



Guida alla Progettazione

VLT® Decentral Drive FCD 302

Sommario

1 Introduzione	5
1.1 Come leggere la Guida alla Progettazione	5
1.1.1 Definizioni	5
1.1.2 Simboli	8
1.2 Precauzioni di sicurezza	8
1.3 Versione software	9
1.4 Marchio CE	9
1.4.1 Conformità	9
1.4.2 Campo di applicazione della direttiva	9
1.4.3 Marchio CE	10
1.4.4 Conformità alla Direttiva EMC 2004/108/CE	10
1.4.5 Conformità	10
1.5 Smaltimento	10
2 Panoramica dei prodotti	11
2.1 Controllo	11
2.1.1 Principio di regolazione	12
2.1.2 Regolatore Interno di Corrente in modalità VVC ^{plus}	12
2.2 EMC	14
2.2.1 Considerazioni generali sulle emissioni EMC	14
2.2.2 Risultati del test EMC	15
2.2.3 Requisiti relativi alle emissioni	16
2.2.4 Requisiti di immunità:	16
2.3 Gestione dei riferimenti	18
2.3.1 Limiti riferimento	19
2.3.2 Conversione in scala dei riferimenti preimpostati e dei riferimenti bus	20
2.3.3 Demoltiplicazione dei riferimenti analogici e retroazioni	20
2.3.4 Banda morta intorno allo zero	22
2.5 Isolamento galvanico (PELV)	26
2.5.1 PELV - Bassissima tensione di protezione	26
2.6 Freno meccanico	27
2.6.1 Freno meccanico di sollevamento	27
2.6.2 Cablaggio resistenza freno	27
2.7 Funzioni freno	28
2.7.1 Freno di stazionamento meccanico	28
2.7.2 Frenatura dinamica	28
2.7.3 Scelta della Resistenza di frenatura	28
2.7.4 Controllare con Funzione freno	30

3 Integrazione di sistema	31
3.1 Introduzione	31
3.1.1 Montaggio	31
3.1.1.1 Installazione igienica	31
3.2 Ingresso: dinamica lato rete	32
3.2.1 Collegamenti	32
3.2.1.1 Caratteristiche dei cavi	32
3.2.1.2 Collegamento alla rete e messa a terra	32
3.2.1.3 Collegamento relè	33
3.2.2 Fusibili e interruttori	33
3.2.2.1 Fusibili	33
3.2.2.2 Raccomandazioni	33
3.2.2.3 Conformità CE	34
3.2.2.4 Conformità UL	34
3.3 Uscita: dinamica lato motore	34
3.3.1 Collegamento motore	34
3.3.2 Sezionatori di rete	35
3.3.3 Informazioni aggiuntive sul motore	36
3.3.3.1 Cavo motore	36
3.3.3.2 Protezione termica del motore	36
3.3.3.3 Collegamento in parallelo dei motori	36
3.3.3.4 Isolamento motore	37
3.3.3.5 Correnti cuscinetti motore	37
3.3.4 Condizioni di funzionamento estreme	37
3.3.4.1 Protezione termica del motore	38
3.4 Convertitore di frequenza/selezioni opzioni	39
3.4.1 Cavi di controllo e morsetti	39
3.4.1.1 Instradamento del cavo di comando	39
3.4.1.2 DIP-switch	39
3.4.1.3 Esempio di cablaggio di base	40
3.4.1.4 Installazione elettrica, Cavi di comando	41
3.4.1.5 Uscita a relè	42
3.4.2 Resistenze freno	42
3.4.2.1 Resistenze freno 10%	43
3.4.2.2 Resistenza di frenatura 40%	43
3.4.3 Condizioni speciali	43
3.4.3.1 Declassamento manuale	43
3.4.3.2 Declassamento automatico	43
3.4.3.3 Declassamento in relazione ad un funzionamento a bassa velocità	44
3.4.4 EMC	44

3.4.4.1 Cavi conformi ai requisiti EMC	44
3.4.4.2 Messa a terra cavi di controllo schermati	46
3.4.4.3 Switch RFI	46
3.4.5 Interferenza di rete/armoniche	47
3.4.5.1 Interferenza/armoniche di rete	47
3.4.5.2 Effetto delle armoniche in un sistema di distribuzione dell'energia	47
3.4.5.3 Standard e requisiti per la limitazione delle armoniche	48
3.4.5.4 Riduzione delle armoniche	48
3.4.5.5 Calcolo delle armoniche	48
3.4.6 Collaudo e setup finale	49
3.4.6.1 Messa a terra	49
3.4.6.2 Messa a terra di sicurezza	49
3.4.6.3 Controllo finale del setup	49
3.5 Condizioni ambientali	50
3.5.1 Umidità dell'aria	50
3.5.2 Ambienti aggressivi	50
3.5.3 Vibrazioni e urti	51
3.5.4 Rumorosità acustica	51
4 Esempi applicativi	52
4.1 Collegamento encoder	57
4.2 Direzione dell'encoder	57
4.3 Sistema di regolazione ad anello chiuso	57
4.4 Controllo PID	58
4.4.1 Regolatore di velocità PID	58
4.4.2 I seguenti parametri sono rilevanti per il controllo di velocità	58
4.4.3 Taratura PID controllo di velocità	60
4.4.4 PID controllo di processo	61
4.4.6 Esempio di un PID controllo di processo	63
4.4.8 Metodo di taratura Ziegler Nichols	65
4.4.9 Esempio di un PID controllo di processo	66
4.5 Strutture di controllo	67
4.5.1 Struttura di controllo nel controllo vettoriale avanzato VVC ^{plus}	67
4.5.2 Struttura di controllo in controllo vettoriale a orientamento di campo	68
4.5.3 Struttura del controllo nella configurazione Flux con retroazione da motore	68
4.6 Comando locale (Hand On) e remoto (Auto)	69
4.7 Programmazione del Limite di coppia e Arresto	70
4.8 Freno meccanico	71
4.9 Arresto di sicurezza	72
4.9.1.1 Morsetto 37 Funzione Arresto di sicurezza	73
4.9.1.2 Test di collaudo dell'Arresto d'emergenza	77

5 Codice tipo e guida alla selezione	79
5.1 Descrizione del codice identificativo	79
5.1.1 Configuratore del convertitore di frequenza	80
5.2 Codici d'ordine	81
5.2.1 Codici d'ordine: Accessori	81
5.2.2 Codici d'ordine: Pezzi di ricambio	81
5.3 Opzioni e accessori	82
5.3.1 Opzioni fieldbus	82
5.3.2 Opzione encoder MCB 102	82
5.3.3 Opzione resolver MCB 103	83
6 Specifiche	86
6.1 Dimensioni meccaniche	86
6.2 Dati elettrici e dimensioni dei cavi	87
6.3 Specifiche generali	89
6.4 Efficienza	93
6.5.1 Rumorosità acustica	93
6.6.1 Condizioni dU/dt	93
Indice	94

1 Introduzione

1.1 Come leggere la Guida alla Progettazione

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

Ulteriori risorse disponibili

- *Manuale di funzionamento MG04F*, per le informazioni richieste per installare e mettere in funzione il convertitore di frequenza.
- *Guida alla Programmazione, MG04G*, per informazioni sulla programmazione dell'unità, include le descrizioni complete dei parametri.
- *Manuale di funzionamento Modbus RTU, MG92B*, per le informazioni richieste per controllare, monitorare e programmare il convertitore di frequenza mediante il bus di campo Modbus integrato.
- *Manuale di funzionamento Profibus, MG34N, manuale di funzionamento Ethernet, MG90J, e manuale di funzionamento ProfiNet. MG90U*, per informazioni necessarie per controllare, monitorare e programmare il convertitore di frequenza mediante un bus di campo.
- *Manuale MCB 102*.
- *Opzione resolver VLT Automation Drive FC 300 MCB 103, MI33I*.
- *Istruzioni opzione interfaccia Safe PLC MCB 108, MI33J*.
- *Guida alla Progettazione della resistenza di frenatura, MG90O*.
- Approvazioni.

La documentazione tecnica e le approvazioni sono disponibili online all'indirizzo www.danfoss.com/BusinessAreas/DrivesSolutions/Documentations/Technical+Documentation.

1.1.1 Definizioni

Convertitore di frequenza:

Ruota libera

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

I_{MAX}

La corrente di uscita massima.

I_N

La corrente di uscita nominale fornita dal convertitore di frequenza.

U_{MAX}

La tensione in uscita massima.

Ingresso:

Comando di controllo

Avviare ed arrestare il motore collegato mediante l'LCP e gli ingressi digitali.

Le funzioni sono divise in due gruppi.

Le funzioni nel gruppo 1 hanno una priorità maggiore rispetto alle funzioni nel gruppo 2.

Gruppo 1	Ripristino, Arresto a ruota libera, Ripristino e Arresto a ruota libera, Arresto rapido, Frenatura CC, Arresto e il tasto "Off".
Gruppo 2	Avviamento, Avviamento a impulsi, Inversione, Avviamento inverso, Marcia jog e Uscita congelata

Tabella 1.1 Funzioni del comando di controllo

Motore:

f_{JOG}

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

f_M

Frequen. motore. Uscita dal convertitore di frequenza. La frequenza di uscita è correlata alla velocità dell'albero sul motore in funzione del numero di poli e della frequenza di scorrimento.

f_{MAX}

La frequenza di uscita massima del convertitore di frequenza sull'uscita. La frequenza massima di uscita è impostata nel limite par. 4-12, 4-13 e 4-19.

f_{MIN}

La frequenza minima del motore dal convertitore di frequenza. Default 0 Hz.

$f_{M,N}$

Frequenza nominale del motore (dati di targa).

I_M

La corrente del motore.

$I_{M,N}$

Corrente nominale del motore (dati di targa).

$n_{M,N}$

La velocità nominale del motore (dati di targa).

n_s

Velocità del motore sincrono

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

$P_{M,N}$

La potenza nominale del motore (dati di targa).

 $T_{M,N}$

La coppia nominale (del motore).

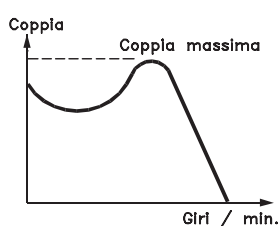
 U_M

La tensione istantanea del motore.

 $U_{M,N}$

Tensione nominale del motore (dati di targa).

Coppia di spunto



175ZA078.10

Disegno 1.1 Coppia di spunto

 η

Le prestazioni del convertitore di frequenza vengono definite come il rapporto tra la potenza di uscita e quella di entrata.

Comando di disabilitazione dell'avviamento

Un comando di arresto appartenente ai comandi di controllo del gruppo 1, vedere questo gruppo.

Comando di arresto

Vedere Comandi di controllo.

Riferimenti:

Rif. analogico

Un segnale analogico applicato agli ingressi 53 o 54. Il segnale può essere di tensione 0-10V o -10 +10 V. Il segnale di corrente è 0-20 mA o 4-20 mA.

Riferimento binario

Un segnale applicato alla porta di comunicazione seriale (RS-485 morsetto 68-69).

Riferimento preimpostato

Un riferimento preimpostato definito, impostato tra -100% e +100% dell'intervallo di riferimento. Selezionare otto riferimenti preimpostati mediante i morsetti digitali.

Rif. impulsi

Un riferimento a impulsi applicato al morsetto 29 o 33, selezionato dal par. 5-13 o 5-15 [32]. Conversione in scala nel gruppo par. 5-5*.

 Rif_{MAX}

Mostra la relazione tra l'ingresso di riferimento al 100% del valore di fondo scala (tipicamente 10 V, 20 mA) e il riferimento risultante. Impostare il valore di riferimento massimo in 3-03 Riferimento max.

 Rif_{MIN}

Determina la relazione tra l'ingresso di riferimento al 0% del valore di fondo scala (tipicamente 0 V, 0 mA, 4 mA) e il riferimento risultante. Impostare il valore di riferimento minimo in 3-02 Riferimento minimo.

Varie:

Ingressi analogici

Gli ingressi analogici vengono utilizzati per controllare varie funzioni del convertitore di frequenza.

Esistono due tipi di ingressi analogici:

Ingresso in corrente 0-20 mA and 4-20 mA

Ingresso in tensione, 0-10 V CC

Ingresso in tensione, da -10 a +10 V CC.

Uscite analogiche

Le uscite analogiche sono in grado di fornire un segnale di 0-20 mA o 4-20 mA.

Adattamento automatico motore, AMA

L'algoritmo AMA determina i parametri elettrici del motore accoppiato in arresto.

Resistenza di frenatura

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

Caratteristiche CT

Caratteristiche di 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 dispone di due stadi di uscita a stato solido che sono in grado di fornire un segnale a 24 V CC (max. 40 mA).

DSP

Processore Digitale di Segnali.

ETR

Il Relè Termico Elettronico è un calcolo del carico termico basato sul carico corrente e sul tempo. Lo scopo consiste nello stimare la temperatura del motore.

Hiperface®

Hiperface® è un marchio registrato da Stegmann.

Inizializzazione

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

Duty cycle intermittente

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

LCP

Il Pannello di Controllo Locale (LCP) comprende un'interfaccia completa per il controllo e la programmazione del convertitore di frequenza. L'LCP è estraibile e, in alternativa, può essere installato fino a 3 metri di distanza dal convertitore di frequenza, cioè in un pannello anteriore, usando un kit di montaggio opzionale

lsb

Bit meno significativo.

msb

Bit più significativo.

MCM

Abbreviazione per Mille Circular Mil, un'unità americana per la sezione trasversale dei cavi. $1 \text{ MCM} = 0,5067 \text{ mm}^2$.

Parametri on-line/off-line

I passaggi ai parametri on-line vengono attivati immediatamente dopo la variazione del valore dei dati. I passaggi ai parametri off-line vengono attivati digitando [OK] sull'LCP.

PID di processo

Il controllore PID mantiene la velocità, pressione, temperatura e così via desiderate, regolando la frequenza di uscita in funzione delle variazioni del carico.

PCD

Dati di processo

Ingresso digitale/encoder incrementale

Si utilizza un sensore digitale esterno per retroazionare informazioni sulla velocità e sulla direzione del motore. Si utilizzano encoder per applicazioni a dinamica elevata e retroazione precisa alta velocità. Il collegamento all'encoder avviene mediante il morsetto 32 e 32 o l'opzione encoder MCB 102.

RCD

Dispositivo a corrente residua.

Configurazione

È possibile salvare le impostazioni parametri in quattro setup. Commutare tra le quattro programmazioni parametri e modificare un setup mentre è attivo un altro.

SFAVM

Modello di commutazione chiamato Stator Flux oriented Asynchronous Vector Modulation (Controllo vettoriale asincrono a orientamento di campo nello statore) (14-00 *Modello di commutaz.*).

Compensazione dello scorrimento

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

Smart Logic Control (SLC)

Lo SLC è una sequenza di azioni definite dall'utente le quali vengono eseguite quando gli eventi associati definiti dall'utente sono valutati come TRUE dallo Smart Logic Controller. (Gruppo par. 13-** *Smart Logic Control (SLC)*).

STW

Parola di stato

Bus standard FC

Include il bus RS-485 con protocollo FC o protocollo MC. Vedere 8-30 *Protocollo*.

Termistore:

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

THD

La distorsione armonica totale (Total Harmonic Distortion) determina il contributo totale di armoniche.

Scatto

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

Scatto bloccato

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

Caratteristiche del VT

Caratteristiche di coppia variabili, utilizzate per pompe e ventole.

VVC^{plus}

Rispetto a una regolazione a rapporto tensione/frequenza tradizionale, il Controllo Vettoriale della Tensione (VVC^{plus}) migliora sia la dinamica che la stabilità, anche nel caso di variazioni della velocità di riferimento e della coppia di carico.

60° AVM

Modello di commutazione chiamato 60° Asynchronous Vector Modulation (Modulazione vettoriale asincrona a 60°) (14-00 Modello di commutaz.).

Fattore di potenza

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

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

Fattore di potenza per regolazione trifase:

$$= \frac{I_1 \times \cos\varphi}{I_{RMS}} = \frac{I_1}{I_{RMS}} \text{ da cui } \cos\varphi = 1$$

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

$$I_{RMS} = \sqrt{I_1^2 + I_5^2 + I_7^2 + \dots + I_n^2}$$

Un fattore di potenza elevato indica inoltre che le differenti correnti armoniche sono basse. Bobine CC integrate nel bus CC assicurano un elevato fattore di potenza e riducono la distorsione armonica totale sulla rete di alimentazione.

1.1.2 Simboli

Nel presente manuale vengono utilizzati i seguenti simboli.



Indica una situazione potenzialmente rischiosa che, se non evitata, potrebbe causare morte o lesioni gravi.



Indica una situazione potenzialmente rischiosa che, se non evitata, può causare lesioni leggere o moderate. Potrebbe essere utilizzata anche per avvisare di pratiche non sicure.

ATTENZIONE

Indica una situazione che potrebbe causare incidenti con danni alle apparecchiature o a proprietà.

NOTA!

Evidenzia informazioni che dovrebbero essere considerate con attenzione per evitare errori o un funzionamento del sistema con prestazioni inferiori a quelle ottimali,

* Indica un'impostazione di fabbrica

1.2 Precauzioni di sicurezza



Il convertitore di frequenza è pericoloso ogniqualvolta è collegato alla rete. È necessaria una corretta installazione del motore, del convertitore di frequenza o del bus di campo. Osservare le istruzioni nel presente manuale, nonché le norme di sicurezza nazionali e locali. Dopo la messa in funzione, l'inosservanza delle raccomandazioni di progetto può essere causa di danni alle apparecchiature o di lesioni gravi o mortali alle persone.



Alta tensione

Toccare le parti elettriche può avere conseguenze letali, anche dopo avere scollegato l'alimentazione di rete. In fase di pianificazione, assicurarsi che altri ingressi in tensione possano essere scollegati, quali i 24 V CC esterni, la condivisione del carico (collegamento del circuito intermedio CC), nonché il collegamento del motore per il backup cinetico.

I sistemi nei quali sono installati convertitori di frequenza devono, se necessario, essere dotati di un monitoraggio supplementare e con dispositivi protettivi in base alle regolazioni di sicurezza in vigore, ad es. la legge sugli utensili meccanici, le regolazioni per la prevenzione degli infortuni ecc. Le modifiche ai convertitori di frequenza effettuati per mezzo del software di funzionamento sono consentite.

Una volta che l'apparecchiatura è in funzione, il mancato rispetto delle raccomandazioni di progetto può causare lesioni gravi o mortali.

NOTA!

Le situazioni rischiose dovranno essere identificate dal costruttore della macchina / integratore che è responsabile per prendere in considerazione le necessarie misure preventive. Potrebbero essere inclusi dispositivi di monitoraggio supplementare e protettivi in base alle regolazioni di sicurezza in vigore, ad es. la legge sugli utensili meccanici, le regolazioni per la prevenzione degli infortuni ecc.

NOTA!

Gru, ascensori e montacarichi:

Il controllo di freni esterni deve sempre essere progettato con un sistema ridondante. Il convertitore di frequenza non può essere il circuito di sicurezza primario in nessuna circostanza. Conforme alle normative standard, ad es.

Montacarichi e gru: IEC 60204-32

Ascensori: EN 81

Modalità di protezione

Se viene superato un limite hardware relativo alla corrente motore o una tensione bus CC, il convertitore di frequenza entra in "Modalità di protezione". "Modalità di protezione" significa un cambiamento della strategia di modulazione PWM e una bassa frequenza di commutazione per minimizzare le perdite. Questo continua 10 s dopo l'ultimo guasto e aumenta l'affidabilità e robustezza del convertitore di frequenza mentre ristabilisce il pieno controllo del motore.

Nelle applicazioni di sollevamento, la "Modalità di protezione" non è utilizzabile perché di solito il convertitore di frequenza non è in grado di uscire da questa modalità e pertanto estenderà il tempo prima di attivare il freno - il che non è raccomandabile.

La "Modalità di protezione" può essere disattivata impostando il *14-26 Ritardo scatto al guasto inverter* su zero, il che significa che il convertitore di frequenza scatterà immediatamente se viene superato uno dei limiti hardware.

NOTA!

Si raccomanda di non disabilitare modo protezione nelle applicazioni di sollevamento (14-26 Ritardo scatto al guasto inverter=0)

1.3 Versione software

Controllare la versione software in *15-43 Versione software*.

1.4 Marchio CE**1.4.1 Conformità****La direttiva macchine (2006/42/CE)**

I convertitori di frequenza non rientrano nella Direttiva macchine. Se tuttavia un convertitore di frequenza è destinato all'utilizzo in una macchina, Danfoss fornisce informazioni sulla sicurezza relative al convertitore.

Cos'è la conformità e il marchio CE?

Il marchio CE ha lo scopo di evitare ostacoli tecnici al commercio in ambito EFTA ed UE. Il marchio CE introdotto dalla UE è un semplice metodo per indicare se un prodotto è conforme alle corrispondenti direttive UE. Il marchio CE non fornisce indicazioni sulla qualità o sulle specifiche dei prodotti. I convertitori di frequenza sono oggetto di due direttive UE:

La direttiva sulla bassa tensione (2006/95/CE)

I convertitori di frequenza devono essere dotati di marchio CE in conformità alla direttiva sulla bassa tensione del 1° gennaio 1997. La direttiva concerne tutte le apparecchiature elettriche funzionanti negli intervalli di tensione compresi fra 50 - 1000 V CA e 75 - 1500 V CC. Danfoss applica i marchi CE in base alla direttiva e rilascia su richiesta una dichiarazione di conformità.

La direttiva EMC (2004/108/CE)

EMC è l'abbreviazione di compatibilità elettromagnetica. La presenza di compatibilità elettromagnetica significa che l'interferenza reciproca fra diversi componenti e apparecchiature non influisce sul loro funzionamento.

La direttiva EMC è entrata in vigore il 1° gennaio 1996. Danfoss applica i marchi CE in base alla direttiva e rilascia su richiesta una dichiarazione di conformità. Per eseguire un'installazione in conformità ai requisiti EMC, vedere le istruzioni nella presente Guida alla progettazione. Danfoss specifica inoltre le norme a cui si conformano i propri prodotti. Danfoss offre i filtri presentati nelle specifiche e fornisce altri tipi di assistenza al fine di garantire risultati EMC ottimali.

Nella maggior parte dei casi, il convertitore di frequenza viene utilizzato in impianti realizzati da professionisti del settore, come componente complesso inserito in un'applicazione, in un sistema o in un impianto di grandi dimensioni.

1.4.2 Campo di applicazione della direttiva

Le "Guidelines on the Application of Council Directive 2004/108/CE" ("Linee guida per l'applicazione della direttiva del Consiglio 89/336/CEE") della UE definiscono tre situazioni tipiche per l'utilizzo di un convertitore di frequenza. Vedere sotto per la copertura/conformità EMC e il marchio CE.

1. Il convertitore di frequenza viene venduto direttamente all'utente finale. Il convertitore di frequenza viene ad esempio venduto a un mercato do-it-yourself. L'utente finale non è un esperto e installa il motore FC personalmente, ad esempio su una macchina per praticare un determinato hobby, un elettrodomestico ecc. Per queste applicazioni il convertitore di frequenza deve essere dotato di marchio CE in base alla direttiva EMC.
2. Il convertitore di frequenza è destinato ad essere installato in un impianto. L'impianto è realizzato da professionisti del settore. Potrebbe essere un impianto di produzione o un impianto di riscaldamento/ventilazione progettato e installato da professionisti del settore. Né il convertitore di frequenza né l'impianto finito devono essere dotati di marchio CE in base alla direttiva EMC. Tuttavia l'apparecchio deve essere conforme ai requisiti EMC fondamentali della direttiva. Questo viene garantito utilizzando componenti, apparecchiature e sistemi dotati di marchio CE in base alla direttiva EMC.
3. Il convertitore di frequenza viene venduto come parte di un sistema completo che viene commer-

cializzato come tale. Può essere ad esempio un sistema di condizionamento dell'aria. Il sistema completo deve essere dotato di marchio CE in base alla direttiva EMC. Il produttore può garantire il marchio CE in base alla direttiva EMC utilizzando componenti a marchio CE oppure verificando la compatibilità elettromagnetica del sistema. Se vengono usati solo componenti dotati di marchio CE, non è necessario testare l'intero sistema.

1.4.3 Marchio CE

Il marchio CE ha una funzione positiva quando viene usato per il suo scopo originale, vale a dire facilitare il commercio in ambito UE ed EFTA.

Tuttavia il marchio CE può coprire diverse specifiche. Controllare cosa copre/include specificamente un dato marchio CE.

Le specifiche possono variare ampiamente. Pertanto un marchio CE può infondere negli installatori una falsa sensazione di sicurezza quando il convertitore di frequenza viene impiegato come componente in un sistema o un'apparecchiatura.

Danfoss applica i marchi CE sui convertitori di frequenza in conformità alla direttiva Bassa Tensione. Ciò significa che, se il convertitore di frequenza è installato correttamente, ne garantiamo la conformità con la direttiva sulla bassa tensione. Danfoss rilascia una dichiarazione di conformità a conferma del fatto che il marchio CE è conforme alla direttiva sulla bassa tensione.

Il marchio CE vale anche per la direttiva EMC, a condizione che siano state seguite le istruzioni per un'installazione e un filtraggio corretti dal punto di vista della compatibilità elettromagnetica. Su questa base viene rilasciata una dichiarazione di conformità alla direttiva EMC.

La Guida alla Progettazione fornisce istruzioni di installazione dettagliate per garantire che l'installazione sia conforme ai requisiti EMC.

1.4.4 Conformità alla Direttiva EMC 2004/108/CE

Nella maggior parte dei casi il convertitore di frequenza viene utilizzato in impianti realizzati da professionisti del settore, come componente complesso inserito in un'applicazione, in un sistema o in un impianto di grandi dimensioni.

NOTA!

La responsabilità relativa alle caratteristiche EMC finali dell'applicazione, del sistema o dell'impianto resta a carico dell'installatore.

Come ausilio per l'installatore, Danfoss ha realizzato direttive di installazione EMC per sistemi motorizzati. Vengono rispettati gli standard e i livelli di prova indicati per i sistemi motorizzati, a condizione che vengano seguite le istruzioni per un'installazione conforme ai requisiti EMC; vedere 3.4.4 EMC.

1.4.5 Conformità

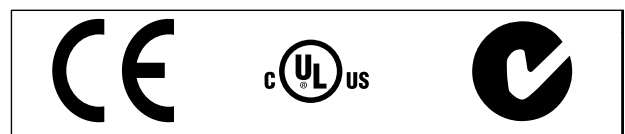


Tabella 1.2 Approvazioni FCD 302

1.5 Smaltimento

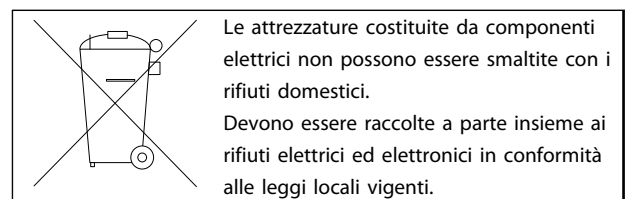
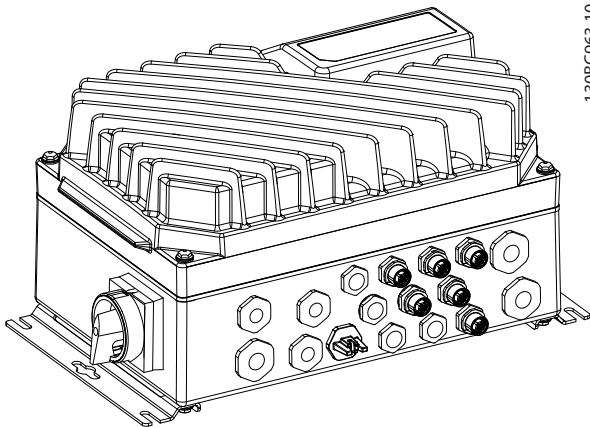
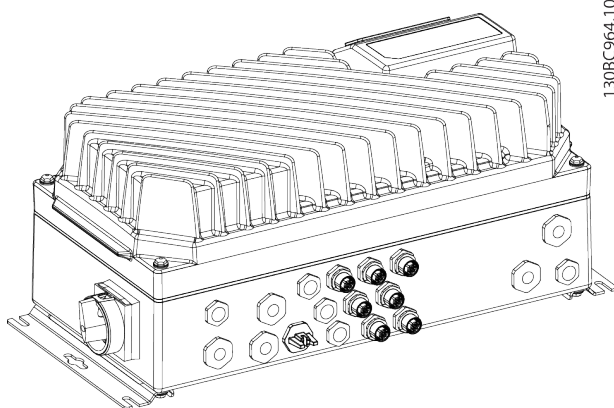


Tabella 1.3 Istruzioni per lo smaltimento

2 Panoramica dei prodotti



Disegno 2.1 Unità piccola



Disegno 2.2 Unità grande

2.1 Controllo

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

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

Il convertitore di frequenza FCD 302 è concepito per impianti con vari convertitori di frequenza di dimensioni minori, ad esempio nelle industrie alimentari e dell'imbottigliamento e nella movimentazione dei materiali. Nelle installazioni in cui vari motori sono distribuiti intorno ad un impianto come impianti di imbottigliamento, impianti di preparazione del cibo e di confezionamento e impianti di movimentazione bagagli, possono esserci dozzine, forse

centinaia di convertitori di frequenza che lavorano insieme ma che sono sparsi per una grande area fisica. In questi casi i costi di cablaggio da soli superano il costo dei singoli convertitori di frequenza ed è sensato avvicinare il controllo ai motori.

Il convertitore di frequenza può controllare sia la velocità che la coppia sull'albero motore.

Controllo di velocità

Esistono due tipi di controllo di velocità:

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

Controllo di coppia

La funzione di controllo coppia è utilizzata nelle applicazioni in cui la coppia o l'albero di trasmissione del motore controlla l'applicazione come regolazione di tensione.

- L'anello chiuso nella modalità flusso con retroazione encoder comprende un controllo motore basato su segnali di retroazione dal sistema. Migliora le prestazioni in tutti e quattro i quadranti e a tutte le velocità del motore.
- Anello aperto nella modalità VVC^{plus} . La funzione si utilizza in applicazioni meccaniche robuste tuttavia l'accuratezza è limitata. La funzione della coppia ad anello aperto funziona solo in un senso della velocità. La coppia viene calcolata sulla base della misurazione corrente interna al convertitore di frequenza. Vedere l'esempio applicativo *4.5.1 Struttura di controllo nel controllo vettoriale avanzato VVC^{plus}* .

Riferimento di velocità / coppia

Il riferimento a questi controlli può essere sia un riferimento singolo che la somma di vari riferimenti che comprendono riferimenti scalati (demoltiplicati). La gestione dei riferimenti è spiegata in dettaglio in *2.3 Gestione dei riferimenti*.

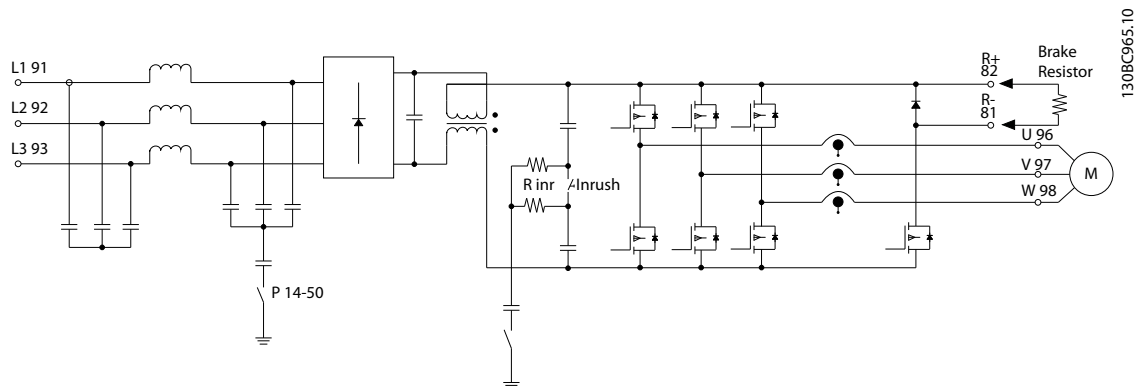
2

2.1.1 Principio di regolazione

Il convertitore di frequenza è compatibile con vari tipi di principi controllo motore come il modo motore speciale U/f, VVC^{plus} o il controllo vettoriale di flusso del motore.

Inoltre il convertitore di frequenza è in grado di gestire i motori sincroni a magnete permanente (servomotori senza spazzole) così come i motori asincroni a gabbia di scoiattolo.

La risposta al cortocircuito dipende dai 3 trasduttori di corrente nelle fasi del motore e dalla protezione di desaturazione con retroazione dal freno.



Disegno 2.3 Principio di regolazione

2.1.2 Regolatore Interno di Corrente in modalità VVC^{plus}

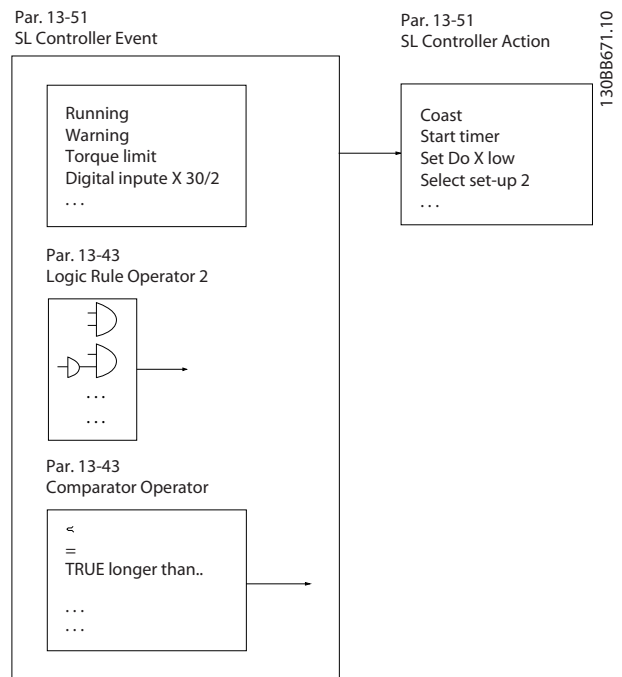
Il convertitore di frequenza dispone di un regolatore integrativo per la limitazione di corrente che si attiva quando la corrente del motore e quindi i valori di coppia, superano i limiti impostati in 4-16 *Lim. di coppia in modo motore*, 4-17 *Lim. di coppia in modo generatore* e 4-18 *Limite di corrente*.

Se il convertitore di frequenza si trova al limite di corrente con il motore in funzione o durante il funzionamento rigenerativo, il convertitore di frequenza riduce al più presto la coppia al di sotto dei limiti di coppia preimpostati senza perdere il controllo del motore.

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

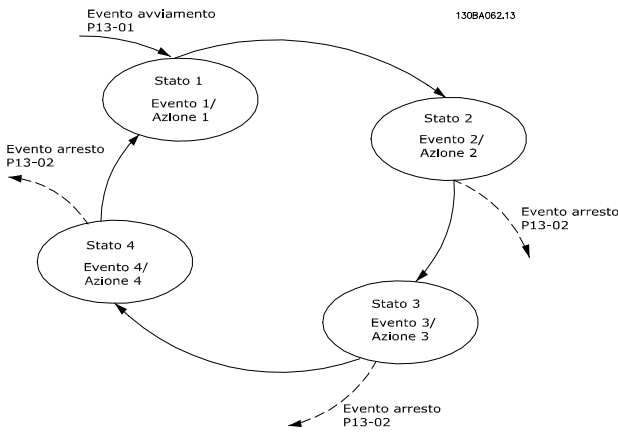
La condizione per un evento può essere un particolare stato, oppure il fatto che l'uscita generata da una regola logica o da un operatore di confronto diventa TRUE.

Questo dà luogo alla relativa azione, come descritto in Disegno 2.4.



Disegno 2.4 Stato attuale del controllo/Evento e intervento

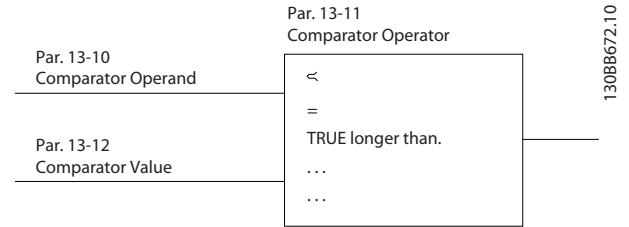
Tutti gli *eventi* e le azioni sono numerati e collegati fra loro formando delle coppie (stati). Questo significa che quando [0] evento è soddisfatto (raggiunge il valore TRUE), viene eseguita [0] azione. In seguito le condizioni di [1] evento verranno valutate. Se verranno valutate come TRUE, verrà eseguita [1] azione e così via. Verrà valutato un solo evento alla volta. Se un evento viene valutato come FALSE, durante l'intervallo di scansione corrente non succede nulla (nell'SLC) e non verranno valutati altri eventi. Questo significa che quando l'SLC inizia, valuta ogni intervallo di scansione come evento [0] (e solo [0] evento). Solo se [0] evento viene valutato come TRUE, l'SLC esegue [0] azione ed inizia a valutare [1] evento. È possibile programmare da 1 a 20 eventi e [1] azioni. Una volta eseguito l'ultimo evento/azione, la sequenza inizia da capo con [0] evento/ [0] azione. *Disegno 2.5* mostra un esempio con tre eventi / azioni.



Disegno 2.5 Esempio - controllo di corrente interno

Comparatori

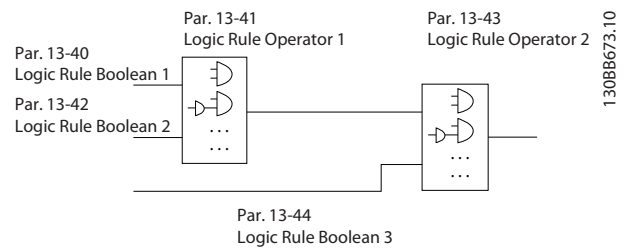
I comparatori vengono utilizzati per confrontare variabili continue (vale a dire frequenza di uscita, corrente di uscita, ingresso analogico ecc.) con valori fissi preimpostati.



