



Guida alla Progettazione VLT[®] Parallel Drive Modules

250–1200 kW



Sommar

1 Introduzione	5
1.1 Scopo della Guida alla Progettazione	5
1.2 Versione del documento e del software	5
1.3 Risorse aggiuntive	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 Marchio CE	8
3.2 Direttiva bassa tensione	8
3.3 Direttiva EMC	8
3.4 Direttiva macchine	8
3.5 Conformità UL	8
3.6 Conformità al Marchio RCM	9
3.7 Regolamentazioni sul controllo delle esportazioni	9
4 Panoramica dei prodotti	10
4.1 Scheda tecnica del modulo convertitore	10
4.2 Scheda tecnica per sistemi a due convertitori	11
4.3 Scheda tecnica per sistemi a quattro convertitori	12
4.4 Componenti interni del	12
4.5 Esempi di raffreddamento del canale posteriore	14
5 Caratteristiche del prodotto	16
5.1 Funzioni automatizzate	16
5.2 Funzioni programmabili	18
5.3 Safe Torque Off (STO)	20
5.4 Monitoraggio del sistema	21
6 Specifiche	23
6.1 Dimensioni del modulo convertitore	23
6.2 Dimensioni del rack di controllo	26
6.3 Dimensioni del sistema a due convertitori	27
6.4 Dimensioni del sistema a quattro convertitori	31
6.5 Specifiche dipendenti dalla potenza	39
6.5.1 VLT® HVAC Drive FC 102	39
6.5.2 VLT® AQUA Drive FC 202	43
6.5.3 VLT® AutomationDrive FC 302	48

6.6 Alimentazione di rete al modulo convertitore	53
6.7 Uscita motore e dati motore	53
6.8 Specifiche del trasformatore a 12 impulsi	53
6.9 Condizioni ambientali per moduli convertitore	53
6.10 Specifiche dei cavi	54
6.11 Ingresso/uscita di dati e di controllo	54
6.12 Specifiche del declassamento	58
7 Informazioni per l'ordine	61
7.1 Modulo d'ordine	61
7.2 Configuratore del convertitore di frequenza	61
7.3 Opzioni e accessori	67
7.3.1 General Purpose Input Output Module MCB 101	68
7.3.2 Isolamento galvanico nel VLT® General Purpose I/O MCB 101	68
7.3.3 Ingressi digitali - morsetto X30/1-4	69
7.3.4 Ingressi analogici - morsetto X30/11, 12	69
7.3.5 Uscite digitali - morsetto X30/6, 7	69
7.3.6 Uscita analogica - morsetto X30/8	69
7.3.7 VLT® Encoder Input MCB 102	70
7.3.8 VLT® Resolver Input MCB 103	71
7.3.9 VLT® Relay Card MCB 105	73
7.3.10 VLT® 24 V DC Supply MCB 107	75
7.3.11 VLT® PTC Thermistor Card MCB 112	76
7.3.12 VLT® Extended Relay Card MCB 113	77
7.3.13 Resistenze di frenatura	78
7.3.14 Filtri sinusoidali	78
7.3.15 Filtri dU/dt	79
7.3.16 Kit di montaggio remoto per LCP	79
7.4 Lista di controllo della progettazione	80
8 Considerazioni durante l'installazione	82
8.1 Ambiente di esercizio	82
8.2 Requisiti minimi di sistema	83
8.3 Requisiti elettrici per certificazioni e approvazioni	85
8.4 Fusibili e interruttori	86
9 EMC e armoniche	88
9.1 Considerazioni generali sulle emissioni EMC	88
9.2 Risultati test EMC	89
9.3 Requisiti relativi alle emissioni	93
9.4 Requisiti di immunità	94

9.5 Raccomandazioni EMC	95
9.6 Considerazioni generali sulle armoniche	99
9.7 Analisi delle armoniche	99
9.8 Effetto delle armoniche in un sistema di distribuzione dell'energia	100
9.9 Standard e requisiti per la limitazione delle armoniche	101
9.10 Conformità alle armoniche del VLT® Parallel Drive Modules	101
9.11 Isolamento galvanico	101
10 Motore	103
10.1 Cavi motore	103
10.2 Isolamento delle induttanze motore	103
10.3 Correnti nei cuscinetti del motore	103
10.4 Protezione termica del motore	104
10.5 Collegamenti dei morsetti del motore	106
10.6 Condizioni di funzionamento estreme	110
10.7 Condizioni dU/dt	112
10.8 Collegamento in parallelo di motori	112
11 Rete	115
11.1 Configurazioni di rete	115
11.2 Collegamenti dei morsetti di rete	115
11.3 Configurazione di un sezionatore a 12 impulsi	115
12 Cavi di controllo	118
12.1 Instradamento del cavo di comando	118
12.2 Morsetti di controllo	119
12.3 Uscita a relè	122
13 Frenata	123
13.1 Tipi di frenata	123
13.2 Resistenza di frenatura	123
14 Regolatori	128
14.1 Panoramica del controllo di coppia e di velocità	128
14.2 Principio di regolazione	128
14.3 Struttura di controllo nel controllo vettoriale avanzato VVC ⁺	131
14.4 Struttura di controllo nel controllo vettoriale a orientamento di campo	132
14.5 Struttura di controllo nel controllo vettoriale con retroazione del motore	132
14.6 Regolatore di corrente interno in VVC ⁺	133
14.7 Controllo remoto e locale	133
14.8 Controllore smart logic	134

15 Gestione di riferimenti	136
15.1 Limiti riferimento	137
15.2 Scala dei riferimenti preimpostati	138
15.3 Scala dei riferimenti impulsi e analogici, e retroazione	138
15.4 Banda morta intorno allo zero	139
16 Controlli PID	143
16.1 Regolatori di velocità PID	143
16.2 PID controlli di processo	146
16.3 Ottimizzazione dei controlli PID	151
17 Esempi applicativi	152
17.1 Adattamento automatico motore (AMA)	152
17.2 Riferimento di velocità analogico	152
17.3 Avviamento/arresto	153
17.4 Ripristino allarmi esterni	154
17.5 Riferimento di velocità con potenziometro manuale	155
17.6 Accelerazione/decelerazione	155
17.7 Collegamento in rete RS485	155
17.8 Termistore motore	155
17.9 Setup del relè con Smart Logic Control	156
17.10 Controllo del freno meccanico	157
17.11 Collegamento encoder	157
17.12 Direzione dell'encoder	158
17.13 Sistema convertitore ad anello chiuso	158
17.14 Programmazione del limite di coppia e arresto	158
18 Appendice	160
18.1 Esonero di responsabilità	160
18.2 Convenzioni	160
18.3 Glossario	160
Indice	163

1 Introduzione

1.1 Scopo della Guida alla Progettazione

La presente Guida alla Progettazione è concepita per progettisti e sistemisti, consulenti di progettazione e specialisti delle applicazioni e di prodotto. Questo documento fornisce informazioni tecniche per comprendere le capacità del convertitore di frequenza per l'integrazione nel controllo del motore e nei sistemi di monitoraggio. Sono inoltre presenti descrizioni dettagliate del funzionamento, i requisiti e i suggerimenti per l'integrazione del sistema. È possibile trovare informazioni sulle caratteristiche della potenza di ingresso, sull'uscita per il controllo del motore e sulle condizioni dell'ambiente di esercizio per il convertitore di frequenza.

Il prodotto offre inoltre caratteristiche di sicurezza, monitoraggio delle condizioni di guasto, segnalazione dello stato di funzionamento, capacità di comunicazione seriale e opzioni programmabili. Sono altresì fornite informazioni dettagliate sulla progettazione, quali requisiti del luogo di installazione, cavi, fusibili, cavi di controllo, dimensioni e peso delle unità, e altre informazioni essenziali necessarie per la pianificazione dell'integrazione del sistema.

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

VLT® è un marchio registrato.

1.2 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
MG37N2xx	Specifiche aggiornate	7.5x

Tabella 1.1 Versione del documento e del software

1.3 Risorse aggiuntive

Ulteriori risorse di supporto alla comprensione del funzionamento e della programmazione avanzate del convertitore di frequenza:

- La *Guida di installazione VLT® Parallel Drive Modules 250–1200 kW* fornisce istruzioni per

l'installazione meccanica ed elettrica di questi moduli convertitore.

- La *Guida dell'utente VLT® Parallel Drive Modules 250–1200 kW* contiene procedure dettagliate per l'avviamento, la programmazione di base per il funzionamento e il test funzionale. Le ulteriori informazioni descrivono l'interfaccia utente, gli esempi applicativi, la risoluzione dei problemi e le specifiche.
- Fare riferimento alle Guide alla Programmazione per VLT® HVAC Drive FC 102, VLT® AQUA Drive FC 202 e VLT® AutomationDrive FC 302 relative alla specifica serie di VLT® Parallel Drive Modules usata nel creare il sistema convertitore. La Guida alla Programmazione descrive in maggior dettaglio il funzionamento dei parametri e fornisce diversi esempi applicativi.
- Il *Manuale di manutenzione VLT® serie FC, telaio D* contiene informazioni di manutenzione dettagliate, nello specifico applicabili ai VLT® Parallel Drive Modules.
- La *Guida operativa convertitori di frequenza VLT® – Safe Torque Off* contiene le direttive di sicurezza e descrive il funzionamento e le specifiche della funzione Safe Torque Off.
- La *Guida alla Progettazione VLT® Brake Resistor MCE 101* descrive come scegliere la resistenza di frenatura giusta per le diverse applicazioni.
- La *Guida alla Progettazione VLT® FC-Series Output Filter* descrive come scegliere il filtro di uscita giusto per le diverse applicazioni.
- Le *Istruzioni sull'installazione del kit barra collettore VLT® Parallel Drive Modules* contengono informazioni dettagliate sull'installazione del kit barra collettore in opzione.
- Le *Istruzioni sull'installazione del kit condotto VLT® Parallel Drive Modules* contengono informazioni dettagliate sull'installazione del kit condotto.

Pubblicazioni e manuali supplementari sono disponibili su Danfoss. Vedere drives.danfoss.com/knowledge-center/technical-documentation/ per gli elenchi.

2

2 Sicurezza

2.1 Simboli di sicurezza

Nel presente manuale vengono utilizzati i seguenti simboli:



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



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



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

2.2 Personale qualificato

Per assicurare un funzionamento senza problemi e sicuro di VLT® Parallel Drive Modules sono necessari un trasporto, un immagazzinamento e un'installazione corretti e affidabili. Soltanto il personale qualificato è autorizzato a installare questa apparecchiatura.

Per personale qualificato si intende personale addestrato che è autorizzato a installare 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



ALTA TENSIONE

Il sistema convertitore contiene alta tensione quando è collegato all'ingresso di rete CA. Qualora non si provveda in modo che soltanto personale qualificato installi il sistema convertitore, possono conseguire il decesso o lesioni gravi.

- Soltanto il personale qualificato è autorizzato a installare il sistema convertitore.



TEMPO DI SCARICA

Il modulo convertitore contiene condensatori del collegamento CC. Una volta che l'alimentazione di rete è stata applicata al convertitore di frequenza, questi condensatori possono rimanere carichi anche dopo che è stata rimossa l'alimentazione. Dopo lo spegnimento delle spie luminose può essere ancora presente alta tensione. Qualora non si attenda che siano trascorsi 20 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 gli alimentatori remoti 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 PM.
4. Attendere 20 minuti affinché i condensatori si scarichino completamente prima di eseguire qualsiasi lavoro di manutenzione o di riparazione.

⚠️ AVVISI**RISCHIO DI CORRENTE DI DISPERSIONE (>3,5 mA)**

Le correnti di dispersione superano i 3,5 mA. Una messa a terra non appropriata del sistema convertitore può causare morte o lesioni gravi. Rispettare le norme locali vigenti relative alla messa a terra di protezione di apparecchiature con una corrente di dispersione >3,5 mA. La tecnologia dei convertitori di frequenza implica una commutazione ad alta frequenza a elevati livelli di potenza. Questa commutazione genera una corrente di dispersione nel collegamento a massa. Una corrente di guasto nel sistema convertitore in corrispondenza dei morsetti della potenza di uscita a volte contiene una componente CC in grado di caricare i condensatori del filtro e provocare una corrente transitoria verso terra. La corrente di dispersione verso terra dipende dalle diverse configurazioni del sistema, inclusi il filtraggio RFI, i cavi motore schermati e la potenza del sistema convertitore. Se la corrente di dispersione supera i 3,5 mA, è necessario prestare particolare attenzione alla EN/IEC 61800-5-1 (Azionamenti elettrici a velocità variabile).

La messa a terra deve essere potenziata in uno dei modi seguenti:

- Assicurare che la messa a terra dell'apparecchiatura sia correttamente eseguita da un installatore elettrico certificato.
- Filo di terra di almeno 10 mm² (6 AWG).
- Due fili di terra separati entrambi di dimensioni conformi a quanto previsto dalla norma.

Per ulteriori informazioni vedere la norma EN 60364-5-54 § 543.7

3 Approvazioni e certificazioni

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



Tabella 3.1 Conformità

3.1 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 la Direttiva bassa tensione, la direttiva EMC e (per le unità dotate di funzione di sicurezza integrata) la Direttiva macchine.

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

3.2 Direttiva bassa tensione

I convertitori di frequenza sono classificati come componenti elettronici e devono essere dotati di marchio CE in conformità alla Direttiva bassa tensione 2014/35/UE. La direttiva concerne tutte le apparecchiature elettriche funzionanti negli intervalli di tensione compresi fra 50 e 1000 V CA e fra 75 e 1500 V CC.

La direttiva impone che le apparecchiature debbano essere configurate in modo da garantire la sicurezza e la salute di persone, bestiame e materiale nella misura in cui l'apparecchiatura sia installata correttamente, sottoposta a manutenzione e utilizzata come previsto. Danfoss applica i marchi CE in conformità alla Direttiva bassa tensione e, su richiesta, fornisce una dichiarazione di conformità.

3.3 Direttiva EMC

Compatibilità elettromagnetica (EMC) significa che l'interferenza elettromagnetica tra gli apparecchi non ne impedisce le prestazioni. Il requisito di protezione di base della Direttiva EMC 2014/30/UE afferma che i dispositivi che generano interferenza elettromagnetica (EMI) o il cui funzionamento potrebbe essere soggetto a interferenze elettromagnetiche devono essere progettati per limitare la generazione di interferenze elettromagnetiche e devono

avere un livello adeguato di immunità alle interferenze elettromagnetiche quando sono installati, sottoposti a manutenzione e usati correttamente come previsto.

Il convertitore di frequenza può essere usato come dispositivo standalone oppure all'interno di un impianto più complesso. I dispositivi usati come apparecchi standalone o all'interno di un sistema devono recare il marchio CE. I sistemi non devono recare il marchio CE ma devono soddisfare i requisiti di protezione di base della direttiva EMC.

3.4 Direttiva macchine

I convertitori di frequenza sono classificati come componenti elettronici soggetti alla Direttiva bassa tensione; tuttavia, i convertitori di frequenza dotati di funzione di sicurezza integrata devono soddisfare la Direttiva macchine 2006/42/CE. I convertitori di frequenza privi di funzione di sicurezza non rientrano nella Direttiva macchine. Se un convertitore di frequenza è integrato in un sistema di macchinari, Danfoss fornisce informazioni sugli aspetti di sicurezza relativi al convertitore di frequenza.

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

Quando i convertitori di frequenza vengono usati in macchine con almeno una parte mobile, il produttore della macchina deve fornire una dichiarazione che attesti la conformità a tutte le normative e le misure di sicurezza rilevanti. Danfoss applica i marchi CE in conformità alla Direttiva macchine per convertitori di frequenza dotati di funzione di sicurezza integrata e fornisce, su richiesta, una dichiarazione di conformità.

3.5 Conformità UL

Per garantire che il convertitore di frequenza soddisfi i requisiti di sicurezza UL, vedere *capitolo 8.3 Requisiti elettrici per certificazioni e approvazioni*.

3.6 Conformità al Marchio RCM

L'etichetta del Marchio RCM indica la conformità alle norme tecniche applicabili per la compatibilità elettromagnetica (EMC). L'etichetta del Marchio RCM è necessaria per immettere i dispositivi elettrici ed elettronici sul mercato in Australia e in Nuova Zelanda. Le disposizioni regolamentari previste dal Marchio RCM disciplinano esclusivamente le emissioni condotte e irradiate. Per i convertitori di frequenza si applicano i limiti di emissione specificati nella EN/IEC 61800-3. Una dichiarazione di conformità può essere fornita su richiesta.

3.7 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.

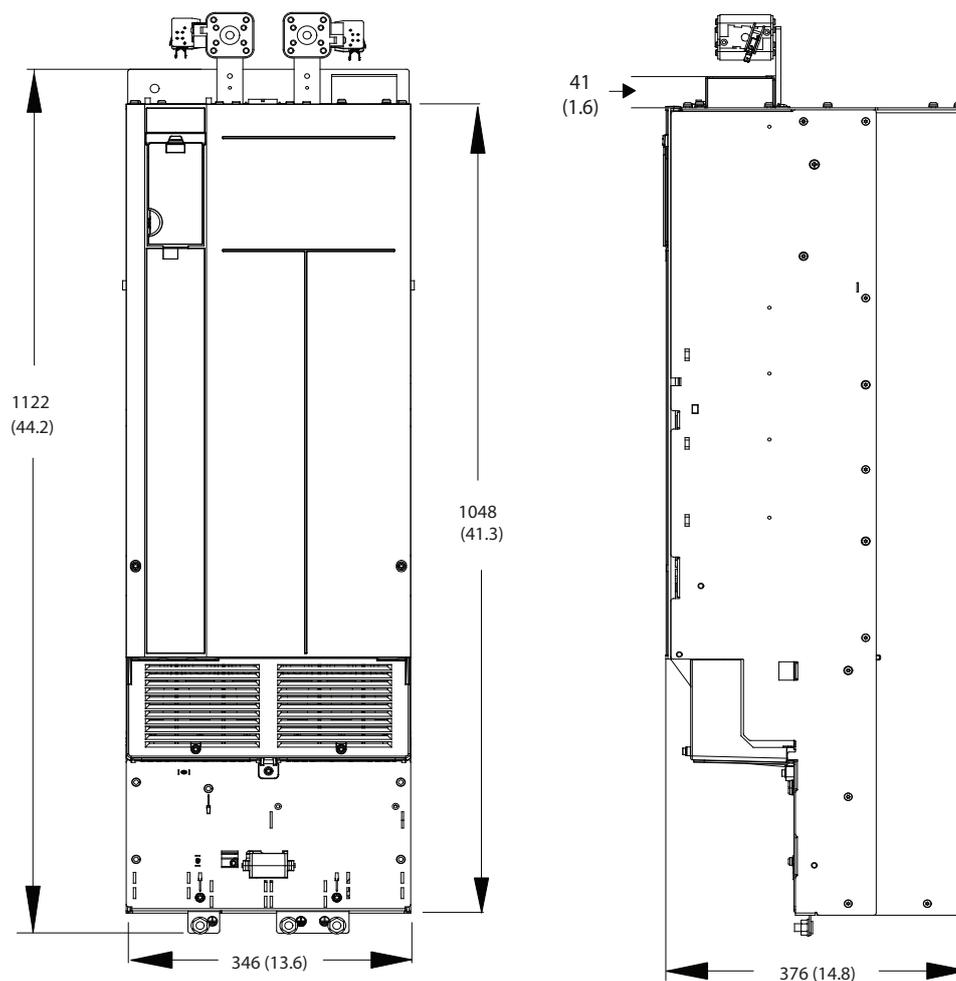
Il numero ECCN è indicato nei documenti forniti insieme al convertitore di frequenza.

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

4 Panoramica dei prodotti

4.1 Scheda tecnica del modulo convertitore

- Potenza nominale per 380–500 V
 - HO: 160–250 kW (250–350 cv).
- Potenza nominale per 525–690 V
 - HO: 160–315 kW (200–450 cv).
- Peso
 - 125 kg.
- Grado di protezione
 - IP 00.
 - Tipo NEMA 00.



130BF015.10

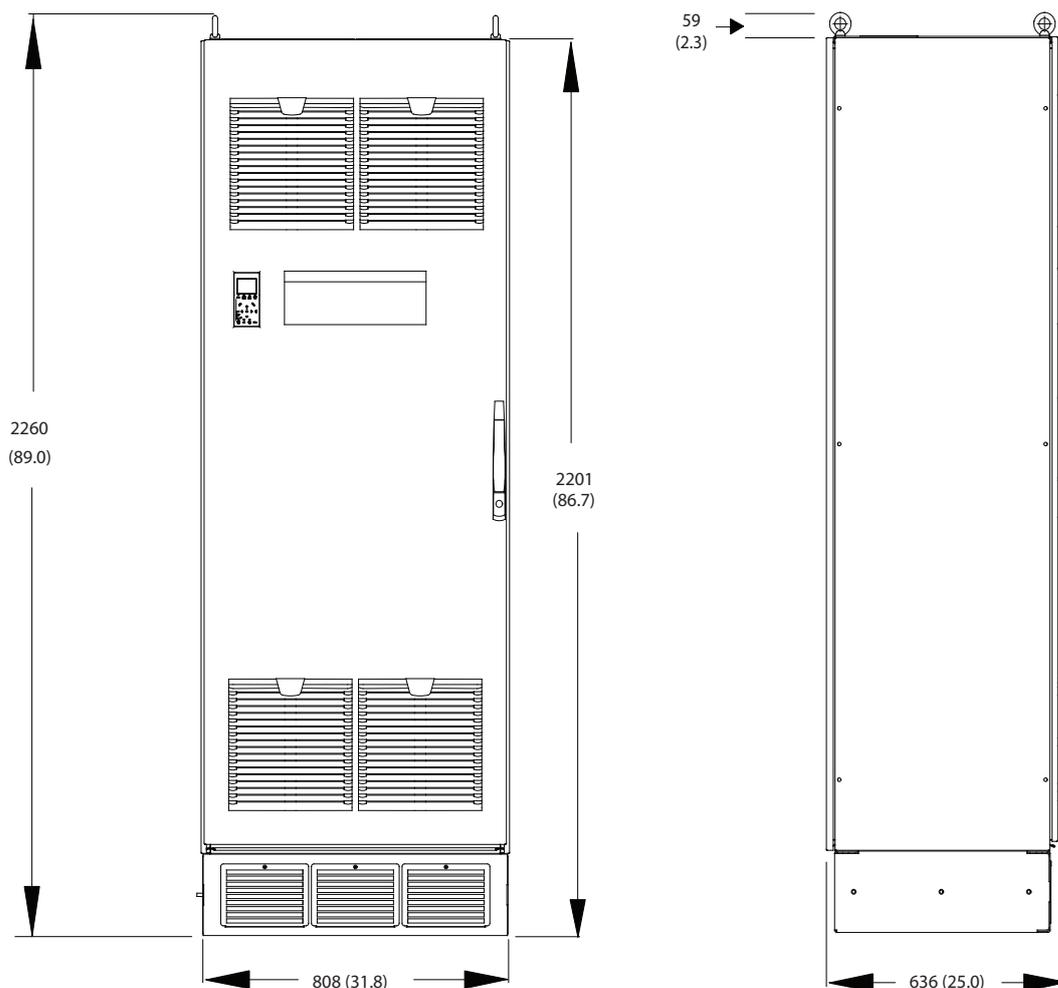
Disegno 4.1 Dimensioni del modulo convertitore

Opzioni Danfoss disponibili:

- Sistema a due moduli convertitore
- Sistema a quattro moduli convertitore

4.2 Scheda tecnica per sistemi a due convertitori

- Potenza nominale per 380–500 V
 - HO: 250–450 kW (350–600 cv).
 - NO: 315–500 kW (450–600 cv).
- Potenza nominale per 525–690 V
 - HO: 250–560 kW (300–600 cv).
 - NO: 315–630 kW (350–650 cv).
- Peso
 - 450 kg.
- Grado di protezione
 - IP54 (in figura). Grado IP determinato dalle esigenze del cliente.
 - Tipo NEMA 12 (in figura).



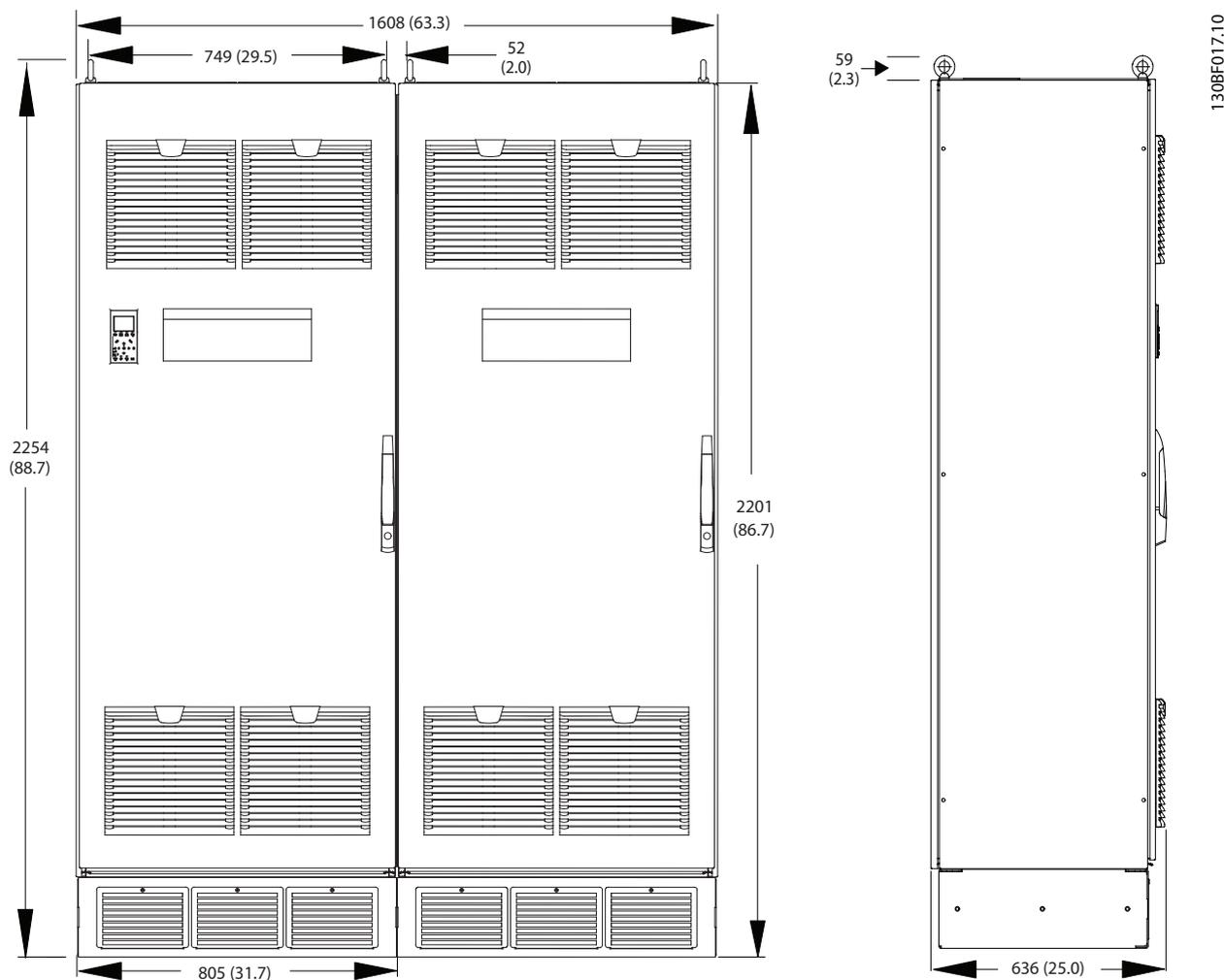
Disegno 4.2 Sistema a due convertitori con dimensioni dell'armadio minime

Opzioni Danfoss disponibili:

- Kit barra colletttrice a sei impulsi
- Kit barra colletttrice a 12 impulsi
- Kit di raffreddamento ingresso-posteriore/uscita-posteriore
- Kit di raffreddamento ingresso-posteriore/uscita-superiore
- Kit di raffreddamento ingresso-inferiore/uscita-posteriore
- Kit di raffreddamento ingresso-inferiore/uscita-superiore

4.3 Scheda tecnica per sistemi a quattro convertitori

- Potenza nominale per 380–500 V
 - HO: 500–800 kW (650–1200 cv).
 - NO: 560–1000 kW (750–1350 cv).
- Potenza nominale per 525–690 V
 - HO: 630–1000 kW (650–1150 cv).
 - NO: 710–1200 kW (750–1350 cv).
- Peso
 - 910 kg.
- Grado di protezione
 - IP54 (in figura). Grado IP determinato dalle esigenze del cliente.
 - Tipo NEMA 12 (in figura).



Disegno 4.3 Sistema a quattro convertitori con dimensioni dell'armadio minime

Opzioni Danfoss disponibili:

- Kit barra colletttrice a sei impulsi
- Kit barra colletttrice a 12 impulsi
- Kit di raffreddamento ingresso-posteriore/uscita-posteriore
- Kit di raffreddamento ingresso-posteriore/uscita-superiore
- Kit di raffreddamento ingresso-inferiore/uscita-posteriore
- Kit di raffreddamento ingresso-inferiore/uscita-superiore

4.4 Componenti interni del

Il sistema convertitore è concepito dall'installatore per soddisfare i requisiti di potenza specificati usando il kit di base VLT® Parallel Drive Modules e qualsiasi kit opzionale selezionato. Il kit di base consiste dell'hardware di collegamento e di 2 o 4 moduli convertitore che sono collegati in parallelo.

Il kit di base contiene i seguenti componenti:

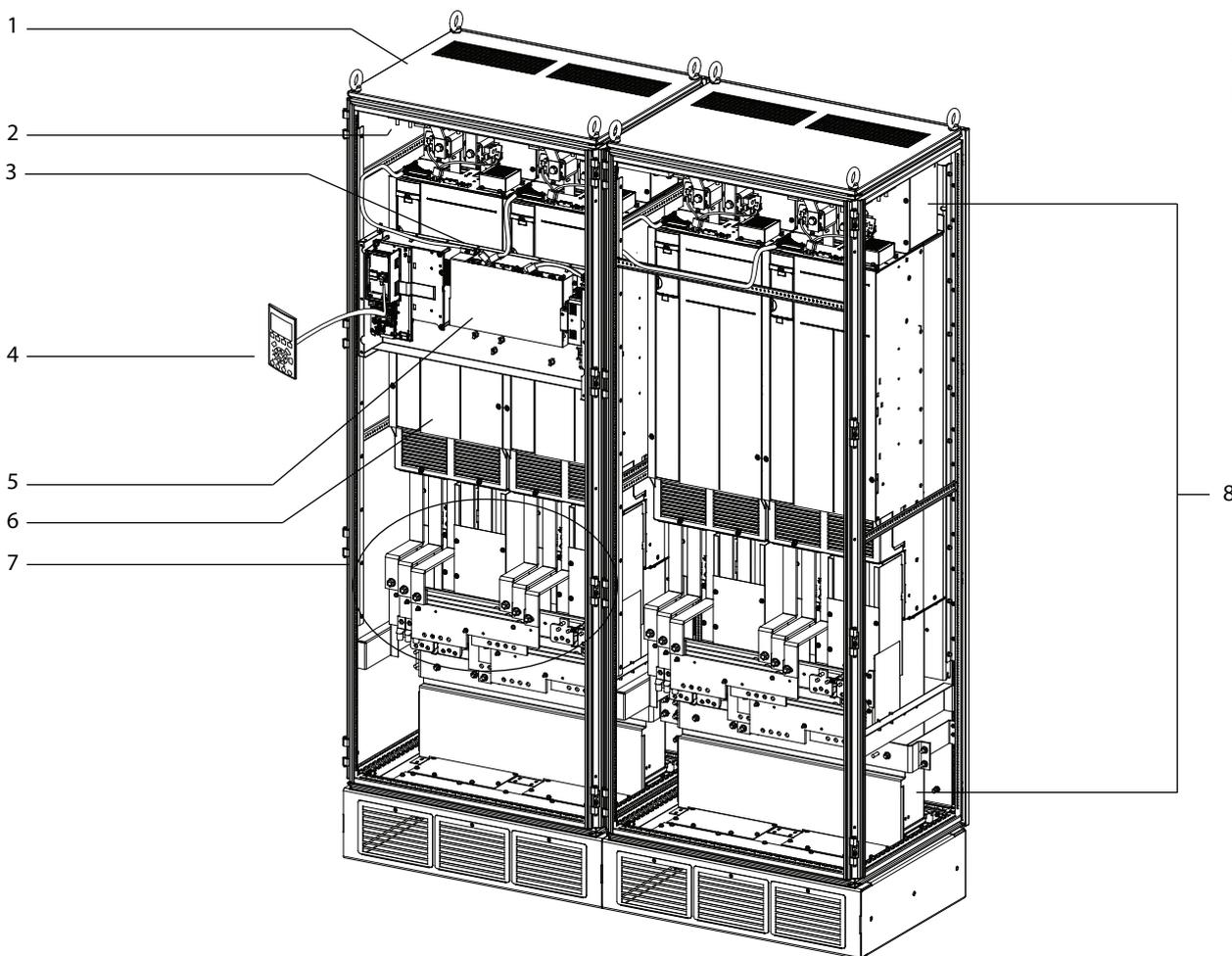
- Moduli convertitore
- Rack di controllo
- Cablaggi
 - Cavo a nastro con connettore a 44 poli (su entrambe le estremità del cavo).
 - Cavo relè con connettore a 16 poli (su una estremità del cavo).
 - Cavo microinterruttore a fusibile CC con connettori a due poli (su una estremità del cavo).
- Fusibili CC
- Microinterruttori

Altri componenti, quali i kit barra collettrice e i kit condotto di raffreddamento del canale posteriore, sono disponibili in opzione per personalizzare il sistema convertitore.

Il sistema convertitore nella *Disegno 4.4* mostra un sistema dotato di quattro moduli convertitore. Un sistema con due moduli convertitore è simile, fatta eccezione per l'hardware di collegamento impiegato. Il sistema convertitore nell'illustrazione mostra il kit di raffreddamento e il kit barra collettrice in opzione. Tuttavia, l'installatore può scegliere altri metodi di collegamento, quali barre collettrici personalizzate oppure cavi elettrici.

AVVISO!

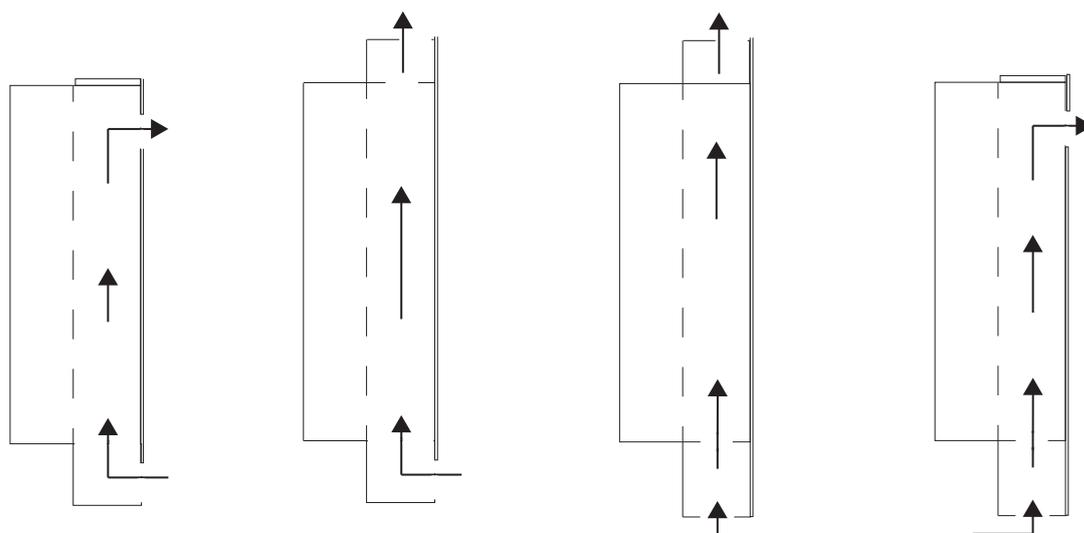
L'installatore è responsabile dei dettagli costruttivi del sistema convertitore, tra cui i collegamenti. Inoltre, se sceglie di non utilizzare il progetto consigliato da Danfoss, l'installatore deve ottenere specifiche approvazioni normative.



Area	Titolo	Funzioni
1	Armadio (a cura dell'installatore)	Usato per alloggiare i moduli convertitore e altri componenti del sistema convertitore.
2	Barre collettrici CC (inserite nel kit barra collettrice in opzione)	Usate per collegare in parallelo i morsetti CC dei moduli convertitore. Il kit può essere ordinato presso Danfoss oppure fabbricato da chi realizza il pannello.
3	Cablaggio	Utilizzato per collegare i diversi componenti al rack di controllo.
4	LCP	Il modulo di comando locale, mostrato montato sullo sportello dell'armadio. Consente all'operatore di monitorare e controllare il sistema e il motore.
5	Rack di controllo	È costituito da una MDCIC (scheda di interfaccia di controllo multi-drive), una scheda di controllo, un LCP, un relè di sicurezza e un SMPS (alimentatore a commutazione). L'MDCIC funge da interfaccia tra l'LCP e la scheda di controllo da un lato e la scheda di potenza dall'altro in ciascun modulo convertitore.
6	Moduli convertitore	2 o 4 moduli convertitore possono essere installati in parallelo per creare un sistema convertitore.
7	Kit barra collettrice (opzionale)	Usato per collegare in parallelo i morsetti di motore, rete e terra ai moduli convertitore. Il kit può essere ordinato presso Danfoss come kit opzionale oppure fabbricato da chi realizza il pannello.
8	Raffreddamento ingresso-inferiore/uscita-posteriore (opzionale)	Utilizzato per convogliare l'aria all'interno dalla base del contenitore passando per il canale posteriore del modulo convertitore e all'esterno passando per la parte posteriore del contenitore. Riduce dell'85% il calore all'interno del contenitore. Il kit può essere ordinato presso Danfoss come kit opzionale. Fare riferimento a <i>capitolo 4.5.1 Esempi di raffreddamento del canale posteriore</i> .

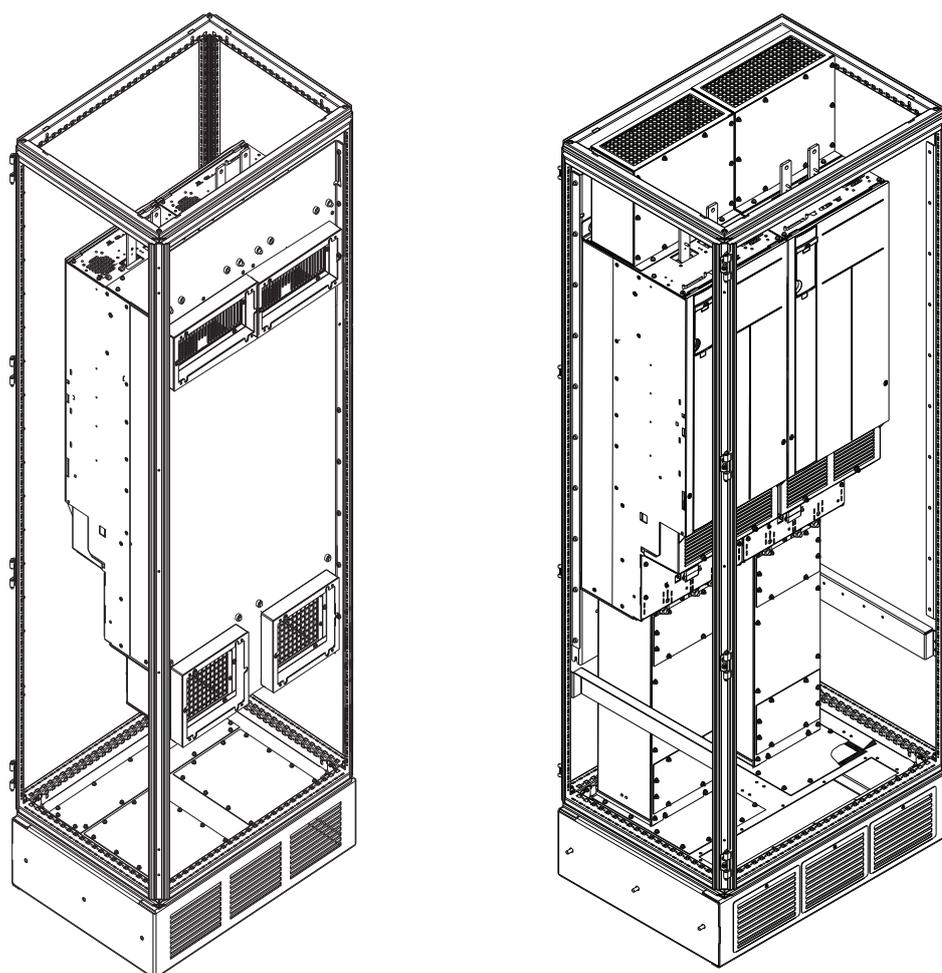
Disegno 4.4 Panoramica del sistema a quattro convertitori privo di schermi EMI/EMC

4.5 Esempi di raffreddamento del canale posteriore



130BF018.10

Disegno 4.5 Flusso d'aria kit di raffreddamento (da sinistra a destra), ingresso-posteriore/uscita-posteriore, ingresso-posteriore/uscita-superiore, ingresso-inferiore/uscita-superiore, ingresso-inferiore/uscita-posteriore



130BF019.11

4

Disegno 4.6 Armadio a due convertitori con kit di raffreddamento ingresso-posteriore/uscita-posteriore (sinistra) e kit di raffreddamento ingresso-inferiore/uscita-superiore (destra)

5 Caratteristiche del prodotto

5.1 Funzioni automatizzate

Tali funzioni automatizzate sono suddivise in tre categorie:

- Acceso di default, possibilità di disabilitazione mediante programmazione.
- Spento di default, possibilità di abilitazione mediante programmazione.
- Sempre abilitato.

5.1.1 Automatic energy optimization (ottimizzazione automatica dell'energia)

L'Ottimizzazione Automatica dell'Energia (AEO) è impiegata nelle applicazioni HVAC. Questa funzione ordina al convertitore di frequenza di monitorare costantemente il carico sul motore e di regolare la tensione di uscita al fine di massimizzare il rendimento. In condizioni di carico leggero la tensione viene ridotta e la corrente motore viene minimizzata. Il motore beneficia di una maggiore efficienza, di un riscaldamento ridotto e di un funzionamento più silenzioso. Non esiste alcuna necessità di selezionare una curva V/Hz poiché il convertitore di frequenza regola automaticamente la tensione motore.

5.1.2 Modulazione Automatica della Frequenza di Commutazione

Il convertitore di frequenza genera brevi impulsi elettrici per formare un modello d'onda CA. La frequenza portante è la frequenza di questi impulsi. Una bassa frequenza

portante (bassa frequenza di pulsazione) provoca rumore nel motore, rendendo preferibile una frequenza portante più alta. Tuttavia, un'elevata frequenza portante genera calore nel convertitore di frequenza che può limitare la quantità di corrente disponibile per il motore. L'uso di transistor bipolari a gate isolato (IGBT) permette una commutazione ad alta velocità.

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

5.1.3 Declassamento automatico per un'elevata frequenza portante

Il convertitore di frequenza è progettato per il funzionamento continuo e a pieno carico tra le frequenze portanti comprese tra i valori minimi e massimi mostrati nella *Tabella 5.1*. Se la frequenza portante è superiore alla frequenza massima, la corrente di uscita del convertitore di frequenza viene ridotta automaticamente.

Potenza kW (cv)	Frequenza di commutazione Hz	Minimo Hz	Massimo Hz	Impostazione di fabbrica Hz
250 (350)	3000	2000	8000	3000
315 (450)	2000	1500	6000	2000
355 (500)	2000	1500	6000	2000
400 (550)	2000	1500	6000	2000
450 (600)	2000	1500	6000	2000
500 (650)	2000	1500	6000	2000
560 (750)	2000	1500	6000	2000
630 (900)	2000	1500	6000	2000
710 (1000)	2000	1500	6000	2000
800 (1200)	2000	1500	6000	2000

Tabella 5.1 Intervalli di funzionamento della frequenza portante per 380–500 V

Potenza kW (cv)	Frequenza di commutazione Hz	Minimo Hz	Massimo Hz	Impostazione di fabbrica Hz
250 (300)	3000	2000	8000	3000
315 (350)	2000	1500	6000	2000
355 (400)	2000	1500	6000	2000
400 (400)	2000	1500	6000	2000
500 (500)	2000	1500	6000	2000
560 (600)	2000	1500	6000	2000
630 (650)	2000	1500	6000	2000
710 (750)	2000	1500	6000	2000
800 (950)	2000	1500	6000	2000
900 (1050)	2000	1500	6000	2000
1000 (1150)	2000	1500	6000	2000

Tabella 5.2 Intervalli di funzionamento della frequenza portante per 525–690 V

5.1.4 Declassamento automatico per sovratemperatura

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

5.1.5 Rampa automatica

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

5.1.6 Regolatore limitazione di corrente

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

5.1.7 Protezione contro i cortocircuiti

Il convertitore di frequenza fornisce una protezione intrinseca contro i cortocircuiti con un circuito a scatto rapido in caso di guasto. La corrente viene misurata in ciascuna delle tre fasi di uscita. Dopo 5–10 ms, se la corrente supera il valore consentito, tutti i transistor nell'inverter si disinseriscono. Questo circuito assicura il rilevamento di corrente più rapido e il livello di protezione più alto contro i falsi scatti. Un cortocircuito tra due fasi di uscita può provocare uno scatto da sovracorrente.

5.1.8 Protezione dai guasti verso terra

Una volta ricevuta la retroazione dai sensori di corrente, il circuito di comando somma le correnti trifase da ciascun modulo convertitore. Se la somma di tutte e tre le correnti di fase di uscita non equivale a 0 è presente una corrente di dispersione. Se lo scostamento dallo 0 supera una quantità prestabilita, il convertitore di frequenza emette un allarme di guasto verso terra.

5.1.9 Prestazioni con variazione della potenza

Il convertitore di frequenza resiste a fluttuazioni di rete come:

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

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

5.1.10 Avviamento morbido del motore

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

5.1.11 Smorzamento risonanza

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

5.1.12 Ventole controllate in temperatura

La temperatura delle ventole di raffreddamento interne è controllata da sensori presenti nel convertitore di frequenza. Spesso la ventola di raffreddamento non funziona durante il funzionamento a basso carico o durante il modo pausa o in standby. Ciò riduce il rumore, aumenta l'efficienza e prolunga la durata di funzionamento della ventola.

5.1.13 Conformità EMC

L'interferenza elettromagnetica (EMI) o l'interferenza delle radiofrequenza (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 IEC/EN 61800-3. Per maggiori informazioni relative alle prestazioni EMC vedere *capitolo 9.2 Risultati test EMC*.

5.2 Funzioni programmabili

Di seguito sono indicate le funzioni più comuni programmate per l'utilizzo nel convertitore di frequenza al fine di migliorare le prestazioni di sistema. Richiedono una programmazione o un setup minimi. Comprendere che queste funzioni sono disponibili può contribuire a ottimizzare il progetto di un sistema ed eventualmente a evitare l'introduzione di componenti o funzionalità ridondanti. Per istruzioni sull'attivazione di queste funzioni vedere la *Guida alla Programmazione* specifica del prodotto.

5.2.1 Adattamento automatico motore

L'adattamento automatico motore (AMA) è una procedura di test automatico usato per misurare le caratteristiche elettriche del motore. L'AMA fornisce un modello

elettronico accurato del motore. Consente al convertitore di frequenza di calcolare le prestazioni ottimali e l'efficienza con il motore. L'esecuzione della procedura AMA massimizza anche la 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 Protezione termica del motore

La protezione termica del motore può essere garantita in due modi:

Un metodo si avvale di un termistore del motore. Il convertitore di frequenza monitora la temperatura del motore con il variare della velocità e del carico così da rilevare condizioni di surriscaldamento.

L'altro metodo prevede il calcolo della temperatura del motore misurando corrente, frequenza e 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.

5.2.3 Controllore PID integrato

È disponibile il controllore (PID) proporzionale, integrale e derivato integrato, il quale consente di fare a meno di dispositivi di controllo ausiliari. Il controllore PID mantiene il controllo costante dei sistemi ad anello chiuso in cui devono essere mantenuti una pressione, un flusso e una temperatura regolati o altri requisiti di sistema. Il convertitore di frequenza può fornire un controllo autonomo della velocità del motore in risposta ai segnali di retroazione dai sensori remoti.

Il convertitore di frequenza è dotato di due segnali di retroazione da due dispositivi diversi. Questa caratteristica consente un sistema con diversi requisiti di retroazione. Il convertitore di frequenza regola il controllo confrontando i due segnali per ottimizzare le prestazioni del sistema.

5.2.4 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 la durata tra i tentativi.

5.2.5 Riaggancio al volo

Il riaggancio al volo consente al convertitore di frequenza di sincronizzarsi con un motore in funzione che gira a piena velocità in entrambe le direzioni. Questa funzionalità evita gli scatti causati dalla sovracorrente. Minimizza le sollecitazioni meccaniche al sistema, poiché il motore non subisce una variazione improvvisa di velocità all'avvio del convertitore di frequenza.

5.2.6 Modo pausa

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

5.2.7 Abilitazione avviamento

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

5.2.8 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. Questa curva della coppia variabile si distingue dai convertitori a coppia variabile che forniscono una coppia motore ridotta a bassa velocità e dai convertitori a coppia costante che forniscono in eccesso tensione, calore e rumore del motore a una velocità inferiore a quella massima.

5.2.9 Bypass di frequenza

In alcune applicazioni il sistema può avere velocità di funzionamento che creano una risonanza meccanica. Tale risonanza meccanica può generare un rumore eccessivo ed eventualmente danneggiare i componenti meccanici nel sistema. Il convertitore di frequenza dispone di 4 larghezze di banda di frequenza di bypass programmabili. Queste

larghezze di banda consentono al motore di non funzionare a velocità tali da provocare risonanza nel sistema.

5.2.10 Preriscaldamento del motore

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

5.2.11 4 setup programmabili

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

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

5.2.12 Freno CC

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

5.2.13 Alta coppia di spunto

Con carichi a elevata inerzia o frizione è disponibile una coppia supplementare per l'avviamento. È possibile impostare la corrente di spunto al 110% o al 160% del massimo per un intervallo di tempo limitato.

5.2.14 Bypass

In opzione è disponibile un bypass automatico oppure manuale. Il bypass consente al motore di funzionare alla massima velocità quando il convertitore di frequenza non è in funzione e permette di eseguire la manutenzione ordinaria oppure bypass di emergenza.

5.2.15 Perdita di potenza

Durante la perdita di potenza il convertitore di frequenza continua a far girare il motore finché la tensione del collegamento CC non scende al di sotto del livello minimo di funzionamento, equivalente al 15% al di sotto della tensione nominale minima del convertitore. I convertitori di frequenza sono dimensionati per il funzionamento a 380–460 V, 550–600 V e alcuni a 690 V. La durata della perdita di potenza dipende, oltre che dal carico, dal convertitore di frequenza e dalla tensione di rete al momento della perdita di potenza.

5.2.16 Sovraccarico

Quando la coppia necessaria per mantenere una specifica frequenza o per raggiungerla supera il limite di corrente, il convertitore di frequenza tenta di rimanere in funzione. Riduce quindi automaticamente la velocità di accelerazione oppure la frequenza di uscita. Se la domanda di sovracorrente non viene sufficientemente ridotta, il convertitore di frequenza si spegne e mostra un guasto entro 1,5 s. È possibile programmare il livello del limite di corrente. Il ritardo scatto della sovracorrente viene impiegato per specificare per quanto tempo il convertitore di frequenza funziona al limite di corrente prima di spegnersi. È possibile impostare il livello limite da 0–60 s oppure con funzionamento infinito in base al convertitore di frequenza e alla protezione termica del motore.

5.3 Safe Torque Off (STO)

Il VLT® AutomationDrive FC 302 è dotato di serie della funzionalità Safe Torque Off tramite il morsetto di controllo 37. La funzione STO è inoltre disponibile sul VLT® HVAC Drive FC 102 e sul VLT® AQUA Drive FC 202.

STO disabilita la tensione di controllo dei semiconduttori di potenza dello stadio di uscita del convertitore di frequenza, che a sua volta impedisce che venga generata la tensione necessaria per far girare il motore. Quando viene attivata la funzione Safe Torque Off (T37), il convertitore di frequenza emette un allarme, fa scattare l'unità e arresta il motore a ruota libera. È necessario un riavvio manuale. La funzione Safe Torque Off viene usata per fermare il convertitore di frequenza in situazioni di arresto di emergenza. Nel modo di funzionamento normale, quando Safe Torque Off non è necessario, si utilizza invece la normale funzione di arresto. Se è abilitato il riavvio automatico, devono essere soddisfatti i requisiti indicati dalle norme ISO 12100-2 paragrafo 5.3.2.5.

La funzione Safe Torque Off nel VLT® AutomationDrive FC 302 può essere utilizzata per motori asincroni, sincroni e a magneti permanenti. Nei semiconduttori di potenza possono verificarsi due guasti. Se si verificano due guasti nei semiconduttori di potenza durante l'uso di motori

sincroni o a magneti permanenti, il motore può presentare una rotazione residua. La rotazione può essere calcolata come $\text{angolo} = 360 / (\text{numero di poli})$. L'applicazione che fa uso di motori sincroni o a magneti permanenti deve tenere conto di tale possibilità e assicurare che questa eventualità non costituisca una criticità dal punto di vista della sicurezza. Questa situazione non interessa i motori asincroni.

5.3.1 Condizioni di responsabilità

L'utente 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 indicate in questa descrizione e nella descrizione estesa nella *Guida operativa convertitori di frequenza VLT® – Safe Torque Off*.
- Possedendo un'adeguata conoscenza delle norme generiche e di sicurezza per l'applicazione specifica.

L'utente è definito come personale di integrazione, addetto al funzionamento, all'assistenza e alla manutenzione.

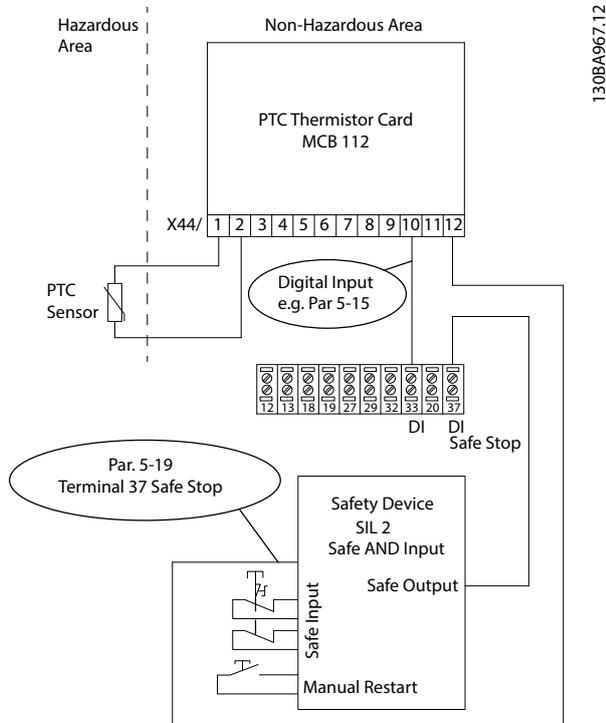
5.3.2 Ulteriori informazioni

Per maggiori informazioni riguardanti Safe Torque Off, oltre che installazione e messa in funzione, consultare la *Guida operativa convertitori di frequenza VLT® – Safe Torque Off*.

5.3.3 Installazione del dispositivo di sicurezza esterno in combinazione con VLT® PTC Thermistor Card MCB 112

Se il modulo termistore certificato ex MCB 112 che utilizza il morsetto 37 come canale di disinserzione per la sicurezza è collegato, l'uscita X44/12 del MCB 112 deve essere impostata su AND con un sensore di sicurezza (tasto di arresto di emergenza oppure interruttore di sicurezza) che attiva Safe Torque Off. L'uscita al morsetto 37 Safe Torque Off è alta (24 V) soltanto se il segnale dall'uscita X44/12 MCB 112 e quello dal sensore di sicurezza sono alti. Se almeno uno dei due segnali è basso, anche l'uscita al morsetto 37 deve essere bassa. Il dispositivo di sicurezza con questa logica AND deve essere conforme a IEC 61508, SIL 2. Il collegamento dall'uscita del dispositivo di sicurezza con logica AND di sicurezza al morsetto 37 Safe Torque Off deve essere protetta dai cortocircuiti. *Disegno 5.1* mostra un ingresso di riavvio per il dispositivo di sicurezza esterno. In questa installazione, impostare ad esempio [7] PTC 1 e

relè W oppure [8] PTC 1 e relè A/W in parametro 5-19 Arresto di sicurezza morsetto 37. Per ulteriori informazioni vedere il Manuale di funzionamento VLT® PTC Thermistor Card MCB 112.



Disegno 5.1 Illustrazione degli aspetti essenziali per l'installazione di una combinazione di un'applicazione Safe Torque Off e di un'applicazione MCB 112.

Impostazioni dei parametri per il dispositivo di sicurezza esterno con MCB 112

Se MCB 112 è collegato, si rendono possibili le selezioni da [4] a [9] per parametro 5-19 Arresto di sicurezza morsetto 37 (Morsetto 37 Safe Torque Off).

Le selezioni [1]* All. arresto di sic. e [3] Avv. arresto di sic. in parametro 5-19 Arresto di sicurezza morsetto 37 sono ancora disponibili ma vengono impiegate soltanto per impianti privi di MCB 112 e di dispositivi di sicurezza esterni. Se vengono selezionate per errore [1]* All. arresto di sic. o [3] Avv. arresto di sic. in parametro 5-19 Arresto di sicurezza morsetto 37 e viene attivato MCB 112, il convertitore di frequenza reagisce con l'allarme 72, Guasto peric. e fa girare in sicurezza il convertitore di frequenza a ruota libera senza riavvio automatico.

Le selezioni [4] Allarme PTC 1 e [5] Avviso PTC 1 in parametro 5-19 Arresto di sicurezza morsetto 37 sono selezionate soltanto quando MCB 112 utilizza Safe Torque Off. Se vengono selezionate per errore [4] o [5] in parametro 5-19 Arresto di sicurezza morsetto 37 e il dispositivo di sicurezza esterno attiva Safe Torque Off, il convertitore di frequenza reagisce con l'allarme 72 Guasto

peric. e fa girare a ruota libera in sicurezza il convertitore di frequenza senza riavvio automatico.

Occorre selezionare da [6] a [9] in parametro 5-19 Arresto di sicurezza morsetto 37 per la combinazione di un dispositivo di sicurezza esterno e MCB 112.

AVVISO!

[7] PTC 1 e relè W e [8] PTC 1 e relè A/W in parametro 5-19 Arresto di sicurezza morsetto 37 si aprono per il riavvio automatico quando il dispositivo di sicurezza esterno viene nuovamente disattivato.

Il riavvio automatico è consentito soltanto nei casi specificati di seguito:

- La prevenzione del riavvio involontario viene implementata da altre parti dell'impianto Safe Torque Off .
- Una presenza nella zona pericolosa può essere esclusa fisicamente quando il Safe Torque Off non è attivato. In particolare devono essere rispettati i seguenti paragrafi 5.3.2.5 della ISO 12100-2 2003.

Vedere il capitolo 7.3.11 VLT® PTC Thermistor Card MCB 112 e la Guida operativa VLT® PTC Thermistor Card MCB 112 per ulteriori informazioni su MCB 112.

5.4 Monitoraggio del sistema

Il convertitore di frequenza monitora molti aspetti del funzionamento del sistema, quali:

- Condizioni della rete.
- Carico del motore e prestazioni.
- Stato del convertitore di frequenza.

Un allarme o un avviso non indicano necessariamente un problema dello stesso convertitore di frequenza. Può essere una condizione esterna al convertitore di frequenza che viene monitorato per i limiti di prestazione. Il convertitore di frequenza possiede varie risposte preprogrammate a guasti, avvisi e allarmi. Al fine di migliorare o modificare le prestazioni del sistema è possibile selezionare ulteriori funzioni di allarme e di avviso.

La presente sezione descrive le comuni funzioni di allarme e di avviso. Comprendere che queste funzioni sono disponibili può contribuire a ottimizzare il progetto di un sistema ed eventualmente a evitare l'introduzione di componenti o funzionalità ridondanti.

5.4.1 Funzionamento in presenza di sovratemperatura

Di default il convertitore di frequenza emette un allarme e scatta in caso di sovratemperatura. Se sono selezionate Declassamento automatico e avviso il convertitore di frequenza avverte della condizione ma continua a funzionare, e tenta di raffreddarsi riducendo prima la

frequenza portante. Quindi, se necessario, riduce la frequenza di uscita.

5.4.2 Avviso riferimento alto e basso

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

5.4.3 Avviso retroazione alta e bassa

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

5.4.4 Squilibrio della tensione di alimentazione oppure perdita di fase

Eccessive oscillazioni di corrente nel bus CC indicano uno squilibrio della tensione di alimentazione o una perdita di fase nella rete. Quando viene meno una fase di potenza al convertitore di frequenza, di default viene emesso un allarme e viene fatta scattare l'unità per proteggere i condensatori del bus CC. Altre opzioni sono l'emissione di un avviso e la riduzione della corrente di uscita al 30% della corrente complessiva oppure l'emissione di un avviso proseguendo con il funzionamento normale. Il funzionamento di un'unità collegata a una linea squilibrata può essere praticabile fino alla correzione dello sbilanciamento.

5.4.5 Avviso di alta frequenza

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

5.4.6 Avviso di bassa frequenza

Utile per disattivare le apparecchiature, il convertitore di frequenza può avvisare quando la velocità del motore è bassa. È possibile selezionare una specifica impostazione di bassa frequenza per avvisare e disattivare dispositivi esterni. L'unità non emette un avviso bassa frequenza né quando viene arrestata né dopo l'avvio finché non è stata raggiunta la frequenza di esercizio.

5.4.7 Avviso corrente alta

Questa funzione è simile all'avviso di alta frequenza (vedere *capitolo 5.4.5 Avviso di alta frequenza*), eccetto per il fatto che viene usata un'impostazione di alta corrente per emettere un avviso e attivare le apparecchiature esterne. La funzione non è attiva durante l'arresto o all'avvio finché non è stata raggiunta la corrente di esercizio impostata.

5.4.8 Avviso corrente bassa

Questa funzione è simile all'avviso di bassa frequenza (vedere *capitolo 5.4.6 Avviso di bassa frequenza*), eccetto per il fatto che viene usata un'impostazione di corrente bassa per emettere un avviso e disattivare le apparecchiature esterne. La funzione non è attiva durante l'arresto o all'avvio finché non è stata raggiunta la corrente di esercizio impostata.

5.4.9 Avviso carico assente/cinghia rotta

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

5.4.10 Interfaccia seriale persa

Il convertitore di frequenza può rilevare la perdita della comunicazione seriale. Può essere selezionato un ritardo di tempo massimo di 18000 s per evitare una risposta dovuta a interruzioni sul bus di comunicazione seriale. Quando il ritardo viene superato, le opzioni disponibili possono:

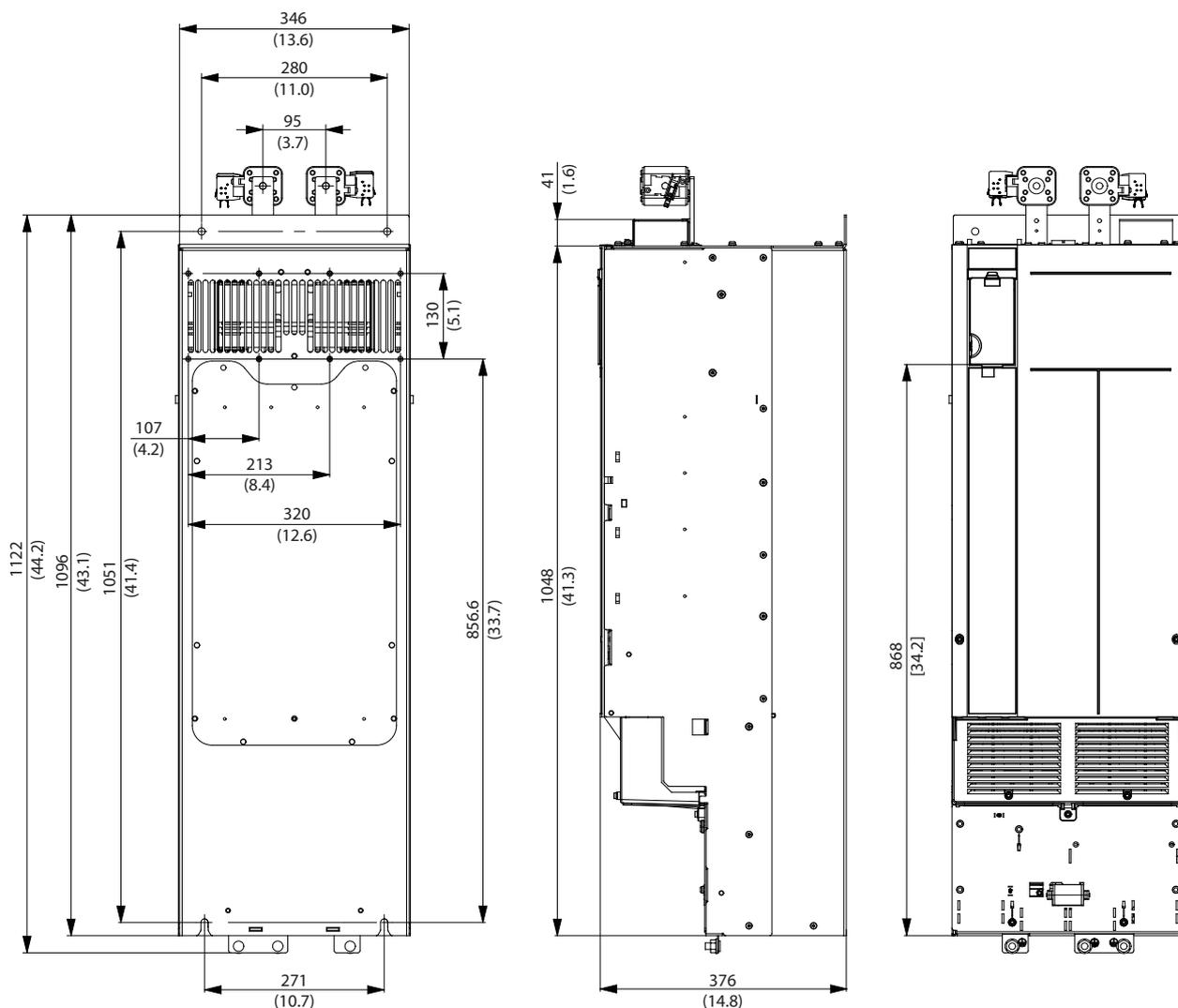
- Mantenere l'ultima velocità.
- Andare alla velocità massima.
- Andare ad una velocità preimpostata.
- Arrestarsi ed emettere un avviso.

