

# Guida alla Progettazione VLT<sup>®</sup> Midi Drive FC 280





## Sommar

<b>1 Introduzione</b>	<b>5</b>
1.1 Scopo della Guida alla Progettazione	5
1.2 Risorse aggiuntive	5
1.3 Definizioni	5
1.4 Versione del documento e del software	8
1.5 Approvazioni e certificazioni	8
1.6 Sicurezza	9
<b>2 Panoramica del prodotto</b>	<b>10</b>
2.1 Panoramica sulle dimensioni del contenitore	10
2.2 Installazione elettrica	11
2.2.1 Collegamento del motore	13
2.2.2 Collegamento di rete CA	14
2.2.3 Tipi di morsetti di controllo	15
2.2.4 Collegamento ai morsetti di controllo	16
2.3 Strutture di controllo	16
2.3.1 Modalità di controllo	16
2.3.2 Principio di regolazione	18
2.3.3 Struttura di controllo in VVC <sup>+</sup>	18
2.3.4 Regolatore di corrente interno in modalità VVC <sup>+</sup>	19
2.3.5 Comando locale (Hand On) e remoto (Auto On)	19
2.4 Gestione dei riferimenti	20
2.4.1 Limiti riferimento	21
2.4.2 Messa in scala dei riferimenti preimpostati e dei riferimenti bus	22
2.4.3 Scalatura dei riferimenti analogici e impulsi e retroazione	22
2.4.4 Banda morta nell'intorno dello zero	23
2.5 Controllo PID	26
2.5.1 Regolatore di velocità PID	26
2.5.2 PID controllo di processo	28
2.5.3 Parametri rilevanti nel controllo di processo	29
2.5.4 Esempio di un PID controllo di processo	30
2.5.5 Ottimizzazione controllore di processo	33
2.5.6 Metodo di taratura Ziegler Nichols	33
2.6 Emissioni EMC e immunità	34
2.6.1 Considerazioni generali sulle emissioni EMC	34
2.6.2 Emissioni EMC	35
2.6.3 Immunità EMC	36
2.7 Isolamento galvanico	37
2.8 Corrente di dispersione verso terra	37

2.9 Funzioni freno	39
2.9.1 Freno di stazionamento meccanico	39
2.9.2 Frenatura dinamica	39
2.9.3 Selezione della resistenza di frenatura	39
2.10 Smart Logic Controller	41
2.11 Condizioni di funzionamento estreme	42
2.11.1 Protezione termica del motore	42
<b>3 Esempi applicativi</b>	<b>44</b>
3.1 Introduzione	44
3.1.1 Collegamento encoder	44
3.1.2 Direzione dell'encoder	44
3.1.3 Sistema convertitore ad anello chiuso	44
3.2 Esempi applicativi	45
3.2.1 AMA	45
3.2.2 Velocità	45
3.2.3 Avviamento/arresto	46
3.2.4 Ripristino allarmi esterni	47
3.2.5 Termistore motore	47
3.2.6 SLC	47
<b>4 Safe Torque Off (STO)</b>	<b>48</b>
4.1 Precauzioni di sicurezza STO	49
4.2 Installazione del Safe Torque Off	49
4.3 Messa in funzione STO	50
4.3.1 Attivazione della funzione Safe Torque Off	50
4.3.2 Disattivazione della funzione Safe Torque Off	50
4.3.3 Test di messa in funzione STO	51
4.3.4 Test per applicazioni STO in modalità riavvio manuale	51
4.3.5 Test per applicazioni STO in modalità riavvio automatico	51
4.4 Manutenzione e assistenza per STO	52
4.5 Dati tecnici STO	53
<b>5 Installazione e setup dell'RS485</b>	<b>54</b>
5.1 Introduzione	54
5.1.1 Panoramica	54
5.1.2 Collegamento in rete	55
5.1.3 Setup hardware	55
5.1.4 Impostazione parametri per comunicazione Modbus	55
5.1.5 Precauzioni EMC	55
5.2 Protocollo FC	56

5.2.1	Panoramica	56
5.2.2	FC con Modbus RTU	56
5.3	Configurazione della rete	56
5.4	Struttura frame messaggio protocollo FC	56
5.4.1	Contenuto di un carattere (byte)	56
5.4.2	Struttura del telegramma	56
5.4.3	Lunghezza del telegramma (LGE)	57
5.4.4	Indirizzo del convertitore di frequenza (ADR)	57
5.4.5	Byte di controllo dati (BCC)	57
5.4.6	Il campo dati	57
5.4.7	Il campo PKE	57
5.4.8	Numero di parametro (PNU)	58
5.4.9	Indice (IND)	58
5.4.10	Valore del parametro (PWE)	58
5.4.11	Tipi di dati supportati dal convertitore di frequenza	59
5.4.12	Conversione	59
5.4.13	Parole di processo (PCD)	59
5.5	Esempi	59
5.5.1	Scrittura di un valore di parametro	59
5.5.2	Lettura di un valore del parametro	59
5.6	Modbus RTU	60
5.6.1	Conoscenze premesse	60
5.6.2	Panoramica	60
5.6.3	Convertitore di frequenza con Modbus RTU	60
5.7	Configurazione della rete	61
5.8	Struttura frame messaggio Modbus RTU	61
5.8.1	Introduzione	61
5.8.2	Struttura del telegramma Modbus RTU	61
5.8.3	Campo Start/Stop	61
5.8.4	Campo di indirizzo	62
5.8.5	Campo funzione	62
5.8.6	Campo dati	62
5.8.7	Campo di controllo CRC	62
5.8.8	Indirizzamento del registro di bobina	62
5.8.9	Controllo del convertitore di frequenza	64
5.8.10	Codici funzione supportati da Modbus RTU	64
5.8.11	Codici di eccezione Modbus	65
5.9	Come accedere ai parametri	65
5.9.1	Gestione dei parametri	65
5.9.2	Memorizzazione di dati	65

5.9.3 IND (Index)	66
5.9.4 Blocchi di testo	66
5.9.5 Fattore di conversione	66
5.9.6 Valori dei parametri	66
5.10 Esempi	66
5.10.1 Lettura stato bobine (01 hex)	66
5.10.2 Forza/Scrivi bobina singola (05 hex)	67
5.10.3 Forza/Scrivi bobine multiple (0F hex)	67
5.10.4 Lettura dei registri di mantenimento (03 hex)	68
5.10.5 Preimposta registro singolo (06 hex)	68
5.10.6 Preimposta registri multipli (10 hex)	69
5.11 Profilo di controllo FC Danfoss	69
5.11.1 Parola di controllo secondo il Profilo FC (Protocollo 8-10 = Profilo FC)	69
5.11.2 Parola di stato secondo il profilo FC (STW)	71
5.11.3 Valore di riferimento della velocità bus	72
<b>6 Codice tipo e guida alla selezione</b>	<b>73</b>
6.1 Numeri d'ordine: Opzioni e accessori	73
6.2 Numeri d'ordine: Resistenze di frenatura	74
6.2.1 Numeri d'ordine: Resistenze di frenatura 10%	74
6.2.2 Numeri d'ordine: Resistenze di frenatura 40%	76
<b>7 Specifiche</b>	<b>78</b>
7.1 Dati elettrici	78
7.2 Alimentazione di rete	80
7.3 Uscita motore e dati motore	81
7.4 Condizioni ambientali	81
7.5 Specifiche dei cavi	82
7.6 Ingresso/uscita di controllo e dati di controllo	82
7.7 Coppie di serraggio delle connessioni	85
7.8 Fusibili e interruttori	85
7.9 Rendimento	86
7.10 Rumorosità acustica	87
7.11 Condizioni dU/dt	87
7.12 Condizioni speciali	88
7.12.1 Declassamento manuale	88
7.12.2 Declassamento automatico	91
7.13 Dimensioni contenitore, potenze nominali e dimensioni	92
<b>Indice</b>	<b>95</b>

# 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.

Sono altresì presenti:

- Caratteristiche di sicurezza.
- Monitoraggio delle condizioni di guasto.
- Segnalazione dello stato di funzionamento.
- Capacità di comunicazione seriale.
- Opzioni e caratteristiche programmabili.

Sono inoltre 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 Risorse aggiuntive

Risorse disponibili per comprendere il funzionamento e la programmazione del convertitore di frequenza:

- La *Guida operativa VLT® Midi Drive FC 280* fornisce informazioni relative a installazione, messa in funzione, applicazione e manutenzione del convertitore di frequenza.
- La *Guida alla Programmazione VLT® Midi Drive FC 280* fornisce informazioni sulla programmazione e comprende descrizioni complete dei parametri.

Pubblicazioni e manuali supplementari sono disponibili su Danfoss. Vedere [vlt-drives.danfoss.com/Support/Technical-Documentation/](http://vlt-drives.danfoss.com/Support/Technical-Documentation/) per gli elenchi.

## 1.3 Definizioni

### 1.3.1 Convertitore di frequenza

#### Ruota libera

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

#### $I_{VLT,MAX}$

Corrente di uscita massima.

#### $I_{VLT,N}$

Corrente di uscita nominale fornita dal convertitore di frequenza.

#### $U_{VLT,MAX}$

Tensione di uscita massima.

### 1.3.2 Ingresso

#### Comandi di controllo

Avviare e arrestare il motore collegato mediante l'LCP e 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 1	Arresto di precisione, arresto a ruota libera e ripristino, arresto di precisione e arresto a ruota libera, arresto rapido, frenatura CC, arresto e [OFF].
Gruppo 2	Avvio, avviamento a impulsi, inversione, avvio inverso, jog e uscita congelata.

Tabella 1.1 Gruppi di funzioni

### 1.3.3 Motore

#### Motore in funzione

Coppia generata sull'albero di trasmissione e velocità da 0 giri/min. alla velocità massima sul motore.

#### $f_{JOG}$

Frequenza del motore quando viene attivata la funzione jog (mediante i morsetti digitali).

#### $f_M$

Frequenza del motore.

#### $f_{MAX}$

Frequenza massima del motore.

#### $f_{MIN}$

Frequenza minima del motore.

#### $f_{M,N}$

Frequenza nominale del motore (dati di targa).

#### $I_M$

Corrente del motore (effettiva).

$I_{M,N}$ 

Corrente nominale del motore (dati di targa).

 $n_{M,N}$ 

Velocità nominale del motore (dati di targa).

 $n_s$ 

Velocità del motore sincrono.

$$n_s = \frac{2 \times \text{Parametro 1-23} \times 60 \text{ s}}{\text{Parametro 1-39}}$$

 $n_{slip}$ 

Scorrimento del motore.

 $P_{M,N}$ 

Potenza nominale del motore (dati di targa in kW o cv).

 $T_{M,N}$ 

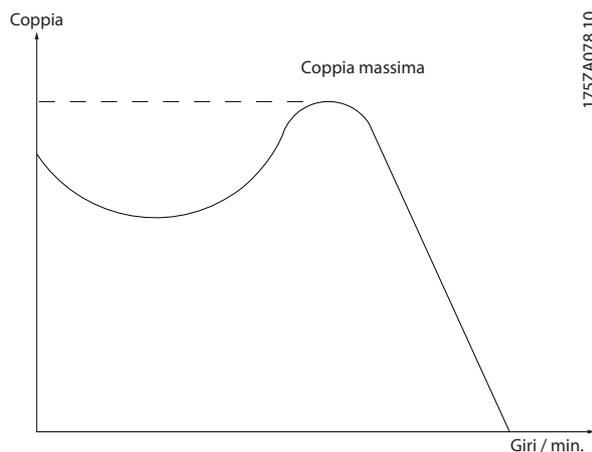
Coppia nominale (motore).

 $U_M$ 

Tensione istantanea del motore.

 $U_{M,N}$ 

Tensione nominale del motore (dati di targa).

**Coppia di interruzione**

Disegno 1.1 Coppia di interruzione

 $\eta_{VLT}$ 

L'efficienza del convertitore di frequenza è definita come il rapporto tra la potenza di uscita e quella di ingresso.

**Comando di disabilitazione dell'avviamento**Comando di disabilitazione dell'avviamento appartenente ai comandi di controllo nel gruppo 1. Per maggiori dettagli vedere *Tabella 1.1*.**Comando di arresto**Comando di arresto appartenente ai comandi di controllo nel gruppo 1. Per maggiori dettagli vedere *Tabella 1.1*.**1.3.4 Riferimenti****Riferimento analogico**

Un segnale trasmesso agli ingressi analogici 53 o 54 può essere in tensione o in corrente.

**Riferimento binario**

Un segnale trasmesso alla porta di comunicazione seriale.

**Riferimento preimpostato**

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

**Riferimento impulsi**

Un segnale a impulsi di frequenza trasmesso agli ingressi digitali (morsetto 29 o 33).

**RefMAX**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*.**RefMIN**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*.**1.3.5 Varie****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 oppure 4–20 mA.

**Adattamento automatico motore, AMA**

L'algoritmo AMA determina i parametri elettrici del motore collegato quando questo non è in funzione.

**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.

**Caratteristiche CT**

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

**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.

**Bus standard FC**

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

**Inizializzazione**

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

**Duty cycle intermittente**

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

**LCP**

Il pannello di controllo locale rappresenta un'interfaccia completa per il controllo e la programmazione del convertitore di frequenza. L'LCP è estraibile. Con il kit di installazione in opzione, l'LCP può essere installato su un pannello frontale a una distanza massima di 3 m dal convertitore di frequenza.

**NLCP**

Interfaccia del pannello di controllo locale numerico per il controllo e la programmazione del convertitore di frequenza. Il display è numerico e il pannello viene utilizzato per mostrare i valori di processo. L'NLCP possiede funzioni di memorizzazione e copia.

**lsb**

Bit meno significativo.

**msb**

Bit più significativo.

**MCM**

Abbreviazione per Mille Circular Mil, un'unità di misura americana della sezione trasversale dei cavi. 1 MCM  $\equiv$  0,5067 mm<sup>2</sup>.

**Parametri online/offline**

Le modifiche ai parametri online vengono attivate immediatamente dopo la variazione del valore dei dati. Per attivare le modifiche ai parametri offline premere [OK].

**PID di processo**

Il controllo PID mantiene velocità, pressione e temperatura regolando la frequenza di uscita in base alle variazioni del carico.

**PCD**

Dati del controllo di processo.

**Spegnere e riaccendere**

Disinserire l'alimentazione di rete fino a quando il display (LCP) non si spegne, quindi reinserire l'alimentazione.

**Fattore di potenza**

Il fattore di potenza indica la relazione fra  $I_1$  e  $I_{RMS}$ .

$$\text{Fattore di potenza} = \frac{\sqrt{3} \times U \times I_1 \cos\phi}{\sqrt{3} \times U \times I_{RMS}}$$

Per i convertitori di frequenza FC 280  $\cos\phi = 1$ , pertanto:

$$\text{Fattore di potenza} = \frac{I_1 \times \cos\phi}{I_{RMS}} = \frac{I_1}{I_{RMS}}$$

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, riducendo al minimo il carico applicato sull'alimentazione di rete.

**Ingresso a impulsi/encoder incrementale**

Trasmettitore di impulsi esterno usato per retroazionare informazioni sulla velocità del motore. L'encoder viene usato nelle applicazioni che richiedono una grande precisione nel controllo di velocità.

**RCD**

Dispositivo a corrente residua.

**Setup**

Salvare le impostazioni parametri in 4 setup. Scegliere tra i 4 setup di parametri e modificarne 1 solo quando questo è inattivo.

**SFAVM**

Acronimo che descrive la modulazione vettoriale asincrona orientata secondo il flusso dello statore del modello di commutazione.

**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 eseguite quando gli eventi associati definiti dall'utente sono valutati come TRUE dallo Smart Logic Controller (*Gruppo di parametri 13-\*\* Smart Logic Control*).

**STW**

Parola di stato.

**THD**

La distorsione armonica totale indica il contributo totale della distorsione armonica.

**Termistore**

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

**Scatto**

Lo scatto è uno stato che si verifica in situazioni di guasto. Esempi di situazioni di guasto:

- Il convertitore di frequenza è soggetto a sovratensione.
- Il convertitore di frequenza protegge il motore, il processo o il meccanismo.

Il riavvio viene impedito finché la causa del guasto non è stata eliminata e lo stato di scatto viene annullato attivando il ripristino oppure, in alcuni casi, tramite programmazione di ripristino automatico. Non usare lo scatto per la sicurezza personale.

**Scatto bloccato**

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

**Caratteristiche VT**

Caratteristiche coppia variabile utilizzate per pompe e ventole.

**VVC<sup>+</sup>**

Rispetto a una regolazione a rapporto tensione/frequenza tradizionale, il controllo vettoriale della tensione (VVC<sup>+</sup>) offre una maggiore dinamicità e stabilità in caso di variazioni del riferimento di velocità e in funzione della coppia di carico.

**60° AVM**

Fare riferimento al modello di commutazione modulazione vettoriale asincrona 60°.

## 1.4 Versione del documento e del software

Il presente manuale è revisionato e aggiornato regolarmente. Sono bene accettati tutti i suggerimenti di eventuali migliorie. *Tabella 1.2* mostra la versione del documento e la versione software corrispondente.

Edizione	Osservazioni	Versione software
MG07B2	Introdotte maggiori informazioni per i convertitori di frequenza monofase e trifase da 200–240 V.	1.2

**Tabella 1.2** Versione del documento e del software

## 1.5 Approvazioni e certificazioni

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

### 1.5.1 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:

- Direttiva sulla bassa tensione.
- Direttiva EMC.
- Direttiva macchine (per unità con una funzione di sicurezza integrata).

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.

### 1.5.2 Direttiva sulla bassa tensione

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

La direttiva afferma che le apparecchiature devono essere configurate in modo da garantire la sicurezza e la salute di persone e animali, la salvaguardia del materiale, facendo in modo che l'apparecchiatura sia installata, sottoposta a manutenzione e utilizzata correttamente come previsto. Danfoss I marchi CE sono conformi alla Direttiva sulla bassa tensione e, su richiesta, Danfoss fornisce una dichiarazione di conformità.

### 1.5.3 Direttiva EMC

Compatibilità elettromagnetica (EMC) significa che l'interferenza elettromagnetica tra i singoli apparecchi non ne impedisce il funzionamento. 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. In ogni caso, i dispositivi devono essere contrassegnati dal marchio CE. I sistemi non devono recare il marchio CE ma devono soddisfare i requisiti di protezione di base della direttiva EMC.

### 1.5.4 Conformità UL

#### Certificato UL



Disegno 1.2 UL

#### Norme applicate e conformità per STO

L'uso di STO sui morsetti 37 e 38 richiede che siano soddisfatte tutte le norme di sicurezza, incluse le leggi, i regolamenti e le direttive vigenti. La funzione STO integrata è conforme alle seguenti norme:

- IEC/EN 61508: 2010 SIL2
- IEC/EN 61800-5-2: 2007 SIL2
- IEC/EN 62061: 2012 SILCL di SIL2
- IEC/EN 61326-3-1: 2008
- EN ISO 13849-1: 2008 - Categoria 3 PL d

### 1.6 Sicurezza

I convertitori di frequenza contengono componenti ad alta tensione e hanno il potenziale di provocare lesioni letali se usati in modo improprio. Soltanto il personale qualificato è autorizzato a installare e a far funzionare l'apparecchiatura. Non tentare di effettuare lavori di riparazione senza prima staccare il convertitore di frequenza dall'alimentazione elettrica e attendere il tempo prescritto fino alla dissipazione dell'energia elettrica accumulata.

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

- Tempo di scarica.
- Istruzioni di sicurezza e avvertenze dettagliate.

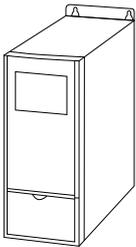
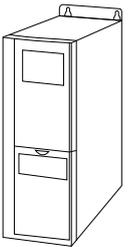
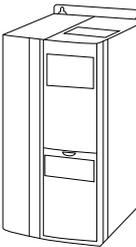
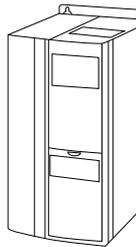
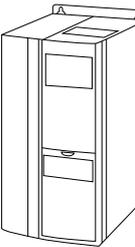
È obbligatorio osservare rigorosamente le precauzioni di sicurezza e le note sulla sicurezza per assicurare un funzionamento sicuro del convertitore di frequenza.

## 2 Panoramica del prodotto

### 2

### 2.1 Panoramica sulle dimensioni del contenitore

La dimensione del contenitore dipende dalla gamma di potenza.

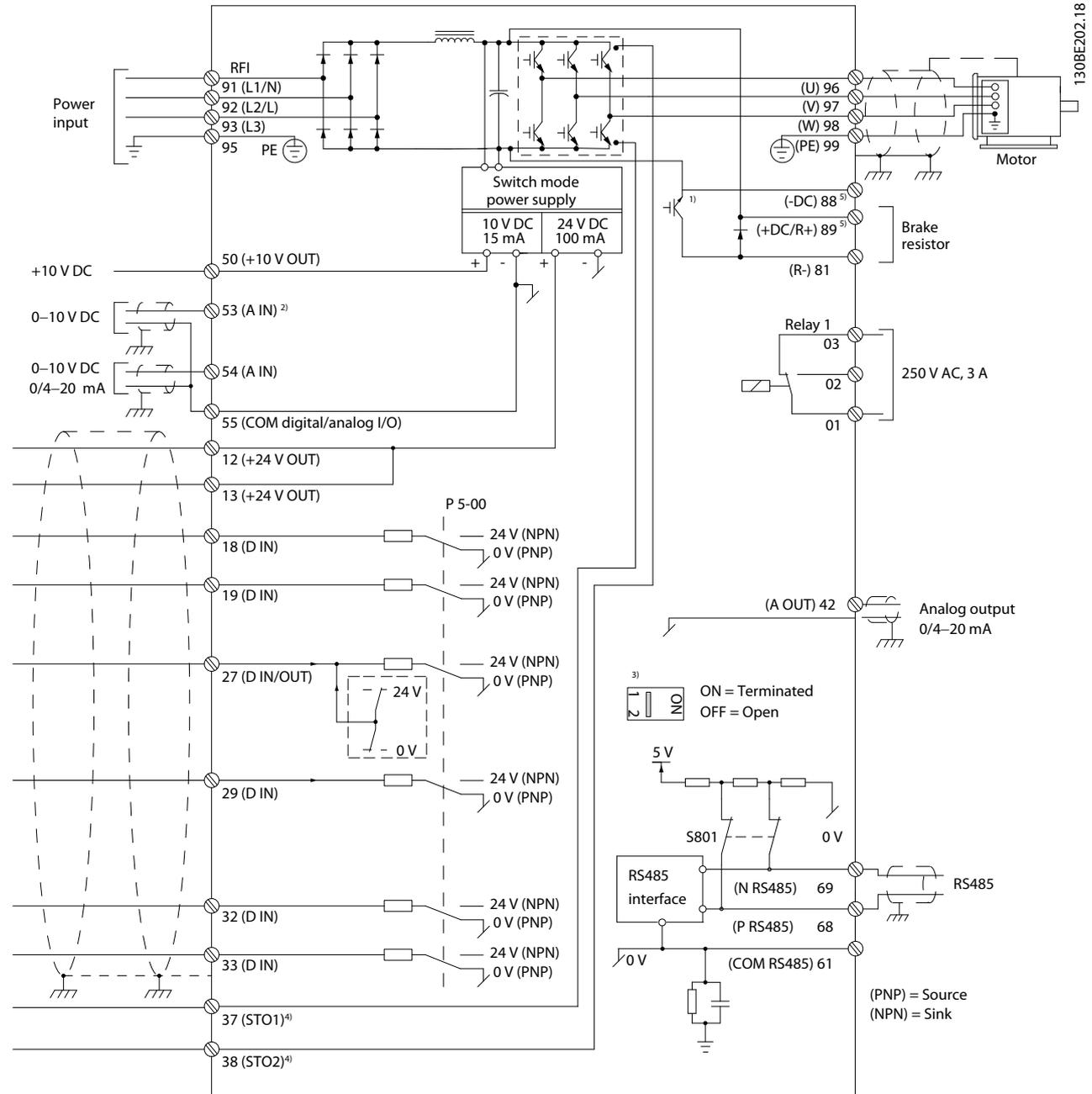
Dimensione contenitore	K1	K2	K3	K4	K5
	 130BA870.10	 130BA809.10	 130BA810.10	 130BA810.10	 130BA810.10
Protezione del contenitore <sup>1)</sup>	IP20	IP20	IP20	IP20	IP20
Gamma di potenza [kW (cv)] Trifase: 380–480 V	0,37–2,2 (0,5–3,0)	3,0–5,5 (5,0–7,5)	7,5 (10)	11–15 (15–20)	18,5–22 (25–30)
Gamma di potenza [kW (cv)] Trifase: 200–240 V	0,37–1,5 (0,5–2,0)	2,2 (3,0)	3,7 (5,0)	–	–
Gamma di potenza [kW (cv)] monofase 200–240 V	0,37–1,5 (0,5–2,0)	2,2 (3,0)	–	–	–

**Tabella 2.1 Dimensioni del contenitore**

1) IP21 è disponibile per alcune varianti del VLT® Midi Drive FC 280. Con l'installazione delle opzioni del kit IP21 tutte le taglie di potenza possono essere IP21.

## 2.2 Installazione elettrica

Questa sezione descrive come cablare il convertitore di frequenza.



Disegno 2.1 Schema di cablaggio base

A = analogico, D = digitale

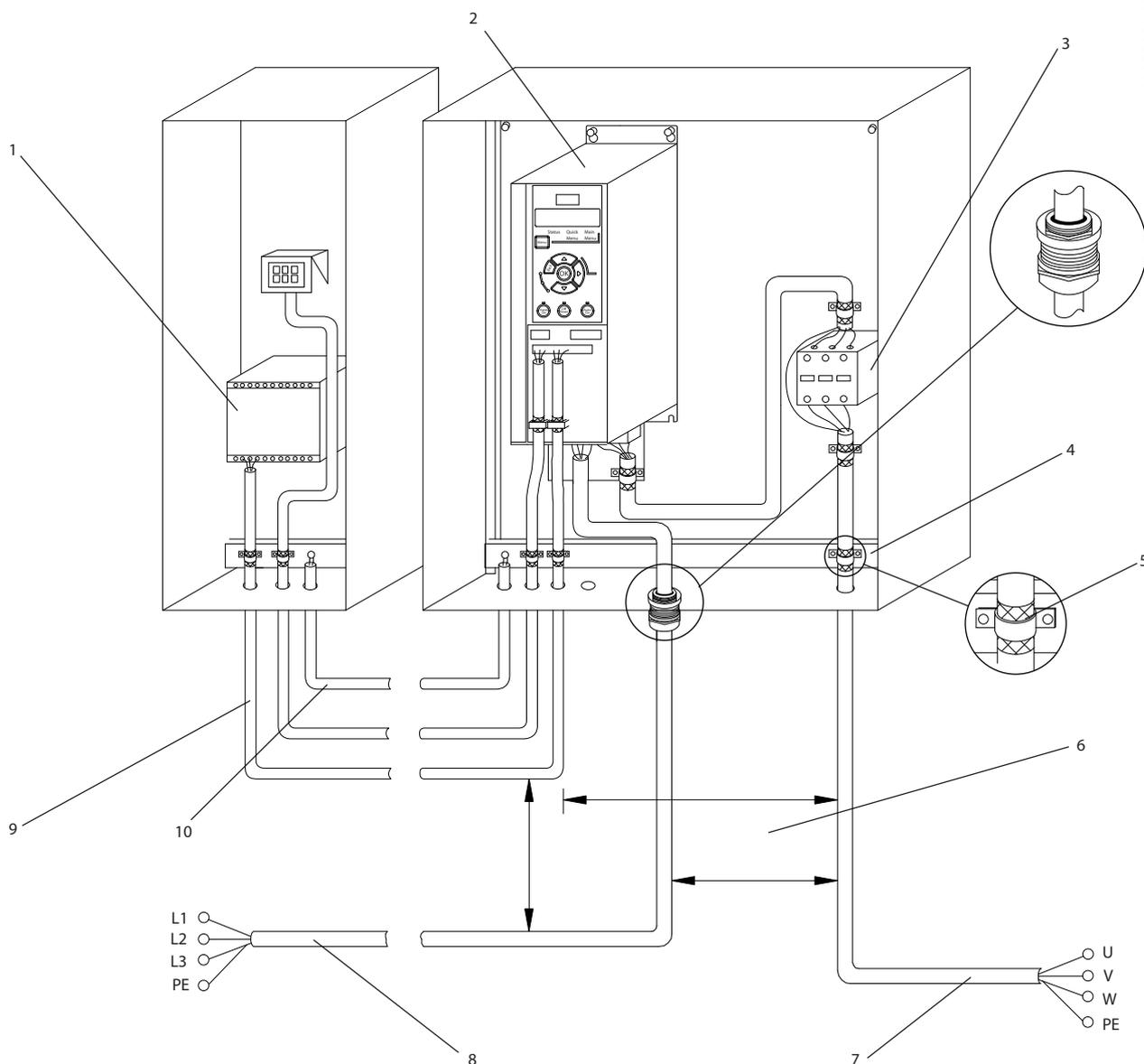
1) Il chopper di frenatura integrato è disponibile solo su unità trifase.

2) Il morsetto 53 può essere usato anche come ingresso digitale.

3) L'interruttore S801 (morsetto del bus) può essere utilizzato per abilitare la terminazione sulla porta RS485 (morsetti 68 e 69).

4) Consultare capitolo 4 Safe Torque Off (STO) per il cablaggio STO corretto.

2



1	PLC	6	Almeno 200 mm di spazio tra i cavi di comando, il motore e la rete.
2	Convertitore di frequenza	7	Motore, trifase e PE
3	Contattore di uscita (generalmente non consigliato)	8	Rete, monofase, trifase e PE rinforzato
4	Barra di messa a terra (PE)	9	Cavi di controllo
5	Schermatura del cavo (spelato)	10	Equalizzazione minima 16 mm <sup>2</sup> (6 AWG)

Disegno 2.2 Collegamento elettrico tipico

## 2.2.1 Collegamento del motore

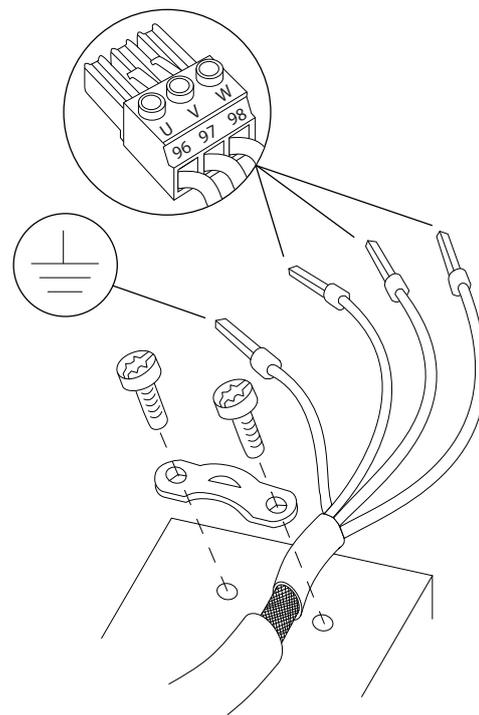
**AVVISO****TENSIONE INDOTTA**

La tensione indotta da cavi motore di uscita 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.
- Usare cavi schermati.
- Rispettare le norme elettriche nazionali e locali per le dimensioni dei cavi. Per le dimensioni massime dei cavi, vedere *capitolo 7.1 Dati elettrici*.
- Rispettare i requisiti del costruttore del motore relativi al cablaggio.
- Sono forniti passacavi per i cavi del motore o pannelli di accesso sulla base delle unità IP21 (NEMA 1/12).
- Non cablare un dispositivo di avviamento o un invertitore di poli (per esempio motore Dahlander o un motore a induzione ad anelli) tra il convertitore di frequenza e il motore.

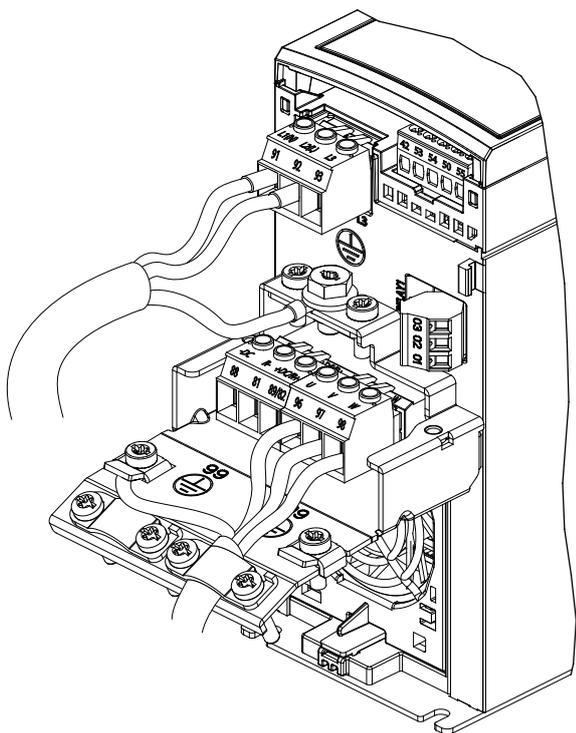
**Procedura**

1. Sguainare una sezione dell'isolamento esterno del cavo. La lunghezza consigliata è di 10–15 mm.
2. Posizionare il cavo spelato sotto il pressacavo per stabilire il fissaggio meccanico e il contatto elettrico tra lo schermo del cavo e la terra.
3. Collegare il cavo di terra al morsetto di messa a terra più vicino secondo le istruzioni di messa a terra fornite nel *capitolo Messa a terra* nella *Guida operativa VLT® Midi Drive FC 280*. Vedere *Disegno 2.3*.
4. Collegare il cavo trifase del motore ai morsetti 96 (U), 97 (V) e 98 (W), come mostrato in *Disegno 2.3*.
5. Serrare i morsetti in base alle istruzioni fornite in *capitolo 7.7 Coppie di serraggio delle connessioni*.



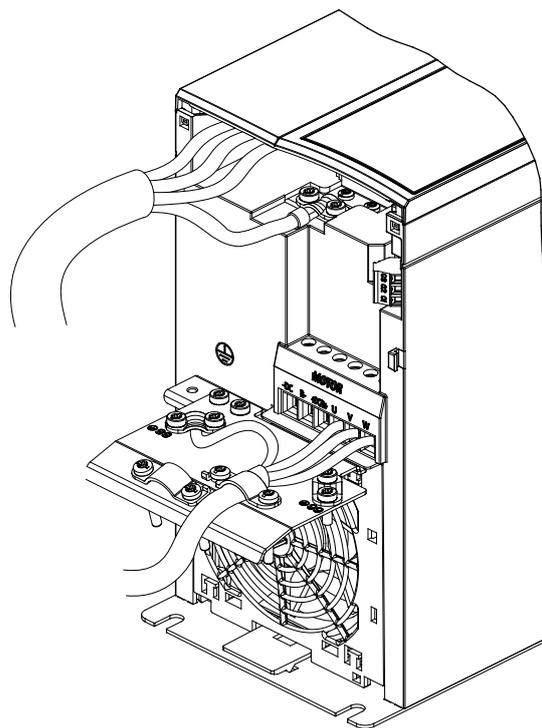
Disegno 2.3 Collegamento del motore

La rete, il motore e il collegamento a massa per i convertitori di frequenza monofase e trifase sono mostrati rispettivamente in *Disegno 2.4*, *Disegno 2.5* e *Disegno 2.6*. Le configurazioni effettive variano in base ai tipi di unità e alle apparecchiature opzionali.



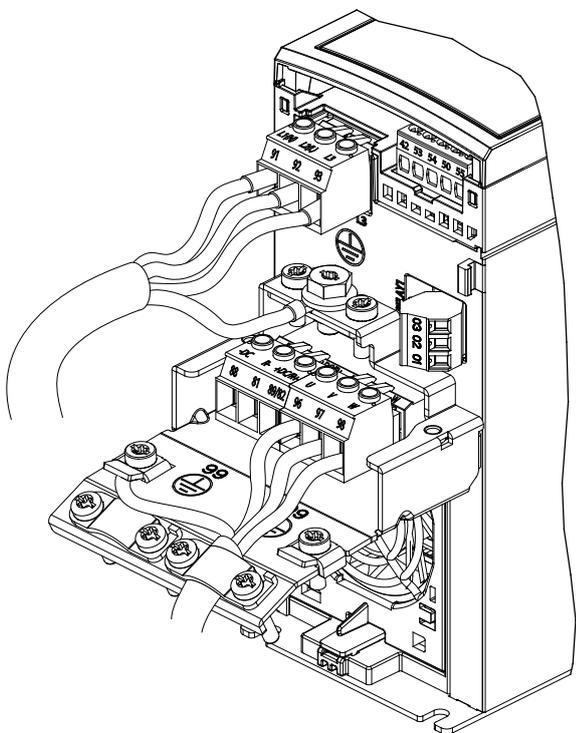
130BE232.11

Disegno 2.4 Rete, motore e collegamento a massa per unità monofase (K1, K2)



130BE804.10

Disegno 2.6 Rete, motore e collegamento a massa per unità trifase (K4, K5)



130BE231.11

Disegno 2.5 Rete, motore e collegamento a massa per unità trifase (K1, K2, K3)

## 2.2.2 Collegamento di rete CA

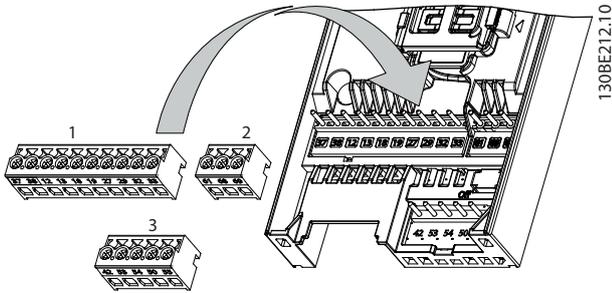
- Calibrare i cavi in funzione della corrente di ingresso del convertitore di frequenza. Per le dimensioni massime del cavo, vedere capitolo 7.1 Dati elettrici.
- Rispettare le norme elettriche nazionali e locali per le dimensioni dei cavi.