Disegno 2.6 Comparatori

Regole logiche

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



Disegno 2.7 Regole logiche

Esempio applicativo

FC		Parametri	
		Funzione	Impostazione
+24 V	12	4-30 Funzione di perdita retroazione motore	[1] Avviso
+24 V	13		
D IN	18	4-31 Errore di velocità retroazione motore	100 giri/min
D IN	19		
COM	20	4-32 Timeout perdita retroazione motore	5 s
D IN	27		
D IN	29	7-00 Fonte retroazione PID di velocità	[2] MCB 102
D IN	32		
D IN	33	17-11 Risoluzione (PPR)	1024*
D IN	37		
+10 V	50	13-00 Modo regol. SL	[1] On
A IN	53	13-01 Evento avviamento	[19] Avviso
A IN	54	13-02 Evento arresto	[44] Tasto di reset
COM	55	13-10 Comparatore di operandi	[21] N. avviso
A OUT	42	13-11 Comparatore di operandi	[1] ≈*
COM	39	13-12 Valore comparatore	90
RI 1	01	13-51 Evento regol. SL	[22] Comparatore 0
RI 1	02		
RI 1	03		
RI 2	04	13-52 Azione regol. SL	[32] Imp. usc. dig. A bassa
RI 2	05		
RI 2	06	5-40 Funzione relè	[80] Uscita digitale SL A
*=Valore di default			
Note/commenti: Se il limite nel monitor di retroazione viene superato, viene generato l'Avviso 90. L'SLC monitora l'Avviso 90 e, nel caso in cui l'Avviso 90 diventa TRUE, allora viene attivato il relè 1. L'attrezzatura esterna può indicare che è necessaria una manutenzione. Se l'errore di retroazione torna a scendere al di sotto del limite nuovamente entro 5 sec., allora il convertitore di frequenza continua a funzionare e l'avviso scompare. Il relè 1 continua ad essere attivato finché viene premuto [Reset] sull'LCP.			

Tabella 2.1 Utilizzo di SLC per impostare un relè

2.2 EMC

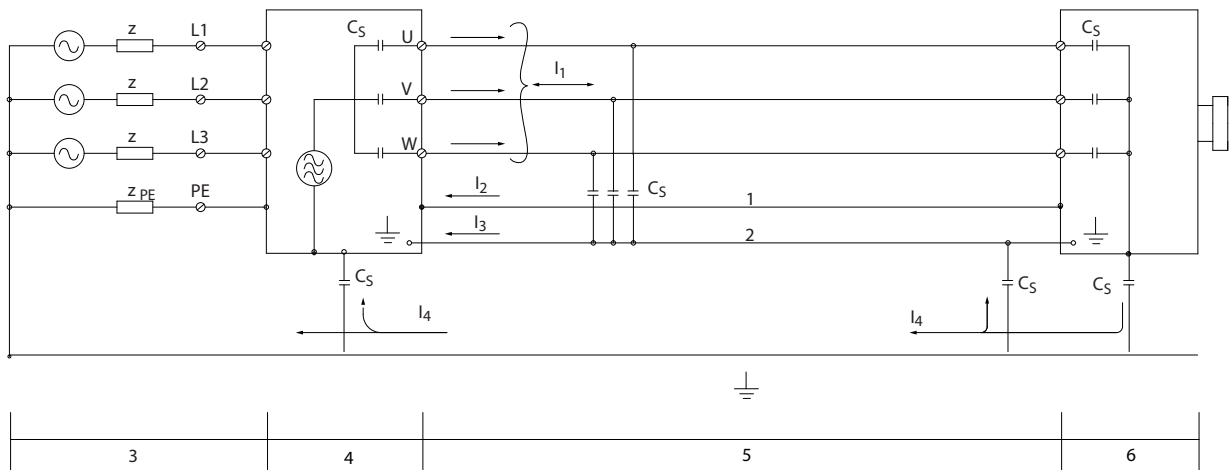
2.2.1 Considerazioni generali sulle emissioni EMC

La conduzione delle interferenze elettriche avviene a frequenze nell'intervallo compreso tra 150 kHz e 30 MHz. L'interferenza aerea proveniente dal sistema del convertitore di frequenza nel campo compreso tra 30 MHz e 1 GHz è generata dall'inverter, dal cavo motore e dal motore. Come mostrato in *Disegno 2.8*, le correnti capacitive presenti nel cavo motore, accoppiate con un elevato valore dU/dt nella tensione del motore, generano correnti di dispersione.

L'uso di un cavo motore schermato aumenta la corrente di dispersione (vedere *Disegno 2.8*), in quanto tali cavi sono dotati di maggiore capacità verso terra rispetto ai cavi non schermati. Se la corrente di dispersione non è filtrata, verranno generate interferenze maggiori sulla rete nel campo di radiofrequenza al di sotto di circa 5 MHz. Poiché la corrente di dispersione (I_3), all'inizio esisterà solo un piccolo campo elettromagnetico (I_4) dal cavo motore schermato secondo la figura in basso.

Lo schermo riduce l'interferenza irradiata, ma aumenta l'interferenza a bassa frequenza sulla rete. Collegare lo schermo del cavo motore al convertitore di frequenza e alle custodie del motore. Usare pressacavi integrati in modo da evitare schermi attorcigliati. Questi aumentano l'impedenza dello schermo alle alte frequenze, riducendo l'effetto di schermatura e aumentando la corrente di dispersione (I_4).

Quando viene utilizzato un cavo schermato per fieldbus, relè, cavo di controllo, interfaccia di segnale o freno, assicurarsi che lo schermo sia montato a entrambe le estremità della custodia. In alcune situazioni, tuttavia, è necessario rompere lo schermo per evitare anelli di corrente.



Disegno 2.8 Esempio - corrente di dispersione

Le piastre di montaggio, quando usate, devono essere di metallo, per assicurare che le correnti dello schermo vengano ricondotte all'unità. Assicurare un buon contatto elettrico dalla piastra di montaggio per mezzo delle viti di montaggio allo chassis del convertitore di frequenza.

Quando si utilizzano cavi non schermati, alcuni requisiti relativi alle emissioni non sono soddisfatti, nonostante siano rispettati i requisiti relativi all'immunità.

Per ridurre il livello di interferenza dell'intero sistema (unità + installazione), è importante che i cavi motore e i cavi freno siano più corti possibile. Evitare di sistemare i cavi con un livello di segnale sensibile lungo i cavi motore e freno. Interferenze radio superiori a 50 MHz (trasportati dall'aria) vengono generati in particolare dall'elettronica di controllo.

2.2.2 Risultati del test EMC

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

Tipo di filtro RFI	Standard e requisiti	Emissione condotta			Emissione irradiata	
		Classe B	Classe A Gruppo 1	Classe A Gruppo 2	Classe B	Classe A Gruppo 1
	EN 55011	Domestico, commerciale e industrie leggere	Ambiente industriale	Ambiente industriale	Domestico, commerciale e industrie leggere	Ambiente industriale
		CEI/EN 61800-3:	Categoria C1	Categoria C2	Categoria C3	Categoria C1
		Primo ambiente Casa e ufficio	Primo ambiente Casa e ufficio	Secondo ambiente Industriale	Primo ambiente Casa e ufficio	Primo ambiente Casa e ufficio
H1						
FCD302	0,37-3 kW	No	10 m	10 m	No	Sì

Tabella 2.2 Risultati delle prove EMC (emissioni, immunità)

2.2.3 Requisiti relativi alle emissioni

In base alle norme di prodotto relative alla compatibilità elettromagnetica per convertitori di frequenza a velocità regolabile EN/IEC 61800-3:2004, i requisiti EMC dipendono dall'uso previsto del convertitore di frequenza. Quattro categorie sono definite nelle norme di prodotto relative alla compatibilità elettromagnetica. Le definizioni delle 4 categorie, insieme ai requisiti per le emissioni condotte sulla linea di alimentazione sono riportate in *Tabella 2.3*.

Categoria	Definizione	Requisiti relativi alle emissioni condotte, in base ai limiti indicati nella E 55011
C1	Convertitori di frequenza installati nel primo ambiente (casa e ufficio) con una tensione di alimentazione inferiore a 1000 V.	Classe B
C2	Convertitori di frequenza installati nel primo ambiente (casa e ufficio) con una tensione di alimentazione inferiore a 1000 V che non sono né di tipo plug-in né spostabili e sono concepiti per essere installati e messi in funzione da un professionista.	Classe A Gruppo 1
C3	Convertitori di frequenza installati nel secondo ambiente (industriale) con una tensione di alimentazione inferiore a 1000 V.	Classe A Gruppo 2
C4	Convertitori di frequenza installati nel secondo ambiente con una tensione di alimentazione uguale o superiore a 1000 V e una corrente nominale uguale o superiore a 400 A oppure concepiti per l'uso in sistemi complessi.	Senza linea limite. È necessario realizzare uno schema EMC.

Tabella 2.3 Requisiti relativi alle emissioni

Quando vengono adottate le norme generiche di emissione, i convertitori di frequenza devono rispettare i limiti in *Tabella 2.4*

Ambiente	Norme generiche	Requisiti relativi alle emissioni condotte, in base ai limiti indicati nella E 55011
Primo ambiente (casa e ufficio)	EN/IEC 61000-6-3 Norma di emissione per ambienti residenziali, commerciali e di industria leggera.	Classe B
Secondo ambiente (ambiente industriale)	EN/IEC 61000-6-4 Norma di emissione per ambienti industriali.	Classe A Gruppo 1

Tabella 2.4 Classi limite di emissione

2.2.4 Requisiti di immunità:

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

Allo scopo di documentare l'immunità contro le interferenze dovute a fenomeni elettrici, sono stati eseguiti i test di immunità riportati di seguito su un sistema comprendente un convertitore di frequenza (con opzioni, se pertinenti), un cavo di controllo schermato e una scatola di controllo 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):** Radiazione di un campo elettromagnetico in entrata, a modulazione di ampiezza Simulazione degli effetti di apparecchiature di comunicazione radar e radio e di dispositivi di comunicazione mobili.
- **EN 61000-4-4 (IEC 61000-4-4):** Oscillazioni transitorie da scoppio: Simulazione di interferenze provocate dalla commutazione di contattori, relè o dispositivi simili.
- **EN 61000-4-5 (IEC 61000-4-5):** Oscillazioni transitorie da sbalzi di corrente: Simulazione di oscillazioni transitorie causate, ad esempio, da fulmini che cadono vicino alle installazioni.
- **EN 61000-4-6 (IEC 61000-4-6):** Modo comune, RF: Simulazione dell'impatto delle apparecchiature di trasmissione radio collegate mediante cavi di connessione.

Vedere Tabella 2.5.

Intervallo di tensione: 200-240 V, 380-480 V					
Norma di base	Scoppio IEC 61000-4-4	Sbalzi di tensione CEI 61000-4-5	ESD CEI 61000-4-2	Campo elettromagnetico emesso CEI 61000-4-3	Tensione HF modo comune CEI 61000-4-6
Criteri di accettazione	B	B	B	A	A
Linea	4 kV CM	2 kV/2 Ω DM 4 kV/12 Ω CM	—	—	10 V _{RMS}
Motore	4 kV CM	4 kV/2 Ω ¹⁾	—	—	10 V _{RMS}
Freno	4 kV CM	4 kV/2 Ω ¹⁾	—	—	10 V _{RMS}
Condivisione del carico	4 kV CM	4 kV/2 Ω ¹⁾	—	—	10 V _{RMS}
Fili di controllo	2 kV CM	2 kV/2 Ω ¹⁾	—	—	10 V _{RMS}
Bus standard	2 kV CM	2 kV/2 Ω ¹⁾	—	—	10 V _{RMS}
Relè	2 kV CM	2 kV/2 Ω ¹⁾	—	—	10 V _{RMS}
Opzioni applicazione e fieldbus	2 kV CM	2 kV/2 Ω ¹⁾	—	—	10 V _{RMS}
Cavo LCP	2 kV CM	2 kV/2 Ω ¹⁾	—	—	10 V _{RMS}
Alim. 24 V CC esterna	2 V CM	0,5 kV/2 Ω DM 1 kV/12 Ω CM	—	—	10 V _{RMS}
Custodia	—	—	8 kV AD 6 kV CD	10 V/m	—

Tabella 2.5 Immunità EMC

1) Iniezione sullo schermo del cavo

AD: Air Discharge (scarica in aria)

CD: Contact Discharge (scarica a contatto)

CM: Common mode (modo comune)

DM: Differential Mode (modo differenziale)

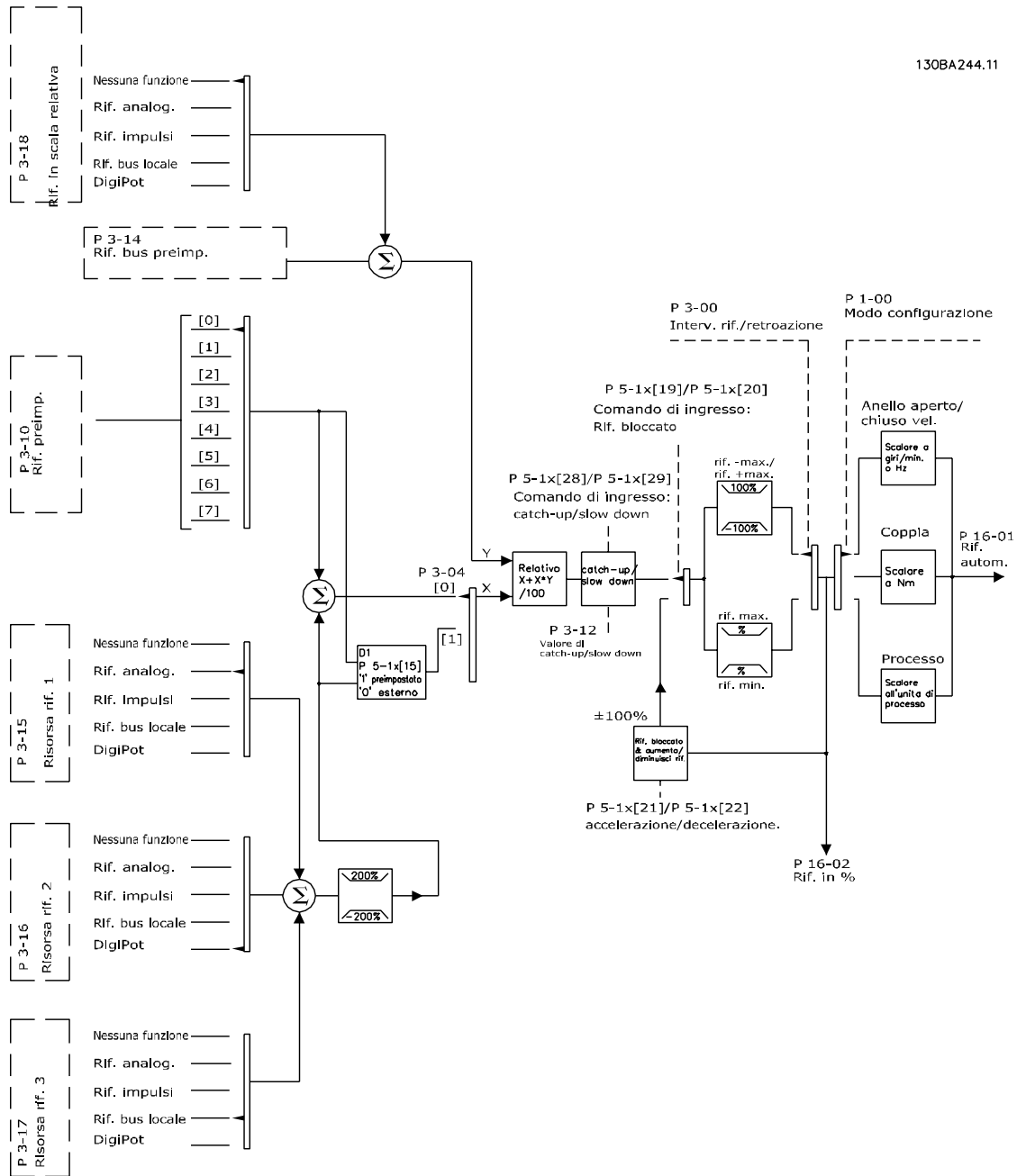
2.3 Gestione dei riferimenti

Riferimento locale

Il riferimento locale è attivo quando il convertitore di frequenza funziona con il tasto 'Hand On' attivato. Regolare il riferimento con le frecce [▲]/[▼] e, rispettivamente, [◀]/[▶].

Riferimento remoto

Il sistema di controllo del riferimento per il calcolo del riferimento remoto è illustrato in *Disegno 2.9*.



Disegno 2.9 Riferimento remoto

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

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

I due tipi degli ingressi di riferimento vengono combinati nella seguente formula: $\text{riferimento remoto} = X + X \cdot Y / 100\%$. Se non si utilizza il riferimento relativo, 3-18 Risorsa rif. in scala relativa deve essere impostato su Nessuna funzione e su 0%. La funzione catch up / slow down (riaggancio) e la funzione riferimento congelato possono essere attivate entrambe tramite ingressi digitali sul convertitore di frequenza. Le funzioni e i parametri sono descritti nella Guida alla Programmazione.

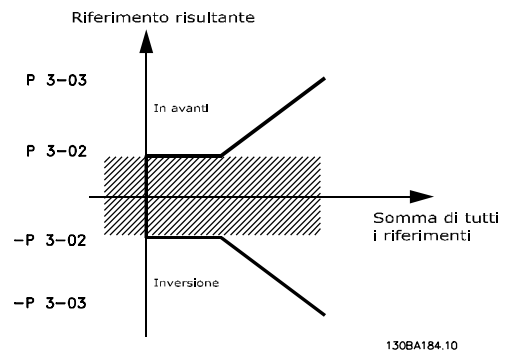
La conversione in scala dei riferimenti analogici è descritta nei gruppo di parametri 6-1* e 6-2*, mentre la conversione in scala dei riferimenti digitali è descritta nel gruppo di parametri 5-5*.

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

2.3.1 Limiti riferimento

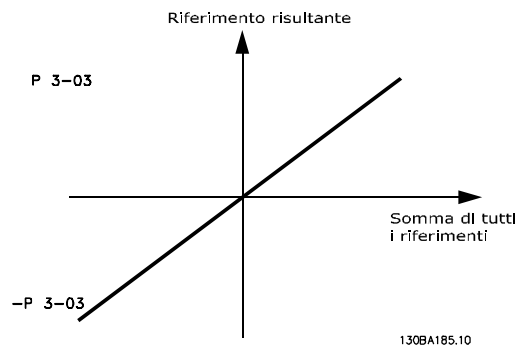
3-00 Intervallo di rif., 3-02 Riferimento minimo e 3-03 Riferimento max. definiscono insieme il campo consentito alla somma di tutti i riferimenti. All'occorrenza, la somma di tutti i riferimenti viene bloccata. La relazione tra il riferimento risultante (dopo il blocco) è mostrata in Disegno 2.10/Disegno 2.11 e la somma di tutti i riferimenti è mostrata in Disegno 2.12.

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



Disegno 2.10 Campo di riferimento=[0] Min-Max

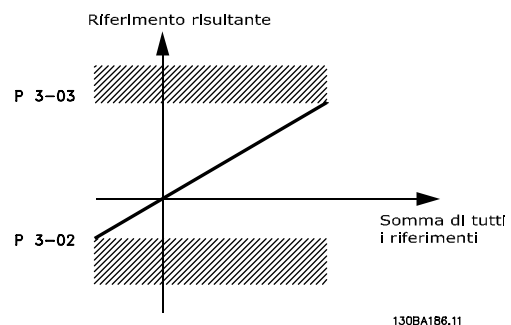
P 3-00 Campo di riferimento= [1] -Max-Max



Disegno 2.11 Campo di riferimento=[1] -Max-Max

Il valore di 3-02 Riferimento minimo non può essere impostato su un valore inferiore a 0, a meno che 1-00 Modo configurazione sia impostato su [3] Processo. In quel caso le seguenti relazioni tra il riferimento risultante (dopo il blocco) e la somma di tutti i riferimenti sono come mostrato in Disegno 2.12.

P 3-01 Campo di riferimento= [0] Min-Max



Disegno 2.12 Somma di tutti i riferimenti

2.3.2 Conversione in scala dei riferimenti preimpostati e dei riferimenti bus

I riferimenti preimpostati vengono convertiti secondo le seguenti regole:

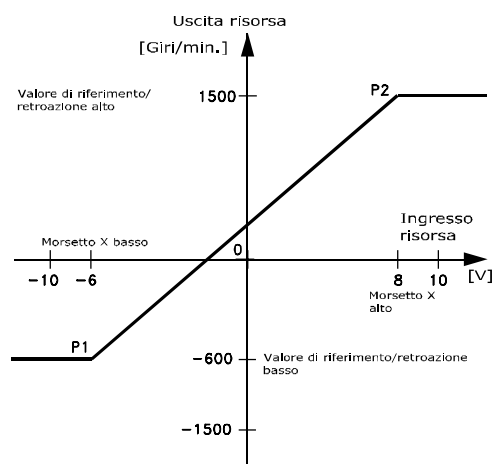
- In caso di 3-00 Intervallo di rif.: il riferimento [0] Min - Max 0% è pari a 0 [unit], nel qual caso l'unità può essere una qualsiasi unità, ad es. giri/min., m/s, bar ecc., il riferimento del 100% è pari al valore max. (abs (3-03 Riferimento max.), abs (3-02 Riferimento minimo)).
- In caso di 3-00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

I riferimenti bus vengono convertiti secondo le seguenti regole:

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

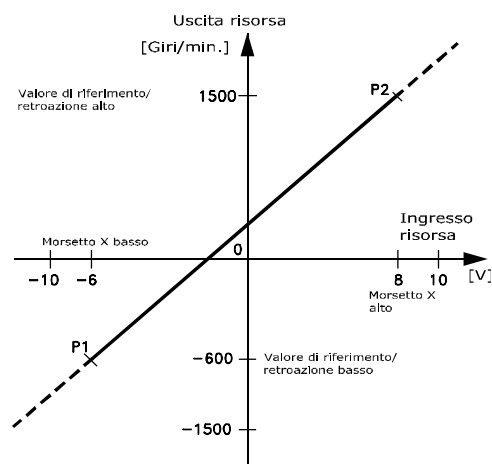
2.3.3 Demoltiplicazione dei riferimenti analogici e retroazioni

La conversione dei riferimenti e della retroazione da ingressi analogici e ingressi digitali avviene allo stesso modo. L'unica differenza è che un riferimento superiore o inferiore ai "punti finali/limiti" minimo e massimo specificati (P1 e P2 in *Disegno 2.13*) è bloccato, mentre una retroazione superiore o inferiore non lo è.



130BA181.10

Disegno 2.13 Demoltiplicazione dei riferimenti analogici e retroazioni



130BA182.10

Disegno 2.14 Messa in scala dell'uscita di riferimento

I punti finali P1 e P2 sono definiti dai seguenti parametri in funzione di quale ingresso analogico o digitale viene utilizzato.

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

Tabella 2.6 Valori finali ingresso e riferimento

2

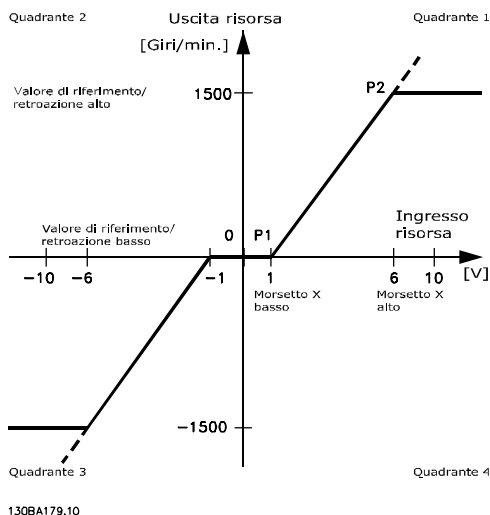
2.3.4 Banda morta intorno allo zero

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

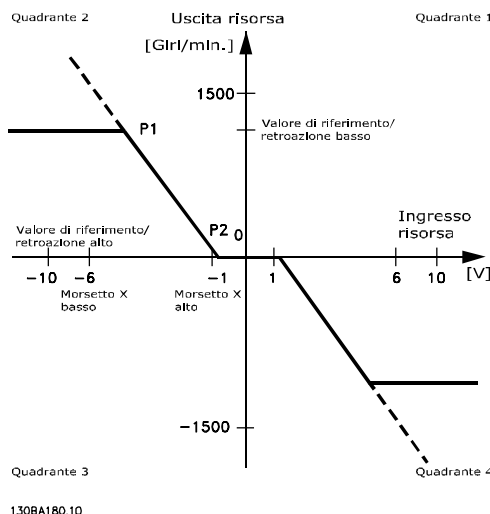
Per attivare la banda morta e impostare la quantità di banda morta, è necessario eseguire le seguenti impostazioni:

- Il valore di riferimento minimo (vedere *Tabella 2.6* per il parametro rilevante) o il valore di riferimento massimo devono essere zero. In altre parole: P1 o P2 devono essere sull'asse X nel grafico in basso
- ed entrambi i punti che definiscono il grafico di conversione si trovano nello stesso quadrante.

La grandezza della banda morta è definita da P1 o P2 come mostrato in *Disegno 2.15*.



Disegno 2.15 Banda morta



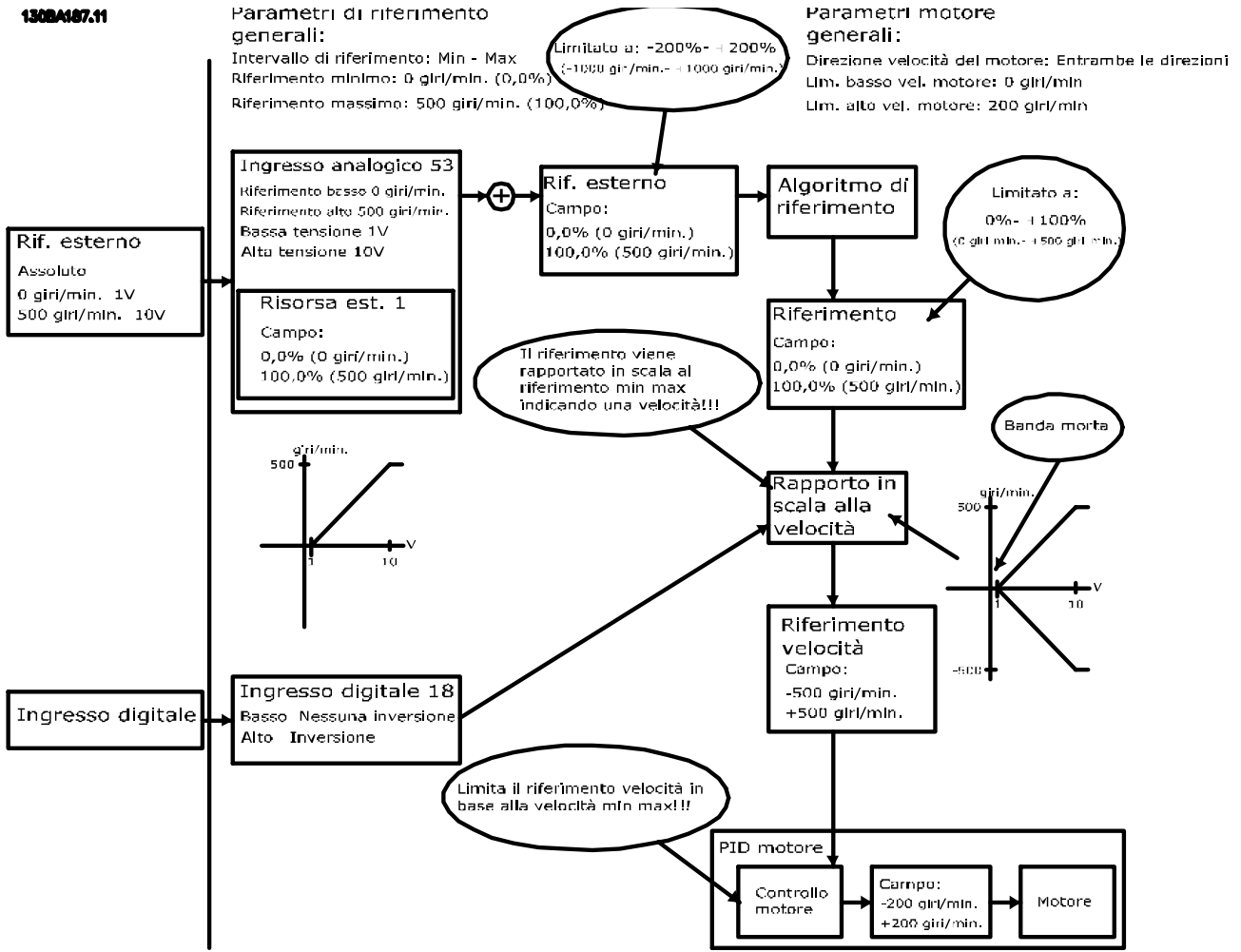
Disegno 2.16 Banda morta inversa

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

Caso 1: riferimento positivo con banda morta, ingresso digitale per attivare l'inversione

Questo caso pratico dimostra come l'ingresso di riferimento con limiti entro i limiti Min - Max venga bloccato.

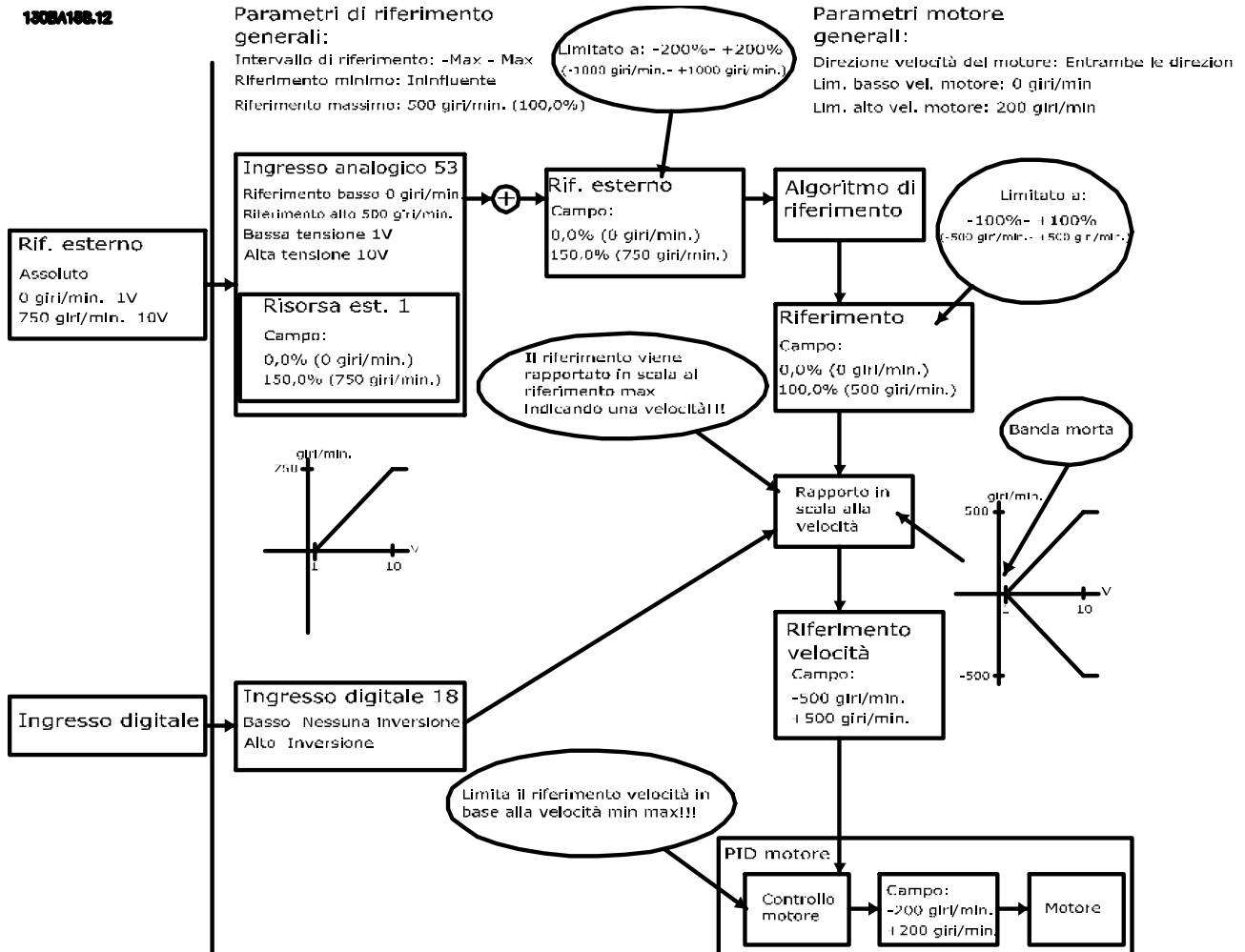
130BA187.11



Disegno 2.17 Esempio 1 - riferimento positivo

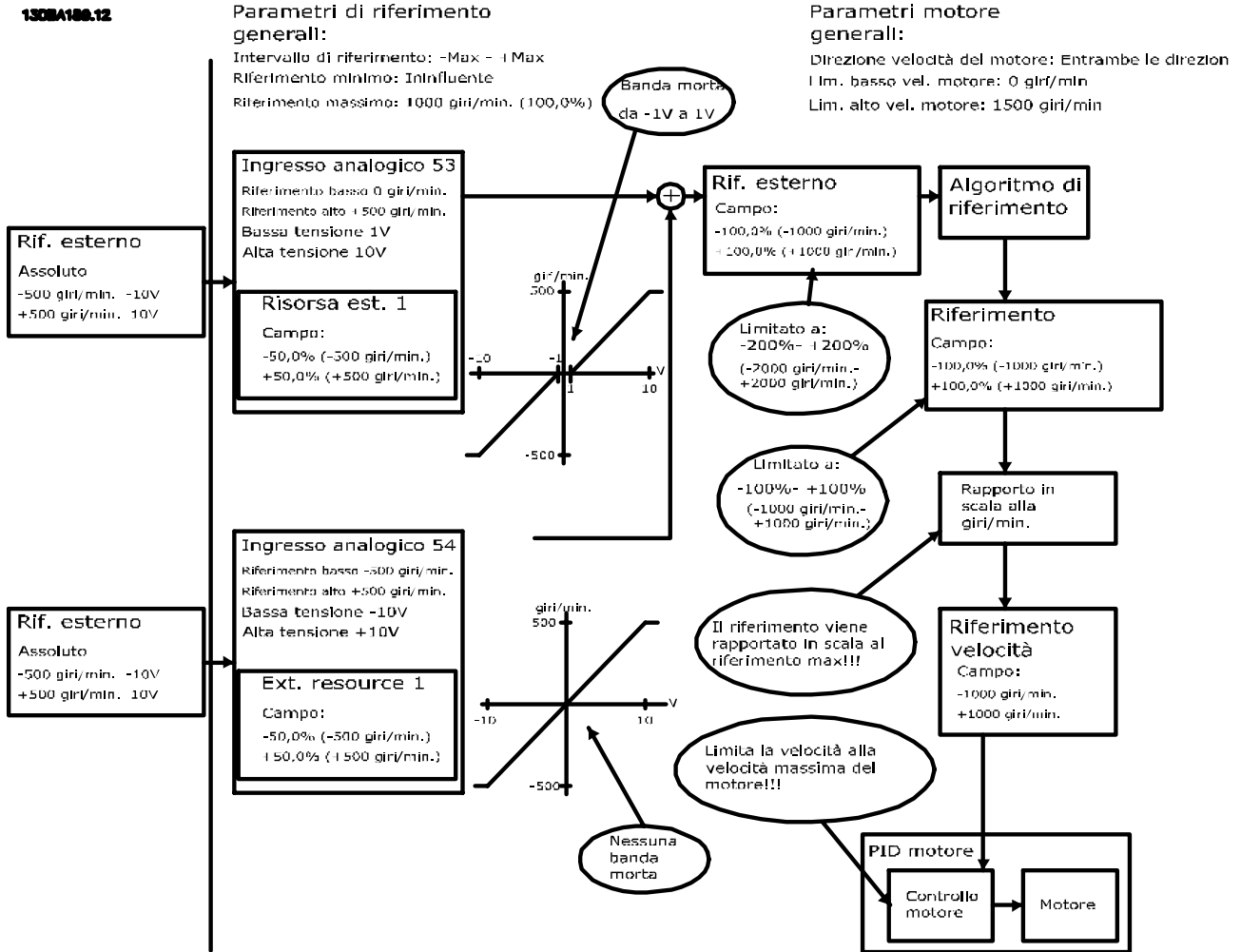
Caso 2: riferimento positivo con banda morta, ingresso digitale per attivare l'inversione. Regole di blocco.

Questo caso pratico dimostra come l'ingresso di riferimento con limiti oltre i limiti Min - Max blocchi gli ingressi con limiti bassi e alti prima di essere aggiunto al riferimento esterno e come il riferimento esterno sia bloccato a -Max - +Max dall'algoritmo di riferimento.



Disegno 2.18 Esempio 2 - riferimento positivo

Caso 3: Riferimento da negativo a positivo con banda morta; il segno determina la direzione, -Max - +Max



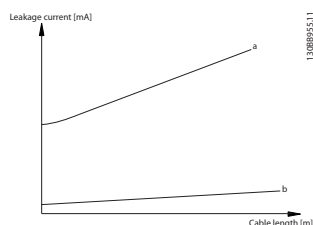
Disegno 2.19 Esempio 3 - riferimento da positivo a negativo

2.4.1 Corrente di dispersione verso terra

Rispettare le norme locali vigenti relative alla messa a terra di apparati con correnti di dispersioni >3,5 mA.

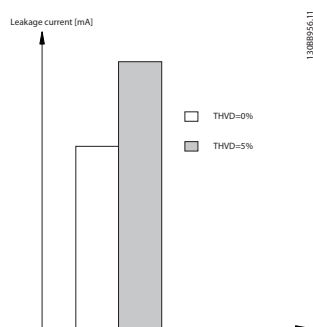
La tecnologia dei convertitori di frequenza implica commutazione ad alta frequenza e alta potenza. Questo genera correnti di dispersione a terra. Una corrente di guasto nel convertitore di frequenza sui morsetti di potenza di uscita può contenere una componente CC in grado di caricare i condensatori filtro causando delle correnti transitorie verso terra.

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



Disegno 2.20 Influsso della lunghezza del cavo e della taglia di potenza sulla corrente di dispersione per $P_a > P_b$

La corrente di dispersione dipende anche dalla distorsione in linea.



Disegno 2.21 Influsso della distorsione di linea sulla corrente di dispersione

NOTA!

Se viene utilizzato un filtro, disinserire **14-50 Filtro RFI** durante il caricamento del filtro per evitare un'elevata corrente di dispersione che farebbe scattare l'RCD.

