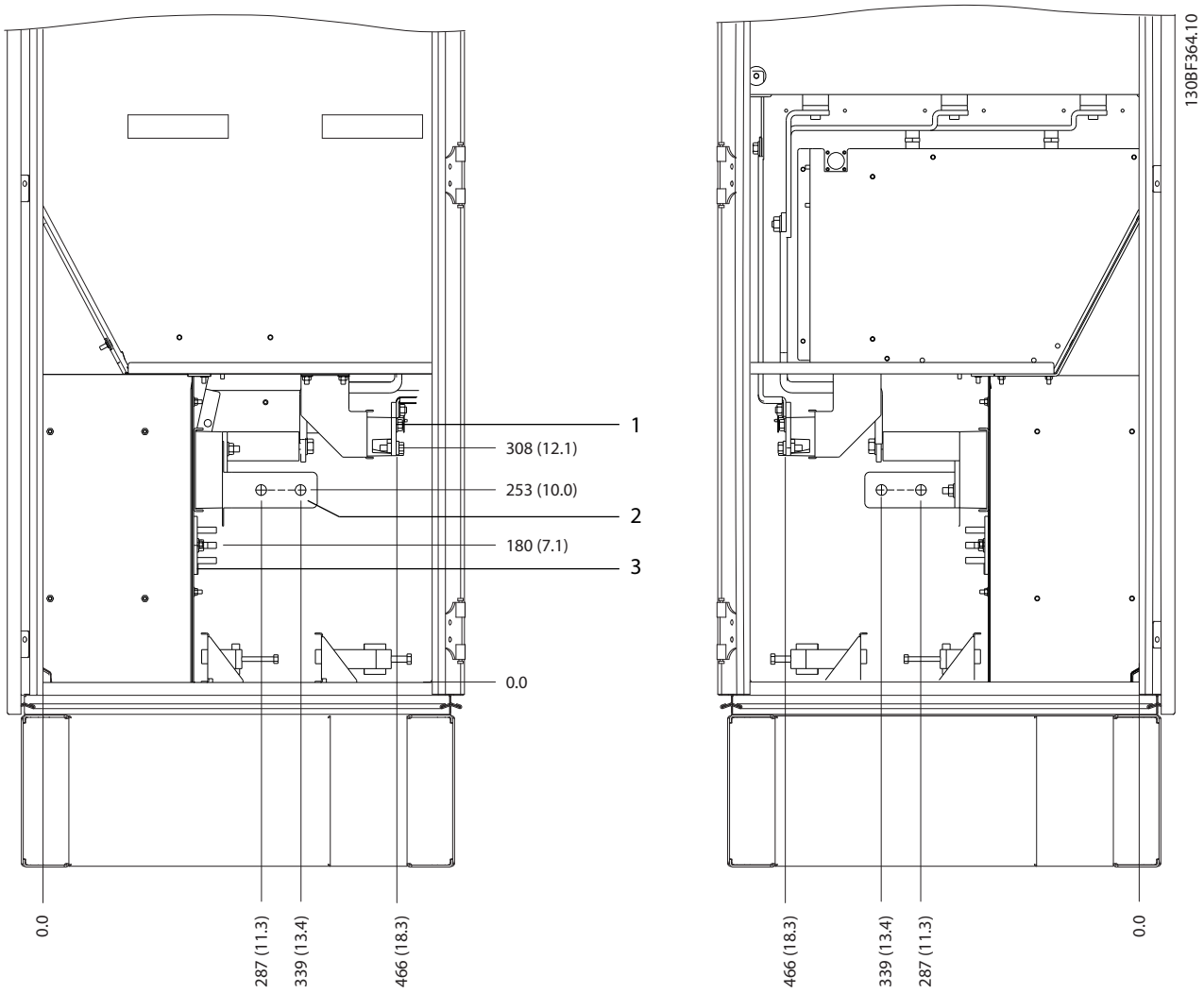
Disegno 8.83 Dimensioni dei morsetti per armadio raddrizzatore F10-F13, vista laterale

 Danfoss A/S © 11/2017 Tutti i diritti riservati.



1	Morsetti freno	3	Sbarra di terra
2	Morsetti del motore	–	–

Disegno 8.84 Dimensioni dei morsetti per armadio inverter F12-F13, vista frontale



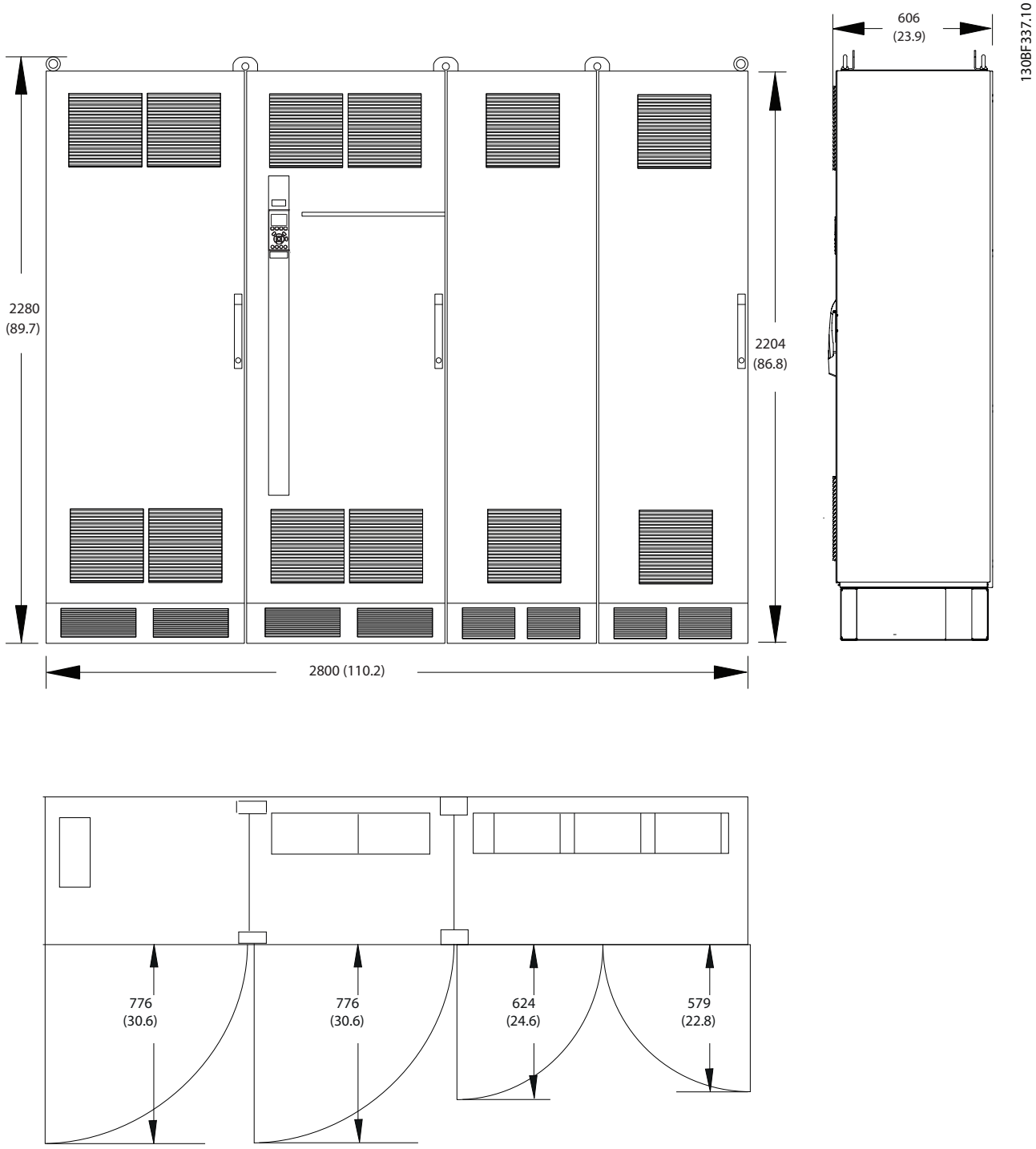
1	Morsetti freno	3	Sbarra di terra
2	Morsetti del motore	–	–

Disegno 8.85 Dimensioni dei morsetti per armadio inverter F12-F13, vista laterale

 Danfoss A/S © 11/2017 Tutti i diritti riservati.

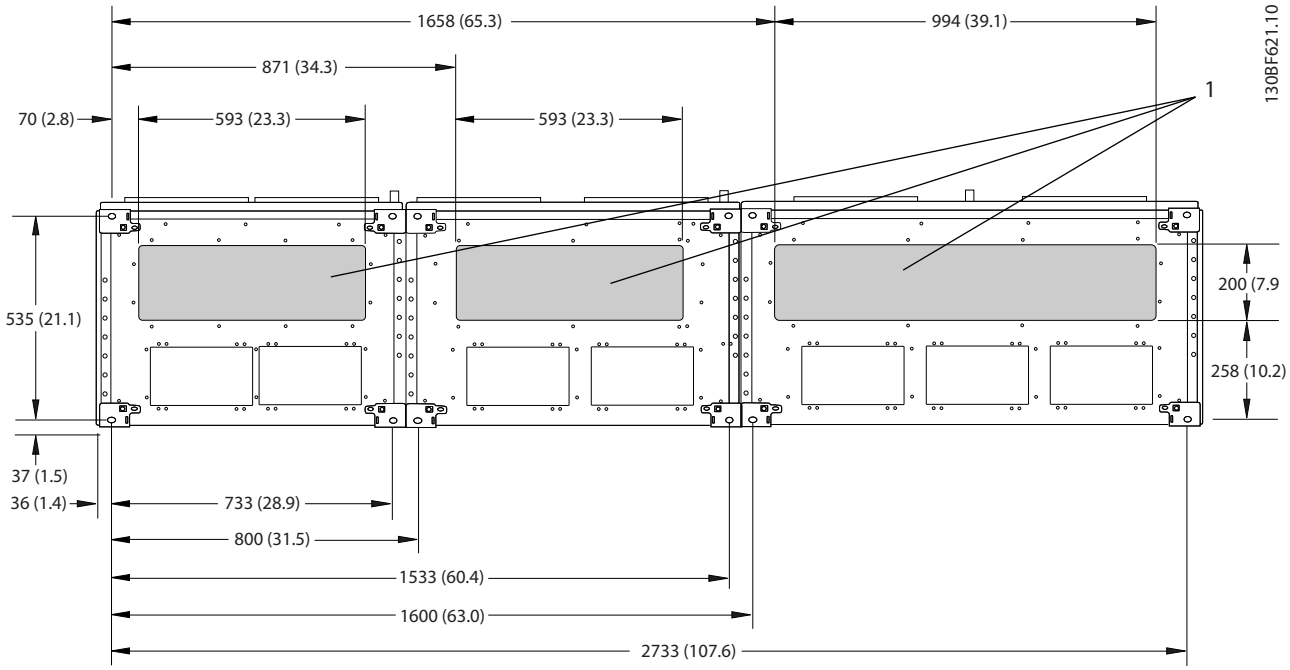
8.12 Dimensioni esterne F13 e dei morsetti

8.12.1 Dimensioni esterne F13



Disegno 8.86 Dimensioni anteriore, laterale e dello spazio per la porta per F13

 Danfoss A/S © 11/2017 Tutti i diritti riservati.



1	Lato rete	2	Lato motore

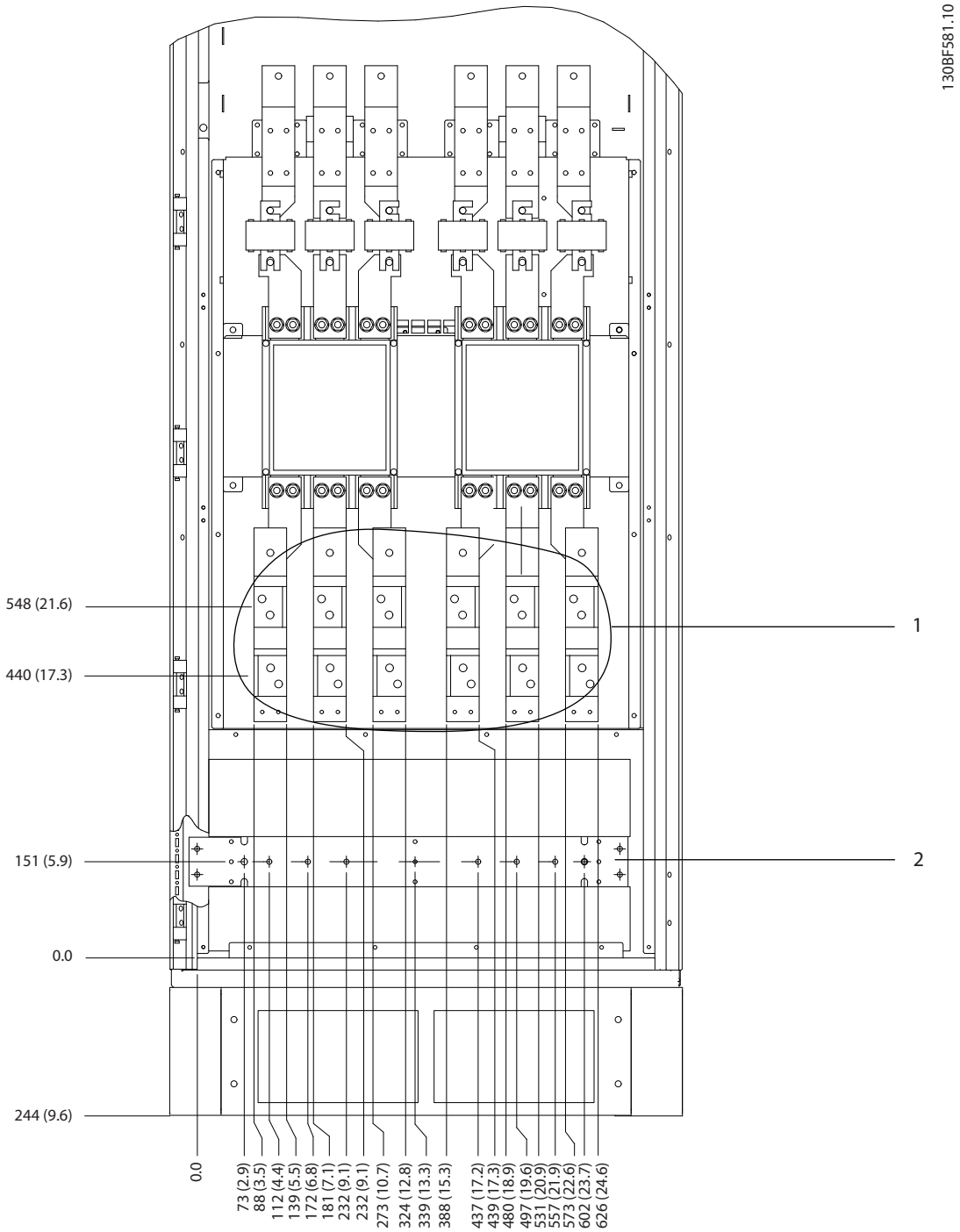
Disegno 8.87 Dimensioni della piastra passacavi per F13

8

 Danfoss A/S © 11/2017 Tutti i diritti riservati.

8.12.2 Dimensioni del morsetto F13

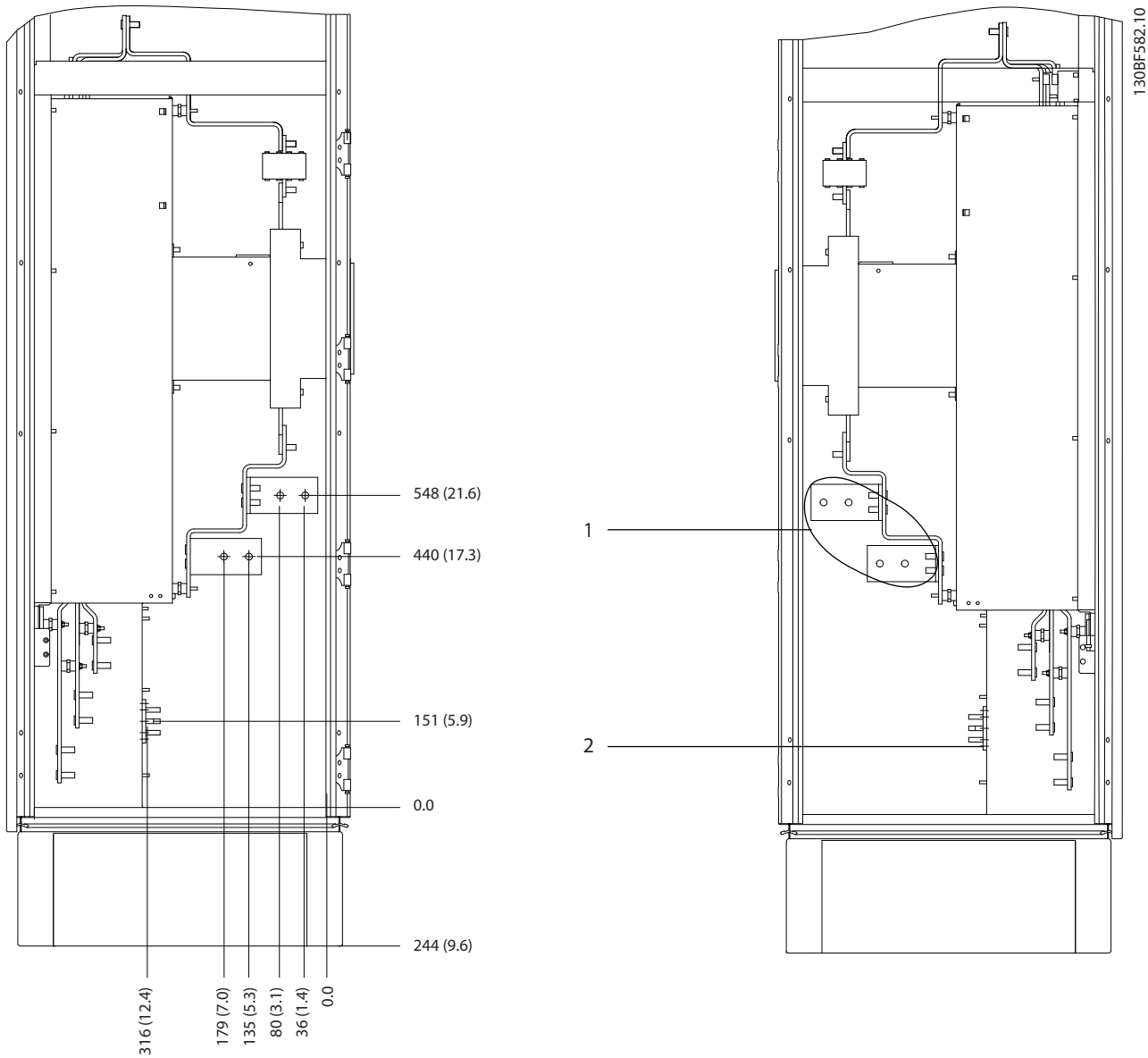
I cavi di potenza sono pesanti e difficili da piegare. Per facilitare l'installazione dei cavi valutare la posizione migliore per il convertitore di frequenza. Ciascun morsetto consente di utilizzare fino a quattro cavi con capicorda o una morsettiera standard. La terra è collegata al punto di terminazione attinente nel convertitore di frequenza.



1	Morsetti di rete	2	Sbarra di terra

Disegno 8.88 Dimensioni dei morsetti per armadio opzionale F11/F13, vista frontale

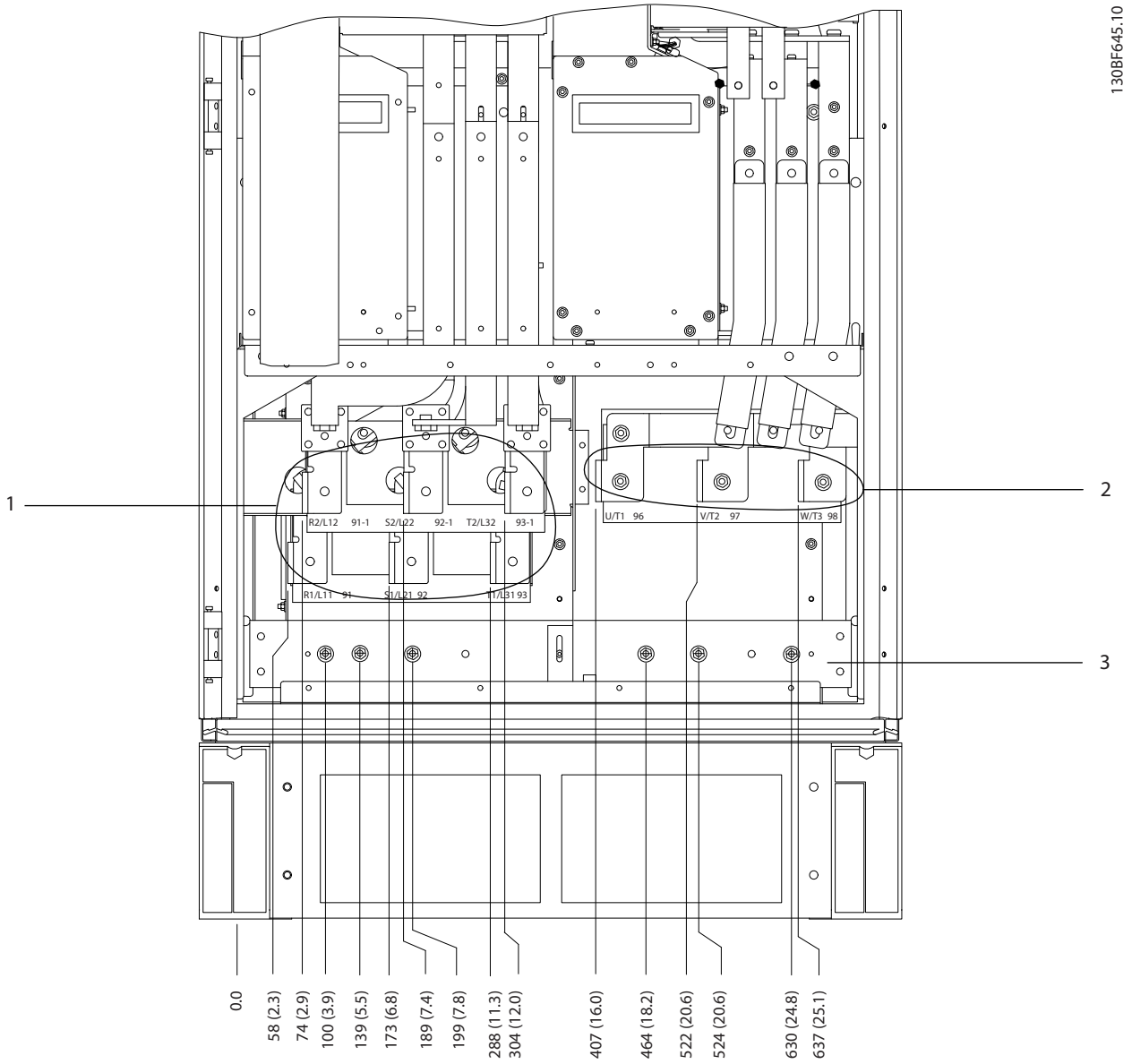
 Danfoss A/S © 11/2017 Tutti i diritti riservati.



1	Morsetti di rete	2	Sbarra di terra

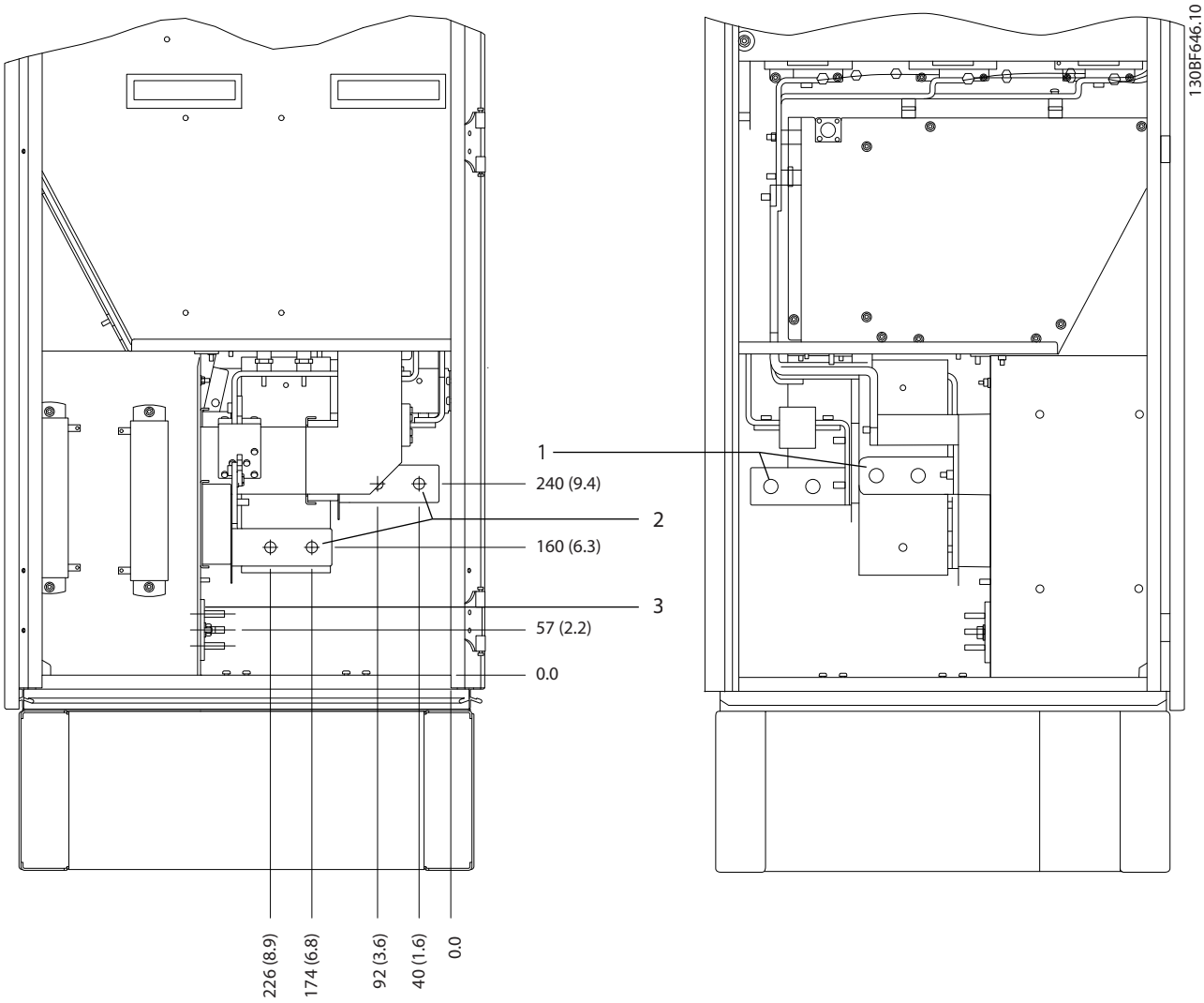
Disegno 8.89 Dimensioni dei morsetti per armadio opzionale F11/F13, vista laterale

 Danfoss A/S © 11/2017 Tutti i diritti riservati.



1	Morsetti di rete	2	Sbarra di terra

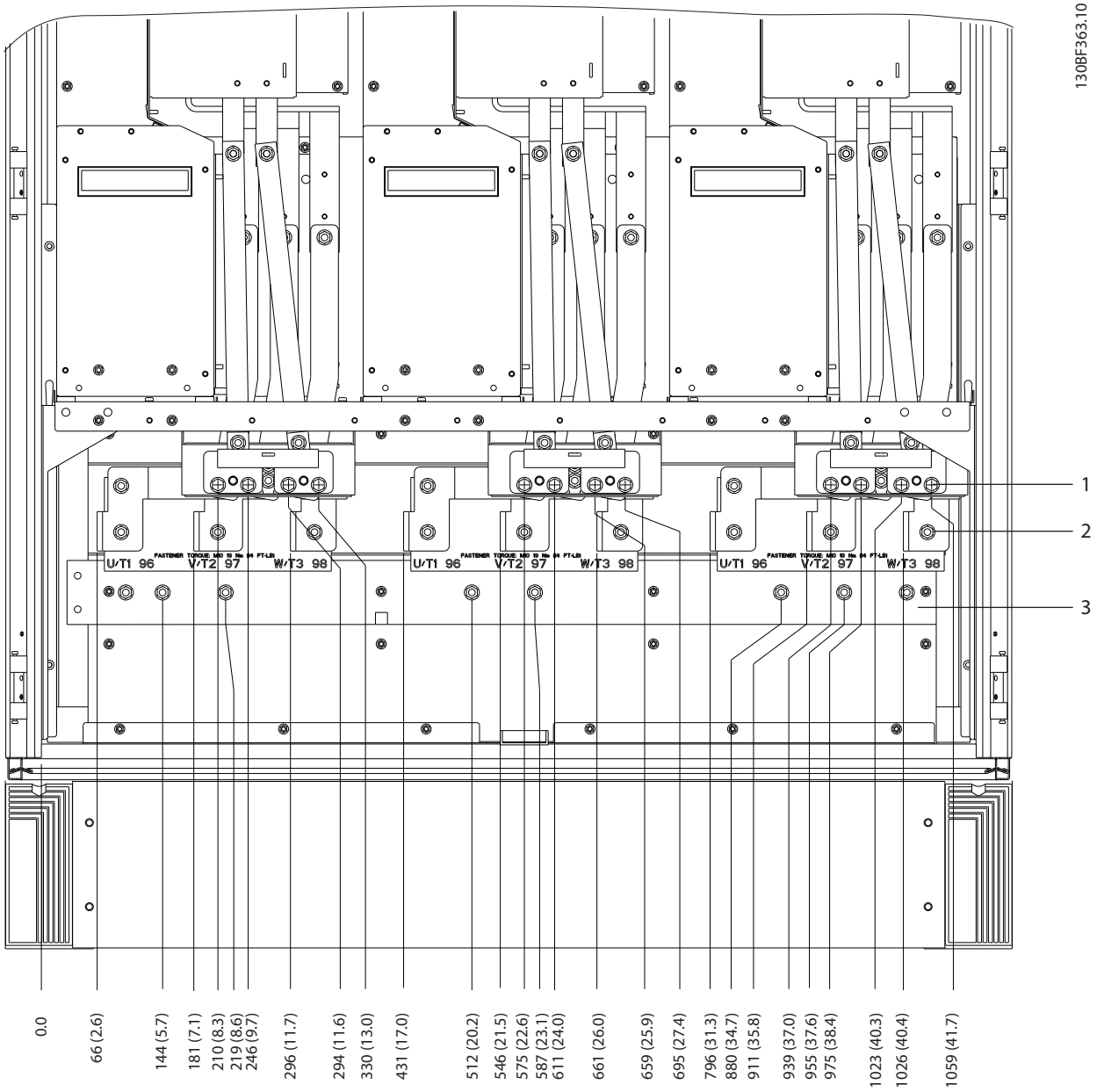
Disegno 8.90 Dimensioni dei morsetti per armadio raddrizzatore F10-F13, vista frontale



1	Morsetti di rete	2	Sbarra di terra

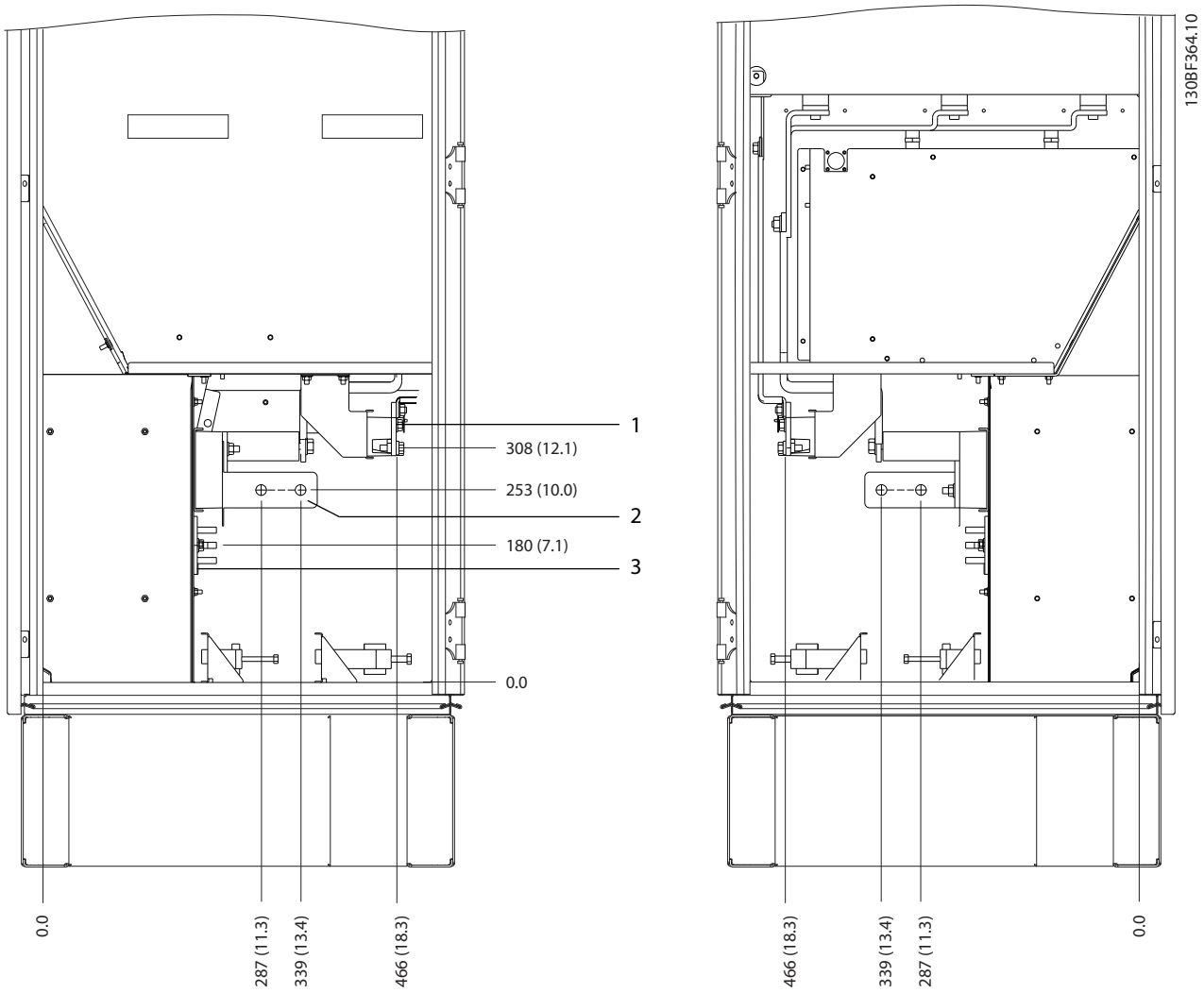
Disegno 8.91 Dimensioni dei morsetti per armadio raddrizzatore F10-F13, vista laterale

 Danfoss A/S © 11/2017 Tutti i diritti riservati.



1	Morsetti freno	3	Sbarra di terra
2	Morsetti del motore	–	–

Disegno 8.92 Dimensioni dei morsetti per armadio inverter F12-F13, vista frontale



1	Morsetti freno	3	Sbarra di terra
2	Morsetti del motore	–	–

Disegno 8.93 Dimensioni dei morsetti per armadio inverter F12-F13, vista laterale

 Danfoss A/S © 11/2017 Tutti i diritti riservati.

9 Considerazioni sull'installazione meccanica

9.1 Immagazzinamento

Stoccare il convertitore in un luogo asciutto. Mantenere l'apparecchiatura sigillata nella sua confezione fino all'installazione. Fare riferimento al *capitolo 7.5.1 Condizioni ambientali* per la temperatura ambiente raccomandata.

Non è necessaria una formatura (carica del condensatore) periodica durante l'immagazzinamento, a meno che il tempo di immagazzinamento non superi i 12 mesi.

9.2 Sollevamento dell'unità

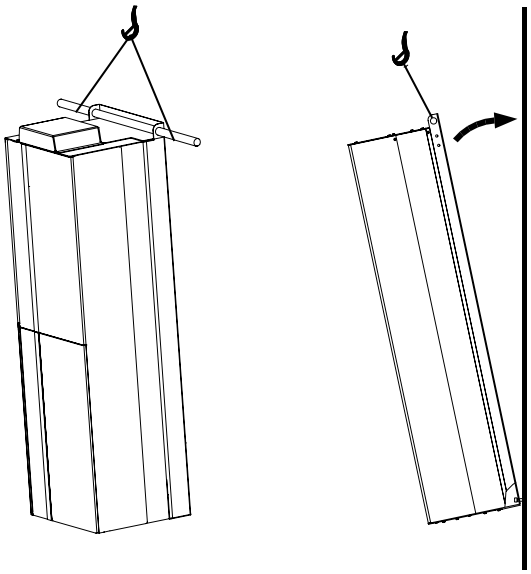
Sollevare il convertitore di frequenza utilizzando sempre gli occhielli di sollevamento appositi. Utilizzare una barra per evitare di piegare i fori di sollevamento.

⚠AVVISO

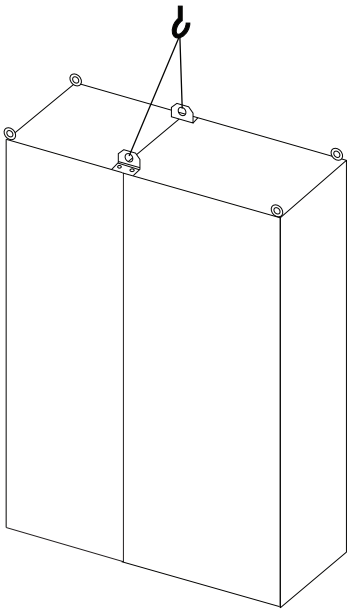
RISCHIO DI LESIONI O MORTE

Attenersi alle norme di sicurezza locali per il sollevamento di carichi pesanti. L'inosservanza delle raccomandazioni e delle norme di sicurezza locali può causare lesioni mortali o gravi.

- **Assicurarsi che l'apparecchiatura di sollevamento sia in buone condizioni operative.**
- **Vedere il *capitolo 4 Panoramica dei prodotti* per conoscere il peso dei frame di diverse dimensioni.**
- **Diametro massimo della sbarra: 20 mm (0,8 pollici).**
- **Angolo tra la parte superiore del convertitore di frequenza e il cavo di sollevamento: 60° o maggiore.**

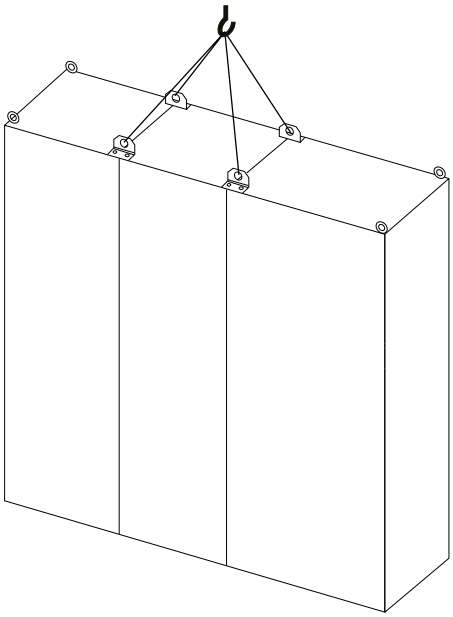


Disegno 9.1 Metodi di sollevamento consigliati per frame E1-E2

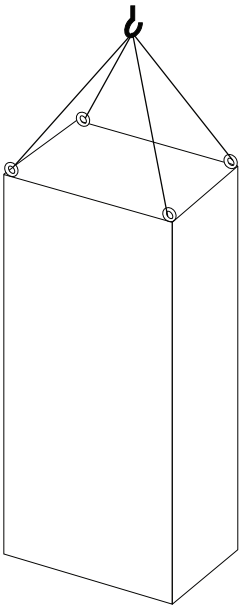


Disegno 9.2 Metodi di sollevamento consigliati per frame F1/F2/F9/F10

 Danfoss A/S © 11/2017 Tutti i diritti riservati.



Disegno 9.3 Metodi di sollevamento consigliati per frame F3/F4/F11/F12/F13



Disegno 9.4 Metodi di sollevamento consigliati per frame F8

9.3 Ambiente di esercizio

In ambienti con liquidi, particelle o gas corrosivi trasportati dall'aria, assicurarsi che il grado IP e il tipo di apparecchiatura corrispondano all'ambiente di installazione. Per specifiche relative alle condizioni ambiente vedere il *capitolo 7.5 Condizioni ambientali*.

AVVISO!

CONDENSA

L'umidità può condensare sui componenti elettronici e provocare cortocircuiti. Evitare l'installazione in aree soggette a gelate. Quando il convertitore è più freddo dell'aria ambiente installare un riscaldatore opzionale. Il funzionamento in modalità stand-by riduce il rischio di condensa, purché la dissipazione di potenza mantenga il circuito privo di umidità.

AVVISO!

CONDIZIONI AMBIENTE ESTREME

Le temperature troppo basse o troppo elevate compromettono prestazioni e durata utile dell'unità.

- **Non utilizzare in ambienti con temperatura ambiente superiore a 55 °C (131 °F).**
- **Il convertitore può essere utilizzato a temperature fino a -10 °C (14 °F). Tuttavia, il funzionamento corretto a carico nominale è garantito soltanto a temperature di 0 °C (32 °F) o superiori.**
- **Se la temperatura ambiente supera i limiti, può essere necessario un condizionamento dell'aria supplementare dell'armadio o del luogo di installazione.**

9.3.1 Gas

I gas aggressivi, quali il solfuro di idrogeno, il cloro o l'ammoniaca, possono danneggiare i componenti elettrici e meccanici. L'unità si avvale di schede di circuito con rivestimento conforme per ridurre gli effetti dei gas aggressivi. Per le specifiche e i gradi della classe di rivestimento conforme vedere il *capitolo 7.5 Condizioni ambientali*.

 Danfoss A/S © 11/2017 Tutti i diritti riservati.

9.3.2 Polvere

In caso di installazione del convertitore in ambienti polverosi prestare attenzione a quanto segue.

Manutenzione periodica
Quando sui componenti elettronici si accumula polvere, agisce come uno strato isolante. Questo strato riduce la capacità di raffreddamento dei componenti e i componenti si riscaldano. L'ambiente più caldo riduce la durata dei componenti elettronici.

Mantenere il dissipatore e le ventole privi di accumuli di polvere. Per maggiori informazioni su assistenza e manutenzione consultare la *guida operativa*.

Ventole di raffreddamento
Le ventole forniscono il flusso d'aria necessario per raffreddare il convertitore. Quando le ventole sono esposte ad ambienti polverosi, la polvere può danneggiare i cuscinetti delle ventole provocando il guasto precoce delle ventole stesse. La polvere può inoltre accumularsi sulle pale della ventola, causando un disequilibrio che può impedire alle ventole di raffreddare adeguatamente l'unità.

9.3.3 Atmosfere potenzialmente esplosive

⚠AVVISO

ATMOSFERA ESPLOSIVA

Non installare il convertitore di frequenza in un'atmosfera potenzialmente esplosiva. Installare l'unità in un armadio al di fuori di quest'area. La mancata osservanza di queste istruzioni aumenta il rischio di morte e di lesioni gravi.

I sistemi fatti funzionare in atmosfere potenzialmente esplosive devono soddisfare condizioni speciali. La direttiva UE 94/9/CE (ATEX 95) classifica il funzionamento dei dispositivi elettronici in atmosfere potenzialmente esplosive.