### Procedura

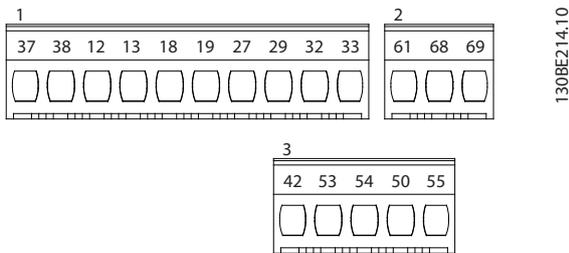
1. Collegare i cavi di alimentazione dell'ingresso CA ai morsetti N ed L nelle unità monofase (vedere Disegno 2.4), oppure ai morsetti L1, L2 ed L3 nelle unità trifase (vedere Disegno 2.5 e Disegno 2.6).
2. In base alla configurazione dell'apparecchiatura, collegare l'alimentazione di ingresso ai morsetti di ingresso di rete o al sezionatore di ingresso.
3. Collegare a terra il cavo secondo le istruzioni di messa a terra nel capitolo *Messa a terra* nella Guida operativa VLT® Midi Drive FC 280.
4. Quando alimentato da una sorgente di rete isolata (rete IT o collegamento a triangolo sospeso) o da una rete TT/TN-S con neutro messo a terra (collegamento a triangolo a terra), assicurarsi che la vite del filtro RFI sia stata rimossa. La rimozione della vite RFI impedisce danni al collegamento CC e riduce le correnti capacitive verso terra in conformità a IEC 61800-3.

### 2.2.3 Tipi di morsetti di controllo

Disegno 2.7 mostra i connettori removibili del convertitore di frequenza. Le funzioni dei morsetti e le relative impostazioni di fabbrica sono illustrate in Tabella 2.2 e Tabella 2.3.



Disegno 2.7 Posizioni dei morsetti di controllo



Disegno 2.8 Numeri dei morsetti

Vedere capitolo 7.6 Ingresso/uscita di controllo e dati di controllo per dettagli sulle prestazioni dei morsetti.

Morsetto	Parametro	Impostazione di fabbrica	Descrizione
<b>I/O digitale, I/O a impulsi, encoder</b>			
12, 13	-	+24 V CC	Tensione di alimentazione a 24 V CC. La corrente di uscita massima è di 100 mA per tutti i carichi da 24 V.
18	Parametro 5-10 In gr. digitale morsetto 18	[8] Avviamento	Ingressi digitali.
19	Parametro 5-11 In gr. digitale morsetto 19	[10] Inversione	

Morsetto	Parametro	Impostazione di fabbrica	Descrizione
27	Parametro 5-01 Modo Morsetto 27 Parametro 5-12 In gr. digitale morsetto 27 Parametro 5-30 Uscita dig. morsetto 27	DI [2] Evol. libera neg. DO [0] Nessuna funzione	Selezionabile come ingresso digitale, uscita digitale o uscita a impulsi. L'impostazione di fabbrica è ingresso digitale.
29	Parametro 5-13 In gr. digitale morsetto 29	[14] Marcia jog	Ingresso digitale.
32	Parametro 5-14 In gr. digitale morsetto 32	[0] Nessuna funzione	Ingresso digitale, encoder 24 V. Il morsetto 33 può essere usato anche come ingresso a impulsi.
33	Parametro 5-15 In gr. digitale morsetto 33	[0] Nessuna funzione	Ingresso a impulsi.
37, 38	-	STO	Ingressi di sicurezza funzionale.
<b>Ingressi/uscite analogici</b>			
42	Parametro 6-91 Uscita analogica morsetto 42	[0] Nessuna funzione	Uscita analogica programmabile. Il segnale analogico è 0-20 mA o 4-20 mA a un massimo di 500 Ω. Può anche essere configurato come uscite digitali.
50	-	+10 V CC	Tensione di alimentazione analogica 10 V CC. Al massimo 15 mA, tipicamente utilizzata per un potenziometro o un termistore.
53	Gruppo di parametri 6-1* Ingr. analog. 53	-	Ingresso analogico. È supportata solo la modalità tensione. Può essere anche usato come ingresso digitale.

Morsetto	Parametro	Impostazione di fabbrica	Descrizione
54	Gruppo di parametri 6-2* Ingr. analog. 54	-	Ingresso analogico. È possibile scegliere tra modalità tensione o corrente.
55	-	-	Linea comune per ingressi digitali e analogici.

Tabella 2.2 Descrizione dei morsetti - Ingressi/uscite digitali, ingressi/uscite analogici

Morsetto	Parametro	Impostazione di fabbrica	Descrizione
<b>Comunicazione seriale</b>			
61	-	-	Filtro RC integrato per lo schermo del cavo. SOLTANTO per collegare lo schermo in caso di problemi EMC.
68 (+)	Gruppo di parametri 8-3* Impostaz. porta FC	-	Interfaccia RS485. Per la resistenza di terminazione è disponibile un interruttore sulla scheda di controllo.
69 (-)	Gruppo di parametri 8-3* Impostaz. porta FC	-	
<b>Relè</b>			
01, 02, 03	Parametro 5-40 Configurazione relè	[1] Comando pronto	Uscita a relè forma C. Questi relè si trovano in varie posizioni in base alla configurazione e alla dimensione del convertitore di frequenza. Utilizzabile per tensione CA o CC e carichi induttivi o resistivi.

Tabella 2.3 Descrizione dei morsetti - Comunicazione seriale

## 2.2.4 Collegamento ai morsetti di controllo

I connettori dei morsetti di controllo possono essere scollegati dal convertitore di frequenza per facilitare l'installazione, come mostrato in *Disegno 2.7*.

Per maggiori dettagli sul cablaggio STO, fare riferimento a *capitolo 4 Safe Torque Off (STO)*.

### **AVVISO!**

**Mantenere quanto più corti possibile i cavi di comando e separarli dai cavi di alta potenza per ridurre al minimo le interferenze.**

1. Allentare le viti per i morsetti.
2. Inserire i cavi di comando rivestiti negli slot.
3. Fissare le viti per i morsetti
4. Assicurarsi che il contatto sia ben saldo e non allentato. Un cavo di controllo allentato può causare guasti all'apparecchiatura o un funzionamento non ottimale.

Vedere *capitolo 7.5 Specifiche dei cavi* per le dimensioni cavo dei morsetti di controllo e *capitolo 3 Esempi applicativi* per i collegamenti tipici dei cavi di comando.

## 2.3 Strutture di controllo

Un convertitore di frequenza trasforma tensione CA proveniente dalla rete in tensione CC, quindi la tensione CC è convertita in corrente CA con ampiezza e frequenza variabili.

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

### 2.3.1 Modalità di controllo

Il convertitore di frequenza controlla la velocità o la coppia sull'albero motore. Il convertitore di frequenza controlla inoltre il processo in alcune applicazioni che si avvalgono dei dati di processo come riferimento o per la retroazione, ad esempio temperatura e pressione. L'impostazione *parametro 1-00 Configuration Mode* determina il tipo di controllo.

### Controllo di velocità

Esistono due tipi di controllo di velocità:

- Controllo ad anello aperto della velocità che non richiede alcuna retroazione dal motore (sensorless).
- Controllo PID ad anello chiuso della velocità che 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.

Selezionare l'ingresso da utilizzare per la retroazione PID di velocità in *parametro 7-00 Speed PID Feedback Source*.

### Controllo di coppia

La funzione di controllo di coppia è utilizzata nelle applicazioni in cui la coppia nell'albero di trasmissione del motore controlla l'applicazione come regolazione di tensione. Selezionare [2] *Coppia* o [4] *Coppia, anello aperto* in *parametro 1-00 Configuration Mode*. L'impostazione della coppia avviene mediante un riferimento analogico, digitale o controllato da bus. Durante l'esecuzione del controllo di coppia si consiglia la completa esecuzione della procedura AMA, poiché i dati corretti relativi al motore sono importanti per ottenere prestazioni ottimali.

- Anello chiuso nella modalità VVC<sup>+</sup>. Questa funzione, impiegata in applicazioni con una variazione dinamica dell'albero medio-bassa, offre prestazioni straordinarie in tutti e quattro i quadranti e a qualsiasi velocità del motore. Il segnale di retroazione di velocità è obbligatorio. Assicurarsi che la risoluzione dell'encoder sia almeno pari a 1024 PPR e che il cavo schermato dell'encoder sia idoneamente messo a terra, poiché la precisione del segnale di retroazione di velocità è importante. Tarare *parametro 7-06 Speed PID Lowpass Filter Time* per ottenere il migliore segnale di retroazione di velocità.
- Anello aperto nella modalità VVC<sup>+</sup>. La funzione viene utilizzata in applicazioni robuste dal punto di vista meccanico, tuttavia la sua precisione è limitata. La funzione di coppia ad anello aperto opera in due direzioni. La coppia viene calcolata dalla misurazione corrente interna nel convertitore di frequenza.

### Riferimento di velocità / coppia

Il riferimento a questi controlli può essere un riferimento singolo oppure la somma di vari riferimenti, quali riferimenti relativamente scalati. La gestione dei riferimenti è spiegata nel dettaglio in *capitolo 2.4 Gestione dei riferimenti*.

### Controllo di processo

Esistono due tipi di controllo di processo:

- Il controllo ad anello chiuso di processo, che esegue l'anello aperto di velocità per controllare internamente il motore, è un regolatore PID di processo di base.
- Il controllo ad anello aperto di velocità PID esteso, che esegue anch'esso l'anello aperto di velocità per controllare internamente il motore, estende la funzione del regolatore PID di processo di base aggiungendo ulteriori funzioni. Ad esempio, controllo dell'avanzamento diretto, serraggio, filtro riferimento/retroazione e scala guadagno.

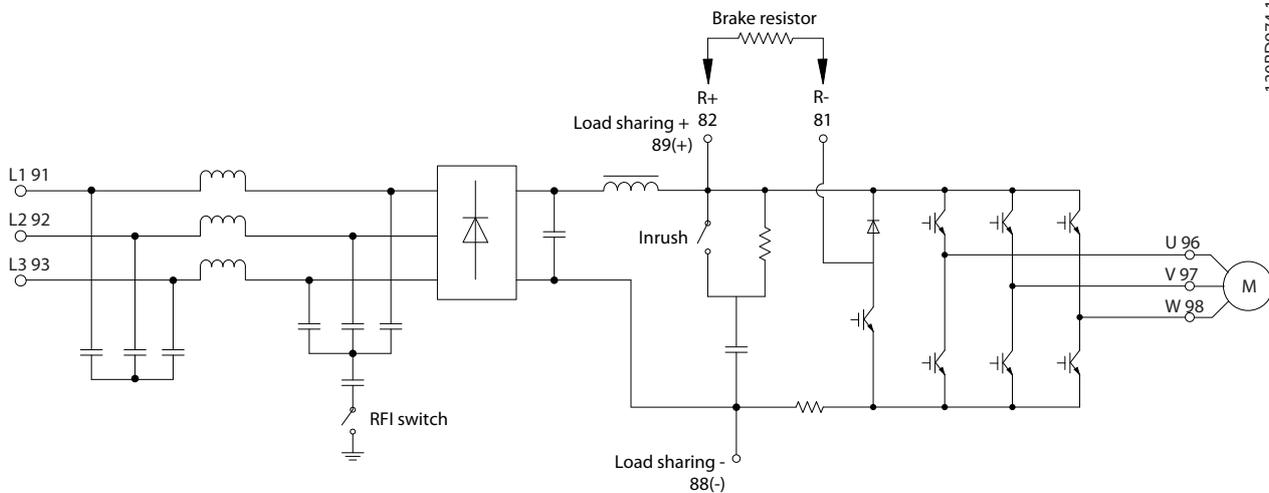
### 2.3.2 Principio di regolazione

2

VLT® Midi Drive FC 280 è un convertitore di frequenza generico per applicazioni a velocità variabile. Il principio di regolazione si basa su VVC<sup>+</sup>.

I convertitori di frequenza FC 280 riescono a gestire motori asincroni e motori sincroni a magnete permanente fino a 22 kW (30 cv).

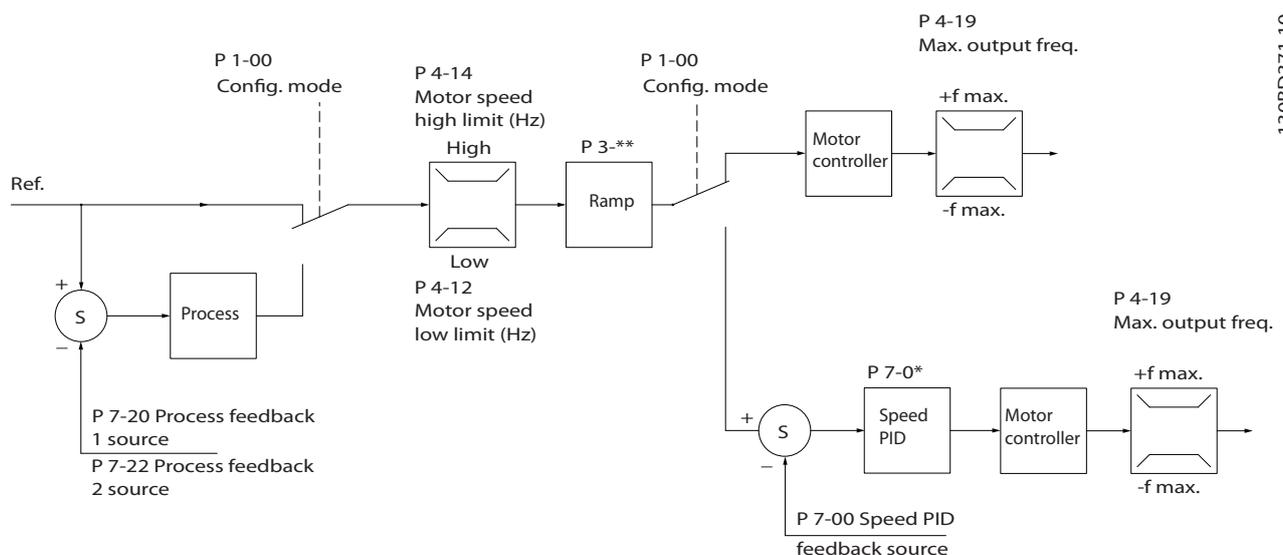
Il principio di rilevamento della corrente nei convertitori di frequenza FC 280 si fonda sulla misurazione della corrente da parte di una resistenza nel collegamento CC. La protezione dai guasti di terra e il comportamento in caso di cortocircuito sono gestiti dalla stessa resistenza.



130BD974.10

Disegno 2.9 Grafico della regolazione

### 2.3.3 Struttura di controllo in VVC<sup>+</sup>



130BD371.10

Disegno 2.10 Struttura di controllo nelle configurazioni ad anello aperto e ad anello chiuso con VVC<sup>+</sup>

Nella configurazione mostrata in *Disegno 2.10*, parametro 1-01 *Motor Control Principle* è impostato su [1] *VVC+* e parametro 1-00 *Configuration Mode* è impostato su [0] *Anello aperto*. 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 parametro 1-00 *Configuration Mode* è impostato su [1] *Anello chiuso vel.*, il riferimento risultante passa dalla limitazione di rampa e dalla limitazione di velocità a un regolatore di velocità PID. I parametri del regolatore di velocità PID si trovano nel gruppo di parametri 7-0\* *Speed PID Ctrl*. Il riferimento risultante dal regolatore di velocità PID viene inviato al controllo motore, con intervento del limite di frequenza.

Selezionare [3] *Processo* in parametro 1-00 *Configuration Mode* per utilizzare il PID controllo di processo per il controllo ad anello chiuso della velocità o della pressione nell'applicazione controllata. I parametri PID di processo si trovano nei gruppi di parametri 7-2\* *Retroaz. reg. proc.* e 7-3\* *Reg. PID di proc.*

### 2.3.4 Regolatore di corrente interno in modalità VVC<sup>+</sup>

Il convertitore di frequenza è dotato di un regolatore limitazione di corrente integrato. Questa funzione si attiva quando la corrente motore, e quindi la coppia, è superiore ai limiti di coppia impostati in parametro 4-16 *Torque Limit Motor Mode*, parametro 4-17 *Torque Limit Generator Mode* e parametro 4-18 *Current Limit*.

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

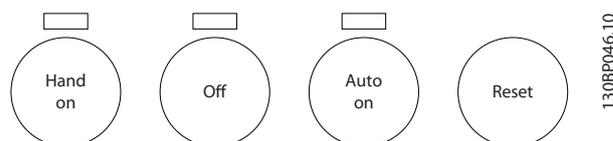
### 2.3.5 Comando locale (Hand On) e remoto (Auto On)

Far funzionare manualmente il convertitore di frequenza tramite il pannello di controllo locale (LCP grafico o LCP numerico) o a distanza tramite gli ingressi analogici/digitali o il bus di campo.

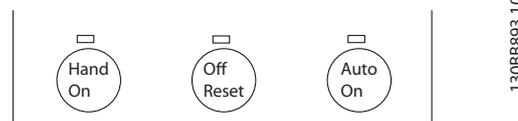
Avviare e arrestare il convertitore di frequenza premendo i tasti [Hand On] e [Reset] sull'LCP. Occorre eseguire il setup mediante i parametri seguenti:

- Parametro 0-40 *Tasto [Hand on] sull'LCP*.
- Parametro 0-44 *Tasto [Off / Reset] Key sull'LCP*.
- Parametro 0-42 *Tasto [Auto on] sull'LCP*.

Ripristinare gli allarmi tramite il tasto [Reset] o tramite un ingresso digitale quando il morsetto è programmato su *Ripristino*.



Disegno 2.11 Tasti di comando GLCP



Disegno 2.12 Tasti di comando NLCP

Il riferimento locale forza la modalità di configurazione a funzionare ad anello aperto, indipendentemente dall'impostazione in parametro 1-00 *Modo configurazione*.

Il riferimento locale viene ripristinato quando il convertitore di frequenza si spegne.

## 2.4 Gestione dei riferimenti

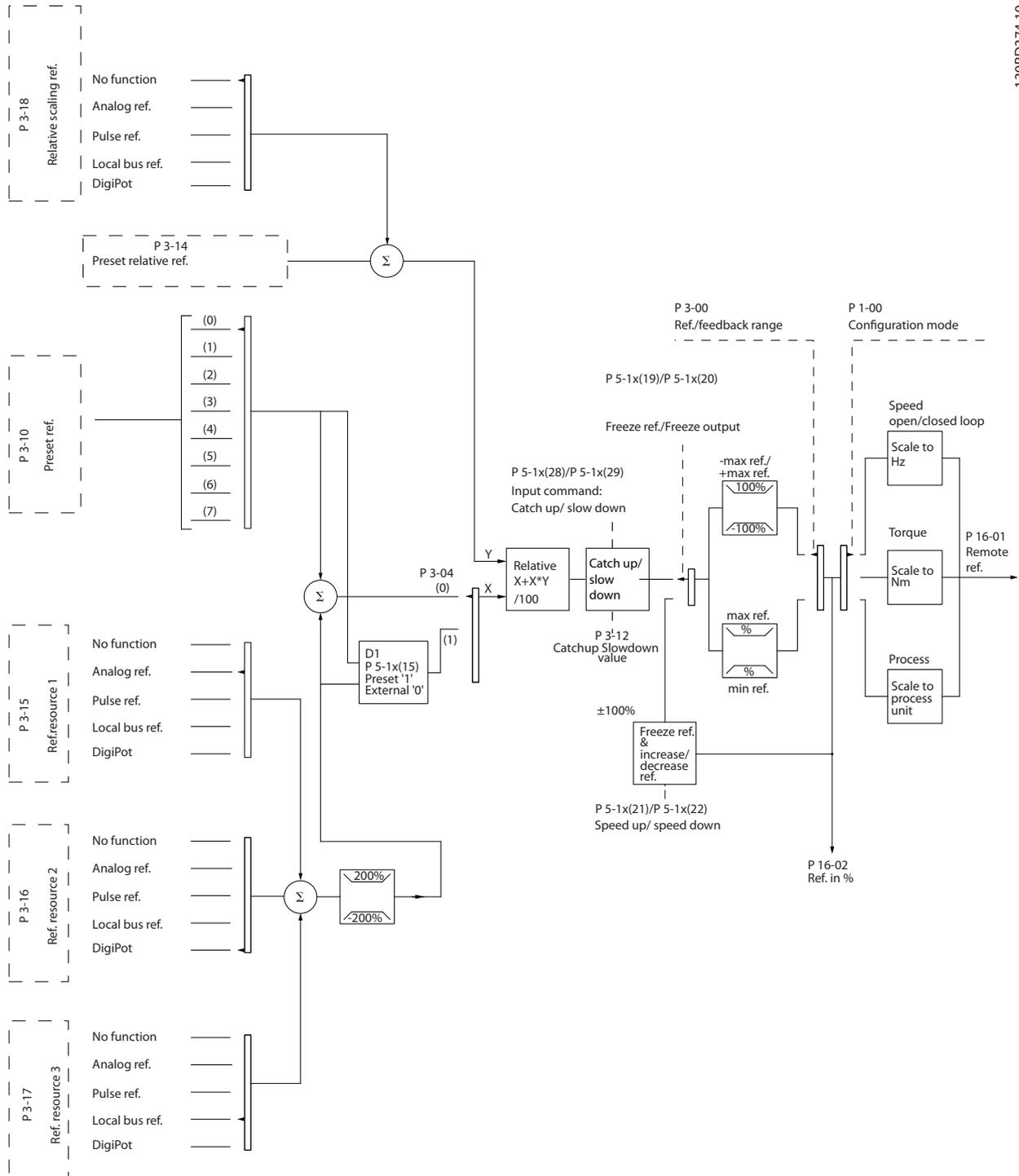
2

### Riferimento locale

Il riferimento locale è attivo quando il convertitore di frequenza viene azionato con [Hand On] attivo. Regolare il riferimento tramite [▲]/[▼] e [◀]/[▶].

### Riferimento remoto

Il sistema gestione dei riferimenti per il calcolo del riferimento remoto è illustrato in *Disegno 2.13*.



130BD374.10

Disegno 2.13 Riferimento remoto

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

1. X (il riferimento esterno): Una somma (vedere parametro 3-04 Reference Function) di fino a quattro riferimenti selezionati esternamente, che comprende qualsiasi combinazione (determinata dall'impostazione di parametro 3-15 Reference 1 Source, parametro 3-16 Reference 2 Source e parametro 3-17 Reference 3 Source) di un riferimento preimpostato fisso (parametro 3-10 Preset Reference), riferimenti analogici variabili, riferimenti impulsi digitali variabili e diversi riferimenti bus di campo in qualsiasi unità sottoposta al monitoraggio del convertitore di frequenza ([Hz], [RPM], [Nm], ecc.).
2. Y (il riferimento relativo): Una somma di un riferimento preimpostato fisso (parametro 3-14 Preset Relative Reference) e un riferimento analogico variabile (parametro 3-18 Relative Scaling Reference Resource) in [%].

I due tipi degli ingressi di riferimento vengono combinati nella seguente formula:

riferimento remoto =  $X + X * Y / 100\%$ .

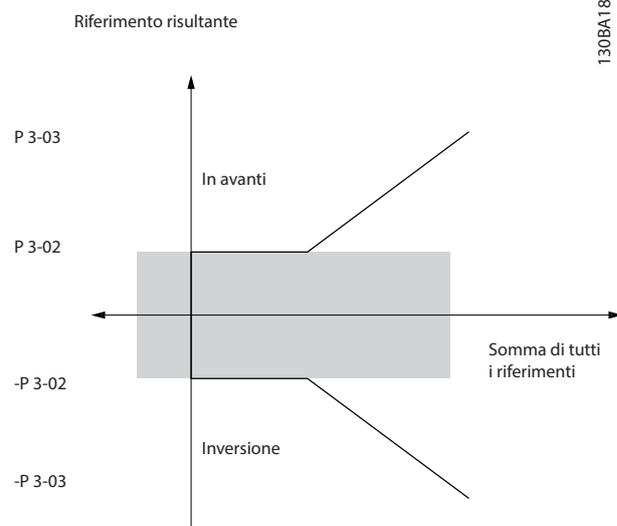
Qualora non venga impiegato il riferimento relativo, impostare parametro 3-18 Relative Scaling Reference Resource su [0] Nessuna funz. e parametro 3-14 Preset Relative Reference su 0%. Gli ingressi digitali nel convertitore di frequenza possono attivare sia la funzione catch-up/slow-down sia quella di riferimento congelato. Le funzioni e i parametri sono descritti nella Guida alla Programmazione VLT® Midi Drive FC 280.

La scalatura dei riferimenti analogici è descritta nei gruppi di parametri 6-1\* Ingr. analog. 53 e 6-2\* Ingr. analog. 54, mentre la scalatura 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.

## 2.4.1 Limiti riferimento

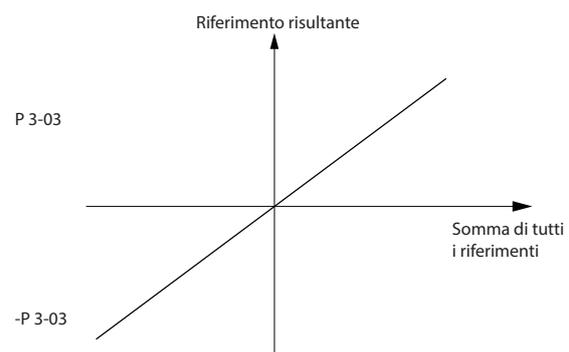
Parametro 3-00 Intervallo di rif., parametro 3-02 Riferimento minimo e parametro 3-03 Riferimento max. definiscono l'intervallo consentito della somma di tutti i riferimenti. All'occorrenza, la somma di tutti i riferimenti viene bloccata. La relazione tra il riferimento risultante (dopo il serraggio) e la somma di tutti i riferimenti è mostrata in Disegno 2.14 e Disegno 2.15.

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



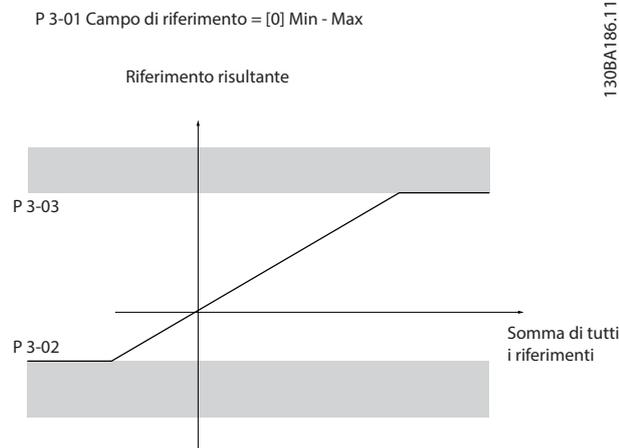
Disegno 2.14 Somma di tutti i riferimenti quando l'intervallo di riferimento è impostato su 0.

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



Disegno 2.15 Somma di tutti i riferimenti quando l'intervallo di riferimento è impostato su 1

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 tal caso, le seguenti relazioni tra il riferimento risultante (dopo il serraggio) e la somma di tutti i riferimenti sono mostrate in *Disegno 2.16*.



Disegno 2.16 Somma di tutti i riferimenti quando il riferimento minimo è impostato su un valore negativo

## 2.4.2 Messa in scala dei riferimenti preimpostati e dei riferimenti bus

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

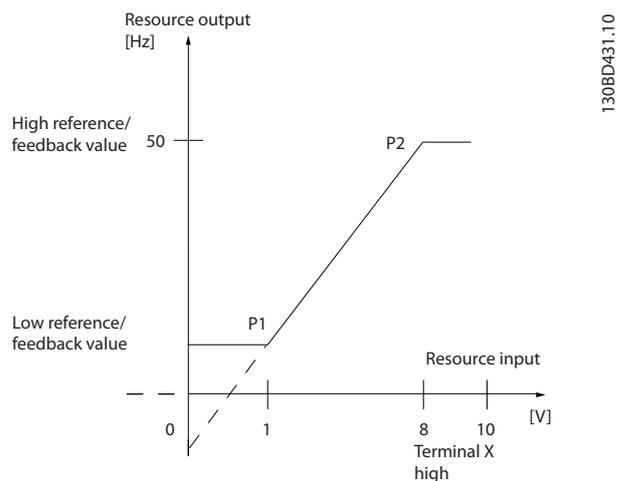
- Quando *parametro 3-00 Reference Range* è impostato su [0] *Min - Max*, il riferimento dello 0% è pari a 0 [unit], nel qual caso l'unità può essere una qualsiasi, ad esempio giri/min., m/s e bar. Il riferimento del 100% è pari al massimo (valore assoluto di *parametro 3-03 Maximum Reference*, valore assoluto di *parametro 3-02 Riferimento minimo*)
- Quando *parametro 3-00 Reference Range* è impostato su [1] *-Max - +Max*, il riferimento dello 0% è pari a 0 [unit] e il riferimento del 100% è pari al riferimento massimo.

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

- Quando *parametro 3-00 Reference Range* è impostato su [0] *Min - Max*, il riferimento dello 0% è pari al riferimento minimo e il riferimento del 100% è pari al riferimento massimo.
- Quando *parametro 3-00 Reference Range* è impostato su [1] *-Max - +Max*, il riferimento del -100% è pari a - riferimento massimo e il riferimento del 100% è pari al riferimento massimo.

## 2.4.3 Scalatura dei riferimenti analogici e impulsi 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 in *Disegno 2.17*) è bloccato, mentre le retroazioni superiori o inferiori non lo sono.



Disegno 2.17 Punti finali minimo e massimo

I punti finali P1 e P2 sono definiti in *Tabella 2.4* in funzione della scelta dell'ingresso.

Ingresso	Analogico 53 modalità tensione	Analogico 54 modalità tensione	Analogico 54 modalità corrente	Ingresso impulsi 29	Ingresso impulsi 33
P1=(Valore di ingresso minimo, valore di riferimento minimo)					
Valore di riferimento minimo	Parametro 6-14 Rif. basso/val. retroaz. morsetto 53	Parametro 6-24 Rif. basso/val. retroaz. morsetto 54	Parametro 6-24 Rif. basso/val. retroaz. morsetto 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 Tensione bassa morsetto 53 [V]	Parametro 6-20 Tensione bassa morsetto 54 [V]	Parametro 6-22 Corrente bassa morsetto 54 [mA]	Parametro 5-50 Frequenza bassa morsetto 29 [Hz]	Parametro 5-55 Frequenza 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 6-25 Rif. alto/valore retroaz. morsetto 54	Parametro 6-25 Rif. 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 6-21 Tensione alta morsetto 54 [V]	Parametro 6-23 Corrente alta morsetto 54 [mA]	Parametro 5-51 Frequenza alta morsetto 29 [Hz]	Parametro 5-56 Frequenza alta morsetto 33 [Hz]

Tabella 2.4 Punti finali P1 e P2

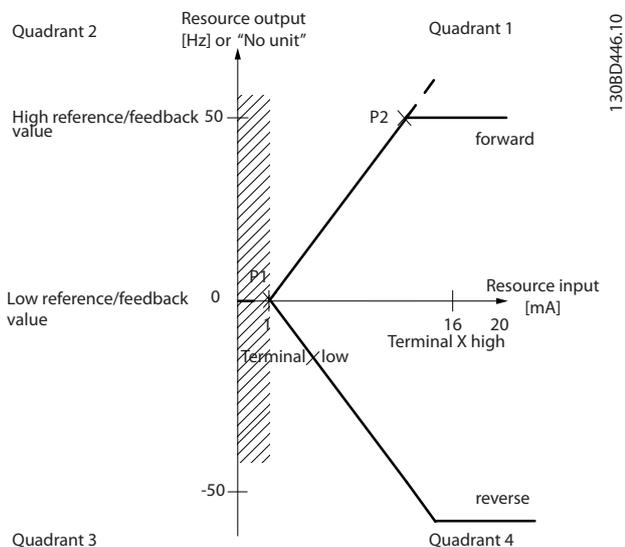
### 2.4.4 Banda morta nell'intorno dello zero

In alcuni casi, il riferimento (di rado anche la retroazione) deve avere una banda morta intorno allo 0 per garantire che la macchina venga arrestata quando il riferimento è vicino allo 0.

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

- Impostare il valore di riferimento minimo (vedere *Tabella 2.4* per il relativo parametro) oppure il valore di riferimento massimo sullo 0. In altre parole, P1 o P2 devono trovarsi sull'asse X in *Disegno 2.18*.
- Accertarsi che entrambi i punti che definiscono il grafico della messa in scala si trovino nello stesso quadrante.

P1 o P2 definiscono le dimensioni della banda morta come mostrato in *Disegno 2.18*.



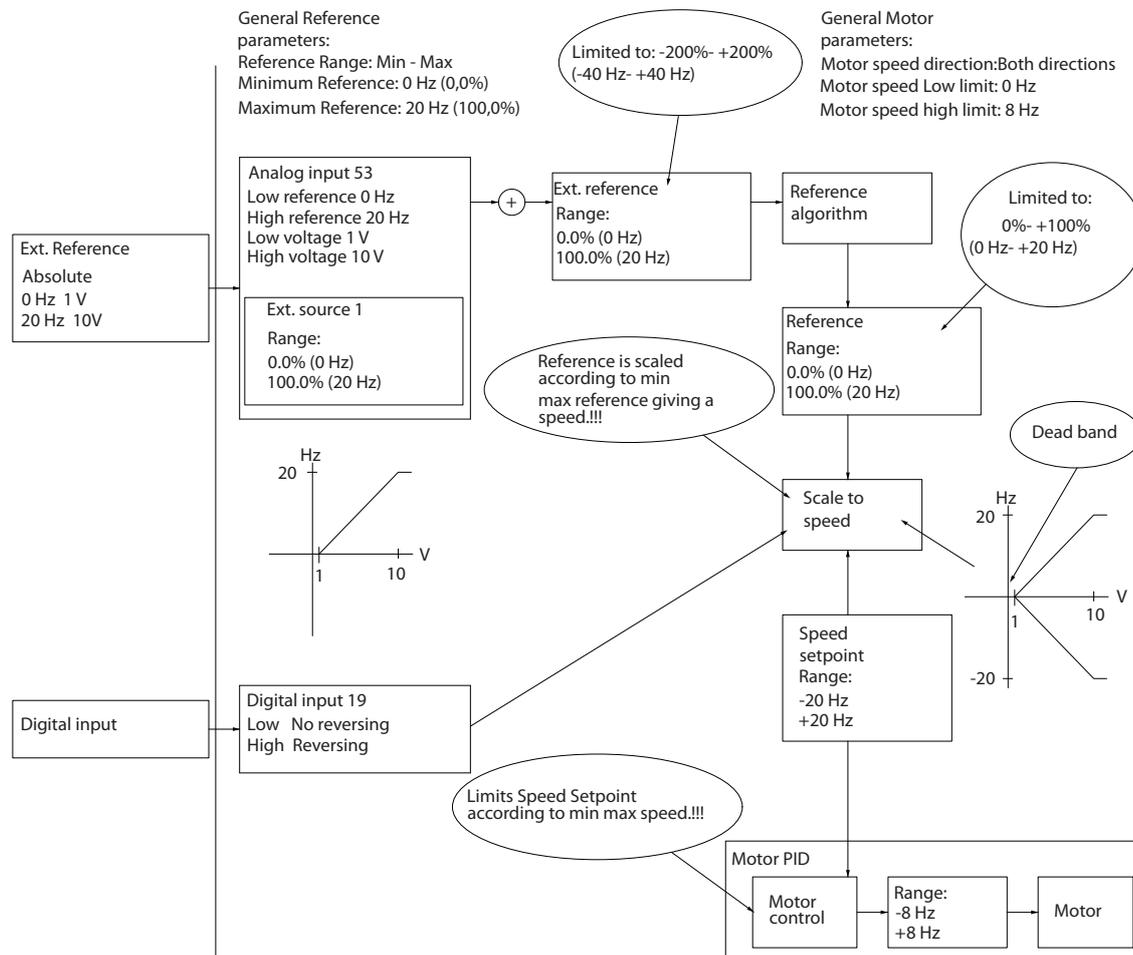
Disegno 2.18 Dimensioni della banda morta

2

Caso 1: Riferimento positivo con banda morta, ingresso digitale per attivare l'inversione, parte I

Disegno 2.19 mostra l'azione di blocco dell'ingresso di riferimento con limiti all'interno dei limiti da minimo a massimo.

130BD454.10

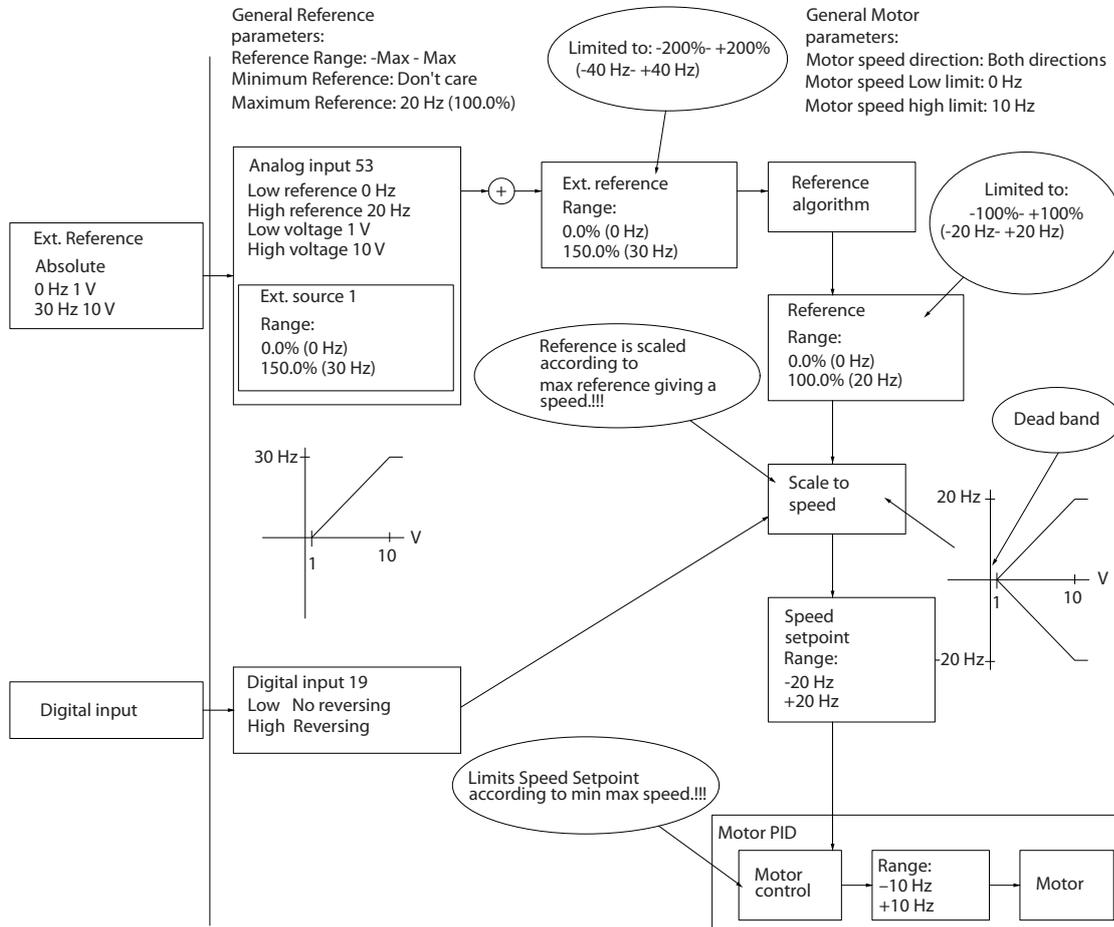


Disegno 2.19 Blocco dell'ingresso di riferimento con limiti all'interno di minimo - massimo

**Caso 2: Riferimento positivo con banda morta, ingresso digitale per attivare l'inversione, parte II**

Disegno 2.20 mostra come l'ingresso di riferimento con limiti al di fuori dei limiti da -massimo a +massimo si blocchi a limiti basso e alto dell'ingresso prima di essere aggiunto al riferimento esterno, e come il riferimento esterno sia bloccato da -massimo a +massimo dall'algoritmo di riferimento.