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:

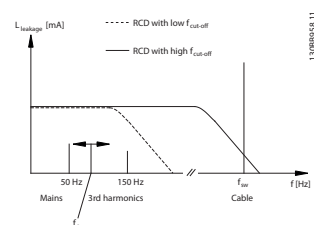
- Filo di messa a terra (morsetto 95) di almeno 10 mm²
- Due cavi di terra separati, entrambi di dimensioni adeguate a quanto previsto dalla norma

Per ulteriori informazioni vedere le norme EN/IEC61800-5-1 e EN50178.

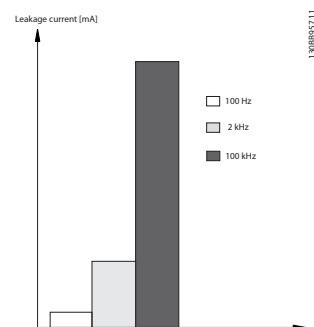
Utilizzare i RCD

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

- Utilizzare solo RCD di tipo B, in grado di rilevare correnti CA e CC.
- Utilizzare RCD con ritardo per i picchi in ingresso per evitare guasti dovuti a correnti di terra transitorie
- Dimensionare l'RCD in funzione della configurazione del sistema e di considerazioni ambientali



Disegno 2.22 Principali contributi alla corrente di dispersione



Disegno 2.23 Influsso della frequenza di disinserimento sul RCD

Vedere anche le *Note sull'applicazione RCD MN90G*.

2.5 Isolamento galvanico (PELV)

2.5.1 PELV - Bassissima tensione di protezione

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.

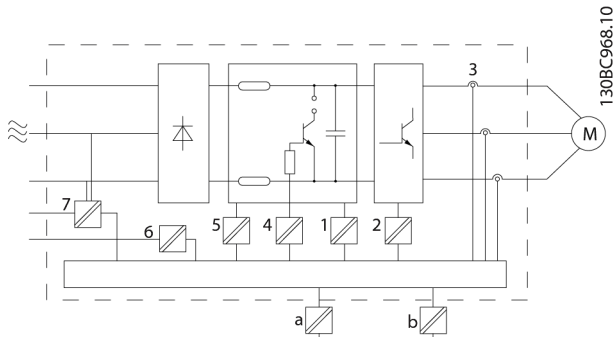
Tutti i morsetti di comando e i morsetti relè 01-03/04-06 sono conformi allo standard PELV (Protective Extra Low Voltage), con l'eccezione del collegamento a triangolo a terra oltre 400 V.

L'isolamento galvanico (garantito) si ottiene ottemperando ai requisiti relativi ad un isolamento superiore e garantendo le corrispondenti distanze di 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). Tali requisiti sono descritti nello standard EN 61800-5-1.

I componenti che costituiscono l'isolamento elettrico, come descritto di seguito, sono inoltre conformi ai requisiti relativi all'isolamento di classe superiore e al test corrispondente descritto nella norma EN 61800-5-1. L'isolamento galvanico PELV può essere mostrato in sei posizioni (vedere *Disegno 2.24*):

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

1. L'alimentatore (SMPS) include l'isolamento del segnale di U_{DC} , che indica la tensione del circuito intermedio del collegamento CC.
2. Comando gate che aziona gli IGBT (trasformatori di innesco / isolatori ottici).
3. Trasduttori di corrente.
4. Isolatore ottico, modulo freno.
5. Circuiti di misura della corrente di inserzione, della RFI e della temperatura.
6. Relè personalizzati.
7. Freno meccanico.



Disegno 2.24 Isolamento galvanico

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

AVVISO

Installazione ad altitudini elevate:

380-500 V: Per altitudini superiori ai 2 km, contattare Danfoss per informazioni sulle caratteristiche PELV.

380-500 V: Per altitudini superiori ai 3 km, contattare Danfoss per informazioni sulle caratteristiche PELV.

AVVISO

Toccare le parti elettriche può avere conseguenze letali, anche dopo avere disinserito l'alimentazione di rete. Verificare anche che siano stati scollegati gli altri ingressi della tensione quali condivisione del carico (collegamento del circuito CC intermedio) e il collegamento del motore per il backup cinetico.

Prima di toccare qualsiasi componente elettrico, attendere almeno l'intervallo di tempo riportato nella sezione *Introduzione, in FCD 302, Manuale di funzionamento, MG04F*.

Un tempo più breve è consentito solo se indicato sulla targhetta della specifica unità.

2.6 Freno meccanico

2.6.1 Freno meccanico di sollevamento

Per un esempio del controllo del freno meccanico avanzato per le applicazioni di sollevamento, vedere *4 Esempi applicativi*.

2.6.2 Cablaggio resistenza freno

EMC (cavi a doppino ritorto/con schermatura)
Per ridurre i disturbi elettrici dai cavi tra la resistenza freno e il convertitore di frequenza, i cavi devono essere a doppino ritorto.

Per migliori prestazioni EMC migliori, è possibile usare uno schermo metallico.

2.7 Funzioni freno

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

2.7.1 Freno di stazionamento meccanico

Normalmente un freno di stazionamento meccanico montato direttamente sull'albero motore effettua una frenata statica. In alcune applicazioni la coppia di mantenimento statica funziona come mantenimento statico dell'albero motore (normalmente motori permanenti sincroni). Un freno di stazionamento viene controllato da un PLC oppure direttamente da un'uscita digitale dal convertitore di frequenza (a relè o stato solido).

NOTA!

Quando il freno di stazionamento è incluso in una catena di sicurezza

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

2.7.2 Frenatura dinamica

Freno dinamico stabilito da:

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

2.7.3 Scelta della Resistenza di frenatura

Per gestire una richiesta superiore della frenatura rigenerativa, è necessaria una resistenza di frenatura. L'utilizzo di una resistenza di frenatura garantisce che l'energia venga assorbita dalla resistenza freno e non dal convertitore di frequenza. Per ulteriori informazioni, vedere la Guida alla progettazione della resistenza di frenatura, MG900.

Se la quantità di energia cinetica trasferita alla resistenza in ogni intervallo di frenatura non è nota, è possibile calcolare la potenza media in base al tempo di ciclo e all'intervallo di frenatura, noto anche come duty cycle intermittente. L'utilizzo intermittente della resistenza è un'indicazione del duty cycle a cui lavora la resistenza. Disegno 2.25 illustra un tipico ciclo di frenatura.

NOTA!

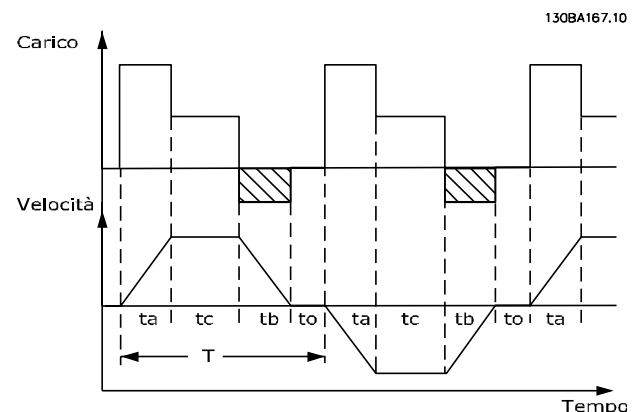
I fornitori di motori usano spesso il valore S5 per definire il carico permissibile, che è un'espressione del duty cycle intermittente.

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

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

T = tempo di ciclo in s

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



Disegno 2.25 Tempo di ciclo frenatura dinamica

	Tempo di ciclo [s]	Duty cycle di frenatura al 100% della coppia	Duty cycle di frenatura in caso di sovraccoppia (150/160%)
3x380-480 V			
PK37-P75K	120	Continua	40%
P90K-P160	600	Continua	10%
P200-P800	600	40%	10%

Tabella 2.7 Frenata a un livello elevato di coppia di sovraccarico

Le resistenze di frenatura hanno un duty cycle di 5%, 10% e 40%. Se viene applicato un duty cycle del 10%, le

resistenze freno possono assorbire la potenza freno per il 10% del tempo di ciclo. Il rimanente 90% del tempo è utilizzato per dissipare il calore in eccesso.

NOTA!

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

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

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

dove

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

La resistenza di frenatura dipende dalla tensione del circuito intermedio (U_{dc}).
La funzione freno è stabilita in quattro aree della rete.

Grandezza	Freno attivo	Avviso prima del disinnescamento	Disinnescamento (scatto)
FCD 302 3x380-480 V	778 V	810 V	820 V

Tabella 2.8 Valori limite del freno

NOTA!

Controllare se la resistenza di frenatura usata è in grado di tollerare una tensione di 410 V, 820 V, 850 V, 975 V o 1130 V, a meno che non vengano usate resistenze freno.

R_{rec} è la resistenza di frenatura consigliata da Danfoss, vale a dire quella che garantisce che il convertitore di frequenza sia in grado di frenare alla coppia di frenatura massima (M_{br(%)}) del 160%. La formula può essere espressa come:

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

η_{motor} è tipicamente 0,90

η_{VLT} è tipicamente 0,98

Per convertitori di frequenza 200 V e 480 V, R_{rec} al 160% della coppia di frenatura è espresso come:

$$200V : R_{rec} = \frac{107780}{P_{motor}} [\Omega]$$

$$480V : R_{rec} = \frac{375300}{P_{motor}} [\Omega] \text{ 1)}$$

$$480V : R_{rec} = \frac{428914}{P_{motor}} [\Omega] \text{ 2)}$$

1) Per convertitori di frequenza con potenza all'albero ≤7,5 kW

2) Per convertitori di frequenza con potenza all'albero da 11 a 75 kW

NOTA!

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

NOTA!

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

NOTA!

Non toccare la resistenza di frenatura perché può diventare molto calda durante e dopo la frenatura. La resistenza di frenatura deve essere collocata in un ambiente sicuro per scongiurare il rischio di incendio

I convertitori di frequenza di taglia D-F dispongono di più chopper di frenatura. Di conseguenza, per convertitori di queste taglie, è necessario utilizzare una resistenza di frenatura per ogni chopper.

2.7.4 Controllare con Funzione freno

Il freno è protetto contro i cortocircuiti della resistenza di frenatura e il transistor di frenatura viene controllato per rilevarne eventuali cortocircuiti. Può essere impiegata un'uscita relè/digitale per proteggere la resistenza di frenatura dal sovraccarico in caso di guasto nel convertitore di frequenza.

Inoltre il freno consente di visualizzare la potenza istantanea e la potenza media degli ultimi 120 secondi. Il freno può anche controllare che la potenza a recupero di energia non superi un limite selezionato in *2-12 Limite di potenza freno (kW)*. In *2-13 Monitor. potenza freno*, scegliere la funzione da eseguire quando la potenza trasmessa alla resistenza freno supera il limite impostato in *2-12 Limite di potenza freno (kW)*.

NOTA!

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

Controllo sovratensione (OVC) (escl. resistenza freno) può essere selezionato come una funzione freno alternativa nel *2-17 Controllo sovratensione*. Questa funzione è attiva per tutti gli apparecchi: La funzione consente di evitare uno scatto se la tensione bus CC aumenta. Ciò avviene aumentando la frequenza di uscita per limitare la tensione dal collegamento CC. È una funzione molto utile per evitare scatti inutili del convertitore di frequenza, ad esempio quando il tempo della rampa di discesa è troppo corto. In questo caso, il tempo della rampa di decelerazione viene prolungato.

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

3 Integrazione di sistema

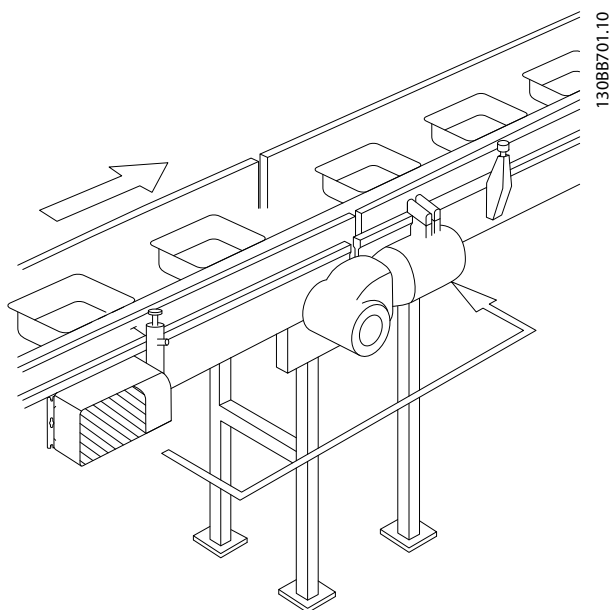
3.1 Introduzione

3.1.1 Montaggio

L'FCD 302 si compone di due parti: il modulo di installazione e la parte elettronica.

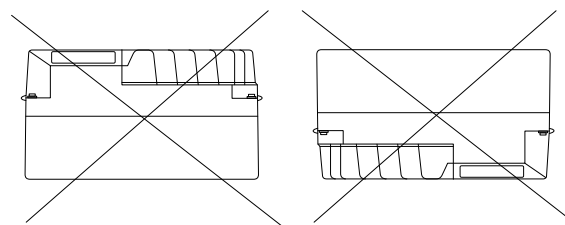
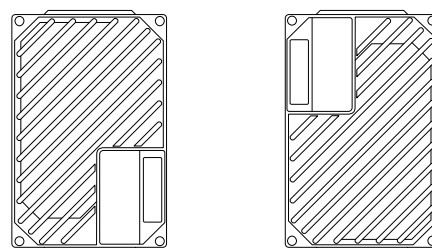
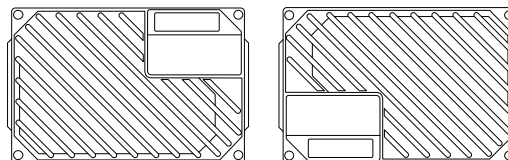
Montaggio indipendente

- I fori sulla parte posteriore del modulo di installazione sono usati per fissare le staffe di montaggio
- Assicurare che il sito di installazione sia in grado di sopportare il peso dell'unità
- Assicurarsi di utilizzare viti e bulloni di montaggio appropriati



Disegno 3.1 FCD 302 indipendente montato con staffe di montaggio

Posizioni di montaggio consentite



Disegno 3.2 Posizioni di montaggio consentite - applicazioni standard

3.1.1.1 Installazione igienica

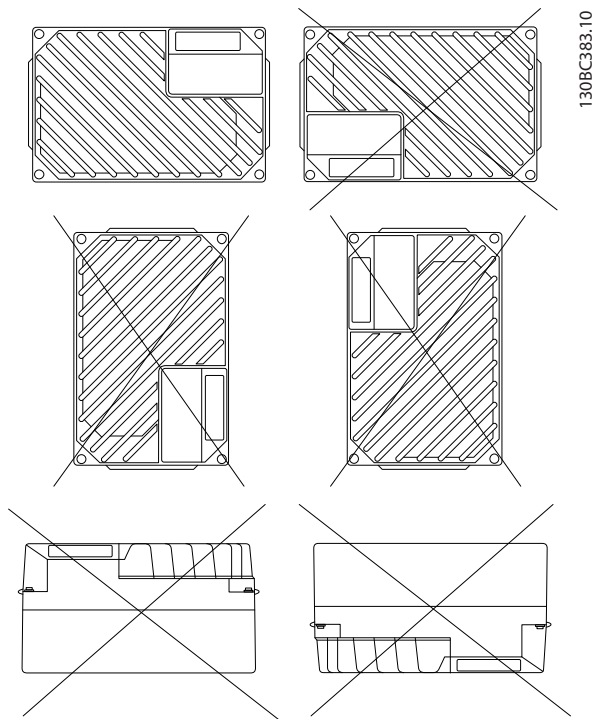
L'FCD 302 è progettato in base alle linee guida EHEDG, adatto per l'installazione in ambienti con un'attenzione particolare per la facilità di pulizia.

Montare l'FCD 302 verticalmente su una parete o su un telaio macchina per assicurare che i liquidi defluiscano dalla custodia. Orientare l'unità in modo che i passacavi siano situati alla base.

Usare passacavi progettati per soddisfare i requisiti applicativi d'igiene, ad esempio Rittal HD 2410.110/120/130. Passacavi progettati per scopi d'igiene assicurano una facilità di pulizia ottimale nell'impianto.

NOTA!

Solo convertitori di frequenza configurati come igienici con la denominazione della custodia FCD 302 P XXX T4 W69 recano la certificazione EHEDG.



Disegno 3.3 Posizioni di montaggio consentite - applicazioni igieniche

3.2 Ingresso: dinamica lato rete

3.2.1 Collegamenti

3.2.1.1 Caratteristiche dei cavi

NOTA!

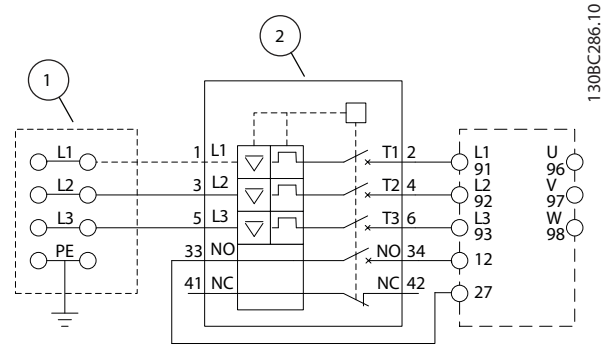
Caratteristiche dei cavi

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

3.2.1.2 Collegamento alla rete e messa a terra

Per le istruzioni di installazione e la posizione dei morsetti, fare riferimento al *Manuale di funzionamento FCD 302, MG04F*.

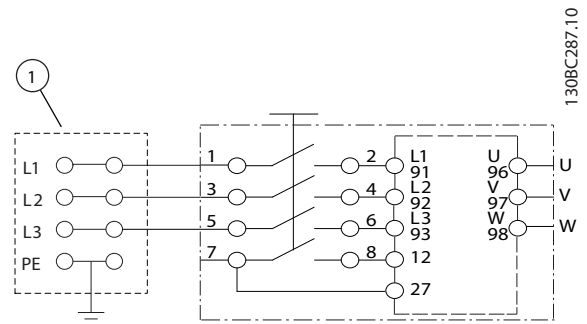
Collegamento di rete



Disegno 3.4 Solo unità grande: Interruttore e sezionatore di rete

1	Morsetti passanti
2	Interruttore

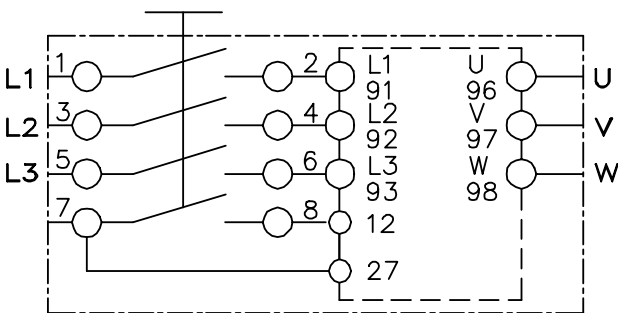
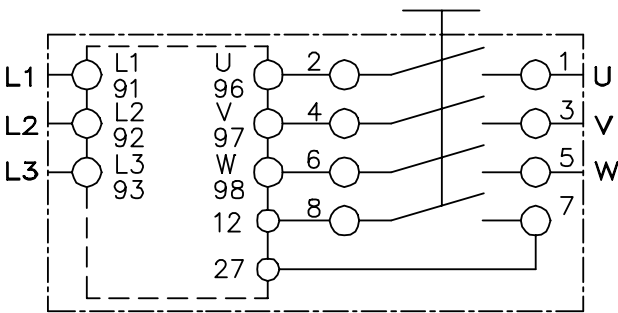
Tabella 3.1 Legenda



Disegno 3.5 Solo unità grande: Interruttore di servizio della rete con morsetti passanti

1	Morsetti passanti
---	-------------------

Tabella 3.2 Legenda



195NA288.10

Disegno 3.6 Collegamento de motore e della rete con l'interruttore di servizio

Per unità piccole e grandi, l'interruttore di servizio è opzionale. L'interruttore è visualizzato montato sul lato motore. Alternativamente, l'interruttore può essere situato sul lato della rete di alimentazione oppure omesso.

Per l'unità grande, l'interruttore di circuito è opzionale. L'unità grande può essere configurata con un interruttore di servizio o con un interruttore di rete, ma non con entrambi. *Disegno 3.6* non è configurabile nella pratica, ma è visualizzata per mostrare solo le rispettive posizioni dei componenti.

Tipicamente i cavi di potenza per la rete non sono schermati.

3.2.1.3 Collegamento relè

Per la programmazione dell'uscita a relè, vedere il gruppo parametrico 5-4* Relè.

N.	01-02	chiusura (norm. aperto)
	01-03	apertura (norm. chiuso)
	04-05	chiusura (norm. aperto)
	04-06	apertura (norm. chiuso)

Tabella 3.3 Impostazioni dei relè

Per la posizione dei morsetti relè, fare riferimento al *Manuale di funzionamento FCD 302, MG04F*.

3.2.2 Fusibili e interruttori

3.2.2.1 Fusibili

Sono consigliati fusibili e/o interruttori automatici sul lato di alimentazione come protezione in caso di guasto di un componente all'interno del convertitore di frequenza (primo guasto).

NOTA!

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

▲AVVISO

Il personale e la proprietà devono essere protetti dalle conseguenze di un guasto di un componente all'interno del convertitore di frequenza.

Protezione del circuito di derivazione

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

NOTA!

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

Protezione contro i cortocircuiti

Danfoss raccomanda di utilizzare i fusibili/interruttori automatici sotto menzionati per proteggere il personale di servizio e le attrezzature nel caso di un guasto di un componente all'interno del convertitore di frequenza.

3.2.2.2 Raccomandazioni

▲AVVISO

Nell'evento di un malfunzionamento, la mancata osservanza delle raccomandazioni potrebbe provocare rischi al personale e danni al convertitore di frequenza o ad altre attrezzature.

Le seguenti sezioni elencano la corrente nominale raccomandata. Danfoss raccomanda il tipo di fusibile gG e interruttori Danfoss CB (Danfoss - CTI-25). Possono essere usati altri tipi di interruttori automatici a condizione che limitino l'energia alimentata al convertitore di frequenza a un livello uguale o inferiore a quello dei tipi CB Danfoss.

Seguire le raccomandazioni per fusibili e interruttori per assicurare che qualsiasi danno al convertitore di frequenza sia solo interno.

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

3.2.2.3 Conformità CE

L'uso di fusibili o interruttori automatici è obbligatorio per assicurare la conformità con l'IEC 60364.

Danfoss raccomanda l'uso di fusibili di taglia fino a gG-25. Questa taglia di fusibili è adatta per l'uso su un circuito in grado di fornire 100.000 Arms (simmetrici), 480V. Con i fusibili adeguati, la corrente nominale di corto circuito (SCCR) del convertitore di frequenza è pari a 100.000 Arms.

3.2.2.4 Conformità UL

Fusibili o interruttori automatici sono obbligatori per soddisfare la NEC 2009. Per soddisfare i requisiti UL/cUL, usare i prefusibili in *Tabella 6.3*, e soddisfare le condizioni elencate in *6.2 Dati elettrici e dimensioni dei cavi*.

3.3 Uscita: dinamica lato motore

3.3.1 Collegamento motore

NOTA!

Si raccomanda l'uso di cavi schermati/armati per garantire la conformità alle specifiche relative alle emissioni EMC.

Vedere *6.3 Specifiche generali* per un corretto dimensionamento della sezione e della lunghezza del cavo motore.

Schermatura dei cavi

Evitare un'installazione con schermi attorcigliati che compromettono l'effetto di schermatura in presenza di alte frequenze. Se è necessario rompere lo schermo per

installare un isolatore motore o un relè motore, lo schermo dovrà proseguire con un'impedenza alle alte frequenze minima.

Collegare lo schermo del cavo motore alla piastra di disaccoppiamento del convertitore di frequenza e al contenitore metallico del motore.

I collegamenti dello schermo devono essere realizzati impiegando la superficie più ampia possibile (pressacavo). Ciò viene effettuato utilizzando i dispositivi di montaggio forniti nel convertitore di frequenza.

Se è necessario dividere lo schermo per installare un isolatore motore o un relè motore, lo schermo dovrà proseguire con un'impedenza alle alte frequenze minima.

Lunghezza e sezione dei cavi

Il convertitore di frequenza è stato provato con una data lunghezza di cavo e con una data sezione dello stesso. Se si aumenta la sezione, aumenta la capacità del cavo - e quindi la corrente di fuga - si deve ridurre in proporzione la lunghezza del cavo. Il cavo motore deve essere mantenuto il più corto possibile per ridurre al minimo il livello delle interferenze e le correnti di dispersione.

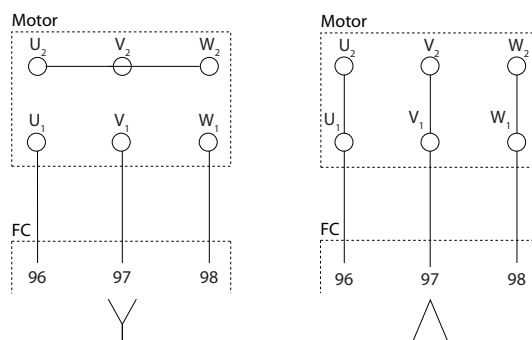
Tutti i tipi di motori standard asincroni trifase possono essere collegati al convertitore di frequenza. Di norma, i motori di dimensioni ridotte (230/400 V, Y) vengono collegati a stella. I motori di taglia maggiore vengono collegati a triangolo (400/690 V, Δ). Per la modalità di collegamento e la tensione opportuna, fare riferimento alla targhetta del motore.

Per l'installazione dei cavi di rete e dei cavi motore, fare riferimento al *Manuale di funzionamento FCD 302, MG04F*.

N. morsetto	96	97	98	99	
	U	V	W	PE ¹⁾	Tensione motore 0-100% della tensione di alimentazione. 3 cavi dal motore
	U1	V1	W1	PE ¹⁾	Collegamento a triangolo
	W2	U2	V2		6 cavi dal motore
	U1	V1	W1	PE ¹⁾	Collegamento a stella U2, V2, W2 U2, V2 e W2 da collegare separatamente.

Tabella 3.4 Morsetti di collegamento del motore

¹⁾Collegamento della messa a terra di protezione

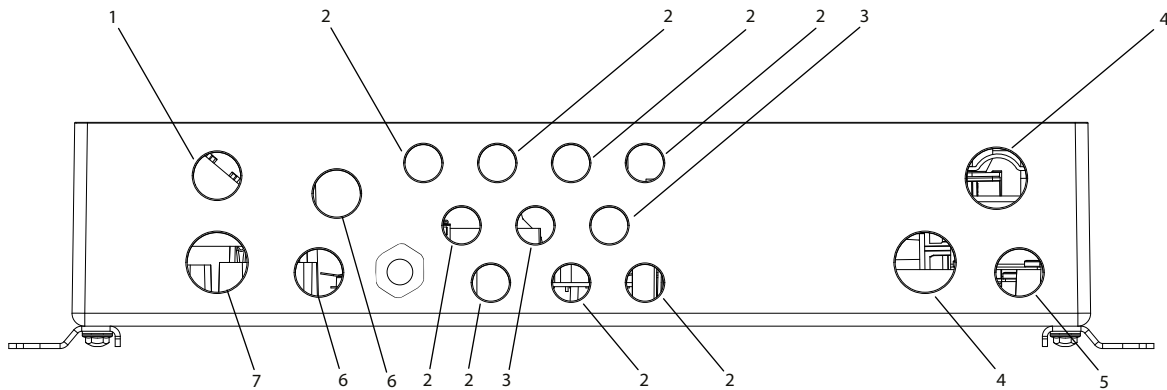


Disegno 3.7 Connessioni di terra a stella - triangolo.

175ZA114.11

NOTA!

Nei motori senza foglio di isolamento di fase tra le fasi o altro supporto di isolamento adatto al funzionamento con un'alimentazione di tensione (come un convertitore di frequenza), installare un filtro sinusoidale sull'uscita del convertitore di frequenza.

3


130BC981.10

Disegno 3.8 Fori di ingresso dei cavi - grande unità

1	Freno M20
2	8xM16
3	2xM20
4	Cavi di rete M25
5	M20
6	24 V M20
7	Motore M25

Tabella 3.5 Legenda

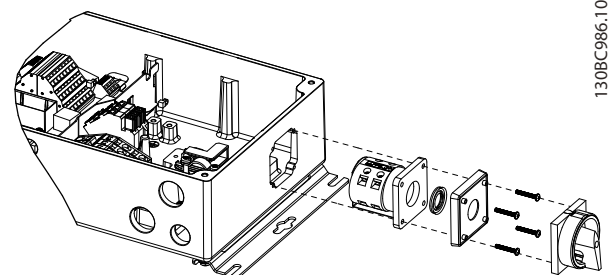
3.3.2 Sezionatori di rete

Il convertitore di frequenza è disponibile con un

- interruttore di servizio opzionale sul lato della rete o sul lato del motore
- interruttore integrato sul lato della rete (solo grande unità)

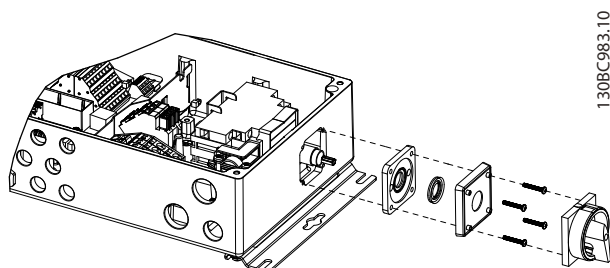
Specificare i requisiti al momento dell'ordinazione.

Disegno 3.9 e Disegno 3.10 mostrano esempi di configurazione per la grande unità.



130BC986.10

Disegno 3.9 Posizione dell'interruttore di servizio, lato della rete, grande unità, (IP66/tipo 4X indoor)



Disegno 3.10 Posizione dell'interruttore, lato della rete, grande unità

3.3.3 Informazioni aggiuntive sul motore

3.3.3.1 Cavo motore

Il motore deve essere collegato ai morsetti U/T1/96, V/T2/97, W/T3/98. Terra (massa) al morsetto 99. Con un convertitore di frequenza possono essere utilizzati tutti i tipi di motori standard asincroni trifase. L'impostazione di fabbrica prevede una rotazione in senso orario se l'uscita del convertitore di frequenza è collegata come mostrato in *Tabella 3.6*:

N. morsetto	Funzione
96, 97, 98, 99	Fasi U/T1, V/T2, W/T3 Terra (massa)

Tabella 3.6 Collegamento del motore - impostazione di fabbrica

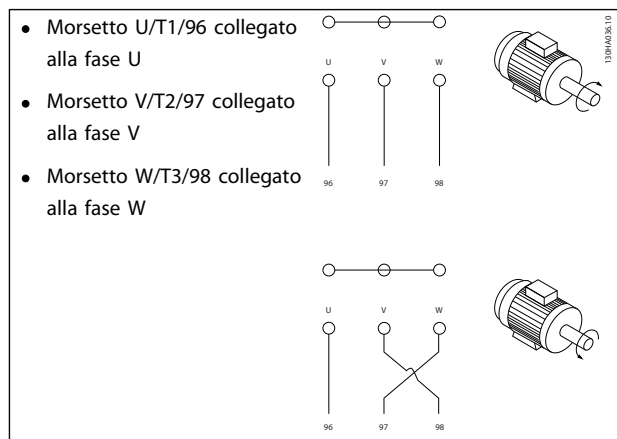


Tabella 3.7 Collegamento del motore - senso di rotazione

Il senso di rotazione può essere invertito scambiando due cavi di fase del motore oppure cambiando l'impostazione di 4-10 *Direz. velocità motore*.

Il controllo rotazione motore può essere eseguito usando il 1-28 *Controllo rotazione motore* e seguendo i passi indicati dal display.

3.3.3.2 Protezione termica del motore

Il relè termico elettronico nel convertitore di frequenza ha ottenuto l'approvazione UL per la protezione di un motore singolo, con 1-90 *Protezione termica motore* impostato su *ETR scatto* e 1-24 *Corrente motore* impostato sulla corrente nominale del motore (vedere targhetta del motore).

3.3.3.3 Collegamento in parallelo dei motori

Il convertitore di frequenza è in grado di controllare diversi motori collegati in parallelo. Quando si utilizzano motori in parallelo, osservare quanto segue:

- Si consiglia di eseguire le applicazioni con motori in parallelo in modalità U/F 1-01 *Principio controllo motore* [0]. Impostare il grafico U/F in 1-55 *Caratteristica U/f - u* e 1-56 *Caratteristica U/f - F*.
- La modalità VCC⁺ è utilizzabile in alcune applicazioni.
- L'assorbimento totale di corrente dei motori non deve superare la corrente nominale di uscita I_{INV} del convertitore di frequenza.
- Se le taglie dei motori sono molto differenti per resistenza degli avvolgimenti è possibile che si verifichino problemi di avviamento causati da una tensione del motore troppo bassa a bassa velocità.
- Il relè termico elettronico (ETR) del convertitore di frequenza non può essere utilizzato come protezione motore del singolo motore. Fornire una protezione supplementare al motore, ad es. installando termistori in ogni avvolgimento del motore oppure relè termici individuali. (Gli interruttori automatici non sono adatti come protezione).

NOTA!

L'installazione con cavi collegati a un punto comune come mostrato nel primo esempio nell'illustrazione, è consigliato solo per cavi corti.

NOTA!

Se i motori sono collegati in parallelo, 1-02 *Fonte retroazione Flux motor* non può essere utilizzato e 1-01 *Principio controllo motore* deve essere impostato su *Caratteristiche speciali del motore (U/f)*.

La lunghezza totale del cavo motore specificata in 6 *Specifiche*, è valida fintantoché i cavi paralleli sono mantenuti cavi (meno di 10 m ciascuno).

3.3.3.4 Isolamento motore

Per lunghezze del cavo motore \leq alla lunghezza del cavo massima indicata in 6.3 *Specifiche generali*, si raccomandano i seguenti gradi di isolamento del motore, poiché la tensione di picco può essere fino a due volte la tensione bus CC e 2,8 volte la tensione di alimentazione, a causa degli effetti della linea di trasmissione nel cavo motore. Se un motore presenta un grado di isolamento inferiore, si consiglia di utilizzare un filtro du/dt o sinusoidale.

Tensione di alimentazione nominale	Isolamento motore
$U_N \leq 420$ V	U_{LL} standard = 1300V
420 V $< U_N \leq 500$ V	U_{LL} rinforzato = 1600V

Tabella 3.8 Tensione di alimentazione e isolamento del motore

3.3.3.5 Correnti cuscinetti motore

Tutti i motori su cui sono installati convertitori di frequenza FC 302 da 90 kW o con potenze più alte devono essere dotati di cuscinetti isolati NDE (lato opposto comando) per eliminare le correnti dei cuscinetti in circolo. Per ridurre le correnti del cuscinetto DE (lato comando) e dell'albero è necessario una corretta messa a terra del convertitore di frequenza, del motore, della macchina azionata e del motore della macchina azionata.

Strategie standard di attenuazione

1. Utilizzare un cuscinetto non isolato
2. Applicare rigide procedure di installazione
 - Assicurarsi che motore e carico motore siano allineati
 - Attenersi scrupolosamente alle linee guida di installazione EMC
 - Rinforzare il conduttore PE in modo tale che l'impedenza ad alta frequenza sia inferiore nel PE rispetto ai cavi di alimentazione in ingresso
 - Assicurare una buona connessione ad alta frequenza tra motore e convertitore di frequenza, ad esempio, mediante cavo schermato con una connessione a 360° nel motore e nel convertitore di frequenza.
 - Assicurarsi che l'impedenza dal convertitore di frequenza alla massa dell'edificio sia inferiore rispetto all'impedenza di massa della macchina. Può essere difficile nel caso di pompe
 - Eseguire un collegamento di messa a terra diretto tra motore e carico
3. Ridurre la frequenza di commutazione IGBT

4. Modificare la forma d'onda dell'inverter, 60° AVM vs. SFAVM
5. Installare un sistema di messa a terra albero oppure utilizzare un giunto isolante
6. Applicare lubrificante conduttivo
7. Utilizzare le impostazioni di velocità minima se possibile
8. Assicurare il bilanciamento della tensione di linea verso terra. Può essere difficoltoso per i sistemi IT, TT, TN-CS o con neutro
9. Utilizzare un filtro sinusoidale o dU/dt

3.3.4 Condizioni di funzionamento estreme

Cortocircuito (motore fase – fase)

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

Per proteggere il convertitore di frequenza da un cortocircuito tra le uscite per la condivisione del carico e quelle del freno, consultare il manuale di progettazione.

Commutazione sull'uscita

La commutazione sull'uscita, tra motore e convertitore di frequenza, è sempre possibile. Un'attivazione dell'uscita non può causare alcun danno al convertitore di frequenza. Tuttavia, possono essere visualizzati messaggi di guasto.

Sovratensione generata dal motore

La tensione nel circuito intermedio subisce un aumento quando il motore funziona da generatore, ad esempio nei seguenti casi:

1. Il carico fa funzionare il motore (con una frequenza di uscita costante dal convertitore di frequenza), vale a dire che il carico genera energia.
2. Durante la decelerazione ("rampa di discesa"), se il momento di inerzia è elevato, l'attrito è basso e il tempo rampa di discesa è troppo breve per consentire la dissipazione dell'energia sotto forma di perdite nel convertitore di frequenza, nel motore e nell'impianto.
3. Un'impostazione non corretta della compensazione dello scorrimento può causare una maggiore tensione bus CC.
4. EMF (forza elettromotrice) inversa dal motore PM in funzione. Se il motore PM funziona a ruota

libera ad alta velocità, l'EMF inversa del motore PM è potenzialmente in grado di superare la massima tensione tollerata dal convertitore di frequenza, causando dei danni. Il convertitore di frequenza è progettato per impedire l'insorgenza di una forza c.e.m.: il valore di *4-19 Freq. di uscita max.* viene automaticamente limitato in base a un calcolo interno basato sul valore di *1-40 Forza c.e.m. a 1000 giri/minuto, 1-25 Vel. nominale motore e 1-39 Poli motore.*

Quando è possibile una velocità eccessiva del motore (ad esempio a causa di effetti di autorotazione eccessivi), allora è raccomandata l'installazione di una resistenza di frenatura.

NOTA!

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

L'unità di comando tenta, se possibile, di correggere il valore di rampa (*2-17 Controllo sovratensione*). Quando viene raggiunto un determinato livello di tensione, l'inverter si disinserisce per proteggere i transistor e condensatori del circuito intermedio. Vedere *2-10 Funzione freno e 2-17 Controllo sovratensione* per selezionare il metodo utilizzato per controllare il livello di tensione del circuito intermedio.

NOTA!