- La classe d impone che un'eventuale scintilla venga contenuta in un'area protetta.
- La classe e vieta il verificarsi di scintille.

Motori con protezione di classe d
Non occorre approvazione. Sono necessari un cablaggio e un contenimento speciali.

Motori con protezione di classe e
Quando in combinazione con un dispositivo di monitoraggio PTC approvato ATEX, come VLT® PTC Thermistor Card MCB 112, l'installazione non richiede un'approvazione individuale da parte di un'organizzazione autorizzata.

Motori con protezione di classe d/e
Il motore stesso presenta una classe di protezione dall'esplosione e, mentre l'area cablaggio e di connessione del motore è realizzata in conformità alla classificazione d. Per attenuare la tensione di picco alta utilizzare un filtro sinusoidale all'uscita del convertitore.

Quando si utilizza un convertitore di frequenza in un'atmosfera potenzialmente esplosiva, utilizzare quanto segue:

- motori con classe di protezione dall'esplosione d oppure e
- sensore di temperatura PTC per il monitoraggio della temperatura del motore
- cavi motore corti
- filtri di uscita sinusoidali quando non sono impiegati cavi motore schermati.

AVVISO!

MONITORAGGIO DEL SENSORE DEL TERMISTORE DEL MOTORE

I convertitori di frequenza con l'opzione VLT® PTC Thermistor Card MCB 112 sono certificate PTB per atmosfere potenzialmente esplosive.

9.4 Configurazioni di montaggio

La *Tabella 9.1* elenca le configurazioni di montaggio disponibili per ogni frame. Per istruzioni su un'installazione da montare a muro/pannello o su un piedistallo vedere la *guida operativa*. Vedere anche il *capitolo 8 Dimensioni esterne e dei morsetti*.

AVVISO!

Un montaggio errato può causare surriscaldamento e prestazioni ridotte.

Frame	Montaggio a muro/pannello	Montaggio su piedistallo (Stand-alone)
E1	–	X
E2	X	–
F1	–	X
F2	–	X
F3	–	X
F4	–	X
F8	–	X
F9	–	X
F10	–	X
F11	–	X
F12	–	X
F13	–	X

Tabella 9.1 Configurazioni di montaggio

 Danfoss A/S © 11/2017 Tutti i diritti riservati.

Considerazioni di montaggio:[1)]

- Collocare l'unità il più vicino possibile al motore. Vedere il *capitolo 7.6 Specifiche dei cavi* per la lunghezza massima del cavo motore.
- Assicurare la stabilità dell'unità montandola su una superficie solida.
- Assicurarsi che il sito di installazione sia in grado di sopportare il peso dell'unità.
- Assicurarsi che rimanga uno spazio libero sufficiente intorno all'unità per consentire un raffreddamento adeguato. Fare riferimento a *capitolo 9.5 Raffreddamento*.
- Garantire uno spazio sufficiente per l'apertura della porta.
- Garantire la possibilità di collegare i cavi facendoli passare dalla parte inferiore.

1) Per le installazioni diverse da quella tipica, contattare la fabbrica.

9.5 Raffreddamento

AVVISO!

Un montaggio errato può causare surriscaldamento e prestazioni ridotte. Per il montaggio corretto fare riferimento al *capitolo 8 Dimensioni esterne e dei morsetti*.

- Assicurarsi che sia presente uno spazio libero sul lato superiore e inferiore per il raffreddamento dell'aria. Spazio libero richiesto: 225 mm (9 pollici).
- Assicurare una portata d'aria sufficiente. Vedere *Tabella 9.2*.
- Deve essere valutata l'opportunità di un declassamento per temperature tra 45 °C (113 °F) e 50 °C (122 °F) e un'altitudine di 1.000 m (3.300 piedi) sopra il livello del mare. Per informazioni dettagliate sul declassamento vedere il *capitolo 9.6 Declassamento*.

9

Il convertitore di frequenza utilizza un principio di raffreddamento del canale posteriore che rimuove l'aria di raffreddamento dal dissipatore. L'aria di raffreddamento del dissipatore espelle circa il 90% del calore dal canale posteriore del convertitore di frequenza. Ridirigere l'aria del canale posteriore dal pannello o dal locale usando:

- **Raffreddamento dei condotti**
  Sono disponibili kit di raffreddamento del canale posteriore che permettono di espellere l'aria di raffreddamento del dissipatore dal pannello quando i convertitori di frequenza IP20/Chassis sono installati in frame Rittal. L'uso di questi kit riduce il calore nel pannello e permette di utilizzare ventole di raffreddamento più piccole sulla porta.
- **Raffreddamento della parete posteriore**
  L'installazione di coperture superiori e della base sull'unità consente l'aerazione dell'aria di raffreddamento del canale posteriore al di fuori del locale.

AVVISO!

Per eliminare le perdite di calore non smaltite dal canale posteriore del convertitore di frequenza ed eliminare le perdite generate da altri componenti installati all'interno del frame è necessaria una ventola a sportello su quest'ultimo. Calcolare il flusso d'aria totale richiesto in modo che possa essere scelta la ventola adeguata. Alcuni produttori di frame offrono software per l'esecuzione dei calcoli del flusso d'aria.

Garantire il flusso d'aria necessario sopra il dissipatore.

Frame	Modelli		Ventola sullo sportello/ventola superiore [m³/h (cfm)]	Ventola del dissipatore [m³/h (cfm)]
	380–480 V	525–690 V		
E1	–	P450–P500	340 (200)	1105 (650)
E2			255 (150)	1105 (650)
E1	P355–P450	P560–P630	340 (200)	1445 (850)
E2			255 (150)	1445 (850)

Tabella 9.2 Portata del flusso d'aria E1–E2

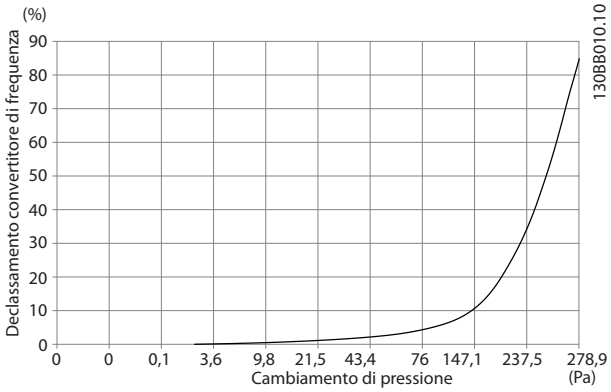
 Danfoss A/S © 11/2017 Tutti i diritti riservati.

Frame	Tipo di protezione	Ventola sullo sportello/ventola superiore [m³/h (cfm)]	Ventola del dissipatore [m³/h (cfm)]
F1–F4	IP21/Tipo 1	700 (412)	985 (580)
	IP54/Tipo 12	525 (309)	985 (580)
F8–F13	IP21/Tipo 1	700 (412)	985 (580)
	IP54/Tipo 12	525 (309)	985 (580)

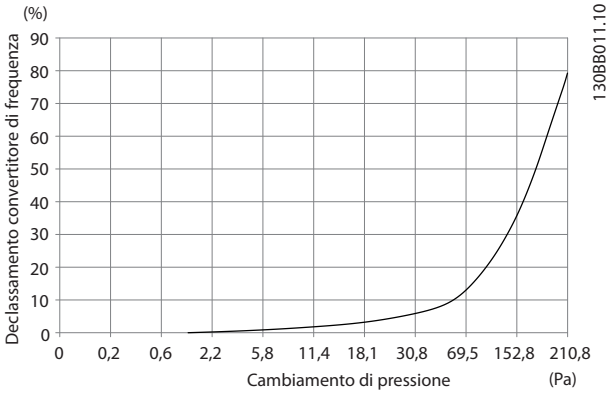
Tabella 9.3 Portate del flusso d'aria F1–F4 ed F8–F13

9.5.1 Condotto esterno e declassamento

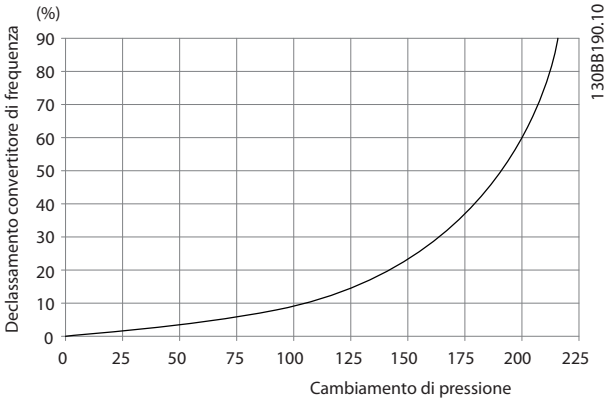
Se vengono aggiunti altri condotti all'esterno dell'armadio Rittal occorre calcolare la caduta di pressione nel condotto con *Disegno 9.5 – Disegno 9.7*.



Disegno 9.5 Declassamento rispetto alla variazione di pressione per frame E1–E2, modelli 380–480 V: P315 e modelli 525–690 V: P450–P500. Flusso d'aria: 650 cfm (1.105 m³/h)



Disegno 9.6 Declassamento rispetto alla variazione di pressione per frame E1–E2, modelli 380–480 V: P355–P450 e modelli 525–690 V: P560–P630. Flusso d'aria: 850 cfm (1.445 m³/h)



Disegno 9.7 Declassamento rispetto Variazione di pressione per frame F1–F4. Flusso d'aria: 580 cfm (985 m³/h)

9.6 Declassamento

Il declassamento è un metodo usato per ridurre la corrente di uscita evitando che il convertitore di frequenza scatti quando vengono raggiunte temperature elevate all'interno del frame. Se sono previste determinate condizioni operative estreme è possibile selezionare un convertitore di frequenza di potenza superiore per eliminare la necessità di declassamento. In questo caso di parla di declassamento manuale. In caso contrario, il convertitore di frequenza riduce automaticamente la corrente di uscita per eliminare il calore in eccesso generato da condizioni estreme.

Declassamento manuale

Quando sono presenti le seguenti condizioni Danfoss consiglia di selezionare un convertitore di frequenza con una taglia di potenza maggiore (ad esempio P710 invece di P630):

- velocità bassa - per funzionamento continuo a basso numero di giri/min. nelle applicazioni con coppia costante
- pressione dell'aria bassa - operativa ad altitudini superiori ai 1.000 m (3.281 piedi)
- temperatura ambiente alta - operativa a temperature ambiente di 10 °C (50 °F).
- Elevata frequenza di commutazione.
- Cavi motore lunghi.
- Cavi con una grande sezione trasversale.

Declassamento automatico
Se vengono riscontrate le seguenti condizioni operative il convertitore di frequenza cambia la frequenza di commutazione o il modello di commutazione (da PWM a SFAVM) per ridurre il calore in eccesso all'interno del frame:

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

AVVISO!

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

9.6.1 Declassamento per funzionamento a bassa velocità

Se un motore è collegato a un convertitore di frequenza, è necessario controllare che il raffreddamento del motore sia adeguato. Il livello di raffreddamento richiesto dipende da quanto segue:

- carico sul motore
- velocità di funzionamento
- lunghezza del tempo di funzionamento.

Applicazioni a coppia costante
Possono verificarsi problemi a bassi giri/min. 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 all'interno del motore.

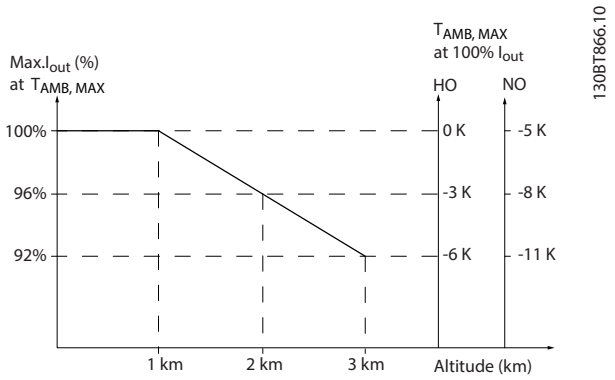
Se il motore viene fatto funzionare in modo continuo a un numero di giri/min. inferiore alla metà del valore nominale, dovrà ricevere aria di raffreddamento supplementare. Se l'aria di raffreddamento supplementare non può essere fornita, può essere utilizzato un motore progettato per applicazioni a bassi giri/min./coppia costante in sostituzione.

Applicazioni a coppia variabile (quadratica)
Non è necessario un raffreddamento supplementare o il declassamento del motore nelle applicazioni a coppia variabile in cui la coppia è proporzionale al quadrato della velocità e la potenza è proporzionale al cubo della velocità. Pompe centrifughe e ventole sono applicazioni a coppia variabile comuni.

9

9.6.2 Declassamento per altitudine

Il potere di raffreddamento dell'aria viene ridotto nel caso di una minore pressione dell'aria. Non è necessario alcun declassamento a una quota di 1.000 m (3.281 piedi) o inferiore. Oltre i 1.000 m (3.281 piedi) occorre ridurre la temperatura ambiente (T_{AMB}) o la corrente di uscita massima (I_{MAX}). Fare riferimento alla *Disegno 9.8*.



Disegno 9.8 Declassamento della corrente di uscita in funzione dell'altitudine a $T_{AMB,MAX}$

La *Disegno 9.8* mostra che a 41,7 °C (107 °F) è disponibile il 100% della corrente di uscita nominale. A 45 °C (113 °F) (T_{AMB}, MAX-3 K) è disponibile il 91% della corrente di uscita nominale.

 Danfoss A/S © 11/2017 Tutti i diritti riservati.

9.6.3 Declassamento in base alla temperatura ambiente

I grafici sono presentati singolarmente per 60° AVM e SFAVM. 60° AVM commuta soltanto per 2/3 del tempo, mentre SFAVM commuta durante l'intero periodo. La frequenza di commutazione massima è 16 kHz per 60° AVM e 10 kHz per SFAVM. Le frequenze di commutazione discrete sono presentate in *Tabella 9.4* e *Tabella 9.5*.

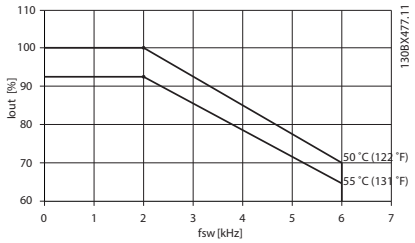
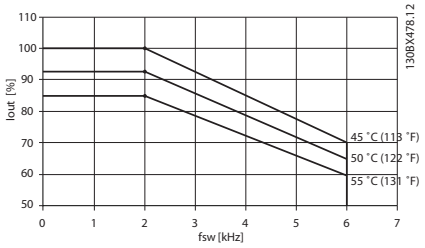
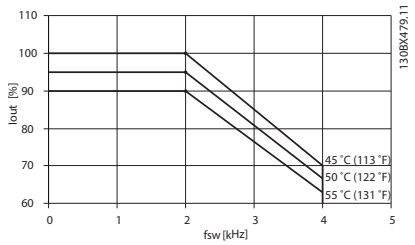
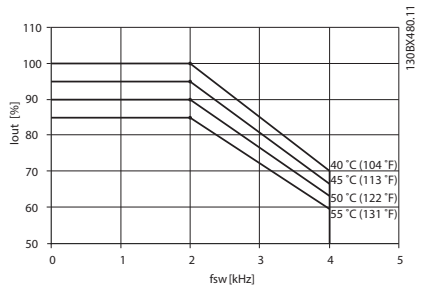
Modello	Modello di commutazione	Sovraccarico elevato HO, 150%	Sovraccarico normale NO, 110%
Da P355 a P1M0 380–480 V	60 AVM		
	SFAVM		

Tabella 9.4 Tabelle sul declassamento della temperatura ambiente per i frame E1–E2, F1–F4 ed F8–F13, 380–480 V

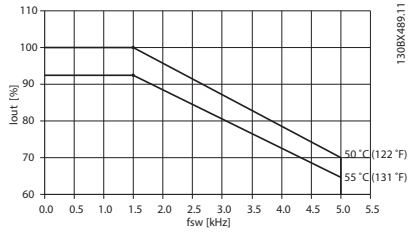
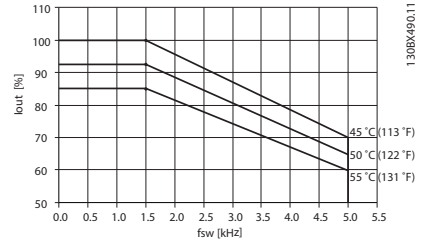
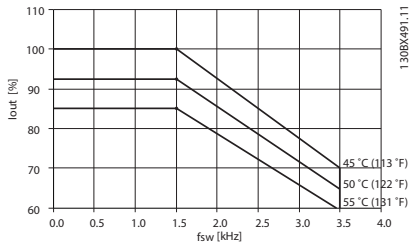
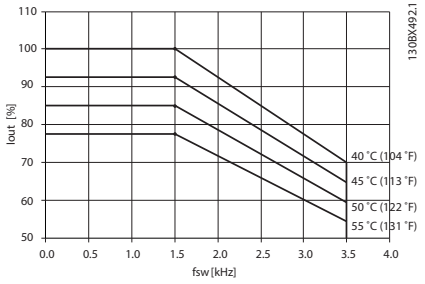
Modello	Modello di commutazione	Sovraccarico elevato HO, 150%	Sovraccarico normale NO, 110%
Da P450 a P1M4 525–690 V	60 AVM		
	SFAVM		

Tabella 9.5 Tabelle sul declassamento della temperatura ambiente per i frame E1–E2, F1–F4 ed F8–F13, 525–690 V

10 Considerazioni sull'installazione elettrica

10.1 Istruzioni di sicurezza

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

⚠AVVISO

TENSIONE INDOTTA

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

- **Posare i cavi motore di uscita separatamente o usare cavi schermati.**
- **Disinserire simultaneamente tutti i convertitori di frequenza**

⚠AVVISO

PERICOLO DI SCOSSE

Il convertitore di frequenza può provocare una corrente CC nel conduttore di terra e quindi causare morte o lesioni gravi.

- **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 non è in grado di fornire la protezione prevista.

Protezione da sovracorrente

- Per applicazioni con motori multipli sono necessarie apparecchiature di protezione supplementari, quali una protezione da cortocircuito o una protezione termica del motore tra il convertitore e il motore.
- Sono necessari fusibili di ingresso per fornire una protezione da cortocircuito e da sovracorrente. Se non sono stati installati in fabbrica, i fusibili devono comunque essere forniti dall'installatore. Vedere le prestazioni massime dei fusibili nel *capitolo 10.5 Fusibili e interruttori*.

Tipi e gradi dei fili

- Tutti i fili devono essere conformi alle norme locali e nazionali relative ai requisiti in termini di sezioni trasversali e temperature ambiente.
- Raccomandazione sui fili di alimentazione: filo di rame predisposto per almeno 75 °C (167 °F).

Vedere il *capitolo 7.6 Specifiche dei cavi* per le dimensioni e i tipi di fili raccomandati.

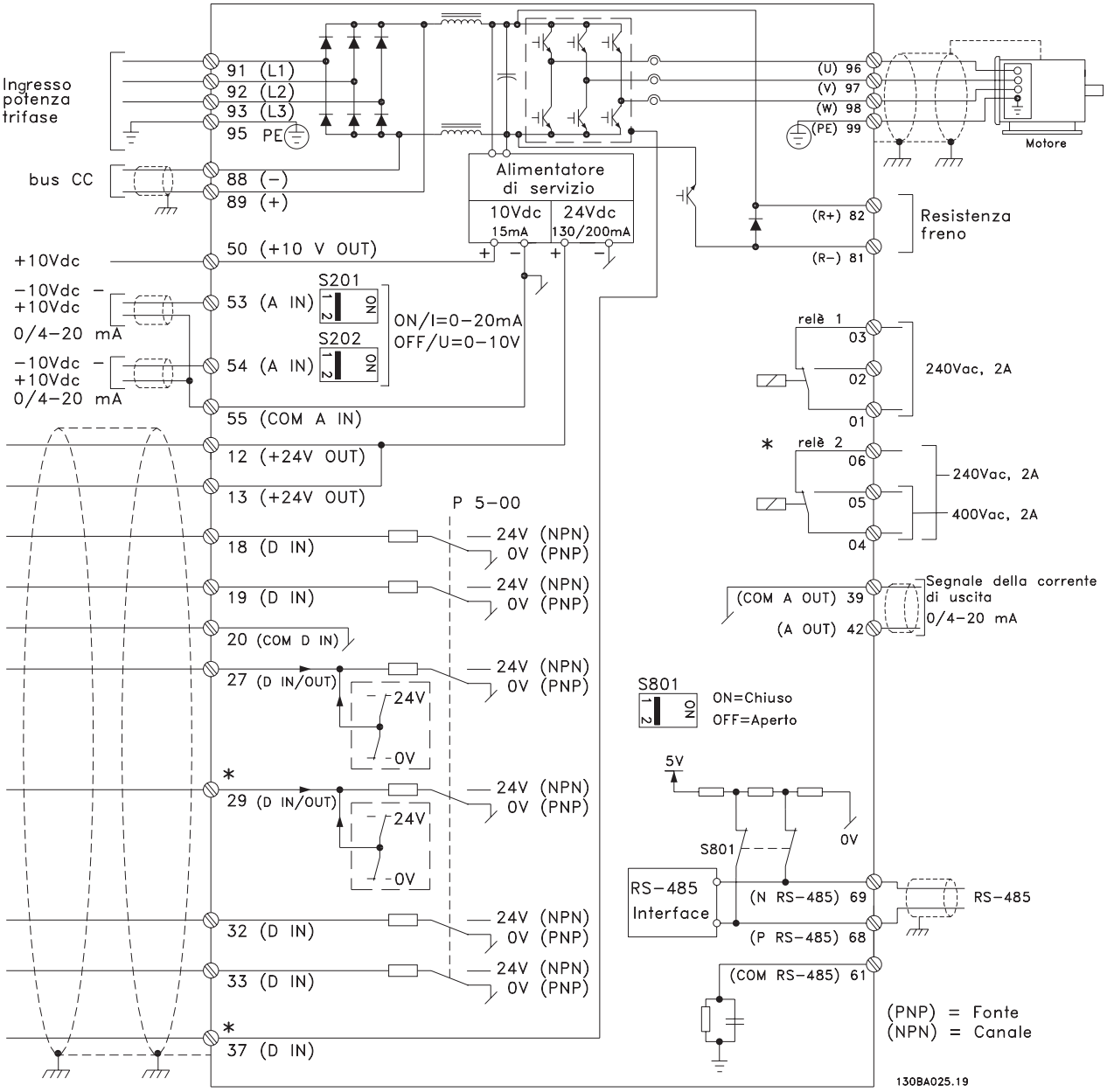
⚠ATTENZIONE

DANNI ALLE COSE

La protezione da sovraccarico motore non è inclusa nelle impostazioni di fabbrica. Per aggiungere questa funzione, impostare *parametro 1-90 Motor Thermal Protection* su *[ETR trip]* (*ETR scatto)* o *[ETR warning] (ETR avviso)*. Per il mercato nordamericano, la funzione ETR fornisce una protezione da sovraccarico motore classe 20, conformemente alle norme NEC. La mancata impostazione del *parametro 1-90 Motor Thermal Protection* su *[ETR trip] (ETR scatto)* o *[ETR warning] (ETR avviso)* comporta la mancanza di protezione da sovraccarico motore, con possibili danni materiali in caso di surriscaldamento del motore.

 Danfoss A/S © 11/2017 Tutti i diritti riservati.

10.2 Schema di cablaggio



Disegno 10.1 Schema di cablaggio di base

A = analogico, D = digitale

1) Il morsetto 37 (opzionale) viene usato per Safe Torque Off. Per istruzioni sull'installazione Safe Torque Off fare riferimento alla Guida operativa Safe Torque Off.

10.3 Collegamenti

10.3.1 Collegamenti di alimentazione

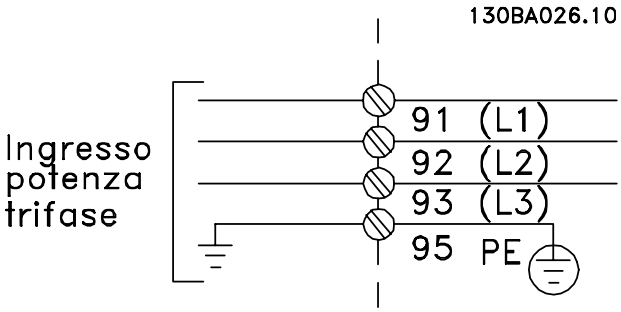
AVVISO!

Tutto il cablaggio deve rispettare sempre le norme nazionali e locali relative alle sezioni trasversali dei cavi e alla temperatura ambiente. Le applicazioni UL richiedono conduttori di rame da 75 °C (167 °F). Le applicazioni non UL possono usare conduttori di rame da 75 °C (167 °F) e da 90 °C (194 °F).

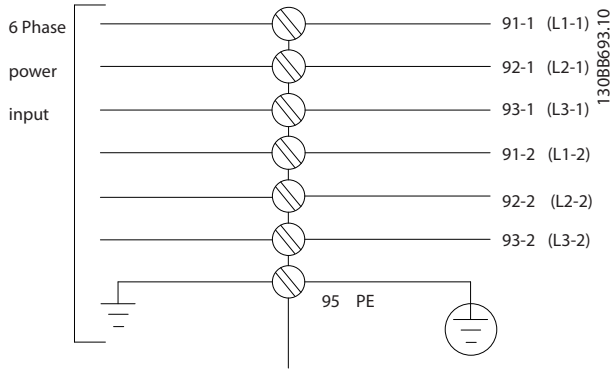
I collegamenti per il cavo di potenza si trovano dove mostrato in *Disegno 10.2*. Vedere il *capitolo 7.6 Specifiche dei cavi* per un corretto dimensionamento della sezione trasversale e della lunghezza dei cavi motore.

Per la protezione del convertitore di frequenza utilizzare i fusibili raccomandati a meno che l'unità non disponga di fusibili incorporati. I fusibili raccomandati sono elencati nel *capitolo 10.5 Fusibili e interruttori*. Assicurarsi di utilizzare fusibili adeguati in conformità alle norme locali.

Il collegamento della rete è montato sull'interruttore di rete, se in dotazione.



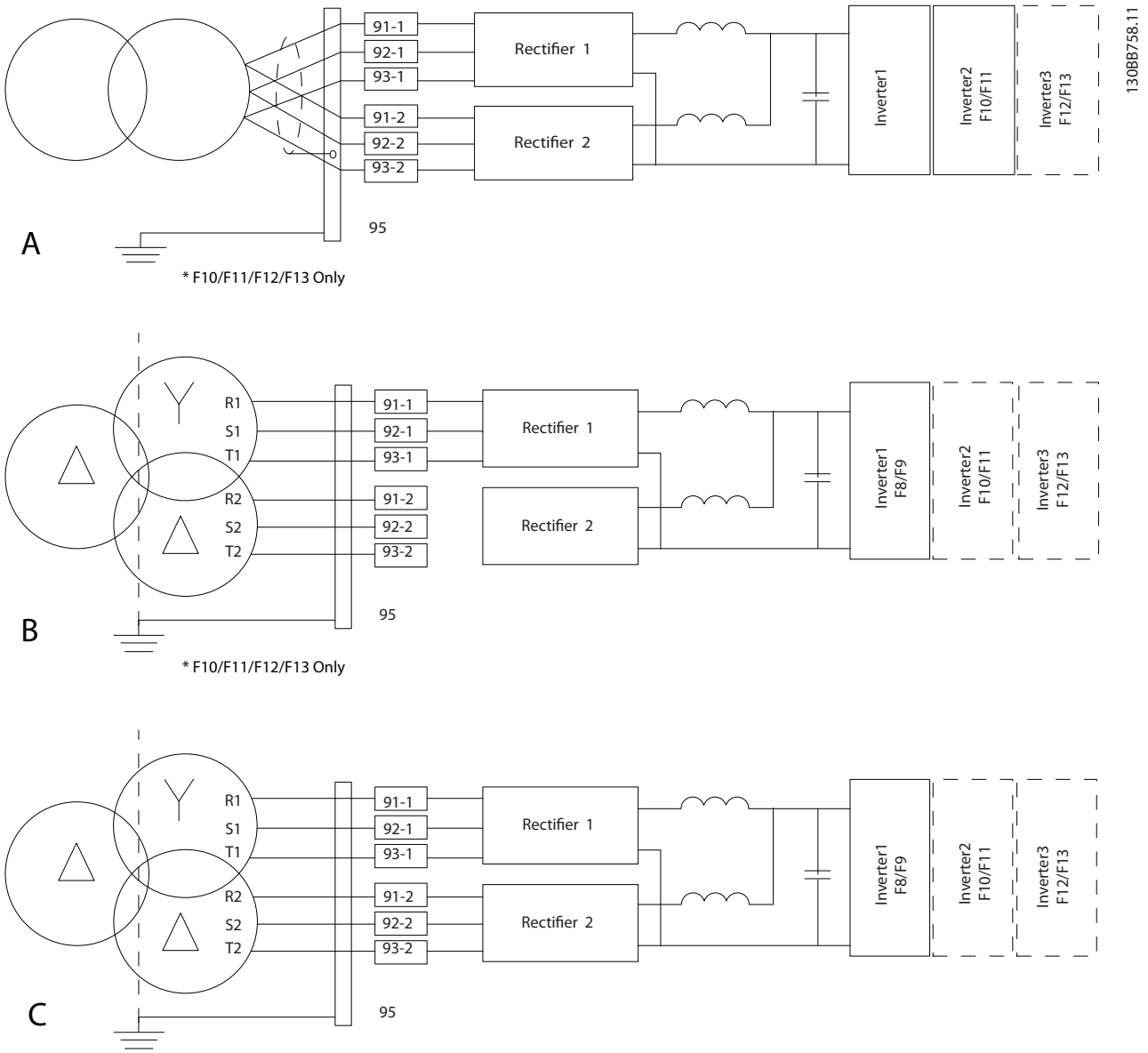
Disegno 10.2 Collegamento della rete, frame E1–E2 ed F1–F4



Disegno 10.3 Collegamento della rete, frame F8–F13

10

 Danfoss A/S © 11/2017 Tutti i diritti riservati.



A	Collegamento a sei impulsi[1), 2), 3)]
B	Collegamento a sei impulsi modificato[2), 3), 4)]
C	Collegamento a 12 impulsi[3), 5)]

Disegno 10.4 Opzioni del collegamento della rete per convertitori di frequenza a 12 impulsi

1) È mostrato un collegamento in parallelo. Può essere usato un singolo cavo trifase con sufficiente capacità di carico. Devono essere installate sbarre collettrici di cortocircuito.
2) Un collegamento a sei impulsi elimina i vantaggi della riduzione di armoniche nel raddrizzatore a 12 impulsi.
3) Adatto per collegamento della rete IT e TN.
4) Nel caso improbabile che uno dei raddrizzatori modulari a sei impulsi risulti guasto è possibile far funzionare il convertitore di frequenza a carico ridotto con un singolo raddrizzatore a sei impulsi. Contattare Danfoss per dettagli sulla riconnessione.
5) Qui non è mostrata alcuna posa parallela di cavi dell'alimentazione di rete. Un convertitore di frequenza a 12 impulsi usato come uno da sei impulsi dovrebbe avere cavi dell'alimentazione di rete di pari numero e lunghezza.

 Danfoss A/S © 11/2017 Tutti i diritti riservati.

Schermatura dei cavi

AVVISO!

Il cavo motore deve essere schermato. Se si utilizzano cavi non schermati alcuni requisiti EMC non vengono soddisfatti. Utilizzare un cavo motore schermato per garantire la conformità alle specifiche relative alle emissioni EMC. Per maggiori informazioni vedere il *capitolo 10.16 Impianto conforme ai requisiti EMC*.

Evitare l'installazione con schermi attorcigliati. Questi compromettono l'effetto di schermatura in presenza di alte frequenze. Se è necessario rompere lo schermo questo deve proseguire con un'impedenza alle alte frequenze minima.

Collegare lo schermo del cavo motore alla piastra di disaccoppiamento del convertitore di frequenza e al frame metallico del motore. Realizzare i collegamenti dello schermo con la superficie più ampia possibile (pressacavo) usando i dispositivi di montaggio all'interno del convertitore di frequenza.

Lunghezza e sezione trasversale del cavo

Il convertitore di frequenza è stato sottoposto a verifiche EMC con una data 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 il disturbo acustico di un motore, la frequenza di commutazione deve essere impostata in base alle istruzioni nel *parametro 14-01 Switching Frequency*.

Morsetti				Tipo di collegamento
96	97	98	99	
U	V	W	PE[1)]	Tensione motore 0–100% della tensione di rete. Tre fili elettrici dal motore.
U1	V1	W1	PE[1)]	Collegamento a triangolo.
W2	U2	V2		Sei fili elettrici dal motore.
U1	V1	W1	PE[1)]	Collegamento a stella U2, V2, W2. U2, V2, e W2 da interconnettere separatamente.

Tabella 10.1 Collegamento del cavo motore, frame E1–E2 ed F1–F4

1) Collegamento a massa protetto

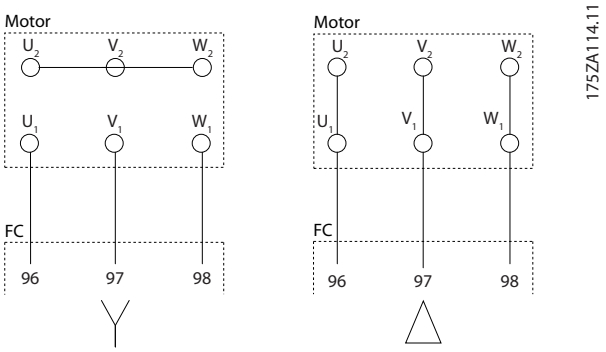
Morsetti				Tipo di collegamento
96	97	98	99	
U	V	W	PE[1)]	Tensione motore 0–100% della tensione di rete. Tre fili elettrici dal motore.
U1	V1	W1	PE[1)]	Collegamento a triangolo.
W2	U2	V2		Sei fili elettrici dal motore.
U1	V1	W1	PE[1)]	Collegamento a stella U2, V2, W2. U2, V2, e W2 da interconnettere separatamente.

Tabella 10.2 Collegamento del cavo motore, frame F8–F13

1) Collegamento a massa di protezione

AVVISO!

Nei motori senza isolamento di fase, foglio o altro supporto di isolamento adatto al funzionamento con un'alimentazione di tensione, installare un filtro sinusoidale sull'uscita del convertitore di frequenza.



Disegno 10.5 Collegamento del cavo motore

10.3.2 Connessione bus CC

Il morsetto del bus CC viene utilizzato per il backup CC con il collegamento CC alimentato da una fonte esterna.

Morsetto	Funzione
88, 89	Bus CC

Tabella 10.3 Morsetti del bus CC

 Danfoss A/S © 11/2017 Tutti i diritti riservati.

10.3.3 Collegamento per la condivisione del carico

La condivisione del carico collega insieme i circuiti intermedi CC di più convertitori di frequenza. Per una panoramica vedere il *capitolo 5.6 Panoramica sulla condivisione del carico*.

La condivisione del carico richiede apparecchiature supplementari e considerazioni di sicurezza. Consultare Danfoss per l'ordine e le raccomandazioni per l'installazione.

Morsetto	Funzione
88, 89	Condivisione del carico

Tabella 10.4 Morsetti di condivisione del carico

Il cavo di collegamento deve essere schermato e la lunghezza massima dal convertitore di frequenza alla barra CC è limitata a 25 metri (82 piedi).

10.3.4 Collegamento del cavo freno

Il cavo di collegamento alla resistenza di frenatura deve essere schermato e la lunghezza massima dal convertitore di frequenza alla barra CC è limitato a 25 metri (82 piedi).

- Utilizzare dei pressacavi per collegare lo schermo alla piastra posteriore conduttiva sul convertitore di frequenza e al contenitore metallico della resistenza di frenatura.
- Scegliere cavi freno di sezione trasversale adatta alla coppia del freno.

Morsetto	Funzione
81, 82	Morsetti della resistenza di frenatura

Tabella 10.5 Morsetti resistenza di frenatura

Per ulteriori dettagli consultare la *Guida alla Progettazione VLT® Brake Resistor MCE 101*.

AVVISO!

Se si verifica un cortocircuito nel modulo freno impedire la dissipazione di potenza eccessiva nella resistenza di frenatura utilizzando un interruttore di rete o un contattore per scollegare dalla rete il convertitore di frequenza.

10

10.3.5 Collegamento del trasformatore

I trasformatori usati con convertitori di frequenza a 12 impulsi (F8–F13) devono essere conformi alle seguenti specifiche.
Il carico si basa su un trasformatore K-4 a 12 impulsi con il 0,5% di equilibrio di tensione e di impedenza tra gli avvolgimenti secondari. I cavi dal trasformatore ai morsetti di ingresso sul convertitore di frequenza devono avere la stessa lunghezza con una tolleranza del 10%.

Collegamento	Dy11 d0 oppure Dyn 11d0
Sfasamento tra secondari	30°
Differenza di tensione tra secondari	< 0,5%
Impedenza di cortocircuito di secondari	>5%
Differenza nell'impedenza di cortocircuito tra secondari	< 5% dell'impedenza di cortocircuito
Altro	Non è consentita alcuna messa a terra dei secondari. Schermo statico raccomandato

10.3.6 Collegamento dell'alimentazione del ventilatore esterno

In caso di alimentazione a CC del convertitore di frequenza o se la ventola deve funzionare in modo indipendente dall'alimentazione di rete, è possibile collegare un'alimentazione esterna tramite la scheda di potenza.

Il connettore situato sulla scheda di potenza collega la tensione di rete alle ventole di raffreddamento. Le ventole sono configurate in fabbrica per essere collegate a una comune linea CA. Usare ponticelli tra i morsetti 100-102 e 101-103. Se serve l'alimentazione esterna, è necessario rimuovere i ponticelli e collegare l'alimentazione ai morsetti 100 e 101. Usare un fusibile da 5 A per protezione. Nelle applicazioni UL, usare un Littelfuse KLK-5 o equivalente.

Morsetto	Funzione
100, 101	Alimentazione ausiliaria S, T
102, 103	Alimentazione interna S, T

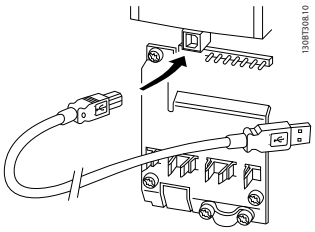
Tabella 10.6 Alimentazione esterna

 Danfoss A/S © 11/2017 Tutti i diritti riservati.

10.3.7 Collegamento personal computer

Per controllare il convertitore di frequenza da un PC installare il software di configurazione MCT 10. Il PC è collegato tramite un cavo (host/dispositivo) USB standard oppure tramite l'interfaccia RS485 come mostrato nella sezione *Connessione bus* nella *Guida alla Programmazione*.

Quello USB è un bus seriale che utilizza quattro fili schermati, con il pin di terra 4 collegato alla schermatura nella porta USB del PC. Tutti i normali PC sono costruiti senza isolamento galvanico nella porta USB.
Per prevenire il danneggiamento del controllore host USB grazie allo schermo del cavo USB attenersi alle raccomandazioni di terra descritte nella *guida operativa*.
Quando il PC viene collegato al convertitore di frequenza attraverso un cavo USB Danfoss raccomanda di utilizzare un isolatore USB con isolamento galvanico al fine di proteggere il controllore host USB del PC da differenze di potenziale di terra. Si consiglia di non utilizzare un cavo di potenza del PC con spina di terra quando il PC è collegato al convertitore di frequenza tramite un cavo USB. Queste raccomandazioni riducono le differenze di potenziale di terra ma non eliminano completamente le differenze di potenziale dovute alla terra e alla schermatura collegate alla porta USB.

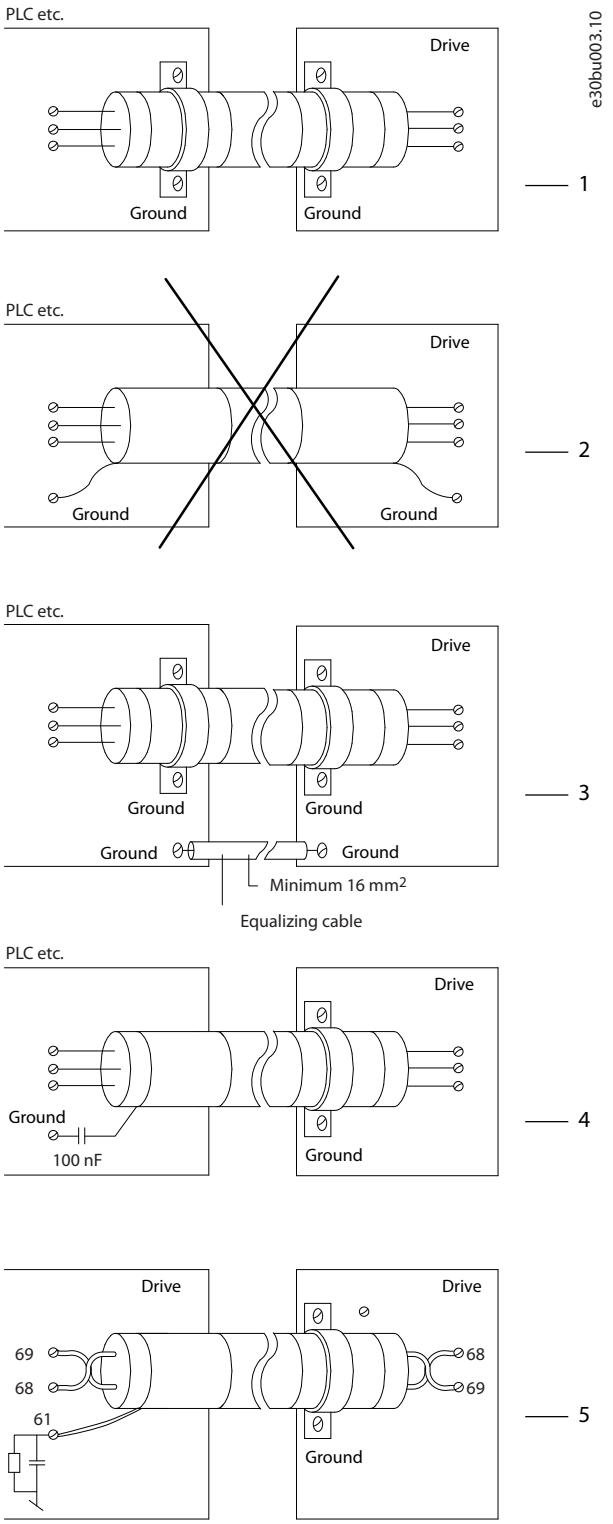


Disegno 10.6 Collegamento USB

10.4 Morsetti e cavi di controllo

I cavi di comando devono essere schermati e lo schermo va collegato con un fermacavo a entrambe le estremità del contenitore metallico dell'unità.

Per una corretta messa a terra dei cavi di comando vedere la *Disegno 10.7*.



1	I cavi di comando e quelli di comunicazione seriale devono essere provvisti di pressacavi su entrambe le estremità per garantire il contatto elettrico migliore possibile.
2	Non usare schermi attorcigliati (pigtails): aumentano l'impedenza dello schermo alle alte frequenze.

 Danfoss A/S © 11/2017 Tutti i diritti riservati.