2



130BD433.11

Disegno 2.20 Blocco dell'ingresso di riferimento con limiti al di fuori di -massimo - +massimo

## 2.5 Controllo PID

### 2.5.1 Regolatore di velocità PID

Parametro 1-00 Modo configurazione	Parametro 1-01 Principio controllo motore	
	U/f	VVC+
[1] Anello chiuso vel.	Non disponibile <sup>1)</sup>	Attiva

**Tabella 2.5 Configurazioni di controllo, controllo di velocità attivo**

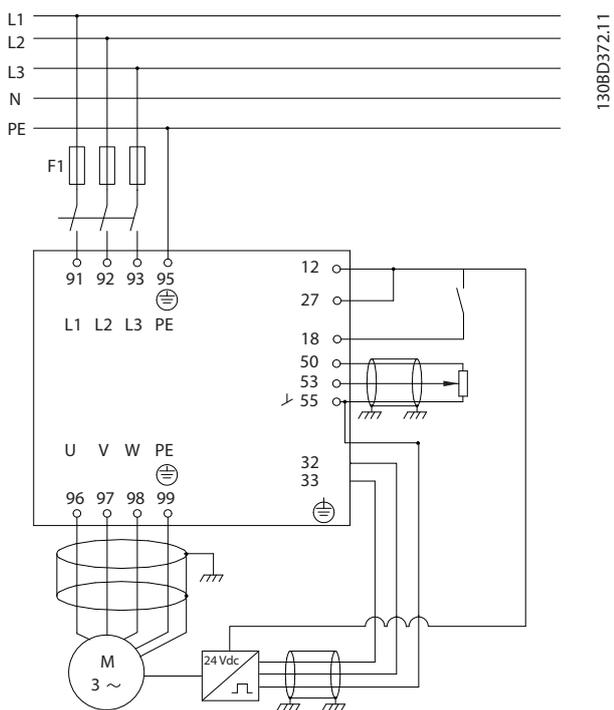
1) Non disponibile indica che la modalità specifica non è affatto disponibile.

Parametro	Descrizione della funzione	
Parametro 7-00 Fonte retroazione PID di velocità	Selezionare da quale ingresso deve provenire la retroazione per il PID di velocità.	
Parametro 7-02 Speed PID Proportional Gain	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. Valori inferiori indicano una reazione più veloce. Tuttavia, un valore troppo basso 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 modifiche rapide al riferimento o alla retroazione in una data applicazione, vale a dire in caso di variazione improvvisa dell'errore, il derivatore può diventare presto eccessivamente dominante. Ciò si verifica in quanto questo reagisce alle variazioni dell'errore. Quanto più rapida è la variazione dell'errore, tanto maggiore è il guadagno differenziale. Il guadagno differenziale può pertanto essere limitato per consentire l'impostazione di un ragionevole tempo di derivazione per le variazioni lente e un guadagno adeguatamente rapido per le variazioni rapide.	
Parametro 7-06 Vel. tempo filtro passa-basso PID	Un filtro passa basso che smorza le oscillazioni del segnale di retroazione e migliora lo stato stazionario. Tuttavia, un tempo filtro troppo lungo deteriora la prestazione dinamica del regolatore di velocità PID. Impostazioni pratiche di <i>parametro 7-06 Speed PID Lowpass Filter Time</i> ricavate dal numero di impulsi per giro nell'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 2.6 Parametri controllo di velocità**

#### Esempio di programmazione del controllo di velocità

In questo esempio 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. Il campo di frequenza a impulsi per i morsetti 32 e 33 è pari a 4 Hz–32 kHz.



Disegno 2.21 Programmazione del controllo di velocità

Seguire le fasi in **Tabella 2.7** per programmare il controllo di velocità (vedere la spiegazione delle impostazioni nella **Guida alla Programmazione**)

In **Tabella 2.7** si presuppone che tutti gli altri parametri e interruttori si mantengano alla rispettiva impostazione di fabbrica.

Funzione	Numero di parametro	Impostazione
1) Assicurarsi che il motore funzioni correttamente. Fare quanto segue:		
Impostare i parametri motore usando i dati indicati nella targa.	Gruppo di parametri 1-2* Motor Data	Come specificato nella targa del motore.
Eseguire un AMA.	Parametro 1-29 Automatic Motor Adaption (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 (indicato come senso positivo).		Impostare un riferimento positivo.
3) Assicurarsi che i limiti del convertitore di frequenza siano impostati su valori sicuri:		
Impostare limiti accettabili per i riferimenti.	Parametro 3-02 Minimum Reference	0
	Parametro 3-03 Maximum Reference	50
Verificare che le impostazioni di rampa rientrino nelle capacità del convertitore di frequenza e nelle specifiche di funzionamento applicative consentite.	Parametro 3-41 Ramp 1 Ramp Up Time	Impostazione di fabbrica
	Parametro 3-42 Ramp 1 Ramp Down Time	Impostazione di fabbrica
Impostare limiti accettabili per la velocità e la frequenza del motore.	Parametro 4-12 Motor Speed Low Limit [Hz]	0 Hz
	Parametro 4-14 Motor Speed High Limit [Hz]	50 Hz
	Parametro 4-19 Max Output Frequency	60 Hz
4) Configurare il controllo di velocità e selezionare il principio controllo motore:		
Attivazione del controllo di velocità	Parametro 1-00 Configuration Mode	[1] Anello chiuso vel.
Selezione del principio controllo motore	Parametro 1-01 Motor Control Principle	[1] VVC+
5) Configurare e scalare il riferimento al controllo di velocità:		
Impostare l'ingresso analogico 53 come una risorsa di riferimento.	Parametro 3-15 Reference 1 Source	Non necessario (predefinito)

Tabella 2.7 Ordine di programmazione per il regolatore di velocità PID

Funzione	Numero di parametro	Impostazione
Scalare l'ingresso analogico 53 da 0 Hz (0 V) a 50 Hz (10 V)	Gruppo di parametri 6-1* Ingr. analog. 1	Non necessario (predefinito)
6) Configurare il segnale encoder 24 V HTL come retroazione per il controllo motore e il controllo di velocità:		
Impostare gli ingressi digitali 32 e 33 come ingressi encoder.	Parametro 5-14 Terminal 32 Digital Input	[82] Encoder input B
	Parametro 5-15 Terminal 33 Digital Input	[83] Ingresso encoder A
Selezionare il morsetto 32/33 come retroazione PID di velocità.	Parametro 7-00 Speed PID Feedback Source	[1] Encoder 24 V
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* Speed PID Ctrl.	
8) Fine:		
Salvare l'impostazione parametri nell'LCP per conservarla al sicuro.	Parametro 0-50 Copia LCP	[1] Tutti a LCP

Tabella 2.8 Ordine di programmazione per il regolatore di velocità PID

## 2.5.2 PID controllo di processo

Il PID controllo di processo può essere impiegato per controllare i parametri dell'applicazione che possono essere misurati da un sensore (ad esempio pressione, temperatura, flusso) e influenzati dal motore collegato tramite una pompa, una ventola o altri dispositivi.

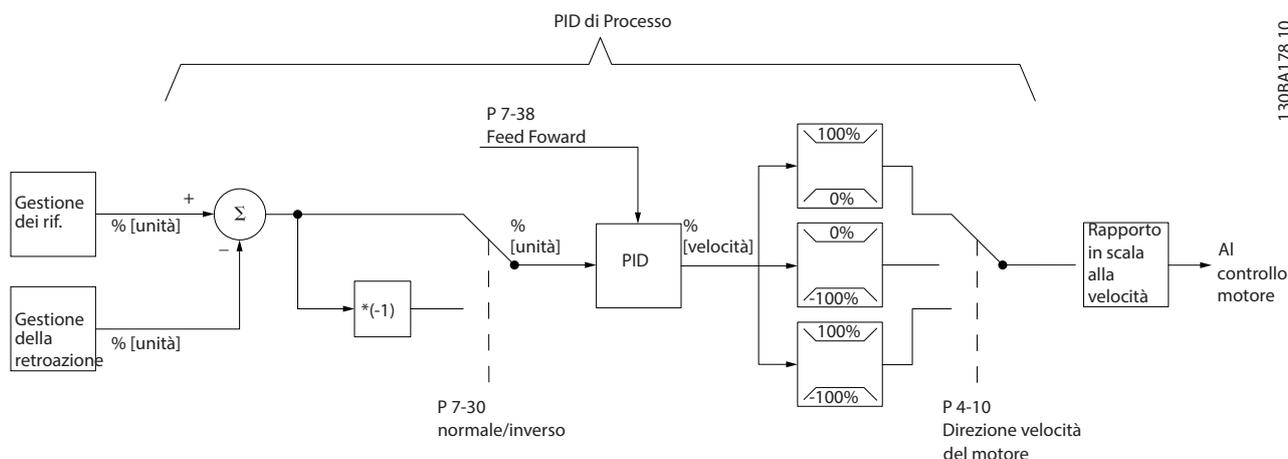
Tabella 2.9 mostra le configurazioni di controllo in cui è possibile il controllo di processo. Consultare capitolo 2.3 Strutture di controllo per verificare dove è attivo il controllo di velocità.

Parametro 1-00 Configuration Mode	Parametro 1-01 Motor Control Principle	
	U/f	VVC <sup>+</sup>
[3] Processo	Processo	Processo

Tabella 2.9 Configurazione controllo

### AVVISO!

Il controllo di processo PID funziona nell'impostazione parametri standard, ma è consigliabile tarare i parametri per ottimizzare le prestazioni di controllo dell'applicazione.



Disegno 2.22 Diagramma del PID controllo di processo

## 2.5.3 Parametri rilevanti nel controllo di processo

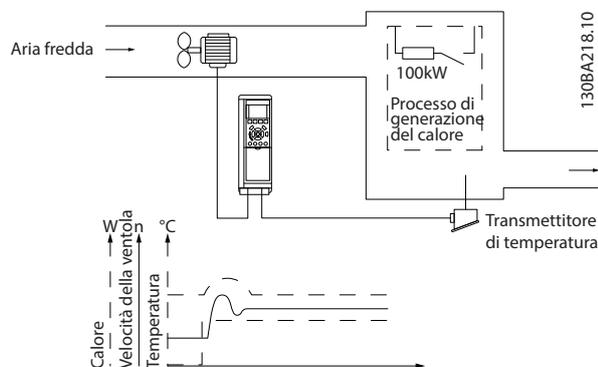
Parametro	Descrizione della funzione
<i>Parametro 7-20 Process CL Feedback 1 Resource</i>	Selezionare da quale fonte (ingresso analogico o a impulsi) il PID di processo debba ottenere la retroazione.
<i>Parametro 7-22 Process CL Feedback 2 Resource</i>	Opzionale: Stabilire se (e da dove) il PID di processo 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.
<i>Parametro 7-30 Process PID Normal/ Inverse Control</i>	Nel funzionamento [0] <i>Normale</i> , il controllo di processo risponde con un aumento della velocità del motore se la retroazione presenta un valore inferiore al riferimento. Nel funzionamento [1] <i>Inverso</i> , il controllo di processo risponde invece con una riduzione della velocità del motore.
<i>Parametro 7-31 Process PID Anti Windup</i>	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. Ciò evita l'integrazione di un errore che non può essere compensato da una variazione di velocità. Premere [0] <i>Off</i> per disabilitare questa funzione.
<i>Parametro 7-32 Process PID Start Speed</i>	In alcune applicazioni può occorrere molto tempo per raggiungere la velocità/il setpoint richiesti. In queste applicazioni può essere conveniente impostare una velocità del motore fissa nel convertitore di frequenza prima che il controllo di processo sia attivato. Impostare una velocità del motore fissa definendo un valore di avviamento del PID di processo (velocità) in <i>parametro 7-32 Process PID Start Speed</i> .
<i>Parametro 7-33 Process PID Proportional Gain</i>	Quanto più alto è il valore, tanto più rapida è la regolazione. Tuttavia, un valore troppo elevato può causare oscillazioni.
<i>Parametro 7-34 Process PID Integral Time</i>	Elimina l'errore di velocità nello stato stazionario. Un valore inferiore determina una reazione più veloce. Tuttavia, un valore troppo basso può causare oscillazioni.
<i>Parametro 7-35 Process PID Differentiation Time</i>	Fornisce un guadagno proporzionale alla percentuale di variazione della retroazione. Un'impostazione pari a 0 disabilita il derivatore.
<i>Parametro 7-36 Process PID Diff. Gain Limit</i>	In caso di modifiche rapide al riferimento o alla retroazione in una data applicazione (vale a dire di variazione improvvisa dell'errore), il derivatore può diventare presto eccessivamente dominante. Ciò si verifica in quanto questo reagisce alle variazioni dell'errore. Quanto più rapida è la variazione dell'errore, tanto maggiore è il guadagno differenziale. Pertanto il guadagno differenziale può essere limitato per consentire l'impostazione di un tempo di derivazione ragionevole per variazioni lente.
<i>Parametro 7-38 Process PID Feed Forward Factor</i>	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, utilizzare il fattore di feed forward per conseguire una prestazione dinamica migliore del PID controllo di processo.
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Parametro 5-54 Pulse Filter Time Constant #29 (Impulsi mors. 29)</i></li> <li>• <i>Parametro 5-59 Pulse Filter Time Constant #33 (Impulsi mors. 33)</i></li> <li>• <i>Parametro 6-16 Terminal 53 Filter Time Constant (Analogico mors. 53)</i></li> <li>• <i>Parametro 6-26 Terminal 54 Filter Time Constant (Analogico mors. 54)</i></li> </ul>	<p>In caso di oscillazioni del segnale di retroazione della corrente/tensione, utilizzare un filtro passa basso per smorzarle. La costante di tempo del filtro impulsi rappresenta il limite 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 <math>(10/(2 \times \pi))=1,6</math> Hz. Ciò significa che il filtro smorza tutte le correnti/tensioni che variano di oltre 1,6 oscillazioni al secondo. 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 nello stato stazionario, ma la selezione di un tempo filtro troppo lungo deteriora la prestazione dinamica del PID controllo di processo.</p>

Tabella 2.10 Parametri del controllo di processo

2

### 2.5.4 Esempio di un PID controllo di processo

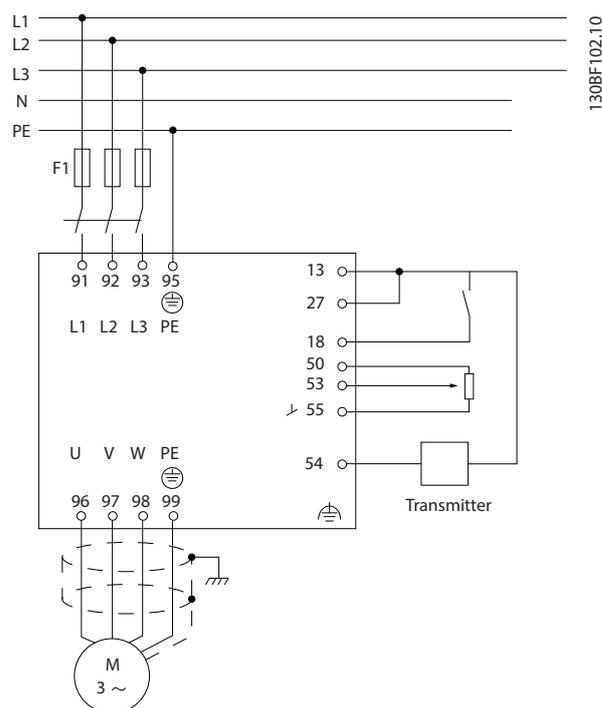
Disegno 2.23 è un esempio di PID controllo di processo utilizzato in un sistema di ventilazione:



Disegno 2.23 PID controllo di processo in un sistema di ventilazione

In un sistema di ventilazione, è possibile impostare la temperatura da -5 a +35 °C con un potenziometro da 0–10 V. Per mantenere costante la temperatura impostata, usare il controllo di processo.

Il controllo è inverso, vale a dire che quando la temperatura aumenta, per generare più aria viene aumentata anche la velocità di ventilazione. Quando la temperatura diminuisce, la velocità viene ridotta. Il trasmettitore usato è un sensore di temperatura con un intervallo di funzionamento da -10 a +40 °C, 4–20 mA.



Disegno 2.24 Trasmettitore a due fili

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 della temperatura tramite il trasmettitore (da -10 a +40 °C, 4–20 mA) collegato al morsetto 54.

Funzione	Numero di parametro	Impostazione
Inizializzare il convertitore di frequenza.	<i>Parametro 14-22 Modo di funzionamento</i>	[2] <i>Inizializzazione</i> - spegnere e riaccendere - premere ripristino.
1) Impostare i parametri motore:		
Impostare i parametri motore in base ai dati di targa.	<i>Gruppo di parametri 1-2* Motor Data</i>	Come indicato sulla targa del motore.
Eseguire un AMA completo.	<i>Parametro 1-29 A dattamento automatico motore (AMA)</i>	[1] <i>Abilit.AMA compl.</i>
2) Controllare che il motore funzioni nel senso corretto. 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 visto dall'estremità albero.		
Premere [Hand On]. Controllare il senso dell'albero applicando un riferimento manuale.		
Se il motore gira nel senso opposto a quello richiesto: 1. Modificare il senso del motore in <i>parametro 4-10 Motor Speed Direction</i> . 2. Scollegare la rete e attendere che il collegamento CC si scarichi. 3. 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> .
3) Impostare la configurazione di riferimento, ossia l'intervallo per la gestione dei riferimenti. Impostare la scala dell'ingresso analogico nel <i>gruppo di parametri 6-** Analog In/Out</i> .		
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 altre risorse di riferimento su [0] <i>Nessuna funz.</i>	<i>Parametro 3-01 Reference/ Feedback Unit Parametro 3-02 Minimum Reference Parametro 3-03 Maximum Reference Parametro 3-10 Preset Reference</i>	[60] °C Unità visualizzata sul display. -5 °C. 35 °C. [0] 35%. $Rif = \frac{Par. 3 - 10_{(0)}}{100} \times ((Par. 3 - 03) - (par. 3 - 02)) = 24,5^{\circ}C$ <i>Parametro 3-14 Rif. relativo preimpostato a parametro 3-18 Risorsa rif. in scala relativa [0] = Nessuna funz.</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 Ramp 1 Ramp Up Time Parametro 3-42 Ramp 1 Ramp Down Time</i>	20 s 20 s

Funzione	Numero di parametro	Impostazione
Impostare i limiti velocità minimi. Impostare il limite massimo velocità del motore. Impostare la frequenza di uscita massima.	<i>Parametro 4-12</i> <i>Motor Speed Low</i> <i>Limit [Hz]</i> <i>Parametro 4-14</i> <i>Motor Speed</i> <i>High Limit [Hz]</i> <i>Parametro 4-19</i> <i>Max Output</i> <i>Frequency</i>	10 Hz 50 Hz 60 Hz
Impostare <i>parametro 6-19 Terminal 53 mode</i> e <i>parametro 6-29 Terminal 54 mode</i> alla modalità tensione o corrente.		
5) Scalare gli ingressi analogici utilizzati per riferimento e retroazione:		
Impostare la bassa tensione del morsetto 53. Impostare l'alta tensione del morsetto 53. Impostare il valore di retroazione basso del morsetto 54. Impostare il valore di retroazione alto del morsetto 54. Impostare la fonte retroazione.	<i>Parametro 6-10</i> <i>Terminal 53 Low</i> <i>Voltage</i> <i>Parametro 6-11</i> <i>Terminal 53 High</i> <i>Voltage</i> <i>Parametro 6-24</i> <i>Terminal 54 Low</i> <i>Ref./Feedb. Value</i> <i>Parametro 6-25</i> <i>Terminal 54 High</i> <i>Ref./Feedb. Value</i> <i>Parametro 7-20</i> <i>Process CL</i> <i>Feedback 1</i> <i>Resource</i>	0 V 10 V -5 °C 35 °C [2] Ingresso analogico 54
6) Impostazioni di base PID:		
PID di processo normale/inverso.	<i>Parametro 7-30</i> <i>Process PID</i> <i>Normal/ Inverse</i> <i>Control</i>	[0] Normale
PID di processo anti-saturazione	<i>Parametro 7-31</i> <i>Process PID Anti</i> <i>Windup</i>	[1] On
Velocità di avviamento PID di processo.	<i>Parametro 7-32 P</i> <i>ID, veloc. avviam.</i> <i>[giri/min]</i>	300 giri/min.
Salvare i parametri sull'LCP.	<i>Parametro 0-50 C</i> <i>opia LCP</i>	[1] Tutti a LCP

Tabella 2.11 Esempio di setup di un PID controllo di processo

### 2.5.5 Ottimizzazione controllore di processo

Una volta configurate le impostazioni di base come illustrato in capitolo 2.5.5 Ordine di programmazione, ottimizzare il guadagno proporzionale, il tempo di integrazione e il tempo di derivazione (parametro 7-33 Process PID Proportional Gain, parametro 7-34 Process PID Integral Time e parametro 7-35 Process PID Differentiation Time). Nella maggior parte dei processi completare la seguente procedura:

1. Avviare il motore.
2. Impostare parametro 7-33 Process PID Proportional Gain a 0,3 e aumentarlo finché il segnale di retroazione comincia nuovamente a oscillare continuamente. Ridurre il valore finché il segnale di retroazione non si stabilizza. Ridurre il guadagno proporzionale del 40-60%.
3. Impostare parametro 7-34 Process PID Integral Time a 20 s e ridurre il valore finché il segnale di retroazione comincia nuovamente a oscillare continuamente. Accrescere il tempo di integrazione finché il segnale di retroazione non si stabilizza, con un successivo aumento del 15-50%.
4. Usare soltanto parametro 7-35 Process PID Differentiation Time per i sistemi ad azione rapida (tempo di derivazione). Il valore tipico è quattro volte il tempo di integrazione impostato. Utilizzare il derivatore quando l'impostazione del guadagno proporzionale e del tempo di integrazione è stata completamente ottimizzata. Assicurarsi che il filtro passa basso smorzi sufficientemente le oscillazioni sul segnale di retroazione.

**AVVISO!**

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

### 2.5.6 Metodo di taratura Ziegler Nichols

Per tarare i controlli PID del convertitore di frequenza, Danfoss consiglia il metodo di taratura Ziegler Nichols.

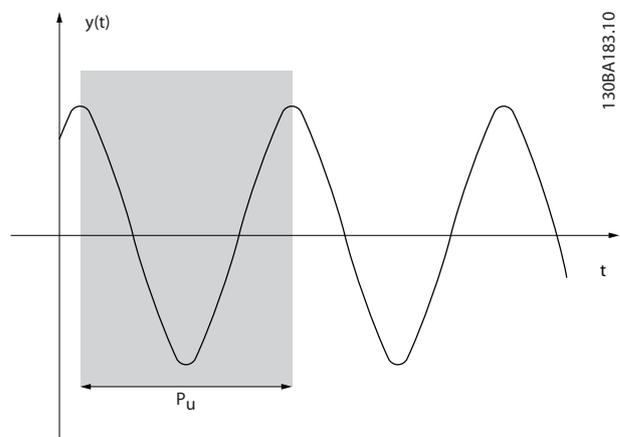
**AVVISO!**

Non utilizzare il metodo di taratura Ziegler Nichols nelle applicazioni che potrebbero essere danneggiate dalle oscillazioni generate da impostazioni di controllo ai limiti di stabilità.

I criteri per regolare i parametri sono basati piuttosto sulla valutazione del sistema al limite di stabilità che sulla risposta al gradino. Accrescere il guadagno proporzionale finché non si osservano oscillazioni continue (in base alla misurazione sulla retroazione), ossia finché il sistema non arriva al limite di stabilità. Il guadagno corrispondente ( $K_u$ ) viene denominato guadagno ideale e corrisponde al guadagno in cui si ottiene l'oscillazione. Il periodo di oscillazione ( $P_u$ ) (denominato periodo ideale) è stabilito come mostrato in Disegno 2.25 e deve essere misurato quando l'ampiezza di oscillazione è ridotta.

1. Selezionare soltanto il controllo proporzionale, nel senso che il tempo di integrazione viene impostato al valore massimo, mentre il tempo di derivazione viene 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. Misurare il periodo di oscillazione per ottenere la costante di tempo critica,  $P_u$ .
4. Utilizzare Tabella 2.12 per calcolare i parametri necessari per il controllo PID.

L'operatore di processo può effettuare la taratura finale del regolatore in modo iterativo per fornire un controllo soddisfacente.



Disegno 2.25 Sistema al limite di stabilità

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 sovraelonzazione	$0,33 \times K_u$	$0,5 \times P_u$	$0,33 \times P_u$

Tabella 2.12 Taratura Ziegler Nichols per il regolatore

## 2.6 Emissioni EMC e immunità

### 2.6.1 Considerazioni generali sulle emissioni EMC

Transitori veloci vengono condotti a frequenze nell'intervallo compreso tra 150 kHz e 30 MHz. L'interferenza trasportata dall'aria proveniente dal sistema del convertitore di frequenza nell'intervallo compreso tra 30 MHz e 1 GHz è generata dal convertitore di frequenza, 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.

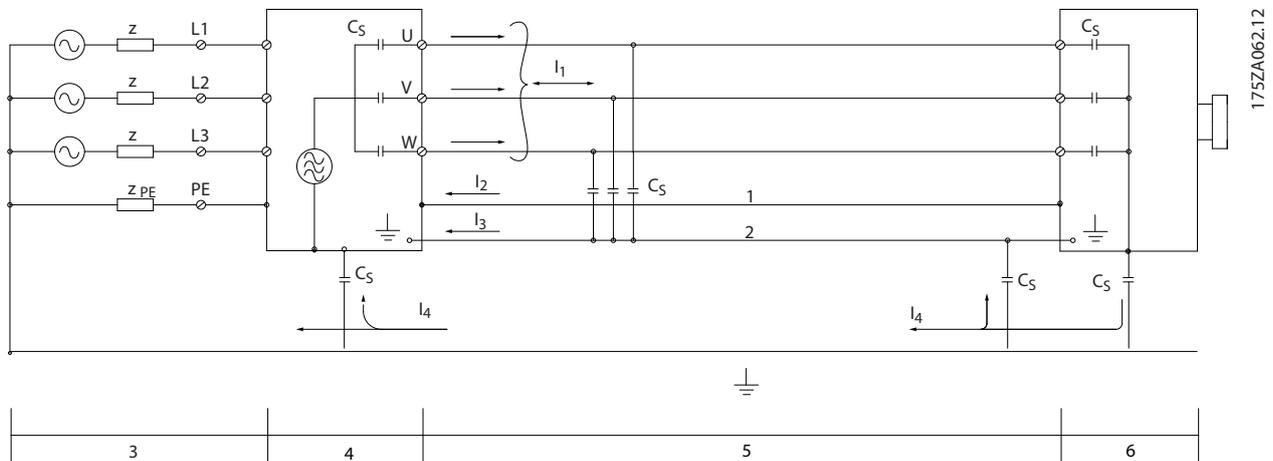
L'uso di un cavo motore schermato accresce la corrente di dispersione (vedere *Disegno 2.26*), poiché i cavi schermati sono dotati di una maggiore capacità verso terra rispetto a quelli non schermati. Se la corrente di dispersione non è filtrata, provoca interferenze maggiori sulla rete nel campo di radiofrequenza al di sotto di circa 5 MHz. Poiché la corrente di dispersione ( $I_1$ ) viene ritrasportata all'unità attraverso lo schermo ( $I_3$ ), è presente soltanto un piccolo campo elettromagnetico ( $I_4$ ) dal cavo motore schermato.

Lo schermo riduce l'interferenza irradiata, ma aumenta l'interferenza a bassa frequenza sulla rete. Collegare lo schermo del cavo motore al contenitore del convertitore di frequenza e a quello del motore. A tal fine è consigliabile utilizzare morsetti schermati integrati in modo da evitare terminali degli schermi attorcigliati (pigtaills). I morsetti schermati aumentano l'impedenza dello schermo alle frequenze più elevate, riducendo l'effetto di schermatura e aumentando la corrente di dispersione ( $I_4$ ).

Montare lo schermo su entrambe le estremità del contenitore se viene usato un cavo schermato per le finalità seguenti:

- Bus di campo
- Rete
- Relè
- Cavo di comando
- Interfaccia di segnale
- Freno

In alcune situazioni è tuttavia necessario rimuovere lo schermo per evitare anelli di corrente.



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

Disegno 2.26 Emissioni EMC

Nel caso in cui si posizioni lo schermo su una piastra di installazione per il convertitore di frequenza, tale piastra deve essere di metallo per ricondurre le correnti dello schermo all'unità. È necessario assicurare un buon contatto elettrico dalla piastra di installazione allo chassis del convertitore di frequenza per mezzo delle viti di montaggio.

Quando si utilizzano cavi non schermati, è possibile che alcuni requisiti relativi alle emissioni non vengano soddisfatti mentre i requisiti relativi all'immunità lo sono.

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 ai cavi della rete, del motore e del freno. Interferenze radio superiori a 50 MHz (trasportate dall'aria) vengono generate in particolare dall'elettronica di controllo.

## 2.6.2 Emissioni EMC

I risultati dei test in *Tabella 2.13* sono stati ottenuti usando un sistema dotato di convertitore di frequenza (con la piastra di installazione), motore e cavi motore schermati.

Tipo di filtro (interno)	Tensione di alimentazione/potenza nominale			Classe A2/EN 55011		Classe A1/EN 55011		Classe B/EN 55011	
	3x380-480 V	3x200-240 V	1x200-240 V	Condotte	Irradiate	Condotte	Irradiate	Condotte	Irradiate
Filtro A2	0,37-22 kW (0,5-30 cv)	-	-	25 m	Si <sup>1)</sup>	-	-	-	-
	-	0,37-4 kW (0,5-5,4 cv)	-	25 m	Si <sup>1)</sup>	-	-	-	-
	-	-	0,37-2,2 kW (0,5-3 cv)	-	-	-	-	-	-
Filtro A1	0,37-7,5 kW (0,5-10 cv)	-	-	Minimo 25 m <sup>2)</sup>	Si <sup>1)</sup>	25 m	Si	-	-
	11-22 kW (15-30 cv)	-	-	Minimo 50 m <sup>2)</sup>	Si <sup>1)</sup>	50 m	Si	-	-
	-	-	0,37-2,2 kW (0,5-3 cv)	Minimo 40 m <sup>2)</sup>	Si <sup>1)</sup>	40 m	Si	15 m	-
Filtro A2 Vite EMC rimossa <sup>3)</sup>	0,37-22 kW (0,5-30 cv)	-	-	-	-	-	-	-	-
	-	0,37-4 kW (0,5-5,4 cv)	-	-	-	-	-	-	-
	-	-	0,37-2,2 kW (0,5-3 cv)	-	-	-	-	-	-
Filtro A1 Vite EMC rimossa <sup>3)</sup>	0,37-7,5 kW (0,5-10 cv)	-	-	5 m	Si <sup>1)</sup>	-	-	-	-
	11-22 kW (15-30 cv)	-	-	5 m	Si <sup>1)</sup>	-	-	-	-
	-	-	0,37-2,2 kW (0,5-3 cv)	5 m	Si <sup>1)</sup>	-	-	-	-

**Tabella 2.13 Emissioni EMC**

1) Il campo di frequenza da 150 kHz a 30 MHz non è armonizzato tra IEC/EN 61800-3 e EN 55011 e non è compreso obbligatoriamente.

2) Il valore garantito minimo. Il valore effettivo, oggetto del test, è maggiore del valore garantito minimo.

3) Corrente di dispersione verso terra bassa. Compatibile per il funzionamento su rete IT/ELCB.

## 2.6.3 Immunità EMC

VLT® Midi Drive FC 280 è conforme ai requisiti per l'ambiente industriale, che sono più severi di quelli per l'ambiente domestico e di ufficio. Pertanto, FC 280 è conforme anche ai requisiti meno severi per l'ambiente domestico e di ufficio con un ampio margine di sicurezza.

Allo scopo di documentare l'immunità ai transitori veloci dovuti a fenomeni elettrici, sono stati eseguiti i test di immunità riportati di seguito su un sistema composto da:

- Un convertitore di frequenza (con opzioni, se del caso).
- Un cavo di comando schermato.
- Una scatola di comando con potenziometro, cavo motore e motore.

I test sono stati condotti in conformità alle seguenti norme fondamentali:

- **EN 61000-4-2 (IEC 61000-4-2) Scariche elettrostatiche (ESD):** Simulazione di scariche elettrostatiche provocate da esseri umani.
- **EN 61000-4-3 (IEC 61000-4-3) Immunità irradiata:** Simulazione modulazione di ampiezza degli effetti di apparecchiature di comunicazione radar e radio e di dispositivi di comunicazione mobili.
- **EN 61000-4-4 (IEC 61000-4-4) Transitori veloci:** Simulazione di interferenze provocate dalla commutazione di contattori, relè e dispositivi simili.
- **EN 61000-4-5 (IEC 61000-4-5) Oscillazioni transitorie da sbalzi di corrente:** Simulazione di oscillazioni transitorie provocate, ad esempio, da fulmini che cadono vicino alle installazioni.
- **EN 61000-4-6 (IEC 61000-4-6) Immunità condotta:** Simulazione dell'impatto delle apparecchiature di trasmissione radio collegate mediante cavi di connessione.

FC 280 segue la norma IEC 61800-3. Vedere *Tabella 2.14* per dettagli.

Intervallo di tensione: 380–480 V					
Norme di prodotto	61800-3				
Test	ESD	Immunità irradiata	Transitori veloci	Transitori di picco	Immunità condotta
Criterio di accettazione	B	B	B	A	A
Cavo dell'alimentazione di rete	–	–	2 kV CN	2 kV/2 Ω DM 2 kV/12 Ω CM	10 V <sub>RMS</sub>
Cavo motore	–	–	4 kV CCC	–	10 V <sub>RMS</sub>
Cavo freno	–	–	4 kV CCC	–	10 V <sub>RMS</sub>
Cavo condivisione del carico	–	–	4 kV CCC	–	10 V <sub>RMS</sub>
Cavo relè	–	–	4 kV CCC	–	10 V <sub>RMS</sub>
Cavo di comando	–	–	Lunghezza >2 m 1 kV CCC	Non schermato: 1 kV/42 Ω CM	10 V <sub>RMS</sub>
Cavo bus di campo/ standard	–	–	Lunghezza >2 m 1 kV CCC	Non schermato: 1 kV/42 Ω CM	10 V <sub>RMS</sub>
Cavo LCP	–	–	Lunghezza >2 m 1 kV CCC	–	10 V <sub>RMS</sub>
Contenitore	4 kV CD 8 kV AD	10 V/m	–	–	–
<b>Definizioni</b>					
CD: Contact Discharge (scarica a contatto) AD: Air Discharge (scarica in aria)		DM: Differential Mode (modalità differenziale) CM: Common mode (Modo comune)		CN: Iniezione diretta mediante la rete di accoppiamento CCC: Iniezione mediante morsetto di accoppiamento capacitivo	

Tabella 2.14 Immunità EMC

## 2.7 Isolamento galvanico

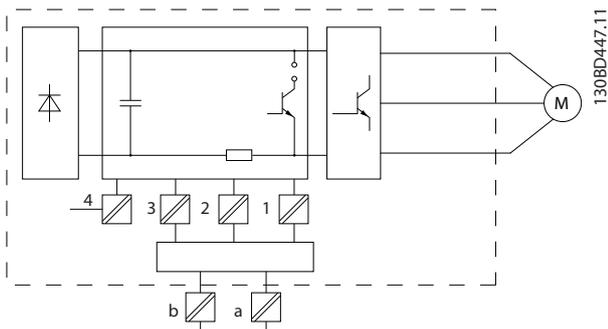
PELV offre protezione mediante bassissima tensione. La protezione contro le scosse elettriche è garantita se l'alimentazione elettrica è del tipo PELV e l'installazione è effettuata come descritto nelle norme locali e nazionali relative all'isolamento PELV.

Tutti i morsetti di controllo e i morsetti relè 01-03 sono conformi allo standard PELV (tensione di protezione bassissima). Ciò non vale per il collegamento a triangolo a terra oltre i 400 V.

L'isolamento galvanico (garantito) si ottiene ottemperando ai requisiti relativi a 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.

I componenti che costituiscono l'isolamento elettrico, come mostrato in *Disegno 2.27*, sono inoltre conformi ai requisiti relativi all'isolamento di classe superiore e al test corrispondente come descritto nella norma EN 61800-5-1. L'isolamento galvanico PELV può essere mostrato in tre posizioni (vedere *Disegno 2.27*):

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



1	Alimentazione (SMPS) per cassetta di controllo
2	Comunicazione tra scheda di potenza e cassetta di controllo
3	Isolamento tra ingressi STO e circuito IGBT
4	Relè cliente

Disegno 2.27 Isolamento galvanico

L'isolamento galvanico funzionale (a e b in *Disegno 2.27*) serve per l'opzione di backup a 24 V e per l'interfaccia bus standard RS485.

### AVVISO

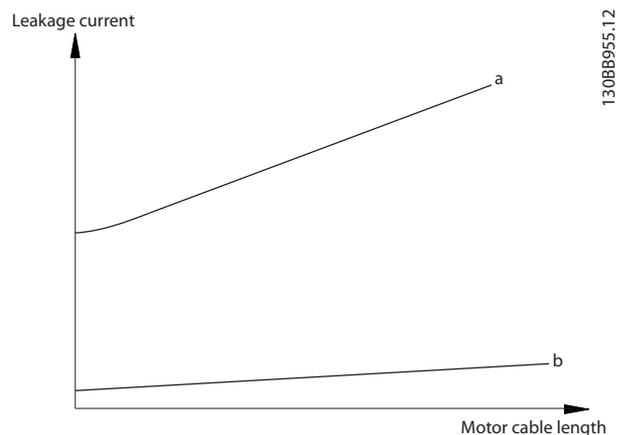
Prima di entrare a contatto con parti sotto tensione, accertarsi che gli altri ingressi di tensione siano stati scollegati, come ad esempio condivisione del carico (collegamento del circuito intermedio CC) e il collegamento del motore per il backup dell'energia cinetica. Rispettare il tempo di scarica indicato nel capitolo Sicurezza nella Guida operativa VLT® Midi Drive FC 280. Il mancato rispetto delle raccomandazioni può causare lesioni gravi o mortali.