6 Specifiche

6.1 Dimensioni del modulo convertitore

6.1.1 Dimensioni esterne

Disegno 6.1 mostra le dimensioni del modulo convertitore rispetto al proprio impianto.



130BE654.11

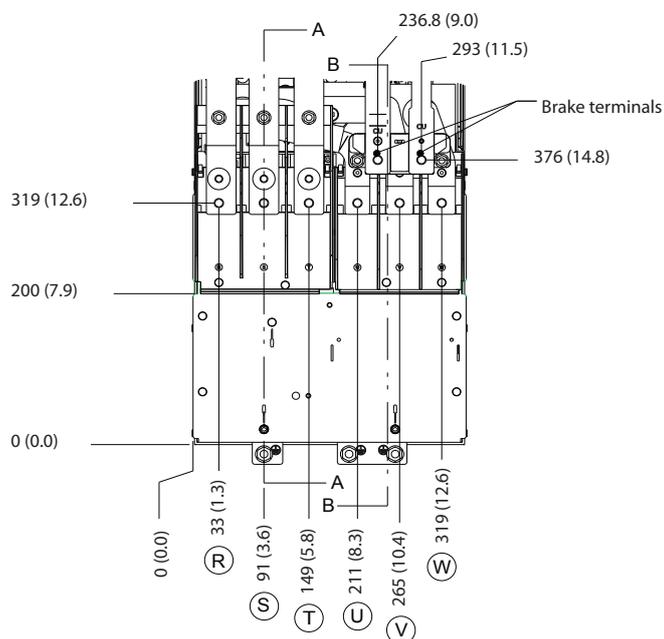
6

Disegno 6.1 Dimensioni dell'impianto VLT® Parallel Drive Modules

Descrizione	Peso del modulo [kg]	Lunghezza x larghezza x profondità [mm]
Modulo convertitore	125 (275)	1121,7 x 346,2 x 375

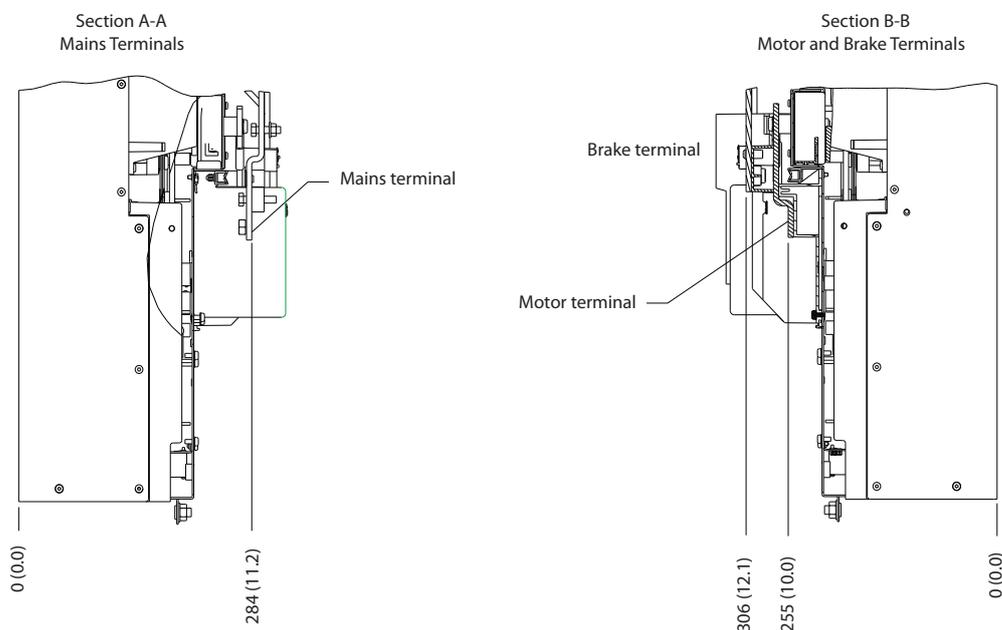
Tabella 6.1 Peso e dimensioni del modulo convertitore

6.1.2 Dimensioni dei morsetti



130BE748.10

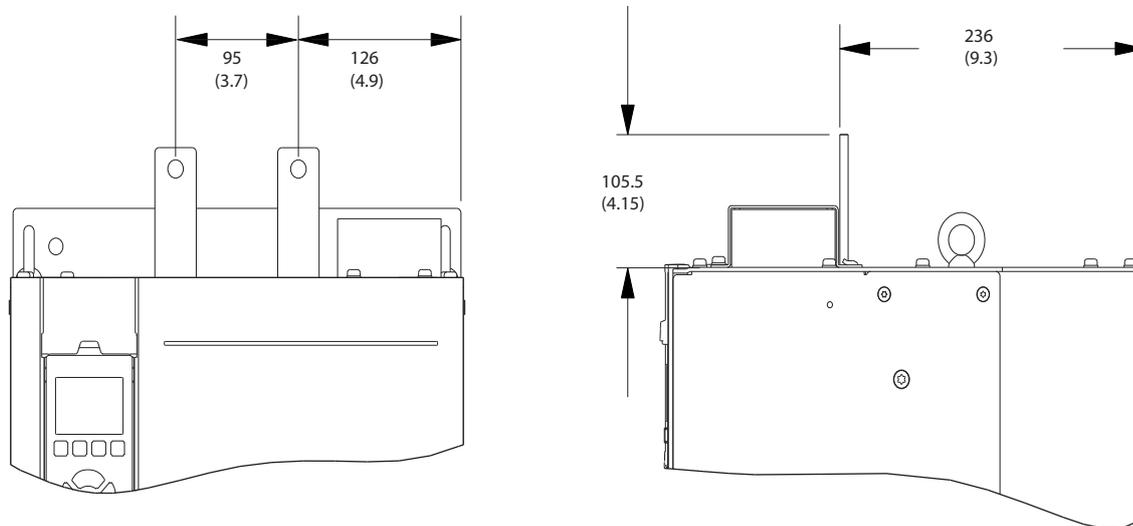
Disegno 6.2 Dimensioni dei morsetti del modulo convertitore (vista frontale)



130BE749.10

Disegno 6.3 Dimensioni dei morsetti del modulo convertitore (viste laterali)

6.1.3 Dimensioni del bus CC



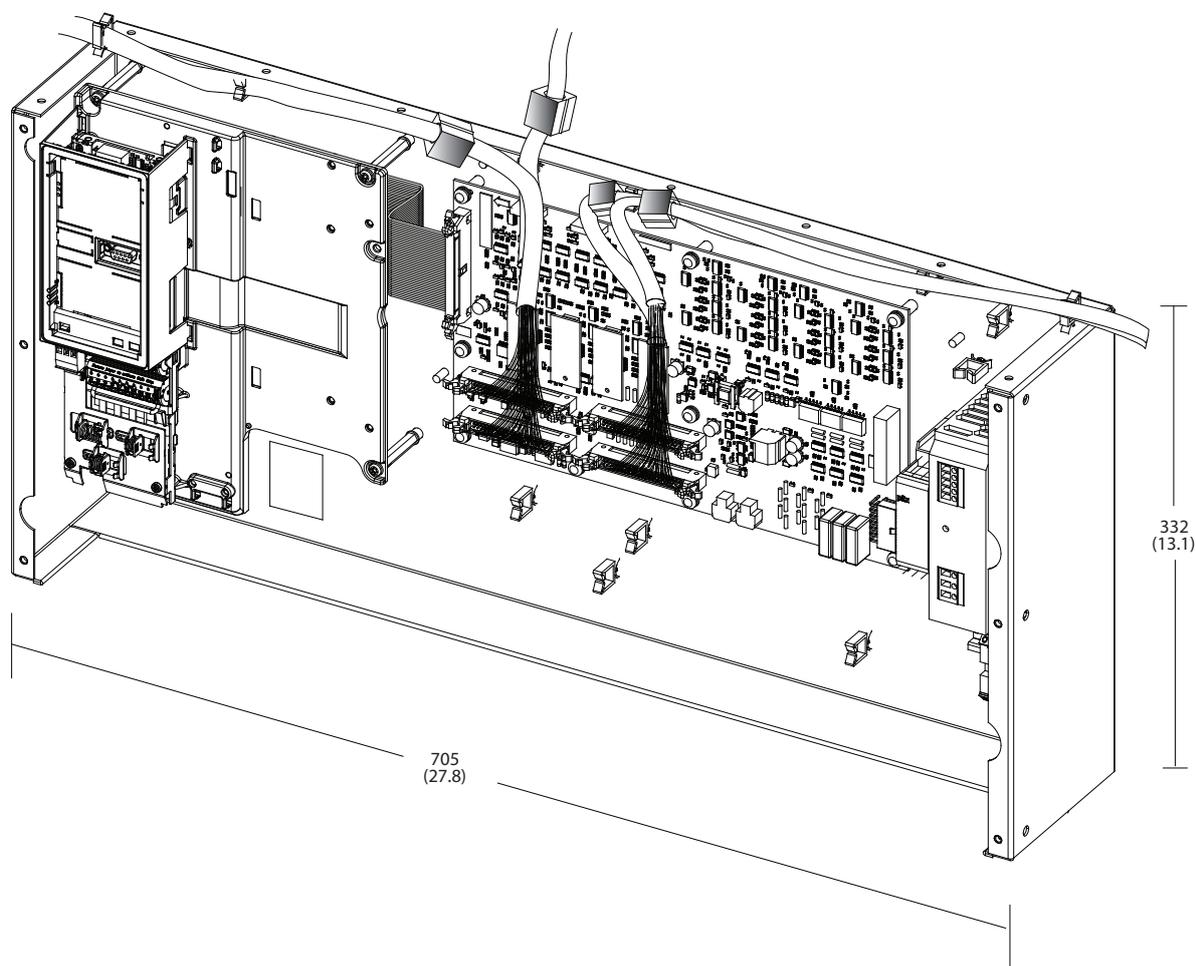
130BE751.10

6

Disegno 6.4 Dimensioni del bus CC (viste frontali e laterali)

6.2 Dimensioni del rack di controllo

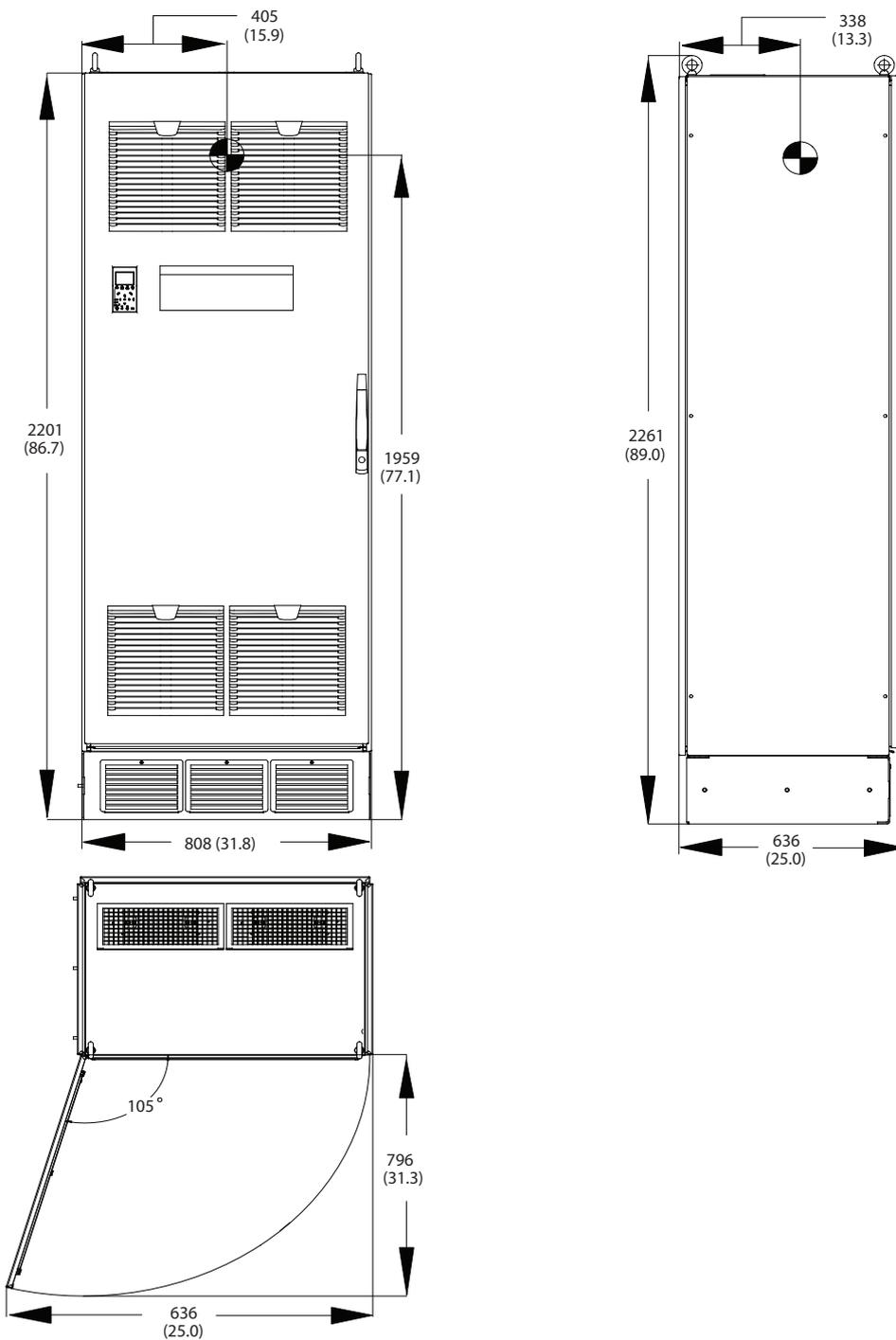
6



1308F029.10

Disegno 6.5 Dimensioni del rack di controllo

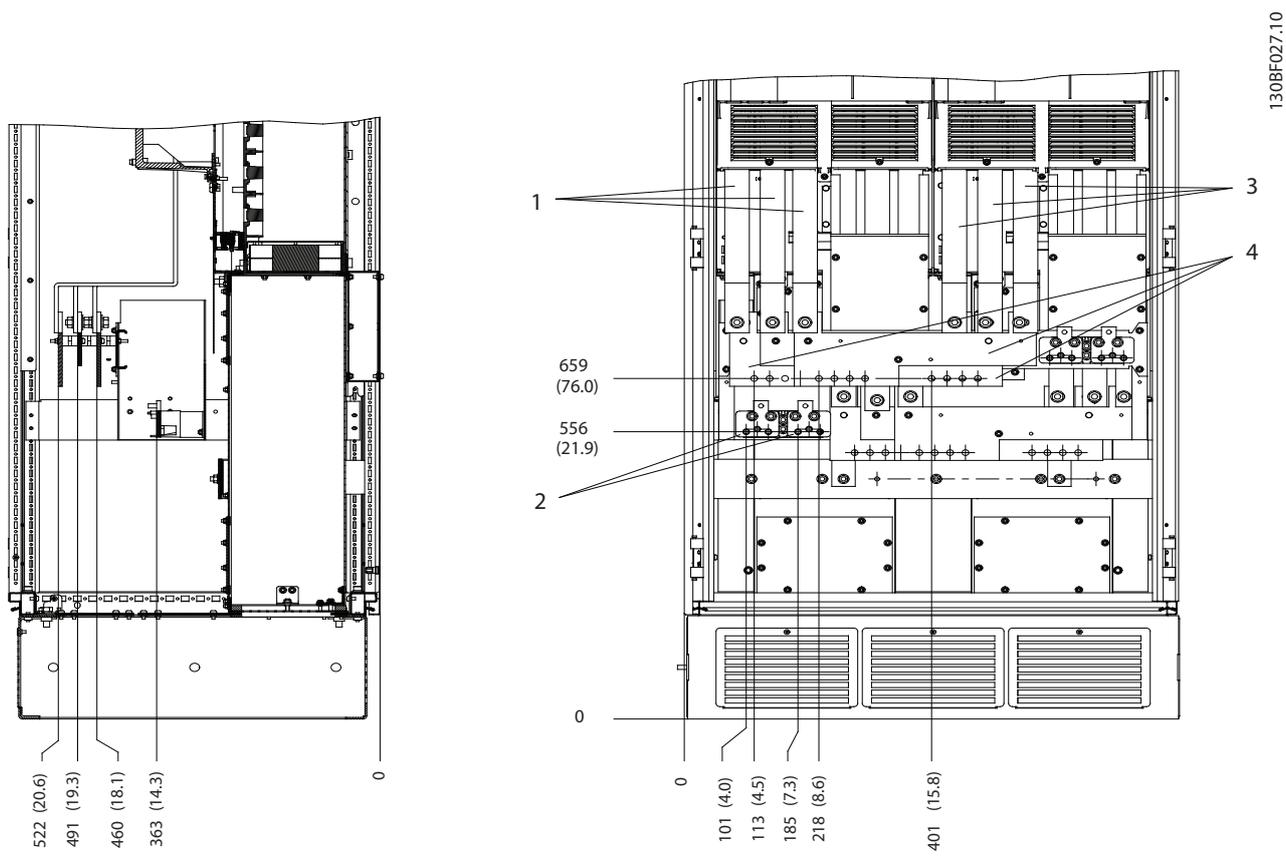
6.3 Dimensioni del sistema a due convertitori



130BF026.10

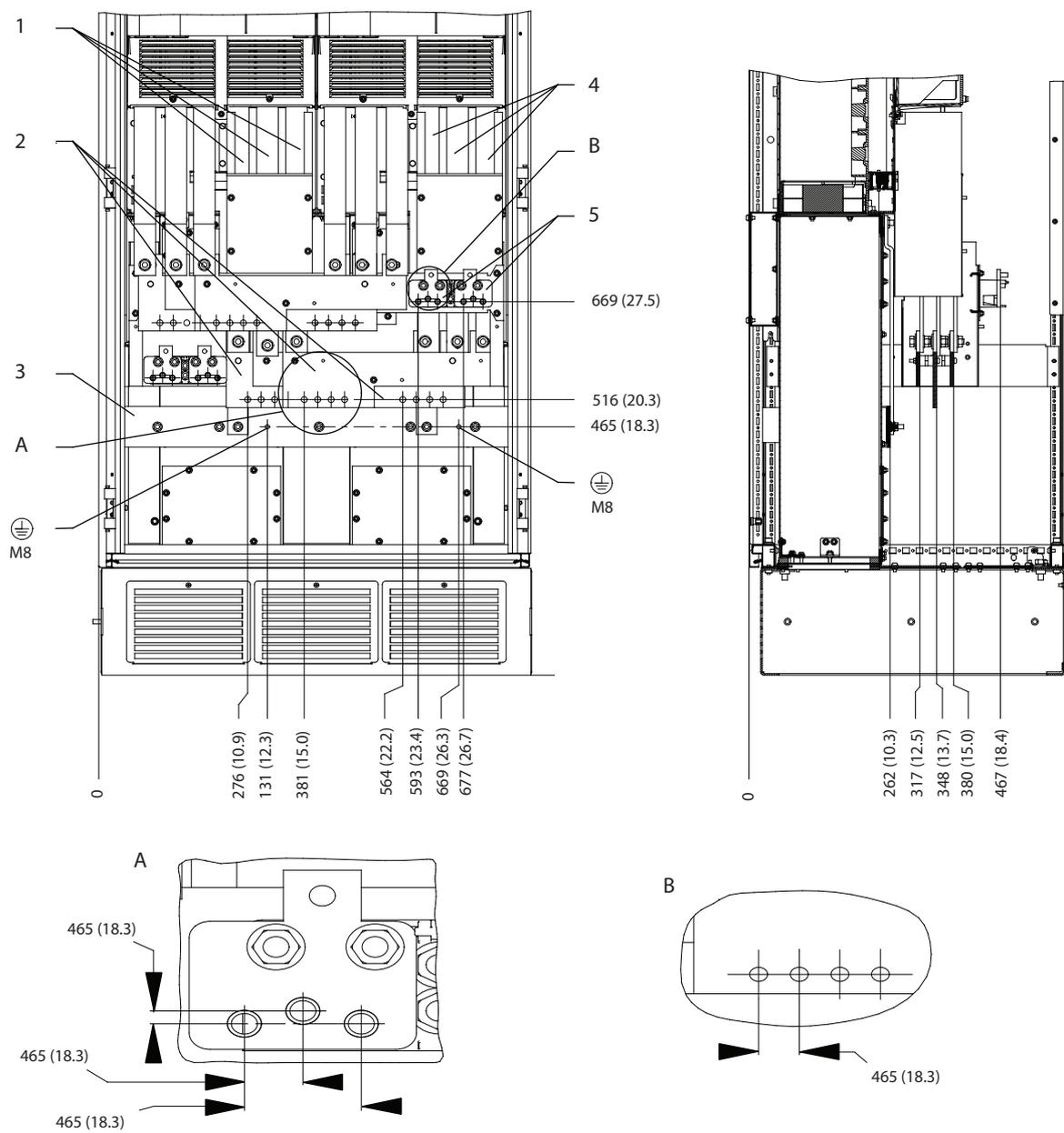
6

Disegno 6.6 Dimensioni esterne del sistema a due convertitori (viste frontali, laterali e apertura dello sportello)



1	Barre collettrici del ponticello della rete (modulo 1)	3	Barre collettrici del ponticello della rete (modulo 2)
2	Morsetti freno	4	Morsetti di rete

Disegno 6.7 Morsetti di rete del sistema a due convertitori (viste laterali e frontali)

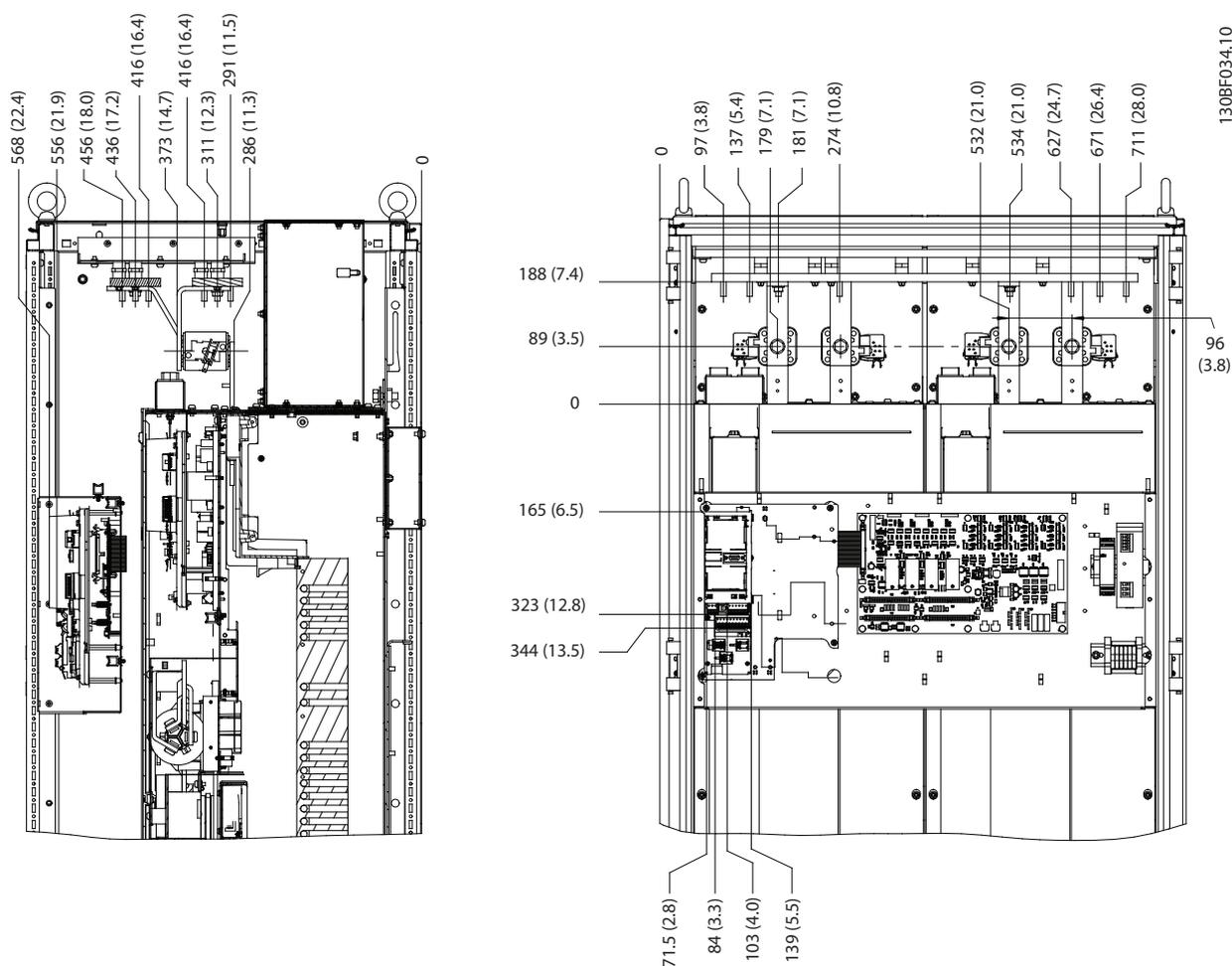


130BF028.10

6

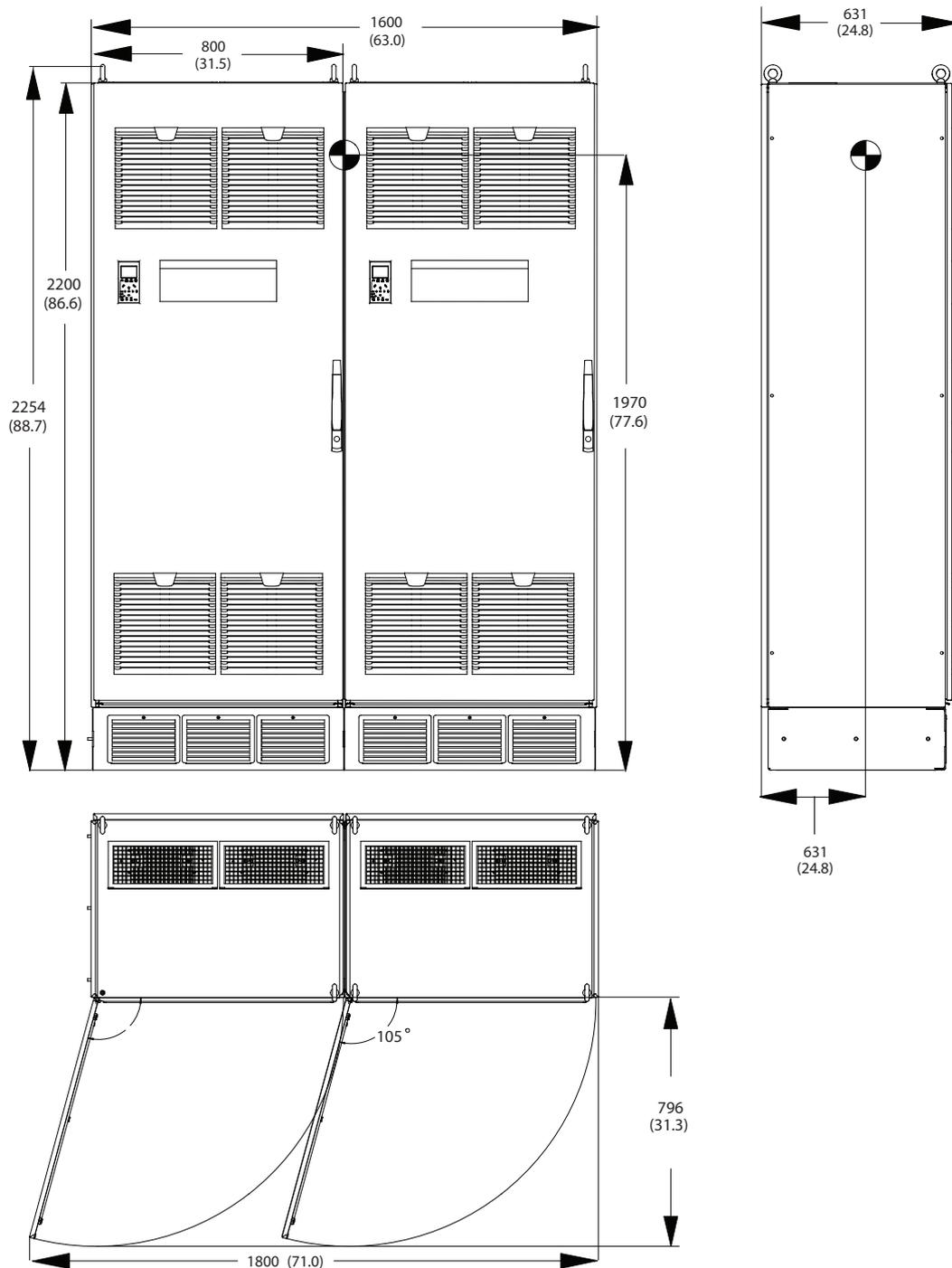
1	Barre collettrici del ponticello del motore (modulo 1)	4	Barre collettrici del ponticello del motore (modulo 2)
2	Morsetti del motore	5	Morsetti freno
3	Morsetti di terra	-	-

Disegno 6.8 Morsetti di terra e del motore del sistema a due convertitori (viste frontali e laterali)



Disegno 6.9 Dimensioni del bus CC e dei relè del sistema a due convertitori (viste laterali e frontali)

6.4 Dimensioni del sistema a quattro convertitori

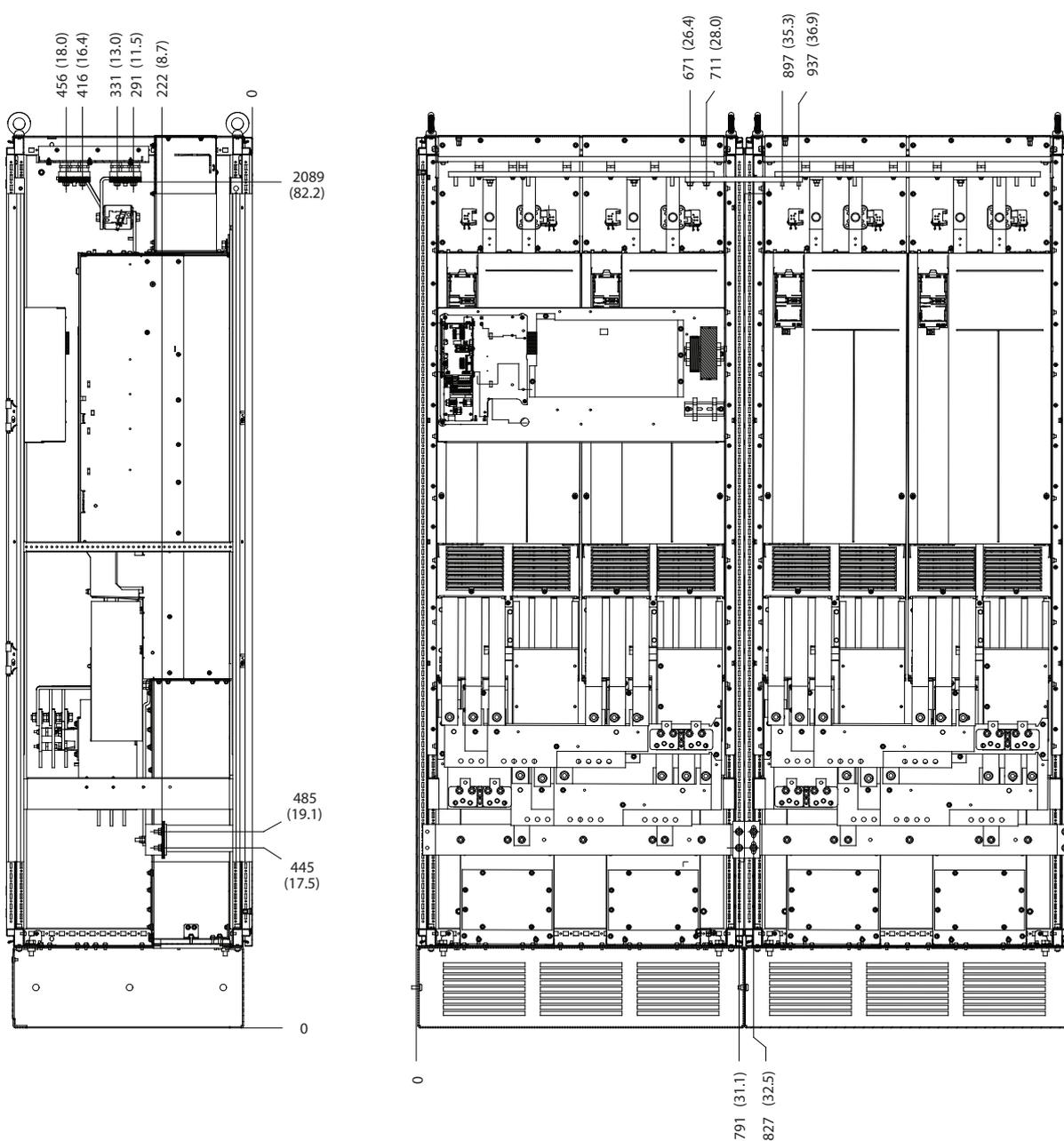


130BF033.10

6

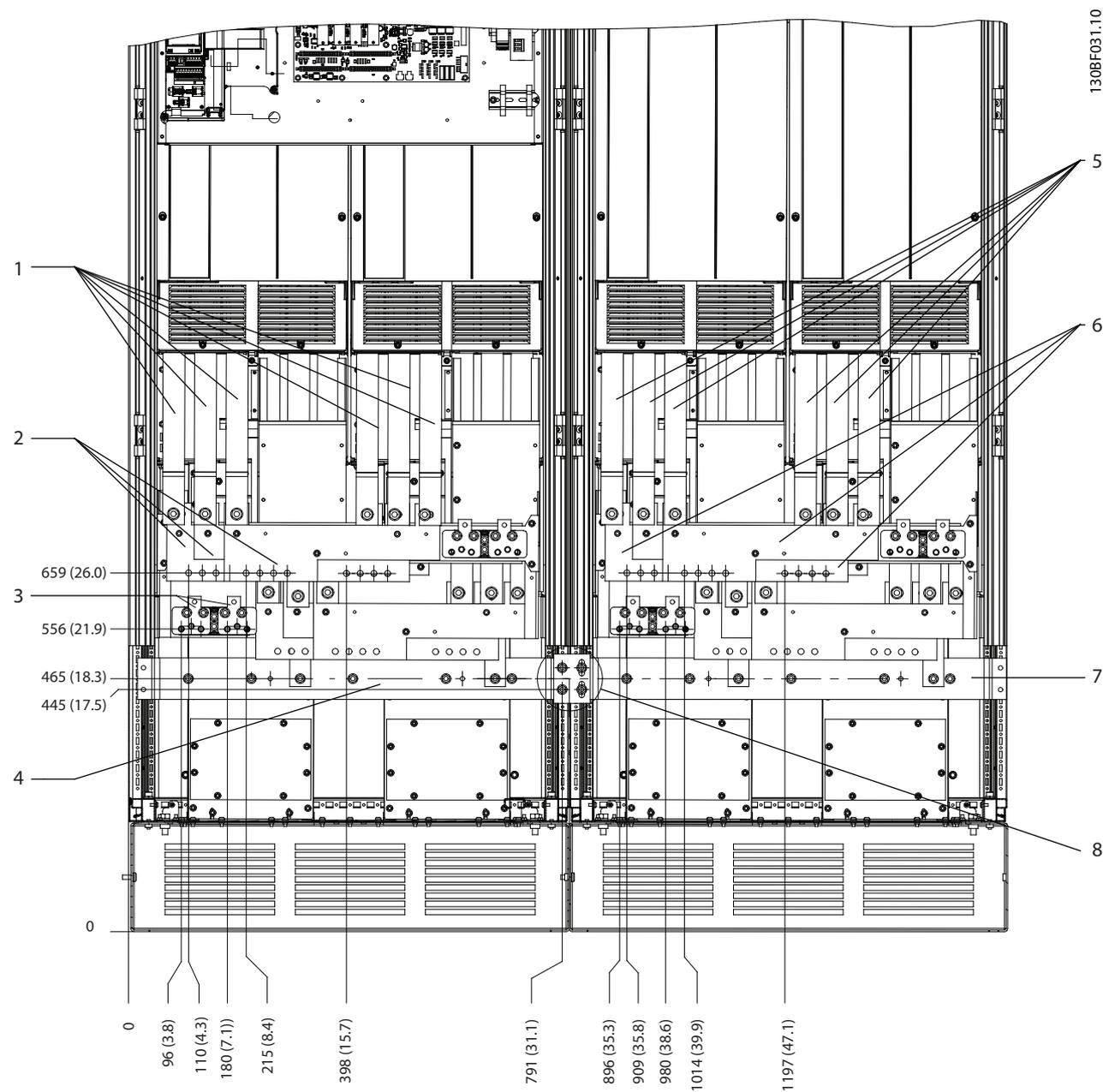
Disegno 6.10 Dimensioni esterne del sistema a quattro convertitori (viste frontali, laterali e apertura dello sportello)

6



130BF030.10

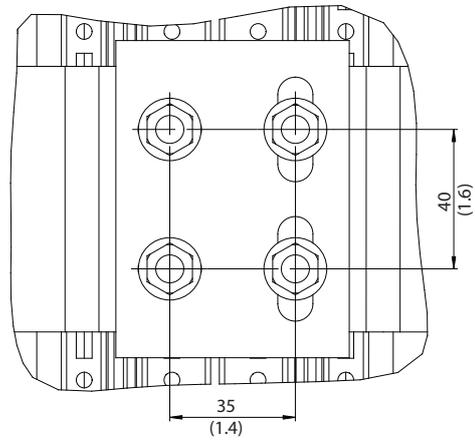
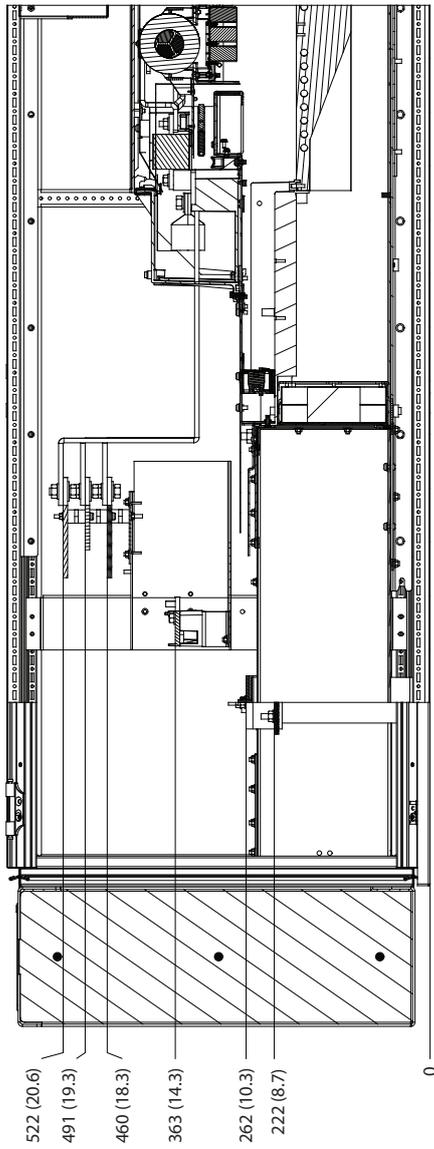
Disegno 6.11 Collegamenti del ponticello a quattro convertitori (viste laterali e frontali)



1	Barre collettrici del ponticello della rete (moduli 1 e 2)	5	Barre collettrici del ponticello della rete (moduli 3 e 4)
2	Morsetti di rete (moduli 1 e 2)	6	Morsetti di rete (moduli 3 e 4)
3	Morsetti del freno (moduli 1 e 2)	7	Morsetti di terra (moduli 3 e 4)
4	Morsetti di terra (moduli 1 e 2)	8	Collegamento del morsetto di terra (vedere <i>Disegno 6.13</i>)

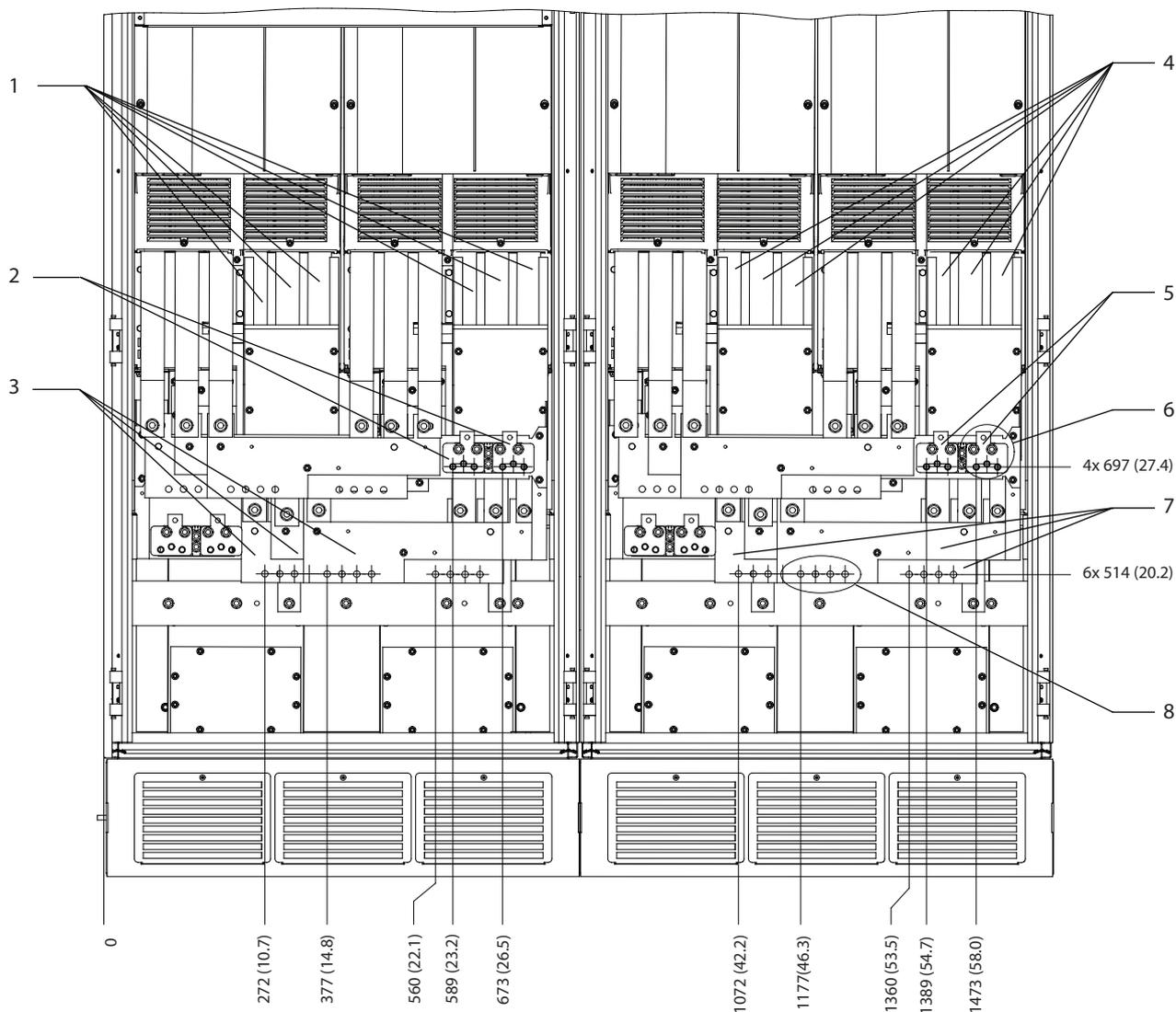
Disegno 6.12 Morsetti di terra e di rete del sistema a quattro convertitori (vista frontale)

6



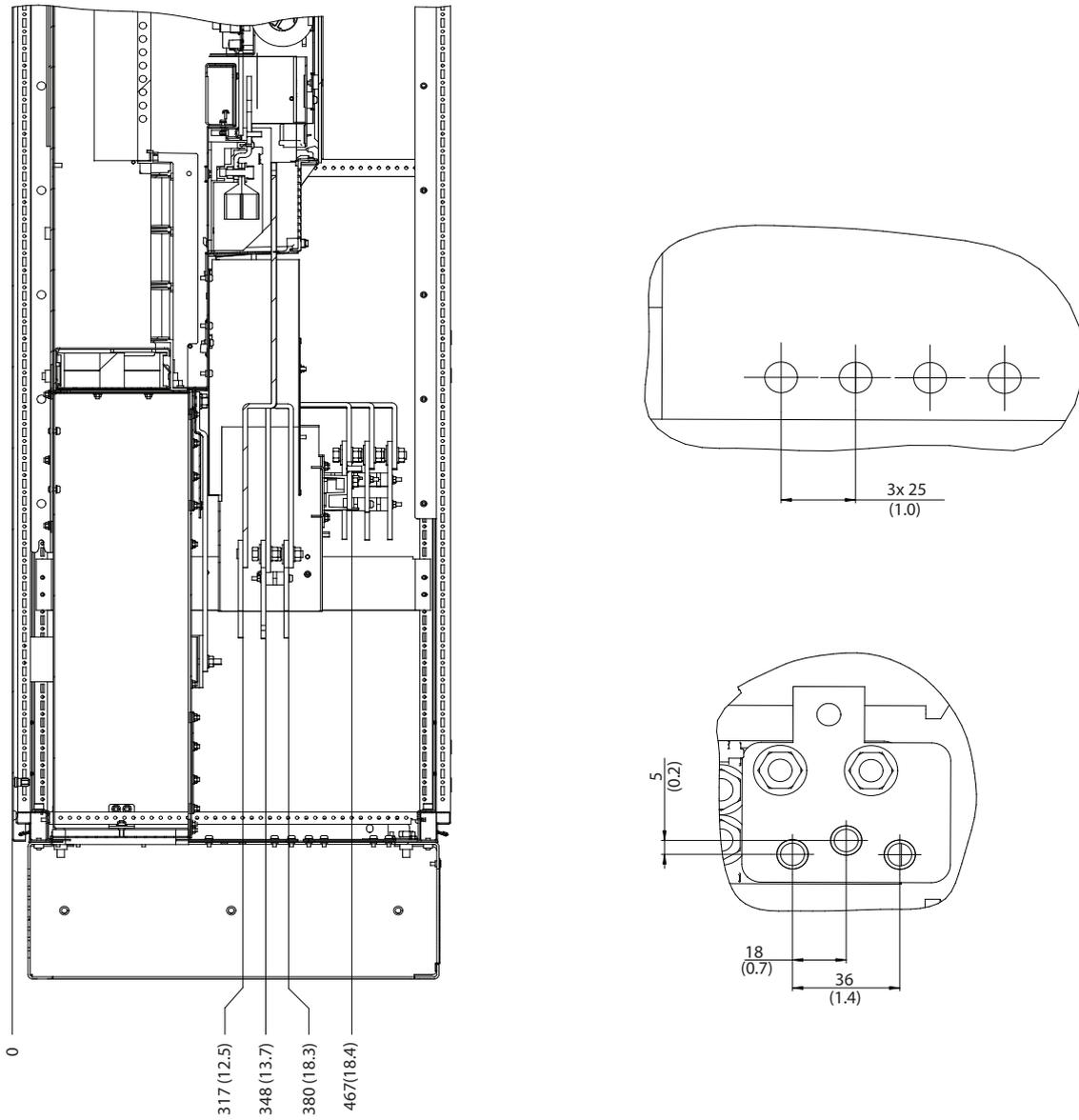
130BF067.10

Disegno 6.13 Morsetti di terra e di rete del sistema a quattro convertitori (vista laterale, sinistra, e vista del collegamento del morsetto di terra, destra)



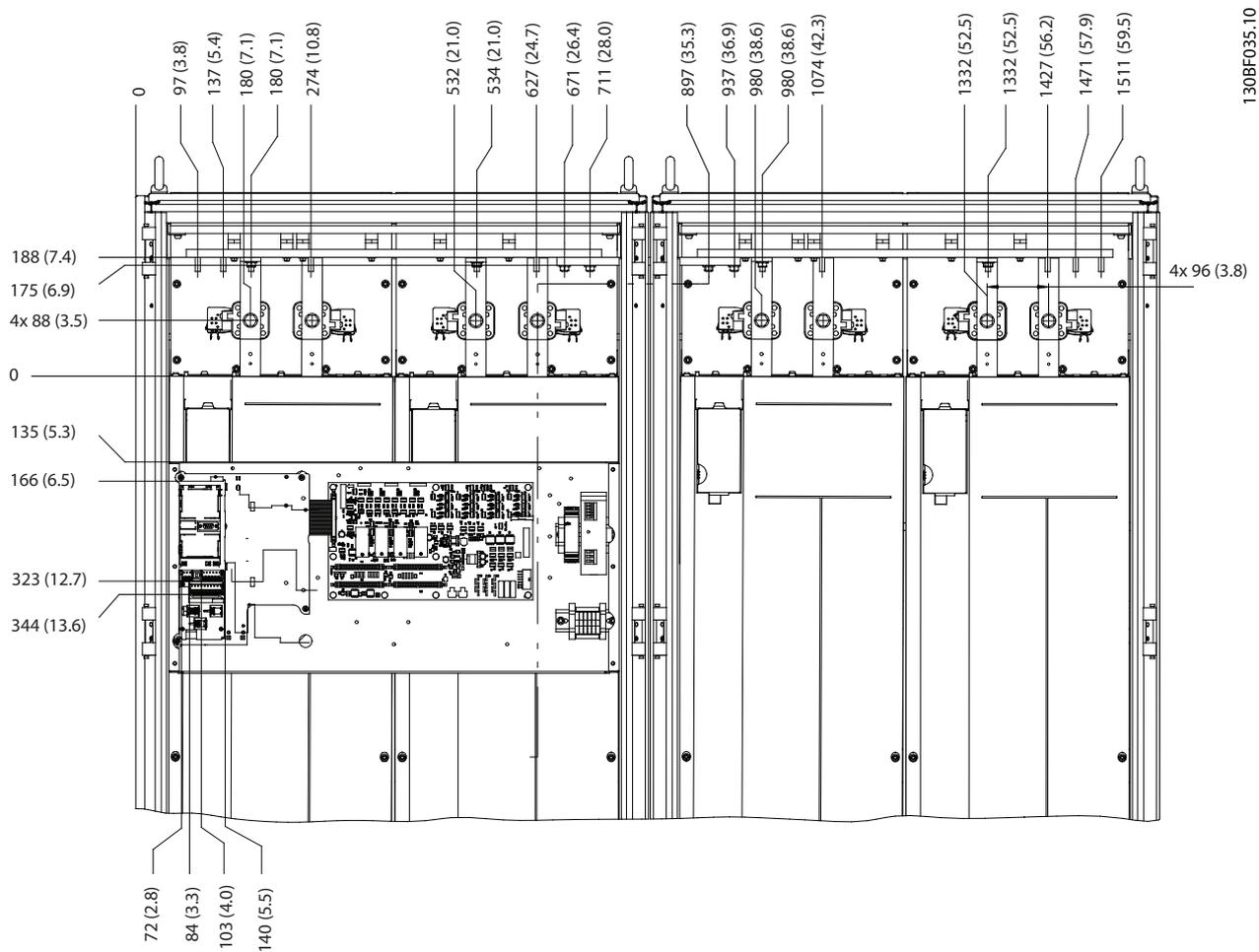
1	Barre collettrici del ponticello del motore (moduli 1 e 2)	5	Morsetti del freno (moduli 3 e 4)
2	Morsetti del freno (moduli 1 e 2)	6	Dettaglio del morsetto del freno (vedere <i>Disegno 6.15</i>)
3	Morsetti del motore (moduli 1 e 2)	7	Morsetti del motore (moduli 3 e 4)
4	Barre collettrici del ponticello del motore (moduli 3 e 4)	8	Dettaglio del morsetto del motore (vedere <i>Disegno 6.15</i>)

Disegno 6.14 Morsetti del freno e del motore del sistema a quattro convertitori (vista frontale)

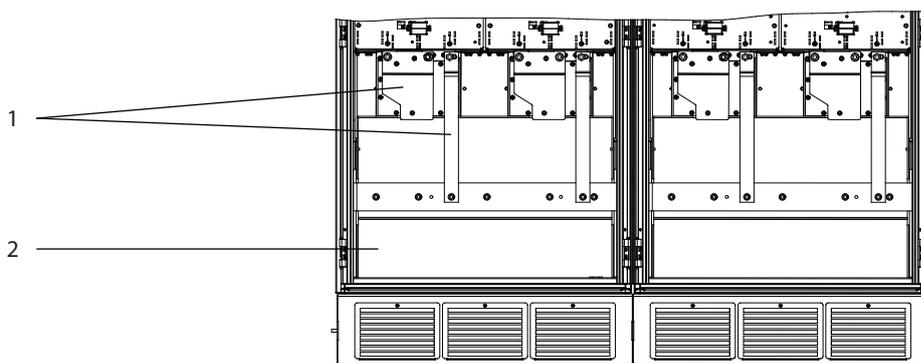


130BF068.10

Disegno 6.15 Morsetti del freno e del motore del sistema a quattro convertitori (vista laterale, sinistra, morsetti del motore, in alto a destra, e morsetti del freno, in basso a destra)



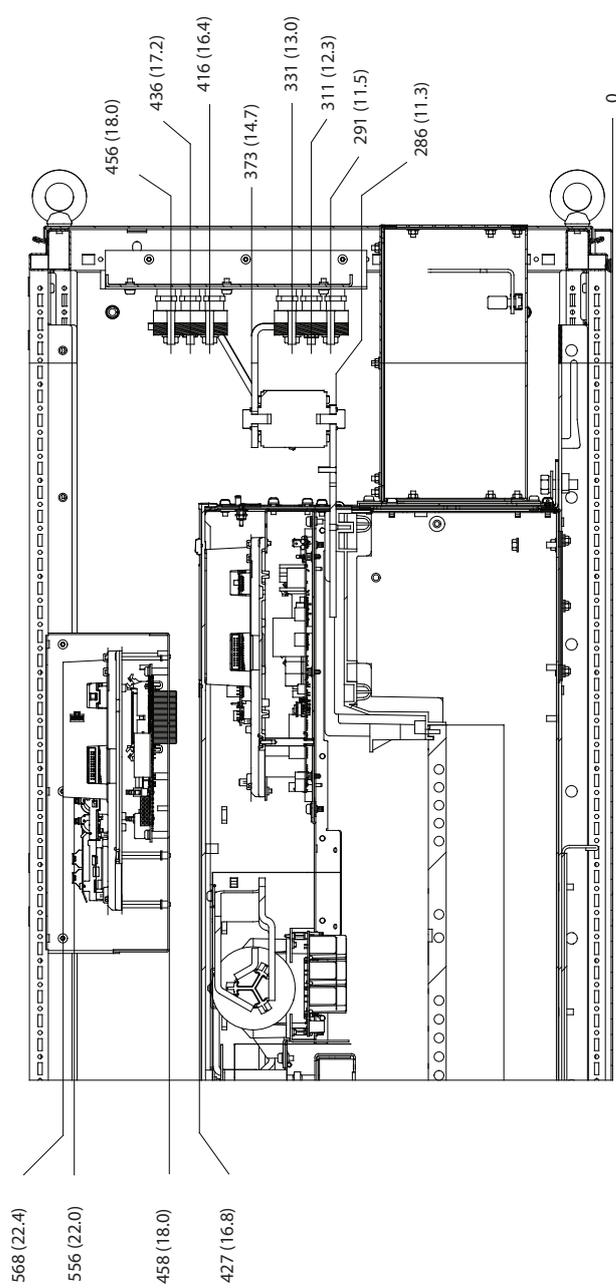
6



1	Barre collettrici del ponticello di terra (modulo 1)	2	Schermo di messa a terra (modulo 1)
---	--	---	-------------------------------------

Disegno 6.16 Relè/bus CC del sistema a quattro convertitori e schermo di messa a terra (vista frontale)

6



1308F069.10

Disegno 6.17 Relè e bus CC del sistema a quattro convertitori (vista laterale)

6.5 Specifiche dipendenti dalla potenza

6.5.1 VLT[®] HVAC Drive FC 102

Gamma potenze	N315	N355	N400	N450	N500
Moduli convertitore	2	2	2	2	2
Configurazione del raddrizzatore	12 impulsi				6 impulsi/12 impulsi
Carico elevato/normale	NO	NO	NO	NO	NO
Potenza all'albero standard a 400 V [kW]	315	355	400	450	500
Potenza all'albero standard a 460 V [cv]	450	500	600	600	700/650
Grado di protezione	IP00				
Rendimento	0,98				
Frequenza di uscita [Hz]	0-590				
Scatto per sovratemperatura del dissipatore [°C]	110 (230)				
Scatto per sovratemperatura della scheda di potenza [°C]	80 (176)				
Corrente di uscita [A]					
Continua (a 380-440 V)	588	658	745	800	880
Intermittente (sovraccarico 60 s) a 400 V	647	724	820	880	968
Continua (a 460/500 V)	535	590	678	730	780
Intermittente (sovraccarico 60 s) a 460/500 V	588	649	746	803	858
Continua (a 400 V) [kVA]	407	456	516	554	610
Continua (a 460 V) [kVA]	426	470	540	582	621
Continua (a 500 V) [kVA]	463	511	587	632	675
Corrente di ingresso [A]					
Continua (a 400 V)	567	647	733	787	875
Continua (a 460/500 V)	516	580	667	718	759
Perdite di potenza [W]					
Moduli convertitore a 400 V	5825	6110	7069	7538	8468
Moduli convertitore a 460 V	4998	5964	6175	6609	7140
Barre collettrici CA a 400 V	550	555	561	565	575
Barre collettrici CA a 460 V	548	551	556	560	563
Barre collettrici CC durante la rigenerazione	93	95	98	101	105
Dimensione cavo massima [mm²]					
Rete ¹⁾	4x120				4x150
Motore	4x120				4x150
Freno	4x70			4x95	
Morsetti rigenerativi	4x120		4x150		6x120
Fusibili di rete esterni massimi					
Configurazione a 6 impulsi	-	-	-	-	600 V, 1600 A
Configurazione a 12 impulsi	700 A, 600 V				-

Tabella 6.2 FC 102, alimentazione di rete 380-480 V CA (sistema a due convertitori)

1) Nelle unità a 12 impulsi i cavi tra i morsetti a stella e a triangolo devono essere identici in termini di quantità e lunghezza.

Gamma potenze	N560	N630	N710	N800	N1M0
Moduli convertitore	4	4	4	4	4
Configurazione del raddrizzatore	6 impulsi/12 impulsi				
Carico elevato/normale	NO	NO	NO	NO	NO
Potenza all'albero standard a 400 V [kW]	560	630	710	800	1000
Potenza all'albero standard a 460 V [cv]	750	900	1000	1200	1350
Grado di protezione	IP00				
Rendimento	0,98				
Frequenza di uscita [Hz]	0-590				
Scatto per sovratemperatura del dissipatore [°C]	110 (230)				
Scatto per sovratemperatura della scheda di potenza [°C]	80 (176)				
Corrente di uscita [A]					
Continua (a 380-440 V)	990	1120	1260	1460	1720
Intermittente (sovraccarico 60 s) a 400 V	1089	1232	1386	1606	1892
Continua (a 460/500 V)	890	1050	1160	1380	1530
Intermittente (sovraccarico 60 s) a 460/500 V	979	1155	1276	1518	1683
Continua (a 400 V) [kVA]	686	776	873	1012	1192
Continua (a 460 V) [kVA]	709	837	924	1100	1219
Continua (a 500 V) [kVA]	771	909	1005	1195	1325
Corrente di ingresso [A]					
Continua (a 400 V)	964	1090	1227	1422	1675
Continua (a 460/500 V)	867	1022	1129	1344	1490
Perdite di potenza [W]					
Moduli convertitore a 400 V	8810	10199	11632	13253	16463
Moduli convertitore a 460 V	7628	9324	10375	12391	13958
Barre collettrici CA a 400 V	665	680	695	722	762
Barre collettrici CA a 460 V	656	671	683	710	732
Barre collettrici CC durante la rigenerazione	218	232	250	276	318
Dimensione cavo massima [mm²]					
Rete ¹⁾	4x185	8x120			
Motore	4x185	8x120			
Freno	8x70			8x95	
Morsetti rigenerativi	6x120	8x120		8x150	10x150
Fusibili di rete esterni massimi					
Configurazione a 6 impulsi	600 V, 1600 A	600 V, 2000 A		600 V, 2500 A	
Configurazione a 12 impulsi	600 V, 700 A	600 V, 900 A			600 V, 1500 A

Tabella 6.3 FC 102, alimentazione di rete 380-480 V CA (sistema a quattro convertitori)

1) Nelle unità a 12 impulsi i cavi tra i morsetti a stella e a triangolo devono essere identici in termini di quantità e lunghezza.

Gamma potenze	N315	N400	N450	N500	N560	N630
Moduli convertitore	2	2	2	2	2	2
Configurazione del raddrizzatore	12 impulsi					
Carico elevato/normale	NO	NO	NO	NO	NO	NO
Potenza all'albero standard a 525–550 V [kW]	250	315	355	400	450	500
Potenza all'albero standard a 575 V [cv]	350	400	450	500	600	650
Potenza all'albero standard a 690 V [kW]	315	400	450	500	560	630
Grado di protezione	IP00					
Rendimento	0,98					
Frequenza di uscita [Hz]	0–590					
Scatto per sovratemperatura del dissipatore [°C]	110 (230)					
Scatto per sovratemperatura della scheda di potenza [°C]	80 (176)					
Corrente di uscita [A]						
Continua (a 550 V)	360	418	470	523	596	630
Intermittente (sovraccarico 60 s) a 550 V	396	360	517	575	656	693
Continua (a 575/690 V)	344	400	450	500	570	630
Intermittente (sovraccarico 60 s) a 575/690 V	378	440	495	550	627	693
Continua (a 550 V) kVA	343	398	448	498	568	600
Continua (a 575 V) kVA	343	398	448	498	568	627
Continua (a 690 V) kVA	411	478	538	598	681	753
Corrente di ingresso [A]						
Continua (a 550 V)	355	408	453	504	574	607
Continua (a 575 V)	339	490	434	482	549	607
Continua (a 690 V)	352	400	434	482	549	607
Perdite di potenza [W]						
Moduli convertitore a 575 V	4401	4789	5457	6076	6995	7431
Moduli convertitore a 690 V	4352	4709	5354	5951	6831	7638
Barre collettrici CA a 575 V	540	541	544	546	550	553
Barre collettrici CC durante la rigenerazione	88	88,5	90	91	186	191
Dimensione cavo massima [mm²]						
Rete ¹⁾	2x120	4x120				
Motore	2x120	4x120				
Freno	4x70				4x95	
Morsetti rigenerativi	4x120					
Fusibili di rete esterni massimi	700 V, 550 A			700 V, 630 A		

Tabella 6.4 FC 102, alimentazione di rete 525–690 V CA (sistema a due convertitori)

1) Nelle unità a 12 impulsi i cavi tra i morsetti a stella e a triangolo devono essere identici in termini di quantità e lunghezza.

Gamma potenze	N710	N800	N900	N1M0	N1M2
Moduli convertitore	4	4		4	4
Configurazione del raddrizzatore	6 impulsi/12 impulsi				
Carico elevato/normale	NO	NO	NO	NO	NO
Potenza all'albero standard a 525–550 V [kW]	560	670	750	850	1000
Potenza all'albero standard a 575 V [cv]	750	950	1050	1150	1350
Potenza all'albero standard a 690 V [kW]	710	800	900	1000	1200
Grado di protezione	IP00				
Rendimento	0,98				
Frequenza di uscita [Hz]	0–590				
Scatto per sovratemperatura del dissipatore [°C]	110 (230)				
Scatto per sovratemperatura della scheda di potenza [°C]	80 (176)				
Corrente di uscita [A]					
Continua (a 550 V)	763	889	988	1108	1317
Intermittente (sovraccarico 60 s) a 550 V	839	978	1087	1219	1449
Continua (a 575/690 V)	730	850	945	1060	1260
Intermittente (sovraccarico 60 s) a 575/690 V	803	935	1040	1166	1590
Continua (a 550 V)	727	847	941	1056	1056
Continua (a 575 V)	727	847	941	1056	1056
Continua (a 690 V)	872	1016	1129	1267	1506
Corrente di ingresso [A]					
Continua (a 550 V)	743	866	962	1079	1282
Continua (a 575 V)	711	828	920	1032	1227
Continua (a 690 V)	711	828	920	1032	1227
Perdite di potenza [W]					
Moduli convertitore a 575 V	8683	10166	11406	12852	15762
Moduli convertitore a 690 V	8559	9996	11188	12580	15358
Barre collettrici CA a 575 V	644	653	661	672	695
Barre collettrici CC durante la rigenerazione	198	208	218	231	256
Dimensione cavo massima [mm²]					
Rete ¹⁾	4x120	6x120			8x120
Motore	4x120	6x120			8x120
Freno	8x70			8x95	
Morsetti rigenerativi	4x150	6x120		6x150	8x120
Fusibili di rete esterni massimi					
Configurazione a 6 impulsi	700 V, 1600 A				700 V, 2000 A
Configurazione a 12 impulsi	700 V, 900 A			700 V, 1500 A	

Tabella 6.5 FC 102, alimentazione di rete 525–690 V CA (sistema a quattro convertitori)

1) Nelle unità a 12 impulsi i cavi tra i morsetti a stella e a triangolo devono essere identici in termini di quantità e lunghezza.