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

Caduta di tensione dell'alimentazione di rete

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

Sovraccarico statico nella modalità VVC^{plus}

Quando il convertitore di frequenza è in sovraccarico, i dispositivi di controllo riducono la frequenza di uscita per ridurre il carico. Il sovraccarico è definito quando si raggiunge il limite di coppia impostato in *4-16 Lim. di coppia in modo motore/4-17 Lim. di coppia in modo generatore.*

Per situazioni di sovraccarico estreme, agisce una corrente per assicurare che il convertitore di frequenza si disinserisca dopo circa 5-10 s. Il funzionamento entro il limite di coppia può essere limitato nel tempo (0-60 s) in *14-25 Ritardo scatto al lim. di coppia.*

3.3.4.1 Protezione termica del motore

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

Limite di coppia

La funzione limite di coppia protegge il motore dai sovraccarichi, indipendentemente dalla velocità. Selezionare le impostazioni del limite di coppia *4-16 Lim. di coppia in modo motore* e o *4-17 Lim. di coppia in modo generatore.* Impostare il tempo fino allo scatto per l'avviso del limite di coppia in *14-25 Ritardo scatto al limite di coppia.*

Limite di corrente

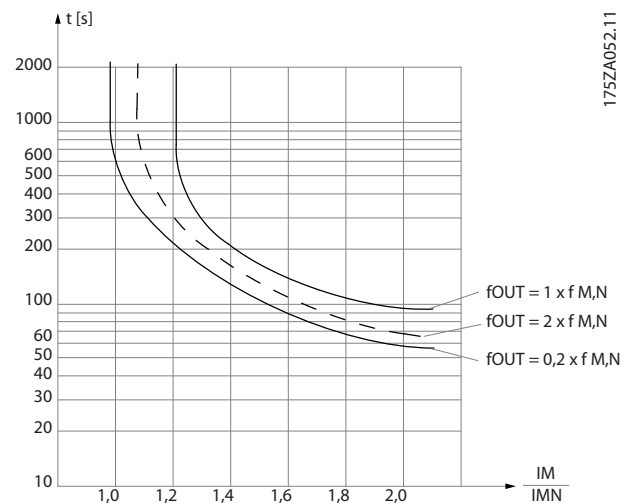
Impostare il limite di corrente in *4-18 Limite di corrente.* Impostare il tempo prima che l'avviso del limite scatti in *14-24 Ritardo scatto al limite di corrente.*

Limite velocità min.

(*4-11 Lim. basso vel. motore [giri/min]* or *4-12 Limite basso velocità motore [Hz]*) limita l'intervallo di velocità operativa, ad esempio, tra 30 e 50/60Hz. Limite velocità max.: (*4-13 Lim. alto vel. motore [giri/min]* o *4-19 Freq. di uscita max.*) limita la velocità di uscita massima che può fornire il convertitore di frequenza

ETR (relè termico elettronico)

La funzione ETR misura la corrente effettiva, la velocità e il tempo per calcolare la temperatura del motore e proteggerlo da surriscaldamenti (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 è mostrata in *Disegno 3.11:*



Disegno 3.11 Funzioni ETR

Disegno 3.11: L'asse X mostra il rapporto tra I_{motore} and I_{motore} nominale. L'asse Y riporta il tempo in secondi che precede il momento in cui l'ETR scatta e scollega il convertitore. Le curve illustrano la caratteristica ad una velocità doppia della velocità nominale e a una velocità pari a 0,2 volte la velocità nominale.

A velocità più bassa l'ETR si disinserisce a livelli di calore inferiori a causa del minor raffreddamento del motore. In

tal modo il motore è protetto dal surriscaldamento anche a bassa velocità. La funzione ETR calcola la temperatura del motore basandosi sull'effettiva corrente e velocità. La temperatura calcolata è visibile come valore di lettura dei parametri 16-18 *Term. motore* del convertitore di frequenza.

3.4 Convertitore di frequenza/selezioni opzioni

3.4.1 Cavi di controllo e morsetti

3.4.1.1 Instradamento del cavo di comando

Un'alimentazione CC esterna a 24 CC può essere usata come alimentazione a bassa tensione per la scheda di controllo ed eventuali schede opzionali installate. Ciò consente il normale funzionamento dell'LCP (compresa l'impostazione dei parametri) senza collegamento alla rete elettrica.

NOTA!

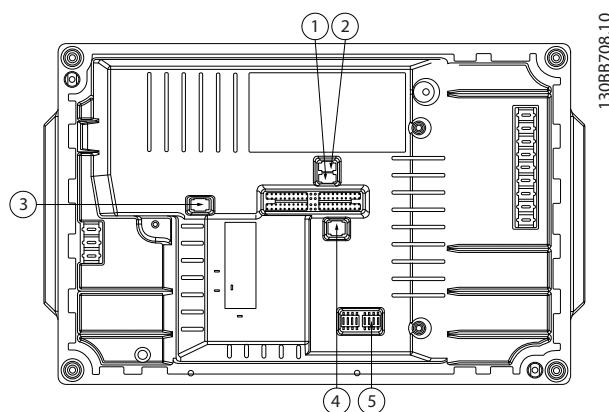
Un avviso di bassa tensione verrà dato al collegamento di 24 V CC; tuttavia non vi sarà alcuno scatto.



Utilizzare un'alimentazione a 24 V CC di tipo PELV per garantire il corretto isolamento galvanico (tipo PELV) sui morsetti di controllo del convertitore di frequenza.

3.4.1.2 DIP-switch

- I morsetti 53 e 54 di ingresso analogico consentono la selezione dei segnali di ingresso in tensione (0-10 V) o corrente (0-20 mA)
- Impostare gli interruttori S201 (morsetto 53) e S202 (morsetto 54) per selezionare il tipo di segnale. ON per corrente, OFF per tensione
- L'impostazione predefinita del morsetto 53 è per il riferimento di velocità ad anello aperto
- L'impostazione predefinita del morsetto 54 è per il segnale di retroazione ad anello chiuso



Disegno 3.12 Posizione dei DIP-switch

1	S201 - morsetto 53
2	S202 - morsetto 54
3	S801 - terminazione bus standard
4	Terminazione Profibus
5	Indirizzo bus di campo

Tabella 3.9 Legenda

NOTA!

Gli interruttori 4 e 5 sono solo validi per unità dotate di opzioni bus di campo.

3.4.1.3 Esempio di cablaggio di base

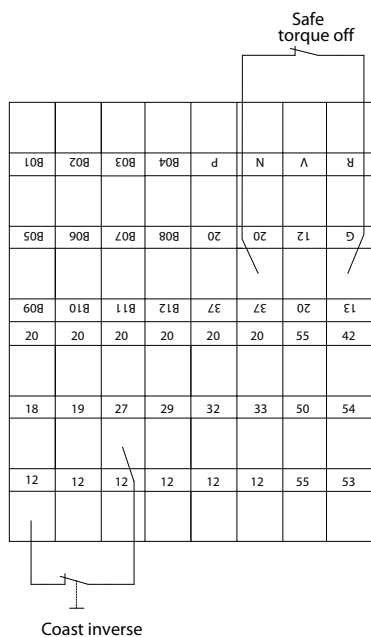
Collegare i morsetti 27 e 37 ai morsetti +24 V 12 e 13, come mostrato in *Disegno 3.13*.

Impostazioni di fabbrica:

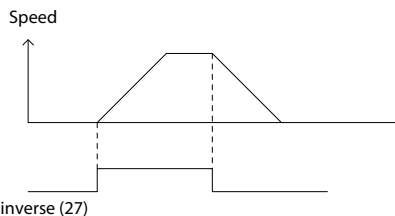
27=ruota libera negato 5-10 Ingr. digitale morsetto 18 [2]

37=Safe torque off inverso

3

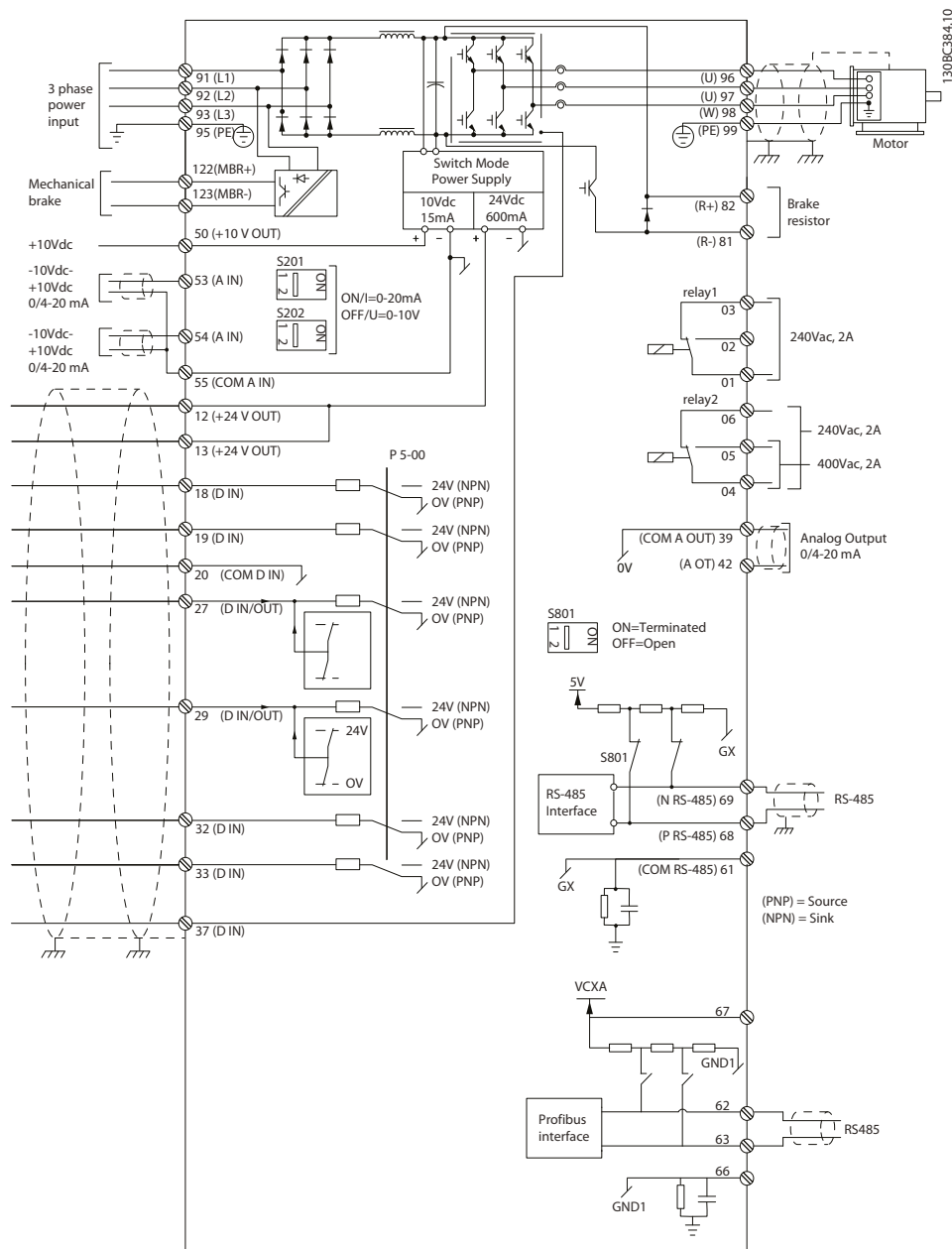


1308C985.10



Disegno 3.13 Esempio di cablaggio di base

3.4.1.4 Installazione elettrica, Cavi di comando



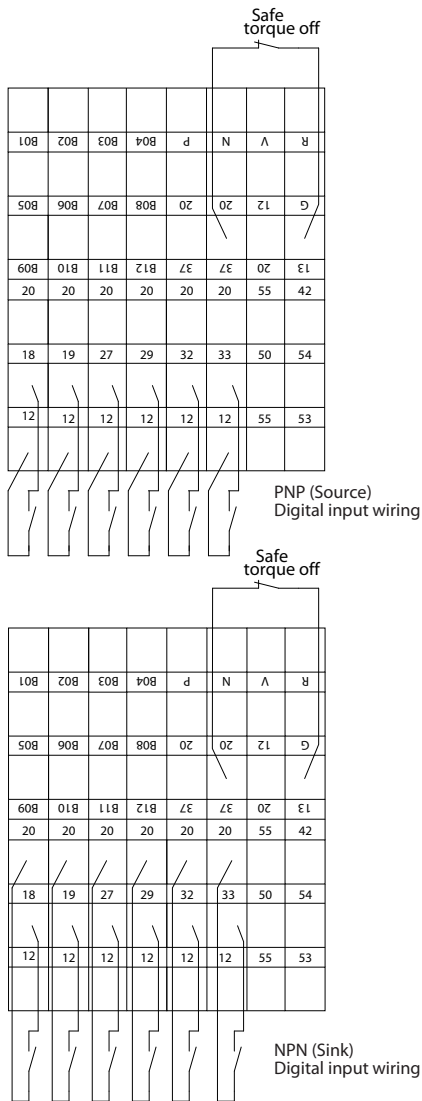
Disegno 3.14 Morsetti elettrici senza opzioni

A = analogico, D = digitale

Il morsetto 37 è utilizzato per l'Arresto di Sicurezza.

Il relè 2 non ha alcuna funzione quando il convertitore di frequenza è dotato dell'uscita freno meccanico.

Con cavi di comando molto lunghi e segnali analogici, in casi rari possono prodursi anelli di massa a 50/60 Hz, causati dai disturbi trasmessi dai cavi di alimentazione. In tali circostanze può essere necessario rompere lo schermo o inserire un condensatore da 100 nF fra lo schermo ed il chassis. Collegare gli ingressi e le uscite digitali e analogiche separatamente agli ingressi comuni (morsetto 20, 55, 39) al fine di evitare che le correnti di terra provenienti da entrambi i gruppi incidano su altri gruppi. Per esempio, commutazioni sull'ingresso digitale possono disturbare il segnale d'ingresso analogico.



Disegno 3.15 Polarità di ingresso dei morsetti di controllo

NOTA!

Si raccomanda l'uso di cavi schermati/armati per garantire la conformità alle specifiche relative alle emissioni EMC. Se viene usato un cavo non schermato/non armato. Per ulteriori informazioni, vedere 2.2.2 Risultati del test EMC.

3.4.1.5 Uscita a relè

L'uscita a relè con i morsetti 01, 02, 03 e 04, 05, 06 ha una capacità di massimo 240 V CA, 2 A. Almeno 24 V CC, 10 mA o 24 V CA, 100 mA possono essere usati per indicare lo stato e gli avvisi. I due relè sono posizionati fisicamente sulla scheda di installazione. Questi sono programmabili tramite il gruppo di parametri 5-4*. Si tratta di relè tipo C, il che significa che ciascuno ha un contatto normalmente aperto e uno normalmente chiuso, a una via. I contatti di ciascun relè hanno un carico nominale massimo di 240 V CA a 2 ampere.

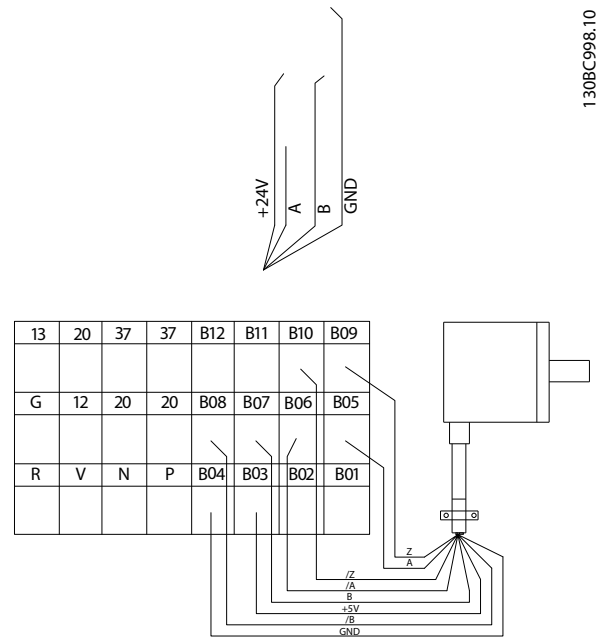
Relè 1

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

Relè 2

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

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



Disegno 3.16 Collegamento relè

3.4.2 Resistenze freno

In certe applicazioni è richiesto una riduzione dell'energia cinetica. In questo convertitore di frequenza, l'energia non viene reimpressa nel sistema di distribuzione. Invece l'energia cinetica deve essere trasformata in calore e ciò viene ottenuto frenando con una resistenza freno.

In applicazioni dove il motore è utilizzato come un freno, l'energia viene generata nel motore e inviata indietro al convertitore di frequenza. Se l'energia non può essere riportata al motore aumenterà la tensione nella linea CC del convertitore. In applicazioni con frenature frequenti e/o elevati carichi inerziali, questo aumento può causare uno scatto per sovratensione nel convertitore e infine un arresto. Resistenze freno vengono usate per dissipare l'energia in accesso risultante dalla frenatura rigenerativa. La resistenza viene selezionata in base al valore ohmico, al grado di dissipazione di potenza e alle sue dimensioni. Danfoss Le resistenze freno sono disponibili in vari tipi, per l'installazione interna ed esterna al convertitore di frequenza. I numeri di codice si trovano in 5.2.1 *Codici d'ordine: Accessori*.

3.4.2.1 Resistenze freno 10%

Per convertitori di frequenza dotati dell'opzione freno dinamico, ciascun modulo inverter include un IGBT freno insieme ai morsetti 81 (R-) e 82 (R+) per il collegamento di resistenze freno. Per l'uso interno della resistenza freno:

Resistenza freno 1750 Ω 10 W/100%	Per il montaggio all'interno del modulo di installazione al di sotto dei morsetti del motore.
Resistenza freno 350 Ω 10 W/100%	Per il montaggio all'interno del modulo di installazione al di sotto dei morsetti del motore.

Tabella 3.10 Resistenze freno 10%

3.4.2.2 Resistenza di frenatura 40%

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

N.	81 (funzione opzionale)	82 (funzione opzionale)	Morsetti resistenza freno
	R-	R+	

Tabella 3.11 Resistenze freno 40%

- Il cavo di collegamento alla resistenza freno deve essere schermato. Collegare lo schermo al contenitore metallico del convertitore di frequenza e alla copertura metallica della resistenza freno con pressacavi.
- Regolare le dimensioni della sezione trasversale del cavo freno in base alla coppia di frenata.

3.4.3 Condizioni speciali

In particolari condizioni, quando il funzionamento del convertitore di frequenza è difficile, occorre considerare il declassamento. In alcuni casi il declassamento deve essere effettuato manualmente. In altri casi, il convertitore di frequenza esegue automaticamente un certo grado di declassamento secondo necessità. Ciò serve per assicurare le prestazioni in fase critica, quando l'alternativa potrebbe essere uno scatto.

3.4.3.1 Declassamento manuale

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

- Pressione dell'aria – rilevante per installazioni ad altitudini superiori a 1 km
- Velocità del motore -per funzionamento continua a basso numero di giri/minuto nelle applicazioni con coppia costante
- Temperatura ambiente - rilevante per temperature ambiente superiori a 50 °C

Contattare Danfoss per le note sull'applicazione contenenti tabelle e calcoli. Viene considerato solo il caso di funzionamento a bassa velocità del motore.

3.4.3.2 Declassamento automatico

Il convertitore di frequenza controlla costantemente i valori critici:

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

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

NOTA!

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

3.4.3.3 Declassamento in relazione ad un funzionamento a bassa velocità

Se un motore è collegato ad un convertitore di frequenza, è necessario controllare che il raffreddamento del motore sia adeguato.

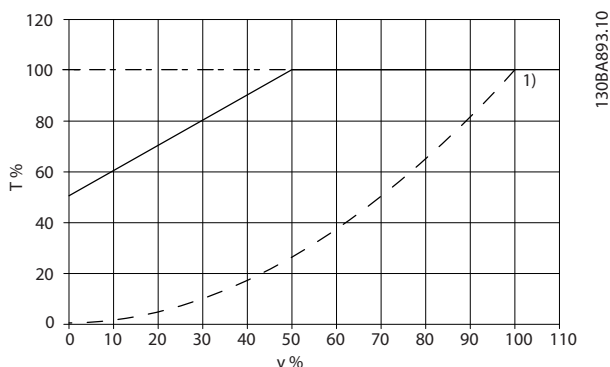
Il livello di riscaldamento dipende dal carico del motore oltre che dalla velocità e dai tempi di funzionamento.

Applicazioni a coppia costante (modo CT)

Possono verificarsi problemi a bassi regimi nelle applicazioni a coppia costante. Nelle applicazioni a coppia costante un motore può surriscaldarsi alle basse velocità a causa della minore quantità d'aria proveniente dalla ventola integrato nel motore. Pertanto, se il motore deve essere fatto funzionare in continuo ad un numero di giri inferiore alla metà del valore nominale, il motore dovrà essere rifornito con aria di raffreddamento supplementare (oppure può essere utilizzato un motore concepito per questo tipo di esercizio). Un'alternativa consiste nella riduzione del livello di carico del motore scegliendo un motore più grande. Tuttavia la struttura del convertitore di frequenza impone dei limiti alle dimensioni del motore.

Applicazioni a coppia variabile (quadratica) (VT)

Nelle applicazioni VT, ad esempio pompe centrifughe e ventole, in cui la coppia è proporzionale al quadrato della velocità e la potenza è proporzionale al cubo della velocità, non è necessario un raffreddamento supplementare o il declassamento del motore. In *Disegno 3.17*, la curva tipica VT rimane al di sotto della coppia massima con declassamento e della coppia massima con ventilazione forzata per qualsiasi velocità.



Disegno 3.17 Applicazioni VT - carico massimo per un motore standard a 40 °C

Elemento	Descrizione
————	Coppia massima
-----	Coppia tipica al carico VT

Tabella 3.12 Legenda - applicazioni VT

NOTA!

Il funzionamento con velocità ipersincrona fa sì che la coppia motrice disponibile diminuisca in maniera inversamente proporzionale all'aumento della velocità. Questo fatto deve essere tenuto in considerazione durante la progettazione per evitare di sovraccaricare il motore.

3.4.4 EMC

3.4.4.1 Cavi conformi ai requisiti EMC

Di seguito vengono fornite le linee guida per una corretta procedura di installazione di convertitori di frequenza. Seguire queste indicazioni per conformarsi alla norma EN 61800-3 *Primo ambiente*. Se l'installazione è nel *Secondo ambiente* EN 61800-3, cioè in reti industriali o in un'installazione che ha il proprio trasformatore, è possibile discostarsi da queste istruzioni, ma non è raccomandato. Vedere anche 1.4.3 *Marchio CE*, 2.2.1 *Considerazioni generali sulle emissioni EMC* e 2.2.2 *Risultati del test EMC*.

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

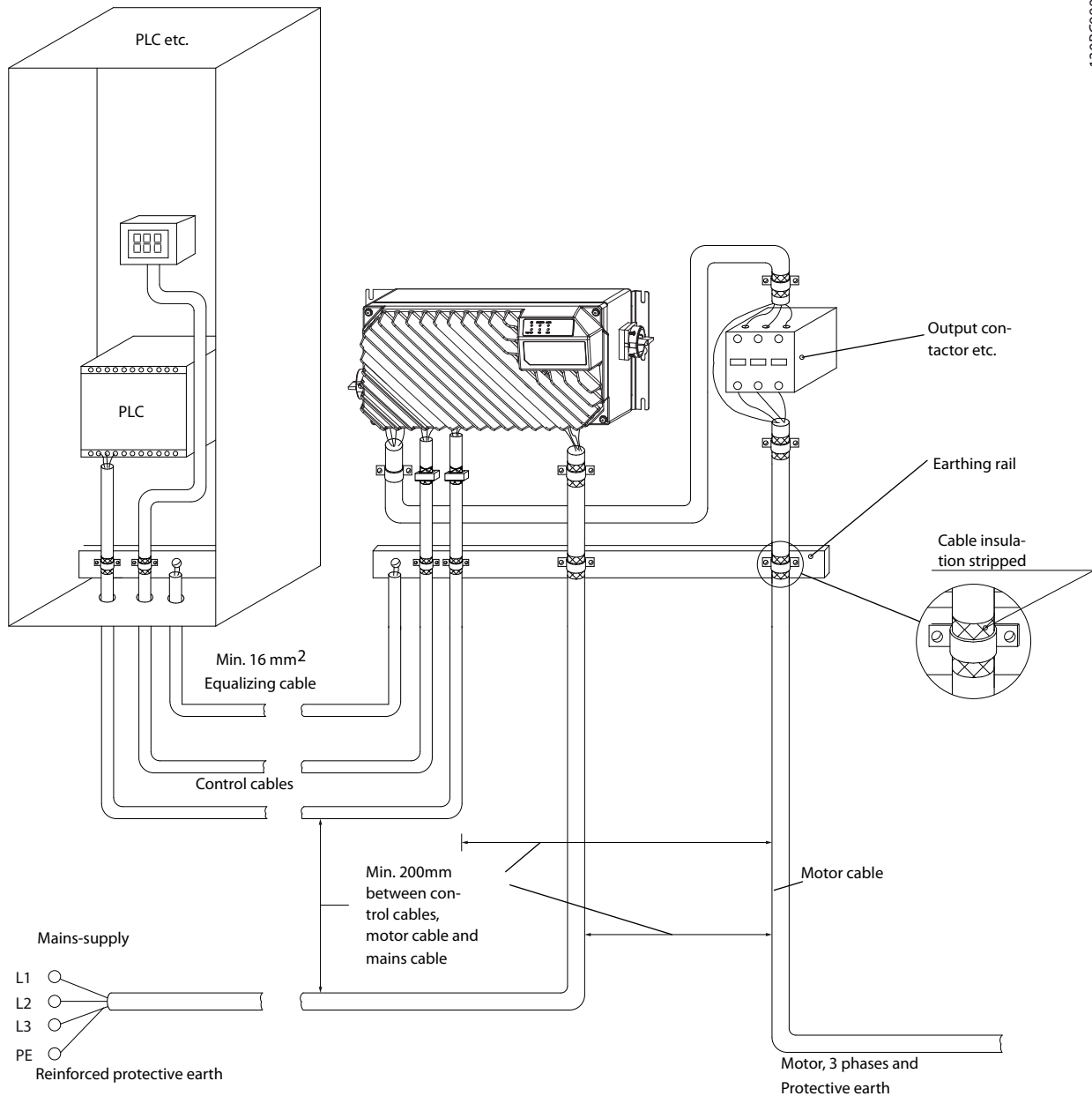
- Usare solo cavi motore intrecciati schermati/armati e cavi di comando intrecciati schermati/armati. Lo schermo deve fornire una copertura minima dell'80%. Lo schermo deve essere in materiale metallico, in genere rame, alluminio, acciaio o piombo, sebbene non sia limitata a questi materiali. Non vi sono requisiti speciali per il cavo dell'alimentazione di rete.
- Per le installazioni che utilizzano tubi protettivi rigidi in metallo non è richiesto l'uso di cavi schermati; tuttavia il cavo motore deve essere installato in un tubo protettivo separato dai cavi di controllo e di rete. Si richiede il collegamento completo del tubo protettivo dal convertitore di frequenza al motore. Le prestazioni EMC dei tubi protettivi flessibili variano notevolmente. Richiedere le relative informazioni al produttore.
- Per i cavi motore e i cavi di comando, collegare lo schermo/armatura/ tubo protettivo a terra a entrambe le estremità. In alcuni casi, non è possibile collegare lo schermo a entrambe le estremità. In questi casi, collegare lo schermo al convertitore di frequenza.
- Evitare che lo schermo/l'armatura termini con cavi attorcigliati (capocorda). Tale tipo di terminazione aumenta l'impedenza dello schermo alle alte frequenze, riducendone l'efficacia in presenza di alte frequenze. Utilizzare invece pressacavi o anelli per cavi EMC a bassa impedenza.
- Evitare, se possibile, l'uso di cavi motore o cavi di controllo non schermati/armati negli armadi di installazione delle unità.

Lasciare lo schermo il più vicino possibile ai connettori.

Disegno 3.18 mostra l'installazione elettrica conforme ai requisiti EMC di un convertitore di frequenza IP20. Il convertitore di frequenza è collegato a un PLC installato in un armadio separato. Per la conformità alle norme EMC è anche possibile utilizzare altri metodi di installazione, purché vengano osservate le indicazioni generali riportate sopra.

Se l'installazione non viene eseguita in base alle indicazioni fornite o se si utilizzano cavi e conduttori di controllo non schermati, alcuni requisiti relativi alle emissioni non verranno soddisfatti, nonostante siano soddisfatti i requisiti di immunità. Vedere la sezione 2.2.2 Risultati del test EMC.

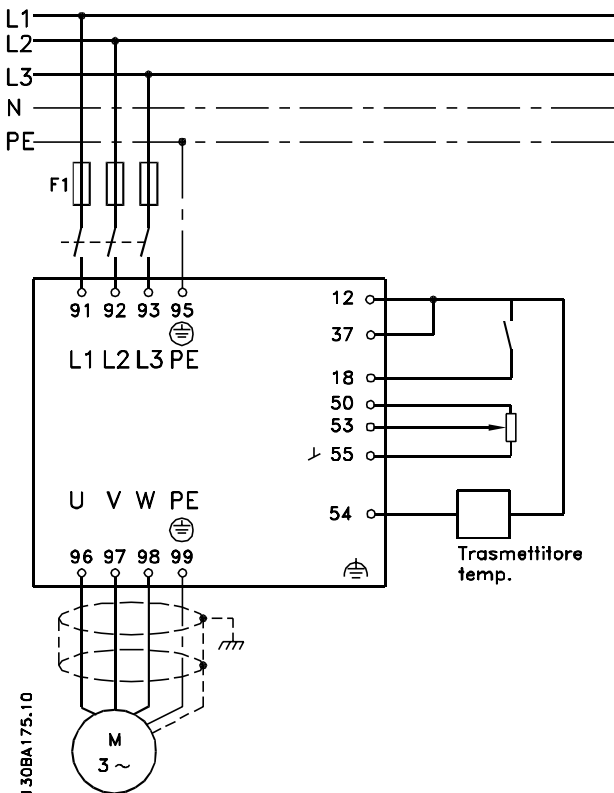
3



130BC989.10

Disegno 3.18 Installazione elettrica conforme ai requisiti EMC di un convertitore di frequenza

3

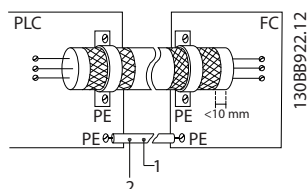


Disegno 3.19 Schema di collegamento elettrico

3.4.4.2 Messa a terra cavi di controllo schermati

Schermatura corretta

In molti casi, la soluzione preferita è quella di proteggere i cavi di comando e di comunicazione seriale con morsetti di schermatura ad entrambe le estremità per garantire il migliore contatto possibile del cavo ad alta frequenza. Se il potenziale di terra fra il convertitore di frequenza e il PLC è diverso, si possono verificare disturbi elettrici nell'intero sistema. Risolvere questo problema installando un cavo di equalizzazione, da inserire vicino al cavo di comando. Sezione minima del cavo: 16 mm².



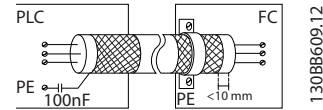
Disegno 3.20 Schermatura dei cavi di controllo

1	Min. 16 mm ²
2	Cavo di equalizzazione

Tabella 3.13 Legenda

Ritorni di massa 50/60 Hz

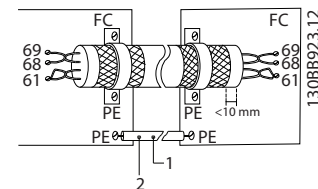
Se si usano cavi di comando, molto lunghi, si possono avere ritorni di massa. Per eliminare i ritorni di massa, collegare un'estremità della schermatura a massa con un condensatore da 100 nF (tenendo i cavi corti).



Disegno 3.21 Schermatura per anelli di massa a 50/60 Hz

Eliminare i disturbi EMC nella comunicazione seriale

Questo morsetto è collegato a massa mediante un collegamento RC interno. Utilizzare cavi a doppino intrecciato per ridurre l'interferenza tra conduttori. Il metodo raccomandato è mostrato in Disegno 3.22.

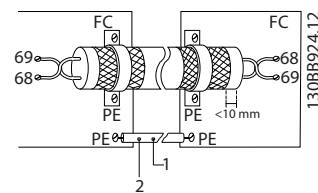


Disegno 3.22 Schermatura per la riduzione dei disturbi EMC, comunicazione seriale

1	Min. 16 mm ²
2	Cavo di equalizzazione

Tabella 3.14 Legenda

In alternativa è possibile omettere il collegamento al morsetto 61:



Disegno 3.23 Schermatura per la riduzione dei disturbi EMC, comunicazione seriale, senza morsetto 61

1	Min. 16 mm ²
2	Cavo di equalizzazione

Tabella 3.15 Legenda

3.4.4.3 Switch RFI

Rete di alimentazione isolata da terra

Quando il convertitore di frequenza è alimentato da una rete di alimentazione isolata (rete IT, con triangolo non messo a terra e messo a terra) o da una rete TT/TN-S con messa a terra, impostare lo switch RFI su [Off] mediante 14-50 Filtro RFI sul convertitore di frequenza.

Altrimenti, impostare *14-50 Filtro RFI* su [On].
Per ulteriori informazioni, fare riferimento a:

- IEC 364-3
- Note sull'applicazione *VLT su reti IT, MN90C*. È importante utilizzare controlli di isolamento in grado di essere impiegati insieme ai componenti elettronici di potenza (IEC 61557-8).

3.4.5 Interferenza di rete/armoniche

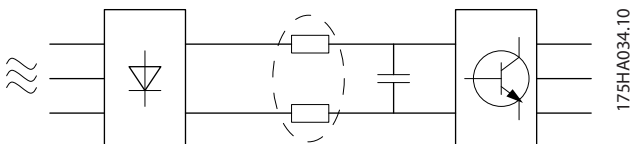
3.4.5.1 Interferenza/armoniche di rete

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

Correnti armoniche	I_1	I_5	I_7
Hz	50 Hz	250 Hz	350 Hz

Tabella 3.16 Correnti armoniche

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



Disegno 3.24 Bobine del circuito intermedio

NOTA!

Alcune delle correnti armoniche potrebbero generare disturbi per i dispositivi di comunicazione collegati allo stesso trasformatore o provocare risonanza con batterie di rifasamento.

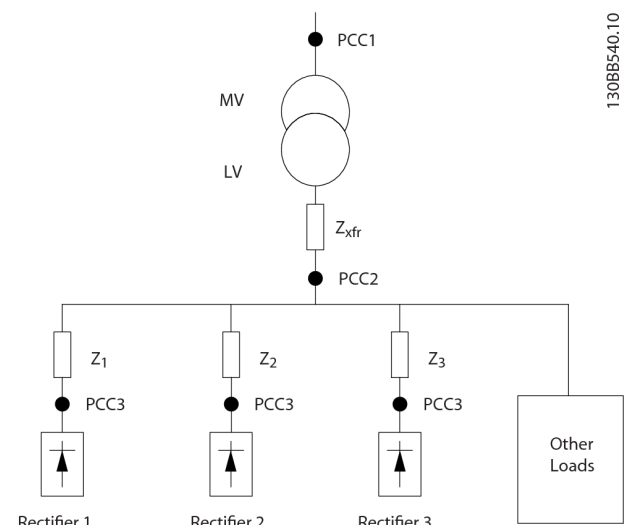
	Corrente di ingresso
I_{RMS}	1,0
I_1	0,9
I_5	0,4
I_7	0,2
I_{11-49}	<0,1

Tabella 3.17 Confronto tra correnti armoniche e corrente di ingresso RMS

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

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

In *Disegno 3.25* è collegato sul primario a un punto di inserzione comune PCC1, sull'alimentazione a media tensione. Il trasformatore ha un'impedenza Z_{xfr} e alimenta un certo numero di carichi. Il punto di inserzione comune dove sono collegati tutti i carichi è PCC2. Ogni carico è collegato mediante cavi che hanno impedenza Z_1, Z_2, Z_3 .



Disegno 3.25 Piccoli sistemi di distribuzione

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

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

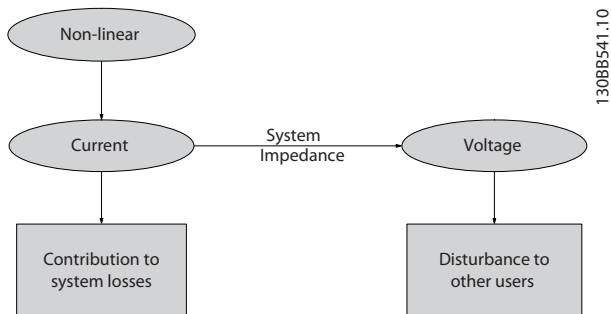
Un termine comunemente utilizzato per descrivere l'impedenza di una rete di distribuzione è il rapporto di cortocircuito R_{scc} , definito come il rapporto tra la potenza apparente di cortocircuito al PCC (S_{sc}) e la potenza apparente nominale del carico (S_{equ}).

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

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

L'effetto negativo delle armoniche è doppio

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



Disegno 3.26 Effetti negativi sulle armoniche

3.4.5.3 Standard e requisiti per la limitazione delle armoniche

I requisiti per la limitazione delle armoniche possono essere:

- requisiti specifici dell'applicazione
- norme che devono essere rispettate

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

Esempio: un trasformatore da 250 kVA con due motori da 110 kW collegati è sufficiente se uno dei motori è collegato direttamente alla linea e l'altro è alimentato tramite un convertitore di frequenza. Tuttavia il trasformatore sarebbe sottodimensionato se entrambi i motori fossero alimentati dal convertitore di frequenza. Usando ulteriori precauzioni per la riduzione delle armoniche durante l'installazione o scegliendo un convertitore di frequenza a basso contenuto di armoniche potrebbe essere possibile collegare entrambi i motori a convertitori di frequenza.

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

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

Vedere la *Guida alla progettazione filtro antiarmoniche avanzato 005/010, MG80C* per ulteriori dettagli sulle singole norme.

3.4.5.4 Riduzione delle armoniche

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

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

La scelta della soluzione migliore dipende da molti fattori:

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

3.4.5.5 Calcolo delle armoniche

La determinazione del grado di distorsione della tensione di rete e le precauzioni necessarie vengono valutate utilizzando il software di calcolo Danfoss MCT31. Da www.danfoss.com è possibile scaricare il software gratuito VLT® Harmonic Calculation MCT 31. Il software è stato progettato privilegiando la facilità d'uso e limitandolo ad agire solo sui parametri normalmente accessibili.