## 2.8 Corrente di dispersione verso terra

Rispettare le norme locali e nazionali in materia di messa a terra di protezione di apparecchiature con 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 convertitore di frequenza in corrispondenza dei morsetti della potenza di uscita può contenere una componente CC in grado di caricare i condensatori del filtro e provocare una corrente transitoria verso terra.

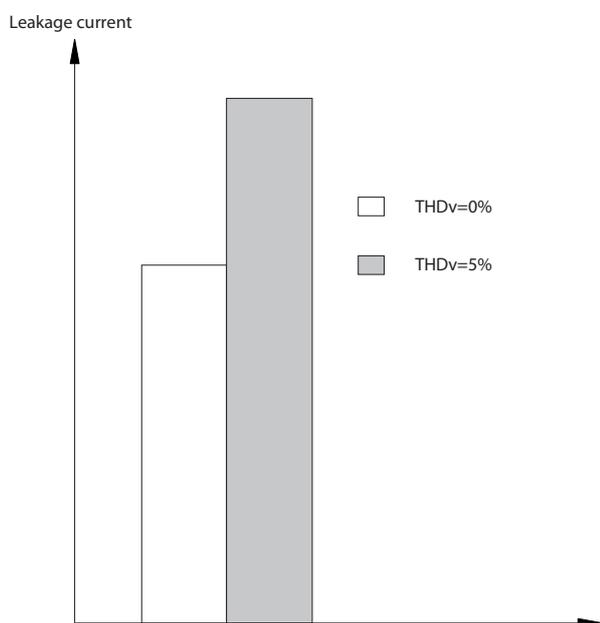
La corrente di dispersione verso terra è costituita da numerosi elementi e dipende da diverse configurazioni del sistema, quali il filtraggio RFI, i cavi motore schermati e la potenza del convertitore di frequenza.



Disegno 2.28 Influsso della lunghezza del cavo e della taglia di potenza sulla corrente di dispersione,  $P_a > P_b$

2

La corrente di dispersione dipende anche dalla distorsione di linea.



Disegno 2.29 Influsso della distorsione di linea sulla corrente di dispersione

**AVVISO!**

Un'elevata corrente di dispersione può provocare lo spegnimento degli RCD. Onde evitare questo problema, rimuovere la vite RFI durante la carica di un filtro.

La norma EN/IEC61800-5-1 (azionamenti elettrici a velocità variabile) richiede particolari precauzioni se la corrente di dispersione supera i 3,5 mA. La messa a terra deve essere potenziata in uno dei modi seguenti:

- Filo di terra (morsetto 95) di almeno 10 mm<sup>2</sup> (8 AWG).
- Due fili di terra separati conformi alle disposizioni relative alle dimensioni.

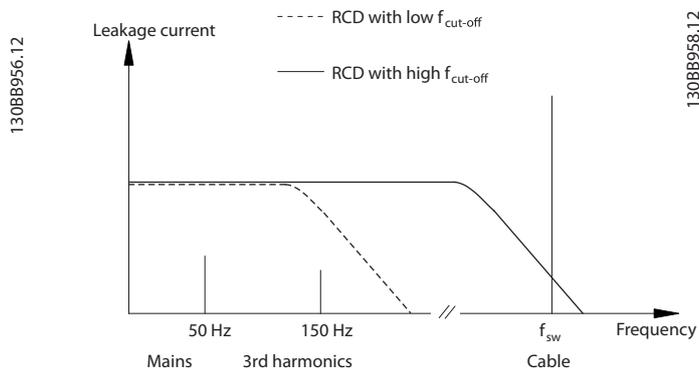
Per ulteriori informazioni consultare la norma EN/IEC61800-5-1.

**Utilizzo degli RCD**

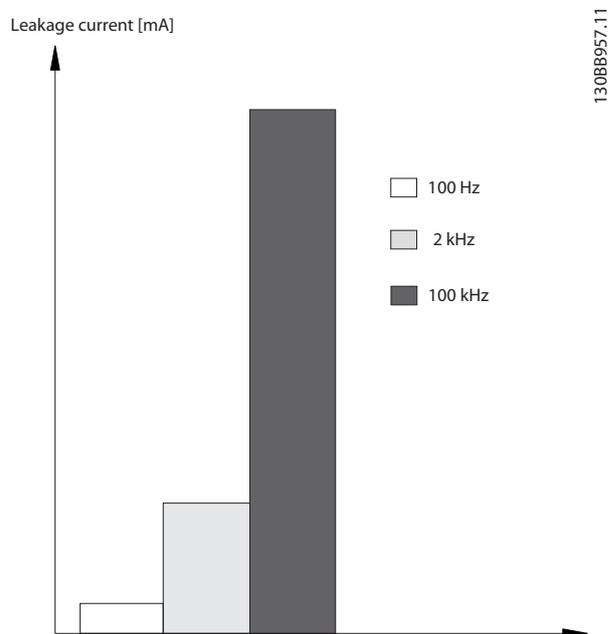
Quando si utilizzano dispositivi a corrente residua (RCD), detti anche interruttore per le correnti di dispersione a terra (ELCB), rispettare le seguenti regole:

- Utilizzare soltanto RCD di tipo B in grado di rilevare correnti CA e CC.
- Utilizzare RCD con un ritardo per picchi di accensione per evitare guasti provocati da correnti di terra transitorie.

- Dimensionare gli RCD in funzione della configurazione del sistema e di considerazioni ambientali.



Disegno 2.30 Contributo della rete alla corrente di dispersione



Disegno 2.31 L'influsso della frequenza di disinserimento dell'RCD su ciò a cui si risponde / che viene misurato

Per maggiori dettagli consultare le Note sull'applicazione RCD.

## 2.9 Funzioni freno

### 2.9.1 Freno di stazionamento meccanico

Normalmente un freno di stazionamento meccanico montato direttamente sull'albero motore effettua una frenata statica.

#### **AVVISO!**

Quando il freno di stazionamento è inserito in una catena di sicurezza, il convertitore di frequenza non può assicurare un controllo sicuro del freno meccanico. Includere un circuito di ridondanza per il controllo del freno nell'intero impianto.

### 2.9.2 Frenatura dinamica

La frenatura dinamica viene assicurata da:

- Freno reostatico: Un IGBT freno mantiene la sovratensione sotto una determinata soglia deviando l'energia del freno dal motore alla resistenza freno collegata (*parametro 2-10 Brake Function = [1] Freno resistenza*).  
Regolare la soglia in *parametro 2-14 Brake voltage reduce*, con intervallo 70 V per 3x380-480 V.
- 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 elevata frequenza di fermate e ripartenze, poiché ciò surriscalda il motore (*parametro 2-10 Brake Function = [2] Freno CA*).
- Freno CC: Una corrente CC sovramodulata aggiunta alla corrente CA funge da freno rallentatore a correnti parassite (*parametro 2-02 DC Braking Time≠0 s*).

### 2.9.3 Selezione della resistenza di frenatura

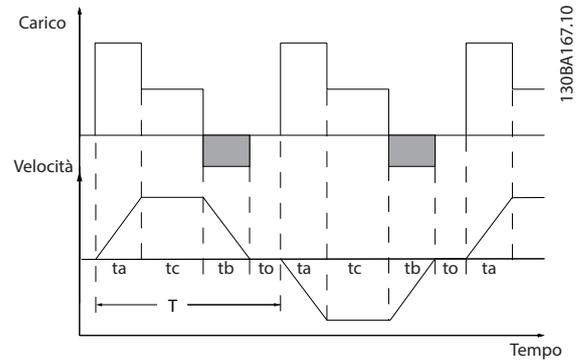
Per gestire una richiesta superiore della frenatura rigenerativa, è necessaria una resistenza di frenatura. L'utilizzo di una resistenza di frenatura garantisce che il calore venga assorbito dalla resistenza di frenatura e non dal convertitore di frequenza. Per maggiori informazioni vedere la *Guida alla Progettazione VLT® Brake Resistor MCE 101*.

Se la quantità di energia cinetica trasferita alla resistenza in ogni intervallo di frenatura non è nota, calcolare la potenza media sulla base del tempo di ciclo e dell'intervallo di frenatura. Il duty cycle intermittente della resistenza è un'indicazione del duty cycle a cui lavora la resistenza. *Disegno 2.32* illustra un tipico ciclo di frenatura.

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

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

$t_b$  equivale al tempo di frenatura in secondi.  
T = tempo di ciclo in secondi.



Disegno 2.32 Ciclo di frenatura tipico

<b>Gamma di potenza:</b>	
0,37–22 kW (0,5–30 cv) 3x380–480 V	
0,37–3,7 kW (0,5–5 cv) 3x200–240 V	
Tempo di ciclo (s)	120
Duty cycle di frenatura al 100% della coppia	Continuo
Duty cycle di frenatura in caso di sovraccoppia (150/160%)	40%

Tabella 2.15 Frenata a un livello elevato di coppia di sovraccarico

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

#### **AVVISO!**

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

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

#### Calcolo della resistenza di frenatura

$$R_{br} [Ω] = \frac{U_{dc,br}^2 \times 0.83}{P_{peak}}$$

in cui

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

Come mostrato, la resistenza di frenatura dipende dalla tensione del collegamento CC ( $U_{dc}$ ).

Dimensioni	Freno attivo $U_{dc,br}$	Avviso prima del disinse- rimento	Disinse- rimento (scatto)
FC 280 3x380-480 V	770 V	800 V	800 V
FC 280 3x200-240 V	390 V	410 V	410 V

Tabella 2.16 Soglia della resistenza di frenatura

La soglia può essere regolata in *parametro 2-14 Brake voltage reduce*, con intervallo 70 V.

### AVVISO!

Maggiore è il valore della riduzione più rapida è la reazione al sovraccarico del generatore. Deve essere utilizzata soltanto in caso di problemi di sovratensione nella tensione del collegamento CC.

### AVVISO!

Accertarsi che la resistenza di frenatura sia in grado di tollerare una tensione di 410 V o 800 V.

Danfoss consiglia di calcolare la resistenza di frenatura  $R_{rec}$  in base alla seguente formula. La resistenza di frenatura consigliata garantisce che il convertitore di frequenza sia in grado di frenare alla coppia di frenata massima ( $M_{br(\%)}$ ) del 160%.

$$R_{rec} [\Omega] = \frac{U_{dc}^2 \times 100 \times 0,83}{P_{motor} \times M_{br(\%)} \times \eta_{VLT} \times \eta_{motor}}$$

$\eta_{motor}$  è di norma pari a 0,80 ( $\leq 7,5$  kW (10 cv)); 0,85 (11–22 kW (15–30 cv))

$\eta_{VLT}$  è di norma pari a 0,97

Per FC 280,  $R_{rec}$  a una coppia di frenata 160% è espresso come:

$$480V : R_{rec} = \frac{396349}{P_{motor}} [\Omega] \quad 1)$$

$$480V : R_{rec} = \frac{397903}{P_{motor}} [\Omega] \quad 2)$$

1) Per convertitori di frequenza con potenza all'albero  $\leq 7,5$  kW (10 cv).

2) Per convertitori di frequenza con potenza all'albero 11-22 kW (15-30 cv).

### AVVISO!

La resistenza della resistenza di frenatura non deve essere superiore al valore consigliato da Danfoss. Per resistenze di frenatura con un valore ohmico superiore, la coppia di frenata 160% può non essere raggiunta, poiché il convertitore di frequenza potrebbe disinserirsi per ragioni di sicurezza.

La resistenza deve essere superiore a  $R_{min}$ .

### AVVISO!

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

### AVVISO!

Non toccare la resistenza di frenatura perché può diventare calda durante la frenatura. Onde evitare il rischio d'incendio, posizionare la resistenza di frenatura in un ambiente sicuro.

## 2.9.4 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 digitale/relè per proteggere la resistenza di frenatura dal sovraccarico dovuto a un guasto nel convertitore di frequenza.

Inoltre, il freno consente la visualizzazione della potenza istantanea e della potenza media degli ultimi 120 s. Il freno può anche monitorare la potenza a recupero di energia ed assicurare che non superi un limite selezionato in *parametro 2-12 Brake Power Limit (kW)*.

### AVVISO!

Il monitoraggio della potenza di frenatura non è una funzione di sicurezza. Occorre un interruttore termico per impedire che la potenza di frenatura superi il limite. Il circuito della resistenza di frenatura non è protetto dalla dispersione verso terra.

*Controllo sovratensione (OVC)* (resistenza di frenatura esclusiva) può essere selezionato come funzione freno alternativa in *parametro 2-17 Over-voltage Control*. Questa funzione è attiva per tutte le unità. La funzione consente di evitare uno scatto se la tensione del collegamento CC aumenta. Ciò avviene aumentando la frequenza di uscita per limitare la tensione dal collegamento CC. Si tratta di una funzione utile, ad esempio quando il tempo rampa di decelerazione è troppo breve per evitare che il convertitore di frequenza scatti. In questo caso, il tempo rampa di decelerazione viene prolungato.

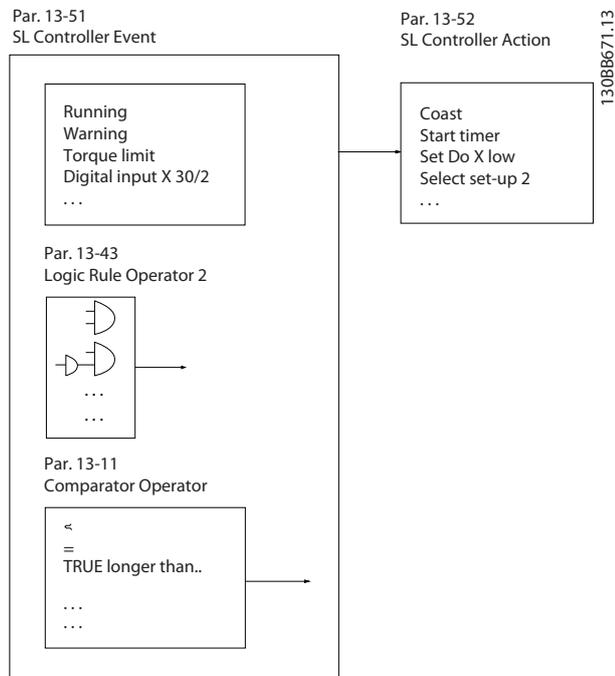
**AVVISO!**

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

**2.10 Smart Logic Controller**

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.

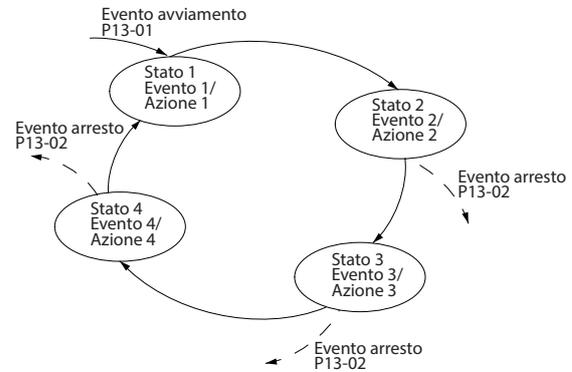
La condizione per un evento può essere un particolare stato oppure il fatto che l'uscita generata da una regola logica o da un operatore di comparatore diventi TRUE. Questo dà luogo a un'azione associata come descritto in Disegno 2.33.



Disegno 2.33 Azione associata

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

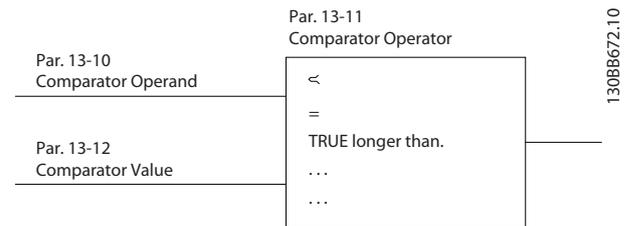
Una volta eseguito l'ultimo evento/azione, la sequenza inizia da capo dall'evento [0]/azione [0]. Disegno 2.34 mostra un esempio con tre eventi/azioni:



Disegno 2.34 Sequenza con tre eventi/azioni

**Comparatori**

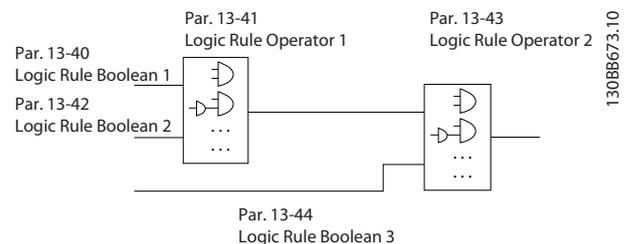
I comparatori sono utilizzati per confrontare variabili continue (ad esempio frequenza di uscita, corrente di uscita e ingresso analogico) con i valori preimpostati fissi.



Disegno 2.35 Comparatori

**Regole logiche**

Combinare fino a tre ingressi booleani (ingressi TRUE / FALSE) di timer, comparatori, ingressi digitali, bit di stato ed eventi utilizzando gli operatori logici AND, OR e NOT.



Disegno 2.36 Regole logiche

## 2.11 Condizioni di funzionamento estreme

### Cortocircuito (motore fase-fase)

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 nel convertitore di frequenza. Il convertitore di frequenza viene disinserito singolarmente quando la corrente di cortocircuito supera il valore consentito (*allarme 16, Scatto bloccato*).

### Commutazione sull'uscita

La commutazione sull'uscita tra il motore e il convertitore di frequenza è assolutamente possibile e non danneggia il convertitore di frequenza. Tuttavia, è possibile che vengano visualizzati messaggi di guasto.

### Sovratensione generata dal motore

La tensione nel collegamento CC subisce un aumento quando il motore funziona da generatore. Ciò avviene nei seguenti casi:

- Il carico aziona il motore (con frequenza di uscita costante dal convertitore di frequenza).
- Se durante la decelerazione (rampa di decelerazione) 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, nel motore e nell'impianto.
- Un'impostazione non corretta della compensazione dello scorrimento può causare una maggiore tensione del collegamento CC.

L'unità di controllo potrebbe tentare di correggere il valore di rampa, se possibile (*parametro 2-17 Controllo sovratensione*).

Il convertitore di frequenza si disinserisce per proteggere i transistor e i condensatori del collegamento CC quando viene 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*.

### Caduta di tensione di rete

Durante una caduta di tensione di rete il convertitore di frequenza continua a funzionare finché la tensione del collegamento CC non scende al di sotto del livello di arresto minimo, pari a:

- 314 V per 3x380–480 V.
- 202 V per 3x200–240 V.
- 225 V per 1x200–240 V.

La tensione di rete precedente alla caduta di tensione e il carico del motore determinano il tempo occorrente all'inverter per giungere la ruota libera.

### Sovraccarico statico nella modalità VVC<sup>+</sup>

Quando il convertitore di frequenza è sovraccaricato, viene raggiunto il limite di coppia in *parametro 4-16 Torque Limit Motor Mode/parametro 4-17 Torque Limit Generator Mode*, l'unità di controllo riduce la frequenza di uscita per ridurre il carico.

Se il sovraccarico è eccessivo, può verificarsi una sovracorrente che causa il disinserimento del convertitore di frequenza dopo circa 5-10 s.

Il funzionamento entro il limite di coppia può essere limitato nel tempo (0-60 s) in *parametro 14-25 Trip Delay at Torque Limit*.

## 2.11.1 Protezione termica del motore

Per proteggere l'applicazione da gravi danni, VLT® Midi Drive FC 280 offre numerose funzioni specifiche.

### Limite di coppia

Il limite di coppia protegge il motore dai sovraccarichi, indipendentemente dalla velocità. Il limite di coppia è controllato in *parametro 4-16 Torque Limit Motor Mode* e *parametro 4-17 Torque Limit Generator Mode*.

*Parametro 14-25 Trip Delay at Torque Limit* controlla il tempo prima che scatti l'avviso limite di coppia.

### Limite di corrente

*Parametro 4-18 Current Limit* controlla il limite di corrente, e *parametro 14-24 Trip Delay at Current Limit* controlla il tempo prima che scatti l'avviso limite di corrente.

### Limite velocità minima

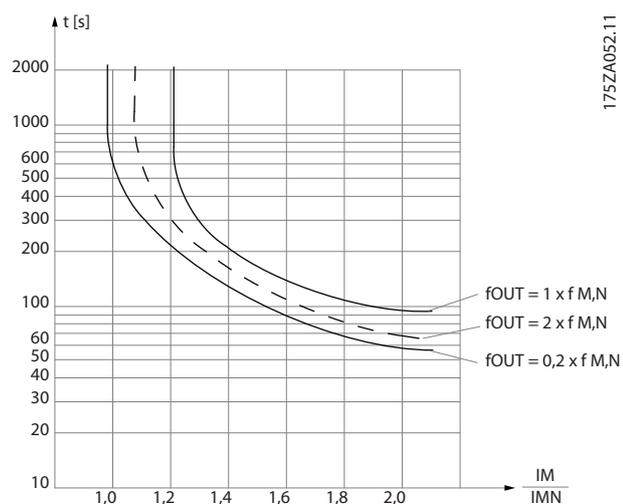
*Parametro 4-12 Motor Speed Low Limit [Hz]* imposta la velocità di uscita minima che il convertitore di frequenza può fornire.

### Limite velocità massimo

*Parametro 4-14 Motor Speed High Limit [Hz]* o *parametro 4-19 Max Output Frequency* imposta la velocità di uscita massima che il convertitore di frequenza può fornire.

### ETR (relè termico elettronico)

La funzione ETR del convertitore di frequenza misura il valore effettivo di corrente, velocità e tempo per calcolare la temperatura del motore. La funzione protegge inoltre il motore dal surriscaldamento (avviso o scatto). È anche disponibile un ingresso termistore esterno. L'ETR è una funzione elettronica che simula un relè a bimetallo basandosi su misure interne. La caratteristica viene mostrata in *Disegno 2.37*.



Disegno 2.37 ETR

L'asse X mostra il rapporto tra  $I_{\text{motor}}$  e  $I_{\text{motor}}$  nominale. L'asse Y mostra il tempo in secondi che precede il momento in cui l'ETR si disinserisce e fa scattare il convertitore di frequenza. Le curve illustrano la caratteristica a una velocità doppia della velocità nominale e a una velocità pari a 0,2 volte la velocità nominale.

A velocità più bassa l'ETR si disinserisce a livelli di calore inferiori a causa del minor raffreddamento del motore. In tal modo il motore è protetto dal surriscaldamento anche a bassa velocità. La funzione ETR calcola la temperatura del motore basandosi sull'effettiva corrente e velocità. La temperatura calcolata è visibile come un parametro di visualizzazione in *parametro 16-18 Motor Thermal*.

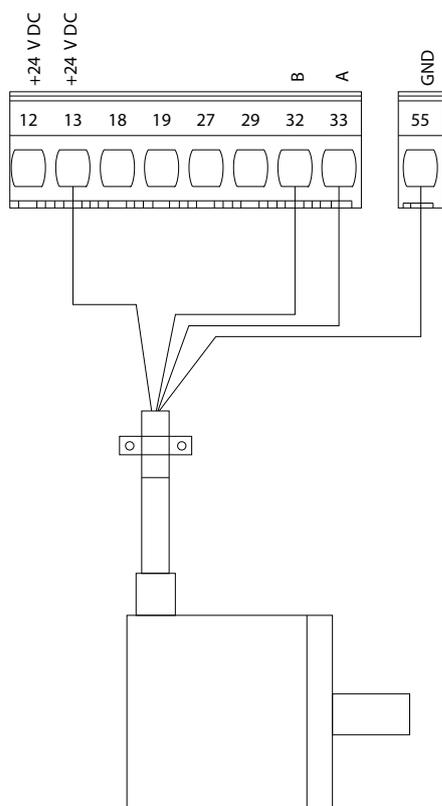
## 3 Esempi applicativi

3

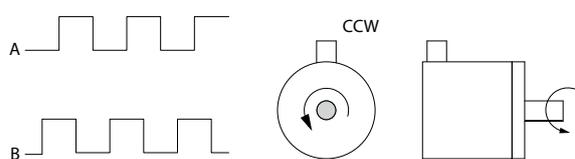
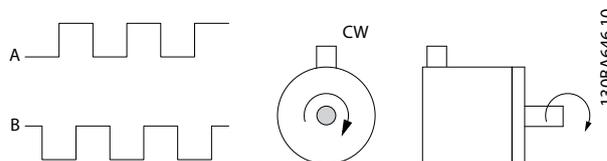
### 3.1 Introduzione

#### 3.1.1 Collegamento encoder

Lo scopo di queste istruzioni è quello di facilitare il setup del collegamento dell'encoder al convertitore di frequenza. Prima di impostare l'encoder vengono visualizzate le impostazioni di base per un sistema di controllo di velocità ad anello chiuso.



Disegno 3.1 Encoder 24 V



Disegno 3.2 Encoder incrementale 24 V, lunghezza massima del cavo 5 m

#### 3.1.2 Direzione dell'encoder

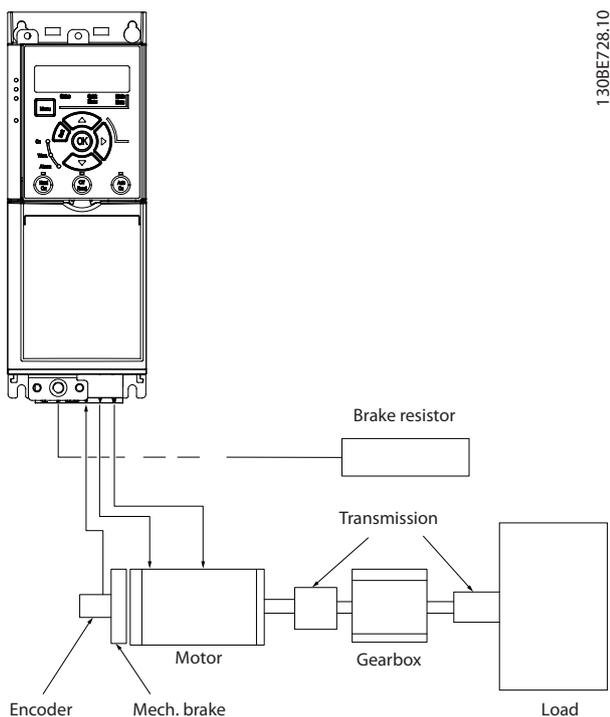
L'ordine in cui gli impulsi arrivano nel convertitore di frequenza determina la direzione dell'encoder. La direzione in senso orario significa che il canale A si trova a 90° elettrici prima del canale B. La direzione in senso antiorario significa che il canale B si trova a 90° elettrici prima del canale A. La direzione è stabilita osservando l'estremità dell'albero.

#### 3.1.3 Sistema convertitore ad anello chiuso

Il sistema convertitore si compone generalmente di più elementi, quali:

- Motore.
- Freno (riduttore, freno meccanico).
- Convertitore di frequenza.
- Encoder quale sistema di retroazione.
- Resistenza freno per il freno dinamico.
- Trasmissione.
- Carico.

Le applicazioni che richiedono il controllo del freno meccanico hanno in genere bisogno di una resistenza di frenatura.



130BE728.10

Disegno 3.3 Setup di base per il controllo di velocità ad anello chiuso

3.2.2 Velocità

		Parametri	
FC		Funzione	Impostazione
+24 V	12	Parametro 6-10 Tens. bassa morsetto 53	0,07 V*
+24 V	13	Parametro 6-11 Tensione alta morsetto 53	10 V*
D IN	18	Parametro 6-14 Rif.basso/ val.retroaz.mors etto 53	0
D IN	19	Parametro 6-15 Rif. alto/valore retroaz. morsetto 53	50
D IN	27	Parametro 6-19 Terminal 53 mode	[1] Tensione mode
D IN	29	* = Valore predefinito	
D IN	32	Note/commenti:	
D IN	33		
+10 V	50		
A IN	53		
A IN	54		
COM	55		
A OUT	42		

Tabella 3.2 Riferimento di velocità analogico (tensione)

3.2 Esempi applicativi

3.2.1 AMA

		Parametri	
FC		Funzione	Impostazione
+24 V	12	Parametro 1-29 Adattamento automatico motore (AMA)	[1] Abilit.AMA compl.
+24 V	13	Parametro 5-12 Ingr. digitale morsetto 27	*[2] Evol. libera neg.
D IN	18	* = Valore predefinito	
D IN	19	Note/commenti: Impostare il gruppo di parametri 1-2* Motor Data in base alle specifiche del motore.	
D IN	27	<b>AVVISO!</b> Se i morsetti 13 e 27 non sono connessi, impostare parametro 5-12 Terminal 27 Digital Input su [0] Nessuna funzione.	
D IN	29		
D IN	32		
D IN	33		
+10 V	50		
A IN	53		
A IN	54		
COM	55		
A OUT	42		

Tabella 3.1 AMA con T27 collegato

		Parametri	
FC		Funzione	Impostazione
+24 V	12	Parametro 6-22 Corr. bassa morsetto 54	4 mA*
+24 V	13	Parametro 6-23 Corrente alta morsetto 54	20 mA*
D IN	18	Parametro 6-24 Rif.basso/ val.retroaz.mors etto 54	0
D IN	19	Parametro 6-25 Rif. alto/valore retroaz. morsetto 54	50
D IN	27	Parametro 6-29 Modo morsetto 54	[0] Corrente
D IN	29	* = Valore predefinito	
D IN	32	Note/commenti:	
D IN	33		
+10 V	50		
A IN	53		
A IN	54		
COM	55		
A OUT	42		

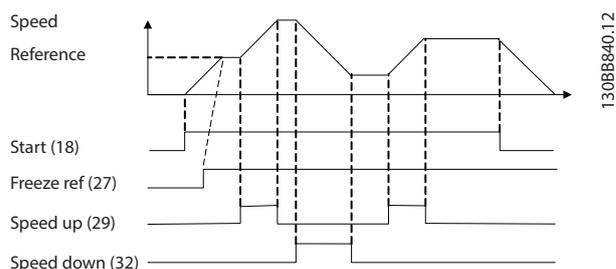
Tabella 3.3 Riferimento di velocità analogico (corrente)

FC		Parametri	
		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		
D IN	27		
D IN	29		
D IN	32	Parametro 6-14 Rif.basso/ val.retroaz.morse tto 53	0
D IN	33		
+10 V	50	Parametro 6-15 Rif. alto/valore retroaz. morsetto 53	50
A IN	53		
A IN	54		
COM	55		
A OUT	42		
		* = Valore predefinito	
		Note/commenti:	

Tabella 3.4 Riferimento di velocità (utilizzando un potenziometro manuale)

FC		Parametri	
		Funzione	Impostazione
+24 V	12	Parametro 5-10 Ingr. digitale morsetto 18	*[8] Avviamento
+24 V	13		
D IN	18		
D IN	19	Parametro 5-12 Ingr. digitale morsetto 27	[19] Blocco riferimento
D IN	27		
D IN	29	Parametro 5-13 Ingr. digitale morsetto 29	[21] Accele- razione
D IN	32		
D IN	33	Parametro 5-14 Ingr. digitale morsetto 32	[22] Decele- razione
+10 V	50		
A IN	53		
A IN	54		
COM	55		
A OUT	42		
		* = Valore predefinito	
		Note/commenti:	

Tabella 3.5 Accelerazione/decelerazione



Disegno 3.4 Accelerazione/decelerazione

### 3.2.3 Avviamento/arresto

FC		Parametri	
		Funzione	Impostazione
+24 V	12	Parametro 5-10 In gr. digitale morsetto 18	[8] Avviamento
+24 V	13		
D IN	18		
D IN	19	Parametro 5-11 In gr. digitale morsetto 19	*[10] Inversione
D IN	27		
D IN	29		
D IN	32		
D IN	33		
+10 V	50	Parametro 5-12 In gr. digitale morsetto 27	[0] Nessuna funzione
A IN	53	Parametro 5-14 In gr. digitale morsetto 32	[16] Rif. preimp. bit 0
A IN	54	Parametro 5-15 In gr. digitale morsetto 33	[17] Rif. preimp. bit 1
COM	55	Parametro 3-10 Rif erim preimp.	Rif. preimp. 0 25%
A OUT	42		Rif. preimp. 1 50%
			Rif. preimp. 2 75%
			Rif. preimp. 3 100%
		* = Valore predefinito	
		Note/commenti:	

Tabella 3.6 Avviamento/arresto con inversione e 4 velocità preimpostate

### 3.2.4 Ripristino allarmi esterni

		Parametri	
FC		Funzione	Impostazione
+24 V	12	Parametro 5-11	
+24 V	13	Ingr. digitale morsetto 19	[1] Ripristino
D IN	18		
D IN	19		
D IN	27		
D IN	29		
D IN	32		
D IN	33		
+10 V	50		
A IN	53		
A IN	54		
COM	55		
A OUT	42		

130BF09910

Tabella 3.7 Ripristino allarmi esterni

### 3.2.5 Termistore motore

#### AVVISO!

Per soddisfare i requisiti di isolamento PELV, utilizzare un isolamento doppio o rinforzato sui termistori.

		Parametri	
FC		Funzione	Impostazione
+24 V	12	Parametro 1-90	[2] Termistore, protezione
+24 V	13	Protezione termica motore	scatto
D IN	18		
D IN	19	Parametro 1-93	[1] Ingr. Fonte termistore
D IN	27		
D IN	29		
D IN	32	Parametro 6-19	[1] Tensione Terminal 53
D IN	33		
+10 V	50		
A IN	53		
A IN	54		
COM	55		
A OUT	42		

130BE210.11

Tabella 3.8 Termistore motore

### 3.2.6 SLC

		Parametri	
FC		Funzione	Impostazione
+24 V	12	Parametro 4-30	
+24 V	13	Funzione di perdita retroazione motore	[1] Avviso
D IN	18		
D IN	19		
D IN	27	Parametro 4-31	
D IN	29	Errore di velocità retroazione motore	50
D IN	32		
D IN	33	Parametro 4-32	
+10 V	50	Timeout perdita retroazione motore	5 s
A IN	53	Parametro 7-00	
A IN	54	Fonte retroazione PID di velocità	[1] Encoder 24 V
COM	55		
A OUT	42	Parametro 5-70	
		Term 32/33	1024*
		Impulsi per giro	
		Parametro 13-00	
		Modo regol. SL	[1] On
		Parametro 13-01	
		Evento avviamento	[19] Avviso
		Parametro 13-02	
		Evento arresto	[44] Tasto ripristino
		Parametro 13-10	
		Comparatore di operandi	[21] Numero avviso
		Parametro 13-11	
		Comparatore di operandi	*[1] ≈
		Parametro 13-12	
		Valore comparatore	61
		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
		<b>Note/commenti:</b>	
		se il limite nel monitor di retroazione viene superato, viene generato l'avviso 61, feedback monitor. L'SLC monitora l'avviso 61, feedback monitor. Se l'avviso 61, feedback monitor diventa true, viene attivato il relè 1.	
		L'attrezzatura esterna può indicare che è necessaria una manutenzione. Se l'errore di retroazione torna a scendere al di sotto del limite entro 5 s., il convertitore di frequenza continua a funzionare e l'avviso scompare. Il relè 1 continua finché non viene premuto [Off/Reset].	

130BE211.11

Tabella 3.9 Utilizzo dell'SLC per impostare un relè

## 4 Safe Torque Off (STO)

4

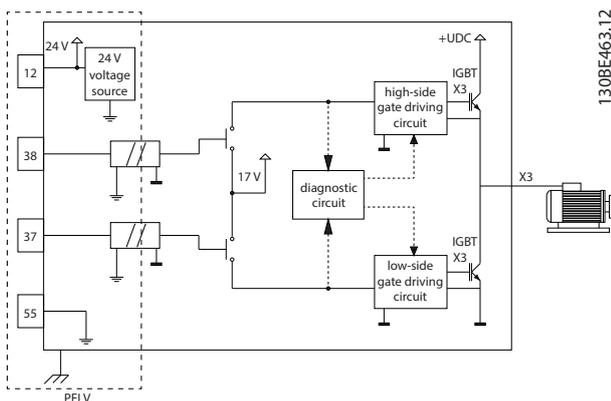
La funzione Safe Torque Off (STO) è un componente in un sistema di controllo di sicurezza che impedisce all'unità di generare l'energia necessaria a far ruotare il motore, garantendo pertanto sicurezza in situazioni di emergenza.

Il convertitore di frequenza con funzionalità STO è progettato e ritenuto conforme in base ai requisiti previsti dalle seguenti normative:

- IEC/EN 61508: 2010 SIL2
- IEC/EN 61800-5-2: 2007 SIL2
- IEC/EN 62061: 2012 SILCL di SIL2
- EN ISO 13849-1: 2008 - Categoria 3 PL d

Per ottenere il livello desiderato di sicurezza operativa, selezionare e applicare adeguatamente i componenti nel sistema di controllo di sicurezza. Prima di usare la funzione STO, effettuare un'analisi approfondita dei rischi sull'impianto, al fine di determinare se la funzione STO e i livelli di sicurezza sono adeguati e sufficienti.

La funzione STO nei convertitori di frequenza è controllata mediante i morsetti di controllo 37 e 38. Quando STO è attivata, l'alimentazione sul lato superiore e su quello inferiore dei circuiti di pilotaggio del gate IGBT è disinserita. *Disegno 4.1* mostra la configurazione STO. *Tabella 4.1* mostra gli stati STO, a seconda del fatto che i morsetti 37 e 38 siano eccitati o meno.



Disegno 4.1 Configurazione STO

Morsetto 37	Morsetto 38	Coppia	Avviso o allarme
Eccitato <sup>1)</sup>	Eccitato	S <sup>2)</sup>	Nessun avviso o allarme.
Diseccitato <sup>3)</sup>	Diseccitato	No	Avviso/allarme 68: Safe Torque Off.
Diseccitato	Eccitato	No	Allarme 188: Guasto funzione STO.
Eccitato	Diseccitato	No	Allarme 188: Guasto funzione STO.

Tabella 4.1 Stato STO

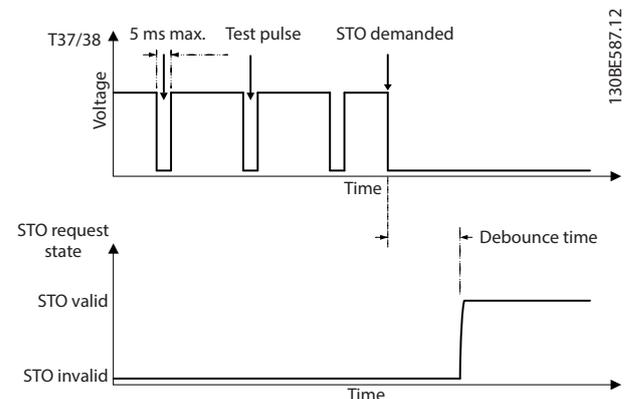
1) L'intervallo di tensione è 24 V ±5 V, con il morsetto 55 come morsetto di riferimento.

2) La coppia è presente solo quando il convertitore di frequenza è in funzione.