6.5.2 VLT® AQUA Drive FC 202

Gamma potenze	N315		N355		N400		N450		N500	
Moduli convertitore	2		2		2		2		2	
Configurazione del raddrizzatore	12 impulsi								6 impulsi/12 impulsi	
Carico elevato/normale	HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO
Potenza all'albero standard a 400 V [kW]	250	315	315	355	355	400	400	450	450	500
Potenza all'albero standard a 460 V [cv]	350	450	450	500	500	600	550	600	600	650
Grado di protezione	IP00									
Rendimento	0,98									
Frequenza di uscita [Hz]	0-590									
Scatto per sovratemperatura del dissipatore [°C]	110 (230)									
Scatto per sovratemperatura della scheda di potenza [°C]	80 (176)									
Corrente di uscita [A]										
Continua (a 400 V)	480	588	600	658	658	745	695	800	810	880
Intermittente (sovraccarico 60 s) a 400 V	720	647	900	724	987	820	1043	880	1215	968
Continua (a 460/500 V)	443	535	540	590	590	678	678	730	730	780
Intermittente (sovraccarico 60 s) a 460/500 V	665	588	810	649	885	746	1017	803	1095	858
Continua (a 400 V) [kVA]	333	407	416	456	456	516	482	554	554	610
Continua (a 460 V) [kVA]	353	426	430	470	470	540	540	582	582	621
Continua (a 500 V) [kVA]	384	463	468	511	511	587	587	632	632	675
Corrente di ingresso [A]										
Continua (a 400 V)	463	567	590	647	647	733	684	787	779	857
Continua (a 460/500 V)	427	516	531	580	580	667	667	718	711	759
Perdite di potenza [W]										
Moduli convertitore a 400 V	4505	5825	5502	6110	6110	7069	6375	7538	7526	8468
Moduli convertitore a 460 V	4063	4998	5384	5964	5271	6175	6070	6609	6604	7140
Barre collettrici CA a 400 V	545	550	551	555	555	561	557	565	566	575
Barre collettrici CA a 460 V	543	548	548	551	551	556	556	560	560	563
Barre collettrici CC durante la rigenerazione	93	93	95	95	98	98	101	101	105	105
Dimensione cavo massima [mm²]										
Rete ¹⁾	4x120								4x150	
Motore	4x120								4x150	
Freno	4x70						4x95			
Morsetti rigenerativi	4x120				6x120			6x120		
Fusibili di rete esterni massimi										
Configurazione a 6 impulsi	-		-		-		-		600 V, 1600 A	
Configurazione a 12 impulsi	600 V, 700 A								600 V, 900 A	

Tabella 6.6 FC 202, alimentazione di rete 380-480 V CA (sistema a due convertitori)

1) Nelle unità a 12 impulsi i cavi tra i morsetti a stella e a triangolo devono essere identici in termini di quantità e lunghezza.

Gamma potenze	N560		N630		N710		N800		N1M0	
Moduli convertitore	4		4		4		4		4	
Configurazione del raddrizzatore	6 impulsi/12 impulsi									
Carico elevato/normale	HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO
Potenza all'albero standard a 400 V [kW]	500	560	560	630	630	710	710	800	800	1000
Potenza all'albero standard a 460 V [cv]	650	750	750	900	900	1000	1000	1200	1200	1350
Grado di protezione	IP00									
Rendimento	0,98									
Frequenza di uscita [Hz]	0-590									
Scatto per sovratemperatura del dissipatore [°C]	110 (230)									
Scatto per sovratemperatura della scheda di potenza [°C]	80 (176)									
Corrente di uscita [A]										
Continua (a 400 V)	880	990	990	1120	1120	1260	1260	1460	1460	1720
Intermittente (sovraccarico 60 s) a 400 V	1320	1089	1485	1232	1680	1386	1890	1606	2190	1892
Continua (a 460/500 V)	780	890	890	1050	1050	1160	1160	1380	1380	1530
Intermittente (sovraccarico 60 s) a 460/500 V	1170	979	1335	1155	1575	1276	1740	1518	2070	1683
Continua (a 400 V) [kVA]	610	686	686	776	776	873	873	1012	1012	1192
Continua (a 460 V) [kVA]	621	709	709	837	837	924	924	1100	1100	1219
Continua (a 500 V) [kVA]	675	771	771	909	909	1005	1005	1195	1195	1325
Corrente di ingresso [A]										
Continua (a 400 V)	857	964	964	1090	1090	1227	1127	1422	1422	1675
Continua (a 460 V)	759	867	867	1022	1022	1129	1129	1344	1344	1490
Perdite di potenza [W]										
Moduli convertitore a 400 V	7713	8810	8918	10199	10181	11632	11390	13253	13479	16463
Moduli convertitore a 460 V	6641	7628	7855	9324	9316	10375	12391	12391	12376	13958
Barre collettrici CA a 400 V	655	665	665	680	680	695	695	722	722	762
Barre collettrici CA a 460 V	647	656	656	671	671	683	683	710	710	732
Barre collettrici CC durante la rigenerazione	218	218	232	232	250	250	276	276	318	318
Dimensione cavo massima [mm²]										
Rete ¹⁾	4x185		8x125							
Motore	4x185		8x125							
Freno	8x70						8x95			
Morsetti rigenerativi	6x125		8x125				8x150		10x150	
Fusibili di rete esterni massimi										
Configurazione a 6 impulsi	600 V, 1600 A		600 V, 2000 A				600 V, 2500 A			
Configurazione a 12 impulsi	600 V, 900 A				600 V, 1500 A					

Tabella 6.7 FC 202, alimentazione di rete 380-480 V CA (sistema a quattro convertitori)

1) Nelle unità a 12 impulsi i cavi tra i morsetti a stella e a triangolo devono essere identici in termini di quantità e lunghezza.

Gamma potenze	N315		N400		N450	
Moduli convertitore	2		2		2	
Configurazione del raddrizzatore	12 impulsi					
Carico elevato/normale	HO	NO	HO	NO	HO	NO
Potenza all'albero standard a 525–550 V [kW]	200	250	250	315	315	355
Potenza all'albero standard a 575 V [cv]	300	350	350	400	400	450
Potenza all'albero standard a 690 V [kW]	250	315	315	400	355	450
Grado di protezione	IP00					
Rendimento	0,98					
Frequenza di uscita [Hz]	0–590					
Scatto per sovratemperatura del dissipatore [°C]	110 (230)					
Scatto per sovratemperatura della scheda di potenza [°C]	80 (176)					
Corrente di uscita [A]						
Continua (a 550 V)	303	360	360	418	395	470
Intermittente (sovraccarico 60 s) a 550 V	455	396	560	460	593	517
Continua (a 575/690 V)	290	344	344	400	380	450
Intermittente (sovraccarico 60 s) a 575/690 V	435	378	516	440	570	495
Continua (a 550 V)	289	343	343	398	376	448
Continua (a 575 V)	289	343	343	398	378	448
Continua (a 690 V)	347	411	411	478	454	538
Corrente di ingresso [A]						
Continua (a 550 V)	299	355	355	408	381	453
Continua (a 575 V)	286	339	339	490	366	434
Continua (a 690 V)	296	352	352	400	366	434
Perdite di potenza [W]						
Moduli convertitore a 575 V	3688	4401	4081	4789	4502	5457
Moduli convertitore a 690 V	3669	4352	4020	4709	4447	5354
Barre collettrici CA a 575 V	538	540	540	541	540	544
Barre collettrici CC durante la rigenerazione	88	88	89	89	90	90
Dimensione cavo massima [mm²]						
Rete ¹⁾	2x120		4x120			
Motore	2x120		4x120			
Freno	4x70					
Morsetti rigenerativi	4x120					
Fusibili di rete esterni massimi	700 V, 550 A					

Tabella 6.8 FC 202, alimentazione di rete 525–690 V CA (sistema a due convertitori)

1) Nelle unità a 12 impulsi i cavi tra i morsetti a stella e a triangolo devono essere identici in termini di quantità e lunghezza.

Gamma potenze	N500		N560		N630	
Moduli convertitore	2		2		2	
Configurazione del raddrizzatore	12 impulsi					
Carico elevato/normale	HO	NO	HO	NO	HO	NO
Potenza all'albero standard a 525–550 V [kW]	315	400	400	450	450	500
Potenza all'albero standard a 575 V [cv]	400	500	500	600	600	650
Potenza all'albero standard a 690 V [kW]	400	500	500	560	560	630
Grado di protezione	IP00					
Rendimento	0,98					
Frequenza di uscita [Hz]	0–590					
Scatto per sovratemperatura del dissipatore [°C]	110 (230)					
Scatto per sovratemperatura della scheda di potenza [°C]	80 (176)					
Corrente di uscita [A]						
Continua (a 550 V)	429	523	523	596	596	630
Intermittente (sovraccarico 60 s) a 550 V	644	575	785	656	894	693
Continua (a 575/690 V)	410	500	500	570	570	630
Intermittente (sovraccarico 60 s) a 575/690 V	615	550	750	627	627	693
Continua (a 550 V) [kVA]	409	498	498	568	568	600
Continua (a 575 V) [kVA]	408	498	598	568	568	627
Continua (a 690 V) [kVA]	490	598	598	681	681	753
Corrente di ingresso [A]						
Continua (a 550 V)	413	504	504	574	574	607
Continua (a 575 V)	395	482	482	549	549	607
Continua (a 690 V)	395	482	482	549	549	607
Perdite di potenza [W]						
Moduli convertitore a 575 V	4892	6076	6016	6995	6941	7431
Moduli convertitore a 690 V	4797	5951	5886	6831	6766	7638
Barre collettrici CA a 575 V	542	546	546	550	550	553
Barre collettrici CC durante la rigenerazione	91	91	186	186	191	191
Dimensione cavo massima [mm²]						
Rete ¹⁾	4x120					
Motore	4x120					
Freno	4x70		4x95			
Morsetti rigenerativi	4x120					
Fusibili di rete esterni massimi	700 V, 630 A					

Tabella 6.9 FC 202, alimentazione di rete 525–690 V CA (sistema a due convertitori)

1) Nelle unità a 12 impulsi i cavi tra i morsetti a stella e a triangolo devono essere identici in termini di quantità e lunghezza.

Gamma potenze	N710		N800		N900		N1M0		N1M2		
Moduli convertitore	4		4		4		4		4		
Configurazione del raddrizzatore	6 impulsi/12 impulsi										
Carico elevato/normale	HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO	
Potenza all'albero standard a 525–550 V [kW]	500	560	560	670	670	750	750	850	850	1000	
Potenza all'albero standard a 575 V [cv]	650	750	750	950	950	1050	1050	1150	1150	1350	
Potenza all'albero standard a 690 V [kW]	630	710	710	800	800	900	900	1000	1000	1200	
Grado di protezione	IP00										
Rendimento	0,98										
Frequenza di uscita [Hz]	0–590										
Scatto per sovratemperatura del dissipatore [°C]	110 (230)										
Scatto per sovratemperatura della scheda di potenza [°C]	80 (176)										
Corrente di uscita [A]											
Continua (a 550 V)	659	763	763	889	889	988	988	1108	1108	1317	
Intermittente (sovraccarico 60 s) a 550 V	989	839	1145	978	1334	1087	1482	1219	1662	1449	
Continua (a 575/690 V)	630	730	730	850	850	945	945	1060	1060	1260	
Intermittente (sovraccarico 60 s) a 575/690 V	945	803	1095	935	1275	1040	1418	1166	1590	1590	
Continua (a 550 V) [kVA]	628	727	727	847	847	941	941	1056	1056	1255	
Continua (a 575 V) [kVA]	627	727	727	847	847	941	941	1056	1056	1255	
Continua (a 690 V) [kVA]	753	872	872	1016	1016	1129	1129	1267	1267	1506	
Corrente di ingresso [A]											
Continua (a 550 V)	642	743	743	866	866	962	1079	1079	1079	1282	
Continua (a 575 V)	613	711	711	828	828	920	1032	1032	1032	1227	
Continua (a 690 V)	613	711	711	828	828	920	1032	1032	1032	1227	
Perdite di potenza [W]											
Moduli convertitore a 575 V	7469	8683	8668	10166	10163	11406	11292	12852	12835	15762	
Moduli convertitore a 690 V	7381	8559	8555	9996	9987	11188	11077	12580	12551	15358	
Barre collettrici CA a 575 V	637	644	644	653	653	661	661	672	672	695	
Barre collettrici CC durante la rigenerazione	198	198	208	208	218	218	231	231	256	256	
Dimensione cavo massima [mm²]											
Rete ¹⁾	4x120		6x120					8x120			
Motore	4x120		6x120					8x120			
Freno	8x70						8x95				
Morsetti rigenerativi	4x150		6x120			6x150		8x120			
Fusibili di rete esterni massimi											
Configurazione a 6 impulsi	700 V, 1600 A								700 V, 2000 A		
Configurazione a 12 impulsi	700 V, 900 A						700 V, 1500 A				

Tabella 6.10 FC 202, alimentazione di rete 525–690 V CA (sistema a quattro convertitori)

1) Nelle unità a 12 impulsi i cavi tra i morsetti a stella e a triangolo devono essere identici in termini di quantità e lunghezza.

6.5.3 VLT® AutomationDrive FC 302
6

Gamma potenze	N250		N315		N355		N400		N450		
Moduli convertitore	2		2		2		2		2		
Configurazione del raddrizzatore	12 impulsi								6 impulsi/12 impulsi		
Carico elevato/normale	HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO	
Potenza all'albero standard a 400 V [kW]	250	315	315	355	355	400	400	450	450	500	
Potenza all'albero standard a 460 V [cv]	350	450	450	500	500	600	550	600	600	650	
Potenza all'albero standard a 500 V [kW]	315	355	355	400	400	500	500	530	530	560	
Grado di protezione	IP00										
Rendimento	0,98										
Frequenza di uscita [Hz]	0-590										
Scatto per sovratemperatura del dissipatore [°C]	110 (230)										
Scatto per sovratemperatura della scheda di potenza [°C]	80 (176)										
Corrente di uscita [A]											
Continua (a 380-440 V)	480	588	600	658	658	745	695	800	810	880	
Intermittente (sovraccarico 60 s) a 400 V	720	647	900	724	987	820	1043	880	1215	968	
Continua (a 460/500 V)	443	535	540	590	590	678	678	730	730	780	
Intermittente (sovraccarico 60 s) a 460/500 V	665	588	810	649	885	746	1017	803	1095	858	
Continua (a 400 V) [kVA]	333	407	416	456	456	516	482	554	554	610	
Continua (a 460 V) [kVA]	353	426	430	470	470	540	540	582	582	621	
Continua (a 500 V) [kVA]	384	463	468	511	511	587	587	632	632	675	
Corrente di ingresso [A]											
Continua (a 400 V)	463	567	590	647	647	733	684	787	779	857	
Continua (a 460/500 V)	427	516	531	580	580	667	667	718	711	759	
Perdite di potenza [W]											
Moduli convertitore a 400 V	4505	5825	5502	6110	6110	7069	6375	7538	7526	8468	
Moduli convertitore a 460 V	4063	4998	5384	5964	5721	6175	6070	6609	6604	7140	
Barre collettrici CA a 400 V	545	550	551	555	555	561	557	565	566	575	
Barre collettrici CA a 460 V	543	548	548	551	556	556	556	560	560	563	
Dimensione cavo massima [mm²]											
Rete ¹⁾	4x120								4x150		
Motore	4x120								4x150		
Freno	4x70								4x95		
Morsetti rigenerativi	4x120				4x150			6x120			
Fusibili di rete esterni massimi											
Configurazione a 6 impulsi	-		-		-		-		600 V, 1600 A		
Configurazione a 12 impulsi	600 V, 700 A								600 V, 900 A		

Tabella 6.11 FC 302, alimentazione di rete 380-500 V CA (sistema a due convertitori)
1) Nelle unità a 12 impulsi i cavi tra i morsetti a stella e a triangolo devono essere identici in termini di quantità e lunghezza.

Gamma potenze	N500		N560		N630		N710		N800	
Moduli convertitore	4		4		4		4		4	
Configurazione del raddrizzatore	6 impulsi/12 impulsi									
Carico elevato/normale	HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO
Potenza all'albero standard a 400 V [kW]	500	560	560	630	630	710	710	800	800	1000
Potenza all'albero standard a 460 V [cv]	650	750	750	900	900	1000	1000	1200	1200	1350
Potenza all'albero standard a 500 V [kW]	560	630	630	710	710	800	800	1000	1000	1100
Grado di protezione	IP00									
Rendimento	0,98									
Frequenza di uscita [Hz]	0-590									
Scatto per sovratemperatura del dissipatore [°C]	110 (230)									
Scatto per sovratemperatura della scheda di potenza [°C]	80 (176)									
Corrente di uscita [A]										
Continua (a 380-440 V)	880	990	990	1120	1120	1260	1260	1460	1460	1720
Intermittente (sovraccarico 60 s) a 400 V	1320	1089	1485	1232	1680	1386	1890	1606	2190	1892
Continua (a 460/500 V)	780	890	890	1050	1050	1160	1160	1380	1380	1530
Intermittente (sovraccarico 60 s) a 460/500 V	1170	979	1335	1155	1575	1276	1740	1518	2070	1683
Continua (a 400 V) [kVA]	610	686	686	776	776	873	873	1012	1012	1192
Continua (a 460 V) [kVA]	621	709	709	837	837	924	924	1100	1100	1219
Continua (a 500 V) [kVA]	675	771	771	909	909	1005	1005	1195	1195	1325
Corrente di ingresso [A]										
Continua (a 400 V)	857	964	964	1090	1090	1227	1227	1422	1422	1675
Continua (a 460/500 V)	759	867	867	1022	1022	1129	1129	1344	1344	1490
Perdite di potenza [W]										
Moduli convertitore a 400 V	7713	8810	8918	10199	10181	11632	11390	13253	13479	16463
Moduli convertitore a 460 V	6641	7628	7855	9324	9316	10375	12391	12391	12376	13958
Barre collettrici CA a 400 V	655	665	665	680	680	695	695	722	722	762
Barre collettrici CA a 460 V	647	656	656	671	671	683	683	710	710	732
Barre collettrici CC durante la rigenerazione	218	218	232	232	250	276	276	276	318	318
Dimensione cavo massima [mm²]										
Rete ¹⁾	4x185			8x120						
Motore	4x185			8x120						
Freno	8x70						8x95			
Morsetti rigenerativi	6x125		8x125				8x150		10x150	
Fusibili di rete esterni massimi										
Configurazione a 6 impulsi	600 V, 1600 A		600 V, 2000 A				600 V, 2500 A			
Configurazione a 12 impulsi	600 V, 900 A				600 V, 1500 A					

Tabella 6.12 FC 302, alimentazione di rete 380-500 V CA (sistema a quattro convertitori)

1) Nelle unità a 12 impulsi i cavi tra i morsetti a stella e a triangolo devono essere identici in termini di quantità e lunghezza.

Gamma potenze	N250		N315		N355		N400	
Moduli convertitore	2		2		2		2	
Configurazione del raddrizzatore	12 impulsi							
Carico elevato/normale	HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO
Potenza all'albero standard a 525–550 V [kW]	200	250	250	315	315	355	315	400
Potenza all'albero standard a 575 V [cv]	300	350	350	400	400	450	400	500
Potenza all'albero standard a 690 V [kW]	250	315	315	400	355	450	400	500
Grado di protezione	IP00							
Rendimento	0,98							
Frequenza di uscita [Hz]	0–590							
Scatto per sovratemperatura del dissipatore [°C]	110 (230)							
Scatto per sovratemperatura della scheda di potenza [°C]	80 (176)							
Corrente di uscita [A]								
Continua (a 550 V)	303	360	360	418	395	470	429	523
Intermittente (sovraccarico 60 s) a 550 V	455	396	560	360	593	517	644	575
Continua (a 575/690 V)	290	344	344	400	380	450	410	500
Intermittente (sovraccarico 60 s) a 575/690 V	435	378	516	440	570	495	615	550
Continua (a 550 V) [kVA]	289	343	343	398	376	448	409	498
Continua (a 575 V) [kVA]	289	343	343	398	378	448	408	498
Continua (a 690 V) [kVA]	347	411	411	478	454	538	490	598
Corrente di ingresso [A]								
Continua (a 550 V)	299	355	355	408	381	453	413	504
Continua (a 575 V)	286	339	339	490	366	434	395	482
Continua (a 690 V)	296	352	352	400	366	434	395	482
Perdite di potenza [W]								
Moduli convertitore a 600 V	3688	4401	4081	4789	4502	5457	4892	6076
Moduli convertitore a 690 V	3669	4352	4020	4709	4447	5354	4797	5951
Barre collettrici CA a 575 V	538	540	540	541	540	544	542	546
Barre collettrici CC durante la rigenerazione	88	88	89	89	90	90	91	91
Dimensione cavo massima [mm²]								
Rete ¹⁾	2x120			4x120				
Motore	2x120			4x120				
Freno	4x70							
Morsetti rigenerativi	4x120							
Fusibili di rete esterni massimi	700 V, 550 A							

Tabella 6.13 FC 302, alimentazione di rete 525–690 V CA (sistema a due convertitori)

1) Nelle unità a 12 impulsi i cavi tra i morsetti a stella e a triangolo devono essere identici in termini di quantità e lunghezza.

Gamma potenze	N500		N560	
Moduli convertitore	2		2	
Configurazione del raddrizzatore	12 impulsi			
Carico elevato/normale	HO	NO	HO	NO
Potenza all'albero standard a 525–550 V [kW]	400	450	450	500
Potenza all'albero standard a 575 V [cv]	500	600	600	650
Potenza all'albero standard a 690 V [kW]	500	560	560	630
Grado di protezione	IP00			
Rendimento	0,98			
Frequenza di uscita [Hz]	0–590			
Scatto per sovratemperatura del dissipatore [°C]	110 (230)			
Scatto per sovratemperatura della scheda di potenza [°C]	80 (176)			
Corrente di uscita [A]				
Continua (a 550 V)	523	596	596	630
Intermittente (sovraccarico 60 s) a 550 V	785	656	894	693
Continua (a 575/690 V)	500	570	570	630
Intermittente (sovraccarico 60 s) a 575/690 V	750	627	627	693
Continua (a 550 V) [kVA]	498	568	568	600
Continua (a 575 V) [kVA]	498	568	568	627
Continua (a 690 V) [kVA]	598	681	681	753
Corrente di ingresso [A]				
Continua (a 550 V)	504	574	574	607
Continua (a 575 V)	482	549	549	607
Continua (a 690 V)	482	549	549	607
Perdite di potenza [W]				
Moduli convertitore a 600 V	6016	6995	6941	7431
Moduli convertitore a 690 V	5886	6831	6766	7638
Barre collettrici CA a 575 V	546	550	550	553
Barre collettrici CC durante la rigenerazione	186	186	191	191
Dimensione cavo massima [mm²]				
Rete ¹⁾	4x120			
Motore	4x120			
Freno	4x95			
Morsetti rigenerativi	4x120			
Fusibili di rete esterni massimi	700 V, 630 A			

Tabella 6.14 FC 302, alimentazione di rete 525–690 V CA (sistema a due convertitori)

1) Nelle unità a 12 impulsi i cavi tra i morsetti a stella e a triangolo devono essere identici in termini di quantità e lunghezza.

Gamma potenze	N630		N710		N800		N900		N1M0		
Moduli convertitore	4		4		4		4		4		
Configurazione del raddrizzatore	6 impulsi/12 impulsi										
Carico elevato/normale	HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO	
Potenza all'albero standard a 525–550 V [kW]	500	560	560	670	670	750	750	850	850	1000	
Potenza all'albero standard a 575 V [cv]	650	750	750	950	950	1050	1050	1150	1150	1350	
Potenza all'albero standard a 690 V [kW]	630	710	710	800	800	900	900	1000	1000	1200	
Grado di protezione	IP00										
Rendimento	0,98										
Frequenza di uscita [Hz]	0–590										
Scatto per sovratemperatura del dissipatore [°C]	110 (230)										
Scatto per sovratemperatura della scheda di potenza [°C]	80 (176)										
Corrente di uscita [A]											
Continua (a 550 V)	659	763	763	889	889	988	988	1108	1108	1317	
Intermittente (sovraccarico 60 s) a 550 V	989	839	1145	978	1334	1087	1482	1219	1662	1449	
Continua (a 575/690 V)	630	730	730	850	850	945	945	1060	1060	1260	
Intermittente (sovraccarico 60 s) a 575/690 V	945	803	1095	935	1275	1040	1418	1166	1590	1590	
Continua (a 550 V) [kVA]	628	727	727	847	847	941	941	1056	1056	1255	
Continua (a 575 V) [kVA]	627	727	727	847	847	941	941	1056	1056	1255	
Continua (a 690 V) [kVA]	753	872	872	1016	1016	1129	1129	1267	1267	1506	
Corrente di ingresso [A]											
Continua (a 550 V)	642	743	743	866	866	962	1079	1079	1079	1282	
Continua (a 575 V)	613	711	711	828	828	920	1032	1032	1032	1227	
Continua (a 690 V)	613	711	711	828	828	920	1032	1032	1032	1227	
Perdite di potenza [W]											
Moduli convertitore a 600 V	7469	8683	8668	10166	10163	11406	11292	12852	12835	15762	
Moduli convertitore a 690 V	7381	8559	8555	9996	9987	11188	11077	12580	12551	15358	
Barre collettrici CA a 575 V	637	644	644	653	653	661	661	672	672	695	
Barre collettrici CC durante la rigenerazione	198	198	208	208	218	218	231	231	256	256	
Dimensione cavo massima [mm²]											
Rete ¹⁾	4x120		6x120					8x120			
Motore	4x120		6x120					8x120			
Freno	8x70						8x95				
Morsetti rigenerativi	4x150		6x120				6x150		8x120		
Fusibili di rete esterni massimi											
Configurazione a 6 impulsi	700 V, 1600 A								700 V, 2000 A		
Configurazione a 12 impulsi	700 V, 900 A						700 V, 1500 A				

Tabella 6.15 FC 302, alimentazione di rete 525–690 V CA (sistema a quattro convertitori)

1) Nelle unità a 12 impulsi i cavi tra i morsetti a stella e a triangolo devono essere identici in termini di quantità e lunghezza.

6.6 Alimentazione di rete al modulo convertitore

Alimentazione di rete¹⁾

Morsetti di alimentazione	R/91, S/92, T/93
Tensione di alimentazione ²⁾	380–480, 500 V 690 V, $\pm 10\%$, 525–690 V $\pm 10\%$
Frequenza di alimentazione	50/60 Hz $\pm 5\%$
Squilibrio temporaneo massimo tra le fasi di rete	3,0% della tensione di alimentazione nominale
Fattore di potenza reale (λ)	$\geq 0,98$ nominale al carico nominale
Fattore di potenza ($\cos \Phi$)	(Circa 1)
Commutazioni in ingresso L1, L2, L3	Al massimo una volta ogni 2 minuti
Ambiente secondo EN 60664-1	Categoria di sovratensione III/grado di inquinamento 2

1) L'unità è adatta per un uso su un circuito in grado di fornire non oltre 85.000 A, RMS simmetrici, 480/600 V.

2) Tensione di alimentazione insufficiente/caduta tensione di rete:

Durante una bassa tensione di rete, il modulo convertitore continua a funzionare fino a quando la tensione del 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. 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. Il modulo convertitore scatta a causa del rilevamento di una caduta di tensione di rete.

6.7 Uscita motore e dati motore

Uscita motore

Morsetti del motore	U/96, V/97, W/98
Tensione di uscita	0–100% della tensione di alimentazione
Frequenza di uscita	0–590 Hz
Commutazione sull'uscita	Illimitata
Tempi di rampa	1–3600 s

Caratteristiche della coppia

Coppia di sovraccarico (coppia costante)	Al massimo 150% per 60 s ¹⁾
Coppia di avviamento	Al massimo 180% fino a 0,5 s ¹⁾
Coppia di sovraccarico (coppia variabile)	Al massimo 110% per s ¹⁾
Coppia di avviamento (coppia variabile)	Al massimo 135% per s

1) La percentuale si riferisce alla coppia nominale.

Rendimento

Rendimento	98% ¹⁾
------------	-------------------

1) Rendimento misurato a corrente nominale. Per la classe di efficienza energetica, vedere capitolo 6.9 Condizioni ambientali per moduli convertitore. Per perdite di carico della parte, vedere www.danfoss.com/vltenergyefficiency.

6.8 Specifiche del trasformatore a 12 impulsi

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

6.9 Condizioni ambientali per moduli convertitore

Ambiente

Grado IP	IP00
Rumorosità acustica	84 dB (funzionamento a pieno carico)
Test di vibrazione	1,0 g

Vibrazioni e urti (IEC 60721-33-3)		Classe 3M3
Umidità relativa massima	5–95% (IEC 721–3–3; classe 3K3 (senza condensa) durante il funzionamento	
Ambiente aggressivo (IEC 60068-2-43) Test H ₂ S		Classe Kd
Gas aggressivi (IEC 60721-3-3)		Classe 3C3
Temperatura ambiente ¹⁾	Al massimo 45 °C (media nelle 24 ore massimo 40 °C)	
Temperatura ambiente minima durante il funzionamento a pieno regime		0 °C
Temperatura ambiente minima con prestazioni ridotte		-10 °C
Temperatura durante l'immagazzinamento/il trasporto		Da -25 a +65 °C
Altezza massima sopra il livello del mare senza declassamento ¹⁾		1000 m
Norme EMC, emissione		EN 61800-3
Norme EMC, immunità	EN 61800-4-2, EN 61800-4-3, EN 61800-4-4, EN 61800-4-5 e EN 61800-4-6	
Classe di efficienza energetica ²⁾		IE2

1) Consultare il capitolo 6.12 Specifiche del declassamento per il declassamento in caso di temperatura ambiente elevata e per il declassamento in caso di altitudine elevata.

2) 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.

6

6.10 Specifiche dei cavi

Lunghezze e sezioni trasversali dei cavi di comando¹⁾

Lunghezza massima del cavo motore, schermato	150 m (492 piedi)
Lunghezza massima del cavo motore, non schermato	300 m (984 piedi)
Sezione trasversale massima ai morsetti di controllo, filo flessibile o rigido senza capicorda per cavo	1,5 mm ² /16 AWG
Sezione trasversale massima ai morsetti di controllo, filo elettrico flessibile con capicorda per cavo	1 mm ² /18 AWG
Sezione trasversale massima per i morsetti di controllo, filo elettrico flessibile con capicorda per cavo con collare	0,5 mm ² /20 AWG
Sezione trasversale minima ai morsetti di controllo	0,25 mm ² /24 AWG
Sezione trasversale massima ai morsetti da 230 V	2,5 mm ² /14 AWG
Sezione trasversale minima ai morsetti da 230 V	0,25 mm ² /24 AWG

1) Per i cavi di potenza, vedere le tabelle dei dati elettrici in capitolo 6.5 Specifiche dipendenti dalla potenza.

6.11 Ingresso/uscita di dati e di controllo

Ingressi digitali	
Ingressi digitali programmabili	4 (6) ¹⁾
Numero morsetto	18, 19, 27 ¹⁾ , 29 ¹⁾ , 32, 33
Logica	PNP o NPN
Livello di tensione	0–24 V CC
Livello di tensione, logica 0 PNP	<5 V CC
Livello di tensione, logica 1 PNP	>10 V CC
Livello di tensione, 0 a logica NPN ²⁾	>19 V CC
Livello di tensione, 1 a logica NPN ²⁾	<14 V CC
Tensione massima in ingresso	28 V CC
Campo di frequenza impulsi	0–110 kHz
Modulazione di larghezza minima (duty cycle)	4,5 ms
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 anche programmati come uscita.

2) Eccetto il morsetto di ingresso 37 di Safe Torque Off.

Morsetto 37 di Safe Torque Off (STO)^{1), 2)} (il morsetto 37 è a logica PNP fissa)

Livello di tensione	0–24 V CC
Livello di tensione, logica 0 PNP	<4 V CC
Livello di tensione, logica 1 PNP	>20 V CC
Tensione massima in ingresso	28 V CC
Corrente di ingresso tipica a 24 V	50 mA _{rms}
Corrente di ingresso tipica a 20 V	60 mA _{rms}
Capacità di ingresso	400 nF

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

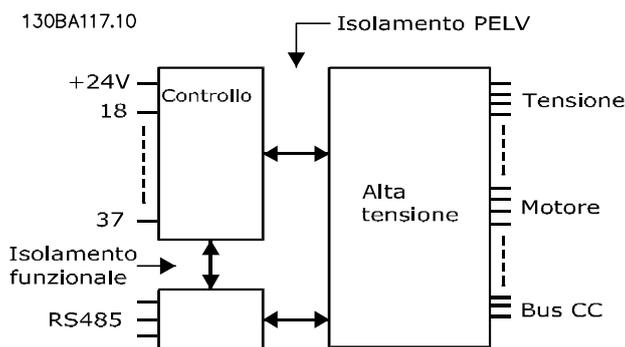
1) Per ulteriori informazioni su morsetto 37 e Safe Torque Off consultare la Guida operativa convertitori di frequenza VLT® – Safe Torque Off.

2) Quando si utilizza un contattore con una bobina CC con STO, creare sempre un percorso di ritorno per la corrente dalla bobina quando questa viene disinserita. Il percorso di ritorno può essere realizzato utilizzando un diodo unidirezionale attraverso la bobina. In alternativa, per un tempo di risposta più rapido usare un MOV a 30 o 50 V. I contattori tipici possono essere acquistati con questo diodo.

Ingressi analogici

Numero di ingressi analogici	2
Numero morsetto	53, 54
Modalità	Tensione o corrente
Selezione modalità	Interruttore S201 e interruttore S202
Modalità tensione	Interruttore S201/interruttore S202 = OFF (U)
Livello di tensione	Da -10 V a +10 V (scalabile)
Resistenza di ingresso, R _i	Circa 10 kΩ
Tensione massima	±20 V
Modalità corrente	Interruttore S201/interruttore S202 = ON (I)
Livello di corrente	0/4–20 mA (scalabile)
Resistenza di ingresso, R _i	Circa 200 Ω
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	20 Hz/100 Hz

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



Disegno 6.18 Isolamento PELV

Ingresso a impulsi

Impulso programmabile	2/1
Numero morsetto a impulsi	29 ¹⁾ , 32/33
Frequenza massima in corrispondenza dei morsetti 29 e 33	110 kHz (comando push-pull)
Frequenza massima in corrispondenza dei morsetti 29 e 33	5 kHz (collettore aperto)
Frequenza minima in corrispondenza dei morsetti 29 e 33	4 Hz
Livello di tensione	0–24 V CC
Tensione massima in ingresso	28 V CC

Resistenza di ingresso, R_i	Circa 4 k Ω
Precisione dell'ingresso a impulsi (0,1–1 kHz)	Errore massimo: 0,1% della scala intera
Precisione dell'ingresso encoder (1–11 kHz)	Errore massimo: 0,05% della scala intera

Gli ingressi a impulsi ed encoder (morsetti 29, 32, 33) sono isolati galvanicamente dalla tensione di alimentazione (PELV) nonché dagli altri morsetti ad alta tensione.

1) *Gli ingressi a impulsi sono 29 e 33.*

Uscita analogica

Numero delle uscite analogiche programmabili	1
Numero morsetto	42
Intervallo di corrente in corrispondenza dell'uscita analogica	0/4–20 mA
Carico massimo GND - uscita analogica	500 Ω
Precisione sull'uscita analogica	Errore massimo: 0,5% della scala intera
Risoluzione sull'uscita analogica	12 bit

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

Scheda di controllo, comunicazione seriale RS485

Numero morsetto	68 (P, TX+, RX+), 69 (N, TX-, RX-)
Numero morsetto 61	Comune per i morsetti 68 e 69

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

Uscita digitale

Uscite digitali/impulsi programmabili	2
Numero morsetto	27, 29 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 k Ω
Carico capacitivo massimo alla frequenza di uscita	10 nF
Frequenza di uscita minima in corrispondenza della frequenza di uscita	0 Hz
Frequenza di uscita massima in corrispondenza della frequenza di uscita	32 kHz
Precisione della frequenza di uscita	Errore massimo: 0,1% della scala intera
Risoluzione delle frequenze di uscita	12 bit

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

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

Scheda di controllo, tensione di uscita a 24 V CC

Numero morsetto	12, 13
Tensione di uscita	24 V +1, -3 V
Carico massimo	200 mA

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

Uscite a relè

Uscite a relè programmabili	2
Numero morsetto relè 01	1–3 (apertura), 1–2 (chiusura)
Carico massimo sui morsetti (CA-1) ¹⁾ 1–3 (NC), 1–2 (NO) (carico resistivo)	240 V CA, 2 A
Carico sui morsetti massimo (CA-15) ¹⁾ (carico induttivo con $\cos\phi$ 0,4)	240 V CA, 0,2 A
Carico massimo sui morsetti (CC-1) ¹⁾ 1–2 (NO), 1–3 (NC) (carico resistivo)	60 V CC, 1 A
Carico massimo sui morsetti (CC-13) ¹⁾ (carico induttivo)	24 V CC, 0,1 A
Numero morsetto relè 02 (soltanto VLT® AutomationDrive FC 302)	4–6 (apertura), 4–5 (chiusura)
Carico massimo sui morsetti (CA-1) ¹⁾ su 4–5 (NO) (carico resistivo) ²⁾³⁾ categoria di sovratensione II	400 V CA, 2 A
Carico massimo sui morsetti (CA-15) ¹⁾ su 4–5 (NO) (carico induttivo con $\cos\phi$ 0,4)	240 V CA, 0,2 A
Carico massimo sui morsetti (CC-1) ¹⁾ su 4–5 (NO) (carico resistivo)	80 V CC, 2 A
Carico massimo sui morsetti (CC-13) ¹⁾ su 4–5 (NO) (carico induttivo)	24 V CC, 0,1 A
Carico massimo sui morsetti (CA-1) ¹⁾ su 4–6 (NC) (carico resistivo)	240 V CA, 2 A

Carico massimo sui morsetti (CA-15) ¹⁾ su 4-6 (NC) (carico induttivo con $\cos\phi$ 0,4)	240 V CA, 0,2 A
Carico massimo sui morsetti (CC-1) ¹⁾ su 4-6 (NC) (carico resistivo)	50 V CC, 2 A
Carico massimo sui morsetti (CC-13) ¹⁾ su 4-6 (NC) (carico induttivo)	24 V CC, 0,1 A
Carico minimo sui morsetti su 1-3 (NC), 1-2 (NO), 4-6 (NC), 4-5 (NO)	24 V CC 10 mA, 24 V CA 20 mA
Ambiente secondo EN 60664-1	Categoria di sovratensione III/grado di inquinamento 2

1) IEC 60947 parti 4 e 5.

I contatti del relè sono isolati galvanicamente dal resto del circuito mediante un isolamento rinforzato (PELV).

2) Categoria di sovratensione II.

3) Applicazioni UL 300 V CA 2A.

Scheda di controllo, tensione di uscita a 10 V CC

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

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

Caratteristiche di comando

Risoluzione della frequenza di uscita a 0-590 Hz	\pm 0,003 Hz
Precisione di ripetizione di avviamento/arresto preciso (morsetti 18, 19)	\leq \pm 0,1 ms
Tempo di risposta del sistema (morsetti 18, 19, 27, 29, 32, 33)	\leq 10 ms
Intervallo controllo di velocità (anello aperto)	1:100 della velocità sincrona
Intervallo controllo di velocità (anello chiuso)	1:1000 della velocità sincrona
Precisione della velocità (anello aperto)	30-4000 giri/min.: Errore \pm 8 giri/min.
Precisione della velocità (anello chiuso), in base alla risoluzione del dispositivo di retroazione	0-6000 giri/min.: Errore \pm 0,15 giri/min.

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

Prestazioni scheda di controllo

Intervallo di scansione (VLT [®] HVAC Drive FC 102, VLT [®] Refrigeration Drive FC 103, VLT [®] AQUA Drive FC 202)	5 ms (VLT [®] Automation Drive FC 302)
Intervallo di scansione (FC 302)	1 ms

Scheda di controllo, comunicazione seriale USB

USB standard	1.1 (piena velocità)
Spina USB	Spina dispositivo USB tipo B

Il collegamento al PC viene effettuato mediante un cavo USB dispositivo/host standard.

Il collegamento USB è isolato galvanicamente dalla tensione di alimentazione (PELV) nonché dagli altri morsetti ad alta tensione.

Il collegamento a massa USB NON è isolato galvanicamente dalla messa a terra di protezione. Usare solo un computer portatile isolato come collegamento PC al connettore USB sul convertitore di frequenza.

6.12 Specifiche del declassamento

Considerare il declassamento quando è presente una delle seguenti condizioni:

- Funzionamento con pressione dell'aria bassa oltre i 1000 m.
- Alta temperatura ambiente.
- Elevata frequenza di commutazione.
- Funzionamento a bassa velocità.
- Cavi motore lunghi.
- Cavi con una grande sezione trasversale.

In presenza di queste condizioni Danfoss consiglia di aumentare una taglia di potenza.

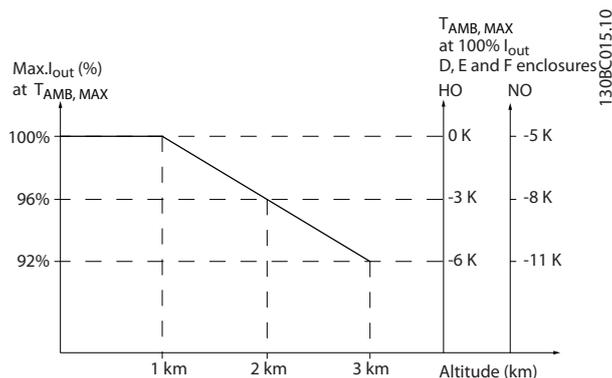
6

6.12.1 Declassamento in base all'altitudine e alla temperatura ambiente

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

A una quota di 1000 m o inferiore non è necessario alcun declassamento.

Oltre i 1000 m occorre ridurre la temperatura ambiente (T_{AMB}) o la corrente di uscita massima (I_{MAX}). Fare riferimento a *Disegno 6.19*.



Disegno 6.19 Declassamento della corrente di uscita in funzione dell'altitudine a $T_{AMB,MAX}$

Disegno 6.19 mostra che a 41,7 °C è disponibile il 100% della corrente di uscita nominale. A 45 °C ($T_{AMB,MAX}-3$ K) è disponibile il 91% della corrente di uscita nominale.

6.12.2 Declassamento per frequenza di commutazione e temperatura ambiente

AVVISO!

DECLASSAMENTO DI FABBRICA

I VLT® Parallel Drive Modules sono già ridotti per la temperatura di esercizio (55 °C) $T_{AMB,MAX}$ e 50 °C) $T_{AMB,AVG}$.

I grafici seguenti indicano se la corrente di uscita deve essere ridotta in funzione della frequenza di commutazione e della temperatura ambiente. All'interno dei grafici I_{out} indica la percentuale della corrente di uscita nominale, mentre f_{sw} indica la frequenza di commutazione.

Intervallo di tensione	Modello di commutazione	Sovraccarico elevato HO, 150%	Sovraccarico normale NO, 110%
380-500 V	60 AVM	<p>Graph showing output current (I_{out} [%]) vs switching frequency (f_{sw} [kHz]) for 60 AVM model under HO 150% overload. The y-axis ranges from 60 to 110, and the x-axis from 0 to 9. Three curves are shown for temperatures: 50 °C (122 °F), 55 °C (131 °F), and 55 °C (131 °F). The curves are constant at 100% until f_{sw} ≈ 3 kHz, then decrease linearly. Reference: 1308X473.11</p>	<p>Graph showing output current (I_{out} [%]) vs switching frequency (f_{sw} [kHz]) for 60 AVM model under NO 110% normal overload. The y-axis ranges from 50 to 110, and the x-axis from 0 to 9. Three curves are shown for temperatures: 45 °C (113 °F), 50 °C (122 °F), and 55 °C (131 °F). The curves are constant at 100% until f_{sw} ≈ 3 kHz, then decrease linearly. Reference: 1308X474.11</p>
	SFAVM	<p>Graph showing output current (I_{out} [%]) vs switching frequency (f_{sw} [kHz]) for SFAVM model under HO 150% overload. The y-axis ranges from 60 to 110, and the x-axis from 0 to 6. Three curves are shown for temperatures: 45 °C (113 °F), 50 °C (122 °F), and 55 °C (131 °F). The curves are constant at 100% until f_{sw} ≈ 2.5 kHz, then decrease linearly. Reference: 1308X475.11</p>	<p>Graph showing output current (I_{out} [%]) vs switching frequency (f_{sw} [kHz]) for SFAVM model under NO 110% normal overload. The y-axis ranges from 50 to 110, and the x-axis from 0 to 6. Three curves are shown for temperatures: 40 °C (104 °F), 45 °C (113 °F), 50 °C (122 °F), and 55 °C (131 °F). The curves are constant at 100% until f_{sw} ≈ 2.5 kHz, then decrease linearly. Reference: 1308X476.11</p>

6

Tabella 6.16 Declassamento per la frequenza di commutazione, 250 kW a 400 V CA (350 cv a 460 V CA)

Intervallo di tensione	Modello di commutazione	Sovraccarico elevato HO, 150%	Sovraccarico normale NO, 110%
525-690 V	60 AVM	<p>Graph showing output current (I_{out} [%]) vs switching frequency (f_{sw} [kHz]) for 60 AVM model under HO 150% overload. The y-axis ranges from 60 to 110, and the x-axis from 0 to 7. Three curves are shown for temperatures: 50 °C (122 °F), 55 °C (131 °F), and 55 °C (131 °F). The curves are constant at 100% until f_{sw} ≈ 2 kHz, then decrease linearly. Reference: 1308X477.11</p>	<p>Graph showing output current (I_{out} [%]) vs switching frequency (f_{sw} [kHz]) for 60 AVM model under NO 110% normal overload. The y-axis ranges from 50 to 110, and the x-axis from 0 to 7. Three curves are shown for temperatures: 45 °C (113 °F), 50 °C (122 °F), and 50 °C (131 °F). The curves are constant at 100% until f_{sw} ≈ 2 kHz, then decrease linearly. Reference: 1308X478.11</p>
	SFAVM	<p>Graph showing output current (I_{out} [%]) vs switching frequency (f_{sw} [kHz]) for SFAVM model under HO 150% overload. The y-axis ranges from 60 to 110, and the x-axis from 0 to 5. Three curves are shown for temperatures: 45 °C (113 °F), 50 °C (122 °F), and 55 °C (131 °F). The curves are constant at 100% until f_{sw} ≈ 2 kHz, then decrease linearly. Reference: 1308X479.11</p>	<p>Graph showing output current (I_{out} [%]) vs switching frequency (f_{sw} [kHz]) for SFAVM model under NO 110% normal overload. The y-axis ranges from 50 to 110, and the x-axis from 0 to 5. Three curves are shown for temperatures: 40 °C (104 °F), 45 °C (113 °F), 50 °C (122 °F), and 55 °C (131 °F). The curves are constant at 100% until f_{sw} ≈ 2 kHz, then decrease linearly. Reference: 1308X480.11</p>

Tabella 6.17 Declassamento per la frequenza di commutazione, 250 kW a 690 V CA (300 cv a 575 V CA)

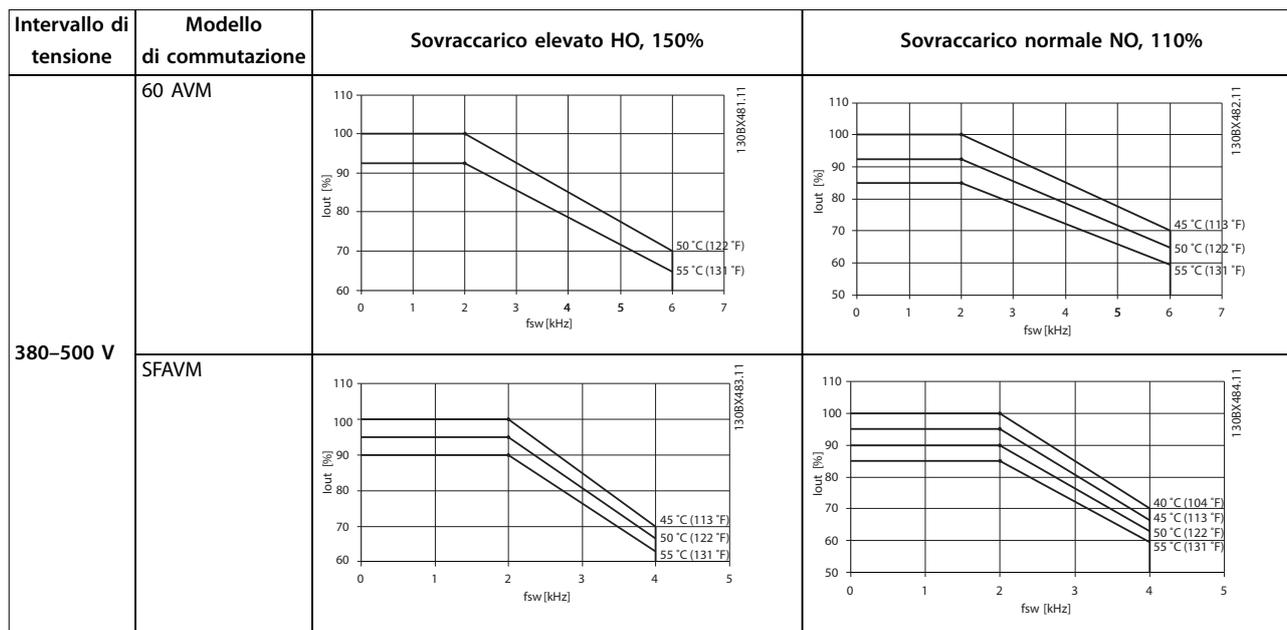


Tabella 6.18 Declassamento per la frequenza di commutazione, 315–800 kW a 400 V CA (450–1200 cv a 460 V CA)

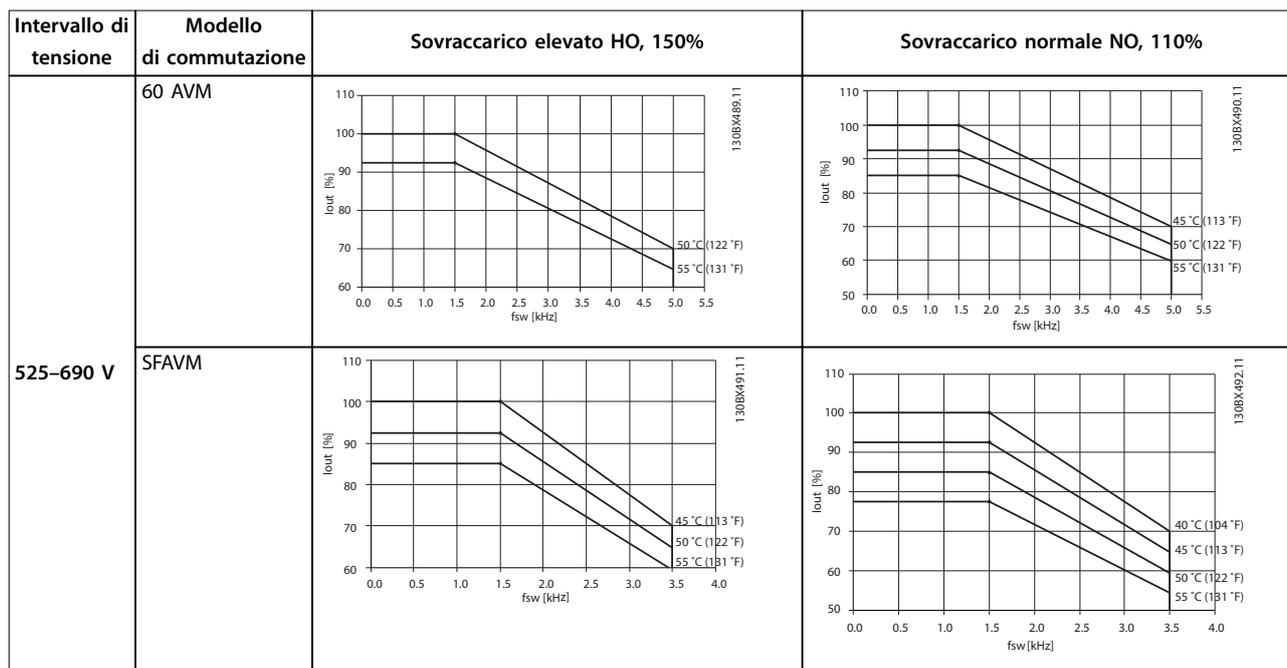


Tabella 6.19 Declassamento per la frequenza di commutazione, 315–1000 kW a 400 V CA (350–1150 cv a 575 V CA)

7 Informazioni per l'ordine

7.1 Modulo d'ordine

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 7.1 Codice identificativo

Gruppi di prodotto	1-3	
Serie convertitori di frequenza	4-6	
Codice di generazione	7	
Potenza nominale	8-10	
Fasi	11	
Tensione di rete	12	
Contenitore Dimensione contenitore Classe del contenitore Tensione di alimentazione di controllo	13-15	
Configurazione hardware	16-23	
Filtro RFI / convertitore di frequenza a basso contenuto di armoniche / 12 impulsi	16-17	
Freno	18	
Display (LCP)	19	
Rivestimento PCB	20	
Opzione di rete	21	
Adattamento A	22	
Adattamento B	23	
Release software	24-27	
Lingua software	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 7.2 Esempio di codice identificativo per ordinare un convertitore di frequenza

Non tutte le selezioni/opzioni sono disponibili per ogni variante. Per verificare se è disponibile la versione appropriata, consultare il Configuratore del convertitore di frequenza su Internet.

7.2 Configuratore del convertitore di frequenza

È possibile progettare un convertitore di frequenza in base ai requisiti dell'applicazione utilizzando il sistema dei numeri d'ordine mostrato nella *Tabella 7.1* e *Tabella 7.2*.

Ordinare convertitori di frequenza standard e convertitori di frequenza con opzioni integrate inviando un codice identificativo che descrive il prodotto all'ufficio vendite Danfoss locale, ad esempio:

FC-302N800T5E00P2BGC7XXSXXXXAXBXCXXXXX

Il significato dei caratteri nella stringa è definito nella *Tabella 7.3* e *Tabella 7.4*.

Abbinare il convertitore di frequenza adatto alla specifica applicazione utilizzando il configuratore del convertitore di frequenza. Il configuratore del convertitore di frequenza genera automaticamente un numero di vendita di otto cifre da fornire all'ufficio vendite locale. Inoltre è possibile stabilire una lista di progetti con vari prodotti e inviarla a un rivenditore Danfoss.

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

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

Pacchetto di lingue 1

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.

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

Pacchetto di lingue 4

Inglese, tedesco, spagnolo, inglese (Stati Uniti), greco, portoghese brasiliano, turco e polacco.

Descrizione	Pos.	Opzione possibile
Gruppo prodotti	1-6	102: FC 102 202: FC 202 302: FC 302
Codice di generazione	7	N
Potenza nominale	8-10	250 kW 315 kW 355 kW 400 kW 450 kW 500 kW 560 kW 630 kW 710 kW 800 kW 900 kW 1 M0 kW 1 M2 kW
Fasi	11	3-fasi (T)
Tensione di rete	11-12	T 4: 380-480 V CA T 5: 380-500 V CA T 7: 525-690 V CA
Contenitore	13-15	E00: IP00 C00: IP00 + canale posteriore in acciaio inossidabile
Filtro RFI, hardware	16-17	P2: convertitore parallelo + filtro RFI, classe A2 (6 impulsi) P4: convertitore parallelo + filtro RFI, classe A1 (6 impulsi) P6: convertitore parallelo + filtro RFI, classe A2 (12 impulsi) P8: convertitore parallelo + filtro RFI, classe A1 (12 impulsi)
Freno	18	X: Nessun IGBT freno B: IGBT freno montato R: Morsetti rigenerativi S: Freno + rigenerazione T: Safe Torque Off (STO) U: Safe Torque Off + freno
Display	19	G: Pannello di Controllo Locale grafico (LCP)
Rivestimento PCB	20	C: PCB con rivestimento
Opzione di rete	21	J: Interruttore + fusibili
Adattamento	22	X: Entrate cavi standard
Adattamento	23	X: Senza adattamento Q: Pannello di accesso del dissipatore di calore
Release software	24-27	S067: motion control integrato
Lingua software	28	X: pacchetto lingue standard

Tabella 7.3 Codice identificativo per l'ordine dei VLT® Parallel Drive Modules

Descrizione	Pos.	Opzione possibile
Opzioni A	29-30	AX: Nessuna opzione A A0: VLT® PROFIBUS DP MCA 101 A4: VLT® DeviceNet MCA 104 A6: VLT® CANopen MCA 105 A8: VLT® EtherCAT MCA 124 AG: VLT® LonWorks MCA 108 AJ: VLT® BACnet MCA 109 AT: VLT® PROFIBUS Converter MCA 113 AU: VLT® PROFIBUS Converter MCA 114 AL: VLT® PROFINET MCA 120 AN: VLT® EtherNet/IP MCA 121 AQ: VLT® Modbus TCP MCA 122 AY: VLT® EtherNet/IP MCA 121
Opzioni B	31-32	BX: Nessuna opzione BK: VLT® General Purpose I/O MCB 101 BR: VLT® Encoder Input MCB 102 BU: VLT® Resolver Input MCB 103 BP: VLT® Relay Card MCB 105 BY: VLT® Extended Cascade Controller MCO 101 BZ: VLT® Safe PLC I/O MCB 108 B0: VLT® Analog I/O MCB 109 B2: VLT® PTC Thermistor Card MCB 112 B4: VLT® Sensor Input MCB-114 B6: VLT® Safety Option MCB 150 B7: VLT® Safety Options MCB 151
Opzioni C0/E0	33-34	CX: Nessuna opzione C4: VLT® Motion Control Option MCO 305
Opzioni C1/ A/B nell'adattatore opzione C	35	X: Nessuna opzione R: VLT® Extended Relay Card MCB 113 S: VLT® Advanced Cascade Controller MCO 102
Software opzione C/ opzioni E1	36-37	XX: Controllore standard 10: VLT® Synchronizing Controller MCO 350 11: VLT® Position Controller MCO 351 12: VLT® Center Winder MCO 352
Opzioni D	38-39	DX: Nessuna opzione D0: VLT® 24 V DC Supply MCB 107

Tabella 7.4 Opzioni per l'ordine

7.2.1 Filtri di uscita

La commutazione ad alta velocità del convertitore di frequenza produce alcuni effetti secondari che influiscono sul motore e sull'ambiente circostante. Per far fronte a questi effetti secondari sono disponibili due diversi tipi di filtri, il filtro dU/dt e i filtri sinusoidali. Per informazioni più dettagliate vedere la *Guida alla Progettazione VLT® FC-Series Output Filter*.

