

## Sommario

<b>1. Come leggere questa Guida alla Progettazione</b>	<b>5</b>
Diritti d'autore, limitazione di responsabilità e diritti di revisione	6
Certificazioni	8
Simboli	8
Abbreviazioni	9
Definizioni	9
<b>2. Introduzione al VLT HVAC Drive</b>	<b>15</b>
Sicurezza	15
Marchio CE	17
Umidità dell'aria	19
Ambienti aggressivi	19
Vibrazioni e shock	20
Controlli VLT HVAC	33
PID	35
Considerazioni generali EMC	47
Isolamento galvanico (PELV)	50
Corrente di dispersione verso terra	51
Controllo con la funzione freno	51
Controllo del freno meccanico	54
Condizioni di funzionamento estreme	54
Arresto di sicurezza	56
<b>3. Gamma VLT HVAC</b>	<b>59</b>
Specifiche	59
Rendimento	70
Rumorosità acustica	71
Tensione di picco sul motore	72
Condizioni speciali	72
Opzioni e accessori	77
<b>4. Ordinazione</b>	<b>89</b>
Modulo d'ordine	89
Codici d'ordine	91
<b>5. Installazione</b>	<b>97</b>
Installazione meccanica	97
Installazione elettrica	101
Installazione finale e collaudo	115
Connessioni supplementari	117

Installazione di connessioni varie	120
Sicurezza	123
Installazione conforme ai requisiti EMC	123
Interferenze di rete/correnti armoniche	128
Dispositivo a corrente residua	128
<b>6. Esempi applicativi</b>	<b>131</b>
Avviamento/Arresto	131
Avviamento/arresto impulsi	131
Riferimento del potenziometro	132
Adattamento automatico motore (AMA)	132
Smart Logic Control	133
Programmazione Smart Logic Control	133
Esempio applicativo SLC	133
Controllore in cascata BASIC	135
Attivazione della pompa con alternanza della pompa di comando	136
Stato del sistema e funzionamento	137
Schema di cablaggio pompa a velocità variabile fissa	137
Schema di cablaggio dell'alternanza della pompa di comando	137
Schema di cablaggio del controllore in cascata	138
Condizioni di avviamento/arresto	139
Controllore in cascata compressore	140
<b>7. Installazione e setup RS-485</b>	<b>143</b>
Installazione e setup RS-485	143
Panoramica protocollo FC	146
Configurazione della rete	147
Struttura frame di messaggi protocollo FC	147
Esempi	152
Panoramica Modbus RTU	153
Struttura frame di messaggi Modbus RTU	155
Come accedere ai parametri	160
Esempi	162
Profilo di controllo FC Danfoss	168
<b>8. Ricerca guasti</b>	<b>173</b>
Allarmi e avvisi	173
Parole di allarme	176
Parole di avviso	177
Parole di stato estese	178
Messaggi di allarme	179

<b>Indice</b>	184
---------------	-----



**1. Come leggere questa Guida alla Progettazione****1**

**VLT HVAC Drive  
Serie FC 100  
Guida alla Progetta-  
zione  
Versione software:  
2.5x**



La presente Guida alla Progettazione può essere utilizzata per tutti i convertitori di frequenza VLT HVAC dotati di versione software 2.5x.

Il numero della versione software è indicato nel parametro 15-43.

### 1.1.1. Diritti d'autore, limitazione di responsabilità e diritti di revisione

La presente pubblicazione contiene informazioni di proprietà di Danfoss A/S. Accettando e utilizzando questo manuale, l'utente acconsente all'uso delle informazioni in esso contenute esclusivamente per la messa in funzione delle apparecchiature Danfoss A/S, o di altri fornitori purché tali apparecchiature siano destinate alla comunicazione con le apparecchiature Danfoss su un collegamento per le comunicazioni seriali. La presente pubblicazione è protetta dalle leggi sui diritti d'autore danesi e di numerosi altri paesi.

Danfoss A/S non garantisce che un programma software, sviluppato in conformità con le linee guida dettate nel presente manuale, funzioni correttamente in qualsiasi ambiente fisico, hardware o software.

Sebbene Danfoss A/S abbia testato e rivisto la documentazione inclusa nel presente manuale, non viene fornita alcuna garanzia o dichiarazione, espressa o implicita, rispetto a tale documentazione, inclusa la sua qualità, adempimento o adeguatezza per un particolare scopo

In nessun caso Danfoss A/S sarà responsabile per danni diretti, indiretti, speciali, incidentali o conseguenti derivanti dall'uso o dall'uso improprio delle informazioni contenute nel presente manuale, anche previo avviso della possibilità di tali danni. In particolare, Danfoss A/S non è responsabile dei costi, inclusi ma non a titolo esaustivo, i costi derivanti da perdita di guadagni o profitto, perdita o danneggiamento delle apparecchiature, smarrimento di programmi computerizzati, perdita di dati, costi per la sostituzione degli stessi o per qualsiasi altra rivendicazione da terzi.

Danfoss A/S si riserva il diritto di rivedere la presente pubblicazione in qualsiasi momento e di apportare modifiche al suo contenuto senza preavviso od obbligo di notifica, verso utenti attuali o precedenti, in merito a tali revisioni o modifiche.

### 1.1.2. Documentazione disponibile

- Il Manuale di Funzionamento MG.11.Ax.yy fornisce le informazioni necessarie per la preparazione ed il funzionamento del convertitore di frequenza.
- La Guida alla Progettazione MG.11.Bx.yy fornisce tutte le informazioni tecniche sul convertitore di frequenza nonché sulla progettazione e sulle applicazioni del cliente.
- La Guida alla Programmazione MG.11.Cx.yy fornisce informazioni sulla programmazione e include le descrizioni complete dei parametri.
- Istruzioni di montaggio, opzione I/O analogica MCB109, MI.38.Bx.yy
- Opuscolo sull'Applicazione VLT® 6000 HVAC, MN.60.Ix.yy
- Manuale di Funzionamento VLT®HVAC Drive BACnet, MG.11.Dx.yy
- Manuale di Funzionamento VLT®HVAC Drive Profibus, MG.33.Cx.yy.
- Manuale di funzionamento VLT®HVAC Drive Device Net, MG.33.Dx.yy
- Manuale di Funzionamento VLT® HVAC Drive LonWorks, MG.11.Ex.yy
- Manuale di Funzionamento VLT® HVAC Drive High Power, MG.11.Fx.yy
- Manuale di Funzionamento VLT® HVAC Drive Metasys, MG.11.Gx.yy

x = numero di revisione  
yy = codice della lingua

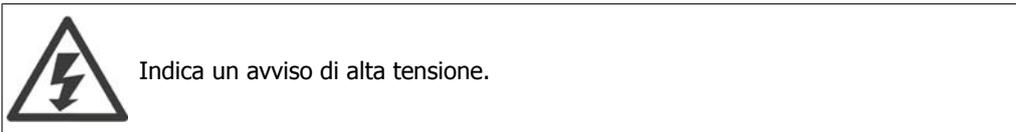
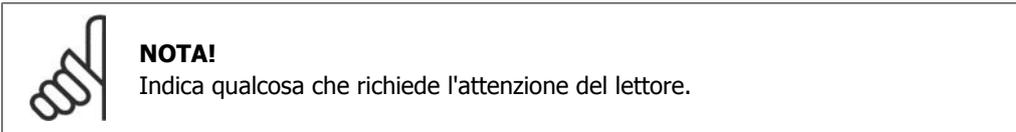
La documentazione tecnica Danfoss Drives è disponibile anche online all'indirizzo [www.danfoss.com/BusinessAreas/DrivesSolutions/Documentations/Technical+Documentation.htm](http://www.danfoss.com/BusinessAreas/DrivesSolutions/Documentations/Technical+Documentation.htm).

### 1.1.3. Certificazioni



### 1.1.4. Simboli

Simboli utilizzati in questa guida.



### 1.1.5. Abbreviazioni

Corrente alternata	AC
American Wire Gauge	AWG
Ampere/AMP	A
Adattamento Automatico Motore	AMA
Limite corrente	$I_{LIM}$
Gradi Celcius	°C
Corrente continua	DC
In funzione del convertitore	D-TYPE
Compatibilità elettromagnetica	EMC
Relè Termico Elettronico	ETR
convertitore di frequenza	FC
Grammo	g
Hertz	Hz
Kilohertz	kHz
Pannello di Controllo Locale	LCP
Metro	m
Induttanza in milli henry	mH
Milliampere	mA
Millisecondo	ms
Minuto	min
Motion Control Tool	MCT
Nanofarad	nF
Newton Metri	Nm
Corrente nominale motore	$I_{M,N}$
Frequenza nominale motore	$f_{M,N}$
Potenza nominale motore	$P_{M,N}$
Tensione nominale motore	$U_{M,N}$
Parametro	Par.
Bassissima tensione di protezione	PELV
Circuito stampato	PCB
Corrente nominale di uscita dell'inverter	$I_{INV}$
Giri al minuto	Giri/min.
Secondo	s
Limite di coppia	$T_{LIM}$
Volt	V

### 1.1.6. Definizioni

#### Convertitore di frequenza:

$I_{VLT,MAX}$

La corrente di uscita massima.

$I_{VLT,N}$

La corrente di uscita nominale fornita dal convertitore di frequenza.

$U_{VLT,MAX}$

La tensione in uscita massima.

#### Ingresso:

##### Comando di controllo

Il motore può essere avviato ed arrestato 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, Jog e Uscita congelata

#### Motore:

$f_{JOG}$

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

1

$f_M$

La frequenza del motore.

$f_{MAX}$

La frequenza massima del motore.

$f_{MIN}$

La frequenza minima del motore.

$f_{M,N}$

La frequenza nominale del motore (dati di targa).

$I_M$

La corrente del motore.

$I_{M,N}$

La corrente nominale del motore (dati di targa).

$n_{M,N}$

La velocità nominale del motore (dati di targa).

$P_{M,N}$

La potenza nominale del motore (dati di targa).

$T_{M,N}$

La coppia nominale (del motore).

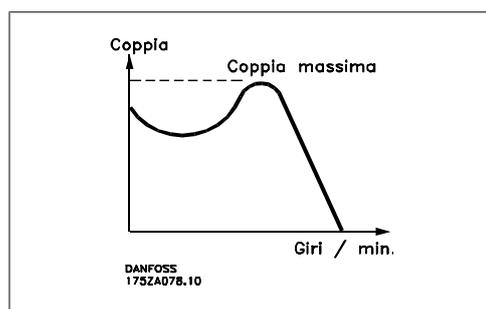
$U_M$

La tensione istantanea del motore.

$U_{M,N}$

La tensione nominale del motore (dati di targa).

#### Coppia di interruzione



$\eta_{VLT}$

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:**Riferimento Analogico

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

Riferimento bus

Un segnale trasmesso alla porta di comunicazione seriale (porta FC).

Riferimento preimpostato

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

Rif. impulsi

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

Rif<sub>MAX</sub>

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

Rif<sub>MIN</sub>

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

**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.

Uscite analogiche

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

Adattamento automatico motore, AMA

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

Resistenza freno

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

Caratteristiche CT

Caratteristiche di coppia costante usate per tutti i compressori a vite e scroll.

Ingressi digitali

Gli ingressi digitali consentono di controllare varie funzioni del convertitore di frequenza.

#### Uscite digitali

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

#### ESD

Processore Digitale di Segnali.

#### Uscite a Relè:

Il convertitore di frequenza dispone di due uscite a relè programmabili.

#### 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.

#### GLCP:

Pannello di Controllo Locale Grafico (LCP102)

#### Inizializzazione

Se viene eseguita un'inizializzazione (par. 14-22), i parametri programmabili del convertitore di frequenza ritornano alla loro impostazione di default.

#### 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) rappresenta un'interfaccia completa per il controllo e la programmazione del convertitore di frequenza. Il pannello di controllo è estraibile e può essere installato fino a 3 metri di distanza dal convertitore di frequenza, per esempio su un pannello frontale, per mezzo del kit di montaggio opzionale.

Il Pannello di Controllo Locale è disponibile in due versioni:

- Numerico LCP101 (NLCP)
- Grafico LCP102 (GLCP)

#### lsb

Bit meno significativo.

#### MCM

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

#### msb

Bit più significativo.

#### NLCP

Pannello di Controllo Locale Numerico LCP101

#### 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 non vengono attivati finché non si immette [OK] sull'LCP.

#### Controllore PID

Il controllore PID mantiene la velocità, pressione, temperatura ecc. desiderata, regolando la frequenza di uscita in base alle variazioni del carico.

#### RCD

Dispositivo a Corrente Residua.

#### Setup

Le impostazioni parametri possono essere salvate in quattro setup. Esiste la possibilità di passare da uno dei quattro setup parametri ad un altro e modificarne uno mentre è attivo un altro.

#### SFAVM

Modello di commutazione denominato SFAVM, Stator Flux oriented Asynchronous Vector Modulation (par. 14-00).

#### Compens. scorrim.

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

#### Smart Logic Control (SLC)

L'SLC è una sequenza di azioni definite dall'utente, le quali vengono eseguite quando gli eventi associati definiti dall'utente sono valutati come TRUE dall'SLC.

#### Termistore:

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

#### Scatto

Uno stato che si verifica in situazioni di guasto, ad esempio se il convertitore di frequenza è soggetto a un surriscaldamento o quando il convertitore di frequenza interviene per proteggere il motore, un processo o un meccanismo. Il riavviamento 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 auto-protezione e che richiede un intervento manuale, ad es. se nel convertitore di frequenza si verifica un corto circuito 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 riavviamento viene impedito fino a che lo stato di scatto non viene eliminato attivando il ripristino o, in alcuni casi, tramite programmazione di ripristino automatico. La funzione di scatto bloccato non deve essere utilizzata per ragioni di sicurezza personale.

#### Caratteristiche del VT

Caratteristiche di coppia variabili, utilizzate per pompe e ventilatori.

#### VVCplus

Rispetto a una regolazione a rapporto tensione/frequenza tradizionale, il Controllo Vettoriale della Tensione (VVC<sup>plus</sup>) 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° ASM, Asynchronous Vector Modulation (par. 14-00).

1

### 1.1.7. Fattore di potenza

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

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

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.

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

Quanto minore è il fattore di potenza, tanto maggiore è la corrente di ingresso  $I_{RMS}$  per lo stesso rendimento in kW.

Un fattore di potenza elevato indica inoltre che le differenti correnti armoniche sono basse. Le bobine CC incorporate nei convertitori di frequenza producono un elevato fattore di potenza, il quale minimizza il carico applicato sull'alimentazione di rete.

## 2. Introduzione al VLT HVAC Drive

2

### 2.1. Sicurezza

#### 2.1.1. Nota di sicurezza



Il convertitore di frequenza è pericoloso ogniqualvolta è collegato alla rete. L'errata installazione del motore, del convertitore di frequenza o del bus di campo può essere causa di anomalie alle apparecchiature e di lesioni gravi o mortali alle persone. Di conseguenza è necessario osservare le istruzioni del presente manuale, nonché le norme di sicurezza locali e nazionali.

##### Norme di sicurezza

1. Se devono essere effettuati lavori di riparazione, disinserire il convertitore di frequenza VLT dalla rete. Accertarsi che la rete di alimentazione sia stata disinserita e che sia trascorso il tempo necessario prima di rimuovere i connettori.
2. Il tasto [STOP/RESET] sul quadro di comando del convertitore di frequenza non disinserisce l'alimentazione di rete, pertanto non può essere utilizzato come interruttore di sicurezza.
3. Per l'unità deve essere previsto un efficace collegamento a massa di protezione, l'utente deve essere protetto dalla tensione di alimentazione e il motore deve essere protetto dal sovraccarico in conformità con le norme locali e nazionali vigenti in materia.
4. Le correnti di dispersione a terra sono superiori a 3,5 mA.
5. La protezione contro il sovraccarico del motore viene impostata mediante il par. 1-90 *Protezione termica motore*. Se si desidera questa funzione, impostare il par. 1-90 sul valore dato [ETR scatto] (valore di default) oppure sul valore dato [ETR avviso]. Nota: Questa funzione viene inizializzata a 1,16 volte la corrente e la frequenza nominali del motore. Per il mercato nordamericano: le funzioni ETR forniscono una protezione da sovraccarico ai motori classe 20, conformemente alle norme NEC.
6. Non rimuovere i connettori del motore e della rete di alimentazione mentre il convertitore di frequenza VLT è collegato alla rete. Accertarsi che la rete di alimentazione sia stata disinserita e che sia trascorso il tempo necessario prima di rimuovere i connettori.
7. Notare che il convertitore di frequenza dispone di più ingressi in tensione oltre a L1, L2 ed L3, quando sono installati la divisione del carico (collegamento del circuito intermedio CC) e alimentazione 24 V CC esterna. Controllare che tutti gli ingressi in tensione siano stati scollegati e che sia trascorso il tempo necessario prima di cominciare i lavori di riparazione.

##### Installazione ad altitudini elevate



Per altitudini superiori ai 2000 m, contattare Danfoss Drives per informazioni sulle caratteristiche PELV.

##### Avviso contro l'avviamento involontario

1. Quando il convertitore di frequenza è collegato alla rete di alimentazione, il motore può essere arrestato mediante i comandi digitali, i comandi bus, i riferimenti o un arresto

locale. Se per considerazioni di sicurezza personale risulta necessario evitare ogni possibilità di avviamento involontario, tali funzioni di arresto non sono sufficienti.

2. Il motore potrebbe avviarsi durante la programmazione dei parametri. Pertanto, prima di procedere alla modifica dei dati, occorre sempre attivare il tasto di arresto [STOP/RESET].
3. Un motore arrestato può avviarsi in seguito al guasto di componenti elettronici del convertitore di frequenza, a un sovraccarico temporaneo oppure a un guasto della rete di alimentazione o a un collegamento difettoso del motore.



**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 in tensione quali 24 V CC esterna, condivisione del carico (collegamento del circuito CC intermedio) e il collegamento del motore per il backup cinetico. Fare riferimento al *Manuale di Funzionamento MG.11.Ax.yy VLT® HVAC Drive* per ulteriori indicazioni di sicurezza.

## 2.1.2. Attenzione



**Attenzione**

I condensatori del bus CC del convertitore di frequenza rimangono carichi anche dopo aver scollegato l'alimentazione. Per evitare una scossa elettrica, scollegare il convertitore di frequenza dalla rete prima di eseguire la manutenzione. Aspettare almeno per il tempo indicato di seguito prima di eseguire qualsiasi intervento di manutenzione sul convertitore di frequenza:

Tensione	Tempo di attesa minimo				
	4 min.	15 min.	20 min.	30 min.	40
200 - 240 V	1,1 - 3,7 kW	5,5 - 45 kW			
380 - 480 V	1,1 - 7,5 kW	11 - 90 kW	110 - 200 kW		250 - 450 kW
525 - 600 V	1,1 - 7,5 kW		110 - 250 kW	315 - 560 kW	

Possono persistere tensioni elevate nel bus CC anche dopo lo spegnimento dei LED.

## 2.1.3. Istruzioni per lo smaltimento



Le attrezzature costituite da componenti elettrici non possono essere smaltite con i rifiuti domestici.  
Devono essere raccolte a parte insieme ai rifiuti elettrici ed elettronici in conformità alle leggi locali vigenti.

## 2.2. Marchio CE

### 2.2.1. Conformità e marchio CE

#### **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 tre direttive UE:

#### **La direttiva macchine (98/37/CEE)**

Tutte le macchine con parti critiche in movimento sono contemplate dalla direttiva macchine del 1 gennaio 1995. Poiché il loro funzionamento è in larga misura elettrico, i convertitori di frequenza non rientrano nelle competenze della direttiva macchine. Se tuttavia un convertitore di frequenza è destinato all'utilizzo in una macchina, vengono fornite informazioni sulla sicurezza relative al convertitore. Tali informazioni vengono fornite mediante una dichiarazione del produttore.

#### **La direttiva sulla bassa tensione (73/23/CEE)**

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 (89/336/CEE)**

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 gli standard a cui si conformano i propri prodotti. Offriamo i filtri contenuti nelle specifiche e forniamo 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. È importante ricordare che qualsiasi responsabilità relativa alle caratteristiche EMC finali dell'applicazione, del sistema o dell'impianto, a carico dell'installatore.

### 2.2.2. Campo di applicazione della direttiva

Le "Guidelines on the Application of Council Directive 89/336/EEC" ("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 al consumatore finale. Il convertitore di frequenza viene ad esempio venduto a un mercato DIY (Do-It-Yourself). Il consumatore finale è un profano. 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 commercializzato come tale. Potrebbe 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. Scegliendo di usare solo componenti dotati di marchio CE, non dovrà testare l'intero sistema.

### 2.2.3. Convertitore di frequenza Danfoss VLT e 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. Quindi è necessario verificare cosa copre/include specificamente un dato marchio CE.

Le specifiche rispetto alle quali c'è conformità possono essere molto differenti, pertanto il marchio CE può infondere negli installatori una falsa sensazione di sicurezza quando un convertitore di frequenza viene impiegato come componente in un sistema o in un apparecchio.

Danfoss applica i marchi CE sui convertitori di frequenza in conformità alla direttiva sulla 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 nostro 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. Danfoss specifica inoltre gli standard a cui si conformano i nostri vari prodotti.

Danfoss fornisce volentieri altri tipi di assistenza che possano contribuire a ottenere i migliori risultati relativi alla compatibilità elettromagnetica.

### 2.2.4. Conformità alla direttiva EMC 89/336/CEE

Come menzionato precedentemente, 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. È importante ricordare che qualsiasi responsabilità relativa alle caratteristiche EMC finali dell'applicazione, del sistema o dell'impianto, 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 di controllo, a condizione che vengano seguite le istruzioni per un'installazione conforme ai requisiti EMC; vedere la sezione *Immunità EMC*.

## 2.3. Umidità dell'aria

### 2.3.1. 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.

## 2.4. Ambienti aggressivi

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



Evitare di installare il convertitore di frequenza in ambienti con liquidi, particelle o gas nebulizzati 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.

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

Le particelle sospese nell'aria, come la polvere, possono causare guasti meccanici, elettrici o termici nel convertitore di frequenza. Un tipico indicatore di un livello eccessivo di particelle sospese nell'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 IP 55 o un armadio che garantisce una protezione IP 00/IP 20/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. La presenza di liquidi nebulizzati dannosi è indicata tipicamente da depositi di acqua o di olio sulle parti metalliche o dalla corrosione delle stesse.

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 sospesi nell'aria.

## 2.5. Vibrazioni e shock

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

## 2.6. Vantaggi

### 2.6.1. Perché usare un convertitore di frequenza per controllare ventilatori e pompe?

Un convertitore di frequenza si basa sul principio che ventilatori e pompe centrifughe seguono le relative leggi di proporzionalità. Per ulteriori informazioni, consultare la sezione *Le leggi di proporzionalità*.

### 2.6.2. Un vantaggio evidente: il risparmio energetico

L'evidente vantaggio derivante dall'utilizzo di un convertitore di frequenza per regolare la velocità di ventilatori o pompe è rappresentato dalla possibilità di risparmiare energia elettrica.

In confronto a tecnologie e sistemi di regolazione alternativi, un convertitore di frequenza è il sistema di controllo energetico ottimale per la regolazione di ventilatori e pompe.

### 2.6.3. Esempio di risparmio energetico

Come indicato nella figura (le leggi di proporzionalità), la portata viene regolata variando il numero di giri al minuto. Riducendo la velocità solo del 20% rispetto alla velocità nominale, anche la portata viene ridotta del 20%. Ciò è dovuto al fatto che il flusso è direttamente proporzionale al numero di giri al minuto. Il consumo di energia elettrica viene in tal modo ridotto del 50%.

Se il sistema in questione deve essere in grado di fornire una portata che corrisponde al 100% solo per pochi giorni l'anno, mentre per il resto dell'anno la media della portata fornita è inferiore all'80% della portata nominale, la quantità di energia risparmiata supera addirittura il 50%.

#### Le leggi di proporzionalità

Il grafico sottostante mostra la dipendenza di portata, pressione e consumo energetico dal numero di giri al minuto.

Q = Portata

P = Potenza

Q<sub>1</sub> = Portata nominale

P<sub>1</sub> = Potenza nominale

Q<sub>2</sub> = Portata ridotta

P<sub>2</sub> = Potenza ridotta

H = Pressione

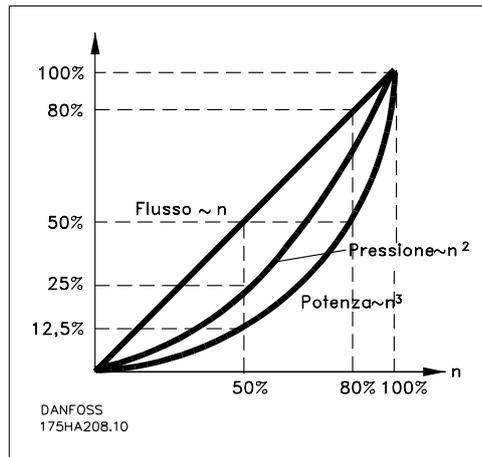
n = Regolazione della velocità

H<sub>1</sub> = Pressione nominale

n<sub>1</sub> = Velocità nominale

H<sub>2</sub> = Pressione ridotta

n<sub>2</sub> = Velocità ridotta



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

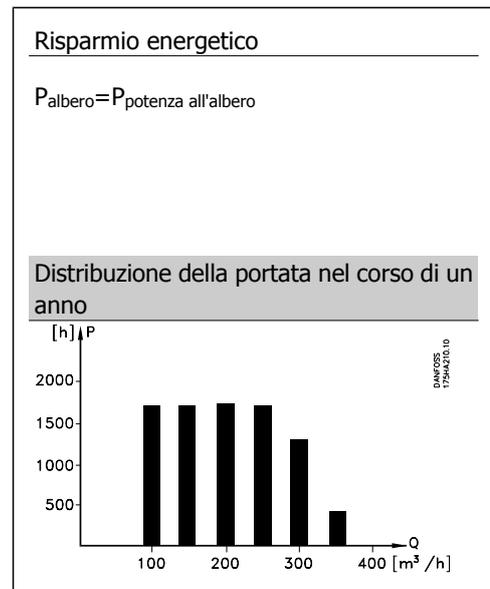
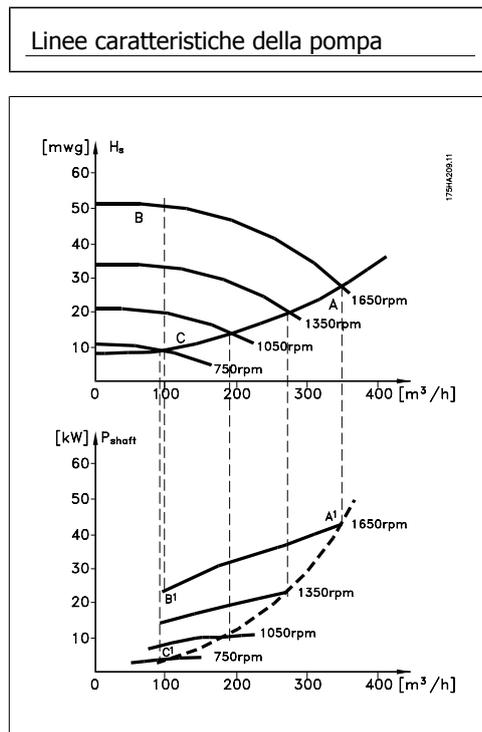
$$Pressione : \frac{H_1}{H_2} = \left(\frac{n_1}{n_2}\right)^2$$

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

### 2.6.4. Esempio con portata variabile per la durata di un anno

L'esempio sottostante è stato calcolato in base alle linee caratteristiche delle pompe ottenute da un foglio caratteristiche relativo.

Il risultato ottenuto evidenzia risparmi energetici superiori al 50% con la distribuzione della portata nel corso di un anno. Il periodo di ammortizzazione dipende dal prezzo per kWh e dal prezzo del convertitore di frequenza. In questo esempio è meno di un anno se confrontato con valvole a velocità costante.



m <sup>3</sup> /h	Distribuzione		Regolazione mediante valvole		Regolazione tramite convertitore di frequenza	
	%	Ore	Fattore di	di energia	Fattore di	di energia
			A <sub>1</sub> - B <sub>1</sub>	kWh	A <sub>1</sub> - C <sub>1</sub>	kWh
350	5	438	42,5	18.615	42,5	18.615
300	15	1314	38,5	50.589	29,0	38.106
250	20	1752	35,0	61.320	18,5	32.412
200	20	1752	31,5	55.188	11,5	20.148
150	20	1752	28,0	49.056	6,5	11.388
100	20	1752	23,0	40.296	3,5	6.132
<b>Σ</b>	100	8760		275.064		26.801

## 2.6.5. Migliore regolazione

Mediante l'impiego di un convertitore di frequenza per controllare la portata o la pressione di un sistema si ottiene un sistema di regolazione che consente una regolazione molto precisa.

Un convertitore di frequenza può variare all'infinito la velocità di un ventilatore o di una pompa, assicurando così il controllo continuo di portata e pressione.

Inoltre il convertitore modifica rapidamente la velocità del ventilatore o della pompa, in modo da adattarla alle nuove condizioni di portata o pressione del sistema.

Semplice controllo di processo (flusso, livello di pressione) utilizzando il controllo PID integrato.

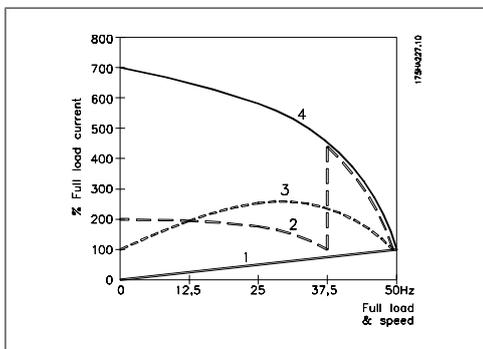
## 2.6.6. Compensazione $\cos \varphi$

In generale, un convertitore di frequenza con un  $\cos \varphi$  pari a 1 fornisce una correzione del fattore di potenza per il  $\cos \varphi$  del motore, pertanto non è più necessario prendere provvedimenti per il  $\cos \varphi$  del motore in occasione del dimensionamento dell'unità di correzione del fattore di potenza.

## 2.6.7. Gli avviatori a stella/triangolo o i soft starter non sono necessari

Quando devono essere avviati motori relativamente grandi, in molti paesi necessario usare apparecchiature che limitino la corrente di spunto. Nei sistemi più tradizionali viene impiegato un avviatore a stella/triangolo o un soft starter. Tali avviatori motore non sono necessari se viene utilizzato un convertitore di frequenza.

Come mostrato sotto, un convertitore di frequenza non assorbe una corrente di spunto maggiore di quella nominale e non richiede avviatori stella/ triangolo o soft starter.



- 1 = VLT HVAC Drive
- 2 = Avviatori stella/triangolo
- 3 = Soft starter
- 4 = Avviamento diretto in rete

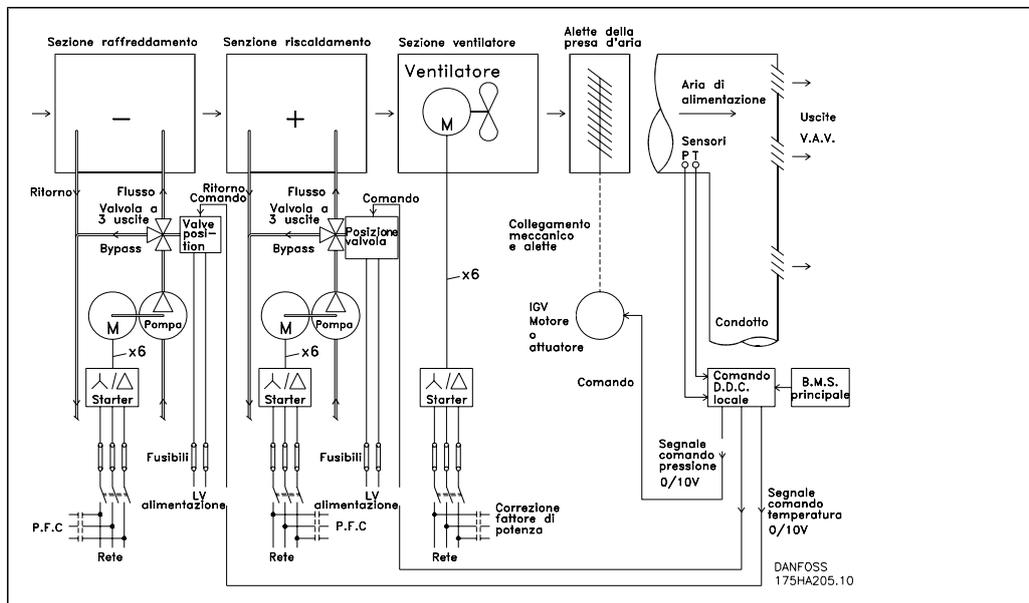
### 2.6.8. Il costo di un convertitore di frequenza non è superiore

L'esempio della pagina seguente mostra che l'impiego di un convertitore di frequenza rende superflue numerose apparecchiature. È possibile calcolare il costo di installazione dei due sistemi. In base all'esempio della pagina seguente è possibile stabilire che i due sistemi hanno all'incirca lo stesso prezzo.

### 2.6.9. Senza convertitore di frequenza

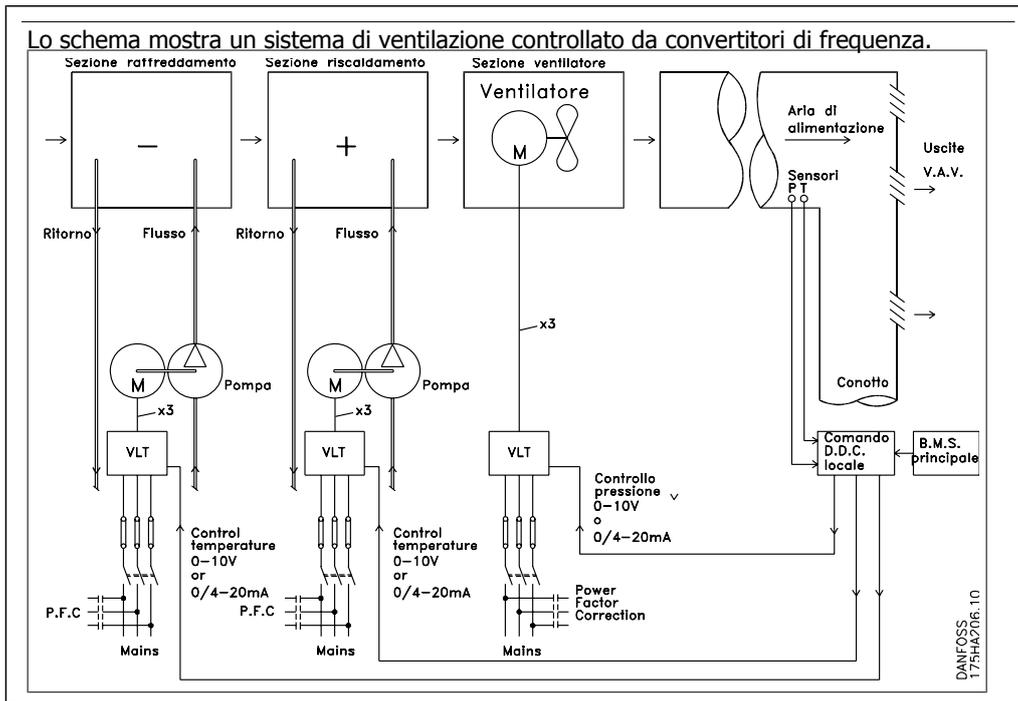
Lo schema mostra un sistema di ventilazione realizzato nel modo tradizionale.

D.D.C.	=	Direct Digital Control (Controllo digitale diretto)	E.M.S.	=	(Energy Management system) Sistema di gestione dell'energia
V.A.V.	=	Variable Air Volume (Portata d'aria variabile)			
Sensore P	=	Pressione	Sensore T	=	Temperatura



### 2.6.10. Con convertitore di frequenza C

2



## 2.6.11. Esempi applicativi

Le prossime pagine forniranno esempi tipici di applicazioni HVAC.

Per ricevere ulteriori informazioni su una data applicazione, richiedere al fornitore Danfoss un prospetto informativo con una completa descrizione dell'applicazione.

Variable Air Volume (Portata d'aria variabile)

*Richiedere The Drive to...Improving Variable Air Volume Ventilation Systems MN.60.A1.02*

Portata d'aria costante

*Richiedere The Drive to...Improving Constant Air Volume Ventilation Systems MN.60.B1.02*

Ventilatore della torre di raffreddamento

*Richiedere The Drive to...Improving fan control on cooling towers MN.60.C1.02*

Pompe per condensa

*Richiedere The Drive to...Improving condenser water pumping systems MN.60.F1.02*

Pompe primarie

*Richiedere The Drive to...Improve your primary pumping in primay/secondary pumping systems MN.60.D1.02*

Pompe ausiliarie

*Richiedere The Drive to...Improve your secondary pumping in primay/secondary pumping systems MN.60.E1.02*

## 2.6.12. Variable Air Volume (Portata d'aria variabile)

I sistemi VAV (portata d'aria variabile) sono usati per garantire la conformità ai requisiti di ventilazione e di temperatura all'interno di un edificio. I sistemi VAV centralizzati sono considerati il metodo di condizionamento dell'aria negli edifici più efficiente dal punto di vista energetico. Realizzando sistemi centralizzati invece di sistemi decentralizzati, si può ottenere un maggiore rendimento.

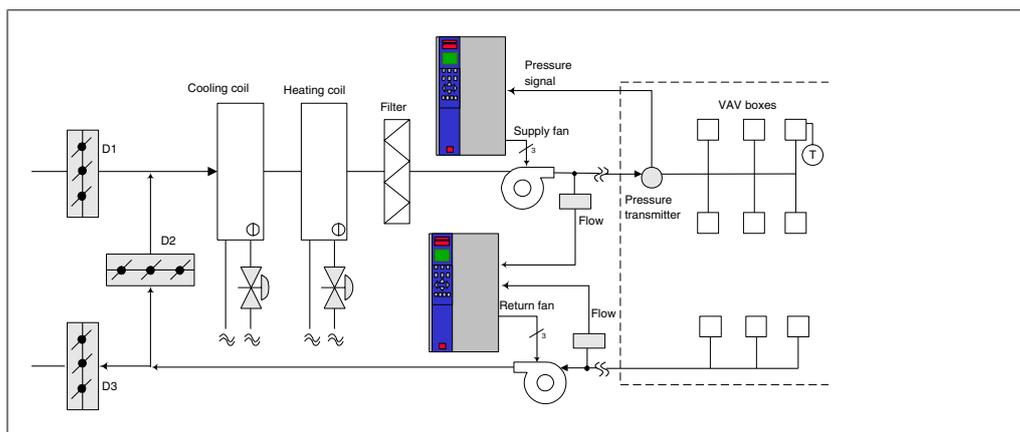
L'efficienza deriva dall'utilizzo di ventilatori e chiller di maggiori dimensioni con rendimenti molto superiori rispetto ai motori piccoli e ai chiller raffreddati ad aria centralizzati. Anche le ridotte esigenze di manutenzione consentono un ulteriore risparmio.

## 2.6.13. La soluzione VLT

Mentre serrande e IGVs lavorano per mantenere una pressione costante nelle condutture, una soluzione con convertitore di frequenza VLT consente di risparmiare molta più energia e riduce la complessità dell'installazione. Invece di creare una caduta di pressione artificiale o ridurre il rendimento del ventilatore, il convertitore di frequenza riduce la velocità del ventilatore per garantire la portata e la pressione richiesti dal sistema.

I dispositivi centrifughi come i ventilatori si comportano secondo le leggi di affinità (proporzionalità). Ciò significa che per diminuire la pressione e/o la portata è sufficiente ridurre la velocità di rotazione della macchina. Si ottiene così anche una sensibilissima riduzione della potenza assorbita.

Il ventilatore di ritorno frequentemente controllato in modo da mantenere costante la differenza nella portata d'aria fra alimentazione e ritorno. Il controllore PID avanzato dei VLT HVAC Drive può essere usato per eliminare la necessità di regolatori supplementari.



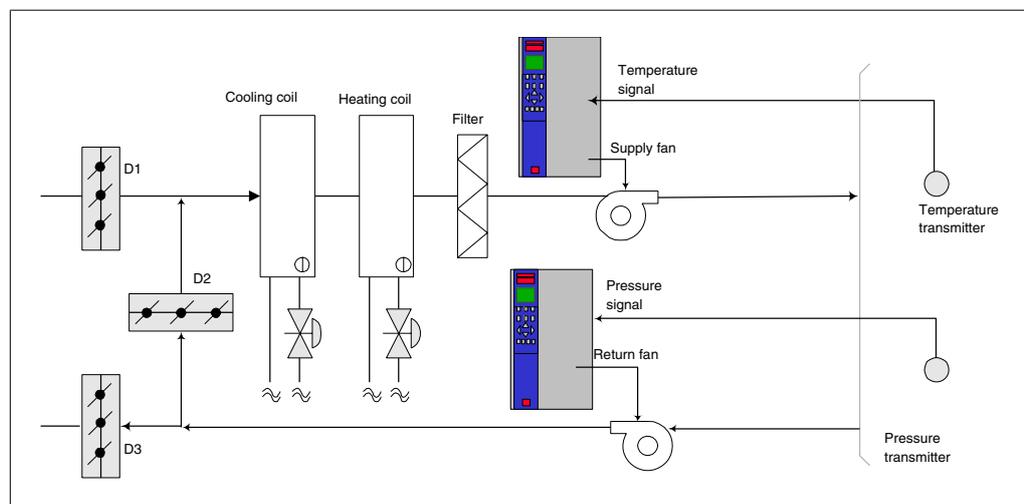
### 2.6.14. Portata d'aria costante

I sistemi CAV (portata d'aria costante) sono sistemi di ventilazione centralizzati che di norma vengono usati per fornire a grandi zone comuni quantità minime di aria fresca temperata. Erano i predecessori dei sistemi a portata d'aria variabile e pertanto si possono trovare anche in edifici adibiti a grandi magazzini meno recenti. Questi sistemi preriscaldano l'aria fresca utilizzando climatizzatori (AHU) dotati di batteria riscaldante, inoltre molti sono anche usati per condizionare edifici e dispongono di una batteria di raffreddamento. Le unità termoventilanti sono frequentemente usate per soddisfare i requisiti di riscaldamento e raffreddamento di singole zone.

### 2.6.15. La soluzione VLT

Un convertitore di frequenza consente di ottenere un significativo risparmio energetico pur mantenendo un discreto controllo dell'edificio. I sensori di temperatura o i sensori di CO<sub>2</sub> possono essere usati come segnali di retroazione per i convertitori di frequenza. Indipendentemente dal fatto che controlli temperatura, qualità dell'aria o entrambi, un sistema CAV può essere regolato per funzionare sulla base delle reali condizioni dell'edificio. Al diminuire del numero di persone nell'area controllata, diminuisce anche il fabbisogno di aria fresca. Il sensore di CO<sub>2</sub> ne rileva livelli inferiori e riduce la velocità dei ventilatori di alimentazione. Il ventilatore di ritorno si adatta per mantenere il setpoint della pressione statica o una differenza fissa fra le portate d'aria d'alimentazione e di ritorno.

Con il controllo della temperatura, usato in special modo negli impianti di condizionamento dell'aria, al variare della temperatura esterna e del numero di persone nelle zone controllate, mutano i requisiti di raffreddamento. Non appena la temperatura scende sotto il punto di funzionamento, il ventilatore di alimentazione può ridurre la sua velocità. Il ventilatore di ritorno si adatta per mantenere il punto di funzionamento della pressione statica. Riducendo la portata dell'aria, si riduce anche l'energia usata per riscaldare o raffreddare l'aria fresca, contribuendo al risparmio. Grazie alle numerose funzioni dei convertitori di frequenza VLT dedicati all'HVAC di Danfoss, i VLT® HVAC Drive possono essere utilizzati per migliorare le prestazioni del vostro sistema CAV. Uno dei problemi da affrontare nel controllo dei sistemi di ventilazione la scarsa qualità dell'aria. La frequenza minima programmabile può essere impostata per mantenere una quantità minima di aria di alimentazione indipendentemente dalla retroazione o dal segnale di riferimento. Il convertitore di frequenza include anche un regolatore PID a tre zone e a >3 setpoint che consente il monitoraggio della temperatura e della qualità dell'aria. Anche se i requisiti di temperatura sono soddisfatti, il convertitore manterrà un'alimentazione d'aria sufficiente a soddisfare il sensore della qualità dell'aria. Il controllore è in grado di monitorare e confrontare due segnali di retroazione e controllare il ventilatore di ritorno affinché mantenga una portata d'aria differenziale fissa anche fra le condutture di alimentazione e di ritorno.



## 2.6.16. Ventilatore della torre di raffreddamento

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

L'acqua di condensa viene raffreddata mediante evaporazione.

L'acqua di condensa viene spruzzata nella parte interna della torre di raffreddamento, sui materiali di riempimento delle torri per aumentarne l'area superficiale. Il ventilatore della torre soffia aria attraverso i materiali di riempimento e l'acqua nebulizzata per agevolarne l'evaporazione. L'evaporazione toglie energia all'acqua abbassandone la temperatura. L'acqua raffreddata si raccoglie nel serbatoio della torre di raffreddamento da dove viene ricondotta al condensatore e il ciclo viene ripetuto.

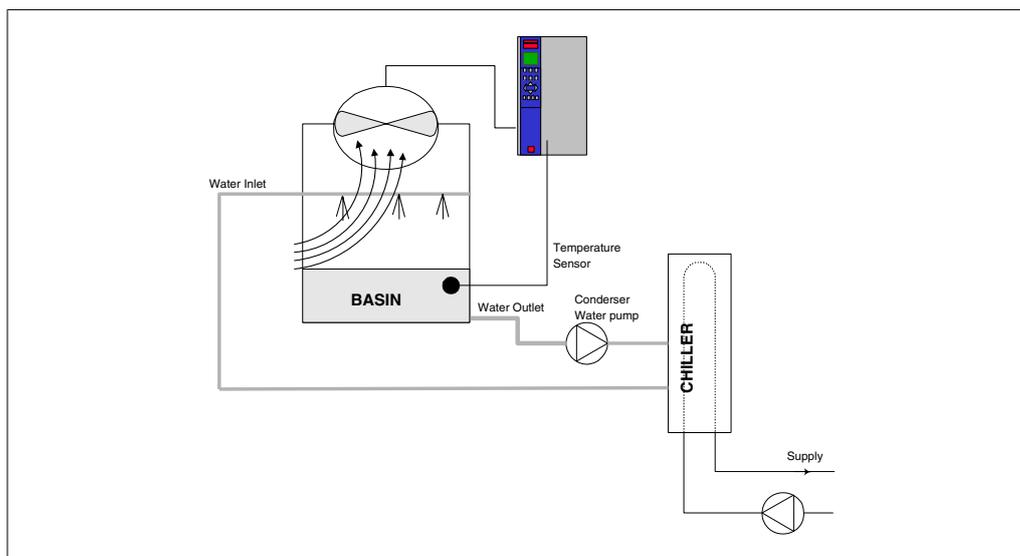
## 2.6.17. La soluzione VLT

Con un convertitore di frequenza, i ventilatori delle torri di raffreddamento possono essere regolati alla velocità desiderata per mantenere costante la temperatura dell'acqua di condensa. I convertitori di frequenza possono anche essere usati per accendere o spegnere i ventilatori in base alle necessità.

Grazie alle numerose funzioni dedicate dei convertitori di frequenza Danfoss VLT HVAC Drive, è possibile utilizzarli per migliorare le prestazioni dei ventilatori delle torri di raffreddamento. Riducendo la velocità di rotazione dei ventilatori si ottiene una sensibile diminuzione della capacità di raffreddamento della torre. Allo stesso modo, quando si utilizza un riduttore per controllare in frequenza la ventola delle torri, è possibile che sia necessaria una velocità di rotazione minima del 40-50%.

L'impostazione della frequenza minima, programmabile dall'utente, consente di mantenere la frequenza minima anche se la retroazione o il riferimento di velocità richiedono velocità inferiori.

Sempre come funzione standard, è possibile programmare il convertitore di frequenza VLT affinché entri in un modo "pausa" motore e arresti il ventilatore fino a quando è necessaria una velocità maggiore. Inoltre i ventilatori di alcune torri di raffreddamento presentano frequenze indesiderabili che possono causare vibrazioni. Queste frequenze possono essere facilmente evitate programmando gli intervalli di bypass della frequenza nel convertitore di frequenza.



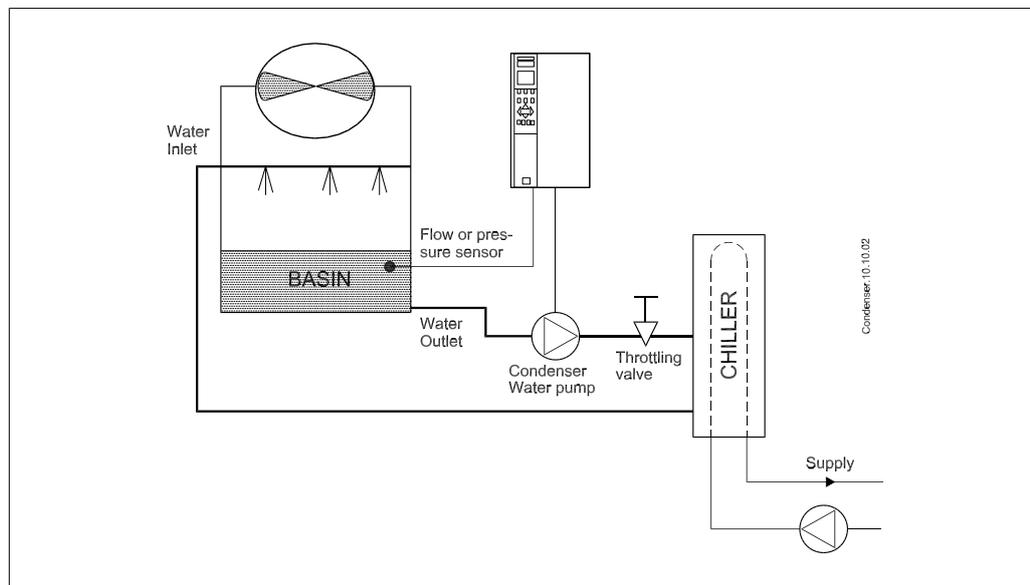
### 2.6.18. Pompe per condensa

Le pompe per acqua di condensa sono usate principalmente per far circolare l'acqua attraverso il condensatore di chiller raffreddati ad acqua e le loro rispettive torri di raffreddamento. L'acqua fredda di condensazione assorbe il calore nel condensatore del chiller e lo rilascia nell'atmosfera all'interno della torre di raffreddamento. Questi sistemi sono il mezzo più efficiente per ottenere acqua fredda, garantendo un rendimento del 20% superiore rispetto ai chiller raffreddati ad aria.

### 2.6.19. La soluzione VLT

Invece di utilizzare delle valvole per la regolazione della portata delle pompe o di tarare la girante della pompa, è possibile aggiungere dei convertitori di frequenza alle pompe per acqua di condensa.

Usare un convertitore di frequenza invece di una valvola di regolazione è un metodo semplice di risparmiare energia riducendo l'assorbimento elettrico della pompa quando questa deve erogare portate inferiori alla nominale. In questo modo sono possibili risparmi del 15-20% o più. La taratura della girante della pompa è irreversibile, quindi è necessario sostituire la girante quando le condizioni cambiano ed è necessaria una maggiore portata.



## 2.6.20. Pompe primarie

Le pompe primarie in un sistema che prevede pompe primarie e ausiliarie possono essere utilizzate per mantenere una portata costante attraverso apparecchi che incontrano difficoltà di funzionamento o di regolazione in caso di flusso variabile. Per soddisfare queste opposte esigenze vengono realizzati gli impianti con circuito "primario", regolato a portata costante e con circuito "secondario" regolato a portata variabile. Ciò consente ad apparecchi come i chiller di mantenere un flusso d'acqua costante e di funzionare correttamente mentre il resto del sistema può funzionare a flusso variabile.

Man mano che la portata d'acqua in uscita da un chiller diminuisce, l'acqua raffreddata inizia ad essere troppo fredda. In tal caso il chiller tenta di ridurre la propria potenza frigorifera. Se la portata diminuisce troppo o troppo velocemente, il chiller non riesce a cedere il carico abbastanza rapidamente e interviene il dispositivo di sicurezza che disattiva il chiller in caso di temperatura dell'evaporatore troppo bassa ed è necessario un ripristino manuale. Questa è una situazione comune nei grandi impianti, in special modo quando sono installati due o più chiller collegati in parallelo e qualora non venga usato un sistema che prevede pompe primarie e ausiliarie.

## 2.6.21. La soluzione VLT

In base alle dimensioni del sistema e del circuito primario, il consumo d'energia del circuito primario può diventare considerevole.

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

Nel primo metodo viene utilizzato un flussimetro. Siccome la portata desiderata è nota e costante, è possibile installare un misuratore di portata allo scarico di ogni refrigeratore per un controllo diretto della pompa. Con il regolatore PID incorporato, il convertitore di frequenza manterrà sempre la portata corretta, compensando anche le variazioni di resistenza nel circuito primario in conseguenza dell'attivazione e disattivazione dei refrigeratori e delle relative pompe.