3) Circuito aperto, oppure tensione entro l'intervallo di 0 V ±1,5 V, con il morsetto 55 come morsetto di riferimento.

### Filtraggio impulso di prova

Per dispositivi di sicurezza che generano impulsi di prova sulle linee di controllo STO: se i segnali d'impulso rimangono a un livello basso (≤1,8 V) per oltre 5 ms, vengono ignorati come mostrato in *Disegno 4.2*.



Disegno 4.2 Modello di impulsi di prova

### Tolleranza ingresso asincrono

I segnali d'ingresso sui 2 morsetti non sono sempre sincroni. Se la discrepanza tra i 2 segnali è più lunga di 12 ms, si attiva l'allarme di guasto STO (allarme 188, *Guasto funzione STO*).

### Segnali validi

Per attivare la funzione STO, i 2 segnali devono essere entrambi a un livello basso per almeno 80 ms. Per terminare STO, i 2 segnali devono essere entrambi a un livello elevato per almeno 20 ms. Consultare *capitolo 7.6 Ingresso/uscita di controllo e dati di controllo* per i livelli di tensione e la corrente di ingresso dei morsetti STO.

## 4.1 Precauzioni di sicurezza STO

### Personale qualificato

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

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

### AVVISO!

Dopo l'installazione dell'STO, eseguire un test di messa in funzione come specificato in *capitolo 4.3.3 Test di messa in funzione STO*. Dopo la prima installazione è necessario superare un test di messa in funzione, che va ripetuto dopo ogni modifica all'impianto di sicurezza.

### AVVISO

#### RISCHIO DI FOLGORAZIONE

La funzione STO NON isola la tensione di rete dal convertitore di frequenza o dai circuiti ausiliari e, pertanto, non offre sicurezza elettrica. Il mancato isolamento della tensione di rete dall'unità e la mancata attesa del tempo specificato potrebbero provocare lesioni serie o anche mortali.

- Eseguire interventi sulle parti elettriche del convertitore di frequenza o del motore soltanto dopo avere isolato l'alimentazione della tensione di rete e avere atteso il tempo di scarica specificato nel *capitolo Precauzioni di sicurezza* nella *Guida operativa VLT® Midi Drive FC 280*.

### AVVISO!

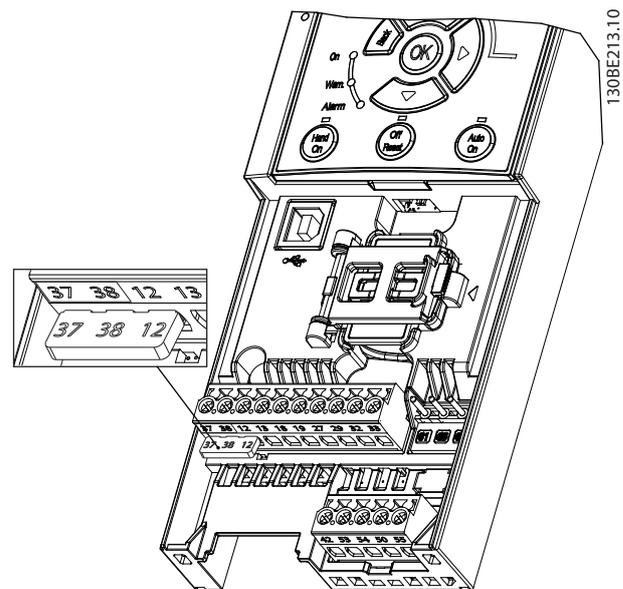
In fase di progettazione dell'applicazione della macchina, valutare tempo e distanza necessari per l'arresto a ruota libera (STO). Per maggiori informazioni sulle categorie di arresto, fare riferimento a EN 60204-1.

## 4.2 Installazione del Safe Torque Off

Per il collegamento del motore, della rete CA e dei cavi di controllo, seguire le istruzioni per l'installazione sicura descritte in *capitolo 2.2 Installazione elettrica*.

Abilitare l'STO integrato come segue:

1. Rimuovere il ponticello fra i morsetti di controllo 12 (24 V), 37 e 38. Non è sufficiente tagliare o rompere il ponticello per evitare il cortocircuito. Vedere il ponticello in *Disegno 4.3*.

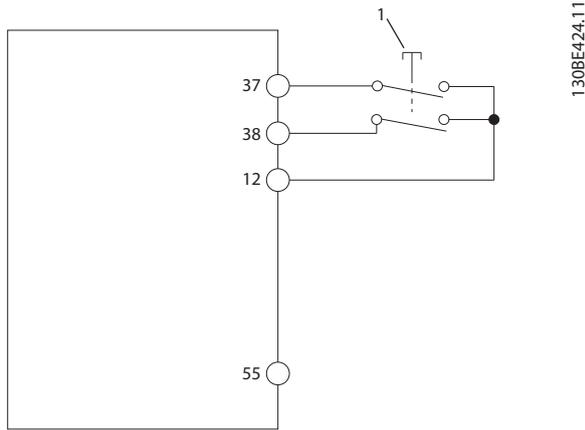


Disegno 4.3 Rimuovere il ponticello fra i morsetti 12 (24 V), 37 e 38.

2. Collegare un dispositivo di sicurezza a doppio canale (ad esempio, PLC di sicurezza, barriera di sicurezza, relè di sicurezza oppure pulsante di arresto di emergenza) ai morsetti 37 e 38 per formare un'applicazione di sicurezza. Il dispositivo deve soddisfare il livello di sicurezza richiesto sulla base della valutazione dei rischi. *Disegno 4.4* illustra lo schema di cablaggio delle applicazioni STO in cui il convertitore di frequenza e il dispositivo di sicurezza sono collocati nello stesso armadio. *Disegno 4.5* mostra lo schema di cablaggio delle applicazioni STO in cui viene utilizzata un'alimentazione esterna.

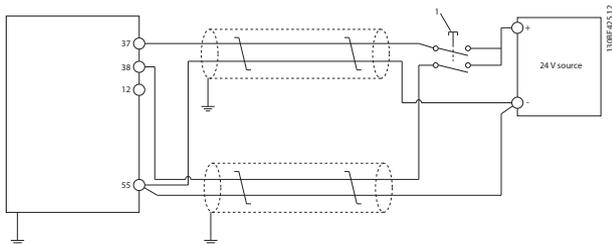
### AVVISO!

Il segnale STO deve essere alimentato da PELV.



1 Dispositivo di sicurezza

Disegno 4.4 Cablaggio STO in armadio 1, il convertitore di frequenza fornisce la tensione di alimentazione



1 Dispositivo di sicurezza

Disegno 4.5 Cablaggio STO, alimentazione esterna

3. Completare il cablaggio seguendo le istruzioni descritte in capitolo 2.2.1 Installazione elettrica e:
  - 3a Eliminare i rischi di cortocircuito.
  - 3b Assicurarsi che i cavi STO siano schermati se sono più lunghi di 20 m o al di fuori dell'armadio.
  - 3c Collegare il dispositivo di sicurezza direttamente ai morsetti 37 e 38.

### 4.3 Messa in funzione STO

#### 4.3.1 Attivazione della funzione Safe Torque Off

Per attivare la funzione STO, rimuovere la tensione ai morsetti 37 e 38 del convertitore di frequenza.

Quando la funzione STO è attivata, il convertitore di frequenza emette l'allarme 68, Arresto sicuro o l'avviso 68, Arresto sicuro, fa scattare l'unità e arresta il motore a ruota libera. Usare la funzione STO per arrestare il convertitore di frequenza in situazioni di arresto di emergenza. Nel modo di funzionamento normale, se l'STO non è necessario, usare la funzione di arresto standard.

#### AVVISO!

Se si attiva l'STO mentre il convertitore di frequenza emette l'avviso 8, Sottotens. CC o l'allarme 8 Sottotens. CC, il convertitore di frequenza ignora l'allarme 68, Arresto sicuro, senza intaccare il funzionamento dell'STO.

#### 4.3.2 Disattivazione della funzione Safe Torque Off

Seguire le istruzioni descritte in Tabella 4.2 per disattivare la funzione STO e riavviare il funzionamento normale sulla base della modalità riavvio della funzione STO.

#### AVVISO

#### RISCHIO DI LESIONI O MORTE

Riapplicando l'alimentazione a 24 V CC ai morsetti 37 o 38, si provoca l'arresto dello stato STO SIL2, rischiando di riavviare il motore. L'avvio imprevisto del motore potrebbe provocare lesioni personali gravi o mortali.

- Assicurarsi che siano state prese tutte le misure di sicurezza necessarie prima di riapplicare l'alimentazione a 24 V CC ai morsetti 37 e 38.

Modalità riavvio	Passaggi per disattivare l'STO e riattivare il funzionamento normale	Riavviare la configurazione della modalità
Riavvio manuale	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Riapplicare l'alimentazione a 24 V CC ai morsetti 37 e 38.</li> <li>2. Avviare un segnale di ripristino (tramite bus di campo, I/O digitale o il tasto [Reset]/[Off Reset] sull'LCP).</li> </ol>	Impostazione di fabbrica. Parametro 5-19 Arresto di sicurezza morsetto 37=[1] All. arresto di sic.

Modalità riavvio	Passaggi per disattivare l'STO e riattivare il funzionamento normale	Riavviare la configurazione della modalità
Riavvio automatico	Riapplicare l'alimentazione a 24 V CC ai morsetti 37 e 38.	Parametro 5-19 Arresto di sicurezza morsetto 37=[3] Avv. arresto di sic.

Tabella 4.2 Disattivazione STO

### 4.3.3 Test di messa in funzione STO

Dopo l'installazione e prima della prima messa in funzione, eseguire un test di messa in funzione dell'impianto utilizzando la funzione STO.

Rieseguire il test dopo ogni modifica dell'impianto o dell'applicazione che coinvolge l'STO.

#### **AVVISO!**

È necessario un test di messa in funzione riuscito della funzione STO dopo l'installazione iniziale e dopo ogni modifica successiva dell'impianto.

Per eseguire un test di messa in funzione:

- Seguire le istruzioni in capitolo 4.3.4 Test per applicazioni STO in modalità riavvio manuale se STO è impostato su modalità riavvio manuale.
- Seguire le istruzioni in capitolo 4.3.5 Test per applicazioni STO in modalità riavvio automatico se STO è impostato su modalità riavvio automatico.

### 4.3.4 Test per applicazioni STO in modalità riavvio manuale

Per le applicazioni in cui parametro 5-19 Arresto di sicurezza morsetto 37 è impostato sul valore predefinito [1] All. arresto di sic., eseguire il test di messa in funzione come segue:

1. Impostare parametro 5-40 Funzione relè su [190] STO Function active.
2. Rimuovere la tensione di alimentazione 24 V CC ai morsetti 37 e 38, usando il dispositivo di sicurezza mentre il motore è azionato dal convertitore di frequenza (vale a dire quando l'alimentazione di rete non è interrotta).
3. Verificare che:
  - 3a il motore giri a ruota libera; Potrebbe essere necessario molto tempo perché il motore si arresti.
  - 3b Se è montato l'LCP, sull'LCP viene visualizzato l'allarme 68, Arresto sicuro. Se l'LCP non è montato, l'allarme 68, Arresto

sicuro viene registrato in parametro 15-30 Log allarme: Codice guasto.

4. Riapplicare l'alimentazione a 24 V CC ai morsetti 37 e 38.
5. Assicurarsi che il motore rimanga nello stato di ruota libera e il freno meccanico rimanga attivato (se collegato).
6. Inviare un segnale di ripristino (tramite bus di campo, I/O digitale o il tasto [Reset]/[Off Reset] sull'LCP).
7. Assicurarsi che il motore torni operativo e funzioni entro l'intervallo originale di velocità.

Il test di messa in funzione è completato con successo quando sono stati superati tutti i passi menzionati precedentemente.

### 4.3.5 Test per applicazioni STO in modalità riavvio automatico

Per le applicazioni in cui parametro 5-19 Arresto di sicurezza morsetto 37 è impostato su [3] Avv. arresto di sic., eseguire il test di messa in funzione come segue:

1. Rimuovere la tensione di alimentazione 24 V CC al morsetto 37 e 38 mediante il dispositivo di sicurezza mentre il motore è azionato dal convertitore di frequenza (vale a dire quando l'alimentazione di rete non è interrotta).
2. Verificare che:
  - 2a il motore giri a ruota libera; Potrebbe essere necessario molto tempo perché il motore si arresti.
  - 2b Se è montato l'LCP, sull'LCP viene visualizzato l'avviso 68, Arresto sicuro. Se l'LCP non è montato, l'avviso 68, Arresto sicuro viene registrato nel bit 30 di parametro 16-92 Parola di avviso.
3. Riapplicare l'alimentazione a 24 V CC ai morsetti 37 e 38.
4. Assicurarsi che il motore torni operativo e funzioni entro l'intervallo originale di velocità.

Il test di messa in funzione è completato con successo quando sono stati superati tutti i passi menzionati precedentemente.

#### **AVVISO!**

Vedere l'avviso relativo al comportamento di riavvio in capitolo 4.1 Precauzioni di sicurezza STO.

#### 4.4 Manutenzione e assistenza per STO

- L'utente è responsabile delle misure di sicurezza.
- I parametri del convertitore di frequenza possono essere protetti con una password.

Il test di funzionamento consiste in 2 parti:

- Test di funzionamento base.
- Test di funzionamento diagnostico

Il test può considerarsi concluso con successo quando vengono completate tutte le fasi.

##### Test di funzionamento base

Se la funzione STO non è stata utilizzata per 1 anno, eseguire un test di funzionamento base per rilevare qualsiasi guasto o malfunzionamento dell'STO.

1. Assicurarsi che *parametro 5-19 Arresto di sicurezza morsetto 37* sia impostato su *\*[1] All. arresto di sic.*
2. Rimuovere l'alimentazione di tensione a 24 V CC dai morsetti 37 e 38.
3. Controllare se l'LCP visualizza l'*allarme 68, Arresto sicuro*.
4. Verificare che il convertitore di frequenza faccia scattare l'unità.
5. Verificare che il motore stia girando a ruota libera e si arresti completamente.
6. Iniziare un segnale di avvio (tramite bus di campo, I/O digitale o LCP) e verificare che il motore non si avvii.
7. Ricollegare l'alimentazione di tensione a 24 V CC ai morsetti 37 e 38.
8. Verificare che il motore non venga avviato automaticamente e che riparta solo dando un segnale di ripristino (tramite bus di campo, I/O digitale oppure tasto [Reset]/[Off Reset] sull'LCP).

##### Test di funzionamento diagnostico

1. Accertarsi che l'*avviso 68, Arresto sicuro* e l'*allarme 68, Arresto sicuro* non si attivino quando l'alimentazione a 24 V è collegata ai morsetti 37 e 38.
2. Rimuovere l'alimentazione a 24 V dal morsetto 37 e verificare che sull'LCP sia visualizzato l'*allarme 188, Guasto funzione STO*, se l'LCP è montato. Se l'LCP non è montato, verificare che l'*allarme 188, Guasto funzione STO*, sia registrato in *parametro 15-30 Log allarme: Codice guasto*.
3. Riapplicare l'alimentazione a 24 V al morsetto 37 e verificare che il ripristino dell'allarme avvenga correttamente.
4. Rimuovere l'alimentazione a 24 V dal morsetto 38 e verificare che sull'LCP sia visualizzato l'*allarme 188, Guasto funzione STO*, se l'LCP è montato. Se l'LCP non è montato, verificare che l'*allarme 188, Guasto funzione STO*, sia registrato in *parametro 15-30 Log allarme: Codice guasto*.
5. Riapplicare l'alimentazione a 24 V al morsetto 38 e verificare che il ripristino dell'allarme avvenga correttamente.

## 4.5 Dati tecnici STO

L'FMEDA (Analisi modalità guasti, effetti e diagnostica) viene eseguita sulla base delle seguenti premesse:

- VLT® Midi Drive FC 280 richiede il 10% del totale complessivo dei guasti per un anello di sicurezza SIL2.
- I tassi di guasto si basano sul database Siemens SN29500.
- I tassi di guasto sono costanti e non comprendono i meccanismi di usura.
- Per ciascun canale, i componenti relativi alla sicurezza sono considerati di tipo A, con una tolleranza ai guasti hardware pari a 0.
- Sono previsti livelli di stress medi per gli ambienti industriali e una temperatura di funzionamento massima dei componenti di 85 °C (185 °F).
- Un errore di sicurezza (ad esempio uscita in stato sicuro) viene riparato in 8 ore.
- L'assenza di coppia in uscita è lo stato sicuro.

Norme di sicurezza	Sicurezza delle macchine	ISO 13849-1, IEC 62061
	Sicurezza funzionale	IEC 61508
Funzione di sicurezza	Safe Torque Off	IEC 61800-5-2
Prestazioni di sicurezza	<b>ISO 13849-1</b>	
	Categoria	Cat. 3
	Copertura diagnostica (DC)	60% (bassa)
	Tempo medio per guasto pericoloso (MTTFD)	2400 anni (alta)
	Livello di prestazioni	PL d
	<b>IEC 61508/IEC 61800-5-2/IEC 62061</b>	
	Livello di integrità sicurezza	SIL2
	Probabilità di guasto pericoloso per ora (PFH) (modalità a richiesta elevata)	7,54E-9 (1/h)
	Probabilità di guasto pericoloso alla richiesta (PFD <sub>avg</sub> per PTI = 20 anni) (modalità a richiesta bassa)	6.05E-4
	Frazione di guasti sicuri (SFF)	Per parti a doppio canale: >84%
		Per parti a singolo canale: >99%
	Tolleranza ai guasti hardware (HFT)	Per parti a doppio canale: HFT = 1
		Per parti a singolo canale: HFT = 0
	Intervallo del test di verifica <sup>2)</sup>	20 anni
Guasto causa comune (CCF)	$\beta = 5\%$ ; $\beta_D = 5\%$	
Intervallo test di diagnostica (DTI)	160 ms	
Capacità sistema	SC 2	
Tempo di reazione <sup>1)</sup>	Tempo di risposta da ingresso a uscita	Dimensioni del contenitore K1–K3: Massimo 50 ms Dimensioni del contenitore K4 e K5: Massimo 30 ms

**Tabella 4.3 Dati tecnici per STO**

1) Il tempo di reazione corrisponde al tempo che intercorre da una condizione del segnale di ingresso che attiva l'STO fino a quando la coppia viene disinserita sul motore.

2) Per la procedura del test di verifica, fare riferimento a capitolo 4.4 Manutenzione e assistenza per STO.

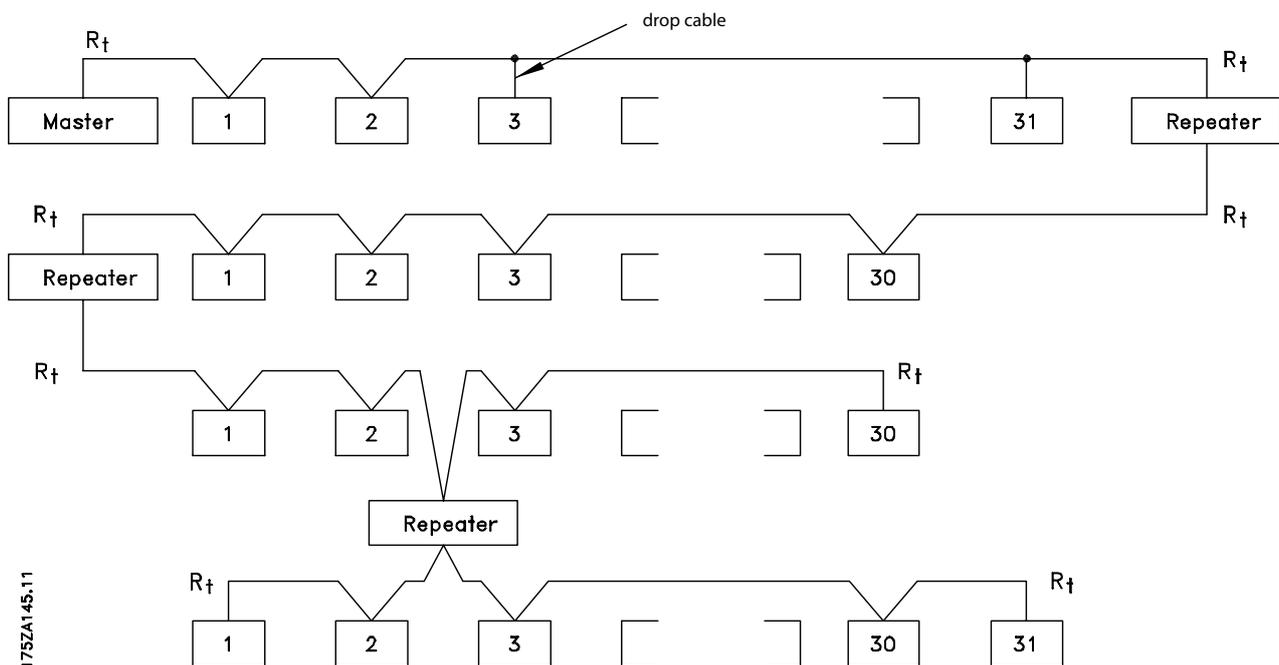
## 5 Installazione e setup dell'RS485

### 5.1 Introduzione

#### 5.1.1 Panoramica

L'RS485 è un'interfaccia bus a due fili, compatibile con topologia di rete multi-drop. I nodi possono essere collegati come un bus oppure tramite cavi di discesa da una linea dorsale comune. A un segmento di rete possono essere collegati fino a 32 nodi.

I ripetitori separano i vari segmenti di rete, vedere *Disegno 5.1*.



Disegno 5.1 Interfaccia bus RS485

### **AVVISO!**

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

Terminare entrambe le estremità di ogni segmento utilizzando l'interruttore di terminazione (S801) dei convertitori di frequenza oppure una rete resistiva polarizzata di terminazione. Utilizzare sempre un doppino intrecciato schermato (STP) per il cablaggio del bus e attenersi alle buone prassi di installazione.

È importante assicurare un collegamento a massa a bassa impedenza dello schermo in corrispondenza di ogni nodo, anche alle alte frequenze. Pertanto, collegare a terra un'ampia superficie dello schermo, per esempio mediante un pressacavo o un passacavo conduttivo. Talvolta si rende

necessario utilizzare cavi di equalizzazione del potenziale per mantenere lo stesso potenziale di terra in tutta la rete, soprattutto negli impianti in cui sono presenti cavi lunghi. Per prevenire un disadattamento d'impedenza, utilizzare sempre lo stesso tipo di cavo in tutta la rete. Quando si collega un motore al convertitore di frequenza, utilizzare sempre un cavo motore schermato.

Cavo	Doppino intrecciato schermato (STP)
Impedenza [ $\Omega$ ]	120
Lunghezza del cavo [m]	Al massimo 1200 (comprese le derivazioni). Al massimo 500 da stazione a stazione.

Tabella 5.1 Specifiche dei cavi

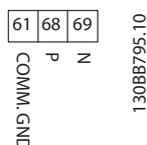
### 5.1.2 Collegamento in rete

Collegare il convertitore di frequenza alla rete RS485 nel modo seguente (vedere anche *Disegno 5.2*):

1. Collegare i fili di segnale al morsetto 68 (P+) e al morsetto 69 (N-) sul quadro di comando principale del convertitore di frequenza.
2. Collegare lo schermo del cavo ai pressacavi.

#### **AVVISO!**

Per ridurre il disturbo tra i conduttori, utilizzare doppiini intrecciati schermati.



Disegno 5.2 Collegamento in rete

### 5.1.3 Setup hardware

Per terminare il bus RS485 usare l'interruttore di terminazione sul quadro di comando principale del convertitore di frequenza.

L'impostazione di fabbrica per l'interruttore è OFF.

### 5.1.4 Impostazione parametri per comunicazione Modbus

Parametro	Funzione
<i>Parametro 8-30 Protocollo</i>	Selezionare il protocollo dell'applicazione da utilizzare sull'interfaccia RS485.
<i>Parametro 8-31 Indirizzo</i>	Impostare l'indirizzo nodo. <b>AVVISO!</b> L'intervallo di indirizzi dipende dal protocollo selezionato in <i>parametro 8-30 Protocollo</i> .
<i>Parametro 8-32 Baud rate</i>	Impostare il baud rate. <b>AVVISO!</b> Il baud rate predefinito dipende dal protocollo selezionato in <i>parametro 8-30 Protocollo</i> .

Parametro	Funzione
<i>Parametro 8-33 Parità / bit di stop</i>	Impostare la parità e il numero di bit di stop. <b>AVVISO!</b> La selezione predefinita dipende dal protocollo selezionato in <i>parametro 8-30 Protocollo</i> .
<i>Parametro 8-35 Ritardo minimo risposta</i>	Specifica un tempo di ritardo minimo tra la ricezione di una richiesta e la trasmissione di una risposta. La funzione è destinata a aggirare i tempi di attesa del modem.
<i>Parametro 8-36 Ritardo max. risposta</i>	Specifica un tempo di ritardo massimo tra la trasmissione di una richiesta e la ricezione di una risposta.
<i>Parametro 8-37 Ritardo max. intercar.</i>	In caso di interruzione della trasmissione, specificare un ritardo massimo tra la ricezione di due byte per assicurare la temporizzazione. <b>AVVISO!</b> La selezione predefinita dipende dal protocollo selezionato in <i>parametro 8-30 Protocollo</i> .

Tabella 5.2 Impostazione parametri comunicazione Modbus

### 5.1.5 Precauzioni EMC

Per ottenere un funzionamento della rete RS485 privo di interferenze, Danfoss consiglia le seguenti precauzioni EMC.

#### **AVVISO!**

Rispettare sempre le norme nazionali e locali in materia, ad esempio quelle riguardanti il collegamento della messa a terra di protezione. Tenere il cavo di comunicazione RS485 lontano dai cavi motore e della resistenza di frenatura al fine di evitare l'accoppiamento di disturbi ad alta frequenza tra i cavi. Normalmente è sufficiente una distanza di 200 mm. Mantenere la massima distanza possibile tra i cavi, in particolare quando sono posati in parallelo per lunghe distanze. Quando la posa incrociata è inevitabile, il cavo RS485 deve incrociare i cavi motore e i cavi della resistenza di frenatura con un angolo di 90°.

## 5.2 Protocollo FC

### 5.2.1 Panoramica

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

Un master e un numero massimo di 126 slave possono essere collegati al bus. I singoli slave vengono selezionati dal master tramite un carattere di indirizzo nel telegramma.

Uno slave non può mai trasmettere senza che gli venga prima chiesto di farlo, e un trasferimento diretto di telegrammi tra i singoli slave non è possibile. Le comunicazioni avvengono in modalità half duplex.

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

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

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

### 5.2.2 FC con Modbus RTU

Il protocollo FC consente l'accesso alla parola di controllo e al riferimento bus del convertitore di frequenza.

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

- Avviamento.
- Arresto del convertitore di frequenza in vari modi:
  - Arresto a ruota libera.
  - Arresto rapido.
  - Arresto freno CC.
  - Arresto normale (rampa).
- Ripristino dopo uno scatto in caso di guasto.
- Funzionamento a varie velocità preimpostate.
- Marcia in senso inverso.
- Modifica del setup attivo.
- Controllo dei due relè integrati nel convertitore di frequenza.

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

## 5.3 Configurazione della rete

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

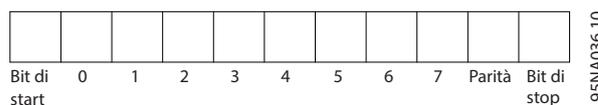
Parametro	Impostazione
Parametro 8-30 Protocollo	FC
Parametro 8-31 Indirizzo	1-126
Parametro 8-32 Baud rate	2400-115200
Parametro 8-33 Parità / bit di stop	Parità pari, 1 bit di stop (default)

Tabella 5.3 Parametri per abilitare il protocollo

## 5.4 Struttura frame messaggio protocollo FC

### 5.4.1 Contenuto di un carattere (byte)

Ogni carattere trasmesso inizia con un bit di start. In seguito sono trasmessi 8 bit di dati, corrispondenti a un byte. Ogni carattere è verificato tramite un bit di parità. Questo bit è impostato su 1 quando raggiunge la parità. La parità si ottiene in presenza di un numero pari di 1 s negli 8 bit di dati e nel bit di parità nel totale. Un carattere è completato da un bit di stop, formato complessivamente da 11 bit.



Disegno 5.3 Contenuto di un carattere

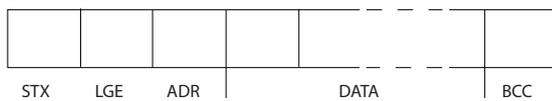
### 5.4.2 Struttura del telegramma

Ogni telegramma ha la seguente struttura:

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

Seguono numerosi byte di dati (variabili in base al tipo di telegramma).

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



Disegno 5.4 Struttura del telegramma

195NA099.10

### 5.4.3 Lunghezza del telegramma (LGE)

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

4 byte di dati	$LGE = 4+1+1 = 6$ byte
12 byte di dati	$LGE = 12+1+1 = 14$ byte
Telegrammi contenenti testo	$10^{(1)}+n$ byte

Tabella 5.4 Lunghezza di telegrammi

1) Il valore 10 rappresenta i caratteri fissi, mentre n è variabile (in funzione della lunghezza del testo).

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

#### Formato indirizzo 1–126

- Bit 7 = 1 (formato indirizzi 1–126 attivo).
- Bit 0–6 = indirizzo del convertitore di frequenza 1–126.
- Bit 0–6 = 0 broadcast.

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

### 5.4.5 Byte di controllo dati (BCC)

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

### 5.4.6 Il campo dati

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

I 3 tipi di telegrammi sono:

#### Blocco processo (PCD)

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

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



Disegno 5.5 Blocco processo

130BA271.10

#### Blocco parametri

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



Disegno 5.6 Blocco parametri

130BA271.10

**5**

#### Blocco di testo

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



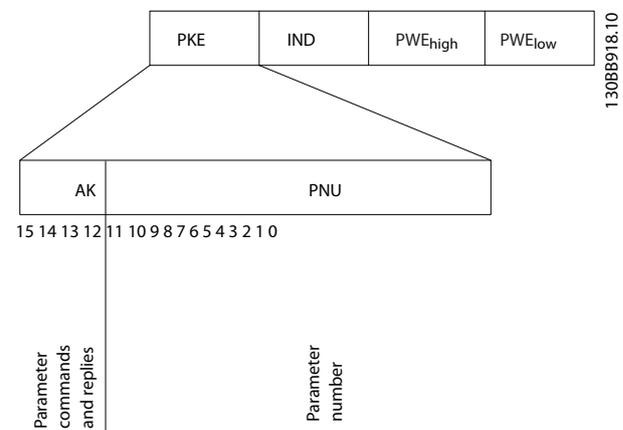
Disegno 5.7 Blocco di testo

130BA271.10

### 5.4.7 Il campo PKE

Il campo PKE contiene due campi secondari:

- Comando relativo ai parametri e risposta (AK)
- Numeri dei parametri (PNU)



Disegno 5.8 Campo PKE

130BB918.10

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

Comandi relativi ai parametri master⇒slave				
Numero di bit				Comando relativo ai parametri
15	14	13	12	
0	0	0	0	Nessun comando.
0	0	0	1	Lettura valore del parametro.
0	0	1	0	Scrittura valore del parametro nella RAM (parola).
0	0	1	1	Scrittura valore del parametro nella RAM (parola doppia).
1	1	0	1	Scrittura valore del parametro nella RAM e nella EEPROM (parola doppia).
1	1	1	0	Scrittura valore del parametro nella RAM e nella EEPROM (parola).
1	1	1	1	Lettura testo.

Tabella 5.5 Comandi relativi ai parametri

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

Tabella 5.6 Risposta

Se il comando non può essere eseguito, lo slave invia la risposta 0111 *Impossibile eseguire il comando* ed emette i messaggi di errore seguenti in *Tabella 5.7*.

Codice di guasto	Specifica FC
0	Numero parametro non consentito.
1	Il parametro non può essere modificato.
2	Limiti superiore o inferiore superati.
3	Indice secondario corrotto.
4	Nessun array.
5	Tipo di dati errato.
6	Non utilizzato.
7	Non utilizzato.
9	Elemento descrittivo non disponibile.
11	Nessun accesso scrittura parametro.
15	Nessun testo disponibile.
17	Non applicabile quando in funzione.
18	Altri errori.
100	–
>100	–
130	Nessun accesso al bus per questo parametro.
131	Ripristino setup di fabbrica impossibile.
132	Nessun accesso all'LCP.
252	Visualizzatore sconosciuto.
253	Richiesta non supportata.

Codice di guasto	Specifica FC
254	Attributo sconosciuto.
255	Nessun errore.

Tabella 5.7 Rapporto di slave

#### 5.4.8 Numero di parametro (PNU)

I bit 0-11 trasmettono i numeri dei parametri. La funzione del parametro in questione è definita nella descrizione dei parametri nella *Guida alla Programmazione VLT® Midi Drive FC 280*.

#### 5.4.9 Indice (IND)

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

Solo il byte basso è utilizzato come indice.

#### 5.4.10 Valore del parametro (PWE)

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

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

I parametri da *Parametro 15-40 Tipo FC* a *parametro 15-53 N. di serie scheda di potenza* contengono il tipo di dati 9.

Ad esempio, leggere le dimensioni dell'unità e l'intervallo della tensione di rete in *parametro 15-40 Tipo FC*. Quando viene trasmessa una stringa di testo (lettura), la lunghezza del telegramma e dei testi è variabile. La lunghezza del telegramma è definita nel secondo byte del telegramma (LGE). Quando si trasmettono testi, il carattere indice indica se si tratta di un comando di lettura o di scrittura.

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

### 5.4.11 Tipi di dati supportati dal convertitore di frequenza

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

Tipi di dati	Descrizione
3	Numero intero 16
4	Numero intero 32
5	Senza firma 8
6	Senza firma 16
7	Senza firma 32
9	Stringa di testo

Tabella 5.8 Tipi di dati

### 5.4.12 Conversione

La *Guida alla Programmazione* contiene le descrizioni degli attributi di ciascun parametro. I valori dei parametri vengono trasferiti solo come numeri interi. I fattori di conversione sono utilizzati per trasmettere i decimali.

*Parametro 4-12 Limite basso velocità motore [Hz]* ha un fattore di conversione di 0,1. Per preimpostare la frequenza minima a 10 Hz, trasmettere il valore 100. Un fattore di conversione di 0,1 significa che il valore trasmesso è moltiplicato per 0,1. Il valore 100 è quindi percepito come 10,0.

Indice di conversione	Fattore di conversione
74	3600
2	100
1	10
0	1
-1	0,1
-2	0,01
-3	0,001
-4	0,0001
-5	0,00001

Tabella 5.9 Conversione

### 5.4.13 Parole di processo (PCD)

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

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

Tabella 5.10 Parole di processo (PCD)

## 5.5 Esempi

### 5.5.1 Scrittura di un valore di parametro

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

Scrivere i dati nella EEPROM.

PKE = E19E hex - Scrittura parola singola in *parametro 4-14 Limite alto velocità motore [Hz]*:

- IND = 0000 hex.
- PWEHIGH = 0000 hex.
- PWELOW = 03E8 hex.

Valore dati 1000, corrispondente a 100 Hz, vedere capitolo 5.4.12 *Conversione*.

Il telegramma avrà l'aspetto di *Disegno 5.9*.

E19E	H	0000	H	0000	H	03E8	H
PKE		IND		PWE <sub>high</sub>		PWE <sub>low</sub>	

Disegno 5.9 Telegramma

### AVVISO!

*Parametro 4-14 Limite alto velocità motore [Hz]* è una parola singola e il comando relativo ai parametri per la scrittura nell'EEPROM è *E*. *Parametro 4-14 Limite alto velocità motore [Hz]* è 19E in esadecimale.

La risposta dallo slave al master è mostrata in *Disegno 5.10*.

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

Disegno 5.10 Risposta dal master

### 5.5.2 Lettura di un valore del parametro

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

PKE = 1155 hex - Lettura valore del parametro in *parametro 3-41 Rampa 1 tempo di accel.:*

- IND = 0000 hex.
- PWEHIGH = 0000 hex.
- PWELOW = 0000 hex.

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

130BA094.10

**Disegno 5.11 Telegramma**

Se il valore in *parametro 3-41 Rampa 1 tempo di accel.* è 10 s, la risposta dallo slave al master è mostrata in *Disegno 5.12*.

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

130BA267.10

**Disegno 5.12 Risposta**

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

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

## 5.6 Modbus RTU

### 5.6.1 Conoscenze premesse

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

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

### 5.6.2 Panoramica

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

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

- Determina il modo in cui ogni controllore rileva l'indirizzo di dispositivo.
- Riconosce un telegramma indirizzato a esso.
- Determina quali azioni eseguire.

- Estrae dati o altre informazioni contenuti nel telegramma.

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

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

Il master può indirizzare singoli slave oppure iniziare un telegramma di broadcast a tutti gli slave. Gli slave restituiscono una risposta alle interrogazioni che sono indirizzate a loro singolarmente. Non vengono restituite risposte alle interrogazioni broadcast dal master.

Il protocollo Modbus RTU stabilisce il formato per l'interrogazione del master fornendo le informazioni seguenti:

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

Il telegramma di risposta del dispositivo slave è costruito anche usando il protocollo Modbus. Contiene campi che confermano l'azione adottata, eventuali dati da restituire e un campo per il controllo degli errori. Se si verifica un errore nella ricezione del telegramma o se lo slave non è in grado di effettuare l'azione richiesta, lo slave genera un messaggio di errore e lo invia. In alternativa, si verifica una temporizzazione.

### 5.6.3 Convertitore di frequenza con Modbus RTU

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

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

- Avviamento.
- Diversi arresti:
  - Arresto a ruota libera.
  - Arresto rapido.
  - Arresto freno CC.
  - Arresto normale (rampa).
- Ripristino dopo uno scatto in caso di guasto.
- Funzionamento a varie velocità preimpostate.
- Marcia in senso inverso.

- Modificare il setup attivo.
- Controllare il relè incorporato del convertitore di frequenza.

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

## 5.7 Configurazione della rete

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

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

Tabella 5.11 Configurazione della rete

## 5.8 Struttura frame messaggio Modbus RTU

### 5.8.1 Introduzione

I controllori sono impostati per comunicare sulla rete Modbus usando la modalità RTU (Remote Terminal Unit), con ogni byte in un telegramma contenente 2 caratteri esadecimali a 4 bit. Il formato per ogni byte è mostrato in Tabella 5.12.

Bit di start	Byte dati	Stop/parità	Arresto

Tabella 5.12 Formato per ciascun byte

Sistema di codifica	8 bit binario, esadecimale 0-9, A-F. Due caratteri esadecimali contenuti in ogni campo a 8 bit del telegramma.
Bit per byte	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1 bit di start.</li> <li>• 8 bit dati, bit meno significativo inviato per primo.</li> <li>• 1 bit per parità pari/dispari; nessun bit per nessuna parità.</li> <li>• 1 bit di stop se si utilizza parità; 2 bit in caso di nessuna parità.</li> </ul>
Campo di controllo errori	Controllo di ridondanza ciclica (CRC).