380–500 V							Comune		Singolo	
400 V, 50 Hz		460 V, 60 Hz		500 V, 50 Hz		FsW	IP00	IP23	IP00	IP23
kW	A	Cv	A	kW	A	kHz				
250	480	350	443	315	443	3	130B2849	130B2850	130B2844	130B2845
315	600	450	540	355	540	2	130B2851	130B2852	130B2844	130B2845
355	658	500	590	400	590	2	130B2851	130B2852	130B2844	130B2845
400	745	600	678	500	678	2	130B2853	130B2854	130B2844	130B2845
450	800	600	730	530	730	2	130B2853	130B2854	130B2847	130B2848
500	880	650	780	560	780	2	130B2853	130B2854	130B2847	130B2848
560	990	750	890	630	890	2	2x130B2849	2x130B2850	130B2847	130B2848
630	1120	900	1050	710	1050	2	3x130B2849	2x130B2850	130B2847	130B2848
710	1260	1000	1160	800	1160	2	3x130B2849	2x130B2850	130B2847	130B2848
800	1460	1200	1380	1000	1380	2	3x130B2851	3x130B2852	130B2849	130B2850

Tabella 7.5 Filtri dU/dt disponibili, 380–500 V

525–690 V							Comune		Singolo	
525 V, 50 Hz		575 V, 60 Hz		690 V, 50 Hz		FsW	IP00	IP23	IP00	IP23
kW	A	Cv	A	kW	A	kHz				
250	360	350	344	315	344	2	130B2851	130B2852	130B2841	130B2842
300	395	400	410	355	380	1,5	130B2851	130B2852	130B2841	130B2842
315	429	450	450	400	410	1,5	130B2851	130B2852	130B2841	130B2842
400	523	500	500	500	500	1,5	130B2853	130B2854	130B2844	130B2845
450	596	600	570	560	570	1,5	130B2853	130B2854	130B2844	130B2845
500	630	650	630	630	630	1,5	130B2853	130B2854	130B2844	130B2845
560	763	750	730	710	730	1,5	130B2853	130B2854	130B2847	130B2848
670	889	950	850	800	850	1,5	130B2853	130B2854	130B2847	130B2848
750	988	1050	945	–	–	–	3x130B2849	3x130B2850	130B2847	130B2848
850	1108	1150	1060	1000	1060	1,5	3x130B2849	3x130B2850	130B2847	130B2848
1000	1317	1350	1260	1200	1260	1,5	3x130B2851	3x130B2852	130B2849	130B2850

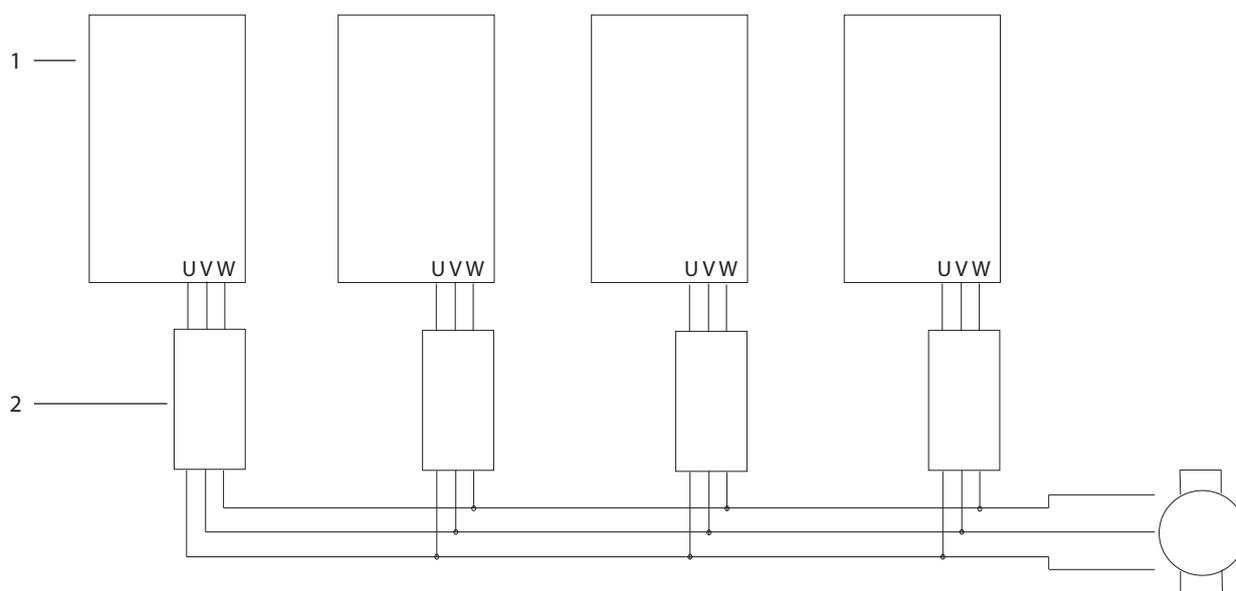
Tabella 7.6 Filtri dU/dt disponibili, 525–690 V

380–500 V							Comune		Singolo	
400 V, 50 Hz		460 V, 60 Hz		500 V, 50 Hz		FsW	IP00	IP23	IP00	IP23
kW	A	Cv	A	kW	A	kHz				
250	480	350	443	315	443	3	130B3188	130B3189	130B3186	130B3187
315	600	450	540	355	540	2	130B3191	130B3192	130B3186	130B3187
355	658	500	590	400	590	2	130B3191	130B3192	130B3186	130B3187
400	745	600	678	500	678	2	130B3193	130B3194	130B3188	130B3189
450	800	600	730	530	730	2	2x130B3188	2x130B3189	130B3188	130B3189
500	880	650	780	560	780	2	2x130B3188	2x130B3189	130B3186	130B3187
560	990	750	890	630	890	2	2x130B3191	2x130B3192	130B3186	130B3187
630	1120	900	1050	710	1050	2	2x130B3191	2x130B3192	130B3186	130B3187
710	1260	1000	1160	800	1160	2	3x130B3188	2x130B3189	130B3188	130B3189
800	1460	1200	1380	1000	1380	2	3x130B3188	2x130B3189	130B3188	130B3189

Tabella 7.7 Filtri sinusoidali disponibili, 380–500 V

525-690 V							Comune		Singolo	
kW	A	Cv	A	kW	A	kHz	IP00	IP23	IP00	IP23
525 V, 50 Hz		575 V, 60 Hz		690 V, 50 Hz		FsW				
250	360	350	344	315	344	2	130B4129	130B4151	130B4125	130B4126
300	395	400	410	355	380	1,5	130B4129	130B4151	130B4125	130B4126
315	429	450	450	400	410	1,5	130B4152	130B4153	130B4125	130B4126
400	523	500	500	500	500	1,5	130B4154	130B4153	130B4129	130B4151
450	596	600	570	560	570	1,5	130B4156	130B4157	-	-
500	630	650	630	630	630	1,5	130B4156	130B4157	130B4129	130B4151
560	763	750	730	710	730	1,5	2x130B4142	2x130B4143	130B4129	130B4151
670	889	950	850	800	850	1,5	2x130B4142	2x130B4143	130B4125	130B4126
750	988	1050	945	-	-	-	2x130B4142	2x130B4143	130B4129	130B4151
850	1108	1150	1060	1000	1060	1,5	3x130B4154	3x130B4155	130B4129	130B4151
1000	1317	1350	1260	1200	1260	1,5	3x130B4154	3x130B4155	130B4129	130B4151

Tabella 7.8 Filtri sinusoidali disponibili, 525-690 V

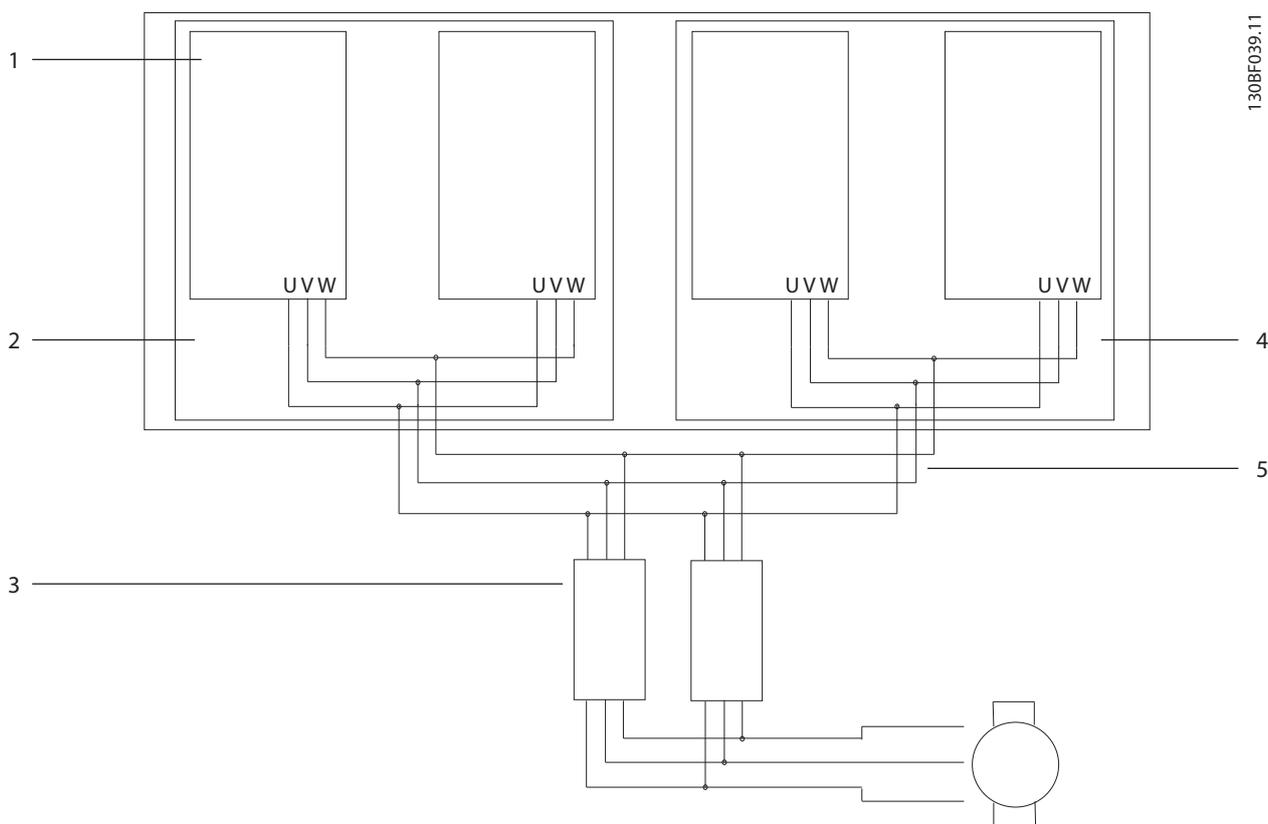


130BF038.10

7

1	Modulo convertitore	2	Filtro
---	---------------------	---	--------

Disegno 7.1 Configurazione del filtro senza barre collettrici comuni (singolo)



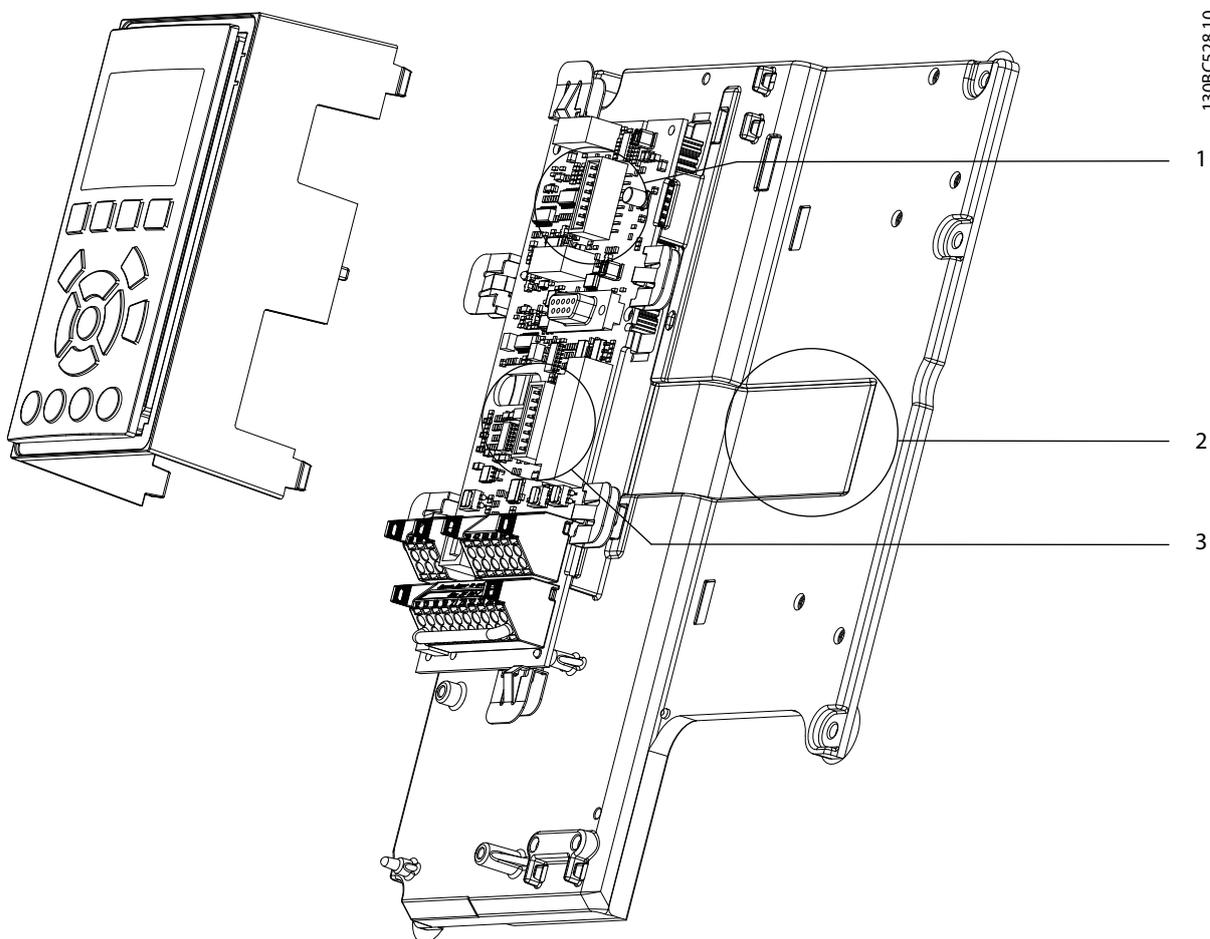
7

1	Modulo convertitore	4	Armadio 2
2	Armadio 1	5	Cavi
3	Filtro	-	-

Disegno 7.2 Configurazione del filtro con barre collettrici comuni (comune)

7.3 Opzioni e accessori

Danfoss offre un'ampia gamma di opzioni e accessori per VLT® AutomationDrive FC 302, VLT® HVAC Basic Drive FC 102 e VLT® AQUA Drive FC 202. Le opzioni seguenti sono installate sulla scheda di controllo nello slot A, nello slot B o nello slot C. Fare riferimento all'*Disegno 7.3*. Per ulteriori informazioni, vedere le istruzioni allegate all'apparecchiatura opzionale.



1	Slot A
2	Slot B
3	Slot C

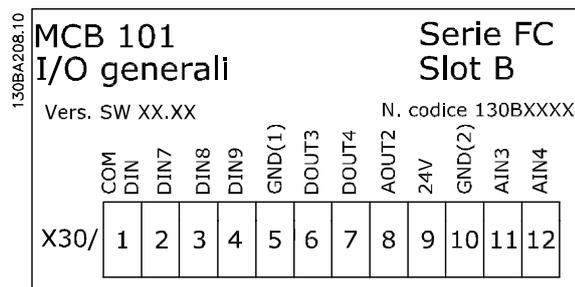
Disegno 7.3 Opzioni per lo slot sulla scheda di controllo

7.3.1 General Purpose Input Output Module MCB 101

VLT® General Purpose I/O MCB 101 è utilizzato per l'estensione degli ingressi e delle uscite digitali e analogici di FC 102, FC 103, FC 202, FC 301 e FC 302. MCB 101 deve essere installato nello slot B del convertitore di frequenza.

Contenuto:

- Modulo opzionale MCB 101.
- Dispositivo di fissaggio esteso per l'LCP.
- Coprimorsetti.



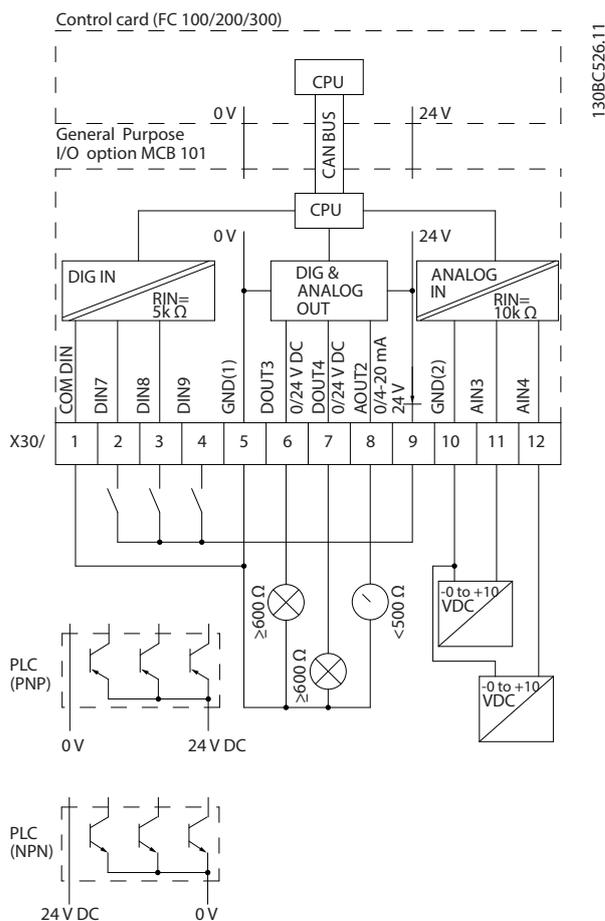
Disegno 7.4 Modulo opzionale MCB 101

7.3.2 Isolamento galvanico nel VLT® General Purpose I/O MCB 101

Gli ingressi digitali/analogici sono isolati galvanicamente dagli altri ingressi/uscite nel MCB 101 e nella scheda di controllo del convertitore di frequenza.

Le uscite digitali/analogiche nell'MCB 101 sono isolate galvanicamente dagli ingressi/uscite nel MCB 101, ma non dagli ingressi/uscite nella scheda di controllo di frequenza.

Collegare i morsetti 1 e 5 se gli ingressi digitali 7, 8 e 9 devono essere commutati mediante l'alimentazione interna a 24 V (morsetto 9). Vedere *Disegno 7.5*.



Disegno 7.5 Diagramma di principio

7.3.3 Ingressi digitali - morsetto X30/1-4

Ingresso digitale	
Numero di ingressi digitali	4 (6)
Numero morsetto	18, 19, 27, 29, 32, 33
Logica	PNP o NPN
Livello di tensione	0-24 V CC
Livello di tensione, 0 logico PNP (GND=0 V)	<5 V CC
Livello di tensione, 1 logico PNP (GND=0 V)	>10 V CC
Livello di tensione, 0 logico NPN (GND=24 V)	<14 V CC
Livello di tensione, 1 logico NPN (GND=24 V)	>19 V CC
Tensione massima in ingresso	28 V continua
Campo di frequenza impulsi	0-110 kHz
Duty cycle, modulazione di larghezza minima	4,5 ms
Impedenza in ingresso	>2 kΩ

7.3.4 Ingressi analogici - morsetto X30/11, 12

Ingresso analogico	
Numero di ingressi analogici	2
Numero morsetto	53, 54, X30.11, X30.12
Modalità	Tensione
Livello di tensione	da -10 V a +10 V
Impedenza in ingresso	>10 kΩ
Tensione massima	20 V
Risoluzione per gli ingressi analogici	10 bit (segno +)
Precisione degli ingressi analogici	Errore massimo 0,5% della scala intera
Larghezza di banda	100 Hz

7.3.5 Uscite digitali - morsetto X30/6, 7

Uscita digitale	
Numero di uscite digitali	2
Numero morsetto	X30.6, X30.7
Livello di tensione sull'uscita digitale/frequenza di uscita	0-24 V
Corrente di uscita massima	40 mA
Carico massimo	≥600 Ω
Carico capacitivo massimo	<10 nF
Frequenza di uscita minima	0 Hz
Frequenza di uscita massima	≤32 kHz
Precisione della frequenza di uscita	Errore massimo: 0,1% della scala intera

7.3.6 Uscita analogica - morsetto X30/8

Uscita analogica	
Numero delle uscite analogiche	1
Numero morsetto	42
Intervallo di corrente in corrispondenza dell'uscita analogica	0-20 mA
Carico massimo GND - uscita analogica	500 Ω
Precisione sull'uscita analogica	Errore massimo: 0,5% della scala intera
Risoluzione sull'uscita analogica	12 bit

7.3.7 VLT® Encoder Input MCB 102

Il modulo VLT® Encoder Input MCB 102 può essere usato come fonte retroazione per controllo di flusso ad anello chiuso (*parametro 1-02 Fonte retroazione Flux motor*) e controllo di velocità ad anello chiuso (*parametro 7-00 Fonte retroazione PID di velocità*). Configurare l'opzione encoder nel gruppo di parametri 17-** *Opzione retroaz.*

MCB 102 è utilizzato per:

- Anello chiuso VVC⁺.
- Controllo di velocità controllo vettoriale di flusso.
- Controllo di coppia controllo vettoriale di flusso.
- Motore a magneti permanenti.

Tipi di encoder supportati:

- Encoder incrementale: tipo a 5 V TTL, RS422, frequenza massima: 410 kHz.
- Encoder incrementale: 1 Vpp, seno-coseno.
- Encoder HIPERFACE®: assoluto e seno-coseno (Stegmann/SICK).

- Encoder EnDat: assoluto e seno-coseno (Heidenhain) supporta la versione 2.1.
- Encoder SSI: assoluto.

AVVISO!

I LED sono visibili solo quando si rimuove l'LCP. È possibile selezionare la reazione in caso di errore dell'encoder in *parametro 17-61 Monitoraggio segnale di retroaz.:* [0] Disabilitato, [1] Avviso o [2] Scatto.

Quando il kit opzione encoder viene ordinato separatamente, il kit include:

- VLT® Encoder Input MCB 102.
- Dispositivo di fissaggio LCP ampliato e coprimorsetti ampliato.

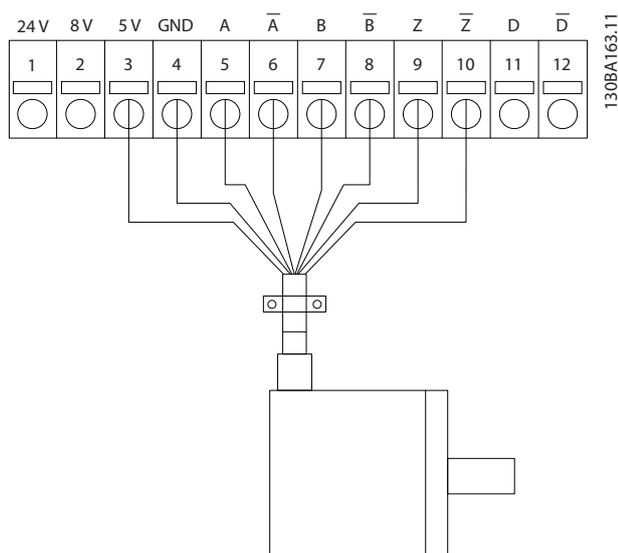
L'opzione encoder non supporta i convertitori di frequenza VLT® AutomationDrive FC 302 prodotti prima della settimana 50/2004.

Versione software minima: 2.03 (*parametro 15-43 Versione software*)

Connettore Designazione X31	Encoder incrementale (fare riferimento a Disegno 7.6)	Encoder SinCos HIPERFACE® (fare riferimento a Disegno 7.7)	Encoder EnDat	Encoder SSI	Descrizione
1	NC			24 V ¹⁾	Uscita a 24 V (21–25 V, I _{max} 125 mA)
2	NC	8 V CC			Uscita a 8 V (7–12 V, I _{max} : 200 mA)
3	5 V CC		5 V CC	5 V ¹⁾	Uscita a 5 V (5 V ±5%, I _{max} : 200 mA)
4	GND		GND	GND	GND
5	Ingresso A	+COS	+COS		Ingresso A
6	Ingresso A inv	REFCOS	REFCOS		Ingresso A inv
7	Ingresso B	+SIN	+SIN		Ingresso B
8	Ingresso B inv	REFSIN	REFSIN		Ingresso B inv
9	Ingresso Z	+Dati RS485	Clock in uscita	Clock in uscita	Ingresso Z OR +Dati RS485
10	Ingresso Z inv	-Dati RS485	Clock in uscita - inv.	Clock in uscita - inv.	Ingresso Z OR -Dati RS485
11	NC	NC	Dati in ingresso	Dati in ingresso	Usò futuro
12	NC	NC	Dati in ingresso inv.	Dati in ingresso inv.	Usò futuro
Max. 5 V su X31.5-12					

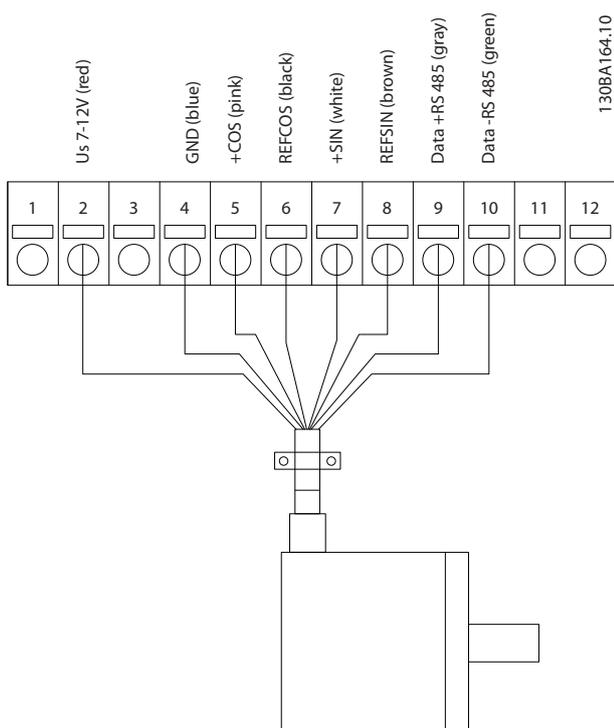
Tabella 7.9 Descrizioni dei morsetti dell'opzione encoder MCB 102 per i tipi di encoder supportati

1) Alimentazione encoder: vedere i dati relativi all'encoder.

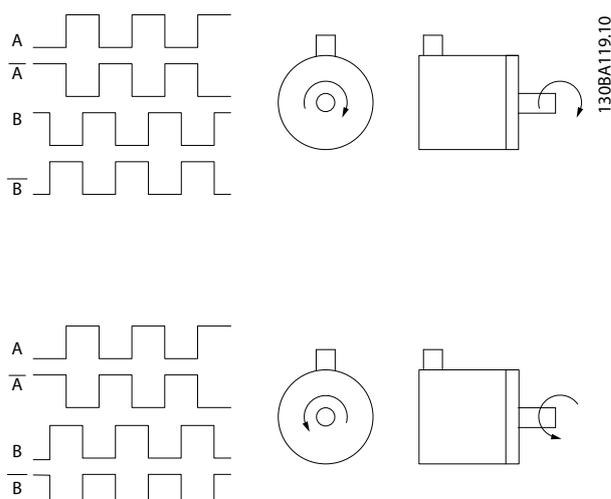


Disegno 7.6 Encoder incrementale

Lunghezza del cavo massima 150 m.



Disegno 7.7 Encoder SinCos HIPERFACE



Disegno 7.8 Senso di rotazione

7.3.8 VLT® Resolver Input MCB 103

VLT® Resolver Option MCB 103 è usato per interfacciare la retroazione del motore resolver a VLT® AutomationDrive FC 301/FC 302. I resolver sono usati come dispositivi di retroazione del motore per motori sincroni brushless a magneti permanenti.

Quando l'opzione resolver viene ordinata separatamente, il kit include:

- VLT® Resolver Option MCB 103.
- Dispositivo di fissaggio LCP ampliato e coprimorsetti ampliato.

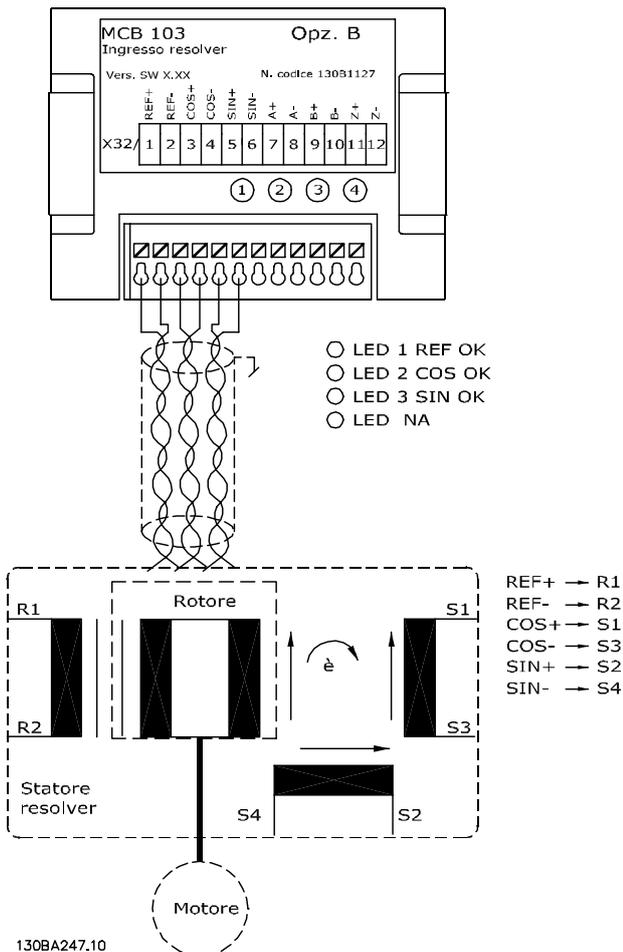
Selezione di parametri: 17-5* *Interfaccia resolver*.

MCB 103 supporta una varietà di tipi di resolver del rotore.

Poli resolver	Parametro 17-50 Poli: 2 x 2
Tensione di ingresso resolver	Parametro 17-51 Tens. di ingresso: 2,0-8,0 $V_{rms} \times 7,0 V_{rms}$
Frequenza di ingresso resolver	Parametro 17-52 Freq. di ingresso: 2-15 kHz x 10,0 kHz
Rapporto di trasformazione	Parametro 17-53 Rapporto di trasformaz.: 0,1-1,1 x 0,5
Tensione di ingresso secondaria	Massimo 4 V_{rms}
Carico secondario	Circa 10 k Ω

Tabella 7.10 Specifiche resolver

7



Disegno 7.9 Resolver Input MCB 103 usato con un motore a magneti permanenti

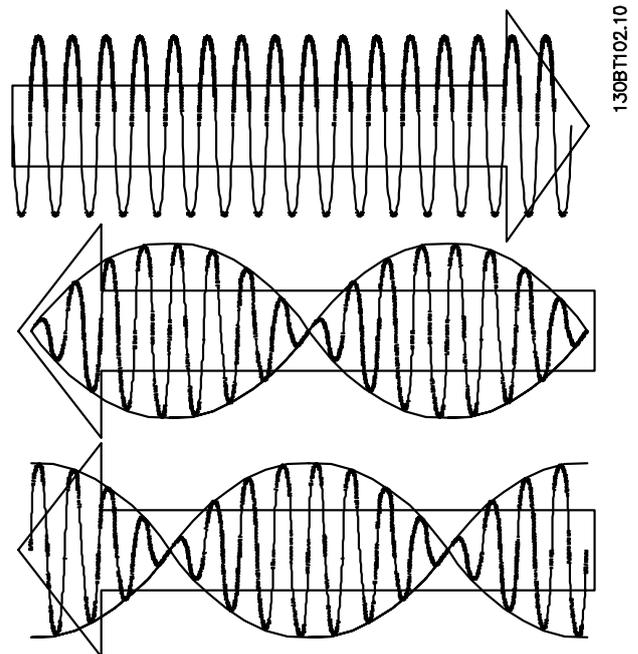
AVVISO!

MCB 103 può essere utilizzato soltanto con i tipi di resolver dotati di rotore. Non è possibile utilizzare resolver forniti di statore.

Spie LED

I LED sono attivi quando parametro 17-61 Monitoraggio segnale di retroaz. è impostato su [1] Avviso o [2] Scatto.
Il LED 1 è acceso quando il segnale di riferimento è OK per il resolver
Il LED 2 è acceso quando il segnale coseno è OK dal resolver.

Il LED 3 è acceso quando il segnale seno è OK dal resolver.



Disegno 7.10 Motore a magneti permanenti (PM) con resolver come retroazione di velocità

Esempio di setup

Nella Disegno 7.9 è utilizzato un motore a magneti permanenti (PM) con resolver come retroazione di velocità. Solitamente un motore PM deve funzionare in modalità Flux.

Cablaggio

La lunghezza del cavo massima è di 150 m nel caso si utilizzino doppiini intrecciati.

AVVISO!

Utilizzare sempre cavi del chopper di frenatura e cavi motore schermati. I cavi resolver devono essere schermati e separati dai cavi motore. Lo schermo del cavo resolver deve essere opportunamente collegato alla piastra di disaccoppiamento e collegato allo chassis (terra) sul lato motore.

Parametro 1-00 Modo configurazione	[1] Velocità anello chiuso
Parametro 1-01 Principio controllo motore	[3] Flux con retr. motore
Parametro 1-10 Struttura motore	[1] PM, SPM non saliente
Parametro 1-24 Corrente motore	Targa
Parametro 1-25 Vel. nominale motore	Targa
Parametro 1-26 Coppia motore nominale cont.	Targa
L'AMA non è possibile con i motori PM	
Parametro 1-30 Resist. statore (RS)	Scheda tecnica del motore
Parametro 30-80 Induttanza asse d (Ld)	Scheda tecnica del motore (mH)
Parametro 1-39 Poli motore	Scheda tecnica del motore
Parametro 1-40 Forza c.e.m. a 1000 giri/minuto	Scheda tecnica del motore
Parametro 1-41 Scostamento angolo motore	Scheda tecnica del motore (solitamente zero)
Parametro 17-50 Poli	Scheda tecnica del resolver
Parametro 17-51 Tens. di ingresso	Scheda tecnica del resolver
Parametro 17-52 Freq. di ingresso	Scheda tecnica del resolver
Parametro 17-53 Rapporto di trasformaz.	Scheda tecnica del resolver
Parametro 17-59 Interfaccia resolver	[1] Abilitato

Tabella 7.11 Parametri da regolare

7.3.9 VLT[®] Relay Card MCB 105

VLT[®] Relay Card MCB 105 comprende tre contatti SPDT e deve essere montata nello slot opzionale B.

Dati elettrici

Carico massimo sui morsetti (CA-1) ¹⁾ (carico resistivo)	240 V CA 2 A
Carico massimo sui morsetti (CA-15) ¹⁾ (carico induttivo con cosφ 0,4)	240 V CA 0,2 A
Carico massimo sui morsetti (CC-1) ¹⁾ (carico resistivo)	24 V CC 1 A
Carico massimo sui morsetti (CC-13) ¹⁾ (carico induttivo)	24 V CC 0,1 A
Carico minimo sui morsetti (CC)	5 V 10 mA
Sequenza di commutazione massima a carico nominale/carico minimo	6 min ⁻¹ /20 ⁻¹

1) IEC 947 parti 4 e 5

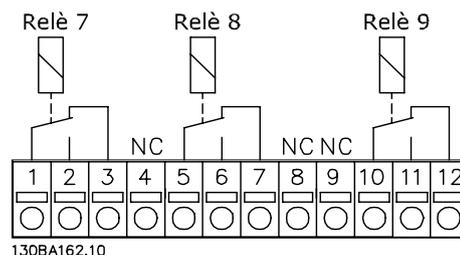
Quando il kit opzione relè viene ordinato separatamente, il kit include:

- VLT[®] Relay Card MCB 105.
- Dispositivo di fissaggio LCP ampliato e coprimorsetti ampliato.
- Etichetta per coprire l'accesso agli interruttori S201 (A53), S202 (A54) e S801¹⁾.
- Fascette per cavi per fissare i cavi al modulo relè.

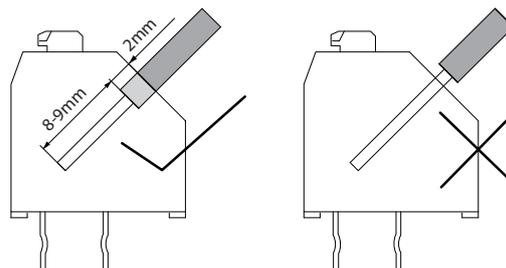
1) **IMPORTANTE!** Per soddisfare l'approvazione UL, l'etichetta DEVE essere applicata sul telaio dell'LCP.

AVVISO

Avviso doppia alimentazione. Non combinare i sistemi da 24/48 V con sistemi ad alta tensione.

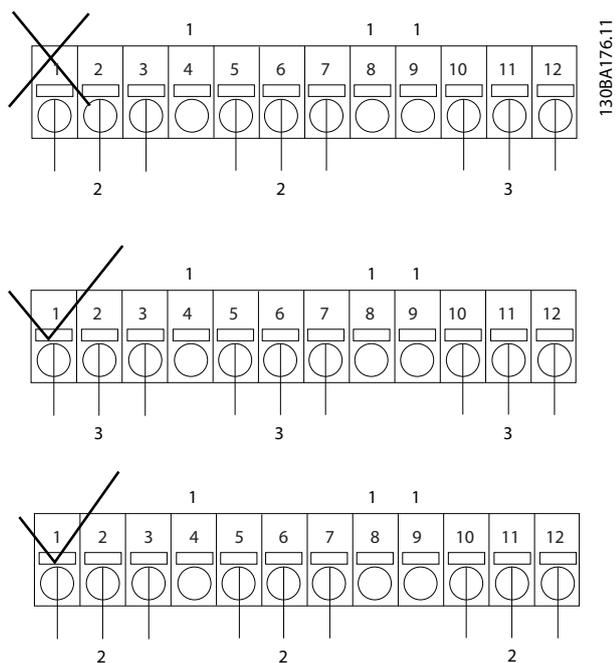


Disegno 7.11 Scollegare i morsetti relè



Disegno 7.12 Lunghezza corretta del filo spelato

130BA177.10



7

Disegno 7.13 Metodo corretto per installare le parti sotto tensione e i segnali di controllo

7.3.10 VLT[®] 24 V DC Supply MCB 107

Un'alimentazione esterna a 24 V CC può essere installata per l'alimentazione a bassa tensione della scheda di controllo e delle eventuali schede opzionali installate, consentendo il pieno funzionamento dell'LCP senza collegamento alla rete.

Specifica dell'alimentazione esterna a 24 V CC

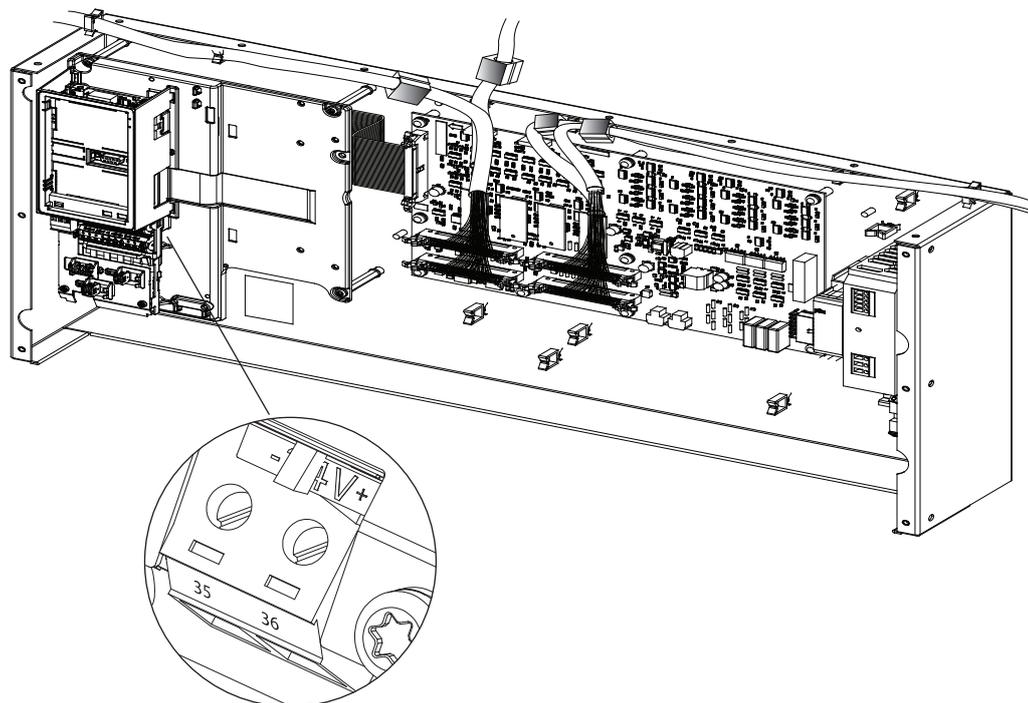
Intervallo della tensione di ingresso	24 V CC $\pm 15\%$ (massimo 37 V in 10 s)
Corrente di ingresso massima	2,2 A
Corrente di ingresso media per	0,9 A
Lunghezza massima del cavo	75 m
Capacità di ingresso carico	10 μ F
Ritardo all'accensione	0,6 s

Gli ingressi sono protetti.

Numeri dei morsetti:

- Morsetto 35: alimentazione esterna a -24 V CC.
- Morsetto 36: alimentazione esterna a +24 V CC.

Quando VLT[®] 24 V DC Supply MCB 107 alimenta il circuito di comando, l'alimentazione a 24 V interna viene scollegata automaticamente. Per maggiori informazioni sull'installazione, consultare le istruzioni separate allegate all'apparecchiatura opzionale.



130BF022.10

Disegno 7.14 Collegamento alimentazione a 24 V CC

7.3.11 VLT® PTC Thermistor Card MCB 112

L'opzione VLT® PTC Thermistor Card MCB 112 consente di monitorare la temperatura di un motore elettrico attraverso un ingresso termistore PTC isolato galvanicamente. È un'opzione B per VLT® HVAC Drive FC 102, VLT® AQUA Drive FC 202 e VLT® AutomationDrive FC 302 con Safe Torque Off (STO).

Per informazioni relative al montaggio e all'installazione dell'opzione, vedere le istruzioni allegate. Per diverse possibilità di applicazione vedere *capitolo 17 Esempi applicativi*.

X44/1 e X44/2 sono ingressi termistore. X44/12 abilita la funzione Safe Torque Off del convertitore di frequenza (T-37) se i valori del termistore lo rendono necessario, e X44/10 informa il convertitore di frequenza che dall'MCB 112 è arrivata una richiesta per Safe Torque Off al fine di garantire una gestione appropriata degli allarmi. Al fine di utilizzare le informazioni provenienti da X44/10, uno degli ingressi digitali del convertitore di frequenza (o un DI di un'opzione montata) deve essere impostato sulla scheda PTC 1 [80]. *Parametro 5-19 Arresto di sicurezza morsetto 37* deve essere configurato alla funzionalità Safe Torque Off desiderata. Di default è [1] *All. arresto di sic.*

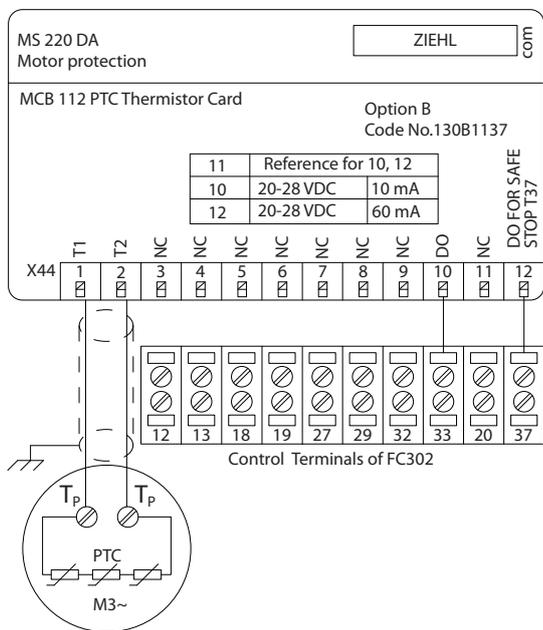
Certificazione ATEX con serie FC 102/202/302

VLT® PTC Thermistor Card MCB 112 è stato certificato ATEX, il che significa che le serie FC 102/202/302 insieme all'MCB 112 possono ora essere utilizzate con motori in atmosfere potenzialmente esplosive. Per maggiori informazioni consultare la scheda termistore.



Disegno 7.16 Simbolo ATEX (ATMosphere EXplosive)

7



130BA638:10

Disegno 7.15 Installazione dell'MCB 112

Dati elettrici

Collegamento della resistenza

Conforme PTC con DIN 44081 e DIN 44082

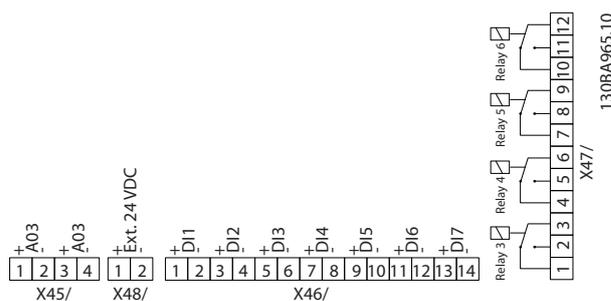
Numero	1..6 resistenze in serie
Valore di interruzione	3,3 Ω ... 3,65 Ω ... 3,85 Ω
Valore di ripristino	1,7 Ω ... 1,8 Ω ... 1,95 Ω

Tolleranza di attivazione	$\pm 6\text{ }^{\circ}\text{C}$
Resistenza collettiva dell'anello sensore	$<1,65\ \Omega$
Tensione del morsetto	$\leq 2,5\ \text{V per } R \leq 3,65\ \Omega, \leq 9\ \text{V per } R=\infty$
Corrente sensore	$\leq 1\ \text{mA}$
Cortocircuito	$20\ \Omega \leq R \leq 40\ \Omega$
Consumo di potenza	60 mA
Condizioni di verifica	
EN 60 947-8	
Misurazione resistenza agli sbalzi di tensione	6000 V
Categoria di sovratensione	III
Livello di inquinamento	2
Misurazione tensione di isolamento Vbis	690 V
Isolamento galvanico fino a Vi	500 V
	$-20\text{ }^{\circ}\text{C} \dots +60\text{ }^{\circ}\text{C}$
Temperatura ambiente permanente	EN 60068-2-1 Calore secco
Umidità	5–95%, condensa non consentita
Resistenza EMC	EN 61000-6-2
Emissioni EMC	EN 61000-6-4
Resistenza alle vibrazioni	10 ... 1000 Hz 1,14 g
Resistenza agli urti	50 g
Valori del sistema di sicurezza	
EN 61508 per $T_u=75\text{ }^{\circ}\text{C}$ in corso	
	2 per ciclo di manutenzione di 2 anni
SIL	1 per ciclo di manutenzione di 3 anni
HFT	0
PFD (per test funzionale annuale)	$4,10 \times 10^{-3}$
SFF	78%
$\lambda_s + \lambda_{DD}$	8494 FIT
λ_{DU}	934 FIT
Numero d'ordine	130B1137

7.3.12 VLT® Extended Relay Card MCB 113

VLT® Extended Relay Card MCB 113 aggiunge sette ingressi digitali, due uscite analogiche e quattro relè SPDT all'I/O standard del convertitore di frequenza, assicurando maggiore flessibilità e conformità alle raccomandazioni tedesche NAMUR NE37.

L'MCB 113 è un'opzione C1 standard per Danfoss VLT® HVAC Drive FC 102, VLT® Refrigeration Drive FC 103, VLT® AQUA Drive FC 202, VLT® AutomationDrive FC 301 e VLT® AutomationDrive FC 302 che viene rilevata automaticamente dopo il montaggio.



Disegno 7.17 Collegamenti elettrici dell'MCB 113

Garantire l'isolamento galvanico tra il convertitore di frequenza e la scheda opzione MCB 113 effettuando il collegamento a 24 V esterni su X58/. Se l'isolamento galvanico non è necessario, la scheda opzionale può essere alimentata tramite i 24 V interni dal convertitore di frequenza.

AVVISO!

È accettabile combinare segnali da 24 V con segnali ad alta tensione nei relè, purché esista un relè inutilizzato tra di essi.

Per impostare l'MCB 113, utilizzare i *gruppi di parametri* 5-1* Ingressi digitali, 6-7* Uscita analogica 3, 6-8* Uscita analogica 4, 14-8* Opzioni, 5-4* Relè e 16-6* Ingressi & uscite.

Dati elettrici**Relè**

Numeri	4 SPDT
Carico a 250 V CA/30 V CC	8 A
Carico a 250 V CA/30 V CC con $\cos\phi = 0,4$	3,5 A
Categoria di sovratensione (contatto-terra)	III
Categoria di sovratensione (contatto-contatto)	II
Combinazione di segnali da 250 V e 24 V	Possibile con un relè inutilizzato nel mezzo
Ritardo massimo di portata	10 ms
	Isolato da terra/chassis per l'uso con sistemi di rete IT

Ingressi digitali

Numeri	7
Gamma	0/24 V
Modalità	PNP/NPN
Impedenza in ingresso	4 kW
Livello basso di attivazione	6,4 V
Livello alto di attivazione	17 V
Ritardo massimo di portata	10 ms

Uscite analogiche

Numeri	2
Gamma	0/4-20 mA
Risoluzione	11 bit
Linearità	<0,2%

EMC

EMC	IEC 61000-6-2 e IEC 61800-3 riguardanti l'immunità di BURST, ESD, SURGE e l'immunità condotta
-----	---

7.3.13 Resistenze di frenatura

Le resistenze di frenatura vengono usate per dissipare l'energia in eccesso prodotta dalla frenatura rigenerativa. La resistenza viene scelta in funzione del valore ohmico, del grado di dissipazione di potenza e delle dimensioni fisiche. Danfoss offre una vasta gamma di resistenze diverse progettate specificamente per i nostri convertitori di frequenza. Per maggiori informazioni vedere *capitolo 13.2.1 Scelta della Resistenza di frenatura*. Consultare inoltre la *Guida alla Progettazione VLT® Brake Resistor MCE 101*.

AVVISO!

Nel *gruppo di parametri* 5-4* Relè l'array [2] è il relè 3, l'array [3] è il relè 4, l'array [4] è il relè 5 e l'array [5] è il relè 6.

7.3.14 Filtri sinusoidali

Quando un motore è controllato da un convertitore di frequenza, è soggetto a fenomeni di risonanza. Questo disturbo, causato dalle caratteristiche costruttive del motore, si verifica a ogni attivazione di uno degli interruttori dell'inverter nel convertitore di frequenza. La frequenza della risonanza acustica corrisponde quindi alla frequenza di commutazione del convertitore di frequenza.

Per il convertitore di frequenza Danfoss può fornire un filtro sinusoidale che attenua il rumore acustico del motore. 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 filtro fa sì che corrente e tensione diventino quasi sinusoidali, il che riduce il rumore acustico del motore.

Anche le oscillazioni di corrente nelle bobine del filtro sinusoidale producono rumore. Questo problema può essere risolto integrando il filtro in un armadio o in un contenitore simile.

Per i codici articolo specifici del filtro sinusoidale vedere capitolo 7.2.1 Filtri di uscita.

7.3.15 Filtri dU/dt

La combinazione di rapida tensione e dell'aumento di corrente sollecita l'isolamento del motore. Queste rapide variazioni di energia possono ripercuotersi sulla linea CC nell'inverter e causarne lo spegnimento. Il filtro dU/dt è progettato per ridurre il tempo di salita della tensione e i rapidi cambi di energia nel motore. Questo intervento evita logorio precoce e flashover dell'isolamento del motore.

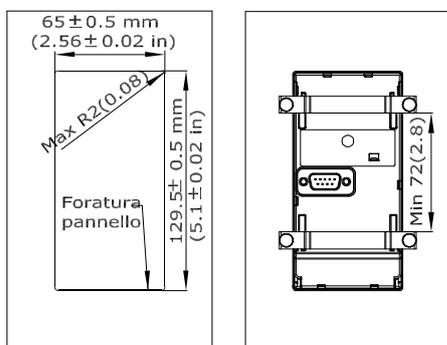
I filtri dU/dt influiscono positivamente sull'irradiazione di disturbi magnetici nel cavo che collega il convertitore di frequenza al motore. La forma d'onda di tensione è sempre a impulso, ma il rapporto dU/dt è ridotto rispetto all'applicazione senza filtro.

7.3.16 Kit di montaggio remoto per LCP

L'LCP può essere spostato sul lato anteriore di un armadio utilizzando il kit per il montaggio remoto. È anche disponibile un kit LCP senza LCP. Per le unità IP66, il numero d'ordine è 130B1117. Usare i numeri d'ordine 130B1129 per unità IP55.

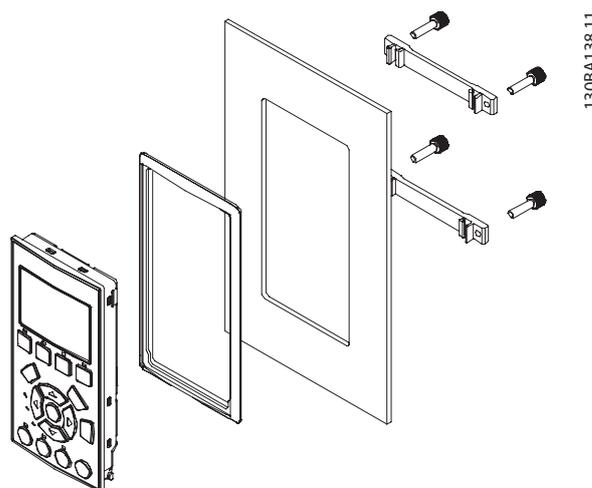
Contenitore	IP54 anteriore
Lunghezza massima del cavo tra l'LCP e l'unità	3 m
Standard di comunicazione	RS485

Tabella 7.12 Dati tecnici per il montaggio di un LCP all'IP66
Contenitore



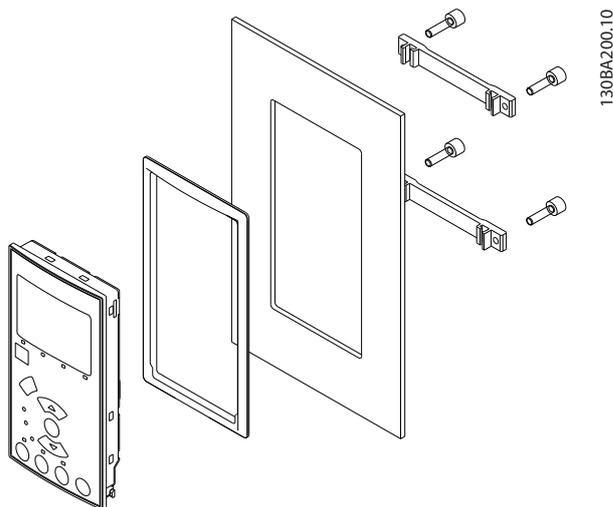
Disegno 7.18 Dimensioni

130BA139.13



Disegno 7.19 Numero d'ordine 130B1113, kit LCP con LCP grafico, dispositivi di fissaggio, cavo e guarnizione

130BA138.11



Disegno 7.20 Numero d'ordine 130B1114, kit LCP con LCP numerico, dispositivi di fissaggio e guarnizione

130BA200.10

7.4 Lista di controllo della progettazione

Tabella 7.13 fornisce una lista di controllo che integra un convertitore di frequenza in un sistema di controllo del motore. La lista è intesa come promemoria delle categorie e opzioni generali necessarie per specificare i requisiti di sistema.

Categoria	Dettagli	Note	<input checked="" type="checkbox"/>
Modello FC			
Potenza			
	Volt		
	Corrente		
Fisica			
	Dimensioni		
	Peso		
Condizioni ambientali di funzionamento			
	Temperatura		
	Altitudine		
	Umidità		
	Qualità dell'aria/polvere		
	Requisiti di declassamento		
Dimensione contenitore			
Ingresso			
Cavi			
	Tipo		
	Lunghezza		
Fusibili			
	Tipo		
	Dimensioni		
	Potenza nominale		
Opzioni			
	Connettori		
	Contatti		
	Filtri		
Uscita			
Cavi			
	Tipo		
	Lunghezza		
Fusibili			
	Tipo		
	Dimensioni		
	Potenza nominale		
Opzioni			
	Filtri		
Controllo			
Cablaggio			
	Tipo		
	Lunghezza		
	Collegamenti morsetti		
Comunicazione			
	Protocollo		
	Collegamento		
	Cablaggio		
Opzioni			
	Connettori		

Categoria	Dettagli	Note	<input type="checkbox"/>
	Contatti		
	Filtri		
Motore			
	Tipo		
	Potenza nominale		
	Tensione		
	Opzioni		
Attrezzi e apparecchiature speciali			
	Movimentazione e immagazzinamento		
	Montaggio		
	Collegamento della rete		

Tabella 7.13 Lista di controllo della progettazione

8 Considerazioni durante l'installazione

8.1 Ambiente di esercizio

Per specifiche relative alle condizioni ambientali vedere *capitolo 6.9 Condizioni ambientali per moduli convertitore*.

AVVISO!

CONDENSA

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

I gas aggressivi, quali il solfuro di idrogeno, il cloro o l'ammoniaca, possono danneggiare i componenti elettrici e meccanici. Il VLT® Parallel Drive Modules 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 *capitolo 6.9 Condizioni ambientali per moduli convertitore*.

In caso di installazione dell'unità 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 il *Manuale di manutenzione VLT® Parallel Drive Modules*.

Ventole di raffreddamento

Le ventole forniscono il flusso d'aria necessario per raffreddare l'unità. Quando le ventole sono esposte ad ambienti polverosi, la polvere può danneggiare i cuscinetti delle ventole provocando il guasto precoce delle ventole stesse.

AVVISO!

ATMOSFERA ESPLOSIVA

Non installare il convertitore di frequenza in un'atmosfera potenzialmente esplosiva. La mancata osservanza di queste istruzioni aumenta il rischio di morte e di lesioni gravi.

- Installare l'unità in un armadio al di fuori di quest'area.

I sistemi fatti funzionare in atmosfere potenzialmente esplosive devono soddisfare condizioni speciali. La direttiva UE 94/9/CE (ATEX 95) categorizza 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 VLT® Parallel Drive Modules.

Quando si utilizza VLT® Parallel Drive Modules 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

Le unità VLT® AutomationDrive dotate dell'opzione MCB 112 possiedono la certificazione PTB per le atmosfere potenzialmente esplosive.

I convertitori di frequenza contengono numerosi componenti meccanici ed elettronici, molti dei quali sono vulnerabili agli impatti ambientali.

ATTENZIONE

Evitare di installare il convertitore di frequenza in ambienti con liquidi, particelle o gas trasportati dall'aria che potrebbero danneggiare i componenti elettronici. La mancata applicazione di misure protettive adeguate aumenta il rischio di interruzioni del servizio, riducendo così la durata del convertitore di frequenza.

Grado di protezione secondo IEC 60529

Per evitare contatti trasversali e cortocircuiti tra morsetti, connettori, tracce e la circuiteria relativa alla sicurezza, dovuti a oggetti estranei, la funzione Safe Torque Off (STO) deve essere installata e fatta funzionare in un armadio di controllo con grado di protezione IP54 o superiore (o in un ambiente equivalente).

I liquidi possono essere trasportati attraverso l'aria e condensarsi all'interno del convertitore di frequenza, generando un processo di corrosione dei componenti e delle parti metalliche. Vapore, olio e acqua salata possono causare la corrosione di componenti e parti metalliche. In questi ambienti, utilizzare unità con grado di protezione IP 54/55. Come ulteriore protezione si possono ordinare, opzionalmente, circuiti stampati con rivestimento.

Le particelle trasportate dall'aria, come la polvere, possono causare guasti meccanici, elettrici o termici nel convertitore di frequenza. Un tipico indicatore di un livello eccessivo di particelle trasportate dall'aria è la presenza di particelle di polvere intorno alla ventola del convertitore di frequenza. Negli ambienti polverosi utilizzare unità con grado di protezione IP54/IP55.

In ambienti con temperature e tassi di umidità elevati i gas corrosivi, quali ad esempio i composti di zolfo, azoto e cloro, generano reazioni chimiche nei componenti del convertitore di frequenza.

Tali reazioni chimiche danneggiano in breve tempo i componenti elettronici. In tali ambienti, installare l'apparecchiatura in un armadio a circolazione d'aria (a ventilazione forzata), in modo da tenere lontani dal convertitore di frequenza i gas aggressivi.

Anche schede di circuito stampato opzionali con rivestimento offrono una protezione in tali ambienti.

AVVISO!

L'installazione di convertitori di frequenza in ambienti aggressivi aumenta il rischio di arresti e riduce sensibilmente la durata del convertitore di frequenza.

Prima di installare il convertitore di frequenza verificare la presenza di liquidi, particelle e gas in atmosfera osservando gli impianti esistenti in questo ambiente. Indicatori tipici della presenza di liquidi dannosi trasportati dall'aria sono ad esempio l'acqua o il petrolio, oppure segni di corrosione sulle parti metalliche.

Livelli eccessivi di particelle di polvere vengono spesso rilevati sugli armadi di installazione e sulle installazioni elettriche esistenti. Un indicatore di gas aggressivi trasportati dall'aria è l'annerimento dei collettori di rame e delle estremità dei cavi.

8.2 Requisiti minimi di sistema**8.2.1 Armadio**

Il kit si compone di 2 o 4 moduli convertitore in funzione della potenza nominale. Gli armadi devono soddisfare i seguenti requisiti minimi:

Larghezza [mm]	due convertitori: 800, quattro convertitori: 1600
Profondità [mm]	600
Altezza [mm]	2000 ¹⁾
Capacità di carico [kg]	due convertitori: 450, quattro convertitori: 910
Aperture di ventilazione	Vedere capitolo 8.2.4 Requisiti di raffreddamento e flusso d'aria.

Tabella 8.1 Requisiti dell'armadio

1) Necessaria se vengono usati i kit di raffreddamento o barre collettrici Danfoss.

8.2.2 Barre collettrici

Se non viene utilizzato il kit barre collettrici Danfoss, vedere Tabella 8.2 per le misure della sezione trasversale necessarie per creare barre collettrici personalizzate. Per le dimensioni dei morsetti, fare riferimento a capitolo 6.1.2 Dimensioni dei morsetti e capitolo 6.1.3 Dimensioni del bus CC.

Descrizione	Larghezza [mm]	Spessore [mm]
Motore CA	143,6	6,4
Rete CA	143,6	6,4
Bus CC	76,2	12,7

Tabella 8.2 Misure della sezione trasversale per barre collettrici personalizzate

AVVISO!

Allineare le barre collettrici verticalmente per consentire il massimo flusso d'aria.

8.2.3 Considerazioni termiche

Per i valori di dissipazione di calore fare riferimento al capitolo 6.5 *Specifiche dipendenti dalla potenza*. È necessario considerare le seguenti fonti di calore quando si determinano i requisiti di raffreddamento:

- Temperatura ambiente all'esterno del contenitore.
- Filtri (per esempio, sinusoidale e RF).

- Fusibili.
- Componenti di controllo.

Per l'aria di raffreddamento richiesta fare riferimento a capitolo 8.2.4 *Requisiti di raffreddamento e flusso d'aria*.

8.2.4 Requisiti di raffreddamento e flusso d'aria

Le raccomandazioni fornite in questa sezione sono necessarie per un raffreddamento efficace dei moduli convertitore all'interno del contenitore del pannello. Ciascun modulo convertitore contiene una ventola del dissipatore e una ventola di miscelazione. I modelli tipici di contenitore utilizzano ventilatori integrati nello sportello insieme alle ventole del modulo convertitore per rimuovere il calore di scarto dal contenitore.

Danfoss fornisce vari kit di raffreddamento del canale posteriore come opzioni. Questi kit rimuovono l'85% del calore di scarto dal contenitore, riducendo la necessità di grandi ventole integrate negli sportelli.

AVVISO!

8

Assicurarsi che il flusso totale delle ventole dell'armadio sia in linea con il flusso d'aria raccomandato.

Ventole di raffreddamento del modulo convertitore

Il modulo convertitore è dotato di una ventola del dissipatore che fornisce la portata richiesta di 840 m³/h (500 cfm) attraverso il dissipatore. È anche presente una ventola di raffreddamento montata sulla parte superiore dell'unità e una piccola ventola di miscelazione da 24 V CC montata sotto la piastra di ingresso che si aziona ogni volta che il modulo convertitore viene acceso.

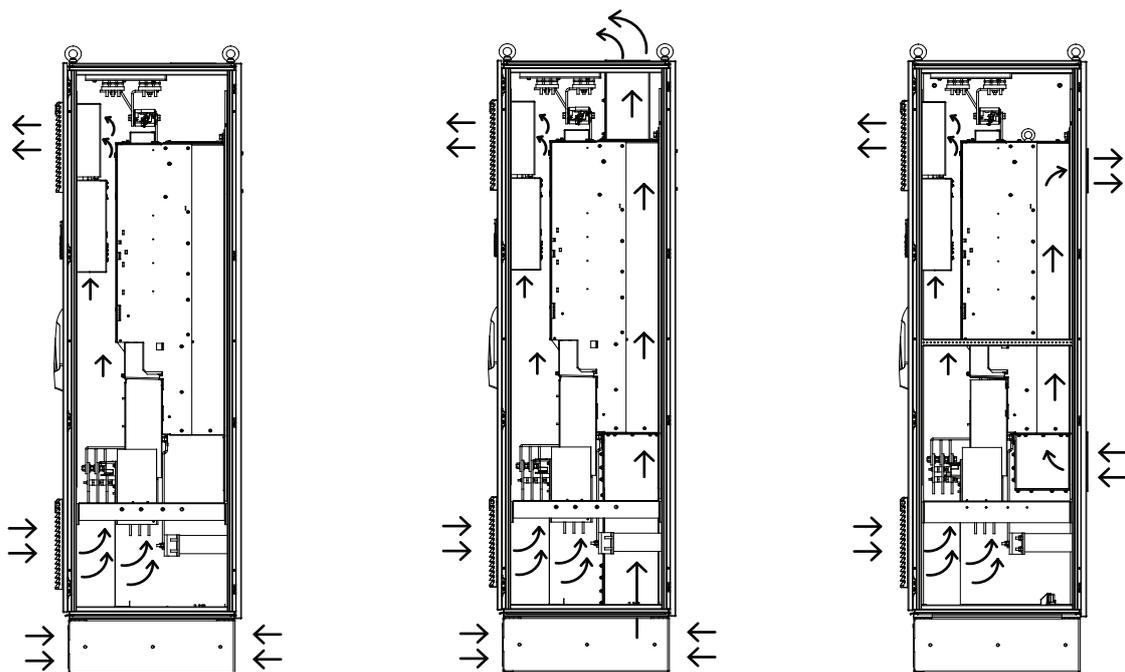
In ogni modulo convertitore la scheda di potenza fornisce la tensione CC per alimentare le ventole. La ventola di miscelazione viene alimentata con 24 V CC dall'alimentazione principale in modalità di commutazione. La ventola del dissipatore e la ventola superiore vengono alimentate con 48 V CC da un alimentatore a commutazione dedicato sulla scheda di potenza. Ciascuna ventola dispone di una retroazione del contagiri alla scheda di controllo per confermare che la ventola sta funzionando correttamente. Il controllo on/off e il controllo di velocità delle ventole aiutano a ridurre il disturbo acustico inutile e prolungano la vita delle ventole.

Ventole dell'armadio

Quando l'opzione del canale posteriore non è usata, le ventole montate nell'armadio devono rimuovere tutto il calore generato all'interno del contenitore.

Per ogni contenitore che alloggia un modulo a due convertitori, la raccomandazione per il flusso della ventola dell'armadio è la seguente:

- Quando viene usato il raffreddamento del canale posteriore, è raccomandato un flusso di 680 m³/h (400 cfm).
- Quando il raffreddamento del canale posteriore non viene usato, è raccomandato un flusso di 4080 m³/h (2400 cfm).



Disegno 8.1 Flusso dell'aria, apparecchio standard (sinistra), kit di raffreddamento inferiore/superiore (centro) e kit di raffreddamento posteriore/posteriore (destra)

8.3 Requisiti elettrici per certificazioni e approvazioni

La configurazione standard fornita in questa guida (moduli convertitore, rack di controllo, cablaggi, fusibili e microinterruttori) è certificata UL e CE. Oltre alla configurazione standard, è necessario soddisfare le seguenti condizioni per soddisfare i requisiti regolamentari di approvazione UL e CE. Per un elenco di clausole di esclusione della responsabilità vedere il *capitolo 18.1 Esonero di responsabilità*.

- Usare il convertitore di frequenza in un ambiente interno riscaldato e controllato. L'aria di raffreddamento deve essere fresca, esente da materiali corrosivi e da polvere elettricamente conduttiva. Vedere *capitolo 6.9 Condizioni ambientali per moduli convertitore* per i limiti specifici.
- La massima temperatura ambiente è 40 °C alla corrente nominale.
- Il sistema convertitore deve essere assemblato in presenza di aria pulita secondo la classificazione del contenitore. Per ottenere le approvazioni normative richieste ai fini della certificazione UL o CE, i moduli convertitore devono essere installati secondo la configurazione standard indicata in questa guida.
- La corrente e la tensione massime non devono superare i valori indicati nel *capitolo 6.5 Specifiche dipendenti dalla potenza* per la configurazione del convertitore specificata.
- I moduli convertitore sono adatti per essere usati su un circuito in grado di fornire non più di 100 kA RMS simmetrici alla tensione nominale del convertitore (al massimo 600 V per unità da 690 V) quando protetti da fusibili con la configurazione standard. Fare riferimento a *capitolo 8.4.1 Selezione del fusibile*. La corrente nominale si basa su test effettuati in base alla norma UL 508C.
- I cavi situati all'interno del circuito del motore devono essere dimensionati per almeno 75 °C in impianti conformi UL. Le dimensioni cavo sono state indicate nel *capitolo 6.5 Specifiche dipendenti dalla potenza* per la configurazione del convertitore specificata.
- Il cavo di ingresso deve essere protetto con fusibili. Gli interruttori non devono essere usati senza fusibili negli USA. I fusibili IEC (classe aR) e UL (classe L o T) adatti sono elencati in *capitolo 8.4.1 Selezione del fusibile*. Inoltre è necessario rispettare i requisiti normativi specifici del Paese.
- Per gli impianti negli USA, deve essere prevista una protezione del circuito di derivazione in conformità al Codice Elettrico Nazionale (NEC) e a tutte le disposizioni locali vigenti. Al fine di soddisfare questo requisito, usare fusibili classificati UL.
- Per gli impianti in Canada, deve essere prevista una protezione del circuito di derivazione in

conformità al Codice Elettrico Canadese e a tutte le disposizioni provinciali vigenti. Al fine di soddisfare questo requisito, usare i fusibili classificati UL.

8.4 Fusibili e interruttori

8.4.1 Selezione del fusibile

Al fine di proteggere il sistema convertitore qualora si verifichi il guasto di uno o più componenti interni del modulo convertitore usare fusibili e/o interruttori sul lato dell'alimentazione di rete.

8.4.1.1 Protezione del circuito di derivazione

Al fine di proteggere l'impianto da pericoli di scosse elettriche e incendi, tutti i circuiti di derivazione dell'impianto devono essere protetti da cortocircuito e sovracorrente conformemente alle norme nazionali e internazionali.

8.4.1.2 Protezione contro i cortocircuiti

Danfoss raccomanda i fusibili elencati nel capitolo 8.4.1.3 *Fusibili raccomandati per la conformità CE* e capitolo 8.4.1.4 *Fusibili raccomandati per la conformità UL* per ottenere la conformità CE o UL in materia di protezione del personale di assistenza e delle cose contro le conseguenze del guasto di componenti nei moduli convertitore.