Usare relè RCD, una messa a terra di sicurezza multipla o normale come protezione supplementare, a condizione che siano rispettate le norme di sicurezza locali.

Se si verifica un guasto di terra, si potrebbe sviluppare una componente CC nella corrente di guasto.

In caso di impiego di relè RCD, osservare le norme locali. I relè devono essere adatti per la protezione di apparecchiature trifase con un raddrizzatore a ponte e per una scarica di breve durata all'accensione usando RDC. Vedere *2.4 Corrente di dispersione verso terra* per maggiori informazioni.

3.4.6 Collaudo e setup finale

Eseguire una prova d'alta tensione cortocircuitando i morsetti U, V, W, L₁, L₂ e L₃. Fornire un massimo di 2,15 kV CC per convertitori di frequenza 380-500 V per un secondo fra questo cortocircuito e il chassis.

AVVISO

Se l'intera apparecchiatura viene sottoposta a prove ad alta tensione, interrompere i collegamenti alla rete e al motore nel caso in cui le correnti di dispersione siano troppo elevate.

3.4.6.1 Messa a terra

Durante l'installazione di un convertitore di frequenza, necessario valutare le seguenti considerazioni generali, al fine di garantire una compatibilità elettromagnetica conforme ai requisiti EMC.

- Messa a terra di sicurezza: notare che il convertitore di frequenza determina un'elevata corrente di dispersione a terra e deve essere opportunamente collegato a terra per motivi di sicurezza. Valgono le norme di sicurezza locali.
- Messa a terra ad alta frequenza: Mantenere i collegamenti dei conduttori di terra quanto più corti possibile.

Collegare i vari sistemi di messa a terra mantenendo l'impedenza dei conduttori al valore più basso possibile. Per ottenere un'impedenza dei conduttori più bassa possibile, limitare il più possibile la lunghezza del conduttore utilizzare la massima area di superficie possibile.

I singoli armadi metallici dei vari dispositivi vengono montati sulla piastra posteriore con la minore impedenza alle alte frequenze possibile. Ci consente di evitare tensioni ad alta frequenza diverse per ogni singolo dispositivo e interferenze radio sui cavi di collegamento tra i vari dispositivi. Le interferenze radio saranno ridotte al minimo. Per ottenere una bassa impedenza alle alte frequenze, utilizzare i bulloni di fissaggio dei dispositivi come collegamenti ad alta frequenza alla piastra posteriore. È necessario rimuovere la vernice isolante o materiali simili dai punti di ancoraggio.

3.4.6.2 Messa a terra di sicurezza

Il convertitore di frequenza ha un'elevata corrente di dispersione a terra e deve essere opportunamente collegato a terra per motivi di sicurezza, secondo le norme IEC 61800-5-1.

AVVISO

La corrente di dispersione verso terra dal convertitore di frequenza supera i 3,5 mA. Per assicurare che il cavo di terra abbia un buon collegamento meccanico con la connessione di terra (morsetto 95), il cavo deve avere una sezione trasversale di almeno 10 mm² oppure essere formato da 2 conduttori di terra a terminazioni separate.

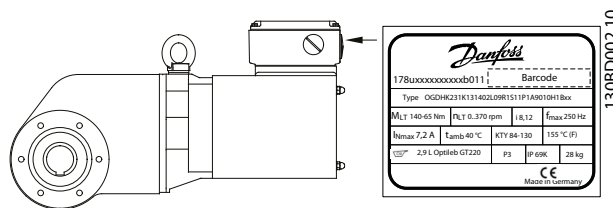
3.4.6.3 Controllo finale del setup

Per controllare il setup e accertarsi che il convertitore di frequenza sia in funzione, eseguire le operazioni riportate di seguito.

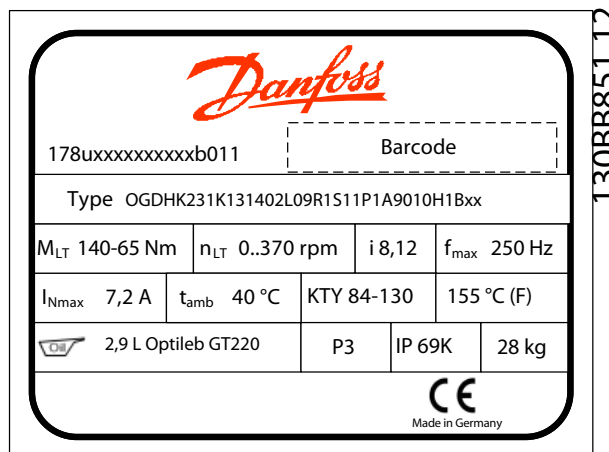
Fase 1. Individuare la targhetta del motore

NOTA!

Il motore è collegato a stella (Y) o a triangolo (Δ). Questa informazione è riportata sulla targhetta dati del motore.



Disegno 3.27 Posizione della targhetta del motore



Disegno 3.28 Targhetta

Fase 2. Controllare i dati della targhetta del motore in questo elenco dei parametri.

Per accedere a questo elenco, premere il tasto [Quick Menu] sull'LCP e quindi selezionare "Q2 Setup rapido".

1. 1-20 Potenza motore [kW]
1-21 Potenza motore [HP]
2. 1-22 Tensione motore
3. 1-23 Frequen. motore
4. 1-24 Corrente motore
5. 1-25 Vel. nominale motore

Fase 3. Selezionare i dati del motore OGD

1. Impostare 1-11 Motor Model su 'Danfoss OGD LA10'.

Fase 4. Impostare il limite di velocità e i tempi di rampa

Impostare i limiti desiderati per la velocità ed il tempo di rampa:

- 3-02 Riferimento minimo
- 3-03 Riferimento max.
- 4-11 Lim. basso vel. motore [giri/min] or 4-12 Limite basso velocità motore [Hz]
- 4-13 Lim. alto vel. motore [giri/min] or 4-14 Limite alto velocità motore [Hz]
- 3-41 Rampa 1 tempo di accel.
- 3-42 Rampa 1 tempo di decel.

3.5 Condizioni ambientali

3.5.1 Umidità dell'aria

Il convertitore di frequenza è stato progettato a norma CEI /EN 60068-2-3, EN 50178 pt. 9.4.2.2 a 50 °C.

3.5.2 Ambienti aggressivi

Un convertitore di frequenza contiene numerosi componenti meccanici ed elettronici. Tutti sono in varia misura vulnerabili all'impatto ambientale.

ATTENZIONE

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

Grado di protezione secondo IEC 60529

La funzione di arresto di sicurezza può essere installata e messa in funzione solo in un quadro di controllo con grado di protezione IP54 o superiore (o in un ambiente

equivalente). Questo dipende dalla necessità di evitare contatti trasversali e cortocircuiti tra morsetti, connettori, tracce e la circuiteria relativa alla sicurezza, dovuti a oggetti estranei.

I liquidi possono essere trasportati attraverso l'aria e condensarsi all'interno del convertitore di frequenza, generando un processo di corrosione dei componenti e delle parti metalliche. Vapore, olio e acqua salata possono causare la corrosione di componenti e parti metalliche. In questi ambienti, utilizzare unità con grado di protezione IP54/55. Come ulteriore protezione si possono ordinare, opzionalmente, circuiti stampati rivestiti.

Le particelle trasportate dall'aria, come la polvere, possono causare guasti meccanici, elettrici o termici nel convertitore di frequenza. Un tipico indicatore di un livello eccessivo di particelle trasportate dall'aria è la presenza di particelle di polvere intorno alla ventola del convertitore di frequenza. In ambienti molto polverosi, utilizzare unità con grado di protezione IP54/55 o un armadio che garantisce una protezione IP00/IP20/TIPO 1 .

In ambienti con temperature e tassi di umidità elevati, i gas corrosivi, quali ad esempio i composti di zolfo, azoto e cloro, generano dei processi chimici sui componenti del convertitore di frequenza.

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

Una protezione ulteriore in simili aree la offrono circuiti stampati rivestiti, ordinabili come opzione.

NOTA!

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

Prima di installare il convertitore di frequenza, verificare la presenza di liquidi, particelle e gas in atmosfera. Ciò viene fatto osservando lo stato delle unità installate precedentemente nello stesso ambiente. Indicatori tipici della presenza di liquidi dannosi trasportati dall'aria, sono ad esempio l'acqua o il petrolio oppure segni di corrosione sulle parti metalliche.

Livelli eccessivi di particelle di polvere vengono spesso rilevati sui cabinet di installazione e sulle installazioni elettriche esistenti. Collettori di rame ed estremità dei cavi di unità già installate anneriti, normalmente indicano la presenza di gas aggressivi trasportati dall'aria.

Le custodie D ed E offrono opzionalmente un canale posteriore in acciaio inossidabile, per offrire una protezione supplementare negli ambienti aggressivi. Una corretta ventilazione è comunque necessaria per i componenti interni del convertitore di frequenza. Per ulteriori informazioni, contattare Danfoss.

3.5.3 Vibrazioni e urti

Il convertitore di frequenza è stato collaudato in base ad una procedura basata sulle norme indicate:

Il convertitore di frequenza è conforme ai requisiti esistenti per apparecchi installati a muro o sul pavimento di stabilimenti di produzione, nonché su pannelli fissati al muro o al pavimento.

- CEI/EN 60068-2-6: Vibrazioni (sinusoidali) - 1970
- CEI/EN 60068-2-64: Vibrazioni persistenti su frequenze a larga banda

3.5.4 Rumorosità acustica

La rumorosità dal convertitore di frequenza proviene da tre fonti:

1. Bobine del circuito intermedio CC.
2. Ventola integrata.
3. Filtro choke RFI.

Fare riferimento a *6 Specifiche* per i dati di rumorosità.

4 Esempi applicativi

Gli esempi di questa sezione fungono da riferimento rapido per le comuni applicazioni.

- Le impostazioni dei parametri corrispondono ai valori predefiniti locali se non diversamente indicato (selezionati in *0-03 Impostazioni locali*)
- Accanto ai disegni sono mostrati i parametri associati ai morsetti e le relative impostazioni.
- Sono mostrate anche le impostazioni per l'interruttore sui morsetti analogici A53 o A54, se necessarie.

Tra il morsetto 12 (o 13) e il morsetto 27 può essere necessario montare un ponticello per il funzionamento del convertitore di frequenza utilizzando i valori di programmazione di impostazione di fabbrica. Vedere *4.9.1.1 Morsetto 37 Funzione Arresto di sicurezza* per dettagli.

FC		Parametri	
		Funzione	Impostazione
+24 V	12	1-29 <i>Adattament o automatico motore (AMA)</i>	[1] Abilit.AMA compl.
+24 V	13		
D IN	18	5-12 <i>Ingr. digitale morsetto 27</i>	[2]* Evol. libera neg.
D IN	19		
COM	20	*=Valore di default	
D IN	27	Note/commenti: Il gruppo di parametri 1-2* deve essere impostato secondo il motore	
D IN	29		
D IN	32		
D IN	33		
D IN	37		
+10 V	50		
A IN	53		
A IN	54		
COM	55		
A OUT	42		
COM	39		

Tabella 4.1 AMA con T27 collegato

FC		Parametri	
		Funzione	Impostazione
+24 V	12	1-29 <i>Adattament o automatico motore (AMA)</i>	[1] Abilit.AMA compl.
+24 V	13		
D IN	18	5-12 <i>Ingr. digitale morsetto 27</i>	[0] N. funzione
D IN	19		
COM	20	*=Valore di default	
D IN	27	Note/commenti: Il gruppo di parametri 1-2* deve essere impostato secondo il motore	
D IN	29		
D IN	32		
D IN	33		
D IN	37		
+10 V	50		
A IN	53		
A IN	54		
COM	55		
A OUT	42		
COM	39		

Tabella 4.2 AMA senza T27 collegato

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

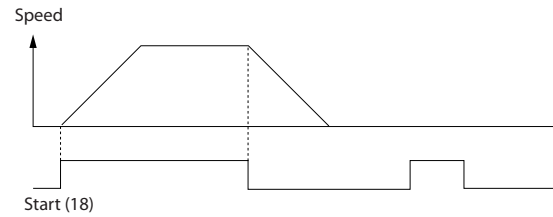
Tabella 4.3 Riferimento velocità analogico (tensione)

		Parametri	
FC		Funzione	Impostazione
+24 V	12		
+24 V	13		
D IN	18	6-12 <i>Corr. bassa morsetto 53</i>	4 mA*
D IN	19	6-13 <i>Corrente alta morsetto 53</i>	20 mA*
COM	20		
D IN	27	6-14 <i>Rif.basso/val.retroaz.morsetto 53</i>	0 giri/min.
D IN	29		
D IN	32		
D IN	33		
D IN	37	6-15 <i>Rif. alto/valore retroaz. morsetto 53</i>	1500 giri/min.
+10 V		*=Valore di default	
A IN	53	Note/commenti:	
A IN	54		
COM	55		
A OUT	42		
COM	39		

Tabella 4.4 Riferimento di velocità analogico (corrente)

		Parametri	
FC		Funzione	Impostazione
+24 V	12		
+24 V	13		
D IN	18	5-10 <i>Ingr. digitale morsetto 18</i>	Avviamento*
D IN	19	5-12 <i>Ingr. Digitale morsetto 27</i>	[0] N. funzione
COM	20		
D IN	27		
D IN	29		
D IN	32	5-19 <i>Arresto di sicurezza morsetto 37</i>	[1] All. arresto di sic.
D IN	33		
D IN	37		
+10 V		*=Valore di default	
A IN	53	Note/commenti:	
A IN	54	Se 5-12 <i>Ingr. Digitale morsetto 27</i> è impostato su [0] <i>Nessuna operazione</i> , non occorre un ponticello verso il morsetto 27.	
COM	55		
A OUT	42		
COM	39		

Tabella 4.5 Comando di avviamento / arresto con arresto di sicurezza



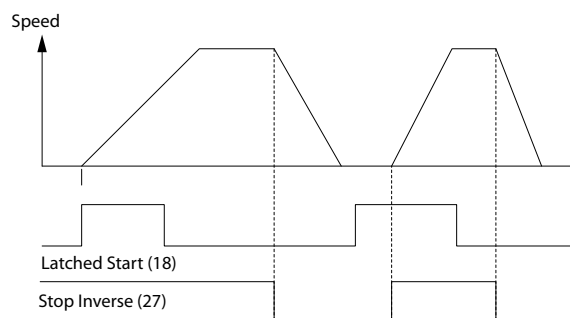
Disegno 4.1 Comando di avviamento / arresto con arresto di sicurezza

130BB805.11

4

		Parametri	
FC		Funzione	Impostazione
+24 V	12		
+24 V	13		
D IN	18	5-10 <i>Ingr. digitale morsetto 18</i>	[9] Avviamento a impulsi
D IN	19		
COM	20	5-12 <i>Ingr. Digitale morsetto 27</i>	[6] Arresto, comando attivo basso
D IN	27		
D IN	29		
D IN	32		
D IN	33		
D IN	37		
+10 V		*=Valore di default	
A IN	53	Note/commenti:	
A IN	54	Se 5-12 <i>Ingr. Digitale morsetto 27</i> è impostato su [0] <i>Nessuna operazione</i> , non occorre un ponticello verso il morsetto 27.	
COM	55		
A OUT	42		
COM	39		

Tabella 4.6 Avviamento/arresto a impulsi



Disegno 4.2 Avviamento/arresto a impulsi

130BB806.10

		Parametri	
FC		Funzione	Impostazione
+24 V	12		
+24 V	13		
D IN	18	5-10 Ingr. digitale morsetto 18	[8] Avviamento
D IN	19	5-11 Ingr. digitale morsetto 19	[10] Inversione*
COM	20		
D IN	27		
D IN	29		
D IN	32		
D IN	33	5-12 Ingr. Digitale morsetto 27	[0] N. funzione
D IN	37	5-14 Ingr. digitale morsetto 32	[16] Rif. preimp. bit 0
+10 V	50	5-15 Ingr. digitale morsetto 33	[17] Rif. preimp. bit 1
A IN	53		
A IN	54		
COM	55		
A OUT	42		
COM	39		
		3-10 Riferim preimp. Rif. preimp. 0 25% Rif. preimp. 1 50% Rif. preimp. 2 75% Rif. preimp. 3 100%	
		*=Valore di default	
		Note/commenti:	

Tabella 4.7 Avviamento/arresto con inversione e 4 velocità preimpostate

		Parametri	
FC		Funzione	Impostazione
+24 V	12		
+24 V	13		
D IN	18	5-11 Ingr. digitale morsetto 19	[1] Ripristino
D IN	19		
COM	20		
D IN	27		
D IN	29		
D IN	32		
D IN	33		
D IN	37		
+10 V	50		
A IN	53		
A IN	54		
COM	55		
A OUT	42		
COM	39		
		*=Valore di default	
		Note/commenti:	

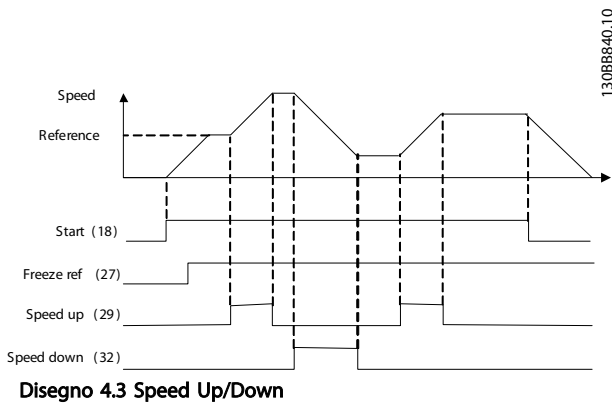
Tabella 4.8 Ripristino allarmi esterni

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

Tabella 4.9 Riferimento di velocità (utilizzando un potenziometro manuale)

		Parametri	
FC		Funzione	Impostazione
+24 V	12		
+24 V	13		
D IN	18	5-10 Ingr. digitale morsetto 18	[8] Avviamento*
D IN	19	5-12 Ingr. Digitale morsetto 27	[19] Riferimento congelato
COM	20		
D IN	27		
D IN	29		
D IN	32	5-13 Ingr. digitale morsetto 29	[21] Speed Up
D IN	33	5-14 Ingr. digitale morsetto 32	[22] Speed Down
D IN	37		
+10 V	50		
A IN	53		
A IN	54		
COM	55		
A OUT	42		
COM	39		
		*=Valore di default	
		Note/commenti:	

Tabella 4.10 Speed Up/Down



		Parametri	
FC		Funzione	Impostazione
+24 V	12		
+24 V	13		
D IN	18	8-30 Protocollo	FC*
D IN	19	8-31 Indirizzo	1*
COM	20	8-32 Baud rate	9600*
D IN	27	*=Valore di default	
D IN	29	Note/commenti: Selezionare il protocollo, l'indirizzo e la baud rate nei parametri summenzionati.	
D IN	32		
D IN	33		
D IN	37		
+10 V	50		
A IN	53		
A IN	54		
COM	55		
A OUT	42		
COM	39		
R1	01-03		
R2	04-06		
	61-69		RS-485

130BB85.10

Tabella 4.11 Collegamento in rete RS-485

ATTENZIONE

I termistori devono essere provvisti di un isolamento doppio o rinforzato per soddisfare i requisiti di isolamento PELV.

		Parametri	
FC		Funzione	Impostazione
+24 V	12		
+24 V	13		
D IN	18	1-90 Protezione termica motore	[2] Scatto termistore
D IN	19	1-93 Fonte termistore	[1] Ingr. analog. 53
COM	20	*=Valore di default	
D IN	27	Note/commenti: Se si desidera solo un avviso, 1-90 Protezione termica motore dovrebbe essere impostato su [1] Avviso termistore.	
D IN	29		
D IN	32		
D IN	33		
D IN	37		
+10 V	50		
A IN	53		
A IN	54		
COM	55		
A OUT	42		
COM	39		
U - I			
	A53		

130BB86.11

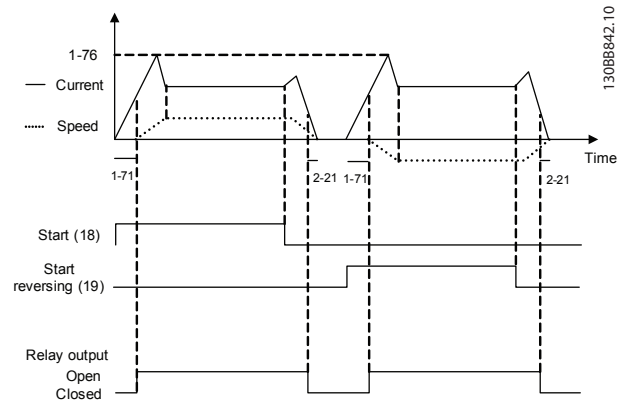
Tabella 4.12 Termistore motore

FC		Parametri	
		Funzione	Impostazione
+24 V	12	4-30 Funzione di retroazione motore	[1] Avviso
+24 V	13		
D IN	18		
D IN	19		
COM	20		
D IN	27		
D IN	29		
D IN	32		
D IN	33		
D IN	37		
+10 V	50	4-31 Errore di velocità retroazione motore	100RPM
A IN	53	4-32 Timeout perdita retroazione motore	5 s
A IN	54	7-00 Fonte retroazione PID di velocità	[2] MCB 102
COM	55	17-11 Risoluzione (PPR)	1024*
A OUT	42	13-00 Modo regol. SL	[1] On
COM	39	13-01 Evento avviamento	[19] Avviso
R1	01	13-02 Evento arresto	[44] Tasto di reset
R1	02	13-10 Comparatore di operandi	[21] N. avviso
R1	03	13-11 Comparatore di operandi	[1] ≈*
R2	04	13-12 Valore comparatore	90
R2	05	13-51 Evento regol. SL	[22] Comparatore 0
R2	06	13-52 Azione regol. SL	[32] Imp. usc. dig. A bassa
		5-40 Funzione relè	[80] Uscita digitale SL A
		* = Valore di default	
		Note/commenti: Se il limite nel monitor di retroazione viene superato, verrà generato l'Avviso 90. L'SLC monitora l'Avviso 90 e, nel caso in cui l'Avviso 90 diventa TRUE, allora viene attivato il relè 1. L'attrezzatura esterna potrebbe in seguito indicare che è necessaria una manutenzione. Se l'errore di retroazione torna a scendere al di sotto del limite nuovamente entro 5 sec, allora il convertitore di frequenza continua a funzionare e l'avviso scompare. Tuttavia il relè 1 continuerà ad essere attivato finché viene premuto [Reset] sull'LCP.	

Tabella 4.13 Utilizzo di SLC per impostare un relè

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

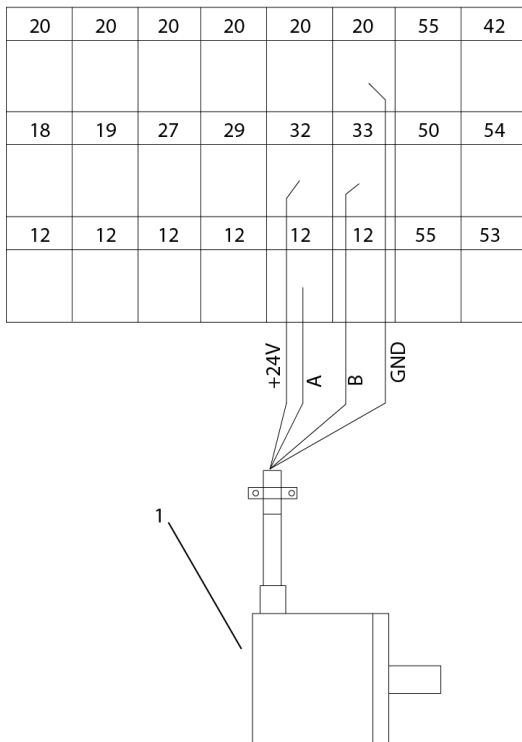
Tabella 4.14 Controllo del freno meccanico



Disegno 4.4 Controllo del freno meccanico

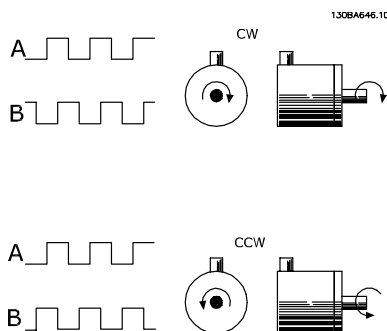
4.1 Collegamento encoder

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



130BC995.10

Disegno 4.5 Collegamento encoder al convertitore di frequenza



Disegno 4.6 Encoder incrementale 24 V con lunghezza massima del cavo di 5 m

4.2 Direzione dell'encoder

La direzione dell'encoder è determinata dall'ordine in cui gli impulsi arrivano alla trasmissione. La direzione in senso orario significa che il canale A è in anticipo di 90° (gradi elettrici) rispetto al canale B.

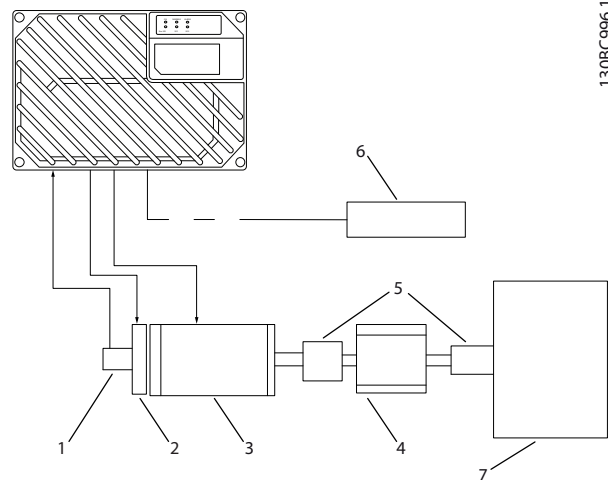
La direzione in senso antiorario significa che il canale B è in anticipo di 90° rispetto al canale A. La direzione viene determinata osservando l'estremità dell'albero.

4.3 Sistema di regolazione ad anello chiuso

Generalmente un sistema di azionamento ad anello chiuso comprende elementi come:

- Motore
- Addizione (Trasmissione) (Freno meccanico)
- Convertitore di frequenza
- Encoder come sistema di retroazione
- Resistenza di frenatura per la frenatura dinamica
- Trasmissione
- Carica

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



130BC996.10

Disegno 4.7 Impostazione di base per il controllo di velocità ad anello chiuso

Elemento	Descrizione
1	Risoluzione
2	Freno meccanico
3	Motore
4	Trasmissione
5	Trasmissione
6	Resist. freno
7	Carica

Tabella 4.15 Legenda

4.4 Controllo PID

4.4.1 Regolatore di velocità PID

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

Tabella 4.16 Controlla le configurazioni quando è attivo il controllo di velocità

"N. DISP." significa che la modalità specifica non è disponibile.

"Non attivo" significa che il modo specifico è disponibile ma il controllo di velocità non è attivo in quella modalità.

NOTA!

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

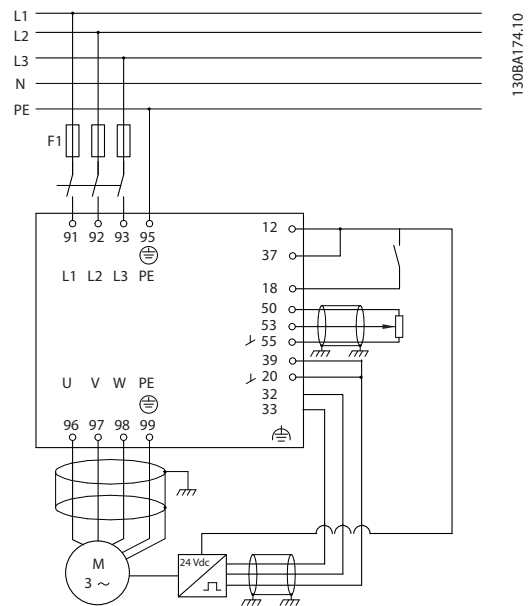
4.4.2 I seguenti parametri sono rilevanti per il controllo di velocità

Descrizione	Descrizione della funzione	
7-00 Fonte retroazione PID di velocità	Selezionare quale risorsa (vale a dire ingresso analogico o digitale) utilizzare come retroazione per il PID di velocità	
30-83 Vel. guad. proporz. PID	Quanto più alto è il valore tanto più rapida è la regolazione. Tuttavia, un valore troppo elevato può causare oscillazioni.	
7-03 Vel. tempo integrale PID	Elimina l'errore di velocità nello stato stazionario. Un valore più basso significa una reazione rapida. Tuttavia, un valore troppo basso può causare oscillazioni.	
7-04 Vel. Tempo differenz. PID	Fornisce un guadagno proporzionale alla percentuale di variazione della retroazione. Impostando zero, il derivatore viene disattivato.	
7-05 Vel., limite guad. diff. PID	In caso di rapidi cambi di riferimento o retroazione in una data applicazione, vale a dire di improvvisa variazione dell'errore, il derivatore può diventare troppo dominante. Ciò si verifica in quanto questo reagisce alle variazioni dell'errore. Quanto più rapida è la variazione del segnale di errore, tanto maggiore è il guadagno differenziale. Il guadagno differenziale può pertanto essere limitato per consentire l'impostazione di un ragionevole tempo di derivazione per le variazioni lente e un guadagno fisso per le variazioni rapide.	
7-06 Vel. tempo filtro passa-basso PID	Un filtro passa basso che smorza le oscillazioni del segnale di retroazione e migliora lo stato stazionario. Tuttavia, un tempo filtro troppo lungo deteriorerà la prestazione dinamica del regolatore di velocità PID. Le impostazioni pratiche del parametro 7-06 sono ricavate dal numero di impulsi per giro dell'encoder (PPR):	
	Encoder PPR	7-06 Vel. tempo filtro passa-basso PID
	512	10 ms
	1024	5 ms
	2048	2 ms
	4096	1 ms

Tabella 4.17 Parametri rilevanti per il controllo di velocità

Esempio di programmazione del controllo di velocità

In questo caso il regolatore di velocità PID viene utilizzato per mantenere una velocità costante del motore indipendentemente dalle variazioni di carico sul motore. La velocità del motore richiesta viene impostata tramite un potenziometro collegato al morsetto 53. Il campo di velocità è 0-1500 giri/min. corrispondenti a 0-10 V sul potenziometro. L'avviamento e l'arresto sono controllati tramite un interruttore collegato al morsetto 18. Il PID di velocità sorveglia la velocità effettiva del motore utilizzando un encoder incrementale a 24 V (HTL) come retroazione. Il sensore di retroazione è un encoder (1024 impulsi per giro) collegato ai morsetti 32 e 33.



Disegno 4.8 Esempio - collegamenti del controllo di velocità

La programmazione deve essere eseguita nell'ordine mostrato (per la descrizione delle impostazioni, consultare la Guida alla Programmazione FCD 302).

Nell'elenco si assume che tutti gli altri parametri e interruttori rimangono nella loro impostazione di fabbrica.

Funzione	N. parametro	Impostazione
1) Assicurare che il motore funzioni correttamente. Fare quanto segue:		
Impostare i parametri del motore sulla base dei dati di targa	1-2*	Come specificato nei dati di targa del motore
Far sì che il convertitore di frequenza effettui un Adattamento Automatico Motore	1-29 <i>Adattamento automatico motore (AMA)</i>	[1] Abilit.AMA compl.
2) Controllare che il motore funzioni e che l'encoder sia collegato correttamente. Fare quanto segue:		
Premere il tasto LCP "Hand on". Controllare che il motore funzioni e il verso di rotazione (d'ora in poi chiamato "verso positivo").		Impostare un riferimento positivo .
Vai a <i>16-20 Angolo motore</i> . Ruotare il motore lentamente nel verso positivo. Deve essere ruotato talmente lentamente (solo alcuni giri/min.) in modo da poter determinare se il valore in <i>16-20 Angolo motore</i> sta aumentando o diminuendo.	16-20 <i>Angolo motore</i>	N. DISP. (parametro di sola lettura) Nota: Un valore crescente va in overflow a 65535 e riparte da 0.
Se <i>16-20 Angolo motore</i> è decrescente, cambiare la direzione encoder in <i>5-71 Direz. encoder mors. 32/33</i> .	5-71 <i>Direz. encoder mors. 32/33</i>	[1] Senso antiorario (se <i>16-20 Angolo motore</i> è decrescente)
3) Assicurarsi che i limiti del convertitore di frequenza siano impostati su valori di sicurezza		
Impostare limiti accettabili per i riferimenti.	3-02 Riferimento minimo 3-03 Riferimento max.	0 giri/min. (default) 1500 giri/min. (default)
Verificare che le impostazioni delle rampe non superino le capacità del convertitore di frequenza e siano conformi alle specifiche di funzionamento consentite.	3-41 Rampa 1 tempo di accel. 3-42 Rampa 1 tempo di decel.	Impostazione di fabbrica Impostazione di fabbrica
Impostare limiti accettabili per la velocità e la frequenza del motore.	4-11 Lim. basso vel. motore [giri/min] 4-13 Lim. alto vel. motore [giri/min] 4-19 Freq. di uscita max.	0 giri/min. (default) 1500 giri/min. (default) 60 Hz (default 132 Hz)
4) Configurare il controllo di velocità e selezionare il principio controllo motore		

Funzione	N. parametro	Impostazione
Attivazione del controllo di velocità	1-00 Modo configurazione	[1] Velocità anello chiuso
Selezione del principio di controllo del motore	1-01 Principio controllo motore	[3] Flux con retr. motore
5) Configurare e variare il riferimento per il controllo di velocità		
Impostare l'ingresso analogico 53 come fonte di riferimento	3-15 Risorsa di rif. 1	Non necessario (default)
Variare l'ingresso analogico 53 da 0 giri/min. (0 V) a 1500 giri/min. (10 V)	6-1*	Non necessario (default)
6) Configurare il segnale encoder 24V HTL come retroazione per la regolazione del motore e il controllo di velocità		
Impostare gli ingressi digitali 32 e 33 come ingressi encoder	5-14 Ingr. digitale morsetto 32 5-15 Ingr. digitale morsetto 33	[0] Non in funzione (default)
Selezionare il morsetto 32/33 come retroazione del motore	1-02 Fonte retroazione Flux motor	Non necessario (default)
Selezionare il morsetto 32/33 come retroazione di velocità del PID	7-00 Fonte retroazione PID di velocità	Non necessario (default)
7) Tarare i parametri relativi al controllo di velocità PID		
Utilizzare i principi di taratura, se pertinenti, oppure tarare manualmente	7-0*	Vedere le istruzioni in basso
8) Finito!		
Salvare le impostazioni dei parametri nell'LCP per conservarli al sicuro	0-50 Copia LCP	[1] Tutto all'LCP

Tabella 4.18 Impostazioni del controllo di velocità

4.4.3 Taratura PID controllo di velocità

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

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

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

NOTA!

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

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

$$Par. 7 - 02_{MAX} = \frac{0.01 \times 4 \times Risoluzione\ encoder \times Par. 7 - 06}{2 \times \pi} \times Max.\ ondulazione\ della\ coppia [\%]$$

Un buon valore di partenza per *7-06 Vel. tempo filtro passa-basso PID* è 5 ms (una risoluzione inferiore dell'encoder richiede un valore filtro più elevato). Tipicamente è accettabile un valore di ondulazione max. della coppia del 3%. Per gli encoder incrementali la risoluzione encoder si trova o in *5-70 Term 32/33 Impulsi per giro* (24V HTL nei convertitori di frequenza standard) o *17-11 Risoluzione (PPR)* (5V TTL nell'opzione MCB102).

Generalmente il limite massimo effettivo di *30-83 Vel. guad. proporz. PID* è determinato dalla risoluzione dell'encoder e dal tempo del filtro di retroazione, ma altri fattori nell'applicazione potrebbero limitare *30-83 Vel. guad. proporz. PID* a un valore più basso.

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

7-04 Vel. Tempo differenz. PID dovrebbe rimanere impostato a 0 finché tutto il resto è tarato. Se necessario, terminare la taratura provando a incrementare leggermente questo valore.

4.4.4 PID controllo di processo

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

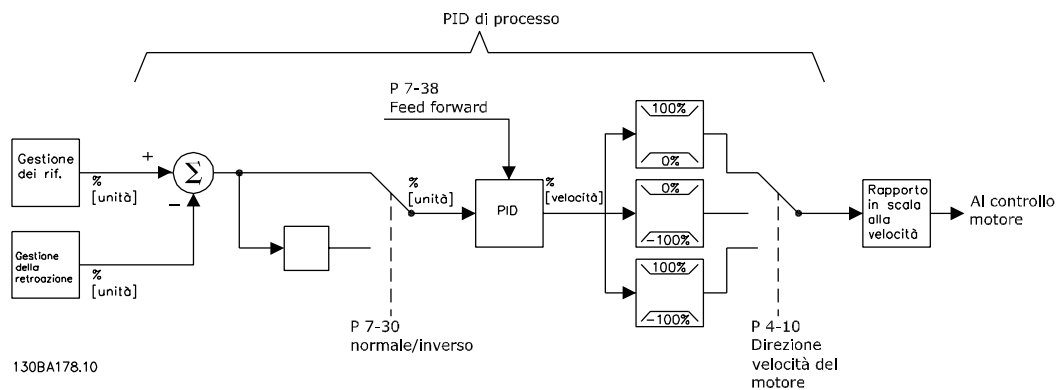
Tabella 4.19 mostra le configurazioni di controllo nelle quali è possibile il controllo di processo. Quando viene impiegato un principio di controllo vettoriale di flusso del motore (Flux), assicurarsi di tarare anche i parametri del controllo di velocità PID. Consultare la sezione sulla Struttura di controllo per verificare dove è attivo il controllo di velocità.

NOTA!