3	Se il potenziale di terra fra il convertitore di frequenza e il PLC è diverso si possono verificare disturbi elettrici nell'intero sistema. Installare un cavo di equalizzazione accanto al cavo di comando. Sezione trasversale dei cavi minima: 16 mm^2 (6 AWG).
4	Se si usano cavi di comando lunghi sono possibili loop di terra a 50/60 Hz. Collegare un'estremità dello schermo a terra con un condensatore da 100 nF (tenendo corti i cavi).
5	Quando si usano cavi per la comunicazione seriale eliminare le correnti di disturbo a bassa frequenza tra due convertitori di frequenza collegando un'estremità allo schermo del morsetto 61. Questo morsetto è collegato a terra mediante un collegamento RC interno. Utilizzare doppini intrecciati per ridurre l'interferenza di modalità differenziale fra i conduttori.

Disegno 10.7 Esempi di messa a terra

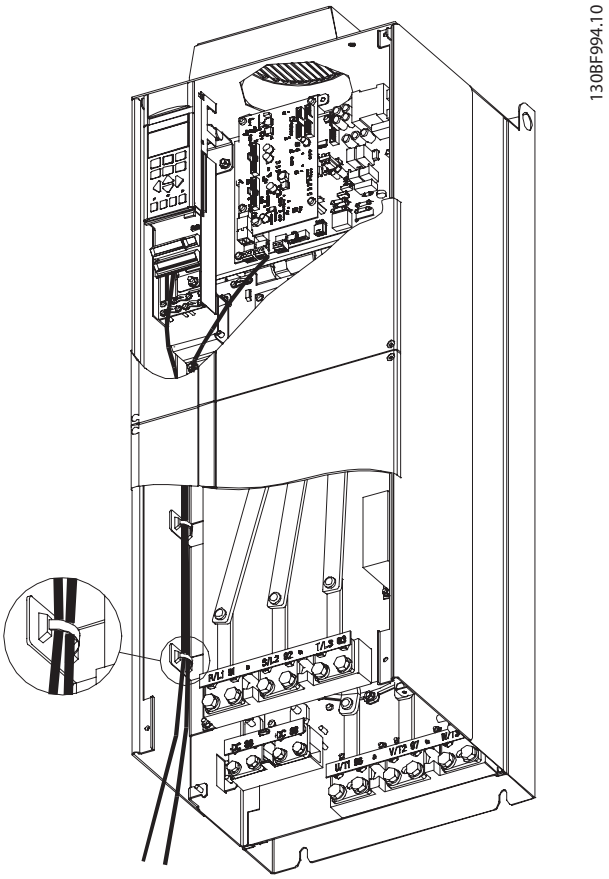
10.4.1 Instradamento del cavo di comando

Fissare tutti i fili di controllo come mostrato nella *Disegno 10.8* e nella *Disegno 10.9*. Ricordarsi di collegare opportunamente gli schermi in modo da assicurare il miglior livello di immunità elettrica.

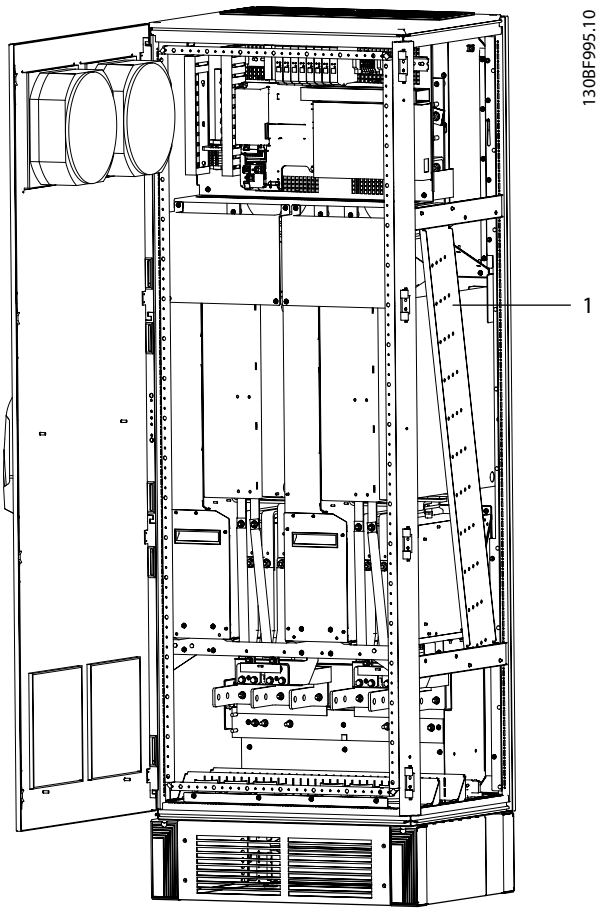
- Isolare i cavi di controllo dai cavi ad alta potenza.
- Quando il convertitore è collegato a un termistore, assicurarsi che i cavi di controllo del termistore siano schermati e rinforzati/a doppio isolamento. Si raccomanda una tensione di alimentazione a 24 V CC.

Collegamento del bus di campo

I collegamenti sono indicati per le opzioni rilevanti della scheda di controllo. Vedere le istruzioni del bus di campo pertinenti. Il cavo deve essere fissato e instradato insieme ad altri fili di controllo all'interno dell'unità. Vedere la *Disegno 10.8* e la *Disegno 10.9*.



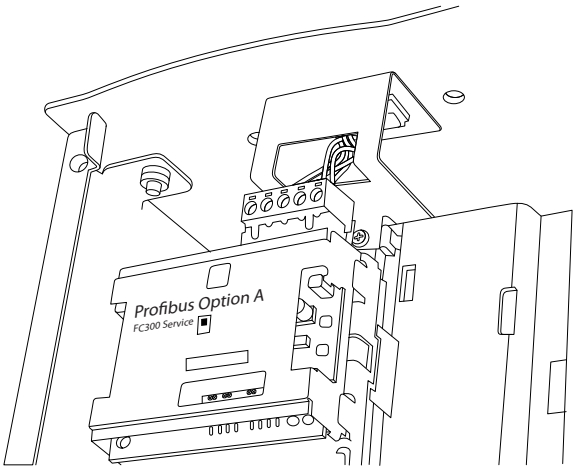
Disegno 10.8 Percorso di cablaggio della scheda di controllo per frame E1 ed E2



1	Canalina per l'instradamento dei cavi di comando nei frame F1-F13

Disegno 10.9 Percorso del cablaggio della scheda di controllo per F1/F3. Il cablaggio della scheda di controllo per F2/F4 utilizza lo stesso percorso di F8-F13

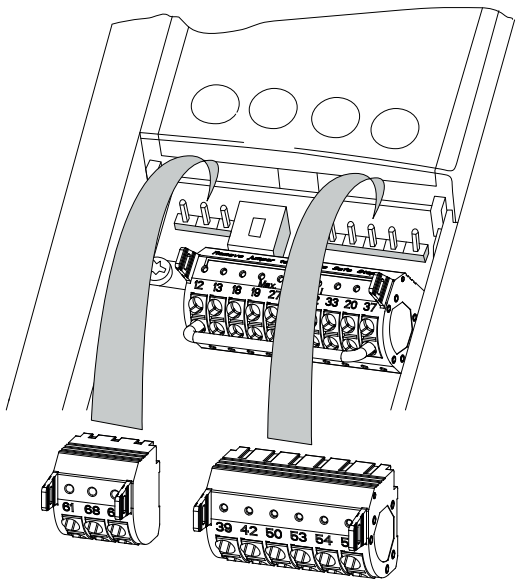
Nei convertitori di frequenza con frame E è possibile collegare il bus di campo dalla parte superiore dell'unità, come mostrato nelle illustrazioni seguenti. Sull'unità IP21/54 (NEMA-1/NEMA-12), è necessario rimuovere una piastra di copertura.
Numero del kit per collegamento superiore del bus di campo: 176F1742.



Disegno 10.10 Collegamento del bus di campo dalla parte superiore

10.4.2 Morsetti di controllo

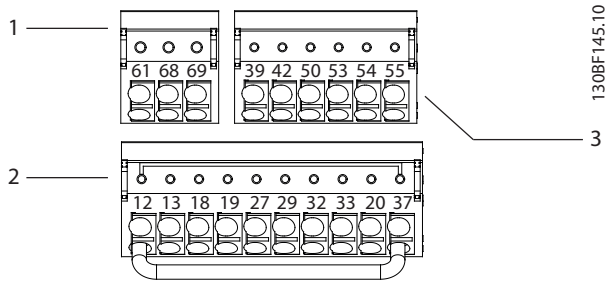
Disegno 10.11 mostra i connettori removibili del convertitore di frequenza. Le funzioni dei morsetti e le relative impostazioni di fabbrica sono elencate in *Tabella 10.7 – Tabella 10.9*.



Disegno 10.11 Posizioni dei morsetti di controllo

10

 Danfoss A/S © 11/2017 Tutti i diritti riservati.



1	Morsetti di comunicazione seriale
2	Morsetti di ingresso/uscita digitali
3	Morsetti di ingresso/uscita analogici

Disegno 10.12 Numeri dei morsetti situati sui connettori

Morsetto	Descrizione	Imposta–zione di fabbrica	Descrizione
61	–	–	Filtro RC integrato per collegare lo schermo del cavo in caso di problemi EMC.
68 (+)	*Gruppo di parametri 8-3* Impostaz. porta FC*	–	Interfaccia RS485. È disponibile un interruttore (BUS TER.) sulla scheda di controllo per la resistenza di terminazione bus.
69 (-)	*Gruppo di parametri 8-3* Impostaz. porta FC*	–	

Tabella 10.7 Descrizione dei morsetti di comunicazione seriale

Morsetto	Descrizione	Imposta–zione di fabbrica	Descrizione
12, 13	–	+24 V CC	Alimentazione a 24 V CC per ingressi digitali e per trasduttori esterni. La corrente di uscita massima è di 200 mA per tutti i carichi da 24 V.

Morsetto	Descrizione	Imposta–zione di fabbrica	Descrizione
18	*Parametro 5-10 Terminal 18 Digital Input*	*[8] Avviamento*	Ingressi digitali.
19	*Parametro 5-11 Terminal 19 Digital Input*	*[10] Inversione*	
32	*Parametro 5-14 Terminal 32 Digital Input*	*[0] Nessuna funzione*	
33	*Parametro 5-15 Terminal 33 Digital Input*	*[0] Nessuna funzione*	
27	*Parametro 5-12 Terminal 27 Digital Input*	*[2] Evol. libera neg.*	Per ingresso o uscita digitale. L'impo-stazione di fabbrica è ingresso.
29	*Parametro 5-13 Terminal 29 Digital Input*	*[14] Marcia jog*	
20	–	–	Comune per gli ingressi digitali e potenziale 0 V per l'alimentazione a 24 V.
37	–	STO	Quando non viene usata la funzionalità opzionale STO, è necessario montare un ponticello tra il morsetto 12 (o 13) e il morsetto 37. Questo setup consente di assicurare il funzio-namento del convertitore di frequenza con i valori di programmazione impostati in fabbrica.

Tabella 10.8 Descrizioni dei morsetti di ingresso/uscita digitali

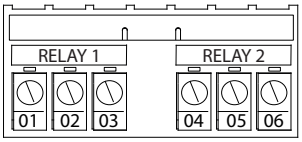
Morsetto	Descrizione	Imposta–zione di fabbrica	Descrizione
39	–	–	Comune per uscita analogica.
42	*Parametro 6-50 Terminal 42 Output*	*[0] Nessuna funzione*	Uscita analogica programmabile. 0–20 mA oppure 4–20 mA, con un massimo di 500 Ω.

 Danfoss A/S © 11/2017 Tutti i diritti riservati.

Morsetto	Descrizione	Imposta–zione di fabbrica	Descrizione
50	–	+10 V CC	Tensione di alimentazione analogica 10 V CC per un potenziometro o un termistore. Al massimo 15 mA.
53	*Gruppo di parametri 6-1* Ingr. analog. 1*	Riferimento	Ingresso analogico. Per tensione o corrente. Gli interruttori A53 e A54 permettono di selezionare mA o V.
54	*Gruppo di parametri 6-2* Ingr. analog. 2*	Retroazione	
55	–	–	Conduttore comune per l'ingresso analogico.

Tabella 10.9 Descrizioni dei morsetti di ingresso/uscita analogici

Morsetti relè



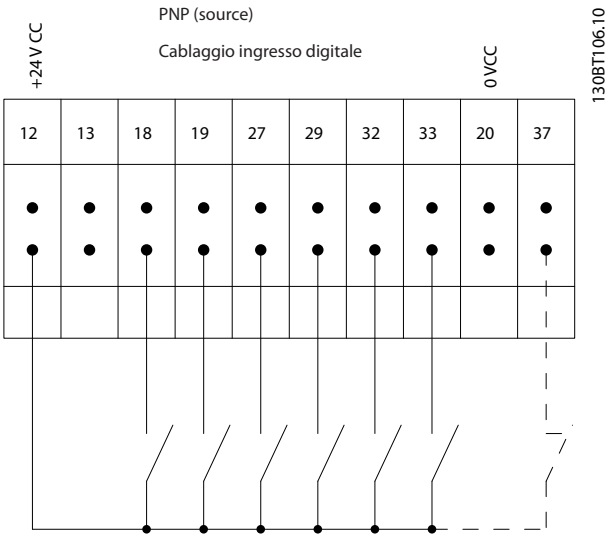
Disegno 10.13 Morsetti relè 1 e relè 2

- Relè 1 e relè 2. La posizione dipende dalla configurazione del convertitore di frequenza. Vedere la *guida operativa*.
- Morsetti sull'apparecchiatura opzionale integrata. Vedere le istruzioni in dotazione con l'apparecchiatura opzionale.

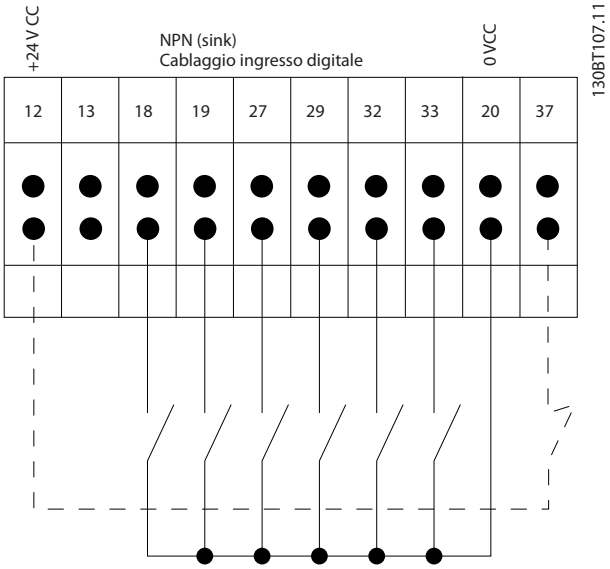
Morsetto	Descrizione	Imposta–zione di fabbrica	Descrizione
01, 02, 03	*Parametro 5-40 Function Relay* [0]	*[0] Nessuna funzione*	Uscita a relè forma C. Per tensione CA o CC e carichi induttivi o resistivi.
04, 05, 06	*Parametro 5-40 Function Relay* [1]	*[0] Nessuna funzione*	

Tabella 10.10 Descrizioni dei morsetti relè

10.4.3 Polarità di ingresso dei cavi di comando



Disegno 10.14 Polarità di ingresso dei morsetti di controllo (PNP Source)

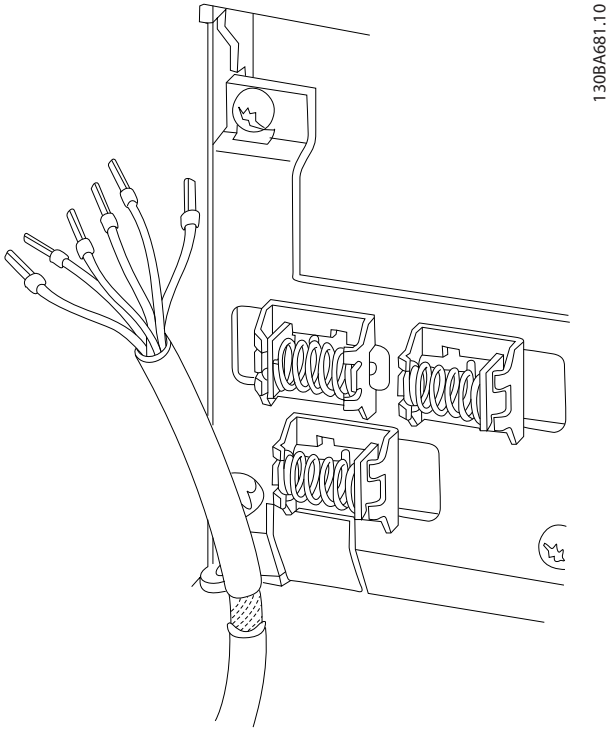


Disegno 10.15 Polarità di ingresso dei morsetti di controllo (NPN Sink)

AVVISO!

Utilizzare cavi schermati per garantire la conformità alle specifiche relative alle emissioni EMC. Per ulteriori informazioni vedere il *capitolo 10.16 Impianto conforme ai requisiti EMC*.

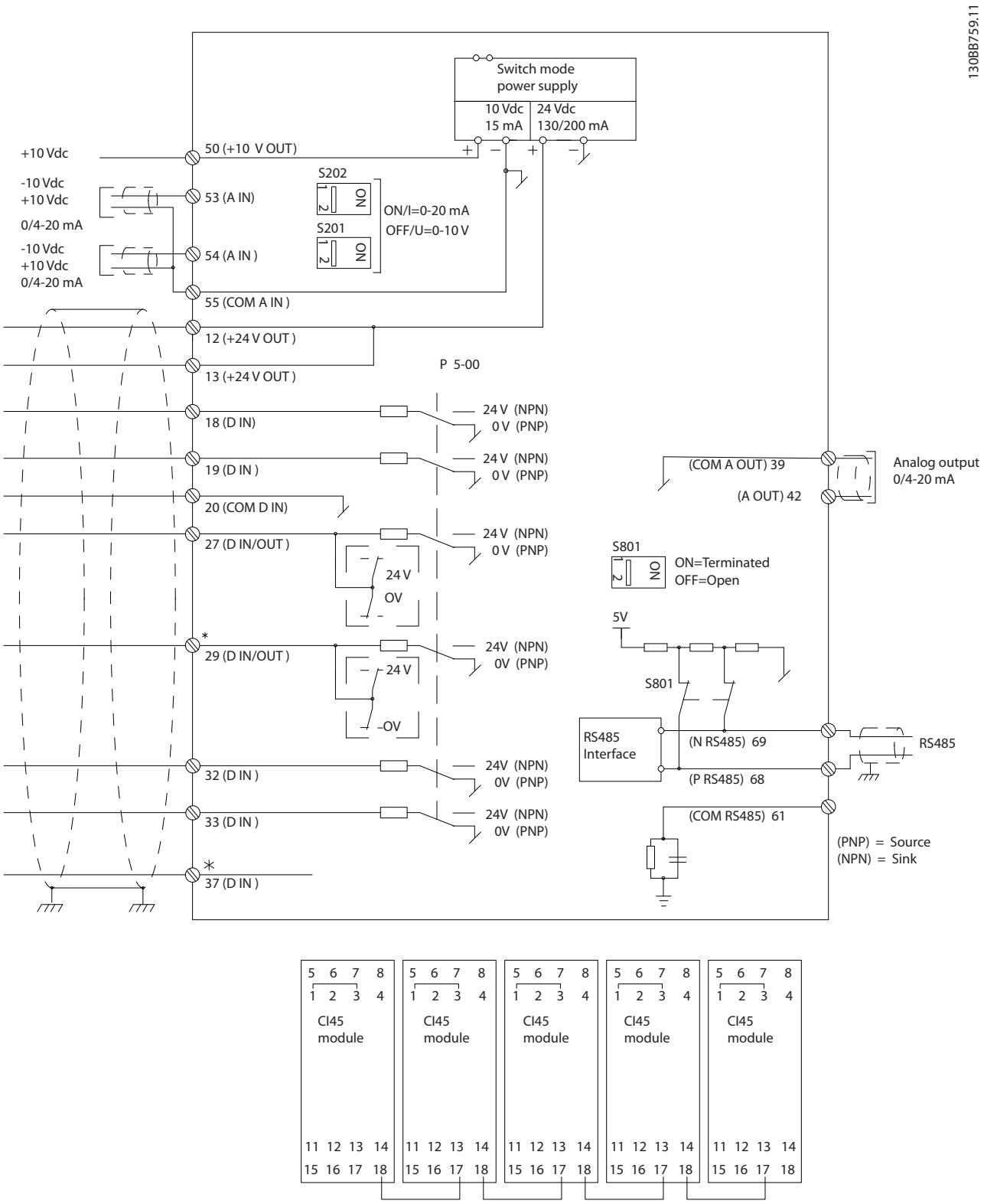
 Danfoss A/S © 11/2017 Tutti i diritti riservati.



Disegno 10.16 Terminazione della rete e passacavo del cavo di comando

 Danfoss A/S © 11/2017 Tutti i diritti riservati.

10.4.4 Morsetti di controllo a 12 impulsi



Disegno 10.17 Morsetti di controllo a 12 impulsi

Danfoss A/S © 11/2017 Tutti i diritti riservati.

10.5 Fusibili e interruttori

I fusibili assicurano che i possibili danni al convertitore siano limitati all'interno dello stesso. Per assicurare la conformità a EN 50178 usare i fusibili raccomandati come ricambi. L'uso di fusibili sul lato di alimentazione è obbligatorio per assicurare la conformità a IEC 60364 (EC) e NEC 2009 (UL).

Protezione del circuito di derivazione
Al fine di proteggere l'impianto dal pericolo di scosse elettriche o di incendi, tutti i circuiti di derivazione in un impianto, come quelli che si trovano nei commutatori e nelle macchine, devono essere protetti dai cortocircuiti e dalle sovracorrenti conformemente alle norme nazionali e locali.

I fusibili e gli interruttori sono obbligatori per soddisfare la norma IEC 60364.

Frame	Modello	Dimensione fusibile raccomandata	Fusibile massimo raccomandato
E	P315	aR-900	aR-900
	P355	aR-900	aR-900
	P400	aR-900	aR-900
	P450	aR-900	aR-900
F	P500	aR-1600	aR-1600
	P500	aR-2000	aR-2000
	P560	aR-2500	aR-2500
	P630	aR-2500	aR-2500
	P710	aR-2500	aR-2500
	P1000	aR-2500	aR-2500

Tabella 10.11 Fusibili raccomandati per conformità CE, 380–480 V

10

Frame	Modello	Dimensione fusibile raccomandata	Fusibile massimo raccomandato
E	P450	aR-700	aR-700
	P500	aR-900	aR-900
	P560		
	P630		
F	P710	aR-1600	aR-1600
	P800	aR-2000	aR-2000
	P900	aR-2500	aR-2500
	P1M0		
	P1M2		
	P1M4		

Tabella 10.12 Fusibili raccomandati per conformità CE, 525-690 V

10.5.1 Opzioni fusibili potenza/semiconduttore

Modello	Fusibile esterno raccomandato per il convertitore di frequenza Bussmann PN	Grado	Opzione interna per il convertitore di frequenza Bussmann PN	Siba PN esterno alternato	Esterno alternato Ferraz Shawmut PN
P315	170M6013	900 A, 700 V	170M6013	22 610 32.900	6.9URD33D08A0900
P355	170M6013	900 A, 700 V	170M6013	22 610 32.900	6.9URD33D08A0900
P400	170M6013	900 A, 700 V	170M6013	22 610 32.900	6.9URD33D08A0900

Tabella 10.13 380-480 V, frame E, opzioni dei fusibili di rete per conformità UL

 Danfoss A/S © 11/2017 Tutti i diritti riservati.

Modello	Fusibile esterno raccomandato per il convertitore di frequenza Bussmann PN	Grado	Opzione interna Bussmann PN per il convertitore di frequenza	Siba PN alternato
P450	170M7081	1.600 A, 700 V	170M7082	20 695 32.1600
P500	170M7081	1.600 A, 700 V	170M7082	20 695 32.1600
P560	170M7082	2.000 A, 700 V	170M7082	20 695 32.2000
P630	170M7082	2.000 A, 700 V	170M7082	20 695 32.2000
P710	170M7083	2.500 A, 700 V	170M7083	20 695 32.2500
P800	170M7083	2.500 A, 700 V	170M7083	20 695 32.2500

Tabella 10.14 380–480 V, Frame F, opzioni dei fusibili di rete per conformità UL

Modello	Bussmann PN interno al convertitore di frequenza	Grado	Siba PN alternato
P450	170M8611	1.100 A, 1.000 V	20 781 32.1000
P500	170M8611	1.100 A, 1.000 V	20 781 32.1000
P560	170M6467	1.400 A, 700 V	20 681 32.1400
P630	170M6467	1.400 A, 700 V	20 681 32.1400
P710	170M8611	1.100 A, 1.000 V	20 781 32.1000
P800	170M6467	1.400 A, 700 V	20 681 32.1400

Tabella 10.15 380-480 V, frame F, fusibili collegamento CC modulo inverter

AVVISO!

Per assicurare la conformità UL è necessario usare fusibili della serie Bussmann 170M per le unità non dotate di un'opzione con solo contattore. Per le unità dotate di un'opzione con solo contattore vedere la *Tabella 10.32* per i gradi SCCR e i criteri dei fusibili UL.

Modello	Fusibile esterno raccomandato per il convertitore di frequenza Bussmann PN	Grado	Opzione interna per il convertitore di frequenza Bussmann PN	Siba PN esterno alternato	Esterno alternato Ferraz Shawmut PN
P355	170M4017	700 A, 700 V	170M4017	20 610 32.700	6.9URD31D08A0700
P400	170M4017	700 A, 700 V	170M4017	20 610 32.700	6.9URD31D08A0700
P500	170M6013	900 A, 700 V	170M6013	22 610 32.900	6.9URD33D08A0900
P560	170M6013	900 A, 700 V	170M6013	22 610 32.900	6.9URD33D08A0900

Tabella 10.16 525–690 V, frame E, opzioni dei fusibili di rete per conformità UL

Modello	Fusibile esterno raccomandato per il convertitore di frequenza Bussmann PN	Grado	Opzione interna Bussmann PN per il convertitore di frequenza	Siba PN alternato
P630	170M7081	1.600 A, 700 V	170M7082	20 695 32.1600
P710	170M7081	1.600 A, 700 V	170M7082	20 695 32.1600
P800	170M7081	1.600 A, 700 V	170M7082	20 695 32.1600
P900	170M7081	1.600 A, 700 V	170M7082	20 695 32.1600
P1000	170M7082	2.000 A, 700 V	170M7082	20 695 32.2000
P1200	170M7083	2.500 A, 700 V	170M7083	20 695 32.2500

Tabella 10.17 525–690 V, frame F, opzioni dei fusibili di rete per conformità UL

 Danfoss A/S © 11/2017 Tutti i diritti riservati.

Modello	Bussmann PN interno al convertitore di frequenza	Grado	Siba PN alternato
P630	170M8611	1.100 A, 1.000 V	20 781 32.1000
P710	170M8611	1.100 A, 1.000 V	20 781 32.1000
P800	170M8611	1.100 A, 1.000 V	20 781 32.1000
P900	170M8611	1.100 A, 1.000 V	20 781 32.1000
P1000	170M8611	1.100 A, 1.000 V	20 781 32.1000
P1200	170M8611	1.100 A, 1.000 V	20 781 32.1000

Tabella 10.18 525–690 V, frame F, fusibili collegamento CC modulo inverter

I fusibili 170M Bussmann mostrati utilizzano l'indicatore visivo -/80. È possibile sostituirli con i fusibili con indicatore -TN/80 tipo T, -/110 o TN/110 tipo T di uguali dimensioni e amperaggio per l'utilizzo esterno. Per soddisfare i requisiti UL usare un fusibile almeno con certificazione 500 V UL con corrente nominale adatta.

10.5.2 Fusibili supplementari

Frame	Bussmann PN	Grado
E ed F	KTK-4	4 A, 600 V

Tabella 10.19 Fusibile SMPS

Dimensione/tipo	Bussmann PN	Littelfuse	Grado
P355–P400, 525–690 V	KTK-4	–	4 A, 600 V
P315-P800, 380–480 V	–	KLK-15	15 A, 600 V
P500–P1M2, 525–690 V	–	KLK-15	15 A, 600 V

Tabella 10.20 Fusibili ventola

Fusibile	Taglia/Tipo	Bussmann PN	Grado	Fusibili alternativi
2,5–4,0 A	P450–P800, 380–480 V	LPJ-6 SP o SPI	6 A, 600 V	Tutti gli elementi doppi classe J elencati, ritardo di tempo, 6 A
	P630–P1M2, 525–690 V	LPJ-10 SP o SPI	10 A, 600 V	Tutti gli elementi doppi classe J elencati, ritardo di tempo, 10 A
4,0-6,3 A	P450–P800, 380–480 V	LPJ-10 SP o SPI	10 A, 600 V	Tutti gli elementi doppi classe J elencati, ritardo di tempo, 10 A
	P630–P1M2, 525–690 V	LPJ-15 SP o SPI	15 A, 600 V	Tutti gli elementi doppi classe J elencati, ritardo di tempo, 15 A
6,3-10 A	P450–P800, 380–480 V	LPJ-15 SP o SPI	15 A, 600 V	Tutti gli elementi doppi classe J elencati, ritardo di tempo, 15 A
	P630–P1M2, 525–690 V	LPJ-20 SP o SPI	20 A, 600 V	Tutti gli elementi doppi classe J elencati, ritardo di tempo, 20 A
10–16 A	P450–P800, 380–480 V	LPJ-25 SP o SPI	25 A, 600 V	Tutti gli elementi doppi classe J elencati, ritardo di tempo, 25 A
	P630–P1M2, 525–690 V	LPJ-20 SP o SPI	20 A, 600 V	Tutti gli elementi doppi classe J elencati, ritardo di tempo, 20 A

Tabella 10.21 Fusibili controllore motore manuali

 Danfoss A/S © 11/2017 Tutti i diritti riservati.

Frame	Bussmann PN	Grado	Fusibili alternativi
F	LPJ-30 SP o SPI	30 A, 600 V	Tutti gli elementi doppi classe J elencati, ritardo di tempo, 30 A

Tabella 10.22 30 A morsetto protetto da fusibile

Frame	Bussmann PN	Grado	Fusibili alternativi
F	LPJ-6 SP o SPI	6 A, 600 V	Tutti gli elementi doppi classe J elencati, ritardo di tempo, 6 A

Tabella 10.23 Fusibile del trasformatore di controllo

Frame	Bussmann PN	Grado	Fusibili alternativi
F	LP-CC-6	6 A, 600 V	Tutte le classi elencate CC, 6 A

Tabella 10.24 Fusibile bobina relè di sicurezza con relè PILZ

10.5.3 Fusibili di rete, F8–F13

I seguenti fusibili sono adatti per l'uso su un circuito in grado di fornire 100.000 A_{rms} (simmetrici), 240 V, 480 V o 600 V in funzione della tensione nominale del convertitore di frequenza. Con i fusibili adeguati la corrente nominale di cortocircuito (SCCR) del sistema convertitore è pari a 100.000 A_{rms}.

Modello	Dimensione del frame	Grado		Bussmann P/N	Ricambio Bussmann P/N	Perdita di potenza del fusibile stimata [W]	
		[V] (UL)	[A]			400 V	460 V
P250	F8–F9	700	700	170M4017	176F8591	25	19
P315	F8–F9	700	700	170M4017	176F8591	30	22
P355	F8–F9	700	700	170M4017	176F8591	38	29
P400	F8–F9	700	700	170M4017	176F8591	3500	2800
P450	F10–F11	700	900	170M6013	176F8592	3940	4925
P500	F10–F11	700	900	170M6013	176F8592	2625	2100
P560	F10–F11	700	900	170M6013	176F8592	3940	4925
P630	F10–F11	700	1500	170M6018	176F8592	45	34
P710	F12–F13	700	1500	170M6018	176F9181	60	45
P800	F12–F13	700	1500	170M6018	176F9181	83	63

Tabella 10.25 Fusibili di rete, 380–480 V

Modello	Dimensione del frame	Grado		Bussmann P/N	Ricambio Bussmann P/N	Perdita di potenza del fusibile stimata [W]	
		[V] (UL)	[A]			600 V	690 V
P355	F8–F9	700	630	170M4016	176F8335	13	10
P400	F8–F9	700	630	170M4016	176F8335	17	13
P500	F8–F9	700	630	170M4016	176F8335	22	16
P560	F8–F9	700	630	170M4016	176F8335	24	18
P630	F10–F11	700	900	170M6013	176F8592	26	20
P710	F10–F11	700	900	170M6013	176F8592	35	27
P800	F10–F11	700	900	170M6013	176F8592	44	33
P900	F12–F13	700	1500	170M6018	176F9181	26	20
P1M0	F12–F13	700	1500	170M6018	176F9181	37	28
P1M2	F12–F13	700	1500	170M6018	176F9181	47	36

Tabella 10.26 Fusibili di rete, 525–690 V

 Danfoss A/S © 11/2017 Tutti i diritti riservati.

Modello	Bussmann PN	Grado	Siba
P450	170M8611	1.100 A, 1.000 V	20 781 32.1000
P500	170M8611	1.100 A, 1.000 V	20 781 32.1000
P560	170M6467	1.400 A, 700 V	20 681 32.1400
P630	170M6467	1.400 A, 700 V	20 681 32.1400
P710	170M8611	1.100 A, 1.000 V	20 781 32.1000
P800	170M6467	1.400 A, 700 V	20 681 32.1400

Tabella 10.27 Fusibili collegamento CC modulo inverter, 380-480 V

Modello	Bussmann PN	Grado	Siba
P630	170M8611	1.100 A, 1.000 V	20 781 32.1000
P710	170M8611	1.100 A, 1.000 V	20 781 32.1000
P800	170M8611	1.100 A, 1.000 V	20 781 32.1000
P900	170M8611	1.100 A, 1.000 V	20 781 32.1000
P1M0	170M8611	1.100 A, 1.000 V	20 781 32.1000
P1M2	170M8611	1.100 A, 1.000 V	20 781 32.1000

Tabella 10.28 Fusibili collegamento CC modulo inverter, 525-690 V

I fusibili 170M Bussmann mostrati utilizzano l'indicatore visivo -/80. È possibile sostituirli con i fusibili con indicatore -TN/80 tipo T, -/110 o TN/110 tipo T di uguali dimensioni e amperaggio per l'utilizzo esterno. Per soddisfare i requisiti UL usare uno fusibile almeno con certificazione 480 V UL con corrente nominale adatta.

Frame	Modelli	Tipo	Impostazioni di fabbrica interruttore	
			Livello di scatto [A]	Tempo [s]
F3	380–480 V, modello: P450 525–690 V, modello: P630–P710	Merlin Gerin NPJF36120U31AABSCYP	1200	0,5
F3	380–480 V, modello: P500–P630 525–690 V, modello: P800	Merlin Gerin NRJF36200U31AABSCYP	2000	0,5
F4	380–480 V, modello: P710 525–690 V, modello: P900–P1M2	Merlin Gerin NRJF36200U31AABSCYP	2000	0,5
F4	380–480 V, modello: P800	Merlin Gerin NRJF36250U31AABSCYP	2500	0,5

Tabella 10.29 Interruttori, F3–F4

 Danfoss A/S © 11/2017 Tutti i diritti riservati.

10.6 Sezionatori e contattori

10.6.1 Sezionatori di rete, E1–E2 ed F3–F4

Dimensione del frame	Modello	Tipo
380–480 V		
E1–E2	P315–P400	ABB OETL-NF800A
F3	P450	Merlin Gerin NPJF36000S12AAYP
F3	P500–P630	Merlin Gerin NRKF36000S20AAYP
F4	P710–P800	Merlin Gerin NRKF36000S20AAYP
525–690 V		
E1–E2	P355–P560	ABB OETL-NF600A
F3	P630–P710	Merlin Gerin NPJF36000S12AAYP
F3	P800	Merlin Gerin NRKF36000S20AAYP
F4	P900–P1M2	Merlin Gerin NRKF36000S20AAYP

Tabella 10.30 Sezionatori di rete, frame E1–E2 ed F3–F4

10.6.2 Sezionatori di rete, F9/F11/F13

Dimensione del frame	Modello	Tipo
380–480 V		
F9	P250	ABB OETL-NF600A
F9	P315	ABB OETL-NF600A
F9	P355	ABB OETL-NF600A
F9	P400	ABB OETL-NF600A
F11	P450	ABB OETL-NF800A
F11	P500	ABB OETL-NF800A
F11	P560	ABB OETL-NF800A
F11	P630	ABB OT800U21
F13	P710	Merlin Gerin NPJF36000S12AAYP
F13	P800	Merlin Gerin NPJF36000S12AAYP
525–690 V		
F9	P355	ABB OT400U12-121
F9	P400	ABB OT400U12-121
F9	P500	ABB OT400U12-121
F9	P560	ABB OT400U12-121
F11	P630	ABB OETL-NF600A
F11	P710	ABB OETL-NF600A
F11	P800	ABB OT800U21
F13	P900	ABB OT800U21
F13	P1M0	Merlin Gerin NPJF36000S12AAYP
F13	P1M2	Merlin Gerin NPJF36000S12AAYP

Tabella 10.31 Sezionatori di rete, frame F9/F11/F13

 Danfoss A/S © 11/2017 Tutti i diritti riservati.

10.6.3 Contattori di rete, F3–F4

Dimensione del frame	Modello e tensione	Contattore
F3	P450–P500, 380–480 V P630–P800, 525–690 V	Eaton XTCE650N22A
F3	P560, 380–480 V	Eaton XTCE820N22A
F3	P630. 380–480 V	Eaton XTCEC14P22B
F4	P900. 525–690 V	Eaton XTCE820N22A
F4	P710–P800. 380–480 V P1M2, 525–690 V	Eaton XTCEC14P22B

Tabella 10.32 Contattori di rete, frame F3–F4

AVVISO!

Per i contattori di rete è necessaria un'alimentazione a 230 V fornita dall'utente.

10.7 Motore

Con un convertitore di frequenza possono essere utilizzati tutti i tipi di motore standard asincroni trifase.

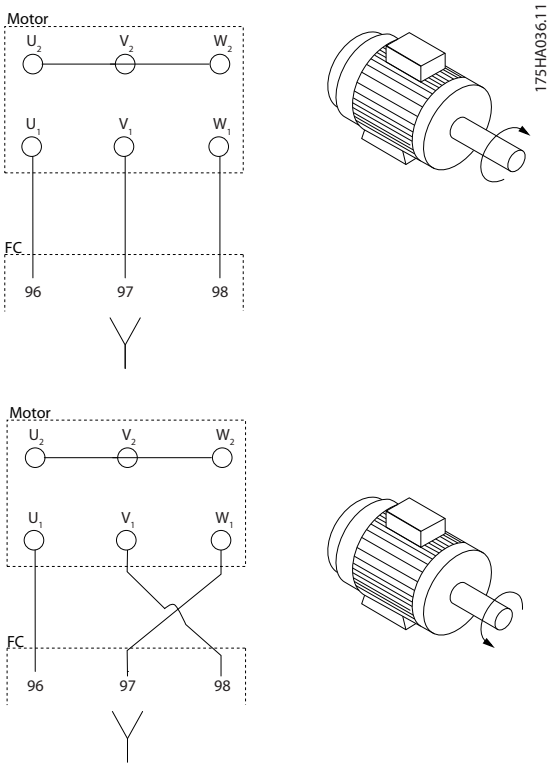
Morsetto	Funzione
96	U/T1
97	V/T2
98	W/T3
99	Terra

Tabella 10.33 Morsetti cavo motore che forniscono una rotazione in senso orario (impostazione di fabbrica)

10

Il senso di rotazione può essere invertito scambiando due fasi nel cavo motore oppure cambiando l'impostazione del *parametro 4-10 Motor Speed Direction*.

Il controllo della rotazione del motore può essere eseguito usando il *parametro 1-28 Motor Rotation Check* e seguendo la configurazione mostrata nella *Disegno 10.18*.



Disegno 10.18 Inversione della rotazione del motore

 Danfoss A/S © 11/2017 Tutti i diritti riservati.

Requisiti per frame F1/F3
Ciascun modulo inverter deve avere lo stesso numero di cavi di fasi del motore e devono essere in gruppi di due (ad esempio due, quattro, sei o otto). Un cavo singolo non è consentito. È preferibile che i cavi tra i morsetti dei moduli inverter e il primo punto comune di una fase siano di pari lunghezza o entro una tolleranza del 10%. Il punto comune consigliato sono i morsetti del motore. Per esempio, se un modulo inverter A usa un cavo di 100 m (328 piedi) i moduli inverter successivi potrebbero usare un cavo di lunghezza compresa tra 90 e 110 m (295 e 360 piedi).

Requisiti per frame F2/F4
Ciascun modulo inverter deve avere lo stesso numero di cavi di fase del motore e devono essere in gruppi di tre (per esempio tre, sei, nove o dodici). Uno o due cavi non sono consentiti. È preferibile che i cavi tra i morsetti dei moduli inverter e il primo punto comune di una fase siano di pari lunghezza o entro una tolleranza del 10%. Il punto comune consigliato sono i morsetti del motore. Per esempio, se un modulo inverter A usa un cavo di 100 m (328 piedi) i moduli inverter successivi potrebbero usare un cavo di lunghezza compresa tra 90 e 110 m (295 e 360 piedi).

10.7.1 Protezione termica del motore

Il relè termico elettronico nel convertitore di frequenza ha ottenuto l'approvazione UL per la protezione da sovraccarico del singolo motore, quando il *parametro 1-90 Motor Thermal Protection* è impostato su *ETR scatto* e il *parametro 1-24 Motor Current* è impostato sulla corrente nominale del motore (vedere la targa del motore).
Per la protezione termica del motore è inoltre possibile utilizzare l'opzione VLT® PTC Thermistor Card MCB 112. Tale scheda è dotata di certificato ATEX per la protezione dei motori in aree potenzialmente esplosive, Zona 1/21 e Zona 2/22. Quando il *parametro 1-90 Motor Thermal Protection*, impostato su *[20] ATEX ETR*, è utilizzato in combinazione con MCB 112 è possibile controllare un motore Ex-e in aree a rischio di esplosione. Consultare la *Guida alla Programmazione* per ulteriori dettagli sulla configurazione del convertitore di frequenza per il funzionamento sicuro dei motori Ex-e.