L'altro metodo è la determinazione della velocità locale. L'operatore riduce semplicemente la frequenza di uscita fino a raggiungere la portata prevista.



## 2.6.22. Pompe ausiliarie

Le pompe ausiliarie in un sistema che prevede pompe primarie e ausiliarie raffreddato ad acqua servono per la distribuzione dell'acqua raffreddata dal circuito di produzione primario ai settori di carico. Il sistema con pompe primarie/ausiliarie serve per il disaccoppiamento idraulico di un circuito di tubazioni da un altro. In questo caso la pompa primaria è utilizzata per mantenere un flusso costante attraverso i chiller consentendo valori di flusso variabili nelle pompe ausiliarie e quindi un miglior controllo e un minore consumo di energia.

Se non viene utilizzato nessun sistema primario/ausiliario e ne viene costruito uno con volume variabile, nel caso in cui la portata diminuisce troppo o troppo velocemente, il chiller non riesce a cedere il carico abbastanza rapidamente. Interviene il dispositivo di sicurezza che disattiva il chiller in caso di temperatura dell'evaporatore troppo bassa ed è necessario un ripristino manuale. Questa situazione è comune nei grandi impianti, in special modo quando due o più refrigeratori sono collegati in parallelo.

## 2.6.23. La soluzione VLT

Anche se un sistema con pompe primarie e ausiliarie e con valvole a due vie migliora il risparmio energetico e consente di superare meglio problemi legati al controllo del sistema, un vero risparmio energetico e uno sfruttamento completo del potenziale di controllo lo si ottiene solo integrando convertitori di frequenza.

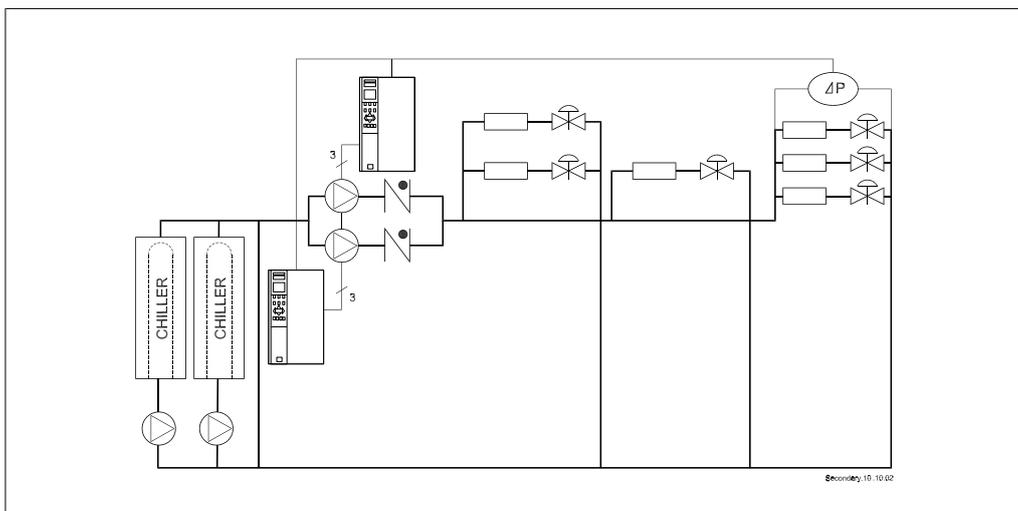
Con una corretta disposizione dei sensori, l'aggiunta dei convertitori di frequenza consente alle pompe di variare la loro velocità in base alla curva dell'impianto invece che alla curva della pompa. In tal modo si elimina lo spreco di energia e la maggior parte dei casi di pressione eccessiva a cui possono essere soggette le valvole a due vie.

Non appena vengono raggiunti i carichi predefiniti, le valvole a due vie si chiudono. In questo modo aumenta la pressione differenziale misurata fra il carico e la valvola a due vie. Non appena questa pressione differenziale comincia ad aumentare, la pompa rallenta per mantenere il valore del punto di funzionamento. Tale valore calcolato sommando la caduta di pressione del carico e della valvola a due vie alle condizioni di progettazione.



### NOTA!

Quando pompe multiple sono collegate in parallelo, devono funzionare alla stessa velocità per massimizzare il risparmio energetico, sia con convertitori individuali dedicati o con un unico convertitore preposto al controllo delle pompe multiple parallele.



## 2.7. Controlli VLT HVAC

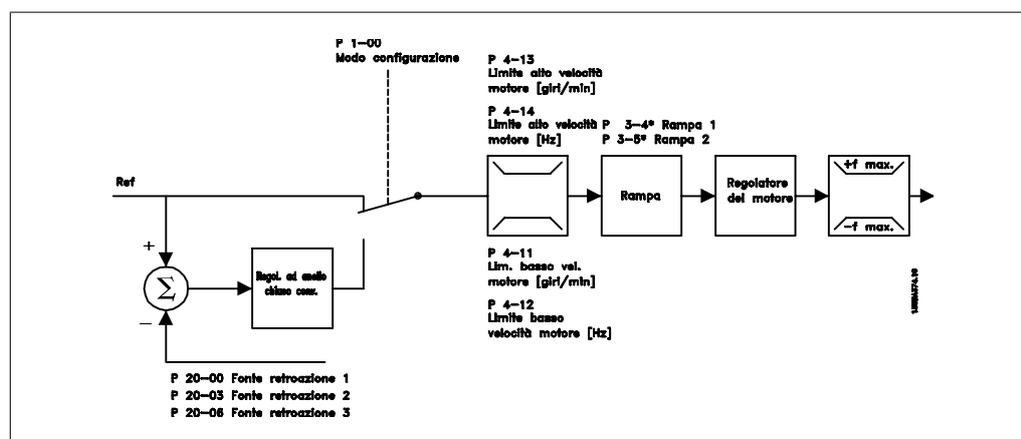
### 2.7.1. Principio di regolazione

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

Il motore viene alimentato con una tensione / corrente e frequenza variabili che consentono una regolazione continua della velocità di motori CA trifase standard.

### 2.7.2. Struttura di controllo

Struttura di controllo nelle configurazioni ad anello aperto e ad anello chiuso:



Nella configurazione mostrata nella figura precedente, il par. 1-00 è impostato su *Anello aperto* [0]. Il segnale di riferimento risultante dal sistema di controllo del riferimento 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.

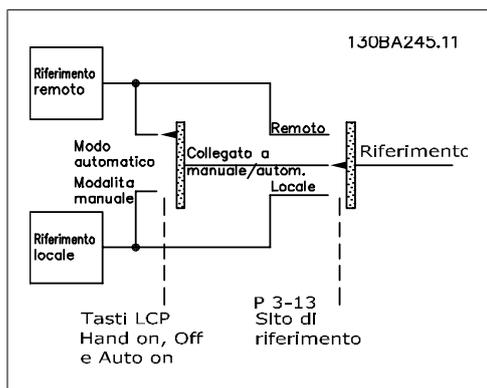
Selezionare *Anello chiuso* [3] nel par. 1-00 per utilizzare il controllore PID di processo per il controllo ad anello chiuso ad es. della velocità o della pressione nell'applicazione controllata. I parametri PID si trovano nel gruppo par. 20-\*\*\*.

### 2.7.3. Comando locale (Hand On) e remoto (Auto On)

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 nei par. 0-40, 0-41, 0-42 e 0-43, 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 (per default) il Riferimento locale che può essere impostato utilizzando i tasti a freccia sull'LCP.

Dopo aver premuto il tasto [Auto On], il convertitore di frequenza passa al modo automatico e segue 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 nel gruppo par. 5-1\* (ingressi digitali) o nel gruppo par. 8-5\* (comunicazione seriale).



**Riferimento attivo e modalità di configurazione**

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

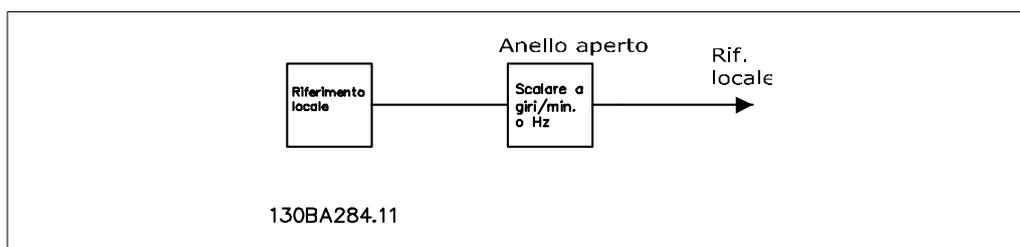
Nel par. 3-13 *Sito di riferimento* è possibile selezionare in modo permanente il riferimento locale selezionando *Locale* [2]. Per selezionare in modo permanente il riferimento remoto selezionare *Remoto* [1]. Selezionando *Collegato Man./Auto* [0] (impostazione predefinita) il sito di riferimento dipenderà dalla modalità attiva. (Modo manuale o modo automatico).

Arresto manuale Auto Tasti dell'LCP	Sito di riferimento Par. 3-13	Riferimento attivo
Man.	Collegato Man./Auto	Locale
Arresto -> manuale	Collegato Man./Auto	Locale
Auto	Collegato Man./Auto	Remoto
Arresto -> autom.	Collegato Man./Auto	Remoto
Tutti i tasti	Locale	Locale
Tutti i tasti	Remoto	Remoto

La tabella mostra in quali condizioni è attivo il Riferimento locale o il Riferimento remoto. Uno dei due è sempre attivo, ma non possono essere entrambi attivi contemporaneamente.

Il par. 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 il Riferimento remoto (vedere la tabella in alto per le condizioni).

**Gestione dei Riferimenti - Riferimento locale**

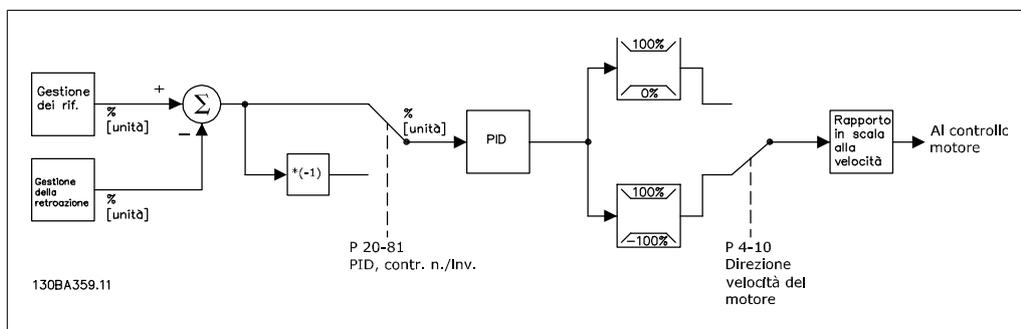


## 2.8. PID

### 2.8.1. Controllore (PID) ad anello chiuso

Il controllore ad anello chiuso del convertitore di frequenza consente al convertitore stesso di diventare una parte integrante del sistema controllato. Il convertitore di frequenza riceve un segnale di retroazione da un sensore presente nel sistema. Quindi confronta questa retroazione con il setpoint e determina l'errore, qualora presente, tra questi due segnali. Quindi adatta la velocità del motore per correggere questo errore.

Si consideri per esempio un sistema di ventilazione nel quale la velocità del ventilatore di mandata deve essere controllata in modo tale da far sì che la pressione statica nel condotto sia costante. Il valore di pressione statica desiderato viene fornito al convertitore di frequenza come setpoint. Un sensore di pressione statica misura la pressione statica effettiva nel condotto e fornisce questo valore al convertitore di frequenza come segnale di retroazione. Se il segnale di retroazione è superiore al setpoint, il convertitore di frequenza rallenterà per ridurre la pressione. Similmente, se la pressione nel condotto è inferiore al setpoint, il convertitore di frequenza accellererà automaticamente per aumentare la pressione fornita dal ventilatore.



**NOTA!**  

 Mentre i valori di default del controllore ad anello chiuso del convertitore assicureranno spesso prestazioni soddisfacenti, il controllo del sistema può essere ottimizzato regolando alcuni dei parametri del controllore ad anello chiuso.

La figura è un diagramma a blocchi del controllore ad anello chiuso del convertitore di frequenza. Per informazioni dettagliate sui diagrammi a blocchi relativi alla gestione dei riferimenti e alla gestione della retroazione si rimanda alle rispettive sezioni di seguito.

I seguenti parametri sono rilevanti per una semplice applicazione di controllo PID:

Parametro	Descrizione della funzione
Fonte retroazione 1 par. 20-00	Selezionare la fonte per Retroazione 1. Di solito è un ingresso analogico ma sono disponibili anche altre fonti. Utilizzare la conversione in scala di questo ingresso per fornire i valori appropriati per questo segnale. Per default, l'ingresso analogico 54 è la fonte di default per Retroazione 1.
Unità riferimento/retroazione par. 20-12	Selezionare l'unità per il setpoint e la retroazione per il controllore ad anello chiuso del convertitore di frequenza. Nota: Dato che può essere eseguita una conversione del segnale di retroazione prima che il segnale stesso sia usato dal controllore ad anello chiuso, l'unità di riferimento/retroazione (par. 20-12) può essere diversa dall'unità della fonte di retroazione (par. 20-02, 20-05 e 20-08).
Controllo normale/inverso PID par. 20-81	Selezionare <i>Normale</i> [0] se la velocità del motore dovrebbe diminuire quando la retroazione è superiore al setpoint. Selezionare <i>Inverso</i> [1] se la velocità del motore dovrebbe aumentare quando la retroazione è superiore al setpoint.
Guadagno proporzionale PID par. 20-93	Questo parametro regola l'uscita del controllore ad anello chiuso del convertitore di frequenza basato sull'errore tra la retroazione e il setpoint. Quando questo valore è elevato, il controllore risponde rapidamente. Comunque, se viene usato un valore troppo elevato, la frequenza di uscita del convertitore di frequenza può diventare instabile.
Tempo di integrazione PID par. 20-94	L'integratore integra nel tempo l'errore presente tra la retroazione e il setpoint. Questo viene richiesto per assicurarsi che l'errore sia vicino allo zero. Viene ottenuta una risposta rapida del controllore quando questo valore è ridotto. Comunque, se viene utilizzato un valore troppo basso, la frequenza di uscita del convertitore di frequenza può diventare instabile. Un'impostazione di 10000 s disattiva l'integratore.

Questa tabella riassume i parametri necessari per impostare il controllore ad anello chiuso del convertitore di frequenza quando un unico segnale di retroazione senza conversione viene confrontato con un unico setpoint. Questo è il tipo più comune di controllore ad anello chiuso.

## 2.8.2. Parametri rilevanti per il controllo ad anello chiuso

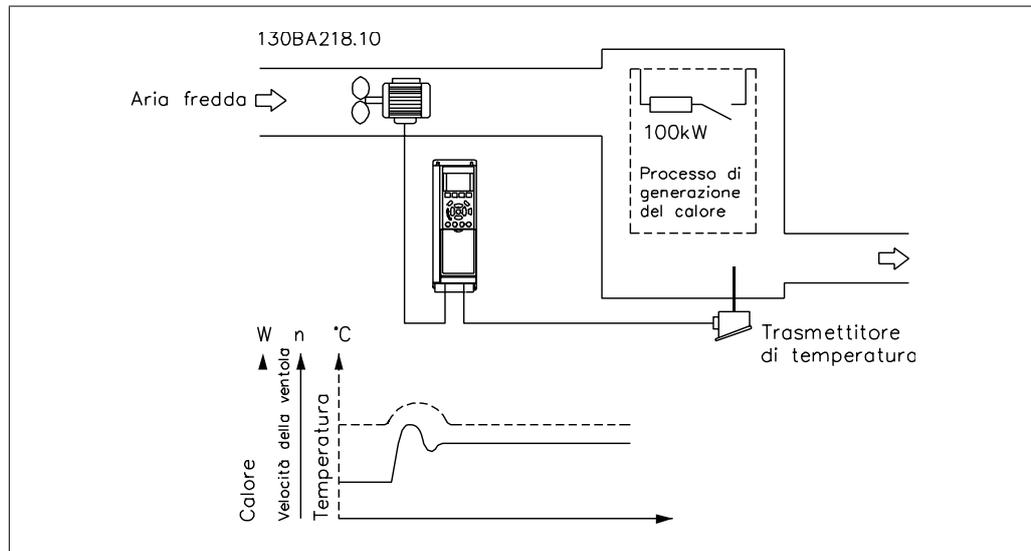
Il controllore ad anello chiuso del convertitore di frequenza è in grado di gestire applicazioni più complesse come situazioni nelle quali una funzione di conversione viene applicata al segnale di retroazione o situazioni nelle quali vengono utilizzati segnali di retroazione multipli e/o setpoint multipli. La tabella in basso riassume i parametri aggiuntivi che possono essere utili in tali applicazioni.

Parametro		Descrizione della funzione
Fonte retroazione 2	par.	Seleziona la fonte, se presente, per la retroazione 2 o 3. Di solito è un ingresso analogico del convertitore di frequenza, ma sono anche altre fonti. Il par. 20-20 determina come i segnali di retroazione multipli saranno gestiti dal controllore ad anello chiuso del convertitore di frequenza. Per default questi sono impostati su <i>Nessuna funzione</i> [0].
Fonte retroazione 3	20-03	
	par. 20-06	
Conversione della retroazione 1	par. 20-01	Questi vengono usati per convertire il segnale di retroazione da un tipo all'altro, per esempio da pressione a portata o da pressione a temperatura (per applicazioni con compressori). Se viene selezionato <i>Da pressione a temperatura</i> [2], il refrigerante deve essere specificato nel gruppo par. 20-3*, Retroazione conv. avanz. Per default, questi sono impostati su <i>Lineare</i> [0].
Conversione della retroazione 2	par. 20-04	
Conversione della retroazione 3	par. 20-07	
Unità della fonte di retroazione 1	par. 20-02	Seleziona l'unità per una fonte di retroazione prima di qualsiasi conversione. Questa funzione viene utilizzata solo per scopi di visualizzazione. Questo parametro è solo disponibile quando si usa la conversione della retroazione <i>Da pressione a temperatura</i> .
Unità della fonte di retroazione 2	par. 20-05	
Unità della fonte di retroazione 3	par. 20-08	
Funzione di retroazione	par. 20-20	Quando vengono usate più retroazioni o setpoint, questo parametro determina come saranno trattati dal controllore ad anello chiuso del convertitore di frequenza.
Setpoint 1	par.	Questi setpoint possono fornire un riferimento al controllore ad anello chiuso del convertitore di frequenza. Il par. 20-20 determina come verranno trattati i setpoint multipli. Qualsiasi altro riferimento che sarà attivato nel gruppo par. 3-1* sarà aggiunto a questi valori.
Setpoint 2	20-21	
Setpoint 3	par. 20-22	
	par. 20-23	
Refrigerante	par. 20-30	Se qualsiasi conversione della retroazione (par. 20-01, 20-04 or 20-07) viene impostata su <i>Da pressione a temperatura</i> [2], il tipo di refrigerante deve essere selezionato qui. Se il refrigerante usato non è elencato qui, selezionare <i>Definito dall'utente</i> [7] e specificare le caratteristiche del refrigerante nel par. 20-31, 20-32 e 20-33.

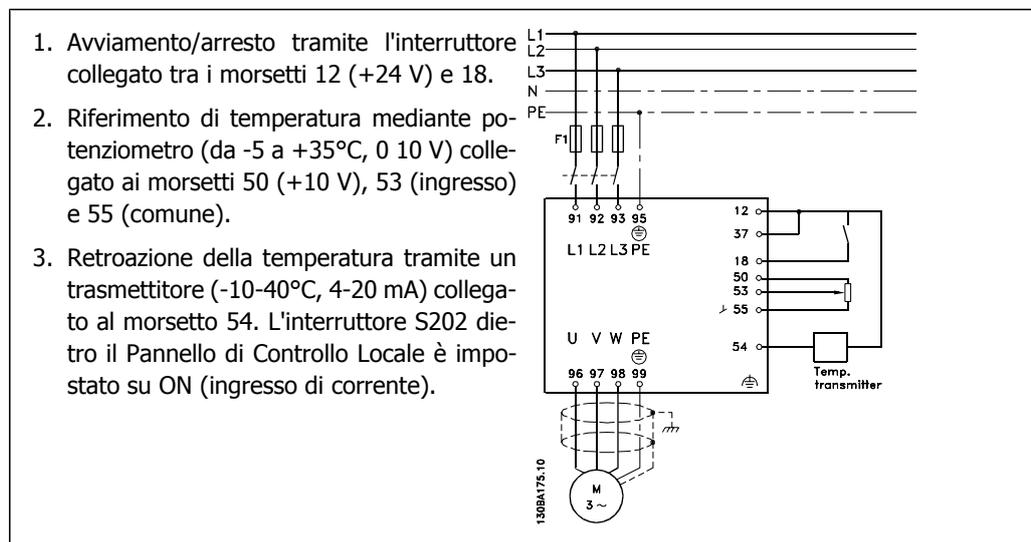
Parametro		Descrizione della funzione
Refrigerante personalizzato A1	par. 20-31	Quando il par. 20-30 è impostato su <i>Definito dall'utente</i> [7], questi parametri vengono usati per definire il valore dei coefficienti A1, A2 e A3 nell'equazione di conversione: $Temperatura = \frac{A2}{(\ln(\text{pressione} + 1) - A1)} - A3$
Refrigerante personalizzato A2	par. 20-32	
Refrigerante personalizzato A3	par. 20-33	
PID, veloc. avviam. [RPM] Velocità avviamento [Hz]	par. 20-82 par. 20-83	Il parametro che è visibile dipenderà dall'impostazione del par. 0-02, Unità velocità motore. In alcune applicazioni, dopo un comando di avviamento è importante accelerare rapidamente il motore a una velocità predefinita prima di attivare il controllore ad anello chiuso del convertitore di frequenza. Questo parametro definisce quella velocità di avviamento.
Ampiezza di banda riferimento a	par. 20-84	Questo parametro determina quanto vicino al setpoint debba essere la retroazione perché il convertitore di frequenza indichi che la retroazione è uguale al setpoint.
Anti saturazione PID	par. 20-91	<i>On</i> [1] effettivamente disattiva la funzione integrale del controllore ad anello chiuso quando non è possibile regolare la frequenza di uscita del convertitore di frequenza per correggere l'errore. Ciò consente al controllore di reagire più rapidamente una volta che è nuovamente in grado di controllare il sistema. <i>Off</i> [0] disattiva questa funzione, facendo sì che la funzione integrale rimanga continuamente attiva.
Tempo di derivazione PID	par. 20-95	Questo controlla l'uscita ad anello chiuso del convertitore di frequenza in base al cambiamento della retroazione. Mentre in questo modo è possibile fornire una risposta rapida del controllore, una tale risposta è raramente necessaria nei sistemi HVAC. Il valore di default per questo parametro è <i>Off</i> o 0,00 s.
PID, deriv. est. 1	par. 20-96	Poiché il derivatore risponde al tasso di variazione della retroazione, un cambiamento rapido può causare un cambiamento ampio e indesiderato nell'uscita del controllore. Viene utilizzato per limitare l'effetto massimo del derivatore. Non sarà attivo quando il param. 20-95 è impostato su <i>Off</i> .
Tempo filtro passa-basso : Ingr. analog. 53 Ingr. analog. 54 Ingresso digitale (a impulsi) 29 Ingresso digitale (a impulsi) 33	par. 6-16 par. 6-26 par. 5-54 par. 5-59	Viene usato per filtrare i disturbi alle alte frequenze dal segnale di retroazione. Il valore immesso qui e la costante di tempo per il filtro passa-basso. La frequenza di disinserimento in Hz può essere calcolata nel seguente modo: $F_{frequenza - off} = \frac{1}{2\pi T_{passa-basso}}$ Le variazioni nel segnale di retroazione la cui frequenza è inferiore a $F_{cut-off}$ saranno usate dal controllore ad anello chiuso del convertitore di frequenza, mentre le variazioni a una frequenza superiore verranno considerate disturbi e saranno attenuate. Valori ampi del tempo filtro passa-basso fornisce un maggiore filtraggio ma può provocare la mancata risposta del controllore alle variazioni nel segnale di retroazione.

### 2.8.3. Esempio di controllo di processo ad anello chiuso

Il seguente è un esempio di un controllo ad anello chiuso per un sistema di ventilazione:



In un sistema di ventilazione, la temperatura deve essere mantenuta a un valore costante. La temperatura desiderata viene impostata tra -5 e +35°C usando un potenziometro da 0-10 volt. Poiché questa è un'applicazione di raffreddamento, se la temperatura è superiore al valore del setpoint, la velocità del ventilatore deve essere aumentata per fornire una maggiore portata di aria di raffreddamento. Il sensore di temperatura è utilizzabile in un intervallo compreso tra -10 e +40°C e utilizza un trasduttore a 2 fili per fornire un segnale di 4-20 mA. Il campo della frequenza di uscita del convertitore di frequenza va da 10 a 50 Hz.



## 2.8.4. Ordine di programmazione

Funzione	Par. n.	Impostazione
<b>1) Assicurare che il motore funzioni correttamente. Fare quanto segue:</b>		
Impostare il convertitore di frequenza perché controlli il motore in base alla frequenza di uscita del convertitore.	0-02	Hz [1]
Impostare i parametri del motore sulla base della targhetta dati..	1-2*	Come specificato nei dati di targa del motore
Eseguire l'Adattamento automatico motore.	1-29	Selezionare <i>Abilit.AMA compl.</i> [1] e quindi eseguire la funzione AMA.
<b>2) Verificare che il motore giri nella direzione corretta.</b>		
Premendo [Hand On] il motore viene avviato a 5Hz in avanti e il display visualizza: "Il motore è in funzione. Controll. se il senso di rotaz. del mot. è corretto.		Se il senso di rotazione del motore è errato, è possibile intercambiare due cavi della fase del motore.
<b>3) Assicurarsi che i limiti del convertitore di frequenza siano impostati su valori sicuri</b>		
Verificare che le impostazioni delle rampe non superino le capacità del convertitore di frequenza e siano conformi alle specifiche di funzionamento consentite.	3-41 3-42	60 sec. 60 sec. Dipende dalle dimensioni del motore/carico! La funzione è attiva anche in modalità manuale.
Impedire l'inversione del motore (se necessario)	4-10	[0] <i>Senso orario</i>
Impostare limiti accettabili per la velocità del motore.	4-12 4-14 4-19	10 Hz 50 Hz 50 Hz
Commutare da anello aperto ad anello chiuso.	1-00	[3] <i>Anello chiuso</i>
<b>4) Configurare la retroazione del controllore PID.</b>		
Impostare l'ingresso analogico 54 come un ingresso di retroazione.	20-00	[2] <i>Ingresso analogico 54</i> (default)
Selezionare l'unità di riferimento/retroazione adeguata,	20-12	°C [60]
<b>5) Configurare il setpoint per il controllore PID.</b>		
Impostare limiti accettabili per il setpoint.	3-02 3-03	-5 °C 35 °C
Impostare l'ingresso analogico 53 come fonte di riferimento 1.	3-15	[1] <i>Ingresso analogico 53</i> (default)
<b>6) Convertire in scala gli ingressi analogici utilizzati per il setpoint e la retroazione.</b>		
Convertire in scala l'ingresso analogico 53 per il campo di temperatura del potenziometro (da -5 a +35°C, 0-10 V).	6-10 6-11 6-14 6-15	0 V 10 V (default) -5 °C 35 °C
Convertire in scala l'ingresso analogico 54 per la gamma di temperatura del sensore di temperatura (da -10 a +40°C, 4-20 mA)	6-22 6-23 6-24 6-25	4 mA 20 mA (default) -10 °C 40 °C
<b>7) Tarare i parametri del controllore PID.</b>		
Selezionare controllo inverso perché la velocità del motore dovrebbe aumentare quando la retroazione è superiore al setpoint.	20-81	[1] <i>Inverso</i>
Regola l'anello chiuso del convertitore di frequenza, se necessario.	20-93 20-94	Vedere Ottimizzazione del controllore PID in basso.
<b>8) Finito!</b>		
Salvare le impostazioni dei parametri nell'LCP per conservarli al sicuro	0-50	[1] <i>Tutti a LCP</i>

## 2.8.5. Regolazione del controllore ad anello chiuso del convertitore di frequenza

Una volta che il controllore ad anello chiuso è stato impostato è necessario testare le prestazioni del regolatore. In molti casi le sue prestazioni possono essere accettabili se si usano i valori di default del guadagno proporzionale PID (par. 20-93) e il tempo integrale PID (par. 20-94). Tuttavia in alcuni casi può essere utile ottimizzare questi valori dei parametri per fornire una risposta più rapida del sistema controllando allo stesso tempo l'overshoot (sovraelongazione) della velocità. In molte situazioni ciò è possibile seguendo la procedura riportata sotto.

1. Avviare il motore
2. Impostare il par. 20-93 (guadagno proporzionale PID) a 0,3 e aumentarlo finché il segnale di retroazione comincia ad oscillare. Se necessario, avviare e arrestare il convertitore di frequenza o effettuare modifiche graduali nel setpoint per tentare di provocare oscillazioni. Quindi ridurre il guadagno proporzionale PID finché il segnale di retroazione si stabilizza. In seguito ridurre il guadagno proporzionale del 40-60%.
3. Impostare il par. 20-94 (tempo di integrazione PID) a 20 sec. e ridurre il valore finché il segnale di retroazione comincia ad oscillare. Se necessario, avviare e arrestare il convertitore di frequenza o effettuare modifiche graduali nel setpoint per tentare di provocare oscillazioni. Aumentare il tempo di integrazione PID finché il segnale di retroazione si stabilizza. In seguito, aumentare il tempo di integrazione del 15-50%.
4. Il parametro 20-95 (tempo di derivazione PID) dovrebbe essere utilizzato solo per sistemi ad azione molto rapida. Il valore tipico è pari al 25% del tempo di integrazione PID (par. 20-94). È opportuno usare il derivatore solo quando le impostazioni del guadagno proporzionale e del tempo di integrazione sono state ottimizzate completamente. Assicurare che le ondulazioni del segnale di retroazione siano sufficientemente smorzate dal filtro passa-basso per il segnale di retroazione (par. 6 16, 6 26, 5 54 o 5 59, come richiesto).

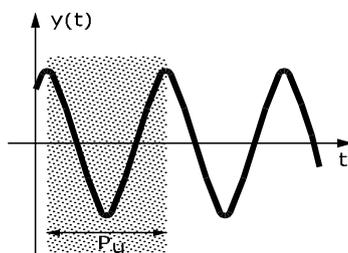
## 2.8.6. Metodo di taratura Ziegler Nichols

In genere la suddetta procedura è sufficiente per applicazioni HVAC. Tuttavia possono essere utilizzate altre procedure più sofisticate. Il metodo di taratura Ziegler Nichols è una tecnica che è stata sviluppata negli anni 1940 ma che viene usata tuttora. Generalmente fornisce prestazioni di controllo accettabili utilizzando un semplice metodo sperimentale e di calcolo per ricavare i parametri.



### NOTA!

Questo metodo non deve essere utilizzato nelle applicazioni che potrebbero essere danneggiate dalle oscillazioni generate da impostazioni di controllo ai limiti di stabilità.



Disegno 2.1: Sistema al limite di stabilità

1. Selezionare solo un controllo proporzionale. Vale a dire che il tempo di integrazione PID (par. 20-94) viene impostato su Off (10000 s) e che anche il tempo di derivazione PID (par. 20 95) viene impostato su Off (in questo caso 0 s).
2. Aumentare il valore del guadagno proporzionale del PID (par 20-93) fino al raggiungimento del punto di instabilità, come indicato dalle oscillazioni autoindotte del segnale di retroazione. Il guadagno proporzionale del PID che provoca oscillazioni autoindotte è denominato guadagno critico  $K_u$ .
3. Misurare il periodo di oscillazione  $P_u$ .  
**NOTA:**  $P_u$  dovrebbe essere misurato quando l'ampiezza di oscillazione è relativamente piccola. L'uscita non deve saturare (vale a dire che durante il test non devono essere raggiunte la retroazione massima o minima).
4. Utilizzare la tabella in basso per calcolare i parametri necessari per la regolazione PID.

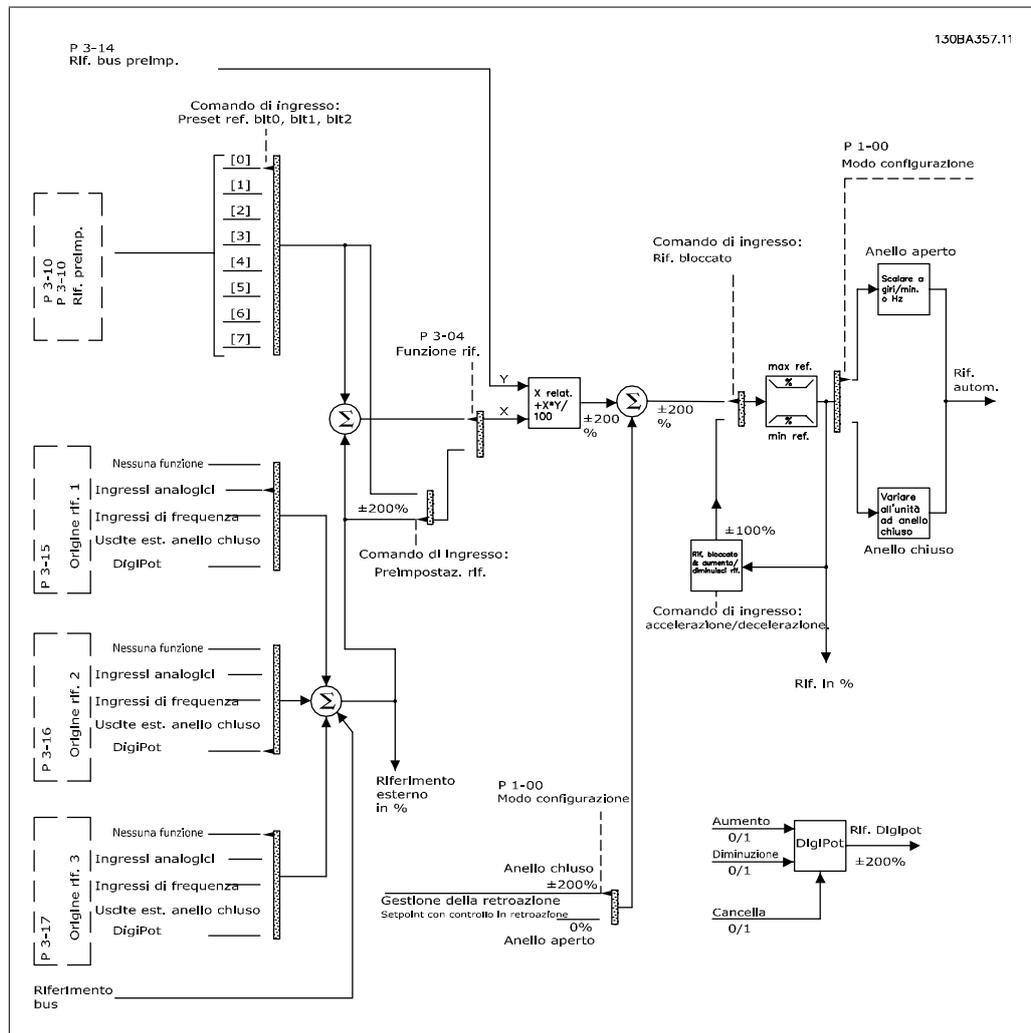
Tipo di controllo	Guadagno proporzionale	Tempo di integrazione	Tempo di derivazione
Controllo PI	$0,45 * K_u$	$0,833 * P_u$	-
Controllo stretto PID	$0,6 * K_u$	$0,5 * P_u$	$0,125 * P_u$
PID lieve sovraelongazione	$0,33 * K_u$	$0,5 * P_u$	$0,33 * P_u$

#### Taratura Ziegler Nichols per il regolatore al 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. Se necessario l'operatore di processo può effettuare la taratura finale del regolatore in modo iterativo per modificare la risposta dell'anello di regolazione.

### 2.8.7. Gestione dei riferimenti

Di seguito è visualizzato un diagramma a blocchi che mostra come il convertitore di frequenza produce il riferimento remoto.



Il riferimento remoto è composto da:

- Riferimenti preimpostati.
- Riferimenti esterni (ingressi analogici, ingressi di frequenza a impulsi, ingressi potenziometro digitale e riferimenti bus di comunicazione).
- Riferimento relativo preimpostato.
- Setpoint con controllo in retroazione.

Nel convertitore di frequenza possono essere programmati fino a 8 riferimenti preimpostati. Il riferimento preimpostato attivo può essere selezionato usando ingressi digitali o il bus di comunicazione seriale. Il riferimento può anche essere fornito esternamente, di solito da un ingresso analogico. Questa fonte esterna viene selezionata da uno dei 3 parametri Origine del riferimento (par. 3-15, 3-16 e 3-17). Digipot è un potenziometro digitale. Viene comunemente chiamato anche un controllo di accelerazione/decelerazione o un controllo a virgola mobile. Per impostarlo, un ingresso digitale viene programmato per aumentare il riferimento mentre un altro ingresso digitale viene programmato per ridurlo. Un terzo ingresso digitale può essere usato per ripristinare il riferimento Digipot. Tutte le risorse del riferimento e il riferimento bus vengono sommati per produrre il riferimento esterno totale. Il riferimento esterno, il riferimento preimpostato o la somma dei due possono essere selezionati per formare il riferimento attivo. Infine, questo riferimento può essere convertito in scala usando il riferimento relativo preimpostato (par. 3-14).

Il riferimento convertito in scala viene calcolato come segue:

$$\text{Riferimento} = X + X \times \left( \frac{Y}{100} \right)$$

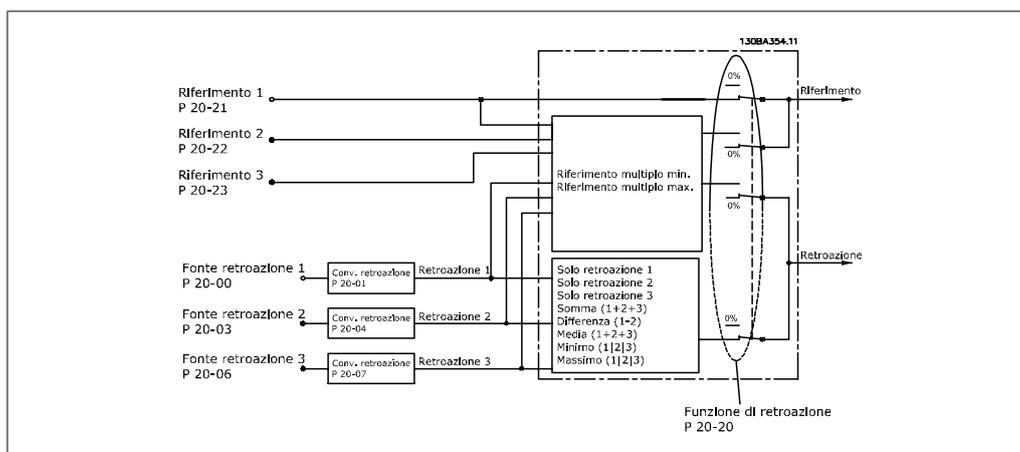
Dove X è il riferimento esterno, il riferimento preimpostato o la somma di questi e Y è il riferimento relativo preimpostato (par. 3-14) in [%].



**NOTA!**  
Se Y, il riferimento relativo preimpostato (par. 3-14) viene impostato su 0%, il riferimento non sarà modificato dalla conversione in scala

## 2.8.8. Gestione della retroazione

Un diagramma a blocchi che mostra come il convertitore di frequenza gestisce il segnale di retroazione è mostrato di seguito.



La gestione della retroazione può essere configurata per funzionare con applicazioni che richiedono un controllo avanzato come setpoint multipli e retroazioni multiple. Sono comuni tre tipi di controllo.

### Zona singola, setpoint singolo

Zona singola, setpoint singolo è una configurazione di base. Il setpoint 1 viene sommato a qualsiasi altro riferimento (se presente, vedere Gestione dei riferimenti) e il segnale di retroazione viene selezionato usando il par. 20-20.

### Multizona, setpoint singolo

Multizona, setpoint singolo utilizza due o tre sensori di retroazione ma un solo setpoint. Le retroazioni possono essere sommate, sottratte (solo retroazione 1 e 2) oppure mediate. Inoltre è possibile utilizzare il valore massimo o minimo. Il setpoint 1 viene utilizzato esclusivamente in questa configurazione.

### Multizona, setpoint multipli

applica un setpoint individuale ad ogni retroazione. Il controllore ad anello chiuso del convertitore di frequenza sceglie una coppia per controllare il convertitore di frequenza sulla base della selezione dell'utente nel par. 20-20. Se viene selezionato *Setpoint multipli, max* [14], la coppia di setpoint/retroazione con la differenza minore regola la velocità del convertitore di frequenza. (È necessario tener conto del fatto che un valore negativo è sempre inferiore a un valore positivo).

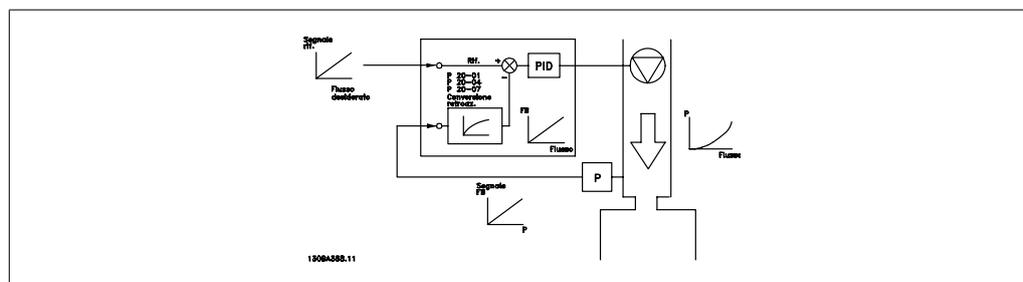
Se viene selezionato *Setpoint multipli, min* [13], la coppia di setpoint/retroazione con la differenza maggiore regola la velocità del convertitore di frequenza. *Setpoint multipli, max* [14] mantiene tutte le zone a un valore minore o uguale ai rispettivi setpoint, mentre *Setpoint multipli, min* [13] mantiene tutte le zone a un valore maggiore o uguale ai rispettivi setpoint.

### Esempio:

Il setpoint della zona 1 di un'applicazione a due zone e due setpoint è pari a 18°C e la retroazione è pari a 19°C. Il setpoint della zona 2 è pari a 22°C e la retroazione è pari a 20°C. Se viene selezionato *Setpoint multipli, max* [14], il setpoint e la retroazione della zona 1 vengono inviati al controllore PID, poiché questo presenta la differenza minore (la retroazione è superiore al setpoint, il che determina una differenza negativa). Se viene selezionato *Setpoint multipli min* [13], il setpoint e la retroazione della zona 2 vengono inviati al controllore PID, poiché questo presenta la differenza maggiore (la retroazione è inferiore al setpoint, il che determina una differenza positiva).

## 2.8.9. Conversione della retroazione

In alcune applicazioni può essere utile convertire il segnale di retroazione. Un esempio di tale conversione lo si ottiene usando un segnale di pressione per fornire una retroazione del flusso. Poiché la radice quadrata della pressione è proporzionale al flusso, la radice quadrata del segnale di pressione fornisce un valore proporzionale al flusso. Ciò è mostrato di seguito.



Un'altra applicazione che potrebbe beneficiare dalla conversione della retroazione è il controllo del compressore. In tali applicazioni l'uscita di un sensore di pressione può essere convertita alla temperatura del refrigerante usando l'equazione:

$$Temperatura = \frac{A2}{(\ln(\text{pressione} + 1) - A1)} - A3$$

dove A1, A2 e A3 sono costanti specifiche del refrigeratore.

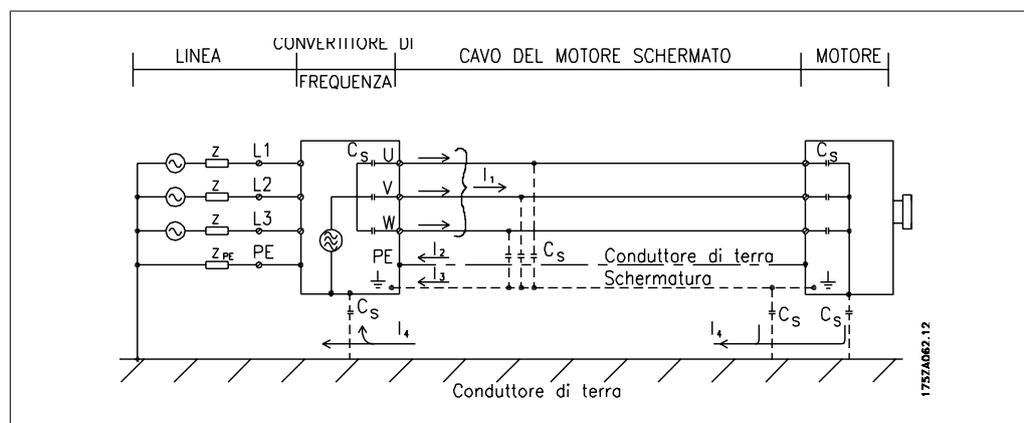
## 2.9. Considerazioni generali EMC

### 2.9.1. 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 nella figura seguente, le correnti capacitive presenti nel cavo motore, accoppiate con un valore  $dV/dt$  elevato dalla tensione del motore, generano correnti di dispersione. L'uso di un cavo motore schermato aumenta la corrente di dispersione (vedere la figura seguente), 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. Siccome la corrente di dispersione ( $I_1$ ) viene riportata all'unità tramite la schermatura ( $I_3$ ), in linea di principio ciò darà origine ad un campo elettromagnetico di intensità limitata ( $I_4$ ) prodotto dal cavo motore schermato, come illustrato nella figura sottostante.

La schermatura riduce l'interferenza irradiata, ma aumenta l'interferenza a bassa frequenza sulla rete. La schermatura del cavo motore deve essere collegata sia alla custodia del convertitore di frequenza che a quella del motore. A tal fine è consigliabile utilizzare pressacavi integrati in modo da evitare estremità della schermatura attorcigliate. Questi aumentano l'impedenza della schermatura alle frequenze superiori, con una riduzione dell'effetto di schermatura e un aumento della corrente di dispersione ( $I_4$ ).

Se viene utilizzato un cavo schermato per Fieldbus, relè, cavo di controllo, interfaccia di segnale e freno, la schermatura deve essere installata a entrambe le estremità della custodia. In alcune situazioni, tuttavia, è necessario interrompere la schermatura per evitare ventri di corrente.



Nel caso in cui sia necessario posizionare la schermatura su una piastra di installazione del convertitore di frequenza, tale piastra deve essere di metallo, in quanto le correnti di schermatura devono essere ricondotte all'unità. Inoltre è necessario assicurare un buon contatto elettrico dalla piastra di installazione per mezzo delle viti di montaggio e allo chassis del convertitore di frequenza.



#### NOTA!

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

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

2

## 2.9.2. Risultati test EMC (Emissioni, Immunità)

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	Emissione condotta			Emissione irradiata	
	Ambiente industriale		Domestico, commerciale e industrie leggere	Ambiente industriale	Domestico, commerciale e industrie leggere
Setup	EN 55011 Classe A2	EN 55011 Classe A1	EN 55011 Classe B	EN 55011 Classe A1	EN 55011 Classe B
<b>H1</b>					
1,1-45 kW 200-240 V	150 m	150 m 1)	50 m	Sì	No
1,1-90 kW 380-480 V	150 m	150 m	50 m	Sì	No
<b>H2</b>					
1,1-3,7 kW 200-240 V	5 m	No	No	No	No
5,5-45 kW 200-240 V	25 m	No	No	No	No
1,1-7,5 kW 380-480 V	5 m	No	No	No	No
11-90 kW 380-480 V	25 m	No	No	No	No
110-450 kW 380-480 V	50 m	No	No	No	No
75-500 kW 525-600 V	150 m	No	No	No	No
<b>H3</b>					
1,1-45 kW 200-240 V	75 m	50 m 1)	10 m	Sì	No
1,1-90 kW 380-480 V	75 m	50 m	10 m	Sì	No
<b>H4</b>					
110-450 kW 380-480 V	150 m	45 m	No	Sì	No
75-315 kW 525-600 V	150 m	30 m	No	No	No
<b>Hx</b>					
1,1-7,5 kW 525-600 V	-	-	-	-	-

Tabella 2.1: Risultati del test EMC (emissioni, immunità)

1) La versione 11 kW 200 V, H1 e H2 viene fornita in custodie tipo B1.

Quella a 11 kW 200 V, H3 in custodie tipo B2.

## 2.9.3. Livelli di conformità richiesti

Norma / ambiente	Domestico, commerciale e industrie leggere		Ambiente industriale	
	Condotte	Irradiate	Condotte	Irradiate
CEI 61000-6-3 (generico)	Classe B	Classe B		
CEI 61000-6-4			Classe A1	Classe A1
EN 61800-3 (con limitazioni)	Classe A1	Classe A1	Classe A1	Classe A1
EN 61800-3 (senza limitazioni)	Classe B	Classe B	Classe A2	Classe A2

EN 55011:	Valori soglia e metodi di misurazione dei radiodisturbi derivanti da apparecchiature industriali, scientifiche e mediche (ISM) ad alta frequenza.
Classe A1:	Apparecchiature usate in aree con una rete di approvvigionamento pubblica (zone residenziali, commerciali e industria leggera). Distribuzione limitata.
Classe A2:	Apparecchiature usate in aree con una rete di approvvigionamento pubblica (zone residenziali, commerciali e industria leggera).
Classe B1:	Apparecchiature utilizzate in aree con una rete di alimentazione pubblica (residenziali, commerciali e di industria leggera). Distribuzione illimitata.

## 2.9.4. Immunità EMC

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 (CEI 61000-4-2):** Scariche elettrostatiche (ESD): Simulazione di scariche elettrostatiche provocate da esseri umani.
- **EN 61000-4-3 (CEI 1000-4-3):** 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 dall'accoppiamento con un contattore, 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 si abbattono vicino alle installazioni.
- **EN 61000-4-6 (IEC 61000-4-6):** Modo comune, RF: Simulazione dell'impatto delle apparecchiature di trasmissione radio collegate a cavi di connessione.

Vedere il seguente modulo di immunità EMC.

VLT HVAC; 200-240 V, 380-480 V					
Standard 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	RF, tensione di modo comune CEI 61000-4-6
Criterio di accettazione	B	B	B	A	A
Linea	4 kV CM	2 kV/2 Ω DM 4 kV/12 Ω CM	—	—	10 V <sub>RMS</sub>
Motore	4 kV CM	4 kV/2 Ω <sup>1)</sup>	—	—	10 V <sub>RMS</sub>
Freno	4 kV CM	4 kV/2 Ω <sup>1)</sup>	—	—	10 V <sub>RMS</sub>
Condivisione carico	4 kV CM	4 kV/2 Ω <sup>1)</sup>	—	—	10 V <sub>RMS</sub>
Fili di controllo	2 kV CM	2 kV/2 Ω <sup>1)</sup>	—	—	10 V <sub>RMS</sub>
Bus standard	2 kV CM	2 kV/2 Ω <sup>1)</sup>	—	—	10 V <sub>RMS</sub>
Fili relè	2 kV CM	2 kV/2 Ω <sup>1)</sup>	—	—	10 V <sub>RMS</sub>
Opzioni applicazione e field-bus	2 kV CM	2 kV/2 Ω <sup>1)</sup>	—	—	10 V <sub>RMS</sub>
Cavo LCP	2 kV CM	2 kV/2 Ω <sup>1)</sup>	—	—	10 V <sub>RMS</sub>
Alim. 24 V CC esterna	2 kV CM	0,5 kV/2 Ω DM 4 kV/12 Ω CM	—	—	10 V <sub>RMS</sub>
Custodia	—	—	8 kV AD 6 kV CD	10 V/m	—

AD: Air Discharge (scarica in aria)  
 CD: Contact Discharge (scarica a contatto)  
 CM: Common mode (modo comune)  
 DM: Differential Mode (modo differenziale)  
 1. Iniezione sulla schermatura cavo.

Tabella 2.2: Immunità

## 2.10. Isolamento galvanico (PELV)

2

PELV offre protezione mediante bassissima tensione. La protezione contro gli shock elettrici 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) (Non valido per le unità a 525-600 V e al di sopra di 300 V per unità con collegamento a triangolo a massa ).

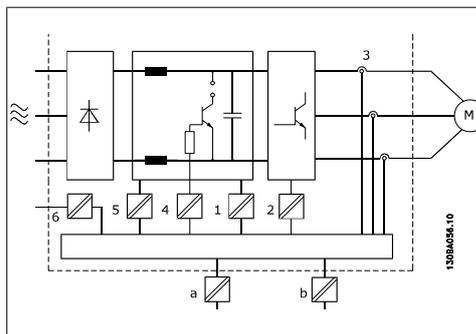
L'isolamento galvanico (garantito) si ottiene ottemperando ai requisiti relativi ad un isolamento superiore e garantendo le corrispondenti distanze di creepage (distanza minima sulla superficie del materiale isolante fra due parti conduttrici) /clearance (la distanza minima in aria per la creazione potenziale 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 la figura):

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 CC del circuito intermedio.
2. Comando gate che aziona gli igbt (trasformatori/ 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.



Disegno 2.2: 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.



Per altitudini superiori ai 2000 m, contattare Danfoss Drives per informazioni sulle caratteristiche PELV.