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

1-00 Modo configurazione	1-01 Principio controllo motore			
	U/f	VVCplus	Controll o vettorial e a orientam ento di campo	Flux con retr. encoder
[3] Processo	N. DISP.	Processo	Processo & velocità	Processo & velocità

Tabella 4.19 Impostazioni del PID controllo di processo



Disegno 4.9 Diagramma del PID controllo di processo

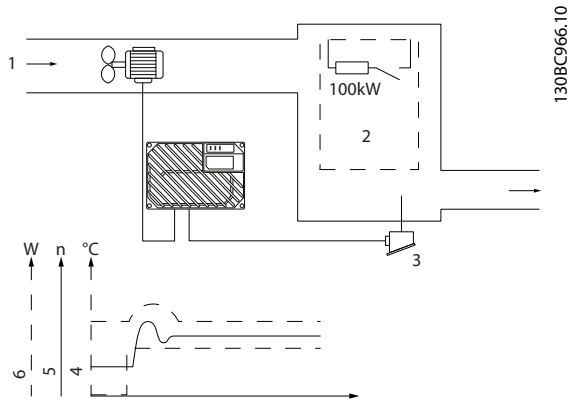
4.4.5 Parametri rilevanti nel controllo di processo

Descrizione	Descrizione della funzione
7-20 Risorsa retroazione 1 CL processo	Selezionare da quale fonte (vale a dire ingresso analogico o digitale) debba ottenere la retroazione il PID di processo
7-22 Risorsa retroazione 1 CL processo	Opzionale: Determinare se (e da dove) il PID di processo debba ottenere un segnale di retroazione supplementare. Se viene selezionata una fonte di retroazione supplementare, i due segnali di retroazione verranno addizionati prima di essere usati nel PID controllo di processo.
7-30 PID proc., contr. n./inv.	Nel [0] Funzionamento normale, il controllo di processo reagirà con un aumento della velocità del motore quando la retroazione assume un valore inferiore a quello del riferimento. Nella stessa situazione, ma con [1] Funzionamento inverso, il controllo di processo reagirà riducendo la velocità del motore.
7-31 Anti saturazione regolatore PID	Questa funzione di anti-saturazione garantisce che, al raggiungimento del limite di frequenza o del limite di coppia, l'uscita dell'integratore verrà limitata al valore corrente. Ciò evita l'integrazione di un errore che in ogni caso non può essere compensato per mezzo di un aumento di velocità. Questa funzione può essere disattivata selezionando [0] "Off".
7-32 PID di processo, veloc. avviam.	In alcune applicazioni, raggiungere la velocità richiesta può richiedere molto tempo. In queste applicazioni può essere conveniente fissare una frequenza alla quale il convertitore di frequenza deve portare il motore prima dell'attivazione del controller di processo. Ciò viene realizzato impostando un valore di avviamento PID di processo (velocità) in 7-32 PID di processo, veloc. avviam..
7-33 Guadagno proporzionale PID di processo	Quanto più alto è il valore tanto più rapida è la regolazione. Tuttavia, un valore troppo elevato può causare oscillazioni.
7-34 Tempo d'integrazione PID di processo	Elimina l'errore di velocità nello stato stazionario. Un valore più basso significa una reazione rapida. Tuttavia, un valore troppo basso può causare oscillazioni.
7-35 Tempo di derivazione PID di processo	Fornisce un guadagno proporzionale alla percentuale di variazione della retroazione. Impostando zero, il derivatore viene disattivato.
7-36 PID di processo, limite guad. deriv.	In caso di rapidi cambi di riferimento o retroazione in una data applicazione, vale a dire di improvvisa variazione dell'errore, il derivatore può diventare troppo dominante. Ciò si verifica in quanto questo reagisce alle variazioni dell'errore. Quanto più rapida è la variazione del segnale di errore, tanto maggiore è il guadagno differenziale. Pertanto il guadagno differenziale può essere limitato per consentire l'impostazione di un tempo di derivazione ragionevole per variazioni lente.
7-38 Fattore canale alim. del regol. PID	Nelle applicazioni nelle quali esiste una correlazione buona (e quasi lineare) tra il riferimento di processo e la velocità del motore richiesta per ottenere tale riferimento, il Fattore del canale di alimentazione può essere usato per ottenere una prestazione dinamica migliore del PID controllo di processo.
5-54 Tempo costante del filtro impulsi #29 (Morsetto impulsi 29), 5-59 Tempo costante del fitro impulsi #33 (Morsetto impulsi 33), 6-16 Tempo cost. filtro morsetto 53 (Morsetto analogico 53), 6-26 Tempo Cost. filtro morsetto 54 (Morsetto analogico 54)	In caso di oscillazioni del segnale di retroazione della corrente/tensione, queste possono essere smorzate per mezzo di un filtro passa basso. Questa costante di tempo rappresenta il limite di frequenza delle ondulazioni che si verificano sul segnale di retroazione. Esempio: Se il filtro passa basso è stato impostato a 0,1 s, la velocità limite sarà di 10 RAD/s (il numero reciproco di 0,1 s), corrispondente a $(10/(2 \times \pi))=1,6$ Hz. Ciò significa che tutte le correnti/tensioni che superano 1,6 oscillazioni al secondo verranno eliminate dal filtro. In altre parole, il controllo verrà effettuata solo su un segnale di retroazione che varia con frequenza inferiore a 1,6 Hz. Il filtro passa basso migliora lo stato stazionario, ma la selezione di un tempo filtro troppo grande deteriorerà la prestazione dinamica del PID controllo di processo.

Tabella 4.20 I parametri sono rilevanti per il controllo di processo

4.4.6 Esempio di un PID controllo di processo

Disegno 4.10 è un esempio di un PID controllo di processo usato in un sistema di ventilazione.



130BC966.10

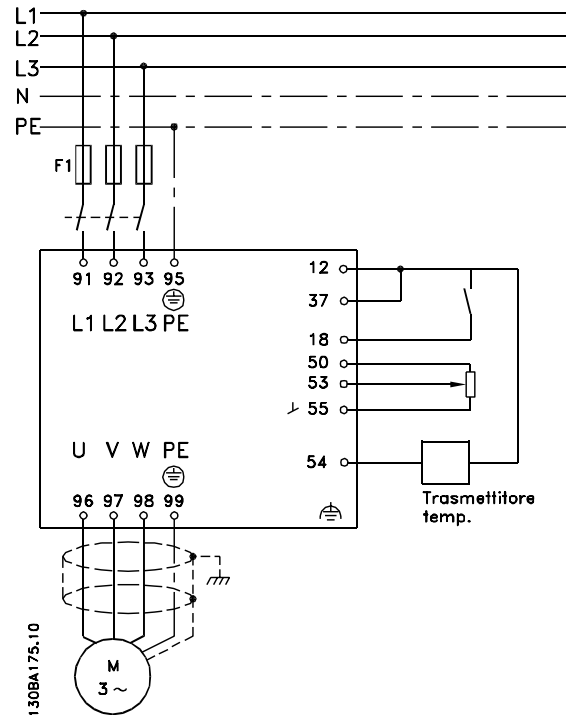
Disegno 4.10 PID controllo di processo in un sistema di ventilazione

Elemento	Descrizione
1	Aria fredda
2	Processo di generazione di calore
3	Trasmittitore di temperatura
4	Temperatura
5	Velocità ventola
6	Calore

Tabella 4.21 Legenda

In un sistema di ventilazione, la temperatura deve essere impostabile da -5 a 35 °C con un potenziometro da 0 a 10 V. L'obiettivo del controllo di processo è quello di mantenere la temperatura a un livello preimpostato costante.

Il controllo è del tipo inverso, vale a dire che quando la temperatura aumenta, aumenta anche la velocità di ventilazione, in modo da generare più aria. Quando la temperatura diminuisce, la velocità viene ridotta. Il trasmettitore usato è un sensore della temperatura con un campo di lavoro da -10 a 40 °C, 4-20 mA. Velocità min./ max. 300/1500 giri/min..



130BA175.10

Disegno 4.11 Trasmittitore a due conduttori

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

Funzione	Par. n.	Impostazione
Inizializzare il convertitore di frequenza	14-22	[2] Inizializzazione - eseguire un ciclo di alimentazione - premere reset
1) Impostare i parametri motore:		
Impostare i parametri motore sulla base dei dati di targa	1-2*	Come indicato sulla targhetta del motore
Eseguire un Adattamento Automatico Motore completo	1-29	[1] Abilit.AMA compl.
2) Verificare che il motore giri nella direzione corretta. Quando il motore è collegato al convertitore di frequenza con ordine di fase diretto come U - U; V- V; W - W l'albero motore di norma gira in senso orario visto dall'estremità albero.		
Premere il tasto LCP "Hand on". Controllare la direzione dell'albero applicando un riferimento manuale.		
Se il motore gira nella direzione opposta a quella richiesta: 1. Modificare la direzione del motore in <i>4-10 Direz. velocità motore</i> 2. Scollegare la rete - attendere che il bus CC si scarichi - commutare due delle fasi del motore	4-10	Selezionare la direzione corretta dell'albero motore
Impostare la modalità di configurazione	1-00	[3] Processo
Impostare la configurazione modo locale	1-05	[0] Anello aperto vel.
3) Impostare la configurazione di riferimento, vale a dire il campo per la gestione dei riferimenti. Impostare la scala dell'ingresso analogico nel par. 6-xx		
Impostare le unità riferimento/retroazione	3-01	[60] °C unità visualizzata sul display
Impostare il riferimento min. (10° C)	3-02	-5 °C
Impostare il riferimento max. (80° C)	3-03	35 °C
Se il valore impostato è determinato da un valore predefinito (parametro array), impostare le altre risorse di riferimento su Nessuna funzione	3-10	[0] 35% $Rif = \frac{Par. 3 - 10_{(0)}}{100} \times ((Par. 3 - 03) - (par. 3 - 02)) = 24, 5^{\circ} C$ 3-14 Rif. relativo preimpostato a 3-18 Risorsa rif. in scala relativa [0] = Nessuna funzione
4) Regolare i limiti per il convertitore di frequenza:		
Impostare i tempi di rampa a un valore appropriato come 20 s	3-41	20 s
	3-42	20 s
Impostare i limiti di velocità min.	4-11	300 giri/m
Impostare il limite max. di velocità del motore	4-13	1500 giri/min.
Impostare la frequenza di uscita max.	4-19	60 Hz
Impostare S201 o S202 alla funzione di ingresso analogico desiderata (Tensione (V) o milli-Amp (I))		
NOTA! Gli interruttori sono sensibili - Eseguire un ciclo di alimentazione per mantenere l'impostazione di fabbrica di V		
5) Convertire gli ingressi analogici utilizzati come riferimento e retroazione		
Impostare la tensione bassa del morsetto 53	6-10	0 V
Impostare la tensione alta del morsetto 53	6-11	10 V
Impostare il valore di retroazione basso del morsetto 54	6-24	-5 °C
	6-25	35 °C
Impostare il valore di retroazione alto del morsetto 54	7-20	[2] Ingr. analog. 54
Impostare fonte retroazione		
6) Impostazione di base PID		
PID di processo, normale/inverso	7-30	[0] Coppia
PID di processo anti-saturazione	7-31	[1] On
Vel. di avviam. PID di proc.	7-32	300 giri/m
Salvare parametri sull'LCP	0-50	[1] Tutto all'LCP

Tabella 4.22 Esempio di impostazione di un PID controllo di processo

4.4.7 Ottimizzazione del regolatore di processo

Le impostazioni di base sono state effettuate; occorre ancora ottimizzare il guadagno proporzionale, il tempo di integrazione e il tempo di derivazione (7-33 *Guadagno proporzionale PID di processo*, 7-34 *Tempo d'integrazione PID di processo*, 7-35 *Tempo di derivazione PID di processo*). Nella maggior parte dei processi, ciò può essere fatto seguendo le seguenti istruzioni:

1. Avviare il motore
2. Impostare 7-33 *Guadagno proporzionale PID di processo* a 0,3 e aumentarlo finché il segnale di retroazione comincia ancora a oscillare. Ridurre quindi il valore finché il segnale di retroazione si stabilizza. Ora abbassare il guadagno proporzionale del 40-60%.
3. Impostare 7-34 *Tempo d'integrazione PID di processo* a 20 s e ridurre il valore finché il segnale di retroazione comincia ancora a oscillare. Aumentare il tempo di integrazione finché il segnale di retroazione si stabilizza, con un successivo aumento del 15-50%.
4. Usare 7-35 *Tempo di derivazione PID di processo* solo per sistemi a reazione molto rapida (tempo di derivazione). Il valore tipico è quattro volte il tempo di integrazione impostato. Il derivatore deve essere usato solo quando l'impostazione del guadagno proporzionale e del tempo di integrazione è stata completamente ottimizzata. Assicurare che le ondulazioni sul segnale di retroazione siano sufficientemente smorzate dal filtro passa basso sul segnale di retroazione.

NOTA!

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

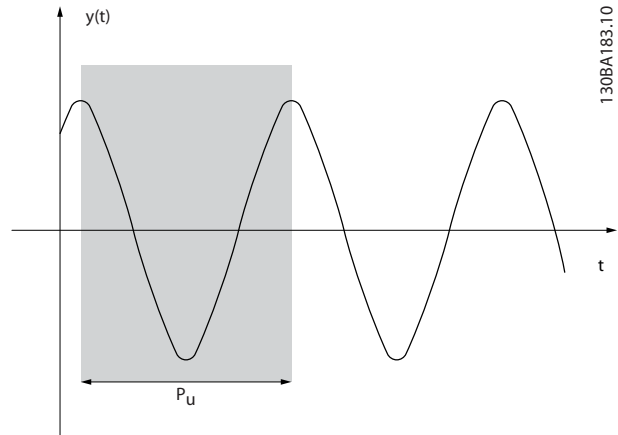
4.4.8 Metodo di taratura Ziegler Nichols

Per la taratura dei controlli PID del convertitore di frequenza, possono essere utilizzati vari metodi. Un approccio è quello di usare una tecnica che è stata sviluppata negli anni 1950 ma che ha superato la prova del tempo e viene usata tuttora. Questo metodo è noto come metodo di taratura Ziegler Nichols.

NOTA!

Il metodo descritto non deve essere utilizzato 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. Il guadagno proporzionale viene aumentato finché si osservano oscillazioni continue (come misurate sulla retroazione), vale a dire, finché il sistema diventa marginalmente stabile. Il guadagno corrispondente (K_u) è definito guadagno ideale. Il periodo di oscillazione (P_u) (definito periodo ideale) si stabilisce come mostrato in *Disegno 4.12*.



Disegno 4.12 Sistema al limite di stabilità

Misurare P_u quando l'ampiezza di oscillazione è abbastanza piccola. Quindi "arretrare" nuovamente da questo guadagno come mostrato in *Tabella 4.23*.

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

Tipo di controllo	Guadagno proporzionale	Tempo di integrazione	Tempo di derivazione
Controllo PI	$0,45 * K_u$	$0,833 * P_u$	-
Controllo stretto PID	$0,6 * K_u$	$0,5 * P_u$	$0,125 * P_u$
PID lieve sovraelonzazione	$0,33 * K_u$	$0,5 * P_u$	$0,33 * P_u$

Tabella 4.23 Taratura Ziegler Nichols per il regolatore, basato per un limite di stabilità.

L'esperienza ha dimostrato che l'impostazione del regolatore secondo la regola Ziegler Nichols fornisce una buona risposta in anello chiuso per molti sistemi. L'operatore di processo può effettuare la taratura finale del regolatore in modo iterativo per fornire un controllo soddisfacente.

Descrizione passo per passo

Fase 1: Selezionare solo il Controllo proporzionale, nel senso che il tempo di integrazione viene impostato al valore massimo, mentre il tempo di derivazione viene impostato a zero.

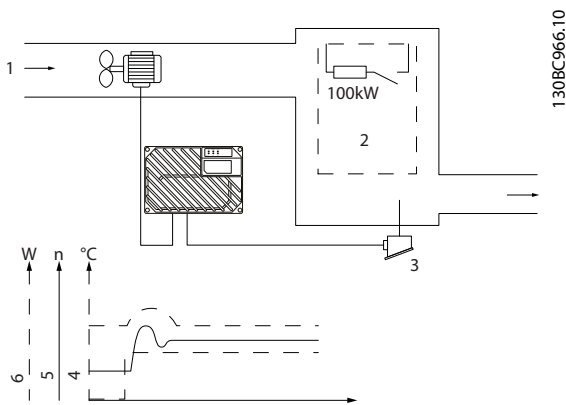
Fase 2: Aumentare il valore del guadagno proporzionale fino al raggiungimento del punto di instabilità (oscillazioni autoindotte) e del valore critico di guadagno, K_u .

Fase 3. Misurare il periodo di oscillazione per ottenere la costante di tempo critica, P_u .

Fase 4: Utilizzare *Tabella 4.23* per calcolare i parametri necessari per il controllo PID.

4.4.9 Esempio di un PID controllo di processo

Disegno 4.10 è un esempio di un PID controllo di processo usato in un sistema di ventilazione.



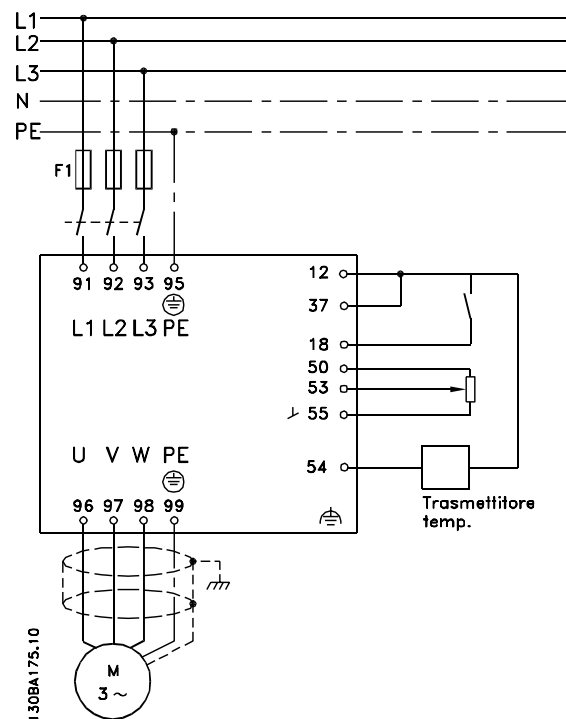
Disegno 4.13 PID controllo di processo in un sistema di ventilazione

Elemento	Descrizione
1	Aria fredda
2	Processo di generazione di calore
3	Trasmittitore di temperatura
4	Temperatura
5	Velocità ventola
6	Calore

Tabella 4.24 Legenda

In un sistema di ventilazione, la temperatura deve essere impostabile da -5 a 35 °C con un potenziometro da 0 a 10 V. L'obiettivo del controllo di processo è quello di mantenere la temperatura a un livello preimpostato costante.

Il controllo è del tipo inverso, vale a dire che quando la temperatura aumenta, aumenta anche la velocità di ventilazione, in modo da generare più aria. Quando la temperatura diminuisce, la velocità viene ridotta. Il trasmettitore usato è un sensore della temperatura con un campo di lavoro da -10 a 40 °C, 4-20 mA. Velocità min./max. 300/1500 giri/min..

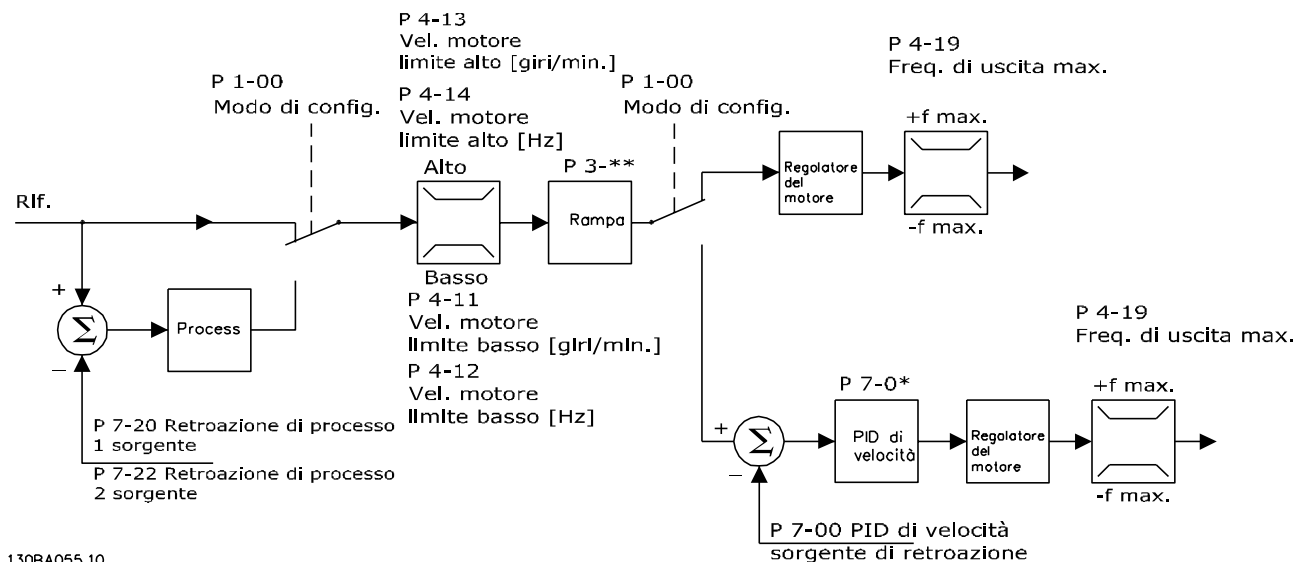


Disegno 4.14 Trasmittitore a due conduttori

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

4.5 Strutture di controllo

4.5.1 Struttura di controllo nel controllo vettoriale avanzato VVC^{plus}



130BA055.10

Disegno 4.15 Struttura di controllo nelle configurazioni in anello aperto e chiuso VVC^{plus}.

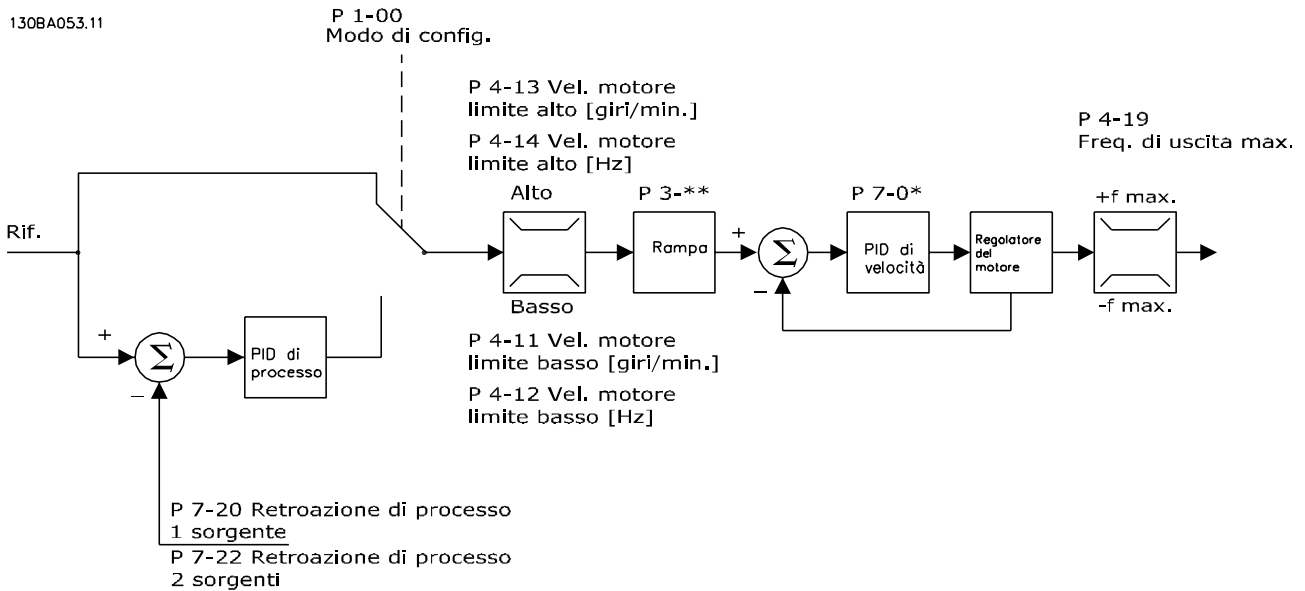
Nella configurazione mostrata in *Disegno 4.15*, *1-01 Principio controllo motore* è impostato su *[1] VVC^{plus}* e *1-00 Modo configurazione* è impostato su *[0] Anello aperto velocità*. Il segnale di riferimento risultante dal sistema gestione dei riferimenti viene ricevuto e alimentato attraverso la limitazione di rampa e di velocità prima di essere inviato al controllo del motore. L'uscita del controllo del motore viene poi limitata dal limite di frequenza massima.

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

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

4.5.2 Struttura di controllo in controllo vettoriale a orientamento di campo

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



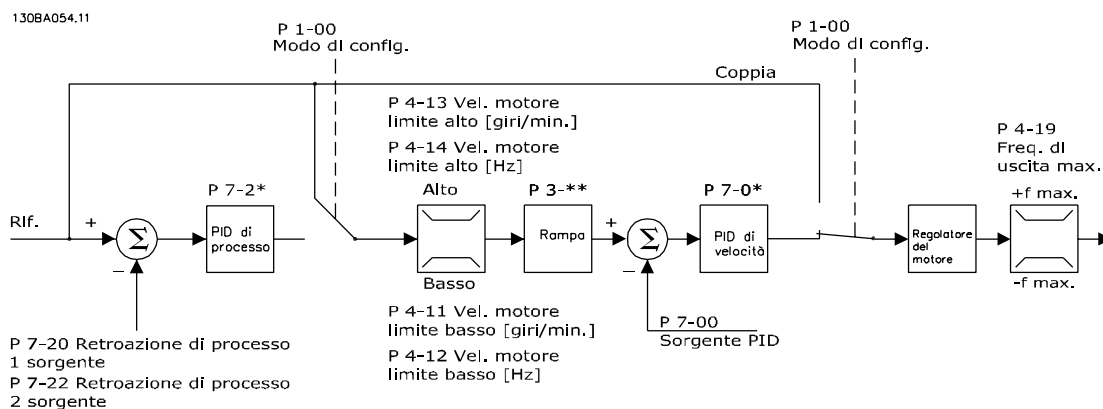
Disegno 4.16 Struttura di controllo in controllo vettoriale a orientamento di campo

Nella configurazione mostrata, *1-01 Principio controllo motore* è impostato su *[2] Flux sensorless* e *1-00 Modo configurazione* è impostato su *[0] Anello aperto vel.* Il riferimento risultante dal sistema di gestione dei riferimenti è alimentato attraverso le limitazioni di rampa e di velocità come definito dalle impostazioni parametri indicate.

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

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

4.5.3 Struttura del controllo nella configurazione Flux con retroazione da motore



Disegno 4.17 Struttura del controllo nella configurazione Flux con retroazione da motore

Nella configurazione mostrata, 1-01 Principio controllo motore è impostato su [3] Flux con retr. motore e 1-00 Modo configurazione è impostato su [1] Anello chiuso vel..

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

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

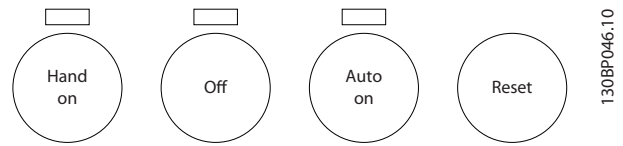
Selezionare [2] Coppia in 1-00 Modo configurazione per utilizzare il riferimento risultante direttamente come riferimento di coppia. Il controllo di coppia può essere selezionato solo nella configurazione Flux con retr. motore (1-01 Principio controllo motore). Se è stata selezionata questa modalità,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

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

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

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

Dopo aver premuto il tasto [Auto On], il convertitore di frequenza passa al modo automatico e segue (per default) il riferimento remoto. In questa modalità è possibile controllare il convertitore di frequenza tramite gli ingressi digitali e varie interfacce seriali (RS-485, USB o un bus di campo opzionale). Per maggiori informazioni sull'avvio, l'arresto, il cambio di rampa e le impostazioni parametri vedere il gruppo par. 5-1* (ingressi digitali) o il gruppo parametri 8-5* (comunicazione seriale).

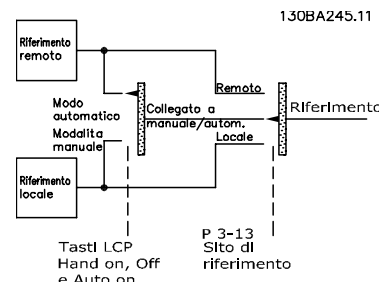


Disegno 4.18 Tasti dell'LCP

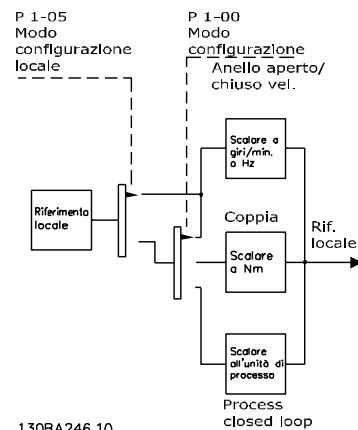
Riferimento attivo e Modalità di configurazione

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

In 3-13 Sito di riferimento è possibile selezionare in modo permanente il riferimento locale selezionando [2] Locale. Per l'impostazione permanente del riferimento remoto, selezionare [1] Remoto. Selezionando [0] Collegato a Man./Auto (impostazione predefinita), la posizione di riferimento è collegata alla modalità attiva. (Modo manuale o modo automatico).



Disegno 4.19 Gestione dei riferimenti locali



Disegno 4.20 Gestione remota dei riferimenti

Tasti dell'LCP	3-13 Sito di riferimento	Riferimento attivo
Hand	Collegato a Man./ Auto	Locale
Hand⇒Off	Collegato a Man./ Auto	Locale
Auto	Collegato a Man./ Auto	Remoto
Auto⇒Off	Collegato a Man./ Auto	Remoto
Tutti i tasti	Locale	Locale
Tutti i tasti	Remoto	Remoto

Tabella 4.25 Condizioni per la gestione dei riferimenti locale/remota

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

4.7 Programmazione del Limite di coppia e Arresto

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

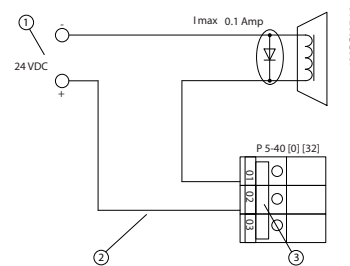
L'esempio fornito di seguito illustra la programmazione delle connessioni del convertitore di frequenza. Il freno esterno può essere collegato al relè 1 o 2. Programmare il morsetto 27 su [2] *Evol. libera neg.* o [3] *Ruota lib. e ripr. inv.* e programmare il morsetto 29 su *Modo morsetto 29 [1] Uscita e [27] Limite di coppia e arresto.*

Descrizione

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

Se il convertitore di frequenza è al limite di coppia e il comando di arresto è attivato, verrà attivato il morsetto 29 Uscita (programmato su Limite di coppia e arresto [27]). Il segnale al morsetto 27 cambia da '1 logico' a '0 logico' e il motore inizia l'evoluzione libera, assicurando in questo modo che l'apparecchio di sollevamento si arresti anche se il convertitore di frequenza stesso non è in grado di gestire la coppia richiesta (a causa del sovraccarico eccessivo).

- Avvio/arresto tramite morsetto 18
5-10 *Ingr. digitale morsetto 18 [8] Avvio*
- Arresto rapido mediante morsetto 27
5-12 *Ingr. digitale morsetto 27 [2] Arresto a ruota libera, comando attivo basso*
- Uscita morsetto 29
5-02 *Modo morsetto 29 [1] Morsetto 29 uscita modalità*
5-31 *Uscita dig. morsetto 29[27] Limite di coppia e arresto*
- [0] Uscita relè [0] (Relè 1)
5-40 *Funzione relè [32] Controllo del freno meccanico*



Disegno 4.21 Controllo del freno meccanico

Elemento	Descrizione
1	Alim. 24 V CC esterna
2	Collegamento del freno meccanico
3	Relè 1

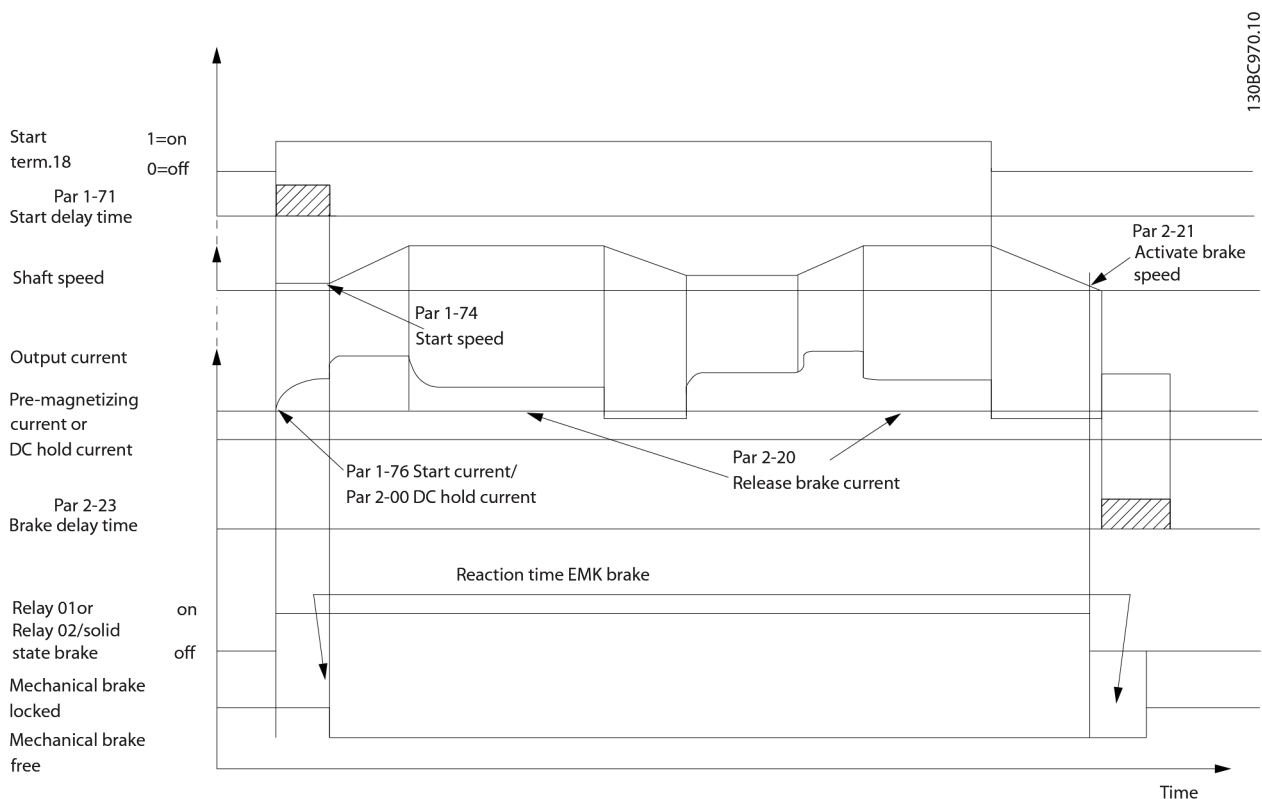
Tabella 4.26 Legenda

4.8 Freno meccanico

Nelle applicazioni di sollevamento, è necessario poter controllare un freno elettromeccanico. Per controllare il freno, è necessaria un'uscita a relè (relè1 o relè2) o un'uscita digitale programmata (morsetto 27 o 29). Di norma, questa uscita va tenuta chiusa per tutto il tempo che il convertitore di frequenza non è in grado di 'tenere' il motore, ad es. a causa di un carico eccessivo. Per applicazioni con un freno elettromagnetico, selezionare [32] controllo del freno meccanico in uno dei seguenti parametri:

- 5-40 Funzione relè (parametro array),
- 5-30 Uscita dig. morsetto 27, oppure
- 5-31 Uscita dig. morsetto 29

Quando viene selezionato [32] controllo del freno meccanico, il relè del freno meccanico rimane chiuso durante l'avviamento finché la corrente di uscita supera un livello preimpostato. Selezionare il livello preimpostato in 2-20 Corrente rilascio freno. Durante l'arresto, il freno meccanico si chiude quando la velocità è inferiore al livello selezionato in 2-21 Vel. attivazione freno [giri/min]. Quando il convertitore di frequenza si trova in una condizione di allarme (vale a dire in una situazione di sovratensione) o durante un arresto di sicurezza, il freno meccanico si inserisce immediatamente.



Disegno 4.22 Controllo del freno meccanico per applicazioni di sollevamento

In applicazioni di sollevamento/abbassamento, è necessario poter controllare un freno elettromeccanico.

Descrizione passo per passo

- Per il controllo del freno meccanico, utilizzare qualsiasi uscita a relè, uscita digitale (morsetto 27 o 29) o un'uscita in tensione del freno allo stato solido (morsetti 122 - 123). Se necessario, usare un contattore adatto.
- Assicurarsi che l'uscita venga disinserita fintantoché il convertitore di frequenza non è in grado di azionare il motore. Per esempio, a causa del carico troppo pesante oppure quando il motore non è ancora montato.
- Selezionare [32] controllo del freno meccanico nel gruppo parametri 5-4* (o nel gruppo parametri 5-3*) prima di collegare il freno meccanico.

- Il freno viene rilasciato se la corrente motore supera il valore preimpostato nel *2-20 Corrente rilascio freno*.
- Il freno è innestato quando la frequenza d'uscita è inferiore al limite preimpostato. Impostare il limite in *2-21 Vel. attivazione freno [giri/min]* o *2-22 Velocità di attivazione del freno [Hz]* e solo se il convertitore di frequenza esegue un comando di arresto.

NOTA!

Raccomandazione: Nelle applicazioni di sollevamento verticale o di sollevamento in generale, assicurarsi che il carico possa essere arrestato in caso di emergenza o di malfunzionamento di una singola parte come ad es. un contattore.

Quando il convertitore di frequenza entra nella modalità di allarme o in una situazione di sovratensione, il freno meccanico si inserisce.

NOTA!

Per le applicazioni di sollevamento, assicurarsi che i limiti di coppia impostati non superino il limite di corrente. Impostare i limiti di coppia in *4-16 Lim. di coppia in modo motore* e *4-17 Lim. di coppia in modo generatore*. Impostare il limite di corrente in *4-18 Limite di corrente*.

Raccomandazione: Impostare *14-25 Ritardo scatto al limite di coppia* su [0], *14-26 Ritardo scatto al guasto inverter* su [0] e *14-10 Guasto di rete* su [3] *Ruota libera*.

4.9 Arresto di sicurezza

Il convertitore di frequenza può eseguire la funzione di sicurezza *Safe Torque Off (STO)*, come definita dalla EN IEC 61800-5-2¹⁾ e *Categoria di arresto 0* (come definita nell'EN 60204-1²⁾).

Danfoss ha chiamato questa funzionalità *Arresto di sicurezza*. Prima dell'integrazione e dell'utilizzo dell'Arresto di Sicurezza in un'installazione, è necessario effettuare un'approfondita analisi dei rischi per determinare se la funzionalità di Arresto di Sicurezza e i livelli di sicurezza sono adeguati e sufficienti. L'arresto di sicurezza è progettato e ritenuto adatto per i requisiti di:

- Categoria di sicurezza 3 in EN 954-1 (e ISO EN 13849-1)
- Livello di prestazioni "d" in ISO EN 13849-1:2008
- Capacità SIL 2 in IEC 61508 ed EN 61800-5-2
- SILCL 2 in EN 62061

1) Vedere EN IEC 61800-5-2 per ulteriori informazioni su lla funzione Safe torque off (STO).