Tabella 5.13 Dettagli relativi ai byte

### 5.8.2 Struttura del telegramma Modbus RTU

Il dispositivo trasmittente inserisce un telegramma Modbus RTU in un frame con un punto di inizio e di fine noti. Questo consente ai dispositivi riceventi di iniziare all'inizio del telegramma, leggere la porzione di indirizzo, determinare quale è il dispositivo di destinazione (o tutti i dispositivi, se il telegramma viene inviato in broadcast), e riconoscere quando il telegramma è stato completato. I telegrammi parziali vengono rilevati e di conseguenza vengono impostati gli errori. I caratteri per la trasmissione devono essere in formato esadecimale 00-FF in ogni campo. Il convertitore di frequenza monitora continuamente il bus di rete, anche durante gli intervalli silenti. Quando viene ricevuto il primo campo (il campo di indirizzo), ogni convertitore di frequenza o dispositivo lo decodifica al fine di determinare la periferica indirizzata. I telegrammi Modbus RTU con indirizzo 0 sono telegrammi broadcast. Non è consentita alcuna risposta a telegrammi broadcast. Un telegramma frame tipico è mostrato in Tabella 5.14.

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

Tabella 5.14 Tipica struttura del telegramma Modbus RTU

### 5.8.3 Campo Start/Stop

I telegrammi iniziano con una pausa di almeno 3,5 intervalli di carattere. Il periodo silente è implementato come un multiplo di intervalli di caratteri al baud rate della rete selezionato (mostrato come Start T1-T2-T3-T4). Il primo campo che deve essere trasmesso è l'indirizzo del dispositivo. In seguito all'ultimo carattere trasmesso, un periodo simile di almeno 3,5 intervalli di carattere segna la fine del telegramma. Dopo questo periodo può iniziare un nuovo telegramma.

Trasmettere l'intero frame del telegramma come un flusso continuo. Se si verifica una pausa di oltre 1,5 caratteri prima che il frame sia completato, il dispositivo ricevente cancella il telegramma incompleto e presume che il byte successivo sarà il campo di indirizzo di un nuovo telegramma. Allo stesso modo, se un nuovo telegramma inizia prima di 3,5 intervalli di carattere dopo un telegramma precedente, il dispositivo ricevente lo considera una continuazione del telegramma precedente. Ciò provoca una temporizzazione (nessuna risposta dallo slave), poiché il valore nel campo CRC finale non è valido per i telegrammi combinati.

### 5.8.4 Campo di indirizzo

Il campo di indirizzo di un frame telegramma contiene 8 bit. Gli indirizzi validi del dispositivo slave sono compresi nell'intervallo 0-247 decimale. Ai singoli dispositivi slave vengono assegnati indirizzi nell'intervallo compreso tra 1 e 247. Il valore 0 è riservato al modo broadcast, riconosciuto da tutti gli slave. Un master indirizza uno slave inserendo l'indirizzo slave nel campo di indirizzo del telegramma. Quando lo slave invia la sua risposta, colloca il suo proprio indirizzo in questo campo di indirizzo per segnalare al master quale slave sta rispondendo.

### 5.8.5 Campo funzione

Il campo funzione di un frame telegramma contiene 8 bit. I codici validi sono compresi nell'intervallo tra 1 e FF. I campi funzione sono usati per la trasmissione di telegrammi tra master e slave. Quando un telegramma viene inviato da un dispositivo master a uno slave, il campo del codice funzione segnala allo slave che tipo di azione debba effettuare. Quando lo slave risponde al master, usa il campo codice funzione per indicare una risposta normale (senza errori) oppure per indicare che si è verificato un errore (risposta di eccezione).

Per una risposta normale lo slave restituisce semplicemente il codice funzione originale. Per una risposta di eccezione, lo slave restituisce un codice che è equivalente al codice funzione originale con il suo bit più significativo impostato su 1 logico. Inoltre lo slave colloca un codice unico nel campo dati del telegramma di risposta. Questo codice segnala al master il tipo di errore che si è verificato oppure la ragione dell'eccezione. Fare riferimento anche a *capitolo 5.8.10 Codici funzione supportati da Modbus RTU* e *capitolo 5.8.11 Codici di eccezione Modbus*.

### 5.8.6 Campo dati

Il campo dati è costruito usando serie di due cifre esadecimali nell'intervallo compreso tra 00 e FF esadecimale. Queste cifre sono costituite da un carattere RTU. Il campo dati di telegrammi inviati da un master a un dispositivo slave contiene ulteriori informazioni che lo slave deve usare per effettuare l'intervento previsto.

Le informazioni possono includere elementi come:

- Indirizzi di bobina o di registro.
- Quantità di elementi da gestire.
- Conteggio dei byte di dati effettivi nel campo.

### 5.8.7 Campo di controllo CRC

I telegrammi includono un campo per il controllo degli errori basato su un metodo con controllo di ridondanza ciclica (CRC). Il campo CRC controlla i contenuti dell'intero telegramma. Viene applicato indipendentemente da qualsiasi metodo di controllo parità per i singoli caratteri del telegramma. Il dispositivo trasmettente calcola il valore CRC e quindi aggiunge il CRC come ultimo campo nel telegramma. Il dispositivo ricevente ricalcola un CRC durante la ricezione del telegramma e confronta il valore calcolato con il valore effettivo ricevuto nel campo CRC. La mancata corrispondenza di due valori determina un timeout del bus. Il campo per il controllo degli errori contiene un valore binario a 16 bit implementato come due byte a 8 bit. Dopo l'implementazione, il byte di ordine inferiore del campo viene aggiunto per primo, seguito dal byte di ordine superiore. Il byte di ordine superiore CRC è l'ultimo byte inviato nel telegramma.

### 5.8.8 Indirizzamento del registro di bobina

In Modbus, tutti i dati sono organizzati in bobine e registri di mantenimento. Le bobine gestiscono un singolo bit, mentre i registri di mantenimento gestiscono una parola a 2 byte (vale a dire 16 bit). Tutti gli indirizzi di dati nei telegrammi Modbus sono riferiti allo 0. Alla prima occorrenza di un elemento dati viene assegnato l'indirizzo dell'elemento numero 0. Per esempio: La bobina nota come coil 1 in un controllore programmabile viene indirizzata come bobina 0000 nel campo di indirizzo dati di un telegramma Modbus. La bobina 127 in codice decimale viene indirizzata come coil 007Ehex (126 in codice decimale).

Il registro di mantenimento 40001 viene indirizzato come registro 0000 nel campo di indirizzo dati del telegramma. Il campo codice funzione specifica già un funzionamento 'registro di mantenimento'. Pertanto il riferimento 4XXXX è implicito. Il registro di mantenimento 40108 viene indirizzato come registro 006Bhex (107 in codice decimale).

Numero di bobina	Descrizione	Direzione del segnale
1-16	Parola di controllo del convertitore di frequenza (vedere <i>Tabella 5.16</i> ).	Dal master allo slave
17-32	Velocità del convertitore di frequenza o intervallo di riferimento setpoint 0x0-0xFFFF (-200% ... ~200%).	Dal master allo slave
33-48	Parola di stato del convertitore di frequenza (vedere <i>Tabella 5.17</i> ).	Dallo slave al master
49-64	Modalità ad anello aperto: frequenza di uscita del convertitore di frequenza. Modalità ad anello chiuso: segnale di retroazione convertitore di frequenza.	Dallo slave al master
65	Controllo di scrittura parametro (dal master allo slave).	Dal master allo slave
	0 = Le modifiche ai parametri vengono memorizzate nella RAM del convertitore di frequenza.	
	1 = Le modifiche ai parametri vengono memorizzate nella RAM e nell'EEPROM del convertitore di frequenza.	
66-65536	Riservato.	-

Tabella 5.15 Registro bobina

Bobina	0	1
01	Riferimento preimpostato, lsb	
02	Riferimento preimpostato, msb	
03	Freno CC	Nessun freno CC
04	Arresto a ruota libera	Nessun arresto a ruota libera
05	Arresto rapido	Nessun arresto rapido
06	Frequenza congelata	Nessuna frequenza congelata
07	Arresto rampa	Avviamento
08	Nessun ripristino	Ripristino
09	Nessuna marcia jog	Marcia jog
10	Rampa 1	Rampa 2
11	Dati non validi	Dati validi
12	Relè 1 off	Relè 1 on
13	Relè 2 off	Relè 2 on
14	Setup LSB	
15	-	
16	Nessuna inversione	Inversione

Tabella 5.16 Parola di controllo convertitore di frequenza (profilo FC)

Bobina	0	1
33	Comando non pronto	Comando pronto
34	Convertitore di frequenza non pronto	Convertitore di frequenza pronto
35	Arresto a ruota libera	Chiuso per sicurezza
36	Nessun allarme	Allarme
37	Non utilizzato	Non utilizzato
38	Non utilizzato	Non utilizzato
39	Non utilizzato	Non utilizzato
40	Nessun avviso	Avviso
41	Non nel riferimento	Nel riferimento
42	Modalità manuale	Modalità Automatico
43	Fuori campo di frequenza	Nel campo di frequenza
44	Arrestato	In funzione
45	Non utilizzato	Non utilizzato
46	Nessun avviso tensione	Avviso tensione
47	Non nel limite di corrente	Limite di corrente
48	Nessun avviso termico	Avviso termico

Tabella 5.17 Parola di stato convertitore di frequenza (profilo FC)

Indirizzo bus	Registro bus <sup>1)</sup>	Registro PLC	Contenuto	Accesso	Descrizione
0	1	40001	Riservato	-	Riservato per compatibilità con convertitori di frequenza VLT® 5000 e VLT® 2800.
1	2	40002	Riservato	-	Riservato per compatibilità con convertitori di frequenza VLT® 5000 e VLT® 2800.
2	3	40003	Riservato	-	Riservato per compatibilità con convertitori di frequenza VLT® 5000 e VLT® 2800.
3	4	40004	Libero	-	-
4	5	40005	Libero	-	-
5	6	40006	Comunicazione Modbus	Lettura/ scrittura	Solo TCP. Riservato per Modbus TCP (parametro 12-28 Memorizzare i valori di dati e parametro 12-29 Memorizzare sempre - memorizzato in, ad esempio, EEPROM).
6	7	40007	Ultimo codice di guasto	Sola lettura	Codice di guasto ricevuto dal database parametri, per i dettagli vedere WHAT 38295.
7	8	40008	Registro ultimo errore	Sola lettura	Indirizzo del registro in cui si è verificato l'ultimo errore, per i dettagli vedere WHAT 38296.
8	9	40009	Puntatore indice	Lettura/ scrittura	Sottoindice del parametro a cui accedere. Per i dettagli vedere WHAT 38297.
9	10	40010	<i>Parametro 0-01 Lingua</i>	Dipendente dall'accesso al parametro	<i>Parametro 0-01 Lingua</i> (Registro Modbus = numero parametro 10) 20 byte di spazio riservati al parametro nella mappa Modbus.
19	20	40020	<i>Parametro 0-02 Unità velocità motore</i>	Dipendente dall'accesso al parametro	<i>Parametro 0-02 Unità velocità motore</i> 20 byte di spazio riservati al parametro nella mappa Modbus.
29	30	40030	<i>Parametro 0-03 Impostazioni locali</i>	Dipendente dall'accesso al parametro	<i>Parametro 0-03 Impostazioni locali</i> 20 byte di spazio riservati al parametro nella mappa Modbus.

Tabella 5.18 Indirizzo/registri

1) Il valore scritto nel telegramma Modbus RTU deve essere uno o meno del numero di registro. Ad esempio, Lettura registro Modbus 1 scrivendo il valore 0 nel telegramma.

### 5.8.9 Controllo del convertitore di frequenza

Questa sezione descrive i codici che possono essere utilizzati nei campi funzione e nei campi dati di un telegramma Modbus RTU.

### 5.8.10 Codici funzione supportati da Modbus RTU

Modbus RTU supporta l'uso dei seguenti codici funzione nel campo funzione di un telegramma:

Funzione	Codice funzione (hex)
Lettura bobine	1
Lettura registri di mantenimento	3
Scrittura bobina singola	5
Scrittura registro singolo	6
Scrittura bobine multiple	F
Scrittura registri multipli	10
Ottieni contatore eventi com.	B
Riporta ID slave	11

Tabella 5.19 Codici funzione

Funzione	Codice funzione	Codice sottofunzione	Sottofunzione
Diagnostica	8	1	Riavvia comunicazione.
		2	Restituisce il registro diagnostico.
		10	Azzeri i contatori e il registro diagnostico.
		11	Restituisce il conteggio messaggi bus.
		12	Restituisce il conteggio degli errori di comunicazione bus.
		13	Restituisce il conteggio degli errori slave.
		14	Restituisce il conteggio messaggi slave.

Tabella 5.20 Codici funzione

### 5.8.11 Codici di eccezione Modbus

Per una spiegazione completa della struttura di una risposta del codice di eccezione, consultare *capitolo 5.8.5 Campo funzione*.

Codice	Nome	Significato
1	Funzione illecita	Il codice funzione ricevuto nell'interrogazione non è un'azione consentita per il server (o slave). La causa può essere il fatto che il codice funzione è applicabile soltanto ai dispositivi più nuovi e non è stato implementato nell'unità selezionata. Potrebbe anche indicare che il server (o slave) è in uno stato sbagliato per elaborare una richiesta di questo tipo, ad esempio perché non è configurato ed è stato sollecitato di indicare i valori di registro.
2	Indirizzo dati non consentito	L'indirizzo dati ricevuto nell'interrogazione non è un indirizzo consentito per il server (o slave). Più specificamente, non è valida la combinazione di numero di riferimento e lunghezza di trasferimento. Per un controllore con 100 registri, una richiesta con offset 96 e lunghezza 4 ha successo, mentre una richiesta con offset 96 e lunghezza 5 genera l'eccezione 02.

Codice	Nome	Significato
3	Valore dei dati non consentito	Un valore contenuto nel campo dati di interrogazione non è un valore consentito per un server (o slave). Questo indica un guasto nella struttura della parte residua di una richiesta complessa, ad esempio che la lunghezza implicita è scorretta. NON significa che un elemento di dati trasmesso per la memorizzazione in un registro abbia un valore al di fuori dell'ambito del programma applicativo, poiché il protocollo Modbus non conosce il significato dei valori nei registri.
4	Guasto al dispositivo slave	Si è verificato un errore irreversibile mentre il server (o slave) tentava di eseguire l'azione richiesta.

Tabella 5.21 Codici di eccezione Modbus

## 5.9 Come accedere ai parametri

### 5.9.1 Gestione dei parametri

Il PNU (numero di parametro) viene tradotto dall'indirizzo di registro contenuto nel telegramma di lettura o scrittura Modbus. Il numero di parametro viene convertito in Modbus come (10 x numero di parametro) *decimale*.

#### Esempi

Lettura *parametro 3-12 Valore di catch-up/slow down* (16 bit): Il registro di mantenimento 3120 contiene il valore dei parametri. Un valore di 1352 (*decimale*) significa che il parametro è impostato sul 12,52%.

Lettura *parametro 3-14 Rif. relativo preimpostato* (32 bit): I registri di mantenimento 3410 e 3411 contengono i valori dei parametri. Un valore di 11300 (*decimale*) significa che il parametro è impostato su 1113,00.

Per informazioni su parametri, dimensioni e indice di conversione consultare la *Guida alla Programmazione VLT® Midi Drive FC 280*.

### 5.9.2 Memorizzazione di dati

La bobina 65 in codice decimale determina se i dati scritti nel convertitore di frequenza vengono memorizzati nell'EEPROM e nella RAM (bobina 65 = 1) oppure soltanto nella RAM (bobina 65 = 0).

### 5.9.3 IND (Index)

Alcuni parametri nel convertitore di frequenza sono parametri array, ad esempio *parametro 3-10 Riferim preimp*. Poiché il Modbus non supporta gli array nei registri di mantenimento, il convertitore di frequenza ha riservato il registro di mantenimento 9 come puntatore all'array. Prima di leggere o scrivere un parametro array, impostare il registro di mantenimento su 9. L'impostazione del registro di mantenimento al valore di 2 fa sì che tutti i seguenti parametri array di lettura/scrittura siano nell'indice 2.

### 5.9.4 Blocchi di testo

Ai parametri memorizzati come stringhe di testo si accede allo stesso modo come agli altri parametri. La grandezza massima dei blocchi di testo è 20 caratteri. Se una richiesta di lettura per un parametro prevede più caratteri di quelli memorizzati dal parametro, la risposta viene troncata. Se la richiesta di lettura per un parametro prevede meno caratteri di quelli memorizzati dal parametro, la risposta viene riempita con spazi.

### 5.9.5 Fattore di conversione

Un valore parametrico può essere trasmesso solo sotto forma di numero intero. Per trasmettere i decimali, usare un fattore di conversione.

### 5.9.6 Valori dei parametri

#### Tipi di dati standard

I tipi di dati standard sono int 16, int 32, uint 8, uint 16 e uint 32. Sono memorizzati come registri 4x (40001 – 4FFFF). I parametri vengono letti utilizzando la funzione 03 hex lettura registri di mantenimento. I parametri vengono scritti usando la funzione 06 hex preimpostata un registro singolo per 1 registro (16 bit) e la funzione 10 hex preimpostata registri multipli per 2 registri (32 bit). Le grandezze leggibili vanno da 1 registro (16 bit) fino a 10 registri (20 caratteri).

#### Tipi di dati non standard

I tipi di dati non standard sono stringhe di testo e vengono memorizzati come registri 4x (40001–4FFFF). I parametri vengono letti usando la funzione 03 hex lettura registri di mantenimento e scritti usando la funzione 10 hex registri multipli preimpostati. Le grandezze leggibili vanno da 1 registro (2 caratteri) fino a 10 registri (20 caratteri).

## 5.10 Esempi

I seguenti esempi illustrano i vari comandi Modbus RTU.

### 5.10.1 Lettura stato bobine (01 hex)

#### Descrizione

Questa funzione legge lo stato ON/OFF di uscite discrete (bobine) nel convertitore di frequenza. Il broadcast non viene mai supportato per letture.

#### Interrogazione

Il telegramma di interrogazione specifica la bobina di partenza e la quantità di bobine che devono essere lette. Gli indirizzi delle bobine iniziano da 0, vale a dire che la bobina 33 viene indirizzata come 32.

Esempio di una richiesta di lettura delle bobine 33-48 (parola di stato) dal dispositivo slave 01.

Nome campo	Esempio (hex)
Indirizzo slave	01 (indirizzo del convertitore di frequenza)
Funzione	01 (lettura bobina)
Indirizzo iniziale HI	00
Indirizzo iniziale LO	20 (32 decimale) bobina 33
Numero di punti HI	00
Numero di punti LO	10 (16 decimale)
Controllo errori (CRC)	–

Tabella 5.22 Interrogazione

#### Risposta

Lo stato nel telegramma di risposta è composto da 1 bit per ogni bobina impaccata nel campo dati. Lo stato è indicato come: 1 = ON; 0 = OFF. L'lsb meno significativo del primo byte dati restituito contiene la bobina indirizzata nell'interrogazione. Le altre bobine seguono nei bit più significativi questo byte e nell'ordine da meno significativo a più significativo nei byte successivi.

Se la quantità di bobine restituite non è un multiplo di otto, i rimanenti bit nel byte di dati finale sono completati con valori pari a 0 (in direzione dei bit più significativi del byte). Il campo conteggio byte specifica il numero di byte di dati completi.

Nome campo	Esempio (hex)
Indirizzo slave	01 (indirizzo del convertitore di frequenza)
Funzione	01 (lettura bobina)
Conteggio byte	02 (2 byte di dati)
Dati (bobine 40–33)	07
Dati (bobine 48–41)	06 (STW = 0607hex)
Controllo errori (CRC)	–

Tabella 5.23 Risposta

**AVVISO!**

Bobine e registri sono indirizzati in maniera esplicita con un offset -1 in Modbus.

La bobina 33 viene ad esempio indirizzata come bobina 32.

## 5.10.2 Forza/Scrivi bobina singola (05 hex)

**Descrizione**

Questa funzione permette di forzare lo stato della bobina su ON o su OFF. Nel modo broadcast, la funzione forza gli stessi riferimenti bobina in tutti gli slave collegati.

**Interrogazione**

Il telegramma di interrogazione stabilisce che la bobina 65 (controllo scrittura parametri) deve essere forzata. Gli indirizzi delle bobine iniziano da 0, vale a dire che la bobina 65 viene indirizzata come 64. Settaggio dati = 00 00 hex (OFF) oppure FF 00 hex (ON).

Nome campo	Esempio (hex)
Indirizzo slave	01 (indirizzo del convertitore di frequenza)
Funzione	05 (scrittura bobina singola)
Indirizzo bobina HI	00
Indirizzo bobina LO	40 (64 decimale) bobina 65
Settaggio dati HI	FF
Settaggio dati LO	00 (FF 00 = ON)
Controllo errori (CRC)	-

Tabella 5.24 Interrogazione

**Risposta**

La risposta normale è un'eco dell'interrogazione, restituita dopo aver forzato lo stato della bobina.

Nome campo	Esempio (hex)
Indirizzo slave	01
Funzione	05
Settaggio dati HI	FF
Settaggio dati LO	00
Quantità di bobine HI	00
Quantità di bobine LO	01
Controllo errori (CRC)	-

Tabella 5.25 Risposta

## 5.10.3 Forza/Scrivi bobine multiple (0F hex)

**Descrizione**

Questa funzione forza ogni bobina in una sequenza di bobine su on oppure off. Durante il broadcast, la funzione forza gli stessi riferimenti bobina in tutti gli slave collegati.

**Interrogazione**

Il telegramma di interrogazione specifica che le bobine da 17 a 32 (setpoint velocità) debbano essere forzate.

**AVVISO!**

Gli indirizzi delle bobine iniziano da 0, vale a dire che la bobina 17 viene indirizzata come 16.

Nome campo	Esempio (hex)
Indirizzo slave	01 (indirizzo del convertitore di frequenza)
Funzione	0F (scrittura di bobine multiple)
Indirizzo bobina HI	00
Indirizzo bobina LO	10 (indirizzo bobina 17)
Quantità di bobine HI	00
Quantità di bobine LO	10 (16 bobine)
Conteggio byte	02
Settaggio dati HI (bobine 8-1)	20
Settaggio dati LO (bobine 16-9)	00 (riferimento = 2000 hex)
Controllo errori (CRC)	-

Tabella 5.26 Interrogazione

**Risposta**

La risposta normale restituisce l'indirizzo dello slave, il codice funzione, l'indirizzo di avvio e la quantità di bobine forzate.

Nome campo	Esempio (hex)
Indirizzo slave	01 (indirizzo del convertitore di frequenza)
Funzione	0F (scrittura di bobine multiple)
Indirizzo bobina HI	00
Indirizzo bobina LO	10 (indirizzo bobina 17)
Quantità di bobine HI	00
Quantità di bobine LO	10 (16 bobine)
Controllo errori (CRC)	-

Tabella 5.27 Risposta

### 5.10.4 Lettura dei registri di mantenimento (03 hex)

#### Descrizione

Questa funzione legge i contenuti dei registri di mantenimento nello slave.

#### Interrogazione

Il telegramma di interrogazione identifica il registro iniziale e la quantità di registri che devono essere letti. Gli indirizzi di registro iniziano da zero, vale a dire che i registri 1-4 vengono indirizzati come 0-3.

Esempio: Lettura *parametro 3-03 Riferimento max.*, registro 03030.

Nome campo	Esempio (hex)
Indirizzo slave	01
Funzione	03 (Lettura registri di mantenimento)
Indirizzo iniziale HI	0B (Indirizzo registro 3029)
Indirizzo iniziale LO	D5 (Indirizzo registro 3029)
Numero di punti HI	00
Numero di punti LO	02 - ( <i>parametro 3-03 Riferimento max.</i> è lungo 32 bit, cioè due registri)
Controllo errori (CRC)	-

Tabella 5.28 Interrogazione

#### Risposta

I dati di registro nel telegramma di risposta sono impaccati come 2 byte per registro, con i contenuti binari allineati a destra all'interno di ogni byte. In ogni registro il primo byte contiene i bit più significativi e il secondo quelli meno significativi.

Esempio: hex 000088B8 = 35.000 = 35 Hz.

Nome campo	Esempio (hex)
Indirizzo slave	01
Funzione	03
Conteggio byte	04
Dati HI (registro 3030)	00
Dati LO (registro 3030)	16
Dati HI (registro 3031)	E3
Dati LO (registro 3031)	60
Controllo errori (CRC)	-

Tabella 5.29 Risposta

### 5.10.5 Preimpostata registro singolo (06 hex)

#### Descrizione

Questa funzione preimposta un valore in un singolo registro di mantenimento.

#### Interrogazione

Il telegramma di interrogazione specifica il riferimento registro da preimpostare. Gli indirizzi di registro iniziano da zero, vale a dire che il registro 1 viene indirizzato come 0.

Esempio: Scrittura nel *parametro 1-00 Modo configurazione*, registro 1000.

Nome campo	Esempio (hex)
Indirizzo slave	01
Funzione	06
Indirizzo registro HI	03 (indirizzo registro 999)
Indirizzo registro LO	E7 (indirizzo registro 999)
Preimpostazione dati HI	00
Preimpostazione dati LO	01
Controllo errori (CRC)	-

Tabella 5.30 Interrogazione

#### Risposta

La risposta normale è un'eco dell'interrogazione, restituita dopo aver trasferito i contenuti del registro.

Nome campo	Esempio (hex)
Indirizzo slave	01
Funzione	06
Indirizzo registro HI	03
Indirizzo registro LO	E7
Preimpostazione dati HI	00
Preimpostazione dati LO	01
Controllo errori (CRC)	-

Tabella 5.31 Risposta

### 5.10.6 Preimpostata registri multipli (10 hex)

#### Descrizione

Questa funzione preimposta i valori in una sequenza di registri di mantenimento.

#### Interrogazione

Il telegramma di interrogazione specifica i riferimenti registro da preimpostare. Gli indirizzi di registro iniziano da zero, vale a dire che il registro 1 viene indirizzato come 0. Esempio di una richiesta a preimpostare due registri (impostare *parametro 1-24 Corrente motore* su 738 (7,38 A)):

Nome campo	Esempio (hex)
Indirizzo slave	01
Funzione	10
Indirizzo iniziale HI	04
Indirizzo iniziale LO	07
Numero di registri HI	00
Numero di registri LO	02
Conteggio byte	04
Scrittura dati HI (Registro 4: 1049)	00
Scrittura dati LO (Registro 4: 1049)	00
Scrittura dati HI (Registro 4: 1050)	02
Scrittura dati LO (Registro 4: 1050)	E2
Controllo errori (CRC)	-

Tabella 5.32 Interrogazione

#### Risposta

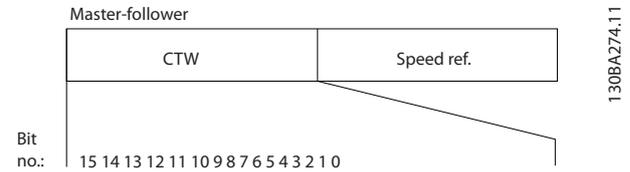
La risposta normale restituisce l'indirizzo slave, il codice funzione, l'indirizzo iniziale e la quantità di registri preimpostati.

Nome campo	Esempio (hex)
Indirizzo slave	01
Funzione	10
Indirizzo iniziale HI	04
Indirizzo iniziale LO	19
Numero di registri HI	00
Numero di registri LO	02
Controllo errori (CRC)	-

Tabella 5.33 Risposta

### 5.11 Profilo di controllo FC Danfoss

#### 5.11.1 Parola di controllo secondo il Profilo FC (Protocollo 8-10 = Profilo FC)



Disegno 5.13 Parola di controllo secondo il profilo FC

Bit	Valore del bit = 0	Valore del bit = 1
00	Valore di riferimento	Selezione esterna lsb
01	Valore di riferimento	Selezione esterna msb
02	Freno CC	Rampa
03	Rotazione libera	Nessuna rotazione libera
04	Arresto rapido	Rampa
05	Mantenimento frequenza di uscita	Utilizzare rampa
06	Arresto rampa	Avviamento
07	Nessuna funzione	Ripristino
08	Nessuna funzione	Marcia jog
09	Rampa 1	Rampa 2
10	Dati non validi	Dati validi
11	Relè 01 aperto	Relè 01 attivo
12	Relè 02 aperto	Relè 02 attivo
13	Programmazione parametri	Selezione lsb
15	Nessuna funzione	Inversione

Tabella 5.34 Parola di controllo secondo il profilo FC

#### Spiegazione dei bit di controllo

##### Bit 00/01

I bit 00 e 01 vengono utilizzati per scegliere fra i quattro valori di riferimento, preprogrammati in *parametro 3-10 Riferim preimp.* secondo *Tabella 5.35*.

Valore di riferimento programmato	Parametro	Bit 01	Bit 00
1	<i>Parametro 3-10 Riferim preimp.</i> [0]	0	0
2	<i>Parametro 3-10 Riferim preimp.</i> [1]	0	1
3	<i>Parametro 3-10 Riferim preimp.</i> [2]	1	0
4	<i>Parametro 3-10 Riferim preimp.</i> [3]	1	1

Tabella 5.35 Bit di controllo

**AVVISO!**

In *parametro 8-56 Selezione rif. preimpostato*, definire come il bit 00/01 si collega alla funzione corrispondente sugli ingressi digitali.

**Bit 02, Freno CC**

Bit 02 = 0: Determina una frenatura in CC e l'arresto. La corrente di frenata e la durata sono impostate in *parametro 2-01 Corrente di frenatura CC* e *parametro 2-02 Tempo di frenata CC*.

Bit 02 = 1: Attiva la rampa.

**Bit 03, Rotazione libera**

Bit 03 = 0: Il convertitore di frequenza rilascia immediatamente il motore (i transistor di uscita sono spenti) e si muove a ruota libera fino all'arresto.

Bit 03 = 1: Se le altre condizioni di avviamento sono soddisfatte, il convertitore di frequenza avvia il motore.

In *parametro 8-50 Selezione ruota libera*, definire come il bit 03 si collega alla funzione corrispondente sull'ingresso digitale.

**Bit 04, Arresto rapido**

Bit 04 = 0: Fa sì che la velocità del motore si riduca gradualmente fino ad arrestarsi (impostato in *parametro 3-81 Tempo rampa arr. rapido*).

**Bit 05, Mantenimento frequenza di uscita**

Bit 05 = 0: La frequenza di uscita attuale (in Hz) viene congelata. Modificare la frequenza di uscita bloccata soltanto con gli ingressi digitali programmati su [21] *Accelerazione* e [22] *Decelerazione* (da *parametro 5-10 Ingr. digitale morsetto 18* a *parametro 5-13 Ingr. digitale morsetto 29*).

**AVVISO!**

Se è attiva l'uscita congelata, il convertitore di frequenza può essere arrestato soltanto in uno dei modi seguenti:

- Bit 03 arresto a ruota libera.
- Bit 02 frenatura in CC.
- Ingresso digitale programmato su [5] *Freno CC neg.*, [2] *Evol. libera neg.* o [3] *Ruota lib. e ripr. inv.* (da *parametro 5-10 Ingr. digitale morsetto 18* a *parametro 5-13 Ingr. digitale morsetto 29*).

**Bit 06, Arresto/avviamento rampa**

Bit 06 = 0: Provoca un arresto e fa sì che la velocità del motore effettui una rampa di discesa fino all'arresto mediante il parametro della rampa di discesa selezionato.

Bit 06 = 1: Consente al convertitore di frequenza di avviare il motore se le altre condizioni di avviamento sono soddisfatte.

In *parametro 8-53 Selez. avvio*, definire come il bit 06 arresto/avviamento rampa si collega alla funzione corrispondente sull'ingresso digitale.

**Bit 07, Ripristino**

Bit 07 = 0: Nessun ripristino.

Bit 07 = 1: Ripristina uno scatto. Il ripristino è attivato sul fronte di salita del segnale, cioè durante il passaggio da 0 logico a 1 logico.

**Bit 08, Jog**

Bit 08 = 1: *Parametro 3-11 Velocità di jog [Hz]* determina la frequenza di uscita.

**Bit 09, Selezione della rampa 1/2**

Bit 09 = 0: È attiva la rampa 1 (da *parametro 3-41 Rampa 1 tempo di accel.* a *parametro 3-42 Rampa 1 tempo di decel.*).

Bit 09 = 1: È attiva la rampa 2 (da *parametro 3-51 Rampa 2 tempo di accel.* a *parametro 3-52 Rampa 2 tempo di decel.*).

**Bit 10, Dati non validi/dati validi**

Comunicare al convertitore di frequenza se utilizzare o ignorare la parola di controllo.

Bit 10 = 0: La parola di controllo viene ignorata.

Bit 10 = 1: La parola di controllo viene utilizzata. Questa funzione è rilevante perché il telegramma contiene sempre la parola di controllo, indipendentemente dal tipo di telegramma. Se la parola di controllo non è necessaria quando si aggiorna o legge un parametro, disattivarla.

**Bit 11, Relè 01**

Bit 11 = 0: Relè non attivato.

Bit 11 = 1: Relè 01 attivato, a condizione che [36] *Bit 11 par. di contr.* sia selezionato in *parametro 5-40 Funzione relè*.

**Bit 12, Relè 02**

Bit 12 = 0: Il relè 02 non è attivato.

Bit 12 = 1: Relè 02 attivato, a condizione che [37] *Bit 12 par. di contr.* sia selezionato in *parametro 5-40 Funzione relè*.

**Bit 13, Selezione del setup**

Utilizzare il bit 13 per selezionare fra i 2 setup del menu in base a *Tabella 5.36*.

Setup	Bit 13
1	0
2	1

Tabella 5.36 Setup menu

La funzione è possibile soltanto se è selezionato [9] *Multi setup* in *parametro 0-10 Setup attivo*.

Per definire come il bit 13 si collega con la funzione corrispondente sugli ingressi digitali, usare *parametro 8-55 Selez. setup*.

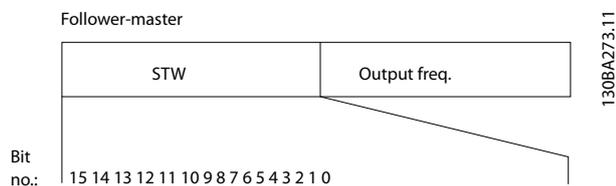
**Bit 15 Inversione**

Bit 15 = 0: Nessuna inversione.

Bit 15 = 1: Inversione. Nell'impostazione di fabbrica, l'inversione è impostata in *parametro 8-54 Selez. inversione*. Il bit 15 determina l'inversione solo se vengono selezionati comunicazione seriale, [2] *Logica E* oppure [3] *Logica O*.

### 5.11.2 Parola di stato secondo il profilo FC (STW)

Impostare *parametro 8-30 Protocollo* su [0] FC.



Disegno 5.14 Parola di stato

Bit	Bit = 0	Bit = 1
00	Comando non pronto	Comando pronto
01	Convertitore di frequenza non pronto	Convertitore di frequenza pronto
02	Rotazione libera	Abilitare
03	Nessun errore	Scatto
04	Nessun errore	Errore (nessuno scatto)
05	Riservato	–
06	Nessun errore	Scatto bloccato
07	Nessun avviso	Avviso
08	Velocità≠riferimento	Velocità = riferimento
09	Funzionamento locale	Controllo bus
10	Fuori dal limite di frequenza	Limite di frequenza OK
11	Nessuna funzione	In funzione
12	Convertitore di frequenza OK	Arrestato, avvio automatico
13	Tensione OK	Tensione superata
14	Coppia OK	Coppia superata
15	Timer OK	Timer superato

Tabella 5.37 Parola di stato secondo il profilo FC

#### Spiegazione dei bit di stato

##### Bit 00, Controllo non pronto/pronto

Bit 00 = 0: Il convertitore di frequenza scatta.

Bit 00 = 1: I comandi del convertitore di frequenza sono pronti ma la sezione di potenza non è necessariamente alimentata (in caso di alimentazione esterna a 24 V ai comandi).

##### Bit 01, Convertitore di frequenza pronto

Bit 01 = 0: Il convertitore di frequenza non è pronto.

Bit 01 = 1: Il convertitore di frequenza è pronto per il funzionamento.

##### Bit 02, Arresto a ruota libera

Bit 02 = 0: Il convertitore di frequenza rilascia il motore.

Bit 02 = 1: Il convertitore di frequenza avvia il motore con un comando di avviamento.

##### Bit 03, Nessun errore/scatto

Bit 03 = 0: Il convertitore di frequenza non è in modalità di guasto.

Bit 03 = 1: Il convertitore di frequenza scatta. Per ripristinare il funzionamento, premere [Reset].

##### Bit 04, Nessun errore/errore (nessuno scatto)

Bit 04 = 0: Il convertitore di frequenza non è in modalità di guasto.

Bit 04 = 1: Il convertitore di frequenza visualizza un errore ma non scatta.

##### Bit 05, Non utilizzato

Il bit 05 non è utilizzato nella parola di stato.

##### Bit 06, Nessun errore/scatto bloccato

Bit 06 = 0: Il convertitore di frequenza non è in modalità di guasto.

Bit 06 = 1: Il convertitore di frequenza è scattato e si è bloccato.

##### Bit 07, No preallarme/avviso

Bit 07 = 0: Non sono presenti avvisi.

Bit 07 = 1: È stato inviato un avviso.

##### Bit 08, velocità di riferimento/velocità=riferimento

Bit 08 = 0: Il motore è in funzione, ma la velocità attuale è diversa dalla velocità di riferimento preimpostata. Può verificarsi quando la velocità esegue una rampa di salita/di discesa durante l'avviamento/arresto.

Bit 08 = 1: La velocità del motore corrisponde al riferimento di velocità preimpostato.

##### Bit 09, Funzionamento locale/controllo bus

Bit 09 = 0: [Off/Reset] viene attivato sull'unità di controllo o è selezionato [2] *Locale* in *parametro 3-13 Sito di riferimento*.

Non è possibile controllare il convertitore di frequenza mediante la comunicazione seriale.

Bit 09 = 1: È possibile controllare il convertitore di frequenza tramite il bus di campo/la comunicazione seriale.

##### Bit 10, Fuori dal limite di frequenza

Bit 10 = 0: La frequenza di uscita ha raggiunto il valore impostato in *parametro 4-12 Limite basso velocità motore [Hz]* oppure *parametro 4-14 Limite alto velocità motore [Hz]*.

Bit 10 = 1: La frequenza di uscita rientra nei limiti definiti.

##### Bit 11, Non in funzione/in funzione

Bit 11 = 0: Il motore non è in funzione.

Bit 11 = 1: Il convertitore di frequenza ha un segnale di avviamento senza ruota libera.