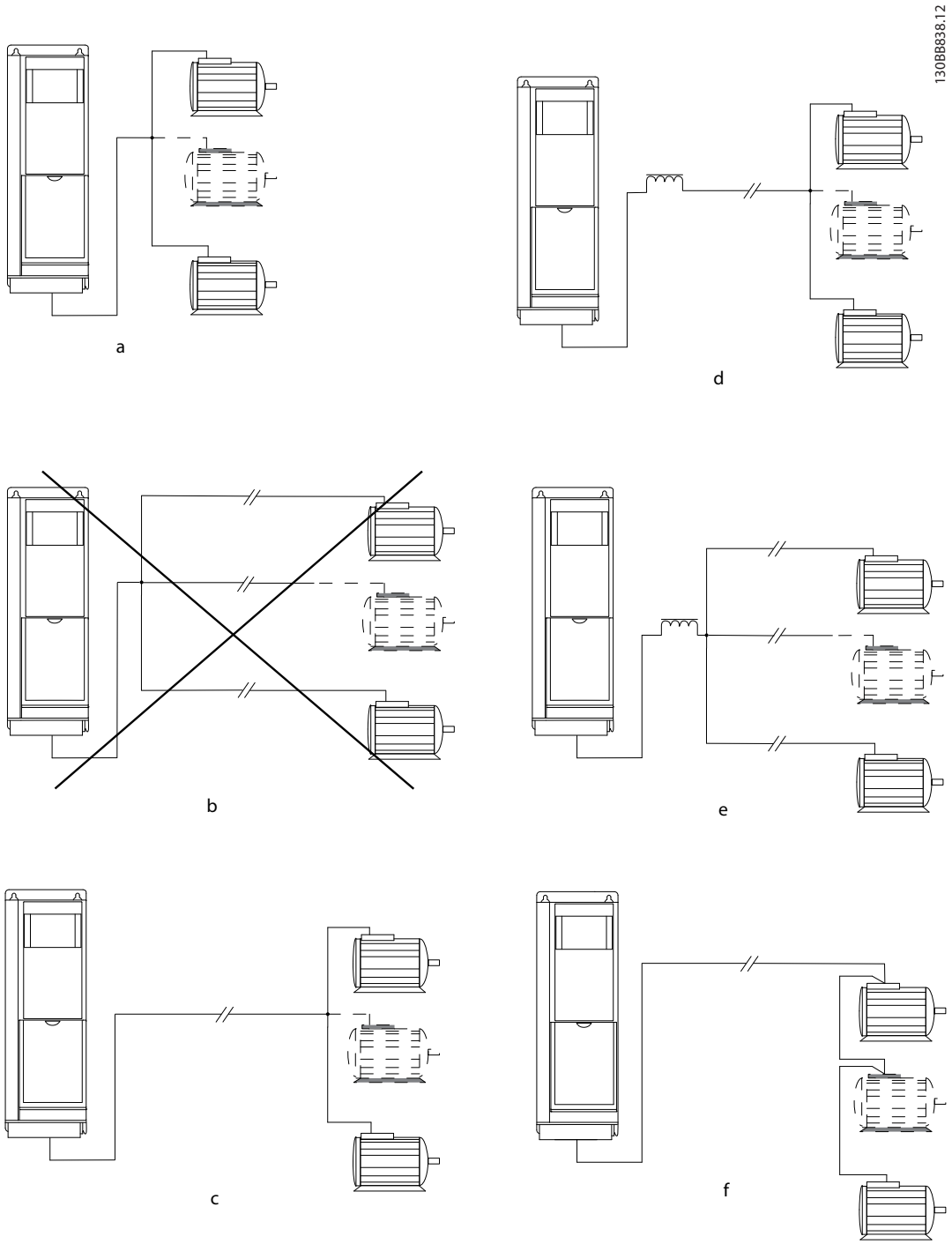
10.7.2 Collegamento in parallelo di motori

Il convertitore di frequenza può controllare diversi motori collegati in parallelo. Per configurazioni diverse dei motori collegati in parallelo vedere la *Disegno 10.19*.

Quando si utilizza il collegamento del motore in parallelo, osservare quanto segue:

- Eseguire le applicazioni con motori in parallelo in modalità U/F (volt per hertz).
- La modalità VVC+ è utilizzabile in alcune applicazioni.
- L'assorbimento totale di corrente dei motori non deve superare la corrente di uscita nominale I_{INV} per il convertitore.
- Possono insorgere problemi all'avviamento e a bassi giri/min. 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 giri/min.
- Il relè termico elettronico (ETR) del convertitore di frequenza non può essere utilizzato come protezione da sovraccarico motore. Assicurare una protezione da sovraccarico motore supplementare, installando termistori in ogni avvolgimento del motore oppure relè termici individuali.
- Se i motori sono collegati in parallelo, *parametro 1-02 Flux Motor Feedback Source* non può essere utilizzato e *parametro 1-01 Motor Control Principle* deve essere impostato su *[0] U/f*.

 Danfoss A/S © 11/2017 Tutti i diritti riservati.



A	L'installazione con cavi collegati a un punto comune come mostrato in A e B è consigliata soltanto per cavi corti.
B	Tenere presente la lunghezza del cavo motore massima specificata nel *capitolo 7.6 Specifiche dei cavi*.
C	La lunghezza del cavo motore totale specificata nel *capitolo 7.6 Specifiche dei cavi* è valida purché ciascuno dei cavi paralleli sia mantenuto a una lunghezza inferiore a 10 m (32 piedi).
D	Considerare la caduta di tensione attraverso i cavo motore.
E	Considerare la caduta di tensione attraverso i cavo motore.
F	La lunghezza del cavo motore totale specificata nel *capitolo 7.6 Specifiche dei cavi* è valida purché ciascuno dei cavi paralleli sia mantenuto a una lunghezza inferiore a 10 m (32 piedi).

Disegno 10.19 Diversi collegamenti in parallelo di motori

 Danfoss A/S © 11/2017 Tutti i diritti riservati.

10.7.3 Isolamento del motore

Per lunghezze del cavo motore inferiori o uguali alla lunghezza massima del cavo elencata nel *capitolo 7.6 Specifiche dei cavi* usare i gradi di isolamento del motore mostrati nella *Tabella 10.34*. Se un motore presenta un grado di isolamento inferiore Danfoss consiglia di utilizzare un filtro dU/dt o sinusoidale.

Tensione di rete nominale	Isolamento del motore
$U_N \leq 420$ V	U_{LL} standard = 1.300 V
420 V<$U_N \leq 500$ V	U_{LL} rinforzato = 1.600 V
500 V<$U_N \leq 600$ V	U_{LL} rinforzato = 1.800 V
600 V<$U_N \leq 690$ V	U_{LL} rinforzato = 2.000 V

Tabella 10.34 Gradi di isolamento del motore

10.7.4 Correnti nei cuscinetti del motore

Per eliminare le correnti circolanti nei cuscinetti in tutti i motori installati con convertitori di frequenza, installare cuscinetti isolati NDE (lato opposto comando). Per ridurre le correnti del cuscinetto DE (lato comando) e dell'albero, assicurare una corretta messa a terra del convertitore di frequenza, del motore, della macchina azionata e del motore alla macchina azionata.

Strategie standard di attenuazione:

- Utilizzare un cuscinetto isolato.
- Attenersi alle procedure di installazione adatte.
  - Assicurarsi che motore e carico motore siano allineati.
  - Attenersi alle direttive di installazione EMC.
  - Rinforzare il conduttore PE in modo tale che l'impedenza ad alta frequenza sia inferiore nel PE rispetto ai cavi di alimentazione in ingresso.
  - Assicurare una buona connessione ad alta frequenza tra il motore e il convertitore di frequenza. Usare un cavo schermato dotato di collegamento a 360° nel motore e nel convertitore di frequenza.
  - Assicurarsi che l'impedenza dal convertitore di frequenza alla terra dell'edificio sia inferiore all'impedenza di messa a terra della macchina. Questa procedura può risultare difficile per le pompe.
  - Eseguire un collegamento a massa diretto tra il motore e il carico motore.
- Ridurre la frequenza di commutazione IGBT.
- Modificare la forma d'onda dell'inverter, 60° AVM rispetto a SFAVM.
- Installare un sistema di messa a terra albero oppure utilizzare un giunto isolante
- Applicare lubrificante conduttivo.
- Utilizzare le impostazioni di velocità minima se possibile.
- Provare ad assicurare che la tensione di rete sia bilanciata verso terra. Questa procedura può risultare difficoltosa per i sistemi IT, TT, TN-CS o con neutro a terra.
- Utilizzare un filtro dU/dt o sinusoidale.

10.8 Frenata

10.8.1 Selezione della resistenza di frenatura

Per gestire una richiesta superiore della frenatura della resistenza è necessaria una resistenza di frenatura. La resistenza di frenatura assorbe l'energia al posto del convertitore di frequenza. Per maggiori informazioni vedere la *Guida alla Progettazione VLT® Brake Resistor MCE 101*.

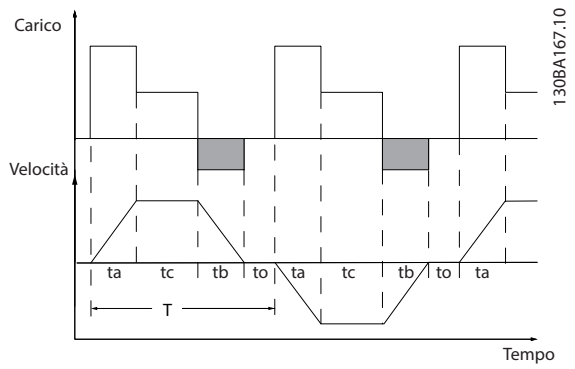
Se la quantità di energia cinetica trasferita alla resistenza in ogni intervallo di frenatura non è nota, è possibile calcolare la potenza media in base al tempo di ciclo e all'intervallo di frenatura (duty cycle intermittente). Il duty cycle intermittente della resistenza indica che il duty cycle a cui lavora la resistenza è attivo. L'*Disegno 10.20* mostra un tipico ciclo di frenatura.

I fornitori di motori usano spesso il valore S5 per definire il carico consentito, che è un'espressione del duty cycle intermittente. Il duty cycle intermittente per la resistenza viene calcolato come segue:

Duty cycle = t_f/T

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

 Danfoss A/S © 11/2017 Tutti i diritti riservati.



Disegno 10.20 Ciclo di frenatura tipico

380–480 V Modello	Tempo di ciclo (s)	Duty cycle di frenatura al 100% della coppia	Duty cycle di frenatura in caso di sovraccoppia (150/160%)
P355–P1000	600	40%	10%
525–690 Modello	**Tempo di ciclo (s)**	**Duty cycle di frenatura al 100% della coppia**	**Duty cycle di frenatura in caso di sovraccoppia (150/160%)**
P560–P630	600	40%	10%
P710–P1M4	600	40%	10%

Tabella 10.35 Frenata a un livello elevato di coppia di sovraccarico

Danfoss fornisce resistenze di frenatura con duty cycle del 5%, 10% e 40%. Se viene applicato un duty cycle del 10%, le resistenze di frenatura 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.

Il carico massimo consentito sulla resistenza di frenatura è indicato come potenza di picco in un duty cycle intermittente dato. La resistenza di frenatura viene calcolata come segue:

$$R_{br}\ [\Omega] = \frac{U_{dc}^2}{P_{peak}}$$

dove

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

Come si può vedere la resistenza di frenatura dipende dalla tensione collegamento CC (U_{dc}).

Dimensioni	Freno attivo	Avviso prima del disinserimento	Disinserimento (scatto)
380–480 V[1)]	810 V	828 V	855 V
525–690 V	1.084 V	1.109 V	1.130 V

Tabella 10.36 Limiti freno FC 102/FC 202

1) In funzione della potenza

AVVISO!

Controllare se la resistenza di frenatura usata è in grado di tollerare una tensione di 410 V, 820 V, 850 V, 975 V o 1.130 V. Le resistenze di frenatura Danfoss sono certificate per l'uso su tutti i convertitori di frequenza Danfoss.

Danfoss raccomanda la resistenza di frenatura R_{rec}. Questo calcolo garantisce che il convertitore di frequenza è in grado di frenare alla potenza freno massima ($M_{br(\%)}$) del 150%. La formula può essere espressa come:

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

η_{motor} è di norma pari a 0,90

η_{VLT} è di norma pari a 0,98

Per convertitori di frequenza da 200 V, 480 V, 500 V e 600 V la potenza freno R_{rec} a 160% è scritta come:

$$200V : R_{rec} = \frac{107780}{P_{motor}}\ [\Omega]$$

$$500V : R_{rec} = \frac{464923}{P_{motor}}\ [\Omega]$$

$$600V : R_{rec} = \frac{630137}{P_{motor}}\ [\Omega]$$

$$690V : R_{rec} = \frac{832664}{P_{motor}}\ [\Omega]$$

AVVISO!

La resistenza del circuito di frenatura selezionata non dovrebbe superare quella raccomandata da Danfoss.

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 di rete o un contattore per scollegare la rete dal convertitore di frequenza o un contatto nel circuito di frenatura. Una dissipazione di potenza ininterrotta nella resistenza di frenatura può provocare surriscaldamento, danni o un incendio.

 Danfoss A/S © 11/2017 Tutti i diritti riservati.

⚠AVVISO

RISCHIO DI INCENDIO

La resistenza di frenatura si surriscalda durante e dopo la frenatura. Il mancato posizionamento della resistenza di frenatura in un'area sicura può comportare danni e/o lesioni gravi.

- **Assicurarsi che la resistenza di frenatura sia collocata in un ambiente sicuro per scongiurare il rischio di incendio.**
- **Non toccare la resistenza di frenatura durante o dopo la frenatura per evitare ustioni gravi.**

10.8.2 Controllo con funzione freno

Può essere impiegata un'uscita a relè/digitale per proteggere la resistenza di frenatura dal sovraccarico o dal surriscaldamento generando un guasto nel convertitore di frequenza. Se l'IGBT freno è sovraccaricato o surriscaldato, il segnale relè/digitale dal freno al convertitore di frequenza fa spegnere l'IGBT freno. Questo segnale relè/digitale non protegge da un cortocircuito nel IGBT freno o da un guasto di terra nel modulo del freno o nel cablaggio. In caso di cortocircuito nell'IGBT freno Danfoss consiglia l'utilizzo di un mezzo per disconnettere il freno.

Inoltre, il freno consente di visualizzare la potenza istantanea e la potenza media degli ultimi 120 s. Il freno può monitorare la potenza a recupero di energia e assicurare che non superi il limite selezionato nel *parametro 2-12 Brake Power Limit (kW)*. Usare il *Parametro 2-13 Brake Power Monitoring* per selezionare la funzione da eseguire quando la potenza trasmessa alla resistenza di frenatura supera il limite impostato nel *parametro 2-12 Brake Power Limit (kW)*.

AVVISO!

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

Controllo sovratensione (OVC) può essere selezionato come una funzione freno alternativa nel *parametro 2-17 Over-voltage Control*. Questa funzione è attiva per tutte le unità e garantisce che, se la tensione del collegamento CC aumenta, anche la frequenza di uscita aumenta per limitare la tensione dal collegamento CC, evitando in questo modo uno scatto.

AVVISO!

L'OVC non può essere attivato mentre è in funzione un motore PM, mentre il *parametro 1-10 Motor Construction* è impostato su *[1] PM, SPM non saliente*.

10.9 Dispositivi a corrente residua (RCD) e controllo resistenza di isolamento (IRM)

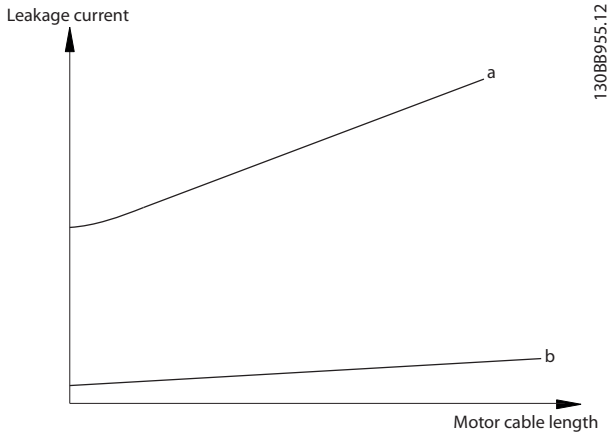
Usare relè RCD, una messa a terra di protezione multipla o una messa a terra come protezione supplementare, a condizione che siano rispettate le norme di sicurezza locali. Se si verifica un guasto verso terra, si potrebbe sviluppare una corrente CC nella corrente di guasto. In caso di impiego di relè RCD, osservare le norme locali. I relè devono essere adatti per la protezione di convertitori di frequenza con un raddrizzatore a ponte trifase e per una scarica di breve durata all'accensione. Per maggiori dettagli vedere il *capitolo 10.10 Corrente di dispersione*.

10.10 Corrente di dispersione

Rispettare le norme nazionali e locali relative alla messa a terra di protezione di apparecchiature in cui le correnti di dispersione superano i 3,5 mA.
La tecnologia dei convertitori di frequenza implica una commutazione di frequenza a elevati livelli di potenza. Questa commutazione a elevata frequenza genera una corrente di dispersione nel collegamento a massa.

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

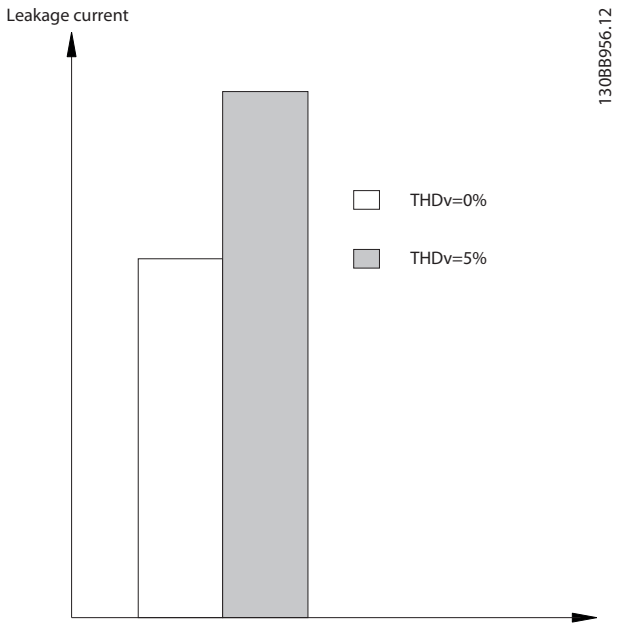
- filtro RFI
- lunghezza del cavo motore
- schermatura del cavo motore
- potenza del convertitore di frequenza.



Disegno 10.21 La lunghezza del cavo motore e la taglia della potenza influenzano la corrente di dispersione. Taglia di potenza a > taglia di potenza b.

 Danfoss A/S © 11/2017 Tutti i diritti riservati.

La corrente di dispersione dipende anche dalla distorsione di linea.



Disegno 10.22 La distorsione di linea influisce sulla corrente di dispersione

Se la corrente di dispersione supera 3,5 mA, la conformità alla EN/IEC61800-5-1 (norma di prodotto per azionamenti elettrici a velocità variabile) richiede particolari precauzioni.

Potenziare la messa a terra con i seguenti requisiti di collegamento a massa di protezione:

- Filo di terra (morsetto 95) con una sezione trasversale di almeno 10 mm^2 (8 AWG).
- Due fili di terra separati, entrambi di dimensioni adeguate a quanto previsto dalla norma.

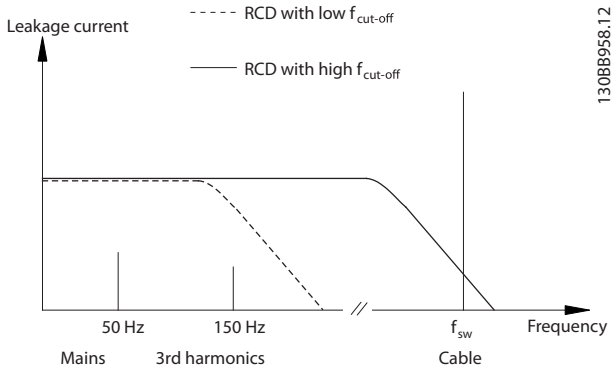
Per ulteriori informazioni vedere le norme EN/IEC61800-5-1 e EN 50178.

Utilizzo degli RCD

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

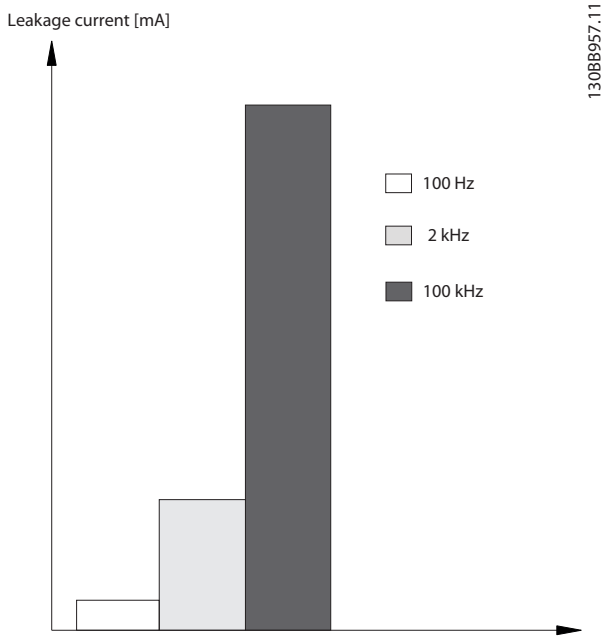
- Utilizzare solo RCD di tipo B, poiché solo questi sono in grado di rilevare correnti CA e CC.
- Utilizzare RCD con un ritardo per evitare guasti dovuti a correnti di terra transitorie.
- Dimensionare gli RCD in funzione della configurazione del sistema e di considerazioni ambientali.

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



Disegno 10.23 Principali contributi alla corrente di dispersione

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



Disegno 10.24 Influsso della frequenza di taglio RCD sulla corrente di dispersione

10.11 Sistema di distribuzione IT

Alimentazione di rete isolata da terra

Se il convertitore di frequenza è alimentato da una rete di alimentazione isolata (rete IT, con triangolo non messo a terra o messo a terra) o da una rete TT/TN-S con messa a terra, si consiglia di disattivare lo switch RFI mediante il *parametro 14-50 RFI Filter* sul convertitore di frequenza e il *parametro 14-50 RFI Filter* sul filtro. Per maggiori dettagli, vedere la norma IEC 364-3. In posizione off, i condensatori dei filtri tra chassis e collegamento CC vengono esclusi per evitare danni al collegamento CC e per ridurre le correnti capacitive verso terra conformemente alla norma IEC 61800-3.

Qualora fossero necessarie prestazioni EMC ottimali o vengano collegati motori in parallelo o la lunghezza del cavo motore fosse superiore ai 25 m (82 piedi), Danfoss consiglia l'impostazione del *parametro 14-50 RFI Filter* su [On]. Fare anche riferimento alle *Note sull'applicazione, VLT su reti IT* . È importante utilizzare controlli di isolamento certificati per essere impiegati insieme ai componenti elettronici di potenza (IEC 61557-8).

Danfoss non consiglia l'utilizzo di un contattore in uscita per convertitori di frequenza 525-690 V collegati a una rete di alimentazione IT.

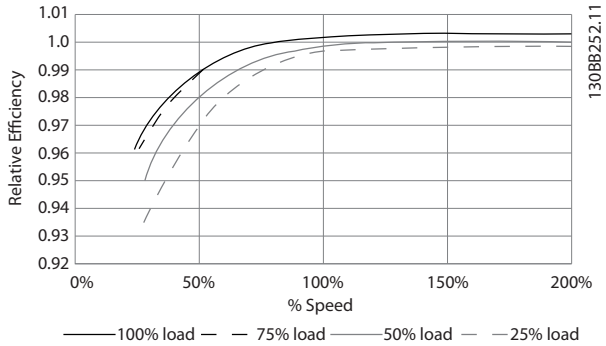
10.12 Rendimento

Efficienza del convertitore di frequenza (η_{VLT})
Il carico applicato sul convertitore di frequenza ha poca influenza sul suo rendimento. In generale, il rendimento alla frequenza nominale del motore $f_{M,N}$ è lo stesso sia quando il motore fornisce il 100% della coppia nominale dell'albero, sia quando essa è soltanto pari al 75%, come in caso di carichi parziali.

Il rendimento del convertitore di frequenza non varia pur selezionando caratteristiche U/f diverse. Tuttavia le caratteristiche U/f influenzano il rendimento del motore.

Il rendimento degrada lievemente quando la frequenza di commutazione viene impostata su un valore superiore a 5 kHz. L'efficienza viene leggermente ridotta quando la tensione di rete è di 480 V o se il cavo motore è più lungo di 30 m (98 piedi).

Calcolo del rendimento del convertitore di frequenza
Calcolare il rendimento del convertitore di frequenza a velocità e carichi differenti in base alla *Disegno 10.25*. Il fattore in questo grafico deve essere moltiplicato per il fattore di rendimento specifico riportato nelle tabelle a specifica nel *capitolo 7.1 Dati elettrici, 380-480 V* e nel *capitolo 7.2 Dati elettrici, 525-690 V*



Disegno 10.25 Curve di rendimento tipiche

Esempio: prendiamo un convertitore di frequenza da 160 kW, 380–480/500 V CA al 25% del carico e al 50% di velocità. L'*Disegno 10.25* indica 0,97 - il rendimento nominale per un convertitore di frequenza da 160 kW è 0,98. Il rendimento effettivo è in tal caso pari a: 0,97 x 0,98 = 0,95.

Rendimento del motore (η_{MOTOR})
Il rendimento di un motore collegato al convertitore di frequenza dipende dal livello di magnetizzazione. In generale, il rendimento è buono quanto con il funzionamento di rete. 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, sia quando il motore è controllato dal convertitore di frequenza sia quando è direttamente collegato alla rete.

Nei motori di piccole dimensioni, l'influenza della caratteristica U/f sul rendimento è marginale, mentre se si impiegano motori a partire da 11 kW (15 cv) in poi, i vantaggi sono notevoli.

Normalmente, la frequenza di commutazione non influisce sul rendimento dei motori di piccole dimensioni. Nei motori pari o superiori a 11 kW (15 cv) il rendimento è superiore (1–2%) perché la forma dell'onda sinusoidale della corrente motore è quasi perfetta a elevate frequenze di commutazione.

Rendimento del sistema (η_{SYSTEM})
Per calcolare il rendimento del sistema il rendimento del convertitore di frequenza (η_{VLT}) è moltiplicato per il rendimento del motore (η_{MOTOR}):
$\eta_{SYSTEM}=\eta_{VLT} \times \eta_{MOTOR}$

10.13 Disturbo acustico

Il disturbo acustico del convertitore di frequenza proviene da tre fonti:

- bobine del collegamento CC
- ventilatori interni
- bobine del filtro RFI.

La *Tabella 10.37* elenca i valori tipici di disturbo acustico misurati a una distanza di 1 m (9 piedi) dall'unità.

Dimensione del frame	dBA con ventole a piena velocità
E1–E2[1)]	74
E1–E2[2)]	83
F1–F4 ed F8–F13	80

Tabella 10.37 Disturbo acustico

1) P450–P500, soltanto 525–690 V.
2) Modelli E per tutti gli altri frame.

Risultati dei test eseguiti conformemente a ISO 3744 per l'ampiezza del disturbo in ambiente controllato. È stato quantificato il tono del disturbo per la registrazione di dati ingegneristici delle prestazioni dell'hardware secondo ISO 1996-2 Allegato D.

 Danfoss A/S © 11/2017 Tutti i diritti riservati.

10.14 Condizioni dU/dt

AVVISO!

Per evitare l'usura precoce dei motori non progettati per l'uso con convertitori di frequenza, come i motori privi di foglio di isolamento di fase o di altro supporto di isolamento, Danfoss consiglia vivamente di installare un filtro dU/dt o sinusoidale sull'uscita del convertitore di frequenza. Per ulteriori informazioni su dU/dt e sui filtri sinusoidali vedere la *Guida alla Progettazione per i filtri di uscita*.

Se un transistor dell'inverter viene aperto, la tensione applicata al motore aumenta in base a un rapporto dU/dt che dipende da:

- cavo motore (tipo, sezione trasversale, lunghezza, schermato o non schermato)
- induttanza.

L'induttanza intrinseca genera una sovraelongazione U_{PEAK} nella tensione motore prima di stabilizzarsi a un livello determinato dalla tensione nel collegamento CC. Il tempo di salita e la tensione di picco U_{PEAK} influenzano la durata del motore. Sono interessati in particolare i motori non provvisti di isolamento dell'avvolgimento di fase se la tensione di picco è troppo alta. La lunghezza del cavo motore influisce sul tempo di salita e sulla tensione di picco. Per esempio, se il cavo motore è corto (pochi metri) il tempo di salita e la tensione di picco sono inferiori. Se il cavo motore è lungo (100 m) (328 piedi), il tempo di salita e la tensione di picco sono più alti.

La commutazione degli IGBT provoca una tensione di picco sui morsetti del motore. Il convertitore di frequenza soddisfa le richieste dell'IEC 60034-25 riguardanti i motori concepiti per essere controllati da convertitori di frequenza. Il convertitore di frequenza soddisfa inoltre la norma IEC 60034-17 relativa ai motori normali controllati da convertitori di frequenza.

Gamma ad alta potenza

Le taglie di potenza elencate nella *Tabella 10.38* e nella *Tabella 10.39* con le tensioni di rete appropriate soddisfano i requisiti di IEC 60034-17 riguardo ai motori normali controllati da convertitori di frequenza, IEC 60034-25 riguardo ai motori progettati per il controllo mediante convertitori di frequenza e NEMA MG 1-1998 Parte 31.4.4.2 per i motori alimentati a inverter. Le taglie di potenza nella *Tabella 10.38* e nella *Tabella 10.39* non sono conformi alla NEMA MG 1-1998 Parte 30.2.2.8 per i motori generici.

10

380–480 V

Modello	Lunghezza del cavo [m (piedi)]	Tensione di rete [V]	Tempo di salita [µs]	Tensione di picco [V]	dU/dt [V/µs]
P315–P1M0 (380–480 V)	30 (98,5)	500	0,71	1165	1389
	30 (98,5)	500[1)]	0,80	906	904
	30 (98,5)	400	0,61	942	1233
	30 (98,5)	400[1)]	0,82	760	743

Tabella 10.38 Frame dU/dt E1–E2 ed F1–F13, 380–480 V

[1)] Con filtro dU/dt Danfoss.

525–690 V

Modello	Lunghezza del cavo [m (piedi)]	Tensione di rete [V]	Tempo di salita [µs]	Tensione di picco [V]	dU/dt [V/µs]
P450–P1M4 (525–690 V)	30 (98,5)	690	0,57	1611	2261
	30 (98,5)	575	0,25	–	2510
	30 (98,5)	690[1)]	1,13	1629	1150

Tabella 10.39 Frame dU/dt E1–E2 ed F1–F13, 525–690 V

[1)] Con filtro dU/dt Danfoss.

 Danfoss A/S © 11/2017 Tutti i diritti riservati.

10.15 Panoramica sulla compatibilità elettromagnetica (EMC)

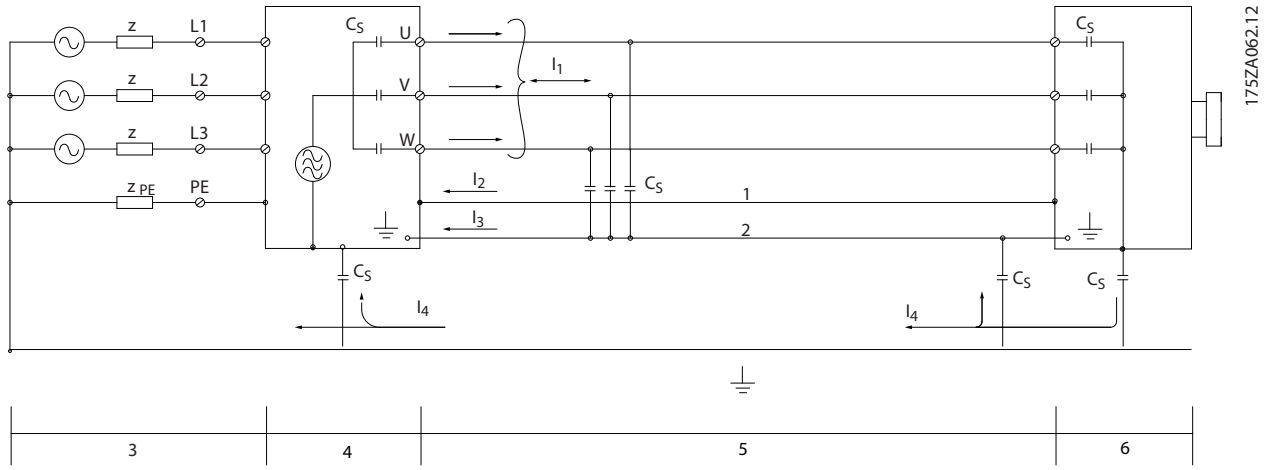
I dispositivi elettrici generano interferenze e sono interessati da interferenze da altre sorgenti generate. La compatibilità elettromagnetica (EMC) di questi effetti dipende dalla potenza e dalle caratteristiche armoniche dei dispositivi.

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

- scariche elettrostatiche
- rapide oscillazioni di tensione
- interferenza ad alta frequenza.

Nella maggior parte dei casi le oscillazioni transitorie da scoppio avvengono a frequenze comprese tra 150 kHz e 30 MHz. L'interferenza trasportata dall'aria proveniente dal sistema del convertitore di frequenza nel campo compreso tra 30 MHz e 1 GHz è generata dall'inverter, dal cavo motore e dal motore.

Le correnti capacitive presenti nel cavo motore, accoppiate con un elevato valore dU/dt nella tensione motore, generano correnti di dispersione. Vedere *Disegno 10.26*. I cavi motore schermati hanno maggiori capacità tra i fili di fase e lo schermo e anche tra lo schermo e la terra. Questa capacità aggiuntiva dei cavi, insieme ad altre capacità parassite e all'induttanza del motore, modifica le caratteristiche delle emissioni elettromagnetiche prodotte dall'unità. La modifica nelle caratteristiche delle emissioni elettromagnetiche avviene principalmente in emissioni inferiori a 5 MHz. La maggior parte della corrente di dispersione (I1) viene convogliata nuovamente all'unità attraverso la messa a terra (PE) (I3), lasciando soltanto un piccolo campo elettromagnetico (I4) dal cavo motore schermato. Lo schermo riduce l'interferenza irradiata, ma aumenta l'interferenza a bassa frequenza sulla rete.



1	Filo di terra	Cs	Possibili percorsi della capacità parassita dello shunt (varia a seconda delle installazioni)
2	Schermo	I_1	Corrente di dispersione di modalità comune
3	Alimentazione di rete CA	I_2	Cavo motore schermato
4	Convertitore di frequenza	I_3	Terra di protezione (quarto conduttore nei cavi motore)
5	Cavo motore schermato	I_4	Corrente non intenzionale di modalità comune
6	Motore	–	–

Disegno 10.26 Modello elettrico che mostra le possibili correnti di dispersione

 Danfoss A/S © 11/2017 Tutti i diritti riservati.

10.15.1 Risultati test EMC

I seguenti risultati sono stati ottenuti usando un convertitore di frequenza (con le opzioni eventualmente pertinenti), un cavo di comando schermato, un dispositivo di comando con potenziometro, un motore e cavi motore schermati.

Tipo di filtro RFI		Emissione condotta			Emissione irradiata		
Standard e requisiti	**EN 55011**	**Classe B** Domestico, commerciale e industrie leggere	**Classe A gruppo 1** Ambiente industriale	**Classe A gruppo 2** Ambiente industriale	**Classe B** Domestico, commerciale e industrie leggere	**Classe A gruppo 1** Ambiente industriale	**Classe A gruppo 2** Ambiente industriale
	EN/IEC 61800-3	**Categoria C1** Primo ambiente Casa e ufficio	**Categoria C2** Primo ambiente Casa e ufficio	**Categoria C3** Secondo ambiente Industriale	**Categoria C1** Primo ambiente Casa e ufficio	**Categoria C2** Primo ambiente Casa e ufficio	**Categoria C3** Primo ambiente Casa e ufficio
H2							
FC 102	355–1.000 kW 380–480 V	No	No	150 m (492 piedi)	No	No	Sì
	450–1.400 kW 525–690 V	No	No	150 m (492 piedi)	No	No	Sì
H4							
FC 102	355–1.000 kW 380–480 V	No	150 m (492 piedi)	150 m (492 piedi)	No	Sì	Sì
	450–1.400 kW 525–690 V	–	–	–	–	–	–

Tabella 10.40 Risultati test EMC (emissioni e immunità)

10.15.2 Requisiti relativi alle emissioni

In base alle norme di prodotto relative alla compatibilità elettromagnetica per convertitori di frequenza a velocità regolabile EN/IEC 61800-3:2004, i requisiti EMC dipendono dall'ambiente in cui il convertitore di frequenza viene installato. Questi ambienti, insieme ai requisiti di alimentazione della tensione di rete, sono definiti in *Tabella 10.41*.

I convertitori di frequenza sono conformi ai requisiti EMC descritti in IEC/EN 61800-3 (2004)+AM1 (2011), categoria C3, per le apparecchiature con un assorbimento di corrente per fase maggiore di 100 A, installate nel secondo ambiente. La conformità ai test è stata eseguita con un cavo motore schermato da 150 m (492 piedi).

Categoria (EN 61800-3)	Definizione	Emissione condotta (EN 55011)
C1	Primo ambiente (casa e ufficio) con una tensione di alimentazione inferiore a 1000 V.	Classe B
C2	Primo ambiente (casa e ufficio) con una tensione di alimentazione inferiore a 1000 V dove il sistema non è né di tipo plug-in né spostabile ed è concepito per essere usato, installato o messo in funzione da un professionista.	Classe A gruppo 1
C3	Secondo ambiente (industriale) con una tensione di alimentazione inferiore a 1000 V.	Classe A gruppo 2
C4	Secondo ambiente con quanto segue: • Tensione di alimentazione uguale o superiore a 1000 V. • Corrente nominale uguale o superiore a 400 A. • Previsto per l'uso in sistemi complessi.	Senza linea limite. È necessario realizzare uno schema EMC.

Tabella 10.41 Requisiti relativi alle emissioni

 Danfoss A/S © 11/2017 Tutti i diritti riservati.

Quando vengono adottate le norme generiche di emissione i convertitori di frequenza devono soddisfare la *Tabella 10.42*.

Ambiente	Norma generica	Requisiti relativi alle emissioni condotte in base ai limiti EN55011
Primo ambiente (casa e ufficio)	EN/IEC 61000-6-3 Norma sulle emissioni per ambienti residenziali, commerciali e di industria leggera.	Classe B
Secondo ambiente (ambiente industriale)	EN/IEC 61000-6-4 Norma sulle emissioni per ambienti industriali.	Classe A gruppo 1

Tabella 10.42 Limiti delle norme generiche sulle emissioni

10.15.3 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 per l'ambiente domestico e di ufficio.

Per documentare l'immunità contro i transitori veloci sono stati eseguiti i seguenti test di immunità su un convertitore di frequenza (con opzioni, se pertinenti), un cavo di comando schermato e una scatola di controllo con potenziometro, cavo motore e motore. I test sono stati condotti in conformità alle seguenti norme fondamentali Per maggiori dettagli vedere la *Tabella 10.43*.

- **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, simulazione a modulazione di ampiezza degli effetti di apparecchiature di comunicazione radar, radio e 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 da fulmini che cadono vicino agli impianti.
- **EN 61000-4-6 (IEC 61000-4-6):** Modalità comune RF: simulazione dell'impatto delle apparecchiature di trasmissione radio collegate mediante cavi di connessione.

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**
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}
Fili relè	2 kV Modo Comune	2 kV/2 Ω[1)]	–	–	10 V_{RMS}

 Danfoss A/S © 11/2017 Tutti i diritti riservati.

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**
Applicazione/opzioni fieldbus	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}
24 V CC esterni	2 V Modo Comune	0,5 kV/2 Ω Modalità differenziale 1 kV/12 Ω Modo Comune	–	–	10 V_{RMS}
Frame	–	–	8 kV AD 6 kV CD	10 V/m	–

Tabella 10.43 Modulo di immunità EMC, intervallo di tensione: 380–480/500 V, 525–600 V, 525–690 V

1) Iniezione sullo schermo del cavo.

AD: air discharge (scarica in aria); CD: contact discharge (scarica a contatto); CM: common mode (modalità comune); DM: differential mode (modalità differenziale).

10.15.4 Compatibilità EMC

AVVISO!

RESPONSABILITÀ DELL'OPERATORE

In base alla norma EN 61800-3 per i sistemi di convertitore di frequenza a velocità variabile, l'operatore è responsabile per la garanzia della conformità EMC. I produttori possono offrire soluzioni per un funzionamento conforme agli standard. Gli operatori sono responsabili dell'applicazione di queste soluzioni e del pagamento dei relativi costi.

Esistono due opzioni per assicurare la compatibilità elettromagnetica.

- Eliminare o minimizzare l'interferenza alla fonte dell'interferenza emessa.
- Aumentare l'immunità all'interferenza nei dispositivi influenzati dalla sua ricezione.

Filtri RFI

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

AVVISO!

INTERFERENZE RADIO

In un ambiente residenziale, questo prodotto può provocare interferenze radio e, in tal caso, potrebbero essere necessarie misure correttive supplementari.

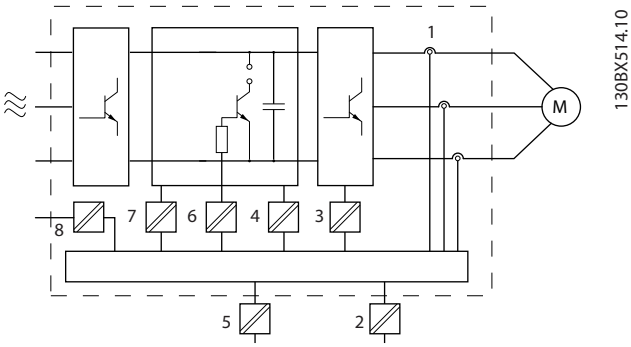
Conformità all'isolamento PELV e galvanico

Tutti i morsetti di comando e i relè del convertitore di frequenza E1h–E4h soddisfano PELV (con l'eccezione del collegamento a triangolo a terra oltre 400 V).

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

L'isolamento elettrico viene fornito come mostrato (vedere la *Disegno 10.27*). I componenti descritti soddisfano sia i requisiti PELV che quelli di isolamento galvanico.

 Danfoss A/S © 11/2017 Tutti i diritti riservati.



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

Disegno 10.27 Isolamento galvanico

10.16 Impianto conforme ai requisiti EMC

Per ottenere un impianto conforme EMC, seguire le istruzioni fornite nella *guida operativa*. Per un esempio di installazione EMC corretta vedere la *Disegno 10.28*.

AVVISO!

SCHERMI ATTORCIGLIATI

Gli schermi attorcigliati aumentano l'impedenza dello schermo alle frequenze più elevate, riducendo l'effetto di schermatura e aumentando la corrente di dispersione. Per evitare schermi attorcigliati, utilizzare morsetti schermati integrati.

- Per l'utilizzo con relè, cavi di comando, un'interfaccia di segnale, bus di campo o freno, collegare lo schermo al frame a entrambe le estremità. Se il percorso a terra ha un'impedenza elevata, provoca disturbo o trasporta corrente, interrompere il collegamento dello schermo a una delle estremità per evitare correnti di terra ad anello.
- Ricondurre le correnti nell'unità con una piastra di installazione in metallo. È necessario assicurare un buon contatto elettrico dalla piastra di installazione allo chassis del convertitore di frequenza per mezzo delle viti di montaggio.
- Usare cavi schermati come cavi di uscita motore. In alternativa, usare cavi motore non schermati con una canalina in metallo.

AVVISO!

CAVI SCHERMATI

Se non si usano cavi schermati o canaline in metallo, l'unità e l'installazione non saranno conformi ai limiti di legge sui livelli di emissioni in radiofrequenza (RF).

- Assicurarsi che i cavi motore e i cavi freno siano più corti possibile per ridurre il livello di interferenza dell'intero sistema.
- Evitare di installare i cavi con un livello di segnale sensibile accanto ai cavi motore e freno.
- Per le linee di comunicazione e comando/controllo, seguire gli standard degli specifici protocolli di comunicazione. Per esempio, per il protocollo USB devono essere utilizzati cavi schermati, ma con RS485/Ethernet è possibile usare cavi UTP schermati o cavi UTP non schermati.
- Assicurarsi che tutte le connessioni dei morsetti di controllo siano a norma PELV.

AVVISO!