## 2.11. Corrente di dispersione verso terra



### 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 le parti elettriche attendere almeno: Consultare il capitolo *Sicurezza>Precauzioni*.

Un tempo più breve di quello riportato in tabella è consentito solo se indicato sulla targhetta della specifica unità.



### Corrente di dispersione

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 mm<sup>2</sup> / 6 AWG oppure essere formato da 2 conduttori di terra a terminazioni separate.

### Dispositivo a corrente residua

Questo prodotto può causare una corrente CC nel conduttore protettivo. Laddove si utilizzi un dispositivo a corrente residua (RCD) per una maggiore protezione, andrà utilizzato solo un RCD di Tipo B (ritardato nel tempo) sul lato di alimentazione di questo prodotto. Vedere anche le Note sull'applicazione MN.90.Gx.yy.

La messa a terra di protezione del convertitore di frequenza e l'impiego di RCD devono seguire sempre le norme nazionali e locali.

## 2.12. Controllo con la funzione freno

### 2.12.1. Selezione della resistenza freno

In determinate applicazioni, ad esempio in sistemi di ventilazione di tunnel o di stazioni di metropolitane, è preferibile arrestare il motore più rapidamente di quanto non sia possibile mediante un controllo tramite rampa di decelerazione o ruota libera. In tali applicazioni può essere utilizzata la frenatura dinamica con una resistenza di frenatura. L'utilizzo di una resistenza di frenatura garantisce che l'energia venga assorbita dalla resistenza e non dal convertitore di frequenza.

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. La figura sotto mostra un tipo ciclo di frenatura.

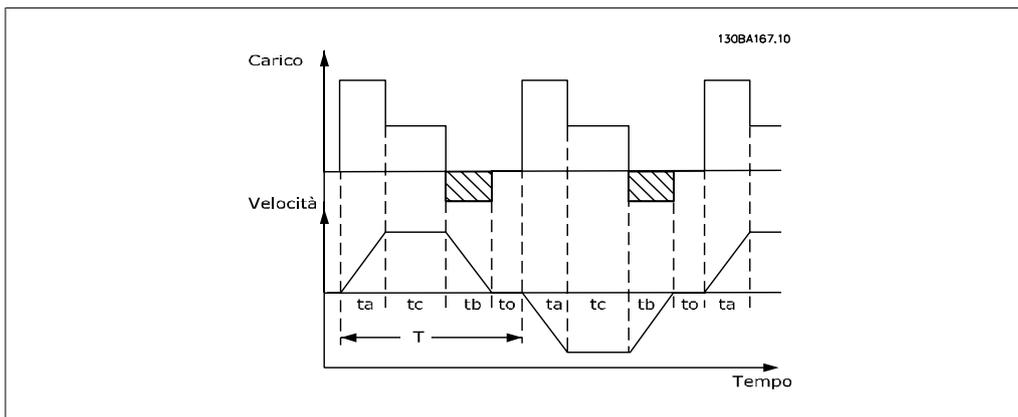
Il duty cycle intermittente per la resistenza viene calcolata come segue:

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

T = tempo di ciclo in secondi

t<sub>b</sub> è il tempo di frenatura in secondi (come parte del tempo di ciclo totale)

2



Danfoss fornisce resistenze freno con duty cycle pari a 5%, 10% e 40% adatti per l'uso con la serie di convertitori di frequenza VLT® FC102 HVAC. Se viene applicata una resistenza duty cycle del 10%, questa è in grado di assorbire una potenza di frenatura pari al 10% del tempo di ciclo con il 90% rimanente utilizzato per dissipare il calore dalla resistenza.

Per ulteriori consigli per la scelta, contattare le Danfoss.

**NOTA!**

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

### 2.12.2. Calcolo resistenza freno

La resistenza freno viene calcolata come segue:

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

dove

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

Come si può osservare, la resistenza freno dipende dalla tensione del circuito intermedio ( $U_{dc}$ ). La funzione freno per il convertitore di frequenza viene stabilita in base a tre valori di tensione di alimentazione:

Dimensioni	Freno attivo	Avviso prima del disinserimento	Disinserimento (scatto)
3 x 200-240 V	390 V ( $U_{dc}$ )	405 V	410 V
3 x 380-480 V	778 V	810 V	820 V
3 x 525-600 V	943 V	965 V	975 V

**NOTA!**

verificare che la resistenza freno utilizzata sia in grado di sopportare una tensione di 410, 820 o 975 V se non è una resistenza freno Danfoss.

$R_{REC}$  è la resistenza freno 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 110%. La formula può essere espressa come:

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

$\eta_{motor}$  è di norma pari a 0,90

mentre  $\eta_{VLT}$  è di norma pari a 0,98

Nel caso dei convertitori di frequenza a 200 V, 480 V e 600 V, il valore  $R_{rec}$  a una coppia di frenatura del 160% è espresso come:

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

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

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

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

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

2) Per convertitori di frequenza con potenza all'albero  $> 7,5$  kW



**NOTA!**

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



**NOTA!**

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



**NOTA!**

Non toccare la resistenza freno perché può diventare molto calda durante e dopo la frenatura.

### 2.12.3. Controllare con funzione freno

Il freno deve limitare la tensione nel circuito intermedio quando il motore funziona da generatore. Ciò accade ad esempio quando il carico aziona il motore e la potenza si accumula sul bus CC. Il freno è realizzato con un circuito chopper collegato a una resistenza freno esterna.

**Installare la resistenza freno esternamente offre i seguenti vantaggi:**

- La resistenza freno può essere selezionata in base all'applicazione utilizzata.
- L'energia di frenatura può essere dissipata al di fuori del quadro di comando, vale a dire dove l'energia può essere utilizzata.
- L'elettronica del convertitore di frequenza non verrà surriscaldata in caso di sovraccarico della resistenza freno.

Il freno è protetto contro i cortocircuiti della resistenza freno e il transistor di frenatura viene controllato per rilevarne eventuali cortocircuiti. Può essere impiegata un'uscita relè/digitale per proteggere la resistenza freno 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 nel par. 2-12. Nel par. 2-13, scegliere la funzione da eseguire quando la potenza trasmessa alla resistenza freno supera il limite impostato nel par. 2-12.

**NOTA!**

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

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

## 2.13. Controllo del freno meccanico

### 2.13.1. 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 prestazioni EMC avanzate si consiglia di utilizzare uno schermo metallico.

## 2.14. Condizioni di funzionamento estreme

### Corto circuito (fase-fase motore)

Grazie alla misurazione della corrente effettuata in ognuna delle tre fasi del motore, il convertitore di frequenza è protetto contro i corto circuiti. Un corto circuito tra due fasi di uscita provocherà sovracorrente nell'inverter. Tuttavia, ogni transistor dell'inverter verrà disinserito singolarmente quando la corrente di corto circuito supera il valore ammesso (Allarme 16 scatto blocc.).

Per proteggere il convertitore di frequenza da un corto circuito 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. Non è possibile che una commutazione sull'uscita danneggi in alcun modo il convertitore di frequenza. Tuttavia, è possibile che vengano visualizzati messaggi di guasto.

### Sovratensione generata dal motore

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

1. Il carico fa funzionare il motore (con frequenza di uscita costante dal convertitore di frequenza) e cioè il carico genera energia.
2. Durante la decelerazione ("rampa di decelerazione"), se il momento di inerzia è elevato, l'attrito è basso e il tempo rampa di decelerazione è troppo breve per consentire la dissipazione dell'energia sotto forma di perdite nel convertitore di frequenza, nel motore e nell'impianto.

3. Un'impostazione scorretta della compensazione dello scorrimento può causare una maggiore tensione bus CC.

L'unità di comando cerca, se possibile, di correggere il valore di rampa (par. 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 i par. 2-10 e 2-17 per selezionare il metodo utilizzato per controllare il livello di tensione del circuito intermedio.

#### 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 e il carico del motore determinano il tempo che precede l'arresto a ruota libera dell'inverter.

#### Sovraccarico statico nella modalità VVCplus

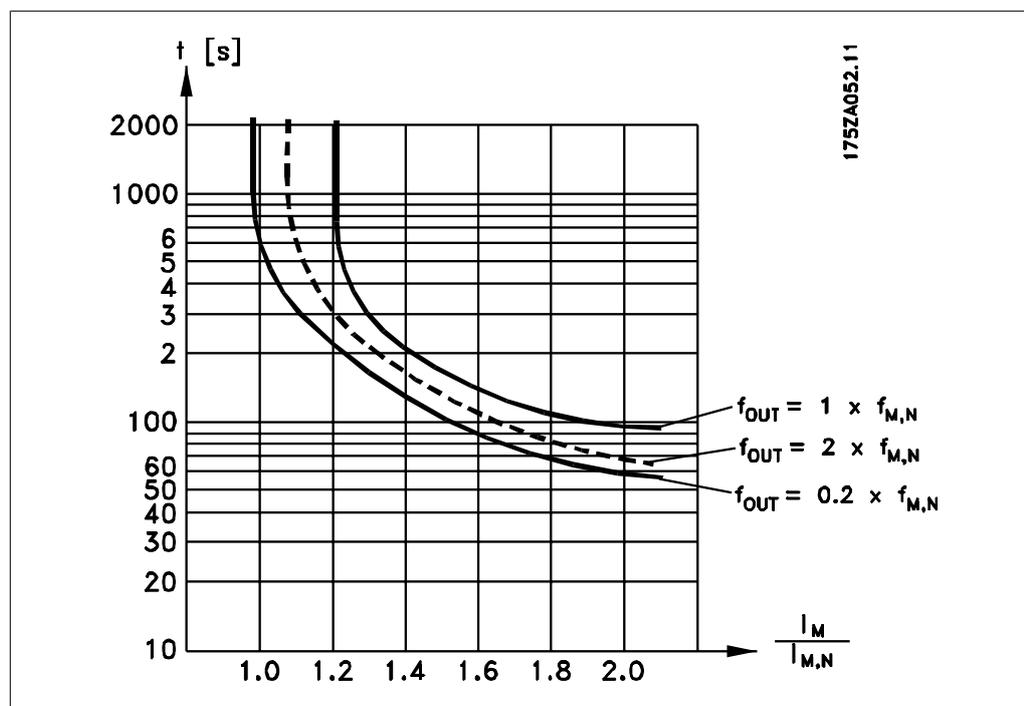
Se il convertitore di frequenza è in sovraccarico (è stato raggiunto il limite di coppia indicato nel par. 4-16/4-17), i dispositivi di controllo riducono la frequenza di uscita per ridurre il carico.

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

Il funzionamento entro il limite di coppia può essere limitato nel tempo (0-60 s) nel par. 14-25.

### 2.14.1. Protezione termica del motore

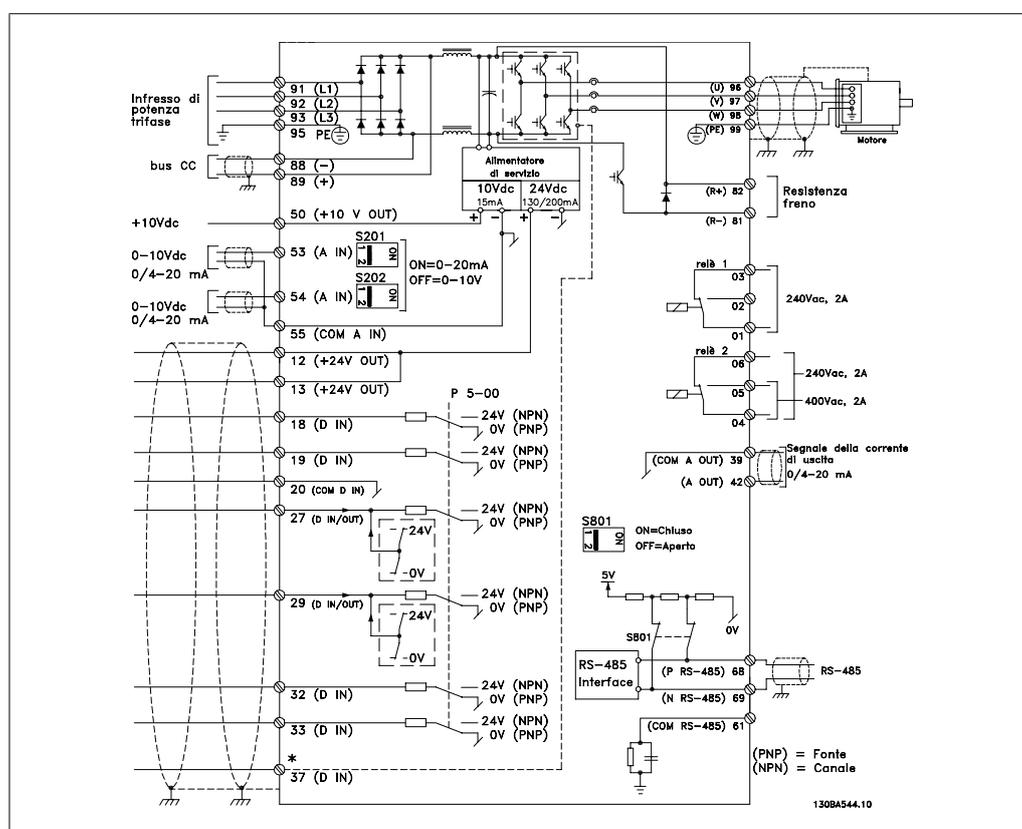
La temperatura del motore è calcolata in base alla corrente del motore, alla frequenza di uscita e al tempo oppure in base al termistore. Vedere il par. 1-90 nella Guida alla Programmazione.



## 2.15. Arresto di sicurezza

### 2.15.1. Arresto di sicurezza

Il convertitore di frequenza può eseguire la funzione di sicurezza *Safe Torque Off* (come definita dalla CD IEC 61800-5-2 (in preparazione) o *Categoria di arresto 0* (come definita nell'EN 60204-1). È progettato e ritenuto adatto per i requisiti della categoria di sicurezza 3 nell'EN 954-1. Questa funzionalità è chiamata 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 le funzioni dell'Arresto di Sicurezza e la categoria di sicurezza sono adeguate e sufficienti. Al fine di installare e usare la funzione di Arresto sicuro in conformità ai requisiti della Categoria di sicurezza 3 nell'EN 954-1, è necessario osservare le informazioni e istruzioni relative della Guida alla Progettazione pertinente! Le informazioni e le istruzioni del Manuale di funzionamento non sono sufficienti per assicurare un uso corretto e sicuro della funzione di Arresto di Sicurezza!



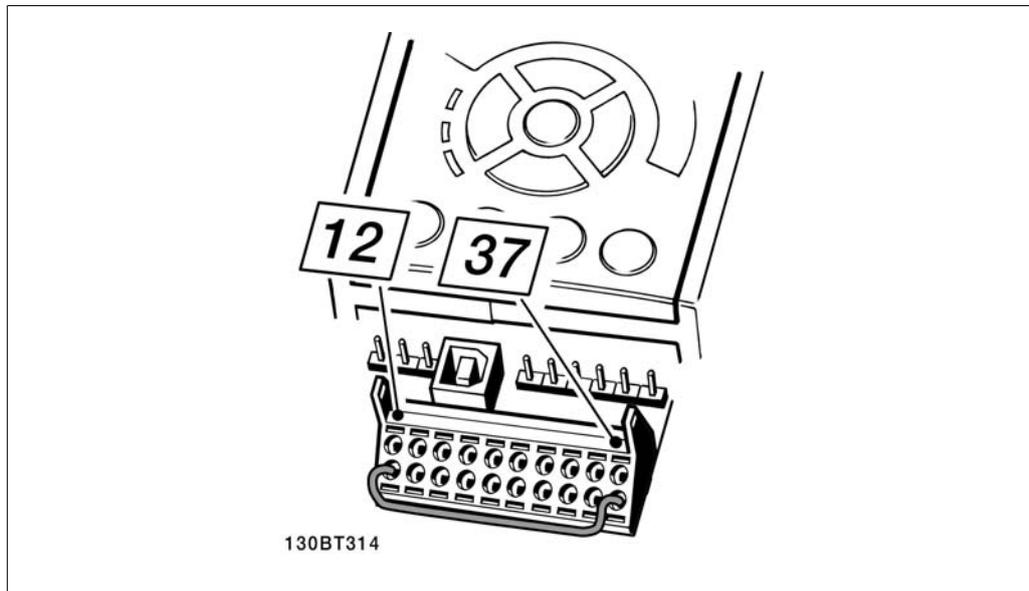
Disegno 2.3: Il diagramma mostra tutti i morsetti elettrici. (Il morsetto 37 è solo presente per unità con funzione di arresto di sicurezza).

### 2.15.2. Installazione dell'Arresto di Sicurezza

**Per eseguire un'installazione di un Arresto di Categoria 0 (EN60204) in conformità alla Categoria di Sicurezza 3 (EN954-1), seguire le seguenti istruzioni:**

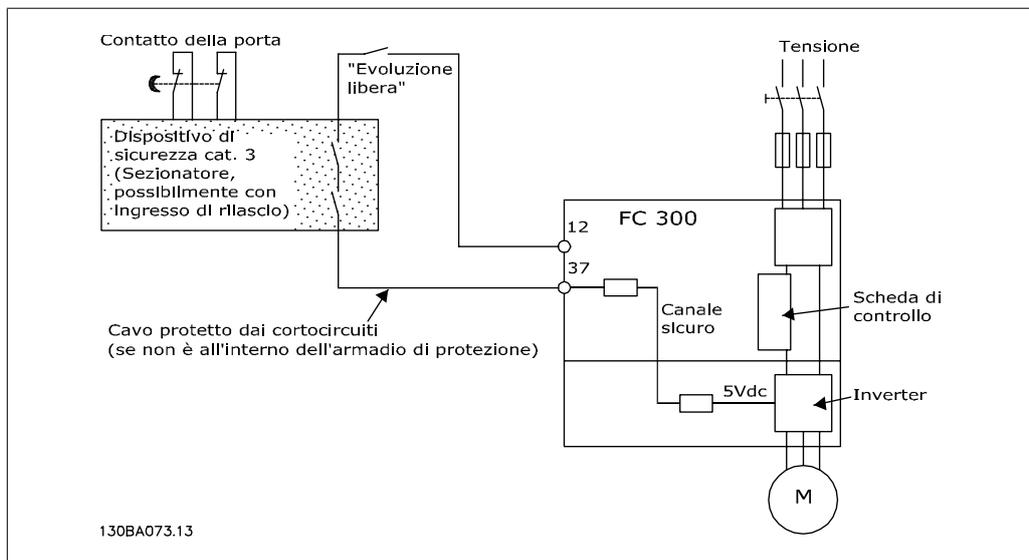
1. Il ponticello (jumper) tra il morsetto 37 e i 24 V CC deve essere rimosso. Non è sufficiente tagliare o rompere il ponticello. Togliere completamente per evitare cortocircuiti. Vedere il jumper nel disegno.
2. Collegare il morsetto 37 ai 24 V CC mediante un cavo protetto dai cortocircuiti. La tensione di alimentazione a 24 V CC deve poter essere interrotta da un sezionatore conforme

alla categoria 3 della EN954-1. Se il sezionatore e il convertitore di frequenza vengono collocati nello stesso pannello di installazione, è possibile utilizzare un cavo non schermato al posto di uno schermato.



Disegno 2.4: Jumper tra il morsetto 37 e i 24 V CC

Il disegno in basso mostra un arresto di categoria 0 (EN 60204-1) con categoria di sicurezza 3 (EN 954-1). L'interruzione del circuito viene provocata dall'apertura di un contatto della porta. Il disegno mostra anche come collegare l'ingresso digitale 'hardware coast' non di sicurezza.



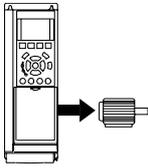
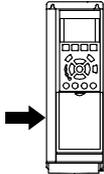
Disegno 2.5: Illustrazione degli aspetti essenziali di un'installazione al fine di ottenere Categoria d'arresto 0 (EN 60204-1) con Categoria di sicurezza 3 (EN 954-1).



## 3. Gamma VLT HVAC

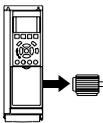
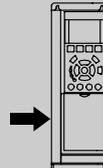
### 3.1. Specifiche

#### 3.1.1. Alimentazione di rete 3 x 200 - 240 VCA

<b>Sovraccarico normale 110% per 1 minuto</b>						
IP 20	A2	A2	A2	A3	A3	
IP 21	A2	A2	A2	A3	A3	
IP 55	A5	A5	A5	A5	A5	
IP 66	A5	A5	A5	A5	A5	
<b>Alimentazione di rete 200 - 240 VCA</b>						
Convertitore di frequenza	P1K1	P1K5	P2K2	P3K0	P3K7	
Potenza all'albero tipica [kW]	1,1	1,5	2,2	3	3,7	
Potenza all'albero tipica [HP] a 208 V	1,5	2,0	2,9	4,0	4,9	
<b>Corrente di uscita</b>						
	Continua (3 x 200-240 V) [A]	6,6	7,5	10,6	12,5	16,7
	Intermittente (3 x 200-240 V) [A]	7,3	8,3	11,7	13,8	18,4
	Continua kVA (208 V CA) [kVA]	2,38	2,70	3,82	4,50	6,00
	Dimensione max. del cavo: (rete, motore, freno) [mm <sup>2</sup> /AWG] <sup>2)</sup>			4/10		
	<b>Corrente d'ingresso max.</b>					
	Continua (3 x 200-240 V) [A]	5,9	6,8	9,5	11,3	15,0
	Intermittente (3 x 200-240 V) [A]	6,5	7,5	10,5	12,4	16,5
	Prefusibili max. <sup>1)</sup> [A]	20	20	20	32	32
	<b>Ambiente</b>					
	Perdita di potenza stimata al carico max. [W] <sup>4)</sup>	63	82	116	155	185
	Peso, custodia IP20 [kg]	4,9	4,9	4,9	6,6	6,6
	Peso, custodia IP21 [kg]	5,5	5,5	5,5	7,5	7,5
	Peso, custodia IP55 [kg]	13,5	13,5	13,5	13,5	13,5
Peso custodia IP 66 [kg]	13,5	13,5	13,5	13,5	13,5	
Rendimento <sup>3)</sup>	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	



### 3.1.2. Alimentazione di rete 3 x 380 - 480 VCA

<b>Sovraccarico normale 110% per 1 minuto</b>									
Convertitore di frequenza	P1K1	P1K5	P2K2	P3K0	P4K0	P5K5	P7K5		
Potenza all'albero tipica [kW]	1,1	1,5	2,2	3	4	5,5	7,5		
Potenza all'albero tipica [HP] a 460 V	1,5	2,0	2,9	4,0	5,3	7,5	10		
IP 20	A2	A2	A2	A2	A2	A3	A3		
IP 21									
IP 55	A5	A5	A5	A5	A5	A5	A5		
IP 66	A5	A5	A5	A5	A5	A5	A5		
<b>Corrente di uscita</b>									
	Continua (3 x 380-440 V) [A]	3	4,1	5,6	7,2	10	13	16	
	Intermittente (3 x 380-440 V) [A]	3,3	4,5	6,2	7,9	11	14,3	17,6	
	Continua (3 x 440-480 V) [A]	2,7	3,4	4,8	6,3	8,2	11	14,5	
	Intermittente (3 x 440-480 V) [A]	3,0	3,7	5,3	6,9	9,0	12,1	15,4	
	Continua KVA (400 V CA) [KVA]	2,1	2,8	3,9	5,0	6,9	9,0	11,0	
	Continua KVA (460 V CA) [KVA]	2,4	2,7	3,8	5,0	6,5	8,8	11,6	
	Dimensione max. del cavo: (rete, motore, freno) [mm <sup>2</sup> / AWG] <sup>2)</sup>				4/ 10				
	<b>Corrente d'ingresso max.</b>								
		Continua (3 x 380-440 V) [A]	2,7	3,7	5,0	6,5	9,0	11,7	14,4
		Intermittente (3 x 380-440 V) [A]	3,0	4,1	5,5	7,2	9,9	12,9	15,8
		Continua (3 x 440-480 V) [A]	2,7	3,1	4,3	5,7	7,4	9,9	13,0
		Intermittente (3 x 440-480 V) [A]	3,0	3,4	4,7	6,3	8,1	10,9	14,3
Prefusibili max. <sup>1)</sup> [A]		10	10	20	20	20	32	32	
Ambiente									
Perdita di potenza stimata al carico max. [W] <sup>4)</sup>		58	62	88	116	124	187	255	
Peso, custodia IP20 [kg]		4,8	4,9	4,9	4,9	4,9	6,6	6,6	
Peso custodia IP 21 [kg]									
Peso custodia IP 55 [kg]		13,5	13,5	13,5	13,5	13,5	14,2	14,2	
Peso custodia IP 66 [kg]		13,5	13,5	13,5	13,5	13,5	14,2	14,2	
Rendimento <sup>3)</sup>		0,96	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97	

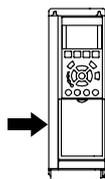
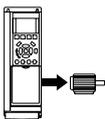
<b>Sovraccarico normale 110% per 1 minuto</b>												
Convertitore di frequenza	P11K	P15K	P18K	P22K	P30K	P37K	P45K	P55K	P75K	P90K		
Potenza all'albero tipica [kW]	11	15	18,5	22	30	37	45	55	75	90		
Potenza all'albero tipica [HP] a 460 V	15	20	25	30	40	50	60	75	100	125		
<b>IP 20</b>												
IP 21	B1	B1	B1	B2	B2	C1	C1	C1	C2	C2		
IP 55	B1	B1	B1	B2	B2	C1	C1	C1	C2	-		
IP 66	B1	B1	B1	B2	B2	C1	C1	C1	C2	-		
<b>Corrente di uscita</b>												
	Continua (3 x 380-440 V) [A]	24	32	37,5	44	61	73	90	106	147	177	
	Intermittente (3 x 380-440 V) [A]	26,4	35,2	41,3	48,4	67,1	80,3	99	117	162	195	
	Continua (3 x 440-480 V) [A]	21	27	34	40	52	65	80	105	130	160	
	Intermittente (3 x 440-480 V) [A]	23,1	29,7	37,4	44	61,6	71,5	88	116	143	176	
	Continua KVA (400 V CA) [KVA]	16,6	22,2	26	30,5	42,3	50,6	62,4	73,4	102	123	
	Continua KVA (460 V CA) [KVA]	16,7	21,5	27,1	31,9	41,4	51,8	63,7	83,7	104	128	
	Dimensione max. del cavo: (rete, motore, freno)											
	[mm <sup>2</sup> / AWG] <sup>2)</sup>	10/7			35/2			50/1/0			104	128
	<b>Corrente d'ingresso max.</b>											
		Continua (3 x 380-440 V) [A]	22	29	34	40	55	66	82	96	133	161
		Intermittente (3 x 380-440 V) [A]	24,2	31,9	37,4	44	60,5	72,6	90,2	106	146	177
		Continua (3 x 440-480 V) [A]	19	25	31	36	47	59	73	95	118	145
		Intermittente (3 x 440-480 V) [A]	20,9	27,5	34,1	39,6	51,7	64,9	80,3	105	130	160
		Prefusibili max. <sup>1)</sup> [A]	63	63	63	63	80	100	125	160	250	250
Ambiente												
Perdita di potenza sti- mata al carico max. [W] <sup>4)</sup>		278	392	465	525	739	698	843	1083	1384	1474	
Peso, custodia IP20 [kg]												
Peso custodia IP 21 [kg]		23	23	23	27	27	45	45	45	65	65	
Peso custodia IP 55 [kg]		23	23	23	27	27	45	45	45	65	65	
Peso custodia IP 66 [kg]		23	23	23	27	27	45	45	45	-	-	
Rendimento <sup>3)</sup>		0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,99	

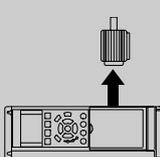
<b>Sovraccarico normale 1.10% per 1 minuto</b>												
Convertitore di frequenza												
Potenza all'albero tipica [kW]												
Potenza all'albero tipica [HP] a 460 V												
IP 00	P110	P132	P160	P200	P250	P315	P355	P400	P450			
IP 21	150	200	250	300	350	450	500	550	600			
IP 54	D3	D3	D4	D4	D4	E2	E2	E2	E2			
	D1	D1	D2	D2	D2	E1	E1	E1	E1			
	D1	D1	D2	D2	D2	E1	E1	E1	E1			
	<b>Corrente di uscita</b>											
	continua (3 x 400 V) [A]											
	intermittente (3 x 400 V) [A]											
	continua (3 x 460-500V) [A]											
	intermittente (3 x 460-500V) [A]											
	continua kVA (400 V CA) [kVA]											
	continua kVA (460 V CA) [kVA]											
	Dimensione max. del cavo:											
	(rete, motore, freno) [mm <sup>2</sup> / AWG] <sup>2)</sup>											
<b>Corrente d'ingresso max.</b>												
continua (3 x 400 V) [A]												
continua (3 x 460/500V) [A]												
Prefusibili max. <sup>1)</sup> [A]												
Ambiente												
Perdita di potenza stimata al carico max. [W] <sup>4)</sup>												
Peso, custodia IP00 [kg]												
Peso custodia IP 21 [kg]												
Peso custodia IP 54 [kg]												
Rendimento <sup>3)</sup>												

1) Per informazioni sul tipo di fusibile, consultare la sezione Fusibili.  
 2) American Wire Gauge.  
 3) Misurato utilizzando cavi motore schermati di 30 m a carico e frequenza nominali  
 4) La perdita di potenza tipica è a condizioni di carico normali ed è prevista essere entro il +/- 15% (la tolleranza si riferisce alle diverse tensioni e ai tipi di cavo).  
 I valori si basano sul rendimento di un motore tipico (limite eff2/eff3). I motori a scarso rendimento contribuiranno anch'essi alla perdita di potenza nel convertitore di frequenza e viceversa.  
 Se la frequenza di commutazione aumenta rispetto al valore nominale le perdite di potenza possono aumentare notevolmente.  
 Si tiene conto anche delle dissipazioni di potenza tipiche della scheda di controllo e dell'LCP. Opzioni e carichi aggiuntivi possono aggiungere fino 30 W alle perdite. (Sebbene di norma si tratta solo di un ulteriore 4 W per una scheda di controllo a pieno carico o le opzioni per lo slot A o B, ciascuna).  
 Anche se le misure vengono eseguite con strumentazione allo stato dell'arte, è consentito un errore di misura del (+/-5%).

### 3.1.3. Alimentazione di rete 3 x 525 - 600 VCA

Sovraccarico normale 110% per 1 minuto										
Dimensioni:		P1K1	P1K5	P2K2	P3K0	P3K 7	P4K0	P5K5	P7K5	
	Potenza all'albero tipica [kW]	1,1	1,5	2,2	3	3,7	4	5,5	7,5	
<b>Corrente di uscita</b>										
	Continua (3 x 525-550 V) [A]	2,6	2,9	4,1	5,2	-	6,4	9,5	11,5	
	Intermittente (3 x 525-550 V) [A]	2,9	3,2	4,5	5,7	-	7,0	10,5	12,7	
	Continua (3 x 525-600 V) [A]	2,4	2,7	3,9	4,9	-	6,1	9,0	11,0	
	Intermittente (3 x 525-600 V) [A]	2,6	3,0	4,3	5,4	-	6,7	9,9	12,1	
	Continua KVA (525 V CA) [KVA]	2,5	2,8	3,9	5,0	-	6,1	9,0	11,0	
	Continua KVA (575 V CA) [KVA]	2,4	2,7	3,9	4,9	-	6,1	9,0	11,0	
	Misura max. del cavo (rete, motore, freno) [AWG] <sup>2</sup> [mm <sup>2</sup> ]						-	24 - 10 AWG 0,2 - 4 mm <sup>2</sup>		
<b>Corrente d'ingresso max.</b>										
	Continua (3 x 525-600 V) [A]	2,4	2,7	4,1	5,2	-	5,8	8,6	10,4	
	Intermittente (3 x 525-600 V) [A]	2,7	3,0	4,5	5,7	-	6,4	9,5	11,5	
	Prefusibili max. <sup>1</sup> [A]	10	10	20	20	-	20	32	32	
<b>Ambiente</b>										
	Perdita di potenza stimata al carico max. [W] <sup>4)</sup>	50	65	92	122	-	145	195	261	
<b>Custodia IP 20</b>										
	Peso, custodia IP20 [kg]	6,5	6,5	6,5	6,5	-	6,5	6,6	6,6	
	Rendimento <sup>4)</sup>	0,97	0,97	0,97	0,97	-	0,97	0,97	0,97	



<b>Sovraccarico normale 1.10% per 1 minuto</b>														
Convertitore di frequenza														
Potenza all'albero tipica [kW]														
Potenza all'albero tipica [HP] a 575 V														
	IP 00	IP 21	IP 54	P110	P132	P160	P200	P250	P315	P355	P400	P500	P560	
	D3	D1	D1	150	200	250	300	350	400	450	500	600	650	
	D4	D1	D1	D3	D4	D2	D4	D4	D2	E2	E2	E2	E2	
	D1	D1	D1	D1	D1	D2	D2	D2	D2	E1	E1	E1	E1	
	D1	D1	D1	D1	D1	D2	D2	D2	D2	E1	E1	E1	E1	
<b>Corrente di uscita</b> 	continua (3 x 550 V) [A]			162	201	253	303	360	418	470	523	596	630	
	intermittente (3 x 550 V) [A]			178	221	278	333	396	460	517	575	656	693	
	continua (3 x 575-690V) [A]			155	192	242	290	344	400	450	500	570	630	
	intermittente (3 x 575-690 V) [A]			171	211	266	319	378	440	495	550	627	693	
	continua kVA (550 V CA) [kVA]			154	191	241	289	343	398	448	498	568	600	
	continua kVA (575 V CA) [kVA]			154	191	241	289	343	398	448	498	568	627	
	continua kVA (690 V CA) [kVA]			185	229	289	347	411	478	538	598	681	753	
	Dimensione max. del cavo:													
	(rete, motore, freno) [mm <sup>2</sup> / AWG] <sup>2)</sup>			2x70		2x185					4x240			
				2x2/0		2x350 mcm					4x500 mcm			
<b>Corrente d'ingresso max.</b>														
continua (3 x 550 V) [A]			158	198	245	299	355	408	453	504	574	607		
continua (3 x 575 V) [A]			151	189	234	286	339	390	434	482	549	607		
continua (3 x 690 V) [A]			155	197	240	296	352	400	448	498	569	607		
Prefusibili max. <sup>1)</sup> [A]			225	250	350	400	500	600	700	700	900	900		
Ambiente														
Perdita di potenza stimata al carico max. [W] <sup>4)</sup>			3114	3612	4293	5156	5821	6149	6449	7249	8727	9673		
Peso, custodia IP00 [kg]			81,9	90,5	111,8	122,9	137,7	151,3	221	221	236	277		
Peso custodia IP 21 [kg]			95,5	104,1	125,4	136,3	151,3	164,9	263	263	272	313		
Peso custodia IP 54 [kg]			95,5	104,1	125,4	136,3	151,3	164,9	263	263	272	313		
Rendimento <sup>3)</sup>			0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98		

<sup>1)</sup> Per informazioni sul tipo di fusibile, consultare la sezione Fusibili.

<sup>2)</sup> American Wire Gauge.

<sup>3)</sup> Misurato utilizzando cavi motore schermati di 30 m a carico e frequenza nominali

<sup>4)</sup> La perdita di potenza tipica è a condizioni di carico normali ed è prevista essere entro il +/- 15% (la tolleranza si riferisce alle diverse tensioni e ai tipi di cavo).

I valori si basano sul rendimento di un motore tipico (limite eff2/eff3). I motori a scarso rendimento contribuiranno anch'essi alla perdita di potenza nel convertitore di frequenza e viceversa.

Se la frequenza di commutazione aumenta rispetto al valore nominale le perdite di potenza possono aumentare notevolmente.

Si tiene conto anche delle dissipazioni di potenza tipiche della scheda di controllo e dell'LCP. Opzioni e carichi aggiuntivi possono aggiungere fino 30 W alle perdite. (Sebbene di norma si tratta solo di un ulteriore 4 W per una scheda di controllo a pieno carico o le opzioni per lo slot A o B, ciascuna).

Anche se le misure vengono eseguite con strumentazione allo stato dell'arte, è consentito un errore di misura del (+/-5%).

## Alimentazione di rete (L1, L2, L3):

Tensione di alimentazione	380-480 V ±10%
Tensione di alimentazione	525-600 V ±10%
Frequenza di alimentazione	50/60 Hz
Sbilanciamento massimo temporaneo tra le fasi di alimentazione	3,0 % della tensione di alimentazione nominale
Fattore di potenza reale ( $\lambda$ )	$\geq 0,9$ nominale al carico nominale
Fattore di potenza ( $\cos\phi$ ) prossimo all'unità	(> 0.98)
Commutazione sull'alimentazione di ingresso L1, L2, L3 (accensioni) $\leq$ tipo di custodia A	al massimo 2 volte/min.
Commutazione sull'alimentazione di ingresso L1, L2, L3 (accensioni) $\geq$ tipo di custodia B, C	al massimo 1 volta/min.
Commutazione sull'alimentazione di ingresso L1, L2, L3 (accensioni) $\geq$ tipo di custodia D, E	al massimo 1 volta/2 min.
	categoria di sovratensione III / grado di inquinamento
Ambiente secondo la norma EN60664-1	2

*L'unità è adatta per un uso con un circuito in grado di fornire non oltre 100,000 ampere simmetrici RMS, 480/600 V max.*

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

Tensione di uscita	0 - 100% della tensione di alimentazione
Frequenza di uscita	0 - 1000 Hz
Commutazione sull'uscita	Illimitata
Tempi di rampa	1 - 3600 sec.

## Caratteristiche di coppia:

Coppia di avviamento (coppia costante)	al massimo 110% per 1 min.*
Coppia di avviamento	al massimo 120% fino a 0,5 sec.*
Corrente di sovraccarico (coppia costante)	al massimo 110% per 1 min.*

*\*La percentuale fa riferimento alla coppia nominale del VLT HVAC Drive.*

## Lunghezze e sezioni dei cavi:

Lunghezza max. del cavo motore, schermato/armato	VLT HVAC Drive: 150 m
Lunghezza max. cavo motore, cavo non schermato/non armato	VLT HVAC Drive: 300 m
Sezione max. a motore, rete, condivisione del carico e freno *	
Sezione massima per i morsetti di controllo, cavo rigido	1,5 mm <sup>2</sup> /16 AWG (2 x 0,75 mm <sup>2</sup> )
Sezione massima per i morsetti di controllo, cavo flessibile	1 mm <sup>2</sup> /18 AWG
Sezione massima per i morsetti di controllo, cavo con anima	0,5 mm <sup>2</sup> /20 AWG
Sezione minima per i morsetti di controllo	0,25 mm <sup>2</sup>

*\* Consultare le tabelle Alimentazione di rete per maggiori informazioni!*

## Ingressi digitali:

Ingressi digitali programmabili	4 (6)
Numero morsetto	18, 19, 27 <sup>1)</sup> , 29, 32, 33,
Logico	PNP o NPN
Livello di tensione	0 - 24 V CC
Livello di tensione, '0' logico PNP	< 5 V CC
Livello di tensione, '1' logico PNP	> 10 V CC
Livello di tensione, '0' logico NPN	> 19 V CC
Livello di tensione, '1' logico NPN	< 14 V CC
Tensione massima sull'ingresso	28 V CC

Resistenza di ingresso,  $R_i$  ..... circa 4 k $\Omega$

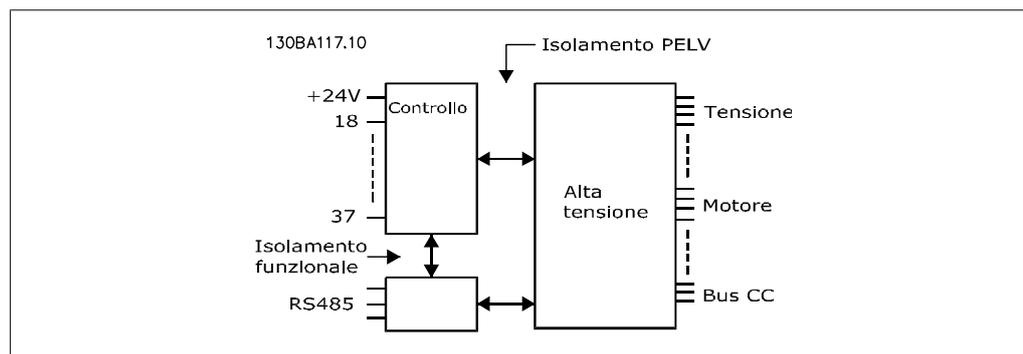
*Tutti gli ingressi analogici sono isolati galvanicamente dalla tensione di alimentazione (PELV) nonché dagli altri morsetti ad alta tensione.*

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

#### 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 0 a + 10 V (scalabile)
Resistenza di ingresso, $R_i$	Circa 10 k $\Omega$
Tensione max.	$\pm$ 20 V
Modo corrente	Interruttore S201/interruttore S202 = ON (I)
Livello di corrente	Da 0/4 a 20 mA (scalabile)
Resistenza di ingresso, $R_i$	Circa 200 $\Omega$
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	: 200 Hz

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



#### Ingressi a impulsi:

Ingressi a impulsi programmabili	2
Morsetti a impulsi, numero	29, 33
Frequenza max. al morsetto, 29,33	110 kHz push-pull
Frequenza max. al morsetto, 29,33	5 kHz (collettore aperto)
Frequenza min. al morsetto 29, 33	4 Hz
Livello di tensione	vedere la sezione su Ingresso digitale
Tensione massima sull'ingresso	28 V CC
Resistenza di ingresso, $R_i$	circa 4 k $\Omega$
Precisione dell'ingresso impulsi (0,1 - 1 kHz)	Errore max.: 0,1% del fondo scala

#### Uscita analogica:

Numero delle uscite analogiche programmabili	1
Numero morsetto	42
Intervallo di corrente sull'uscita analogica	0/4 - 20 mA
Carico max a massa sull'uscita analogica	500 $\Omega$
Precisione sull'uscita analogica	Errore max.: 0,8 % del fondo scala

Risoluzione sull'uscita analogica 8 bit

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

Scheda di controllo, comunicazione seriale 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 <sup>1)</sup>  
 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 anche come ingressi.*

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

Scheda di controllo, uscita a 24 V CC:

Numero morsetto 12, 13  
 Carico max. : 200 mA

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

Uscite a relè:

Uscite a relè programmabili 2  
**Numero morsetto relè 01** 1-3 (apertura), 1-2 (chiusura)  
 Carico max. morsetti (CA-1) <sup>1)</sup> su 1-3 (NC), 1-2 (NA) (carico resistivo) 240 V CA, 2 A  
 Carico max. morsetti (CA-15) <sup>1)</sup> (carico induttivo @ cosφ 0,4) 240 V CA, 0,2 A  
 Carico max. morsetti (CC-1) <sup>1)</sup> su 1-2 (NA), 1-3 (NC) (carico resistivo) 60 V CC, 1 A  
 Carico max. morsetti (CC-13) <sup>1)</sup> (carico induttivo) 24 V CC, 0,1 A  
**Numero morsetto relè 02** 4-6 (apertura), 4-5 (chiusura)  
 Carico max. morsetti (CA-1) <sup>1)</sup> su 4-5 (NA) (carico resistivo) 240 V CA, 2 A  
 Carico max. morsetti (CA-15) <sup>1)</sup> (carico induttivo @ cosφ 0,4) 240 V CA, 0,2 A  
 Carico max. morsetti (CC-1) <sup>1)</sup> su 4-5 (NA) (carico resistivo) 80 V CC, 2 A  
 Carico max. morsetti (CC-13) <sup>1)</sup> su 4-5 (NA) (carico induttivo) 24 V CC, 0,1 A  
 Carico max. morsetti (CA-1) <sup>1)</sup> su 4-6 (NC) (carico resistivo) 240 V CA, 2 A  
 Carico max. morsetti (CA-15) <sup>1)</sup> (carico induttivo @ cosφ 0,4) 240 V CA, 0,2 A  
 Carico max. morsetti (CC-1) <sup>1)</sup> su 4-6 (NC) (carico resistivo) 50 V CC, 2 A  
 Carico max. morsetti (CC-13) <sup>1)</sup> su 4-6 (NC) (carico resistivo) 24 V CC, 0,1 A  
 Carico min. morsetti su 1-3 (NC), 1-2 (NA), 4-6 (NC), 4-5 (NA) 24 V CC 10 mA, 24 V CA 20 mA  
 Ambiente secondo EN 60664-1 categoria di sovratensione III /grado di inquinamento 2

*1) IEC 60947 parti 4 e 5*

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

## Scheda di controllo, tensione di uscita a 10 V CC:

Numero morsetto	50
Tensione di uscita	10,5 V $\pm$ 0,5 V
Carico max.	25 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	: $\pm$ 0,003 Hz
Tempo di risposta del sistema (morsetti 18, 19, 27, 29, 32, 33)	: $\leq$ 2 ms
Intervallo controllo in velocità (anello aperto)	1:100 della velocità sincrona
Accuratezza della velocità (anello aperto)	30 - 4000 giri/m: errore max $\pm$ 8 giri/min

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

## Ambiente:

Custodia $\leq$ tipo di custodia D	IP 00, IP 21, IP 54
Custodia $\geq$ Tipo di custodia D, E	IP 21, IP 54
Kit custodie disponibile $\leq$ tipo di custodia D	IP21/TIPO 1/copertura IP 4X
Prova di vibrazione	1.0 g
	5% - 95%(CEI 721-3-3); classe 3K3 (senza condensa) durante il funzionamento
Umidità relativa massima	classe 3C2
Ambiente aggressivo (CEI 721-3-3), senza rivestimento	classe 3C3
Ambiente aggressivo (CEI 721-3-3), con rivestimento	
Metodo di prova secondo la norma CEI 60068-2-43 H2S (10 giorni)	
Temperatura ambiente (modalità di commutazione a 60 AVM)	
- con declassamento	max 55 ° C <sup>1)</sup>
- con potenza di uscita massima e motori EFF2 tipici	max 50 ° C <sup>1)</sup>
- a corrente di uscita FC continua massima	max 45 ° C <sup>1)</sup>

*<sup>1)</sup> Per il declassamento in caso di temperatura ambiente elevata per AVM e SFAVM, vedere la sezione relativa alle Condizioni speciali nella Guida alla Progettazione*

Temperatura ambiente minima durante operazioni a pieno regime	0 °C
Temperatura ambiente minima con prestazioni ridotte	- 10 °C
Temperatura durante il magazzino/trasporto	-25 - +65/70 °C
Altezza massima sopra il livello del mare senza declassamento	1000 m
Altezza massima sopra il livello del mare con declassamento	3000 m

*Per il declassamento in caso di altitudine elevata, consultare la sezione relativa alle condizioni speciali*

Standard EMC, emissione	EN 61800-3, EN 61000-6-3/4, EN 55011, IEC 61800-3
Standard EMC, immunità	EN 61800-3, EN 61000-6-1/2, EN 61000-4-2, EN 61000-4-3, EN 61000-4-4, EN 61000-4-5, EN 61000-4-6

*Vedere la sezione sulle Condizioni speciali!*

## Prestazioni scheda di controllo:

Intervallo di scansione	: 5 ms
-------------------------	--------

## Scheda di controllo, comunicazione seriale USB:

USB standard	1,1 (Full speed)
Spina USB	Spina 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 rete (PELV) nonché da altri morsetti ad alta tensione.

Il collegamento USB *non* è isolato galvanicamente dalla tensione di rete. Usare solo computer portatili/PC isolati come collegamento al connettore USB sul VLT HVAC Drive oppure un cavo/convertitore USB isolato.

#### 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 i  $95\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$ . La sovratemperatura non può essere ripristinata finché la temperatura del dissipatore non scende sotto i  $70\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$  (Linee guida - queste temperature dipendono dai valori di potenza nominale, dalle custodie ecc.). Il VLT HVAC Drive è dotato di una funzione di declassamento automatico al fine di evitare che il suo dissipatore raggiunga i  $95\text{ °C}$ .
- 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 interrompe il circuito o emette un allarme (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 è protetto dai guasti verso terra sui morsetti del motore U, V, W.

## 3.2. Rendimento

### Rendimento del VLT HVAC ( $\eta_{\text{VLT}}$ )

Il carico applicato sul convertitore di frequenza ha poca influenza sul suo rendimento. In generale, il rendimento alla frequenza nominale  $f_{M,N}$  è lo stesso sia quando il motore fornisce il 100% della coppia nominale dell'albero, sia quando essa è soltanto pari al 75%, come in caso di carichi parziali.

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

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

Il rendimento degrada lievemente impostando la frequenza di commutazione a un valore superiore a 5 kHz. Il rendimento è leggermente ridotto anche se la tensione di rete è 480 V, o se il cavo motore è più lungo di 30 m.

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

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

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

Nei motori di piccole dimensioni, l'influenza della caratteristica U/f sul rendimento è marginale, mentre se si impiegano motori a partire da 11 kW in poi, i vantaggi sono notevoli.

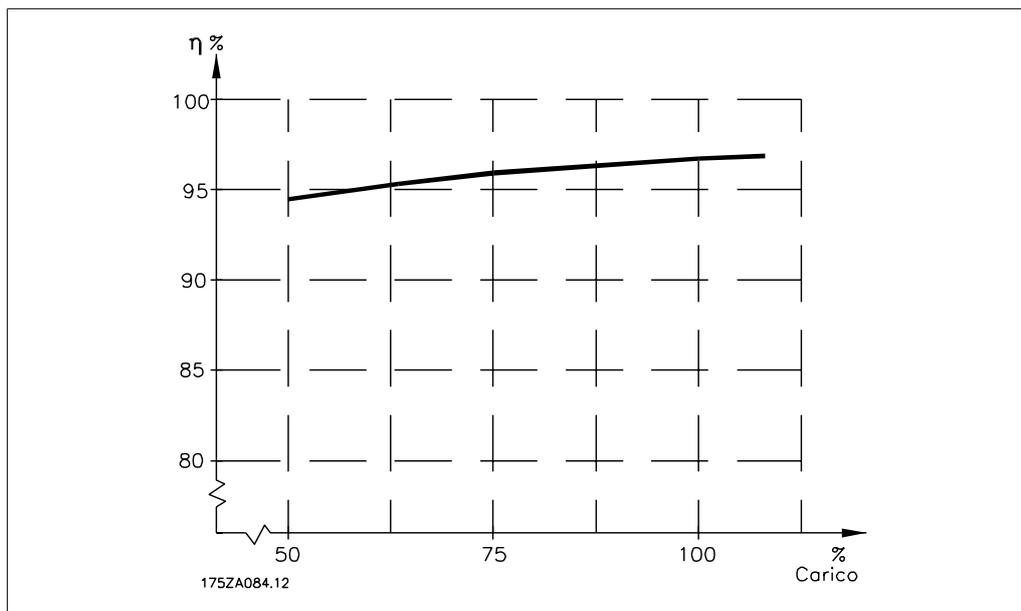
In generale, la frequenza di commutazione non influisce sul rendimento dei motori di piccole dimensioni. Nei motori oltre gli 11 kW, il rendimento è maggiore (1-2%). Questo è dovuto alla forma sinusoidale della corrente del motore, quasi perfetta ad alte frequenze di commutazione.

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

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

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

Calcolare il rendimento del sistema a carichi differenti in base al grafico riportato in basso.



### 3.3. Rumorosità acustica

**Le interferenze acustiche dal convertitore di frequenza provengono da tre fonti:**

1. Bobine del circuito intermedio CC.
2. Ventilatore integrato.
3. Filtro choke RFI.

I valori tipici, misurati ad una distanza di 1 m dall'apparecchio:

Custodia	Con velocità delle ventole ridotta (50%) [dBA]***	Velocità massima delle ventole [dBA]
A2	51	60
A3	51	60
A5	54	63
B1	61	67
B2	58	70
C1	52	62
C2	55	65
D1+D3	74	76
D2+D4	73	74
E1/E2 *	73	74
E1/E2 **	82	83

\* solo 315 kW, 380-480 VCA e 355 kW, 525-600 VCA!  
 \*\*Taglie rimanenti E1+E2.  
 \*\*\* Per le taglie D ed E, la velocità ridotta della ventola è all'87% misurata a 200 V.

## 3.4. Tensione di picco sul motore

**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, con/senza schermatura)
- 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.

Se il cavo motore è lungo (100 m), il tempo di salita e la tensione di picco sono più alti.

Nei motori senza lamina di isolamento 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.

## 3.5. Condizioni speciali

### 3.5.1. Scopo del declassamento

È necessario considerare il declassamento quando il convertitore di frequenza viene utilizzato con una bassa pressione dell'aria (altitudine), a basse velocità, con cavi motore lunghi, cavi con una grande sezione o con un'elevata temperatura ambiente. L'azione richiesta è descritta in questa sezione.

### 3.5.2. Declassamento in base alla temperatura ambiente

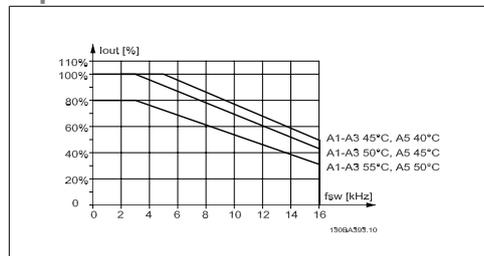
La temperatura media ( $T_{AMB, AVG}$ ) calcolata nelle 24 ore, deve essere inferiore di almeno 5 °C rispetto alla temperatura ambiente massima consentita ( $T_{AMB, MAX}$ ).