8.4.1.3 Fusibili raccomandati per la conformità CE

Numero di moduli convertitore	FC 302	FC 102/FC 202	Fusibile raccomandato (al massimo)
2	N450	N500	aR-1600
4	N500	N560	aR-2000
4	N560	N630	aR-2000
4	N630	N710	aR-2500
4	N710	N800	aR-2500
4	N800	N1M0	aR-2500

Tabella 8.3 Sistemi convertitore a 6 impulsi (380–500 V CA)

Numero di moduli convertitore	FC 302	FC 102/FC 202	Fusibile raccomandato (al massimo)
2	N250	N315	aR-630
2	N315	N355	aR-630
2	N355	N400	aR-630
2	N400	N450	aR-800
2	N450	N500	aR-800
4	N500	N560	aR-900
4	N560	N630	aR-900
4	N630	N710	aR-1600
4	N710	N800	aR-1600
4	N800	N1M0	aR-1600

Tabella 8.4 Sistemi convertitore a 12 impulsi (380–500 V CA)

Numero di moduli convertitore	FC 302	FC 102/FC 202	Fusibile raccomandato (al massimo)
4	N630	N710	aR-1600
4	N710	N800	aR-2000
4	N800	N900	aR-2500
4	N900	N1M0	aR-2500
4	N1M0	N1M2	aR-2500

Tabella 8.5 Sistemi convertitore a 6 impulsi (525–690 V CA)

Numero di moduli convertitore	FC 302	FC 102/FC 202	Fusibile raccomandato (al massimo)
2	N250	N315	aR-550
2	N315	N355	aR-630
2	N355	N400	aR-630
2	N400	N500	aR-630
2	N500	N560	aR-630
2	N560	N630	aR-900
4	N630	N710	aR-900
4	N710	N800	aR-900
4	N800	N900	aR-900
4	N900	N1M0	aR-1600
4	N1M0	N1M2	aR-1600

Tabella 8.6 Sistemi convertitore a 12 impulsi (525–690 V CA)

8.4.1.4 Fusibili raccomandati per la conformità UL

- I moduli convertitore sono alimentati con fusibili CA integrati. I moduli sono stati omologati per una corrente nominale di cortocircuito (SCCR) di 100 kA per le configurazioni standard della barra collettiva a tutte le tensioni (380–690 V CA).
- Qualora non siano presenti opzioni di potenza o barre collettive extra collegate esternamente, il sistema convertitore è omologato per una SCCR di 100 kA con fusibili conformi allo standard UL di

classe L o classe T collegati ai morsetti di ingresso dei moduli convertitore.

- Non superare il valore nominale dei fusibili indicato nella *Tabella 8.8* e nella *Tabella 8.9* con la corrente nominale dei fusibili di classe L o classe T.

Numero di moduli convertitore	FC 302	FC 102/ FC 202	Fusibile raccomandato (al massimo)
2	N450	N500	1600 A
4	N500	N560	2000 A
4	N560	N630	2000 A
4	N630	N710	2500 A
4	N710	N800	2500 A
4	N800	N1M0	2500 A

Tabella 8.7 Sistemi convertitore a 6 impulsi (380–500 V CA)

Numero di moduli convertitore	FC 302	FC 102/ FC 202	Fusibile raccomandato (al massimo)
2	N250	N315	630 A
2	N315	N355	630 A
2	N355	N400	630 A
2	N400	N450	800 A
2	N450	N500	800 A
4	N500	N560	900 A
4	N560	N630	900 A
4	N630	N710	1600 A
4	N710	N800	1600 A
4	N800	N1M0	1600 A

Tabella 8.8 Sistemi convertitore a 12 impulsi (380–500 V CA)

Per i sistemi convertitore 380–500 V CA è possibile usare qualsiasi fusibile da 500 V conforme allo standard UL.

Numero di moduli convertitore	FC 302	FC 102/ FC 202	Fusibile raccomandato (al massimo)
4	N630	N710	1600 A
4	N710	N800	2000 A
4	N800	N900	2500 A
4	N900	N1M0	2500 A
4	N1M0	N1M2	2500 A

Tabella 8.9 Sistemi convertitore a 6 impulsi (525–690 V CA)

Numero di moduli convertitore	FC 302	FC 102/ FC 202	Fusibile raccomandato (al massimo)
2	N250	N315	550 A
2	N315	N355	630 A
2	N355	N400	630 A
2	N400	N500	630 A
2	N500	N560	630 A
2	N560	N630	900 A
4	N630	N710	900 A
4	N710	N800	900 A
4	N800	N900	900 A
4	N900	N1M0	1600 A
4	N1M0	N1M2	1600 A

Tabella 8.10 Sistemi convertitore a 12 impulsi (525–690 V CA)

Per i sistemi convertitore 525–690 V CA è possibile usare qualsiasi fusibile da 700 V conforme allo standard UL.

9 EMC e armoniche

9.1 Considerazioni generali sulle emissioni EMC

I transistori veloci vengono solitamente rilevati a frequenze nell'intervallo compreso tra 150 kHz e 30 MHz. L'interferenza trasportata dall'aria proveniente dal convertitore di frequenza nel campo compreso tra 30 MHz e 1 GHz è generata dall'inverter, dal cavo motore e dal motore.

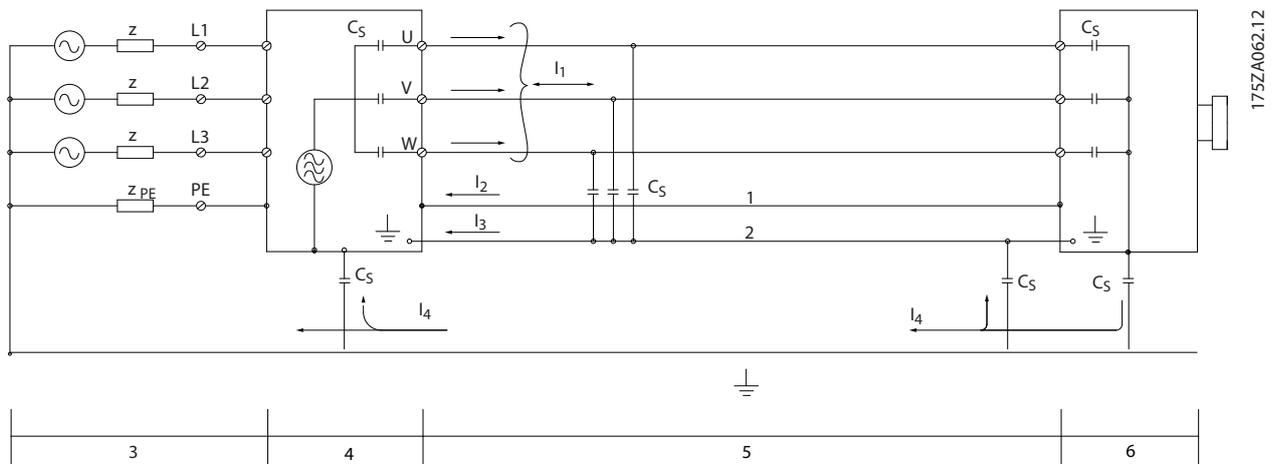
Le correnti capacitive presenti nel cavo motore, accoppiate con un elevato valore dU/dt nella tensione del motore, generano correnti di dispersione.

I cavi motore schermati incrementano la corrente di dispersione (vedere *Disegno 9.1*) poiché possiedono una capacità verso terra superiore rispetto ai cavi non schermati. Se la corrente di dispersione non è filtrata, provoca interferenze maggiori sulla rete nei campi di frequenza al di sotto di 5 MHz. Poiché la corrente di dispersione (I_1) viene ritrasportata all'unità attraverso lo schermo (I_3), è presente soltanto un piccolo campo elettromagnetico (I_4) dal cavo motore schermato.

Sebbene riduca l'interferenza irradiata, lo schermo aumenta l'interferenza a bassa frequenza sulla rete. Collegare lo schermo del cavo motore al contenitore del convertitore di frequenza e a quello del motore. Per collegare lo schermo utilizzare morsetti schermati integrati in modo da evitare che le estremità degli schermi si attorciglino. Qualora ciò si verifichi, l'impedenza dello schermo alle frequenze più elevate aumenta, riducendo l'effetto di schermatura e aumentando la corrente di dispersione (I_4).

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

9



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

Disegno 9.1 Correnti di dispersione

Disegno 9.1 mostra un esempio di un convertitore di frequenza a 6 impulsi, ma potrebbe essere applicabile anche a un convertitore di frequenza a 12 impulsi.

Nel caso in cui si posizioni lo schermo su una piastra di installazione, la piastra deve essere di metallo perché le correnti dello schermo devono essere ricondotte al convertitore di frequenza. È necessario assicurare un buon contatto elettrico dalla piastra di installazione allo chassis del convertitore di frequenza per mezzo delle viti di montaggio. Se si utilizzano cavi non

schermati, è possibile che alcuni requisiti relativi alle emissioni non vengano soddisfatti, nonostante la conformità relativa all'immunità sia rispettata.

Per ridurre il livello di interferenza dell'intero sistema (unità e installazione), è importante che i cavi motore e i cavi freno siano più corti possibile. Evitare di installare i cavi con un livello di segnale sensibile accanto i cavi motore e freno. Interferenze radio superiori a 50 MHz (trasportate dall'aria) vengono generate dall'elettronica di controllo. Per ulteriori informazioni sull'EMC vedere il capitolo 9.5 *Raccomandazioni EMC*.

9.2 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, cavi motore schermati e un motore.

Tipo di filtro RFI		Emissione condotta		Emissione irradiata	
Standard e requisiti ¹⁾	EN/IEC 61800-3	Categoria C2	Categoria C3	Categoria C2	Categoria C3
P2, P4 (FC 302)		No	150 m	No	Sì
P6, P8 (FC 302)		150 m	150 m	Sì	Sì

Tabella 9.1 Risultati test EMC (emissioni e immunità)

1) Occorre un filtro RFI esterno per la conformità alla categoria C2.

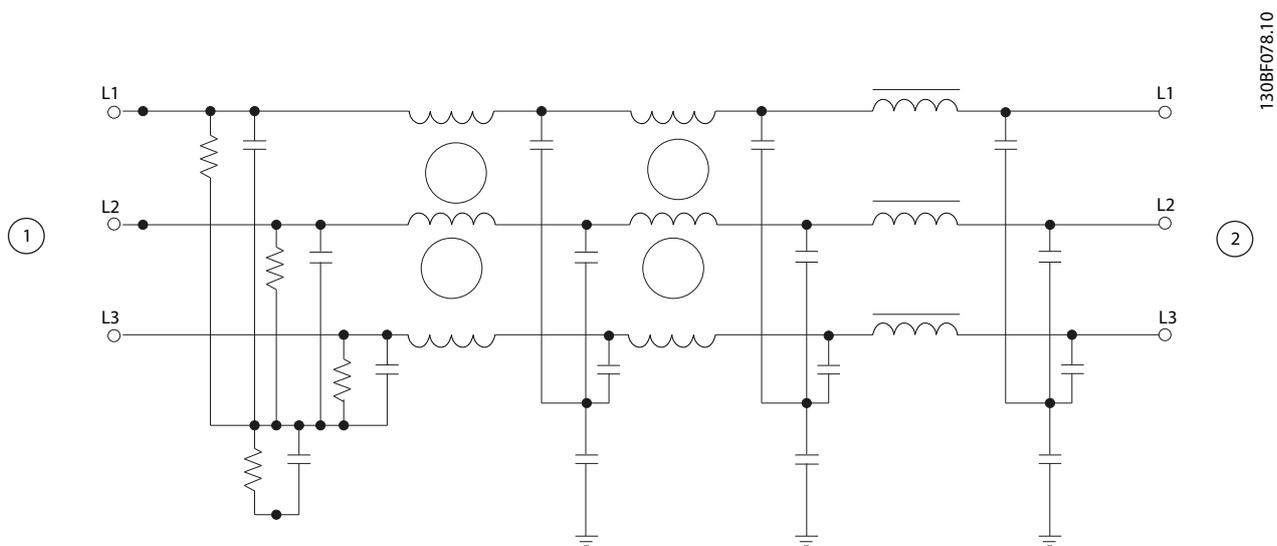
AVVISO!

Questo tipo di sistema motorizzato non è concepito per essere usato in una rete pubblica a bassa tensione che rifornisce ambienti domestici. Se il prodotto viene usato su una tale rete, sono attese interferenze in radiofrequenza e potrebbero essere necessarie misure di mitigazione supplementari.

Il convertitore di frequenza è conforme ai requisiti in materia di emissioni della categoria C3 con un cavo schermato da 150 m. Per la conformità ai requisiti della categoria C2 occorre un filtro RFI esterno.

Disegno 9.2 mostra lo schema elettrico del filtro RFI utilizzato per omologare il convertitore di frequenza. In questa situazione il filtro RFI è isolato dalla terra e il relè RFI è disabilitato mediante il parametro 14-50 *Filtro RFI*.

Il fattore di attenuazione per il filtro RFI è indicato nella *Disegno 9.3*.

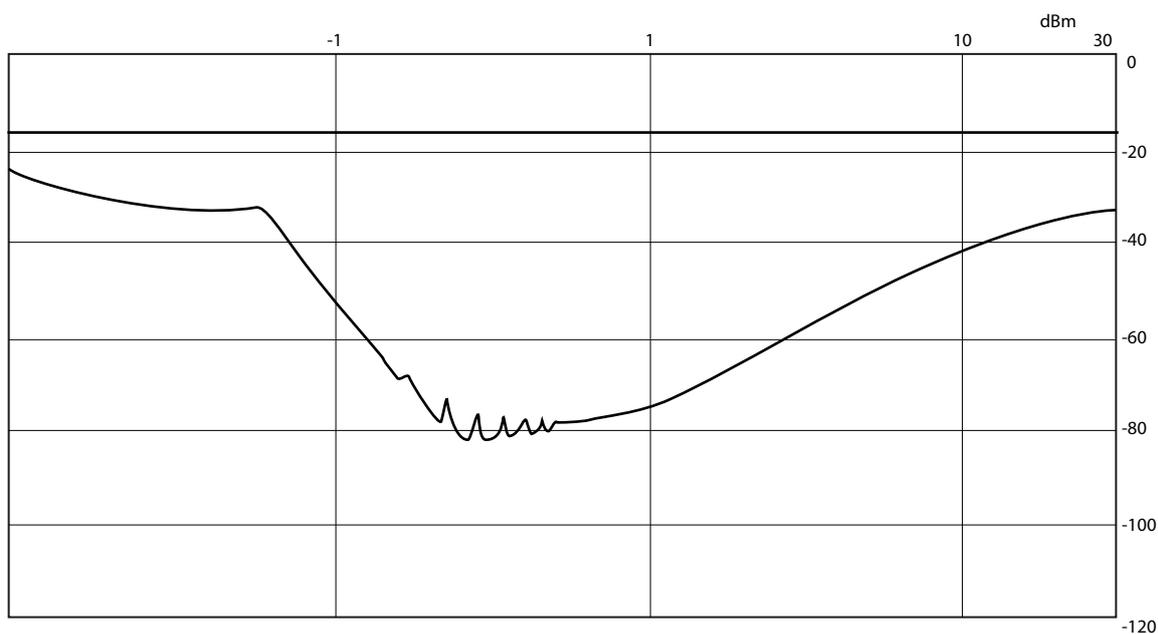


130BF078.10

1	Linea	2	Carico
---	-------	---	--------

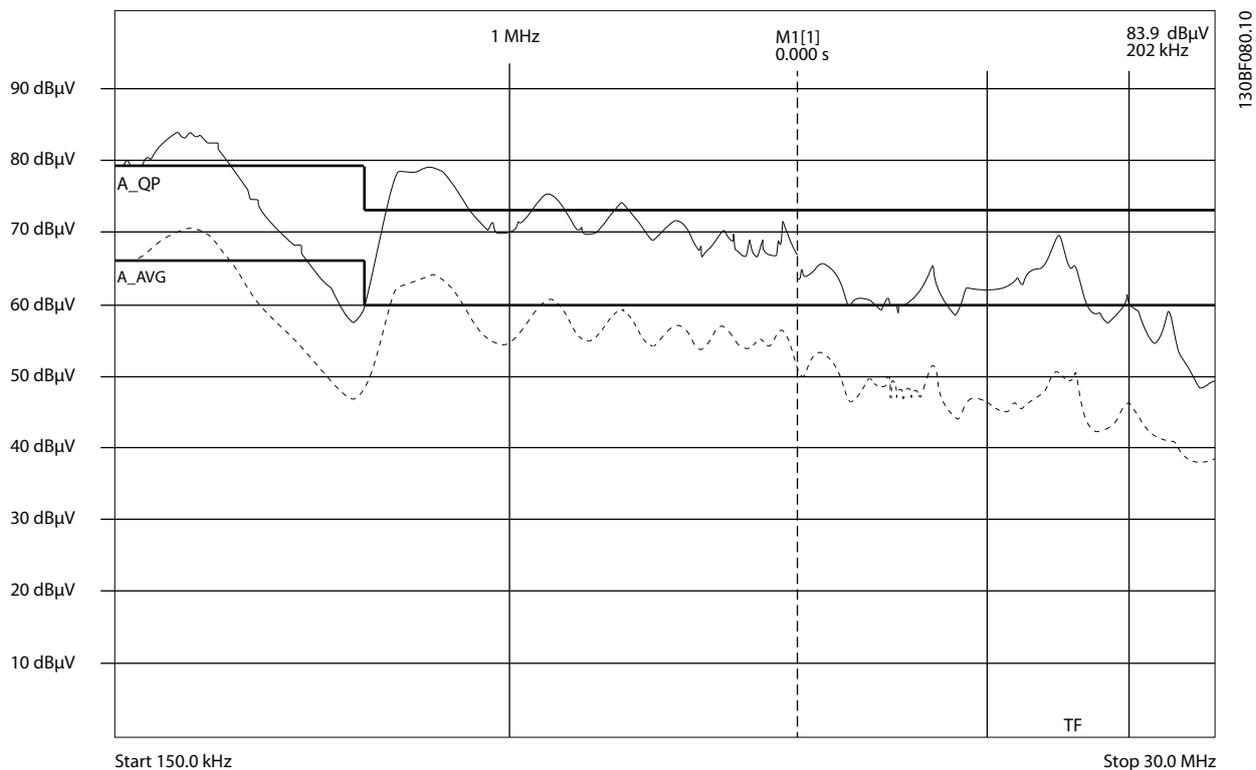
Disegno 9.2 Schema elettrico del filtro RFI

9

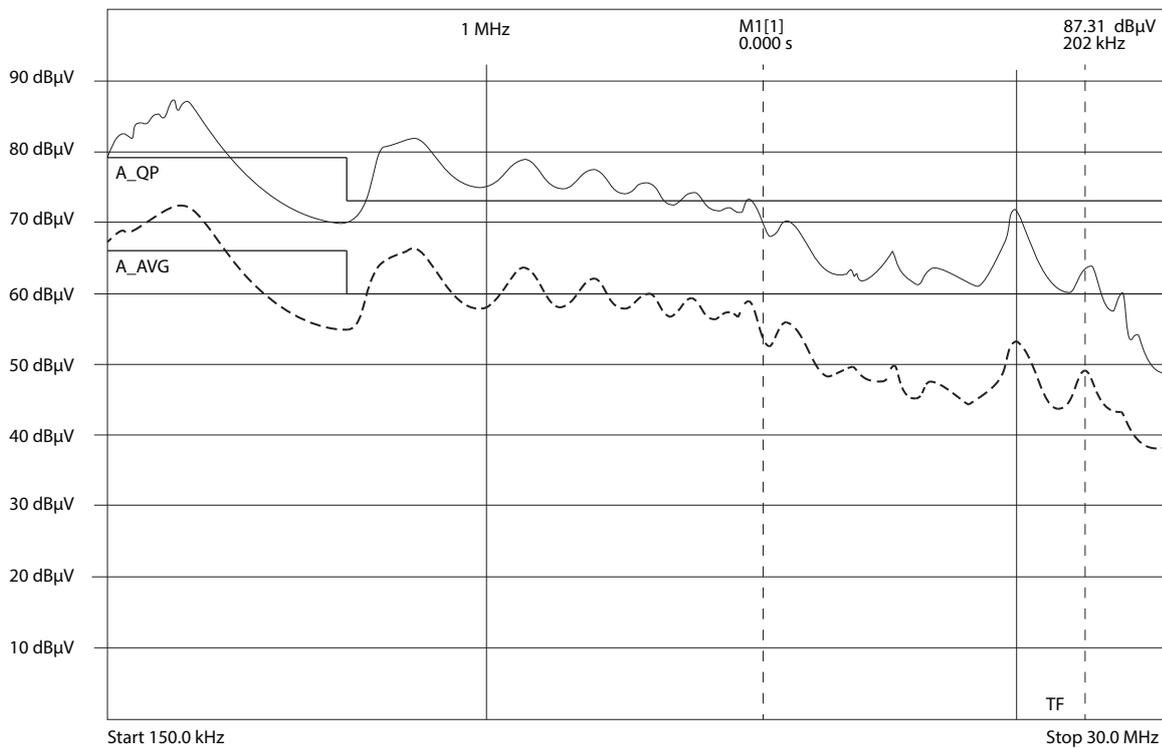


130BF079.10

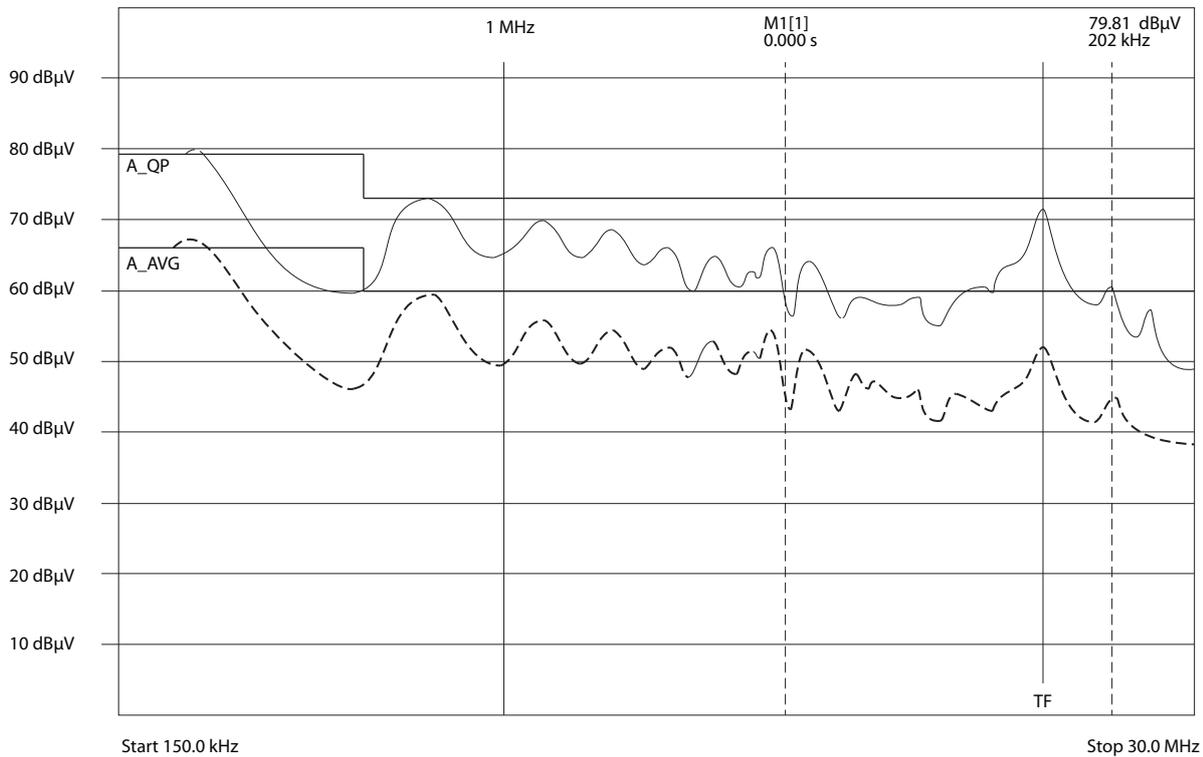
Disegno 9.3 Requisiti di attenuazione per filtri esterni



Disegno 9.4 Emissione condotta nella rete nella configurazione P4/P8 senza filtro RFI esterno



Disegno 9.5 Emissione condotta nella rete nella configurazione P4/P8 senza filtro RFI esterno



1308F065.10

Disegno 9.6 Emissione condotta nella rete nella configurazione P4/P8 senza filtro RFI esterno

9.3 Requisiti relativi alle emissioni

In base alle norme di prodotto EMC per convertitori di frequenza EN/IEC 61800-3, i requisiti EMC dipendono dall'ambiente in cui è installato il convertitore di frequenza. Questi ambienti, insieme ai requisiti di alimentazione della tensione di rete, sono definiti in *Tabella 9.2*.

Categoria	Definizione	Requisiti relativi alle emissioni condotte in base ai limiti EN55011
C1	Convertitori di frequenza installati in un ambiente domestico e di ufficio con una tensione di alimentazione inferiore a 1000 V.	Classe B
C2	Convertitori di frequenza installati nell'ambiente domestico e di ufficio con una tensione di alimentazione inferiore a 1000 V. Questi convertitori di frequenza non sono del tipo plug-in e non possono essere spostati, pertanto sono concepiti soltanto per essere installati e messi in funzione da un professionista.	Classe A gruppo 1
C3	Convertitori di frequenza installati in un ambiente industriale con una tensione di alimentazione inferiore a 1000 V.	Classe A gruppo 2
C4	Convertitori di frequenza installati in un ambiente industriale con una tensione di alimentazione uguale o superiore a 1000 V e una corrente nominale uguale o superiore a 400 A oppure concepiti per l'uso in sistemi complessi.	Senza linea limite Realizzare un piano EMC

Tabella 9.2 Requisiti relativi alle emissioni

Quando vengono adottate le norme di emissione generiche, i convertitori di frequenza devono soddisfare la *Tabella 9.3*.

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 9.3 Limiti delle norme generiche sulle emissioni

9.4 Requisiti di immunità

I requisiti di immunità per i convertitori di frequenza dipendono dall'ambiente nel quale sono installati. I requisiti per l'ambiente industriale sono più severi dei requisiti per l'ambiente domestico e di ufficio. Tutti i convertitori di frequenza Danfoss soddisfano i requisiti per l'ambiente industriale 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 9.4*.

- **EN/IEC 61000-4-2:** Scariche elettrostatiche (ESD): Simulazione di scariche elettrostatiche provocate da esseri umani.
- **EN/IEC 61000-4-3:** Radiazione di un campo elettromagnetico in entrata, a modulazione di ampiezza Simulazione degli effetti di apparecchiature di comunicazione radar e radio e di dispositivi di comunicazione mobili.
- **EN/IEC 61000-4-4:** Oscillazioni transitorie da scoppio: Simulazione di interferenze provocate dalla commutazione di contattori, relè o dispositivi simili.
- **EN/IEC 61000-4-5:** Oscillazioni transitorie da sbalzi di corrente: Simulazione di oscillazioni transitorie causate da fulmini che cadono vicino agli impianti.
- **EN/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}
Applicazione e 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}
Contenitore	-	-	8 kV AD 6 kV CD	10 V/m	-

Tabella 9.4 Modulo di immunità EMC, intervallo di tensione: 380–500 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).

9.5 Raccomandazioni EMC

Di seguito vengono fornite le linee guida per una corretta procedura di installazione di convertitori di frequenza. Attenersi a queste istruzioni in conformità alla norma EN/IEC 61800-3 *Primo ambiente*. Se l'installazione è in conformità a EN/IEC 61800-3 *Secondo ambiente*, reti industriali, oppure in un'installazione dotata di trasformatore proprio, è possibile discostarsi da queste istruzioni sebbene non sia raccomandato.

Una buona procedura tecnica per garantire una corretta installazione elettrica conforme ai requisiti EMC:

- Usare soltanto cavi motore schermati intrecciati e cavi di comando schermati intrecciati. Lo schermo fornisce una copertura minima dell'80%. Lo schermo deve essere in materiale metallico, in genere rame, alluminio, acciaio o piombo. Non vi

sono requisiti speciali per il cavo dell'alimentazione di rete.

- Per le installazioni che utilizzano tubi protettivi rigidi in metallo non è richiesto l'uso di cavi schermati, tuttavia il cavo motore deve essere installato in un tubo protettivo separato dai cavi di controllo e dell'alimentazione di rete. Si richiede il collegamento completo della canalina dal convertitore di frequenza al motore. Le prestazioni EMC dei tubi protettivi flessibili variano notevolmente. Richiedere le relative informazioni al produttore.
- Collegare a terra la canalina dello schermo su entrambe le estremità per cavi motore e cavi di comando. A volte non è possibile collegare lo schermo su entrambe le estremità. In questi casi collegare lo schermo al convertitore di frequenza. Vedere anche *capitolo 9.5.2 Messa a terra dei cavi di comando schermati*.

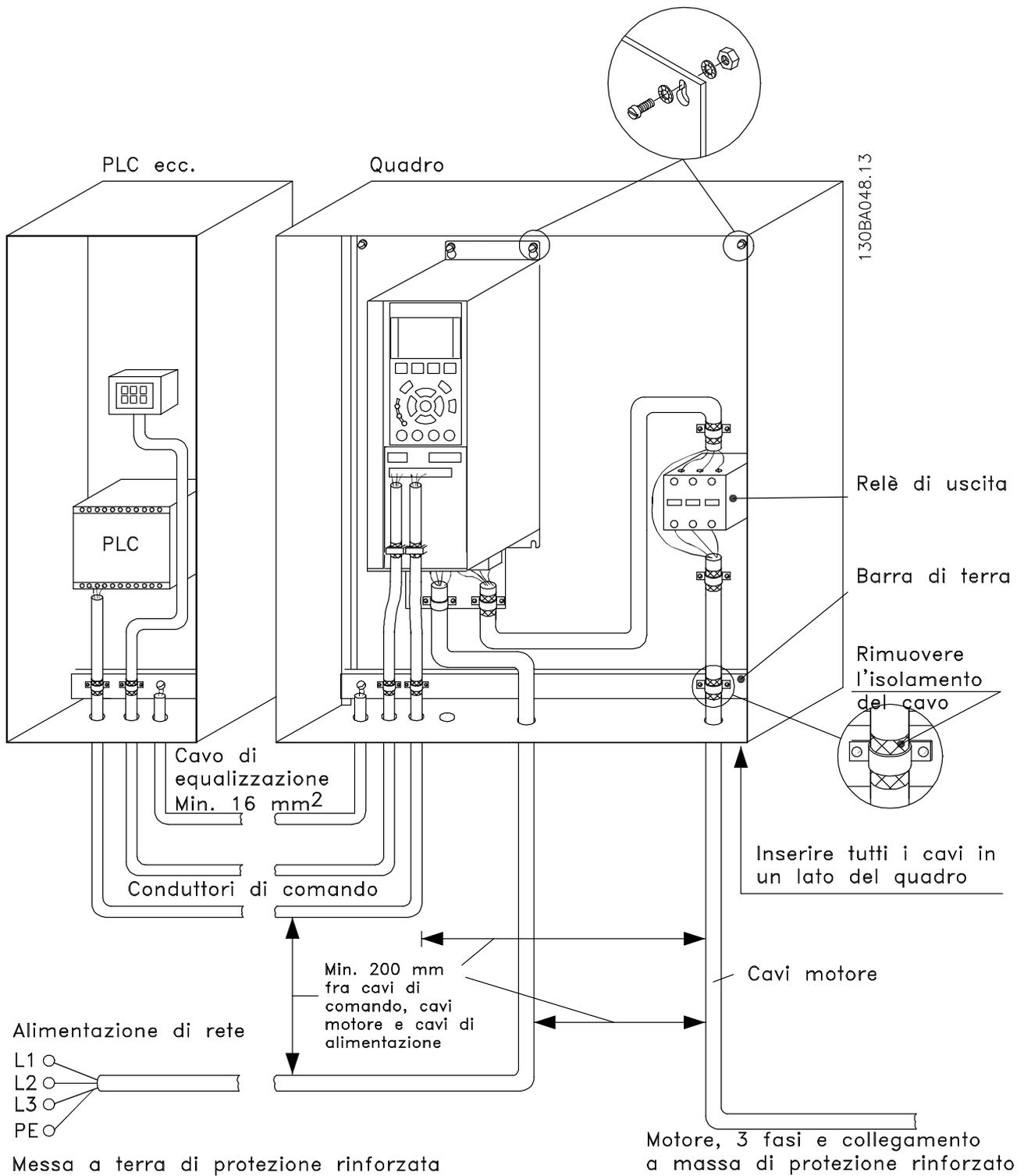
- Evitare di terminare lo schermo con le estremità attorcigliate (schermi attorcigliati). Ciò aumenta l'impedenza ad alta frequenza dello schermo, riducendone l'efficacia in presenza di frequenze elevate. Utilizzare invece pressacavi o passacavi EMC a bassa impedenza.
- Ogniquale possibile, evitare l'uso di cavi motore o cavi di comando non schermati all'interno di armadi che alloggiavano il convertitore di frequenza.

Lasciare lo schermo il più vicino possibile ai connettori.

Disegno 9.7 mostra l'installazione elettrica conforme ai requisiti EMC di un convertitore di frequenza IP20. Il

convertitore di frequenza è installato in un armadio di installazione con un contattore di uscita e collegato a un PLC, installato in un armadio separato. Altri metodi di effettuare l'installazione potrebbero portare a prestazioni EMC altrettanto buone, purché vengano osservate le istruzioni generali riportate sopra.

Se l'installazione non viene eseguita in base alle indicazioni fornite o se si utilizzano cavi e fili di controllo non schermati, è possibile che alcuni requisiti relativi alle emissioni non vengano soddisfatti anche se i requisiti di immunità lo sono.



Disegno 9.7 Installazione elettrica conforme ai requisiti EMC di un convertitore di frequenza nell'armadio.

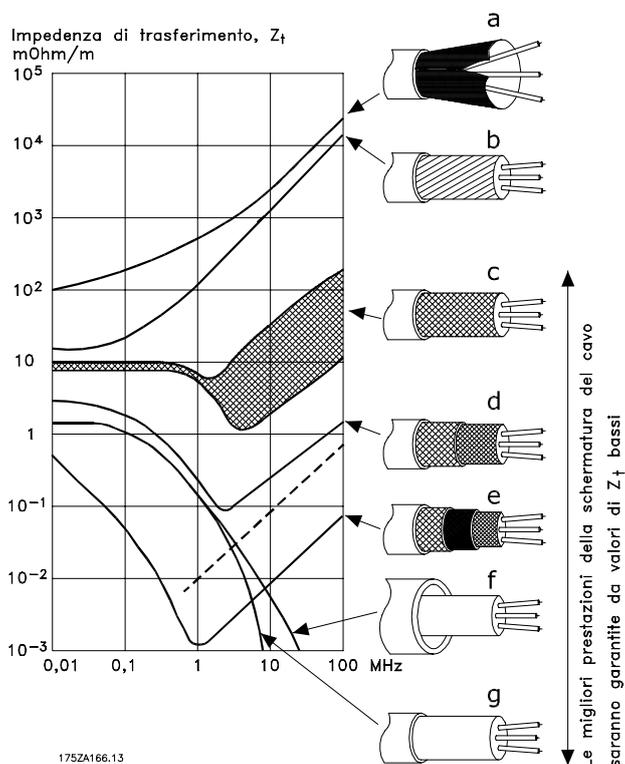
9.5.1 Utilizzo dei cavi di comando schermati

Danfoss consiglia l'utilizzo di cavi schermati/armati intrecciati per ottimizzare l'immunità EMC dei cavi di comando e le emissioni EMC dei cavi motore.

La capacità di un cavo di ridurre il disturbo elettrico emesso e ricevuto dipende dall'impedenza di trasferimento (Z_T). Lo schermo di un cavo è normalmente progettato per ridurre il trasferimento del disturbo elettrico; tuttavia, uno schermo con un'impedenza di trasferimento inferiore (Z_T) è più efficace di uno con un'impedenza di trasferimento superiore (Z_T).

Anche se l'impedenza di trasferimento (Z_T) viene specificata di rado dai produttori dei cavi, è spesso possibile stimare l'impedenza di trasferimento (Z_T) valutando le caratteristiche fisiche del cavo, quali:

- La conducibilità del materiale dello schermo.
- La resistenza di contatto fra i singoli conduttori dello schermo.
- La copertura dello schermo, ovvero l'area fisica di cavo coperta dallo schermo - spesso indicata come un valore percentuale.
- Il tipo di schermo, cioè intrecciato o attorcigliato.



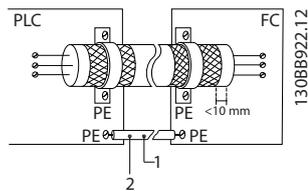
a	Filo in rame con rivestimento in alluminio.
b	Filo in rame attorcigliato o cavo schermato con conduttori in acciaio.
c	Filo in rame intrecciato a strato singolo con percentuale variabile di copertura dello schermo (questo è il tipico cavo di riferimento Danfoss).
d	Filo in rame intrecciato a doppio strato.
e	Doppio strato di filo in rame intrecciato con uno strato intermedio magnetico schermato.
f	Cavo posato in un tubo in rame o in acciaio.
g	Cavo sottopiombo con guaina di 1,1 mm di spessore.

Disegno 9.8 Prestazione di schermatura del cavo

9.5.2 Messa a terra dei cavi di comando schermati

Schermatura corretta

Il metodo preferito è generalmente quello di fissare i cavi di comando e della comunicazione seriale con morsetti di schermatura forniti su entrambe le estremità per assicurare il migliore contatto possibile del cavo ad alta frequenza. Se il potenziale di terra fra il convertitore di frequenza e il PLC è diverso, si possono verificare disturbi elettrici nell'intero sistema. Risolvere questo problema installando un cavo di equalizzazione, da inserire vicino al cavo di comando. Sezione trasversale dei cavi minima: 16 mm² (4 AWG).

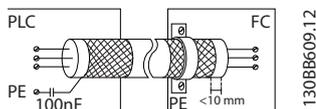


1	Almeno 16 mm ² (4 AWG)	2	Cavo di equalizzazione
---	-----------------------------------	---	------------------------

Disegno 9.9 Schermatura corretta

Loop di terra 50/60 Hz

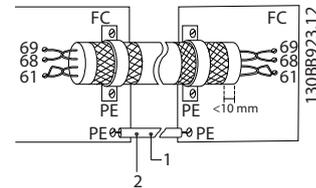
Utilizzando cavi di comando lunghi possono verificarsi loop di terra. Per eliminare i loop di terra, collegare un'estremità dello schermo a terra con un condensatore da 100 nF (tenendo corti i cavi).



Disegno 9.10 Evitare loop di terra

Eliminare i disturbi EMC nella comunicazione seriale

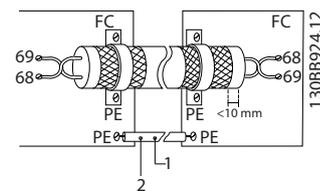
Questo morsetto è collegato a terra mediante un collegamento RC interno. Utilizzare cavi a doppino intrecciato per ridurre l'interferenza fra i conduttori.



1	Almeno 16 mm ² (4 AWG)	2	Cavo di equalizzazione
---	-----------------------------------	---	------------------------

Disegno 9.11 Metodo consigliato per evitare disturbi EMC

In alternativa è possibile omettere il collegamento al morsetto 61:



1	Almeno 16 mm ² (4 AWG)	2	Cavo di equalizzazione
---	-----------------------------------	---	------------------------

Disegno 9.12 Schermatura senza usare il morsetto 61

9.6 Considerazioni generali sulle armoniche

I carichi non lineari come quelli presenti nei convertitori di frequenza a 6 impulsi 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.

9.7 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 9.5 Abbreviazioni relative alle armoniche

	Corrente di base (I_1)	Corrente armonica (I_n)			
Corrente	I_1	I_5	I_7	I_{11}	
Frequenza [Hz]	50	250	350	550	

Tabella 9.6 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

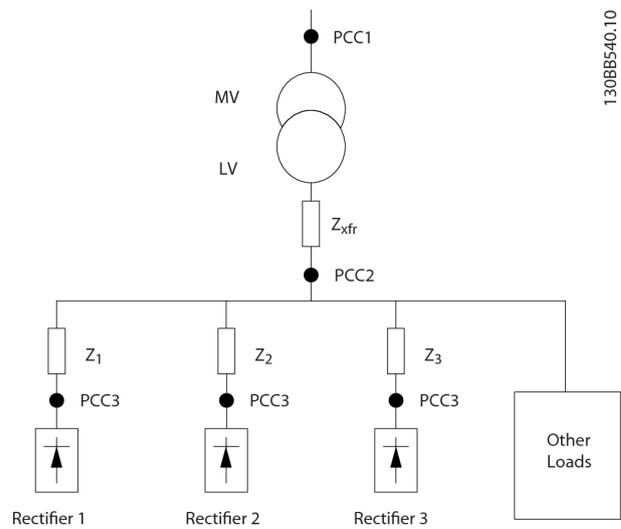
Tabella 9.7 Correnti armoniche confrontate con la corrente dell'ingresso RMS Corrente

La distorsione di tensione dell'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:

$$THDi = \frac{\sqrt{U_{25}^2 + U_{27}^2 + \dots + U_{2n}^2}}{U}$$

9.8 Effetto delle armoniche in un sistema di distribuzione dell'energia

In *Disegno 9.13*, 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 è collegato mediante cavi che hanno 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 9.13 Piccolo sistema di distribuzione

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

La distorsione di corrente varia in funzione delle prestazioni dell'apparato e dipende dai singoli carichi. La distorsione di tensione varia in funzione delle prestazioni del sistema. Non è possibile determinare la distorsione di tensione nel PCC se sono note solamente le prestazioni 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 usato per descrivere l'impedenza di un sistema di distribuzione è il rapporto di cortocircuito R_{scc} . R_{scc} è definito come il rapporto tra la potenza apparente di cortocircuito dell'alimentazione al PCC (S_{sc}) e la potenza apparente nominale del carico. (S_{equ}).

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

in cui $S_{sc} = \frac{U^2}{Z_{alimentazione}}$ 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.

9.9 Standard e requisiti per la limitazione delle armoniche

I requisiti per la limitazione delle armoniche possono essere

- specifiche dell'applicazione
- norme che devono essere rispettate

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

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

Esistono varie norme, regolamenti e specifiche per la riduzione delle armoniche. Ecco le norme più comuni:

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

Per dettagli specifici sulle singole norme vedere la *Guida alla Progettazione VLT® Advanced Harmonic Filters AHF 005/AHF 010*.

9.10 Conformità alle armoniche del VLT® Parallel Drive Modules

Il VLT® Parallel Drive Modules è conforme alle norme seguenti:

- IEC 61000-2-4
- IEC 61000-3-4
- G5/4

9.11 Isolamento galvanico**AVVISO!****INSTALLAZIONE AD ALTITUDINI ELEVATE**

Se si installano le unità da 380–500 V oltre i 3000 m contattare Danfoss in merito al PELV.

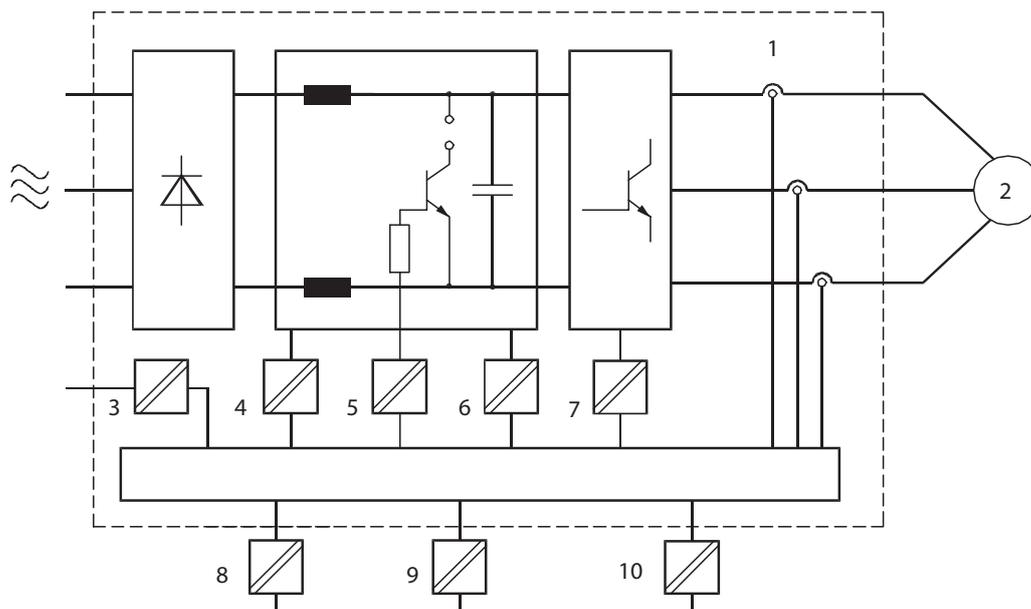
Se si installano unità da 525–690 V oltre i 2000 m contattare Danfoss in merito al PELV.

La protezione contro le scosse elettriche è garantita se l'alimentazione elettrica è del tipo PELV e l'installazione è conforme alle norme locali e nazionali in materia di alimentazioni PELV.

Tutti i morsetti di controllo e i morsetti relè 01-03/04-06 sono conformi allo standard PELV. Questa protezione non si applica al piedino delta a terra sopra i 400 V. L'isolamento galvanico si ottiene ottemperando ai requisiti relativi ad un isolamento superiore e garantendo le corrispondenti distanze di creepage (distanza minima sulla superficie del materiale isolante fra due parti conduttrici)/clearance (la distanza minima in aria per la creazione potenziale di un arco tra le due parti conduttive). Questi requisiti sono descritti nella norma EN 61800-5-1.

Al fine di mantenere i requisiti PELV, tutte le connessioni con i morsetti di controllo devono essere di tipo PELV. I componenti che costituiscono l'isolamento elettrico sono inoltre conformi ai requisiti relativi all'isolamento di classe superiore e al test corrispondente descritto nella norma EN 61800-5-1.

L'isolamento galvanico PELV viene mostrato in *Disegno 9.14*.



130BF055.10

9

1	Trasduttori di corrente	6	Alimentazione (SMPS) comprensiva di isolamento del segnale di U_{DC} , che indica la tensione del circuito intermedio
2	Motore	7	Comando gate che aziona gli IGBT (trasformatori di innesco / fotoaccoppiatori).
3	Relè personalizzati	8	Alimentazione STO
4	Circuiti di misura della corrente di spunto interna, delle RFI e della temperatura	9	Backup a 24 V
5	Fotoaccoppiatore, modulo freno	10	Interfaccia bus standard RS485

Disegno 9.14 Isolamento galvanico

10 Motore

10.1 Cavi motore

Vedere *capitolo 6.10 Specifiche dei cavi* per maggiori informazioni sui tipi e sulle dimensioni dei fili.

Tensione di Alimentazione

Nel cavo motore possono essere presenti tensioni di picco fino a 2,8 volte la tensione di rete del sistema convertitore VLT® Parallel Drive Modules. Tensioni di picco elevate possono sollecitare enormemente il cavo motore. Usare cavi motore con una specifica della tensione nominale di almeno 0,6/1 kV. Cavi di questo tipo forniscono una buona resistenza alla rottura dell'isolamento.

Dimensioni

Seguire le norme locali relative ai dati di capacità di corrente per cavi e conduttori. Le norme più diffuse sono: NFPA 70, EN 60204-1, VDE 0113-1 e VDE 0298-4. Il sovradimensionamento per le armoniche non è necessario.

Lunghezza

Mantenere i cavi il più corti possibile. Il calo di tensione e la dissipazione di calore dipendono dalla frequenza e sono proporzionali alla lunghezza del cavo. Consultare le specifiche del produttore del cavo in merito alla lunghezza e al calo di tensione previsto al momento del collegamento al sistema convertitore. Vedere *capitolo 6.10 Specifiche dei cavi*.

AVVISO!

LUNGHEZZA DEL CAVO

Con un sistema convertitore VLT® Parallel Drive Modules standard, cavi schermati di lunghezza fino a 150 m oppure non schermati di lunghezza fino a 300 m forniscono la piena tensione al motore. Se viene superata questa lunghezza del cavo usare un filtro sinusoidale. Per informazioni sulla scelta del filtro sinusoidale consultare la *Guida alla Progettazione VLT® FC-Series Output Filter*.

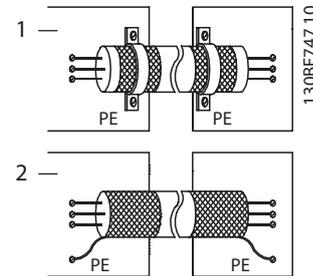
Schermatura

Per informazioni su una schermatura efficace vedere il *capitolo 9.5 Raccomandazioni EMC*.

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 gli schermi attorcigliati, usare morsetti schermati integrati. Fare riferimento a *Disegno 10.1*.



1	Messa a terra corretta delle estremità schermate
2	Messa a terra non corretta usando schermi attorcigliati

Disegno 10.1 Esempio di estremità dello schermo

10.2 Isolamento delle induttanze motore

Per lunghezze del cavo motore inferiori o uguali alla lunghezza del cavo massimo elencata nel *capitolo 6.10 Specifiche dei cavi* usare i gradi di isolamento del motore mostrati nella *Tabella 10.1*. 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 = 1300 V
$420 < U_N \leq 500$ V	U_{LL} rinforzato = 1600 V
$500 < U_N \leq 600$ V	U_{LL} rinforzato = 1800 V
$600 < U_N \leq 690$ V	U_{LL} rinforzato = 2000 V

Tabella 10.1 Gradi di isolamento del motore

10.3 Correnti nei cuscinetti del motore

Per eliminare le correnti circolanti nei cuscinetti in tutti i motori installati con VLT® HVAC Drive FC 102, VLT® AQUA Drive FC 202 e VLT® AutomationDrive FC 302 da 90 kW o con convertitori di frequenza di potenza maggiore 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.

10.4 Protezione termica del motore

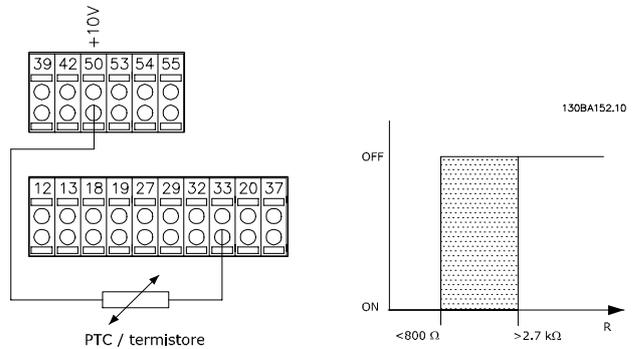
Il relè termico elettronico nel convertitore di frequenza ha ottenuto l'approvazione UL per la protezione del singolo motore quando il *parametro 1-90 Protezione termica motore* è impostato su *ETR scatto* e il *parametro 1-24 Corrente motore* è impostato alla corrente nominale del motore (vedere la 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 Protezione termica motore*, 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.

10.4.1 Tipi di protezione termica

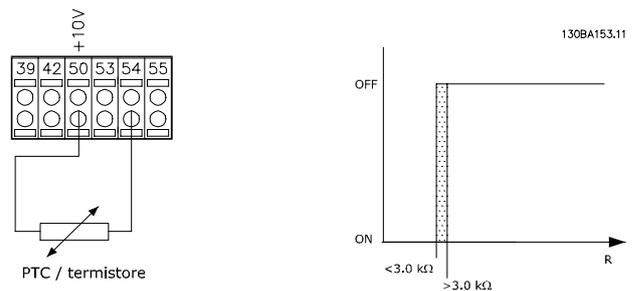
10.4.1.1 Termistore PTC

Utilizzando un ingresso digitale e un'alimentazione da 10 V



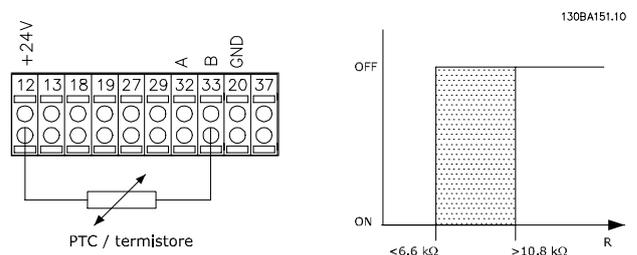
Disegno 10.2 Collegamento termistore PTC - ingresso digitale con alimentazione a 10 V

Utilizzando un ingresso analogico e un'alimentazione a 10 V



Disegno 10.3 Collegamento termistore PTC - ingresso analogico con alimentazione a 10 V

Utilizzando un ingresso digitale e un'alimentazione a 24 V



Disegno 10.4 Collegamento termistore PTC - ingresso digitale con alimentazione a 24 V

Verificare che la tensione di alimentazione selezionata corrisponda alle specifiche dell'elemento termistore usato.

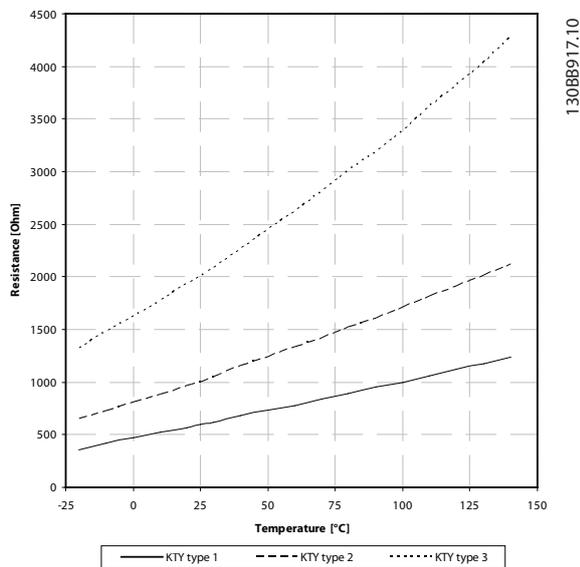
Ingresso digitale/ analogico	Tensione di alimentazione [V]	Resistenza allo scatto kΩ	Resistenza di ripristino
Digitale	10	>2,7	<800 Ω
Analogico	10	>3,0	<3,0 kΩ
Digitale	24	>10,8	<6,6 kΩ

Tabella 10.2 Parametri della resistenza del termistore PTC

10.4.1.2 Sensore KTY

Il convertitore di frequenza gestisce tre tipi di sensore KTY:

- Sensore KTY 1: 1 kΩ a 100 °C. Ad esempio Philips KTY 84-1.
- Sensore KTY 2: 1 kΩ a 25 °C. Ad esempio Philips KTY 83-1.
- Sensore KTY 3: 1 kΩ a 25 °C. Ad esempio Philips KTY-10.



Disegno 10.5 Selezione del tipo di KTY

AVVISO!

CONFORMITÀ PELV

Se si verificano cortocircuiti tra gli avvolgimenti del motore e il sensore, la conformità PELV non viene ottenuta quando la temperatura del motore è monitorata tramite un termistore o un sensore KTY. Assicurarsi che il sensore sia maggiormente isolato.

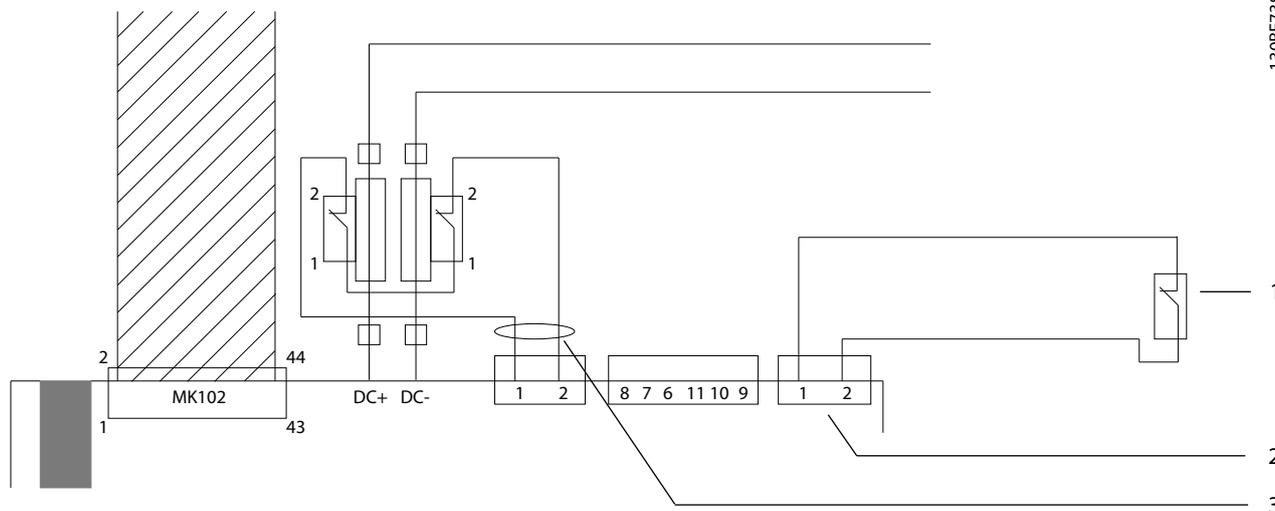
10.4.1.3 Installazione dell'interruttore termico della resistenza di frenatura

Ciascun modulo convertitore possiede un connettore a ponticello per guasto del freno sulla piastra superiore, usato per collegare l'interruttore termico Klixon sulle resistenze di frenatura. Vedere *Disegno 10.6*. Questo connettore possiede un ponticello preinstallato. Il ponticello per guasto freno deve sempre essere installato per assicurare un funzionamento corretto del modulo convertitore. Senza questo ponticello il modulo convertitore non consente all'inverter di funzionare e viene visualizzato un guasto all'IGBT freno.

L'interruttore termico è del tipo normalmente chiuso. Se la temperatura della resistenza di frenatura supera i valori consigliati, l'interruttore termico si apre. Per il collegamento usare un filo rinforzato e a doppio isolamento da 1 mm² (18 AWG).

AVVISO!

Danfoss non è responsabile del guasto degli interruttori termici Klixon.



1	Interruttore Klixon	3	Nucleo di ferrite
2	Connettore BRF	-	-

Disegno 10.6 Collegamento dell'interruttore Klixon

10

10.5 Collegamenti dei morsetti del motore

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 separatamente i cavi motore di uscita.

Oppure

- Usare cavi schermati.
- Disinserire simultaneamente tutti i convertitori di frequenza.

Consiglio per il collegamento dei morsetti del motore:

- Rispettare le norme nazionali e locali per le dimensioni dei cavi. Per le dimensioni massime del cavo vedere il capitolo 6.5 Specifiche dipendenti dalla potenza.
- Rispettare i requisiti del costruttore del motore relativi al cablaggio.
- Non cablare un dispositivo di avviamento o un invertitore di poli (quali un motore Dahlander o un motore asincrono ad anelli) tra il sistema convertitore e il motore.

10.5.1.1 Configurazione dei cavi motore

Con il sistema convertitore possono essere utilizzati tutti i tipi di motore standard asincroni trifase.

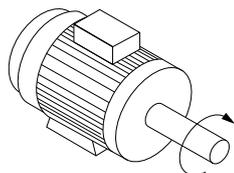
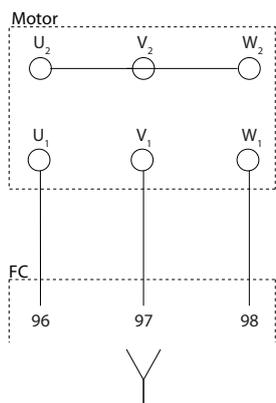
L'impostazione di fabbrica prevede una rotazione in senso orario se l'uscita del sistema convertitore è collegata come segue:

Numero morsetto	Funzione
96	Rete U/T1
97	V/T2
98	W/T3
99	Terra

Tabella 10.3 Morsetti cavo motore

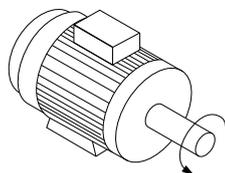
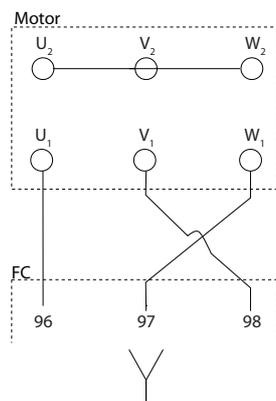
Inversione della rotazione del motore

- Morsetto U/T1/96 collegato alla fase U
- Morsetto V/T2/97 collegato alla fase V
- Morsetto W/T3/98 collegato alla fase W



Il senso di rotazione può essere invertito scambiando due fasi nel cavo motore oppure cambiando l'impostazione di *parametro 4-10 Direz. velocità motore*.

Il controllo della rotazione del motore può essere eseguito usando il *parametro 1-28 Controllo rotazione motore* e seguendo i passi indicati in *Disegno 10.7*.



Disegno 10.7 Inversione della rotazione del motore

10.5.1.2 Configurazione del sistema convertitore

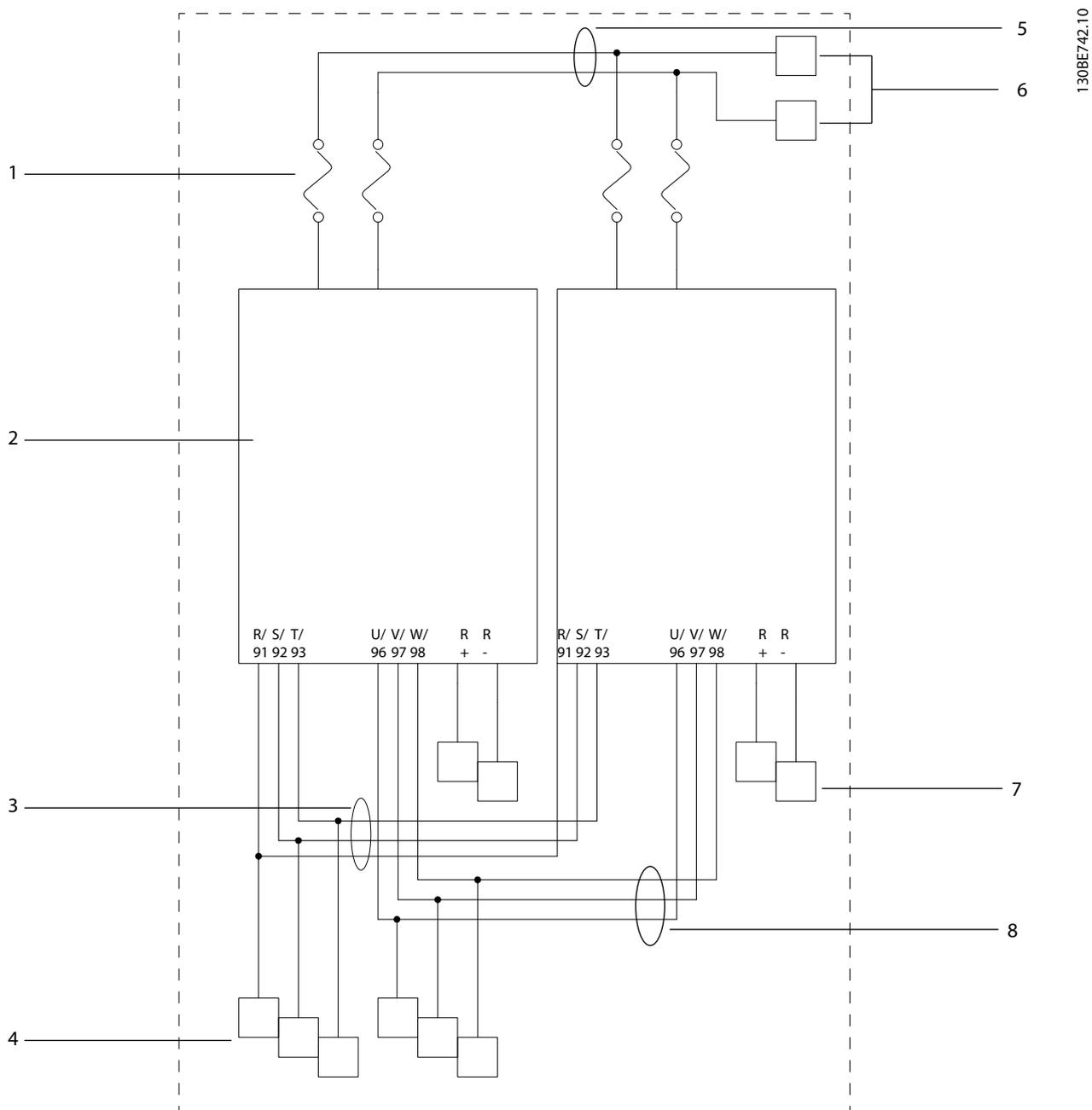
AVVISO!

CAVI MOTORE MULTIPLI

Se si collega più di un set di morsetti del motore, usare lo stesso numero di cavi e cavi della stessa dimensione e lunghezza per ciascun set di morsetti. Per esempio, non usare un cavo su un morsetto del motore e 2 cavi su un altro morsetto del motore.

Sistemi a due moduli convertitore

La *Disegno 10.8* e la *Disegno 10.9* mostrano rispettivamente i collegamenti della barra colletttrice per sistemi a due convertitori a 6 impulsi e a 12 impulsi. Se viene usato un modello di morsetto comune, esiste un set di morsetti del motore.