##### Bit 12, Convertitore di frequenza OK/arresto, avvio automatico

Bit 12 = 0: Non è presente una temperatura eccessiva temporanea sul convertitore di frequenza.

Bit 12 = 1: Il convertitore di frequenza si arresta a causa della sovratemperatura, ma l'unità non scatta e riprende a funzionare quando la sovratemperatura si normalizza.

**Bit 13, Tensione OK/limite superato**

Bit 13 = 0: Non ci sono avvisi relativi alla tensione.

Bit 13 = 1: La tensione CC nel collegamento CC del convertitore di frequenza è troppo bassa o troppo alta.

**Bit 14, Coppia OK/limite superato**

Bit 14 = 0: La corrente motore è inferiore rispetto al limite di corrente selezionato in *parametro 4-18 Current Limit*.

Bit 14 = 1: Il limite di corrente in *parametro 4-18 Current Limit* è stato superato.

**Bit 15, Timer OK/limite superato**

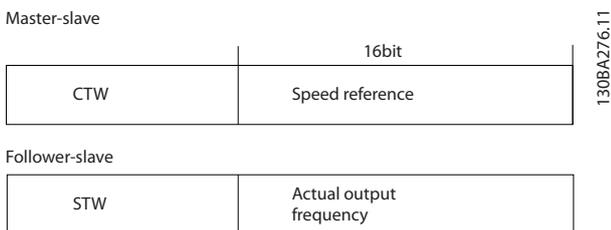
Bit 15 = 0: I timer per la protezione termica del motore e per la protezione termica non hanno superato il 100%.

Bit 15 = 1: Uno dei timer supera il 100%.

**5.11.3 Valore di riferimento della velocità bus**

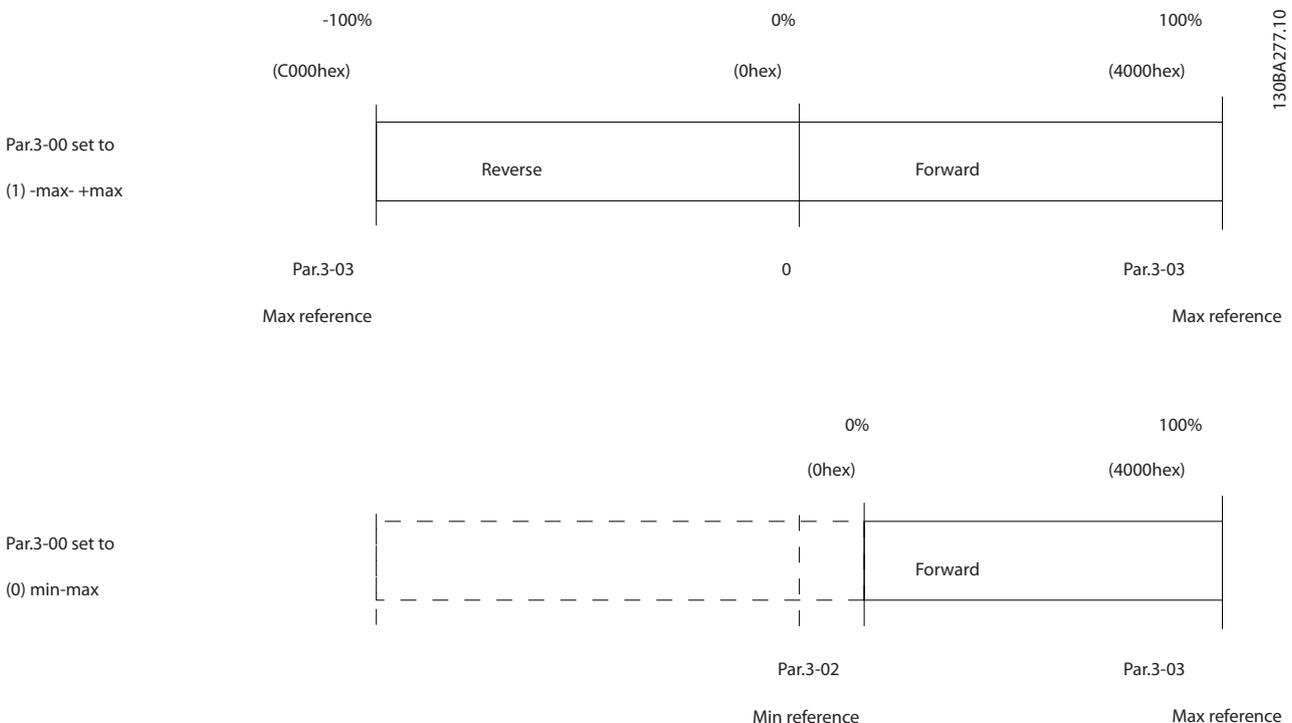
Il valore di riferimento della velocità viene trasmesso al convertitore di frequenza come valore percentuale relativo. Il valore viene trasmesso sotto forma di una parola di 16 bit. Il valore intero 16384 (4000 hex) corrisponde a 100%. I numeri negativi sono formattati utilizzando un complemento a 2. La frequenza di uscita attuale (MAV) viene messa in scala allo stesso modo del riferimento bus.

5



Disegno 5.15 Frequenza di uscita attuale (MAV)

Il riferimento e il MAV vengono demoltiplicati nel modo seguente:



Disegno 5.16 Riferimento e MAV

## 6 Codice tipo e guida alla selezione

### 6.1 Numeri d'ordine: Opzioni e accessori

Opzioni e accessori	Numero d'ordine
Busta per accessori FC 280 spine	132B0350
Ventola 50x20 IP21 PWM	132B0351
Ventola 60x20 IP21 PWM	132B0352
Ventola 70x20 IP21 PWM	132B0353
Ventola 92x38 IP21 PWM	132B0371
Ventola 120x38 IP21 PWM	132B0372
Coprimorsetti contenitore di taglia K1	132B0354
Coprimorsetti contenitore di taglia K2	132B0355
Coprimorsetti contenitore di taglia K3	132B0356
Coprimorsetti contenitore di taglia K4	132B0357
Coprimorsetti contenitore di taglia K5	132B0358
VLT® Memory Module MCM 102	132B0359
VLT® Control Panel LCP 21 (Numerico)	132B0254
VLT® Control Panel LCP 102 (Grafico)	130B1107
Adattatore LCP grafico	132B0281
VLT® Control Panel LCP copertura cieca	132B0262
Kit di disaccoppiamento del cavo bus, FC 280	132B0369
Kit di disaccoppiamento, I/O alimentazione, K1	132B0373
Kit di disaccoppiamento, I/O alimentazione, K2/K3	132B0374
Kit di disaccoppiamento, I/O alimentazione, K4/K5	132B0375
Controllo cassetta VLT® - standard	132B0345
Controllo cassetta VLT® - CANopen	132B0346
Controllo cassetta VLT® - PROFIBUS	132B0347
Controllo cassetta VLT® - PROFINET	132B0348
Controllo cassetta VLT® - EtherNet/IP	132B0349
Kit di conversione IP21/Tipo 1, K1	132B0335
Kit di conversione IP21/Tipo 1, K2	132B0336
Kit di conversione IP21/Tipo 1, K3	132B0337
Kit di conversione IP21/Tipo 1, K4	132B0338
Kit di conversione IP21/Tipo 1, K5	132B0339
Piastra di adattamento, VLT® 2800 taglia A	132B0363
Piastra di adattamento, VLT® 2800 taglia B	132B0364
Piastra di adattamento, VLT® 2800 taglia C	132B0365
Piastra di adattamento, VLT® 2800 taglia D	132B0366
Alimentazione a 24 V CC VLT® MCB 106	132B0368
Kit di montaggio remoto LCP, con cavo di 3 m	132B0102
Kit di montaggio LCP, con/senza LCP	130B1117

Tabella 6.1 Numeri d'ordine per opzioni e accessori

## 6.2 Numeri d'ordine: Resistenze di frenatura

Danfoss offre una vasta gamma di resistenze diverse progettate specificamente per i nostri convertitori di frequenza. Vedere *capitolo 2.9.4 Controllo con funzione freno* per il dimensionamento delle resistenze di frenatura. In questa sezione sono elencati i numeri d'ordine delle resistenze di frenatura.

### 6.2.1 Numeri d'ordine: Resistenze di frenatura 10%

FC 280	P <sub>m</sub> (HO)	R <sub>min</sub>	R <sub>br. nom</sub>	R <sub>rec</sub>	P <sub>br avg</sub>	Numero d'ordine	Periodo	Sezione trasversale dei cavi <sup>1)</sup>	Relè termico	Coppia di frenatura massima con resistenza
T4	[kW (cv)]	[Ω]	[Ω]	[Ω]	[kW (cv)]	175Uxxxx	[s]	[mm <sup>2</sup> (AWG)]	[A]	[%]
PK37	0,37 (0,5)	890	1041,98	989	0,030 (0,040)	3000	120	1,5 (16)	0,3	139
PK55	0,55 (0,75)	593	693,79	659	0,045 (0,060)	3001	120	1,5 (16)	0,4	131
PK75	0,75 (1,0)	434	508,78	483	0,061 (0,080)	3002	120	1,5 (16)	0,4	129
P1K1	1,1 (1,5)	288	338,05	321	0,092 (0,120)	3004	120	1,5 (16)	0,5	132
P1K5	1,5 (2,0)	208	244,41	232	0,128 (0,172)	3007	120	1,5 (16)	0,8	145
P2K2	2,2 (3,0)	139	163,95	155	0,190 (0,255)	3008	120	1,5 (16)	0,9	131
P3K0	3 (4,0)	100	118,86	112	0,262 (0,351)	3300	120	1,5 (16)	1,3	131
P4K0	4 (5,0)	74	87,93	83	0,354 (0,475)	3335	120	1,5 (16)	1,9	128
P5K5	5,5 (7,5)	54	63,33	60	0,492 (0,666)	3336	120	1,5 (16)	2,5	127
P7K5	7,5 (10)	38	46,05	43	0,677 (0,894)	3337	120	1,5 (16)	3,3	132
P11K	11 (15)	27	32,99	31	0,945 (1,267)	3338	120	1,5 (16)	5,2	130
P15K	15 (20)	19	24,02	22	1,297 (1,739)	3339	120	1,5 (16)	6,7	129
P18K	18,5 (25)	16	19,36	18	1,610 (2,158)	3340	120	1,5 (16)	8,3	132
P22K	22 (30)	16	18,00	17	1,923 (2,578)	3357	120	1,5 (16)	10,1	128

Tabella 6.2 FC 280 - Alimentazione di rete: 380–480 V (T4), 10% Duty Cycle

FC 280	P <sub>m</sub> (H0)	R <sub>min</sub>	R <sub>br. nom</sub>	R <sub>rec</sub>	P <sub>br avg</sub>	Numero d'ordine	Periodo	Sezione trasversale dei cavi <sup>1)</sup>	Relè termico	Coppia di frenatura massima con resistenza
T2	[kW (cv)]	[Ω]	[Ω]	[Ω]	[kW (cv)]	175Uxxxx	[s]	[mm <sup>2</sup> (AWG)]	[A]	[%]
PK37	0,37 (0,5)	225	263,22	250	0,030 (0,040)	3006	120	1,5 (16)	0,6	140
PK55	0,55 (0,75)	151	176,90	168	0,045 (0,060)	3011	120	1,5 (16)	0,7	142
PK75	0,75 (1,0)	110	129,92	123	0,062 (0,083)	3016	120	1,5 (16)	0,8	143
P1K1	1,1 (1,5)	73	86,77	82	0,092 (0,120)	3021	120	1,5 (16)	0,9	139
P1K5	1,5 (2,0)	53	62,70	59	0,128 (0,172)	3026	120	1,5 (16)	1,6	143
P2K2	2,2 (3,0)	35	42,06	39	0,190 (0,255)	3031	120	1,5 (16)	1,9	140
P3K7	3,7 (5,0)	20	24,47	23	0,327 (0,439)	3326	120	1,5 (16)	3,5	145

Tabella 6.3 FC 280 - Alimentazione di rete: 200–240 V (T2), 10% Duty Cycle

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

## 6.2.2 Numeri d'ordine: Resistenze di frenatura 40%

FC 280	P <sub>m</sub> (H0)	R <sub>min</sub>	R <sub>br. nom</sub>	R <sub>rec</sub>	P <sub>br avg</sub>	Numero d'ordine	Periodo	Sezione trasversale dei cavi <sup>1)</sup>	Relè termico	Coppia di frenatura massima con resistenza
T4	[kW (cv)]	[Ω]	[Ω]	[Ω]	[kW (cv)]	175Uxxxx	[s]	[mm <sup>2</sup> ]	[A]	[%]
PK37	0,37 (0,5)	890	1041,98	989	0,127 (0,170)	3101	120	1,5 (16)	0,4	139
PK55	0,55 (0,75)	593	693,79	659	0,191 (0,256)	3308	120	1,5 (16)	0,5	131
PK75	0,75 (1,0)	434	508,78	483	0,260 (0,349)	3309	120	1,5 (16)	0,7	129
P1K1	1,1 (1,5)	288	338,05	321	0,391 (0,524)	3310	120	1,5 (16)	1	132
P1K5	1,5 (2,0)	208	244,41	232	0,541 (0,725)	3311	120	1,5 (16)	1,4	145
P2K2	2,2 (3,0)	139	163,95	155	0,807 (1,082)	3312	120	1,5 (16)	2,1	131
P3K0	3 (4,0)	100	118,86	112	1,113 (1,491)	3313	120	1,5 (16)	2,7	131
P4K0	4 (5,0)	74	87,93	83	1,504 (2,016)	3314	120	1,5 (16)	3,7	128
P5K5	5,5 (7,5)	54	63,33	60	2,088 (2,799)	3315	120	1,5 (16)	5	127
P7K5	7,5 (10)	38	46,05	43	2,872 (3,850)	3316	120	1,5 (16)	7,1	132
P11K	11 (15)	27	32,99	31	4,226 (5,665)	3236	120	2,5 (14)	11,5	130
P15K	15 (20)	19	24,02	22	5,804 (7,780)	3237	120	2,5 (14)	14,7	129
P18K	18,5 (25)	16	19,36	18	7,201 (9,653)	3238	120	4 (12)	19	132
P22K	22 (30)	16	18,00	17	8,604 (11,534)	3203	120	4 (12)	23	128

Tabella 6.4 FC 280 - Alimentazione di rete: 380–480 V (T4), 40% Duty Cycle

FC 280	P <sub>m</sub> (HO)	R <sub>min</sub>	R <sub>br. nom</sub>	R <sub>rec</sub>	P <sub>br avg</sub>	Numero d'ordine	Periodo	Sezione trasversale dei cavi <sup>1)</sup>	Relè termico	Coppia di frenatura massima con resistenza
T2	[kW (cv)]	[Ω]	[Ω]	[Ω]	[kW (cv)]	175Uxxxx	[s]	[mm <sup>2</sup> (AWG)]	[A]	[%]
PK37	0,37 (0,5)	225	263,22	250	0,129 (0,173)	3096	120	1,5 (16)	0,8	140
PK55	0,55 (0,75)	151	176,90	168	0,192 (0,257)	3008	120	1,5 (16)	0,9	142
PK75	0,75 (1,0)	110	129,92	123	0,261 (0,350)	3300	120	1,5 (16)	1,3	143
P1K1	1,1 (1,5)	73	86,77	82	0,391 (0,524)	3301	120	1,5 (16)	2	139
P1K5	1,5 (2,0)	53	62,70	59	0,541 (0,725)	3302	120	1,5 (16)	2,7	143
P2K2	2,2 (3,0)	35	42,06	39	0,807 (1,082)	3303	120	1,5 (16)	4,2	140
P3K7	3,7 (5,0)	20	24,47	23	1,386 (1,859)	3305	120	1,5 (16)	6,8	145

Tabella 6.5 FC 280 - Alimentazione di rete: 200–240 V (T2), 40% Duty Cycle

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

## 7 Specifiche

### 7.1 Dati elettrici

<b>Potenza all'albero standard convertitore di frequenza [kW (cv)]</b>	<b>PK37</b> 0,37 (0,5)	<b>PK55</b> 0,55 (0,74)	<b>PK75</b> 0,75 (1,0)	<b>P1K1</b> 1,1 (1,5)	<b>P1K5</b> 1,5 (2,0)	<b>P2K2</b> 2,2 (3,0)	<b>P3K0</b> 3,0 (4,0)
Grado di protezione contenitore IP20	K1	K1	K1	K1	K1	K1	K2
<b>Corrente di uscita</b>							
Potenza all'albero [kW]	0,37	0,55	0,75	1,1	1,5	2,2	3
Continua (3x380–440 V) [A]	1,2	1,7	2,2	3	3,7	5,3	7,2
Continua (3x441–480 V) [A]	1,1	1,6	2,1	2,8	3,4	4,8	6,3
Intermittente (sovraccarico 60 s) [A]	1,9	2,7	3,5	4,8	5,9	8,5	11,5
kVA continui (400 V CA) [kVA]	0,9	1,2	1,5	2,1	2,6	3,7	5,0
Continua kVA (480 V CA) [kVA]	0,9	1,3	1,7	2,5	2,8	4,0	5,2
<b>Corrente di ingresso massima</b>							
Continua (3x380–440 V) [A]	1,2	1,6	2,1	2,6	3,5	4,7	6,3
Continua (3x441–480 V) [A]	1,0	1,2	1,8	2,0	2,9	3,9	4,3
Intermittente (sovraccarico 60 s) [A]	1,9	2,6	3,4	4,2	5,6	7,5	10,1
<b>Altre specifiche</b>							
Sezione trasversale massima del cavo (rete, motore, freno e condivisione del carico) [mm <sup>2</sup> (AWG)]	4 (12)						
Perdita di potenza stimata al carico nominale massimo [W] <sup>1)</sup>	20,9	25,2	30	40	52,9	74	94,8
Peso, contenitore con grado di protezione IP20 [kg]	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,5	3,6
Efficienza [%] <sup>2)</sup>	96,0	96,6	96,8	97,2	97,0	97,5	98,0

Tabella 7.1 Alimentazione di rete 3x380–480 V CA

Potenza all'albero standard convertitore di frequenza [kW (cv)]	P4K0 4 (5,4)	P5K5 5,5 (7,4)	P7K5 7,5 (10)	P11K 11 (15)	P15K 15 (20)	P18K 18,5 (25)	P22K 22 (30)
Grado di protezione contenitore IP20	K2	K2	K3	K4	K4	K5	K5
<b>Corrente di uscita</b>							
Potenza all'albero	4	5,5	7,5	11	15	18,5	22
Continua (3x380–440 V) [A]	9	12	15,5	23	31	37	42,5
Continua (3x441–480 V) [A]	8,2	11	14	21	27	34	40
Intermittente (sovraccarico 60 s) [A]	14,4	19,2	24,8	34,5	46,5	55,5	63,8
kVA continui (400 V CA) [kVA]	6,2	8,3	10,7	15,9	21,5	25,6	29,5
Continua kVA (480 V CA) [kVA]	6,8	9,1	11,6	17,5	22,4	28,3	33,3
<b>Corrente di ingresso massima</b>							
Continua (3x380–440 V) [A]	8,3	11,2	15,1	22,1	29,9	35,2	41,5
Continua (3x441–480 V) [A]	6,8	9,4	12,6	18,4	24,7	29,3	34,6
Intermittente (sovraccarico 60 s) [A]	13,3	17,9	24,2	33,2	44,9	52,8	62,3
<b>Altre specifiche</b>							
Sezione trasversale massima del cavo (rete, motore, freno e condivisione del carico) [mm <sup>2</sup> (AWG)]	4 (12)			16 (6)			
Perdita di potenza stimata al carico nominale massimo [W] <sup>1)</sup>	115,5	157,5	192,8	289,5	393,4	402,8	467,5
Peso, contenitore con grado di protezione IP20 [kg]	3,6	3,6	4,1	9,4	9,5	12,3	12,5
Efficienza [%] <sup>2)</sup>	98,0	97,8	97,7	98,0	98,1	98,0	98,0

**Tabella 7.2 Alimentazione di rete 3x380–480 V CA**

Potenza all'albero standard convertitore di frequenza [kW (cv)]	PK37 0,37 (0,5)	PK55 0,55 (0,74)	PK75 0,75 (1,0)	P1K1 1,1 (1,5)	P1K5 1,5 (2,0)	P2K2 2,2 (3,0)	P3K7 3,7 (5,0)
Grado di protezione contenitore IP20	K1	K1	K1	K1	K1	K2	K3
<b>Corrente di uscita</b>							
Continua (3x200–240 V) [A]	2,2	3,2	4,2	6	6,8	9,6	15,2
Intermittente (sovraccarico 60 s) [A]	3,5	5,1	6,7	9,6	10,9	15,4	24,3
kVA continui (230 V CA) [kVA]	0,9	1,3	1,7	2,4	2,7	3,8	6,1
<b>Corrente di ingresso massima</b>							
Continua (3x200–240 V) [A]	1,8	2,7	3,4	4,7	6,3	8,8	14,3
Intermittente (sovraccarico 60 s) [A]	2,9	4,3	5,4	7,5	10,1	14,1	22,9
<b>Altre specifiche</b>							
Sezione trasversale massima del cavo (rete, motore, freno e condivisione del carico) [mm <sup>2</sup> (AWG)]	4 (12)						
Perdita di potenza stimata al carico nominale massimo [W] <sup>1)</sup>	29,4	38,5	51,1	60,7	76,1	96,1	147,5
Peso, contenitore con grado di protezione IP20 [kg]	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,5	3,6
Efficienza [%] <sup>2)</sup>	96,4	96,6	96,3	96,6	96,5	96,7	96,7

**Tabella 7.3 Alimentazione di rete 3x200–240 V CA**

Potenza all'albero standard convertitore di frequenza [kW (cv)]	PK37 0,37 (0,5)	PK55 0,55 (0,74)	PK75 0,75 (1,0)	P1K1 1,1 (1,5)	P1K5 1,5 (2,0)	P2K2 2,2 (3,0)
Grado di protezione contenitore IP20	K1	K1	K1	K1	K1	K2
<b>Corrente di uscita</b>						
Continua (1x200-240 V) [A]	2,2	3,2	4,2	6	6,8	9,6
Intermittente (sovraccarico 60 s) [A]	3,5	5,1	6,7	9,6	10,9	15,4
kVA continui (230 V CA) [kVA]	0,9	1,3	1,7	2,4	2,7	3,8
<b>Corrente di ingresso massima</b>						
Continua (1x200-240 V) [A]	2,9	4,4	5,5	7,7	10,4	14,4
Intermittente (sovraccarico 60 s) [A]	4,6	7,0	8,8	12,3	16,6	23,0
<b>Altre specifiche</b>						
Sezione trasversale massima del cavo (rete, motore, freno e condivisione del carico) [mm <sup>2</sup> (AWG)]	4 (12)					
Perdita di potenza stimata al carico nominale massimo [W] <sup>1)</sup>	37,7	46,2	56,2	76,8	97,5	121,6
Peso, contenitore con grado di protezione IP20 [kg]	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,5
Efficienza [%] <sup>2)</sup>	94,4	95,1	95,1	95,3	95,0	95,4

**Tabella 7.4 Alimentazione di rete 1x200-240 V CA**

1) La perdita di potenza standard è a condizioni di carico nominale ed è prevista essere entro il  $\pm 15\%$  (la tolleranza si riferisce alle diverse tensioni e alle condizioni del cavo).

I valori si basano sul rendimento di un motore standard (limite IE2/IE3). I motori con un'efficienza inferiore contribuiscono alla perdita di potenza nel convertitore di frequenza, mentre i motori con un'efficienza maggiore la riducono.

Ciò vale per il dimensionamento del raffreddamento del convertitore di frequenza. Se la frequenza di commutazione è superiore all'impostazione di fabbrica, le perdite di potenza a volte aumentano. Si tiene conto anche del consumo di potenza tipico dell'LCP e della scheda di controllo. Altre opzioni e il carico del cliente a volte aggiungono fino a 30 W alle perdite (nonostante tipicamente si tratti soltanto di 4 W supplementari per una scheda di controllo o un bus di campo completamente carichi).

Per dati sulla perdita di potenza secondo EN 50598-2, consultare [www.danfoss.com/vltenergyefficiency](http://www.danfoss.com/vltenergyefficiency).

2) Misurato utilizzando cavi motore schermati di 50 m a carico e frequenza nominali. Per la classe di efficienza energetica, vedere capitolo 7.4 Condizioni ambientali. Per perdite di carico della parte, vedere [www.danfoss.com/vltenergyefficiency](http://www.danfoss.com/vltenergyefficiency).

## 7.2 Alimentazione di rete

Alimentazione di rete (L1/N, L2/L, L3)

Morsetti di alimentazione	(L1/N, L2/L, L3)
Tensione di alimentazione	380-480 V: da -15% (-25%) <sup>1)</sup> a +10%
Tensione di alimentazione	200-240 V: da -15% (-25%) <sup>1)</sup> a +10%

1) Il convertitore di frequenza può funzionare a una tensione di ingresso del -25% con prestazioni ridotte. La potenza di uscita massima del convertitore di frequenza è pari al 75% se la tensione di ingresso è -25% e pari all'85% se la tensione di ingresso è -15%.

Il funzionamento alla coppia massima non è possibile se la tensione di rete è oltre il 10% al di sotto della tensione di alimentazione nominale minima del convertitore di frequenza.

Frequenza di alimentazione	50/60 Hz $\pm 5\%$
Squilibrio temporaneo massimo tra le fasi di rete	3,0% della tensione di alimentazione nominale
Fattore di potenza reale ( $\lambda$ )	$\geq 0,9$ nominale al carico nominale
Fattore di dislocazione di potenza ( $\cos \phi$ )	Prossimo all'unità ( $> 0,98$ )
Commutazione sull'alimentazione di ingresso (L1/N, L2/L, L3) (accensioni) $\leq 7,5$ kW (10 cv)	Massimo 2 volte/minuto
Commutazione sull'alimentazione di ingresso (L1/N, L2/L, L3) (accensioni) 11-22 kW (15-30 cv)	Al massimo 1 volta/minuto

### 7.3 Uscita motore e dati motore

#### Uscita motore (U, V, W)

Tensione di uscita	0–100% della tensione di alimentazione
Frequenza di uscita	0–500 Hz
Frequenza di uscita in modalità VVC <sup>+</sup>	0–200 Hz
Commutazione sull'uscita	Illimitata
Tempo di rampa	0,01–3600 s

#### Caratteristiche della coppia

Coppia di avviamento (coppia costante)	Al massimo 160% per 60 s <sup>1)</sup>
Coppia di sovraccarico (coppia costante)	Al massimo 160% per 60 s <sup>1)</sup>
Corrente di avviamento	Al massimo 200% per 1 s
Tempo di salita di coppia in modalità VVC <sup>+</sup> (indipendente da $f_{sw}$ )	Massimo 50 ms

1) La percentuale si riferisce alla coppia nominale. È pari al 150% per convertitori di frequenza 11–22 kW (15–30 cv).

### 7.4 Condizioni ambientali

#### Condizioni ambientali

Classe IP	IP20
Prova di vibrazione, contenitori di tutte le dimensioni	1,14 g
Umidità relativa	5–95% (IEC 721-3-3; classe 3K3 (senza condensa) durante il funzionamento)
Temperatura ambiente (modalità di commutazione DPWM)	
- con declassamento	Al massimo 55 °C <sup>1)2)3)</sup>
- a corrente di uscita costante massima	Al massimo 45 °C <sup>4)</sup>
Temperatura ambiente minima durante il funzionamento a pieno regime	0 °C
Temperatura ambiente minima con prestazioni ridotte	-10 °C
Temperatura durante l'immagazzinamento/il trasporto	Da -25 a +65/70 °C
Altitudine massima sopra il livello del mare senza declassamento	1000 m
Altitudine massima sopra il livello del mare con declassamento	3000 m
Norme EMC, emissione	EN 61800-3, EN 61000-3-2, EN 61000-3-3, EN 61000-3-11, EN 61000-3-12, EN 61000-6-3/4, EN 55011, IEC 61800-3
Norme EMC, immunità	EN 61800-3, EN 61000-6-1/2, EN 61000-4-2, EN 61000-4-3
Classe di efficienza energetica <sup>5)</sup>	IE2

1) Fare riferimento a capitolo 7.12 Condizioni speciali per:

- Declassamento in caso di temperatura ambiente elevata.
- Declassamento per altitudini elevate.

2) Per la variante PROFIBUS, PROFINET ed EtherNet/IP di VLT<sup>®</sup> Midi Drive FC 280, per evitare che la scheda di controllo si surriscaldi, evitare il pieno carico I/O digitale/analogico a una temperatura ambiente superiore a 45 °C.

3) La temperatura ambiente per K1S2 con declassamento è al massimo 50 °C.

4) La temperatura ambiente per K1S2 con corrente di uscita costante massima è al massimo 40 °C.

5) Determinato secondo la EN50598-2 a):

- Carico nominale.
- 90% della frequenza nominale.
- Impostazione di fabbrica della frequenza di commutazione.
- Impostazione di fabbrica del modello di commutazione.
- Tipo aperto: temperatura dell'aria circostante 45 °C.
- Tipo 1 (kit NEMA): temperatura ambiente 45 °C.

## 7.5 Specifiche dei cavi

Lunghezze e sezioni trasversali dei cavi<sup>1)</sup>

Lunghezza massima del cavo motore, schermato	50 m
Lunghezza massima del cavo motore, non schermato	75 m
Sezione trasversale massima dei morsetti di controllo, filo flessibile/rigido	2,5 mm <sup>2</sup> /14 AWG
Sezione trasversale minima dei morsetti di controllo	0,55 mm <sup>2</sup> /30 AWG
Lunghezza massima cavo d'ingresso dell'STO, non schermato	20 m

<sup>1)</sup> Per cavi di potenza, vedere Tabella 7.1, Tabella 7.2, Tabella 7.3 e Tabella 7.4.

## 7.6 Ingresso/uscita di controllo e dati di controllo

Ingressi digitali

Numero morsetto	18, 19, 27 <sup>1)</sup> , 29, 32, 33
Logica	PNP o NPN
Livello di tensione	0–24 V CC
Livello di tensione, logica 0 PNP	<5 V CC
Livello di tensione, logica 1 PNP	>10 V CC
Livello di tensione, logica 0 NPN	>19 V CC
Livello di tensione, logica 1 NPN	<14 V CC
Tensione massima in ingresso	28 V CC
Campo di frequenza impulsi	4–32 kHz
Modulazione di larghezza minima (duty cycle)	4,5 ms
Resistenza di ingresso, R <sub>i</sub>	Circa 4 kΩ

<sup>1)</sup> Il morsetto 27 può anche essere programmato come uscita.

Ingressi STO

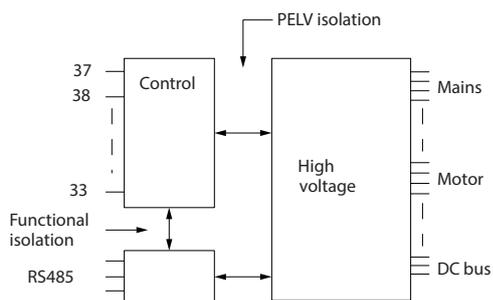
Numero morsetto	37, 38
Livello di tensione	0–30 V CC
Livello di tensione, basso	<1,8 V CC
Livello di tensione, alto	>20 V CC
Tensione massima in ingresso	30 V CC
Corrente di ingresso minima (ogni pin)	6 mA

Ingressi analogici

Numero di ingressi analogici	2
Numero morsetto	53 <sup>1)</sup> , 54
Modalità	Tensione o corrente
Selezione modalità	Software
Livello di tensione	0–10 V
Resistenza di ingresso, R <sub>i</sub>	Circa 10 kΩ
Tensione massima	da -15 V a +20 V
Livello di corrente	Da 0/4 a 20 mA (convertibile in scala)
Resistenza di ingresso, R <sub>i</sub>	Circa 200 Ω
Corrente massima	30 mA
Risoluzione per gli ingressi analogici	11 bit
Precisione degli ingressi analogici	Errore massimo 0,5% della scala intera
Larghezza di banda	100 Hz

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

<sup>1)</sup> Il morsetto 53 supporta soltanto la modalità tensione e può anche essere usato come ingresso digitale.



Disegno 7.1 Isolamento galvanico

**AVVISO!**

**ALTITUDINI ELEVATE**

Per un'installazione ad altitudini superiori ai 2000 m, contattare Danfoss per informazioni relative a PELV.

Ingressi a impulsi	
Ingressi a impulsi programmabili	2
Numero morsetto a impulsi	29, 33
Frequenza massima in corrispondenza dei morsetti 29 e 33	32 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	Vedere la sezione sull'ingresso digitale
Tensione massima in ingresso	28 V CC
Resistenza di ingresso, Ri	Circa 4 kΩ
Precisione dell'ingresso a impulsi	Errore massimo: 0,1% della scala intera

Uscite digitali	
Uscite digitali/impulsi programmabili	1
Numero morsetto	27 <sup>1)</sup>
Livello di tensione sull'uscita digitale/frequenza di uscita	0-24 V
Corrente di uscita massima (sink o source)	40 mA
Carico massimo alla frequenza di uscita	1 kΩ
Carico capacitivo massimo alla frequenza di uscita	10 nF
Frequenza di uscita minima in corrispondenza della frequenza di uscita	4 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 della frequenza di uscita	10 bit

1) Il morsetto 27 può essere programmato come ingresso.

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

Uscite analogiche	
Numero delle uscite analogiche programmabili	1
Numero morsetto	42
Intervallo di corrente in corrispondenza dell'uscita analogica	0/4-20 mA
Carico massimo della resistenza verso massa sull'uscita analogica	500 Ω
Precisione sull'uscita analogica	Errore massimo: 0,8% della scala intera
Risoluzione sull'uscita analogica	10 bit

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

Scheda di controllo, tensione di uscita a 24 V CC	
Numero morsetto	12, 13
Carico massimo	100 mA

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

## 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	15 mA

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

## Scheda di controllo, comunicazione seriale RS485

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

Il circuito di comunicazione seriale RS485 è isolato galvanicamente dalla tensione di alimentazione (PELV).

## Scheda di controllo, comunicazione seriale USB

USB standard	1.1 (piena velocità)
Spina USB	Spina 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.

## Uscite a relè

Uscite a relè programmabili	1
Relè 01	01-03 (NC), 01-02 (NO)
Carico massimo sui morsetti (CA-1) <sup>1)</sup> su 01-02 (NO) (carico resistivo)	250 V CA, 3 A
Carico massimo sui morsetti (CA-15) <sup>1)</sup> su 01-02 (NO) (carico induttivo @ $\cos\phi$ 0,4)	250 V CA, 0,2 A
Carico massimo sui morsetti (CC-1) <sup>1)</sup> su 01-02 (NO) (carico resistivo)	30 V CC, 2 A
Carico massimo sui morsetti (CC-13) <sup>1)</sup> su 01-02 (NO) (carico induttivo)	24 V CC, 0,1 A
Carico massimo sui morsetti (CA-1) <sup>1)</sup> su 01-03 (NC) (carico resistivo)	250 V CA, 3 A
Carico massimo sui morsetti (CA-15) <sup>1)</sup> su 01-03 (NC) (carico induttivo @ $\cos\phi$ 0,4)	250 V CA, 0,2 A
Carico massimo sui morsetti (CC-1) <sup>1)</sup> su 01-03 (NC) (carico resistivo)	30 V CC, 2 A
Carico minimo sui morsetti su 01-03 (NC), 01-02 (NO)	24 V CC 10 mA, 24 V CA 20 mA

1) IEC 60947 parti 4 e 5.

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

## Prestazioni scheda di controllo

Intervallo di scansione	1 ms
-------------------------	------

## Caratteristiche di comando

Risoluzione della frequenza di uscita a 0-500 Hz	$\pm$ 0,003 Hz
Tempo di risposta del sistema (morsetti 18, 19, 27, 29, 32 e 33)	$\leq$ 2 ms
Intervallo controllo di velocità (anello aperto)	1:100 della velocità sincrona
Precisione della velocità (anello aperto)	$\pm$ 0,5% della velocità nominale
Precisione della velocità (anello chiuso)	$\pm$ 0,1% della velocità nominale

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

## 7.7 Coppie di serraggio delle connessioni

Assicurarsi di utilizzare la coppia corretta quando si serrano i collegamenti elettrici. Una coppia troppo bassa o troppo alta a volte provoca problemi di collegamento elettrico. Per assicurare che vengano applicate coppie corrette, usare una chiave dinamometrica. Il tipo di cacciavite a testa piatta consigliato è SZS 0,6x3,5 mm.

Tipo di contenitore	Potenza [kW (cv)]	Coppia [Nm (pollici-libbre)]					
		Rete	Motore	Collegamento in CC	Freno	Terra	Controllo/relè
K1	0,37-2,2 (0,5-3,0)	0,8 (7,1)	0,8 (7,1)	0,8 (7,1)	0,8 (7,1)	1,6 (14,2)	0,5 (4,4)
K2	3,0-5,5 (4,0-7,5)	0,8 (7,1)	0,8 (7,1)	0,8 (7,1)	0,8 (7,1)	1,6 (14,2)	0,5 (4,4)
K3	7,5 (10)	0,8 (7,1)	0,8 (7,1)	0,8 (7,1)	0,8 (7,1)	1,6 (14,2)	0,5 (4,4)
K4	11-15 (15-20)	1,2 (10,6)	1,2 (10,6)	1,2 (10,6)	1,2 (10,6)	1,6 (14,2)	0,5 (4,4)
K5	18,5-22 (25-30)	1,2 (10,6)	1,2 (10,6)	1,2 (10,6)	1,2 (10,6)	1,6 (14,2)	0,5 (4,4)

Tabella 7.5 Coppie di serraggio

## 7.8 Fusibili e interruttori

Usare i fusibili e/o gli interruttori sul lato di alimentazione per proteggere il personale preposto alla manutenzione e l'apparecchiatura da lesioni e danni in caso di guasto di un componente all'interno del convertitore di frequenza (primo guasto).

### Protezione del circuito di derivazione

Proteggere tutti i circuiti di derivazione in un impianto (compresi i commutatori e le macchine) da cortocircuiti e sovracorrenti, conformemente a quanto previsto dalle norme nazionali/internazionali.

### **AVVISO!**

La protezione da cortocircuito allo stato solido integrata non fornisce una protezione del circuito di derivazione. Assicurare una protezione del circuito di derivazione in conformità alle regole e normative nazionali e locali.

Tabella 7.6 elenca i fusibili raccomandati e gli interruttori che sono stati testati.

### **ATTENZIONE**

#### RISCHIO DI LESIONI PERSONALI E DANNI AD APPARECCHIATURE

Il malfunzionamento o la mancata osservanza delle raccomandazioni potrebbe provocare rischi al personale e danni al convertitore di frequenza o ad altre apparecchiature.