Se il convertitore di frequenza funziona a temperature ambiente elevate, è necessario ridurre la corrente continua in uscita.

Il declassamento dipende dal profilo di commutazione che può essere impostato a 60 AVM o SFAVM nel parametro 14-00.

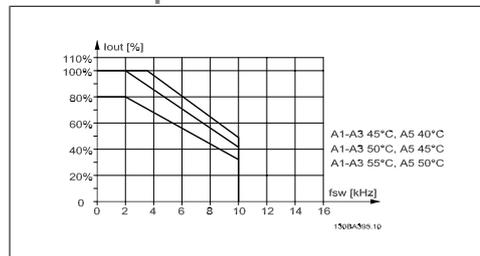
**Custodie A**

**60 AVM - Modulazione ad ampiezza degli impulsi**



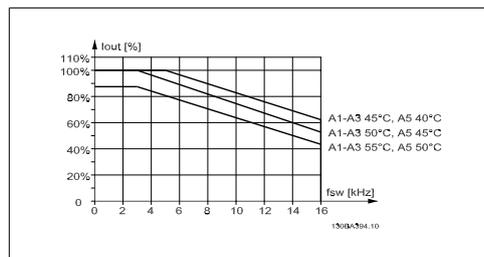
Disegno 3.1: Declassamento di  $I_{out}$  in base a diverse  $T_{AMB, MAX}$  per la custodia A utilizzando 60 AVM

**SFAVM - Modulazione vettoriale asincrona della frequenza di statore**

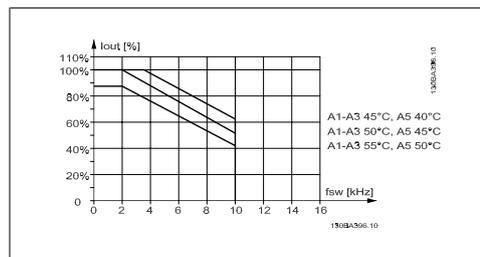


Disegno 3.2: Declassamento di  $I_{out}$  in base a diverse  $T_{AMB, MAX}$  per la custodia A utilizzando la SFAVM

Nella custodia A, la lunghezza del cavo motore ha un'influenza relativamente elevata sul declassamento raccomandato. Pertanto è indicato anche il declassamento raccomandato per un'applicazione con max. 10 m di cavo motore.



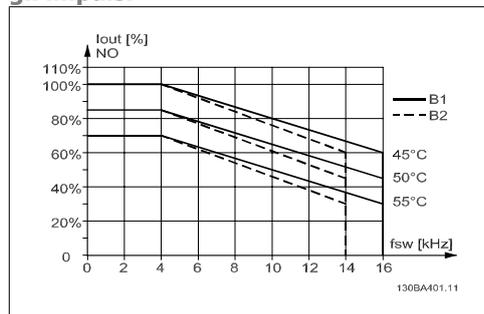
Disegno 3.3: Declassamento di  $I_{out}$  in base a diverse  $T_{AMB, MAX}$  per la custodia A utilizzando 60 AVM e un cavo motore lungo al massimo 10 m



Disegno 3.4: Declassamento di  $I_{out}$  in base a diverse  $T_{AMB, MAX}$  per il custodia A utilizzando il SFAVM e un cavo motore lungo al massimo 10 m

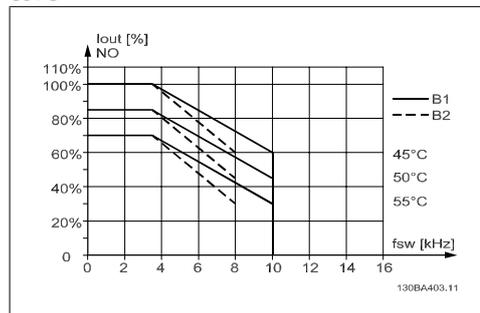
**Custodie B**

**60 AVM - Modulazione dell'ampiezza degli impulsi**



Disegno 3.5: Declassamento di  $I_{out}$  in base a diverse  $T_{AMB, MAX}$  per la custodia B utilizzando 60 AVM nel modo coppia normale (110% sovrapposizione)

**SFAVM - Modulazione vettoriale asincrona orientata secondo il flusso dello statore**



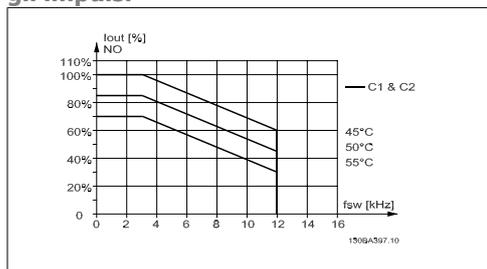
Disegno 3.6: Declassamento di  $I_{out}$  in base a diverse  $T_{AMB, MAX}$  per la custodia B utilizzando SFAVM nel modo coppia normale (110% sovrapposizione)



3

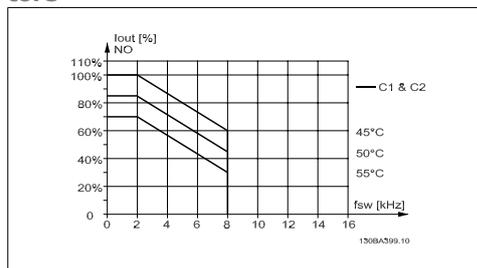
**Custodie C**

**60 AVM - Modulazione dell'ampiezza degli impulsi**



Disegno 3.7: Declassamento di  $I_{out}$  in base a diverse  $T_{AMB, MAX}$  per la custodia C utilizzando 60 AVM nel modo coppia normale (110% sovrapposizione)

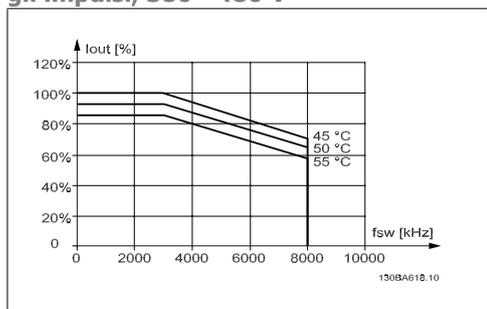
**SFAVM - Modulazione vettoriale asincrona orientata secondo il flusso dello statore**



Disegno 3.8: Declassamento di  $I_{out}$  in base a diverse  $T_{AMB, MAX}$  per la custodia C utilizzando SFAVM nel modo coppia normale (110% sovrapposizione)

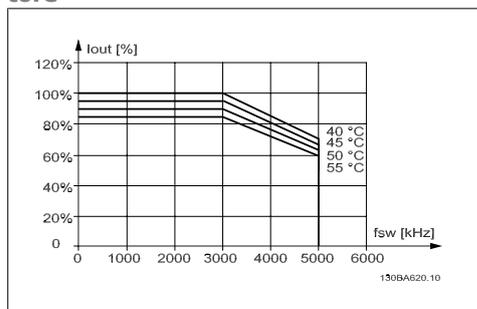
**Custodie D**

**60 AVM - Modulazione dell'ampiezza degli impulsi, 380 - 480 V**



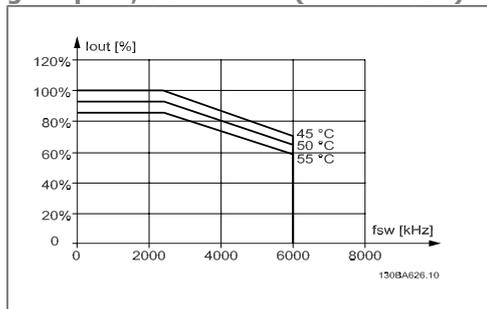
Disegno 3.9: Declassamento di  $I_{out}$  in base a diverse  $T_{AMB, MAX}$  per la custodia D a 480 V utilizzando 60 AVM nel modo coppia normale (110% sovrapposizione)

**SFAVM - Modulazione vettoriale asincrona orientata secondo il flusso dello statore**



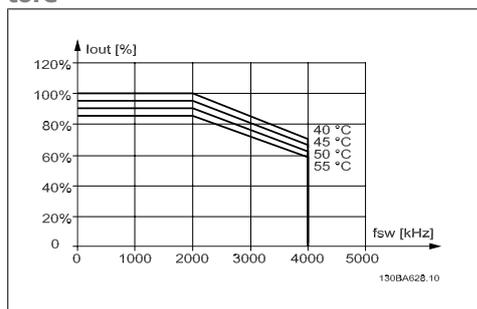
Disegno 3.10: Declassamento di  $I_{out}$  in base a diverse  $T_{AMB, MAX}$  per la custodia D a 480 V utilizzando SFAVM nel modo coppia normale (110% sovrapposizione)

**60 AVM - Modulazione dell'ampiezza degli impulsi, 525 - 600 V (tranne P315)**



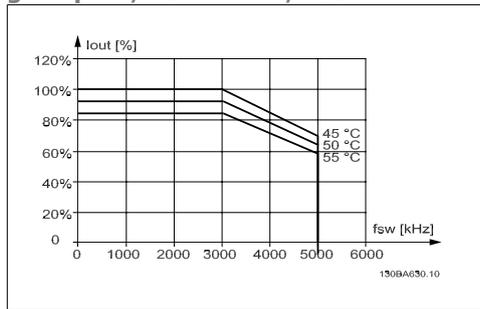
Disegno 3.11: Declassamento di  $I_{out}$  in base a diverse  $T_{AMB, MAX}$  per la custodia D a 600 V utilizzando 60 AVM nel modo coppia normale (110% sovrapposizione) Nota: *non* valido per P315.

**SFAVM - Modulazione vettoriale asincrona orientata secondo il flusso dello statore**



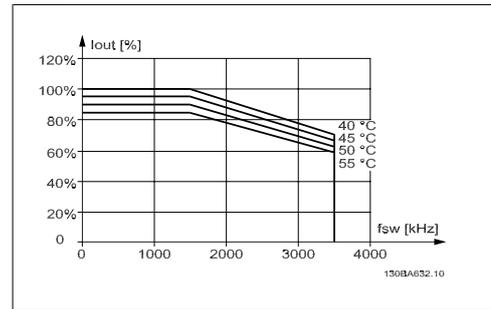
Disegno 3.12: Declassamento di  $I_{out}$  in base a diverse  $T_{AMB, MAX}$  per la custodia D a 600 V, utilizzando SFAVM nel modo coppia normale (110% sovrapposizione). Nota: *non* valido per P315.

**60 AVM - Modulazione dell'ampiezza degli impulsi, 525 - 600 V, P315**



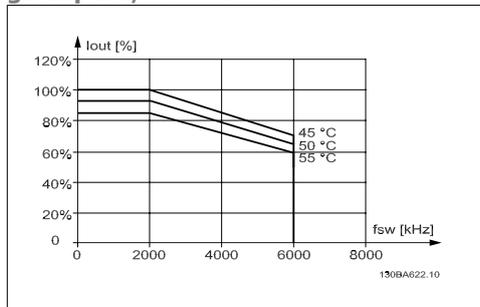
Disegno 3.13: Declassamento di  $I_{out}$  in base a diverse  $T_{AMB, MAX}$  per la custodia D a 600 V utilizzando 60 AVM nel modo coppia normale (110% sovraccoppia) Nota: *solo* P315.

**SFAVM - Modulazione vettoriale asincrona orientata secondo il flusso dello statore**



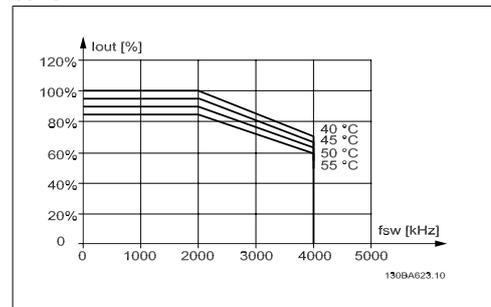
Disegno 3.14: Declassamento di  $I_{out}$  in base a diverse  $T_{AMB, MAX}$  per la custodia D a 600 V, utilizzando SFAVM nel modo coppia normale (110% sovraccoppia). Nota: *solo* P315.

**Custodie E**  
**60 AVM - Modulazione dell'ampiezza degli impulsi, 380 - 480 V**



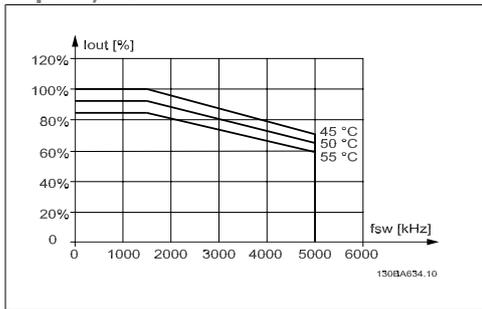
Disegno 3.15: Declassamento di  $I_{out}$  in base a diverse  $T_{AMB, MAX}$  per la custodia E a 480 V, utilizzando 60 AVM nel modo coppia normale (110% sovraccoppia)

**SFAVM - Modulazione vettoriale asincrona orientata secondo il flusso dello statore**



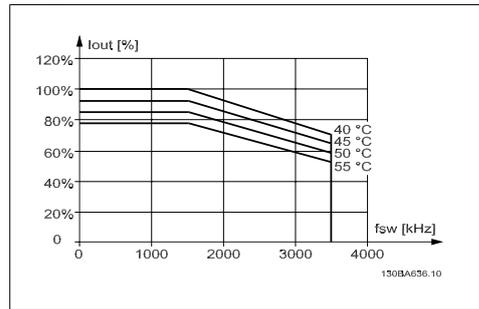
Disegno 3.16: Declassamento di  $I_{out}$  in base a diverse  $T_{AMB, MAX}$  per la custodia E a 480 V, utilizzando SFAVM nel modo coppia normale (110% sovraccoppia).

### 60 AVM - Modulazione ad ampiezza degli impulsi, 525 - 600 V



Disegno 3.17: Declassamento di  $I_{out}$  in base a diverse  $T_{AMB, MAX}$  per la custodia E a 600 V, utilizzando 60 AVM nel modo coppia normale (110% sovraccoppia)

### SFAVM - Modulazione vettoriale asincrona orientata secondo il flusso dello statore



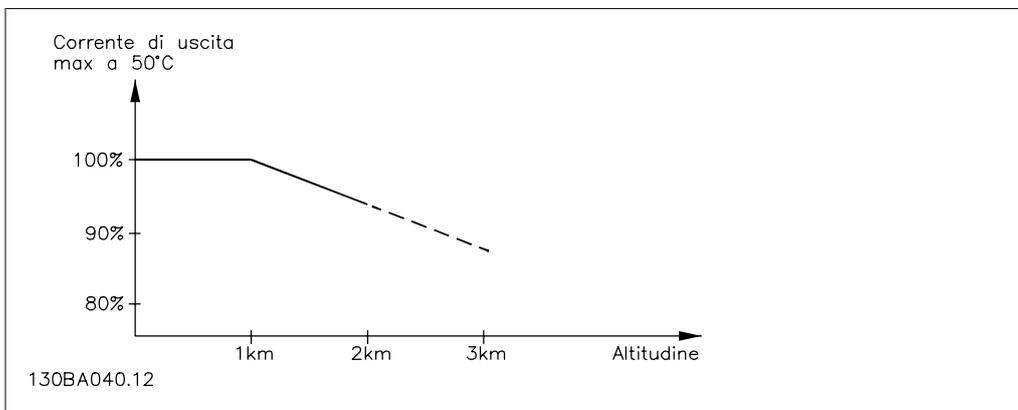
Disegno 3.18: Declassamento di  $I_{out}$  in base a diverse  $T_{AMB, MAX}$  per la custodia E a 600 V, utilizzando SFAVM nel modo coppia normale (110% sovraccoppia).

## 3.5.3. Declassamento per pressione atmosferica bassa

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

Per altitudini superiori ai 2 km, contattare Danfoss Drives riguardo alle disposizioni PELV.

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



Disegno 3.19: Declassamento della corrente di uscita rispetto all'altitudine, con  $T_{AMB, MAX}$ . Per altitudini superiori ai 2000 m, contattare Danfoss Drives per informazioni sulle caratteristiche PELV.

Un'alternativa è costituita dall'abbassamento della temperatura ambiente in caso di altitudini elevate, assicurando in questo modo il 100% della corrente di uscita ad altitudini elevate.

## 3.5.4. 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.

Possono verificarsi problemi a bassi regimi nelle applicazioni a coppia costante. La ventola del motore potrebbe non essere in grado di fornire il volume d'aria necessario per il raffreddamento e questo limita la coppia che può essere supportata. 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.

### 3.5.5. Declassamento dovuto all'installazione di cavi motore lunghi o di cavi con sezione maggiore

La lunghezza massima del cavo per questo convertitore di frequenza è di 300 m se non schermato e di 150 m se schermato

ed è progettato per il funzionamento con cavi motore di sezione trasversale nominale. Se viene utilizzato un cavo con una sezione maggiore, ridurre la corrente di uscita del 5% proporzionalmente all'aumento della sezione.

(Una sezione maggiore del cavo comporta un incremento della capacità a terra e di conseguenza un aumento della corrente di dispersione a terra).

### 3.5.6. Adattamenti automatici per assicurare le prestazioni

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. La capacità di ridurre automaticamente la corrente di uscita estende ulteriormente le condizioni di funzionamento accettabili.

## 3.6. Opzioni e accessori

Danfoss offre un'ampia gamma di opzioni e accessori per i convertitori di frequenza VLT.

### 3.6.1. Installazione dei moduli opzionali nello slot B

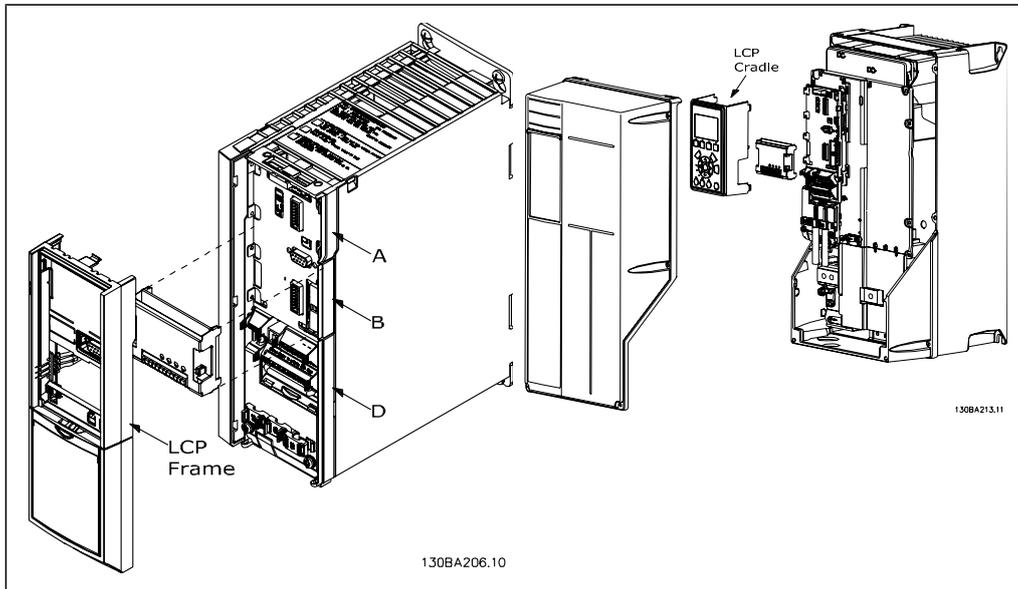
È necessario scollegare l'alimentazione al convertitore di frequenza.

#### Per custodie A2 e A3:

- Scollegare l'LCP (pannello di controllo locale), il coprimerse e il telaio dell'LCP dal convertitore di frequenza.
- Inserire l'opzione MCB10x nello slot B.
- Collegare i cavi di comando e fissarli tramite le fascette per cavi accluse. Rimuovere il passacavi nello chassis LCP ampliato fornito nel set opzionale in modo che l'opzione possa essere inserita sotto il telaio LCP con estensione.
- Montare il telaio LCP con estensione e il coprimerse.
- Installare l'LCP o la copertura cieca nel telaio LCP con estensione.
- Collegare l'alimentazione al convertitore di frequenza.
- Impostare le funzioni ingresso/uscita nei parametri corrispondenti come descritto nella sezione *Dati tecnici generali*.

**Per custodie B1, B2, C1 e C2:**

- Rimuovere l'LCP e la culla dell'LCP.
- Inserire la scheda opzionale MCB 10x nello slot B
- Collegare i cavi di comando e fissarli tramite le fascette per cavi accluse.
- Montare la culla
- Montare l'LCP



Custodie A2 e A3

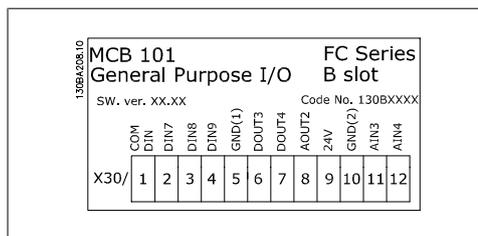
Custodie A5, B1, B2, C1 e C2

### 3.6.2. Modulo I/O generale MCB 101

L'MCB 101 è utilizzato per l'estensione degli ingressi e delle uscite analogici e digitali del VLT HVAC.

Indice: l'MCB 101 deve essere installato nello slot B del VLT HVAC Drive.

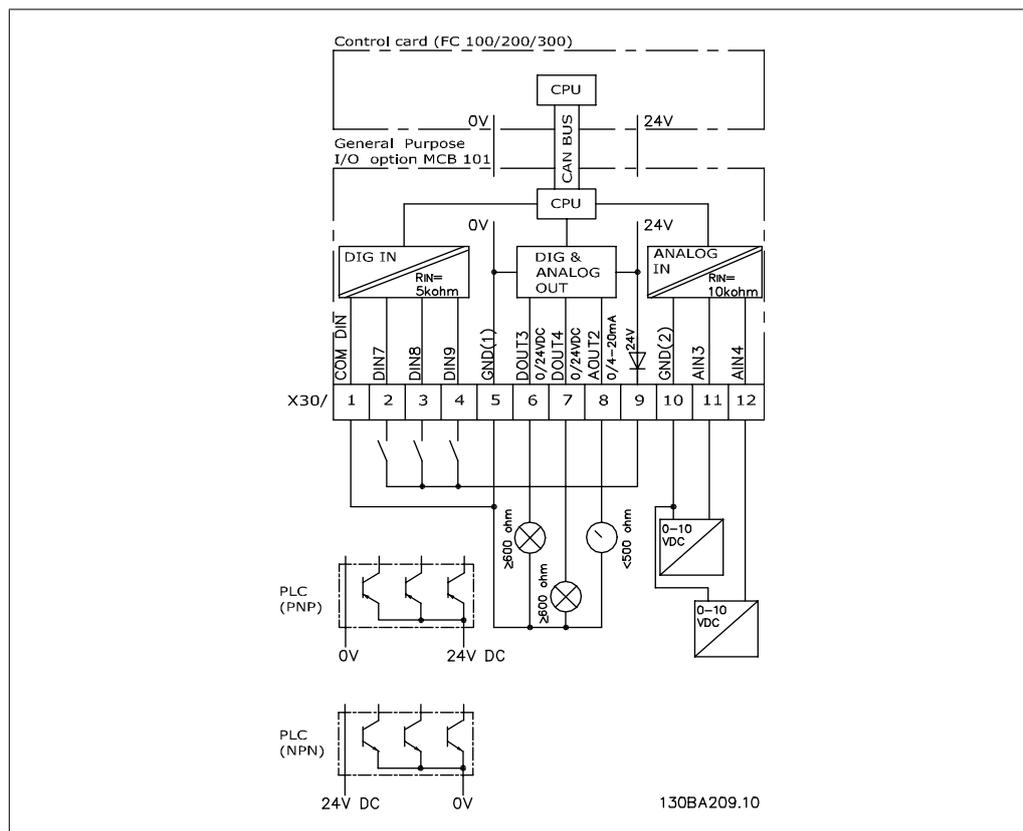
- Modulo opzione MCB 101
- Telaio LCP con estensione
- Coprimorsetti



#### Isolamento galvanico nell'MCB 101

Le uscite digitali/analogici sono isolate galvanicamente dagli altri ingressi/uscite sull'MCB 101 e da quelli sulla scheda di controllo del convertitore di frequenza. Le uscite digitali/analogici nell'MCB 101 sono isolate galvanicamente dagli altri ingressi/uscite sull'MCB 101 ma non da questi sulla scheda di controllo del convertitore di frequenza.

Se gli ingressi digitali 7, 8 o 9 devono essere commutati usando l'alimentazione di tensione 24 V interna (morsetto 9), è necessario eseguire la connessione tra il morsetto 1 e 5 che è illustrata nel disegno.



Disegno 3.20: Diagramma di principio

### 3.6.3. Ingressi digitali - morsetto X30/1-4

Parametri di setup: 5-16, 5-17 e 5-18				
Numero degli ingressi digitali	Livello di tensione	Livelli di tensione	Impedenza in ingresso	Carico max.
3	0 - 24 V CC	Tipo PNP: Comune = 0 V "0" logico: Ingresso < 5 V CC "0" logico: Ingresso > 10 V CC Tipo NPN: Massa = 24 V "0" logico: Ingresso > 19 V CC "0" logico: Ingresso < 14 V CC	Circa 5 kohm	± 28 V continui ± 37 V in minimo 10 sec.

### 3.6.4. Ingressi analogici in tensione - morsetto X30/10-12

Parametri di setup: 6-3*, 6-4* e 16-76				
Numero di ingressi di tensione analogici	Segnale in ingresso standardizzato	Impedenza in ingresso	Risoluzione	Carico max.
2	0 - 10 V CC	Circa 5 kohm	10 bit	± 20 V continui

### 3.6.5. Uscite digitali - morsetto X30/5-7

Parametri di setup: 5-32 e 5-33			
Numero di uscite digitali	Livello in uscita	Tolleranza	Carico max.
2	0 oppure 24 V CC	± 4 V	≥ 600 ohm

### 3.6.6. Uscite analogiche - morsetto X30/5+8

Parametri di setup: 6-6* e 16-77			
Numero delle uscite analogiche	Livello del segnale in uscita	Tolleranza	Carico max.
1	0/4 - 20 mA	± 0,1 mA	< 500 ohm

### 3.6.7. Opzione relè MCB 105

L'opzione MCB 105 comprende 3 contatti SPDT e deve essere montata nell'opzione slot B.

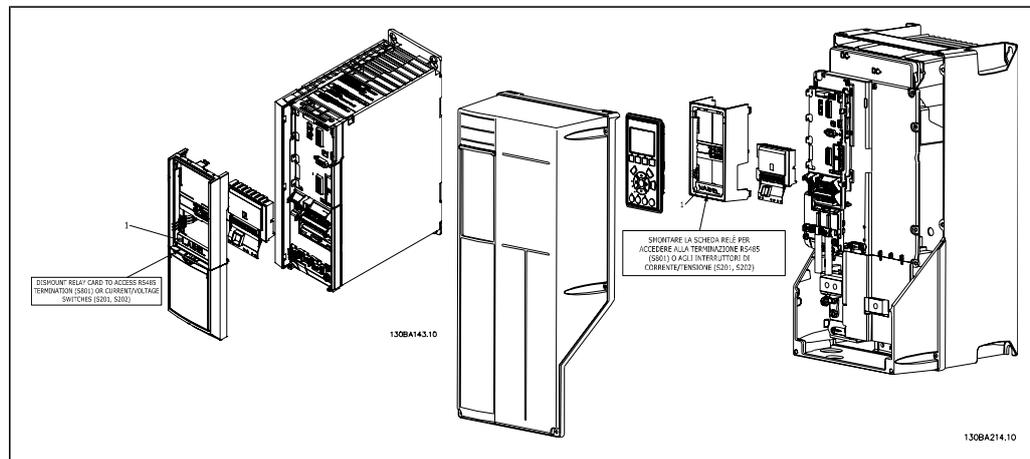
Dati elettrici:

Carico max. morsetti (CA-1) <sup>1)</sup> (carico resistivo)	240 V CA 2A
Carico max. morsetti (CA-15) <sup>1)</sup> (carico induttivo @ cosφ 0,4)	240 V CA 0,2 A
Carico max. morsetti (CC -1) <sup>1)</sup> (carico resistivo)	24 V CC 1 A
Carico max. morsetti (CC -13) <sup>1)</sup> (carico induttivo)	24 V CC 0,1 A
Carico min. morsetti (CC)	5 V 10 mA
Sequenza di commutazione max. a carico nominale/carico min.	6 min <sup>-1</sup> /20 sec <sup>-1</sup>

1) IEC 947 parti 4 e 5

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

- Modulo relè MCB 105
- Telaio LCP con estensione e coprimersetti ampliato
- Etichetta per coprire l'accesso agli interruttori S201, S202 e S801
- Fascette per cavi per fissare i cavi al modulo relè



A2-A3

A5-C2

1) **IMPORTANTE!** L'etichetta DEVE essere applicata sul telaio dell'LCP come mostrato (approvazione UL).



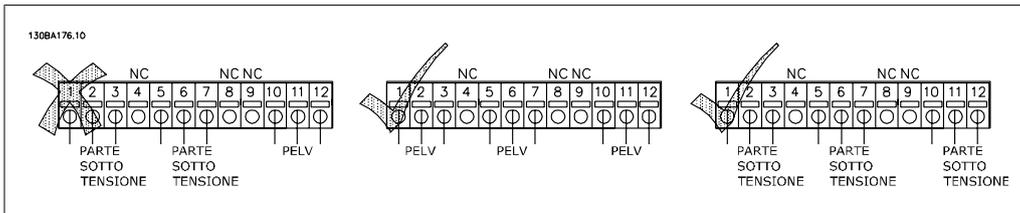
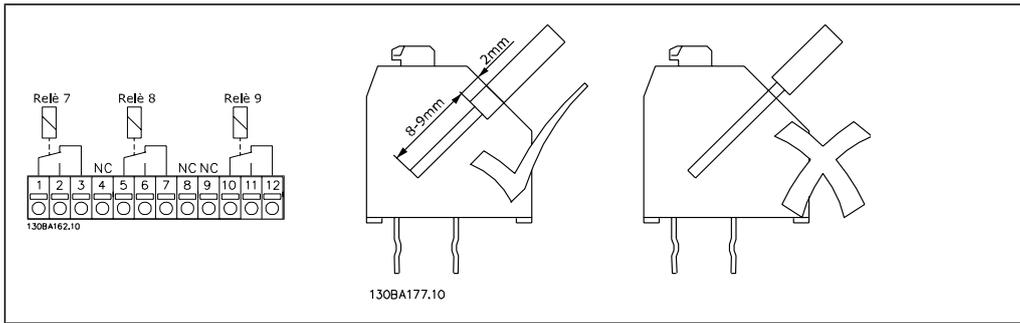
Avviso - doppia alimentazione

Come aggiungere l'opzione MCB 105:

- Vedere le istruzioni di montaggio all'inizio della sezione *Opzioni e accessori*
- È necessario scollegare l'alimentazione alle connessioni sotto tensione sui morsetti relè.
- Separare le parti sotto tensione (alta tensione) dai segnali di comando (PELV).
- Selezionare le funzioni relè nei par. 5-40 [6-8], 5-41 [6-8] e 5-42 [6-8].

NB! (l'indice [6] è il relè 7, l'indice [7] è il relè 8 e l'indice [8] è il relè 9)

3



Non combinare i componenti a bassa tensione e i sistemi PELV.

### 3.6.8. Opzione backup 24 V MCB 107 (opzione D)

Alimentazione a 24 V CC esterna

Un alimentatore a 24 V CC esterno può essere installato per l'alimentazione a bassa tensione della scheda di controllo ed eventuali schede opzionali installate. Ciò consente il pieno funzionamento dell'LCP (compresa l'impostazione dei parametri) e dei bus di campo senza che la sezione di potenza sia alimentata da 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 per il convertitore di frequenza	0,9 A
Lunghezza max. cavo	75 m
Capacità di ingresso carico	< 10 $\mu$ F
Ritardo all'accensione	< 0,6 s

Gli ingressi sono protetti.

Numeri morsetti:

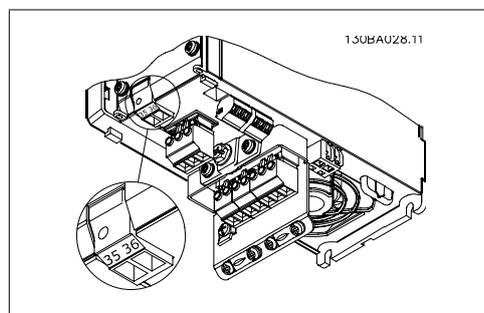
Morsetto 35: - alimentazione esterna a 24 V CC.

Morsetto 36: + alimentazione a 24 V CC esterna.

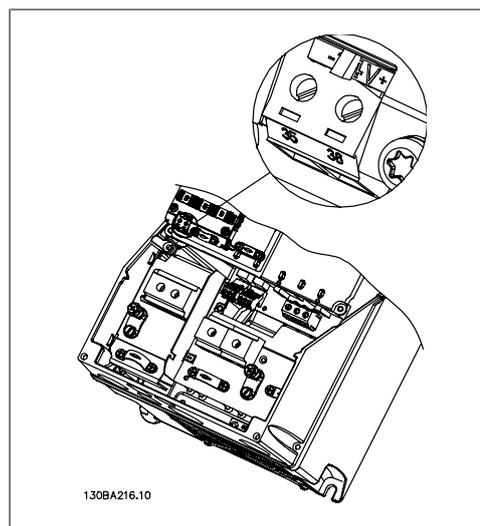
Seguire le fasi riportate di seguito:

1. Rimuovere l'LCP o la copertura cieca
2. Rimuovere il coprimorsetti
3. Rimuovere la piastra di disaccoppiamento dei cavi e il coperchio di plastica al di sotto
4. Inserire l'opzione di alimentazione ausiliaria esterna a 24 V CC nello slot opzione
5. Montare la piastra di disaccoppiamento dei cavi
6. Fissare il coprimorsetti e l'LCP o il coperchio cieco.

Quando l'opzione ausiliaria a 24 V, MCB 107, sta alimentando il circuito di controllo, l'alimentazione 24 V interna viene scollegata automaticamente.



Disegno 3.21: Collegamento all'alimentazione di back-up 24 V (A2-A3).



Disegno 3.22: Collegamento all'alimentazione di back-up 24 V (A5-C2).



**NOTA!**

Notare i valori disponibili all'interno dei diversi gruppi standard di resistenze:  
 E12: Il valore standard più vicino è 470Ω, con un ingresso di 449,9Ω e 8,997V.  
 E24: Il valore standard più vicino è 510Ω, con un ingresso di 486,4Ω e 9,728V.  
 E48: Il valore standard più vicino è 511Ω, con un ingresso di 487,3Ω e 9,746V.  
 E96: Il valore standard più vicino è 523Ω, con un ingresso di 498,2Ω e 9,964V.

**Ingressi analogici - morsetto X42/1-6**

Gruppo di parametri per la visualizzazione: 18-3\* Vedi la *Guida alla Programmazione VLT® HVAC Drive*

Gruppi di parametri per il setup: 26-0\*, 26-1\*, 26-2\* e 26-3\* Vedere anche la *Guida alla programmazione VLT® HVAC Drive*

3 x ingressi analogici	Intervallo operativo	Risoluzione	Precisione	Campionamento	Carico max.	Impedenza
Utilizzato come ingresso del sensore di temperatura	da -50 a +150 °C	11 bit	-50 °C ±1 Kelvin +150 °C ±2 Kelvin	3 Hz	-	-
Utilizzato come ingresso in tensione	0 - 10 VCC	10 bit	0,2% del fondo scala alla temperat. calcolata	2,4 Hz	+/- 20 V continui	Circa 5 kΩ

Quando utilizzati in tensione, gli ingressi analogici possono essere convertiti in scala tramite parametri per ogni ingresso.

Quando utilizzati per il sensore di temperatura, la conversione in scala degli ingressi analogici è preimpostata al livello di segnale necessario per il campo di temperatura specificato.

Quando gli ingressi analogici vengono utilizzati per sensori di temperatura, il valore di retroazione può essere visualizzato sia in °C sia in °F.

Quando si lavora con sensori di temperatura, la lunghezza massima dei cavi per collegare i sensori è di 80 m con fili non schermati / non ritorti.

**Uscite analogiche - morsetto X42/7-12**

Gruppo di parametri per visualizzazione e scrittura: 18-3\* Vedi la *Guida alla Programmazione VLT® HVAC Drive*

Gruppi di parametri per il setup: 26-4\*, 26-5\* e 26-6\* Vedere anche la *Guida alla Programmazione VLT® HVAC Drive*

3 x uscite analogiche	Livello del segnale in uscita	Risoluzione	Linearità	Carico max.
Volt	0-10 VCC	11 bit	1% del fondo scala	1 mA

Le uscite analogiche possono essere convertite in scala tramite parametri per ogni uscita.

La funzione assegnata è selezionabile tramite un parametro ed è possibile avere le stesse opzioni come per le uscite analogiche sulla scheda di controllo.

Per una descrizione più dettagliata dei parametri, si rimanda alla *Guida alla Programmazione VLT® HVAC Drive, MG.11.Cx.yy*.

### Real-time clock (RTC) con funzione backup

Il formato dati dell'RTC include anno, mese, data, ora, minuti e giorno della settimana.

La precisione dell'orologio è migliore di  $\pm 20$  ppm a 25° C.

La batteria di backup al litio integrata ha, nella media, un'autonomia di almeno 10 anni, quando il convertitore di frequenza funziona a una temperatura ambiente di 40 °C. Se la batteria di backup non funziona, è necessario sostituire l'opzione I/O analogici.

## 3.6.10. Resistenze freno

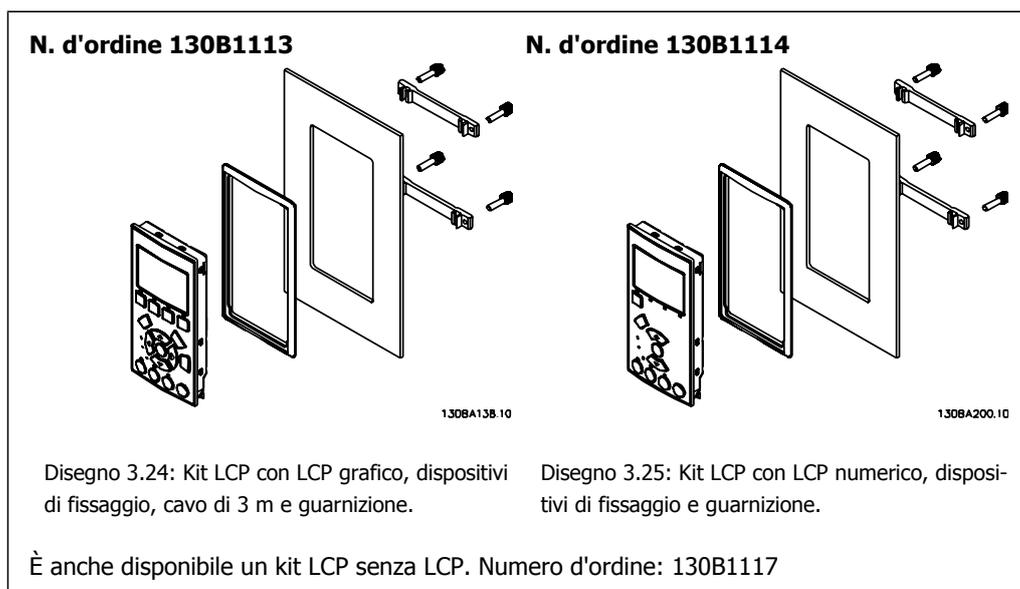
In applicazioni dove il motore è utilizzato come un freno, l'energia viene generata nel motore e inviata indietro al convertitore di frequenza. Se l'energia non può essere riportata al motore aumenterà la tensione nella linea CC del convertitore. In applicazioni con frenature frequenti e/o elevati carichi 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 offre un'ampia varietà di resistenze progettate specificatamente per il convertitore di frequenza; i codici si trovano nella sezione *Ordinazione*.

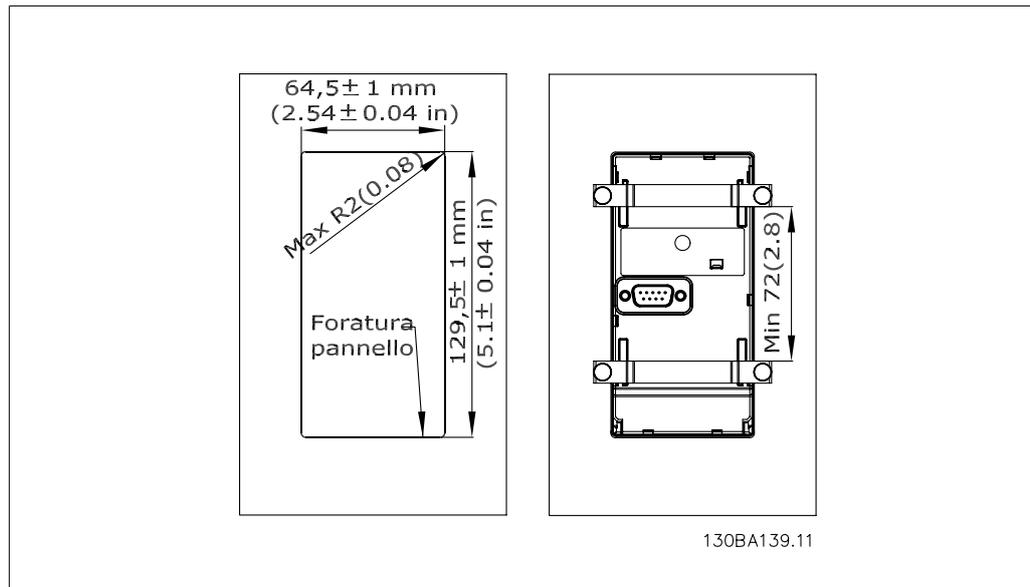
## 3.6.11. Kit per il montaggio remoto dell'LCP

Il Pannello di Controllo Locale può essere spostato sul lato anteriore di un armadio utilizzando il kit per il montaggio remoto. La protezione è di tipo IP 55. Le viti di fissaggio devono essere avvitate con una coppia max pari a 1 Nm.

#### Dati tecnici

Custodia:	IP 65 anteriore
Lunghezza max. del cavo tra il VLT e l'apparecchio:	3 m
Standard di comunicazione:	RS 485





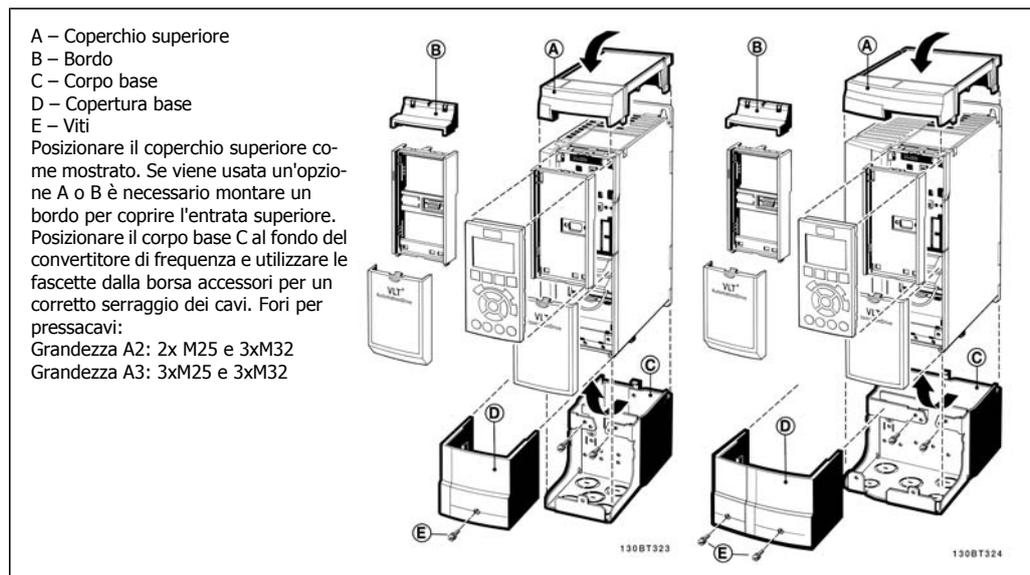
### 3.6.12. Kit di custodie con livello di protezione IP 21/IP 4X/ TIPO 1

Il kit IP 20/copertura IP 4X/ TIPO 1 è un elemento contenitore opzionale disponibile per apparecchi Compact IP 20, taglia delle custodie A2-A3.

In caso di impiego del kit di custodie, un apparecchio con grado di protezione IP 20 viene potenziato conformandosi alla custodia con il livello di protezione IP 21/ copertura 4X/TIPO 1.

Il coperchio a livello di protezione IP 4X può essere applicato su tutte le varianti standard IP 20 VLT HVAC.

### 3.6.13. Kit contenitore con grado di protezione IP 21/Tipo 1



### 3.6.14. Filtri di uscita

La commutazione ad alta velocità del convertitore di frequenza produce alcuni effetti secondari che influenzano il motore e l'ambiente circostante. Questi effetti secondari vengono eliminati da due filtri diversi, il filtro du/dt e il filtro sinusoidale

#### **Filtri dU/dt**

Danneggiamenti all'isolamento del motore sono spesso causate dalla combinazione dell'aumento rapido di tensione e corrente. Le rapide variazioni di energia possono anche ripercuotersi sulla linea CC nell'inverter e causarne lo spegnimento. Il filtro du/dt è progettato per ridurre il tempo di salita della tensione/la rapida variazione di energia nel motore e, tramite quell'intervento, evitare l'invecchiamento prematuro e la scarica nell'isolamento del motore. I filtri du/dt riducono la propagazione dei disturbi magnetici nel cavo che collega il convertitore di frequenza al motore. La forma d'onda di tensione è sempre a impulso, ma il rapporto du/dt è ridotto rispetto all'applicazione senza filtro.

#### **Filtri sinusoidali**

I filtri sinusoidali sono concepiti in modo da far passare solo le basse frequenze. Di conseguenza le alte frequenze vengono derivate, il che risulta in una forma d'onda di tensione fase-fase sinusoidale e forme d'onda di corrente sinusoidali.

Con le forme d'onda sinusoidali non è più necessario utilizzare motori con convertitore di frequenza speciali con isolamento rinforzato. Una conseguenza della forma d'onda è anche lo smorzamento del rumore acustico proveniente dal motore.

Oltre alle caratteristiche del filtro du/dt, il filtro sinusoidale riduce anche danneggiamenti all'isolamento e le correnti parassite nel motore, assicurando così una durata prolungata del motore e intervalli di manutenzione più lunghi. I filtri sinusoidali consentono l'uso di cavi motore più lunghi in applicazioni nelle quali il motore è installato lontano dal convertitore di frequenza. Sfortunatamente la lunghezza è limitata perché il filtro non riduce le correnti di dispersione nei cavi.

## 4. Ordinazione

### 4.1. Modulo d'ordine

#### 4.1.1. Configuratore del convertitore di frequenza

È possibile progettare un convertitore di frequenza in base ai requisiti dell'applicazione utilizzando il sistema dei numeri d'ordine.

Per il VLT HVAC Drive è possibile ordinare un apparecchio standard e con opzioni integrate inviando un codice identificativo che descrive il prodotto a un ufficio vendite Danfoss locale, ad es.:

FC-102P18KT4E21H1XGCXXXSXXXAGBKCXXXDX

Il significato dei caratteri nella stringa può essere desunto dalle pagine che contengono i codici d'ordine nel capitolo *Criteri di scelta del VLT*. Nell'esempio di sopra, il convertitore di frequenza è dotato di un'opzione Profibus LON works e di un'opzione I/O generali.

I numeri d'ordine per le varianti standard del VLT HVAC Drive sono riportati anche nel capitolo *Criteri di scelta del VLT*.

Il configuratore prodotti basato su Internet, il configuratore del convertitore di frequenza, consente ai clienti di configurare il convertitore di frequenza adatto all'applicazione e di generare il codice identificativo. Se la variante è già stata ordinata prima, il configuratore genererà automaticamente un numero di vendita di otto cifre.

Inoltre si ha la possibilità di stabilire una lista di progetto con vari prodotti e inviarla ad un rivenditore Danfoss.

Il configuratore del convertitore di frequenza è disponibile nel sito Internet: [www.danfoss.com/drives](http://www.danfoss.com/drives).

### 4.1.2. Codice identificativo

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39
FC-	O	P																			X	X	S	X	X	X	A	B	C									D

130BA052.14

Descrizione	Pos.	Scelta possibile
Gruppo prodotti e serie VLT	1-6	FC 102
Potenza nominale	8-10	1,1 - 560 kW (P1K1 - P560)
Numero di fasi	11	Trifase (T)
Tensione di rete	11-12	T 2: 200-240 V CA T 4: 380-480 V CA T 6: 525-600 VCA
Custodia	13-15	E20: IP20 E21: IP 21/NEMA tipo 1 E55: IP 55/NEMA tipo 12 E2M: IP21/NEMA tipo 1 con protezione rete E5M: IP55/NEMA tipo 12 con protezione rete E66: IP66 P21: IP21/NEMA tipo 1 con pannello posteriore P55: IP55/NEMA tipo 12 con pannello posteriore
Filtro RFI	16-17	H1: Filtro RFI classe A1/B H2: Filtro RFI classe A2 H3: Filtro RFI classe A1/B (lunghezza cavo ridotta) H4: Filtro RFI classe A2/A1
Freno	18	X: Senza chopper di frenatura B: Chopper di frenatura incluso T: Arresto di sicurezza U: Arresto di sicurezza + chopper di frenatura
Display	19	G: Pannello di Controllo Locale Grafico (GLCP) N: Pannello di Controllo Locale Numerico (NLCP) X: Senza pannello di controllo locale
Rivestimento circuito stampato	20	X: Circuito stampato senza rivestimento C: Circuito stampato rivestito
Opzioni rete	21	X: Senza sezionatore di rete 1: Con sezionatore di rete (solo IP55)
Adattamento	22	Riservato
Adattamento	23	Riservato
Release software	24-27	Software attuale
Lingua software	28	
Opzioni A	29-30	AX: Nessuna opzione A0: MCA 101 Profibus DP V1 A4: MCA 104 DeviceNet AG: MCA 108 LON works AJ: MCA 109 BAC Net
Opzioni B	31-32	BX: Nessuna opzione BK: MCB-101 Opzione I/O generali BP: MCB 105 Opzione relè BO: MCB 109 Opzione I/O analogici
Opzioni C0, MCO	33-34	CX: Nessuna opzione
Opzioni C1	35	X: Nessuna opzione
Software opzione C	36-37	XX: Software standard
Opzioni D	38-39	DX: Nessuna opzione D0: Backup CC

Tabella 4.1: Descrizione del codice tipo.

Le varie opzioni sono descritte in dettaglio nella *Guida alla progettazione VLT® HVAC Drive, MG. 11.Bx.yy.*

## 4.2. Codici d'ordine

### 4.2.1. Codici d'ordine: Opzioni e accessori

Tipo	Descrizione	N. d'ordine	
<b>Hardware di vario genere</b>			
Connettore bus CC	Morsettiere per collegamento bus CC su telaio dimensioni A2/A3	130B1064	
Kit IP 21/copertura 4X/ TIPO 1	Custodia, dimensioni telaio A2: IP21/ copertura IP 4X/ TIPO 1	130B1122	
Kit IP 21/copertura 4X/ TIPO 1	Custodia, dimensioni telaio A3: IP21/ copertura IP 4X/ TIPO 1	130B1123	
Profibus D-Sub 9	Kit connettori per IP20	130B1112	
Kit Profibus con inserimento dall'alto	Kit per l'inserimento dall'alto della connessione Profibus - solo custodie A	130B0524 <sup>1)</sup>	
Morsettiere	Avvitare le morsettiere per sostituire i morsetti a molla Connettori 1 pc 10 pin 1 pc 6 pin e 1 pc 3 pin	130B1116	
<b>LCP</b>			
LCP 101	Pannello di Controllo Locale Numerico (NLCP)	130B1124	
LCP 102	Pannello di Controllo Locale Grafico (GLCP)	130B1107	
Cavo LCP	Cavo LCP separato, 3 m	175Z0929	
Kit LCP	Kit per l'installazione a pannello comprendente un LCP grafico, dispositivi di fissaggio, un cavo di 3 m e guarnizione	130B1113	
Kit LCP	Kit per l'installazione a pannello comprendente un LCP numerico, dispositivi di fissaggio e guarnizione	130B1114	
Kit LCP	Kit per l'installazione a pannello per tutti gli LCP con dispositivi di fissaggio, cavo di 3 m e guarnizione	130B1117	
<b>Opzioni per lo slot A con/senza rivestimento</b>		<b>Senza rivestimento</b>	<b>Con rivestimento</b>
MCA 101	Opzione profibus DP V0/V1	130B1100	130B1200
MCA 104	Opzione DeviceNet	130B1102	130B1202
MCA 108	LON works	130B1106	130B1206
<b>Opzioni per lo slot B</b>			
MCB 101	Opzione I/O generali	130B1125	
MCB 105	Opzione relè	130B1110	
MCB 109	Opzione I/O anal.	130B1143	130B1243
<b>Opzione per lo slot D</b>			
MCB 107	Backup a 24 V CC	130B1108	130B1208
<b>Opzioni esterne</b>			
Ethernet IP	Ethernet master	175N2584	
<b>Pezzi di ricambio</b>			
Quadro di comando VLT HVAC Drive	Con funzione di arresto di sicurezza	130B1150	
Quadro di comando VLT HVAC Drive	Senza funzione di arresto di sicurezza	130B1151	
Ventola A2	Ventola, dimensioni telaio A2	130B1009	
Ventola A3	Ventola, dimensioni telaio A3	130B1010	
Ventola A5	Ventola, dimensioni telaio A3	130B1017	
Ventola B1	Ventola esterna, dimensioni telaio B	130B1013	
Ventola B2	Ventola esterna, dimensioni telaio B2	130B1015	
Ventola C1	Ventola esterna, dimensioni telaio C1	130B3865	
Ventola C2	Ventola esterna, dimensioni telaio C2	130B3867	
Borsa per accessori A2	Borsa per accessori, dimensioni telaio A2	130B0509	
Busta per accessori A3	Borsa per accessori, dimensioni telaio A3	130B0510	
Borsa per accessori A5	Borsa per accessori, dimensioni telaio A5	130B1023	
Borsa per accessori B1	Borsa per accessori, dimensioni telaio B1	130B2060	
Borsa per accessori B2	Borsa per accessori, dimensioni telaio B2	130B2061	
Borsa per accessori C1	Borsa per accessori, dimensioni telaio C1	130B0046	
Borsa per accessori C2	Borsa per accessori, dimensioni telaio C2	130B0047	

Tabella 4.2: 1) Solamente IP21 / > 11 kW

I componenti opzionali possono essere ordinati come opzioni incorporate. Vedere le informazioni relative all'ordinazione.