2) Vedere EN IEC 60204-1 per informazioni sulle categorie di arresto 0 e 1.

Attivazione e termine dell'Arresto di Sicurezza

La funzione Arresto di sicurezza (STO) viene attivata rimuovendo la tensione sul morsetto 37 dell'inverter di sicurezza. Collegando l'inverter di sicurezza ai dispositivi di sicurezza esterni fornendo un ritardo di sicurezza, può essere ottenuto un impianto per una categoria di arresto di sicurezza 1. La funzione Arresto di sicurezza può essere utilizzata per motori asincroni, sincroni e a magneti permanenti.

AVVISO

Dopo l'installazione dell'Arresto di sicurezza (STO), occorre eseguire un test di funzionamento. Dopo la prima installazione è necessario superare un test di messa in esercizio, che va ripetuto dopo ogni modifica all'installazione di sicurezza.

Dati tecnici funzione Arresto di sicurezza

I valori seguenti sono associati ai diversi livelli di sicurezza:

Tempo di reazione per T37

- Tempo di reazione tipico: 10 ms

Tempo di reazione = il ritardo tra l'istante in cui viene tolta l'alimentazione all'ingresso STO e l'istante in cui commuta il ponte di uscita del convertitore di frequenza.

Dati per EN ISO 13849-1

- Livello di prestazioni "d":
- MTTF_d (Tempo medio per guasto pericoloso): 24816 anni
- DC (Copertura diagnostica): 99%
- Categoria 3
- Vita utile 20 anni

Dati per EN IEC 62061, EN IEC 61508, EN IEC 61800-5-2

- Capacità SIL 2, SILCL 2
- PFH (Probabilità di guasto pericoloso per ora)=7e-10FIT=7e-19/h
- SFF (Frazione di guasti sicuri) >99%
- HFT (Tolleranza ai guasti hardware) = 0 (architettura 1oo1)
- Vita utile 20 anni

Dati per EN IEC 61508 domanda ridotta

- PFDavg per un anno di funzionamento in prova: 3, 07E-14
- PFDavg per tre anni di funzionamento in prova: 9, 20E-14
- PFDavg per cinque anni di funzionamento in prova: 1, 53E-13

Dati SISTEMA

Sono disponibili dati per la sicurezza funzionale tramite una libreria utilizzabile con il software di calcolo SISTEMA di IFA (Institute for Occupational Safety and Health della German Social Accident Insurance) e i dati per il calcolo

manuale. La libreria è sempre completa e viene costantemente ampliata.

Abbrev.	Rif.	Descrizione
Cat.	EN 954-1	Categoria, livello "B, 1-4"
FIT		Guasto nel tempo: 1E-9 ore
HFT	IEC 61508	Tolleranza ai guasti hardware: HFT=n indica che n+1 guasti possono causare una perdita della funzione di sicurezza
MTTFd	EN ISO 13849-1	Tempo medio al guasto - pericoloso. Unità: anni
PFH	IEC 61508	Probabilità di guasto pericoloso per ora. Considerare il valore PFH quando il dispositivo di sicurezza viene fatto funzionare ad alte prestazioni (più di una volta all'anno); o in modalità continua, dove la frequenza di richieste di funzionamento su un sistema di sicurezza è maggiore di una all'anno.
PL	EN ISO 13849-1	Livello discreto utilizzato per specificare la possibilità dei componenti collegati alla sicurezza facenti parte del sistema di controllo di eseguire la funzione di sicurezza in tutte le condizioni prevedibili. Livelli a-e.
SFF	IEC 61508	Frazione di guasti sicuri [%]; Percentuale di guasti sicuri e guasti pericolosi rilevati di una funzione di sicurezza o di un sottosistema associata a tutti i guasti.
SIL	IEC 61508	Livello di integrità sicurezza
STO	EN 61800-5-2	Safe Torque Off
SS1	EN 61800-5-2	Arresto di sicurezza 1

Tabella 4.27 Abbreviazioni correlate alla sicurezza funzionale

Valore medio PFDavg (Probabilità di guasto alla richiesta)
 Probabilità che si verifichi un guasto al momento della richiesta di intervento della funzione.

4.9.1.1 Morsetto 37 Funzione Arresto di sicurezza

Il convertitore di frequenza è disponibile con la funzione di arresto di sicurezza tramite il morsetto di comando 37. La funzione Arresto di sicurezza disabilita la tensione di controllo dei semiconduttori di potenza dello stadio di uscita del convertitore di frequenza al fine di impedire che venga generata la tensione necessaria a far ruotare il motore. Quando viene attivata la funzione Arresto di sicurezza (T37), il convertitore di frequenza emette un allarme, fa scattare l'unità e arresta il motore a ruota libera. È necessario riavviare manualmente. La funzione arresto di sicurezza può essere usata come arresto di emergenza per il convertitore di frequenza. In condizioni di normale funzionamento, quando non è necessario un arresto di sicurezza, si utilizza invece la regolare funzione di arresto.

Se viene usato il riavvio automatico, assicurare che siano soddisfatti i requisiti indicati dalle norme ISO 12100-2 paragrafo 5.3.2.5.

Condizioni di responsabilità

È responsabilità dell'utilizzatore garantire il personale che installi e utilizzi la funzione arresto di sicurezza:

- Leggere e comprendere le norme di sicurezza riguardanti la protezione dai rischi e la prevenzione degli incidenti.
- Comprendere le linee guida generiche per la sicurezza fornite in questa descrizione e le informazioni più complete contenute in questo manuale
- Possedere una adeguata conoscenza delle norme generiche di sicurezza valide per l'applicazione specifica.

L'utilizzatore è, per definizione: integratore, operatore, tecnico di assistenza, tecnico manutentore.

Norme

L'uso dell'arresto sicuro sul morsetto 37 richiede che l'utente soddisfi tutte le norme di sicurezza incluse leggi vigenti, regolamenti e linee guida. La funzione opzionale di arresto di sicurezza è conforme alle seguenti norme:

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

Le informazioni e le istruzioni del Manuale di funzionamento non sono sufficienti per assicurare un uso corretto e sicuro della funzione Arresto di sicurezza. È necessario seguire le relative informazioni e istruzioni riportate nella *Guida alla progettazione*.

Misure di protezione

- È necessario personale qualificato e capace per l'installazione e la messa in funzione dei sistemi di sicurezza
- L'unità deve essere installata in una custodia IP54 o in un ambiente equivalente. In caso di applicazioni particolari è richiesto un contenitore con un livello di protezione IP maggiore
- Il cavo tra il morsetto 37 e il dispositivo esterno di sicurezza deve essere protetto dai cortocircuiti secondo la ISO 13849-2 tabella D.4

- Quando forze esterne influiscono sull'asse motore (ad esempio carichi sospesi), è necessario adottare misure aggiuntive (ad es. un freno di mantenimento di sicurezza) per eliminare i rischi potenziali.

Installazione e configurazione della funzione Arresto di sicurezza



FUNZIONE ARRESTO DI SICUREZZA!

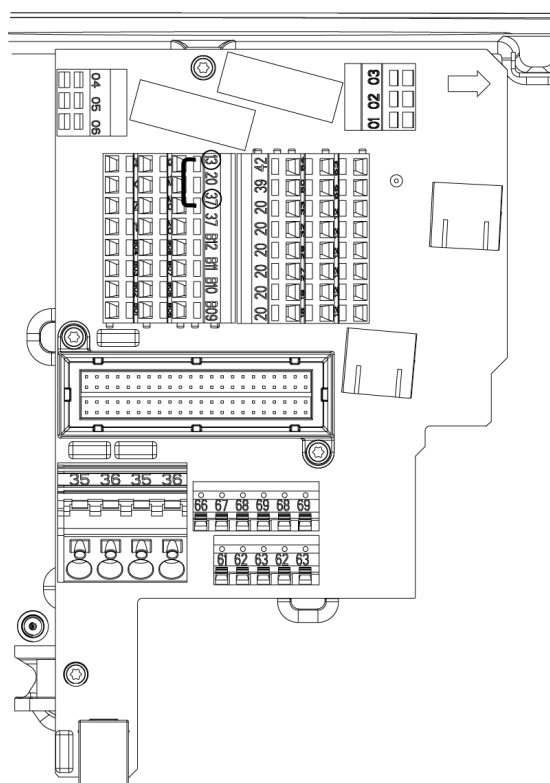
La funzione arresto di sicurezza **NON** isola la tensione di alimentazione dal convertitore di frequenza o dai circuiti ausiliari. Eseguire interventi sui componenti del convertitore di frequenza o del motore solo dopo avere scollegato la tensione di alimentazione ed avere aspettato il tempo necessario, specificato nella sezione Sicurezza di questo manuale. Non rispettare le indicazioni precedenti significa esporsi al rischio di lesioni gravi o addirittura mortali.

- Non è consigliato arrestare il convertitore di frequenza tramite la funzione Safe Torque Off. Se un convertitore di frequenza in funzione viene fermato utilizzando questa funzione, l'unità scatta e si arresta a ruota libera. Se inaccettabile o pericoloso, usare un'altra modalità di arresto per arrestare il convertitore di frequenza e le apparecchiature prima di usare questa funzione. In alcune applicazioni può essere necessario un freno meccanico.
- Per convertitori di frequenza sincroni e con motori a magnete permanente, in presenza di un guasto dei semiconduttori di potenza IGBT: Nonostante l'attivazione della funzione Safe torque off, il sistema può generare una coppia di allineamento che ruota l'albero del motore al massimo di $180/p$ gradi, dove p indica il numero di coppie di poli.
- Questa funzione è idonea ad eseguire lavoro meccanico solo sul sistema o sulla zona della macchina collegata. Non offre sicurezza elettrica. Non usare questa funzione come un comando per avviare e/o arrestare il convertitore di frequenza.

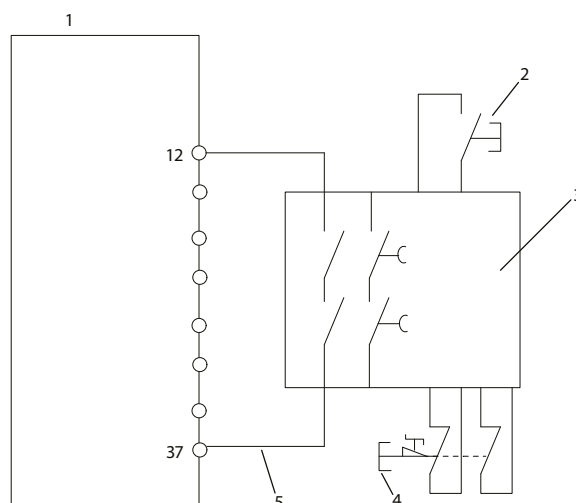
Per eseguire un'installazione sicura del convertitore di frequenza, eseguire le seguenti operazioni:

1. Rimuovere il ponticello fra i morsetti di controllo 37 e 12 o 13. Non è sufficiente tagliare o rompere il ponticello per evitare il cortocircuito (vedere il jumper in *Disegno 4.23*).
2. Collegare un relè esterno di monitoraggio di sicurezza tramite la funzione di sicurezza NA al morsetto 37 (arresto di sicurezza) e al morsetto 12 o 13 (24 V CC). Seguire le istruzioni per il

dispositivo di sicurezza. Il relè di monitoraggio di sicurezza deve essere conforme alla Categoria 3 (EN 954-1)/PL "d" (ISO 13849-1) o SIL 2 (EN 62061).



Disegno 4.23 Ponticello tra i morsetti 12/13 (24 V) e 37



Disegno 4.24 Installazione per raggiungere un Arresto di Categoria 0 (EN 60204-1) con Sicurezza Cat. 3 (EN 954-1)/PL "d" (ISO 13849-1) o SIL 2 (EN 62061).

1	Convertitore di frequenza
2	Pulsante di ripristino
3	Relè di sicurezza (cat. 3, PL d o SIL2)
4	Pulsante arresto di emergenza
5	Cavo protetto dai cortocircuiti (se esterno all'armadio di installazione IP54)

Tabella 4.28 Legenda

Test di collaudo dell'Arresto d'emergenza

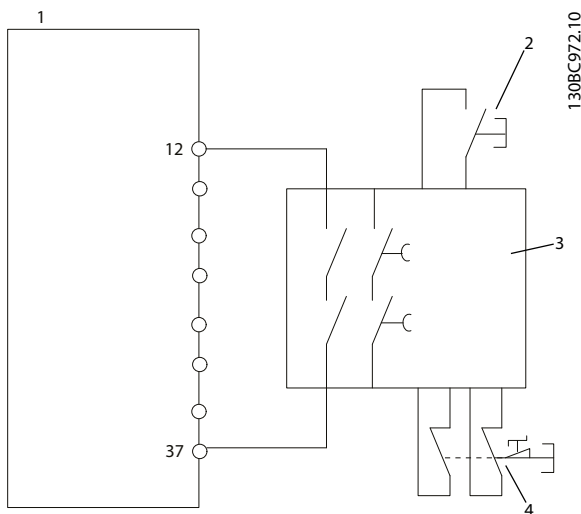
Dopo l'installazione e prima della messa in esercizio, eseguire un test di messa in funzione dell'impianto usando l'arresto di sicurezza. Inoltre, eseguire il test dopo ogni modifica dell'installazione.

Esempio con STO

Un relè di sicurezza valuta i segnali provenienti dal pulsante di arresto di emergenza e fa intervenire la funzione STO del convertitore di frequenza in caso di attivazione del pulsante (vedere *Disegno 4.25*). Questa funzione di sicurezza corrisponde ad un arresto di categoria 0 (arresto non controllato) secondo la norma IEC 60204-1. Se la funzione interviene durante il funzionamento, il motore rallenta in maniera incontrollata. L'alimentazione al motore viene scollegata in modo che non sia possibile alcun ulteriore movimento. Non è necessario monitorare l'impianto fermo. Se può verificarsi l'effetto di una forza esterna, prendere ulteriori misure per impedire qualsiasi movimento potenziale (ad es. utilizzando freni meccanici).

NOTA!

Per tutte le applicazioni dotate di funzione Arresto sicuro, è importante evitare i cortocircuiti del cablaggio T37. Escludere il cortocircuito come descritto nella norma EN ISO 13849-2 D4, utilizzando un cablaggio protetto (schermato o segregato).



Disegno 4.25 Esempio STO

1	Convertitore di frequenza
2	Tasto [Reset]
3	Relè di sicurezza
4	Arresto di emergenza

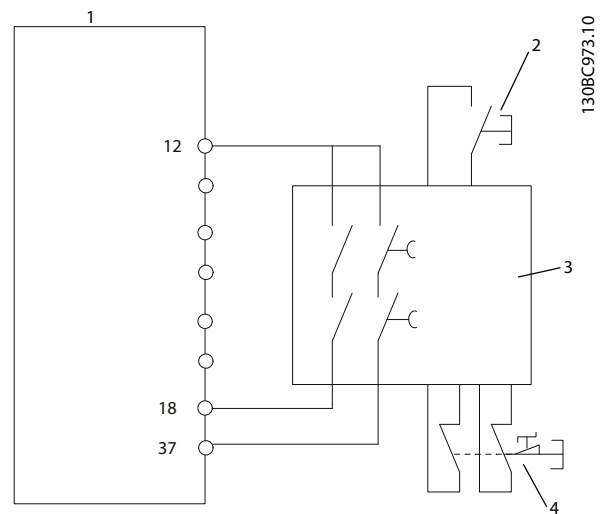
Tabella 4.29 Legenda

Esempio con SS1

SS1 corrisponde a un arresto controllato, arresto di categoria 1 secondo IEC 60204-1 (vedere *Disegno 4.26*). Quando la funzione di sicurezza viene attivata, il convertitore di frequenza esegue un normale arresto controllato. Questa modalità viene attivata tramite il morsetto 27. Dopo che è il ritardo di sicurezza del modulo esterno di sicurezza è trascorso, interviene la funzione STO e il morsetto 37 viene posto al livello basso. Rallentamento come configurato nel convertitore di frequenza. Se il convertitore di frequenza non è fermo dopo che è trascorso il ritardo di sicurezza, l'attivazione della funzione STO mette il convertitore di frequenza in rotazione libera.

NOTA!

Quando si utilizza la funzione SS1, la rampa di frenatura del convertitore di frequenza non è monitorata relativamente alla sicurezza.



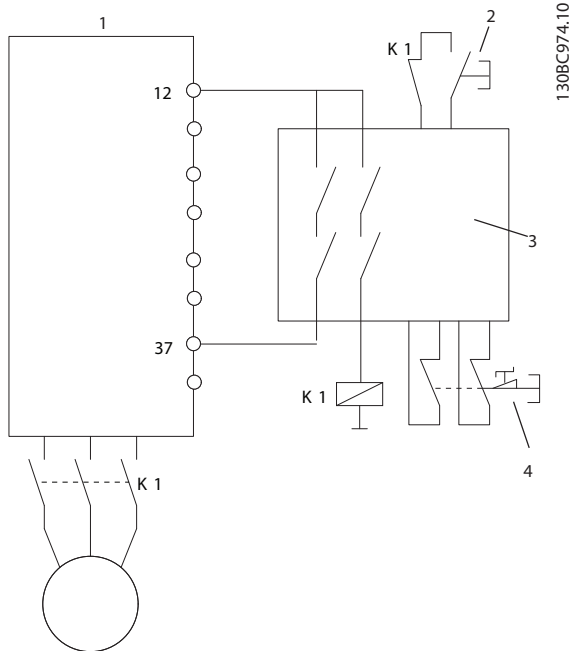
Disegno 4.26 Esempio SS1

1	Convertitore di frequenza
2	Tasto [Reset]
3	Relè di sicurezza
4	Arresto di emergenza

Tabella 4.30 Legenda

Esempio con applicazioni in categoria 4/PL

Quando il sistema di controllo di sicurezza richiede due canali per la funzione STO per raggiungere il livello Categoria 4/PL, implementare un canale tramite la funzione Arresto di sicurezza T37 (STO) e l'altro tramite un contattore. Collegare il contattore all'ingresso del convertitore di frequenza o ai circuiti di potenza in uscita e controllato dal relè di sicurezza (vedere *Disegno 4.27*). Il contattore deve essere monitorato tramite un contatto ausiliario guidato, e collegato all'ingresso di ripristino del relè di sicurezza.



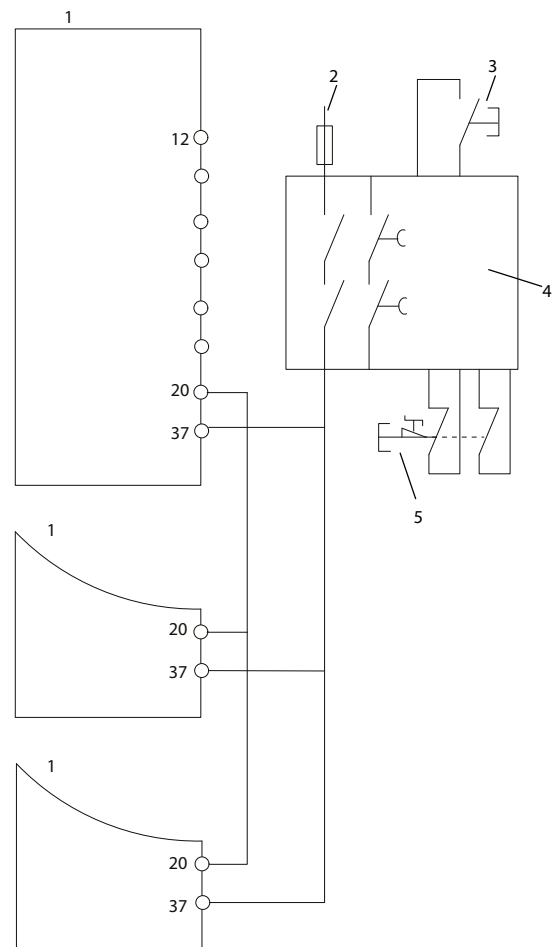
1308C974.10

Disegno 4.27 Esempio STO categoria 4

1	Convertitore di frequenza
2	Tasto [Reset]
3	Relè di sicurezza
4	Arresto di emergenza

Tabella 4.31 Legenda
Parallelo tra l'ingresso Arresto di sicurezza e il relè di sicurezza

Gli ingressi Arresto di sicurezza T37 (STO) se necessario possono essere collegati direttamente insieme per controllare più convertitori di frequenza tramite una stessa linea di controllo con un solo relè di sicurezza (vedere *Disegno 4.28*). Collegando gli ingressi tutti insieme aumenta la probabilità di un guasto che diminuisce la sicurezza, perché un guasto in un convertitore di frequenza può causare l'abilitazione di tutti i convertitori di frequenza. La probabilità di un guasto per T37 è così bassa, che la probabilità complessiva risultante è comunque entro i limiti previsti dai requisiti SIL2.



1308C975.10

Disegno 4.28 Esempio con convertitori di frequenza multipli in parallelo

1	Convertitore di frequenza
2	24 V CC
3	Tasto [Reset]
4	Relè di sicurezza
5	Arresto di emergenza

Tabella 4.32 Legenda

AVVISO

L'attivazione dell'arresto di sicurezza (cioè la rimozione dell'alimentazione a 24 V CC al morsetto 37), non garantisce una sicurezza elettrica. La funzione Arresto di sicurezza di per se stessa non è sufficiente a implementare la funzione Emergency Off definita dalla norma EN 60204-1. L'arresto Emergency Off richiede misure che garantiscano l'isolamento elettrico, ad esempio scollegando l'alimentazione di rete tramite un ulteriore contattore.

1. Attivare la funzione di Arresto di sicurezza rimuovendo l'alimentazione di tensione a 24 V CC al morsetto 37.
2. Dopo l'attivazione dell'arresto di sicurezza (vale a dire dopo il tempo di risposta), il convertitore di frequenza va in evoluzione libera (si arresta creando un campo rotazionale nel motore). Tipicamente il tempo di risposta è inferiore ai 10ms.

Il convertitore di frequenza garantisce che non verrà riavviata la creazione di un campo rotazionale a causa di un guasto interno (in conformità alla cat. 3 della norma EN 954-1, a PL d secondo EN ISO 13849-1 e a SIL 2 secondo EN 62061). Dopo l'attivazione dell'arresto di sicurezza, il display visualizzerà il testo "Arresto di sicurezza attivato". Il testo di aiuto associato recita "L'arresto di sicurezza è stato attivato". Questo significa che l'Arresto di sicurezza è stato attivato o che l'esercizio normale non è stato ancora ripreso dopo l'attivazione dell'Arresto di sicurezza.

NOTA!

I requisiti della Cat. 3 (EN 954-1) / PL "d" (ISO 13849-1) sono soddisfatti solo se l'alimentazione a 24 V CC al morsetto 37 è mantenuta disinserita o a un livello basso da un dispositivo di sicurezza che a sua volta soddisfa la Cat. 3 (EN 954-1) PL "d" (ISO 13849-1). Se sul motore agiscono forze esterne, non deve essere fatto funzionare senza misure aggiuntive per la protezione anticaduta. Possono ad esempio presentarsi forze esterne, nel caso di un asse verticale (carichi sospesi) in cui un movimenti indesiderato, ad esempio causato dalla forza di gravità, potrebbe causare un pericolo. Misure di protezione anticaduta possono essere ad esempio freni meccanici supplementari.

Per default la funzione di Arresto di sicurezza vengono impostate su un comportamento di Prevenzione del Riavvio Involontario. Pertanto, per riprendere il funzionamento dell'attivazione di un arresto di sicurezza,

1. riapplicare una tensione di 24 V CC al morsetto 37 (è ancora visualizzato il testo Arresto di sicurezza)
2. creare un segnale di reset (tramite bus, I/O digitale o tasto [Reset]).

La funzione di Arresto di sicurezza può essere impostata su un comportamento di Riavvio automatico impostando il

valore di 5-19 Arresto di sicurezza morsetto 37 dal valore di default [1] al valore [3].

Il riavviamento automatico significa che l'Arresto di sicurezza è terminato e che viene ripreso il funzionamento normale non appena i 24 V CC vengono applicati al morsetto 37; non è necessario alcun segnale di ripristino.

AVVISO

Il Comportamento di Riavvio Automatico è consentito in una delle due situazioni:

1. La Prevenzione del Riavvio Involontario viene implementata da altre parti del sistema di Arresto di Sicurezza.
2. Una presenza nella zona pericolosa può essere esclusa fisicamente quando l'Arresto di Sicurezza non è attivato. In particolare deve essere rispettato il *paragrafo 5.3.2.5 della ISO 12100-2 2003*.

4.9.1.2 Test di collaudo dell'Arresto d'emergenza

Dopo l'installazione e prima della prima messa in funzione, eseguire un test di messa in funzione di un impianto o di un'applicazione, usando l'arresto di emergenza. Eseguire nuovamente il test dopo ogni modifica dell'impianto o dell'applicazione che coinvolge l'arresto di sicurezza.

NOTA!

Dopo la prima installazione è necessario superare un test di messa in esercizio, che va ripetuto dopo ogni modifica all'installazione di sicurezza.

Il test di funzionamento (selezionare uno dei casi 1 o 2 come applicabile):

Caso 1: è necessario impedire il riavvio per Arresto di sicurezza (vale a dire Arresto di sicurezza solo dove 5-19 Arresto di sicurezza morsetto 37 è impostato sul valore di default [1], oppure Arresto di sicurezza e MCB112 combinati dove 5-19 Arresto di sicurezza morsetto 37 è impostato su [6] o [9]):

1.1 Rimuovere la tensione di alimentazione 24 V CC al morsetto 37 usando il sezionatore mentre il motore è azionato dal convertitore di frequenza (vale a dire quando l'alimentazione di rete non è interrotta). La fase di test è superata quando

- il motore reagisce con un funzionamento a ruota libera e
- il freno meccanico è attivato (se collegato)

- l'allarme "Arresto di sicurezza [A68]" è visualizzato nell'LCP, se montato

1.2 Inviare un segnale di Reset (tramite bus, I/O digitale o il tasto [Reset]). La fase del test viene superata se il motore rimane nello stato di Arresto d'emergenza e il freno meccanico rimane attivato (se collegato).

1.3 Riapplicare 24 V CC al morsetto 37. La fase del test viene superata se il motore rimane nello stato di evoluzione libera e il freno meccanico rimane attivato (se collegato).

1.4 Inviare un segnale di Reset (tramite bus, I/O digitale o il tasto [Reset]). La fase del test è superata quando il motore torna nuovamente in funzione.

Il test di messa in funzione è superato se vengono superate tutte e quattro le fasi del test (1.1, 1.2, 1.3 e 1.4).

Caso 2: il Riavviamento automatico o l'Arresto di sicurezza sono voluti e consentiti (vale a dire, Arresto di sicurezza solo dove 5-19 Arresto di sicurezza morsetto 37 è impostato su [3], oppure Arresto di sicurezza e MCB112 combinati dove 5-19 Arresto di sicurezza morsetto 37 è impostato su [7] o [8]):

2.1 Rimuovere la tensione di alimentazione 24 V CC al morsetto 37 mediante il sezionatore mentre il motore è azionato dal convertitore di frequenza (vale a dire quando l'alimentazione di rete non è interrotta). La fase di test è superata quando

- il motore reagisce con una funzionamento a ruota libera e
- il freno meccanico è attivato (se collegato)
- l'allarme "Arresto di sicurezza [A68]" è visualizzato nell'LCP, se montato

2.2 Riapplicare 24 V CC al morsetto 37.

La fase del test viene superata se il motore torna nuovamente in funzione. Il test di messa in funzione è superato se vengono superate entrambe le fasi del test 2.1 e 2.2.

NOTA!

Vedere l'avvertimento relativo al comportamento durante il riavvio in *Morsetto 37 Funzione arresto di sicurezza*.

NOTA!

La funzione Arresto di sicurezza può essere utilizzata per motori asincroni, sincroni e a magnete permanente. Nel semiconduttore di potenza del convertitore di frequenza possono verificarsi due guasti. Quando si utilizzano motori sincroni o a magnete permanente, i guasti possono causare una rotazione residua. La rotazione può essere calcolata come $\text{Angolo} = 360 / (\text{Numero di poli})$. L'applicazione che fa uso di motori sincroni o a magnete permanente deve tenere conto di questa rotazione residua e assicurarsi che non costituisca un rischio per la sicurezza. Questa situazione non è importante per motori asincroni.

5 Codice tipo e guida alla selezione

5.1 Descrizione del codice identificativo

Position	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	39	39	
	F	C	D	3	0	2	P				T	4				H	1												X	A		B		X	X	X	X	X	X	D

130BB797.10

Disegno 5.1 Descrizione del codice identificativo

Posizione	Descrizione	Scelte/opzioni	
01-03	Gruppo prodotti	FCD	Convertitore di frequenza decentralizzato
04-06	Serie di convertitori di frequenza	302	Prestazioni avanzate
07-10	Potenza	PK37	0,37 kW/0,5 HP
		PK55	0,55 kW/0,75 HP
		PK75	0,75 kW/1,0 HP
		P1K1	1,1 kW/1,5 HP
		P1K5	1,5 kW/2,0 HP
		P2K2	2,2 kW/3,0 HP
		P3K0	3,0 kW/4,0 HP (solo unità grande)
PXXX	Solo modulo di installazione (senza sezione di alimentazione)		
11-12	Fasi, tensione di alimentazione	T	Trifase
		4	380-480 V CA
13-15	Custodia	B66	Nero standard - IP66/tipo 4X
		W66	Bianco standard - IP66/tipo 4X
		W69	Bianco igienico - IP66K/tipo 4X
16-17	Filtro RFI	H1	Filtro RFI classe A1/C2
18	Freno	X	Nessun freno
		S	Alimentazione chopper di frenatura + freno meccanico

Posizione	Descrizione	Scelte/opzioni	
19	Configurazione hardware	1	Prodotto completo, unità piccola, montaggio stand alone
		3	Prodotto completo, unità grande, montaggio stand alone
		X	Parte convertitore di frequenza, unità piccola (nessuna scatola di installazione)
		Y	Parte convertitore di frequenza, unità grande (senza scatola di installazione)
		R	Scatola di installazione, unità piccola, montaggio stand alone (nessuna parte del convertitore di frequenza)
		T	Modulo di installazione, unità grande, montaggio stand alone (nessuna parte del convertitore di frequenza)
20	Staffe	X	Senza staffe
		E	Staffe piatte
		F	Staffe da 40 mm
21	Filetti	X	Senza modulo di installazione
		M	Filetti metrici

Posizione	Descrizione	Scelte/opzioni	
22	Opzione interruttore	X	Senza opzione interruttore
		E	Interruttore di servizio sull'ingresso di rete
		F	Interruttore di servizio sull'uscita motore
		H	Interruttore e sezionatore di rete, morsetti passanti (solo unità grande)
		K	Interruttore di servizio sull'ingresso di rete con morsetti passanti aggiuntivi (solo unità grande)
23	Display	X	Nessun connettore del display (senza modulo di installazione)
		C	Con connettore display
24	Connettori dei sensori	X	Senza connettori dei sensori
		E	Montaggio diretto 4xM12: 4 ingressi digitali
		F	Montaggio diretto 6xM12: 4 ingressi digitali, 2 uscite relè
25	Connettore motore	X	Senza connettore motore
26	Spina di rete	X	Senza spina di rete
27	Spina del bus di campo	X	Senza spina del bus di campo
		E	M12 Ethernet
		P	M12 Profibus
28	Riservato	X	Per uso futuro
29-30	Opzione A	AX	Nessuna opzione A
		A0	Profibus DP
		AN	Ethernet IP
		AL	ProfiNet
31-32	Opzione B	BX	Senza opzione B
		BR	Opzione encoder
		BU	Opzione resolver
		BZ	Interfaccia PLC di sicurezza
33-37	Riservato	XXXXX	Per uso futuro
38-39	Opzione D	DX	Senza opzione D
		D0	Ingresso backup da 24 V CC

Tabella 5.1 Descrizione del codice identificativo

Non tutte le selezioni/opzioni sono disponibili per ogni variante FCD 302. Per verificare se è disponibile la versione appropriata, consultare il Configuratore del convertitore di frequenza su Internet:

<http://driveconfig.danfoss.com>.

NOTA!

Le opzioni A e D per FCD 302 sono integrate nella scheda di controllo. Pertanto le opzioni collegabili per convertitori di frequenza non possono essere usate in questo caso. Un retrofit futuro richiederà la sostituzione dell'intera scheda di controllo. Le opzioni B sono collegabili usando lo stesso concetto dei convertitori di frequenza.

5.1.1 Configuratore del convertitore di frequenza

Progettare il convertitore di frequenza in base ai requisiti dell'applicazione utilizzando il sistema dei numeri d'ordine.

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

FCD302P2K2T4B66H1X1XMXCXXXXXA0BXXXXDX

Il significato dei caratteri nella stringa può essere ricavato dalle pagine, in questo capitolo, che contengono i codici d'ordine. Nell'esempio di sopra, il convertitore di frequenza è dotato di un Profibus DP V1 e di un'opzione di backup a 24 V.

Il configuratore del convertitore di frequenza basato su Internet consente di configurare il convertitore di frequenza adatto per l'applicazione specifica e di generare il codice identificativo. Il configuratore del convertitore di frequenza genererà automaticamente un numero di vendita di otto cifre da fornire all'ufficio vendite locale. Inoltre si ha la possibilità di stabilire una lista di progetto con vari prodotti e di inviarla ad un rivenditore Danfoss.

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

Il convertitore di frequenza verrà fornito automaticamente insieme a un pacchetto di lingue relativo alla regione dalla quale viene ordinato.

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

5.2 Codici d'ordine

5.2.1 Codici d'ordine: Accessori

Accessori	Descrizione	N. d'ordine
Staffe di montaggio estese	Staffe da 40 mm	130B5771
Staffe di montaggio	Staffe piatte	130B5772
Cavo LCP	Cavo preconfezionato da utilizzare tra inverter e LCP	130B5776
Resistenza freno 1750 Ω 10 W/100%	Per il montaggio all'interno del modulo di installazione al di sotto dei morsetti del motore.	130B5778
Resistenza freno 350 Ω 10 W/100%	Per il montaggio all'interno del modulo di installazione al di sotto dei morsetti del motore.	130B5780
Quadro di comando VLT LCP 102	Display grafico per la programmazione e la lettura	130B1078
Membrana di sfiato, goretex	Per impedire la condensazione all'interno della custodia	175N2116
Terminazione PE, M20	Acciaio inossidabile	175N2703
Terminazione PE, M16	Acciaio inossidabile	130B5833

Tabella 5.2 Codici d'ordine: Accessori

5.2.2 Codici d'ordine: Pezzi di ricambio

Pezzi di ricambio	Descrizione	N. d'ordine
Coperchio protettivo	Coperchio di protezione in plastica per l'unità inverter	130B5770
Guarnizione	Guarnizione tra il modulo di installazione e l'unità inverter	130B5773
Busta per accessori	Fermacavi di ricambio e viti per la terminazione dello schermo	130B5774
Interruttore di servizio	Interruttore di ricambio per scollegamento dalla rete o del motore	130B5775
Spina LCP	Spina di ricambio per il montaggio del modulo di installazione	130B5777
Scheda di terminazione principale	Per il montaggio nel modulo di installazione	130B5779
Spine sensore M12	Set di due spine sensore M12 per il montaggio nel foro del passacavo	130B5411
Scheda di controllo	Scheda di controllo con alimentazione ausiliaria di 24 V	130b5783
Scheda di controllo Profibus	Scheda di controllo Profibus con alimentazione ausiliaria di 24 V	130b5781
Scheda di controllo EtherNet	Scheda di controllo EtherNet con alimentazione ausiliaria di 24 V	130b5788
Scheda di controllo Profinet	Scheda di controllo Profinet con alimentazione ausiliaria di 24 V	130b5794

Tabella 5.3 Codici d'ordine: Pezzi di ricambio

L'imballaggio contiene:

- Busta per accessori, fornita solo ordinando la scatola di installazione. Contenuto:
 - 2 pressacavi
 - staffa per cavi motore/carichi
 - staffa di elevazione per pressacavo
 - viti 4 mm 20 mm
 - automaschiante 3,5 mm 8 mm
- Documentazione

In base alle opzioni installate, la scatola conterrà una o più buste e uno o più opuscoli.

5.3 Opzioni e accessori

Danfoss offre un'ampia gamma di opzioni e accessori per il convertitore di frequenza.

5.3.1 Opzioni fieldbus

Selezionare l'opzione fieldbus quando si ordina il convertitore di frequenza. Tutte le opzioni fieldbus sono incluse sulla scheda di controllo. Non è disponibile alcuna opzione A.

Per modificare l'opzione fieldbus in un secondo momento, sostituire la scheda di controllo. Sono disponibili le seguenti schede di controllo con varie opzioni fieldbus. Tutte le schede di controllo dispongono di serie di un backup di 24 V.

Elemento	Numero d'ordine
Scheda di controllo PROFIBUS	130B5781
Scheda di controllo Ethernet	130B5788
Scheda di controllo PROFINET	130B5794

Tabella 5.4 Schede di controllo con opzioni fieldbus

5.3.2 Opzione encoder MCB 102

Il modulo encoder può essere utilizzato come fonte retroazione per il controllo vettoriale di flusso ad anello chiuso (1-02 Fonte retroazione Flux motor) e come controllo di velocità ad anello chiuso (7-00 Fonte retroazione PID di velocità). Configurare l'opzione encoder nel gruppo di parametri 17-**

L'opzione encoder MCB 102 viene usata per:

- VVC^{plus} anello chiuso
- Controllo vettoriale di flusso della velocità
- Controllo vettoriale di flusso della coppia
- Motore a magnete permanente

Tipi di encoder supportati:

Encoder incrementale: tipo a 5 V TTL, RS422, frequenza max.: 410 kHz

Encoder incrementale: 1Vpp, seno-coseno

Encoder Hiperface®: Assoluto e Seno-Coseno (Stegmann/SICK)

Encoder EnDat: Assoluto e Seno-Coseno (Heidenhain)

Supporta versione 2.1

Encoder SSI: Assoluto

Monitoraggio encoder:

Sono monitorati i 4 canali dell'encoder (A, B, Z e D), ed è possibile rilevare il corto circuito e il circuito aperto. È presente un LED verde per ogni canale, che si accende quando lo stato del rispettivo canale è OK.

NOTA!

I LED non sono visibili quando sono montati in un convertitore di frequenza FCD302. La reazione in caso di errore dell'encoder può essere selezionata in 17-61 Monitoraggio segnale di retroaz.: Nessuno, avviso e allarme.