INTERFERENZA EMC

Usare cavi schermati per motore e cavi di controllo. Assicurarsi di separare i cavi di ingresso di rete, motore e comando l'uno dall'altro. Il mancato isolamento di questi cavi può provocare un comportamento involontario o prestazioni ridotte. È necessario uno spazio di almeno 200 mm (7,9 pollici) tra i cavi di ingresso di rete, del motore e di comando.

AVVISO!

INSTALLAZIONE AD ALTITUDINI ELEVATE

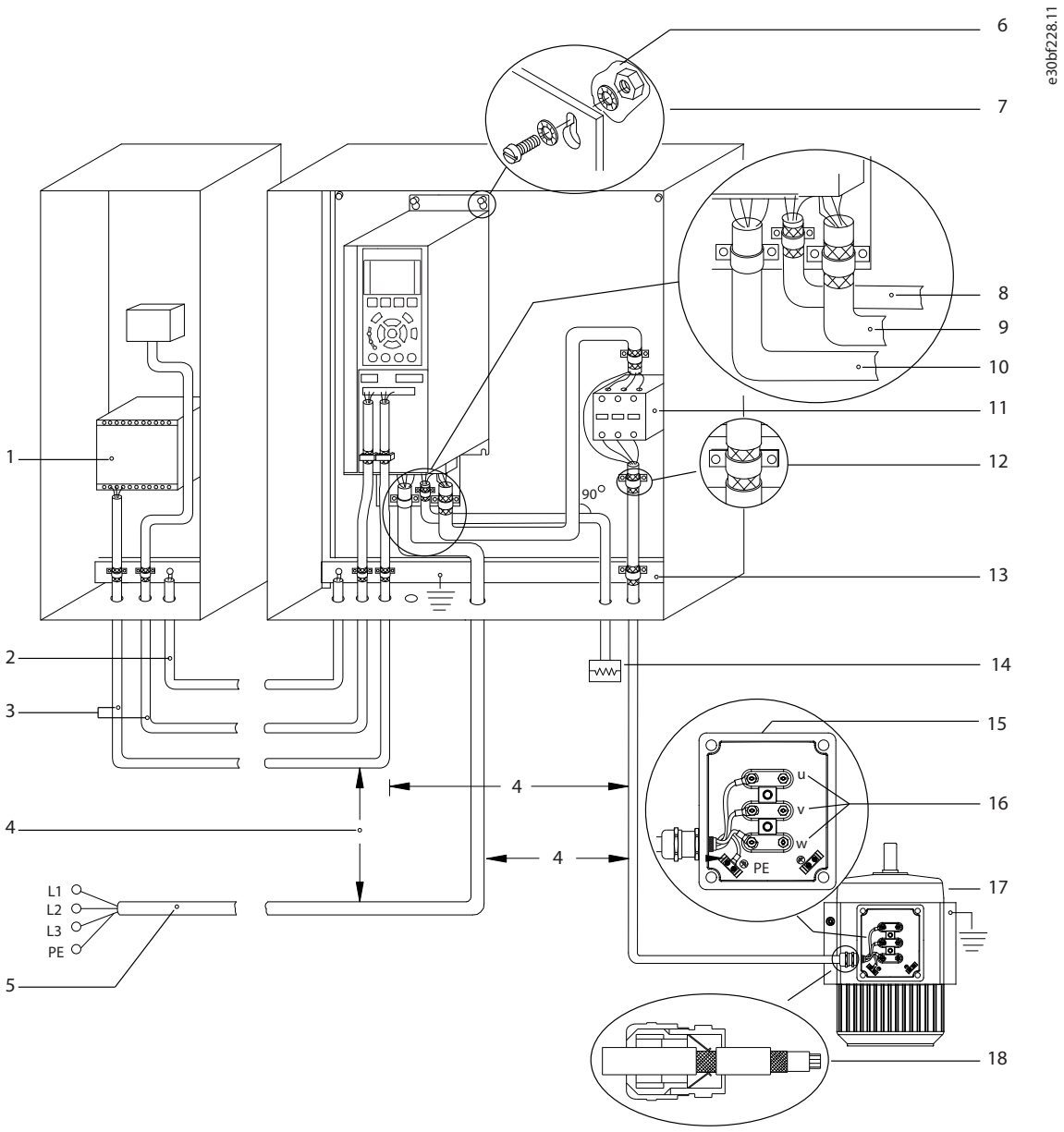
Sussiste il rischio di sovratensione. L'isolamento tra i componenti e le parti critiche potrebbe essere insufficiente e potrebbe non essere conforme ai requisiti PELV. Ridurre il rischio di sovratensione usando dispositivi di protezione esterni o l'isolamento galvanico.
Per impianti ad altitudini superiori ai 2.000 m (6.500 piedi) contattare Danfoss per informazioni sulla conformità PELV.

AVVISO!

CONFORMITÀ PELV

Evitare scosse elettriche usando alimentazione elettrica a tensione di protezione bassissima (PELV) e mantenendo la conformità alle norme PELV locali e nazionali.

 Danfoss A/S © 11/2017 Tutti i diritti riservati.



1	PLC	10	Cavo dell'alimentazione di rete (non schermato)
2	Cavo di equalizzazione minimo 16 mm^2 (6 AWG)	11	Contattore di uscita
3	Cavi di comando	12	Isolamento del cavo spelato
4	Almeno 200 mm (7,9 pollici) di spazio tra i cavi di comando, i cavi motore e i cavi dell'alimentazione di rete.	13	Barra collettrice comune di terra. Rispettare i requisiti nazionali e locali per la messa a terra degli armadi.
5	Alimentazione di rete	14	Resistenza di frenatura
6	Superficie nuda (non verniciata)	15	Scatola di metallo
7	Rondelle a stella	16	Collegamento al motore
8	Cavo freno (schermato)	17	Motore
9	Cavo motore (schermato)	18	Passacavo EMC

Disegno 10.28 Esempio di installazione EMC corretta

 Danfoss A/S © 11/2017 Tutti i diritti riservati.

10.17 Panoramica delle armoniche

I carichi non lineari come quelli presenti nei convertitori di frequenza non assorbono la corrente uniformemente dalla linea di alimentazione. Questa corrente non sinusoidale possiede componenti che sono multipli della frequenza di base della corrente. Queste componenti vengono chiamati armoniche. È importante controllare la distorsione armonica totale dell'alimentazione di rete. Nonostante le correnti armoniche non influiscano direttamente sul consumo di energia elettrica, generano nei cavi e nei trasformatori calore che può compromettere altri dispositivi sulla stessa linea di alimentazione.

10.17.1 Analisi delle armoniche

Poiché le armoniche fanno aumentare le perdite di calore, è importante progettare i sistemi tenendo conto delle armoniche per impedire il sovraccarico del trasformatore, degli induttori e del cablaggio. Quando necessario, eseguire un'analisi delle armoniche del sistema per determinare gli effetti sull'apparecchiatura.

Una corrente non sinusoidale viene trasformata con un'analisi di Fourier in correnti sinusoidali con differenti frequenze, vale a dire con differenti correnti armoniche I_N aventi una frequenza di base di 50 Hz o 60 Hz.

Abbreviazione	Descrizione
f_1	Frequenza di base (50 Hz o 60 Hz)
I_1	Corrente alla frequenza di base
U_1	Tensione alla frequenza di base
I_n	Corrente alla n^{esima} frequenza armonica
U_n	Tensione alla n^{esima} frequenza armonica
n	Ordine di un'armonica

Tabella 10.44 Abbreviazioni relative alle armoniche

	Corrente di base (I_1)	Corrente armonica (I_n)		
Corrente	I_1	I_5	I_7	I_{11}
Frequenza	50 Hz	250 Hz	350 Hz	550 Hz

Tabella 10.45 Correnti di base e armoniche

Corrente	Corrente armonica				
	I_{RMS}	I_1	I_5	I_7	I_{11-49}
Corrente di ingresso	1,0	0,9	0,5	0,2	< 0,1

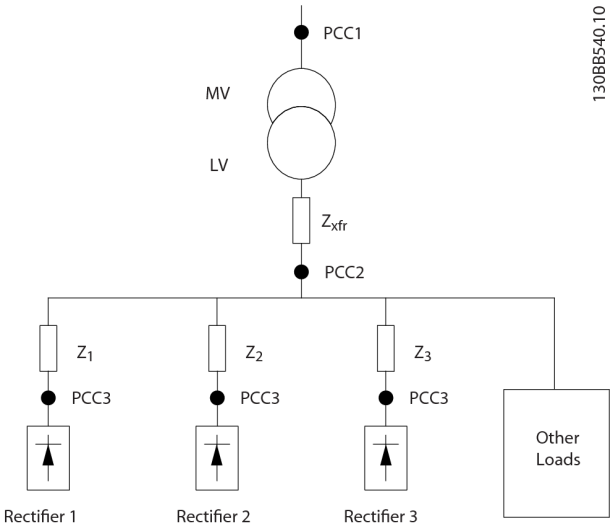
Tabella 10.46 Correnti armoniche e corrente di ingresso RMS

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

$$THDi = \frac{\sqrt{U25 + U27 + ... + U2n}}{U}$$

10.17.2 Effetto delle armoniche in un sistema di distribuzione dell'energia

In *Disegno 10.29*, un trasformatore è collegato sul primario a un punto di inserzione comune PCC1, sull'alimentazione a media tensione. Il trasformatore ha un'impedenza Z_{xfr} e alimenta vari carichi. Il punto di inserzione comune in cui sono collegati tutti i carichi è PCC2. Ogni carico si collega mediante cavi con impedenza Z_1, Z_2, Z_3.



PCC	Punto di inserzione comune
MV	Media tensione
LV	Bassa tensione
Z_{xfr}	Impedenza del trasformatore
$Z_{\#}$	Resistenza alla modellazione e induttanza nel cablaggio.

Disegno 10.29 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.

 Danfoss A/S © 11/2017 Tutti i diritti riservati.

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 armoniche del carico. 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 un sistema di distribuzione è il rapporto di cortocircuito R_{sce}, dove R_{sce} è definito come il rapporto tra la potenza apparente di cortocircuito di alimentazione al PCC (S_{sc}) e la potenza apparente nominale del carico. (S_{equ}).$R_{sce} = \frac{S_{sc}}{S_{equ}}$

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

Effetti negativi delle armoniche

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

10.17.3 Normative IEC sulle correnti armoniche

In quasi tutta Europa la base per la valutazione oggettiva della qualità dell'alimentazione di rete è costituita dalle direttive di compatibilità elettromagnetica dei dispositivi (EMVG). La conformità a queste disposizioni assicura che tutti i dispositivi e le reti collegate ai sistemi di distribuzione elettrica soddisfino i requisiti d'utilizzo previsti senza generare problemi.

Standard	Definizione
EN 61000-2-2, EN 61000-2-4, EN 50160	Definiscono i limiti della tensione di rete richiesti nei sistemi di distribuzione pubblici e industriali.
EN 61000-3-2, 61000-3-12	Regolano l'interferenza di rete generata da dispositivi collegati in modelli a corrente più bassa.
EN 50178	Monitora le apparecchiature elettroniche usate in impianti di potenza.

Tabella 10.47 Norme di progetto EN per la qualità dell'alimentazione di rete

10

Esistono due norme europee che trattano le armoniche nel campo di frequenza da 0 Hz a 9 kHz:

EN 61000-2-2 (Livelli di compatibilità per disturbi condotti in bassa frequenza e per la trasmissione dei segnali sulle reti pubbliche di alimentazione a bassa tensione
La EN 61000–2–2 indica i requisiti per i livelli di compatibilità per PCC (punti di inserzione comune) di sistemi a CA in bassa tensione su una rete di alimentazione pubblica. I limiti sono specificati solo per la tensione armonica e la distorsione armonica totale della tensione. La EN 61000–2–2 non definisce limiti per le correnti armoniche. In situazioni in cui la distorsione armonica totale THD(V) = 8%, i limiti PCC sono identici a quelli specificati nella EN 61000–2–4 Classe 2.

EN 61000-2-4 (Livelli di compatibilità per disturbi condotti in bassa frequenza e per la trasmissione dei segnali negli impianti industriali)
La EN 61000–2–4 indica i requisiti per i livelli di compatibilità sulle reti industriali e private. La norma definisce inoltre le seguenti tre classi di ambienti elettromagnetici:

- La classe 1 si riferisce a livelli di compatibilità che sono inferiori alla rete di alimentazione pubblica e che influiscono sulle apparecchiature sensibili ai disturbi (equipaggiamento da laboratorio, alcuni equipaggiamenti di automazione e certi dispositivi di protezione).
- La classe 2 si riferisce a livelli di compatibilità che sono uguali alla rete di alimentazione pubblica. La classe vale per PCC sulla rete di alimentazione pubblica e per IPC (punti di inserzione comuni) su reti industriali o altre reti di alimentazioni private. In questa classe è consentito qualsiasi equipaggiamento progettato per il funzionamento su una rete di alimentazione pubblica.
- La classe 3 si riferisce a livelli di compatibilità superiori alla rete di alimentazione pubblica. Questa classe si riferisce solo a IPC in ambienti industriali. Usare questa classe nei casi in cui è presente il seguente equipaggiamento:
    - grandi convertitori di frequenza
    - saldatrici
    - grandi motori che si avviano frequentemente

 Danfoss A/S © 11/2017 Tutti i diritti riservati.

- carichi che variano rapidamente.

Normalmente, una classe non può essere definita in anticipo senza prendere in considerazione l'equipaggiamento previsto e i processi da usare nell'ambiente. I convertitori di frequenza ad alta potenza VLT® osservano i limiti della Classe 3 in un sistema di alimentazione con condizioni standard (R_{SC}>10 o $_{Vk\ Line}$<10%).

Ordine armonica (h)	Classe 1 (V_h%)	Classe 2 (V_h%)	Classe 3 (V_h%)
5	3	6	8
7	3	5	7
11	3	3,5	5
13	3	3	4,5
17	2	2	4
17 < h ≤ 49	2,27 x (17/h) – 0,27	2,27 x (17/h) – 0,27	4,5 x (17/h) – 0,5

Tabella 10.48 Livelli di compatibilità per le armoniche

	Classe 1	Classe 2	Classe 3
THDv	5%	8%	10%

Tabella 10.49 Livelli di compatibilità per la distorsione di tensione armonica totale THDv

10.17.4 Conformità alle armoniche

I convertitori di frequenza Danfoss sono conformi alle norme seguenti:

- IEC61000-2-4
- IEC61000-3-4
- G5/4

10.17.5 Riduzione delle armoniche

Nei casi in cui è necessaria una soppressione supplementare delle armoniche, Danfoss offre i seguenti dispositivi di riduzione:

- VLT® 12-pulse Drives
- VLT® Low Harmonic Drives
- VLT® Advanced Harmonic Filter
- VLT® Advanced Active Filter

La selezione della soluzione giusta dipende da molti fattori:

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

10.17.6 Calcolo delle armoniche

Usare il software di calcolo gratuito Danfoss MCT= Motion Control Tool 31 per determinare il grado di distorsione della tensione sul sistema di distribuzione e le precauzioni necessarie. Il *VLT® Harmonic Calculation* MCT= Motion Control Tool 31 è disponibile all'indirizzo *www.danfoss.com*.

 Danfoss A/S © 11/2017 Tutti i diritti riservati.

11 Principi di funzionamento di base dei convertitori di frequenza

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

11.1 Descrizione del funzionamento

Il convertitore di frequenza è un controllore elettronico che fornisce una potenza CA regolata a un motore a induzione trifase. Fornendo una frequenza e una tensione variabile al motore, il convertitore di frequenza varia la velocità del motore o mantiene una velocità costante mentre il carico sul motore cambia. Il convertitore di frequenza può anche arrestare e avviare un motore senza la sollecitazione meccanica associata a un avviamento della linea.

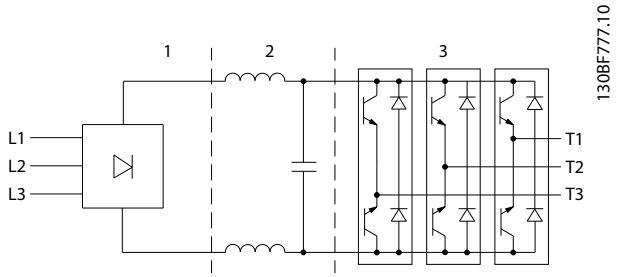
Nella sua forma di base, il convertitore di frequenza può essere suddiviso in quattro aree principali:

Raddrizzatore
Il raddrizzatore è costituito da SCR o diodi che convertono la tensione CA trifase in tensione CC pulsante.

Collegamento CC (bus CC)
Il collegamento CC è costituito da induttori e batterie di condensatori che stabilizzano la tensione CC pulsante.

Inverter
L'inverter utilizza gli IGBT per convertire la tensione CC in tensione variabile e in frequenza variabile CA.

Controllo
L'area di controllo è costituita da un software che fa funzionare l'hardware per produrre la tensione variabile che controlla e regola il motore CA.



1	Raddrizzatore (SCR/diodi)
2	Collegamento CC (bus CC)
3	Inverter (IGBT)

Disegno 11.1 Elaborazione internal

11.2 Comandi del convertitore di frequenza

I seguenti processi sono utilizzati per controllare e regolare il motore:

- ingresso/riferimento utente
- gestione della retroazione
- struttura di controllo definita dall'utente
  - modalità anello aperto/anello chiuso
  - controllo motore (velocità, coppia o processo)
- algoritmi di controllo (VVC+, controllo vettoriale a orientamento di campo, controllo vettoriale a orientamento di campo con retroazione del motore e controllo di corrente internal VVC+).

11.2.1 Ingressi/riferimenti utente

Il convertitore di frequenza utilizza una sorgente di ingresso (chiamata anche riferimento) per controllare e regolare il motore. Il convertitore di frequenza riceve questo ingresso come segue:

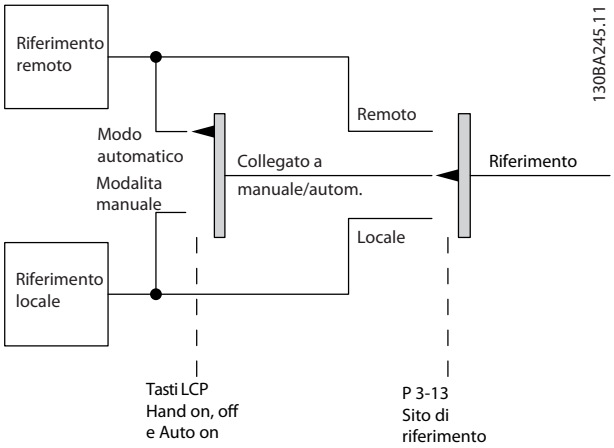
- Manualmente tramite LCP. Questo metodo viene denominato locale (Hand On).
- Da remoto tramite gli ingressi digitali/analogici e varie interfacce seriali (RS485, USB o un bus di campo opzionale) Questo metodo viene denominato remoto (Auto On) ed è l'impostazione di fabbrica per l'ingresso.

 Danfoss A/S © 11/2017 Tutti i diritti riservati.

Riferimento attivo

Il termine riferimento attivo si riferisce alla sorgente di ingresso attiva. Il riferimento attivo è configurato nel *parametro 3-13 Reference Site*. Vedere la *Disegno 11.2* e la *Tabella 11.1*.

Per ulteriori informazioni vedere la *Guida alla Programmazione*.



Disegno 11.2 Selezione di un riferimento attivo

Tasti dell'LCP	*Parametro 3-13 Reference Site*	Attivo Riferimento
[Hand On]	Collegato Man./Auto	Locale
[Hand On]⇒(Off)	Collegato Man./Auto	Locale
[Auto On]	Collegato Man./Auto	Remoto
[Auto On]⇒(Off)	Collegato Man./Auto	Remoto
Tutti i tasti	Locale	Locale
Tutti i tasti	Remoto	Remoto

Tabella 11.1 Configurazioni del riferimento locale e remoto

11.2.2 Gestione di riferimenti da remoto

La gestione di riferimenti da remoto si applica sia nel funzionamento ad anello aperto sia ad anello chiuso. Vedere la *Disegno 11.3*.

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

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

Il riferimento attivo può essere selezionato da quanto segue:

- riferimento esterno
- riferimento preimpostato
- setpoint
- somma del riferimento esterno, riferimento preimpostato e setpoint.

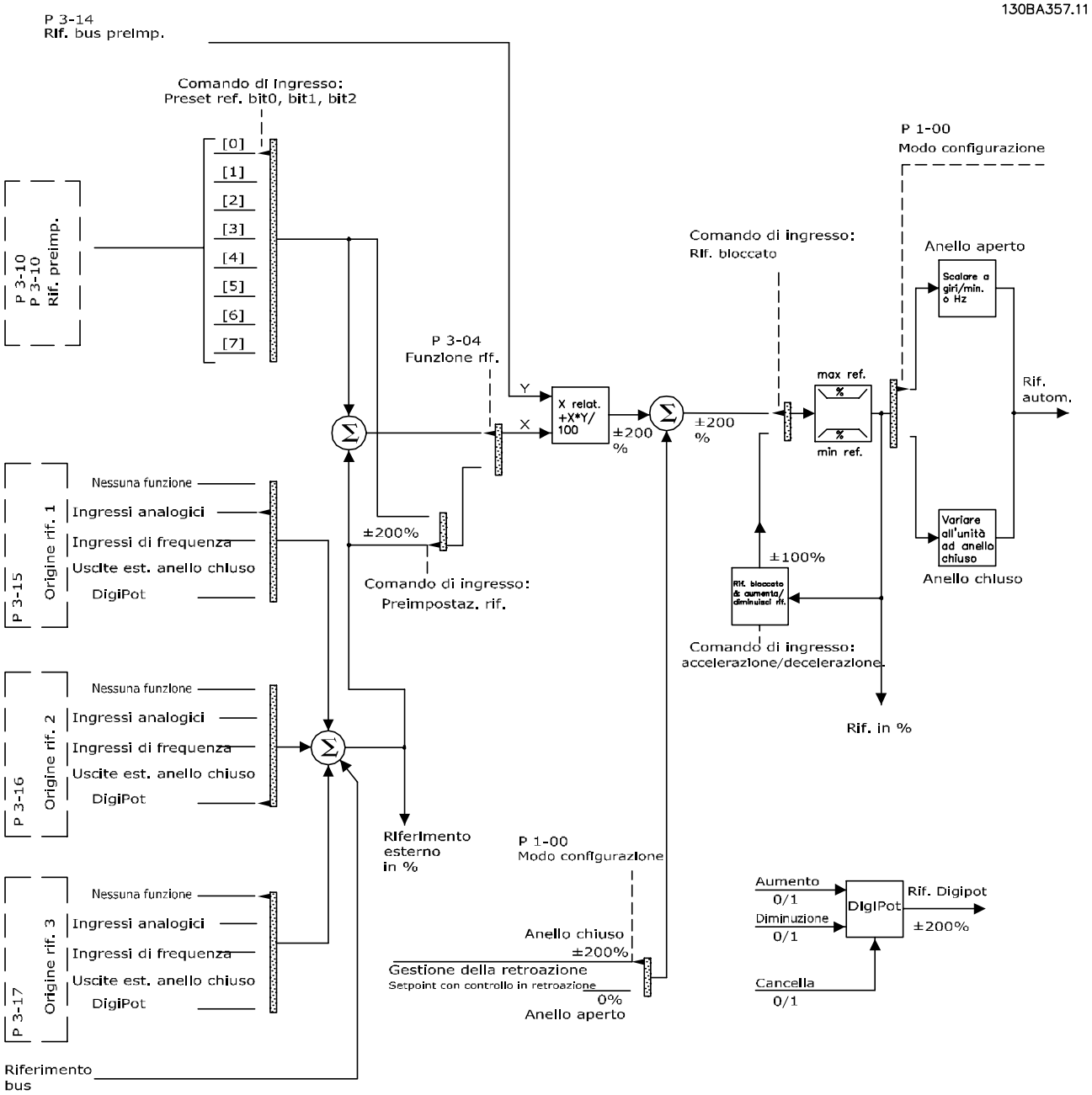
Il riferimento attivo può essere scalato. Il riferimento messo in scala viene calcolato come segue:

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

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

Se Y, *parametro 3-14 Preset Relative Reference* viene impostato su 0%, la scala non influisce sul riferimento.

 Danfoss A/S © 11/2017 Tutti i diritti riservati.



Disegno 11.3 Gestione da remoto del riferimento

 Danfoss A/S © 11/2017 Tutti i diritti riservati.

11.2.3 Gestione della retroazione

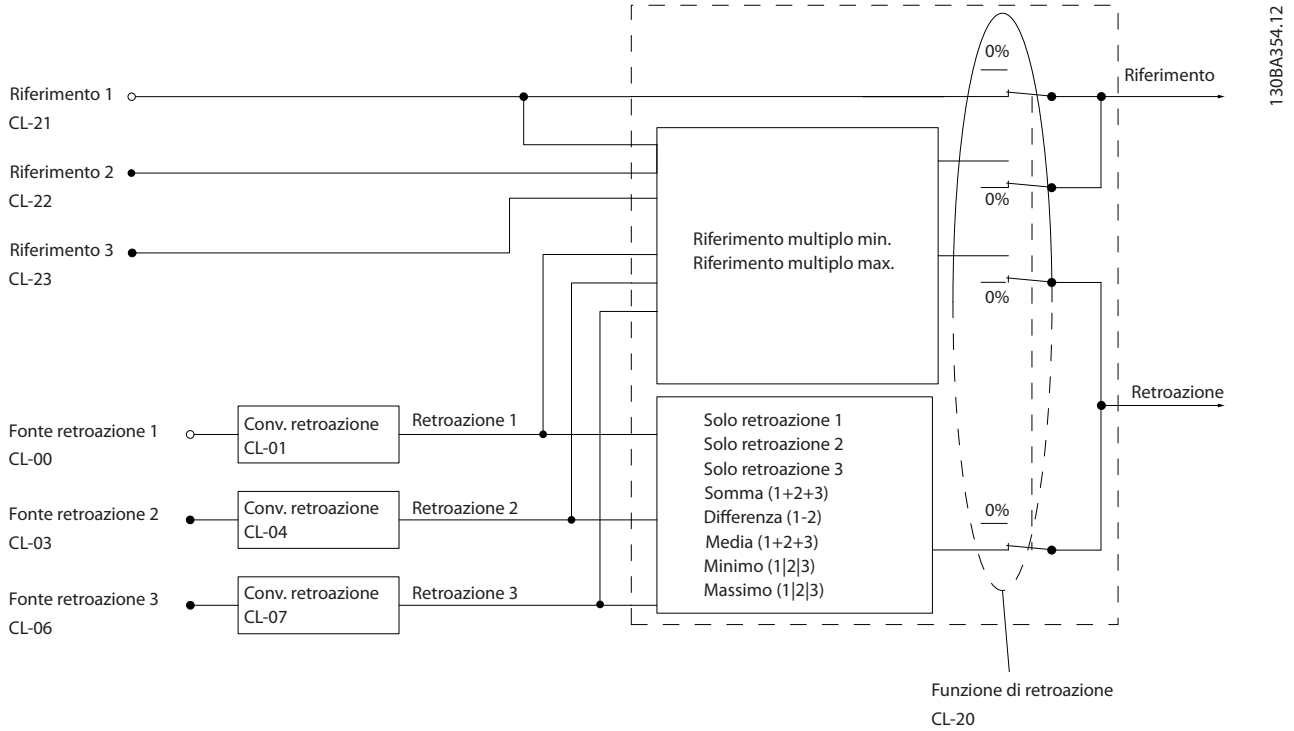
La gestione della retroazione può essere configurata per funzionare con applicazioni che richiedono un controllo avanzato come setpoint multipli e retroazioni multiple. Vedere *Disegno 11.4*. Sono comuni tre tipi di controllo:

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

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

Multizona (setpoint/retroazione)
La coppia di setpoint/retroazione con la differenza maggiore regola la velocità del convertitore di frequenza. Il valore massimo tenta di mantenere tutte le zone a un valore minore o uguale ai rispettivi setpoint, mentre il valore minimo tenta di mantenere tutte le zone a un valore superiore o uguale ai rispettivi setpoint.

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

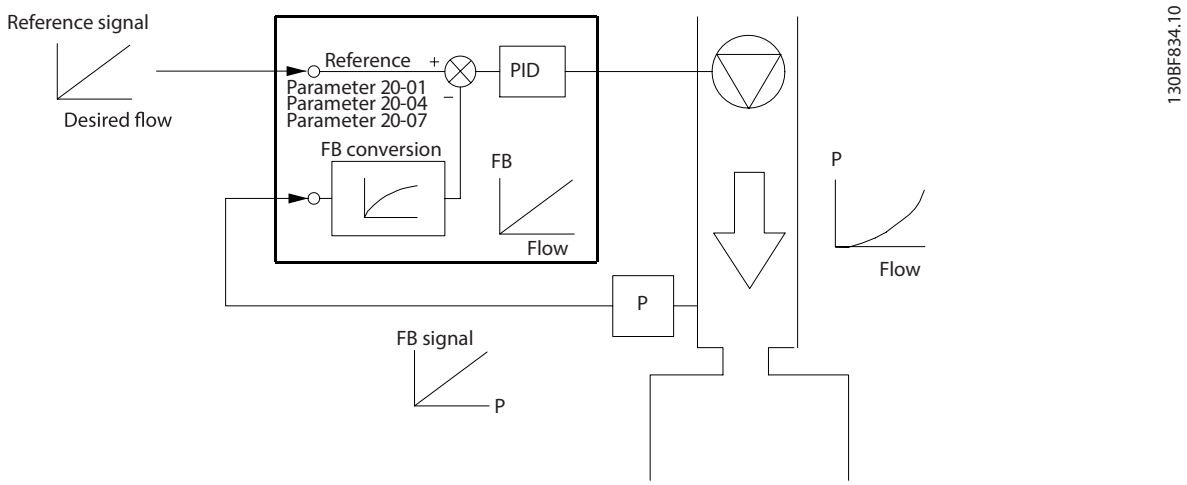


Disegno 11.4 Diagramma a blocchi dell'elaborazione dei segnali di retroazione

 Danfoss A/S © 11/2017 Tutti i diritti riservati.

Conversione della retroazione

In alcune applicazioni è utile convertire il segnale di retroazione. Un esempio è l'uso di un segnale di pressione per fornire una retroazione del flusso. Poiché la radice quadrata della pressione è proporzionale alla portata, la radice quadrata del segnale di pressione fornisce un valore proporzionale alla portata, vedi *Disegno 11.5*.



Disegno 11.5 Conversione della retroazione

11.2.4 Panoramica della struttura di controllo

La struttura di controllo è un processo software che controlla il motore in base ai riferimenti definiti dall'utente (per esempio i giri/min.) e se la retroazione deve essere usata/non usata (anello chiuso/anello aperto). L'operatore definisce il controllo nel *parametro 1-00 Configuration Mode*.

11

Le strutture di controllo sono le seguenti:

Struttura di controllo ad anello aperto

- Velocità (giri/min.)
- Coppia (Nm)

Struttura di controllo ad anello chiuso

- Velocità (giri/min.)
- Coppia (Nm)
- Processo (unità definite dall'utente, per esempio piedi, lpm, psi, %, bar)

 Danfoss A/S © 11/2017 Tutti i diritti riservati.

11.2.5 Struttura di controllo ad anello aperto

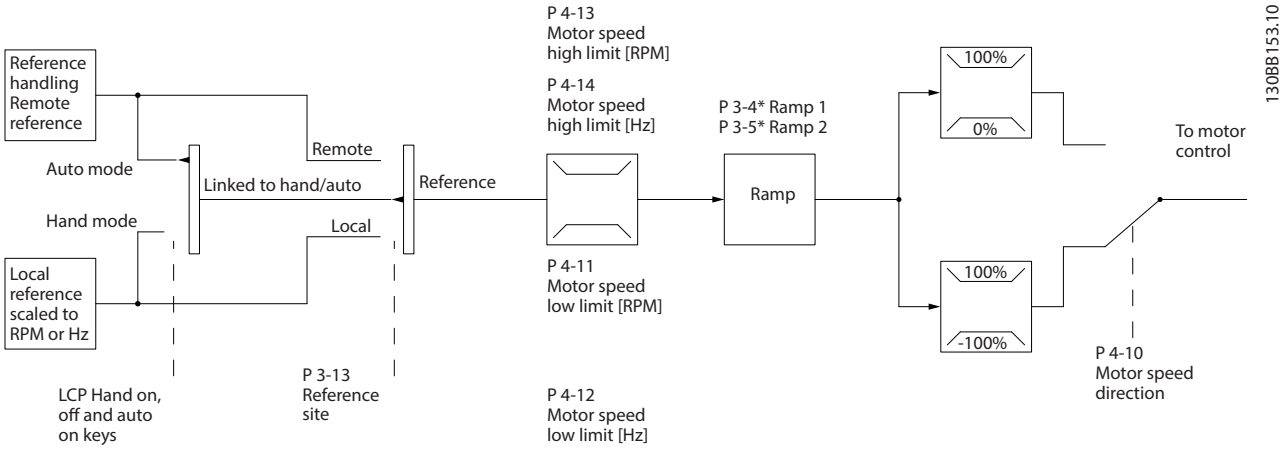
Nella modalità ad anello aperto il convertitore di frequenza utilizza uno o più riferimenti (locali o remoti) per controllare la velocità o la coppia del motore. Esistono due tipi di controllo ad anello aperto:

- Controllo di velocità. Nessuna retroazione dal motore.
- Controllo di coppia. Utilizzato in modalità VVC+. La funzione viene utilizza in applicazioni robuste dal punto di vista meccanico, tuttavia la sua precisione è limitata. La funzione coppia anello aperto opera soltanto in un senso della velocità. La coppia viene calcolata sulla base della misurazione di corrente all'interno del convertitore di frequenza. Vedere *capitolo 12 Esempi applicativi*.

Nella configurazione mostrata nella *Disegno 11.6* il convertitore di frequenza funziona nella modalità ad anello aperto. Riceve l'ingresso dall'LCP (modalità Hand on) o tramite un segnale remoto (modalità Auto on).

Il segnale (riferimento velocità) viene ricevuto e condizionato con i seguenti:
- Limiti velocità del motore minimi e massimi programmati (in giri/min. e Hz).
- Tempi rampa di accelerazione e di decelerazione.
- Senso di rotazione del motore.

Il riferimento viene quindi usato per controllare il motore.



Disegno 11.6 Diagramma a blocchi di una struttura di controllo ad anello aperto.

11.2.6 Struttura di controllo ad anello chiuso

Nella modalità ad anello chiuso, il convertitore di frequenza utilizza uno o più riferimenti (locali o remoti) e sensori di retroazione per controllare il motore. Il convertitore di frequenza riceve un segnale di retroazione da un sensore presente nel sistema. Quindi, confronta questa retroazione con un valore di riferimento del setpoint e determina la presenza di una discrepanza tra questi due segnali. Il convertitore di frequenza adatta poi la velocità del motore per correggere la discrepanza.

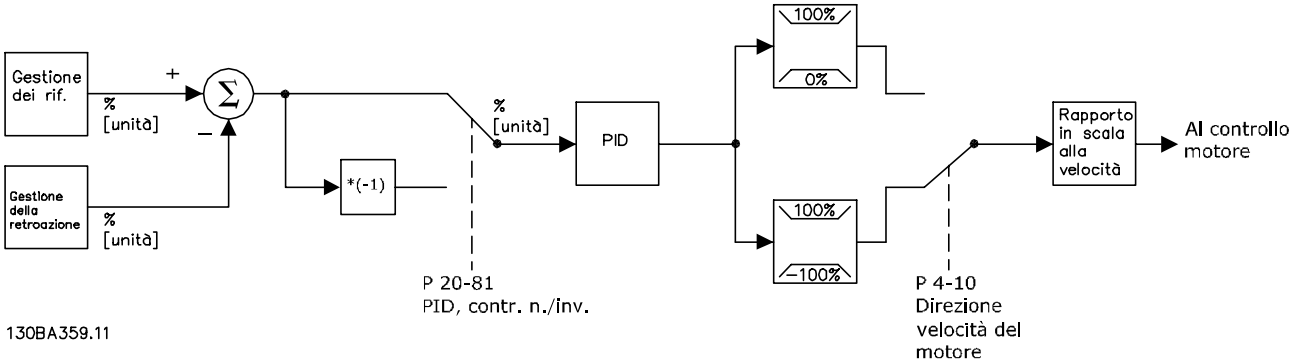
Si consideri per esempio un'applicazione con pompe in cui la velocità è controllata in modo tale che la pressione statica in una conduttura sia costante (vedere la *Disegno 11.7*). Il convertitore di frequenza riceve un segnale di retroazione da un sensore presente nel sistema. Quindi, confronta questa retroazione con un valore di riferimento del setpoint e determina la discrepanza, qualora presente, tra questi due segnali. Regola poi la velocità del motore per compensare la discrepanza.

 Danfoss A/S © 11/2017 Tutti i diritti riservati.

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

Esistono tre tipi di controllo ad anello chiuso:

- Controllo di velocità. Questo tipo di controllo richiede una retroazione PID di velocità per un ingresso. Il controllo della velocità ad anello chiuso correttamente ottimizzato presenta una maggiore precisione rispetto al controllo ad anello aperto. Il controllo di velocità è usato soltanto nel VLT® AutomationDrive FC 302.
- Controllo di coppia. Utilizzato in modalità Flux con retroazione encoder, questo controllo offre prestazioni superiori in tutti e quattro i quadranti e a tutte le velocità del motore. Il controllo di coppia è usato soltanto nel VLT® AutomationDrive FC 302.
  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. L'impostazione della coppia avviene mediante un riferimento analogico, digitale o controllato da bus. Durante l'esecuzione del controllo di coppia si consiglia di eseguire una procedura AMA completa poiché i dati motore corretti sono essenziali per ottenere prestazioni ottimali.
- Controllo di processo. Usato per controllare i parametri dell'applicazione misurati da diversi sensori (pressione, temperatura e flusso) e influenzati dal motore collegato tramite una pompa o una ventola.



Disegno 11.7 Diagramma a blocchi del controllore ad anello chiuso

Caratteristiche programmabili

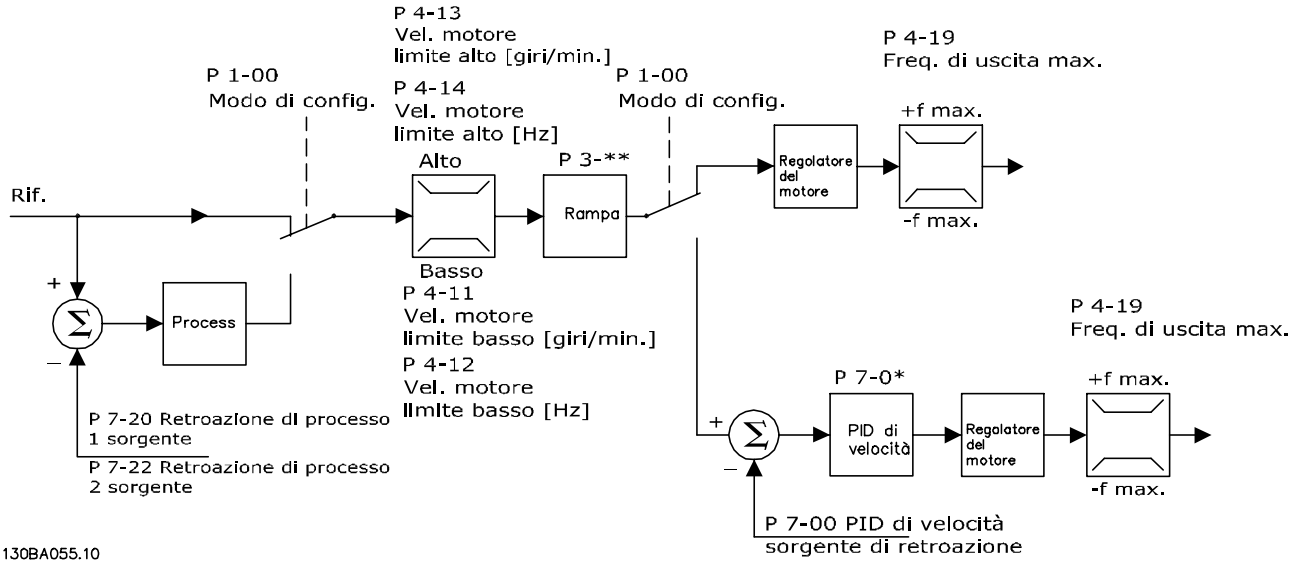
Mentre i valori di fabbrica del convertitore di frequenza ad anello chiuso assicurano frequentemente prestazioni soddisfacenti, il controllo del sistema può spesso essere ottimizzato regolando i parametri PID. Per questa ottimizzazione viene messa a disposizione l'*Autoregolazione*.

- Regolazione inversa - la velocità del motore aumenta quando un segnale di retroazione è alto.
- Frequenza di avviamento - consente al sistema di raggiungere rapidamente uno stato operativo prima che prenda il controllo il controllore PID.
- Filtro passa basso integrato - riduce il disturbo del segnale di retroazione.

11.2.7 Elaborazione di controllo

Vedere *Parametri attivi/inattivi in varie modalità di comando del convertitore di frequenza* nella *Guida alla Programmazione* per una panoramica delle configurazioni di controllo disponibili per l'applicazione posseduta in funzione della selezione di un motore CA o di un motore PM non saliente.

11.2.7.1 Struttura di controllo in VVC+



Disegno 11.8 Struttura di controllo nelle configurazioni ad anello chiuso e ad anello aperto VVC+

Nell'*Disegno 11.8* 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 massima.

Il *Parametro 1-01 Motor Control Principle* è impostato su *[1] VVC+* e il *parametro 1-00 Configuration Mode* è impostato su *[0] Anello aperto*. Se *parametro 1-00 Configuration Mode* è impostato su *[1] Velocità anello chiuso*, 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, con intervento del limite di frequenza.

Selezionare *[3] Processo* nel *parametro 1-00 Configuration Mode* per utilizzare il PID controllo di processo per il controllo ad anello chiuso, ad esempio della velocità o della pressione nell'applicazione controllata. I parametri PID di processo si trovano nei *gruppi di parametri 7-2* Retroaz. reg. proc.* e *7-3* Reg. PID di proc.*

11.2.7.2 Regolatore di corrente interno in modalità VVC+

Quando la coppia motore supera i limiti di coppia impostati nel *parametro 4-16 Torque Limit Motor Mode*, nel *parametro 4-17 Torque Limit Generator Mode* e nel *parametro 4-18 Current Limit* 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.

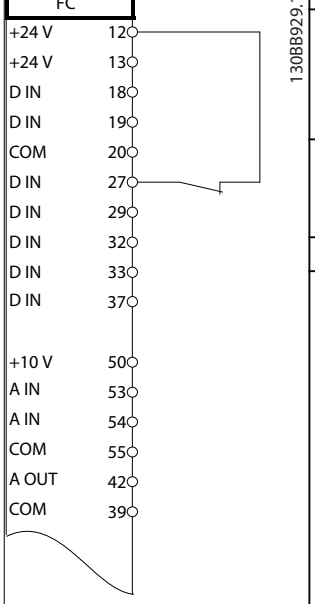
 Danfoss A/S © 11/2017 Tutti i diritti riservati.

12 Esempi applicativi

Gli esempi di questa sezione fungono da riferimento rapido per le applicazioni standard.