Per informazioni sulla compatibilità tra le opzioni fieldbus e dell'applicazione e le precedenti versioni del software, contattare il fornitore Danfoss locale.

#### 4.2.2. Codici d'ordine: filtri antiarmoniche

I filtri armoniche vengono utilizzati per ridurre le armoniche di rete.

- AHF 010: 10% di distorsione di corrente
- AHF 005: 5% di distorsione di corrente

<b>380-415V, 50 Hz</b>				
I <sub>AHF,N</sub>	Tipico motore utilizzato [kW]	Numero d'ordine Danfoss		Taglia del convertitore di frequenza
		AHF 005	AHF 010	
10 A	1,1 - 4	175G6600	175G6622	P1K1, P4K0
19 A	5,5 - 7,5	175G6601	175G6623	P5K5 - P7K5
26 A	11	175G6602	175G6624	P11K
35 A	15 - 18,5	175G6603	175G6625	P15K - P18K
43 A	22	175G6604	175G6626	P22K
72 A	30 - 37	175G6605	175G6627	P30K - P37K
101A	45 - 55	175G6606	175G6628	P45K - P55K
144 A	75	175G6607	175G6629	P75K
180 A	90	175G6608	175G6630	P90K
217 A	110	175G6609	175G6631	P110
289 A	132 - 160	175G6610	175G6632	P132 - P160
324 A		175G6611	175G6633	
370 A	200	175G6688	175G6691	P200
434 A	250	2x 175G6609	2x 175G6631	P250
578 A	315	2x 175G6610	2x 175G6632	P315
613 A	350	175G6610 + 175G6611	175G6632 + 175G6633	P350

<b>440-480V, 60 Hz</b>				
I <sub>AHF,N</sub>	Tipico motore utilizzato [HP]	Numero d'ordine Danfoss		Taglia del convertitore di frequenza
		AHF 005	AHF 010	
19 A	7,5 - 15	175G6612	175G6634	P7K5 - P11K
26 A	20	175G6613	175G6635	P15K
35 A	25 - 30	175G6614	175G6636	P18K, P22K
43 A	40	175G6615	175G6637	P30K
72 A	50 - 60	175G6616	175G6638	P30K - P37K
101A	75	175G6617	175G6639	P45K - P55K
144 A	100 - 125	175G6618	175G6640	P75K - P90K
180 A	150	175G6619	175G6641	P110
217 A	200	175G6620	175G6642	P132
289 A	250	175G6621	175G6643	P160
324 A	300	175G6689	175G6692	P200
370 A	350	175G6690	175G6693	P250
506 A	450	175G6620 + 175G6621	175G6642 + 175G6643	P315
578 A	500	2x 175G6621	2x 175G6643	P355

La corrispondenza tra convertitore di frequenza e filtro è precalcolata in base a una tensione di 400V/480 V e supponendo un carico tipico del motore (4 poli) e una coppia del 110 %.

<b>500-525V, 50Hz</b>				
I <sub>AHF,N</sub>	Tipico motore utilizzato [kW]	Numero d'ordine Danfoss		Taglia del convertitore di frequenza
		AHF 005	AHF 010	
10 A	1,1 - 5,5	175G6644	175G6656	P4K0 - P5K5
19 A	7,5 - 11	175G6645	175G6657	P7K5

690V, 50Hz				
I <sub>AHF,N</sub>	Tipico motore utilizzato [kW]	Numero d'ordine Danfoss		Taglia del convertitore di frequenza
		AHF 005	AHF 010	
144 A	110, 132	130B2333	130B2298	P110
180 A	160	130B2334	130B2299	P132
217 A	200	130B2335	130B2300	P160
289 A	250	130B2331+2333	130B2301	P200
324 A	315	130B2333+2334	130B2302	P250
370 A	400	130B2334+2335	130B2304	P315

### 4.2.3. Numeri d'ordine: Moduli filtro sinusoidali, 200-500 VCA

4

Alimentazione di rete 3 x 200 a 500 V							
Taglia del convertitore di frequenza			Frequenza minima di commutazione	Frequenza di uscita massima	N. componente IP20	N. componente IP00	Corrente filtro nominale a 50Hz
200-240 V	380-440 V	440-500 V					
PK25	PK37	PK37	5 kHz	120 Hz	130B2439	130B2404	2,5 A
PK37	PK55	PK55	5 kHz	120 Hz	130B2439	130B2404	2,5 A
	PK75	PK75	5 kHz	120 Hz	130B2439	130B2404	2,5 A
PK55	P1K1	P1K1	5 kHz	120 Hz	130B2441	130B2406	4,5 A
	P1K5	P1K5	5 kHz	120 Hz	130B2441	130B2406	4,5 A
PK75	P2K2	P2K2	5 kHz	120 Hz	130B2443	130B2408	8 A
P1K1	P3K0	P3K0	5 kHz	120 Hz	130B2443	130B2408	8 A
P1K5			5 kHz	120 Hz	130B2443	130B2408	8 A
	P4K0	P4K0	5 kHz	120 Hz	130B2444	130B2409	10 A
P2K2	P5K5	P5K5	5 kHz	120 Hz	130B2446	130B2411	17 A
P3K0	P7K5	P7K5	5 kHz	120 Hz	130B2446	130B2411	17 A
P4K0			5 kHz	120 Hz	130B2446	130B2411	17 A
P5K5	P11K	P11K	4 kHz	60 Hz	130B2447	130B2412	24 A
P7K5	P15K	P15K	4 kHz	60 Hz	130B2448	130B2413	38 A
	P18K	P18K	4 kHz	60 Hz	130B2448	130B2413	38 A
P11K	P22K	P22K	4 kHz	60 Hz	130B2307	130B2281	48 A
P15K	P30K	P30K	3 kHz	60 Hz	130B2308	130B2282	62 A
P18K	P37K	P37K	3 kHz	60 Hz	130B2309	130B2283	75 A
P22K	P45K	P55K	3 kHz	60 Hz	130B2310	130B2284	115 A
P30K	P55K	P75K	3 kHz	60 Hz	130B2310	130B2284	115 A
P37K	P75K	P90K	3 kHz	60 Hz	130B2311	130B2285	180 A
P45K	P90K	P110	3 kHz	60 Hz	130B2311	130B2285	180 A
	P110	P132	3 kHz	60 Hz	130B2312	130B2286	260 A
	P132	P160	3 kHz	60 Hz	130B2312	130B2286	260 A
	P160	P200	3 kHz	60 Hz	130B2313	130B2287	410 A
	P200	P250	3 kHz	60 Hz	130B2313	130B2287	410 A
	P250	P315	3 kHz	60 Hz	130B2314	130B2288	480 A
	P315	P355	2 kHz	60 Hz	130B2315	130B2289	660 A
	P355	P400	2 kHz	60 Hz	130B2315	130B2289	660 A
	P400	P450	2 kHz	60 Hz	130B2316	130B2290	750 A
	P450	P500	2 kHz	60 Hz	130B2317	130B2291	880 A
	P500	P560	2 kHz	60 Hz	130B2317	130B2291	880 A
	P560	P630	2 kHz	60 Hz	130B2318	130B2292	1200 A
	P630	P710	2 kHz	60 Hz	130B2318	130B2292	1200 A



#### NOTA!

Quando si utilizzano filtri sinusoidali, la frequenza di commutazione dovrebbe essere conforme alle specifiche del filtro nel *par. 14-01 Freq. di commutaz.*

#### 4.2.4. Numeri d'ordine: Moduli filtro sinusoidali, 525-600 VCA

Alimentazione di rete 3 x 525 to 690 V						
Taglia del convertitore di frequenza		Frequenza minima di commutazione	Frequenza di uscita massima	N. componente IP20	N. componente IP00	Corrente filtro nominale a 50Hz
525-600V	600V					
PK75		2 kHz	60 Hz	130B2341	130B2321	13 A
P1K1		2 kHz	60 Hz	130B2341	130B2321	13 A
P1K5		2 kHz	60 Hz	130B2341	130B2321	13 A
P2k2		2 kHz	60 Hz	130B2341	130B2321	13 A
P3K0		2 kHz	60 Hz	130B2341	130B2321	13 A
P4K0		2 kHz	60 Hz	130B2341	130B2321	13 A
P5K5		2 kHz	60 Hz	130B2341	130B2321	13 A
P7K5		2 kHz	60 Hz	130B2341	130B2321	13 A
	P11K	2 kHz	60 Hz	130B2342	130B2322	28 A
P11K	P15K	2 kHz	60 Hz	130B2342	130B2322	28 A
P15K	P18K	2 kHz	60 Hz	130B2342	130B2322	28 A
P18K	P22K	2 kHz	60 Hz	130B2342	130B2322	28 A
P22K	P30K	2 kHz	60 Hz	130B2343	130B2323	45 A
P30K	P37K	2 kHz	60 Hz	130B2343	130B2323	45 A
P37K	P45K	2 kHz	60 Hz	130B2344	130B2324	76 A
P45K	P55K	2 kHz	60 Hz	130B2344	130B2324	76 A
P55K	P75K	2 kHz	60 Hz	130B2345	130B2325	115 A
P75K	P90K	2 kHz	60 Hz	130B2345	130B2325	115 A
P90K	P110	2 kHz	60 Hz	130B2346	130B2326	165 A
P110	P132	2 kHz	60 Hz	130B2346	130B2326	165 A
P150	P160	2 kHz	60 Hz	130B2347	130B2327	260 A
P180	P200	2 kHz	60 Hz	130B2347	130B2327	260 A
P220	P250	2 kHz	60 Hz	130B2348	130B2329	303 A
P260	P315	1,5 kHz	60 Hz	130B2270	130B2241	430 A
P300	P400	1,5 kHz	60 Hz	130B2270	130B2241	430 A
P375	P500	1,5 kHz	60 Hz	130B2271	130B2242	530 A
P450	P560	1,5 kHz	60 Hz	130B2381	130B2337	660 A
P480	P630	1,5 kHz	60 Hz	130B2381	130B2337	660 A
P560	P710	1,5 kHz	60 Hz	130B2382	130B2338	765 A
P670	P800	1,5 kHz	60 Hz	130B2383	130B2339	940 A
	P900	1,5 kHz	60 Hz	130B2383	130B2339	940 A
P820	P1M0	1,5 kHz	60 Hz	130B2384	130B2340	1320 A
P970	P1M2	1,5 kHz	60 Hz	130B2384	130B2340	1320 A



#### NOTA!

Quando si utilizzano filtri sinusoidali, la frequenza di commutazione dovrebbe essere conforme alle specifiche del filtro nel *par. 14-01 Freq. di commutaz.*

## 4.2.5. Numeri d'ordine: Filtri du/dt, 380-480 VCA

### Alimentazione di rete da 3x380 a 3x480

V

Taglia del convertitore di frequenza		Frequenza minima di commutazione	Frequenza di uscita massima	N. componente IP20	N. componente IP00	Corrente filtro nominale a 50 Hz
380-440V	441-480V					
11 kW	11 kW	4 kHz	60 Hz	130B2396	130B2385	24 A
15 kW	15 kW	4 kHz	60 Hz	130B2397	130B2386	45 A
18,5 kW	18,5 kW	4 kHz	60 Hz	130B2397	130B2386	45 A
22 kW	22 kW	4 kHz	60 Hz	130B2397	130B2386	45 A
30 kW	30 kW	3 kHz	60 Hz	130B2398	130B2387	75 A
37 kW	37 kW	3 kHz	60 Hz	130B2398	130B2387	75 A
45 kW	55 kW	3 kHz	60 Hz	130B2399	130B2388	110 A
55 kW	75 kW	3 kHz	60 Hz	130B2399	130B2388	110 A
75 kW	90 kW	3 kHz	60 Hz	130B2400	130B2389	182 A
90 kW	110 kW	3 kHz	60 Hz	130B2400	130B2389	182 A
110 kW	132 kW	3 kHz	60 Hz	130B2401	130B2390	280 A
132 kW	160 kW	3 kHz	60 Hz	130B2401	130B2390	280 A
160 kW	200 kW	3 kHz	60 Hz	130B2402	130B2391	400 A
200 kW	250 kW	3 kHz	60 Hz	130B2402	130B2391	400 A
250 kW	315 kW	3 kHz	60 Hz	130B2277	130B2275	500 A
315 kW	355 kW	2 kHz	60 Hz	130B2278	130B2276	750 A
355 kW	400 kW	2 kHz	60 Hz	130B2278	130B2276	750 A
400 kW	450 kW	2 kHz	60 Hz	130B2278	130B2276	750 A
450 kW	500 kW	2 kHz	60 Hz	130B2405	130B2393	910 A
500 kW	560 kW	2 kHz	60 Hz	130B2405	130B2393	910 A
560 kW	630 kW	2 kHz	60 Hz	130B2407	130B2394	1500 A
630 kW	710 kW	2 kHz	60 Hz	130B2407	130B2394	1500 A
710 kW	800 kW	2 kHz	60 Hz	130B2407	130B2394	1500 A
800 kW	1000 kW	2 kHz	60 Hz	130B2407	130B2394	1500 A
1000 kW	1100 kW	2 kHz	60 Hz	130B2410	130B2395	2300 A

## 4.2.6. Numeri d'ordine: Filtri du/dt, 525-600 VCA

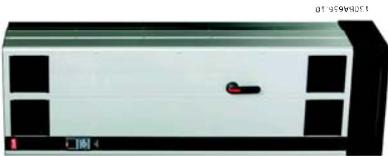
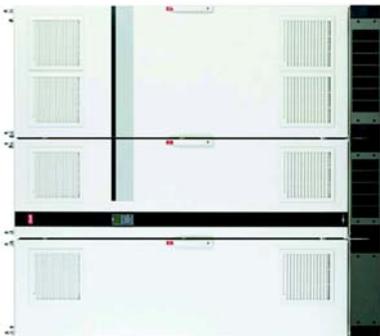
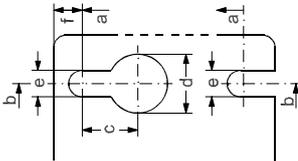
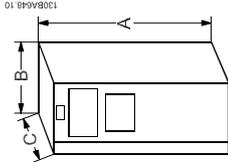
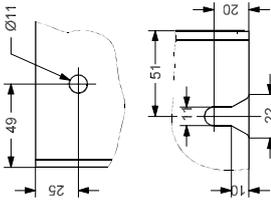
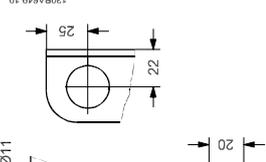
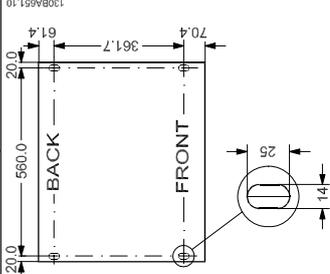
### Alimentazione di rete da 3x525 a 3x600

V

Taglia del convertitore di frequenza		Frequenza minima di commutazione	Frequenza di uscita massima	N. componenti IP20	N. componenti IP00	Corrente filtro nominale a 50 Hz
525-600V	600V					
	11 kW	4 kHz	60 Hz	130B2423	130B2414	28 A
11 kW	15 kW	4 kHz	60 Hz	130B2423	130B2414	28 A
15 kW	18,5 kW	4 kHz	60 Hz	130B2423	130B2414	28 A
18,5 kW	22 kW	4 kHz	60 Hz	130B2423	130B2414	28 A
22 kW	30 kW	4 kHz	60 Hz	130B2424	130B2415	45 A
30 kW	37 kW	4 kHz	60 Hz	130B2424	130B2415	45 A
37 kW	45 kW	3 kHz	60 Hz	130B2425	130B2416	75 A
45 kW	55 kW	3 kHz	60 Hz	130B2425	130B2416	75 A
55 kW	75 kW	3 kHz	60 Hz	130B2426	130B2417	115 A
75 kW	90 kW	3 kHz	60 Hz	130B2426	130B2417	115 A
90 kW	110 kW	3 kHz	60 Hz	130B2427	130B2418	165 A
110 kW	132 kW	3 kHz	60 Hz	130B2427	130B2418	165 A
150 kW	160 kW	3 kHz	60 Hz	130B2428	130B2419	260 A
180 kW	200 kW	3 kHz	60 Hz	130B2428	130B2419	260 A
220 kW	250 kW	3 kHz	60 Hz	130B2429	130B2420	310 A
260 kW	315 kW	3 kHz	60 Hz	130B2278	130B2235	430 A
300 kW	400 kW	3 kHz	60 Hz	130B2278	130B2235	430 A
375 kW	500 kW	2 kHz	60 Hz	130B2239	130B2236	530 A
450 kW	560 kW	2 kHz	60 Hz	130B2274	130B2280	630 A
480 kW	630 kW	2 kHz	60 Hz	130B2274	130B2280	630 A
560 kW	710 kW	2 kHz	60 Hz	130B2430	130B2421	765 A
670 kW	800 kW	2 kHz	60 Hz	130B2431	130B2422	1350 A
	900 kW	2 kHz	60 Hz	130B2431	130B2422	1350 A
820 kW	1000 kW	2 kHz	60 Hz	130B2431	130B2422	1350 A
970 kW	1200 kW	2 kHz	60 Hz	130B2431	130B2422	1350 A

# 5. Installazione

## 5.1. Installazione meccanica

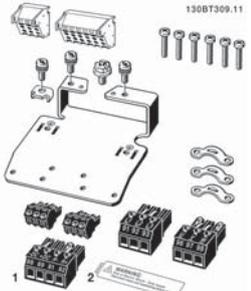
<p><b>A2/A3</b></p> 	<p><b>A5*/B1/C1/B2/C2</b></p> 	<p><b>D1/D2</b></p> 	<p><b>D3/D4</b></p> 	<p><b>E1</b></p> 	<p><b>E2</b></p> 	<p><b>F1/F2</b></p> 
<p>IP20/21</p> 	<p>IP21/54/55/66</p> 	<p>IP21/54/55/66</p> 	<p>IP00</p> 	<p>IP21/54/55/66</p>	<p>IP00</p> 	<p>IP21/54/55/66</p>
<p>Tutte le misure in mm. * A5 solo IP54/55/66!</p>						
<p>Sinistra in alto: Foro montaggio superiore.</p>				<p>Inferiore: Foro montaggio inferiore.</p>		<p>Montaggio baseplate.</p>
<p>(Contattare Danfoss)</p>						

Dimensioni del telaio	Dimensioni meccaniche												
	A2	A3	A5	B1	B2	C1	C2	D1	D2	D3	D4	E1	E2
200-240 V	20	20	1,1-3,7 kW	5,5-11 kW	15 kW	18,5-22 kW	30-45 kW	110-132 kW	160-250 kW	110-132 kW	160-250 kW	315-450 kW	315-450 kW
380-480 V	21	20	3,0-3,7 kW	1,1-7,5 kW	22-30 kW	37-55 kW	75-90 kW	110-132 kW	160-315 kW	110-132 kW	160-315 kW	355-560 kW	355-560 kW
525-600 V	21	20	5,5-7,5 kW	1,1-7,5 kW	22-30 kW	37-55 kW	75-90 kW	110-132 kW	160-315 kW	110-132 kW	160-315 kW	355-560 kW	355-560 kW
IP	20	21	55/66	21/55/66	21/55/66	21/55/66	21/55/66	21/54	21/54	00	00	21/54	00
NEMA	Telaio	Telaio	Tipo 1	Tipo 12	Tipo 1/12	Tipo 1/12	Tipo 1/12	Tipo 1/12	Tipo 1/12	Tipo 1	Tipo 1	Tipo 1/12	Tipo 1
<b>Altezza (mm)</b>													
Piastra posteriore	A	268	268	375	375	375	375	268	375	375	375	375	375
Piastra di disaccoppiamento	A	373,79	373,79	-	-	-	-	373,79	-	-	-	-	-
Distanza tra i fori di montaggio	a	257	257	350	350	350	350	257	350	350	350	350	350
<b>Larghezza (mm)</b>													
Piastra posteriore	B	90	130	130	242	242	242	130	242	242	242	242	242
Piastra posteriore con opzione C	B	130	170	170	242	242	242	170	242	242	242	242	242
Piastra posteriore con due opzioni C	B	150	190	190	242	242	242	190	242	242	242	242	242
Distanza tra i fori di montaggio	b	70	110	110	215	210	210	110	210	210	210	210	210
<b>Profondità (mm)</b>													
Senza opzione A/B	C	205	205	205	195	260	260	205	260	260	260	260	260
Con opzione A/B	C	220	220	220	195	260	260	220	260	260	260	260	260
Senza opzione A/B	D*	-	-	207	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Con opzione A/B	D*	-	-	222	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Fori per viti (mm)</b>													
	c	8,0	8,0	8,0	8,2	12	12	8,0	12	12	12	12	12
Diametro ø	d	11	11	11	12	19	19	11	19	19	19	19	19
Diametro ø	e	5,5	5,5	5,5	6,5	9	9	5,5	9	9	9	9	9
	f	9	9	9	9	17,6	18	9	17,6	18	18	18	18
<b>Peso massimo (kg)</b>													
		4,9	5,3	6,6	7,0	13,5	23	104	151	91	138	313	277
				14,2									

\* La parte frontale del convertitore di frequenza è leggermente convessa. C è la distanza più breve dalla parte posteriore a quella anteriore (vale a dire misurata da un angolo all'altro) del convertitore di frequenza. D è la distanza più lunga dalla parte posteriore a quella anteriore (vale a dire misurato al centro) del convertitore di frequenza.

### 5.1.1. Busta per accessori

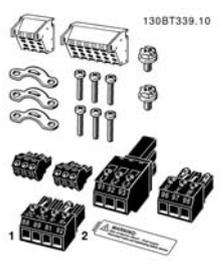
Reperire i seguenti componenti inclusi nella borsa accessori dell'FC 100/ 300.



130BT309.11

1 2

**Dimensioni del telaio A1, A2 e A3**  
IP 20 / telaio



130BT339.10

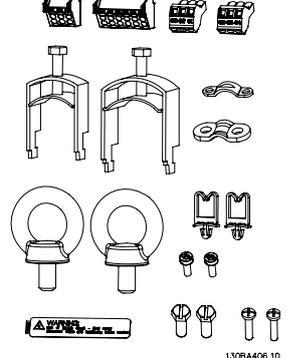
1 2

**Dimensioni del telaio A5**  
IP55 / Tipo 12



130BT330

**Dimensioni del telaio B1 e B2**  
IP21/IP55/Typo 1/Typo 12



130BA406.10

**Dimensioni del telaio C1 e C2**  
IP55/66/Typo 1/Typo 12

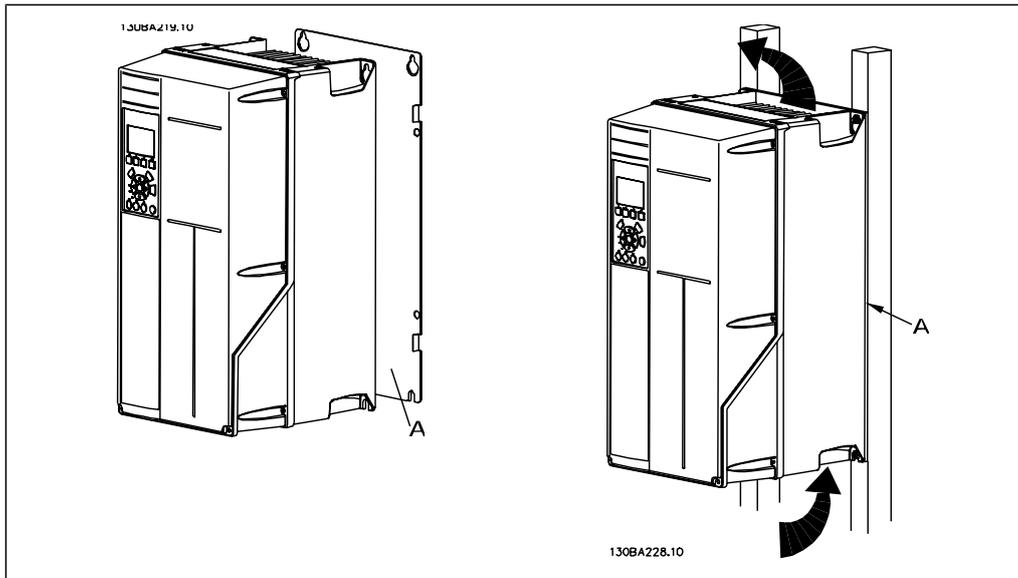
1 + 2 solo disponibili nelle unità dotate di chopper di frenatura. Esiste un solo connettore relè per l'FC 101/301. Per il collegamento del bus CC (condivisione del carico) è possibile ordinare il connettore 1 a parte (numero codice 130B1064).  
Un connettore a 8 poli è incluso nella busta accessori per l'FC 101/301 senza arresto di sicurezza.

### 5.1.2. Montaggio meccanico

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

Il convertitore di frequenza consente l'installazione fianco a fianco. Per garantire il necessario raffreddamento, è opportuno lasciare uno spazio minimo di 100 mm per il passaggio dell'aria sopra e sotto il convertitore di frequenza.

La parete posteriore deve sempre essere solida.



### 5.1.3. Requisiti di sicurezza dell'installazione meccanica



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

Il convertitore di frequenza viene raffreddato mediante ventilazione.

Per proteggere l'apparecchio dal surriscaldamento, verificare che la temperatura ambiente *non superi la temperatura massima indicata per il convertitore di frequenza* e che *non sia superata la temperatura media nelle 24 ore*. Individuare la temperatura massima e la temperatura media nelle 24 ore nel paragrafo *Declassamento in base alla temperatura ambiente*.

Se la temperatura ambiente è compresa tra 45 °C - 55° C, sarà necessario il declassamento del convertitore di frequenza. Vedere a tale scopo *Declassamento in base alla temperatura ambiente*.

La durata del convertitore di frequenza risulterà ridotta qualora non venga preso in considerazione un declassamento in base alla temperatura ambiente.

### 5.1.4. Montaggio in sito

Per il montaggio in sito sono raccomandati i kit con livello di protezione IP 21/coperchio IP 4X/ TIPO 1 per unità con livello di protezione IP 54/55 (pianificate) .

## 5.2. Installazione elettrica

### 5.2.1. Caratteristiche dei cavi



**NOTA!**

Per le connessioni di rete e motore per la serie High Power VLT fare riferimento al Manuale di Funzionamento High Power, MG.11.F1.02.



**NOTA!**

Caratteristiche dei cavi  
Rispettare sempre le normative nazionali e locali relative alle sezioni dei cavi.

5

#### Dettagli sulla coppia di serraggio dei morsetti.

Cus- todia	Potenza (kW)			Coppia (Nm)					
	200-24 0 V	380-48 0 V	525-60 0 V	Linea	Motore	Colle- gamen- to in CC	Freno	Terra	Relè
A2	1,1 - 3,0	1,1 - 4,0	1,1 - 4,0	1,8	1,8	1,8	1,8	3	0,6
A3	3,7	5,5 - 7,5	5,5 - 7,5	1,8	1,8	1,8	1,8	3	0,6
A5	1,1 - 3,7	1,1 - 7,5	1,1 - 7,5	1,8	1,8	1,8	1,8	3	0,6
B1	5,5 - 11	11 - 18,5	-	1,8	1,8	1,5	1,5	3	0,6
B2	-	22	-	2,5	2,5	3,7	3,7	3	0,6
	15	30	-	4,5	4,5	3,7	3,7	3	0,6
C1	18,5 - 30	37 - 55	-	10	10	10	10	3	0,6
C2	37	75	-	14	14	14	14	3	0,6
	45	90	-	24	24	14	14	3	0,6
D1/D3	-	110	110	19	19	9,6	9,6	19	0,6
	-	132	132	19	19	9,6	9,6		
D2/D4	-	160-250	160-315	19	19	9,6	9,6	19	0,6
E1/E2	-	315-450	355-560	19	19	19	9,6	19	0,6

Tabella 5.1: Serraggio dei morsetti

### 5.2.2. Apertura dei fori passacavi per eventuali cavi aggiuntivi

1. Rimuovere l'area per l'ingresso del cavo dal convertitore di frequenza (evitando che residui entrino nel convertitore durante l'apertura dei fori passacavi)
2. È necessario sostenere il cavo nell'area in cui si intende rimuovere il passacavo.
3. Ora è possibile aprire il foro passacavi con un mandrino e un martello.
4. Rimuovere le bave dal foro.
5. Collegare l'ingresso del cavo al convertitore di frequenza.

### 5.2.3. Collegamento alla rete e messa a terra



**NOTA!**

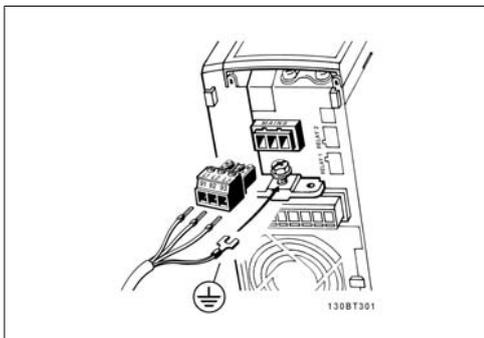
I morsetti d'alimentazione possono essere rimossi.

1. Accertarsi che il convertitore di frequenza sia adeguatamente messo a terra. Collegare alla presa di terra (morsetto 95). Utilizzare le viti contenute nella borsa per accessori.
2. Posizionare i morsetti 91, 92, 93 contenuti nella borsa per accessori sui terminali contrassegnati MAINS (rete) nella parte inferiore del convertitore di frequenza.
3. Collegare i cavi di alimentazione al connettore di rete.

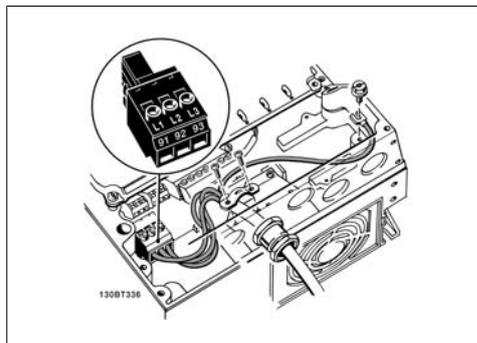


Il collegamento verso terra deve prevedere un cavo con una sezione di almeno 10 mm<sup>2</sup> oppure 2 conduttori di terra a terminazioni separate secondo EN 50178.

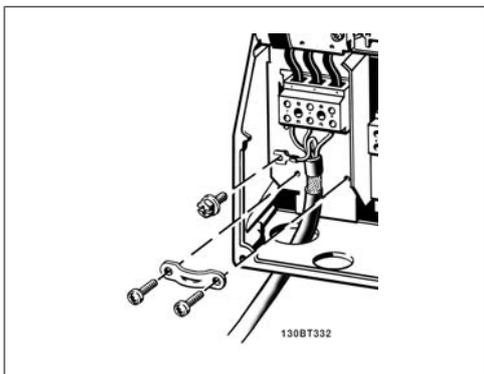
Il collegamento di rete è collegato all'interruttore di rete, se in dotazione.



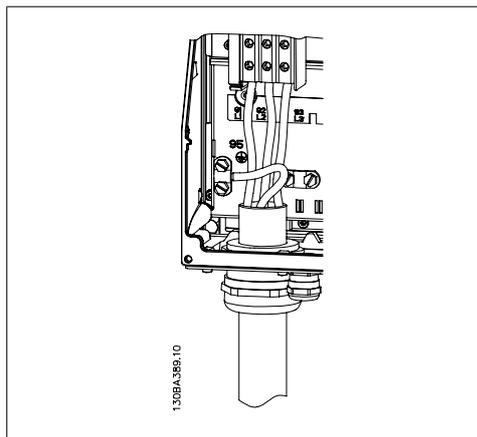
Disegno 5.1: Procedura di collegamento alla rete e messa a terra (custodie A2 e A3).



Disegno 5.2: Procedura di collegamento alla rete e messa a terra (custodia A5).



Disegno 5.3: Procedura di collegamento alla rete e messa a terra (custodie B1 e B2).



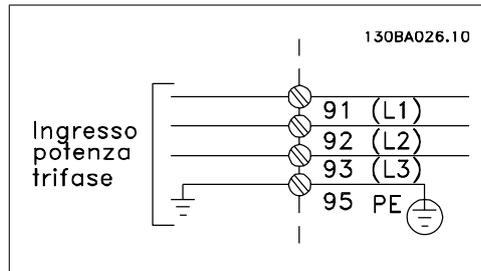
Disegno 5.4: Procedura di collegamento alla rete e messa a terra (custodie C1 e C2).

**NOTA!**

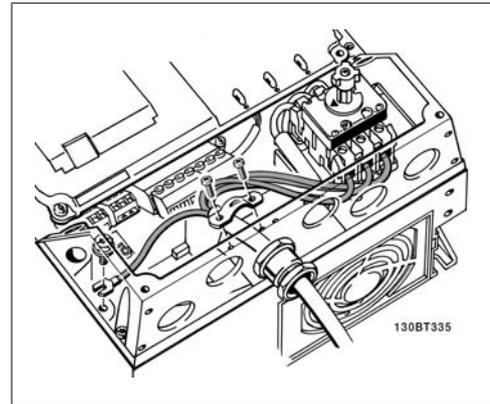
Verificare che la tensione di rete corrisponda a quella indicata sulla targhetta del convertitore di frequenza.

**Rete IT**

I convertitori di frequenza da 400 V dotati di filtri RFI non possono essere collegati ad alimentatori di rete in cui la tensione fra fase e terra sia superiore a 440 V. Per la rete IT e il collegamento a triangolo (con neutro), la tensione di rete può superare 440 V fra fase e terra.



Disegno 5.5: Morsetti per la rete e la messa a terra.



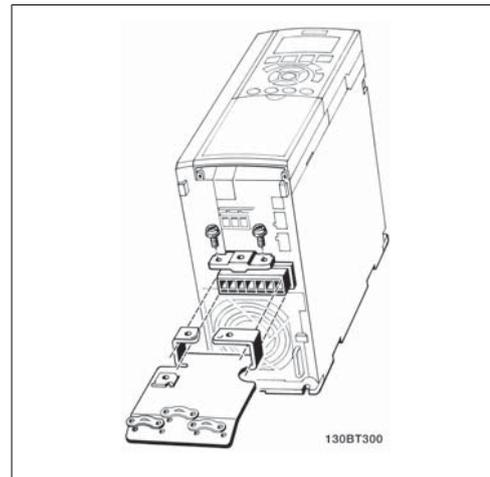
Disegno 5.6: Procedura di collegamento alla rete e messa a terra con sezionatore (custodia A5).

## 5.2.4. Collegamento del motore

**NOTA!**

Il cavo motore deve essere schermato/armato. Se si utilizzano cavi non schermati/non armati, alcuni requisiti EMC non vengono soddisfatti. Per maggiori informazioni, vedere le *Specifiche EMC*.

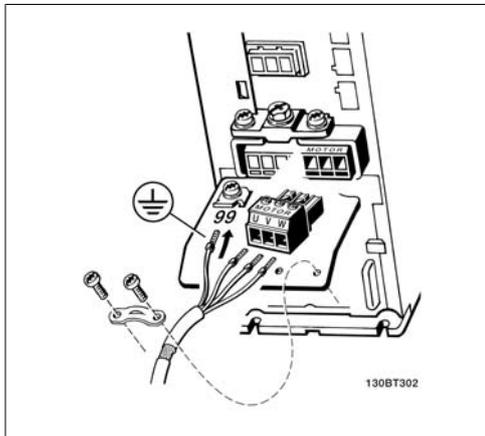
1. Fissare la piastra di disaccoppiamento nella parte inferiore del convertitore di frequenza con viti e rondelle contenute nella borsa per accessori.



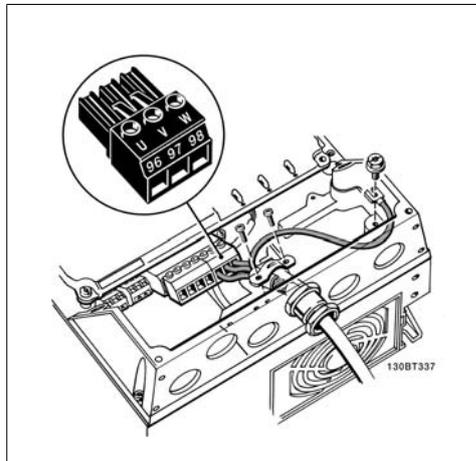
Disegno 5.7: Montaggio della piastra di disaccoppiamento

2. Collegare il cavo motore ai morsetti 96 (U), 97 (V), 98 (W).

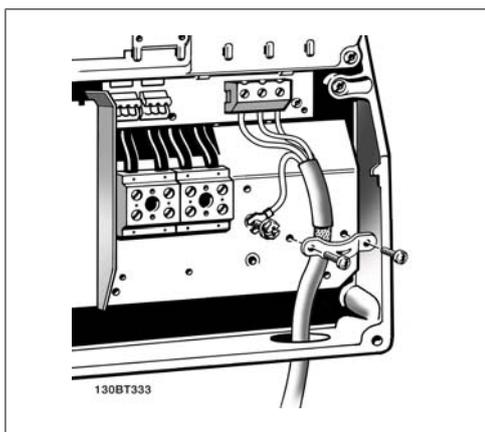
3. Connettere il collegamento di terra (morsetto 99) sulla piastra di disaccoppiamento con le viti contenute nella borsa per accessori.
4. Inserire i morsetti 96 (U), 97 (V), 98 (W) ed il cavo motore ai morsetti contrassegnati con MOTORE.
5. Collegare il cavo schermato alla piastra di disaccoppiamento con le viti e le rondelle contenute nella borsa per accessori.



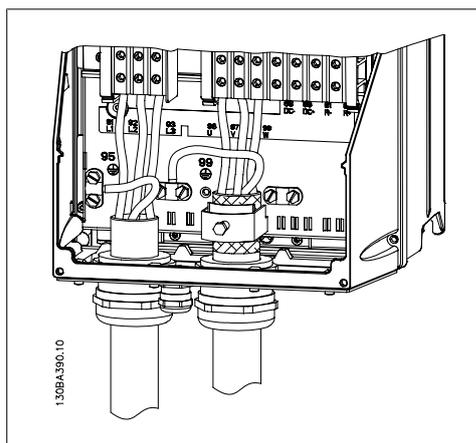
Disegno 5.8: Collegamento del motore per custodia A2 e A3



Disegno 5.9: Collegamento del motore per custodia A5

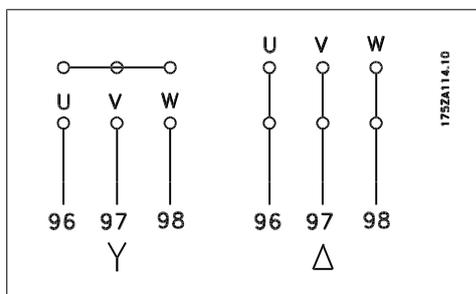


Disegno 5.10: Collegamento del motore per custodia B1 e B2



Disegno 5.11: Collegamento del motore per custodia C1 e C2

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, D/Y) vengono collegati a stella. I motori di dimensioni maggiori vengono collegati a triangolo (400/600 V, D/Y). Per la modalità di collegamento e la tensione opportuna, fare riferimento alla targhetta del motore.



**NOTA!**

Nei motori senza lamina di isolamento 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.

No.	96	97	98	Tensione motore 0-100% della tensione di rete.
	U	V	W	3 cavi dal motore
	U1	V1	W1	6 conduttori elettrici dal motore, collegati a triangolo
	W2	U2	V2	
	U1	V1	W1	6 conduttori elettrici dal motore, collegati a stella U2, V2, W2 da collegare separatamente (morsettiera facoltativa)
No.	99			Collegamento a terra
	PE			

5

### 5.2.5. Cavi motore

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

- Utilizzare un cavo motore schermato/armato per garantire la conformità alle specifiche EMC relative all'emissione.
- Il cavo motore deve essere mantenuto il più corto possibile per ridurre al minimo il livello delle interferenze e le correnti di dispersione.
- La schermatura del cavo motore deve essere collegata alla piastra di disaccoppiamento del convertitore di frequenza e al contenitore metallico del motore.
- I collegamenti di schermatura devono essere realizzati impiegando la superficie più ampia possibile (pressacavi). Ciò è assicurato utilizzando i dispositivi di montaggio forniti nel convertitore di frequenza.
- Evitare il montaggio con estremità delle schermature attorcigliate (spiraline), che comprometteranno gli effetti di schermatura alle alte frequenze.
- Se è necessario interrompere la schermatura per installare un isolatore motore o un relè motore, essa dovrà proseguire con un'impedenza alle alte frequenze minima.

### 5.2.6. Installazione elettrica di cavi motore

#### Schermatura dei cavi

Evitare un'installazione con estremità della schermatura attorcigliate (capicorda) che compromettono l'effetto di schermatura alle alte frequenze.

Se è necessario interrompere la schermatura per installare una protezione del motore o relè motore, essa 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 con lei la corrente di fuga - e si deve ridurre in proporzione la lunghezza del cavo.

#### Frequenza di commutazione

Quando i convertitori di frequenza vengono utilizzati con filtri sinusoidali per ridurre la rumorosità acustica di un motore, la frequenza di commutazione deve essere impostata in base alle istruzioni per il filtro sinusoidale nel *Par. 14-01*.

**Conduttori di alluminio**

Non è consigliato l'uso di conduttori di alluminio. I morsetti possono accogliere anche conduttori di alluminio, ma la superficie del conduttore deve essere pulita e l'ossidazione deve essere rimossa e sigillata con grasso di vaselina neutro esente da acidi prima di collegare il conduttore.

Inoltre la vite di terminazione deve essere stretta nuovamente dopo due giorni per via della durezza dell'alluminio. È decisivo mantenere la connessione strettissima, altrimenti la superficie dell'alluminio si ossiderà nuovamente.

**5.2.7. Fusibili****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, un dispositivo di commutazione, nelle macchine ecc., devono essere protetti dai cortocircuiti e dalle sovracorrenti conformemente alle norme nazionali e locali.

**Protezione contro i cortocircuiti**

Il convertitore di frequenza deve essere protetto contro i cortocircuiti per evitare il pericolo di folgorazione o di incendio. Danfoss raccomanda di utilizzare i fusibili menzionati nelle tabelle 4.3 e 4.4 per proteggere il personale di servizio o altri apparecchi in caso di un guasto interno nell'unità. Il convertitore di frequenza garantisce una completa protezione contro i corto circuiti nel caso di un corto circuito all'uscita del motore.

**Protezione da sovracorrente**

Assicurare una protezione da sovraccarico per evitare il rischio d'incendio dovuto al surriscaldamento dei cavi nell'impianto. La protezione da sovracorrente deve essere eseguita sempre nel rispetto delle norme nazionali. Il convertitore di frequenza è dotato di una protezione interna contro la sovracorrente che può essere utilizzata per la protezione da sovraccarico a monte (escluse le applicazioni UL). Vedi la *Guida alla Programmazione VLT® HVAC Drive, par. 4-18*. I fusibili devono essere dimensionati per la protezione in un circuito in grado di fornire un massimo di 100.000 A<sub>rms</sub> (simmetrici), e un massimo di 500 V.

**Nessuna conformità UL**

Se non si devono soddisfare le norme UL/cUL, Danfoss consiglia di utilizzare i fusibili menzionati nella tabella 4.2, i quali garantiranno la conformità alla norma EN50178:

Nel caso di un malfunzionamento, la mancata osservanza delle raccomandazioni potrebbe provocare danni evitabili al convertitore di frequenza.

Frequenza convertitore	Misura max. del fusibile	Tensione	Tipo
<b>200-240 V</b>			
K25-K75	10A <sup>1</sup>	200-240 V	tipo gG
1K1-1K5	16A <sup>1</sup>	200-240 V	tipo gG
2K2	25A <sup>1</sup>	200-240 V	tipo gG
3K0	25A <sup>1</sup>	200-240 V	tipo gG
3K7	35A <sup>1</sup>	200-240 V	tipo gG
5K5	50A <sup>1</sup>	200-240 V	tipo gG
7K5	63A <sup>1</sup>	200-240 V	tipo gG
11K	63A <sup>1</sup>	200-240 V	tipo gG
15K	80A <sup>1</sup>	200-240 V	tipo gG
18K5	125A <sup>1</sup>	200-240 V	tipo gG
22K	125A <sup>1</sup>	200-240 V	tipo gG
30K	160A <sup>1</sup>	200-240 V	tipo gG
37K	200A <sup>1</sup>	200-240 V	tipo aR
45K	250A <sup>1</sup>	200-240 V	tipo aR
<b>380-480 V</b>			
K37-1K5	10A <sup>1</sup>	380-500 V	tipo gG
2K2-3K0	16A <sup>1</sup>	380-500 V	tipo gG
4K0-5K5	25A <sup>1</sup>	380-500 V	tipo gG
7K5	35A <sup>1</sup>	380-500 V	tipo gG
11K-15K	63A <sup>1</sup>	380-500 V	tipo gG
18K	63A <sup>1</sup>	380-500 V	tipo gG
22K	63A <sup>1</sup>	380-500 V	tipo gG
30K	80A <sup>1</sup>	380-500 V	tipo gG
37K	100A <sup>1</sup>	380-500 V	tipo gG
45K	125A <sup>1</sup>	380-500 V	tipo gG
55K	160A <sup>1</sup>	380-500 V	tipo gG
75K	250A <sup>1</sup>	380-500 V	tipo aR
90K	250A <sup>1</sup>	380-500 V	tipo aR

Tabella 5.2: **Nessun fusibile UL da 200 V a 480 V**

1) Mis. max. fusibile - vedere le disposizioni nazionali/internazionali per selezionare una misura di fusibile applicabile.

Danfoss PN	Bussmann	Ferraz	Siba
20220	170M4017	6.9URD31D08A0700	20 610 32.700
20221	170M6013	6.9URD33D08A0900	20 630 32.900

Tabella 5.3: **Fusibili aggiuntivi per applicazioni non UL, custodie E, 380-480 V**

Taglia/tipo	Bussmann PN*	Danfoss PN	Potenza nominale	Perdite (W)
P355	170M4017 170M5013	20220	700 A, 700 V	85
P400	170M4017 170M5013	20220	700 A, 700 V	85
P500	170M6013	20221	900 A, 700 V	120
P560	170M6013	20221	900 A, 700 V	120

Tabella 5.4: **Custodie E, 525-600 V**

\*I fusibili 170M Bussmann mostrati utilizzano l'indicatore visivo -/80. È possibile sostituirli con i fusibili con indicatore -TN/80 tipo T, -/110 o TN/110 tipo T di ugual dimensione e amperaggio per l'utilizzo esterno

Danfoss PN	Bussmann	Ferraz	Siba
20220	170M4017	6.9URD31D08A0700	20 610 32.700
20221	170M6013	6.9URD33D08A0900	20 630 32.900

Tabella 5.5: **Fusibili aggiuntivi per applicazioni non UL, custodie E, 525-600 V**

L'unità è adatta per essere usata su un circuito in grado di fornire non oltre 100.000 amp. RMS simmetrici, 500/600/690 V max. quando è protetta dai fusibili suddetti.

### Tabelle interruttori

Per soddisfare le norme UL possono essere utilizzati gli interruttori modulari (rating plug) prodotti dalla General Electric, n. di cat. SKHA36AT0800, 600 VCA max., con i seguenti poteri di interruzione.

Taglia/tipo	N. cat. rating plug	Amp
P110	SRPK800A300	300
P132	SRPK800A350	350
P160	SRPK800A400	400
P200	SRPK800A500	500
P250	SRPK800A600	600

Tabella 5.6: **Custodie D, 380-480 V**

### Nessuna conformità UL

Se non si devono soddisfare le norme UL/cUL, consigliamo di utilizzare i seguenti fusibili, i quali garantiranno la conformità alla norma EN50178:

Nel caso di un malfunzionamento, la mancata osservanza delle raccomandazioni potrebbe provocare danni evitabili al convertitore di frequenza.

P110 - P200	380 - 500 V	tipo gG
P250 - P450	380 - 500 V	tipo gR

Frequenza convertitore	Bussmann	Bussmann	Bussmann	SIBA	Littelfuse	Ferraz-Shawmut	Ferraz-Shawmut
<b>Conformità UL - 200-240 V</b>							
kW	Tipo RK1	Tipo J	Tipo T	Tipo RK1	Tipo RK1	Tipo CC	Tipo RK1
K25-K37	KTN-R05	JKS-05	JJN-05	5017906-005	KLN-R005	ATM-R05	A2K-05R
K55-1K1	KTN-R10	JKS-10	JJN-10	5017906-010	KLN-R10	ATM-R10	A2K-10R
1K5	KTN-R15	JKS-15	JJN-15	5017906-015	KLN-R15	ATM-R15	A2K-15R
2K2	KTN-R20	JKS-20	JJN-20	5012406-020	KLN-R20	ATM-R20	A2K-20R
3K0	KTN-R25	JKS-25	JJN-25	5012406-025	KLN-R25	ATM-R25	A2K-25R
3K7	KTN-R30	JKS-30	JJN-30	5012406-030	KLN-R30	ATM-R30	A2K-30R
5K5	KTN-R50	JKS-50	JJN-50	5012406-050	KLN-R50	-	A2K-50R
7K5	KTN-R50	JKS-60	JJN-60	5012406-050	KLN-R60	-	A2K-50R
11K	KTN-R60	JKS-60	JJN-60	5014006-063	KLN-R60	A2K-60R	A2K-60R
15K	KTN-R80	JKS-80	JJN-80	5014006-080	KLN-R80	A2K-80R	A2K-80R
18K5	KTN-R125	JKS-150	JJN-125	2028220-125	KLN-R125	A2K-125R	A2K-125R
22K	KTN-R125	JKS-150	JJN-125	2028220-125	KLN-R125	A2K-125R	A2K-125R
30K	FWX-150	-	-	2028220-150	L25S-150	A25X-150	A25X-150
37K	FWX-200	-	-	2028220-200	L25S-200	A25X-200	A25X-200
45K	FWX-250	-	-	2028220-250	L25S-250	A25X-250	A25X-250

Tabella 5.7: **Fusibili UL 200 - 240 V**

Fre- quenza converti- tore	Bussmann	Bussmann	Bussmann	SIBA	Littelfuse	Ferraz- Shawmut	Ferraz- Shawmut
<b>Conformità UL - 380-480 V, 525-600</b>							
kW	Tipo RK1	Tipo J	Tipo T	Tipo RK1	Tipo RK1	Tipo CC	Tipo RK1
K37-1K1	KTS-R6	JKS-6	JJS-6	5017906-006	KLS-R6	ATM-R6	A6K-6R
1K5-2K2	KTS-R10	JKS-10	JJS-10	5017906-010	KLS-R10	ATM-R10	A6K-10R
3K0	KTS-R15	JKS-15	JJS-15	5017906-016	KLS-R16	ATM-R16	A6K-16R
4K0	KTS-R20	JKS-20	JJS-20	5017906-020	KLS-R20	ATM-R20	A6K-20R
5K5	KTS-R25	JKS-25	JJS-25	5017906-025	KLS-R25	ATM-R25	A6K-25R
7K5	KTS-R30	JKS-30	JJS-30	5012406-032	KLS-R30	ATM-R30	A6K-30R
11K	KTS-R40	JKS-40	JJS-40	5014006-040	KLS-R40	-	A6K-40R
15K	KTS-R40	JKS-40	JJS-40	5014006-040	KLS-R40	-	A6K-40R
18K	KTS-R50	JKS-50	JJS-50	5014006-050	KLS-R50	-	A6K-50R
22K	KTS-R60	JKS-60	JJS-60	5014006-063	KLS-R60	-	A6K-60R
30K	KTS-R80	JKS-80	JJS-80	2028220-100	KLS-R80	-	A6K-80R
37K	KTS-R100	JKS-100	JJS-100	2028220-125	KLS-R100	-	A6K-100R
45K	KTS-R125	JKS-150	JJS-150	2028220-125	KLS-R125	-	A6K-125R
55K	KTS-R150	JKS-150	JJS-150	2028220-160	KLS-R150	-	A6K-150R
75K	FWH-220	-	-	2028220-200	L50S-225	-	A50-P225
90K	FWH-250	-	-	2028220-250	L50S-250	-	A50-P250

Tabella 5.8: **Fusibili UL 380 - 600 V**

I fusibili KTS della Bussmann possono sostituire i fusibili KTN nei convertitori di frequenza a 240 V.