- Selezionare i fusibili sulla base delle raccomandazioni. I possibili danni possono essere limitati all'interno del convertitore di frequenza.

### **AVVISO!**

#### DANNI ALL'APPARECCHIATURA

L'uso di fusibili e/o di interruttori è obbligatorio per assicurare la conformità all'IEC 60364 della CE. La mancata osservanza delle raccomandazioni di protezione può provocare danni al convertitore di frequenza.

Danfoss raccomanda l'uso di fusibili e interruttori in Tabella 7.6 al fine di assicurare la conformità con UL 508C o IEC 61800-5-1. Per applicazioni non UL, dimensionare gli interruttori per la protezione in un circuito in grado di fornire un massimo di 50000 A<sub>rms</sub> (simmetrici), 240 V/400 V massimo. La corrente nominale di cortocircuito (SCCR) del convertitore di frequenza è adatta per l'uso su un circuito capace di fornire non più di 100000 A<sub>rms</sub>, al massimo 240 V/480 V quando protetto da fusibili di classe T.

Dimensione contenitore		Potenza [kW (cv)]	Fusibile non UL	Interruttore non UL (Eaton)	Fusibile UL (Bussmann, classe T)	
Trifase 380-480 V	K1	0,37 (0,5)	gG-10	PKZM0-16	JJS-6	
		0,55-0,75 (0,74-1,0)				
		1,1-1,5 (1,48-2,0)	gG-20			JJS-10
		2,2 (3,0)				
	K2	3,0-5,5 (4,0-7,5)	gG-25	PKZM0-20	JJS-25	
	K3	7,5 (10)				PKZM0-25
	K4	11-15 (15-20)	gG-50	-	JJS-50	
	K5	18,5-22 (25-30)	gG-80	-	JJS-80	
	Trifase 200-240 V	K1	0,37 (0,5)	gG-10	PKZM0-16	JJN-6
			0,55 (0,74)			gG-20
0,75 (1,0)			JJN-15			
1,1 (1,48)			JJN-20			
1,5 (2,0)			gG-25	PKZM0-20		
K2		2,2 (3,0)				
K3		3,7 (5,0)	PKZM0-25			
Monofase 200-240 V	K1	0,37 (0,5)	gG-10	PKZM0-16	JJN-6	
		0,55 (0,74)			gG-20	JJN-10
		0,75 (1,0)	JJN-15			
		1,1 (1,48)	JJN-20			
		1,5 (2,0)	gG-25			PKZM0-20
	K2	2,2 (3,0)				

Tabella 7.6 Fusibile e interruttore

## 7.9 Rendimento

### Rendimento dei convertitori di frequenza ( $\eta_{VLT}$ )

Il carico applicato sul convertitore di frequenza ha poca influenza sul suo rendimento. In linea generale, il rendimento alla frequenza nominale del motore  $f_{M,N}$  è lo stesso. Questa regola si applica persino quando il motore fornisce il 100% della coppia nominale dell'albero, o quando essa è soltanto pari al 75%, ad esempio in presenza di carichi parziali.

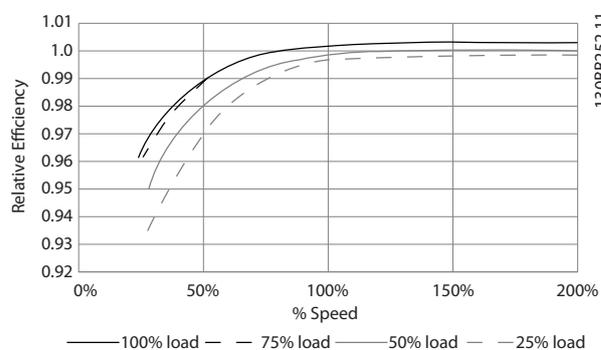
Ciò significa anche che il rendimento del convertitore di frequenza non varia pur selezionando caratteristiche U/f diverse.

Tuttavia le caratteristiche U/f influenzano il rendimento del motore.

Il rendimento si riduce lievemente impostando la frequenza di commutazione a un valore superiore a quello predefinito. Anche se la tensione di rete è 480 V o se il cavo motore è più lungo di 30 m il rendimento viene leggermente ridotto.

### Calcolo del rendimento del convertitore di frequenza

Calcolare il rendimento del convertitore di frequenza a carichi differenti in base a *Disegno 7.2*. Moltiplicare il fattore in *Disegno 7.2* per il fattore di rendimento specifico riportato nelle tabelle delle specifiche in *capitolo 7.1 Dati elettrici*:



Disegno 7.2 Curve di rendimento tipiche

**Rendimento del motore ( $\eta_{\text{MOTOR}}$ )**

Il rendimento di un motore collegato al convertitore di frequenza dipende dal livello di magnetizzazione. In generale, il rendimento è buono quanto con il funzionamento di rete. Il rendimento del motore dipende dal tipo di motore.

Nell'intervallo pari al 75–100% della coppia nominale, il rendimento del motore è praticamente costante, indipendentemente dal fatto che il motore sia controllato da un convertitore di frequenza o che sia collegato direttamente alla rete.

Nei motori di piccole dimensioni, l'influenza della caratteristica U/f sul rendimento è marginale, mentre se si impiegano motori a partire da 11 kW (14,8 cv) e oltre, i vantaggi sono notevoli.

In generale, la frequenza di commutazione non influisce sul rendimento dei motori di piccole dimensioni. Nei motori da 11 kW (14,8 cv) e oltre il rendimento è superiore dell'1-2% perché la forma sinusoidale della corrente motore è quasi perfetta a elevate frequenze di commutazione.

**Rendimento del sistema ( $\eta_{\text{SYSTEM}}$ )**

Per calcolare le prestazioni del sistema, è necessario moltiplicare le prestazioni del convertitore di frequenza ( $\eta_{\text{VLT}}$ ) per le prestazioni del motore ( $\eta_{\text{MOTOR}}$ ):

$$\eta_{\text{SYSTEM}} = \eta_{\text{VLT}} \times \eta_{\text{MOTOR}}$$

**7.10 Rumorosità acustica**

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

- Bobine del circuito intermedio CC.
- Ventola integrata.
- Bobine filtro RFI.

I valori tipici, misurati a una distanza di 1 m dall'unità:

Dimensione contenitore [kW (cv)]	80% della velocità delle ventole [dBA]	Velocità massima delle ventole [dBA]	Disturbo di sottofondo
K1 0,37–2,2 (0,5–3,0)	41,4	42,7	33
K2 3,0–5,5 (4,0–7,5)	50,3	54,3	32,9
K3 7,5 (10)	51	54,2	33
K4 11–15 (15–20)	59	61,1	32,9
K5 18,5–22 (25–30)	64,6	65,6	32,9

Tabella 7.7 Valori misurati tipici

**7.11 Condizioni dU/dt**

Se un transistor nel ponte del convertitore di frequenza scatta, la tensione nel motore aumenta di un rapporto dU/dt legato ai fattori seguenti:

- Il tipo del cavo motore.
- La sezione trasversale del cavo motore.
- La lunghezza del cavo motore.
- Il fatto che il cavo motore sia o non sia schermato.
- Induttanza.

L'induttanza intrinseca genera una sovralongazione  $U_{\text{PEAK}}$  nella tensione motore prima di stabilizzarsi a un livello determinato dalla tensione nel collegamento CC. Il tempo di salita e la tensione di picco  $U_{\text{PEAK}}$  influenzano la durata del motore. Valori della tensione di picco troppo elevati influenzano i motori senza isolamento dell'avvolgimento di fase. Maggiore è la lunghezza del cavo motore, superiori sono il tempo di salita e la tensione di picco.

La commutazione degli IGBT provoca una tensione di picco sui morsetti del motore. FC 280 soddisfa la norma IEC 60034-25 relativa ai motori concepiti per essere controllati da convertitori di frequenza. FC 280 soddisfa inoltre la norma IEC 60034-17 relativa ai motori normalizzati controllati da convertitori di frequenza.

I dati dU/dt seguenti sono misurati sul lato del morsetto del motore:

Lunghezza del cavo [m]	Tensione di rete [V]	Tempo di salita [ $\mu\text{sec}$ ]	$U_{\text{PEAK}}$ [kV]	dU/dt [kV/ $\mu\text{sec}$ ]
5	400	0,0904	0,718	6,41
50 (164)	400	0,292	1,05	2,84
5	480	0,108	0,835	6,20
50 (164)	480	0,32	1,25	3,09

Tabella 7.8 Dati dU/dt per FC 280, 2,2 kW (3,0 cv), 3x380–480 V

Lunghezza del cavo [m]	Tensione di rete [V]	Tempo di salita [ $\mu\text{sec}$ ]	$U_{\text{PEAK}}$ [kV]	dU/dt [kV/ $\mu\text{sec}$ ]
5	400	0,096	0,632	5,31
50 (164)	400	0,306	0,99	2,58
5	480	0,118	0,694	4,67
50 (164)	480	0,308	1,18	3,05

Tabella 7.9 Dati dU/dt per FC 280, 5,5 kW (7,5 cv), 3x380–480 V

Lunghezza del cavo [m]	Tensione di rete [V]	Tempo di salita [µsec]	U <sub>PEAK</sub> [kV]	dU/dt [kV/µsec]
5	400	0,128	0,732	4,54
50 (164)	400	0,354	1,01	2,27
5	480	0,134	0,835	5,03
50 (164)	480	0,36	1,21	2,69

Tabella 7.10 Dati dU/dt per FC 280, 7,5 kW (10 cv), 3x380-480 V

Lunghezza del cavo [m]	Tensione di rete [V]	Tempo di salita [µsec]	U <sub>PEAK</sub> [kV]	dU/dt [kV/µsec]
5	400	0,26	0,84	2,57
50 (164)	400	0,738	1,07	1,15
5	480	0,334	0,99	2,36
50 (164)	480	0,692	1,25	1,44

Tabella 7.11 Dati dU/dt per FC 280, 15 kW (20 cv), 3x380-480 V

Lunghezza del cavo [m]	Tensione di rete [V]	Tempo di salita [µsec]	U <sub>PEAK</sub> [kV]	dU/dt [kV/µsec]
5	400	0,258	0,652	2,01
50 (164)	400	0,38	1,03	2,15
5	480	0,258	0,752	2,34
50 (164)	480	0,4	1,23	2,42

Tabella 7.12 Dati dU/dt per FC 280, 22 kW (30 cv), 3x380-480 V

Lunghezza del cavo [m]	Tensione di rete [V]	Tempo di salita [µsec]	U <sub>PEAK</sub> [kV]	dU/dt [kV/µsec]
5	240	0,0712	0,484	5,44
50 (164)	240	0,224	0,594	2,11

Tabella 7.13 Dati dU/dt per FC 280, 1,5 kW (2,0 cv), 3x200-240 V

Lunghezza del cavo [m]	Tensione di rete [V]	Tempo di salita [µsec]	U <sub>PEAK</sub> [kV]	dU/dt [kV/µsec]
5	240	0,072	0,468	5,25
50 (164)	240	0,208	0,592	2,28

Tabella 7.14 Dati dU/dt per FC 280, 2,2 kW (3,0 cv), 3x200-240 V

Lunghezza del cavo [m]	Tensione di rete [V]	Tempo di salita [µsec]	U <sub>PEAK</sub> [kV]	dU/dt [kV/µsec]
5	240	0,092	0,526	4,56
50 (164)	240	0,28	0,6	1,72

Tabella 7.15 Dati dU/dt per FC 280, 3,7 kW (5,0 cv), 3x200-240 V

Lunghezza del cavo [m]	Tensione di rete [V]	Tempo di salita [µsec]	U <sub>PEAK</sub> [kV]	dU/dt [kV/µsec]
5	240	0,088	0,414	3,79
50 (164)	240	0,196	0,593	2,41

Tabella 7.16 Dati dU/dt per FC 280, 1,5 kW (2,0 cv), 1x200-240 V

Lunghezza del cavo [m]	Tensione di rete [V]	Tempo di salita [µsec]	U <sub>PEAK</sub> [kV]	dU/dt [kV/µsec]
5	240	0,112	0,368	2,64
50 (164)	240	0,116	0,362	2,51

Tabella 7.17 Dati dU/dt per FC 280, 2,2 kW (3,0 cv), 1x200-240 V

## 7.12 Condizioni speciali

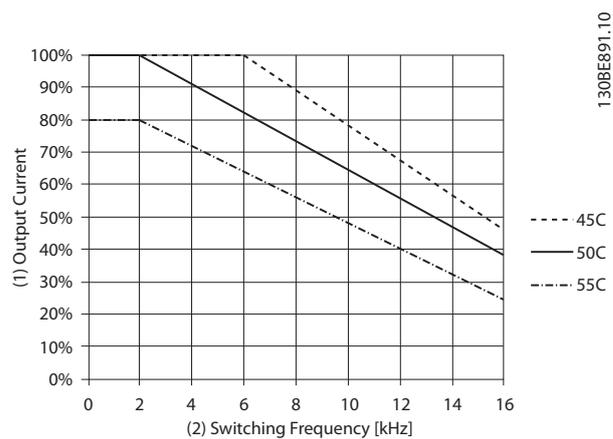
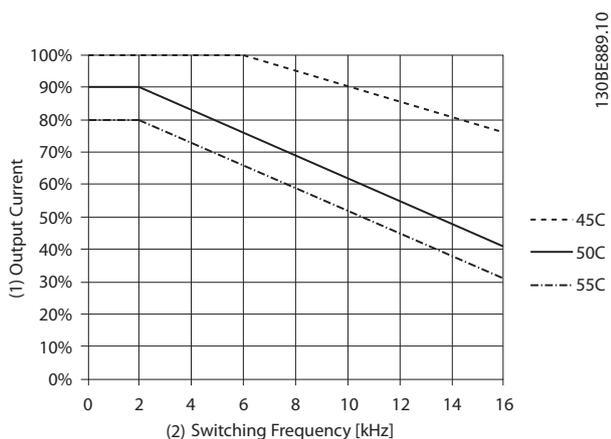
In particolari condizioni, quando il funzionamento del convertitore di frequenza è reso difficile, considerare il declassamento. In alcuni casi il declassamento deve essere effettuato manualmente.

In altre condizioni, il convertitore di frequenza esegue automaticamente un certo grado di declassamento quando necessario. Il declassamento viene eseguito per assicurare prestazioni in fasi critiche, quando l'alternativa potrebbe essere uno scatto.

### 7.12.1 Declassamento manuale

Il declassamento manuale può essere preso in considerazione in caso di:

- Pressione dell'aria – per installazioni ad altitudini superiori a 1000 m.
- Velocità del motore - per funzionamento continuo a basso numero di giri/min. nelle applicazioni con coppia costante.
- Temperatura ambiente – superiore a 45 °C, per i dettagli vedere da *Disegno 7.3* a *Disegno 7.12*.



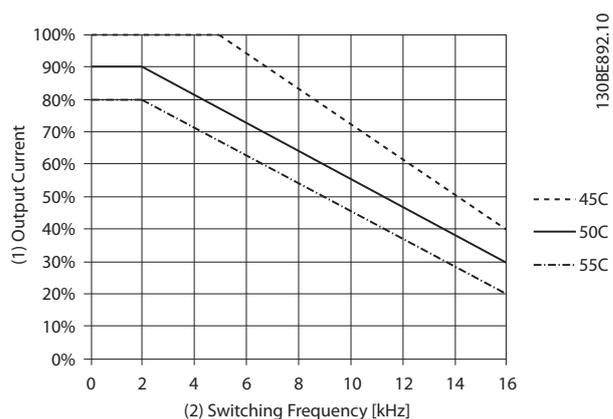
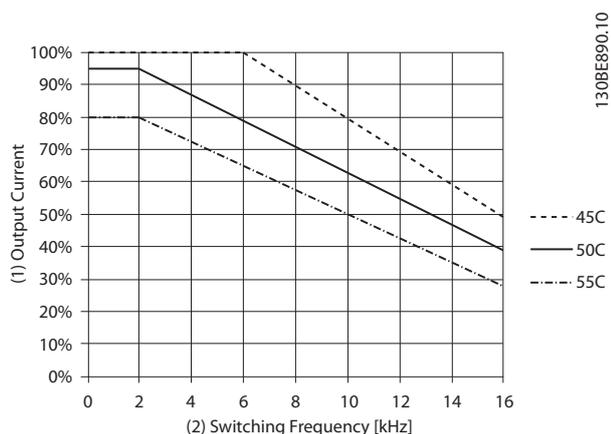
(1)	Corrente di uscita
(2)	Frequenza di commutazione [kHz]

(1)	Corrente di uscita
(2)	Frequenza di commutazione [kHz]

Disegno 7.3 Curva di declassamento K1T4

Disegno 7.5 Curva di declassamento K3T4

7

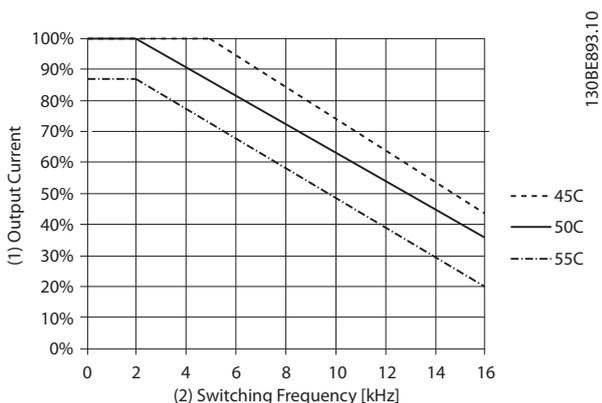


(1)	Corrente di uscita
(2)	Frequenza di commutazione [kHz]

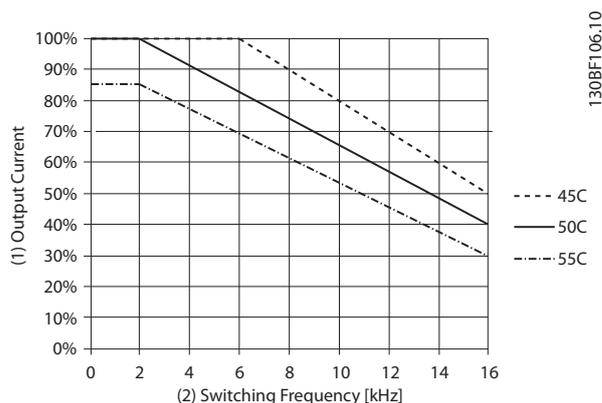
(1)	Corrente di uscita
(2)	Frequenza di commutazione [kHz]

Disegno 7.4 Curva di declassamento K2T4

Disegno 7.6 Curva di declassamento K4T4



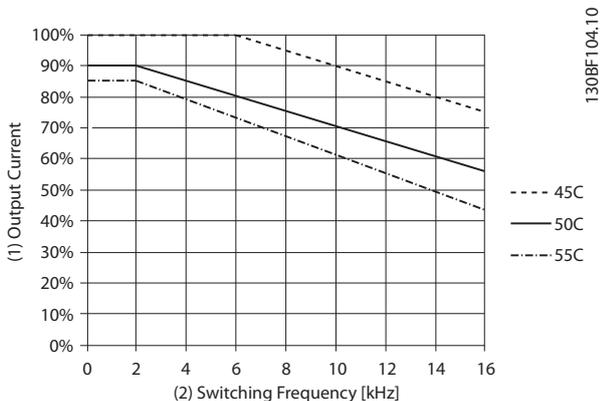
(1)	Corrente di uscita
(2)	Frequenza di commutazione [kHz]



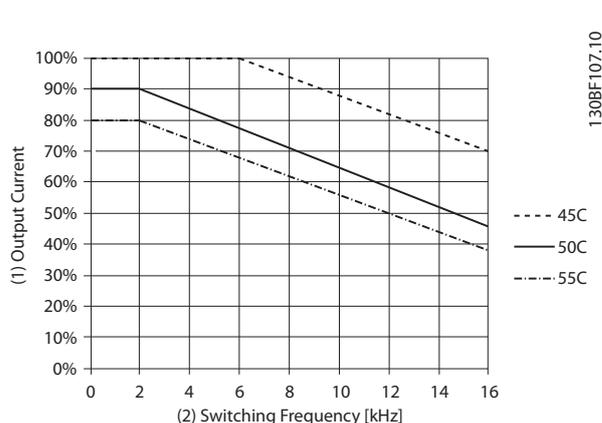
(1)	Corrente di uscita
(2)	Frequenza di commutazione [kHz]

Disegno 7.7 Curva di declassamento K5T4

Disegno 7.10 Curva di declassamento K3T2



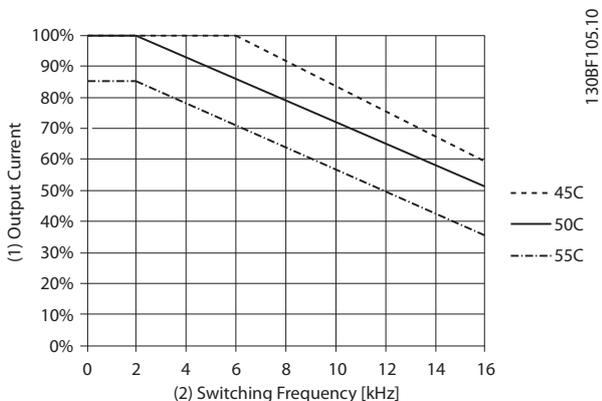
(1)	Corrente di uscita
(2)	Frequenza di commutazione [kHz]



(1)	Corrente di uscita
(2)	Frequenza di commutazione [kHz]

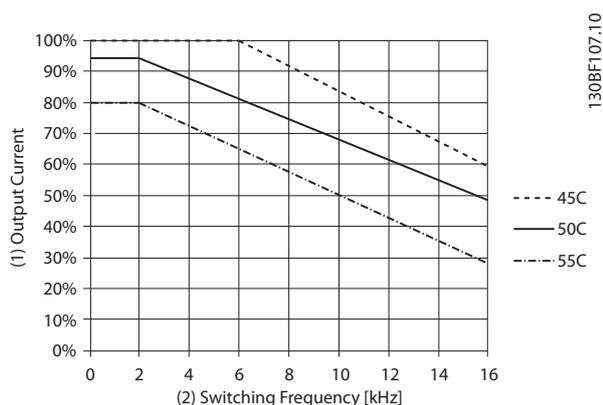
Disegno 7.8 Curva di declassamento K1T2

Disegno 7.11 Curva di declassamento K1S2



(1)	Corrente di uscita
(2)	Frequenza di commutazione [kHz]

Disegno 7.9 Curva di declassamento K2T2



(1)	Corrente di uscita
(2)	Frequenza di commutazione [kHz]

Disegno 7.12 Curva di declassamento K2S2

**AVVISO!**

La frequenza di commutazione nominale è di 6 kHz per K1-K3, 5 kHz per K4-K5.

7.12.2 Declassamento automatico

Un convertitore di frequenza controlla costantemente i livelli critici:

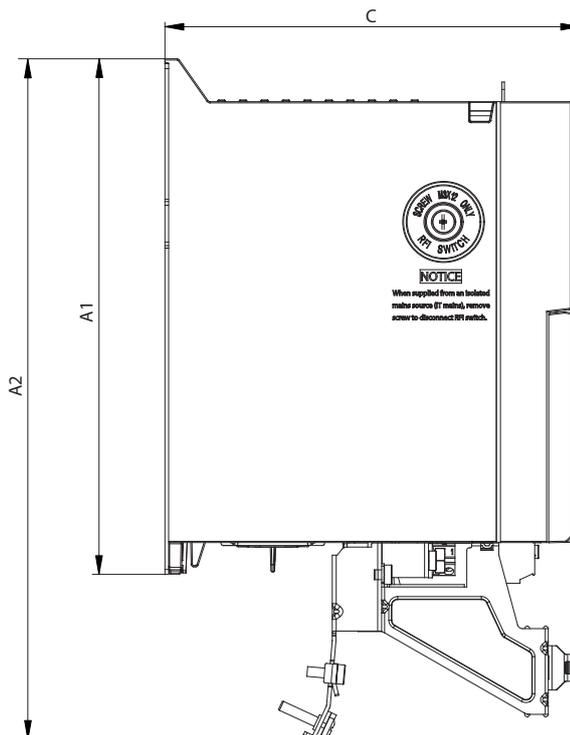
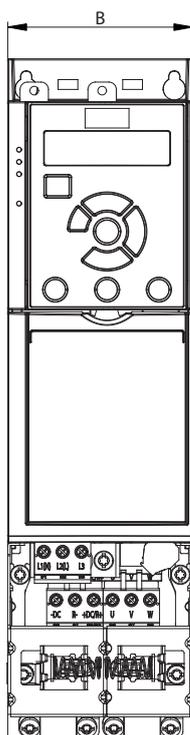
- Alta temperatura critica nel dissipatore.
- Carico del motore elevato.
- Velocità del motore ridotta.
- Vengono azionati i segnali di protezione (sovratensione/sotto tensione, sovracorrente, guasto verso terra e cortocircuito).

In risposta a un livello critico, il convertitore di frequenza adegua la frequenza di commutazione.

## 7.13 Dimensioni contenitore, potenze nominali e dimensioni

Taglia di potenza [kW]	Dimensione contenitore	K1					K2			K3	K4		K5		
		0,37	0,55	0,75	1,1	1,5	2,2			-	-	-			
Taglia di potenza [kW]	Monofase 200-240 V	0,37	0,55	0,75	1,1	1,5	2,2			-	-	-			
	Trifase: 200-240 V	0,37	0,55	0,75	1,1	1,5	2,2			3,7	-	-			
	Trifase: 380-480 V	0,37	0,55	0,75	1,1	1,5	2,2	3	4	5,5	7,5	11	15	18,5	22
Dimensioni [mm]	<b>FC 280 IP20</b>														
	Altezza A	210 (8,3)					272,5 (10,7)			272,5 (10,7)	317,5 (12,5)	410 (16,1)			
	Larghezza B	75 (3,0)					90 (3,5)			115 (4,5)	133 (5,2)	150 (5,9)			
	Profondità C	168 (6,6)					168 (6,6)			168 (6,6)	245 (9,6)	245 (9,6)			
	<b>FC 280 con kit IP21</b>														
	Altezza A	338,5 (13,3)					395 (15,6)			395 (15,6)	425 (16,7)	520 (20,5)			
	Larghezza B	100 (3,9)					115 (4,5)			130 (5,1)	153 (6,0)	170 (6,7)			
	Profondità C	183 (7,2)					183 (7,2)			183 (7,2)	260 (10,2)	260 (10,2)			
	<b>FC 280 con kit NEMA tipo 1</b>														
	Altezza A	294 (11,6)					356 (14)			357 (14,1)	391 (15,4)	486 (19,1)			
	Larghezza B	75 (3,0)					90 (3,5)			115 (4,5)	133 (5,2)	150 (5,9)			
	Profondità C	168 (6,6)					168 (6,6)			168 (6,6)	245 (9,6)	245 (9,6)			
Peso [kg (lb)]		2,5 (5,5)					3,6 (7,9)			4,6 (10,1)	8,2 (18,1)	11,5 (25,4)			
Fori di montaggio [mm (in)]	a	198 (7,8)					260 (10,2)			260 (10,2)	297,5 (11,7)	390 (15,4)			
	b	60 (2,4)					70 (2,8)			90 (3,5)	105 (4,1)	120 (4,7)			
	c	5 (0,2)					6,4 (0,25)			6,5 (0,26)	8 (0,32)	7,8 (0,31)			
	d	9 (0,35)					11 (0,43)			11 (0,43)	12,4 (0,49)	12,6 (0,5)			
	e	4,5 (0,18)					5,5 (0,22)			5,5 (0,22)	6,8 (0,27)	7 (0,28)			
	f	7,3 (0,29)					8,1 (0,32)			9,2 (0,36)	11 (0,43)	11,2 (0,44)			

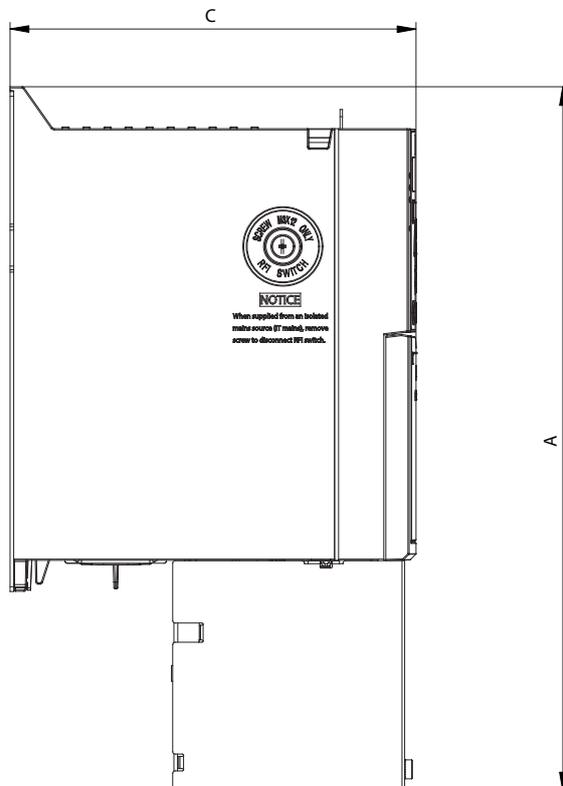
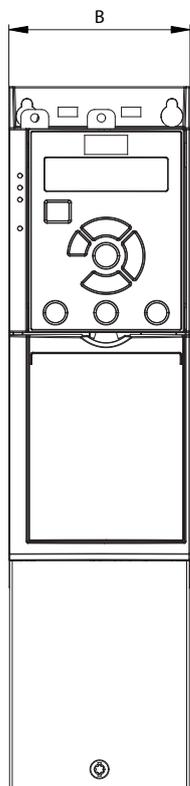
Tabella 7.18 Dimensioni contenitore, potenze nominali e dimensioni



130BE84.11

7

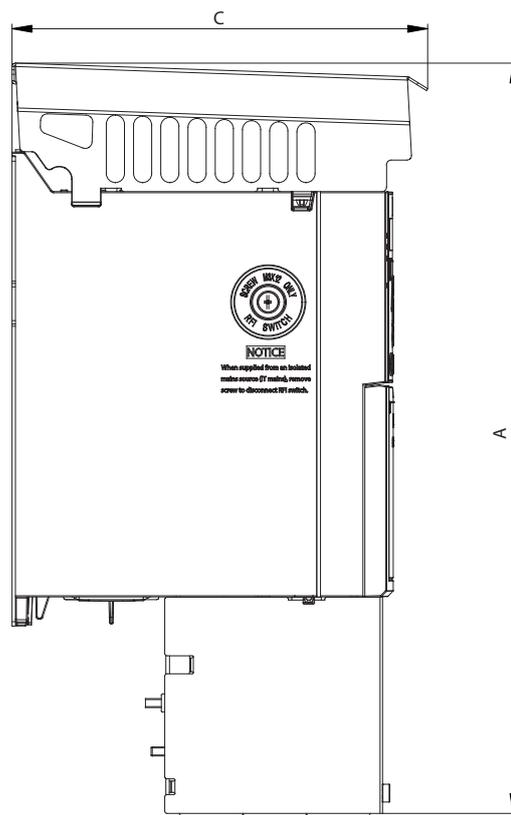
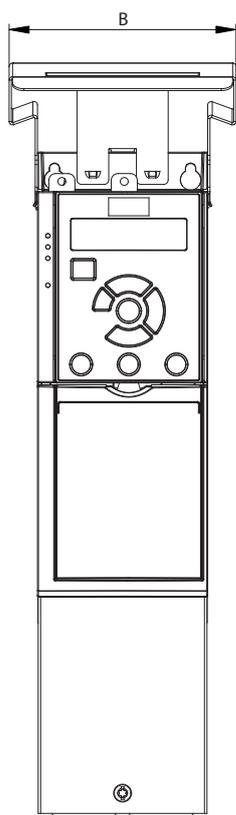
Disegno 7.13 Standard con piastra di disaccoppiamento



130BE846.10

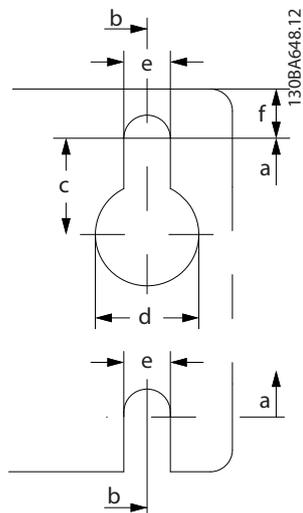
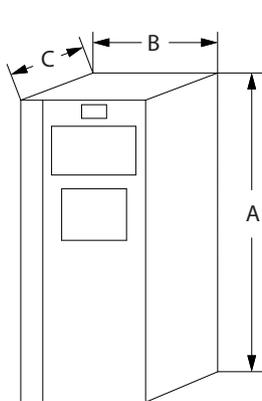
Disegno 7.14 Standard con IP21

7



1308E845.10

Disegno 7.15 Standard con NEMA tipo 1



1308A648.12

Disegno 7.16 Fori di montaggio superiori e inferiori

## Indice

## A

Adattamento automatico motore.....	6
AMA.....	6
AMA con T27 collegato.....	45
Anello aperto.....	84

## B

Banda morta.....	23
Banda morta intorno allo 0.....	23

## C

Catch-up/slow-down.....	21
Circuito intermedio.....	42, 87
Classe di efficienza energetica.....	81
Codice di eccezione Modbus.....	65
Codice funzione.....	64
Collegamento a triangolo a terra.....	14
Collegamento a triangolo sospeso.....	14
Collegamento in rete.....	55
Commutazione sull'uscita.....	42
Compensazione dello scorrimento.....	7
Comunicazione Modbus.....	55
Comunicazione seriale.....	6, 84
Condizione ambientale.....	81
Condizione di funzionamento estrema.....	42
Condizioni speciali.....	88
Configurazione di rete.....	61
Conformità	
Certificato UL.....	9
Controllo	
Cablaggio.....	16
Caratteristica.....	84
Parola di controllo.....	69
Coppia	
Caratteristica della coppia.....	81
Controllo di coppia.....	17
Coppia di interruzione.....	6
Coppie di serraggio dei morsetti.....	85
Corrente di dispersione.....	37
Corrente di uscita.....	83
Corrente nominale del motore.....	6
Cortocircuito.....	42
D	
Declassamento.....	81
Dimensione cavo.....	13

Direttiva EMC.....	8
Direttiva macchine.....	8
Direttiva sulla bassa tensione.....	8
Direttiva, bassa tensione.....	8
Direttiva, EMC.....	8
Direttiva, macchine.....	8
Duty cycle intermittente.....	7

## E

Efficienza energetica.....	78, 79, 80
EMC.....	81
ETR.....	7, 42
vedi anche <i>Relè termico elettronico</i>	

## F

Filtro RFI.....	14
Freno CC.....	70
Freno di stazionamento meccanico.....	39
Funzione freno.....	40
Fusibile.....	85

## I

IEC 61800-3.....	14, 81
IND.....	58
Indice (IND).....	58
Ingressi	
Ingresso a impulsi.....	83
Ingresso analogico.....	6, 82
Ingresso digitale.....	19, 82
Ingresso	
Alimentazione.....	14
Corrente.....	14
Morsetto.....	14
Ingresso CA.....	14

## L

LCP.....	5, 7, 19
Lettura dei registri di mantenimento (03 hex).....	68
Limite di riferimento.....	21
Livello di tensione.....	82
Lunghezza cavo.....	82
Lunghezza del telegramma (LGE).....	57

## M

Mantenimento frequenza di uscita.....	70
Marchio CE.....	8
Marcia jog.....	5, 70
Messa a terra.....	13, 14

Modbus RTU.....	60	Retroazione impulsi.....	22
Momento di inerzia.....	42	Riferimento analogico.....	22
Motore		Riferimento bus.....	22
Cavo.....	13	Riferimento congelato.....	21
Fase del motore.....	42	Riferimento di velocità.....	45
Protezione termica del motore.....	42, 72	Riferimento impulsi.....	6, 22
Sovratensione generata dal motore.....	42	Riferimento preimpostato.....	22
Tensione motore.....	87	Ripristino allarme.....	19
Uscita motore.....	81	Risorse aggiuntive.....	5
<b>N</b>		Risultato dei test EMC.....	35
Norme e conformità per STO.....	9	Rotazione libera.....	70, 71
Numeri dei parametri (PNU).....	58	RS485	
<b>P</b>		Installazione e setup dell'RS485.....	54
Panoramica Modbus RTU.....	60	RS485.....	54, 56
Parola di stato.....	71	Rumorosità acustica.....	87
PELV.....	47, 83	Ruota libera.....	5
PELV, tensione di protezione bassissima.....	37	<b>S</b>	
Personale qualificato.....	9	Scatto.....	8
PID controllo di processo.....	28	Scheda di controllo	
PID di velocità.....	17, 19	Comunicazione seriale RS485.....	84
Potenza di frenatura.....	6, 40	Comunicazione seriale USB.....	84
Precauzione EMC.....	55	Prestazioni.....	84
Precauzioni di sicurezza.....	9	Tensione di uscita a +10 V CC.....	84
Presentazione delle emissioni EMC.....	34	Tensione di uscita a 24 V CC.....	83
Profilo FC		Setup hardware.....	55
FC con Modbus RTU.....	56	Sezione trasversale.....	82
Panoramica del protocollo.....	56	SIL2.....	9
Profilo FC.....	69	SILCL di SIL2.....	9
Protezione.....	37	Sovraccarico statico nella modalità VVC+.....	42
Protezione del circuito di derivazione.....	85	Spegnere e riaccendere.....	7
<b>R</b>		STO	
RCD.....	7	Attivazione.....	50
Regolatore di corrente interno, modalità VVC+.....	19	Dati tecnici.....	53
Regolatore di velocità PID.....	26	Disattivazione.....	50
Relè cliente.....	51	Manutenzione.....	52
Relè termico elettronico.....	7	Riavvio automatico.....	50, 51
vedi anche <i>ETR</i>		Riavvio manuale.....	50, 51
Rendimento.....	86	Test di messa in funzione.....	51
Requisiti di immunità EMC.....	36	Struttura di controllo	
Resistenza di frenatura.....	6, 39, 74	Anello aperto.....	19
Rete		<b>T</b>	
Alimentazione.....	7	Tasto di comando GLCP.....	19
Alimentazione (L1/N, L2/L, L3).....	80	Tasto di comando NLCP.....	19
Caduta di tensione di rete.....	42	Tempo di salita.....	87
Dati dell'alimentazione.....	78	Tempo di scarica.....	9
CA.....	14	Tensione di alimentazione.....	83
isolata.....	14	Termistore.....	8, 47
Retroazione analogica.....	22	Tipo di dati, supportati.....	59

## U

Uscita a relè..... 84

Uscita congelata..... 5

## Uscite

Uscita analogica..... 6, 83

Uscita digitale..... 83

## V

Velocità del motore sincrono..... 6

Velocità nominale del motore..... 6

VVC+..... 8, 19



.....  
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