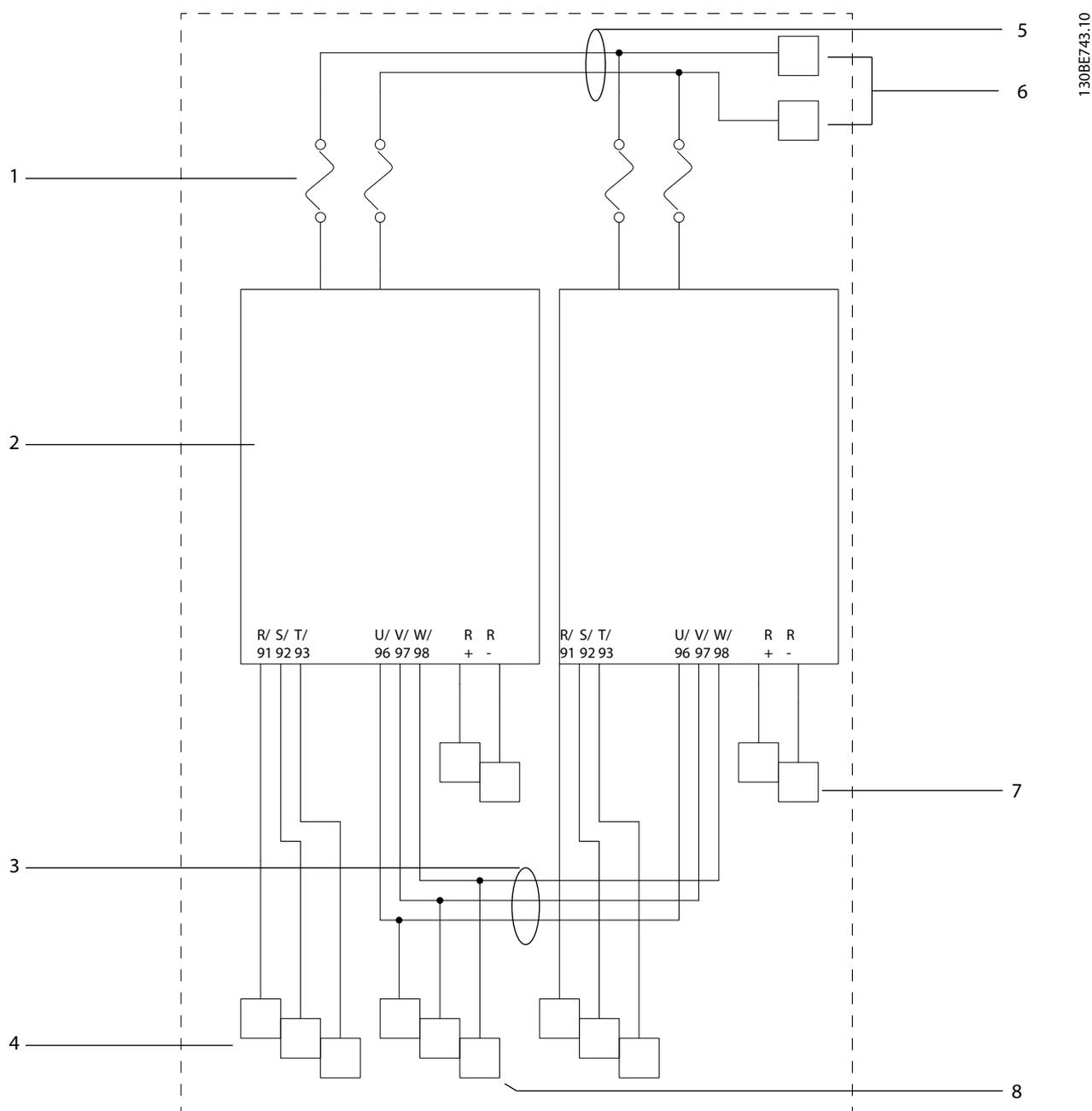


130BE742.10

10

1	Fusibili CC	5	Barre collettrici del collegamento CC
2	Moduli convertitore	6	Morsetti CC
3	Barre collettrici di ingresso di rete	7	Morsetti freno
4	Morsetti di ingresso di rete	8	Barre collettrici di uscita del motore

Disegno 10.8 Collegamenti nel sistema con due moduli convertitore a 6 impulsi



130BE743.10

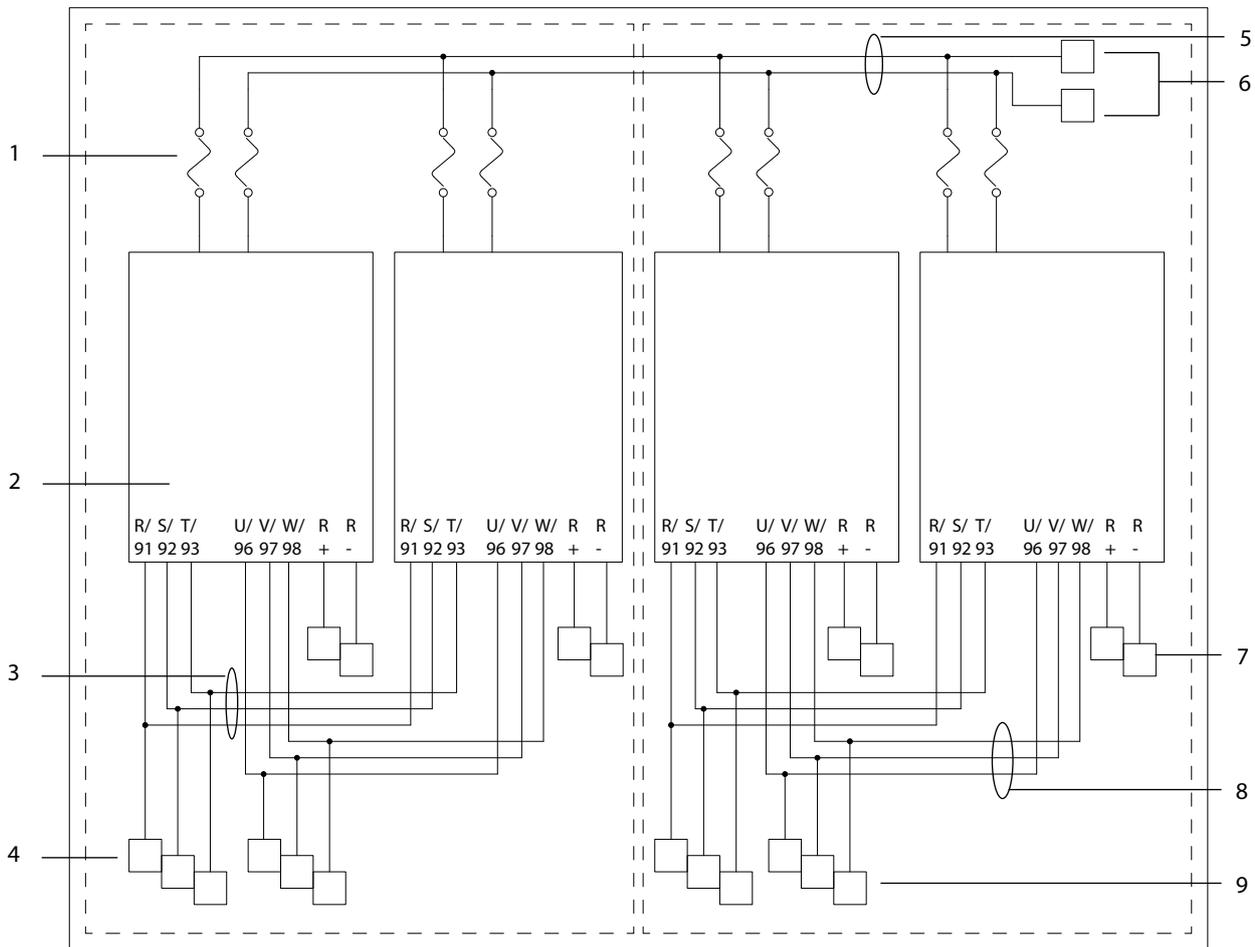
10

1	Fusibili CC	5	Barre collettrici del collegamento CC
2	Moduli convertitore	6	Morsetti CC
3	Barre collettrici di uscita del motore	7	Morsetti freno
4	Morsetti di ingresso di rete	8	Morsetti di uscita motore

Disegno 10.9 Collegamenti nel sistema con due moduli convertitore a 12 impulsi

Sistemi a quattro moduli convertitore

Disegno 10.10 mostra i collegamenti della barra collettrice per un sistema a quattro convertitori. Se viene usato un modello di morsetto comune, esiste un set di morsetti del motore in ciascun armadio.



10

1	Fusibili CC	6	Morsetti CC
2	Modulo convertitore	7	Morsetti freno
3	Barre collettrici di ingresso di rete	8	Barre collettrici di uscita del motore
4	Morsetti di ingresso di rete	9	Morsetti di uscita motore
5	Barre collettrici del collegamento CC	-	-

Disegno 10.10 Collegamenti nel sistema con quattro moduli convertitore

10.6 Condizioni di funzionamento estreme

Cortocircuito (fase-fase del motore)

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

Per proteggere il convertitore di frequenza da un cortocircuito nelle uscite per la condivisione del carico e in quelle del freno vedere *Note sull'applicazione per FC 100, FC 200 ed FC 300 Fusibili e interruttori.*

Vedere il certificato in *capitolo 3 Approvazioni e certificazioni.*

Commutazione sull'uscita

La commutazione dell'uscita tra il motore e il convertitore di frequenza è assolutamente possibile. La commutazione sull'uscita non danneggia il convertitore di frequenza, ma può causare l'apparizione di messaggi di guasto.

Sovratensione generata dal motore

La tensione nel collegamento CC aumenta nei casi indicati di seguito:

- Quando il carico genera energia, il carico aziona il motore con una frequenza di uscita costante dal convertitore di frequenza.
- Durante la decelerazione (rampa di decelerazione), quando 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 sotto forma di perdite nel convertitore di frequenza e nel motore.
- Un'impostazione non corretta della compensazione dello scorrimento può causare una maggiore tensione del collegamento CC.
- Forza c.e.m. dal funzionamento del motore PM. Se funziona a ruota libera ad alta velocità, la forza c.e.m. del motore PM è potenzialmente in grado di superare la massima tensione tollerata dal convertitore di frequenza, causando danni. Per evitare che ciò si verifichi, il valore del *parametro 4-19 Freq. di uscita max.* viene limitato automaticamente sfruttando un calcolo interno basato sul valore del *parametro 1-40 Forza c.e.m. a 1000 giri/minuto*, del *parametro 1-25 Vel. nominale motore* e del *parametro 1-39 Poli motore*. Qualora fosse possibile che il motore raggiunga una velocità eccessiva, Danfoss consiglia di dotare il convertitore di frequenza di una resistenza di frenatura.

AVVISO!

Il convertitore di frequenza deve essere dotato di un chopper di frenatura.

Se possibile, l'unità di controllo tenta di correggere il valore di rampa (*parametro 2-17 Controllo sovratensione*). L'inverter si spegne per proteggere i transistor e i condensatori del collegamento CC qualora venga raggiunto un determinato livello di tensione. Per selezionare il metodo usato per controllare il livello di tensione del collegamento CC, vedere *parametro 2-10 Funzione freno* e *parametro 2-17 Controllo sovratensione*.

AVVISO!

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

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 minimo di arresto è di norma il 15% al di sotto della tensione di alimentazione nominale minima del convertitore di frequenza. La tensione di rete precedente alla caduta di tensione e il carico del motore determinano il tempo occorrente all'inverter per raggiungere la ruota libera.

Sovraccarico statico nella modalità VVC⁺

Si verifica un sovraccarico quando viene raggiunto il limite di coppia nel *parametro 4-16 Lim. di coppia in modo motore/parametro 4-17 Lim. di coppia in modo generatore*. Quando il convertitore di frequenza è sovraccaricato, i dispositivi di controllo riducono la frequenza di uscita per ridurre il carico. Se il sovraccarico è eccessivo può verificarsi una corrente che causa il disinserimento del convertitore di frequenza dopo 5–10 s. Il funzionamento entro il limite di coppia può essere limitato nel tempo (0-60 s) in *parametro 14-25 Ritardo scatto al limite di coppia*.

10.6.1 Protezione termica del motore

Per proteggere l'applicazione da danni gravi, il convertitore di frequenza offre numerose funzioni specifiche.

Limite di coppia

Il motore è protetto dal subire sovraccarichi, indipendentemente dalla velocità. Il limite di coppia è controllato in *parametro 4-16 Lim. di coppia in modo motore* e *parametro 4-17 Lim. di coppia in modo generatore*. L'intervallo di tempo prima che intervenga l'avviso del limite di coppia è controllato in *parametro 14-25 Ritardo scatto al limite di coppia*.

Limite di corrente

Il limite di corrente è controllato nel *parametro 4-18 Limite di corrente*, mentre il tempo che trascorre prima che scatti l'avviso limite di corrente è controllato nel *parametro 14-24 Ritardo scatto al limite di corrente*.

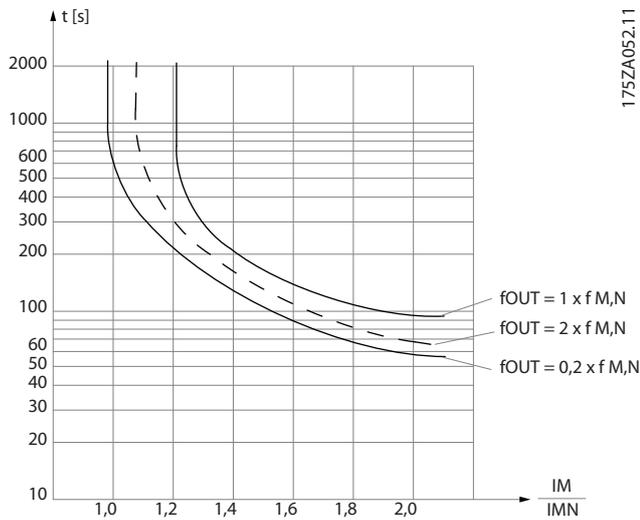
Limite velocità minima

Il *Parametro 4-11 Lim. basso vel. motore [giri/min]* e il *parametro 4-12 Limite basso velocità motore [Hz]* limitano l'intervallo della velocità di esercizio tra 30 e 50/60 Hz. Il *Parametro 4-13 Lim. alto vel. motore [giri/min]* e il *parametro 4-19 Freq. di uscita max.* limitano la velocità di uscita massima che il convertitore di frequenza può fornire.

ETR (relè termico elettronico)

La funzione ETR del convertitore di frequenza misura la corrente effettiva, la velocità e il tempo per calcolare la temperatura del motore e proteggerlo da surriscaldamenti (con avviso o scatto). È anche disponibile un ingresso termistore esterno. L'ETR è una funzione elettronica che simula un relè a bimetallo sulla base di misure interne. *Disegno 10.11* fornisce il seguente esempio, in cui l'asse X mostra il rapporto tra I_{motor} e I_{motor} nominale. L'asse Y mostra il tempo in secondi che precede il momento in cui l'ETR si disinserisce e fa scattare il convertitore di frequenza. Le curve illustrano la velocità nominale caratteristica a una velocità doppia della velocità nominale e a una velocità pari a 0,2 volte la velocità nominale. A velocità inferiori l'ETR si disinserisce a livelli di calore inferiori a causa del minor raffreddamento del motore. In tal modo il motore è protetto dal surriscaldamento anche a bassa velocità. La funzione ETR calcola la temperatura del motore basandosi sull'effettiva corrente e velocità. La

temperatura calcolata è visibile come un parametro di lettura in *parametro 16-18 Term. motore* nel convertitore di frequenza.



Disegno 10.11 Esempio ETR

10.7 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 sui filtri dU/dt e sinusoidali vedere la *Guida alla Progettazione VLT® FC-Series Output Filters*.

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 sovralongazione 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. Ad 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 di 100 m o più lungo, il tempo di salita e la tensione di picco sono superiori.

La commutazione degli IGBT provoca una tensione di picco sui morsetti del motore. Il convertitore di frequenza soddisfa i requisiti dell'IEC 60034-25 in materia di motori concepiti per essere utilizzati con convertitori di frequenza. Il convertitore di frequenza soddisfa anche la norma IEC 60034-17 riguardante i motori normalizzati controllati da convertitori di frequenza

Gamma ad alta potenza

Le taglie di potenza nella *Tabella 10.4* e nella *Tabella 10.5* alle tensioni di rete appropriate soddisfano i requisiti della IEC 60034-17 in materia di motori normali controllati da convertitori di frequenza, della IEC 60034-25 in materia di motori concepiti per essere utilizzati con convertitori di frequenza, e della NEMA MG 1-1998 Parte 31.4.4.2 per i motori alimentati a inverter. Le taglie di potenza nella *Tabella 10.4* non sono conformi alla NEMA MG 1-1998 Parte 30.2.2.8 per i motori generici.

Filtro	Lunghezza del cavo (m)	Tensione di rete (V)	Tempo di salita (μ s)	Vpeak (kV)	dU/dt (kV/ μ s)
Nessuno	150	400	0,818	1,06	3,249
Singolo	(492)		1,692	1,22	0,579
Comune			2,262	1,17	0,415

Tabella 10.4 Specifiche dU/dt per unità 380–500 V

Filtro	Lunghezza del cavo (m)	Tensione di rete (V)	Tempo di salita (μ s)	Vpeak (kV)	dU/dt (kV/ μ s)
Nessuno	150	690	0,65	1,79	2,184
Singolo	(492)		1,76	2,2	0,909
Comune			2,02	2,1	0,831

Tabella 10.5 Specifiche dU/dt per unità 525–690 V

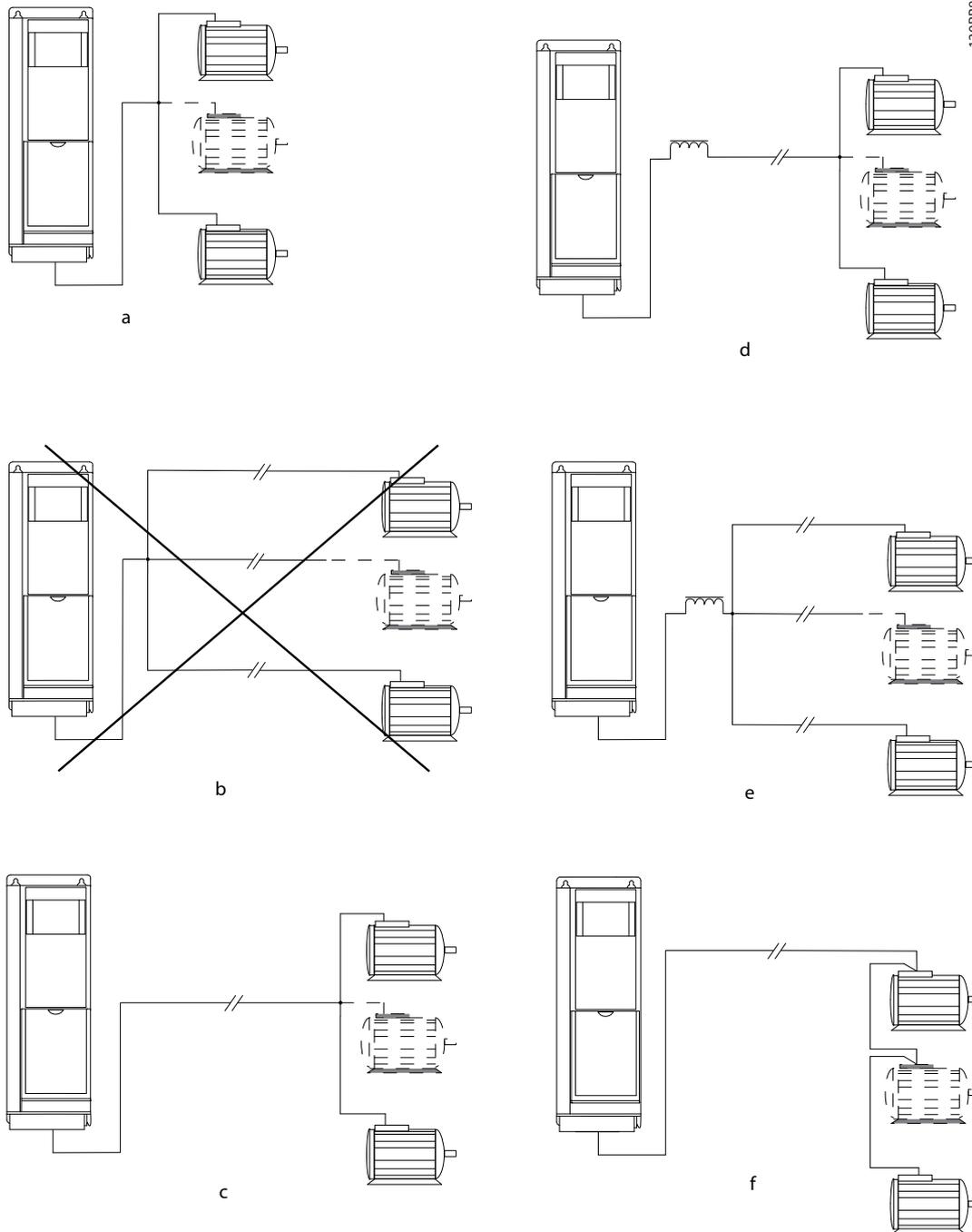
10.8 Collegamento in parallelo di motori

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

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

- Il relè termico elettronico (ETR) del convertitore di frequenza non può essere utilizzato come protezione del motore. Assicurare una protezione del motore supplementare, installando termistori in ogni avvolgimento del motore oppure relè termici individuali.
- Se i motori sono collegati in parallelo, *parametro 1-02 Fonte retroazione Flux motor* non può essere utilizzato e *parametro 1-01 Principio controllo motore* deve essere impostato su [0] U/f.

130BB838.12



10

A	L'installazione con cavi collegati a un punto comune come mostrato in A e B è consigliato solo per cavi corti.
B	Tenere presente la lunghezza del cavo motore massima specificata nel capitolo 6.10 Specifiche dei cavi.
C	La lunghezza del cavo motore totale specificata nel capitolo 6.10 Specifiche dei cavi è valida purché ciascuno dei cavi paralleli sia mantenuto a una lunghezza inferiore a 10 m. Vedere l'esempio 1.
D	Considerare la caduta di tensione attraverso i cavo motore. Vedere l'esempio 1.
E	Considerare la caduta di tensione attraverso i cavo motore. Vedere l'esempio 2.
F	La lunghezza del cavo motore totale specificata nel capitolo 6.10 Specifiche dei cavi è valida purché ciascuno dei cavi paralleli sia mantenuto a un valore inferiore a 10 m. Vedere l'esempio 2.

Disegno 10.12 Diversi collegamenti in parallelo di motori

11 Rete

11.1 Configurazioni di rete

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

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

Tabella 11.1 Sistemi di rete CA e caratteristiche EMC

11.2 Collegamenti dei morsetti di rete

Quando si effettuano i collegamenti di rete attenersi a quanto segue:

- Calibrare i cavi in funzione della corrente di ingresso del convertitore di frequenza. Per le dimensioni massime del filo, vedere capitolo 6.5 *Specifiche dipendenti dalla potenza*.
- Rispettare le norme nazionali e locali per le dimensioni dei cavi.

AVVISO!

CAVI DELL'ALIMENTAZIONE DI RETE MULTIPLI

Se si collega più di un set di morsetti di rete, usare lo stesso numero di cavi e cavi della stessa dimensione e lunghezza per ciascun set di morsetti. Per esempio, non usare un cavo su un morsetto di rete e 2 cavi su un altro morsetto di rete.

Sistemi a due moduli convertitore

La *Disegno 10.8* e la *Disegno 10.9* mostrano rispettivamente i collegamenti dei morsetti di rete per sistemi a due convertitori a 6 impulsi e a 12 impulsi.

- Se viene usato un modello di morsetto comune con un sistema a due convertitori a 6 impulsi, esiste un set di morsetti di rete.
- Non è possibile usare il modello di morsetto comune con collegamento della rete a 12 impulsi in sistemi a due moduli convertitore. I cavi dell'alimentazione di rete sono collegati direttamente ai morsetti di ingresso del convertitore.
- Sono presenti singoli morsetti del freno disponibili in ciascun modulo convertitore. Collegare lo stesso numero di cavi consigliati ai singoli morsetti del freno.

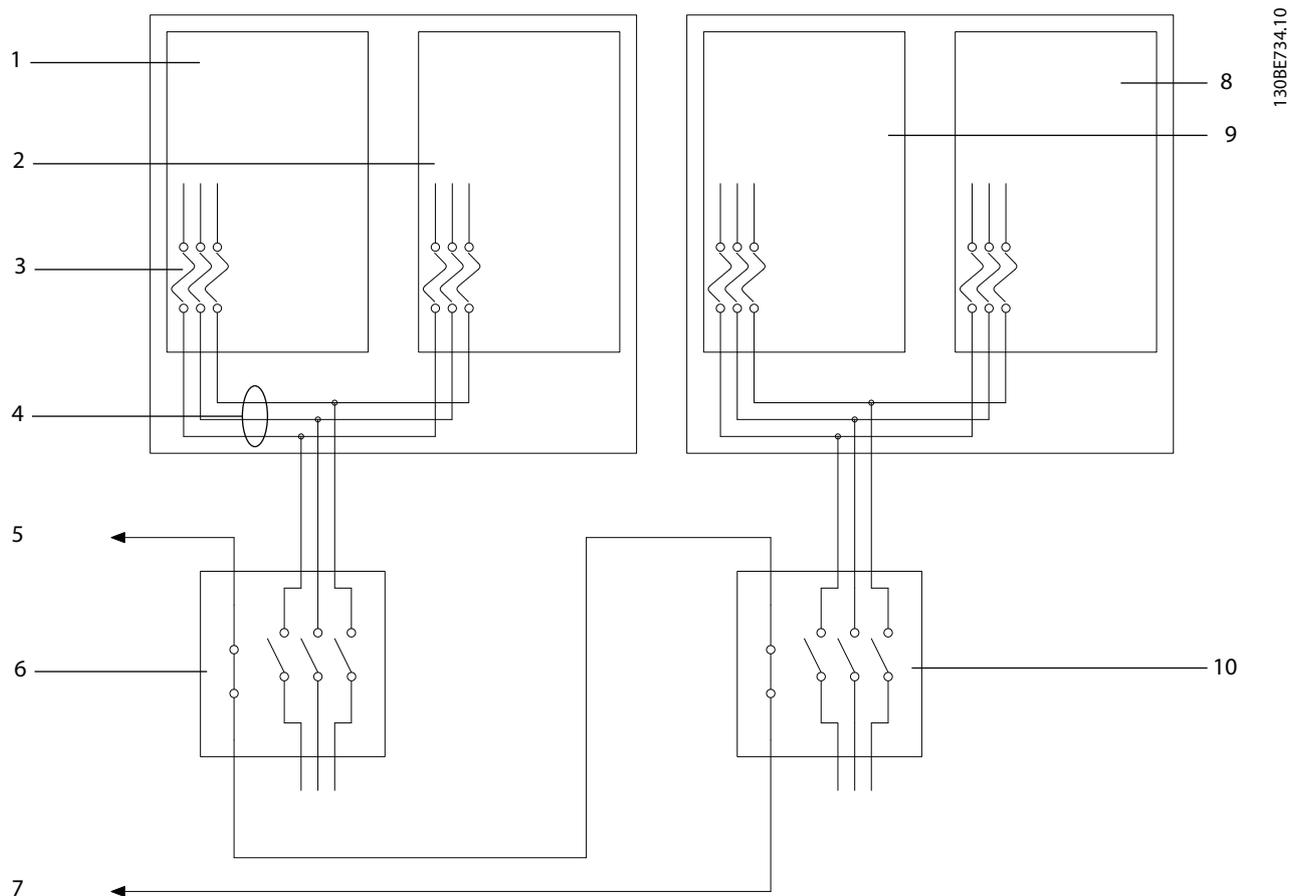
Sistemi a quattro moduli convertitore

La *Disegno 10.10* mostra i collegamenti dei morsetti di rete per sistemi a quattro convertitori. Se viene usato un modello di morsetto comune, esiste un set di morsetti di rete in ciascun armadio.

11.3 Configurazione di un sezionatore a 12 impulsi

Questa sezione descrive come usare un sezionatore nei sistemi convertitore a 12 impulsi. Quando si utilizzano sezionatori o contattori, assicurarsi di installare un interblocco. Vedere *Disegno 11.1*. Quando installati, i contattori e i sezionatori devono chiudersi per evitare che un set di raddrizzatori non funzioni.

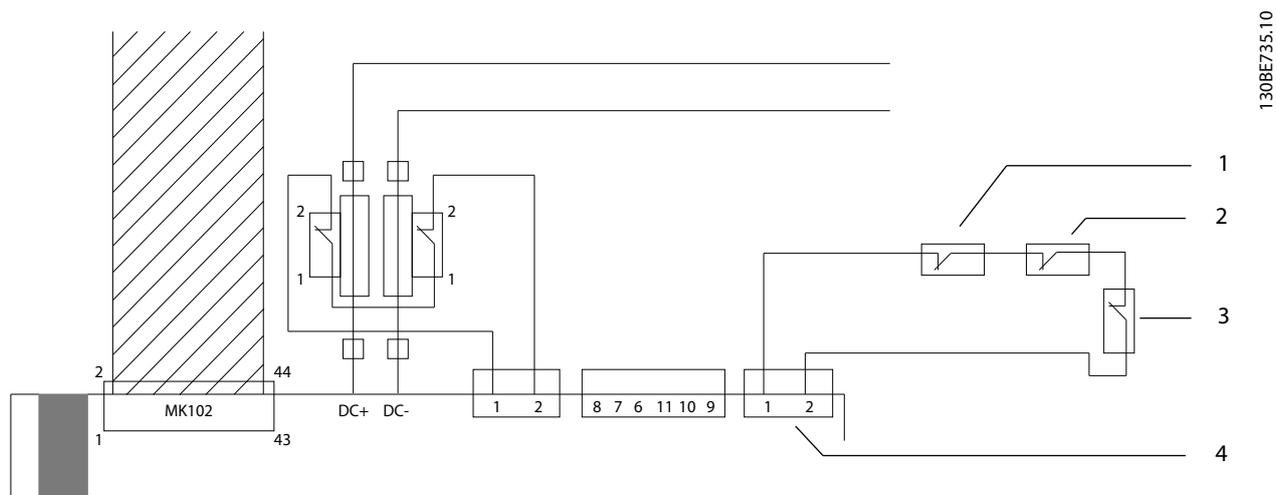
Utilizzare contatti ausiliari NC con i contattori e i sezionatori di rete. Collegare l'interblocco in serie con l'interruttore Klixon del freno. Se si è chiuso un solo contattore/sezionatore, l'LCP mostra l'errore *Guasto IGBT freno* e non consente al sistema convertitore di alimentare il motore. *Disegno 11.2* mostra un collegamento BRP con sezionatore a 12 impulsi e interblocco.



11

1	Modulo convertitore 1	6	Sezionatore 1
2	Modulo convertitore 2	7	Guasto freno
3	Fusibili supplementari	8	Modulo convertitore 3
4	Barre colletttrici di ingresso di rete	9	Modulo convertitore 4
5	Guasto freno	10	Sezionatore 2

Disegno 11.1 Collegamento di interblocco/sezionatore a 12 impulsi



1	Contatto ausiliario sezionatore 1	3	Interruttore Klixon
2	Contatto ausiliario sezionatore 2	4	Connettore BRF

Disegno 11.2 Collegamento BRF con interblocco/sezionatore a 12 impulsi

AVVISO!

Se l'opzione freno non è selezionata, è possibile bypassare l'interruttore Klixon.

AVVISO!

Danfoss non è responsabile dei guasti o malfunzionamenti nel sezionatore/contattore a commutazione.

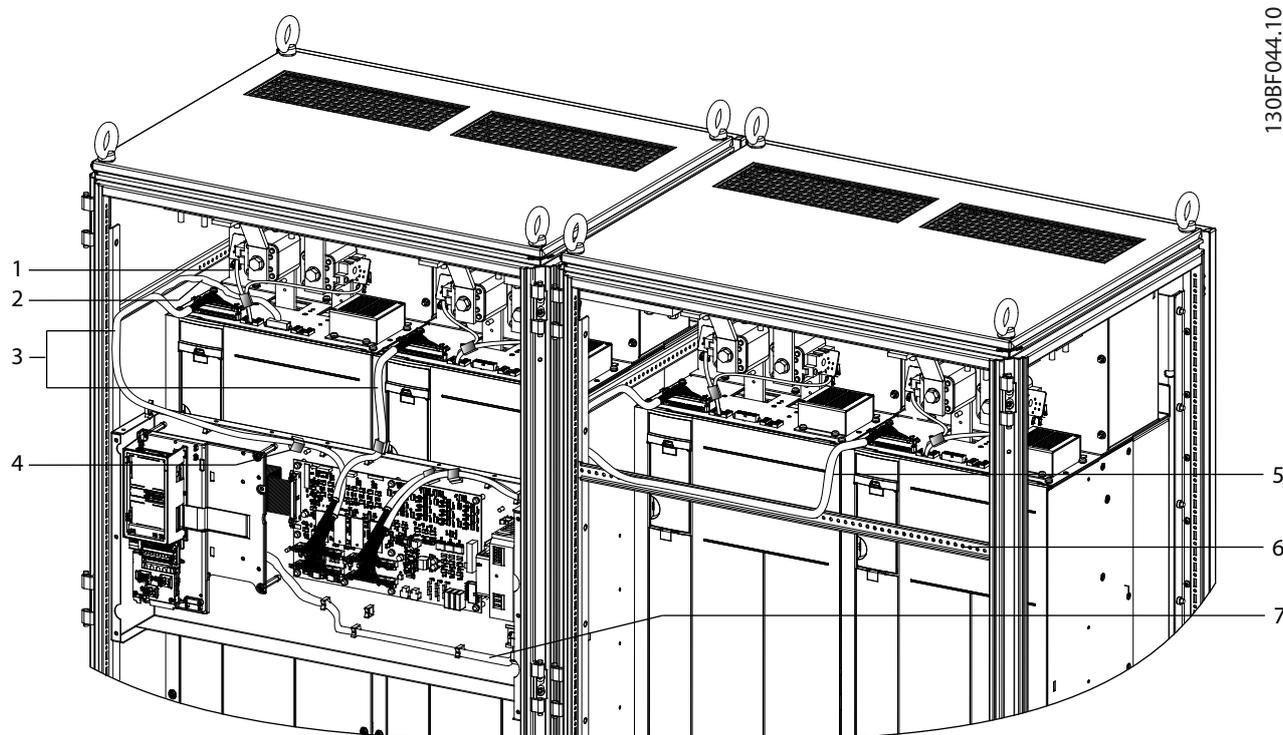
12 Cavi di controllo

12.1 Instradamento del cavo di comando

Percorso cavi

Instradare il cavo all'interno degli armadi del convertitore di frequenza come mostrato nella *Disegno 12.1*. L'instradamento dei fili per una configurazione a due convertitori è identico, ad eccezione del numero di moduli convertitore usati.

- Isolare i cavi di controllo dai componenti ad alta potenza nei moduli convertitore.
- Quando il modulo 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. Vedere *Disegno 12.2*.


12

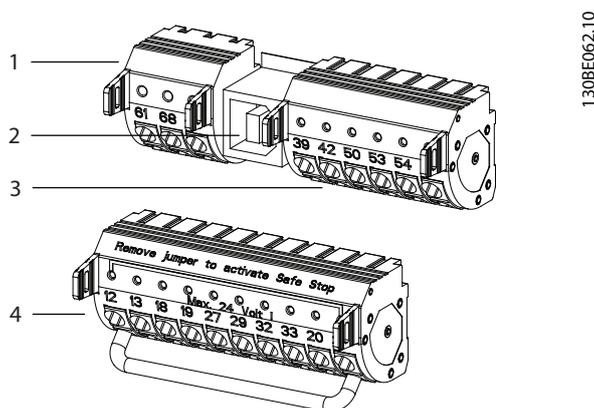
1	Cavo microinterruttore	5	Cavo a nastro a 44 poli dall'MDCIC al modulo convertitore 4
2	Cavo relè (mostrato collegato al morsetto nella parte superiore del modulo)	6	Staffa di supporto per il cavo a nastro
3	Cavo a nastro a 44 poli dall'MDCIC al modulo convertitore 1 e 2	7	Cavo relè (mostrato collegato al morsetto a relè nel rack di controllo)
4	Nucleo di ferrite	-	-

Disegno 12.1 Instradamento del cavo di comando per un sistema con quattro convertitori

12.2 Morsetti di controllo

12.2.1 Tipi di morsetti di controllo

Disegno 12.2 mostra i connettori removibili del convertitore di frequenza. Le funzioni dei morsetti e le relative impostazioni di fabbrica sono elencate in Tabella 12.1. Vedere Disegno 12.2 per la posizione dei morsetti di controllo all'interno dell'unità.



1	I morsetti (+)68 e (-)69 servono per un collegamento della comunicazione seriale RS485.
2	La porta USB è disponibile per l'uso con il Software di configurazione MCT 10.
3	Due ingressi analogici, una uscita analogica, tensione di alimentazione 10 V CC e conduttori comuni per gli ingressi e l'uscita.
4	Quattro morsetti di ingresso digitale programmabili, due morsetti digitali extra programmabili come ingresso o uscita, una tensione di alimentazione del morsetto 24 V CC e un conduttore comune per l'alimentazione opzionale a 24 V CC fornita dal cliente.

Disegno 12.2 Posizioni dei morsetti di controllo

Morsetto	Parametro	Impostazione di fabbrica	Descrizione
Ingressi/uscite digitali			
12, 13	-	+24 V CC	Ingressi digitali. Tensione di alimentazione a 24 V CC. La corrente di uscita massima è di 200 mA in totale per tutti i carichi da 24 V. Utilizzabile per ingressi digitali e trasduttori esterni.
18	Parametro 5-10 Ingr. digitale morsetto 18	[8] Avviamento	
19	Parametro 5-11 Ingr. digitale morsetto 19	[10] Inversione	
32	Parametro 5-14 Ingr. digitale morsetto 32	[0] Nessuna funzione	
33	Parametro 5-15 Ingr. digitale morsetto 33	[0] Nessuna funzione	
27	Parametro 5-12 Ingr. digitale morsetto 27	[2] Evol. libera neg.	Selezionabile per ingresso e uscita digitale. L'impostazione di fabbrica è ingresso.
29	Parametro 5-13 Ingr. digitale morsetto 29	[14] Marcia jog	
20	-	-	Comune per gli ingressi digitali e potenziale 0 V per l'alimentazione a 24 V.
37	-	Safe Torque Off (STO)	Ingresso di sicurezza (opzionale). Utilizzato per STO.
Ingressi/uscite analogici			
39	-	-	Comune per uscita analogica.

Morsetto	Parametro	Impostazione di fabbrica	Descrizione
Ingressi/uscite digitali			
42	<i>Parametro 6-50 Uscita morsetto 42</i>	Velocità 0 – limite alto	Uscita analogica programmabile. Il segnale analogico è 0–20 mA o 4–20 mA a un massimo di 500 Ω, tensione di alimentazione analogica 10 V CC. 15 mA massimi generalmente usati per il potenziometro o il termistore.
50	–	+10 V CC	
53	<i>Gruppo di parametri 6-1* Ingr. analog. 1</i>	Riferimento	Ingresso analogico. Selezionabile per tensione o corrente. Gli interruttori A53 e A54 permettono di selezionare mA o V.
54	<i>Gruppo di parametri 6-2* Ingr. analog. 2</i>	Retroazione	
55	–	–	Comune per l'ingresso analogico
Comunicazione seriale			
61	–	–	Filtro RC integrato per lo schermo del cavo. SOLTANTO per collegare lo schermo in caso di problemi EMC.
68 (+)	<i>Gruppo di parametri 8-3* Impostaz. porta FC</i>	–	Interfaccia RS485. Per la resistenza di terminazione è disponibile un interruttore sulla scheda di controllo.
69 (-)	<i>Gruppo di parametri 8-3* Impostaz. porta FC</i>	–	
Relè			
01, 02, 03	<i>Parametro 5-40 Funzione relè [0]</i>	[9] Allarme	Uscita a relè forma C. Utilizzabile per tensione CA o CC e carichi induttivi o resistivi.
04, 05, 06	<i>Parametro 5-40 Funzione relè [1]</i>	[5] In funzione	

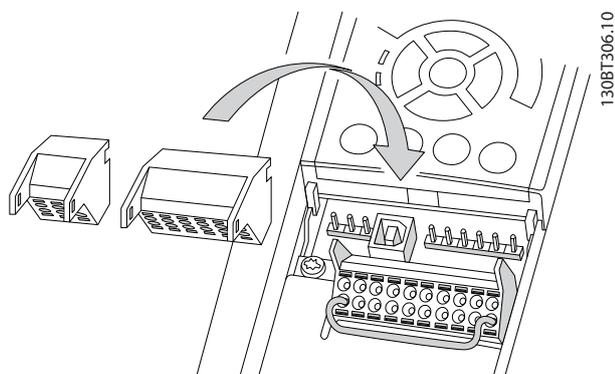
Tabella 12.1 Descrizione del morsetto

Morsetti supplementari:

- 2 uscite a relè di forma C. La posizione delle uscite dipende dalla configurazione del convertitore di frequenza.
- Morsetti sull'apparecchiatura opzionale integrata. Vedere il manuale in dotazione con l'apparecchiatura opzionale.

12.2.2 Collegamento ai morsetti di controllo

Le spine dei morsetti possono essere rimosse per facilitare l'accesso.



Disegno 12.3 Rimozione dei morsetti di controllo

12.2.3 Abilitazione del funzionamento motore

Tra il morsetto 12 (o 13) e il morsetto 27 è necessario eseguire un ponticello per il funzionamento del convertitore di frequenza utilizzando i valori di programmazione impostati in fabbrica.

- Il morsetto di ingresso digitale 27 è progettato per ricevere un comando di interblocco esterno a 24 V CC.
- Se non si utilizzano dispositivi di interblocco, eseguire un ponticello tra il morsetto di controllo 12 (consigliato) o 13 e il morsetto 27. Il ponticello fornisce un segnale interno a 24 V sul morsetto 27.
- Quando la riga di stato in fondo all'LCP riporta *AUTO REMOTE COAST*, significa che l'unità è pronta per funzionare, ma manca un segnale di ingresso sul morsetto 27.

- Quando al morsetto 27 è collegata un'apparecchiatura opzionale montata in fabbrica, non rimuovere il cablaggio.

12.2.4 Selezione dell'ingresso di tensione/corrente

I morsetti di rete analogici 53 e 54 consentono l'impostazione del segnale di ingresso su tensione (0–10 V) o corrente (0/4–20 mA). Vedere *Disegno 12.2* per la posizione dei morsetti di controllo all'interno del sistema convertitore.

Impostazioni parametri di fabbrica:

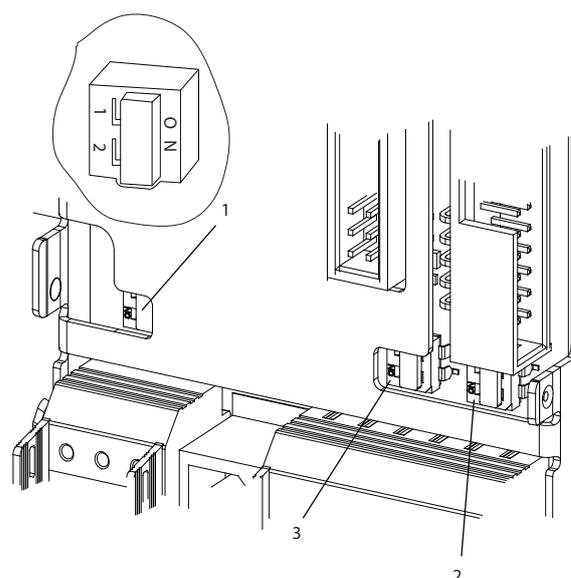
- Morsetto 53: segnale di riferimento velocità ad anello aperto (vedere *parametro 16-61 Mors. 53 impost. commut.*).
- Morsetto 54: segnale di retroazione ad anello chiuso (vedere *parametro 16-63 Mors. 54 impost. commut.*).

AVVISO!

RIMUOVERE L'ALIMENTAZIONE

Togliere l'alimentazione al convertitore di frequenza prima di cambiare le posizioni dell'interruttore.

1. Rimuovere l'LCP (vedere *Disegno 12.4*).
2. Rimuovere qualsiasi apparecchiatura opzionale che copra gli interruttori.
3. Impostare gli interruttori A53 e A54 per selezionare il tipo di segnale. U seleziona la tensione, I seleziona la corrente.



130BE063.10

1	Interruttore di terminazione bus
2	Interruttore A54
3	Interruttore A53

Disegno 12.4 Posizioni dell'interruttore di terminazione bus e degli interruttori A53 e A54

12.2.5 Comunicazione seriale RS485

Insieme al sistema convertitore può essere usato un bus di campo RS485. Fino a 32 nodi possono essere collegati a 1 segmento di rete come bus, tramite cavi di derivazione oppure tramite linee di discesa da una linea dorsale comune. Possono essere usati ripetitori per separare i segmenti della rete. Ciascun ripetitore funziona come un nodo all'interno del segmento nel quale è installato. Ogni nodo collegato all'interno di una data rete deve avere un indirizzo nodo unico attraverso tutti i segmenti.

- Collegare i cavi della comunicazione seriale RS485 ai morsetti (+)68 e (-)69.
- Terminare ciascun segmento su entrambe le estremità utilizzando l'interruttore di terminazione (terminazione bus on/off, vedere *Disegno 12.4*) sul modulo convertitore oppure un resistore di terminazione di rete polarizzato.
- Collegare a terra un'ampia superficie dello schermo, per esempio mediante un pressacavo o un passacavo conduttivo.
- Mantenere lo stesso potenziale di terra nell'intera rete applicando cavi di equalizzazione.
- Impedire un disadattamento d'impedenza usando lo stesso tipo di cavo nell'intera rete.

Cavo	Doppino intrecciato schermato (STP)
Impedenza	120 Ω
Lunghezza massima del cavo	
Da stazione a stazione [m]	500 (1640)
Totale incluse le diramazioni [m]	1200 (3937)

Tabella 12.2 Informazioni sul cavo

12.3 Uscita a relè

Il morsetto a relè si trova sulla piastra superiore del modulo convertitore. Collegare il morsetto a relè del modulo convertitore 1 (il modulo convertitore all'estrema sinistra) alle morsettiere sul rack di controllo utilizzando un cablaggio esteso.

AVVISO!

Per riferimento, i moduli convertitore sono numerati da sinistra a destra.

Relè 1

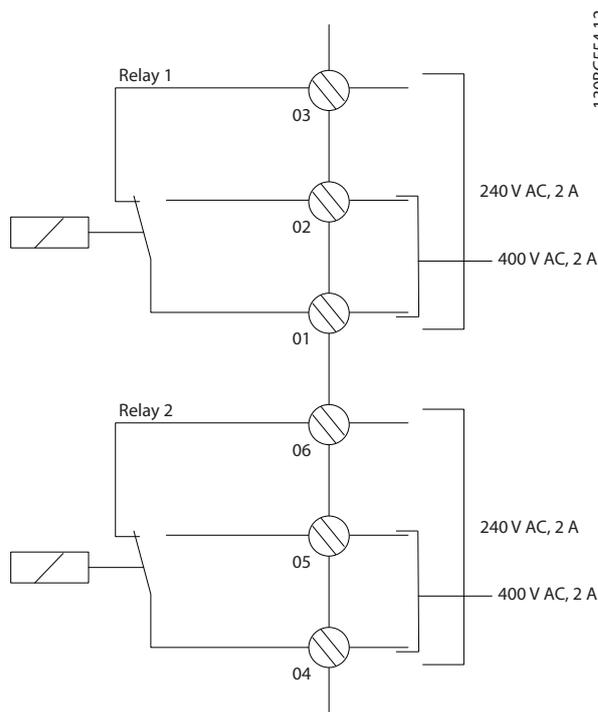
- Morsetto 01: Comune
- Morsetto 02: normalmente aperto 400 V CA
- Morsetto 03: normalmente chiuso 240 V CA

Relè 2

- Morsetto 04: Comune
- Morsetto 05: normalmente aperto 400 V CA
- Morsetto 06: normalmente chiuso 240 V CA

Il relè 1 e il relè 2 sono programmati in *parametro 5-40 Funzione relè*, *parametro 5-41 Ritardo attiv. relè* e *parametro 5-42 Ritardo disatt. relè*.

Usare il modulo opzionale VLT® Relay Card MCB 105 per uscite a relè supplementari.



Disegno 12.5 Uscite a relè supplementari

130BC554.12

13 Frenata

13.1 Tipi di frenata

Il convertitore di frequenza utilizza tre tipi di frenata:

- Freno di stazionamento meccanico
- Freno dinamico
- Controllo del freno meccanico

Freno di stazionamento meccanico

Il freno di stazionamento meccanico è un dispositivo esterno montato direttamente sull'albero motore che effettua la frenata statica. La frenata statica avviene quando un freno viene utilizzato per bloccare il motore dopo che il carico è stato arrestato. Il freno di stazionamento è controllato da un PLC oppure direttamente da un'uscita digitale dal convertitore di frequenza.

AVVISO!

Un convertitore di frequenza non può assicurare un controllo sicuro di un freno meccanico. È necessario includere nell'impianto un circuito di ridondanza per il controllo del freno.

Freno dinamico

La frenatura dinamica avviene all'interno del convertitore di frequenza ed è utilizzata per rallentare il motore fino all'arresto finale. Per applicare la frenatura dinamica adottare i metodi specificati di seguito:

- Freno reostatico: Un IGBT freno mantiene la sovratensione sotto una determinata soglia deviando l'energia del freno dal motore alla resistenza freno collegata.
- Freno CA: L'energia frenante è distribuita nel motore cambiando le condizioni di perdita nel motore. La funzione freno CA non può essere usata in applicazioni con un'elevata frequenza di fermate e ripartenze, poiché ciò surriscalda il motore.
- Freno CC: Una corrente CC sovrarmata aggiunta alla corrente CA funge da freno rallentatore a correnti parassite.

Controllo del freno meccanico

Nelle applicazioni di sollevamento è necessario controllare il freno elettromeccanico. A questo scopo, occorrono un'uscita a relè (relè 1 o relè 2) oppure un'uscita digitale programmata (morsetto 27 o 29). Di norma, questa uscita va tenuta chiusa per tutto il tempo che il convertitore di frequenza non è in grado di trattenere il motore.

Se il convertitore di frequenza si trova in una condizione di allarme, ad esempio in una situazione di sovratensione, il freno meccanico si inserisce immediatamente. Il freno meccanico si inserisce anche durante il Safe Torque Off.

AVVISO!

Nelle applicazioni di sollevamento verticale o di sollevamento in generale, si consiglia vivamente di assicurarsi che il carico possa essere arrestato in caso di emergenza o di malfunzionamento. Se il convertitore di frequenza si trova in modalità di allarme o in una situazione di sovratensione, il freno meccanico si inserisce.

13.2 Resistenza di frenatura

13.2.1 Scelta della Resistenza di frenatura

Per gestire una richiesta superiore della frenatura rigenerativa, è necessaria una resistenza di frenatura. L'utilizzo di una resistenza di frenatura garantisce che l'energia venga assorbita dalla resistenza freno e non dal convertitore di frequenza. Per maggiori informazioni vedere la *Guida alla Progettazione 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 è un'indicazione del duty cycle a cui lavora la resistenza. *Disegno 13.1* illustra un tipico ciclo di frenatura.

AVVISO!

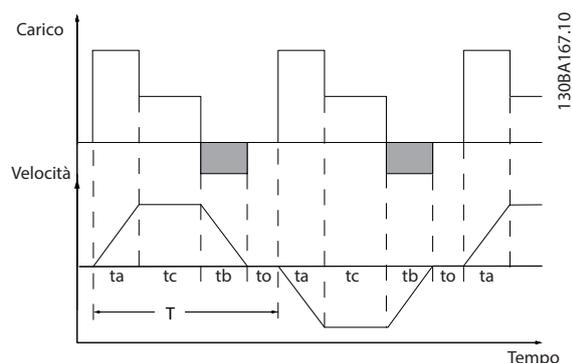
I fornitori di motori usano spesso il valore S5 per definire il carico consentito, che è un'espressione del duty cycle intermittente.

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

$$\text{Duty cycle} = t_b / T$$

T = tempo di ciclo in s

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


Disegno 13.1 Ciclo di frenata tipico

Livelli di potenza di frenatura

Al VLT® Parallel Drive Modules si applicano i livelli di potenza di frenatura seguenti.

Taglia di potenza kW (cv)	Tempo di ciclo (s)	Duty cycle di frenatura al 100% della coppia	Duty cycle di frenatura in caso di sovraccoppia (150%)
VLT® HVAC Drive FC 102 e VLT® AQUA Drive FC 202 (380–480 V)			
315 (450)	600	Continuo	10%
355–1000 (500–1350)	600	40%	10%
VLT® HVAC Drive FC 102 e VLT® AQUA Drive FC 202 (525–690 V)			
315–355 (450–500)	600	Continuo	10%
400–1200 (400–1350)	600	40%	10%
VLT® AutomationDrive FC 302 (380–480 V)			
250 (350)	600	Continuo	10%
315–800 (450–1200)	600	40%	10%
VLT® AutomationDrive FC 302 (525–690 V)			
250–315 (300–350)	600	Continuo	10%
355–1000 (450–1150)	600	40%	10%

Tabella 13.1 Ciclo di frenatura per moduli convertitore in parallelo

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.

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 determinato duty cycle intermittente. La resistenza di frenatura viene calcolata:

$$R_{br} [\Omega] = \frac{U_{dc}^2}{P_{peak}}$$

in cui

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

La resistenza di frenatura dipende dalla tensione del collegamento CC (U_{dc}).

Tensione	Freno attivo	Avviso prima del disinserimento	Disinse- rimento (scatto)
380–480 V	769 V	810 V	820 V
525–690 V	1084 V	1109 V	1130 V

Tabella 13.2 Limiti di freno per VLT® HVAC Drive FC 102 e VLT® AQUA Drive FC 202 Parallel Drive Modules

Tensione	Freno attivo	Avviso prima del disinserimento	Disinse- rimento (scatto)
380–500 V	795 V	828 V	855 V
525–690 V	1084 V	1109 V	1130 V

Tabella 13.3 Limiti di freno per VLT® AutomationDrive FC 302 Parallel Drive Modules

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 1130 V, a meno che non vengano usate resistenze di frenatura Danfoss.

Danfoss raccomanda la resistenza di frenatura R_{rec} . Usando la formula R_{rec} si ha la certezza che il convertitore di frequenza sia in grado di frenare alla potenza di frenatura massima ($M_{br(\%)}$) del 160%). La formula può essere espressa come:

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

η_{motor} è tipicamente 0,90

η_{VLT} è tipicamente 0,98

Nel caso di convertitori di frequenza a 480 V, 500 V e 600 V, R_{rec} alla potenza di frenatura al 160% è espresso come:

$$500V : R_{rec} = \frac{464923}{P_{motor}} [\Omega]$$

$$600V : R_{rec} = \frac{630137}{P_{motor}} [\Omega]$$

$$690V : R_{rec} = \frac{832664}{P_{motor}} [\Omega]$$

AVVISO!

Non selezionare una resistenza del circuito di frenatura superiore a quanto consigliato da Danfoss. Una resistenza di frenatura per chopper di frenatura.

AVVISO!

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

AVVISO!**RISCHIO DI INCENDIO**

Le resistenze di frenatura possono surriscaldarsi durante/dopo la frenatura e devono essere posizionate in un ambiente sicuro onde evitare il rischio di incendio.

13.2.2 Controllo con funzione freno

Il freno è protetto contro i cortocircuiti della resistenza di frenatura e il transistor di frenatura viene controllato per

rilevarne eventuali cortocircuiti. Può essere impiegata un'uscita relè/digitale per proteggere la resistenza di frenatura dal sovraccarico generando un guasto nel convertitore di frequenza.

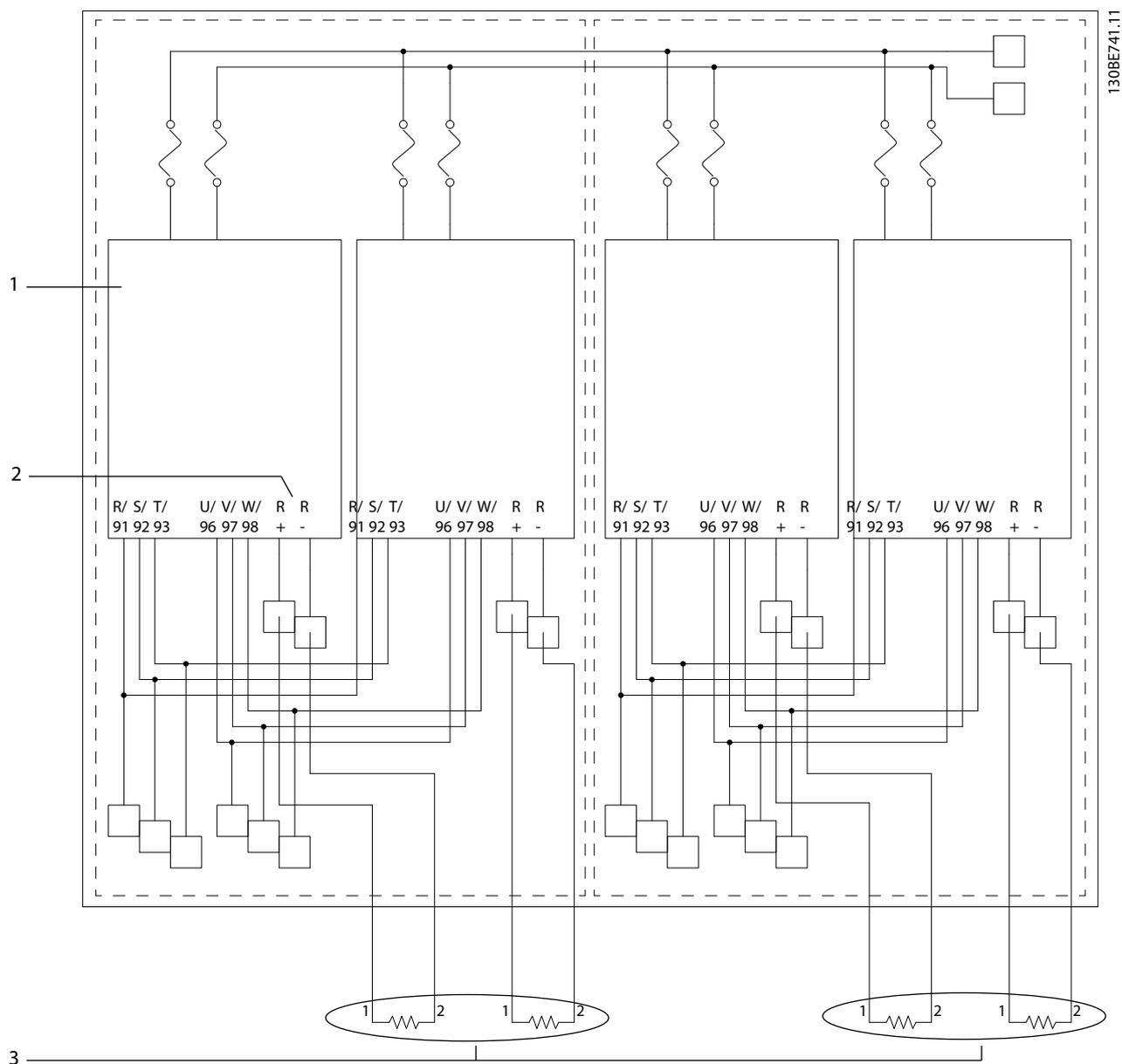
Inoltre, il freno consente di visualizzare la potenza istantanea e la potenza media degli ultimi 120 secondi. Il freno può anche monitorare la potenza a recupero di energia e assicurare che non superi il limite programmabile selezionato nell'LCP.

AVVISO!

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

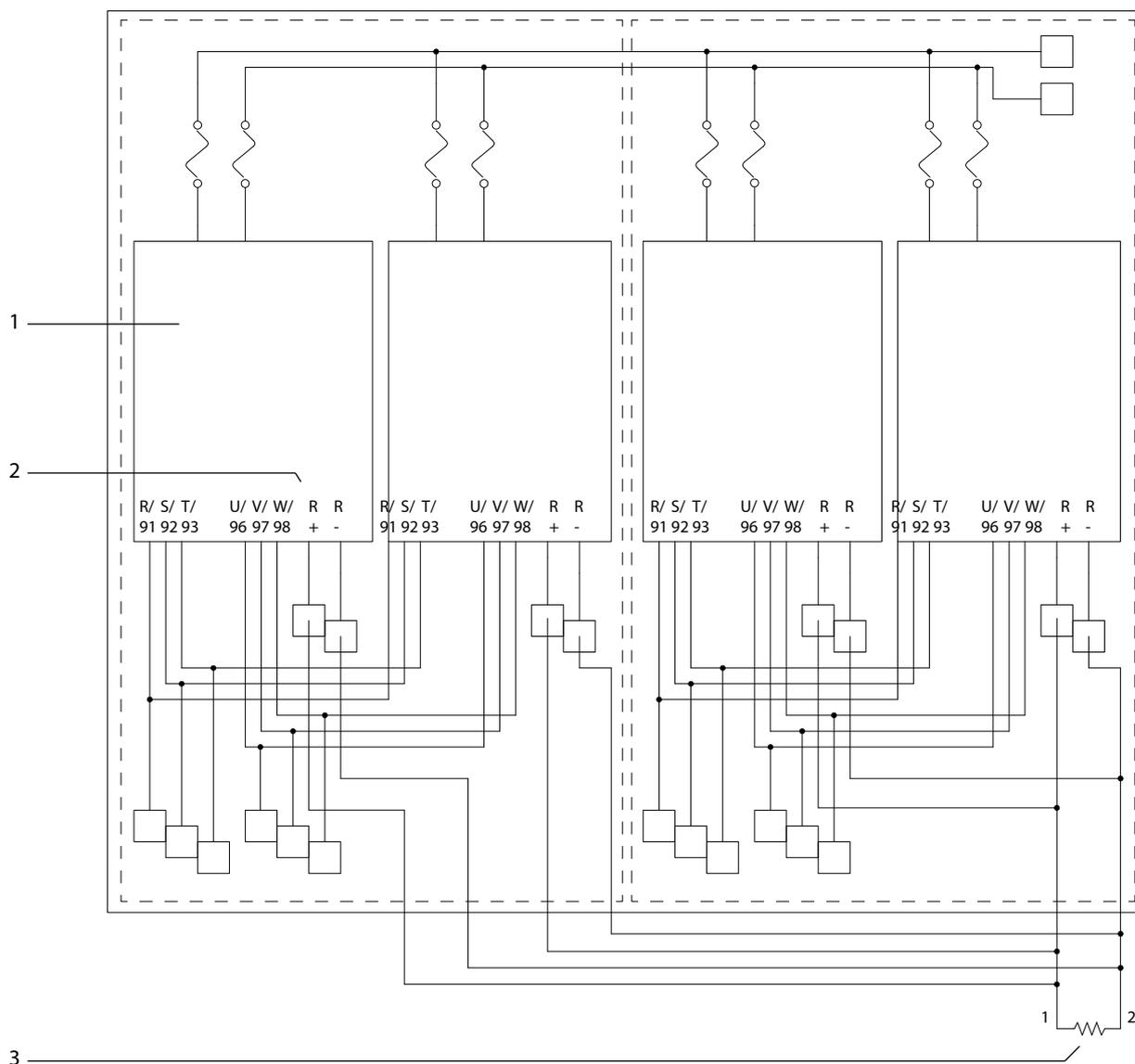
Il controllo sovratensione (OVC) può essere selezionato come funzione freno alternativa. Questa funzione è attiva per tutte le unità e garantisce che, se la tensione del collegamento CC aumenta, anche la frequenza di uscita aumenta per limitare la tensione dal collegamento CC, evitando in questo modo uno scatto.

13.2.3 Collegamento alla resistenza di frenatura



13

Disegno 13.2 Collegamento della singola resistenza di frenatura a ciascun modulo convertitore



130BE737.11

1	Modulo convertitore	3	Resistenza di frenatura comune
2	Morsetti freno	-	-

13

Disegno 13.3 Collegamento della resistenza di frenatura comune a ciascun modulo convertitore

14 Regolatori

14.1 Panoramica del controllo di coppia e di velocità

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

Controllo di velocità

Esistono due tipi di controllo di velocità:

- L'anello aperto non richiede alcuna retroazione dal motore (sensorless).
- Il PID ad anello chiuso richiede una retroazione di velocità a 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 seleziona l'ingresso da utilizzare come retroazione PID di velocità nel *parametro 7-00 Fonte retroazione PID di velocità*.

Controllo di coppia

La funzione di controllo di coppia è utilizzata nelle applicazioni in cui la coppia sull'albero di trasmissione del motore controlla l'applicazione come regolazione di tensione. Il controllo di coppia viene selezionato nel *parametro 1-00 Modo configurazione* o in [4] *Coppia anello aperto* oppure in [2] *Coppia*. L'impostazione della coppia avviene mediante un riferimento analogico, digitale o controllato da bus. Il fattore limite velocità massima è impostato nel *parametro 4-21 Speed Limit Factor Source*. Durante l'esecuzione del controllo di coppia Danfoss consiglia di eseguire una procedura AMA completa, poiché i dati motore corretti sono essenziali per ottenere prestazioni ottimali.

- L'anello chiuso in modalità Flux con retroazione encoder offre prestazioni superiori in tutti e quattro i quadranti e a tutte le velocità del motore.
- Anello aperto nella modalità VVC⁺. La funzione viene utilizzata 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 dalla misurazione di corrente

all'interno del convertitore di frequenza. Vedere *capitolo 17 Esempi applicativi*.

Riferimento di velocità / coppia

Il riferimento a questi controlli può essere sia un riferimento singolo che la somma di vari riferimenti che comprendono riferimenti relativamente messi in scala. Per ulteriori informazioni sulla gestione dei riferimenti vedere *capitolo 15 Gestione di riferimenti*.

14.2 Principio di regolazione

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

Il motore viene alimentato con tensione/corrente e frequenza variabili, consentendo un controllo a velocità infinitamente variabile di motori CA trifase standard e di motori sincroni a magneti permanenti.