I fusibili FWH della Bussmann possono sostituire i fusibili FWX nei convertitori di frequenza a 240 V.

I fusibili KLSR della LITTELFUSE possono sostituire i fusibili KLNR nei convertitori di frequenza a 240 V.

I fusibili L50S della LITTELFUSE possono sostituire i fusibili L50S nei convertitori di frequenza a 240 V.

I fusibili A6KR della FERRAZ SHAWMUT possono sostituire i fusibili A2KR nei convertitori di frequenza a 240 V.

I fusibili A50X della FERRAZ SHAWMUT possono sostituire i fusibili A25X nei convertitori di frequenza a 240 V.

<b>Tablelle Fusibili High Power</b>								
Ta- glia/ tipo	Bus- smann E1958 JFHR2* *	Bus- smann E4273 T/ JDDZ**	SIBA E180276 RKI/JDDZ	Littelfuse E71611 JFHR2**	Ferraz- Shawmut E60314 JFHR2**	Bus- smann E4274 H/ JDDZ**	Bussmann E125085 JFHR2*	Opzione interna Bussmann
P110	FWH- 300	JJS- 300	2028220- 315	L50S-300	A50-P300	NOS- 300	170M3017	170M3018
P132	FWH- 350	JJS- 350	2028220- 315	L50S-350	A50-P350	NOS- 350	170M3018	170M4016
P160	FWH- 400	JJS- 400	206xx32- 400	L50S-400	A50-P400	NOS- 400	170M4012	170M4016
P200	FWH- 500	JJS- 500	206xx32- 500	L50S-500	A50-P500	NOS- 500	170M4014	170M4016
P250	FWH- 600	JJS- 600	206xx32- 600	L50S-600	A50-P600	NOS- 600	170M4016	170M4016

Tabella 5.9: **Custodie D, 380-480 V**

\*I fusibili 170M Bussmann mostrati utilizzano l'indicatore visivo -/80. È possibile sostituirli con i fusibili con indicatore -TN/80 tipo T, -/110 o TN/110 tipo T di ugual dimensione e amperaggio per l'utilizzo esterno

\*\*È possibile utilizzare fusibili UL da minimo 480 V con il valore nominale di corrente adatto per soddisfare i requisiti UL.

Taglia/tipo	Bussmann E125085 JFHR2	Amp	SIBA E180276 JFHR2	Ferraz-Shawmut E76491 JFHR2
P110	170M3017	315	2061032.315	6.6URD30D08A0315
P132	170M3018	350	2061032.350	6.6URD30D08A0350
P160	170M4011	350	2061032.350	6.6URD30D08A0350
P200	170M4012	400	2061032.400	6.6URD30D08A0400
P250	170M4014	500	2061032.500	6.6URD30D08A0500
P315	170M5011	550	2062032.550	6.6URD32D08A0550

Tabella 5.10: **Custodie D, 525-600 V**

Taglia/tipo	Bussmann PN*	Danfoss PN	Potenza nominale	Perdite (W)
P315	170M5013	20221	900 A, 700 V	120
P355	170M6013	20221	900 A, 700 V	120
P400	170M6013	20221	900 A, 700 V	120
P450	170M6013	20221	900A, 700 V	120

Tabella 5.11: **Custodie E, 380-480 V**

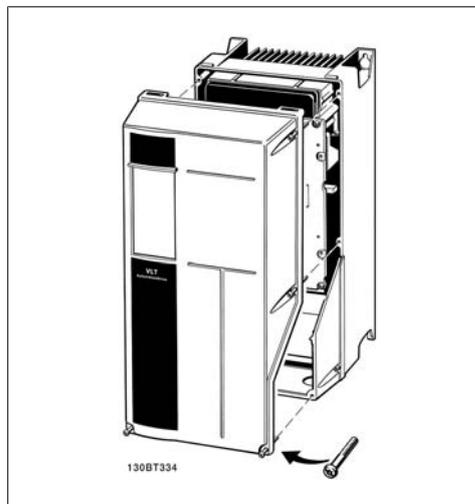
\*I fusibili 170M Bussmann mostrati utilizzano l'indicatore visivo -/80. È possibile sostituirli con i fusibili con indicatore -TN/80 tipo T, -/110 o TN/110 tipo T di ugual dimensione e amperaggio per l'utilizzo esterno

## 5.2.8. Accesso ai morsetti di controllo

Tutti i morsetti dei cavi di comando sono situati sotto il coprimorsetti nella parte anteriore del convertitore di frequenza. Rimuovere il coprimorsetto con un cacciavite (vedere il disegno).



Disegno 5.12: Custodie A1, A2 e A3

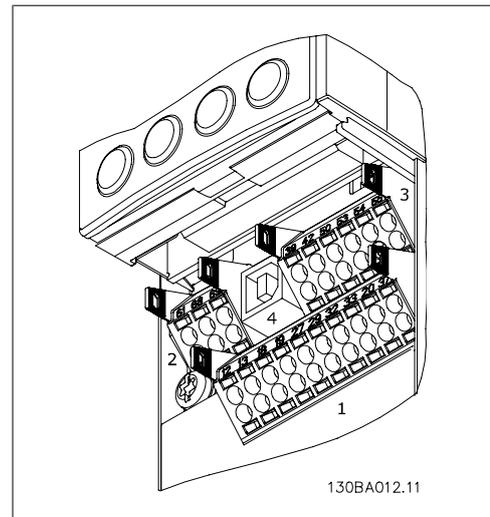


Disegno 5.13: Custodie A5, B1, B2, C1 e C2

### 5.2.9. Morsetti di controllo

Numeri riferimento disegno:

1. Spina a 10 poli I/O digitale.
2. Spina a 3 poli bus RS485.
3. I/O analogico a 6 poli.
4. Collegamento USB.



Disegno 5.14: Morsetti di controllo (tutte le custodie)

### 5.2.10. Installazione elettrica, , morsetti del cavo di controllo

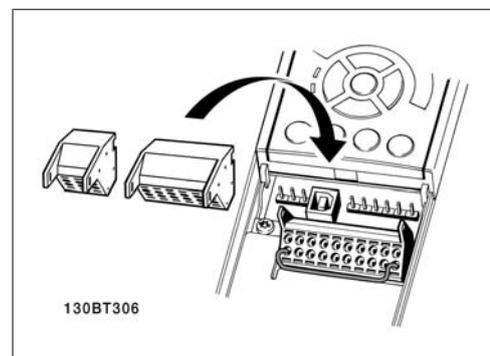
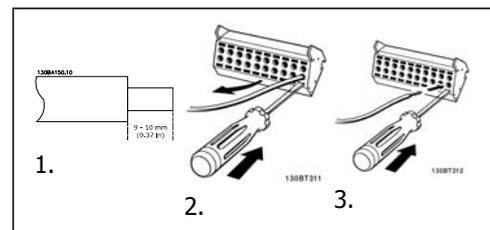
Per fissare il cavo al morsetto:

1. Spelare 9-10 mm di rivestimento isolante
2. Inserire un cacciavite<sup>1)</sup> nel foro quadrato.
3. Inserire il cavo nel foro circolare adiacente.
4. Rimuovere il cacciavite. Il cavo è ora installato sul morsetto.

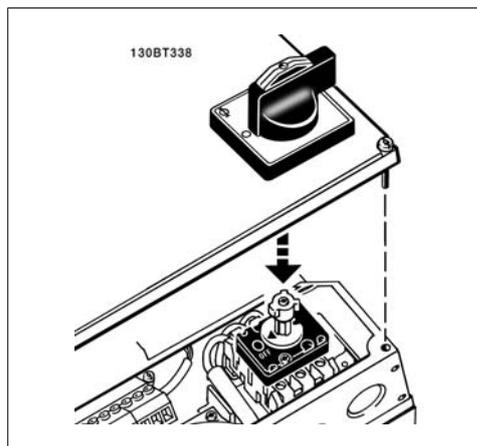
Per rimuovere il cavo dal morsetto:

1. Inserire un cacciavite<sup>1)</sup> nel foro quadrato.
2. Estrarre il cavo.

<sup>1)</sup> Max. 0,4 x 2,5 mm



Installazione della custodia IP55 / NEMA TIPO 12 con sezionatore rete



5

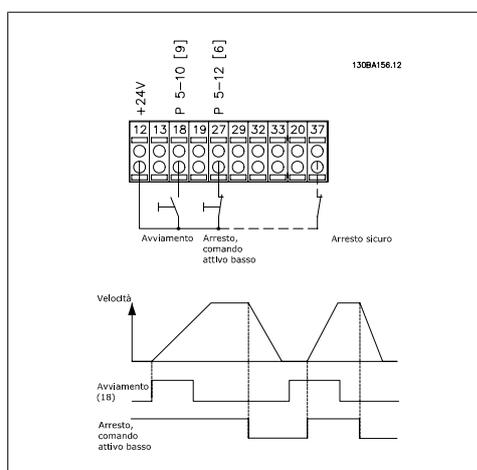
### 5.2.11. Esempio di cablaggio base

1. Montare i morsetti contenuti nella borsa per accessori sulla parte anteriore del convertitore di frequenza.
2. Collegare i morsetti 18 e 27 a +24 V (morsetto 12/13)

Impostazioni di default:

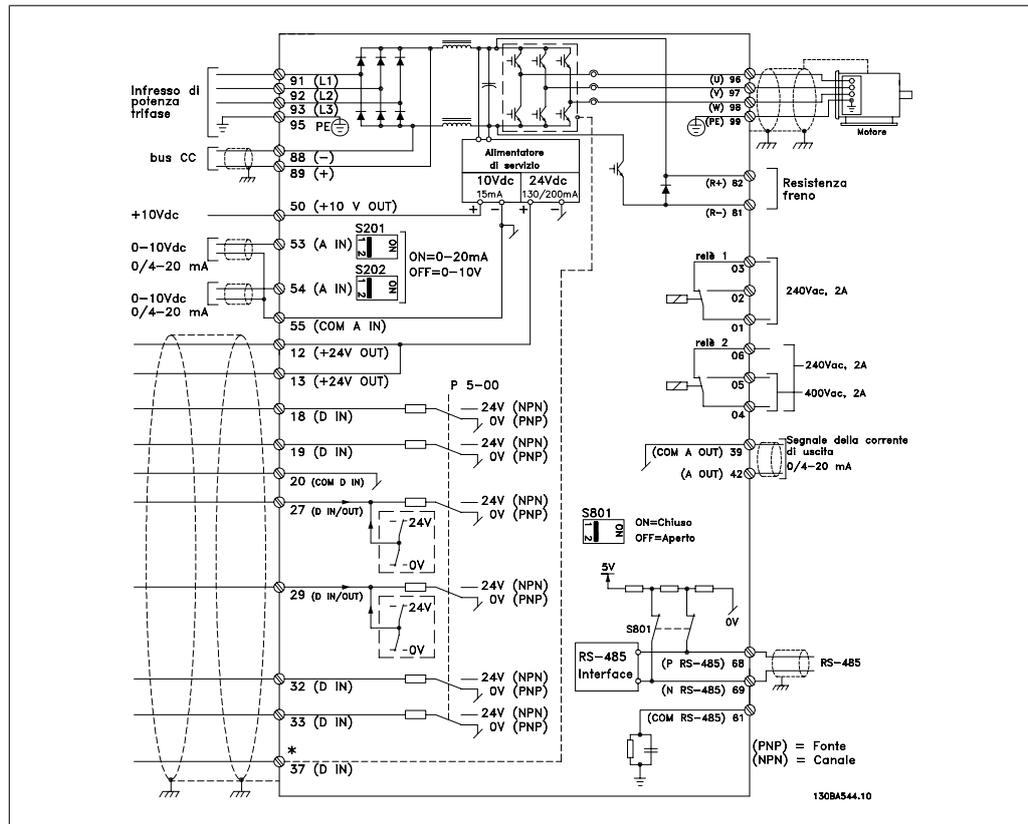
18 = avviamento su impulso

27 = arresto, comando attivo basso



Disegno 5.15: Morsetto 37 solo disponibile con funzione di arresto di sicurezza!

### 5.2.12. Installazione elettrica, cavi di controllo



Disegno 5.16: Il diagramma mostra tutti i morsetti elettrici. (Il morsetto 37 è solo presente per unità con funzione di arresto di sicurezza).

Con cavi di comando molto lunghi e segnali analogici, si possono verificare, raramente e a seconda dell'installazione, anelli di terra a 50/60 Hz causati dai disturbi trasmessi dai cavi di rete.

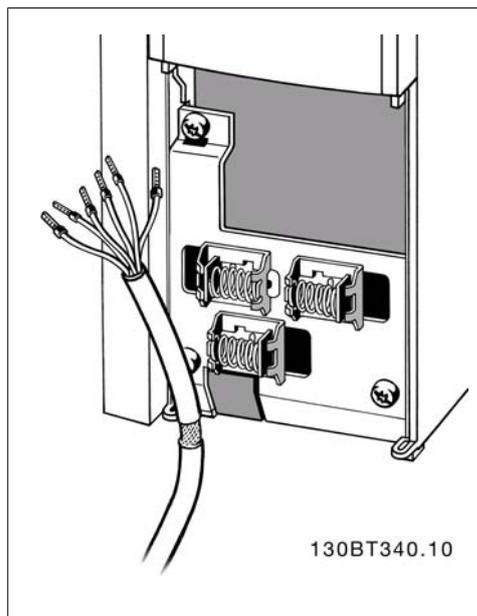
In tali circostanze può essere necessario interrompere la schermatura o inserire un condensatore da 100 nF fra la schermatura ed il telaio.

Gli ingressi e le uscite digitali e analogiche vanno collegate separatamente agli ingressi comuni del VLT HVAC Drive (morsetto 20, 55, 39) per 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.

**NOTA!**  
I cavi di controllo devono essere schermati/armati.

1. Utilizzare un morsetto contenuto nella borsa per accessori per collegare la schermatura alla piastra di disaccoppiamento del convertitore di frequenza per i cavi di controllo.

Vedere la sezione intitolata *Messa a terra di cavi di controllo schermati/armati* per la corretta terminazione dei cavi di controllo.



5

### 5.2.13. Interruttori S201, S202 e S801

Gli interruttori S201(A53) e S202 (A54) vengono utilizzati per selezionare una configurazione di corrente (0-20 mA) o di tensione (da -10 a 10 V) dei morsetti d'ingresso analogici 53 e 54 rispettivamente.

L'interruttore S801 (BUS TER.) può essere utilizzato per consentire la terminazione sulla porta RS-485 (morsetti 68 e 69).

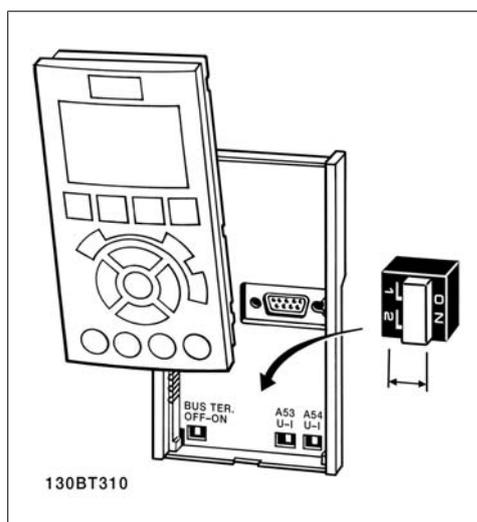
Vedere il disegno *Diagramma che mostra tutti i morsetti elettrici* nel paragrafo *Installazione elettrica*.

Impostazione di default:

S201 (A53) = OFF (ingresso di tensione)

S20 2 (A54) = OFF (ingresso di tensione)

S801 (terminazione bus) = OFF



## 5.3. Installazione finale e collaudo

### 5.3.1. Installazione finale e collaudo

Per collaudare l'installazione e accertarsi che il convertitore di frequenza è in funzione, seguire le fasi riportate di seguito.

#### Fase 1. Individuare la targhetta del motore.



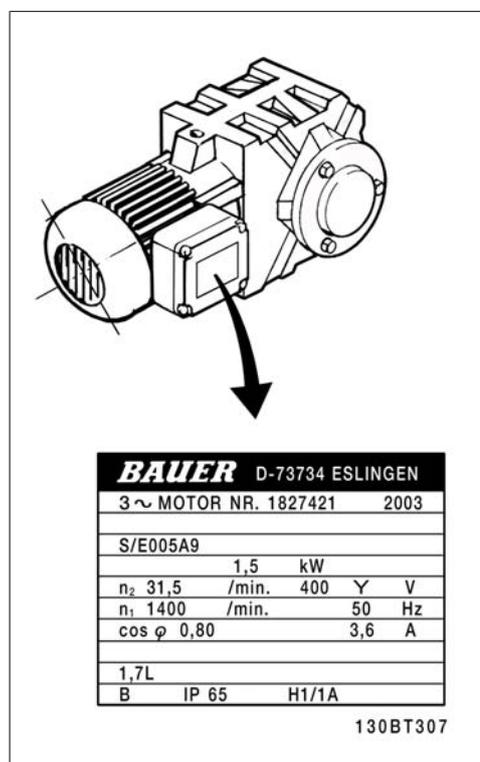
##### NOTA!

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

#### Fase 2. Inserire i dati della targhetta del motore in questa lista di parametri.

Per accedere a questa lista, premere il tasto [QUICK MENU] e quindi selezionare "Q2 Setup rapido".

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



#### Fase 3. Attivare l'Adattamento automatico motore (AMA)

L'esecuzione di un AMA assicurerà una prestazione ottimale del motore. L'AMA misura i valori del diagramma equivalente al modello del motore.

1. Collegare il morsetto 27 al morsetto 12 o impostare il par. 5-12 su 'Nessuna funz.' (par. 5-12 [0])
2. Attivare il par. AMA 1-29.
3. Scegliere tra AMA completo o ridotto. Se è montato un filtro LC, eseguire solo l'AMA ridotto oppure rimuovere il filtro LC durante la procedura AMA.
4. Premere il tasto [OK]. Sul display appare "Press [Hand on] to start".
5. Premere il tasto [Hand on]. Una barra di avanzamento indica se l'AMA è in esecuzione.

**Arrestare l'AMA durante il funzionamento**

1. Premere il tasto [OFF] - il convertitore di frequenza si troverà in modo allarme e il display indicherà che l'AMA è stato terminato dall'utente.

## AMA riuscito

1. Il display indica "Press [OK] to finish AMA".
2. Premere il tasto [OK] per uscire dallo stato AMA.

## AMA non riuscito

1. Il convertitore di frequenza entra in modo allarme. Una descrizione dell'allarme è riportata nella sezione *Localizzazione guasti*.
2. "Report Value" nell'[Alarm Log] indica l'ultima sequenza di misurazione effettuata dall'AMA, prima che il convertitore di frequenza entrasse in modo allarme. Questo numero insieme alla descrizione dell'allarme assisteranno l'utente nella ricerca guasti. Se si contatta l'Assistenza Danfoss, accertarsi di menzionare il numero e la descrizione dell'allarme.

**NOTA!**

Un AMA non riuscito è spesso causato dalla registrazione imprecisa dei dati di targa del motore o da una differenza troppo grande tra la taglia del motore e la taglia del VLT HVAC Drive.

**Fase 4. Impostare il limite di velocità ed il tempo di rampa**

Programmare i limiti desiderati per la velocità ed il tempo di rampa.

Riferimento minimo	par. 3-02
Riferimento max.	par. 3-03

Lim. basso vel. motore	par. 4-11 o 4-12
Lim. alto vel. motore	par. 4-13 o 4-14

Tempo rampa di accelerazione 1 [s]	par. 3-41
Tempo rampa di decelerazione 1 [s]	par. 3-42

## 5.4. Connessioni supplementari

### 5.4.1. Collegamento bus CC

Attraverso i morsetti del bus CC è possibile alimentare direttamente il convertitore di frequenza sul circuito intermedio in CC con un alimentatore esterno.

Numeri morsetti: 88, 89

Per ulteriori informazioni, contattare la Danfoss.

### 5.4.2. Opzione collegamento freno

Il cavo di connessione alla resistenza freno deve essere schermato.

Custodia	A+B+C+D+F	A+B+C+D+F
Resistenza freno	81	82
Morsetti	R-	R+



**NOTA!**

Il freno dinamico richiede apparecchiature supplementari e considerazioni di sicurezza. Per ulteriori informazioni, contattare Danfoss.

1. Usare pressacavi per collegare la schermatura all'armadio metallico del convertitore di frequenza e alla piastra di disaccoppiamento della resistenza freno.
2. Dimensionare la sezione trasversale del cavo freno per far corrispondere la corrente di frenata.



**NOTA!**

Fra i morsetti possono essere presenti tensioni fino a 975 V CC (@ 600 V CA).



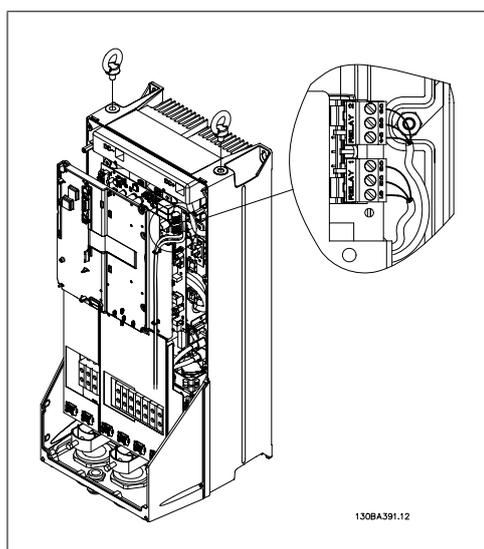
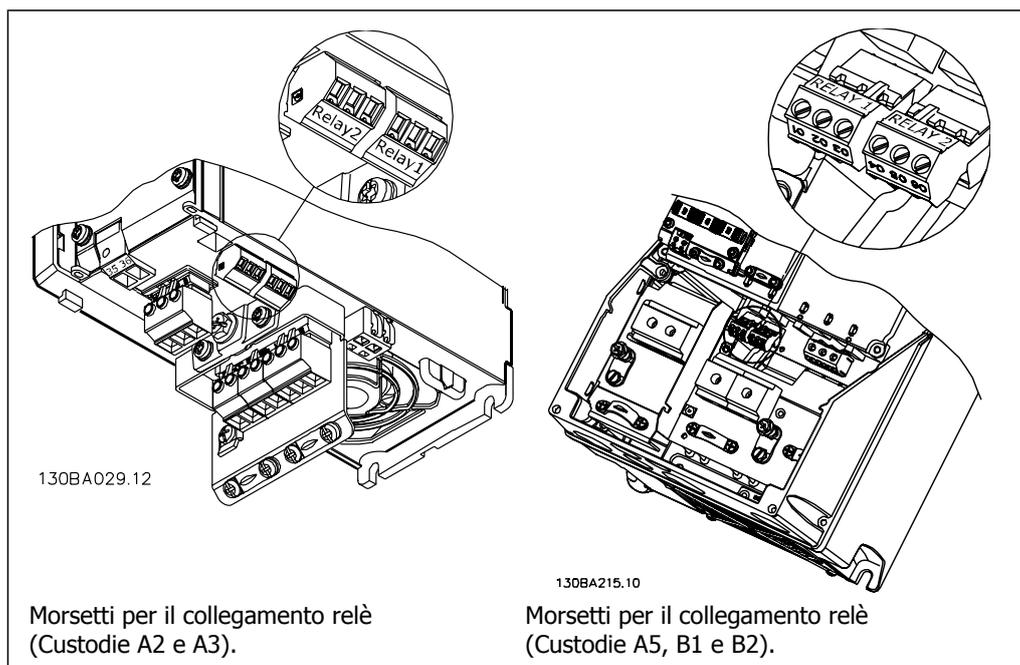
**NOTA!**

Se si verifica un corto circuito nell'IGBT di frenatura, impedire la dissipazione di potenza nella resistenza freno utilizzando un interruttore generale di alimentazione o un teleruttore per scollegare dalla rete il convertitore di frequenza. Solo il convertitore di frequenza può controllare il teleruttore.

### 5.4.3. Collegamento relè

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

No	01 - 02	chiusura (norm. aperto)
	01 - 03	apertura (norm. chiuso)
	04 - 05	chiusura (norm. aperto)
	04 - 06	apertura (norm. chiuso)



Disegno 5.17: Morsetti per il collegamento relè (Custodie C1 e C2).

### 5.4.4. Uscita a relè

#### Relè 1

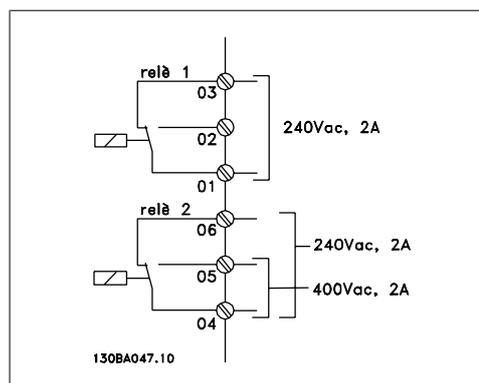
- Morsetto 01: comune
- Morsetto 02: normalmente aperto 240 V CA
- Morsetto 03: normalmente chiuso 240 V CA

#### Relè 2

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

Il relè 1 e il relè 2 sono programmati nei par. 5-40, 5-41 e 5-42.

Sono disponibili ulteriori uscite a relè utilizzando il modulo opzionale MCB 105.



5

### 5.4.5. Collegamento in parallelo dei motori

Il convertitore di frequenza è in grado di controllare diversi motori collegati in parallelo. L'assorbimento totale di corrente dei motori non deve superare la corrente nominale di uscita  $I_{INV}$  del convertitore di frequenza.



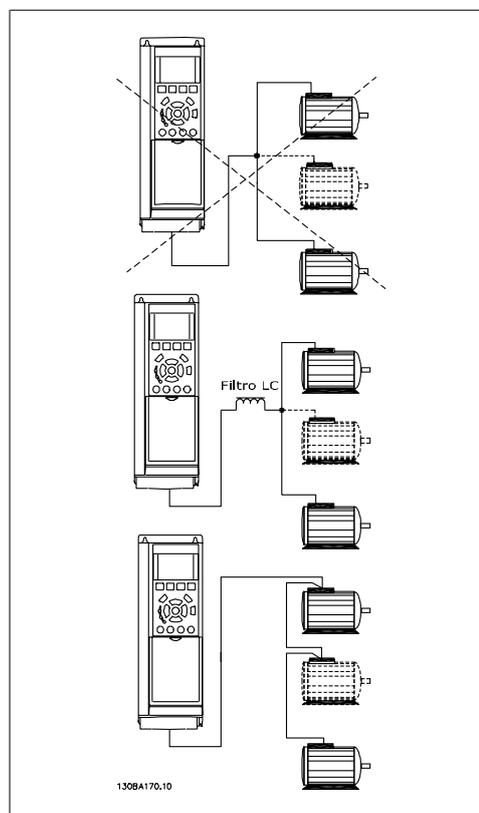
#### NOTA!

Se i motori sono collegati in parallelo, il par. 1-02 *Adattamento automatico motore (AMA)* non può essere utilizzato.

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

Il relè termico elettronico (ETR) del convertitore di frequenza non può essere utilizzato come protezione motore del singolo motore nei sistemi con motori collegati in parallelo. Fornire una protezione supplementare al motore, ad es. installando termistori in ogni motore oppure relè termici individuali. (Gli inter-

ruttori automatici non sono adatti come protezione).

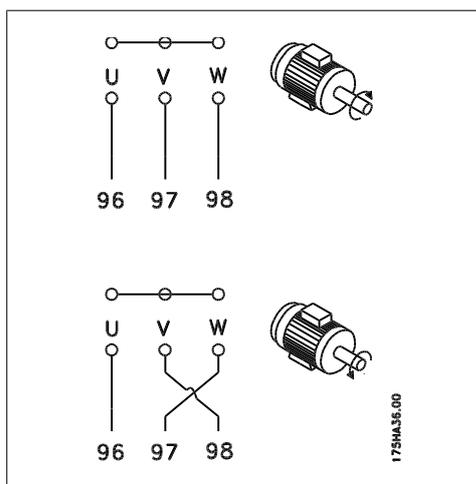


### 5.4.6. Senso di rotazione del motore

L'impostazione di default prevede una rotazione in senso orario se l'uscita del convertitore di frequenza è collegata come segue.

Morsetto 96 collegato alla fase U  
 Morsetto 97 collegato alla fase V  
 Morsetto 98 collegato alla fase W

Il senso di rotazione del motore può essere invertito scambiando due cavi di fase del motore.



### 5.4.7. Protezione termica del motore

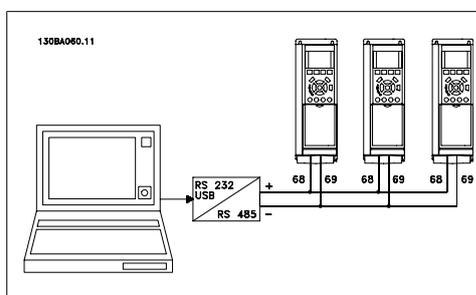
Il relè termico elettronico nel convertitore di frequenza ha ottenuto l'approvazione UL per la protezione di un motore singolo, con il par. 1-90 *Protezione termica motore* impostato su ETR scatto e il par. 1-24 *Corrente motore*,  $I_{M,N}$  impostato alla corrente nominale del motore (vedere targhetta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

## 5.5. Installazione di connessioni varie

### 5.5.1. Connessione bus RS 485

Uno o più convertitori di frequenza possono essere collegati a un regolatore (o master) mediante l'interfaccia standardizzata RS485. Il morsetto 68 viene collegato al segnale P (TX+, RX+), mentre il morsetto 69 viene collegato al segnale N (TX-, RX-).

Se più di un convertitore di frequenza viene collegato a un master, usare collegamenti paralleli.



Per evitare potenziali correnti di equalizzazione di potenziale nella schermatura, collegare a terra la schermatura del cavo mediante il morsetto 61, che è collegato al telaio tramite un collegamento RC.

#### Terminazione bus

Il bus RS485 deve avere una rete resistiva a entrambe le estremità. A tale scopo, impostare l'interruttore S801 sulla scheda di controllo su "ON".

Per maggiori informazioni, vedere il paragrafo *Interruttori S201, S202 e S801*.



#### NOTA!

Il protocollo di comunicazione deve essere impostato a FC MC par. 8-30.

### 5.5.2. Collegamento di un PC all'FC 100

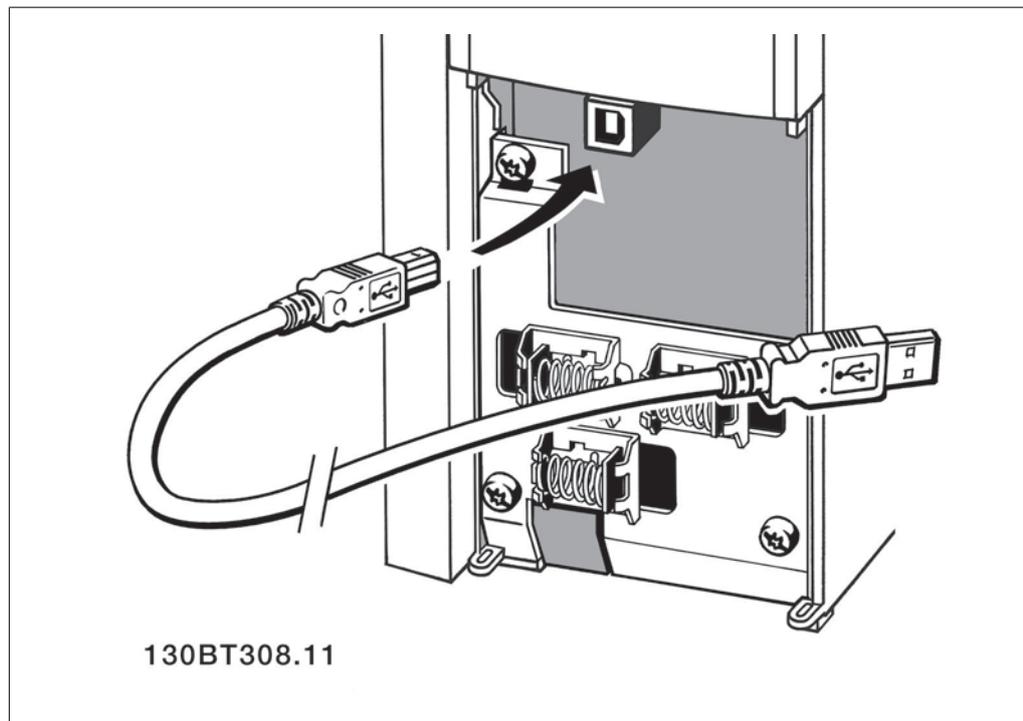
Per controllare o programmare il convertitore di frequenza da un PC, installare il software di installazione MCT 10.

Il PC viene collegato tramite un cavo (host/device) USB standard, oppure tramite l'interfaccia RS-485 come mostrato nel capitolo *Installazione > Installazione di connessioni varie* della *Guida alla Progettazione VLT® HVAC Drive*.



#### NOTA!

Il collegamento USB è isolato galvanicamente dalla tensione di rete (PELV) nonché da altri morsetti ad alta tensione. Il collegamento USB è collegato alla terra di protezione sul convertitore di frequenza. Usare solo computer portatili isolati come collegamento PC al connettore USB sul VLT HVAC Drive.



#### Software PC - MCT 10

Tutte le unità sono dotate di una porta per comunicazioni seriale. Danfoss fornisce uno strumento PC per la comunicazione tra il PC e il convertitore di frequenza, il software di installazione VLT Motion Control Tool MCT 10.

#### Software di installazione MCT 10

Il software MCT 10 è stato progettato come strumento interattivo facile da utilizzare per l'impostazione dei parametri nei nostri convertitori di frequenza.

Il software di installazione MCT 10 sarà utile per:

- Pianificare una rete di comunicazione fuori linea. L'MCT 10 contiene un database completo di convertitori di frequenza
- Collaudo dei convertitori di frequenza in linea
- Salvare le impostazioni di tutti i convertitori di frequenza
- Sostituire un'unità in una rete

- Espandere la rete esistente
- Supportare lo sviluppo di unità future

Il software di setup MCT 10 supporta il Profibus DP-V1 mediante una connessione Master di classe 2. In questo modo è possibile modificare in linea i parametri di lettura/scrittura di un convertitore di frequenza mediante la rete Profibus. Non sarà quindi necessaria una rete di comunicazione supplementare.

#### Impostazioni di fabbrica:

1. Collegare il PC all'unità mediante la porta USB com
2. Aprire il software di installazione MCT 10
3. Selezionare "Read from drive"
4. Selezionare "Save as"

Tutti i parametri sono ora memorizzati nel PC

#### Carico e motore:

1. Collegare il PC all'unità mediante la porta USB com
2. Aprire il software di installazione MCT 10
3. Selezionare "Open" – verranno visualizzati i file memorizzati
4. Aprire il file appropriato
5. Selezionare "Write to drive"

Le impostazioni dei parametri memorizzate vengono ora trasferite al convertitore di frequenza.

È disponibile un manuale separato per il software di installazione MCT 10.

#### Moduli del software di installazione MCT 10

Nel pacchetto software sono compresi i seguenti moduli:

	<b>Software di installazione MCT 10</b>
	Parametri di impostazione Operazioni di copia da e verso i convertitori di frequenza Documentazione e stampa delle impostazioni dei parametri, inclusi i diagrammi
	<b>Parola utente est.</b>
	Programma di manutenzione preventiva Impostazioni dell'orologio Programmazione di azioni temporizzate Setup del Smart Logic Control

#### Numero d'ordine:

Si prega di ordinare il CD contenente il Software per la programmazione di MCT 10 utilizzando il numero di codice 130B1000.

L'MCT 10 può anche essere scaricato dal sito web di Danfoss: [WWW.DANFOSS.COM](http://WWW.DANFOSS.COM), area: Motion Control.

**MCT 31**

Lo strumento PC MCT 31 per il calcolo delle armoniche consente una facile valutazione della distorsione armonica in una data applicazione. Possono essere calcolati sia la distorsione armonica dei convertitori di frequenza Danfoss che di quelli fabbricati da terzi con diversi dispositivi aggiuntivi per la riduzione delle armoniche, come i filtri AHF Danfoss e i raddrizzatori a 12-18 impulsi.

**Numero d'ordine:**

Si prega di ordinare il CD contenente lo strumento PC MCT 31 utilizzando il numero di codice 130B1031.

L'MCT 31 può anche essere scaricato dal sito web di Danfoss: [WWW.DANFOSS.COM](http://WWW.DANFOSS.COM), area: Motion Control.

## 5.6. Sicurezza

5

### 5.6.1. Test alta tensione

Eeguire una prova ad alta tensione cortocircuitando i morsetti U, V, W, L<sub>1</sub>, L<sub>2</sub> e L<sub>3</sub> fornendo max. 2,15 kV CC per un secondo fra questo cortocircuito e lo chassis.

**NOTA!**

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.

### 5.6.2. Connessione di terra di protezione

Il convertitore di frequenza determina un'elevata corrente di dispersione a terra e deve essere opportunamente collegato a terra per motivi di sicurezza in conformità alle norme EN 50178.



La corrente di dispersione verso terra dal convertitore di frequenza supera i 3,5 mA. Per garantire un buon collegamento meccanico fra il cavo di terra e la connessione di terra (morsetto 95), il cavo deve avere una sezione trasversale di almeno 10 mm<sup>2</sup> oppure essere formato da 2 conduttori di terra a terminazioni separate.

## 5.7. Installazione conforme ai requisiti EMC

### 5.7.1. Installazione elettrica

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 *Ambiente domestico*. 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 i paragrafi *Marchio CE*, Considerazioni generali sulle *emissioni EMC* e *Risultati dei test EMC*.

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

- Usare solo cavi motore e cavi di controllo intrecciati e schermati/armati. La schermatura deve fornire una copertura minima dell'80%. La schermatura deve essere in metallo, in

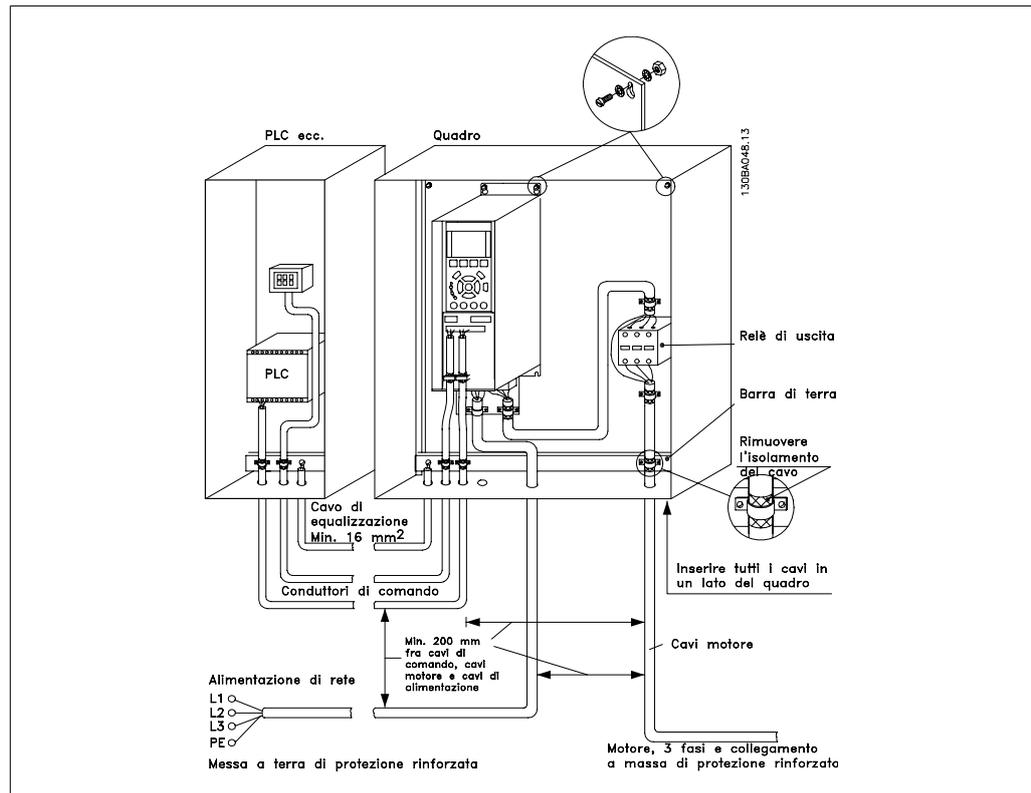
genere rame, alluminio, acciaio o piombo, sebbene non sia limitata a questi materiali. Non vi sono requisiti speciali per il cavo dell'alimentazione di rete.

- 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 la schermatura/armatura/ tubo protettivo a terra a entrambe le estremità. In alcuni casi, non è possibile collegare la schermatura a entrambe le estremità. In questi casi, collegare la schermatura al convertitore di frequenza. Vedere anche la sezione *Messa a terra di cavi di comando intrecciati schermati/armati*.
- Evitare che la schermatura/l'armatura termini con cavi attorcigliati (capocorda). Tale tipo di terminazione aumenta l'impedenza della schermatura ad alte frequenze, riducendone l'efficacia alle 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 la schermatura il più vicino possibile ai connettori.

L'illustrazione che segue mostra l'installazione elettrica conforme ai requisiti EMC di un convertitore di frequenza IP 20. Il convertitore di frequenza è stato inserito in un armadio di (protezione per) l'installazione con morsettiera e 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 cavi di controllo non schermati, è possibile che alcuni requisiti relativi alle emissioni non vengano soddisfatti, anche se i requisiti di immunità sono soddisfatti. Vedere il paragrafo *Risultati test EMC*.



Disegno 5.18: Installazione elettrica conforme ai requisiti EMC di un convertitore di frequenza.

## 5.7.2. Cavi conformi ai requisiti EMC

Danfoss consiglia l'utilizzo di cavi schermati/armati intrecciati per ottimizzare l'immunità EMC dei cavi di controllo e l'emissione EMC dei cavi del motore.

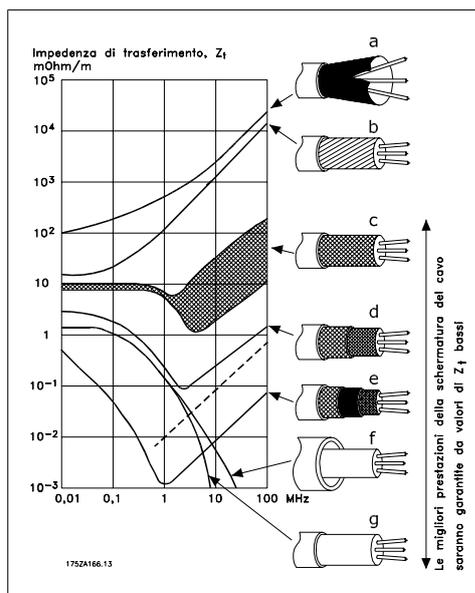
La capacità di un cavo di ridurre la radiazione entrante e uscente del rumore elettrico dipende dall'impedenza di trasferimento ( $Z_T$ ). Lo schermo di un cavo è normalmente progettato per ridurre il trasferimento di un rumore elettrico; tuttavia una schermatura con un'impedenza di trasferimento inferiore ( $Z_T$ ) è più efficace di una schermatura con un'impedenza di trasferimento superiore ( $Z_T$ ).

Anche se l'impedenza di trasferimento ( $Z_T$ ) viene specificata di rado dai produttori dei cavi, è spesso possibile stimarla ( $Z_T$ ) sulla base delle caratteristiche fisiche del cavo.

**L'impedenza di trasferimento ( $Z_T$ ) può essere valutata considerando i seguenti fattori:**

- La conducibilità del materiale di schermatura.
- La resistenza di contatto fra i singoli conduttori schermati.
- La copertura di schermatura, ovvero l'area fisica di cavo coperta dalla schermatura, spesso indicata come un valore percentuale.
- Il tipo di schermatura, cioè intrecciata o attorcigliata.

- a. Conduttore in rame con rivestimento in alluminio.1
- b. Cavo attorcigliato con conduttori in rame o armato con conduttori in acciaio. 1
- c. Conduttore in rame intrecciato a strato singolo con percentuale variabile di schermatura di copertura. Si tratta del cavo di riferimento tipico Danfoss.1
- d. Conduttore in rame intrecciato a strato doppio.1
- e. Doppio strato di un conduttore in rame intrecciato con uno strato intermedio magnetico schermato.1
- f. Cavo posato in un tubo in rame o in acciaio.1
- g. Cavo conduttore con guaina di 1,1 mm di spessore.1

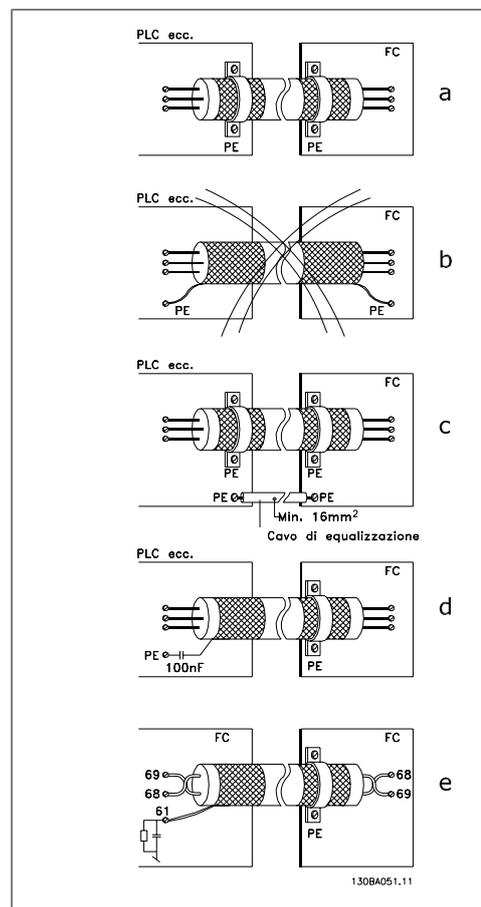


### 5.7.3. Messa a terra di cavi di controllo schermati/armati

In linea generale, i cavi di controllo devono essere intrecciati schermati/armati e la schermatura deve essere collegata mediante un pressacavocon entrambe le estremità all'armadio metallico dell'apparecchio.

Il disegno sottostante indica l'esecuzione di una messa a terra corretta e cosa fare in caso di dubbi.

- a. **Messa a terra corretta**  
I cavi di comando e i cavi di comunicazione seriale devono essere provvisti di fascette per cavi a entrambe le estremità per garantire il contatto elettrico migliore possibile.<sup>1</sup>
- b. **Messa a terra errata**  
Non usare estremità dei cavi attorcigliate (capicorda). Queste aumentano l'impedenza della schermatura alle alte frequenze.<sup>1</sup>
- c. **Protezione in considerazione del potenziale di terra fra PLC e VLT**  
Se il potenziale di terra fra il convertitore di frequenza e il PLC (ecc.) è diverso, si possono verificare disturbi elettrici nell'intero sistema. Risolvere questo problema installando un cavo di equalizzazione, da inserire vicino al cavo di controllo. Sezione minima del cavo:  $16 \text{ mm}^2$ .<sup>1</sup>
- d. **Per ritorni di massa a 50/60 Hz**  
Se si usano cavi di controllo molto lunghi, si possono avere ritorni di massa a 50/60 Hz. Risolvere questo problema collegando a terra una terminazione della schermatura tramite un condensatore da 100 nF (tenendo i cavi corti).<sup>1</sup>
- e. **Cavi per comunicazione seriale**  
Eliminare le correnti di disturbo a bassa frequenza fra due convertitori di frequenza collegando una terminazione della schermatura al morsetto 61. Questo morsetto è collegato a massa mediante un collegamento RC interno. Utilizzare cavi a coppia intrecciata per ridurre il disturbo di modo differenziale fra i conduttori.<sup>1</sup>



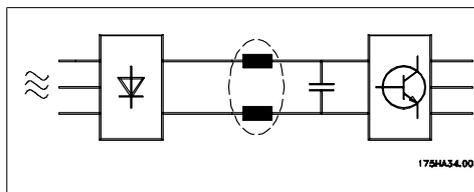
## 5.8. Interferenze di rete/correnti armoniche

### 5.8.1. Interferenze di rete/correnti armoniche

Un convertitore di frequenza assorbe una corrente non sinusoidale dalla rete, destinata ad aumentare la corrente di 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

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 radrizzamento, è necessario mantenere le correnti armoniche ad un livello basso per evitare il sovraccarico del trasformatore e temperature elevate nei cavi.



#### NOTA!

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

Confronto tra correnti armoniche e corrente di ingresso RMS:

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

Per assicurare correnti armoniche basse, il convertitore di frequenza è dotato per default di bobine del circuito intermedio. Normalmente ciò riduce la corrente di ingresso  $I_{RMS}$  del 40%.

La distorsione di tensione sulla rete dipende dalle dimensioni delle correnti armoniche moltiplicate per l'impedenza di rete della frequenza in questione. La distorsione di tensione complessiva THD viene calcolata in base alle singole armoniche di tensione mediante questa formula:

$$THD\% = \sqrt{U\frac{2}{5} + U\frac{2}{7} + \dots + U\frac{2}{N}}$$

( $U_N$ % of  $U$ )

### 5.9.1. Dispositivo a corrente residua

Possono essere utilizzati 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.

Se vengono impiegati relè RCD, è necessario 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. Vedere la sezione *Corrente di dispersione verso terra* per maggiori informazioni.



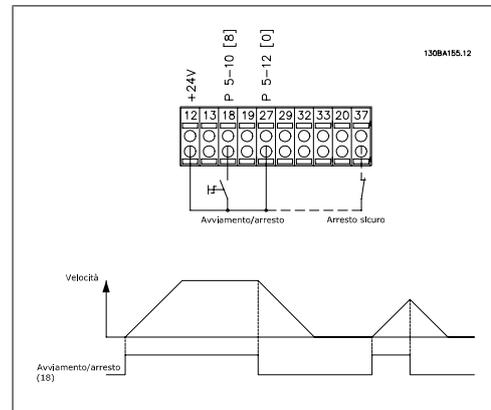
# 6. Esempi applicativi

## 6.1.1. Avviamento/Arresto

Morsetto 18 = Avviamento/arresto par. 5-10 [8] *Avviamento*  
 Morsetto 27 = Nessuna funzione par. 5-12 [0] *Nessuna funzione (default Evol. libera neg.)*

Par. 5-10 *Ingresso digitale = Avviamento (default)*

Par. 5-12 *Ingresso digitale = Evol. libera neg. (default)*



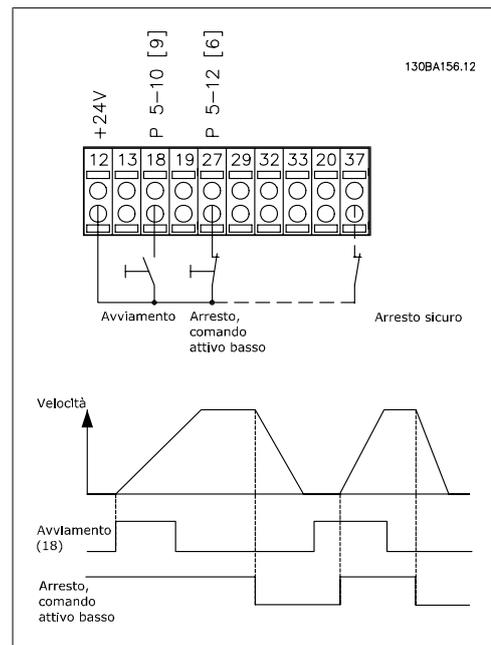
Disegno 6.1: Morsetto 37: Solo disponibile con arresto di sicurezza!

## 6.1.2. Avviamento/arresto impulsi

Morsetto 18 = Avviamento/arresto par. 5-10 [9] *Avv. a impulsi*  
 Morsetto 27 = Arresto par. 5-12 [6] *Stop (negato)*

Par. 5-10 *Ingresso digitale = Avv. a impulsi*

Par. 5-12 *Ingresso digitale = Stop (negato)*



Disegno 6.2: Morsetto 37: Solo disponibile con arresto di sicurezza!

### 6.1.3. Riferimento del potenziometro

Riferimento tensione mediante potenziometro.

Par. 3-15 *Risorsa di rif. 1 [1] = Ingr. analog. 53*

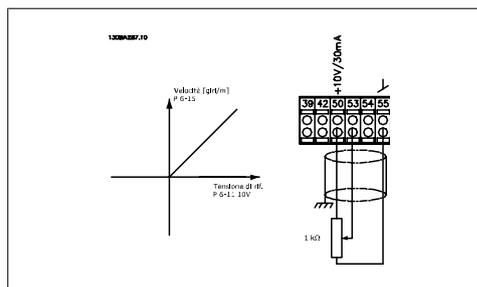
Par. 6-10 *Tens. bassa morsetto 53 = 0 Volt*

Par. 6-11 *Tensione alta morsetto 53 = 10 Volt*

Par. 6-14 *Rif.basso/val.retroaz.morsetto 53 = 0 giri/min*

Par. 6-15 *Rif. alto/valore retroaz. morsetto 53 = 1.500 giri/min.*

Interruttore S201 = OFF (U)



6

### 6.1.4. Adattamento automatico motore (AMA)

L'AMA è un algoritmo per misurare i parametri elettrici del motore quando questo non è in funzione. Ciò significa che AMA non fornisce alcuna coppia.