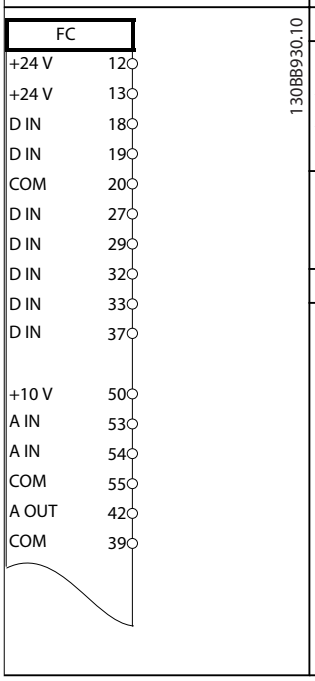
- Le impostazioni parametri corrispondono ai valori locali predefiniti (selezionati nel *parametro 0-03 Regional Settings*) se non diversamente specificato.
- Accanto ai disegni sono mostrati i parametri associati ai morsetti e alle relative impostazioni.
- Se sono necessarie, vengono mostrate le impostazioni dell'interruttore per i morsetti analogici A53 o A54.
- Per l'STO potrebbe essere necessario montare un ponticello tra il morsetto 12 e il morsetto 37 quando si usano i valori di programmazione impostati di fabbrica.

12.1 Configurazioni di cablaggio per l'Adattamento Automatico Motore (AMA)



Parametri	
Funzione	**Impostazione**
Parametro 1-29 Automatic Motor Adaptation (AMA)	*[1] Abilit.AMA compl.*
Parametro 5-12 Terminal 27 Digital Input	*[2]* Evol. libera neg.*
* = Valore predefinito	
Note/commenti: impostare il *gruppo di parametri 1-2* Dati motore* in base alla targa del motore.	

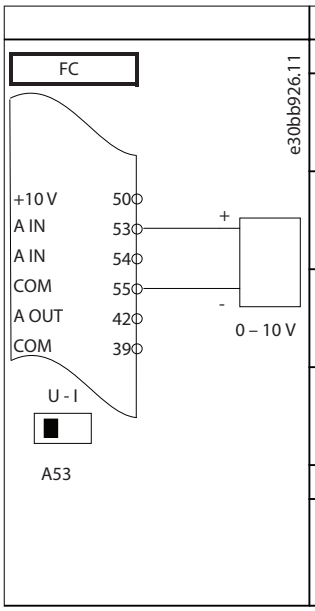
Tabella 12.1 Configurazione di cablaggio per AMA con T27 collegato



Parametri	
Funzione	**Impostazione**
Parametro 1-29 Automatic Motor Adaptation (AMA)	*[1] Abilit.AMA compl.*
Parametro 5-12 Terminal 27 Digital Input	*[0] Nessuna funzione*
* = Valore predefinito	
Note/commenti: impostare il *gruppo di parametri 1-2* Dati motore* in base alla targa del motore.	

Tabella 12.2 Configurazione di cablaggio per AMA senza T27 collegato

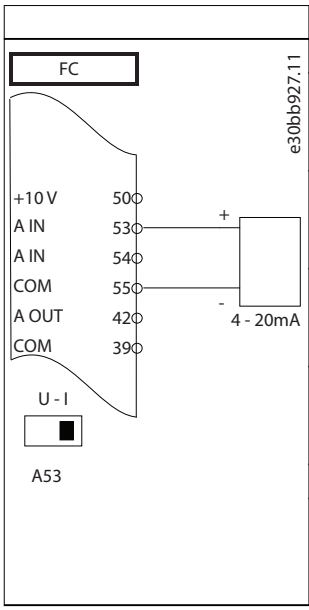
12.2 Configurazioni di cablaggio per riferimento di velocità analogico



Parametri	
Funzione	**Impostazione**
Parametro 6-10 Terminal 53 Low Voltage	0,07 V*
Parametro 6-11 Terminal 53 High Voltage	10 V*
Parametro 6-14 Terminal 53 Low Ref./Feedb. Value	0 Giri/min.
Parametro 6-15 Terminal 53 High Ref./Feedb. Value	1.500 Giri/min.
* = Valore predefinito	
Note/commenti:	

Tabella 12.3 Configurazione di cablaggio per Riferimento di velocità analogico (Tensione)

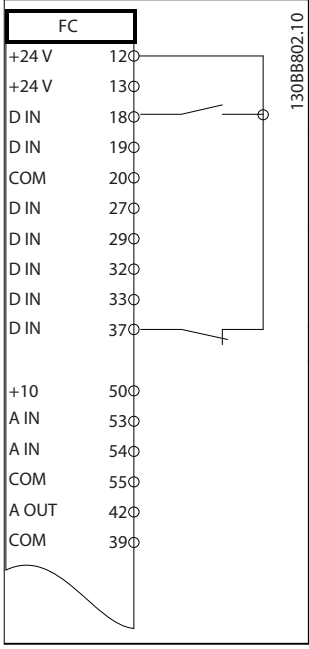
 Danfoss A/S © 11/2017 Tutti i diritti riservati.



Parametri	
Funzione	**Impostazione**
Parametro 6-12 Terminal 53 Low Current	4 mA*
Parametro 6-13 Terminal 53 High Current	20 mA*
Parametro 6-14 Terminal 53 Low Ref./Feedb. Value	0 Giri/min.
Parametro 6-15 Terminal 53 High Ref./Feedb. Value	1.500 Giri/min.
* = Valore predefinito	
Note/commenti:	

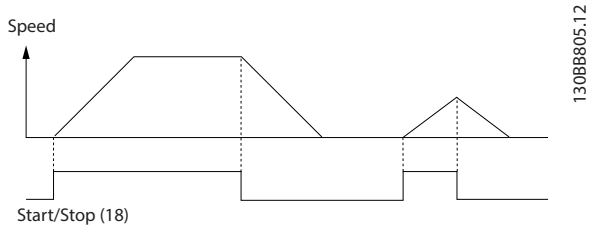
Tabella 12.4 Configurazione di cablaggio per Riferimento di velocità analogico (Corrente)

12.3 Configurazioni di cablaggio per avviamento/arresto

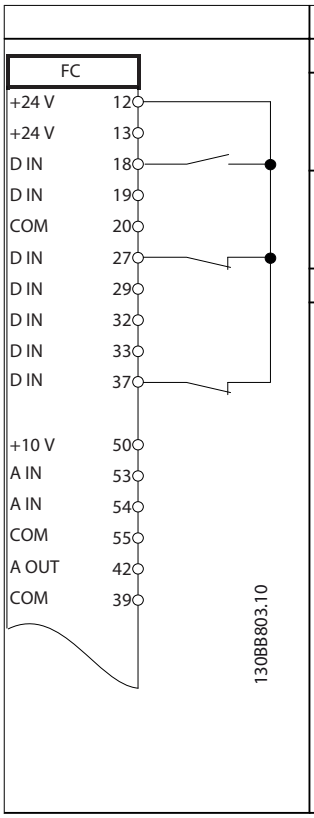


Parametri	
Funzione	**Impostazione**
Parametro 5-10 Terminal 18 Digital Input	*[8] Avviamento**
Parametro 5-12 Terminal 27 Digital Input	*[0] Nessuna funzione*
Parametro 5-19 Terminal 37 Safe Stop	*[1] All. arresto di sic.*
*=Valore predefinito	
Note/commenti: se il *parametro 5-12 Terminal 27 Digital Input* è impostato su *[0] Nessuna funzione* non è necessario alcun ponticello sul morsetto 27.	

Tabella 12.5 Configurazioni di cablaggio per comando avviamento/arresto con Safe Torque Off

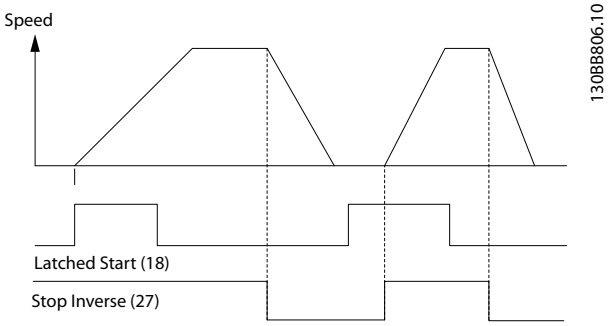


Disegno 12.1 Avviamento/arresto con Safe Torque Off



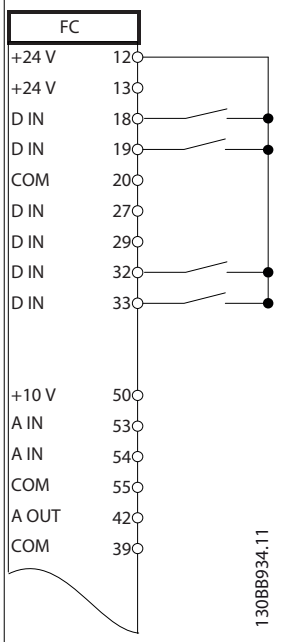
Parametri	
Funzione	**Impostazione**
Parametro 5-10 Terminal 18 Digital Input	*[9] Avv. a impulsi*
Parametro 5-12 Terminal 27 Digital Input	*[6] Stop (negato)*
*=Valore predefinito	
Note/commenti: se il *parametro 5-12 Terminal 27 Digital Input* è impostato su *[0] Nessuna funzione* non è necessario alcun ponticello sul morsetto 27.	

Tabella 12.6 Configurazioni di cablaggio per avviamento/arresto a impulsi



Disegno 12.2 Avviamento su impulso/stop negato

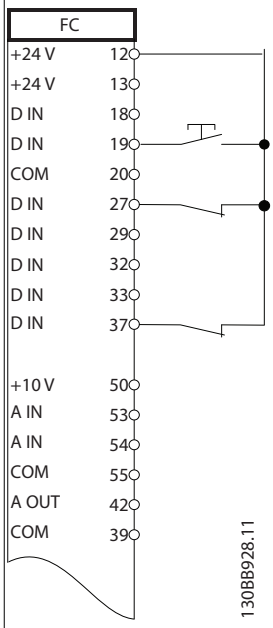
12



	Parametri	
	Funzione	**Impostazione**
	Parametro 5-10 Terminal 18 Digital Input	*[8] Avviamento*
	Parametro 5-11 Terminal 19 Digital Input	*[10] Inversione**
	Parametro 5-12 Terminal 27 Digital Input	*[0] Nessuna funzione*
	Parametro 5-14 Terminal 32 Digital Input	*[16] Rif. preimp. bit 0*
	Parametro 5-15 Terminal 33 Digital Input	*[17] Rif. preimp. bit 1*
	Parametro 3-10 Preset Reference	
	Rif. preimp. 0	25%
	Rif. preimp. 1	50%
	Rif. preimp. 2	75%
	Rif. preimp. 3	100%
	*=Valore predefinito	
	Note/commenti:	

Tabella 12.7 Configurazioni di cablaggio per avviamento/arresto con inversione e quattro velocità preimpostate

12.4 Configurazione di cablaggio per ripristino allarmi esterni

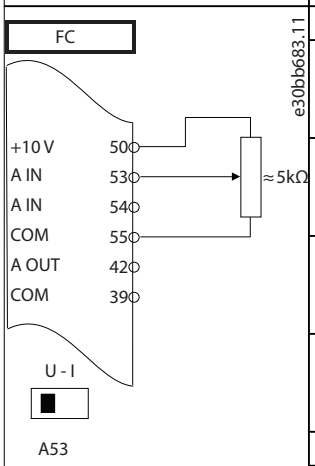


	Parametri	
	Funzione	**Impostazione**
	Parametro 5-11 Terminal 19 Digital Input	*[1] Ripristino*
	*=Valore predefinito	
	Note/commenti:	

Tabella 12.8 Configurazione di cablaggio per ripristino allarmi esterni

12

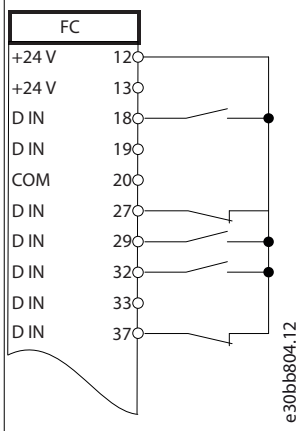
12.5 Configurazione di cablaggio per riferimento di velocità utilizzando un potenziometro manuale



Parametri	
Funzione	**Impostazione**
Parametro 6-10 Terminal 53 Low Voltage	0,07 V*
Parametro 6-11 Terminal 53 High Voltage	10 V*
Parametro 6-14 Terminal 53 Low Ref./Feedb. Value	0 Giri/min.
Parametro 6-15 Terminal 53 High Ref./Feedb. Value	1500 Giri/min.
*=Valore predefinito	
Note/commenti:	

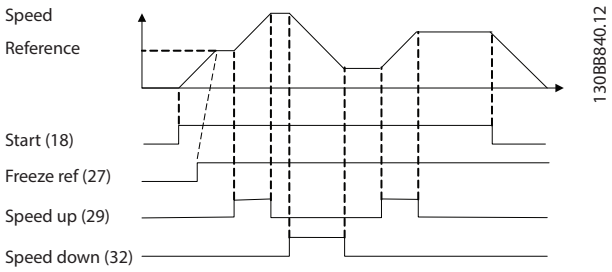
Tabella 12.9 Configurazione di cablaggio per riferimento di velocità (utilizzando un potenziometro manuale)

12.6 Configurazione di cablaggio per accelerazione/decelerazione



Parametri	
Funzione	**Impostazione**
Parametro 5-10 Terminal 18 Digital Input	*[8] Avviamento**
Parametro 5-12 Terminal 27 Digital Input	*[19] Blocco riferimento*
Parametro 5-13 Terminal 29 Digital Input	*[21] Accelerazione*
Parametro 5-14 Terminal 32 Digital Input	*[22] Decelerazione*
*=Valore predefinito	
Note/commenti:	

Tabella 12.10 Configurazione di cablaggio per accelerazione/decelerazione

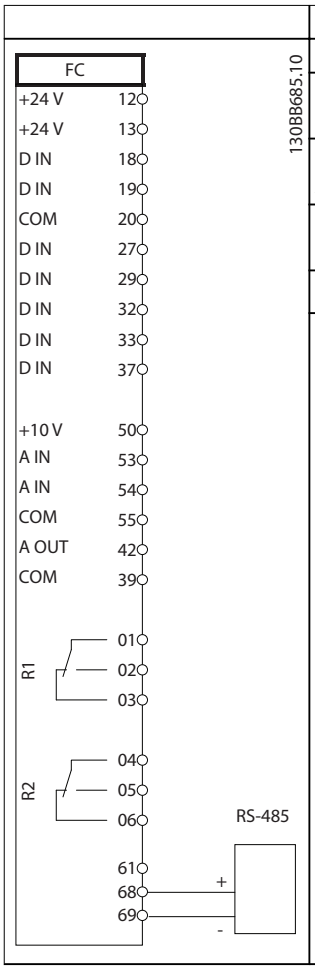


Disegno 12.3 Accelerazione/decelerazione

12

Danfoss A/S © 11/2017 Tutti i diritti riservati.

12.7 Configurazione di cablaggio per collegamento in rete RS485



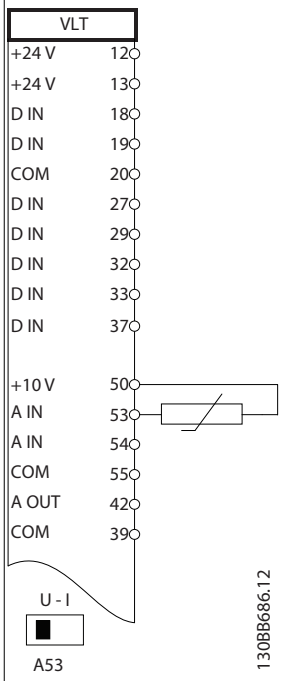
Parametri	
Funzione	**Impostazione**
Parametro 8-30 Protocol	FC*
Parametro 8-31 Address	1*
Parametro 8-32 Baud Rate	9600*
*=Valore predefinito	
Note/commenti: selezionare il protocollo, l'indirizzo e il baud rate nei parametri.	

Tabella 12.11 Configurazione di cablaggio per collegamento in rete RS485

12.8 Configurazione di cablaggio per un termistore motore

AVVISO!

I termistori devono essere provvisti di un isolamento doppio o rinforzato per soddisfare i requisiti di isolamento PELV.



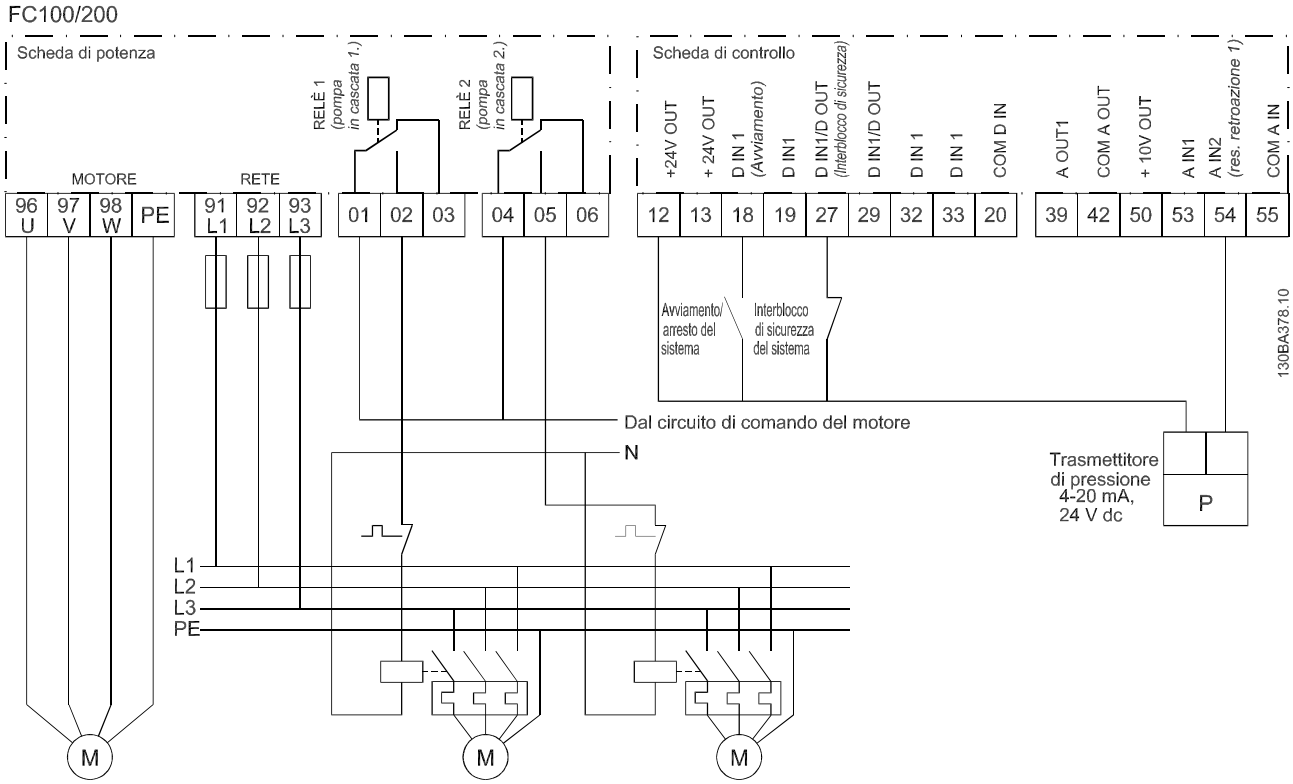
Parametri	
Funzione	**Impostazione**
Parametro 1-90 Motor Thermal Protection	*[2] Termistore, scatto*
Parametro 1-93 Thermistor Source	*[1] Ingr. analog. 53*
*=Valore predefinito	
Note/commenti: Se si desidera soltanto un avviso, impostare il *parametro 1-90 Motor Thermal Protection* su *[1] Termistore, avviso*.	

Tabella 12.12 Configurazione di cablaggio per un termistore motore

12

12.9 Configurazione di cablaggio per controllore in cascata

Disegno 12.4 mostra un esempio con il Controllore in cascata di base integrato con una pompa a velocità variabile (primaria) e due pompe a velocità fissa, un trasmettitore di 4-20 mA e un interblocco di sicurezza del sistema.

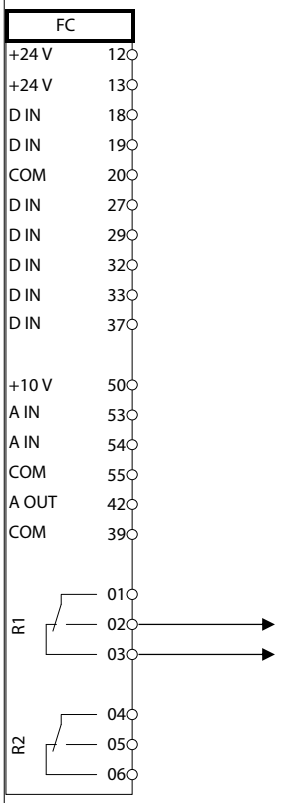


Disegno 12.4 Schema di cablaggio del Controllore in cascata

12

 Danfoss A/S © 11/2017 Tutti i diritti riservati.

12.10 Configurazione di cablaggio per setup del relè con Smart Logic Control



Parametri	
Funzione	**Impostazione**
Parametro 4-30 Motor Feedback Loss Function	*[1] Warning (Avviso)*
Parametro 4-31 Motor Feedback Speed Error	100 giri/min.
Parametro 4-32 Motor Feedback Loss Timeout	5 s
Parametro 7-00 Speed PID Feedback Source	*[2] MCB 102*
Parametro 17-11 Resolution (PPR)	1024*
Parametro 13-00 SL Controller Mode	*[1] On*
Parametro 13-01 Start Event	*[19] Avviso*
Parametro 13-02 Stop Event	*[44] Tasto ripristino*
Parametro 13-10 Comparator Operand	*[21] Numero di avviso*
Parametro 13-11 Comparator Operator	*[1] ≈ (uguale)**
Parametro 13-12 Comparator Value	90
Parametro 13-51 SL Controller Event	*[22] Comparatore 0*
Parametro 13-52 SL Controller Action	*[32] Imp. usc. dig. A bassa*
Parametro 5-40 Function Relay	*[80] Uscita digitale SL A*
*=Valore predefinito	

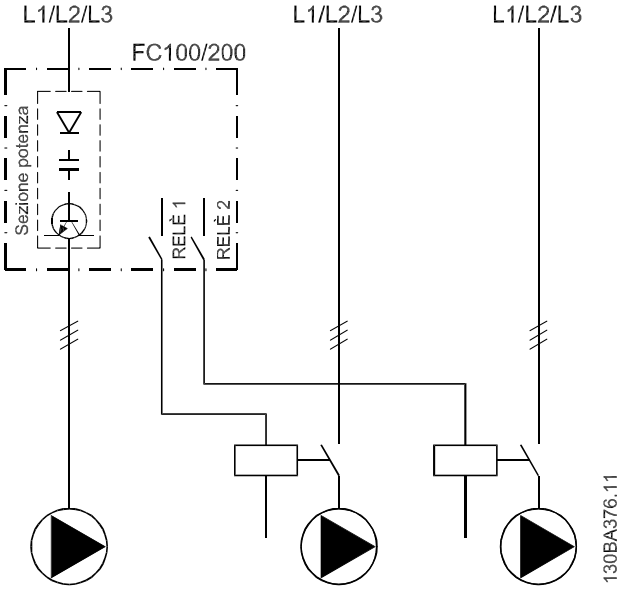
Note/commenti:

Se il limite del monitor di retroazione viene superato è generato l'*avviso 90 Mon. retroaz*. L'SLC monitora l'*avviso 90 Mon. retroaz*. e se l'avviso diventa true, viene attivato il relè 1.

Le apparecchiature esterne potrebbero richiedere manutenzione. Se l'errore di retroazione torna a scendere al di sotto del limite nuovamente entro 5 sec., allora il convertitore di frequenza continua a funzionare e l'avviso scompare. Ripristinare il relè 1 premendo [Reset] sull'LCP.

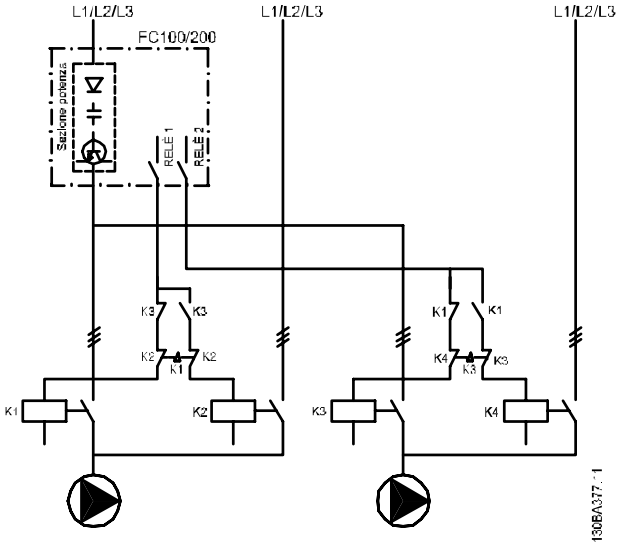
Tabella 12.13 Configurazione di cablaggio per setup del relè con Smart Logic Control

12.11 Configurazione di cablaggio della pompa a velocità variabile fissa



Disegno 12.5 Schema di cablaggio pompa a velocità variabile fissa

12.12 Configurazione di cablaggio dell'alternanza della pompa primaria



Disegno 12.6 Schema di cablaggio dell'alternanza della pompa primaria

Ogni pompa deve essere collegata a due contattori (K1/K2 e K3/K4) con un interblocco meccanico. Relè termici o altri dispositivi di protezione da sovraccarico motore devono essere utilizzati secondo le norme locali e/o le esigenze individuali.

- Relè 1 (R1) e relè 2 (R2) sono i relè integrati nel convertitore di frequenza.
- Quando tutti i relè sono diseccitati, il primo relè integrato a essere eccitato inserisce il contattore che corrisponde alla pompa regolata dal relè. Per esempio, relè 1 inserisce il contattore K1, che diventa la pompa primaria.
- K1 blocca K2 tramite l'interblocco meccanico impedendo che la rete venga collegata all'uscita del convertitore di frequenza (tramite K1).
- Un contatto in apertura ausiliario su K1 impedisce che si inserisca K3.
- Il Relè 2 controlla il contattore K4 per il controllo on/off della pompa a velocità fissa.
- Durante l'alternanza entrambi i relè si diseccitano; a questo punto il relè 2 viene eccitato come primo relè.

 Danfoss A/S © 11/2017 Tutti i diritti riservati.

13 Come ordinare un convertitore di frequenza

13.1 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	-								T											X	X	S	X	X	X	X	A		B		C					D	

130BC530.10

Tabella 13.1 Codice identificativo

Gruppo prodotti	1–6	
Modello	7–10	
Tensione di rete	11–12	
Frame	13–15	
Configurazione hardware	16–23	
Filtro RFI/convertitore di frequenza a basso contenuto di armoniche A 12 impulsi	16–17	
Freno	18	
Display (LCP)	19	
Rivestimento PCB	20	
Opzione di rete	21	
Adattamento A	22	
Adattamento B	23	
Software release	24–27	
Lingua	28	
Opzioni A	29–30	
Opzioni B	31–32	
Opzioni C0, MCO	33–34	
Opzioni C1	35	
Software opzione C	36–37	
Opzioni D	38–39	

Tabella 13.2 Esempio di codice identificativo per l'ordine di un convertitore

Configurare il convertitore di frequenza adatto per l'applicazione corretta utilizzando un configuratore del convertitore di frequenza disponibile su Internet. Il configuratore del convertitore di frequenza è disponibile nel sito Internet globale: *www.danfoss.com/drives*. Il configuratore crea un codice identificativo e un numero di vendita di otto cifre che può essere fornito all'ufficio vendite locale. Inoltre, è possibile creare una lista di progetti con vari prodotti e inviarla a un rivenditore Danfoss.

Un esempio di codice identificativo è:

FC-102P450T5E54H4CGCXXXSXXXXA0BXCXXXXD0

Il significato dei caratteri nella stringa è definito in questo capitolo. Nell'esempio in alto un convertitore F3 è configurato con le seguenti opzioni:

- filtro RFI
- Safe Torque Off con relè Pilz
- PCB con rivestimento
- PROFIBUS DP-V1.

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

Pacchetto di lingue 1
Inglese, tedesco, francese, danese, olandese, spagnolo, svedese, italiano e finlandese.

Pacchetto di lingue 2
Inglese, tedesco, cinese, coreano, giapponese, thai, cinese tradizionale e bahasa indonesiano.

Pacchetto di lingue 3
Inglese, tedesco, sloveno, bulgaro, serbo, rumeno, ungherese, ceco e russo.

Pacchetto di lingue 4
Inglese, tedesco, spagnolo, inglese (Stati Uniti), greco, portoghese brasiliano, turco e polacco.

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

 Danfoss A/S © 11/2017 Tutti i diritti riservati.

13.1.1 Codice identificativo per l'ordine dei frame E1–E2

Descrizione	Pos.	Opzione possibile
Gruppo prodotti	1–6	FC-102
Modello	8–10	P355–P630
Tensione di rete	11–12	T4: 380–480 V CA T7: 525–690 V CA
Frame	13–15	E00: IP00 (chassis - per l'installazione in un frame esterno) C00: IP00/chassis con canale posteriore in acciaio inossidabile E21: IP21 (NEMA 1) E54: IP54 (NEMA 12) E2M: IP21 (NEMA 1) con schermo di rete E5M: IP54 (NEMA 12) con schermo di rete
Filtro RFI	16–17	H2: Filtro RFI classe A2 (standard) H4: Filtro RFI classe A1[1)] B2: Convertitore di frequenza a 12 impulsi con filtro RFI, classe A2 B4: Convertitore di frequenza a 12 impulsi con filtro RFI, classe A1 N2: LHD con filtro RFI, classe A2 N4: LHD con filtro RFI, classe A1
Freno	18	B: IGBT freno montato X: Nessun IGBT freno R: Morsetti Regen S: Freno + Regen
Display	19	G: Pannello di controllo locale grafico LCP N: Pannello di controllo locale (LCP) numerico X: Senza pannello di controllo locale
Rivestimento PCB	20	C: PCB con rivestimento
Opzione di rete	21	X: Senza opzione di rete 3: Sezionatore di rete e fusibile 5: Sezionatore di rete, fusibile e condivisione del carico 7: Fusibile A: Fusibile e condivisione del carico D: Condivisione del carico
Adattamento	22	X: Entrate cavi standard
Adattamento	23	X: Senza adattamento
Software release	24–27	Software attuale
Lingua	28	X: pacchetto lingue standard

Tabella 13.3 Codice identificativo per l'ordine dei frame E1–E2[2)]

1) Disponibile soltanto per 380–480 V.

2) Consultare la fabbrica per le applicazioni che richiedono la certificazione nautica.

 Danfoss A/S © 11/2017 Tutti i diritti riservati.

13.1.2 Codice identificativo per l'ordine dei frame F1–F4 ed F8–F13

Descrizione	Pos.	Opzione possibile
Gruppo prodotti	1–6	FC-102
Modello	8–10	P315–P1400 kW
Tensione di rete	11–12	T4: 380–480 V CA T7: 525–690 V CA
Frame	13–15	C21: IP21/NEMA Tipo 1 con canale posteriore in acciaio inossidabile C54: IP54/Tipo 12 con canale posteriore in acciaio inossidabile E21: IP 21/ NEMA tipo 1 E54: IP 54/ NEMA tipo 12 L2X: IP21/NEMA 1 con luce armadio e presa elettrica IEC 230 V L5X: IP54/NEMA 12 con luce armadio e presa elettrica IEC 230 V L2A: IP21/NEMA 1 con luce armadio e presa elettrica IEC 115 V L5A: IP54/NEMA 12 con luce armadio e presa elettrica NAM 115 V H21: IP21 con radiatore e termostato H54: IP54 con radiatore e termostato R2X: IP21/NEMA1 con radiatore, termostato, luce e presa elettrica IEC 230 V R5X: IP54/NEMA12 con radiatore, termostato, luce e presa elettrica IEC 230 V R2A: IP21/NEMA1 con radiatore, termostato, luce e presa elettrica NAM 115 V R5A: IP54/NEMA12 con radiatore, termostato, luce e presa elettrica NAM 115 V
Filtro RFI	16–17	H2: Filtro RFI classe A2 (standard) H4: Filtro RFI, classe A1 HE: RCD con filtro RFI classe A2 HF: RCD con filtro RFI classe A1 HG: IRM con filtro RFI classe A2 HH: IRM con filtro RFI classe A1 HJ: Morsetti NAMUR e filtro RFI classe A2 HK: Morsetti NAMUR con filtro RFI classe A1 HL: RCD con morsetti NAMUR e filtro RFI classe A2 HM: RCD con morsetti NAMUR e filtro RFI classe A1 HN: IRM con morsetti NAMUR e filtro RFI classe A2 HP: IRM con morsetti NAMUR e filtro RFI classe A1 N2: Convertitore di frequenza a basso contenuto di armoniche, con filtro RFI, classe A2 N4: Convertitore di frequenza a basso contenuto di armoniche, con filtro RFI, classe A1 B2: Convertitore di frequenza a 12 impulsi con filtro RFI, classe A2 B4: Convertitore di frequenza a 12 impulsi con filtro RFI, classe A1 BE: A 12 impulsi + RCD per rete TN/TT + filtro RFI Classe A2 BF: A 12 impulsi + RCD per rete TN/TT + filtro RFI Classe A1 BG: A 12 impulsi + IRM per rete IT + filtro RFI Classe A2 BH: A 12 impulsi + IRM per rete IT + filtro RFI Classe A1 BM: A 12 impulsi + RCD per rete TN/TT + morsetti NAMUR + filtro RFI[1)] Classe A1
Freno	18	B: IGBT freno montato X: Nessun IGBT freno C: Safe Torque Off con relè di sicurezza Pilz D: Safe Torque Off con relè di sicurezza Pilz e IGBT freno R: Morsetti Regen M: Pulsante di arresto di emergenza IEC (con relè di sicurezza Pilz) N: Pulsante di arresto di emergenza IEC con IGBT freno e morsetti del freno P: Pulsante di arresto di emergenza IEC con morsetti Regen
Display	19	G: Pannello di Controllo Locale Grafico LCP
Rivestimento PCB	20	C: PCB con rivestimento

 Danfoss A/S © 11/2017 Tutti i diritti riservati.

Descrizione	Pos.	Opzione possibile
Opzione di rete	21	X: Senza opzione di rete 3: Sezionatore di rete e fusibile 5: Sezionatore di rete, fusibile e condivisione del carico 7: Fusibile A: Fusibile e condivisione del carico D: Condivisione del carico E: Sezionatore di rete, contattore e fusibili F: Interruttore di rete, contattore e fusibili G: Sezionatore di rete, contattore, morsetti di condivisione del carico e fusibili H: Interruttore di rete, contattore, morsetti di condivisione del carico e fusibili J: Interruttore di rete e fusibili K: Interruttore di rete, morsetti di condivisione del carico e fusibili
Morsetti di alimentazione e avviatori motore	22	X: Nessuna opzione E 30 A, morsetti di potenza protetti da fusibile F: 30 A, morsetti protetti da fusibili e avviatore motore manuale da 2,5-4 A G: 30 A, morsetti protetti da fusibili e avviatore motore manuale da 4-6,3 A H: 30 A, morsetti protetti da fusibili e avviatore motore manuale da 6,3-10 A J: 30 A, morsetti protetti da fusibili e avviatore motore manuale da 10-16 A K: Due avviatori manuali motore da 2,5-4 A L: Due avviatori manuali motore da 4-6,3 A M: Due avviatori manuali motore da 6,3-10 A N: Due avviatori manuali motore da 10-16 A
Alimentazione ausiliaria da 24 V e monitoraggio temperatura esterna	23	X: Nessuna opzione H: Alimentazione a 5 A, 24 V (per uso utente) J: Monitoraggio temperatura esterna G: Alimentazione a 5 A, 24 V (uso utente) e monitoraggio temperatura esterna
Software release	24–27	Software attuale
Lingua	28	X: pacchetto lingue standard

Tabella 13.4 Codice identificativo per l'ordine dei frame F1–F4 ed F8–F13[2)]

1) Questo richiede l'uso di VLT® PTC Thermistor Card MCB 112 e VLT® Extended Relay Card MCB 113.

 Danfoss A/S © 11/2017 Tutti i diritti riservati.

13.1.3 Opzioni per l'ordine di tutti i frame VLT® HVAC Drive FC 102

Descrizione	Pos.	Opzione possibile
Opzioni A	29–30	AX: Nessuna opzione A A0: VLT® PROFIBUS DP V1 MCA 101 A4: VLT® DeviceNet MCA 104 AG: VLT® LonWorks MCA 108 AJ: VLT® BACnet MCA 109 AK: VLT® BACnet/IP MCA 125 AL: VLT® PROFINET MCA 120 AN: VLT® EtherNet/IP MCA 121 AQ: VLT® POWERLINK MCA 122
Opzioni B	31–32	BX: Nessuna opzione B0: Opzione VLT® Analog I/O MCB 109 B2: VLT® PTC Thermistor Card MCB 112 B4: Opzione VLT® Sensor Input MCB 114 BK: Modulo VLT® General Purpose I/O MCB 101 BP: VLT® Relay Card MCB 105
Opzioni C0/E0	33–34	CX: Nessuna opzione
Opzioni C1/ A/B nell'adattatore opzione C	35	X: Nessuna opzione R: VLT® Extended Relay Card MCB 113
Software opzione C/ opzioni E1	36–37	XX: Controllore standard
Opzioni D	38–39	DX: Nessuna opzione D0: VLT® 24 V DC Supply MCB 107

Tabella 13.5 Codice d'ordine per opzioni FC 102

13.2 Numeri d'ordine per opzioni/kit

13.2.1 Numeri d'ordine per opzioni D: alimentazione di backup a 24 V

Descrizione	Numero d'ordine	
	Senza rivestimento	Con rivestimento
VLT® 24 V DC Supply MCB 107	130B1108	130B1208

Tabella 13.6 Numeri d'ordine per opzioni D

13.2.2 Numeri d'ordine per opzioni software

Descrizione	Numero d'ordine
VLT® Software di configurazione MCT 10 - 1 utente.	130B1000
VLT® Software di configurazione MCT 10 - 5 utenti.	130B1001
VLT® Software di configurazione MCT 10 - 10 utenti.	130B1002
VLT® Software di configurazione MCT 10 - 25 utenti.	130B1003
VLT® Software di configurazione MCT 10 - 50 utenti.	130B1004
VLT® Software di configurazione MCT 10 - 100 utenti.	130B1005
VLT® Software di configurazione MCT 10 - utenti illimitati.	130B1006

Tabella 13.7 Numeri d'ordine per opzioni software

 Danfoss A/S © 11/2017 Tutti i diritti riservati.

13.2.3 Numeri d'ordine per kit

Tipo	Descrizione	Numero d'ordine
Hardware di vario genere		
USB sullo sportello, E1 ed F1–F13	Kit di prolunga USB per consentire l'accesso al comando del convertitore di frequenza tramite computer portatile senza aprire il convertitore.	E1–E2 – 130B1156 F1–F13 – 176F1784
Ingresso dall'alto - cavi motore, F1/F3	Consente l'installazione dei cavi motore attraverso l'ingresso dall'alto dell'armadio lato motore. Utilizzare con il kit morsetti del motore comune. Soltanto per frame F1/F3.	Armadio 400 mm (15,7 pollici) – 176F1838 Armadio 600 mm (23,6 pollici) – 176F1839
Ingresso dall'alto - cavi motore, F2/F4	Consente l'installazione dei cavi motore attraverso l'ingresso dall'alto dell'armadio lato motore. Utilizzare con il kit morsetti del motore comune. Soltanto per frame F2/F4.	Armadio 400 mm (15,7 pollici) – 176F1840 Armadio 600 mm (23,6 pollici) – 176F1841
Ingresso dall'alto - cavi motore, F8–F13	Consente l'installazione dei cavi motore attraverso l'ingresso dall'alto dell'armadio lato motore. Utilizzare con il kit morsetti del motore comune. Soltanto per frame F8–F13.	Contattare la fabbrica
Ingresso dall'alto - cavi dell'alimentazione di rete, F1–F2	Consente l'installazione dei cavi dell'alimentazione di rete attraverso l'ingresso dall'alto dell'armadio lato rete. Ordinare il kit con il kit morsetti del motore comune. Soltanto per frame F1–F2.	Armadio 400 mm (15,7 pollici) – 176F1832 Armadio 600 mm (23,6 pollici) – 176F1833
Ingresso dall'alto - cavi dell'alimentazione di rete, F3-F4 con sezionatore	Consente l'installazione dei cavi dell'alimentazione di rete attraverso l'ingresso dall'alto dell'armadio lato rete. Ordinare il kit con il kit morsetti del motore comune. Soltanto per frame F3–F4 con sezionatore.	Armadio 400 mm (15,7 pollici) – 176F1834 Armadio 600 mm (23,6 pollici) – 176F1835
Ingresso dall'alto - cavi dell'alimentazione di rete, F3–F4	Consente l'installazione dei cavi dell'alimentazione di rete attraverso l'ingresso dall'alto dell'armadio lato rete. Ordinare il kit con il kit morsetti del motore comune. Soltanto per frame F3–F4.	Armadio 400 mm (15,7 pollici) – 176F1836 Armadio 600 mm (23,6 pollici) – 176F1837
Ingresso dall'alto - cavi dell'alimentazione di rete, F8–F13	Consente l'installazione dei cavi dell'alimentazione di rete attraverso l'ingresso dall'alto dell'armadio lato rete. Ordinare il kit con il kit morsetti del motore comune. Soltanto per frame F8–F13.	Contattare la fabbrica
Ingresso dall'alto - cavi bus di campo, E2	Consente l'installazione dei cavi bus di campo attraverso la parte superiore del convertitore di frequenza. Il kit è IP20/Chassis quando installato, ma è possibile usare un connettore diverso per aumentare il grado di protezione. Soltanto per frame E2.	176F1742
Morsetti del motore comuni, F1–F4	Fornisce le barre collettrici e l'hardware necessari a collegare i morsetti del motore degli inverter in parallelo a un unico morsetto (per fase) per ospitare l'installazione del kit di inserimento dall'alto. Questo kit è equivalente all'opzione morsetto del motore comune di un convertitore di frequenza. Questo kit non è necessario per installare il kit di ingresso dall'alto lato motore se è stata specificata l'opzione morsetto del motore comune in sede di ordine del convertitore di frequenza. Consigliato anche per collegare l'uscita di un convertitore di frequenza a un filtro di uscita o a un contattore di uscita. I morsetti del motore comuni eliminano la necessità di avere cavi di uguale lunghezza provenienti da ciascun inverter al punto comune del filtro di uscita (o motore).	Armadio 400 mm (15,7 pollici) – 176F1845 Armadio 600 mm (23,6 pollici) – 176F1846
Frame NEMA 3R, E2	Progettati per essere utilizzati con i convertitori di frequenza IP00/IP20/Chassis per ottenere un grado di protezione ingresso NEMA 3R o NEMA 4. Questi frame sono concepiti per l'uso in esterni per fornire un grado di protezione contro gli agenti atmosferici. Soltanto per frame E2.	Frame saldato - 176F0298 Frame Rittal - 176F1852

13

 Danfoss A/S © 11/2017 Tutti i diritti riservati.