I morsetti di controllo assicurano la retroazione dei cavi, il riferimento e altri segnali di ingresso a quanto segue:

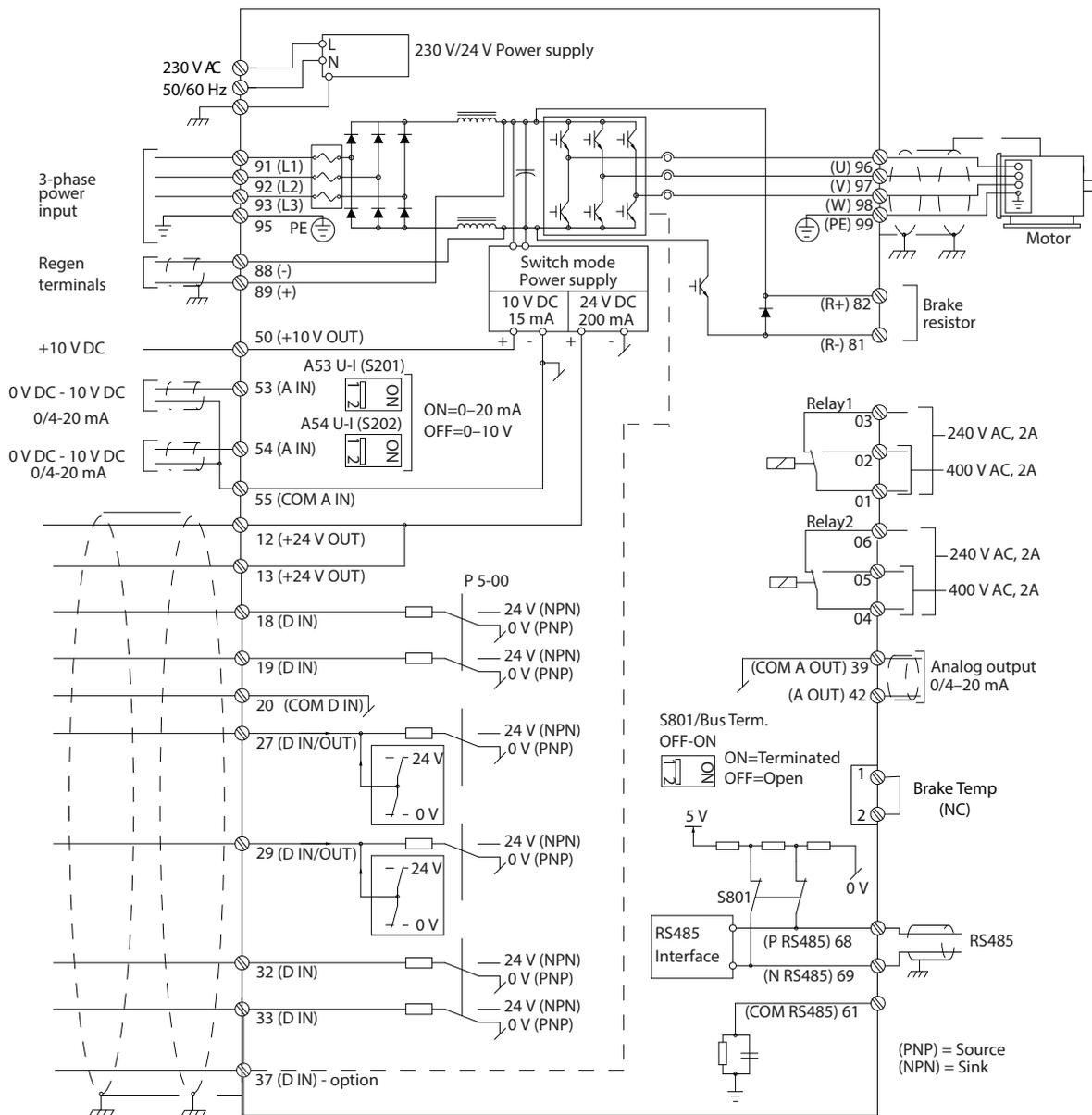
- Convertitore di frequenza
- Uscita dello stato e delle condizioni di guasto del convertitore di frequenza
- Relè che fanno funzionare le apparecchiature ausiliarie
- Interfaccia di comunicazione seriale

I morsetti di controllo sono programmabili per varie funzioni selezionando le opzioni dei parametri descritte nei menu principale o rapido. La maggior parte dei cavi di controllo viene fornita dal cliente a meno che non siano stati ordinati in fabbrica. È inoltre fornita un'alimentazione a 24 V CC per gli ingressi e le uscite di controllo del convertitore di frequenza.

Tabella 14.1 descrive le funzioni dei morsetti di controllo. Molti di questi morsetti hanno molteplici funzioni, determinate dalle impostazioni parametri. Alcune opzioni mettono a disposizione più morsetti. Vedere *capitolo 10.5 Collegamenti dei morsetti del motore* per le posizioni dei morsetti.

Numero morsetto	Funzione
01, 02, 03 e 04, 05, 06	Due relè di uscita di forma C. Massimo 240 V CA, 2 A. Minimo 24 V CC, 10 mA oppure 24 V CA, 100 mA. Possono essere usati per indicare lo stato e gli avvisi. Fisicamente sulla scheda di potenza.
12, 13	Alimentazione a 24 V CC per ingressi digitali e per trasduttori esterni. La corrente di uscita massima è pari a 200 mA.
18, 19, 27, 29, 32, 33	Ingressi digitali per controllare il convertitore di frequenza. R=2 kΩ. Meno di 5 V = 0 logico (aperto). Superiore a 10 V=1 logico (chiuso). I morsetti 27 e 29 sono programmabili come uscite digitali/impulsi.
20	Comune per gli ingressi digitali.
37	Ingresso di 0-24 V CC per arresto di sicurezza (alcune unità).
39	Comune per le uscite analogiche e digitali.
42	Uscite analogiche e digitali per indicare valori come la frequenza, il riferimento, la corrente e la coppia. Il segnale analogico è 0/4 a 20 mA, al massimo di 500 Ω. Il segnale digitale è 24 V CC a un minimo di 500 Ω.
50	10 V CC, al massimo 15 mA di tensione di alimentazione analogica per un potenziometro o un termistore.
53, 54	Selezionabile per ingresso di tensione 0-10 V CC, R=10 kΩ oppure per segnali analogici da 0/4 a 20 mA a un massimo di 200 Ω. Utilizzato per riferimento o per segnali di retroazione. Qui è possibile collegare un termistore.
55	Comune per morsetti 53 e 54
61	Comune RS485.
68, 69	Interfaccia RS485 e comunicazione seriale.

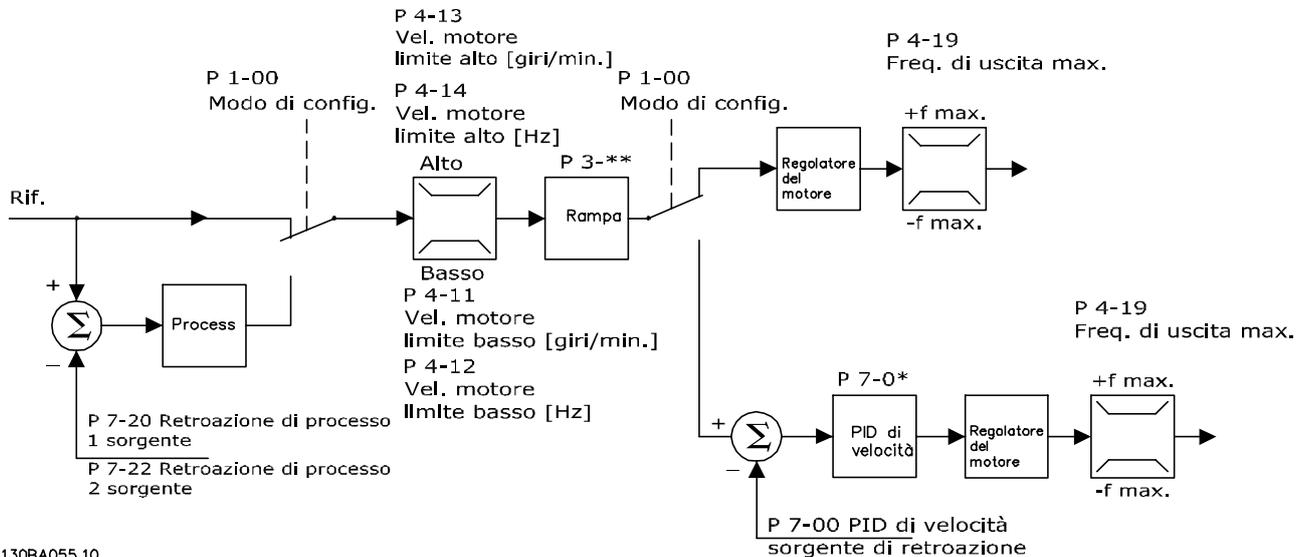
Tabella 14.1 Funzioni di controllo dei morsetti (senza apparecchiatura opzionale)



130BE752.10

14

Disegno 14.1 Schema di cablaggio

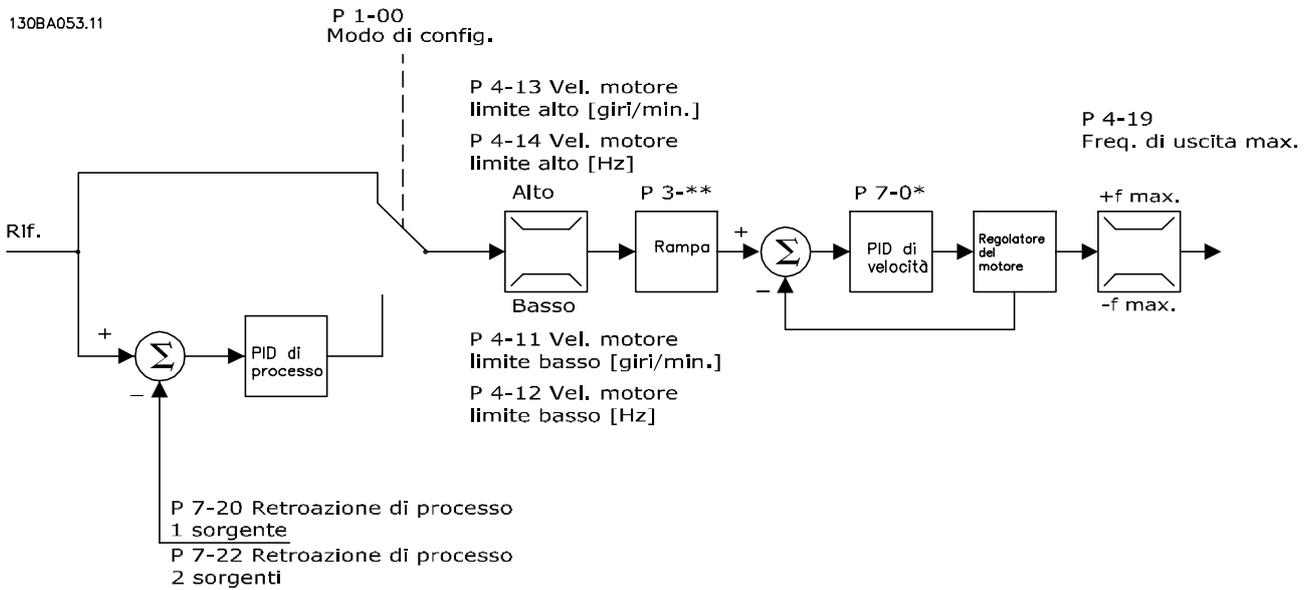
14.3 Struttura di controllo nel controllo vettoriale avanzato VVC⁺Disegno 14.2 Struttura di controllo nelle configurazioni ad anello chiuso e ad anello aperto VVC⁺

Nella Disegno 14.2 il parametro 1-01 Principio controllo motore è impostato su [1] VVC⁺ e il parametro 1-00 Modo configurazione è impostato su [0] Anello aperto vel. 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.

Se il parametro 1-00 Modo configurazione 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.

Per usare il PID controllo di processo per il controllo ad anello chiuso di velocità o pressione nell'applicazione interessata, ad esempio, selezionare [3] Processo nel parametro 1-00 Modo configurazione. I parametri PID di processo si trovano nel gruppo di parametri 7-2* Retroaz. reg. proc. e nel gruppo di parametri 7-3* Reg. PID di proc.

14.4 Struttura di controllo nel controllo vettoriale a orientamento di campo



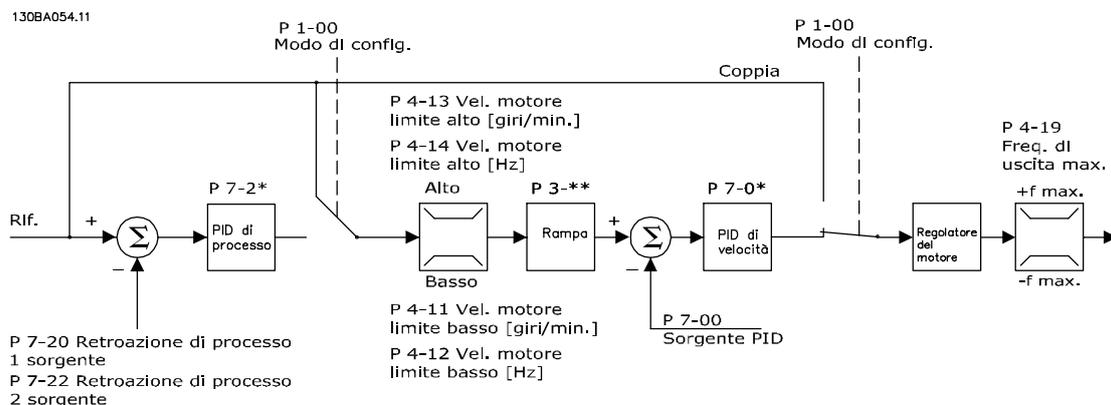
Disegno 14.3 Struttura di controllo nelle configurazioni con controllo vettoriale a orientamento di campo ad anello chiuso e ad anello aperto

Nella Disegno 14.3 il parametro 1-01 Principio controllo motore è impostato su [2] Controllo vettoriale a orientamento di campo e il parametro 1-00 Modo configurazione è impostato su [0] Anello aperto vel. Il riferimento risultante dal sistema di gestione dei riferimenti è alimentato attraverso le limitazioni di rampa e di velocità come definito dalle impostazioni parametri indicate.

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

Per usare il PID controllo di processo per il controllo di velocità o pressione nell'applicazione interessata, ad esempio, selezionare [3] Processo nel parametro 1-00 Modo configurazione. I parametri del PID di processo si trovano nel gruppo di parametri 7-2* Retroaz. reg. proc. e nel gruppo di parametri 7-3* Reg. PID di proc.

14.5 Struttura di controllo nel controllo vettoriale con retroazione del motore



Disegno 14.4 Struttura di controllo nel controllo vettoriale con retroazione del motore (disponibile soltanto nel VLT® AutomationDrive FC 302)

Nella Disegno 14.4 il parametro 1-01 Principio controllo motore è impostato su [3] Flux con retr. motore e il

parametro 1-00 Modo configurazione è impostato su [1] Velocità anello chiuso.

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

Per usare il riferimento risultante come ingresso per il regolatore di velocità PID selezionare [1] *Velocità anello chiuso* nel *parametro 1-00 Modo configurazione*. I parametri del regolatore di velocità PID si trovano nel *gruppo di parametri 7-0* Contr. vel. PID*.

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

Per usare il PID controllo di processo per il controllo ad anello chiuso della velocità o una variabile di processo nell'applicazione interessata, ad esempio, selezionare [3] *Processo* nel *parametro 1-00 Modo configurazione*.

14.6 Regolatore di corrente interno in VVC+

Il convertitore di frequenza dispone di un regolatore limitazione di corrente integrato che si attiva quando la corrente del motore, e quindi i valori di coppia, superano i limiti di coppia impostati in *parametro 4-16 Lim. di coppia in modo motore*, *parametro 4-17 Lim. di coppia in modo generatore*, e *parametro 4-18 Limite di corrente*.

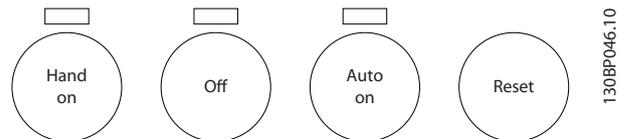
Quando il convertitore di frequenza si trova al limite di corrente durante il funzionamento del motore o durante il funzionamento rigenerativo, questo tenta di scendere il più rapidamente possibile sotto i limiti di coppia preimpostati senza perdere il controllo del motore.

14.7 Controllo remoto e locale

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

È possibile gestire il convertitore di frequenza manualmente tramite l'LCP oppure da remoto tramite gli ingressi digitali e analogici e il bus di campo. Se è consentito nel *parametro 0-40 Tasto [Hand on] sull'LCP*, *parametro 0-41 Tasto [Off] sull'LCP*, *parametro 0-42 Tasto [Auto on] sull'LCP* e *parametro 0-43 Tasto [Reset] sull'LCP*, è possibile avviare e arrestare il convertitore di frequenza tramite l'LCP utilizzando i tasti [Hand On] e [Off]. Premere [Reset] per ripristinare gli allarmi. Dopo aver premuto [Hand On] il convertitore di frequenza passa alla modalità Hand-on e segue (di default) il riferimento locale che può essere impostato utilizzando i tasti freccia sull'LCP.

Dopo aver premuto [Auto On] il convertitore di frequenza passa alla modalità Auto-on e segue (di default) il riferimento remoto. In questa modalità è possibile controllare il convertitore di frequenza tramite gli ingressi digitali e varie interfacce seriali (RS485, USB o un bus di campo opzionale). Per informazioni su avvio, arresto, modifica delle rampe e programmazione parametri vedere il *gruppo di parametri 5-1* Ingressi digitali* oppure il *gruppo di parametri 8-5* Digitale/Bus*.



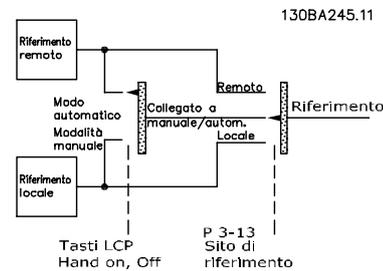
Disegno 14.5 Tasti di comando LCP

Riferimento attivo e modalità di configurazione

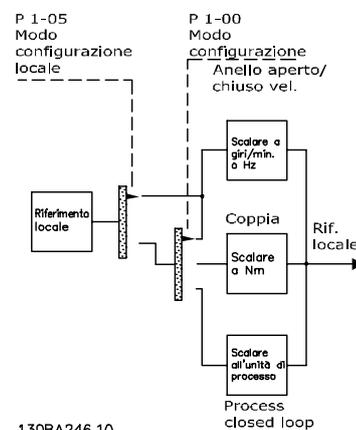
La tabella mostra in quali condizioni è attivo il riferimento locale o il riferimento remoto.

Nel *parametro 3-13 Sito di riferimento* è possibile selezionare in modo permanente il riferimento locale selezionando [2] *Locale*.

Per selezionare in modo permanente il riferimento remoto, selezionare [1] *Remoto*. Selezionando [0] *Collegato Man./Auto* (default) la posizione riferimento dipende da quale modalità è attiva: Hand-on o Auto-on.



Disegno 14.6 Riferimento attivo



Disegno 14.7 Modalità di configurazione

[Hand On]	Parametro 3-13 Sito di riferimento	Riferimento attivo
Hand	Collegato Man./Auto	Locale
Hand⇒Off	Collegato Man./Auto	Locale
Auto	Collegato Man./Auto	Remoto
Auto⇒Off	Collegato Man./Auto	Remoto
Tutti i tasti	Locale	Locale
Tutti i tasti	Remoto	Remoto

Tabella 14.2 Condizioni per l'attivazione Riferimento remoto o locale.

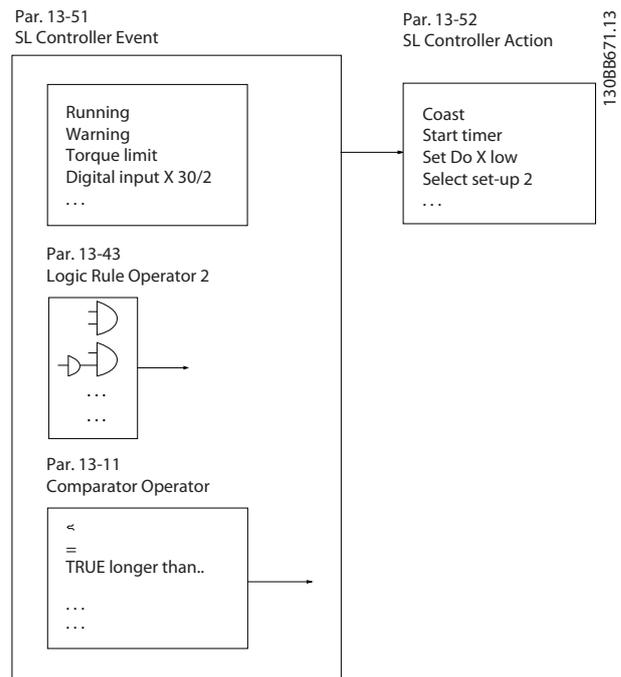
Parametro 1-00 Modo configurazione determina quale principio di regolazione dell'applicazione (ad esempio velocità, coppia, o controllo di processo) venga usato quando è attivo il riferimento remoto.

Parametro 1-05 Configurazione modo locale determina il tipo di principio di regolazione dell'applicazione usato quando è attivo il riferimento locale. Uno dei due è sempre attivo, ma non possono essere entrambi attivi contemporaneamente.

14.8 Controllore smart logic

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

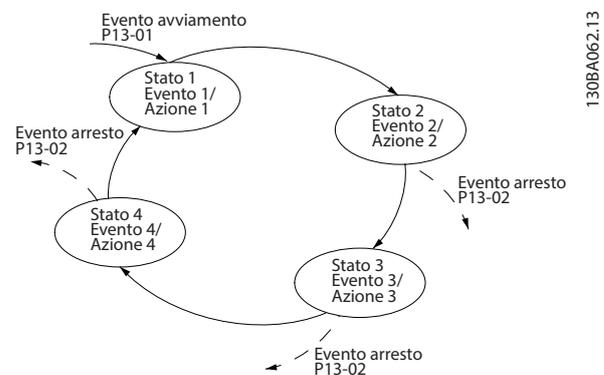
La condizione per un evento può essere un particolare stato oppure quando l'uscita generata da una regola logica o da un comparatore di operandi diventa TRUE. Tale condizione dà luogo a un'azione associata come mostrato nella Disegno 14.8.



Disegno 14.8 Stato attuale del controllo/Evento ed azione

Tutti gli eventi e le azioni sono numerati e collegati fra loro formando delle coppie (stati). Ad esempio, quando [0] evento è soddisfatto (raggiunge il valore TRUE) viene eseguito [0] azione. In seguito, le condizioni di [1] evento vengono valutate e, se sono valutate come TRUE, viene eseguito [1] azione, e così via. Verrà valutato un solo evento alla volta. Se un evento viene valutato come FALSE, durante l'intervallo di scansione corrente non succede nulla nell'SLC e non vengono valutati altri eventi. Quando inizia, l'SLC valuta soltanto [0] evento a ciascun intervallo di scansione. Soltanto se [0] evento viene valutato come TRUE l'SLC esegue [0] azione e inizia a valutare [1] evento. È possibile programmare 1–20 eventi e azioni.

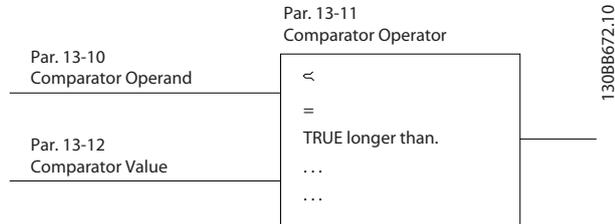
Una volta eseguito l'ultimo evento/azione, la sequenza inizia da capo con [0] evento/ [0] azione. Disegno 14.9 mostra un esempio con tre eventi / azioni:



Disegno 14.9 Esempio del controllo di corrente interno

Comparatori

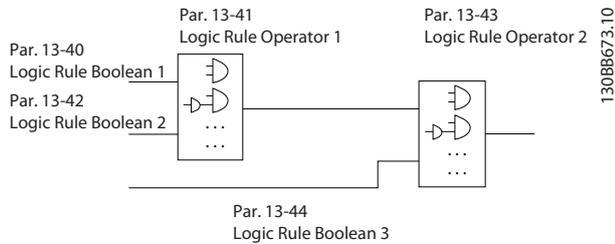
I comparatori vengono utilizzati per confrontare variabili continue (frequenza di uscita, corrente di uscita e ingresso analogico) con valori fissi preimpostati.



Disegno 14.10 Comparatori

Regole logiche

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



Disegno 14.11 Regole logiche

Esempio applicativo

FC	Parametri	
	Funzione	Impostazione
+24 V 12		
+24 V 13		
D IN 18	Parametro 4-30 F unzione di perdita retroazione motore	[1] Avviso
D IN 19		
COM 20		
D IN 27		
D IN 29	Parametro 4-31 E rrore di velocità retroazione motore	100 giri/min.
D IN 32		
D IN 33	Parametro 4-32 T imeout perdita retroazione motore	5 s
D IN 37		
+10 V 50	Parametro 7-00 F onte retroazione PID di velocità	[2] MCB 102
A IN 53		
A IN 54	Parametro 17-11 Risoluzione (PPR)	1024*
COM 55		
A OUT 42	Parametro 13-00 Modo regol. SL	[1] On
COM 39		
RT 01	Parametro 13-01 Evento avviamento	[19] Avviso
RT 02		
RT 03	Parametro 13-02 Evento arresto	[44] Tasto Reset
RT 04		
RC 05	Parametro 13-10 Comparatore di operandi	[21] Numero di avviso
RC 06		
	Parametro 13-11 Comparatore di operandi	[1] ≈*
	Parametro 13-12 Valore comparatore	90
	Parametro 13-51 Evento regol. SL	[22] Comparatore 0
	Parametro 13-52 Azione regol. SL	[32] Imp. usc. dig. A bassa
	Parametro 5-40 F unzione relè	[80] Uscita digitale SL A
	*= Valore predefinito	

Note/commenti:

Se il limite nel monitor di retroazione viene superato, viene generato l'avviso 90 Mon. retroaz. L'SLC monitora l'avviso 90 Mon. retroaz. Se l'avviso 90 Mon. retroaz. diventa TRUE, viene attivato il relè 1.

L'attrezzatura esterna potrebbe in seguito indicare che è necessaria una manutenzione. Se l'errore di retroazione torna a scendere al di sotto del limite entro 5 secondi, il convertitore di frequenza continua a funzionare e l'avviso scompare. Premere [Reset] sull'LCP per ripristinare il relè 1.

Tabella 14.3 Utilizzo dell'SLC per impostare un relè

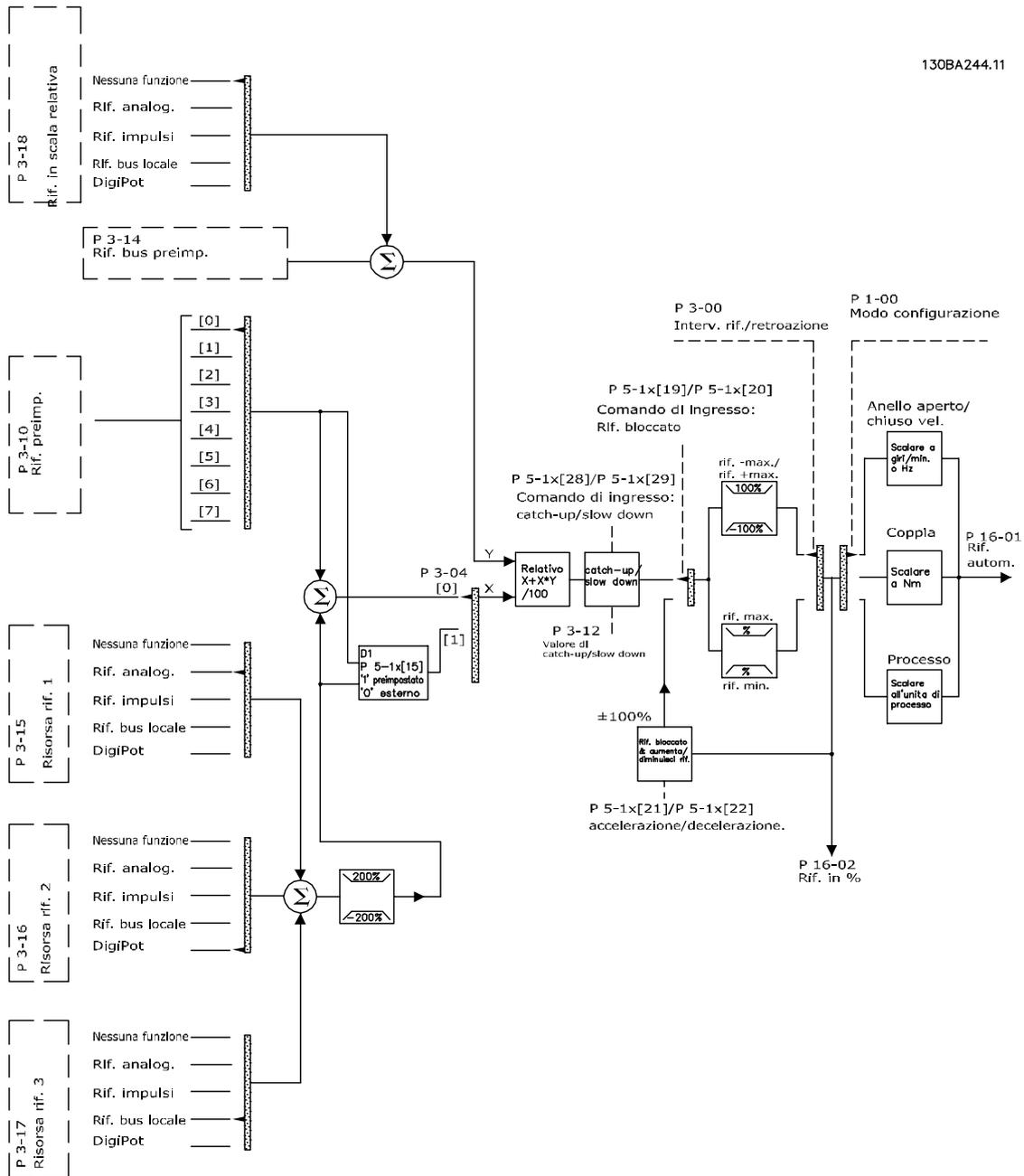
15 Gestione di riferimenti

Riferimento locale

Il riferimento locale è attivo quando il convertitore di frequenza funziona con il tasto [Hand On]. Regolare il riferimento usando i tasti [▲/▼] e [◀/▶].

Riferimento remoto

Il sistema per il calcolo del riferimento è mostrato nella *Disegno 15.1*.



Disegno 15.1 Riferimento remoto

Il riferimento remoto viene calcolato una volta ad ogni intervallo di scansione e inizialmente è composto dai seguenti ingressi di riferimento:

- X (esterno): Una somma (vedere parametro 3-04 Funzione di riferimento) di al massimo quattro riferimenti selezionati esternamente, che comprende qualsiasi combinazione di un riferimento preimpostato fisso (parametro 3-10 Riferim preimp.), riferimenti analogici variabili, riferimenti impulsi digitali variabili e diversi riferimenti bus seriale in qualsiasi unità in cui è controllato il convertitore di frequenza ([Hz], [RPM], [Nm] ecc.). La combinazione viene stabilita mediante l'impostazione del parametro 3-15 Risorsa di rif. 1, parametro 3-16 Risorsa di riferimento 2 e parametro 3-17 Risorsa di riferimento 3.
- Y (relativo): Una somma di un riferimento preimpostato fisso (parametro 3-14 Rif. relativo preimpostato) e un riferimento analogico variabile (parametro 3-18 Risorsa rif. in scala relativa) in [%].

I due tipi di ingressi di riferimento vengono combinati nella seguente formula: riferimento remoto = $X + X * Y / 100\%$. Qualora non venga impiegato il riferimento relativo, il parametro 3-18 Risorsa rif. in scala relativa deve essere impostato su [0] Nessuna funz. e il parametro 3-14 Rif. relativo preimpostato su 0%. Il convertitore di frequenza può attivare la funzione catch-up/slow-down e la funzione di riferimento congelato. Le funzioni e i parametri sono descritti nella Guida alla Programmazione.

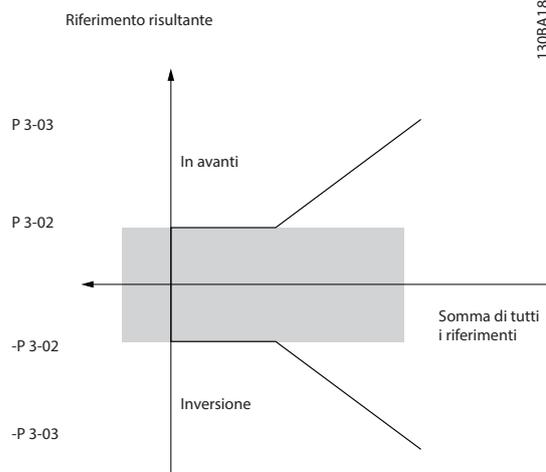
La scala dei riferimenti analogici è descritta nei gruppi di parametri 6-1* Ingr. analog. 1 e 6-2* Ingr. analog. 2, mentre la scala dei riferimenti impulsi digitali è descritta nel gruppo di parametri 5-5* Ingr. impulsi.

I limiti e gli intervalli del riferimento sono impostati nel gruppo di parametri 3-0* Limiti riferimento.

15.1 Limiti riferimento

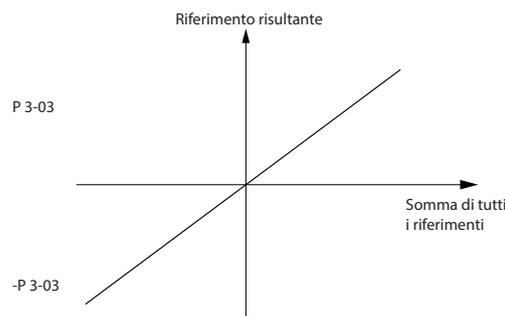
Parametro 3-00 Intervallo di rif., parametro 3-02 Riferimento minimo e parametro 3-03 Riferimento max. definiscono insieme l'intervallo consentito della somma di tutti i riferimenti. All'occorrenza, la somma di tutti i riferimenti viene bloccata. La relazione tra il riferimento risultante (dopo il serraggio) e la somma di tutti i riferimenti è mostrata in Disegno 15.2 e Disegno 15.3.

P 3-00 Campo di riferimento = [0] Min-Max



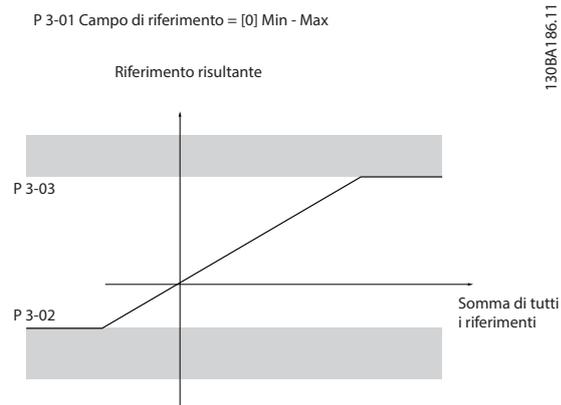
Disegno 15.2 Relazione tra il riferimento risultante e la somma di tutti i riferimenti

P 3-00 Campo di riferimento = [1]-Max-Max

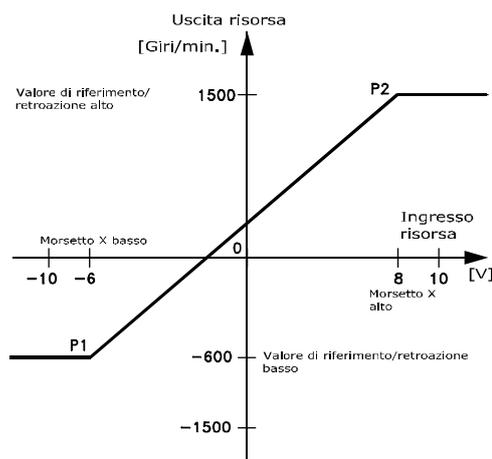


Disegno 15.3 Riferimento risultante

Il valore di parametro 3-02 Riferimento minimo non può essere impostato su un valore inferiore a 0, a meno che parametro 1-00 Modo configurazione sia impostato su [3] Processo. In quel caso, le seguenti relazioni tra il riferimento risultante (dopo il serraggio) e la somma di tutti i riferimenti sono come mostrato in Disegno 15.4.



Disegno 15.4 Somma di tutti i riferimenti



Disegno 15.5 Scala di riferimenti analogici e impulsi

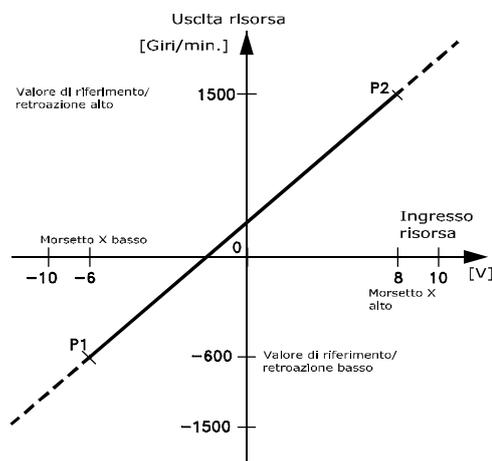
15.2 Scala dei riferimenti preimpostati

I riferimenti preimpostati sono indicati con le rispettive unità, che possono essere giri/min., m/s, bar, ecc. I riferimenti preimpostati vengono messi in scala secondo le seguenti regole:

- Se il parametro 3-00 Intervallo di rif.= [0] Min - Max , il parametro 3-02 Riferimento minimo è il riferimento minimo (0%), e il parametro 3-03 Riferimento max. è il riferimento massimo (100%). Il riferimento 50% si trova a metà tra questi due valori.
- Se il parametro 3-00 Intervallo di rif.= [1] -Max - +Max , il parametro 3-02 Riferimento minimo viene ignorato. Il Parametro 3-03 Riferimento max. è il riferimento massimo (100%) che viene impiegato per il valore +Max (+100%) e il valore -Max (-100%). Il riferimento 50% si trova a metà tra questi due valori.

15.3 Scala dei riferimenti impulsi e analogici, e retroazione

La scalatura dei riferimenti e della retroazione da ingressi analogici e ingressi a impulsi avviene allo stesso modo. L'unica differenza è data dal fatto che un riferimento superiore o inferiore ai punti finali minimo e massimo specificati (P1 e P2 nella Disegno 15.5) è bloccato, mentre la retroazione superiore o inferiore non lo è.



Disegno 15.6 Scala della retroazione analogica e impulsi

I parametri di seguito definiscono i punti finali P1 e P2 in base all'ingresso analogico o a impulsi utilizzato.

	Analogico 53 S201=OFF	Analogico 53 S201=ON	Analogico 54 S202=OFF	Analogico 54 S202=ON	Ingresso a impulsi 29	Ingresso a impulsi 33
P1=(Valore di ingresso minimo, valore di riferimento minimo)						
Valore di riferimento minimo	Parametro 6-14 Rif.basso/ val.retroaz.mors etto 53	Parametro 6-14 R if.basso/ val.retroaz.morset to 53	Parametro 6-24 Rif.basso/ val.retroaz.mors etto 54	Parametro 6-24 R if.basso/ val.retroaz.morset to 54	Parametro 5-52 Rif. basso/val. retroaz. morsetto 29	Parametro 5-57 Rif. basso/val. retroaz. morsetto 33
Valore di ingresso minimo	Parametro 6-10 Tens. bassa morsetto 53 [V]	Parametro 6-12 C orr. bassa morsetto 53 [mA]	Parametro 6-20 Tens. bassa morsetto 54 [V]	Parametro 6-22 C orr. bassa morsetto 54 [mA]	Parametro 5-50 Frequenza bassa morsetto 29 [Hz]	Parametro 5-55 Frequ enza bassa morsetto 33 [Hz]
P2=(Valore di ingresso massimo, valore di riferimento massimo)						
Valore di riferimento massimo	Parametro 6-15 Rif. alto/valore retroaz. morsetto 53	Parametro 6-15 R if. alto/valore retroaz. morsetto 53	Parametro 6-25 Rif. alto/valore retroaz. morsetto 54	Parametro 6-25 R if. alto/valore retroaz. morsetto 54	Parametro 5-53 Rif. alto/val. retroaz. morsetto 29	Parametro 5-58 Rif. alto/val. retroaz. morsetto 33
Valore di ingresso massimo	Parametro 6-11 Tensione alta morsetto 53 [V]	Parametro 6-13 C orrente alta morsetto 53 [mA]	Parametro 6-21 Tensione alta morsetto 54 [V]	Parametro 6-23 C orrente alta morsetto 54 [mA]	Parametro 5-51 Frequenza alta mors. 29 [Hz]	Parametro 5-56 Frequ enza alta mors. 33 [Hz]

Tabella 15.1 Parametri P1 e P2

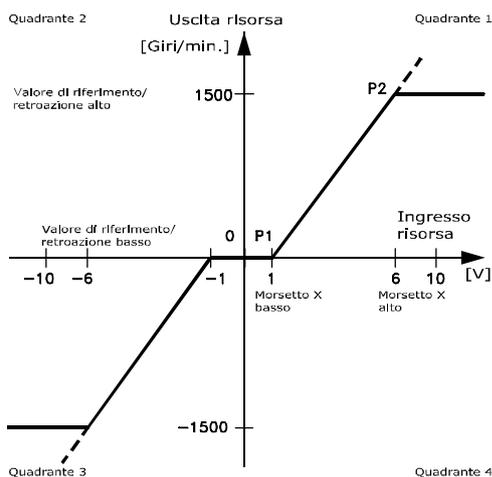
15.4 Banda morta intorno allo zero

In alcuni casi il riferimento e, raramente, la retroazione richiedono una banda morta intorno allo zero. La banda morta viene utilizzata per garantire che la macchina venga arrestata quando il riferimento è vicino a 0.

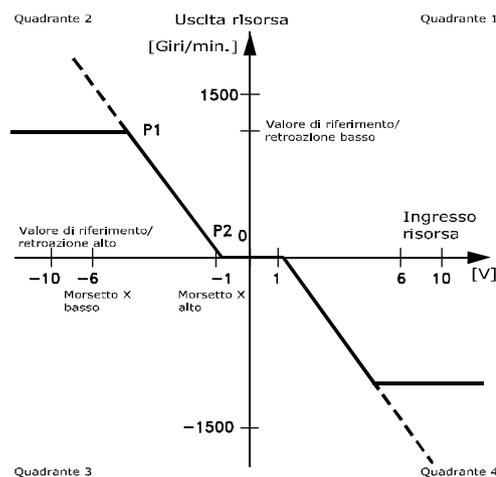
Per attivare la banda morta e impostare la quantità di banda morta, applicare le seguenti impostazioni:

- Il valore di riferimento minimo (per il parametro rilevante vedere la *Tabella 15.1*) o il valore di riferimento massimo devono essere pari a 0. In altre parole: P1 o P2 devono trovarsi sull'asse X nella *Disegno 15.7*.
- Entrambi i punti che definiscono il grafico di messa in scala devono trovarsi nello stesso quadrante.

P1 o P2 definiscono le dimensioni della banda morta. Vedere *Disegno 15.7*.



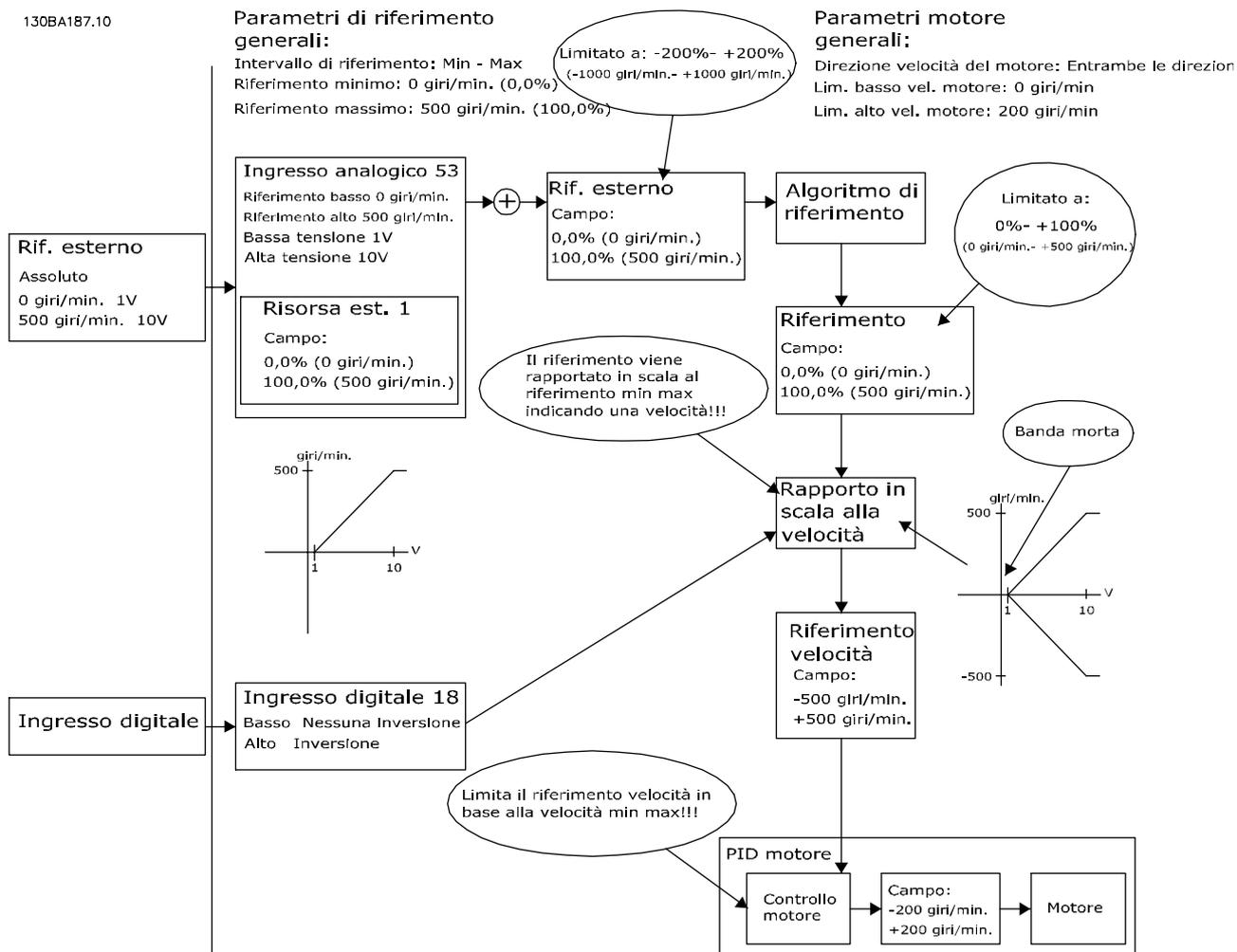
Disegno 15.7 Banda morta



Disegno 15.8 Banda morta inversa

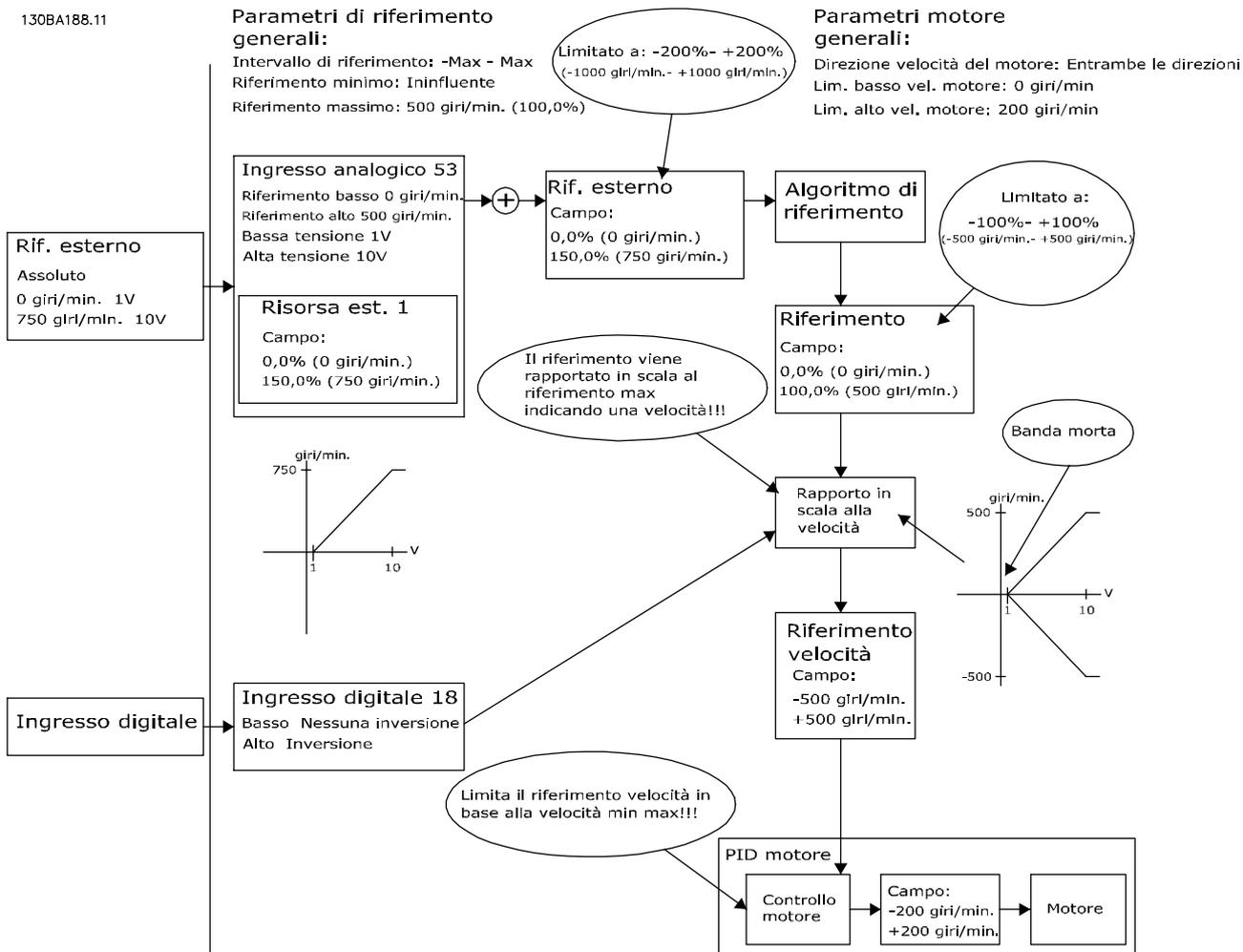
Di conseguenza, un punto finale del riferimento di P1=(0 V, 0 giri/min.) non produce alcuna banda morta, ma un punto finale del riferimento di P1=(1 V, 0 giri/min) genera una banda morta da -1 V a +1 V se il punto finale P2 si trova nel primo o nel quarto quadrante.

Caso 1. Questo caso mostra l'azione di blocco dell'ingresso di riferimento con limiti all'interno dei limiti da minimo a massimo.



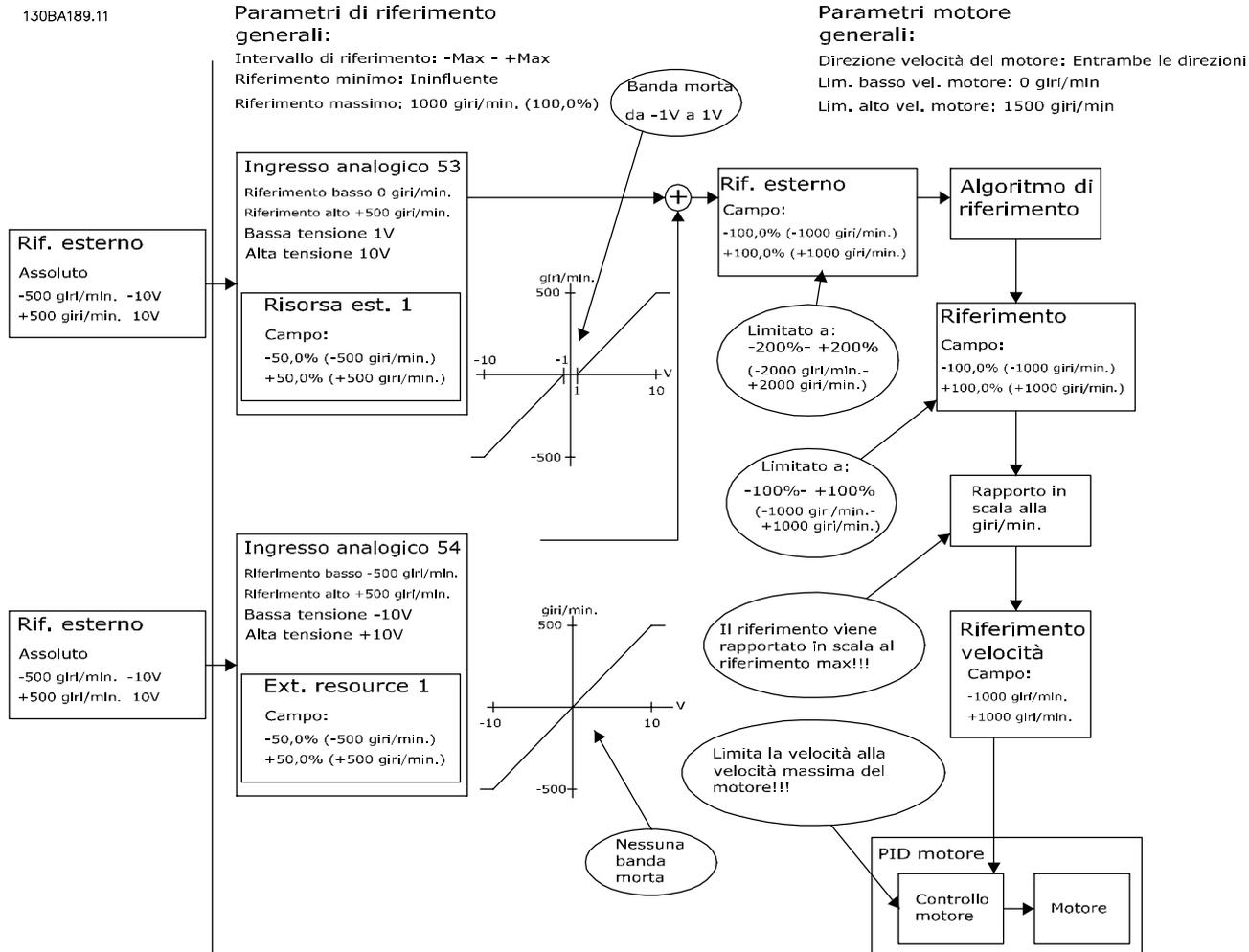
Disegno 15.9 Riferimento positivo con banda morta, ingresso digitale per attivare l'inversione

Caso 2. Questo caso mostra l'azione di blocco dell'ingresso di riferimento con limiti al di fuori dei limiti -massimo a +massimo negli ingressi con limiti bassi e alti prima dell'aggiunta al riferimento esterno, nonché come il riferimento esterno venga bloccato a -massimo fino a +massimo dall' algoritmo di riferimento.



Disegno 15.10 Riferimento positivo con banda morta, ingresso digitale per attivare l'inversione. Regole di blocco

Caso 3.



Disegno 15.11 Riferimento da negativo a positivo con banda morta; il segno determina la direzione, da -massimo a +massimo

16 Controlli PID

16.1 Regolatori di velocità PID

Parametro 1-00 Modo configurazione	Parametro 1-01 Principio controllo motore			
	U/f	VVC+	Controllo vettoriale a orientamento di campo	Flux con retr. motore
[0] Anello aperto vel.	Non attivo	Non attivo	Attivo	-
[1] Velocità anello chiuso	-	Attivo	-	Attivo
[2] Coppia	-	-	-	Non attivo
[3] Processo	-	Non attivo	Attivo	Attivo

Tabella 16.1 Configurazioni di controllo in cui il controllo di velocità è attivo

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

AVVISO!

Il controllo di velocità PID funziona anche impostando parametri standard, ma si consiglia vivamente di tarare i parametri per ottimizzare la regolazione del motore. I due principi controllo motore a flusso dipendono dalla corretta taratura per sfruttarne l'intero potenziale.

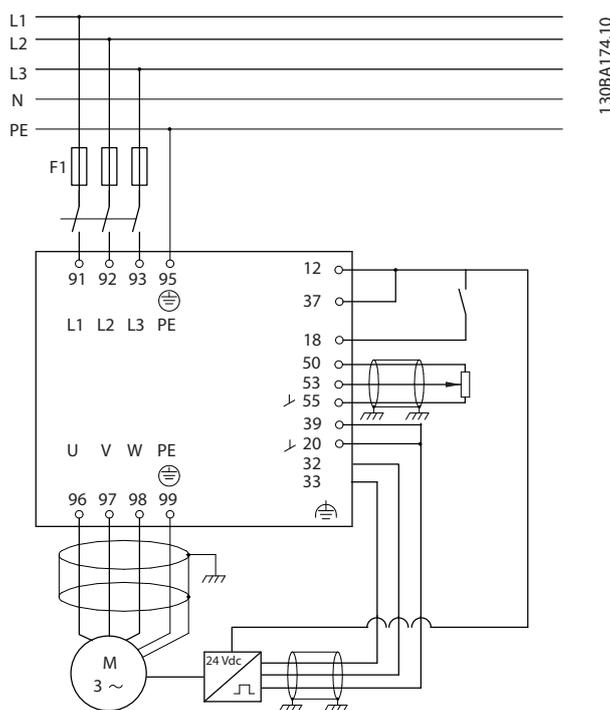
16.1.1 Parametri del regolatore di velocità PID

Parametro	Descrizione della funzione	
Parametro 7-00 Fonte retroazione PID di velocità	Seleziona da quale ingresso il PID di velocità ottiene la retroazione.	
Parametro 30-83 Vel. guad. proporz. PID	Quanto più alto è il valore tanto più rapida è la regolazione. Tuttavia, un valore troppo elevato può causare oscillazioni.	
Parametro 7-03 Vel. tempo integrale PID	Elimina l'errore di velocità nello stato stazionario. Un valore più basso significa una reazione rapida. Tuttavia, un valore troppo ridotto può causare oscillazioni.	
Parametro 7-04 Vel. Tempo differenz. PID	Fornisce un guadagno proporzionale alla percentuale di variazione della retroazione. Un'impostazione pari a 0 disabilita il derivatore.	
Parametro 7-05 Vel., limite guad. diff. PID	In caso di rapidi cambi di riferimento o retroazione in una data applicazione, vale a dire di variazione improvvisa dell'errore, il derivatore può diventare eccessivamente dominante. Quanto più rapida è la variazione dell'errore, tanto maggiore è il guadagno differenziale. Il guadagno differenziale può pertanto essere limitato per consentire l'impostazione di un ragionevole tempo di derivazione per le variazioni lente e un guadagno adeguatamente rapido per le variazioni rapide.	
Parametro 7-06 Vel. tempo filtro passa-basso PID	Un filtro passa-basso smorza le oscillazioni del segnale di retroazione e migliora le prestazioni nello stato stazionario. Tuttavia, un tempo filtro eccessivo deteriora la prestazione dinamica del regolatore di velocità PID. Impostazioni pratiche del parametro 7-06 Vel. tempo filtro passa-basso PID ricavate dal numero di impulsi per giro dell'encoder (PPR):	
	Encoder PPR	Parametro 7-06 Vel. tempo filtro passa-basso PID
	512	10 ms
	1024	5 ms
	2048	2 ms
	4096	1 ms

Tabella 16.2 Parametri rilevanti per il regolatore di velocità PID

16.1.2 Esempio di come programmare il controllo di velocità

In questo caso il regolatore di velocità PID viene utilizzato per mantenere una velocità costante del motore indipendentemente dalle variazioni di carico sul motore. La velocità del motore richiesta viene impostata tramite un potenziometro collegato al morsetto 53. L'intervallo di velocità è pari a 0–1500 giri/min. corrispondente a 0–10 V sul potenziometro. Un interruttore collegato al morsetto 18 controlla l'avviamento e l'arresto. Il PID di velocità monitora i giri/min. effettivi del motore utilizzando un encoder incrementale da 24 V (HTL) come retroazione. Il sensore di retroazione è un encoder (1024 impulsi per giro) collegato ai morsetti 32 e 33.



Disegno 16.1 Collegamenti del controllo di velocità

16.1.3 Ordine di programmazione del regolatore di velocità PID

La programmazione deve essere eseguita nell'ordine mostrato (per la descrizione delle impostazioni consultare la *Guida alla Programmazione*). In *Tabella 16.3* si assume che tutti gli altri parametri e interruttori rimangono nelle loro impostazioni di fabbrica.

Funzione	Numero di parametro	Impostazione
1) Per assicurare che il motore funzioni correttamente attenersi a quanto segue:		
Impostare i parametri motore in base ai dati di targa.	Gruppo di parametri 1-2* Dati motore	Come specificato nella targa del motore
Eseguire l'adattamento automatico motore (AMA).	Parametro 1-29 Adattament o automatico motore (AMA)	[1] Abilit.AMA compl.
2) Controllare che il motore funzioni e che l'encoder sia collegato correttamente. Fare quanto segue:		
Premere [Hand On]. Controllare che il motore funzioni e annotare il senso di rotazione (senso positivo).		Impostare un riferimento positivo.
Andare a <i>parametro 16-20 Angolo motore</i> . Ruotare il motore lentamente nel senso positivo. Deve essere ruotato talmente lentamente (solo alcuni giri/min.) in modo da poter determinare se il valore in <i>parametro 16-20 Angolo motore</i> sta aumentando o diminuendo.	Parametro 16-20 Angolo motore	N/A Parametro di sola lettura. Nota: Un valore crescente va in overflow a 65535 e riparte da 0.

Funzione	Numero di parametro	Impostazione
Se parametro 16-20 Angolo motore è decrescente, cambiare la direzione dell'encoder in parametro 5-71 Direz. encoder mors. 32/33.	Parametro 5-71 Direz. encoder mors. 32/33	[1] Senso antiorario (se parametro 16-20 Angolo motore è decrescente)
3) Assicurarsi che i limiti del convertitore di frequenza siano impostati su valori sicuri.		
Impostare limiti accettabili per i riferimenti.	Parametro 3-02 Riferimento minimo	0 giri/min. (default)
	Parametro 3-03 Riferimento max.	1500 giri/min. (default)
Verificare che le impostazioni delle rampe non superino le capacità dell'unità e siano conformi alle specifiche di funzionamento applicative consentite.	Parametro 3-41 Rampa 1 tempo di accel.	Impostazione di fabbrica
	Parametro 3-42 Rampa 1 tempo di decel.	
Impostare limiti accettabili per la velocità e la frequenza del motore.	Parametro 4-11 Lim. basso vel. motore [giri/min]	0 giri/min. (default)
	Parametro 4-13 Lim. alto vel. motore [giri/min]	1500 giri/min. (default)
	Parametro 4-19 Freq. di uscita max.	60 Hz (default 132 Hz)
4) Configurare il controllo di velocità e selezionare il principio controllo motore.		
Attivazione del controllo di velocità.	Parametro 1-00 Modo configurazione	[1] Velocità anello chiuso
Selezione del principio controllo motore.	Parametro 1-01 Principio controllo motore	[3] Flux con retr. motore
5) Configurare e mettere in scala il riferimento al controllo di velocità.		
Impostare l'ingresso analogico 53 come una risorsa di riferimento.	Parametro 3-15 Risorsa di rif. 1	Non necessario (predefinito)
Mettere in scala l'ingresso analogico 53 da 0 giri/min. (0 V) a 1500 giri/min. (10 V).	Gruppo di parametri 6-1* Ingr. analog. 1	Non necessario (predefinito)
6) Configurare il segnale encoder 24 V HTL come retroazione per la regolazione del motore e il controllo di velocità.		
Impostare gli ingressi digitali 32 e 33 come ingressi encoder.	Parametro 5-14 Ingr. digitale morsetto 32	[0] Nessuna funzione (default)
	Parametro 5-15 Ingr. digitale morsetto 33	
Selezionare il morsetto 32/33 come retroazione del motore.	Parametro 1-02 Fonte retroazione Flux motor	Non necessario (predefinito)
Selezionare il morsetto 32/33 come retroazione PID di velocità.	Parametro 7-00 Fonte retroazione PID di velocità	Non necessario (predefinito)
7) Tarare i parametri relativi al controllo di velocità PID.		
Utilizzare i principi di taratura, se pertinenti, oppure tarare manualmente.	Gruppo di parametri 7-0* Contr. vel. PID	Vedere capitolo 16.1.4 Taratura regolatore di velocità PID
8) Finito.		
Salvare le impostazioni dei parametri nell'LCP.	Parametro 0-50 Copia LCP	[1] Tutti a LCP

Tabella 16.3 Ordine di programmazione

16.1.4 Taratura regolatore di velocità PID

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

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

$$\text{Par. 7-02} = \frac{\text{Inerzia totale [kgm}^2\text{]} \times \text{par. 1-25}}{\text{Par. 1-20} \times 9550} \times \text{Larghezza di banda}$$

[rad/s]

AVVISO!

Parametro 1-20 Potenza motore [kW] è la potenza del motore in kilowatt. Per esempio, immettere nella formula 4 kW al posto di 4000 W.

Un valore pratico per la larghezza di banda è 20 rad/s. Verificare il risultato del calcolo *parametro 30-83 Vel. guad. proporz. PID* in base alla seguente formula. Questa funzione non è necessaria se si usa una retroazione ad alta risoluzione come una SinCos.

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

\times Max ondulazione della coppia [%]

Un buon valore di partenza per *parametro 7-06 Vel. tempo filtro passa-basso PID* è 5 ms. Una risoluzione inferiore dell'encoder richiede un valore filtro più alto. Di norma è accettabile un valore di ondulazione della coppia massimo del 3%. Negli encoder incrementali la risoluzione si trova nel *parametro 5-70 Term 32/33 Impulsi per giro* (24 V HTL nel convertitore standard) oppure nel *parametro 17-11 Risoluzione (PPR)* (5 V TTL nell'opzione VLT® Encoder Input MCB 102).

Di norma la risoluzione dell'encoder e il tempo filtro della retroazione definiscono il limite massimo effettivo del *parametro 30-83 Vel. guad. proporz. PID*, tuttavia altri fattori nell'applicazione possono limitare il *parametro 30-83 Vel. guad. proporz. PID* a un valore inferiore.

Per minimizzare la sovralongazione il *parametro 7-03 Vel. tempo integrale PID* può essere impostato a circa 2,5 s. Tempo varia con l'applicazione.

Impostare il *parametro 7-04 Vel. Tempo differenz. PID* a 0 finché tutto il resto non è stato tarato. Se necessario, terminare la taratura regolando questa impostazione con piccoli incrementi.

16.2 PID controlli di processo

Il PID controllo di processo può essere usato per controllare i parametri dell'applicazione che possono essere misurati da diversi sensori (pressione, temperatura e flusso) e influenzati dal motore collegato tramite una pompa o una ventola.