L'AMA è utile per il collaudo dei sistemi e per ottimizzare la regolazione del convertitore di frequenza in funzione del motore utilizzato. Questa funzione viene usata in particolare quando l'impostazione di default non è adatta per il motore collegato.

Il par. 1-29 consente di selezionare un AMA completo con la determinazione di tutti i parametri elettrici del motore o un AMA ridotto con la sola determinazione della resistenza di statore  $R_s$ .

La durata di un AMA completo varia da pochi minuti, per motori di piccole dimensioni, a oltre 15 minuti, per motori di grandi dimensioni.

#### Limiti e condizioni:

- Per far sì che l'AMA sia in grado di determinare in modo ottimale i parametri del motore, immettere i dati di targa corretti del motore nei par. da 1-20 a 1-26.
- Per la regolazione ottimale del convertitore di frequenza, eseguire l'AMA su un motore freddo. Ripetute esecuzioni di AMA possono causare il riscaldamento del motore, con un conseguente aumento della resistenza dello statore  $R_s$ . Di norma non si tratta di un problema critico.
- L'AMA può essere eseguito solo se la corrente nominale del motore è almeno il 35% della corrente di uscita nominale del convertitore di frequenza. L'AMA può essere eseguito su massimo un motore sovradimensionato.
- Può essere eseguito un test AMA ridotto con un filtro sinusoidale installato. Evitare di eseguire un AMA completo con un filtro sinusoidale. Se è necessaria una regolazione generale, rimuovere il filtro sinusoidale durante l'esecuzione di un AMA totale. Al completamento di AMA, reinserire il filtro sinusoidale.
- Se i motori sono accoppiati in parallelo, eseguire solo un AMA ridotto.
- Evitare di eseguire un AMA completo quando si utilizzano motori sincroni. In questo caso eseguire un AMA ridotto e impostare manualmente i dati motore estesi. La funzione AMA non è adatta per motori a magneti permanenti.
- Durante un AMA il convertitore di frequenza non genera alcuna coppia. Durante un AMA è obbligatorio assicurare che l'applicazione non forzi l'albero motore a girare, cosa che succede ad es. nel caso di flussi d'aria nei sistemi di ventilazione. Ciò ostacola la funzione AMA.

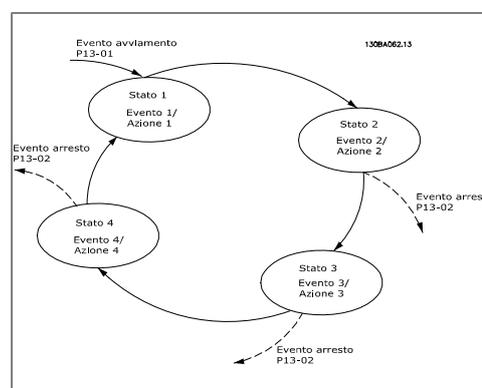
### 6.1.5. Smart Logic Control

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

Tutti gli *eventi* e le *azioni* sono numerati e collegati fra loro formando delle coppie nominate stati. Questo significa che quando l'*evento* [1] è soddisfatto (raggiunge il valore TRUE), viene eseguita l'*azione* [1]. In seguito le condizioni dell'*evento* [2] verranno valutate. Se verranno valutate come TRUE, verrà eseguita l'*azione* [2] e così via. Gli eventi e le azioni vengono inseriti in parametri array.

Verrà valutato un solo *evento* alla volta. Se un *evento* viene valutato come FALSE, durante l'intervallo di scansione in corso (nell'SLC) non succede nulla e non verranno valutati altri *eventi*. Questo significa che quando l'SLC inizia, valuta a ogni intervallo di scansione l'*evento* [1] (e solo *evento* [1]). Solo se l'*evento* [1] viene valutato TRUE, l'SLC esegue l'*azione* [1] e inizia a valutare l'*evento* [2].

È possibile programmare da 0 a 20 *eventi* e *azioni*. Una volta eseguito l'ultimo *evento* / *azione*, la sequenza inizia da capo con *evento* [1] / *azione* [1]. La figura mostra un esempio con tre *eventi* / *azioni*:



### 6.1.6. Programmazione Smart Logic Control

Una nuova e utile funzione nel VLT HVAC Drive è lo Smart Logic Control (SLC).

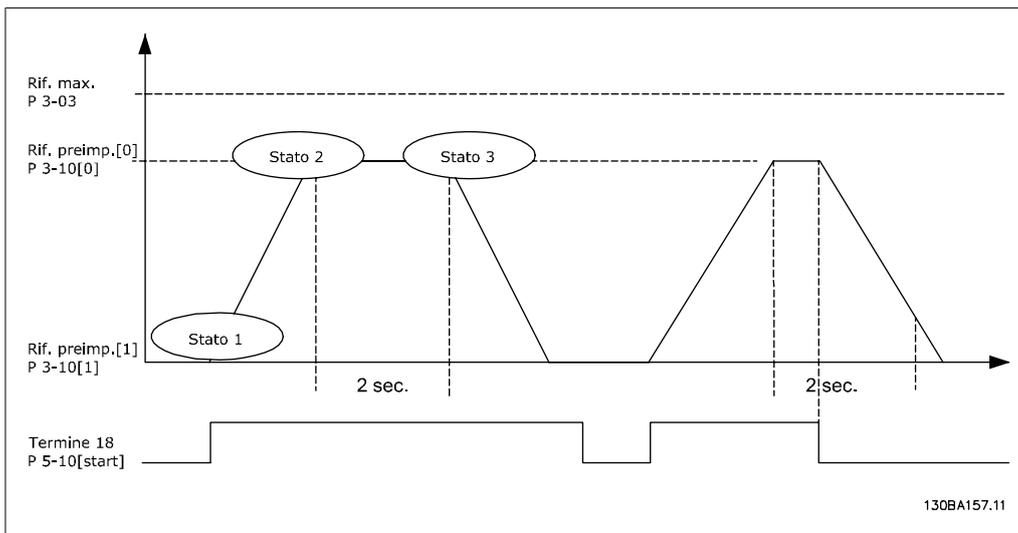
Nelle applicazioni dove un PLC genera una semplice sequenza, l'SLC può assumere il controllo di operazioni elementari dal controllo principale.

L'SLC è concepito per agire a partire dall'evento inviato o generato nel VLT HVAC Drive. Il convertitore di frequenza eseguirà quindi l'azione preprogrammata.

### 6.1.7. Esempio applicativo SLC

Unica sequenza 1:

Avvio - accelerazione - funzionamento a velocità di riferimento 2 sec - decelerazione e mantenimento albero fino all'arresto.



6

Impostare i tempi di rampa nei par. 3-41 e 3-42 ai valori desiderati

$$t_{rampa} = \frac{t_{acc} \times n_{norm} (par.. 1 - 25)}{\Delta rif [Giri/min.]}$$

Impostare il mors. 27 a *Nessuna funzione* (par. 5-12)

Impostare il riferimento preimpostato 0 alla prima velocità preimpostata (par. 3-10 [0]) come percentuale della velocità di riferimento max. (par. 3-03). Ex.: 60%

Impostare il riferimento preimpostato 1 alla seconda velocità preimpostata (par. 3-10 [1]). Ad es.: 0 % (zero).

Impostare il contatore 0 su velocità di funzionamento costante nel par. 13-20 [0]. Ex.: 2 sec.

Impostare l'Evento 1 nel par. 13-51 [1] su *Vero* [1]

Impostare l'Evento 2 nel par. 13-51 [2] su *Riferimento on* [4]

Impostare l'Evento 3 nel par. 13-51 [3] su *Timeout 0* [30]

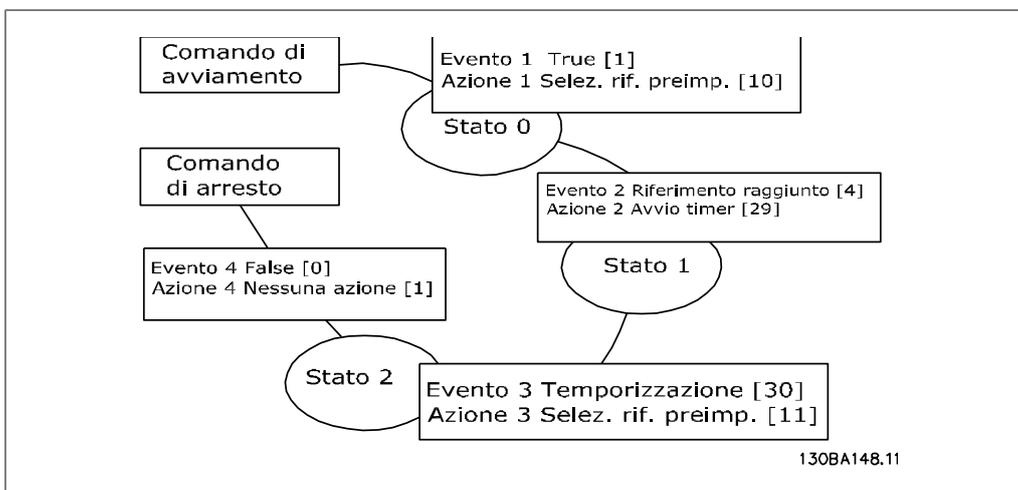
Impostare l'Evento 4 nel par. 13-51 [1] su *Falso* [0]

Impostare l'Azione 1 nel par. 13-52 [1] su *Selezione preimp. 0* [10]

Impostare l'Azione 2 nel par. 13-52 [2] su *Avvio timer 0* [29]

Impostare l'Azione 3 nel par. 13-52 [3] su *Selezione preimp. 1* [11]

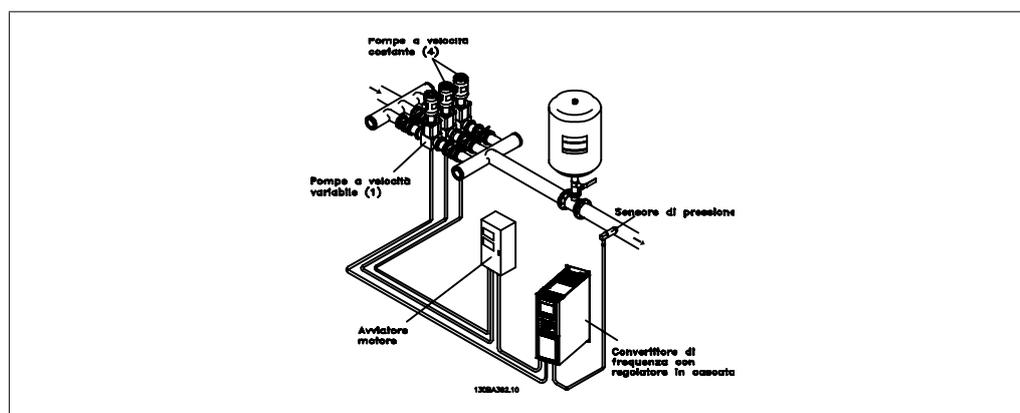
Impostare l'Azione 4 nel par. 13-52 [4] su *Nessun'azione* [1]



Impostare il Smart Logic Control nel par. 13-00 su ON.

Il comando di avviamento / arresto viene applicato al morsetto 18. Se viene applicato un segnale di arresto, il convertitore di frequenza decelererà e andrà in evoluzione libera.

### 6.1.8. Controllore in cascata BASIC



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

Nel controllore in cascata BASIC, il convertitore di frequenza controlla un motore a velocità variabile come pompa a velocità variabile (lead) e può attivare e disattivare due pompe a velocità costante aggiuntive. Variando la velocità della pompa iniziale, viene fornita una regolazione della velocità variabile dell'intero sistema. Questo sistema mantiene una pressione costante eliminando i picchi di pressione, causando uno sforzo minore del sistema e un funzionamento più uniforme.

#### Pompa primaria fissa

I motori devono essere di dimensioni uguali. Il controllore in cascata BASIC consente al convertitore di frequenza di controllare fino a 3 pompe di taglia uguale utilizzando i due relè incorporati nel convertitore di frequenza. Quando la pompa variabile (lead) è collegata direttamente al convertitore di frequenza, le altre 2 pompe sono controllate dai due relè incorporati. Quando l'alternanza della pompa di comando è attivata, le pompe vengono collegate con i relè incorporati e il convertitore di frequenza è in grado di far funzionare 2 pompe.

#### Altern. pompa primaria

I motori devono essere di dimensioni uguali. Questa funzione consente di attivare ciclicamente il convertitore di frequenza utilizzando alternativamente le pompe nel sistema (al massimo 2 pompe). In questa operazione il tempo ciclo tra le pompe viene distribuito uniformemente riducendo la manutenzione della pompa richiesta e aumentando l'affidabilità e la durata del sistema. L'alternanza della pompa di comando può essere effettuata in occasione di un segnale di comando o durante l'attivazione (aggiunta di un'altra pompa).

Il comando può essere un'alternanza manuale o un segnale dell'evento di alternanza. Se viene selezionato l'evento di alternanza, l'alternanza della pompa di comando viene effettuata ogni volta che si verifica l'evento. La selezione può avvenire ogni volta che trascorre il tempo del timer di alternanza, a un'ora predefinita della giornata o quando la pompa primaria entra in modo pausa. L'attivazione viene determinata dall'attuale carico del sistema.

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

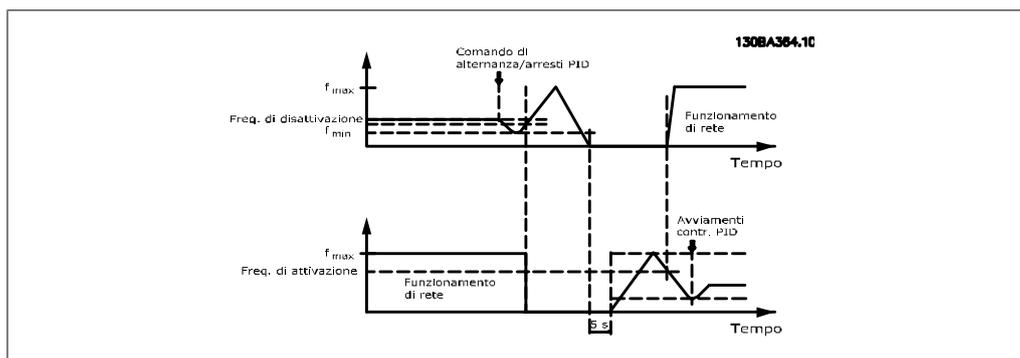
#### Gestione della larghezza di banda

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

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

6

### 6.1.9. Attivazione della pompa con alternanza della pompa di comando



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

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

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

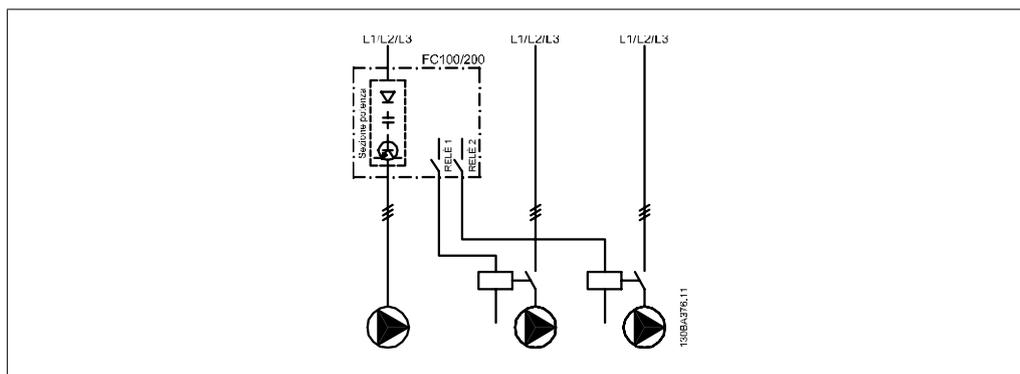
### 6.1.10. Stato del sistema e funzionamento

Se la pompa di comando entra in modo pausa, la funzione viene visualizzata sul Pannello di Controllo Locale. È possibile alternare la pompa di comando in una condizione modo pausa.

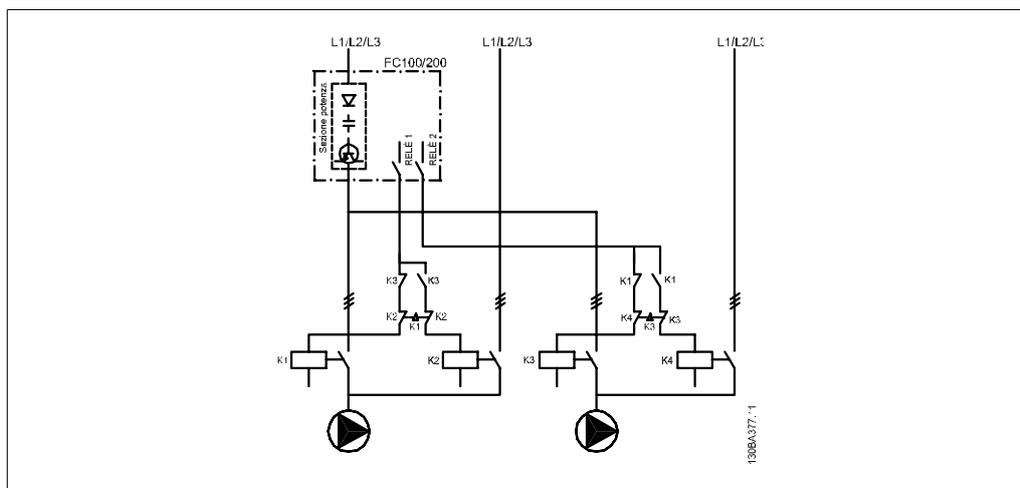
Quando è attivato il controllore in cascata, viene visualizzato lo stato di funzionamento di ogni pompa e il controllore in cascata viene visualizzato sul Pannello di Controllo Locale. Le informazioni visualizzate includono:

- Stato delle pompe, è una lettura dello stato per i relè assegnati a ogni pompa. Il display mostra le pompe che sono disattivate, disinserite, che funzionano con convertitore di frequenza o che funzionano sulla rete/avviatore motore.
- Stato cascata, è una lettura dello stato del controllore in cascata. Il display mostra che il controllore in cascata è disattivato, che tutte le pompe sono disinserite, che un'emergenza ha arrestato tutte le pompe, che tutte le pompe sono in funzione, che le pompe a velocità fissa sono in fase di attivazione/disattivazione e che sta avendo luogo l'alternanza della pompa di comando.
- La disattivazione a portata nulla assicura che tutte le pompe a velocità fissa vengono arrestate individualmente finché lo stato di portata nulla scompare.

### 6.1.11. Schema di cablaggio pompa a velocità variabile fissa



### 6.1.12. Schema di cablaggio dell'alternanza della pompa di comando



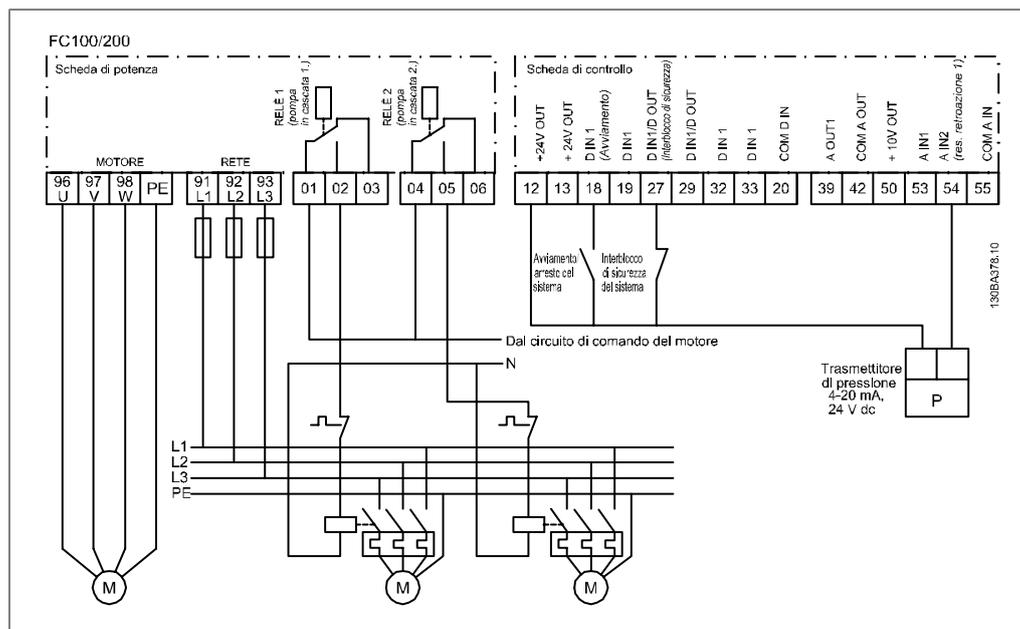
Ogni pompa deve essere collegata a due contattori (K1/K2 e K3/K4) con un interblocco meccanico. Relè termici o altri dispositivi di protezione del motore devono essere utilizzati secondo le norme locali e/o le esigenze individuali.

- RELÈ 1 e RELÈ 2 sono i relè incorporati nel convertitore di frequenza.
- Quando tutti i relè sono diseccitati, il primo relè incorporato ad essere eccitato inserirà il contattore che corrisponde alla pompa regolata dal relè. Vale a dire che il RELÈ 1 inserisce il contattore K1 che diventa la pompa di comando.
- K1 blocca K2 tramite l'interblocco meccanico impedendo che l'alimentazione venga collegata all'uscita del convertitore di frequenza (tramite K1).
- Un contatto in apertura ausiliario su K1 impedisce che si inserisca K3.
- Il RELÈ 2 controlla il contattore K4 per il controllo ON/OFF della pompa a velocità fissa.
- Durante l'alternanza entrambi i relè si diseccitano e ora il RELÈ 2 verrà eccitato come primo relè.

## 6

### 6.1.13. Schema di cablaggio del controllore in cascata

Lo schema di cablaggio mostra un esempio con il controllore in cascata BASIC incorporato con una pompa a velocità variabile (lead) e due pompe a velocità fissa, un trasmettitore di 4-20 mA e un interblocco di sicurezza del sistema.



### 6.1.14. Condizioni di avviamento/arresto

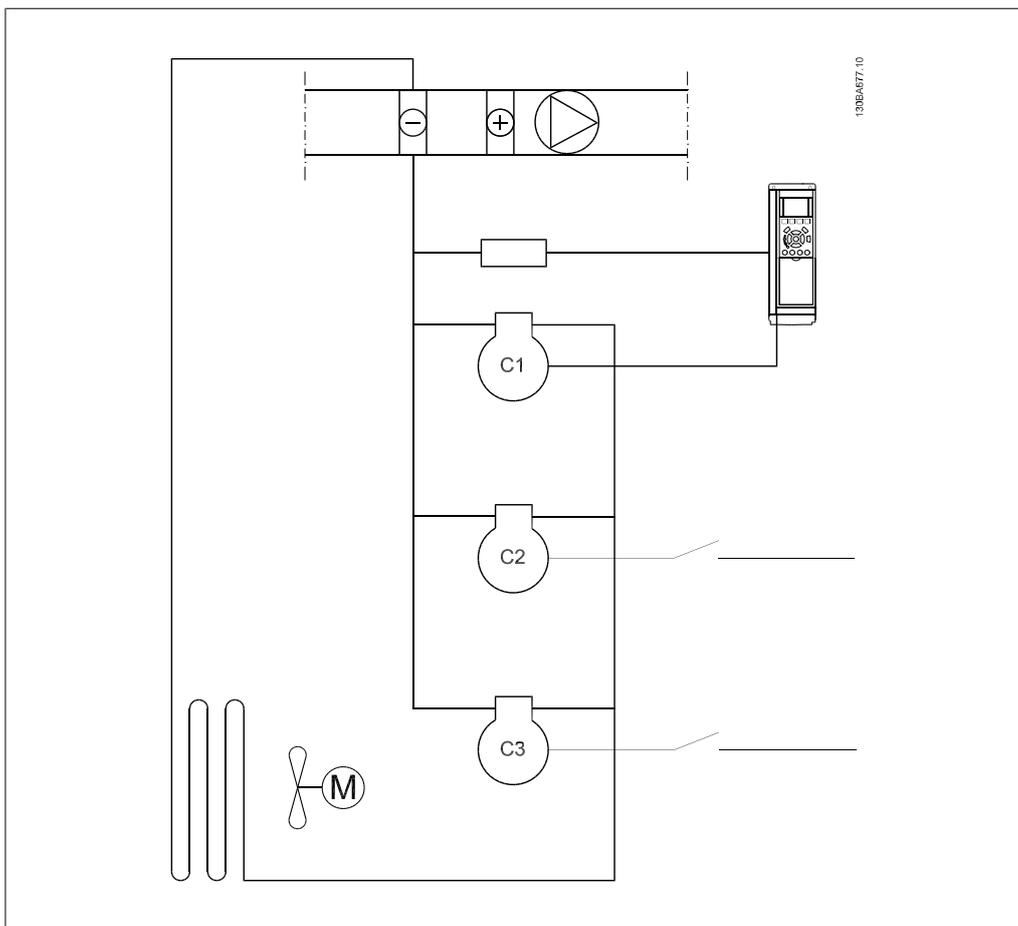
Comandi assegnati agli ingressi digitali. Vedere *Ingr. digitali*, par.5-1\*.

	<b>Pompa a velocità variabile (lead)</b>	<b>Pompe a velocità fissa</b>
Avviamento (AVVIAM. /ARRESTO SISTEMA)	Accelera (se è arrestata ed esiste una richiesta)	Attivazione (se è arrestata ed esiste una richiesta)
Avviamento della pompa primaria	Accelera se è attivo SISTEMA	Non influenzato
Ruota libera (ARRESTO DI EMERGENZA)	Arresto a ruota libera	Disinserimento (i relè incorporati vengono diseccitati)
Interblocco sicurezza	Arresto a ruota libera	Disinserimento (i relè incorporati vengono diseccitati)

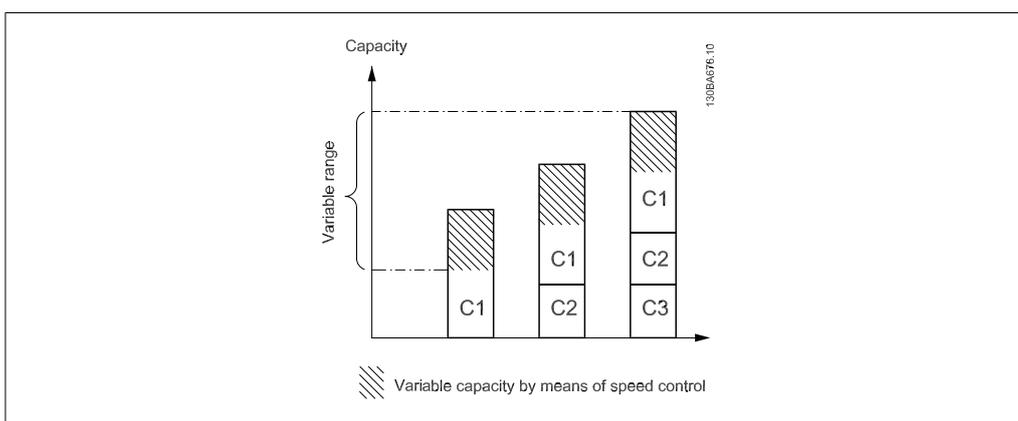
Funzione dei pulsanti sul Pannello di Controllo Locale:

	<b>Pompa a velocità variabile (lead)</b>	<b>Pompe a velocità fissa</b>
Hand On	Accelera (se arrestata da un normale comando di arresto) o rimane in funzione se è già in funzione	Disattivazione (se in funzione)
Off	Decelera	Decelera
Auto On	Si avvia e arresta in funzione dei comandi dati tramite i morsetti o il bus seriale	Attivazione/disattivazione

### 6.1.15. Controllore in cascata compressore



Il controllore in cascata di base è utilizzabile per controllare fino a tre compressori per capacità di controllo. Poiché ai compressori non è consentito il funzionamento al di sotto di una determinata velocità, il compressore per il controllo a velocità variabile (C1) avrà circa una taglia doppia di quella dei compressori a velocità fissa (C2 e C3).



Il controllore in cascata di base offre le seguenti funzioni specifiche per il controllo di compressori:  
 \* La protezione dalle rapide accensioni (intervallo tra avviamenti e tempo ciclo minimo) è attiva con singoli contatori per ogni compressore (ad eccezione delle impostazioni comuni dei valori).

Vedere il gruppo di parametri 22-7\*, Protezione ciclo breve). Se l'attivazione e la disattivazione è bloccata a causa di uno dei timer della Protezione ciclo breve, il controllore PID sarà bloccato.

Se la retroaz. (press. di aspiraz.) scende al di sotto di un determ. valore (par 25-10, Esclusione tempo ciclo minimo e 25-11 Valore di esclusione tempo ciclo minimo) poiché la funz. Tempo ciclo minimo non consente il disinserim. di un compress. a vel. fissa, la funz. Tempo ciclo minimo sarà esclusa e il compress. a vel. fissa con il tempo ciclo massimo sarà disinserito.

**NOTA!**

Se utilizzato in applicazioni di controllo della pressione di aspirazione il parametro 20-81, PID, contr. n./inv. deve essere impostato su Inverso.



## 7. Installazione e setup RS-485

### 7.1. Installazione e setup RS-485

#### 7.1.1. Panoramica

L'RS-485 è un'interfaccia bus a due fili compatibile con topologia di rete multi-drop, vale a dire che i nodi possono essere collegati come un bus oppure tramite linee di discesa da una linea dorsale comune. Un totale di 32 nodi possono essere collegati a un segmento di rete.

I segmenti di rete sono suddivisi da ripetitori. È necessario tenere presente che ogni ripetitore funziona come un nodo all'interno del segmento nel quale è installato. Ogni nodo collegato all'interno di una data rete deve avere un indirizzo di nodo unico attraverso tutti i segmenti.

Terminare entrambe le estremità di ogni segmento utilizzando lo switch di terminazione (S801) dei convertitori di frequenza oppure una rete resistiva polarizzata di terminazione. Utilizzare sempre un cavo a coppia intrecciata (STP) per il cablaggio del bus e, nell'effettuare l'installazione, seguire sempre le procedure consigliate.

È molto importante assicurare un collegamento a massa a bassa impedenza della schermatura in corrispondenza di ogni nodo, anche alle alte frequenze. Ciò può essere ottenuto collegando a terra un'ampia superficie dello schermo, ad esempio mediante un pressacavo o un passacavo conduttivo. Può essere necessario utilizzare cavi di equalizzazione del potenziale per mantenere lo stesso potenziale di massa in tutta la rete, soprattutto nelle installazioni nelle quali sono presenti cavi molto lunghi.

Per prevenire un disadattamento d'impedenza, utilizzare sempre lo stesso tipo di cavo in tutta la rete. Quando si collega un motore al convertitore di frequenza, utilizzare sempre un cavo motore schermato.

Cavo: a coppia intrecciata schermata (STP)
Impedenza: 120 Ohm
Lunghezza dei cavi: Max. 1200 m (incluse le diramazioni)
Max. 500 m da stazione a stazione

#### 7.1.2. Collegamento in rete

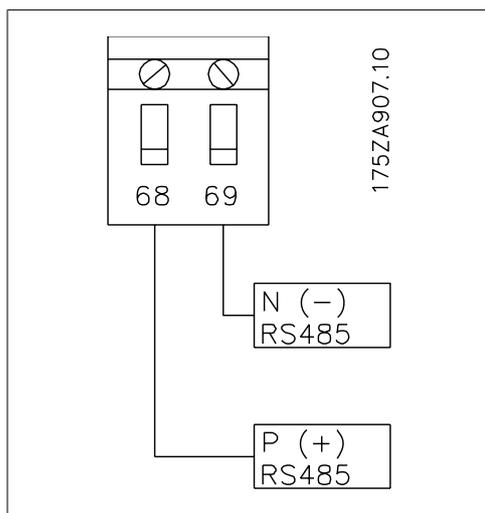
**Collegare il convertitore di frequenza alla rete RS-485 nel modo seguente (vedi anche il diagramma):**

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



**NOTA!**

Sono consigliato cavi schermati a coppia intrecciata al fine di ridurre il disturbo tra i conduttori.

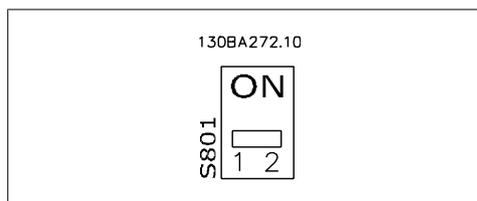


Disegno 7.1: Collegamento ai morsetti di rete

## 7

### 7.1.3. Configurazione hardware del convertitore di frequenza

Usare il microinterruttore di terminazione sulla scheda di comando principale del convertitore di frequenza per terminare il bus RS-485.



Impostazione di fabbrica dell'interruttore di terminazione



**NOTA!**

L'impostazione di fabbrica del dip-switch è OFF.

### 7.1.4. Impostazione dei parametri per il convertitore di frequenza per la Comunicazione Modbus

I seguenti parametri valgono per l'interfaccia RS-485 (porta FC):

Numero di parametro	Nome del parametro	Funzione
8-30	Protocollo	Selezionare il protocollo dell'applicazione sull'interfaccia RS-485
8-31	Indirizzo	Impostare l'indirizzo nodo. Nota: L'intervallo di indirizzi dipende dal protocollo selezionato nel par. 8-30
8-32	Baud rate	Impostare il baud rate. Nota: Il baud rate di default dipende dal protocollo selezionato nel par. 8-30
8-33	Parità/bit di stop porta PC	Impostare la parità e il numero di bit di stop. Nota: La selezione di default dipende dal protocollo selezionato nel par. 8-30
8-35	Ritardo min. risposta	Specifica un tempo di ritardo minimo tra la ricezione di una richiesta e la trasmissione di una risposta. Può essere utilizzato per superare i tempi di attesa del modem.
8-36	Ritardo max. risposta	Specifica un tempo di ritardo massimo tra la trasmissione di una richiesta e la ricezione di una risposta.
8-37	Ritardo max. intercar.	Specificare un ritardo massimo tra la ricezione di due byte per assicurare un timeout se la trasmissione è interrotta.

7

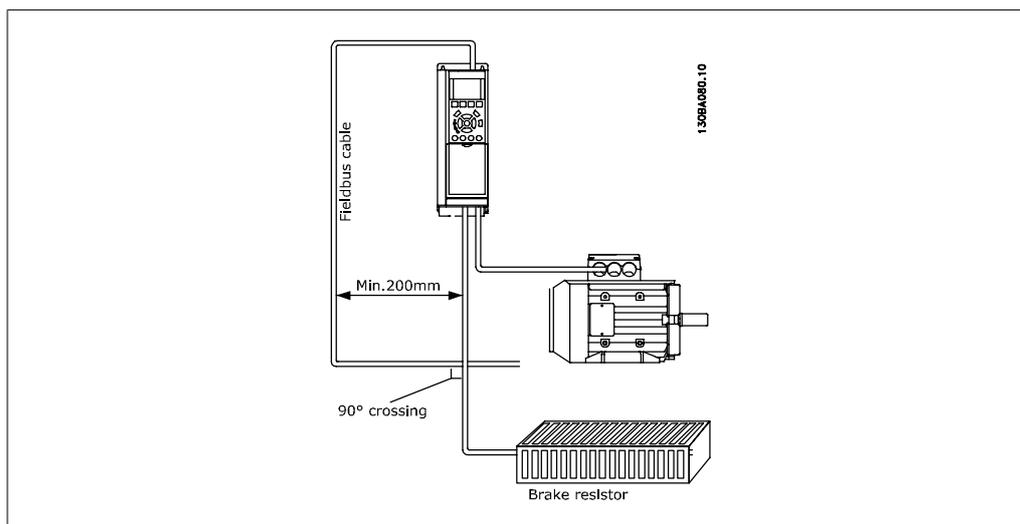
### 7.1.5. Precauzioni EMC

Le seguenti precauzioni EMC sono consigliate per ottenere un funzionamento senza disturbi della rete RS-485.



#### NOTA!

È necessario rispettare le norme nazionali e locali in materia, ad esempio quelle riguardanti la messa a terra di protezione. Il cavo di comunicazione RS-485 deve essere tenuto lontano dai cavi motore e dai cavi della resistenza freno al fine di evitare l'accoppiamento di disturbi alle alte frequenze tra cavi. Generalmente, è sufficiente una distanza di 200 mm (8 pollici), ma generalmente è consigliato mantenere la maggiore distanza possibile tra i cavi, specialmente dove i cavi sono installati in parallelo per lunghe distanze. Quando la posa incrociata è inevitabile, il cavo RS-485 deve incrociare i cavi motore e i cavi della resistenza freno con un angolo di 90 gradi.



## 7.2. Panoramica protocollo FC

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

Un master e un numero massimo di 126 slave possono essere collegati al bus. I singoli slave vengono selezionati dal master tramite un carattere di indirizzo nel telegramma. Uno slave stesso non può mai trasmettere senza essere prima attivato a tale scopo, e un trasferimento diretto di messaggi tra i singoli slave non è possibile. Le comunicazioni avvengono in modalità half duplex. La funzione master non può essere trasferita a un altro nodo (sistema a master singolo).

Il livello fisico è RS-485, quindi utilizza la porta RS-485 integrata nel convertitore di frequenza. Il protocollo FC supporta diversi formati di telegramma; un formato corto di 8 byte per i dati di processo e un formato lungo di 16 byte che include anche un canale parametri. Un terzo formato di telegramma viene utilizzato per testi.

### 7.2.1. FC con Modbus RTU

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

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

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

Il riferimento bus è generalmente usato per il controllo di velocità. È anche possibile accedere ai parametri, leggere i loro valori e dove possibile, modificarli. Questo consente una serie di opzioni di controllo, incluso il controllo del riferimento del convertitore di frequenza quando viene utilizzato il suo controllore PID.

## 7.3. Configurazione della rete

### 7.3.1. Setup del convertitore di frequenza

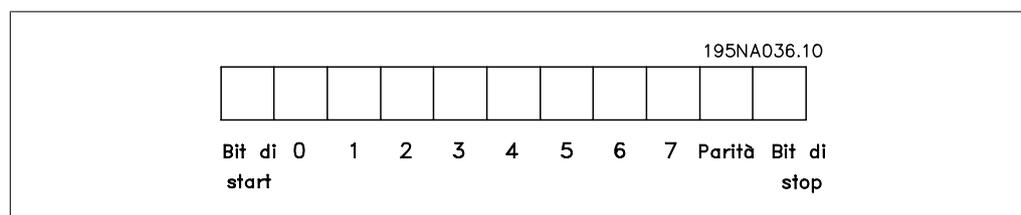
Impostare i seguenti parametri per abilitare il protocollo FC per il VLT HVAC.

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

## 7.4. Struttura frame di messaggi protocollo FC

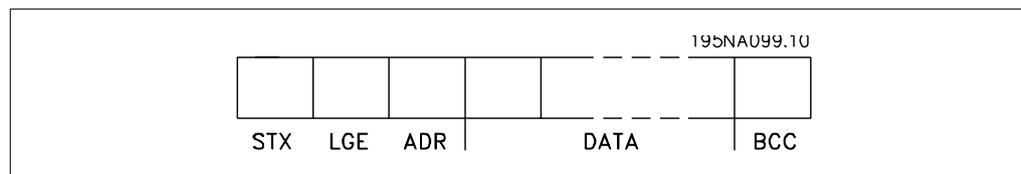
### 7.4.1. Contenuto di un carattere (byte)

Ogni carattere trasmesso inizia con un bit di start. In seguito sono trasmessi 8 bit di dati, corrispondenti a un byte. Ogni carattere è indicato mediante un bit di parità impostato su "1" in caso di parità (cioè un numero pari di 1 binari negli 8 bit di dati e nel bit di parità). Un carattere è completato da un bit di stop ed è quindi formato da 11 bit.



### 7.4.2. Struttura dei telegrammi

Ogni telegramma inizia con un carattere di start (STX) = 02 Hex, seguito da un byte che indica la lunghezza del telegramma (LGE) e da un byte che indica l'indirizzo del convertitore di frequenza (ADR). Segue un numero di byte di dati (variabile in base al tipo del telegramma). Il telegramma termina con un byte di controllo dati (BCC).



### 7.4.3. Lunghezza del telegramma (LGE)

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

Telegrammi con 4 byte di dati hanno una lunghezza di  $LGE = 4 + 1 + 1 = 6$  byte

Telegrammi con 12 byte di dati hanno una lunghezza di  $LGE = 12 + 1 + 1 = 14$  byte

La lunghezza di telegrammi contenenti testo è pari a  $10^1+n$  byte

<sup>1)</sup> 10 rappresenta i caratteri fissi mentre "n" è variabile e (dipende dalla lunghezza del testo).

### 7.4.4. Indirizzo del convertitore di frequenza (ADR)

Vengono utilizzati due diversi formati di indirizzo.

Il campo di indirizzi del convertitore di frequenza è 1-31 o 1-126.

1. Formato indirizzo 1-31:

Bit 7 = 0 (formato indirizzo 1-31 attivo)

Bit 6 non utilizzato

Bit 5 = 1: Broadcast, i bit di indirizzo (0-4) non sono usati

Bit 5 = 0: nessuna circolare

Bit 0-4 = Indirizzo convertitore di frequenza 1-31

2. Formato indirizzo 1-126:

Bit 7 = 1 (formato indirizzi 1-126 attivo)

Bit 0-6 = Indirizzo convertitore di frequenza 1-126

Bit 0-6 = 0 Broadcast

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

### 7.4.5. Byte di controllo dati (BCC)

La checksum viene calcolata come una funzione XOR. Prima che sia ricevuto il primo carattere del telegramma, la checksum calcolata è 0.

### 7.4.6. Il campo dati

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

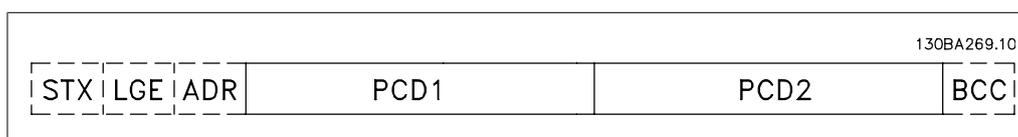
I tre tipi di telegramma sono:

Blocco processo (PCD):

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

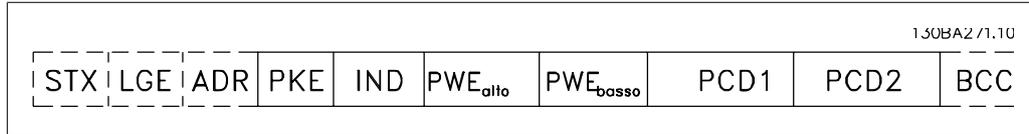
- parola di comando e valore di riferimento (dal master allo slave)

- parola di stato e la frequenza di uscita corrente (dallo slave al master).



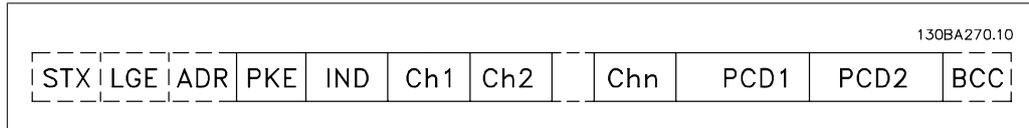
Blocco parametri:

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



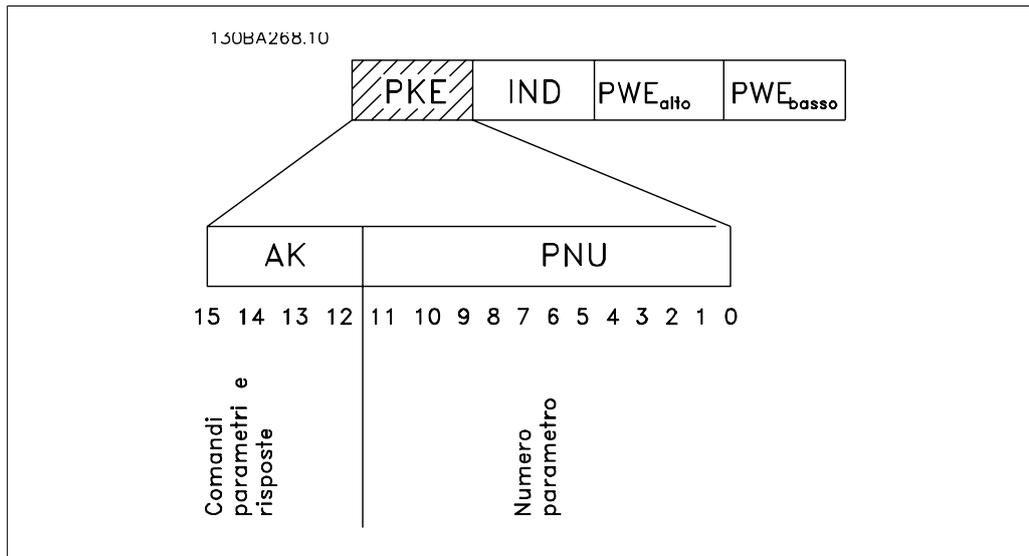
Blocco testo:

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



### 7.4.7. Il campo PKE

Il campo PKE contiene due campi secondari: Comando relativo ai parametri e risposta (AK) e numero di parametro (PNU):



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



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

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

Se il comando non può essere effettuato, lo slave invia questa risposta:

0111 Impossibile eseguire il comando

- e inserisce il seguente messaggio d'errore nel valore del parametro (PWE):

PWE basso (esa- Messaggio di guasto decimale)	
0	Il numero di parametro usato non esiste
1	Nessun accesso di scrittura al parametro definito
2	Il valore del dato supera i limiti del parametro
3	Il sottoindice utilizzato non esiste
4	Il parametro non è del tipo array
5	Il tipo di dati non corrisponde al parametro definito
11	La modifica dei dati nel parametro definito non è possibile nella modalità attuale del convertitore di frequenza. Alcuni parametri possono essere modificati solo se il motore è spento
82	Nessun accesso del bus al parametro definito
83	La modifica dei dati non è possibile in quanto è selezionata l'impostazione di fabbrica

### 7.4.8. Numeri dei parametri (PNU)

I bit n. 0-10 trasmettono i numeri dei parametri. La funzione del parametro relativo è definita nella descrizione dei parametri presente nel capitolo Programmazione.

### 7.4.9. Indice (IND)

L'indice è usato insieme al numero di parametro per un accesso di lettura/scrittura ai parametri con un indice, p.e. il par. 15-30 *Codice di errore*. L'indice consiste di 2 byte, un byte basso e un byte alto.

**NOTA!**  
Solo il byte basso è utilizzato come un indice.

### 7.4.10. Valore parametrico (PWE)

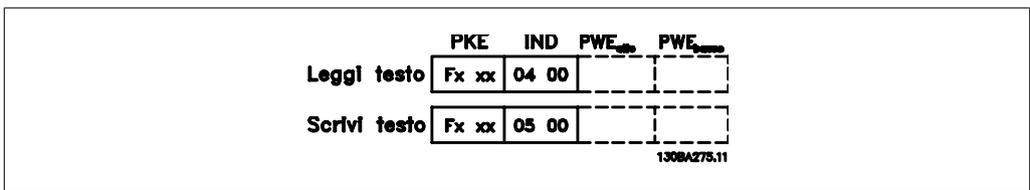
Il blocco del valore parametrico consiste di 2 parole (4 byte) e il valore dipende dal comando definito (AK). Il master richiede un valore parametrico quando il blocco PWE non contiene alcun valore. Per cambiare un valore parametrico (scrittura), scrivere il nuovo valore nel blocco PWE e inviarlo dal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

Se lo slave risponde alla richiesta di parametro (comando di lettura), il valore parametrico corrente nel blocco PWE è trasmesso e rinviato al master. Se un parametro non contiene un valore numerico ma diverse opzioni dati, quale ad esempio il par. 0-01 Lingua, in cui [0] corrisponde a Inglese e [4] corrisponde a Danese, selezionare il valore del dato inserendone il valore nel blocco PWE. Vedere Esempio - Selezione di un valore dato. La comunicazione seriale è solo in grado di leggere parametri contenenti dati di tipo 9 (stringa di testo).

I parametri da 15-40 a 15-53 contengono il tipo di dati 9.  
Ad esempio, leggere le dimensioni dell'unità e l'intervallo della tensione di rete nel par. 15-40 *Tipo FC*. Quando viene trasmessa una stringa di testo (lettura), la lunghezza del telegramma è variabile e i testi sono di lunghezza variabile. La lunghezza del telegramma è definita nel secondo byte del telegramma, LGE. Quando si trasmettono testi, il carattere indice indica se si tratta di un comando di lettura o di scrittura.

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

Alcuni parametri contengono testo che può essere sovrascritto mediante il bus seriale. Per scrivere un testo mediante il blocco PWE, impostare il comando relativo ai parametri (AK) su 'F' esadecimale. I caratteri indice a byte alto devono essere "5".



### 7.4.11. Tipi di dati supportati dal convertitore di frequenza

Tipi di dati	Descrizione
3	Numero intero 16
4	Numero intero 32
5	Senza segno 8
6	Senza segno 16
7	Senza segno 32
9	Stringa di testo
10	Stringa di byte
13	Differenza di tempo
33	Riservato
35	Sequenza di bit

Senza segno significa che il telegramma non contiene alcun segno.

### 7.4.12. Conversione

I vari attributi di ciascun parametro sono visualizzati nella sezione Impostazioni di fabbrica. I valori parametrici vengono trasferiti solo come numeri interi. Pertanto i fattori di conversione sono utilizzati per trasmettere i codici decimali.

Il par. 4-12 *Velocità del motore, limite basso* ha un fattore di conversione di 0,1.

Per preimpostare la frequenza minima a 10 Hz, trasmettere il valore 100. Un fattore di conversione di 0,1 significa che il valore trasmesso è moltiplicato per 0,1. Il valore 100 è quindi percepito come 10,0.

Tabella di conversione

Indice di conversione	Fattore di conversione
74	0.1
2	100
1	10
0	1
-1	0.1
-2	0.01
-3	0.001
-4	0.0001
-5	0.00001

### 7.4.13. Parole di processo (PCD)

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

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

## 7.5. Esempi

### 7.5.1. Scrittura di un valore parametrico

Cambiare il par. 4-14 *Limite alto velocità motore [Hz]* a 100 Hz.  
Scrivere i dati nella EEPROM.

PKE = E19E esad - Scrittura parola singola nel par. 4-14 *Limite alto velocità motore [Hz]*  
IND = 0000 Hex  
PWEHIGH = 0000 Hex  
PWELOW = 03E8 Hex - Valore dato 1000, corrispondente a 100 Hz, vedere Conversione.

Il telegramma avrà il seguente aspetto:

130BA092.10			
E19E H	0000 H	0000 H	03E8 H
PKE	IND	PWE <sub>high</sub>	PWE <sub>low</sub>

Nota: Il parametro 4-14 è una parola singola e il comando relativo ai parametri per la scrittura nell'EEPROM è "E". Il numero di parametro 414 è 19E in caratteri esadecimali.

130BA093.10			
119E H	0000 H	0000 H	03E8 H
PKE	IND	PWE <sub>high</sub>	PWE <sub>low</sub>

La risposta dallo slave al master sarà:

## 7.5.2. Lettura di un valore parametrico

Leggere il valore nel par. 3-41 *Tempo rampa di accelerazione 1*.

PKE = 1155 Hex - leggere il valore parametrico nel par. 3-41 *Tempo rampa di accelerazione 1*

IND = 0000 Hex

PWEHIGH = 0000 Hex

PWELOW = 0000 Hex

Se il valore del par. 3-41 *Tempo rampa di accelerazione 1* è 10 s, la risposta dallo slave al master sarà:

130BA094.10			
1155 H	0000 H	0000 H	0000 H
PKE	IND	PWE <sub>high</sub>	PWE <sub>low</sub>

130BA267.10			
1155 H	0000 H	0000 H	03E8 H
PKE	IND	PWE <sub>high</sub>	PWE <sub>low</sub>



### NOTA!

3E8 esadecimale corrisponde a 1000 decimale. L'indice di conversione per il par. 3-41 è -2, vale a dire 0.01.

## 7.6. Panoramica Modbus RTU

### 7.6.1. Presupposti

Le presenti istruzioni di funzionamento presuppongono che il controllore installato supporti le interfacce menzionate nel presente documento e che vengano osservati scrupolosamente tutti i requisiti richiesti dal regolatore nonché dal convertitore di frequenza insieme a tutte le restrizioni relative.