Tipo	Descrizione	Numero d'ordine
Piedistallo, E1–E2	Il kit piedistallo è un piedistallo alto 400 mm (15,8 pollici) che consente il montaggio a pavimento del convertitore di frequenza. La parte anteriore del piedistallo presenta aperture per l'ingresso dell'aria per il raffreddamento dei componenti di potenza. Soltanto per frame E1-E2.	176F6739
Piastra opzioni di ingresso, E1-E2	Consente l'aggiunta di fusibili, sezionatore/fusibili, RFI, RFI/fusibili e RFI/sezionatore/fusibili. Soltanto per frame E1-E2.	Contattare la fabbrica
Conversione IP20, E2	Fornisce il convertitore di frequenza con un grado di protezione in ingresso di IP20/Chassis protetto. Soltanto per frame E2.	176F1884
Kit di raffreddamento del canale posteriore		
Ingresso posteriore/uscita posteriore, E1	Consente di convogliare l'aria in ingresso e in uscita dal lato posteriore del convertitore di frequenza. Il kit comprende coperchi superiori e di base per un E1 con grado di protezione IP21/54 (Tipo1/12).	176F1946
Ingresso posteriore/uscita posteriore, E2	Consente di convogliare l'aria in ingresso e in uscita dal lato posteriore del convertitore di frequenza. Il kit include coperchi superiori e di base per un E2 con grado di protezione di IP00 (Chassis).	Frame saldati - 176F1861 Frame Rittal - 176F1783
Ingresso posteriore/uscita posteriore, F1–F13	Consente di convogliare l'aria in ingresso e in uscita dal lato posteriore del convertitore di frequenza. Le piastre sono già incluse nel convertitore di frequenza. Per istruzioni sull'installazione contattare la fabbrica.	Contattare la fabbrica
Ingresso inferiore/uscita superiore, E2	Consente all'aria di raffreddamento di essere convogliata in ingresso attraverso il lato inferiore e in uscita attraverso il lato superiore del convertitore di frequenza. Questo kit viene utilizzato soltanto per il frame E2.	Armadio 2.000 mm (78,7 pollici) – 176F1850 Armadio 2.200 mm (86,6 pollici) – 176F0299
Uscita superiore, E2	Consente di convogliare all'esterno l'aria di raffreddamento attraverso il lato superiore del convertitore di frequenza. Questo kit viene utilizzato soltanto per il frame E2.	176F1776
LCP		
LCP 101	Pannello di controllo locale numerico (NLCP)	130B1124
LCP 102	Pannello di controllo locale grafico (GLCP)	130B1107
Cavo LCP	Cavo LCP separato, 3 m (9 piedi)	175Z0929
Kit LCP, IP21	Kit di montaggio a pannello comprendente un LCP grafico, dispositivi di fissaggio, un cavo di 3 m (9 piedi) e guarnizione	130B1113
Kit LCP, IP21	Kit di montaggio a pannello comprendente un LCP numerico, dispositivi di fissaggio e guarnizione	130B1114
Kit LCP, IP21	Kit di montaggio a pannello per tutti gli LCP con dispositivi di fissaggio, cavo di 3 m (9 piedi) e guarnizione	130B1117

Tabella 13.8 Kit disponibili per frame E1–E2 ed F1-F13

 Danfoss A/S © 11/2017 Tutti i diritti riservati.

13.2.4 Numeri d'ordine per opzioni A: Bus di campo

Descrizione	Numero d'ordine	
	Senza rivestimento	Con rivestimento
VLT® PROFIBUS DP MCA 101	130B1100	130B1200
VLT® DeviceNet MCA 104	130B1102	130B1202
VLT® LonWorks MCA 108	130B1106	130B1206
VLT® BACnet MCA 109	130B1144	130B1244
VLT® PROFINET MCA 120	130B1135	130B1235
VLT® EtherNet/IP MCA 121	130B1119	130B1219
VLT® Modbus TCP MCA 122	130B1196	130B1296
VLT® Powerlink MCA 123	130B1489	130B1490
VLT® VACnet/IP MCA 125	–	130B1586

Tabella 13.9 Numeri d'ordine per opzioni A

Per informazioni sulla compatibilità tra le opzioni bus di campo e dell'applicazione e le precedenti versioni del software contattare il rivenditore Danfoss.

13.2.5 Numeri d'ordine per opzioni B: Estensioni funzionali

Descrizione	Numero d'ordine	
	Senza rivestimento	Con rivestimento
VLT® General Purpose I/O MCB 101	130B1125	130B1212
VLT® Relay Card MCB 105	130B1110	130B1210
VLT® Analog I/O MCB 109	130B1143	130B1243
VLT® PTC Thermistor Card MCB 112	–	130B1137
VLT® Sensor Input MCB 114	130B1172	130B1272

Tabella 13.10 Numeri d'ordine per opzioni B

13.2.6 Numeri d'ordine per opzioni C: Motion Control e scheda relè

Descrizione	Numero d'ordine	
	Senza rivestimento	Con rivestimento
VLT® Extended Relay Card MCB 113	130B1164	130B1264

Tabella 13.11 Numeri d'ordine per opzioni C

13.3 Numeri d'ordine per filtri e resistenze di frenatura

Fare riferimento alle seguenti Guide alla Progettazione per le specifiche di dimensionamento e per i numeri d'ordine di filtri e resistenze di frenatura:

- *Guida alla Progettazione VLT® Brake Resistor MCE 101*
- *Guida alla Progettazione VLT® Advanced Harmonic Filters AHF 005/AHF 010*
- *Guida alla Progettazione dei filtri di uscita.*

13.4 Pezzi di ricambio

Consultare il VLT® Shop o il configuratore del convertitore di frequenza (*www.danfoss.com/drives*) per le parti di ricambio disponibili per la propria applicazione.

 Danfoss A/S © 11/2017 Tutti i diritti riservati.

14 Appendice

14.1 Abbreviazioni e simboli

60° AVM	Modulazione vettoriale asincrona 60°
A	Ampere/AMP
CA	Corrente alternata
AD	Air Discharge (scarica in aria)
AEO	Ottimizzazione automatica dell'energia
AI	Ingresso analogico
AIC	Corrente di interruzione in Ampere
AMA	Adattamento automatico motore
AWG	American Wire Gauge
°C	Gradi Celsius
CB	Interruttore
CD	Constant discharge (scarica costante)
CDM	Modulo convertitore completo: il convertitore di frequenza, la sezione di alimentazione e le apparecchiature ausiliarie
CE	Conformità europea (norme di sicurezza europee)
CM	Modalità comune
CT	Coppia costante
CC	Corrente continua
DI	Ingresso digitale
DM	Differential Mode (modalità differenziale)
D-TYPE	In funzione del convertitore di frequenza
EMC	Compatibilità elettromagnetica
FEM	Forza elettromotrice
ETR	Relè termico elettronico
°F	Gradi Fahrenheit
f_{JOG}	Frequenza motore quando viene attivata la funzione marcia jog
f_M	Frequenza motore
f_{MAX}	Frequenza di uscita massima che il convertitore di frequenza applica sull'uscita
f_{MIN}	Frequenza motore minima dal convertitore di frequenza
$f_{M,N}$	Frequenza motore nominale
FC	Convertitore di frequenza
FSP	Pompa a velocità fissa
HIPERFACE®	HIPERFACE® è un marchio registrato di Stegmann
HO	Sovraccarico elevato
Cv	Cavallo vapore
HTL	Encoder HTL (10-30 V) impulsi - Logica transistor ad alta tensione
Hz	Hertz
I_{INV}	Corrente nominale di uscita dell'inverter
I_{LIM}	Limite di corrente
$I_{M,N}$	Corrente nominale del motore
$I_{VLT,MAX}$	Corrente di uscita massima
$I_{VLT,N}$	Corrente di uscita nominale fornita dal convertitore
kHz	Kilohertz
LCP	Pannello di controllo locale
Lsb	Bit meno significativo
m	Metro
mA	Milliampere
MCM	Mille circular mil
MCT	Motion Control Tool
mH	Induttanza in milli henry
mm	Millimetro
ms	Millisecondo
Msb	Bit più significativo
η_{VLT}	Rendimento del convertitore di frequenza, definito come rapporto tra la potenza in uscita e la potenza in ingresso
nF	Capacità in nano Farad
NLCP	Pannello di controllo locale numerico
Nm	Newton metro
NO	Sovraccarico normale
n_s	Velocità del motore sincrono
Parametri online/offline	Le modifiche ai parametri online vengono attivate immediatamente dopo la variazione del valore dei dati
$P_{br,cont.}$	Potenza nominale della resistenza di frenatura (potenza media durante la frenatura continua)
PCB	Scheda di circuito stampato
PCD	Dati di processo
PDS	Sistema di azionamento elettrico: un CDM e un motore
PELV	Tensione di protezione bassissima
P_m	Potenza di uscita nominale del convertitore di frequenza come sovraccarico elevato
$P_{M,N}$	Potenza motore nominale
Motore PM	Motore a magneti permanenti
PID di processo	Regolatore differenziale proporzionale integrato che mantiene la velocità, la pressione, la temperatura, e così via
$R_{br,nom}$	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 di minima resistenza di frenatura consentita per convertitore di frequenza
RMS	Radice della media del quadrato
Giri/min.	Giri al minuto
R_{rec}	Resistenza di frenatura consigliata per resistenze freno Danfoss
s	Secondo
SCCR	Corrente nominale di cortocircuito
SFAVM	Modulazione vettoriale asincrona orientata secondo il flusso dello statore
STW	Parola di stato

 Danfoss A/S © 11/2017 Tutti i diritti riservati.

SMPS	Alimentazione a commutazione
THD	Distorsione armonica totale
T_{LIM}	Limite di coppia
TTL	Encoder TTL (5 V) impulsi, logica transistor
$U_{M,N}$	Tensione motore nominale
UL	Underwriters Laboratories (Organizzazione statunitense per la certificazione di sicurezza)
V	Volt
VSP	Pompa a velocità variabile
VT	Coppia variabile
VVC+	Controllo vettoriale della tensione più

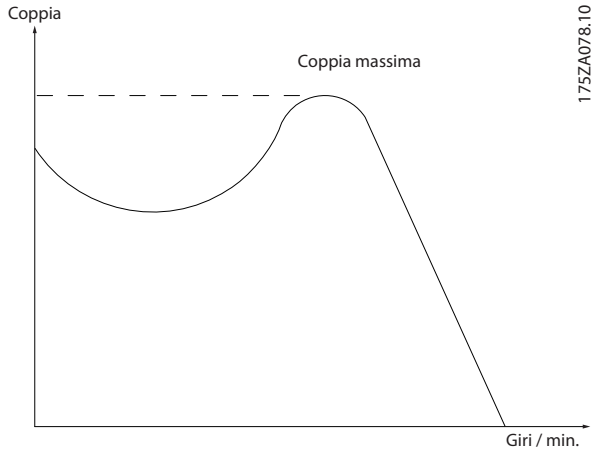
Tabella 14.1 Abbreviazioni e simboli

14.2 Definizioni

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 collegamento CC e un chopper di frenatura assicura che la potenza venga trasmessa alla resistenza di frenatura.

Coppia di interruzione

$$n_s = \frac{2 \times par.\ 1-23 \times 60\ s}{par.\ 1-39}$$



Disegno 14.1 Grafico della coppia di interruzione

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

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 (*parametro 14-22 Operation Mode*) il convertitore di frequenza ritorna all'impostazione di fabbrica.

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

Fattore di potenza
Il fattore di potenza reale (lambda) prende in considerazione tutte le armoniche ed è sempre inferiore al fattore di potenza (cos phi) che considera soltanto la prima armonica di corrente e di tensione.

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

Cos phi è anche conosciuto come fattore di potenza di dislocazione.

Sia lambda sia cos phi sono indicati per convertitori di frequenza Danfoss VLT® nel *capitolo 7.3 Alimentazione di rete*.

Il fattore di potenza indica in che misura il convertitore di frequenza impone un carico sulla rete. Quanto minore è il fattore di potenza, tanto maggiore è la corrente di ingresso I_{RMS} per lo stesso rendimento in kW. Inoltre, un fattore di potenza elevato indica che le correnti armoniche sono basse.

Tutti i convertitori di frequenza Danfoss possiedono bobine CC integrate nel collegamento CC per ottenere un elevato fattore di potenza e ridurre la THD sulla rete di alimentazione.

Ingresso a impulsi/encoder incrementale
Si utilizza un sensore digitale esterno per retroazionare informazioni sulla velocità e sulla direzione del motore. Gli encoder vengono usati per una retroazione precisa ad alta velocità in applicazioni a dinamica elevata.

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

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

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

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

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

 Danfoss A/S © 11/2017 Tutti i diritti riservati.

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

Scatto bloccato
Uno stato che si verifica in situazioni di guasto in cui il convertitore di frequenza entra in autoprotezione e richiede un intervento manuale. Uno scatto bloccato può essere annullato scollegando la rete, eliminando la causa del guasto e ricollegando il convertitore di frequenza. Il riavvio viene impedito fino a che lo stato di scatto non viene annullato attivando il ripristino.

Caratteristiche VT
Caratteristiche coppia variabile per pompe e ventole.

14.3 Installazione e setup dell'RS485

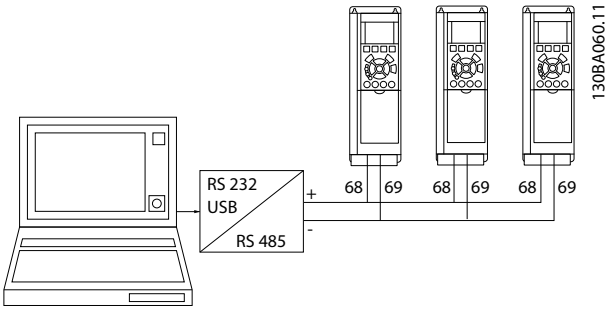
L'RS485 è un'interfaccia bus a due fili, compatibile con topologia di rete multi-drop. I nodi possono essere collegati come un bus oppure tramite linee di discesa da una linea dorsale comune. A un segmento di rete possono essere collegati fino a 32 nodi.
I ripetitori separano i vari segmenti di rete. È necessario tenere presente che ogni 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 l'interruttore 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 terra un'ampia superficie dello schermo, per esempio mediante un pressacavo o un passacavo conduttivo. Se necessario, utilizzare cavi di equalizzazione del potenziale per mantenere lo stesso potenziale di terra in tutta la rete, soprattutto negli impianti in cui sono presenti cavi lunghi. Per prevenire un disadattamento d'impedenza, utilizzare sempre lo stesso tipo di cavo in tutta la rete. Quando si collega un motore al convertitore di frequenza utilizzare sempre un cavo motore schermato.

Cavo	Doppino intrecciato schermato (STP)
Impedenza	120 Ω
Lunghezza del cavo	Al massimo 1.200 m (3.937 piedi), incluse le diramazioni. Al massimo 500 m (1.640,5 piedi) da stazione a stazione.

Tabella 14.2 Cavo motore

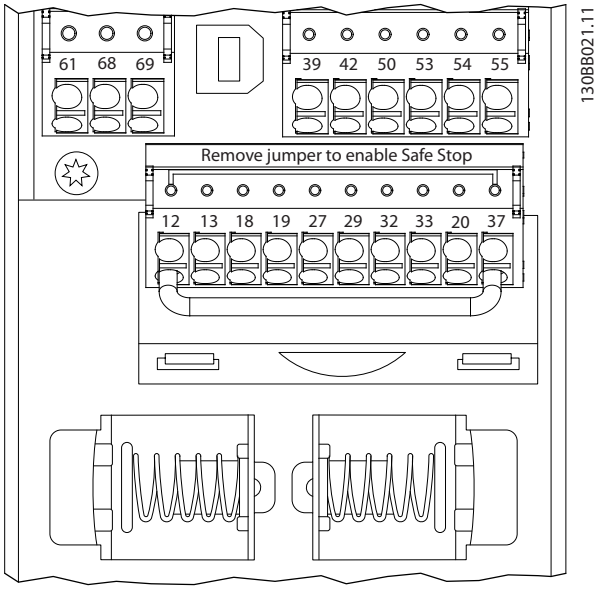
Uno o più convertitori di frequenza possono essere collegati a un regolatore (o master) mediante l'interfaccia standardizzata RS485. Il morsetto 68 viene collegato al segnale P (TX+, RX+), mentre il morsetto 69 viene collegato al segnale N (TX-, RX-). Vedere le illustrazioni nel *capitolo 10.16 Impianto conforme ai requisiti EMC*.

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



Disegno 14.2 Collegamenti paralleli

Per evitare possibili correnti transitorie di terra nello schermo, collegare a massa lo schermo del cavo mediante il morsetto 61, il quale è collegato al telaio tramite un collegamento RC.



Disegno 14.3 Morsetti della scheda di controllo

Il bus RS485 deve essere terminato usando una rete resistiva su entrambe le estremità. A tale scopo, impostare l'interruttore S801 sulla scheda di controllo su "ON".
Per ulteriori informazioni, vedere *capitolo 10.2 Schema di cablaggio*.

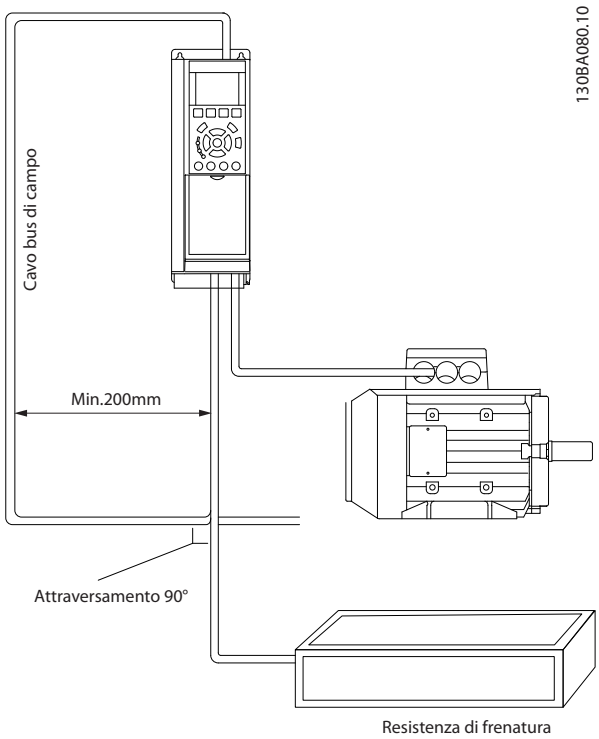
 Danfoss A/S © 11/2017 Tutti i diritti riservati.

Il protocollo di comunicazione deve essere impostato su *parametro 8-30 Protocol*.

14.3.1 Precauzioni EMC

Per ottenere un funzionamento senza interferenza della rete RS485 sono consigliate le seguenti precauzioni EMC.

Devono essere osservati i regolamenti nazionali e locali, ad esempio relativi al collegamento a massa di protezione. Il cavo di comunicazione RS485 deve essere tenuto lontano dai cavi motore e dai cavi della resistenza di frenatura al fine di evitare l'accoppiamento di disturbi alle alte frequenze tra cavi. Normalmente è sufficiente una distanza di 200 mm (8 pollici) Tuttavia, in situazioni in cui i cavi vengono posati in parallelo per lunghe distanze, si consiglia di mantenere la massima distanza possibile tra i cavi. Quando la posa incrociata è inevitabile, il cavo RS485 deve incrociare i cavi motore e i cavi della resistenza di frenatura con un angolo di 90°.



Disegno 14.4 Precauzioni EMC

14.4 RS485: Panoramica del protocollo FC

14.4.1 Panoramica del protocollo FC

Il protocollo FC, chiamato anche bus FC o bus Standard, è il bus di campo standard Danfoss. Definisce una tecnica di accesso secondo il principio master/slave per comunicazioni tramite un bus di campo.
Un master e un numero massimo di 126 slave possono essere collegati al bus. I singoli slave vengono selezionati dal master tramite un carattere di indirizzo nel telegramma. Uno slave non può mai trasmettere senza essere prima attivato a tale scopo, e un trasferimento diretto di messaggi tra i singoli slave non è possibile. Le comunicazioni avvengono in modalità half duplex.
La funzione master non può essere trasferita a un altro nodo (sistema a master singolo).

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

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

14.4.2 Setup del convertitore di frequenza

Impostare i seguenti parametri per abilitare il protocollo FC per il convertitore di frequenza.

Numero di parametro	Impostazione
Parametro 8-30 Protocol	FC
Parametro 8-31 Address	1–126
Parametro 8-32 Baud Rate	2400–115200
Parametro 8-33 Parity / Stop Bits	Parità pari, 1 bit di stop (default)

Tabella 14.3 Parametri del protocollo FC

 Danfoss A/S © 11/2017 Tutti i diritti riservati.

14.5 RS485: Struttura del telegramma del protocollo FC

14.5.1 Contenuto di un carattere (byte)

Ogni carattere trasmesso inizia con un bit di start. Quindi vengono trasferiti otto bit di dati, ciascuno corrispondente a un byte. Ogni carattere è verificato tramite un bit di parità. Questo bit è impostato su "1" quando raggiunge la parità. Parità significa un numero pari di 1 caratteri negli otto bit di dati e il bit di parità in totale. Un carattere è completato da un bit di stop ed è quindi formato da 11 bit.

Disegno 14.5 Carattere (byte)

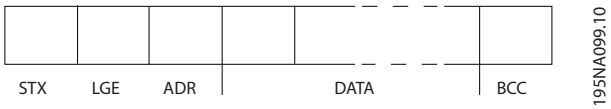
14.5.2 Struttura dei telegrammi

Ogni telegramma ha la seguente struttura:

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

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

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



Disegno 14.6 Struttura del telegramma

14.5.3 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.

- I telegrammi con 4 byte di dati hanno una lunghezza di LGE = 4 + 1 + 1 = 6 byte.
- I telegrammi con 12 byte di dati hanno una lunghezza di LGE = 12 + 1 + 1 = 14 byte.
- La lunghezza di telegrammi contenenti testo è pari a 10[1)]+n byte.

1) Il valore 10 rappresenta i caratteri fissi, mentre n è variabile (in funzione della lunghezza del testo).

14.5.4 Indirizzo convertitore di frequenza (ADR)

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

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

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

14.5.5 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 © 11/2017 Tutti i diritti riservati.

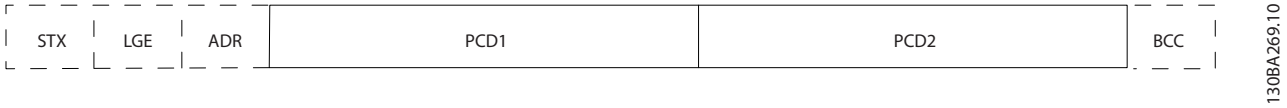
14.5.6 Campo dati

La struttura dei blocchi di dati dipende dal tipo di telegramma. Esistono tre tipi, utilizzati sia per telegrammi di controllo (master⇒slave) sia di risposta (slave⇒master).

I tre tipi di telegrammi sono:

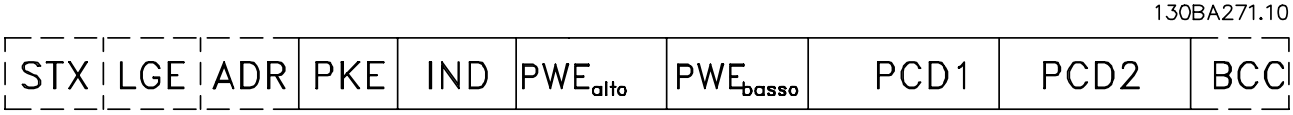
Blocco processo (PCD)
Il PCD è costituito da un blocco di dati di quattro byte (2 parole) e contiene:

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



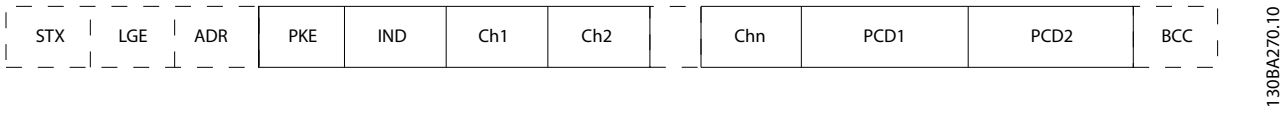
Disegno 14.7 PCD

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



Disegno 14.8 Blocco parametri

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



Disegno 14.9 Blocco di testo

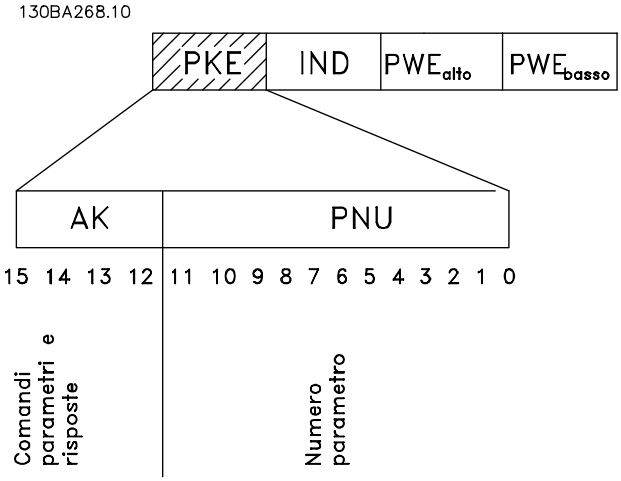
14

Danfoss A/S © 11/2017 Tutti i diritti riservati.

14.5.7 Campo PKE

Il campo PKE contiene due campi secondari:

- comando relativo ai parametri e risposta AK
- numero di parametro PNU.



Disegno 14.10 Campo PKE

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

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

Tabella 14.4 Comandi relativi ai parametri Master⇒Slave

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

Tabella 14.5 Risposta slave⇒master

Se il comando non può essere effettuato lo slave invia questa risposta:
0111 Impossibile eseguire il comando
- e inserisce il seguente messaggio d'errore nel valore del parametro (PWE):

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

Tabella 14.6 Messaggio di guasto

14.5.8 Numero di parametro (PNU)

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

14.5.9 Indice (IND)

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

Solo il byte basso è utilizzato come indice.

14.5.10 Valore del parametro (PWE)

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

Se lo slave risponde alla richiesta di parametro (comando di lettura), il valore di parametro corrente nel blocco PWE è trasmesso e rinviato al master. Se un parametro non

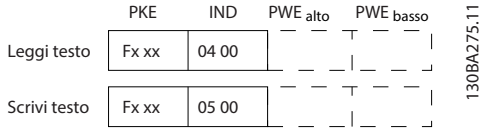
 Danfoss A/S © 11/2017 Tutti i diritti riservati.

contiene un valore numerico ma diverse opzioni dati, ad esempio *parametro 0-01 Language [0] English* e *[4] Danish (Danese)*, selezionare il valore dei dati inserendone il valore nel blocco PWE. La comunicazione seriale è in grado di leggere solo i parametri contenenti il tipo di dati 9 (stringa di testo).

I parametri da *Parametro 15-40 FC Type* a *parametro 15-53 Power Card Serial Number* contengono il tipo di dati 9.
Ad esempio, leggere le dimensioni dell'unità e l'intervallo della tensione di rete in *parametro 15-40 FC Type*. Quando viene trasmessa una stringa di testo (lettura), la lunghezza del telegramma e dei testi è 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 di campo. 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 14.11 PWE

14.5.11 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 14.7 Tipi di dati supportati

14.5.12 Conversione

I vari attributi di ciascun parametro sono mostrati nella sezione delle impostazioni di fabbrica. I valori dei parametri vengono trasferiti solo come numeri interi. Pertanto, i fattori di conversione sono utilizzati per trasmettere i codici decimali.

Parametro 4-12 Motor Speed Low Limit [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 è quindi percepito come 10,0.

Esempi:
0 s⇒indice di conversione 0
0,00 s⇒indice di conversione -2
0 M/S⇒indice di conversione -3
0,00 M/S⇒indice di conversione -5

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 14.8 Tabella di conversione

14.5.13 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 (master⇒slave parola di controllo)	Valore di riferimento
Telegramma di controllo (slave⇒master) parola di stato	Frequenza di uscita attuale

Tabella 14.9 Sequenza PCD

 Danfoss A/S © 11/2017 Tutti i diritti riservati.

14.6 RS485: esempi di parametri di protocollo FC

14.6.1 Scrittura di un valore di parametro

Cambiare *parametro 4-14 Motor Speed High Limit [Hz]* a 100 Hz.
Scrivere i dati nella EEPROM.

PKE = E19E hex - Scrittura parola singola nel *parametro 4-14 Motor Speed High Limit [Hz]*.
IND = 0000 hex
PWE_{high}=0000 hex
PWE_{low}=03E8 hex - Valore dei dati 1.000, corrispondente a 100 Hz, vedere il *capitolo 14.5.12 Conversione*.

PKE	IND	PWE_{high}	PWE_{low}
E19E H	0000 H	0000 H	03E8 H

130BA092.10

Disegno 14.12 Telegramma

AVVISO!

***Parametro 4-14 Motor Speed High Limit [Hz]* è una parola singola e il comando relativo ai parametri per la scrittura nell'EEPROM è E. Il numero di parametro *parametro 4-14 Motor Speed High Limit [Hz]* è 19E in caratteri esadecimali.**

PKE	IND	PWE_{high}	PWE_{low}
119E H	0000 H	0000 H	03E8 H

130BA093.10

Disegno 14.13 Risposta dal Master allo Slave

14.6.2 Lettura di un valore del parametro

Leggere il valore in *parametro 3-41 Ramp 1 Ramp Up Time*.

PKE = 1155 Hex - Lettura valore del parametro nel *parametro 3-41 Ramp 1 Ramp Up Time*
IND = 0000 hex
PWE_{high}=0000 hex
PWE_{low}=0000 hex

PKE	IND	PWE_{high}	PWE_{low}
1155 H	0000 H	0000 H	0000 H

130BA094.10

Disegno 14.14 Valore del parametro

Se il valore nel *parametro 3-41 Ramp 1 Ramp Up Time* è 10 s la risposta dallo slave al master è:

PKE	IND	PWE_{high}	PWE_{low}
1155 H	0000 H	0000 H	03E8 H

130BA267.10

Disegno 14.15 Risposta dallo Slave al Master

3E8 hex corrisponde a 1.000 decimale. L'indice di conversione per *parametro 3-41 Ramp 1 Ramp Up Time* è -2. *Parametro 3-41 Ramp 1 Ramp Up Time* è del tipo *senza firma 32*.

14.7 RS485: Panoramica Modbus RTU

14.7.1 Presupposti

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

14.7.2 Conoscenze premesse

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

14.7.3 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 cui gli errori 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 del dispositivo.
- Riconosce un messaggio indirizzato ad esso.
- Determina quali azioni eseguire.
- Estrae i dati o altri informazioni contenute nel messaggio.

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

 Danfoss A/S © 11/2017 Tutti i diritti riservati.

I controllori comunicano utilizzando la tecnica master-slave nella quale un solo dispositivo (il master) può iniziare le transazioni (chiamate interrogazioni). Gli altri dispositivi (slave) rispondono fornendo al master i dati richiesti oppure rispondendo all'interrogazione.
Il master può indirizzare degli slave individuali oppure iniziare un messaggio di broadcast a tutti gli slave. Gli slave restituiscono un messaggio, chiamato risposta, alle interrogazioni indirizzate a loro individualmente. Non vengono restituite risposte alle interrogazioni broadcast dal master. Il protocollo Modbus RTU stabilisce il formato per la richiesta del master posizionandolo nell'indirizzo del dispositivo (o broadcast), un codice funzione che definisce un'azione richiesta, qualsiasi dato da inviare e un campo per il controllo degli errori. Anche il messaggio di risposta dello slave è costruito usando il protocollo Modbus. Contiene campi che confermano l'azione adottata, qualsiasi dato da restituire e un campo per il controllo degli errori. Se si verifica un errore nella ricezione del messaggio o se lo slave non è in grado di effettuare l'azione richiesta, lo slave genera un messaggio di errore e lo invia come riposta, oppure si avrà una temporizzazione.

14.7.4 Convertitore di frequenza con Modbus RTU

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

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

- avviamento
- arresto del convertitore di frequenza in vari modi:
  Arresto a ruota libera
  Arresto rapido
  Arresto freno CC
  Arresto normale (rampa)
- ripristino dopo uno scatto in caso di guasto
- funzionamento a varie velocità preimpostate
- marcia in senso inverso
- modifica del setup attivo
- controllo del relè incorporato nel convertitore di frequenza.

Il riferimento bus è generalmente usato per il controllo della velocità. È anche possibile accedere ai parametri, leggere i relativi valori e, ove possibile, assegnarvi valori, consentendo una serie di opzioni di controllo, quali il controllo del setpoint del convertitore di frequenza quando viene utilizzato il suo controllore PI interno.

14.7.5 Convertitore di frequenza con Modbus RTU

Per abilitare il Modbus RTU sul convertitore di frequenza impostare i seguenti parametri:

Descrizione	Impostazione
Parametro 8-30 Protocol	Modbus RTU
Parametro 8-31 Address	1–247
Parametro 8-32 Baud Rate	2400–115200
Parametro 8-33 Parity / Stop Bits	Parità pari, 1 bit di stop (default)

14.7.6 Convertitore di frequenza con Modbus RTU

I controllori sono impostati per comunicare sulla rete Modbus usando la modalità RTU, con ogni byte in un messaggio contenente due quattro-caratteri esadecimali a 4 bit. Il formato per ogni byte è mostrato in *Tabella 14.10*.

Bit di start	Byte dati								Stop/ parità	Arresto

Tabella 14.10 Formato di esempio

Sistema di codifica	8 bit binario, esadecimale 0–9, A–F. Due 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	CRC (Controllo di ridondanza ciclica)

Tabella 14.11 Dettaglio bit

 Danfoss A/S © 11/2017 Tutti i diritti riservati.

14.8 RS485: Struttura del telegramma Modbus RTU

14.8.1 Struttura del telegramma Modbus RTU

Il dispositivo trasmittente inserisce un messaggio Modbus RTU in un frame con un punto di inizio e di fine noti. I dispositivi riceventi sono in grado di iniziare all'inizio del messaggio, leggere la porzione di indirizzo, stabilire 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 00–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 stabilire il dispositivo indirizzato. I messaggi Modbus RTU con indirizzo 0 sono messaggi broadcast. Non è consentita alcuna risposta a messaggi broadcast. Un messaggio frame tipico è mostrato nella *Tabella 14.12*.

Avvia–mento	Indirizzo	Funzione	Dati	Controllo CRC	Fine
T1-T2-T3-T4	8 bit	8 bit	N x 8 bit	16 bit	T1-T2-T3-T4

Tabella 14.12 Tipica struttura del telegramma Modbus RTU

14.8.2 Campo Start/Stop

I messaggi iniziano con una pausa di almeno 3,5 intervalli di carattere, implementata come un multiplo di intervalli di carattere al baud rate selezionato della rete (mostrato come start T1-T2-T3-T4). Il primo campo trasmesso è l'indirizzo del dispositivo. Dopo l'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 un periodo silente con più di 1,5 intervalli di carattere prima del completamento del frame, il dispositivo ricevente cancella il messaggio incompleto e presuppone che il byte successivo sia il campo di indirizzo di un nuovo messaggio. Allo stesso modo, se un nuovo messaggio inizia prima di 3,5 intervalli di carattere dopo un messaggio precedente il dispositivo ricevente lo considera una continuazione dello stesso, provocando una temporizzazione (nessuna risposta dallo slave), in quando il valore nel campo CRC (controllo di ridondanza ciclica) finale non è valido per i messaggi combinati.

14.8.3 Campo di indirizzo

Il campo di indirizzo di un frame messaggio contiene 8 bit. Gli indirizzi validi del dispositivo slave sono compresi nell'intervallo 0-247 decimale. Ai singoli dispositivi slave vengono assegnati indirizzi nell'intervallo compreso tra 1 e 247 (il valore 0 è riservato al modo broadcast, riconosciuto da tutti gli slave). Un master indirizza uno slave inserendo l'indirizzo slave nel campo di indirizzo del messaggio. Quando lo slave invia la sua risposta, colloca il suo proprio indirizzo in questo campo di indirizzo per segnalare al master quale slave sta rispondendo.

14.8.4 Campo funzione

Il campo funzione di un frame messaggio contiene 8 bit. I codici validi sono compresi nell'intervallo tra 1 e FF. I campi funzione sono usati per la trasmissione di messaggi tra master e slave. Quando un messaggio viene inviato da un master a un dispositivo slave, il campo del codice funzione segnala allo slave l'azione che deve effettuare. Quando risponde al master, lo slave 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 lo slave restituisce semplicemente il codice funzione originale. Per una risposta di eccezione, lo slave restituisce un codice che è equivalente al codice funzione originale con il suo bit più significativo impostato su 1 logico. Inoltre lo slave colloca un codice unico nel campo dati del messaggio di risposta. Questo codice segnala al master il tipo di errore occorso oppure la ragione dell'eccezione. Vedere *capitolo 14.9.1 Codici funzione supportati da Modbus RTU*.

14.8.5 Campo dati

Il campo dati è costruito usando serie di due cifre esadecimali nell'intervallo compreso tra 00 e FF esadecimale. Queste sequenze sono costituite al massimo da un carattere RTU. Il campo dati dei messaggi inviati da un master a un dispositivo slave contiene informazioni che lo slave deve usare per effettuare l'azione definita dal codice funzione. Queste informazioni possono includere elementi come indirizzi di bobine o di indirizzi registro, la quantità di elementi da gestire e il conteggio di byte di dati effettivi nel campo.

 Danfoss A/S © 11/2017 Tutti i diritti riservati.

14.8.6 Campo di controllo CRC

I messaggi includono un campo per il controllo degli errori basato sul metodo CRC (controllo di ridondanza ciclica. Il campo CRC controlla i contenuti dell'intero messaggio. Viene applicato indipendentemente da qualsiasi metodo di controllo parità per i caratteri individuali del messaggio. Il dispositivo trasmittente calcola il valore CRC e quindi aggiunge il CRC come ultimo campo nel messaggio. Il dispositivo ricevente ricalcola un CRC durante la ricezione del messaggio e confronta il valore calcolato con il valore effettivo ricevuto nel campo CRC. Se i due valori non corrispondono, si verifica un timeout del bus. Il campo per il controllo degli errori contiene un valore binario a 16 bit implementato come due byte a 8 bit. Dopo il controllo degli errori, 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.

14.8.7 Indirizzamento del registro di bobina

In Modbus, tutti i dati sono organizzati in bobine e registri di mantenimento. Le bobine gestiscono un singolo bit, mentre i registri di mantenimento gestiscono una parola a 2 byte (16 bit). Tutti gli indirizzi di dati nei messaggi Modbus sono riferiti allo 0. Alla prima occorrenza di un elemento dati viene assegnato l'indirizzo dell'elemento numero 0. 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 indirizzata come coil 007Ehex (126 in codice decimale).
Il registro di mantenimento 40001 viene indirizzato come registro 0000 nel campo di indirizzo dati del messaggio. Il campo codice funzione specifica già un funzionamento 'registro di mantenimento'. Pertanto il riferimento 4XXXX è implicito. Il registro di mantenimento 40108 viene indirizzato come registro 006Bhex (107 in codice decimale).

Numero di bobina	Descrizione	Direzione del segnale
1–16	Parola di controllo del convertitore di frequenza (vedere la *Tabella 14.14*).	Dal master allo slave
17–32	Velocità del convertitore di frequenza o intervallo di riferimento setpoint 0x0–0xFFFF (-200% ... ~200%).	Dal master allo slave
33–48	Parola di stato del convertitore di frequenza (vedere la *Tabella 14.14*).	Dal master allo slave
49–64	Modalità-anello aperto: frequenza di uscita del convertitore di frequenza. Modalità ad anello chiuso: segnale di retroazione del convertitore di frequenza.	Dallo slave al master
65	Controllo di scrittura parametro (dal master allo slave).	Dal master allo slave
	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 14.13 Bobine e registri di mantenimento

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 congelata	Nessuna frequenza congelata
07	Arresto rampa	Avviamento
08	Nessun ripristino	Ripristino
09	Nessun 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 14.14 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 Automatico
43	Fuori campo di frequenza	Nel campo di frequenza
44	Arrestato	In funzione
45	Non utilizzato	Non utilizzato
46	Nessun avviso tensione	Avviso tensione
47	Non nel limite di corrente	Limite di corrente
48	Nessun avviso termico	Avviso termico

Tabella 14.15 Parola di stato del convertitore di frequenza (profilo FC)

 Danfoss A/S © 11/2017 Tutti i diritti riservati.

Numero registro	Descrizione
00001–00006	Riservato.
00007	Ultimo codice di guasto da un'interfaccia oggetto dati FC.
00008	Riservato.
00009	Indice parametri[1].
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 del convertitore di frequenza (CTW).
50010	Dati di ingresso: registro riferimento bus (REF).
...	...
50200	Dati di uscita:: registro parola di stato del convertitore di frequenza (STW).
50210	Dati di uscita:: registro valore effettivo principale del convertitore di frequenza (MAV).

Tabella 14.16 Registri di mantenimento

1) Utilizzato per specificare il numero di indice usato quando si accede a un parametro indicizzato.

14.9 RS485: Codici di funzione messaggio Modbus RTU

14.9.1 Codici funzione supportati da Modbus RTU

Modbus RTU supporta l'uso dei seguenti codici funzione in *Tabella 14.17* nel campo funzione di un messaggio.

Funzione	Codice funzione
Lettura bobine	1 hex
Lettura registri di mantenimento	3 hex
Scrittura bobina singola	5 hex
Scrittura registro singolo	6 hex
Scrittura bobine multiple	F hex
Scrittura registri multipli	10 hex
Ottieni contatore eventi com.	B hex
Riporta ID slave	11 hex

Tabella 14.17 Codici funzione

Funzione	Codice funzione	Codice sottofun–zione	Sottofunzione
Diagnostica	8	1	Riavvia comunicazione.
		2	Restituisce il registro diagnostico.
		10	Azzera i contatori e il registro diagnostico.
		11	Restituisce il conteggio messaggi bus.
		12	Restituisce il conteggio degli errori di comuni-cazione bus.
		13	Restituisce il conteggio degli errori di eccezione bus.
		14	Restituisce il conteggio messaggi slave.

Tabella 14.18 Codici funzione

 Danfoss A/S © 11/2017 Tutti i diritti riservati.

14.9.2 Codici di eccezione Modbus

Per una spiegazione completa della struttura di una risposta del codice di eccezione consultare il *capitolo 14.8 RS485: Struttura del telegramma Modbus RTU*.

Codice	Nome	Significato
1	Funzione non consentita	Il codice funzione ricevuto nell'interrogazione non è un'azione consentita per il server (o slave). La causa può essere il fatto che il codice funzione è applicabile soltanto ai dispositivi più nuovi e non è stato implementato nell'unità selezionata. Potrebbe anche indicare che il server (o lo slave) si trova in uno stato sbagliato per elaborare una richiesta di questo tipo, ad esempio perché non è configurato e gli è stato richiesto di indicare i valori di registro.
2	Indirizzo dati non consentito	L'indirizzo dati ricevuto nell'interrogazione non è un indirizzo consentito per il server (o slave). Più specificamente, non è valida la combinazione di numero di riferimento e lunghezza di trasferimento. Per un controllore con 100 registri una richiesta con offset 96 e lunghezza 4 avrebbe successo, mentre una richiesta con offset 96 e lunghezza 5 genera l'eccezione 02.
3	Valore dei dati non consentito	Un valore contenuto nel campo dati di interrogazione non è un valore consentito per un server (o slave). Questo indica un guasto nella struttura della parte residua di una richiesta complessa, ad esempio che la lunghezza implicita è scorretta. Specificatamente NON significa che un elemento di dati trasmesso per la memorizzazione in un registro abbia un valore al di fuori dell'ambito del programma applicativo poiché il protocollo Modbus non conosce il significato dei singoli valori nei singoli registri.
4	Guasto al dispositivo slave	Si è verificato un errore irreversibile mentre il server (o slave) tentava di eseguire l'azione richiesta.