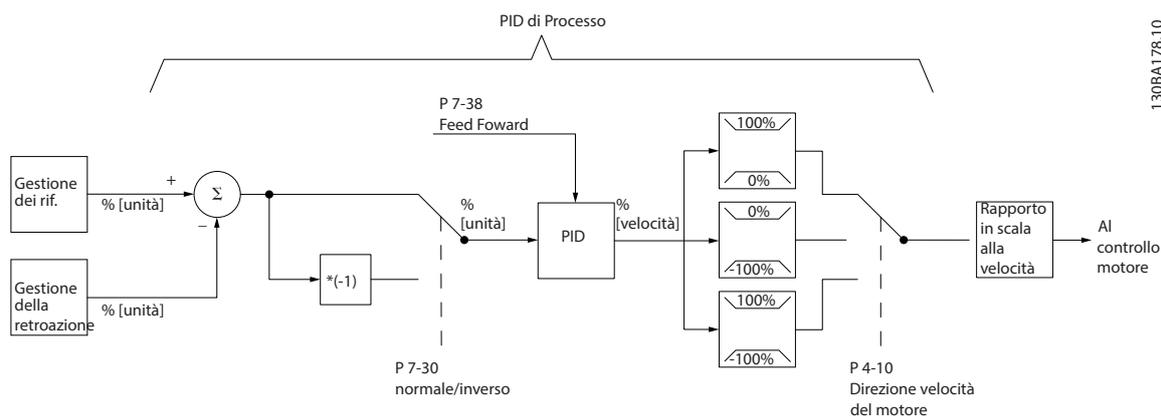
Tabella 16.4 mostra le configurazioni di controllo nelle quali è possibile il controllo di processo. Tarare i parametri del PID controllo di velocità quando si utilizza un principio controllo motore con controllo vettoriale di flusso. Per verificare dove è attivo il controllo di velocità consultare il capitolo 14.3.1 *Struttura di controllo nel controllo vettoriale avanzato VVC+*.

Parametro 1-00 Modo configurazione	Parametro 1-01 Principio controllo motore			
	U/f	VVC+	Controllo vettoriale a orientamento di campo	Flux con retroazione encoder
[3] Processo	-	Processo	Processo e velocità	Processo e velocità

Tabella 16.4 Configurazioni del controllo di processo

AVVISO!

Il controllo di processo PID funziona con l'impostazione di parametri di default, ma è vivamente consigliabile tarare i parametri per ottimizzare le prestazioni di controllo dell'applicazione. I due principi di controllo motore a flusso dipendono da una corretta taratura del controllo di velocità PID per sfruttarne l'intero potenziale. La taratura del controllo di velocità PID avviene prima di tarare il controllo di processo PID.



Disegno 16.2 Diagramma del PID controllo di processo

16.2.1 Parametri del PID controllo di processo

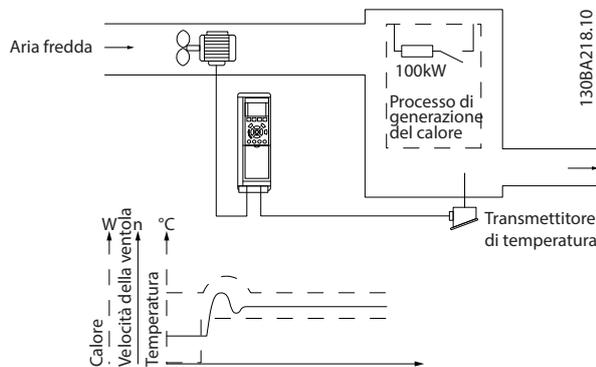
I seguenti parametri sono rilevanti per il controllo di processo

Parametro	Descrizione della funzione
Parametro 7-20 Risorsa retroazione 1 CL processo	Selezione da quale ingresso il PID di processo ottiene la retroazione.
Parametro 7-22 Risorsa retroazione 1 CL processo	Opzionale: stabilisce se e da dove il PID di processo ottiene un segnale di retroazione supplementare. Se viene selezionata una fonte di retroazione supplementare, i due segnali di retroazione vengono aggiunti prima di essere usati nel PID controllo di processo.
Parametro 7-30 PID proc., contr. n./inv.	In [0] Normale il controllo di processo risponde con un aumento della velocità del motore se la retroazione presenta un valore inferiore al riferimento. Nella stessa situazione, ma in [1] Inverso, il controllo di processo risponde con una riduzione della velocità del motore.
Parametro 7-31 Anti saturazione regolatore PID	La funzione di antisaturazione garantisce che, al raggiungimento del limite di frequenza o del limite di coppia, l'integratore viene impostato su un guadagno che corrisponde alla frequenza corrente. Questa funzione evita l'integrazione di un errore che non può essere compensato con una variazione di velocità. Disabilitare questa funzione selezionando [0] Off.
Parametro 7-32 PID di processo, veloc. avviam.	In alcune applicazioni può occorrere molto tempo per raggiungere la velocità/il setpoint richiesti. In tali casi è conveniente impostare una velocità del motore fissa alla quale il convertitore di frequenza deve portare il motore prima dell'attivazione del controllo di processo. Impostare la velocità del motore fissa definendo un valore di avviamento del PID di processo (velocità) nel parametro 7-32 PID di processo, veloc. avviam..
Parametro 7-33 Guadagno proporzionale PID di processo	Quanto più alto è il valore, tanto più rapida è la regolazione. Tuttavia, un valore eccessivo può causare oscillazioni.
Parametro 7-34 Tempo d'integrazione PID di processo	Elimina l'errore di velocità nello stato stazionario. Un valore più basso significa una reazione rapida. Tuttavia, un valore troppo ridotto può causare oscillazioni.
Parametro 7-35 Tempo di derivazione PID di processo	Fornisce un guadagno proporzionale alla percentuale di variazione della retroazione. Un'impostazione pari a 0 disabilita il derivatore.
Parametro 7-36 PID di processo, limite guad. deriv.	Se esistono variazioni rapide nel riferimento o nella retroazione in una data applicazione, il guadagno differenziale può essere limitato per consentire l'impostazione di un tempo di derivazione ragionevole per variazioni lente dell'errore.
Parametro 7-38 Fattore canale alim. del regol. PID	Nelle applicazioni in cui esiste una correlazione buona e quasi lineare tra il riferimento di processo e la velocità del motore necessaria per ottenere tale riferimento, il fattore di feed forward può essere usato per ottenere una prestazione dinamica migliore del PID controllo di processo.

Parametro	Descrizione della funzione
<p>Parametro 5-54 Tempo costante del filtro impulsi #29 (Mors. impulsi 29),</p> <p>Parametro 5-59 Tempo costante del fitro impulsi #33 (Mors. impulsi 33),</p> <p>Parametro 6-16 Tempo cost. filtro morsetto 53 (mors. analogico 53),</p> <p>Parametro 6-26 Tempo Cost. filtro morsetto 54 (mors. analogico 54)</p>	<p>In caso di oscillazioni del segnale di retroazione della corrente/tensione, tali oscillazioni possono essere smorzate per mezzo di un filtro passa-basso. Questa costante di tempo mostra il limite di velocità delle ondulazioni che si verificano sul segnale di retroazione.</p> <p>Esempio: Se il filtro passa basso è stato impostato a 0,1 s, la velocità limite è di 10 RAD/s (il numero reciproco di 0,1 s), corrispondente a $(10/(2 \times \pi))=1,6$ Hz. L'esempio mostra che il filtro smorza tutte le correnti/tensioni che variano di oltre 1,6 oscillazioni al s. In altre parole, il controllo viene effettuato solo su un segnale di retroazione che varia con frequenza (velocità) inferiore a 1,6 Hz.</p> <p>Il filtro passa-basso migliora le prestazioni in stato stazionario, ma la selezione di un tempo filtro eccessivo deteriora la prestazione dinamica del PID controllo di processo.</p>

Tabella 16.5 Parametri del controllo di processo

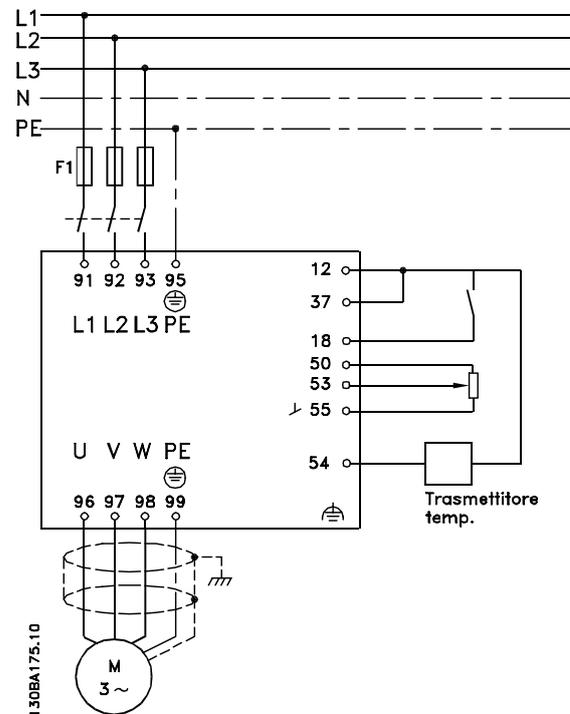
16.2.2 Esempio di un PID controllo di processo



Disegno 16.3 Esempio di un PID controllo di processo usato in un sistema di ventilazione

In questo esempio, dove viene usato un sistema di ventilazione, la temperatura deve essere regolabile da -5 °C a 35 °C con un potenziometro di 0-10 V. Il controllo di processo viene usato per mantenere costante la temperatura impostata.

Quando la temperatura aumenta, il PID controllo di processo aumenta la velocità di ventilazione in modo che venga generato un flusso d'aria maggiore. Quando la temperatura diminuisce, la velocità viene ridotta. Il trasmettitore usato è un sensore di temperatura con un intervallo di funzionamento compreso tra -10 °C e 40 °C , 4-20 mA. Velocità minima/massima 300/1500 giri/min.



Disegno 16.4 Trasmettitore a due fili

I seguenti passi dimostrano come configurare il PID controllo di processo nella *Disegno 16.4*.

1. Avviamento/arresto tramite l'interruttore collegato al morsetto 18.
2. Riferimento temperatura tramite il potenziometro (da -5 a 35 °C, 0-10 V CC) collegato al morsetto 53.
3. Retroazione temperatura tramite il trasmettitore (da -10 a 40 °C, 4-20 mA) collegato al morsetto 54. L'interruttore S202 è impostato su ON (ingresso di corrente).

16.2.3 Ordine di programmazione del PID controllo di processo

Funzione	Parametro	Impostazione
Inizializzare il convertitore di frequenza.	<i>Parametro 14-22 Modo di funzionamento</i>	[2] <i>Inizializzazione</i> 1. Eseguire un ciclo di alimentazione. 2. Premere [Reset].
1) Impostare i parametri motore:		
Impostare i parametri motore in base ai dati di targa.	<i>Gruppo di parametri 1-2* Dati motore</i>	Come indicato sulla targa del motore.
Eseguire l'adattamento automatico motore (AMA).	<i>Parametro 1-29 Adattamento automatico motore (AMA)</i>	[1] Abilit.AMA compl.
2) Verificare che il motore giri nella direzione corretta:		
Quando il motore è collegato al convertitore di frequenza con ordine di fase diretto come U - U; V- V; W - W, l'albero motore di norma gira in senso orario come visto dall'estremità albero.		
Premere il tasto LCP [Hand On]. Controllare il senso dell'albero applicando un riferimento manuale.		
Se il motore gira nella direzione opposta a quella richiesta: 1. Modificare il senso del motore in <i>parametro 4-10 Direz. velocità motore</i> . 2. Scollegare la rete - attendere che il collegamento CC si scarichi - commutare due delle fasi del motore.	<i>Parametro 4-10 Direz. velocità motore</i>	Selezionare il senso corretto dell'albero motore.
Impostare la modalità di configurazione.	<i>Parametro 1-00 Modo configurazione</i>	[3] <i>Processo</i>
Impostare la configurazione modo locale.	<i>Parametro 1-05 Configurazione modo locale</i>	[0] <i>Veloc. anello aperto</i>
3) Impostare la configurazione di riferimento, ossia l'intervallo per la gestione di riferimenti. Impostare la scala dell'ingresso analogico nel gruppo di parametri 6-** I/O analogici:		
Impostare le unità riferimento/retroazione: Impostare il riferimento minimo (10 °C): Impostare il riferimento massimo (80 °C): Se il valore impostato è determinato da un valore predefinito (parametro array), impostare le altre risorse di riferimento su Nessuna funzione.	<i>Parametro 3-01 Unità riferimento/Retroazione</i> <i>Parametro 3-02 Riferimento minimo</i> <i>Parametro 3-03 Riferimento max.</i> <i>Parametro 3-10 Riferimento preimp.</i>	[60] °C unità visualizzata sul display -5 °C 35 °C [0] 35% $Rif = \frac{Par. 3 - 10_{(0)}}{100} \times ((Par. 3 - 03) - (par. 3 - 02)) = 24,5^{\circ} C$ Dal <i>Parametro 3-14 Rif. relativo preimpostato al parametro 3-18 Risorsa rif. in scala relativa [0]=Nessuna funzione</i>
4) Regolare i limiti per il convertitore di frequenza:		
Impostare i tempi di rampa a un valore appropriato come 20 s.	<i>Parametro 3-41 Rampa 1 tempo di accel.</i> <i>Parametro 3-42 Rampa 1 tempo di decel.</i>	20 s 20 s
Impostare i limiti velocità minimi: Impostare il limite max. di velocità del motore: Impostare la frequenza di uscita massima:	<i>Parametro 4-11 Lim. basso vel. motore [giri/min]</i> <i>Parametro 4-13 Lim. alto vel. motore [giri/min]</i> <i>Parametro 4-19 Freq. di uscita max.</i>	300 giri/min. 1500 giri/min. 60 Hz

Funzione	Parametro	Impostazione
Impostare S201 o S202 alla funzione di ingresso analogico desiderata (tensione (V) o milliampere (I)): AVVISO! Disattivare il convertitore di frequenza prima di passare gli interruttori da un'impostazione all'altra. Spostare gli interruttori delicatamente con un dito.		
5) Scalare gli ingressi analogici utilizzati per riferimento e retroazione:		
Impostare la bassa tensione del morsetto 53:	<i>Parametro 6-10 Tens. bassa morsetto 53</i>	0 V 10 V
Impostare l'alta tensione del morsetto 53:	<i>Parametro 6-11 Tension e alta morsetto 53</i>	-5 °C 35 °C
Impostare il valore di retroazione basso del morsetto 54:	<i>Parametro 6-24 Rif.basso/val.retroaz.morsetto 54</i>	[2] Ingresso analogico 54
Impostare il valore di retroazione alto del morsetto 54:	<i>Parametro 6-25 Rif. alto/valore retroaz. morsetto 54</i>	
Impostare la fonte retroazione:	<i>Parametro 7-20 Risorsa retroazione 1 CL processo</i>	
6) Impostazioni di base PID:		
PID di processo normale/inverso.	<i>Parametro 7-30 PID proc., contr. n./inv.</i>	[0] Normale
PID di processo anti-saturazione	<i>Parametro 7-31 Anti saturazione regolatore PID</i>	[1] On
Velocità di avviamento PID di processo.	<i>Parametro 7-32 PID di processo, veloc. avviam.</i>	300 giri/min.
Salvare i parametri sull'LCP.	<i>Parametro 0-50 Copia LCP</i>	[1] Tutti a LCP

Tabella 16.6 Esempio di setup di un PID controllo di processo

16.2.4 Ottimizzazione controllore di processo

Una volta effettuate le impostazioni di base ottimizzare quanto segue:

- Guadagno proporzionale
- Tempo di integrazione
- Tempo di derivazione

Nella maggior parte dei processi le impostazioni di base possono essere effettuate seguendo le seguenti istruzioni:

1. Avviare il motore.
2. Impostare *parametro 7-33 Guadagno proporzionale PID di processo* a 0,3 e aumentarlo finché il segnale di retroazione comincia a oscillare in continuo. Quindi, ridurre il valore finché il segnale di retroazione non si è stabilizzato. A questo punto ridurre il guadagno proporzionale del 40-60%.
3. Impostare *parametro 7-34 Tempo d'integrazione PID di processo* a 20 s e ridurre il valore finché il segnale di retroazione comincia a variare in

continuo. Accrescere il tempo di integrazione finché il segnale di retroazione non si stabilizza, con un successivo aumento del 15-50%.

4. Usare *parametro 7-35 Tempo di derivazione PID di processo* solo per sistemi a reazione molto rapida (tempo di derivazione). Il valore tipico è quattro volte il tempo di integrazione impostato. Utilizzare il derivatore soltanto quando l'impostazione del guadagno proporzionale e del tempo di integrazione è completamente ottimizzata. Assicurarsi che le oscillazioni del segnale di retroazione siano sufficientemente smorzate dal filtro passa-basso.

AVVISO!

Se necessario, avviamento e arresto possono essere attivati più volte per provocare una variazione del segnale di retroazione.

16.3 Ottimizzazione dei controlli PID

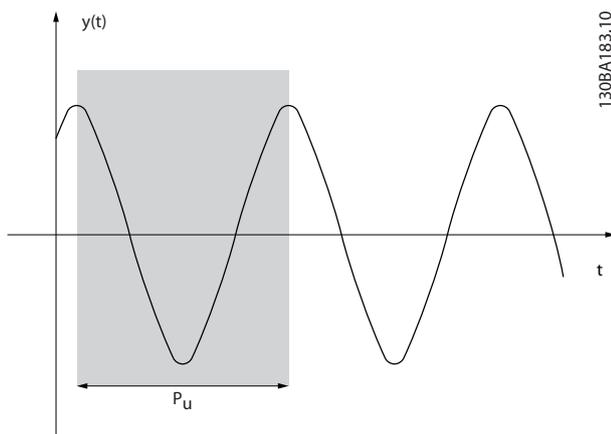
16.3.1 Metodo di taratura Ziegler Nichols

Per tarare i controlli PID del convertitore di frequenza è possibile utilizzare svariati metodi. Un approccio è quello di usare il metodo di taratura Ziegler Nichols.

AVVISO!

Non utilizzare il metodo descritto nei casi in cui le oscillazioni generate da impostazioni di controllo ai limiti di stabilità possano danneggiare le applicazioni.

I criteri per regolare i parametri sono basati piuttosto sulla valutazione del sistema al limite di stabilità che sulla risposta al gradino. Il guadagno proporzionale viene aumentato finché si osservano oscillazioni continue (come misurate sulla retroazione), vale a dire, finché il sistema diventa marginalmente stabile. Il guadagno corrispondente (K_u) è definito guadagno ideale. Il periodo di oscillazione (P_u) (definito periodo ideale) si stabilisce come mostrato in Disegno 16.5.



Disegno 16.5 Sistema al limite di stabilità

Misurare P_u quando l'ampiezza di oscillazione è abbastanza piccola. Quindi, arretrare nuovamente da questo guadagno come mostrato nella Tabella 16.7.

K_u è il guadagno in cui si ottiene l'oscillazione.

Tipo di controllo	Guadagno proporzionale	Tempo di integrazione	Tempo di derivazione
Controllo PI	$0,45 \times K_u$	$0,833 \times P_u$	–
Controllo stretto PID	$0,6 \times K_u$	$0,5 \times P_u$	$0,125 \times P_u$
PID lieve sovraelongazione	$0,33 \times K_u$	$0,5 \times P_u$	$0,33 \times P_u$

Tabella 16.7 Taratura Ziegler Nichols per il regolatore,

sulla base di un limite di stabilità

Per la taratura iniziale usare le impostazioni di controllo descritte di seguito. L'operatore di processo può quindi procedere con la regolazione di precisione del controllo in base alle necessità.

Descrizione passo dopo passo

1. Selezionare soltanto il controllo proporzionale (il tempo di integrazione è impostato al valore massimo, mentre quello di derivazione è impostato a 0).
2. Aumentare il valore del guadagno proporzionale fino al raggiungimento del punto di instabilità (oscillazioni autoindotte) e del valore critico di guadagno, K_u .
3. Per ottenere la costante di tempo critica misurare il periodo di oscillazione: P_u .
4. Per calcolare i parametri necessari del controllo PID usare la Tabella 16.7.

17 Esempi applicativi

Questa sezione elenca i vari esempi applicativi e indica, per ciascun esempio, le impostazioni dei parametri e le note speciali come richiesto.

AVVISO!

CONFORMITÀ PELV

Se si verificano cortocircuiti tra gli avvolgimenti del motore e il sensore, la conformità PELV non viene ottenuta quando la temperatura del motore è monitorata tramite un termistore o un sensore KTY. Garantire la conformità PELV utilizzando un isolamento rinforzato o doppio.

17.1 Adattamento automatico motore (AMA)

		Parametri	
FC		Funzione	Impostazione
+24 V	12	Parametro 1-29 Adattamento automatico motore (AMA)	[1] Abilit.AMA compl.
+24 V	13		
D IN	18	Parametro 5-12 I ngr. digitale morsetto 27	[2]* Evol. libera neg.
D IN	19		
COM	20	*=Valore predefinito	
D IN	27	Note/commenti: impostare il gruppo di parametri 1-2* Dati motore in base alla targa del motore.	
D IN	29		
D IN	32		
D IN	33		
D IN	37		
D IN	37		
+10 V	50		
A IN	53		
A IN	54		
COM	55		
A OUT	42		
COM	39		

Tabella 17.1 AMA con T27 collegato

		Parametri	
FC		Funzione	Impostazione
+24 V	12	Parametro 1-29 Adattamento automatico motore (AMA)	[1] Abilit.AMA compl.
+24 V	13		
D IN	18	Parametro 5-12 I ngr. digitale morsetto 27	[0] Nessuna funzione
D IN	19		
COM	20	*=Valore predefinito	
D IN	27	Note/commenti: impostare il gruppo di parametri 1-2* Dati motore in base alla targa del motore.	
D IN	29		
D IN	32		
D IN	33		
D IN	37		
D IN	37		
+10 V	50		
A IN	53		
A IN	54		
COM	55		
A OUT	42		
COM	39		

Tabella 17.2 AMA senza T27 collegato

17.2 Riferimento di velocità analogico

		Parametri	
FC		Funzione	Impostazione
+24 V	12	Parametro 6-10 Tens. bassa morsetto 53	0,07 V*
+24 V	13		
D IN	18	Parametro 6-11 Tensione alta morsetto 53	10 V*
D IN	19		
COM	20	*=Valore predefinito	
D IN	27	Parametro 6-14 Rif.basso/val.retroaz.mors etto 53	0 giri/min.
D IN	29		
D IN	32	Parametro 6-15 Rif. alto/valore retroaz. morsetto 53	1500 giri/min.
D IN	33		
D IN	37	Note/commenti:	
+10 V	50		
A IN	53		
A IN	54		
COM	55		
A OUT	42		
COM	39		

Tabella 17.3 Riferimento di velocità analogico (tensione)

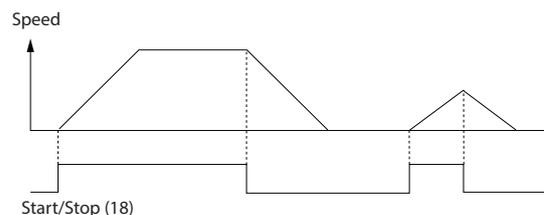
		Parametri	
FC		Funzione	Impostazione
+24 V	12	Parametro 6-12	4 mA*
+24 V	13	Corr. bassa	
D IN	18	morsetto 53	
D IN	19	Parametro 6-13	20 mA*
COM	20	Corrente alta	
D IN	27	morsetto 53	
D IN	29	Parametro 6-14	0 giri/min.
D IN	32	Rif.basso/	
D IN	33	val.retroaz.morse	
D IN	37	tto 53	
Parametro 6-15		1500 giri/min.	
Rif. alto/valore			
retroaz.			
morsetto 53			
*=Valore predefinito			
Note/commenti:			

Tabella 17.4 Riferimento di velocità analogico (corrente)

17.3 Avviamento/arresto

		Parametri	
FC		Funzione	Impostazione
+24 V	12	Parametro 5-10	[8]
+24 V	13	Ingr. digitale	Avviamento*
D IN	18	morsetto 18	
D IN	19	Parametro 5-12	[0] Nessuna
COM	20	Ingr. digitale	funzione
D IN	27	morsetto 27	
D IN	29	Parametro 5-19	[1] All. arresto
D IN	32	Arresto di	di sic.
D IN	33	sicurezza	
D IN	37	morsetto 37	
*=Valore predefinito			
Note/commenti:			
se parametro 5-12 Ingr. digitale morsetto 27 è impostato su [0] Nessuna funzione, non è necessario alcun ponticello sul morsetto 27.			

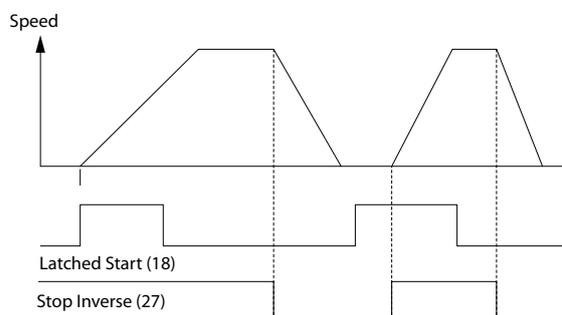
Tabella 17.5 Comando di avviamento/arresto con Safe Torque Off



Disegno 17.1 Avviamento/arresto con Safe Torque Off

		Parametri	
FC		Funzione	Impostazione
+24 V	12	Parametro 5-10	[9] Avv. a
+24 V	13	Ingr. digitale	impulsi
D IN	18	morsetto 18	
D IN	19	Parametro 5-12	[6] Stop
COM	20	Ingr. digitale	(negato)
D IN	27	morsetto 27	
*=Valore predefinito			
Note/commenti:			
se parametro 5-12 Ingr. digitale morsetto 27 è impostato su [0] Nessuna funzione, non è necessario alcun ponticello sul morsetto 27.			

Tabella 17.6 Avviamento/arresto a impulsi



Disegno 17.2 Avviamento su impulso/stop negato

		Parametri	
		Funzione	Impostazione
		Parametro 5-10 <i>Ingr. digitale</i> morsetto 18	[8] Avviamento
		Parametro 5-11 <i>Ingr. digitale</i> morsetto 19	[10] Inversione*
		Parametro 5-12 <i>Ingr. digitale</i> morsetto 27	[0] Nessuna funzione
		Parametro 5-14 <i>Ingr. digitale</i> morsetto 32	[16] Rif. preimp. bit 0
		Parametro 5-15 <i>Ingr. digitale</i> morsetto 33	[17] Rif. preimp. bit 1
		Parametro 3-10 Riferim preimp.	
		Rif. preimp. 0	25%
		Rif. preimp. 1	50%
		Rif. preimp. 2	75%
		Rif. preimp. 3	100%
		*=Valore predefinito	
		Note/commenti:	

Tabella 17.7 Avviamento/arresto con inversione e 4 velocità preimpostate

17.4 Ripristino allarmi esterni

		Parametri	
		Funzione	Impostazione
		Parametro 5-11 <i>Ingr. digitale</i> morsetto 19	[1] Ripristino
		*=Valore predefinito	
		Note/commenti:	

Tabella 17.8 Ripristino allarmi esterni

17.5 Riferimento di velocità con potenziometro manuale

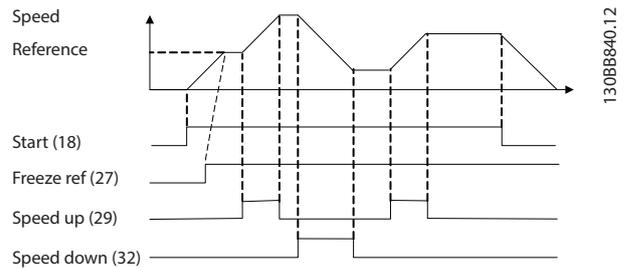
FC		Parametri	
		Funzione	Impostazione
+24 V	12	Parametro 6-10 <i>Tens. bassa</i> morsetto 53	0,07 V*
+24 V	13		
D IN	18	Parametro 6-11 <i>Tensione alta</i> morsetto 53	10 V*
D IN	19		
COM	20	Parametro 6-14 <i>Rif.basso/</i> <i>val.retroaz.morse</i> <i>tto 53</i>	0 giri/min.
D IN	27		
D IN	29	Parametro 6-15 <i>Rif. alto/valore</i> <i>retroz.</i> morsetto 53	1500 giri/min.
D IN	32		
D IN	33	* = Valore predefinito	
D IN	37		
Note/commenti:			

Tabella 17.9 Riferimento di velocità (utilizzando un potenziometro manuale)

17.6 Accelerazione/decelerazione

FC		Parametri	
		Funzione	Impostazione
+24 V	12	Parametro 5-10 <i>Ingr. digitale</i> morsetto 18	[8] Avviamento*
+24 V	13		
D IN	18	Parametro 5-12 <i>Ingr. digitale</i> morsetto 27	[19] Blocco riferimento
D IN	19		
COM	20	Parametro 5-13 <i>Ingr. digitale</i> morsetto 29	[21] Accelera- zione
D IN	27		
D IN	29	Parametro 5-14 <i>Ingr. digitale</i> morsetto 32	[22] Decele- razione
D IN	32		
D IN	33	* = Valore predefinito	
D IN	37		
Note/commenti:			

Tabella 17.10 Accelerazione/decelerazione



Disegno 17.3 Accelerazione/decelerazione

17.7 Collegamento in rete RS485

FC		Parametri	
		Funzione	Impostazione
+24 V	12	Parametro 8-30 <i>Protocollo</i>	FC*
+24 V	13		
D IN	18	Parametro 8-31 <i>ndirizzo</i>	1*
D IN	19		
COM	20	Parametro 8-32 <i>Baud rate</i>	9600*
D IN	27		
D IN	29	* = Valore predefinito	
D IN	32		
D IN	33	Note/commenti: selezionare il protocollo, l'indirizzo e il baud rate nei parametri.	
D IN	37		
+10 V	50	RS-485	
A IN	53		
A IN	54	+	
COM	55		
A OUT	42	-	
COM	39		

Tabella 17.11 Collegamento in rete RS485

17.8 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 Protezione termica motore	[2] Termistore, scatto
		Parametro 1-93 Fonte termistore	[1] Ingr. analog. 53
		*=Valore predefinito	
		Note/commenti: Se si desidera soltanto un avviso, impostare il parametro 1-90 Protezione termica motore su [1] Termistore, avviso.	

Tabella 17.12 Termistore motore

17.9 Setup del relè con Smart Logic Control

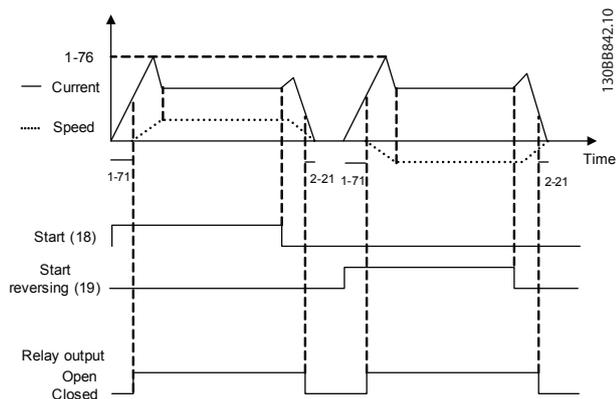
		Parametri	
		Funzione	Impostazione
		Parametro 4-30 Funzione di perdita retroazione motore	[1] Avviso
		Parametro 4-31 Errore di velocità retroazione motore	100 giri/min.
		Parametro 4-32 Timeout perdita retroazione motore	5 s
		Parametro 7-00 Fonte retroazione PID di velocità	[2] MCB 102
		Parametro 17-11 Risoluzione (PPR)	1024*
		Parametro 13-00 Modo regol. SL	[1] On
		Parametro 13-01 Evento avviamento	[19] Avviso
		Parametro 13-02 Evento arresto	[44] Tasto Reset
		Parametro 13-10 Comparatore di operandi	[21] Numero di avviso
		Parametro 13-11 Comparatore di operandi	[1] ≈ (uguale)*
		Parametro 13-12 Valore comparatore	90
		Parametro 13-51 Evento regol. SL	[22] Comparatore 0
		Parametro 13-52 Azione regol. SL	[32] Imp. usc. dig. A bassa
		Parametro 5-40 Funzione relè	[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 entro 5 secondi, il convertitore di frequenza continua a funzionare e l'avviso scompare. Ripristinare il relè 1 premendo [Reset] sull'LCP.			

Tabella 17.13 Utilizzo dell'SLC per impostare un relè

17.10 Controllo del freno meccanico

		Parametri	
		Funzione	Impostazione
FC			
+24 V	12	Parametro 5-40	[32] Com.
+24 V	13	Funzione relè	freno mecc.
D IN	18	Parametro 5-10 I	[8]
D IN	19	ngr. digitale	Avviamento*
COM	20	morsetto 18	
D IN	27	Parametro 5-11 I	[11] Avv.
D IN	29	ngr. digitale	inversione
D IN	32	morsetto 19	
D IN	33	Parametro 1-71	0,2
D IN	37	Ritardo avv.	
+10 V	50	Parametro 1-72	[5] VVC ⁺ /Flux
A IN	53	Funz. di avv.	in s. ora
A IN	54	Parametro 1-76	Im,n
COM	55	Corrente di avviam.	
A OUT	42	Parametro 2-20	In funzione dell'appl.
COM	39	Corrente rilascio freno	
R1	01	Parametro 2-21	Metà dello scorrimento nominale del motore
	02	Vel. attivazione freno [giri/min]	
	03		
R2	04		
	05		
	06		
		*=Valore predefinito	
		Note/commenti:	

Tabella 17.14 Controllo del freno meccanico

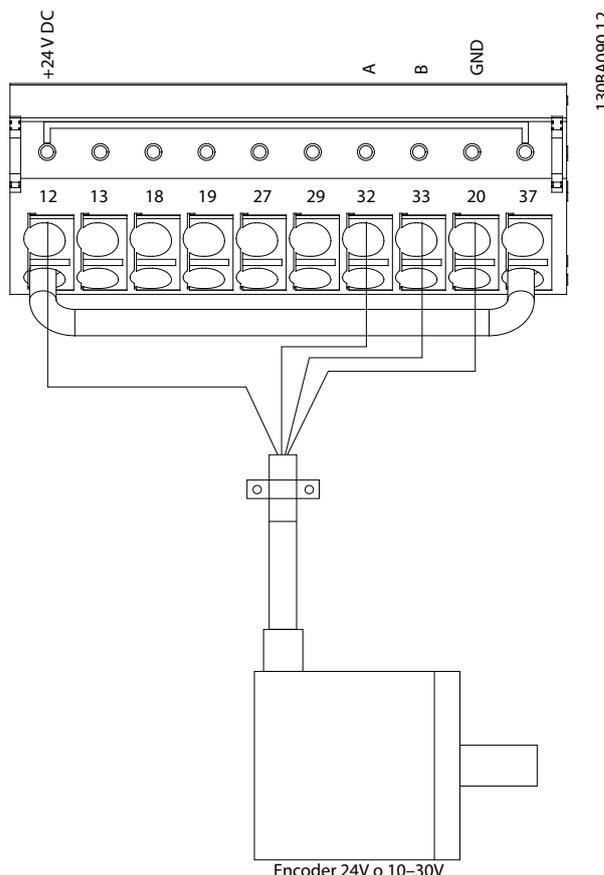


Disegno 17.4 Controllo del freno meccanico

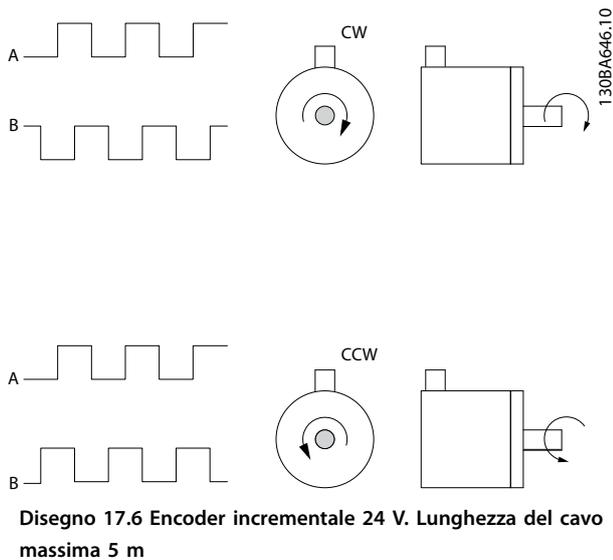
17.11 Collegamento encoder

Prima di impostare l'encoder vengono visualizzate le impostazioni di base per un sistema di controllo di velocità ad anello chiuso.

Vedere anche il capitolo 7.3.7 VLT[®] Encoder Input MCB 102.



Disegno 17.5 Collegamento encoder al convertitore di frequenza



17.12 Direzione dell'encoder

La direzione dell'encoder, individuata osservando l'estremità dell'albero, viene determinata dall'ordine in cui gli impulsi arrivano nel convertitore di frequenza.

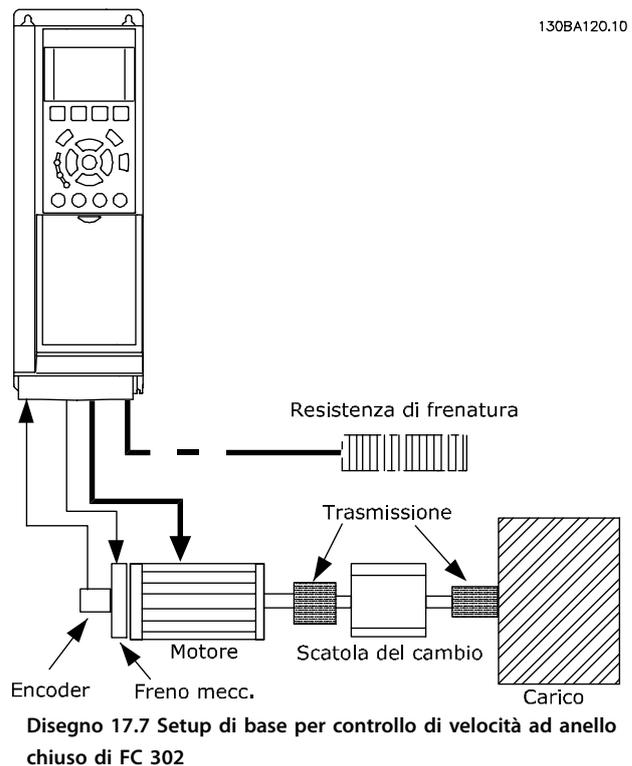
- La direzione in senso orario significa che il canale A è in anticipo di 90° (gradi elettrici) rispetto al canale B.
- La direzione in senso antiorario significa che il canale B è in anticipo di 90° (gradi elettrici) rispetto al canale A.

17.13 Sistema convertitore ad anello chiuso

Generalmente un sistema convertitore ad anello chiuso comprende:

- Motore
- Convertitore di frequenza
- Encoder quale sistema di retroazione
- Freno meccanico
- Resistenza di frenatura per la frenatura dinamica
- Trasmissione
- Riduttore
- Carico

Le applicazioni che richiedono il controllo del freno meccanico, solitamente richiedono una resistenza di frenatura.



17.14 Programmazione del limite di coppia e arresto

Nelle applicazioni con freno elettromeccanico, ad esempio le applicazioni di sollevamento, è possibile arrestare il convertitore di frequenza mediante un comando di arresto normale e attivare contemporaneamente il freno elettromeccanico esterno.

Disegno 17.8 mostra la programmazione di tali connessioni del convertitore di frequenza.

Se un comando di arresto è attivo attraverso il morsetto 18 e il convertitore di frequenza non è al limite di coppia, il motore decelera a 0 Hz.

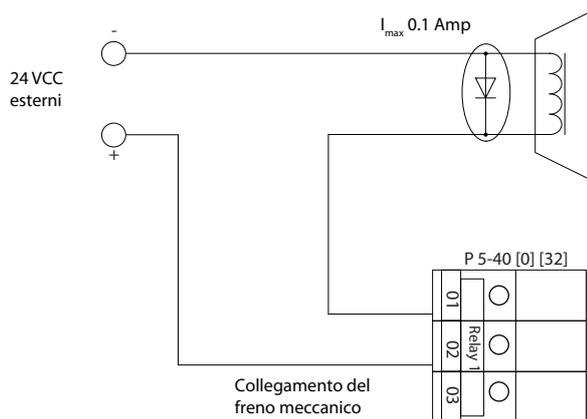
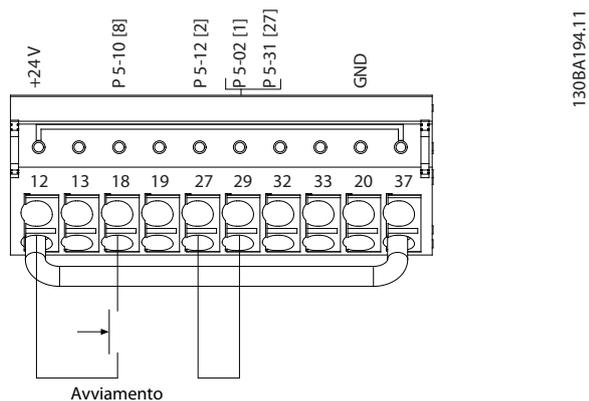
Se il convertitore di frequenza è al limite di coppia e il comando di arresto è attivato, il sistema attiva il morsetto 29 Uscita (programmato su [27] Coppia lim.&arresto). Il segnale al morsetto 27 passa da logico 1 a logico 0 e il motore inizia la ruota libera, facendo in modo che il paranco si arresti anche se il convertitore di frequenza stesso non è in grado di gestire la coppia richiesta, ad esempio a causa di un sovraccarico eccessivo.

Per programmare il limite di coppia e arresto, collegarlo ai seguenti morsetti:

- Avvio/arresto tramite morsetto 18
parametro 5-10 Ingr. digitale morsetto 18 [8]
Avviamento
- Arresto rapido tramite morsetto 27

parametro 5-12 Ingr. digitale morsetto 27 [2] Evol. libera neg.

- Morsetto 29 uscita
parametro 5-02 Modo morsetto 29 [1] Uscita
parametro 5-31 Uscita dig. morsetto 29 [27] Coppia lim.&arresto
- Uscita a relè [0] (Relè 1)
parametro 5-40 Funzione relè [32] Com. freno mecc.



Disegno 17.8 Collegamenti morsetti limite di coppia e arresto

18 Appendice

18.1 Esonero di responsabilità

Danfoss non ha alcun obbligo per quanto riguarda qualsiasi prodotto che

- non è installato in base alla configurazione standard specificata nella guida di installazione;
- è stato riparato o alterato in modo improprio;
- è soggetto a uso improprio, negligenza e installazione impropria senza rispetto delle direttive;
- è usato in un modo diverso da quello indicato nelle istruzioni;
- risulta danneggiato a seguito di normale usura.

18.2 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.
 - Nomi di gruppi di parametri.
 - Opzioni di parametri.
- Tutte le dimensioni espresse nei disegni sono in mm.

18.3 Glossario

Variabili impiegate nei calcoli:

f_{JOG}

La frequenza motore quando viene attivata la funzione marcia jog (mediante i morsetti digitali).

f_M

La frequenza motore.

f_{MAX}

La frequenza massima del motore.

f_{MIN}

La frequenza minima del motore.

$f_{M,N}$

La frequenza nominale del motore (dati di targa).

I_M

La corrente motore.

$I_{M,N}$

La corrente nominale del motore (dati di targa).

$I_{VLT,MAX}$

La massima corrente di uscita.

$I_{VLT,N}$

La corrente di uscita nominale fornita dal convertitore di frequenza.

$n_{M,N}$

La velocità nominale del motore (dati di targa).

$P_{M,N}$

La potenza nominale del motore (dati di targa).

$T_{M,N}$

La coppia nominale (del motore).

U_M

La tensione motore istantanea.

$U_{M,N}$

La tensione nominale del motore (dati di targa).

$U_{VLT,MAX}$

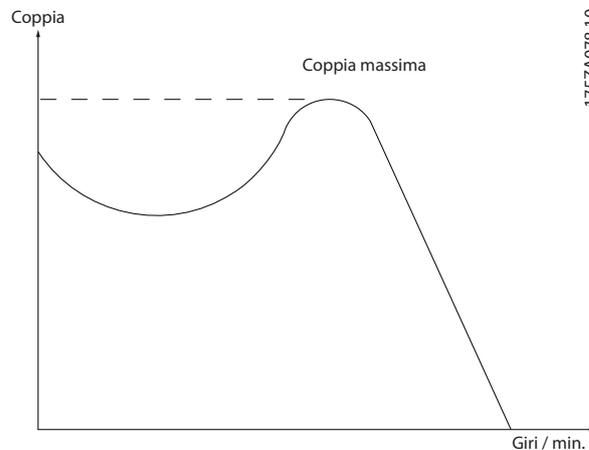
La massima tensione di uscita.

η_{VLT}

L'efficienza del convertitore di frequenza è definita come il rapporto tra la potenza di uscita e quella di ingresso.

Coppia di interruzione

$$n_s = \frac{2 \times \text{par. } 1 - 23 \times 60 \text{ s}}{\text{par. } 1 - 39}$$



Disegno 18.1 Grafico della coppia di interruzione

Termini e abbreviazioni generali:

60° AVM

Modello di commutazione denominato Modulazione vettoriale asincrona a 60° (vedere il parametro 14-00 Modello di commutaz.).

Controllo vettoriale avanzato

Rispetto a un controllo tensione/frequenza tradizionale, il controllo vettoriale avanzato offre una maggiore dinamicità e stabilità, anche in caso di variazioni della velocità e della coppia di carico.

Ingressi analogici

Gli ingressi analogici vengono utilizzati per controllare varie funzioni del convertitore di frequenza. Esistono 2 tipi di ingressi analogici.

- Ingresso in corrente, 0–20 mA e 4–20 mA.
- Ingresso in tensione, 0–10 V CC.

Uscite analogiche

Le uscite analogiche sono in grado di fornire un segnale di 0–20 mA, 4–20 mA o un segnale digitale.

Adattamento automatico motore, AMA

L'algoritmo AMA determina i parametri elettrici del motore collegato quando questo non è in funzione.

Riferimento analogico

Un segnale trasmesso agli ingressi analogici 53 o 54 può essere in tensione o in corrente.

Riferimento binario

Un segnale applicato alla porta di comunicazione seriale (RS485 morsetti 68–69).

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.

Riferimento bus

Un segnale trasmesso alla porta di comunicazione seriale (porta FC).

Caratteristiche CT

Caratteristiche della coppia costante usate per tutti i compressori a vite e scroll.

Ingressi digitali

Gli ingressi digitali consentono di controllare varie funzioni del convertitore di frequenza.

Uscite digitali

Il convertitore di frequenza presenta due stadi di uscita a stato solido che sono in grado di fornire un segnale a 24 V CC (massimo 40 mA).

DSP

Processore di segnali digitali.

ETR

Il relè termico elettronico è un calcolo del carico termico basato sul carico corrente e sul tempo. È volto a stimare la temperatura del motore.

GLCP

Pannello di controllo locale grafico (LCP 102)

HIPERFACE®

HIPERFACE® è un marchio registrato di Stegmann.

Inizializzazione

Se viene eseguita un'inizializzazione (*parametro 14-22 Modo di funzionamento*), i parametri programmabili del convertitore di frequenza ritornano alle impostazioni di fabbrica.

Funzioni di ingresso

Comando di controllo Avviare e arrestare il motore collegato con l'LCP o con gli ingressi digitali. Le funzioni sono divise in 2 gruppi. Le funzioni nel gruppo 1 hanno una priorità maggiore rispetto a quelle nel gruppo 2.	Gruppo o 1	Ripristino, arresto a ruota libera, ripristino e arresto a ruota libera, arresto rapido, frenatura CC, arresto e tasto [Off].
	Gruppo o 2	Avvio, avviamento a impulsi, inversione, avvio inverso, jog e uscita congelata.

Tabella 18.1 Funzioni di ingresso

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.

LCP

Il Pannello di Controllo Locale (LCP) rappresenta un'interfaccia completa per il controllo e la programmazione del convertitore di frequenza. L'LCP è estraibile e può essere installato fino a 3 m di distanza dal convertitore di frequenza, in un pannello frontale con l'opzione kit di installazione.

L'LCP è disponibile in 2 versioni:

- LCP numerico 101 (NLCP)
- LCP grafico 102 (GLCP)

lsb

Bit meno significativo.

MCM

Abbreviazione per Mille Circular Mil, un'unità di misura americana della sezione trasversale dei cavi. 1 MCM ≡ 0,5067 mm².

msb

Bit più significativo.

NLCP

Pannello di controllo locale numerico LCP 101.

Parametri online/offline

Le modifiche ai parametri online vengono attivate immediatamente dopo la variazione del valore dei dati. Premere [OK] sull'LCP per attivare le modifiche ai parametri offline.

Controllore PID

Il controllore PID mantiene velocità, pressione e temperatura desiderate regolando la frequenza di uscita in base alle variazioni del carico.

PCD

Dati di processo.

Fattore di potenza

Il fattore di potenza indica la relazione fra I_1 e I_{RMS} .

$$\text{Fattore di potenza} = \frac{\sqrt{3} \times U \times I_1 \times \cos\phi}{\sqrt{3} \times U \times I_{RMS}}$$

Il fattore di potenza per la regolazione trifase:

$$= \frac{I_1 \times \cos\phi 1}{I_{RMS}} = \frac{I_1}{I_{RMS}} \text{ da cui } \cos\phi 1 = 1$$

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

$$I_{RMS} = \sqrt{I_1^2 + I_5^2 + I_7^2 + \dots + I_n^2}$$

Un fattore di potenza elevato indica inoltre che le differenti correnti armoniche sono basse.

Le bobine CC integrate producono un elevato fattore di potenza, il quale minimizza il carico applicato sull'alimentazione di rete.

Riferimento preimpostato

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

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. Il collegamento all'encoder avviene mediante il morsetto 32 o l'opzione encoder.

Riferimento impulsi

Un segnale a impulsi di frequenza trasmesso agli ingressi digitali (morsetto 29 o 33).

RCD

Dispositivo a corrente residua. Un dispositivo che disinserisce un circuito in presenza di sbilanciamento tra un conduttore sotto tensione e la terra. Anche noto con il nome di interruttore automatico differenziale (GFCI).

Ref_{MAX}

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

Ref_{MIN}

Determina la relazione tra l'ingresso di riferimento allo 0% del valore (tipicamente 0 V, 0 mA, 4 mA) e il riferimento risultante. Il valore di riferimento minimo è impostato in *parametro 3-02 Riferimento minimo.*

Setup

Le impostazioni dei parametri possono essere salvate in quattro setup. Cambiare tra le 4 programmazioni parametri e modificare un setup mentre è attivo un altro setup.

SFAVM

Modello di commutazione chiamato flux oriented asynchronous vector modulation (modulazione vettoriale asincrona orientata secondo il flusso dello statore) (*parametro 14-00 Modello di commutaz.*).

Compensazione dello scorrimento

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

Smart logic control (SLC)

L'SLC è una sequenza di azioni definite dall'utente, che vengono eseguite quando gli eventi associati definiti dall'utente sono valutati come TRUE dall'SLC.

STW

Parola di stato.

Comando di disabilitazione dell'avviamento

Un comando di arresto appartenente ai comandi di controllo del gruppo 1. Vedere *Tabella 18.1*.

Comando di arresto

Vedere il gruppo di parametri comandi di controllo.

Termistore

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

THD

Distorsione armonica totale. Uno stato di distorsione armonica totale.

Scatto

Uno stato al quale si passa in situazioni di guasto, ad esempio se il convertitore di frequenza è soggetto a un surriscaldamento o quando interviene per proteggere il motore, un processo o un meccanismo. Il riavvio viene impedito finché la causa del guasto non è scomparsa e lo stato di scatto viene annullato premendo [Reset] oppure, talvolta, tramite la programmazione di ripristino automatico. Non usare lo scatto per la sicurezza personale.

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. Se il convertitore di frequenza è ad esempio soggetto a un cortocircuito sull'uscita, passa allo stato di scatto bloccato. Uno scatto bloccato può essere annullato scollegando la rete, eliminando la causa del guasto e ricollegando il convertitore di frequenza all'alimentazione.

Caratteristiche VT

Caratteristiche coppia variabile utilizzate per pompe e ventole.

VVC⁺

Rispetto a una regolazione a rapporto tensione/frequenza tradizionale, il controllo vettoriale della tensione (VVC⁺) migliora sia la dinamica che la stabilità, anche nel caso di variazioni della velocità di riferimento e della coppia di carico.

Indice

A

Abbreviazioni..... 160

Adattamento automatico motore..... 18, 161

AEO..... 16

Alimentazione a 24 V CC esterna..... 75

Allarme..... 21

Alta frequenza portante..... 16

Alta tensione..... 6

Altitudine..... 58

AMA..... 18, 161

AMA eseguito con T27 collegato..... 152

AMA eseguito senza T27 collegato..... 152

Ambiente commerciale..... 93

Ambiente industriale..... 93

Ambiente residenziale..... 93

Ambienti aggressivi..... 82

Analisi di Fourier..... 100

Anello aperto..... 22, 121

Anello chiuso..... 22, 121, 158

Apparecchiature opzionali..... 121

Armoniche

 Analisi..... 99

 di tensione..... 100

 Distorsione..... 99

 Effetti negativi delle..... 101

 In un sistema di distribuzione della potenza..... 100

 Prevenzione del sovraccarico..... 99

Auto-on..... 133

AVM..... 160

Avviamento morbido..... 18

Avviamento remoto..... 19

Avviamento/arresto a impulsi..... 153

Avviamento/arresto con inversione e velocità preimpostate 154

Avviso..... 21

B

Banda morta intorno allo zero..... 139

Barre collettrici..... 83

Bypass di risonanza..... 19

C

Cablaggio

 Cablaggio..... 80, 99

 Morsetto di controllo..... 120

 Schema di cablaggio..... 130

Calcoli..... 160

Caratteristiche CT..... 161

Caratteristiche VT..... 162

Catch-up/slow-down..... 137

Cavi di controllo termistore..... 118

Cavo

 Controllo..... 95, 98, 99

 Equalizzazione..... 99

 Morsetto..... 95

 Motore..... 95, 106

 Schermato..... 98, 99

Certificazione ATEX..... 76

Cinghia rotta..... 22

Circuito intermedio..... 110

Classe di efficienza energetica..... 53

Codice identificativo..... 61

Codice identificativo del modulo d'ordine..... 61

Collegamento CC..... 110, 112

Comando di avviamento/arresto con Safe Torque Off..... 153

Comparatori..... 135

Compensazione dello scorrimento..... 162

Comunicazione seriale..... 99, 119, 120

Condensa..... 82

Condizioni ambientali..... 82

Condizioni di funzionamento estreme..... 110

Configuratore del convertitore di frequenza..... 61

Configurazione

 Cavo motore..... 106

 Modalità di configurazione..... 133

 Rete..... 115

 Sistema a due convertitori..... 107

 Sistema a quattro convertitori..... 109

Conformità..... 18

Conformità CE..... 86

Conformità UL..... 87

Controllo

 Coppia di controllo..... 128

 Limite di corrente interno in VVC+..... 133

 Locale (Hand-on)..... 133

 Morsetti..... 128

 Morsetto di controllo..... 120

 PID di processo..... 146

 PID di velocità..... 143

 Principio..... 128

 Remoto (Auto-on)..... 133

 Scheda di controllo, comunicazione seriale USB..... 57

 Struttura controllo vettoriale a orientamento di campo..... 132

 Struttura di controllo vettoriale avanzato..... 131

 Struttura Flux con retroazione del motore..... 132

 Tipi di morsetti di controllo..... 119

 Velocità..... 128

Controllo del freno meccanico..... 157

Controllo di coppia..... 128

Controllo PID		EMC	
Controllore di processo.....	150	Conformità.....	18
Ottimizzazione.....	151	Direttiva.....	8
Processo.....	146	EMC.....	99
Velocità.....	143	Emissioni.....	88
Controllo vettoriale avanzato.....	131	Installazione elettrica, linee guida.....	95
Controllo vettoriale della tensione.....	162	Precauzioni.....	95
Controllore PID.....	18, 161	Requisiti.....	93
Controllore smart logic.....	134	Requisiti di immunità.....	94
Convenzioni.....	160	Risultati dei test.....	89, 91
Coppia di interruzione.....	19, 160	Emissioni condotte.....	89
Corrente		Emissioni irradiate.....	89
Armoniche.....	99	Encoder.....	70, 157, 162
armonica.....	100	Esempi applicativi AMA.....	152
fondamentale.....	100	ETR.....	161
Distorsione.....	100	Evento definito dall'utente.....	134
Ingresso.....	100		
Mitigazione del motore.....	103	F	
Regolatore limitazione di corrente.....	17	Fattore di potenza.....	161
Corrente di dispersione (>3,5 mA).....	7	FC 102	
Corrente limite.....	111	Specifiche.....	39
Cortocircuito		FC 202	
Protezione contro i cortocircuiti.....	17, 86	Specifiche.....	43
Rapporto di cortocircuito.....	100	FC 302	
Cortocircuito.....	110	Specifiche.....	48
		Filtri	
D		Configurazione del filtro.....	65, 66
Declassamento.....	16, 17, 58, 80	DU/dt.....	64, 79
Definizioni.....	160	Filtri.....	64, 78, 79, 82
Dimensioni.....	80	di uscita.....	64, 78, 79
Dimensioni dei fili.....	106	Sinusoidale.....	64, 78
Direttiva bassa tensione.....	8	Flusso.....	132
Direttiva EMC.....	8	Flusso d'aria.....	82
Direttiva macchine.....	8	Forza c.e.m.....	111
Direzione dell'encoder.....	158	Frenatura in CC.....	19
Dispositivo a corrente residua.....	162	Frenatura rigenerativa.....	123
Dispositivo di sicurezza esterno.....	20	Freno	
Distorsione armonica totale.....	99	CC.....	19
Doppino intrecciato schermato (STP).....	121	Dinamico.....	123
DU/dt.....	64, 79, 112	Duty cycle.....	123, 124
Duty cycle intermittente.....	161	Elettromeccanico.....	158
		Esempio applicativo di freno.....	157
E		Funzione.....	125
Efficienza energetica.....	53	Interruttore resistenza.....	105
		Limiti.....	124
		Livelli di potenza.....	124
		OVC.....	125
		Resistenza.....	78, 123, 161
		Stazionamento meccanico.....	123
		Freno di stazionamento meccanico.....	123
		Freno dinamico.....	123
		Freno elettromeccanico.....	123, 158
		Freno statico.....	123
		Frequenza di commutazione.....	58

Funzioni di avviamento.....	19
Funzioni di ingresso.....	161
Fusibile.....	80
G	
Gas.....	82
H	
Hand-on.....	133
HIPERFACE®.....	161
I	
Immagazzinamento.....	81
Impostazione del relè utilizzando il controllore smart logic.....	156
Ingressi analogici.....	69, 161
Ingressi digitali.....	69, 161
Ingresso	
Analogico.....	119
Digitale.....	119, 120
Segnale.....	121
Inizializzazione.....	161
Interfaccia seriale.....	22
Interferenza	
Irradiata.....	88
Radio.....	88
Trasportata dall'aria.....	88
Interferenza irradiata.....	88
Interferenza trasportata dall'aria.....	88
Interruttore.....	121
Interruttore A53/A54.....	121
Interruttore di terminazione bus.....	121
Interruttore Klixon.....	106
Intervalli frequenza portante.....	16
Isolamento.....	103
Isolamento del segnale.....	101
Isolamento galvanico.....	68, 101
K	
Kit di montaggio.....	79
L	
LCP.....	79, 133, 161
Limite di coppia.....	111, 158
Lista di controllo.....	80
Lista di controllo del sistema.....	80
Livello di tensione.....	54
Loop di terra.....	99

M

Manutenzione.....	82
Marchio CE.....	8
Marcia jog.....	160
MCB 101.....	68
MCB 102.....	70, 146, 162
MCB 103.....	71
MCB 105.....	73
MCB 107.....	75
MCB 112.....	20, 76
MCB 113.....	77
MCM.....	161
Messa a terra, cavo di comando schermato.....	99
Metodo di taratura Ziegler Nichols.....	151
Modello di commutazione.....	160
Modifica accelerazione/decelerazione.....	155
Modo pausa.....	19
Modulazione automatica della frequenza di commutazione 16
Momento di inerzia.....	111
Morsetti	
Collegamento del motore.....	106
Collegamento di rete.....	115
Controllo.....	128
Dimensioni del modulo convertitore.....	24
Dimensioni del sistema a due convertitori.....	28
Dimensioni del sistema a quattro convertitori.....	32
Morsetto	
Dimensioni del bus CC del sistema a due convertitori.....	30
Dimensioni del bus CC del sistema a quattro convertitori 37
Dimensioni del freno del sistema a quattro convertitori...	35
Dimensioni del motore del sistema a due convertitori.....	29
Dimensioni del motore del sistema a quattro convertitori 35
Dimensioni del ponticello del sistema a quattro convertito-	ri..... 32
Dimensioni della rete del sistema a due convertitori.....	28
Dimensioni della rete del sistema a quattro convertitori.....	33
Dimensioni della terra del sistema a due convertitori.....	29

Motore		Precauzioni.....	95
Avviamento morbido.....	18	Prestazioni di esercizio.....	39
Bypass.....	19	Programmazione.....	120
Cavo.....	95, 106	Programmazione limite di coppia e arresto.....	158
Classe di protezione.....	82	Protezione.....	83, 86, 101, 104, 111
Collegamenti morsetti.....	106	Protezione dai guasti verso terra.....	17
Collegamento in parallelo.....	112	Protezione termica.....	111
Commutazione sull'uscita.....	110	Punto di inserzione comune.....	100
Corrente bassa/alta.....	22		
Fasi.....	110	R	
Funzione piena coppia.....	19	Raffreddamento.....	18, 82
Funzione preriscaldamento.....	19	Rampa automatica.....	17
Isolamento.....	103	RCD.....	162
Limite di coppia.....	111	Regolamentazioni sul controllo delle esportazioni.....	9
Mitigazione delle correnti.....	103	Regolatore di velocità PID	
Protezione limite di corrente.....	111	Parametri.....	143
Protezione limite velocità minima.....	111	Programmazione.....	144
Protezione termica.....	18, 104, 111	Taratura.....	146
Protezione termica del motore.....	18	Regole logiche.....	135
Retroazione.....	132	Relè.....	56, 73, 77, 120
Rotazione.....	106	Relè termico elettronico.....	161
Sovratensione.....	110	Requisiti	
Tensione.....	112	Emissione (EMC).....	93
Uscita.....	53	Resolver.....	71
Variabili di calcolo.....	160	Responsabilità.....	20
Velocità bassa/alta.....	22	Rete	
Velocità nominale.....	160	Alimentazione.....	53, 100, 162
Velocità sincrona.....	160	Caduta di tensione.....	111
		Collegamenti morsetti.....	115
N		Corrente.....	115
Norme di emissione generiche.....	93	Morsetto.....	121
		Variazioni.....	17
O		Rete CA.....	115
Opzioni.....	64, 67	Rete pubblica a bassa tensione.....	89
Opzioni per l'ordine.....	64	Retroazione.....	22, 121
Ottimizzazione automatica dell'energia.....	16	Riaggancio al volo.....	19
OVC.....	111	Riavvio.....	19
		Riavvio automatico.....	19
P		Riferimenti scala.....	138
Pacchetto di lingue.....	61	Riferimento	
Pannello di controllo locale.....	161	Analogico.....	138, 161
PELV.....	101, 152	Attivo.....	133
Perdita di fase.....	22	Avviso.....	22
Perdita di potenza.....	20	Binario.....	161
Personale qualificato.....	6	Blocco.....	137
Peso.....	23, 80, 83	Bus.....	161
PID controllo di processo		Impulso.....	138, 162
Parametri.....	147	Ingresso velocità.....	152, 153
Programmazione.....	150	Limiti.....	137
PID di velocità.....	128, 131	Locale.....	136
Piena coppia motore.....	19	Preimpostato.....	138, 162
Ponticello.....	120	Remoto.....	136
Potenza nominale.....	39		
Potenziometro.....	155		

Riferimento di velocità.....	121, 152, 153
Ripristino allarme.....	154
Ripristino allarmi esterni.....	154
Riscaldatore dell'armadio.....	82
Risorse aggiuntive.....	5
RS485	
Collegamento in rete.....	155
Comunicazione seriale.....	121

S

Safe Torque Off.....	20
Sbilanciamento.....	22
Scatto.....	162
Scheda termistore PTC.....	76, 104
Schema di interconnessione.....	130
Sensore KTY.....	105, 152
Setup programmabili.....	19
SFAVM.....	162
Sinusoidale.....	64, 78
Smorzamento risonanza.....	18
Software di configurazione MCT 10.....	119
Sollevamento.....	123
Sovraccarico.....	20
Sovraccarico statico VVC+.....	111
Sovratemperatura.....	17, 22
Sovratensione.....	110, 125

T

Tabelle di declassamento.....	59, 60
Temperatura.....	58
Tempo di salita.....	112
Tempo di scarica.....	6
Tensione di alimentazione.....	118, 119
Termistore.....	76, 104, 118, 152, 155, 162
THD.....	162
Trasformatori.....	99
Trasformatori usati con 12 impulsi.....	53

U

Umidità.....	80, 82
Uscita	
Analogico.....	119
Commutazione dell'uscita.....	110
Filtri di uscita.....	78, 79
Relè.....	56, 119, 122
Uscita congelata.....	161
Uscita digitale.....	69, 161
Uscite analogiche.....	69, 161

V

Variabili, definite in.....	160
Velocità minima limite.....	111
Velocità preimpostate.....	154
Ventilatori.....	18, 84
VLT® Extended I/O.....	68
VLT® Extended Input.....	70
VLT® Extended Relay Card.....	77
VLT® PTC Thermistor Card.....	76
VLT® Relay Card.....	73
VLT® Resolver Input.....	71
VVC+.....	131, 133, 162



.....
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