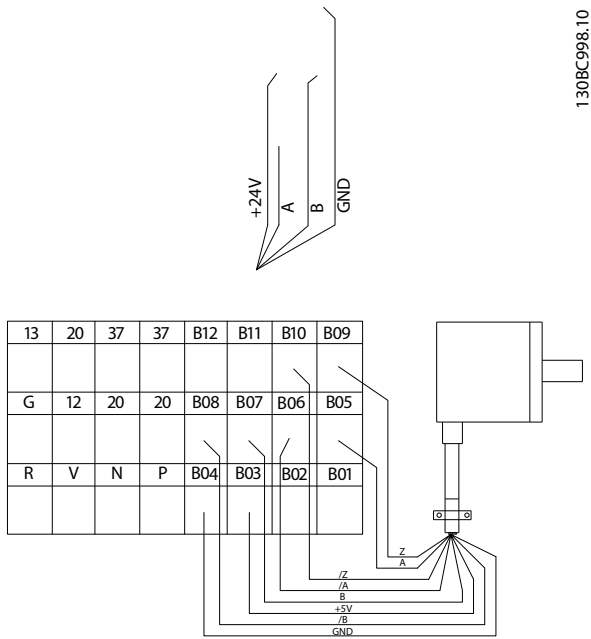
Il kit opzione encoder contiene

- Opzione encoder MCB 102
- Cavo per collegare i morsetti del cliente alla scheda di controllo

Connettore Designazione X31	Encoder incrementale (fare riferimento al Grafico A)	Encoder SinCos Hiperface* (fare riferimento al Grafico B)	Encoder EnDat	Encoder SSI	Descrizione
1	NC			24 V*	Uscita a 24 V (21-25 V, I _{max} :125 mA)
2	NC	8 V CC			Uscita a 8 V (7-12 V, I _{max} : 200 mA)
3	5 V CC		5 V CC	5 V*	Uscita 5 V (5 V ±5%, I _{max} : 200 mA)
4	GND		GND	GND	GND
5	Ingresso A	+COS	+COS		Ingresso A
6	Ingresso A inv	REFCOS	REFCOS		Ingresso A inv
7	Ingresso B	+SIN	+SIN		Ingresso B
8	Ingresso B inv	REFSIN	REFSIN		Ingresso B inv
9	Ingresso Z	+Dati RS-485	Clock in uscita	Clock in uscita	Ingresso Z OR +Dati RS-485
10	Ingresso Z inv	-Dati RS-485	Clock in uscita - inv.	Clock in uscita - inv.	Ingresso Z OR -Dati RS-485
11	NC	NC	Dati in ingresso	Dati in ingresso	Uso futuro
12	NC	NC	Dati in ingresso - inv.	Dati in ingresso - inv.	Uso futuro
Max. 5 V su X31.5-12					

Tabella 5.5 Morsetti di collegamento opzione encoder MCB 102

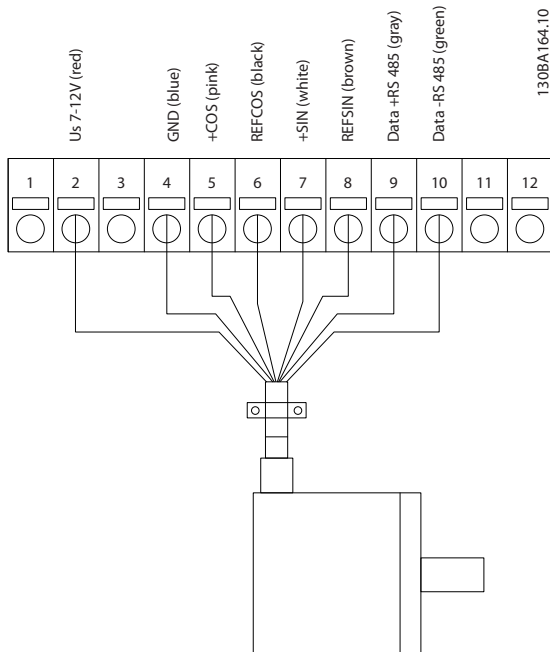
* Alimentazione encoder: vedere i dati relativi all'encoder



130BC998.10

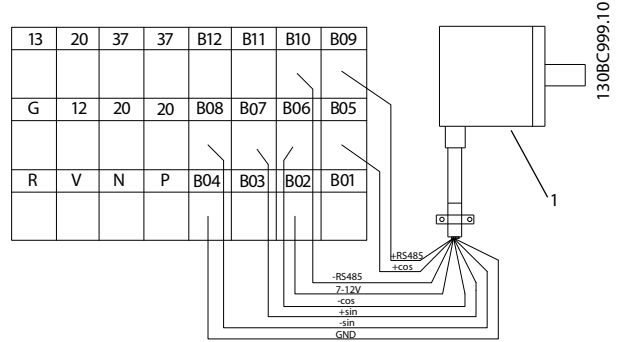
Disegno 5.2 Collegamenti per l'encoder incrementale 5 V

Lunghezza max. cavo 10 m.



130BA164.10

Disegno 5.3 Collegamenti per l'encoder Hiperface - 1



130BC999.10

Disegno 5.4 Collegamenti per l'encoder Hiperface - 2

Elemento	Descrizione
1	Encoder Hiperface

Tabella 5.6 Legenda

5.3.3 Opzione resolver MCB 103

L'opzione resolver MCB 103 è utilizzata per interfacciare la retroazione motore resolver al convertitore di frequenza. I resolver vengono normalmente utilizzati come dispositivi per la retroazione del motore nei motori sincroni senza spazzole a magneti permanenti.

Il kit opzione resolver comprende:

- Opzione resolver MCB 103
- Cavo per collegare i morsetti del cliente alla scheda di controllo

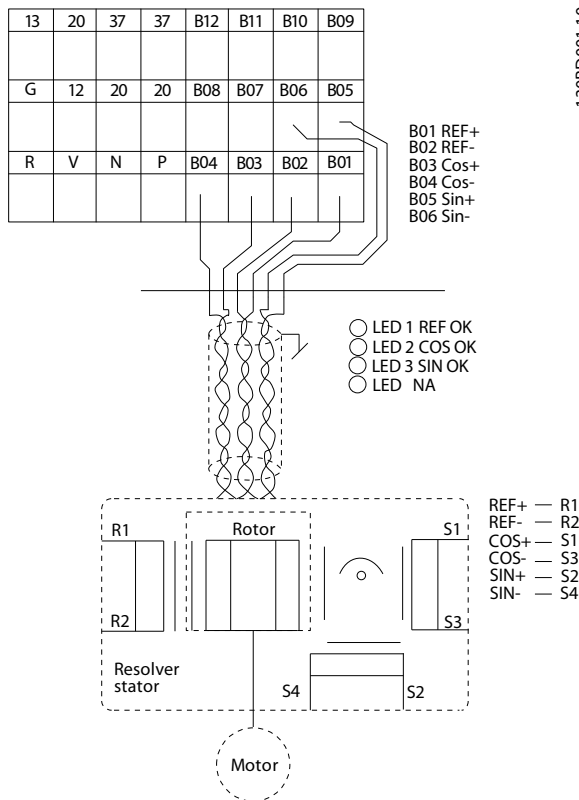
Selezione di parametri: 17-5x interfaccia resolver.

L'opzione resolver MCB 103 supporta una varietà di tipi di resolver.

Poli resolver	17-50 Poli: 2 *2
Intervallo della tensione di ingresso	17-51 Tens. di ingresso: 2,0-8,0 Vrms *7,0Vrms
Frequenza di ingresso max.	17-52 Freq. di ingresso: 2-15 kHz *10,0 kHz
Rapporto di trasformazione	17-53 Rapporto di trasformaz.: 0,1-1,1 *0,5
Intervallo della tensione di ingresso	Max 4 Vrms
Carico secondario	Ca. 10 kΩ

Tabella 5.7 Specifiche dell'opzione resolver MCB 103

5



Disegno 5.5 Collegamenti per l'opzione resolver MCB 103

NOTA!

L'opzione resolver MCB 103 può essere utilizzata solo con tipi di resolver dotati di rotore. Non è possibile utilizzare resolver forniti di statore.

NOTA!

Gli indicatori LED non sono visibili nell'opzione resolver.

Spie LED

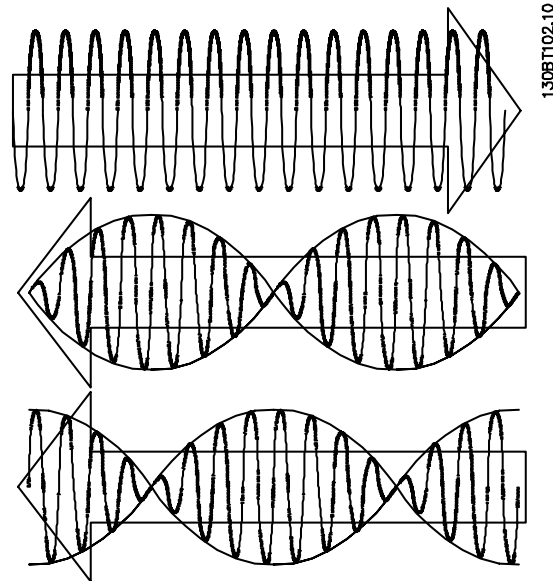
LED 1 è acceso quando il segnale di riferimento è OK per il resolver

LED 2 è acceso quando il segnale Coseno è OK dal resolver

LED 3 è acceso quando il segnale Seno è OK dal resolver

I LED sono attivi se 17-61 Monitoraggio segnale di retroaz. è impostato su Allarme o Scatto.

1308D001.10



Disegno 5.6 Segnali resolver

Esempio di setup

In questo esempio viene utilizzato un motore a magneti permanenti (PM) con un resolver come retroazione di velocità. Solitamente un motore PM deve funzionare in modalità flusso.

Cablaggio

La lunghezza massima dei cavi è 150 m in caso di cavi del tipo a doppino ritorto.

NOTA!

I cavi resolver devono essere schermati e separati dai cavi motore.

NOTA!

Lo schermo del cavo del resolver deve essere opportunamente collegato alla piastra di disaccoppiamento e collegato al telaio (terra) sul lato motore.

NOTA!

Utilizzare solo cavi motore e cavi di controllo intrecciati e schermati/armati.

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

Tabella 5.8 Impostare i seguenti parametri

5.3.4 Opzione backup 24 V MCB 107

Alimentazione a 24 V CC esterna

Un'alimentazione a 24 V CC esterna può essere installata per l'alimentazione a bassa tensione della scheda di controllo e delle eventuali schede opzionali installate. Ciò consente il pieno funzionamento dell'LCP (compresa l'impostazione dei parametri) senza collegamento alla rete.

Specifiche dell'alimentazione a 24 V CC esterna

Intervallo della tensione di ingresso	24 V CC $\pm 15\%$ (max. 37 V in 10 s)
Corrente d'ingresso max.	2,2 A
Corrente di ingresso media	0,9 A
Lunghezza max. cavo	75 m
Capacità di ingresso carico	<10 uF
Ritardo all'accensione	<0,6 s
Gli ingressi sono protetti.	

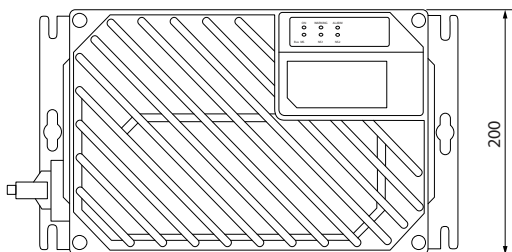
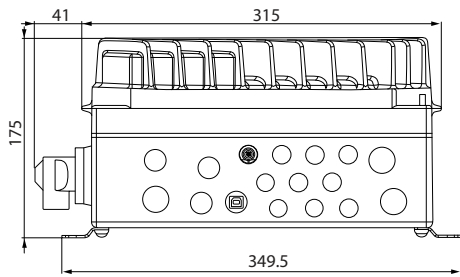
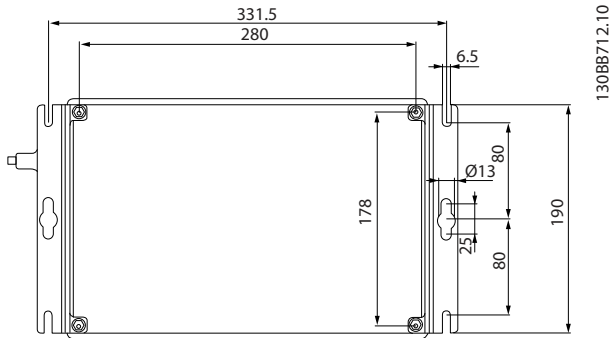
Numeri morsetti

Morsetto 35: - alimentazione a 24 V CC esterna.

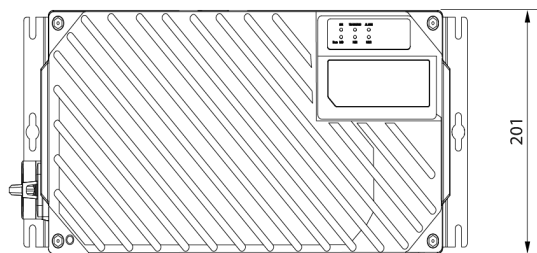
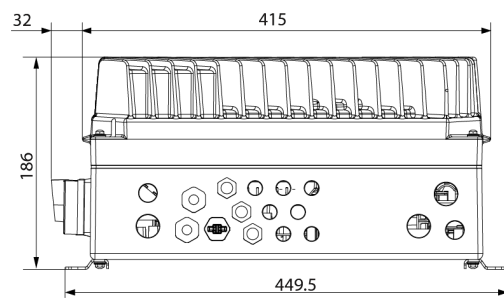
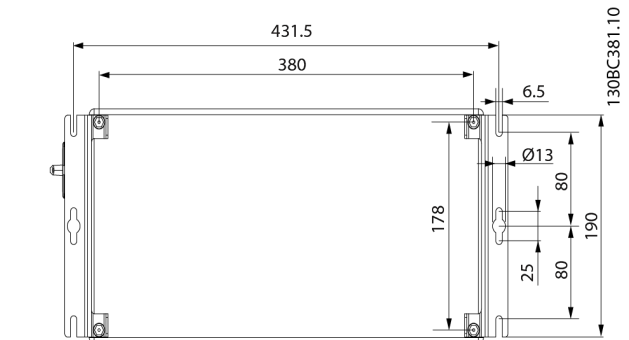
Morsetto 36: + alimentazione a 24 V CC esterna.

6 Specifiche

6.1 Dimensioni meccaniche



Disegno 6.1 Unità piccola



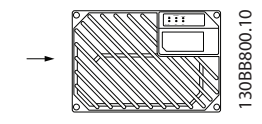
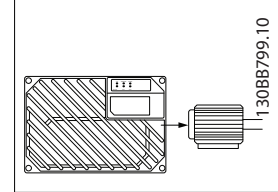
Disegno 6.2 Unità grande

Lato motore	1xM20, 1xM25
Lato di comando	2xM20, 9xM16 ¹⁾
Lato di rete	2xM25

Tabella 6.1 Legenda

¹⁾ Usato anche per i 4 connettori femmina del sensore/attuatore M12/6xM12.

6.2 Dati elettrici e dimensioni dei cavi

Alimentazione di rete 3x380-480 V CA									
Convertitore di frequenza		PK37	PK55	PK75	P1K1	P1K5	P2K2	P3K0	
Potenza all'albero nominale [kW]		0,37	0,55	0,75	1,1	1,5	2,2	3,0	
Potenza all'albero nominale [hp]		0,5	0,75	1,0	1,5	2,0	3,0	4,0	
Corrente d'ingresso max.									
	Continua (3x380-440 V) [A]	1,2	1,6	2,2	2,7	3,7	5,0	6,5	
	Intermittente (3x380-440 V) [A]	1,9	2,6	3,5	4,3	5,9	8,0	10,4	
	Continua (3x441-480 V) [A]	1,0	1,4	1,9	2,7	3,1	4,3	5,7	
	Intermittente (3x441-480 V) [A]	1,6	2,2	3,0	4,3	5,0	6,9	9,1	
	Dimensione max. raccomandata del fusibile*	gG-25							
	Interruttore integrato (unità grande)	CTI-25M Danfoss cod. art.: 047B3151							
	Interruttore automatico raccomandato (unità piccola)	CTI-45MB Danfoss cod. art.: 047B3164							
	Perdita di potenza al carico max. [W]	35	42	46	58	62	88	116	
	Efficienza	0,93	0,95	0,96	0,96	0,97	0,97	0,97	
	Peso, unità piccola [kg]	9,8							N/A
Peso, unità grande [kg]	13,9								
Corrente di uscita									
	Continua (3x380-440 V) [A]	1,3	1,8	2,4	3,0	4,1	5,2	7,2	
	Intermittente (3x380-440 V) [A]	2,1	2,9	3,8	4,8	6,6	8,3	11,5	
	Continua (3x441-480 V) [A]	1,2	1,6	2,1	3,0	3,4	4,8	6,3	
	Intermittente (3x441-480 V) [A]	1,9	2,6	3,4	4,8	5,4	7,7	10,1	
	kVA continui (400 V CA) [kVA]	0,9	1,3	1,7	2,1	2,8	3,9	5,0	
	kVA continui (460 V CA) [kVA]	0,9	1,3	1,7	2,4	2,7	3,8	5,0	
	Dimensione max. del cavo (rete, motore, freno) [mm ² / AWG]	cavo solido 6/10 cavo flessibile 4/12							

6

Tabella 6.2 Albero motore FCD 302, corrente di uscita e corrente di ingresso

*Per soddisfare i requisiti UL/cUL, usare i seguenti prefusibili.

1. American Wire Gauge. Sezione massima dei cavi in riferimento alla possibilità di collegamento ai morsetti. Rispettare sempre le disposizioni nazionali e locali.
2. Usare prefusibili di tipo gG. Per rispettare la conformità alle norme UL/cUL, usare prefusibili di questo tipo (vedere Tabella 6.3).
3. Misura effettuata con un cavo motore schermato/armato di 10 m al carico e alla frequenza nominali.

Grandezza consigliata massima del fusibile 25 A

Marca	Tipo di fusibile	Num. file UL	Categoria UL (codice CCN)
Bussmann	FWH-25	E91958	JFHR2
Bussmann	KTS-R25	E52273	RK1/JDDZ
Bussmann	JKS-25	E4273	J/JDDZ
Bussmann	JJS-25	E4273	T/JDDZ
Bussmann	FNW-R-25	E4273	CC/JDDZ
Bussmann	KTK-R-25	E4273	CC/JDDZ
Bussmann	LP-CC-25	E4273	CC/JDDZ
SIBA	5017906-025	E180276	RK1/JDDZ
LITTLE FUSE	KLS-R25	E81895	RK1/JDDZ
FERRAZ-SHAWMUT	ATM-R25	E163267/ E2137	CC/JDDZ
FERRAZ-SHAWMUT	A6K-25R	E163267/ E2137	RK1/JDDZ
FERRAZ-SHAWMUT	HSJ25	E2137	J/HSJ

Tabella 6.3 Prefusibili FCD 302 che soddisfano i requisiti UL/cUL

Livello di tensione CC	Unità 380-480 V (V CC)
Disattivazione inverter in caso di sottotensione	373
Avviso sottotensione	410
Riattivazione inverter in caso di sottotensione (reset avviso)	398
Avviso sovratensione (senza freno)	778
Attivazione freno dinamico	778
Riattivazione inverter in caso di sovratensione (reset avviso)	795
Avviso sovratensione (con freno)	810
Scatto per sovratensione	820

Tabella 6.4 Livello di tensione CC FCD 302
Fusibili

L'unità è adatta per un uso con un circuito in grado di fornire non oltre 100.000 ampere simmetrici RMS, 500 V max.

Interruttore

L'unità è adatta per l'uso con un circuito in grado di fornire non oltre 10.000 ampere simmetrici RMS, 500 V max.

6.3 Specifiche generali

Alimentazione di rete (L1, L2, L3)

Tensione di alimentazione 380-480 V \pm 10%

Tensione di alimentazione insufficiente / caduta tensione di rete

Durante una tensione di alimentazione insufficiente o una caduta di tensione di rete, il convertitore di frequenza continua a funzionare fino a quando la tensione sul circuito intermedio non scende al di sotto del livello minimo di funzionamento, di norma il 15% al di sotto della tensione di alimentazione nominale minima dell'FC. Accensione e funzionamento alla coppia massima non sono possibili se la tensione di alimentazione è oltre il 10% al di sotto della tensione di alimentazione nominale minima del convertitore di frequenza.

Frequenza di alimentazione 50/60 Hz \pm 5%

Sbilanciamento massimo temporaneo tra le fasi di alimentazione 3,0% della tensione di alimentazione nominale

Fattore di potenza reale (λ) \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, L2, L3 (accensioni) al massimo 2 volte/min.

L'unità è adatta per un uso con un circuito in grado di fornire non oltre 100.000 ampere simmetrici RMS, 480 V max.

Uscita motore (U, V, W)

Tensione di uscita 0-100% della tensione di alimentazione

Freq. di uscita 0-1000 Hz

Frequenza di uscita in modalità Flux 0-300 Hz

Commutazione sull'uscita Illimitata

Tempi di rampa 0,01-3600 s

Caratteristiche di coppia

Coppia di avviamento (coppia costante) al massimo 160% per 60 s¹⁾

Coppia di avviamento al massimo 180% fino a 0,5 s¹⁾

Coppia di sovraccarico (coppia costante) al massimo 160% per 60 s¹⁾

Coppia di avviamento (Coppia variabile) al massimo 110% per 60 s¹⁾

Coppia di sovraccarico (coppia variabile) al massimo 110% per 60 s¹⁾

¹⁾ La percentuale si riferisce alla coppia nominale.

Lunghezze e sezioni trasversali dei cavi di comando¹⁾

Lunghezza max. cavo motore, schermato 10 m

Lunghezza cavo motore max., cavo non schermato, senza soddisfare le specifiche di emissione. 10 m

Sezione massima per i morsetti di controllo, filo elettrico flessibile/ rigido senza capicorda per cavo 1,5 mm²/16 AWG

Sezione massima per i morsetti di controllo, filo elettrico flessibile con capicorda per cavo 1,5 mm²/16 AWG

Sezione massima per i morsetti di controllo, filo elettrico flessibile con capicorda per cavo con collare 1,5 mm²/16 AWG

Sezione minima per i morsetti di controllo 0,25 mm²/ 24 AWG

¹⁾ Per i cavi di potenza, vedere le tabelle in 6.2 Dati elettrici e dimensioni dei cavi della Guida alla progettazione FCD 302, MG04H

Protezione e caratteristiche

- Protezione termica elettronica del motore contro il sovraccarico.
- Il monitoraggio termico del dissipatore garantisce lo scatto del convertitore di frequenza nel caso in cui la temperatura raggiunga un livello predefinito.
- Il convertitore di frequenza è protetto dai cortocircuiti sui morsetti del motore U, V, W.
- In mancanza di una fase di rete, il convertitore di frequenza scatta o emette un avviso (a seconda del carico).
- Il controllo della tensione del circuito intermedio garantisce lo scatto del convertitore di frequenza nel caso in cui la tensione del circuito intermedio sia troppo alta o troppo bassa.
- Il convertitore di frequenza sorveglia continuamente i livelli critici di temperatura interna, la corrente di carico, l'alta tensione sul circuito intermedio e le basse velocità motore. Come risposta a un livello critico, il convertitore di frequenza può regolare la frequenza di commutazione e/o modificare il modello di commutazione al fine di assicurare le prestazioni del convertitore di frequenza.

Ingressi digitali

Ingressi digitali programmabili	4 (6) ¹⁾
Numero morsetto	18, 19, 27 ¹⁾ , 29 ¹⁾ , 32, 33,
Logica	PNP o NPN
Livello di tensione	0 - 24 V CC
Livello di tensione, '0' logico PNP	<5 V CC
Livello di tensione, '1' logico PNP	>10 V CC
Livello di tensione, '0' logico NPN2)	>19 V CC
Livello di tensione, '1' logico NPN2)	<14 V CC
Tensione massima sull'ingresso	28 V CC
Campo di frequenza impulsi	0-110 kHz
(Duty cycle) Ampiezza impulsi min.	4,5 ms
Resistenza di ingresso, R _i	circa 4 kΩ

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

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

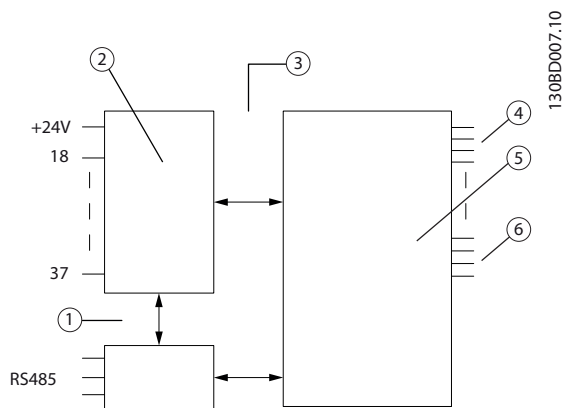
Arresto sicuro, morsetto 37 (il morsetto 37 è a logica PNP fissa)

Livello di tensione	0 - 24 V CC
Livello di tensione, '0' logico PNP	<4 V CC
Livello di tensione, '1' logico PNP	20 V CC
Corrente di ingresso nominale a 24 V	50 mA rms
Corrente di ingresso nominale a 20 V	60 mA rms
Capacità di ingresso	400 nF

Ingressi analogici

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

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



Elemento	Descrizione
1	Isolamento funzionale
2	Controllo
3	Isolamento PELV
4	Rete
5	Alta tensione
6	Motore

Tabella 6.5 Legenda

Disegno 6.3 Ingressi analogici

Ingressi a impulsi/encoder

Ingressi a impulsi/encoder programmabili	2/1
Numero morsetto a impulsi/encoder	29, 33 ¹⁾ /32 ²⁾ , 33 ²⁾
Frequenza max. ai morsetti 29, 32, 33	110 kHz (comando push-pull)
Frequenza max. ai morsetti 29, 32, 33	5 kHz (collettore aperto)
Frequenza min. ai morsetti 29, 32, 33	4 Hz
Livello di tensione	vedere 6.3.1 Ingressi digitali
Tensione massima sull'ingresso	28 V CC
Resistenza di ingresso, R _i	circa 4 kΩ
Precisione dell'ingresso impulsi (0,1 a 1 kHz)	Errore max.: 0,1% del fondo scala
Precisione dell'ingresso encoder (da 1 a 110 kHz)	Errore max.: 0,05% del fondo scala

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

¹⁾ Gli ingressi a impulsi sono il 29 e 33

²⁾ Ingressi encoder: 32=A e 33=B

Uscita analogica

Numero delle uscite analogiche programmabili	1
Numero morsetto	42
Intervallo di corrente sull'uscita analogica	Da 0/4 a 20 mA
Carico max. GND - uscita analogica inferiore a	500 Ω
Precisione sull'uscita analogica	Errore max.: 0,5% del fondo scala
Risoluzione sull'uscita analogica	12 bit

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

Scheda di controllo, comunicazione seriale RS-485

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

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

Uscita digitale

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

Risoluzione delle uscite di frequenza 12 bit

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

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

Scheda di controllo, tensione di uscita a 24 V CC

Numero morsetto	12, 13
Tensione di uscita	24 V +1, -3 V
Carico max.	600 mA

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

Uscite a relè

Uscite a relè programmabili	2
Numero morsetto relè 01	1-3 (apertura), 1-2 (chiusura)
Carico max. morsetti (CA-1) ¹⁾ su 1-3 (NC), 1-2 (NO) (carico resistivo)	240 V AC, 2A
Carico max. morsetti (CA-15) ¹⁾ (carico induttivo con cosφ 0,4)	240 V CA, 0,2 A
Carico max. morsetti (CC-1) ¹⁾ su 1-2 (NO), 1-3 (NC) (carico resistivo)	48 V CC, 1A
Carico max. morsetti (CC-13) ¹⁾ (carico induttivo)	24 V CC, 0,1 A
Numero morsetto relè 02	4-6 (apertura), 4-5 (chiusura)
Carico max. morsetti (CA-1) ¹⁾ su 4-5 (NO) (carico resistivo) ²⁾³⁾ Cat. sovratensione II	240 V CA, 2 A
Carico max. morsetti (CA-15) ¹⁾ su 4-5 (NO) (carico induttivo @ cosφ 0,4)	240 V CA, 0,2 A
Carico max. morsetti (CC-1) ¹⁾ su 4-5 (NO) (carico resistivo)	80 V CC, 2 A
Carico max. morsetti (CC-13) ¹⁾ su 4-5 (NO) (carico induttivo)	24 V CC, 0,1 A
Carico max. morsetti (CA-1) ¹⁾ su 4-6 (NC) (carico resistivo)	240 V CA, 2 A
Carico max. morsetti (CA-15) ¹⁾ (carico induttivo con cosφ 0,4)	240 V CA, 0,2 A
Carico max. morsetti (CC-1) ¹⁾ su 4-6 (NO), 4-5 (NC) (carico resistivo)	48 V CC, 1A
Carico max. morsetti (CC-13) ¹⁾ (carico induttivo)	24 V CC, 0,1 A
Carico min. morsetti su 1-3 (NC), 1-2 (NO), 4-6 (NC), 4-5 (NO)	24 V CC 10 mA, 24 V CA 20 mA

1) IEC 60947 parte 4 e 5

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

2) Categoria di sovratensione II

3) Applicazioni UL 300 V CA 2A

Scheda di controllo, tensione di uscita a 10 V CC

Numero morsetto	±50
Tensione di uscita	10,5 V ±0,5 V
Carico max.	15 mA

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

Caratteristiche di comando

Risoluzione sulla frequenza d'uscita a 0-1000 Hz	±0,003 Hz
Accuratezza di ripetizione di Avviamento/arresto preciso (morsetti 18, 19)	≤±0,1 ms
Tempo di risposta del sistema (morsetti 18, 19, 27, 29, 32, 33)	≤ 2 ms
Intervallo controllo di velocità (anello aperto)	1:100 della velocità sincrona
Intervallo controllo di velocità (anello chiuso)	1:1000 della velocità sincrona
Precisione della velocità (anello aperto)	30-4000 giri/min.: errore ±8 giri/min
Precisione della velocità (anello chiuso), in base alla risoluzione del dispositivo di retroazione	0-6000 giri/min.: errore ±0,15 giri/min
Precisione del controllo di coppia (retroazione della velocità)	errore max ±5% della coppia nominale

Tutte le caratteristiche di comando si basano su un motore asincrono quadripolare

Prestazione scheda di comando

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

Condizioni ambientali

Grado di protezione	IP66/tipo 4X (interno)
Prova di vibrazione per unità senza interruttore	1,7 g RMS
Monta l'unità con interruttore integrato su una struttura di supporto piana, a prova di vibrazione e torsionalmente rigida	
Umidità relativa massima	5%-95% (IEC 60 721-3-3; classe 3K3 (senza condensa) durante il funzionamento)
Temperatura ambiente	Max. 40 °C (massimo di 35 °C nella media di 24 ore)
Temperatura durante il magazzinaggio/trasporto	Da -25 a +65/70 °C

Declassamento in caso di temperatura ambiente elevata

Temperatura ambiente minima durante operazioni a pieno regime	0 °C
Temperatura ambiente minima con prestazioni ridotte	-10 °C
Altezza massima sopra il livello del mare	1000 m

Declassamento per altitudini elevate

Scheda di controllo, comunicazione seriale USB:

USB standard	1.1 (Full speed)
Spina USB	Connettore USB tipo B

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

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

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

6.4 Efficienza

Contattare la hotline Danfoss per i dati di efficienza.

6.5.1 Rumorosità acustica

Contattare la hotline Danfoss per i dati di rumore acustico.

6.6.1 Condizioni dU/dt

NOTA!

380-690 V

Per evitare l'usura prematura dei motori (senza lamina di isolamento tra le fasi o altro supporto di isolamento) non adatti al funzionamento con un convertitore di frequenza, Danfoss consiglia fortemente di installare un filtro dU/dt o un filtro sinusoidale sull'uscita del convertitore di frequenza. Per ulteriori informazioni su du/dt e sui filtri sinusoidali, vedere la Guida alla Progettazione per i filtri in uscita.

Se un transistor dell'inverter viene aperto, la tensione applicata al motore aumenta in base a un rapporto du/dt che dipende da:

- il cavo motore (tipo, sezione trasversale, lunghezza, schermato o non schermato)
- Induttanza

Le induttanze intrinseche generano una sovralongazione U_{PEAK} della tensione del motore prima che si stabilizzi a un livello determinato dalla tensione nel circuito intermedio. Il tempo di salita e la tensione di picco U_{PEAK} influenzano la durata del motore. Valori della tensione di picco troppo elevati influenzano soprattutto i motori senza isolamento dell'avvolgimento di fase. Se il cavo motore è corto (pochi metri), il tempo di salita e la tensione di picco sono più bassi.

La tensione di picco sui morsetti del motore è causata dalla commutazione degli IGBT. Il convertitore di frequenza soddisfa i requisiti dell'IEC 60034-25 riguardanti i motori concepiti per essere controllati da convertitori di frequenza. Il convertitore di frequenza soddisfa anche la norma IEC 60034-17 riguardante i motori normalizzati controllati da convertitori di frequenza. Contattare la hotline Danfoss per i valori misurati dai test di laboratorio.

Indice

A

Alimentazione

A 24 V CC Esterna..... 85
 Di Rete..... 5
 Di Rete (L1, L2, L3)..... 89

AMA

Con T27 Collegato..... 52
 Senza T27 Collegato..... 52

Ambiente..... 93

Ambienti Aggressivi..... 50

B

Banda

Morta..... 22
 Morta Intorno Allo Zero..... 22

C

Cablaggio Resistenza Freno..... 27

Caduta Di Tensione Dell'alimentazione Di Rete..... 37

Caratteristiche

Di Comando..... 92
 Di Coppia..... 89

Catch Up/slow Down..... 18

Circuito Intermedio..... 37, 51, 93

Codici D'ordine..... 80

Comando Locale (Hand On) E Remoto (Auto On)..... 69

Commutazione Sull'uscita..... 37

Comunicazione Seriale..... 93

Configuratore Del Convertitore Di Frequenza..... 80

Conformità

Alla Direttiva 2004/108/CE..... 10
 E Marchio CE..... 9
 E Marchio CE?..... 9

Considerazioni Generali Sulle Emissioni EMC..... 14

Controllo

Di Coppia..... 11
 Vettoriale..... 68

Conversione In Scala Dei Riferimenti Preimpostati E Dei Riferimenti Bus..... 20

Coppia Di Spunto..... 5

Corrente Di Dispersione Verso Terra..... 26

Cortocircuito (motore Fase – Fase)..... 37

D

Dati

Della Targhetta..... 49
 Della Targhetta Del Motore..... 50

Definizioni..... 5

Demoltiplicazione Dei Riferimenti Analogici E Retroazioni..... 20

DeviceNet..... 5

Dimensioni Meccaniche..... 86

Direttiva

Bassa Tensione (2006/95/CE)..... 9
 EMC (2004/108/CE)..... 9
 Macchine (2006/42/EC)..... 9

Dispositivo A Corrente Residua..... 48

E

Efficienza..... 93

Electro..... 70

Emissioni

Condotte..... 15
 Irradiate..... 15

F

Fasi Del Motore..... 37

Flux..... 68

Freno

Di Stazionamento Meccanico..... 28
 Meccanico Di Sollevamento..... 27

Funzione Freno..... 30

I

Ingressi

A Impulsi/encoder..... 91
 Analogici..... 90
 Digitali..... 90

Interferenza Di Rete..... 47

Istruzioni Per Lo Smaltimento..... 10

L

LCP..... 5, 69

Limiti Riferimento..... 19

Livello Di Tensione..... 90

Lunghezze E Sezioni Trasversali Dei Cavi..... 89

M

Marcia Jog..... 5

Modalità Di Protezione..... 9

Modbus..... 5

Momento Di Inerzia..... 37

P

PELV

PELV..... 55
 - Bassissima Tensione Di Protezione..... 26

PID		Tempo Di Salita	93
Controllo Di Processo.....	61	Tensione Motore	93
Di Velocità.....	11, 67	Termistore	5
Potenza Freno	5, 30	Termistori	55
Precauzioni Di Sicurezza	8		
Prestazione		U	
Di Uscita (U, V, W).....	89	Umidità Dell'aria	50
Scheda Di Controllo.....	92	Uscita	
Profibus	5	Analogica.....	91
Programmazione Del Limite Di Coppia E Arresto	70	Congelata.....	5
Protezione		Digitale.....	91
Protezione.....	26, 50	Motore.....	89
Del Circuito Di Derivazione.....	33	Uscite A Relè	92
E Caratteristiche.....	89		
Punto Di Accoppiamento Comune	47	V	
		Velocità	
R		Del Motore Sincrono.....	5
Rapporto Di Corto Circuito	47	Nominale Del Motore.....	5
RCD	5	Verso Terra	26
Regolatore		Vibrazioni E Urti	51
Di Velocità PID.....	58	WVC	7
Interno Di Corrente In Modalità VVCplus.....	12	WVCplus	67
Requisiti			
Di Immunità.....	16		
Relativi Alle Emissioni.....	16		
Resistenza Di Frenatura	28		
Resistenze Freno	42		
Rete IT	46		
Retroazione Da Motore	68		
Riferimento			
Congelato.....	18		
Velocità.....	52		
Risultati Delle Prove EMC	15		
Rotazione Libera	5		
Rumorosità Acustica	51, 93		
S			
Scheda			
Di Controllo.....	80		
Di Controllo, Comunicazione Seriale RS-485.....	91		
Di Controllo, Comunicazione Seriale USB.....	93		
Di Controllo, Tensione Di Uscita A +10 V CC.....	92		
Di Controllo, Uscita A 24 V CC.....	92		
Screened/armoured	34		
Sezionatori Di Rete	35		
Simboli	8		
Sovraccarico Statico In Modalità VVCplus	37		
Sovratensione Generata Dal Motore	37		
T			
Targhetta Del Motore	49		



www.danfoss.com/drives

La Danfoss non si assume alcuna responsabilità circa eventuali errori nei cataloghi, pubblicazioni o altri documenti scritti. La Danfoss si riserva il diritto di modificare i suoi prodotti senza previo avviso, anche per i prodotti già in ordine sempre che tali modifiche si possano fare senza la necessità di cambiamenti nelle specifiche che sono già state concordate. Tutti i marchi di fabbrica citati sono di proprietà delle rispettive società. Il nome Danfoss e il logotipo Danfoss sono marchi depositati della Danfoss A/S. Tutti i diritti riservati.