Tabella 14.19 Codici di eccezione Modbus

14.10 RS485: Parametri Modbus RTU

14.10.1 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.

14.10.2 Memorizzazione di dati

La bobina 65 in codice decimale stabilisce se i dati scritti sul convertitore di frequenza vengono memorizzati nell'EEPROM e nella RAM (bobina 65 = 1) oppure soltanto nella RAM (bobina 65 = 0).

14.10.3 IND

L'indice array viene impostato nel registro di mantenimento 9 e utilizzato durante l'accesso ai parametri array.

14.10.4 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.

14.10.5 Fattore di conversione

Siccome un valore parametrico può essere trasmesso solo come numero intero, per trasmettere decimali è necessario usare un fattore di conversione. Vedere il *capitolo 14.6 RS485: esempi di parametri di protocollo FC*.

14.10.6 Valori dei parametri

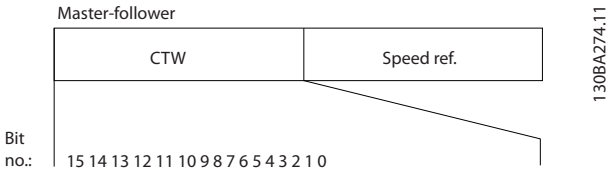
Tipi di dati standard
I tipi di dati standard sono int16, int32, uint8, uint16e uint32. Sono memorizzati come registri 4x (40001 – 4FFFF). I parametri vengono letti utilizzando la funzione 03 hex lettura registri di mantenimento. I parametri vengono scritti usando la funzione 6 hex preimposta un registro singolo per un registro (16 bit) e la funzione 10 hex preimposta registri multipli per due registri (32 bit). Le grandezze leggibili vanno da un registro (16 bit) fino a dieci registri (20 caratteri).

 Danfoss A/S © 11/2017 Tutti i diritti riservati.

Tipi di dati non standard
I tipi di dati non standard sono stringhe di testo e vengono memorizzati come registri 4x (40001–4FFFF). I parametri vengono letti usando la funzione 03 hex Read Holding Registers (Lettura registri di mantenimento) e scritti usando la funzione 10 hex Preset Multiple Registers (Scrittura di uno o più registri). Le grandezze leggibili vanno da un registro (due caratteri) fino a dieci registri (20 caratteri).

14.11 RS485: Profilo di controllo FC

14.11.1 Parola di controllo secondo il profilo FC



Disegno 14.16 Dal master allo slave CW

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

Spiegazione dei bit di controllo
Bit 00/01
I bit 00 e 01 vengono utilizzati per scegliere fra i quattro valori di riferimento, preprogrammati in *parametro 3-10 Preset Reference* secondo fino a *Tabella 14.20*.

Valore di riferimento programmato	Descrizione	Bit 01	Bit 00
1	[0] *parametro 3-10 Preset Reference*	0	0
2	[1] *parametro 3-10 Preset Reference*	0	1
3	[2] *parametro 3-10 Preset Reference*	1	0
4	[3] *parametro 3-10 Preset Reference*	1	1

Tabella 14.20 Bit di controllo

AVVISO!

Effettuare una selezione nel *parametro 8-56 Preset Reference Select* 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. Impostare la corrente di frenata e la durata in *parametro 2-01 DC Brake Current* e *parametro 2-02 DC Braking Time*.
Bit 02 = 1 attiva la rampa.

Bit 03, rotazione libera
Bit 03 = 0: il convertitore di frequenza spegne immediatamente i transistor di uscita e il motore gira 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 nel *parametro 8-50 Coasting Select* per definire come il bit 03 si colleghi alla funzione corrispondente sugli ingressi digitali.

Bit 04, arresto rapido
Bit 04 = 0: la velocità del motore effettua una rampa di decelerazione fino all'arresto (impostato nel *parametro 3-81 Quick Stop Ramp Time*).

Bit 05 Mantenimento frequenza di uscita
Bit 05 = 0: la frequenza di uscita attuale (in Hz) viene congelata. Cambiare la frequenza di uscita bloccata soltanto con gli ingressi digitali reperiti nel *parametro 5-10 Terminal 18 Digital Input – parametro 5-15 Terminal 33 Digital Input*.

 Danfoss A/S © 11/2017 Tutti i diritti riservati.

AVVISO!

Se è attivo Uscita congelata il convertitore di frequenza può essere arrestato soltanto nelle seguenti condizioni:

- **Bit 03 arresto a rotazione libera.**
- **Bit 02 frenatura in CC.**
- **Ingresso digitale (*parametro 5-10 Terminal 18 Digital Input – parametro 5-15 Terminal 33 Digital Input*) programmato su *Frenatura in CC*, *Arresto a rotazione 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 deceleri fino all'arresto mediante i parametri della rampa di decelerazione selezionati.
Bit 06 = 1: consente al convertitore di frequenza di avviare il motore se le altre condizioni di avviamento sono soddisfatte.

Effettuare una selezione nel *parametro 8-53 Start Select* per definire come il bit 06 arresto/avviamento rampa sia abbinato alla funzione corrispondente sugli ingressi digitali.

Bit 07, Ripristino
Bit 07 = 0: Nessun ripristino.
Bit 07 = 1: ripristina uno scatto. Il ripristino viene attivato in corrispondenza del fronte di salita del segnale, vale a dire quando cambia da 0 logico a 1 logico.

Bit 08, Jog
Bit 08 = 1: la frequenza di uscita dipende dal *parametro 3-19 Jog Speed [RPM]*.

Bit 09, Selezione della rampa 1/2
Bit 09 = 0: è attiva la rampa 1 (*parametro 3-41 Ramp 1 Ramp Up Time – parametro 3-42 Ramp 1 Ramp Down Time*).
Bit 09 = 1: è attiva (*parametro 3-51 Ramp 2 Ramp Up Time – parametro 3-52 Ramp 2 Ramp Down Time*) la rampa 2.

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. Pertanto, è possibile disattivare la parola di controllo se non è in uso durante l'aggiornamento o la lettura di parametri.

Bit 11, Relè 01
Bit 11 = 0: relè non attivato.
Bit 11 = 1: relè 01 attivato, a condizione che *[36] Bit 11 par. di contr.* sia selezionato nel *parametro 5-40 Function Relay*.

Bit 12, Relè 04
Bit 12 = 0: Il relè 04 non è attivato.
Bit 12 = 1: relè 04 è attivato a condizione che *[37] Bit 12 par. di contr.* sia selezionato nel *parametro 5-40 Function Relay*.

Bit 13/14, Selezione del setup
Utilizzare i bit 13 e 14 per scegliere fra i quattro setup di menu in base alla *Tabella 14.21*.

Setup	Bit 14	Bit 13
1	0	0
2	0	1
3	1	0
4	1	1

Tabella 14.21 Selezione del setup

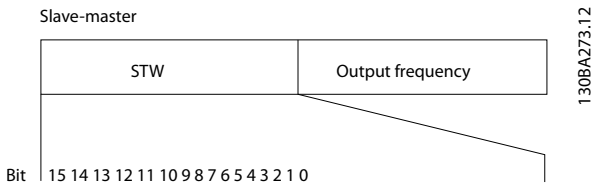
La funzione è possibile soltanto se *[9] Multi setup* è selezionato nel *parametro 0-10 Active Set-up*.

Effettuare una selezione nel *parametro 8-55 Set-up Select* 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 su *[0] Ingr. digitale* nel *parametro 8-54 Reversing Select*. Il bit 15 determina l'inversione soltanto se viene selezionato quanto segue:

- comunicazione seriale
- logica OR
- logica AND.

14.11.2 Parola di stato secondo il profilo FC



Disegno 14.17 Dallo slave al master STW

14

 Danfoss A/S © 11/2017 Tutti i diritti riservati.

Bit	Bit = 0	Bit = 1
00	Comando non pronto	Comando pronto
01	Convertitore di frequenza non pronto	Convertitore di frequenza pronto
02	Rotazione libera	Abilitare
03	Nessun errore	Scatto
04	Nessun errore	Errore (nessuno scatto)
05	Riservato	–
06	Nessun errore	Scatto bloccato
07	Nessun avviso	Avviso
08	Velocità≠riferimento	Velocità = riferimento
09	Funzionamento locale	Controllo bus
10	Fuori dal limite di frequenza	Limite di frequenza OK
11	Nessuna funzione	In funzione
12	Convertitore di frequenza OK	Arrestato, avvio automatico
13	Tensione OK	Tensione superata
14	Coppia OK	Coppia superata
15	Timer OK	Timer superato

Bit 00, Comando non pronto/pronto
Bit 00 = 0: il convertitore di frequenza scatta.
Bit 00 = 1: i comandi del convertitore di frequenza sono pronti ma la sezione di potenza non è necessariamente alimentata (in caso di alimentazione esterna a 24 V ai comandi).

Bit 01, Convertitore di frequenza pronto
Bit 01 = 1: il convertitore di frequenza è pronto a funzionare ma è presente un comando di rotazione libera attivo dagli ingressi digitali o dalla comunicazione seriale.

Bit 02, Arresto a rotazione 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, Nessun 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, premere [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 bloccato.

Bit 07, nessun avviso/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. Ad esempio, quando la velocità esegue una rampa di accelerazione/decelerazione 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] viene attivato sull'unità di controllo o è selezionato *[2] Locale* nel *parametro 3-13 Reference Site*. Il convertitore di frequenza non può essere controllato tramite la comunicazione seriale.
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 nel *parametro 4-11 Motor Speed Low Limit [RPM]* oppure nel *parametro 4-13 Motor Speed High Limit [RPM]*.
Bit 10 = 1: la frequenza di uscita rientra nei limiti definiti.

Bit 11, nessun funzionamento/funzionamento
Bit 11 = 0: il motore non è in funzione.
Bit 11 = 1: il convertitore di frequenza ha ricevuto un segnale di avviamento oppure la frequenza di uscita è maggiore di 0 Hz.

Bit 12, Convertitore di frequenza OK/arrestato, avviamento automatico
Bit 12 = 0: l'inverter non è soggetto a temperatura eccessiva temporanea.
Bit 12 = 1: l'inverter si arresta a causa della sovratemperatura ma l'unità non scatta e continua a funzionare una volta cessata la sovratemperatura.

Bit 13, Tensione OK/limite superato
Bit 13 = 0: non ci sono avvisi relativi alla tensione.
Bit 13 = 1: la tensione CC nel collegamento CC del convertitore di frequenza è troppo bassa o troppo alta.

Bit 14, Coppia OK/limite superato
Bit 14 = 0: la corrente motore è inferiore rispetto al limite di coppia selezionato nel *parametro 4-18 Current Limit*.
Bit 14 = 1: il limite di coppia nel *parametro 4-18 Current Limit* è stato superato.

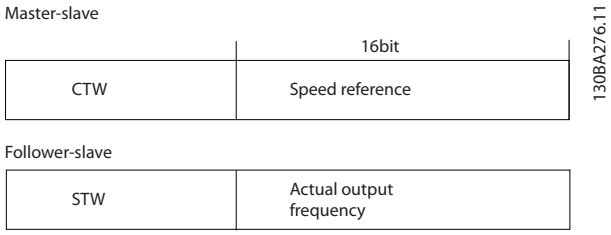
Bit 15, Timer OK/limite superato
Bit 15 = 0: i timer per la protezione termica del motore e per la protezione termica non hanno superato il 100%.
Bit 15 = 1: uno dei timer ha superato il 100%.

Se il collegamento tra l'opzione InterBus e il convertitore di frequenza va perso o si è verificato un problema di comunicazione interno, tutti i bit nella STW vengono impostati su 0.

 Danfoss A/S © 11/2017 Tutti i diritti riservati.

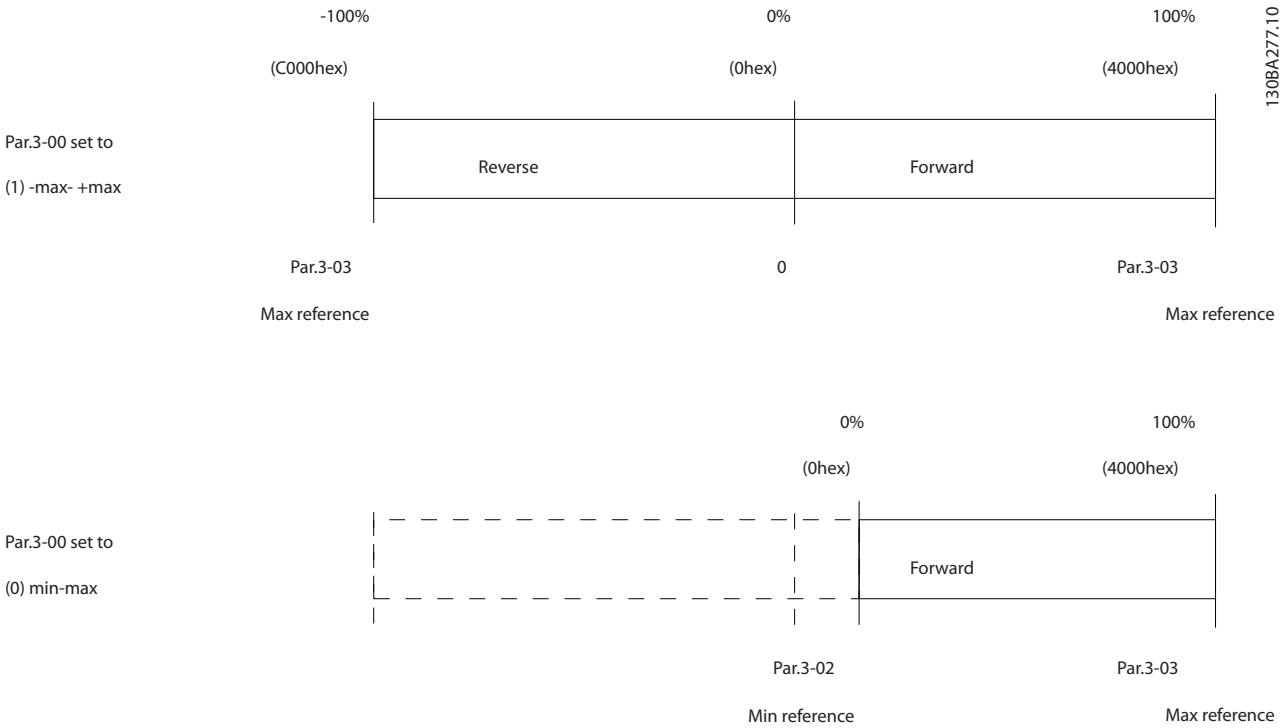
14.11.3 Valore di riferimento velocità bus

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 al 100%. I numeri negativi sono formattati con un complemento a 2. La frequenza di uscita effettiva (MAV) viene messa in scala allo stesso modo del riferimento bus.



Disegno 14.18 Valore di riferimento velocità bus

Il riferimento e il MAV vengono messi in scala come mostrato nella *Disegno 14.19*.



Disegno 14.19 Riferimento e MAV

 Danfoss A/S © 11/2017 Tutti i diritti riservati.

14.11.4 Parola di controllo secondo il profilo PROFIdrive (CTW)

La parola di controllo è utilizzata per inviare comandi da un master a uno slave.

Bit	Bit = 0	Bit = 1
00	OFF 1	ON 1
01	OFF 2	ON 2
02	OFF 3	ON 3
03	Rotazione libera	Nessuna rotazione libera
04	Arresto rapido	Rampa
05	Mantenimento frequenza di uscita	Utilizzare rampa
06	Arresto rampa	Avviamento
07	Nessuna funzione	Ripristino
08	Jog 1 OFF	Jog 1 ON
09	Jog 2 OFF	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 14.22 Valori bit per la parola di controllo, profilo PROFIdrive

Spiegazione dei bit di controllo

Bit 00, OFF 1/ON 1
Arresti rampa normali che utilizzano i tempi di rampa della rampa attualmente selezionata.
Bit 00 = 0 provoca l'arresto e l'attivazione del relè di uscita 1 o 2, se la frequenza di uscita è 0 Hz e se *[31] Relè 123* è stato selezionato nel *parametro 5-40 Function Relay*.
Quando il bit 00 = 1, il convertitore di frequenza è nello Stato 1: accensione inibita.

Bit 01, OFF 2/ON 2
Arresto a rotazione libera
Se bit 01 = 0, si verifica un arresto a rotazione libera e l'attivazione del relè di uscita 1 o 2, se la frequenza di uscita è 0 Hz e se *[31] Relè 123* è stato selezionato nel *parametro 5-40 Function Relay*.
Quando il bit 01 = 1, il convertitore di frequenza è nello Stato 1: inibito. Fare riferimento a *Tabella 14.23*, alla fine di questa sezione.

Bit 02, OFF 3/ON 3
Arresto rapido usando il tempo di rampa di *parametro 3-81 Quick Stop Ramp Time*.
Se 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 *[31] Relè 123* è stato selezionato nel *parametro 5-40 Function Relay*.
Quando il bit 02 = 1, il convertitore di frequenza è nello Stato 1: accensione inibita.

Bit 03, Rotazione libera/nessuna rotazione libera
Arresto a rotazione libera bit 03 = 0 provoca 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 *parametro 8-50 Coasting Select* determina come il bit 03 è collegato con la funzione corrispondente degli ingressi digitali.

Bit 04, Arresto rapido/rampa
Arresto rapido usando il tempo di rampa di *parametro 3-81 Quick Stop Ramp Time*.
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 *parametro 8-51 Quick Stop Select* determina come il bit 04 è collegato con la funzione corrispondente degli ingressi digitali.

Bit 05, Mantenimento frequenza di uscita/Utilizzo rampa
Quando il bit 05 = 0, la frequenza di uscita effettiva viene mantenuta anche se il valore di riferimento è cambiato.
Quando il bit 05 = 1, il convertitore di frequenza torna a svolgere la sua funzione di regolazione; Il funzionamento avviene secondo il rispettivo valore di riferimento.

Bit 06, Arresto/avviamento rampa
Arresto rampa normale che utilizza i tempi di rampa della rampa attuale come selezionati. Inoltre, l'attivazione del relè di uscita 01 o 04 se la frequenza di uscita è 0 Hz e se *[31] Relè 123* è stato selezionato nel *parametro 5-40 Function Relay*.
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 *parametro 8-53 Start Select* determina come il bit 06 è collegato alla funzione corrispondente degli ingressi digitali.

Bit 07, Nessuna funzione/ripristino
Ripristino dopo lo spegnimento.
Conferma l'evento nel buffer di errori.
Quando il bit 07 = 0, non avviene alcun ripristino.
Quando si verifica un cambiamento di pendenza del bit 07 a 1, dopo lo spegnimento viene effettuato un ripristino.

Bit 08, Marcia jog 1 OFF/ON
Attiva la velocità preprogrammata nel *parametro 8-90 Bus Jog 1 Speed*. JOG 1 è possibile soltanto se il bit 04 = 0 e i bit 00–03 = 1.

 Danfoss A/S © 11/2017 Tutti i diritti riservati.

Bit 09, Jog 2 OFF/ON
Attiva la velocità preprogrammata nel *parametro 8-91 Bus Jog 2 Speed*. JOG 2 è possibile soltanto se il bit 04 = 0 e i bit 00–03 = 1.

Bit 10, Dati non validi/validi
Comunica al convertitore di frequenza se la parola di controllo deve essere utilizzata o ignorata.
l bit 10 = 0 fa sì che la parola di controllo venga ignorata.
Il bit 10 = 1 fa sì che la parola di controllo venga utilizzata.
Questa funzione è importante in quanto la parola di controllo è sempre contenuta nel telegramma, indipendentemente dal tipo di telegramma usato. Ad esempio, è possibile disattivare la parola di controllo se non deve essere usata con l'aggiornamento o la lettura di parametri.

Bit 11, nessuna funzione/slow-down
Riduce il valore di riferimento di velocità della quantità indicata nel valore *parametro 3-12 Catch up/slow Down Value*.
Quando il bit 11 = 0, non avviene alcuna modifica del valore di riferimento. Quando il bit 11 = 1, viene ridotto il valore di riferimento.

Bit 12, Nessuna funzione/catch-up
Aumenta il valore di riferimento di velocità della quantità indicata in *parametro 3-12 Catch up/slow Down Value*.
Quando il bit 12 = 0, non avviene alcuna modifica del valore di riferimento.
Quando il bit 12 = 1, il valore di riferimento viene aumentato.
Se sono attivati sia lo slow-down sia l'accelerazione (bit 11 e 12 = 1), lo slow-down ha la priorità, ad esempio il valore di riferimento di velocità viene ridotto.

Bit 13/14, Selezione del setup
Seleziona tra le quattro programmazioni parametri secondo: *Tabella 14.23*.

La funzione è possibile soltanto se *[9] Multi setup* è selezionato nel *parametro 0-10 Active Set-up*. La selezione in *parametro 8-55 Set-up Select* determina in che modo i bit 13 e 14 vengono collegati con la rispettiva funzione degli ingressi digitali. La modifica del setup durante il funzionamento è possibile solo se i setup sono stati collegati in *parametro 0-12 This Set-up Linked to*.

Setup	Bit 13	Bit 14
1	0	0
2	1	0
3	0	1
4	1	1

Tabella 14.23 Bit 13/14, Opzioni 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 *[0] Ingr. digitale* nel *parametro 8-54 Reversing Select*.

AVVISO!

Il bit 15 determina l'inversione soltanto se viene selezionato quanto segue:

- **Comunicazione seriale**
- **logica OR**
- **logica AND.**

14.11.5 Parola di stato Secondo il profilo PROFIdrive (STW)

La parola di stato informa un master sullo stato di uno slave.

Bit	Bit = 0	Bit = 1
00	Comando non pronto	Comando pronto
01	Convertitore di frequenza non pronto	Convertitore di frequenza pronto
02	Rotazione libera	Abilitare
03	Nessun errore	Scatto
04	OFF 2	ON 2
05	OFF 3	ON 3
06	Avviamento possibile	Avviamento impossibile
07	Nessun avviso	Avviso
08	Velocità≠riferimento	Velocità = riferimento
09	Funzionamento locale	Controllo bus
10	Fuori dal limite di frequenza	Limite di frequenza ok
11	Nessuna funzione	In funzione
12	Convertitore di frequenza OK	Arrestato, avvio automatico
13	Tensione OK	Tensione superata
14	Coppia OK	Coppia superata
15	Timer OK	Timer superato

Tabella 14.24 Valori bit per la parola di stato, profilo PROFIdrive

Spiegazione dei bit di stato

Bit 00, Comando 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) - oppure il convertitore di frequenza viene disinserito (scatta).
Quando il bit 00 = 1, il comando del convertitore di frequenza è pronto, ma non è necessariamente presente alimentazione per l'unità (nel caso di un'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 © 11/2017 Tutti i diritti riservati.

Bit 02, Rotazione libera/abilitato
Quando il 02 = 0, il bit 00, 01 o 02 della parola di controllo è 0 (OFF 1, OFF 2 o OFF 3 o rotazione libera) - oppure 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, Nessun errore/scatto
Quando il bit 03 = 0, non esiste alcuna condizione 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 potersi avviare.

Bit 04, ON 2/OFF 2
Quando il bit 01 della parola di controllo è 0, allora il bit 04 = 0.
Quando il bit 01 della parola di controllo è 1, allora il bit 04 = 1

Bit 05, ON 3/OFF 3
Quando il bit 02 della parola di controllo è 0, allora il bit 05 = 0.
Quando il bit 02 della parola di controllo è 1, allora il bit 05 = 1.

Bit 06, Avviamento possibile/avviamento impossibile.
Se *[1] Profilo PROFIdrive* è selezionato nel *parametro 8-10 Control Profile*, il bit 06 sarà 1 dopo la conferma del disinserimento, dopo l'attivazione di OFF2 o OFF3 e dopo l'inserimento della tensione di rete.
Avviamento impossibile 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 stato emesso un avviso.

Bit 08, Velocità≠ riferimento/velocità = riferimento
Quando il bit 08 = 0, l'attuale velocità del motore si scosta dal valore di riferimento della velocità impostato. Questo scenario può avvenire, per esempio, quando la velocità viene modificata durante l'avviamento/arresto attraverso la rampa di accelerazione/decelerazione.
Quando il bit 08 = 1, l'attuale velocità del motore corrisponde al valore di riferimento della velocità impostato.

Bit 09, Funzionamento locale/controllo bus
Bit 09 = 0 indica che il convertitore di frequenza è stato arrestato con il tasto [Stop] sull'LCP, o che l'opzione [0] *Collegato Man./Auto* o [2] *Locale* è selezionata nel *parametro 3-13 Reference Site*.
Quando il bit 09 = 1, il convertitore di frequenza può essere controllato attraverso l'interfaccia seriale.

Bit 10, fuori dal limite di frequenza/limite di frequenza OK
Se bit 10 = 0, la frequenza di uscita è al di fuori dei limiti impostati in *parametro 4-52 Warning Speed Low* e *parametro 4-53 Warning Speed High*.
Quando il bit 10 = 1, la frequenza di uscita rientra nei limiti indicati.

Bit 11, nessun funzionamento/funzionamento
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 è superiore a 0 Hz.

Bit 12, Convertitore di frequenza OK/arrestato, 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 (scatto) e si riavvierà 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 *parametro 4-16 Torque Limit Motor Mode* e *parametro 4-17 Torque Limit Generator Mode*.
Se il bit 14 = 1, il limite selezionato nel *parametro 4-16 Torque Limit Motor Mode* o nel *parametro 4-17 Torque Limit Generator Mode* 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 © 11/2017 Tutti i diritti riservati.

Indice

A

Abbreviazioni... 231

Adattamento automatico motore (AMA)
- Configurazione del cablaggio... 214
- Panoramica... 23

Alimentazione a 24 V CC... 178

Altitudine... 167

Ambiente... 64, 163

Ambiente commerciale... 198

Ambiente residenziale... 198

Analisi di Fourier... 203

Analogico
- Configurazione di cablaggio per Riferimento di velocità... 214
- Descrizioni in ingresso/uscita e impostazioni di fabbrica... 179
- Specifiche delle uscite... 66
- Specifiche di ingresso... 65

Anello aperto... 210, 211

Anello chiuso... 210, 211

Approvazione CSA/cUL... 9

Armoniche
- Definizione di fattore di potenza... 231
- Filtro... 49
- Normative EN... 204
- Normative IEC... 204
- Panoramica... 203
- Riduzione... 205

Atmosfera esplosiva... 164

Auto on... 206

Avviatore statico... 31

Avvisi... 6, 169

Avviso alta tensione... 6

B

Backup dell'energia cinetica... 25

Bassa tensione
- Direttiva... 8

Bus CC
- Descrizione del funzionamento... 206
- Morsetti... 173

Bus di campo... 46, 176

Bypass di frequenza... 26

C

Calcoli
- Coppia di frenata... 192
- Duty cycle della resistenza... 191
- Rapporto di cortocircuito... 204
- Resistenza di frenatura... 192
- Riferimento scalato... 207
- Software per le armoniche... 205
- THDi... 203

Canale di raffreddamento posteriore... 165

Cavi
- Apertura... 71
- motore... 188
- Collegamenti di alimentazione... 171
- Controllo... 175
- Equalizzazione... 176
- Freno... 174
- Instradamento... 176
- Numero massimo e dimensione per fase... 52, 58
- Schermatura... 173, 201
- Specifiche... 52, 58, 65
- Tipi e gradi... 169

Cavi di comando... 175, 179

Certificato TÜV... 9

Certificato UKrSEPRO... 9

Certificazione navale... 9

Codice identificativo... 222

Codice identificativo del modulo d'ordine... 222

Collegamento in rete... 232

Collegamento PC... 175

Compensazione cos φ... 30

Compensazione dello scorrimento... 231

Comunicazione seriale... 178

Condensa... 163

Condivisione del carico
- Avviso... 6
- Morsetti... 45, 174
- Panoramica... 44
- Protezione contro i cortocircuiti... 20
- Schema di cablaggio... 170

Condizioni ambientali
- Panoramica... 163
- Specifiche... 64

Configurazione di cablaggio avviamento/arresto... 215, 216

Configurazione di cablaggio per ripristino allarmi esterni... 216

Configurazioni di montaggio... 165

Conformità
- Con ADN... 7
- Direttive... 8

 Danfoss A/S © 11/2017 Tutti i diritti riservati.

Controllo
Caratteristiche 68
Descrizione del funzionamento 206
Strutture 210
Tipi di 212

Controllo di processo 212

Controllore in cascata
Schema di cablaggio 219

Convenzioni 5

Convertitore di frequenza
Configuratore 222
Distanze minime richieste 165
Ordine 222
Panoramica 13, 14
Potenze nominali 13, 14

Coppia
Caratteristica 64
Controllo 212

Coppia di interruzione 231

Corrente
Controllo di corrente interno 213
armonica 203
di dispersione 193, 194
di uscita nominale 230
fondamentale 203
Distorsione 204
Formula per limite di corrente 230
Mitigazione del motore 191
Terra transitoria 194

Corrente di dispersione 6, 193

Cortocircuito
Calcolo del rapporto 204
Definizione 232
Frenata 44, 192
Grado SCCR 183
Protezione 20, 182

D

Declassamento
Altitudine 167
Condotto esterno 166
Frequenza di commutazione elevata 22
Funzionamento a bassa velocità 167
Funzione automatica 22
Panoramica e cause 166
Specifiche 65, 165
Tabelle 168

Delta 31

Determinazione della velocità locale 39

DeviceNet 46, 229

Digitale
Descrizioni in ingresso/uscita e impostazioni di fabbrica 178
Specifiche delle uscite 66
Specifiche di ingresso 65

Dimensioni
Frame E1 71
Frame E2 79
Frame F1 87
Frame F10 134
Frame F11 140
Frame F12 148
Frame F13 154
Frame F2 94
Frame F3 101
Frame F4 113
Frame F8 124
Frame F9 128
Tabella 13, 14

Dimensioni esterne (illustrazioni) 71

Direttiva ErP 8

Direttiva macchine 8

Dispositivo a corrente residua 193, 194

Dissipatore
Flusso d'aria richiesto 165, 166
Pulizia 164
Punto di scatto per sovratemperatura 52, 58

Disturbo acustico; 195

DU/dt 196

Duty cycle
Calcolo 191
Definizione 231

E

EMC
Aspetti generali 197
Compatibilità 200
Direttiva 8
Installazione 202
Interferenza 201
Precauzioni di installazione RS485 233
Risultati dei test 198

Emissione condotta 198

Emissione irradiata 198

Encoder
Definizione 231

Energia
Classe di efficienza 64
Risparmio 28, 29

EtherNet/IP 47

F

Fili 169
vedi anche *Cavi*

Filtri
Filtro antiarmoniche 49
Filtro di modalità comune 49
Filtro dU/dt 49
Filtro RFI 200
Filtro sinusoidale 49, 173
Ordine 229

 Danfoss A/S © 11/2017 Tutti i diritti riservati.

Filtro di modalità comune 49
Filtro sinusoidale 49, 173
Flusso d'aria
Canale posteriore 69, 70
Condotto esterno 166
Frame 69, 70
Richiesto 165, 166
Formatura periodica 162
Formula
Corrente di uscita 230
Efficienza del convertitore di frequenza 230
Limite di corrente 230
Potenza nominale della resistenza di frenatura 230
Frame E1
Dimensioni dei morsetti 73
Dimensioni esterne 71
Piastra passacavi 72
Frame E2
Dimensioni dei morsetti 80
Dimensioni esterne 79
Piastra passacavi 80
Frame F1
Dimensioni dei morsetti 89
Dimensioni esterne 87
Piastra passacavi 88
Frame F10
Dimensioni dei morsetti 136
Dimensioni esterne 134
Piastra passacavi 135
Frame F11
Dimensioni dei morsetti 142
Dimensioni esterne 140
Piastra passacavi 141
Frame F12
Dimensioni dei morsetti 150
Dimensioni esterne 148
Piastra passacavi 149
Frame F13
Dimensioni dei morsetti 156
Dimensioni esterne 154
Piastra passacavi 155
Frame F2
Dimensioni dei morsetti 96
Dimensioni esterne 94
Piastra passacavi 95
Frame F3
Dimensioni dei morsetti 103
Dimensioni esterne 101
Piastra passacavi 102
Frame F4
Dimensioni dei morsetti 115
Dimensioni esterne 113
Piastra passacavi 114
Frame F8
Dimensioni dei morsetti 126
Dimensioni esterne 124
Piastra passacavi 125
Frame F9
Dimensioni dei morsetti 130
Dimensioni esterne 128
Piastra passacavi 129
Frenata
Controllo con funzione freno 193
Frenatura dinamica 43
Limiti 192
Utilizzare come funzione freno alternativa 193
Freno CA 43
Freno CC 43, 244
Freno resistenza 43
Frequenza di commutazione
Collegamenti di alimentazione 173
Declassamento 22
Filtro sinusoidale 49, 173
Uso con RCD 194
Funzionamento a bassa velocità 167
Fusibili
Avviso protezione da sovracorrente 169
Conformità 182
Contattore di rete 188
Controllore motore manuali 184
Opzioni 182
Per l'utilizzo con collegamenti di alimentazione 171
Potenza/semiconduttore 182
Relè Pilz 185
Rete 185
Sezionatore di rete 187
Specifiche per 380–480 V 52
Specifiche per 525–690 V 58
Supplementare 184
Trasformatore di controllo 185
Ventola 184

G

Gas 163
Gestione della larghezza di banda 42
Giri/min 28
Grado di protezione NEMA 10
Grado IP 10
Guida alla Programmazione 5
Guida operativa 5

H

Hand on 206

I

IGV 34
Immagazzinamento 162
Immagazzinamento del condensatore 162
Impulso
Configurazioni di cablaggio per avviamento/arresto 215
Specifiche di ingresso 66

 Danfoss A/S © 11/2017 Tutti i diritti riservati.

Ingresso dell'utente 206
Installazione
Elettrico 169
Personale qualificato 6
Requisiti 165
Installazione ad altitudini elevate 201
Installazione elettrica 179
Interferenza elettromagnetica 23
Interferenza in radiofrequenza 23
Interruttore
A53 e A54 65, 179
Sezionatore 50
Interruttore 182, 186, 194
Inverter 206
Isolamento 191
Isolamento galvanico 23, 66, 200

K

Kit
Descrizioni 228
Disponibilità dei frame 19
Numeri d'ordine 228

L

Leggi di proporzionalità 28
Lunghezza del telegramma (LGE) 234

M

Manutenzione 164
Marchio CE 8
Marchio EAC 9
Marchio RCM 9
Messa a terra 23, 175, 194
Modbus
Codici di funzione messaggio RTU 242
Opzione 47
Panoramica RTU 238
Struttura del telegramma 240
Modulazione 22, 230
Modulazione automatica della frequenza di commutazione 22
Modulo I/O generali 47
Monitoraggio ATEX 24, 164
Morsetti
Comunicazione seriale 178
Condivisione del carico 174
Descrizioni di controllo e impostazioni di fabbrica 177
Dimensioni per frame E1 73
Dimensioni per frame E2 80
Dimensioni per frame F1 89
Dimensioni per frame F10 136
Dimensioni per frame F11 142
Dimensioni per frame F12 150
Dimensioni per frame F13 156
Dimensioni per frame F2 96
Dimensioni per frame F3 103
Dimensioni per frame F4 115
Dimensioni per frame F8 126
Dimensioni per frame F9 130
Ingresso/uscita analogici 179
Ingresso/uscita digitale 178
relè 179
Morsetto 37 178
Resistenza di frenatura 174
RS485 178
Morsetti di controllo 177
Motore
Cavi 173, 188, 193
Classe di protezione 164
Collegamento in parallelo 189
Configurazione del cablaggio termistore 218
Coppia di interruzione 231
Corrente di dispersione 193
Ex-d 48
Ex-e 24
Isolamento 191
Mitigazione delle correnti nei cuscinetti 191
Piena coppia 26
Protezione termica 23, 189
Rilevamento di una fase mancante 21
Rotazione 188
Schema di cablaggio 170
Specifiche delle uscite 64
Targa 25

O

Opzione ingresso sensore 48
Opzioni
Bus di campo 46
Disponibilità dei frame 13, 14
Estensioni funzionali 47
Fusibili 182
Motion control 48
Ordine 49, 226, 229
Schede relè 48
Ottimizzazione automatica dell'energia (AEO) 22

P

Pacchetti di lingue 222
Panoramica del protocollo 233
PELV 23, 66, 200
Personal computer 175

 Danfoss A/S © 11/2017 Tutti i diritti riservati.

Personale qualificato... 6

Piastra passacavi... 71

PID
- Controllo... 30
- Controllore... 23, 209, 212
- Controllore PID a tre setpoint... 35

PLC... 176

Pompa
- Attivazione... 43
- Condensatore... 38
- Primaria... 39
- Rendimento... 42
- Secondaria... 41

Pompe del condensatore... 38

Pompe primarie... 39

Pompe secondarie... 41

Portata d'aria costante... 35

Portata d'aria variabile (VAV)... 34

Potenza
- Collegamenti... 171
- Fattore... 231
- Gradi... 12, 52, 58
- Perdite... 52, 58

Potenziometro... 179, 217

Preriscaldamento... 26

Pressacavo... 175

PROFIBUS... 46, 229

Profilo FC... 244

PROFINET... 46

Protezione
- Cortocircuito... 20
- Funzione freno... 21
- Grado... 10
- Grado di protezione... 13, 14
- Sbilanciamento della tensione di alimentazione... 21
- Sovraccarico... 21
- Sovracorrente... 169
- Sovratensione... 20
- Termica del motore... 23

Protezione da sovracorrente... 169

Protezione del circuito di derivazione... 182

Protezione del frame... 10

Punto di inserzione comune... 203

R

Raddrizzatore... 206

Raffreddamento
- Avviso polvere... 164
- Panoramica del canale di raffreddamento posteriore... 165
- Portate del flusso d'aria del frame... 165, 166
- Requisiti... 165
- Ventola della torre... 36

Raffreddamento dei condotti... 165

Regen
- Disponibilità... 13, 14
- Morsetti... 93, 100, 112, 123, 223
- Panoramica... 45

Regolamentazioni sul controllo delle esportazioni... 9

Relè
- Installazioni conformi ai requisiti ADN... 7
- Morsetti... 179
- Opzione... 48
- Opzione scheda relè estesa... 48
- Scheda... 48
- Specifiche... 67

Relè termico elettronico (ETR)... 169

Rendimento
- Calcolo... 195
- Formula per il rendimento del convertitore di frequenza... 230
- Specifiche... 52, 58
- Utilizzo di AMA... 23

Requisiti di emissione... 198

Requisiti di immunità... 199

Resistenza di frenatura
- Definizione... 231
- Formula per la potenza nominale... 230
- Morsetti... 174
- Ordine... 229
- Panoramica... 48
- Schema di cablaggio... 170
- Selezione... 191
- Sicurezza... 6, 193

Resistenza freno
- Guida alla Progettazione... 5

Rete
- Caduta... 25
- Contattore... 188
- Schermo... 7
- Sezionatore... 187
- Specifiche... 64
- Variazioni... 22

Retroazione
- Conversione... 210
- Gestione... 209
- Segnale... 211

RFI
- Filtro... 200
- Utilizzare un interruttore con sistema di distribuzione IT... 194

Riaggancio al volo... 25

Riavvio... 26

Ricambi... 229

Riferimento
- Gestione da remoto... 207
- Ingresso velocità... 214, 215
- attivo... 207
- remoto... 207

Riferimento attivo... 207

Riferimento remoto... 207

 Danfoss A/S © 11/2017 Tutti i diritti riservati.

Riferimento scalato 207
Ripristino allarme 216
Riscaldatore
Schema di cablaggio 170
Uso 163
Rotazione libera 244
Rotore 21
RS485
Configurazione del cablaggio 218
Installazione 232
Morsetti 178
Panoramica 232
Schema di cablaggio 170
Valori dei parametri 243

S

Safe Torque Off
Configurazione del cablaggio 215
Conformità alla Direttiva macchine 8
Guida operativa 5
Panoramica 27
Posizione dei morsetti 178
Schema di cablaggio 170
Sbilanciamento di tensione 21
Scatto
Definizione 232
Punti per convertitori di frequenza da 380-480 V 52
Punti per convertitori di frequenza da 525-690 V 58
Scheda di controllo
Punto di scatto per sovratemperatura 52, 58
Specifiche 68
Specifiche dell'RS485 66
Scheda relè estesa 48
Scheda termistore PTC 48
Schema di cablaggio
Alternanza della pompa primaria 220
Collegamenti di alimentazione 171
Controllore in cascata 219
Convertitore di frequenza 170
Esempi applicativi tipici 214
Morsetti di controllo a 12 impulsi 181
Schema di cablaggio della pompa 220
Schermati 179
Schermatura
Cavi 173, 175
Rete 7
Schermi attorcigliati 201
Schermi attorcigliati 201
Sensore CO2 35
Serrande 34
Sicurezza
Istruzioni 6, 169
Sistema CAV 35
Sistema di distribuzione IT 194
Sistema di gestione dell'energia per edifici (BMS) 29
Sistemi VAV centralizzati 34
Smart Logic Control
Configurazione del cablaggio 220
Panoramica 26
Smorzamento risonanza 23
Sollevamento 162
Sovraccarico
Limiti 21
Problemi con le armoniche 203
termico elettronico 24
Sovraccarico termico elettronico 24
Sovratemperatura 232
Sovratensione
Frenata 48
Funzione freno alternativa 193
Protezione 20
Spazio per la porta 71
Specifiche di ingresso 65
Specifiche elettriche
Convertitori di frequenza a 12 impulsi 55, 61
Convertitori di frequenza a sei impulsi 52, 58
Specifiche USB 68
STO 5
vedi anche *Safe Torque Off*

T

Temperatura 163
Tempo di salita 196
Tempo di scarica 6
Termistore
Configurazione del cablaggio 218
Definizione 231
Percorso cavi 176
Posizione dei morsetti 179
Trasduttore 178
Trasformatore
Collegamento 174
Effetti delle armoniche 203

U

UL
Grado di protezione frame 10
Marchio di conformità 9
Umidità 163
Uscita
Contattore 195, 202
Interruttore 21
Specifiche 66

V

VAV 34

 Danfoss A/S © 11/2017 Tutti i diritti riservati.

Velocità
Configurazione di cablaggio per accelerazione/decelerazione..... 217
Configurazione di cablaggio per Riferimento di velocità..... 217
Controllo..... 212
Retroazione PID..... 212

Ventilatori
Alimentazione esterna..... 174
Flusso d'aria richiesto..... 165, 166
Ventole controllate in temperatura..... 23

Versioni software..... 229

VVC+..... 213

 Danfoss A/S © 11/2017 Tutti i diritti riservati.

La Danfoss non si assume alcuna responsabilità circa eventuali errori nei cataloghi, pubblicazioni o altri documenti scritti. La Danfoss si riserva il diritto di modificare i suoi prodotti senza previo avviso, anche per i prodotti già in ordine, sempre che tali modifiche si possano fare senza la necessità di cambiamenti nelle specifiche che sono già state concordate. Tutti i marchi di fabbrica citati sono di proprietà delle rispettive società. Il nome Danfoss e il logotipo Danfoss sono marchi depositati della Danfoss A/S. Tutti i diritti riservati.

Danfoss A/S
Ulsnaes 1
DK-6300 Graasten
vlt-drives.danfoss.com

130R0278 MG16C306 11/2017