### 7.6.2. Ciò che l'utente dovrebbe già sapere

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

### 7.6.3. Panoramica Modbus RTU

Indipendentemente dal tipo di reti di comunicazione fisiche, la panoramica Modbus RTU descrive il processo che un controller utilizza per richiedere l'accesso a un altro dispositivo. Ciò include tra l'altro il modo in cui risponderà a richieste da un'altra periferica e il modo in cui verranno rilevati e segnalati. Stabilisce anche un formato comune per il layout e i contenuti dei campi. Durante le comunicazioni su una rete Modbus RTU, il protocollo determina come ogni controllore apprenderà il suo indirizzo di periferica, riconoscerà un messaggio indirizzato ad esso, determinerà il tipo di azione da adottare, ed estrarre qualsiasi dato o altre informazioni contenute nel messaggio. Se è necessaria una richiesta, il controllore creerà il messaggio di risposta e inviarla. I controllori comunicano utilizzando la tecnica master-slave nella quale una sola periferica (il master) può iniziare le transazioni (chiamate interrogazioni). Le altre periferiche (slave) rispondono fornendo al master i dati richiesti oppure eseguendo l'azione richiesta nell'interrogazione.

Il master può indirizzare degli slave individuali oppure iniziare un messaggio di broadcast a tutti gli slave. Gli slave restituiscono un messaggio (chiamato risposta) alle interrogazioni indirizzate a loro individualmente. Non vengono restituite risposte alle interrogazioni broadcast dal master. Il protocollo Modbus RTU stabilisce il formato per la richiesta del master posizionandolo nell'indirizzo di periferica (o broadcast), un codice funzione che definisce un'azione richiesta, qualsiasi dato da inviare e un campo per il controllo degli errori. Anche il messaggio di risposta dello slave è costruito usando il protocollo Modbus. Contiene campi che confermano l'azione adottata, qualsiasi dato da restituire e un campo per il controllo degli errori. Se si verifica un errore nella ricezione del messaggio o se lo slave non è in grado di effettuare l'azione richiesta, genererà un messaggio di errore e lo invierà come risposta oppure si verificherà un timeout.

#### 7.6.4. Convertitore di frequenza con Modbus RTU

Il convertitore di frequenza comunica nel formato Modbus RTU tramite l'interfaccia RS-485 incorporata. Modbus RTU consente l'accesso alla parola di controllo e riferimento bus del convertitore di frequenza.

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

- Avviamento
- Arresto del convertitore di frequenza in vari modi:
  - Arresto a ruota libera
  - Arresto rapido
  - Arresto freno CC
  - Arresto normale (rampa)
- Ripristino dopo uno scatto in caso di guasto
- Funzionamento a varie velocità preimpostate
- Marcia in senso inverso
- Modificare il setup attivo
- Controllare i due relè incorporati del convertitore di frequenza

Il riferimento bus è generalmente usato per il controllo di velocità. È anche possibile accedere ai parametri, leggere i loro valori e dove possibile, modificarli. Questo consente una serie di opzioni di controllo, incluso il controllo del riferimento del convertitore di frequenza quando viene utilizzato il suo controllore PID.

### 7.7. Configurazione della rete

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

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

## 7.8. Struttura frame di messaggi Modbus RTU

### 7.8.1. Convertitore di frequenza con Modbus RTU

I controllori sono impostati per comunicare sulla rete Modbus usando la modalità RTU (Remote Terminal Unit), con ogni byte di 8 bit in un messaggio contenente due caratteri esadecimali a 4 bit. Il formato per ogni byte è mostrato di seguito.

Bit di start	Bit di dati								Stop/ parità	Arresto

Sistema di codifica	Binario a 8 bit, esadecimale 0-9, A-F. Due caratteri esadecimali contenuti in ogni campo a 8 bit del messaggio
Bit per byte	1 bit di start 8 bit dati, bit meno significativo inviato per primo 1 bit per parità pari/dispari; nessun bit per nessuna parità 1 bit di stop se si utilizza parità; 2 bit in caso di nessuna parità
Campo di controllo errori	Controllo di ridondanza ciclica (CRC)

7

### 7.8.2. Struttura dei messaggi Modbus RTU

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

#### Struttura tipica dei messaggi Modbus RTU

Avviamento	Indirizzo	Funzione	Dati	Controllo CRC	fin.
T1-T2-T3-T4	8 bit	8 bit	N x 8 bit	16 bit	T1-T2-T3-T4

### 7.8.3. Campo start / stop

I messaggi iniziano con una pausa di almeno 3,5 intervalli di carattere. Questo è implementato come un multiplo di intervalli di carattere al baud rate selezionato della rete (mostrato come start T1-T2-T3-T4). Il primo campo che deve essere trasmesso è l'indirizzo. In seguito all'ultimo carattere trasmesso, un periodo simile di almeno 3,5 intervalli di carattere segna la fine del messaggio. Dopo questo periodo può iniziare un nuovo messaggio. L'intero message frame deve essere trasmesso come un flusso continuo. Se si verifica una pausa di oltre 1,5 caratteri prima che il frame

sia completato, il dispositivo ricevente cancella il messaggio incompleto e assume che il byte successivo sarà il campo di indirizzo di un nuovo messaggio. Allo stesso modo, se un nuovo messaggio inizia prima di 3,5 intervalli di carattere dopo un precedente messaggio, il dispositivo ricevente lo considererà una continuazione del messaggio precedente. Ciò causerà un timeout (nessuna risposta dallo slave) poiché il valore nel campo CRC finale non sarà valido per i messaggi combinati.

#### 7.8.4. Campo di indirizzo

Il campo di indirizzo di un message frame contiene 8 bit. Gli indirizzi validi della periferica slave sono compresi nell'intervallo tra 0 e 247. Alle singole periferiche slave vengono assegnati indirizzi nell'intervallo tra 1 e 247. (0 è riservato per la modalità broadcast, riconosciuta da tutti gli slave.) Un master indirizza uno slave inserendo l'indirizzo slave nel campo di indirizzo del messaggio. Quando lo slave invia la sua risposta, colloca il suo proprio indirizzo in questo campo di indirizzo per segnalare al master quale slave sta rispondendo.

#### 7.8.5. Campo funzione

Il campo funzione di un message frame contiene 8 bit. I codici validi sono compresi nell'intervallo tra 1 e FF. I campi funzione sono usati per la trasmissione di messaggi tra master e slave. Quando un messaggio viene inviato da un master a una periferica slave, il campo del codice funzione segnala allo slave che tipo di azione deve effettuare. Quando lo slave risponde al master, usa il campo codice funzione per indicare una risposta normale (senza errori) oppure per indicare che si è verificato un errore (risposta di eccezione). Per una risposta normale lo slave restituisce semplicemente il codice funzione originale. Per una risposta di eccezione, lo slave restituisce un codice che è equivalente al codice funzione originale con il suo bit più significativo impostato su 1 logico. Inoltre lo slave colloca un codice unico nel campo dati del messaggio di risposta. Ciò segnala al master il tipo di errore occorso oppure la ragione dell'eccezione. Si prega di fare riferimento anche alle sezioni *Codici funzione supportati da Modbus RTU* e *Codici di eccezione*.

#### 7.8.6. Campo dati

Il campo dati è costruito usando serie di due cifre esadecimali nell'intervallo compreso tra 00 e FF esadecimale. Queste sono costituite da un carattere RTU. Il campo dati di messaggi inviati da un master a una periferica slave contiene informazioni supplementari che lo slave deve usare per effettuare l'azione definita dal codice funzione. Ciò può includere elementi come indirizzi di uscite digitali o indirizzi registro, la quantità di elementi da gestire e il conteggio di byte di dati effettivi nel campo.

#### 7.8.7. Campo di controllo CRC

I messaggi includono un campo per il controllo degli errori che funziona secondo il metodo di un controllo di ridondanza ciclica (CRC). Il campo CRC controlla i contenuti dell'intero messaggio. Viene applicato indipendentemente da qualsiasi metodo di controllo parità per i caratteri individuali del messaggio. Il valore CRC viene calcolato dal dispositivo trasmittente che aggiunge il CRC come ultimo campo nel messaggio. Il dispositivo ricevente ricalcola un CRC durante la ricezione del messaggio e confronta il valore calcolato con il valore effettivo ricevuto nel campo CRC. Se i due valori non corrispondono si verifica un timeout del bus. Il campo per il controllo degli errori contiene un valore binario a 16 bit implementato come due byte a 8 bit. Una volta effettuato questo, il byte di ordine inferiore del campo viene aggiunto per primo, seguito dal byte di ordine superiore. Il byte di ordine superiore CRC è l'ultimo byte inviato nel messaggio.

### 7.8.8. Indirizzamento registro uscita digitale

In Modbus, tutti i dati sono organizzati in uscite digitali e registri di trasmissione. Le uscite digitali gestiscono un singolo bit, mentre i registri di trasmissione gestiscono una parola a 2 byte (vale a dire 16 bit). Tutti gli indirizzi di dati nei messaggi Modbus sono riferiti allo zero. Alla prima occorrenza di un elemento dati viene assegnato l'indirizzo dell'elemento numero zero. Per esempio: L'uscita digitale nota come 'uscita digitale 1' in un controllore programmabile viene indirizzata come uscita digitale 0000 nel campo indirizzo dati di un messaggio Modbus. L'uscita digitale 127 in codice decimale viene indirizzata come uscita digitale 007EHEX (126 in codice decimale). Il registro di trasmissione 40001 viene indirizzato come registro 0000 nel campo indirizzo dati del messaggio. Il campo codice funzione specifica già un funzionamento 'registro di trasmissione'. Pertanto il riferimento '4XXXX' è implicito. Il registro di trasmissione 40108 viene indirizzato come registro 006BHEX (107 in codice decimale).

Numero uscita digitale	Descrizione	Direzione del segnale
1-16	Parola di controllo del convertitore di frequenza (vedi tabella in basso)	Dal master allo slave
17-32	Velocità del convertitore di frequenza o setpoint Intervallo 0x0 – 0xFFFF (-200% ... ~200%)	Dal master allo slave
33-48	Parola di stato del convertitore di frequenza (vedi tabella in basso)	Dallo slave al master
49-64	Modalità anello aperto: Frequenza di uscita convertitore di frequenza Modalità anello chiuso: Segnale di retroazione convertitore di frequenza	Dallo slave al master
65	Controllo di scrittura parametro (dal master allo slave) 0 = Le modifiche ai parametri vengono memorizzate nella RAM del convertitore di frequenza 1 = Le modifiche ai parametri vengono memorizzate nella RAM e nella EEPROM del convertitore di frequenza.	Dal master allo slave
66-65536	Riservato	

Bo-	0	1
bi-		
na		
01	Riferimento preimpostato, LSB	
02	Riferimento preimpostato, MSB	
03	Freno CC	Nessun freno CC
04	Arresto a ruota libera	Nessun arresto a ruota libera
05	Arresto rapido	Nessun arresto rapido
06	Frequenza bloccata	Nessuna freq. bloccata
07	Arresto rampa	Avviamento
08	Nessun ripristino	Ripristino
09	Nessuna marcia jog	Marcia jog
10	Rampa 1	Rampa 2
11	Dati non validi	Dati validi
12	Relè 1 off	Relè 1 on
13	Relè 2 off	Relè 2 on
14	Setup LSB	
15	Setup MSB	
16	Nessuna inversione	Inversione
<b>Parola di controllo convertitore di frequenza (profilo FC)</b>		

Bo-	0	1
bi-		
na		
33	Controllo non pronto	Comando pronto
34	Convertitore di frequenza non pronto	Convertitore di frequenza pronto
35	Arresto a ruota libera	Chiuso per sicurezza
36	Nessun allarme	Allarme
37	Non utilizzato	Non utilizzato
38	Non utilizzato	Non utilizzato
39	Non utilizzato	Non utilizzato
40	Nessun avviso	Avviso
41	Non al riferimento	Nel riferimento
42	Modalità manuale	Modo automatico
43	Fuori campo freq.	Nel campo di frequenza
44	Arrestato	In funzione
45	Non utilizzato	Non utilizzato
46	Nessun avviso tensione	Avviso tensione
47	Non nel limite di corr.	Limite di corr.
48	Nessun avviso termico	Avviso termico
<b>Parola di stato convertitore di frequenza (profilo FC)</b>		

### Registri di trasmissione

Numero di registro	Descrizione
00001-00006	Riservato
00007	Ultimo codice di errore da un'interfaccia oggetto dati FC
00008	Riservato
00009	Indice parametri*
00100-00999	Gruppo parametri 000 (parametri da 001 a 099)
01000-01999	Gruppo parametri 100 (parametri da 100 a 199)
02000-02999	Gruppo parametri 200 (parametri da 200 a 299)
03000-03999	Gruppo parametri 300 (parametri da 300 a 399)
04000-04999	Gruppo parametri 400 (parametri da 400 a 499)
...	...
49000-49999	Gruppo parametri 4900 (parametri da 4900 a 4999)
500000	Dati di ingresso: Registro parola di controllo convertitore di frequenza (CTW).
50010	Dati di ingresso: Registro riferimento bus (REF).
...	...
50200	Dati di uscita: Registro parola di stato convertitore di frequenza (STW).
50210	Dati di uscita: Registro valore effettivo principale convertitore di frequenza (MAV).

\* Utilizzato per specificare il numero di indice da utilizzare quando si accede a un parametro indicizzato.

### 7.8.9. Controllo del convertitore di frequenza

Questa sezione descrive i codici che possono essere utilizzati nei campi funzione e nei campi dati di un messaggio Modbus RTU. Per una descrizione completa di tutti i campi del messaggio fare riferimento alla sezione *Struttura frame messaggi Modbus RTU*.

### 7.8.10. Codici funzione supportati da Modbus RTU

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

Funzione	Codice funzione
Lettura uscite digitali	1 hex
Lettura registri di trasmissione	3 hex
Scrittura singola uscita digitale	5 hex
Scrittura singolo registro	6 hex
Scrittura uscite digitali multiple	F hex
Scrittura registri multipli	10 hex
Ottieni contatore eventi com.	B hex
Riporta ID slave	11 hex

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

### 7.8.11. Codici di eccezione

Nel caso di un errore, nel campo dati di un messaggio di risposta possono essere presenti i seguenti codici di eccezione. Per una spiegazione completa della struttura di una risposta di eccezione (vale a dire un errore), fare riferimento alla sezione *Struttura frame messaggi Modbus RTU, campo funzione*.

Codice di eccezione nel campo dati (in codice decimale)	Descrizione del codice di eccezione
00	Il numero di parametro non esiste
01	Nessun accesso di scrittura al parametro
02	Il valore del dato supera i limiti del parametro
03	Il sottoindice utilizzato non esiste
04	Il parametro non è del tipo ad array
05	Il tipo di dati non corrisponde al parametro chiamato
06	Solo ripristino
07	Non modificabile
11	Nessun accesso di scrittura
17	La modifica dei dati nel parametro chiamato non è possibile nel modo attuale
18	Altro errore
64	Indirizzo dati non valido
65	Lunghezza messaggio non valida
66	Lunghezza dati o valore non validi
67	Codice funzione non valido
130	Nessun accesso bus al parametro chiamato
131	La modifica dei dati non è possibile in quanto è selezionata l'impostazione di fabbrica

## 7.9. Come accedere ai parametri

### 7.9.1. Gestione dei parametri

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

### 7.9.2. Memorizzazione di dati

L'uscita digitale 65 in codice decimale determina se i dati scritti in un convertitore di frequenza vengono memorizzati nell'EEPROM e nella RAM (uscita digitale 65 = 1) oppure solo nella RAM (uscita digitale 65 = 0).

### 7.9.3. IND

L'indice array viene impostato nel registro di trasmissione 9 e utilizzato durante l'accesso ai parametri array.

### 7.9.4. Blocchi di testo

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

### 7.9.5. Fattore di conversione

I diversi attributi di ogni parametro sono contenuti nella sezione delle impostazioni di fabbrica. Siccome un valore parametrico può essere trasmesso solo come numero intero, per trasmettere decimali è necessario usare un fattore di conversione. Fare riferimento alla sezione *Parametri*.

### 7.9.6. Valori dei parametri

#### Tipi di dati standard

I tipi di dati standard sono int16, int32, uint8, uint16 e uint32. Sono memorizzati come registri 4x (40001 – 4FFFF). I parametri vengono letti usando la funzione 03HEX "Leggi registri di trasmissione." I parametri vengono scritti usando la funzione 6HEX "Preimposta registro singolo" per 1 registro (16 bit) e la funzione 10HEX "Preimposta registri multipli" per 2 registri (32 bit). Le grandezze leggibili vanno da 1 registro (16 bit) fino a 10 registri (20 caratteri).

#### Tipi di dati non standard

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

## 7.10. Esempi

I seguenti esempi illustrano i vari comandi Modbus RTU. Se si verifica un errore, fare riferimento alla sezione Codici di eccezione.

### 7.10.1. Lettura stato delle uscite digitali (01 HEX)

#### Descrizione

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

#### Interrogazione

Il messaggio di interrogazione specifica l'uscita digitale di avvio e la quantità di uscite digitali che devono essere lette. Gli indirizzi delle uscite digitali iniziano con lo zero, vale a dire che l'uscita digitale 33 viene indirizzata come 32.

Esempio di una richiesta di leggere le uscite digitali 33-48 (parola di stato) dal dispositivo slave 01:

Nome campo	Esempio (HEX)
Indirizzo slave	01 (indirizzo del convertitore di frequenza)
Funzione	01 (lettura uscite digitali)
Indirizzo iniziale HI	00
Indirizzo iniziale LO	20 (32 decimali)
N. di punti HI	00
N. di punti LO	10 (16 decimali)
Controllo errori (CRC)	-

#### Risposta

Lo stato nel messaggio di risposta è composto da un bit per ogni uscita digitale compattato nel campo dati. Lo stato è indicato come: 1 = ON; 0 = OFF. Il bit meno significativo del primo byte dati restituito contiene lo stato dell'uscita indirizzata nella domanda; Le altre uscite seguono nei bit successivi dello stesso byte, e nei byte seguenti con lo stesso ordine.

Se il numero di uscite digitali restituite non è un multiplo di otto, i rimanenti bit nel byte di dati finale saranno riempiti con zeri (in direzione dei bit più significativi del byte). Il campo Conteggio byte specifica il numero di byte di dati completi.

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

## 7.10.2. Settaggio/scrittura singola uscita digitale (05 HEX)

### Descrizione

Questa funzione imposta e scrive un'uscita digitale su ON o su OFF. Quando usata in modalità broadcast, la funzione setta la stessa uscita digitale su tutti gli slave collegati.

### Interrogazione

Il messaggio di interrogazione stabilisce che l'uscita digitale 65 (controllo scrittura parametri) deve essere forzata. Gli indirizzi dell'uscita digitale iniziano con lo zero, vale a dire che l'uscita digitale 65 viene indirizzata come 64. Settaggio dati = 00 00HEX (OFF) oppure FF 00HEX (ON).

Nome campo	Esempio (HEX)
Indirizzo slave	01 (indirizzo del convertitore di frequenza)
Funzione	05 (scrittura uscita digitale singola)
Indirizzo uscita digitale HI	00
Indirizzo uscita digitale LO	40 (n. uscita digitale 65)
Settaggio dati HI	FF
Settaggio dati LO	00 (FF 00 = ON)
Controllo errori (CRC)	-

### Risposta

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

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

### 7.10.3. Settaggio/scrittura di bobine multiple (0F HEX)

Questa funzione setta ogni uscita digitale in una sequenza di uscite digitali su ON o OFF. Quando usata in modalità broadcast, la funzione setta la stessa uscita digitale su tutti gli slave collegati. .

Il messaggio di **interrogazione** specifica che le uscite digitali da 17 a 32 (riferimento velocità) devono essere forzate. Gli indirizzi delle uscite digitali iniziano con lo zero, vale a dire che l'uscita digitale 17 viene indirizzata come 16.

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

#### Risposta

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

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

### 7.10.4. Lettura dei registri di trasmissione (03 HEX)

#### Descrizione

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

#### Interrogazione

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

Nome campo	Esempio (HEX)
Indirizzo slave	01
Funzione	03 (lettura registri di trasmissione)
Indirizzo iniziale HI	00
Indirizzo iniziale LO	00 (indirizzo uscita digitale 17)
N. di punti HI	00
N. di punti LO	03
Controllo errori (CRC)	-

#### Risposta

I dati di registro nel messaggio di risposta sono impaccati su due byte per registro, con i contenuti del binario allineati a destra all'interno di ogni byte. In ogni registro il primo byte contiene sempre i bit più significativi ed il secondo quelli meno significativi.

Nome campo	Esempio (HEX)
Indirizzo slave	01
Funzione	03
Conteggio byte	06
Dati HI (Registro 40001)	55
Dati LO (Registro 40001)	AA
Dati HI (Registro 40002)	55
Dati LO (Registro 40002)	AA
Dati HI (Registro 40003)	55
Dati LO (Registro 40003)	AA
Controllo errori (CRC)	-

### 7.10.5. Preimpostazione singolo registro (06 HEX)

#### Descrizione

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

#### Interrogazione

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

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

#### Risposta

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

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

## 7.10.6. Preimpostazione registri multipli (10 HEX)

### Descrizione

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

### Interrogazione

Il messaggio di interrogazione specifica i riferimenti del registro da preimpostare. Gli indirizzi di registro iniziano da zero, vale a dire che il registro 1 viene indirizzato come 0. Esempio di una richiesta a preimpostare due registri (impostare il parametro 1-05 = 738 (7,38 A)):

Nome campo	Esempio (HEX)
Indirizzo slave	01
Funzione	10
Indirizzo iniziale HI	04
Indirizzo iniziale LO	19
N. di registri HI	00
N. di registri LO	02
Conteggio byte	04
Scrittura dati HI (Registro 4: 1049)	00
Scrittura dati LO (Registro 4: 1049)	00
Scrittura dati HI (Registro 4: 1050)	02
Scrittura dati LO (Registro 4: 1050)	E2
Controllo errori (CRC)	-

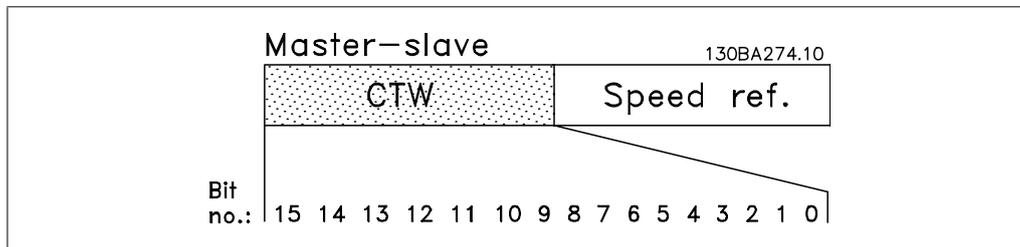
### Risposta

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

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

## 7.11. Profilo di controllo FC Danfoss

### 7.11.1. Parola di controllo secondo il Profilo FC (Par. 8-10 = profilo FC)



Bit	Valore del bit = 0	Valore del bit = 1
00	Valore di riferimento	selezione esterna lsb
01	Valore di riferimento	selezione esterna msb
02	Freno CC	Rampa
03	Ruota libera	Nessuna ruota libera
04	Arresto rapido	Rampa
05	Mantenimento frequenza di uscita	utilizzare rampa
06	Arresto rampa	Avviamento
07	Nessuna funzione	Ripristino
08	Nessuna funzione	Jog
09	Rampa 1	Rampa 2
10	Dati non validi	Dati validi
11	Nessuna funzione	Relè 01 attivo
12	Nessuna funzione	Relè 02 attivo
13	Programmazione parametri	selezione lsb
14	Programmazione parametri	selezione msb
15	Nessuna funzione	Invers.

#### Spiegazione dei bit di controllo

##### Bit 00/01

I bit 00 e 01 vengono utilizzati per scegliere fra i quattro valori di riferimento, preprogrammati nel par. 3-10 *Riferim. preimp.* secondo la tabella seguente:

Valore di rif. programmato	Par.	Bit 01	Bit 00
1	3-10 [0]	0	0
2	3-10 [1]	0	1
3	3-10 [2]	1	0
4	3-10 [3]	1	1



#### NOTA!

Effettuare una selezione nel par. 8-56 *Selezione rif. preimpostato* per definire come il Bit 00/01 è collegato alla funzione corrispondente sugli ingressi digitali.

##### Bit 02, freno CC:

Bit 02 = '0' determina una frenatura CC e l'arresto. Impostare la corrente di frenatura e la durata nel par. 2-01 Corrente di frenatura CC e 2-02 *Tempo di frenatura CC*. Bit 02 = '1' attiva la rampa.

**Bit 03, Evoluzione libera:**

Bit 03 = '0': Il convertitore di frequenza "rilascia" immediatamente il motore (i transistor di uscita sono "spenti"), e decelera in evoluzione libera fino all'arresto. Bit 03 = '1': Il convertitore di frequenza avvia il motore se le altre condizioni di avviamento sono soddisfatte.

**NOTA!**

Effettuare una selezione nel par. 8-50 *Selezione ruota libera* per definire in che modo il Bit 03 è collegato alla funzione corrispondente su un ingresso digitale.

**Bit 04, Arresto rapido:**

Bit 04 = '0': Fa ridurre la velocità del motore fino all'arresto (impostato nel par. 3-81 *Tempo rampa arr. rapido*).

**Bit 05, Mantenimento uscita di frequenza**

Bit 05 = '0': L'attuale frequenza di uscita (in Hz) viene bloccata. Cambiare la frequenza di uscita bloccata solo tramite gli ingressi digitali (par. 5-10 a 5-15) programmati su *Speed up* e *Slow-down*.

**NOTA!**

Se è attivo Blocco uscita, il convertitore di frequenza può essere arrestato selezionando:

- Bit 03, Arresto a ruota libera
- Bit 02, Frenata CC
- Ingresso digitale (par. 5-10 a 5-15) programmato su *Frenatura CC, Arresto a ruota libera* o *Ripristino e Arresto a ruota libera*.

**Bit 06, Avviamento/arresto rampa:**

Bit 06 = '0': Determina un arresto e fa decelerare il motore fino all'arresto mediante il par. di rampa di decelerazione selezionato Bit 06 = '1': Consente al convertitore di frequenza di avviare il motore se le altre condizioni di avviamento sono soddisfatte.

**NOTA!**

Effettuare una selezione nel par. 8-53 *Selez. avvio* per definire in che modo il Bit 06 Arresto/avviamento rampa è collegato alla funzione corrispondente su un ingresso digitale.

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

**Bit 08, Marcia jog:**

Bit 08 = '1': La frequenza di uscita è determinata dal par. 3-19 *Velocità Jog*.

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

Bit 09 = "0": La rampa 1 è attiva (par. 3-40 a 3-47). Bit 09 = "1": La rampa 2 (par. 3-50 a 3-57) è attiva.

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

Comunicare al convertitore di frequenza se utilizzare o ignorare la parola di controllo. Bit 10 = '0': La parola di controllo viene ignorata. Bit 10 = '1': La parola di controllo viene utilizzata. Questa funzione è rilevante perché il telegramma contiene sempre la parola di controllo, indipendente-

mente dal tipo di telegramma. Pertanto, è possibile disattivare la parola di controllo se non si vuole usarla durante l'aggiornamento o la lettura di parametri.

#### Bit 11, Relè 01:

Bit 11 = "0": Relè non attivato. Bit 11 = "1": Relè 01 attivato, a condizione che nel par. 5-40 *Funzione relè* sia selezionato *Bit 11 par. di contr.*

#### Bit 12, Relè 04:

Bit 12 = "0": Il relè 04 non è attivato. Bit 12 = "1": Il relè 04 è attivato, a condizione che nel parametro 5-40 *Funzione relè* sia stato selezionato *Bit 12 Par. di contr.*

#### Bit 13/14, Selezione del setup:

Utilizzare i bit 13 e 14 per scegliere fra le quattro impostazioni di menu in base alla tabella indicata: .

Setup	Bit 14	Bit 13
1	0	0
2	0	1
3	1	0
4	1	1

La funzione è solo possibile se nel par. 0-10 *Setup attivo* è selezionato *Multi setup*.



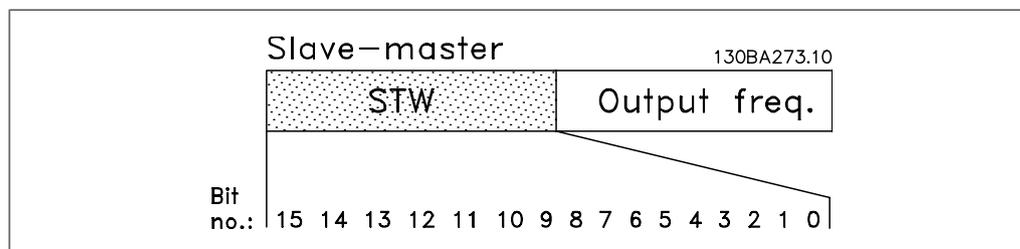
#### NOTA!

Effettuare una selezione nel par. 8-55 *Selez. setup* per definire come il Bit 13/14 si colleghi alla funzione corrispondente sugli ingressi digitali.

#### Bit 15 Inversione:

Bit 15 = '0': Nessuna inversione. Bit 15 = '1': Inversione. Nell'impostazione di default, l'inversione è impostata su digitale nel par. 8-54 *Selez. inversione*. Il Bit 15 determina l'inversione solo se viene selezionato *Comunicazione seriale, Logica "or" o Logica "and"*.

### 7.11.2. Parola di stato secondo il profilo FC (STW) (Par. 8-10 = profilo FC)



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

**Spiegazione dei bit di stato**Bit 00, Comando non pronto/pronto:

Bit 00 = '0': Il convertitore di frequenza scatta. Bit 00 = '1': I comandi del convertitore di frequenza sono pronti ma la sezione di potenza non è necessariamente alimentata (in caso di alimentazione 24 V esterna ai comandi).

Bit 01, Convertitore di frequenza pronto:

Bit 01 = '1': Il convertitore di frequenza è pronto per funzionare ma è attivo il comando di evoluzione libera dagli ingressi digitali o dalla comunicazione seriale.

Bit 02, Arresto a ruota libera:

Bit 02 = '0': Il convertitore di frequenza rilascia il motore. Bit 02 = '1': Il convertitore di frequenza avvia il motore con un comando di avviamento.

Bit 03, Nessuno errore/scatto:

Bit 03 = '0': Il convertitore di frequenza non è in modalità di guasto. Bit 03 = '1': Il convertitore di frequenza scatta. Per ripristinare il funzionamento, immettere [Reset].

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

Bit 04 = '0': Il convertitore di frequenza non è in modalità di guasto. Bit 04 = "1": Il convertitore di frequenza visualizza un errore ma non scatta.

Bit 05, Non utilizzato:

Il Bit 05 non è utilizzato nella parola di stato.

Bit 06, Nessun errore / blocco scatto:

Bit 06 = '0': Il convertitore di frequenza non è in modalità di guasto. Bit 06 = "1": Il convertitore di frequenza è scattato e si è bloccato.

Bit 07, No preallarme/avviso:

Bit 07 = '0': Non sono presenti avvisi. Bit 07 = '1': È stato inviato un avviso.

Bit 08, Velocità ≠ riferimento/velocità = riferimento:

Bit 08 = '0': Il motore è in funzione, ma la velocità attuale è diversa dalla velocità di riferimento preimpostata. Può ad es. essere possibile quando la velocità accelera/decelera durante l'avviamento/arresto. Bit 08 = '1': La velocità del motore corrisponde al riferimento di velocità preimpostato.

Bit 09, Funzionamento locale/controllo bus:

Bit 09 = '0': [STOP/RESET] è attivato sull'unità di controllo oppure nel par. 3-13 *Sito di riferimento* è selezionato *Controllo locale*. Non è possibile controllare il convertitore di frequenza mediante la comunicazione seriale. Bit 09 = '1' È possibile controllare il convertitore di frequenza mediante il bus di campo/ la comunicazione seriale.

Bit 10, Fuori dal limite di frequenza:

Bit 10 = '0': La frequenza di uscita ha raggiunto il valore impostato nel par. 4-11 *Lim. basso vel. motore* o nel par. 4-13 *Lim. alto vel. motore*. Bit 10 = "1": La frequenza di uscita rientra nei limiti definiti.

Bit 11, Nessuna funzione/in funzione:

Bit 11 = '0': Il motore non è in funzione. Bit 11 = '1': Il convertitore di frequenza ha ricevuto un segnale di avviamento oppure la frequenza di uscita è maggiore di 0 Hz.

**Bit 12, VLT OK/stallo, avviamento automatico:**

Bit 12 = '0': L'inverter non è soggetto a temperatura eccessiva temporanea. Bit 12 = '1': L'inverter si arresta a causa della sovratemperatura ma l'apparecchio non scatta e continuerà a funzionare una volta cessata la sovratemperatura.

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

Bit 13 = '0': Non ci sono avvisi relativi alla tensione. Bit 13 = '1': La tensione CC nel circuito intermedio del convertitore di frequenza è troppo bassa o troppo alta.

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

Bit 14 = '0': La corrente motore è inferiore rispetto al limite di coppia selezionato nel par. 4-18 *Limite di corrente*. Bit 14 = '1': Il limite di coppia nel par. 4-18 *Limite di corrente* è stato superato.

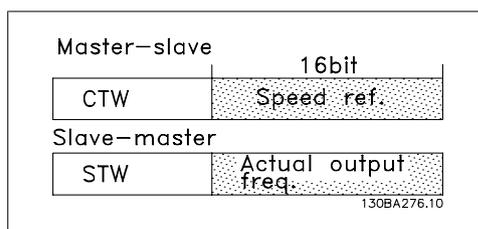
**Bit 15, Timer OK/limite superato:**

Bit 15 = '0': I timer per la protezione termica del motore e la protezione termica del VLT non hanno superato il 100%. Bit 15 = '1': Uno dei timer ha superato il 100%.

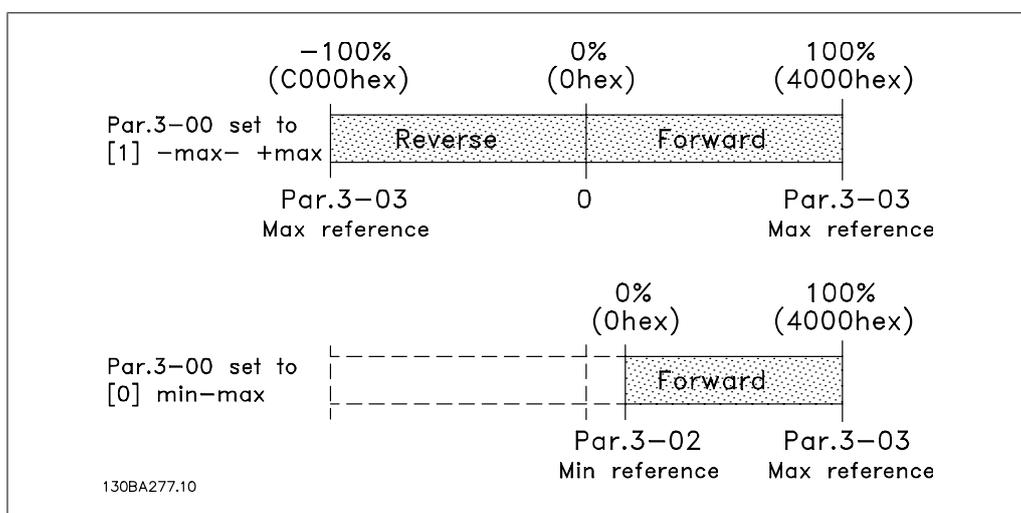
**NOTA!**  
Tutti i bit nella STW vengono impostati su '0' se la connessione tra opzione Interbus e il convertitore di frequenza non è più presente o se si è verificato un problema di comunicazione interno.

### 7.11.3. Valore di riferimento velocità bus

Il valore di riferimento della velocità viene trasmesso al convertitore di frequenza in un valore relativo in %. Il valore viene trasmesso sotto forma di una parola di 16 bit; in numeri interi (0-32767) il valore 16384 (4000 Hex) corrisponde a 100%. I numeri negativi sono formattati mediante un complemento a 2. La frequenza di uscita attuale (MAV) viene convertita in scala allo stesso modo del riferimento bus.



Il riferimento e il MAV vengono demoltiplicati nel modo seguente:



## 8. Ricerca guasti

### 8.1.1. Allarmi e avvisi

Un avviso o un allarme vengono segnalati dal LED corrispondente nella parte anteriore del convertitore di frequenza e quindi da un codice a display.

Un avviso rimane attivo fino all'eliminazione della causa. In alcuni casi è possibile continuare a far funzionare il motore. I messaggi di avviso possono essere critici ma non sempre lo sono.

In caso di allarme, il convertitore di frequenza scatterà. È necessario ripristinare gli allarmi durante un'operazione di riavvio dopo averne eliminato la causa. Ciò può essere fatto in quattro modi:

1. Utilizzando il pulsante [RESET] sul pannello di controllo LCP.
2. Tramite un ingresso digitale con la funzione "Reset".
3. Mediante la comunicazione seriale/un bus di campo opzionale.
4. Tramite un ripristino automatico utilizzando la funzione [Auto Reset] che è un'impostazione di default per il VLT HVAC Drive. Vedi il par. *14-20 Modo ripristino nella Guida alla Programmazione del VLT® HVAC Drive, MG.11Cx.yy.*

**NOTA!**

Dopo un ripristino manuale tramite il tasto [RESET] sull'LCP, è necessario premere il tasto [AUTO ON] per riavviare il motore!

Se l'allarme non è ripristinabile, è possibile che la causa non sia stata eliminata oppure l'allarme è bloccato (fare riferimento anche alla tabella della pagina seguente).

Gli allarmi bloccati offrono un'ulteriore protezione perché l'alimentazione di rete deve essere disinserita prima di poter ripristinare l'allarme. Dopo la riaccensione, il convertitore di frequenza non è più bloccato e può essere ripristinato come descritto in alto una volta che è stata eliminata la causa.

È inoltre possibile ripristinare gli allarmi che non sono bloccati utilizzando la funzione di ripristino automatico nel parametro 14-20 (Avviso: è possibile la fine pausa automatica!)

Se è contrassegnato un avviso e un allarme per un codice nella tabella della pagina seguente ciò significa che un avviso precederà l'allarme o che è possibile programmare se un dato guasto deve generare un avviso o un allarme.

Ciò è possibile ad esempio nei parametri 1-90 *Protezione termica motore*. Dopo un allarme o uno scatto, il motore girerà a ruota libera e sul convertitore di frequenza lampeggeranno sia l'allarme sia l'avviso. Dopo aver eliminato il problema, continuerà a lampeggiare solo l'allarme.

No.	Descrizione	Avviso	Allarme/scat- to	All./scatto blocc.	Riferimento para- metro
1	Sotto 10 Volt	X			
2	Guasto zero traslato	(X)	(X)		6-01
3	Nessun motore	(X)			1-80
4	Perdita fase di rete	(X)	(X)	(X)	14-12
5	Tensione collegamento CC alta	X			
6	Tensione bus CC bassa	X			
7	Sovratens. CC	X	X		
8	Sottotens. CC	X	X		
9	Inverter sovracc.	X	X		
10	Sovratemp. ETR motore	(X)	(X)		1-90
11	Sovratemp. term. motore	(X)	(X)		1-90
12	Limite di coppia	X	X		
13	Sovracorrente	X	X	X	
14	Guasto di terra	X	X	X	
15	HW non compatibile		X	X	
16	Cortocircuito		X	X	
17	TO par. contr.	(X)	(X)		8-04
23	Ventole interne				
24	Ventole esterne				
25	Resistenza freno in corto-circuito	X			
26	Limite di potenza resistenza freno	(X)	(X)		2-13
27	Chopper di frenatura in cortocircuito	X	X		
28	Controllo freno	(X)	(X)		2-15
29	Sovratemperatura scheda di potenza	X	X	X	
30	Fase U del motore mancante	(X)	(X)	(X)	4-58
31	Fase V del motore mancante	(X)	(X)	(X)	4-58
32	Fase W del motore mancante	(X)	(X)	(X)	4-58
33	Guasto di accensione		X	X	
34	Errore comunicazione bus di campo	X	X		
36	Guasto di rete				
38	Guasto interno		X	X	
40	Sovracc. T27				
41	Sovracc. T29				
42	Sovracc. X30/6-7				
47	Alim. 24 V bassa	X	X	X	
48	Alim. 1,8 V bassa:		X	X	
49	Limite di velocità				
50	AMA, taratura non riuscita		X		
51	AMA controllo $U_{nom}$ e $I_{nom}$		X		
52	AMA $I_{nom}$ bassa		X		
53	AMA, motore troppo grande		X		
54	AMA, motore troppo piccolo		X		
55	Parametro AMA fuori intervallo		X		
56	AMA interrotto dall'utente		X		
57	AMA, time-out		X		
58	AMA, guasto interno	X	X		
59	Limite corrente	X			
60	Interblocco esterno				
62	Limite massimo frequenza di uscita	X			
64	Limite tens.	X			
65	Sovratemperatura quadro di comando	X	X	X	
66	Temperatura bassa dissipatore	X			
67	Configurazione opzioni cambiata		X		
68	Arresto di sicurezza attivato		X		
70	Configurazione FC non valida				
80	Convertitore di frequenza inizial. al valore predefinito		X		
92	Portata nulla	X	X		22-2*
93	Funzione pompa a secco	X	X		22-2*
94	Fine curva	X	X		22-5*
95	Cinghia rotta	X	X		22-6*
96	Avviamento ritardato	X			22-7*
97	Arresto ritardato	X			22-7*
98	Errore orologio	X			0-7*

Tabella 8.1: Lista di codici di allarme/avviso

No.	Descrizione	Avviso	Allarme/scat- to	All./scatto blocc.	Riferimento para- metro
200	Fire mode	X			24-0*
201	Mod. inc. era attiva	X			0-7*
202	Limiti mod. incendio superati	X			0-7*
250	Nuova parte di ric.				
251	Nuovo codice tipo				

Tabella 8.2: Lista di codici di allarme/avviso, continua...

(X) Dipendente dal parametro

Indicazioni LED	
Avviso	giallo
Allarme	rosso lampeggiante
Scatto bloccato	giallo e rosso

Parola di allarme, parola di stato estesa					
Bit	Hex	Dec	Parola d'allar- me	Parola di avviso	Parola di stato per esteso
0	00000001	1	Controllo freno	Controllo freno	Funz. rampa
1	00000002	2	Temp. scheda pot.	Temp. scheda pot.	AMA in funz.
2	00000004	4	Guasto di terra	Guasto di terra	Avviamento CW/CCW
3	00000008	8	Temp. sch. contr.	Temp. sch. contr.	Slow Down
4	00000010	16	TO par. contr.	TO par. contr.	Catch-Up
5	00000020	32	Sovracorrente	Sovracorrente	Retroazione alta
6	00000040	64	Coppia limite	Coppia limite	Retroazione bassa
7	00000080	128	Sovrtp.ter.mot	Sovrtp.ter.mot	Corrente di uscita alta
8	00000100	256	Sovr. ETR mot.	Sovr. ETR mot.	Corrente di uscita bassa
9	00000200	512	Sovracc. invert.	Sovracc. invert.	Frequenza di uscita alta
10	00000400	1024	Sottotens. CC	Sottotens. CC	Frequenza di uscita bassa
11	00000800	2048	Sovrat. CC	Sovrat. CC	Controllo freno OK
12	00001000	4096	Cortocircuito	Tens. CC bas.	Frenata max.
13	00002000	8192	Guasto di accensione	Tens. CC alta	Frenata
14	00004000	16384	Gua. fase rete	Gua. fase rete	Fuori dall'intervallo di velocità
15	00008000	32768	AMA Non OK	Nessun motore	OVC attivo
16	00010000	65536	Guasto zero traslato	Guasto zero traslato	
17	00020000	131072	Guasto interno	10V basso	
18	00040000	262144	Sovracc. freno	Sovracc. freno	
19	00080000	524288	Guasto fase U	Resistenza freno	
20	00100000	1048576	Guasto fase V	IGBT freno	
21	00200000	2097152	Guasto fase W	Limite velocità	
22	00400000	4194304	Guasto F.bus	Guasto F.bus	
23	00800000	8388608	Alim. 24V bassa	Alim. 24V bassa	
24	01000000	16777216	Guasto di rete	Guasto di rete	
25	02000000	33554432	Alim. 1,8V bassa	Limite corrente	
26	04000000	67108864	Resistenza freno	Bassa temp.	
27	08000000	134217728	IGBT freno	Limite tens.	
28	10000000	268435456	Cambio di opz.	Inutilizzato	
29	20000000	536870912	Inverter inicial.	Inutilizzato	
30	40000000	1073741824	Arresto di sicurezza	Inutilizzato	

Tabella 8.3: Descrizione di parola di allarme, parola di avviso e parola di stato estesa

Le parole di allarme, le parole di avviso e le parole di stato estese possono essere visualizzate tramite il bus seriale o il bus di campo opzionale per una diagnosi. Vedi anche i par. 16-90, 16-92 e 16-94.

## 8.1.2. Parole di allarme

### Parola d'allarme, 16-90

Bit (Esad)	Parola d'allarme (Par. 16-90)
00000001	Controllo freno
00000002	Sovratemp. sch. di pot.
00000004	Guasto di terra
00000008	Sovratemperatura scheda di controllo
00000010	TO par. contr.
00000020	Sovracorrente
00000040	Limite di coppia
00000080	Sovrtp.ter.m
00000100	Sovratemp. ETR motore
00000200	Inverter sovracc.
00000400	Sottotens.CC
00000800	Sottotens.CC
00001000	Cortocircuito
00002000	Guasto di accensione
00004000	Perdita fase di rete
00008000	AMA non OK
00010000	Guasto zero traslato
00020000	Guasto interno
00040000	Sovracc. freno
00080000	No fa. U m.
00100000	No fa. V m.
00200000	No fa. W m.
00400000	Guasto F.bus
00800000	Gu.alim.24V
01000000	Guasto di rete
02000000	Gu.alim.1,8V
04000000	Resistenza freno in corto-circuito
08000000	Guasto al chopper di fren.
10000000	Cambio di opzione
20000000	Inverter inicial.
40000000	Arresto di sicurezza
80000000	Non utilizzato

### Parola di allarme 2, 16-91

Bit (Esad)	Parola d'allarme 2 (Par. 16-91)
00000001	ServiceTrip, lettura/scrittura
00000002	Riservato
00000004	Service Trip, Codice tipo / Parte di ricambio
00000008	Riservato
00000010	Riservato
00000020	Portata nulla
00000040	Funzione pompa a secco
00000080	Fine curva
00000100	Cinghia rotta
00000200	Non utilizzato
00000400	Non utilizzato
00000800	Riservato
00001000	Riservato
00002000	Riservato
00004000	Riservato
00008000	Riservato
00010000	Riservato
00020000	Non utilizzato
00040000	Errore ventilatori
00080000	Errore ECB
00100000	Riservato
00200000	Riservato
00400000	Riservato
00800000	Riservato
01000000	Riservato
02000000	Riservato
04000000	Riservato
08000000	Riservato
10000000	Riservato
20000000	Riservato
40000000	Riservato
80000000	Riservato

### 8.1.3. Parole di avviso

#### Parola di avviso, 16-92

Bit (Esad)	Parola di avviso (Par. 16-92)
00000001	Controllo freno
00000002	Sovratemp. sch. di pot.
00000004	Guasto di terra
00000008	Sovratemperatura scheda di controllo
00000010	TO par. contr.
00000020	Sovracorrente
00000040	Limite di coppia
00000080	Sovrtp.ter.m
00000100	Sovratemp. ETR motore
00000200	Inverter sovracc.
00000400	Sottotens.CC
00000800	Sottotens.CC
00001000	Tensione bus CC bassa
00002000	Tensione collegamento CC alta
00004000	Perdita fase di rete
00008000	Nessun motore
00010000	Guasto zero traslato
00020000	10V basso
00040000	Limite di potenza resistenza freno
00080000	Resistenza freno in corto-circuito
00100000	Guasto al chopper di fren.
00200000	Limite di velocità
00400000	Guasto F.bus
00800000	Gu.alim.24V
01000000	Guasto di rete
02000000	Limite corrente
04000000	Temperatura bassa
08000000	Limite tens.
10000000	Perdita encoder
20000000	Uscita lim. freq.
40000000	Non utilizzato
80000000	Non utilizzato

#### Parola di avviso 2, 16-93

Bit (Esad)	Parola di avviso 2 (Par. 16-93)
00000001	Avviamento ritardato
00000002	Arresto ritardato
00000004	Errore orologio
00000008	Riservato
00000010	Riservato
00000020	Portata nulla
00000040	Funzione pompa a secco
00000080	Fine curva
00000100	Cinghia rotta
00000200	Non utilizzato
00000400	Riservato
00000800	Riservato
00001000	Riservato
00002000	Riservato
00004000	Riservato
00008000	Riservato
00010000	Riservato
00020000	Non utilizzato
00040000	Cinghia rotta
00080000	Avviso ECB
00100000	Riservato
00200000	Riservato
00400000	Riservato
00800000	Riservato
01000000	Riservato
02000000	Riservato
04000000	Riservato
08000000	Riservato
10000000	Riservato
20000000	Riservato
40000000	Riservato
80000000	Riservato

### 8.1.4. Parole di stato estese

#### Parola di stato est., par. 16-94

Bit (Esad)	Parola di stato per esteso (Par. 16-94)
00000001	Funz. rampa
00000002	Adattamento AMA
00000004	Avviamento CW/CCW
00000008	Non utilizzato
00000010	Non utilizzato
00000020	Retroazione alta
00000040	Retroazione bassa
00000080	Corrente di uscita alta
00000100	Corrente di uscita bassa
00000200	Frequenza di uscita alta
00000400	Frequenza di uscita bassa
00000800	Verifica freno OK
00001000	Max frenatura
00002000	Frenata
00004000	Fuori intervallo velocità
00008000	OVC attivo
00010000	Freno CA
00020000	Timelock password
00040000	Protezione password
00080000	Riferimento alto
00100000	Riferimento basso
00200000	Rif. locale/Rif. remoto
00400000	Riservato
00800000	Riservato
01000000	Riservato
02000000	Riservato
04000000	Riservato
08000000	Riservato
10000000	Riservato
20000000	Riservato
40000000	Riservato
80000000	Riservato

#### Parola di stato estesa 2, 16-95

Bit (Esad)	Parola di stato est. 2 (Par. 16-95)
00000001	Off
00000002	Manuale/Automatico
00000004	Non utilizzato
00000008	Non utilizzato
00000010	Non utilizzato
00000020	Relè 123 attivo
00000040	Impedimento avviamento
00000080	Comando pronto
00000100	Conv. freq. pronto
00000200	Arresto rapido
00000400	Freno CC
00000800	Arresto
00001000	Standby
00002000	Richiesta Blocco uscita
00004000	Blocco uscita
00008000	Richiesta marcia jog
00010000	Jog
00020000	Richiesta avviamento
00040000	Avviamento
00080000	Avviamento applicato
00100000	Ritardo avv.
00200000	Pausa
00400000	Modo pre-pausa
00800000	In funzione
01000000	Bypass
02000000	Fire mode
04000000	Riservato
08000000	Riservato
10000000	Riservato
20000000	Riservato
40000000	Riservato
80000000	Riservato

## 8.1.5. Messaggi di allarme

### AVVISO 1, Sotto 10 Volt:

La tensione 10 V del morsetto 50 sulla scheda di comando è inferiore a 10 V.

Rimuovere parte del carico dal morsetto 50 a causa del sovraccarico dell'alimentazione a 10 V. Massimo 15 mA o minimo 590 Ω.

### AVVISO/ALLARME 2, Guasto zero traslato:

il segnale sul morsetto 53 o 54 è inferiore al 50% del valore impostato rispettivamente nei par. 6-10, 6-12, 6-20 o 6-22.

### AVVISO/ALLARME 3, Nessun motore:

Non è stato collegato alcun motore all'uscita del conv. di frequenza.

### AVVISO/ALLARME 4, Perdita fase di rete:

mancanza di una fase sul lato alimentazione o sbilanciamento troppo elevato della tensione di rete.

Questo messaggio viene visualizzato anche in caso di guasto del raddrizzatore di ingresso sul convertitore di frequenza.

Controllare la tensione e la corrente di alimentazione del convertitore di frequenza.

### AVVISO 5, Tensione collegamento CC alta:

La tensione del circuito intermedio (CC) è superiore al limite di sovratensione del sistema di controllo. Il convertitore di frequenza è ancora attivo.

### AVVISO 6, Tensione bus CC bassa:

La tensione del circuito intermedio (CC) è inferiore al limite di sottotensione del sistema di comando. Il convertitore di frequenza è ancora attivo.

### AVVISO/ALLARME 7, Sovratensione CC:

se la tensione del circuito intermedio supera il limite, il convertitore di frequenza scatterà dopo un tempo preimpostato.

#### Possibili correz.:

Selezionare la funzione Controllo Sovratensione nel par. 2-17

Collegare una resist. freno

Aument. il tempo rampa.

Attivare le funzioni nel par. 2-10

Aument. il par. 14-26

Selezionando la funzione OVC si aumentano i tempi di rampa.

#### Limiti di allarme/avviso:

VLT HVAC	3 x 200-240 V CA [VCC]	3 x 380-500 V CA [VCC]
Sottotensione	185	373
Avviso tensione bassa	205	410
Avviso tensione al- ta (senza freno - con freno)	390/405	810/840
Sovratensione	410	855

Le tensioni indicano la tensione del circuito intermedio del VLT HVAC con una tolleranza di  $\pm 5\%$ . La tensione di rete corrispondente è la tensione del circuito intermedio (bus CC) divisa per 1,35

### AVVISO/ALLARME 8, Sottotens. CC:

Se la tensione del circuito intermedio (CC) scende sotto il limite di "Avviso tensione bassa" (vedere la tabella in alto), il convertitore di frequenza verifica l'eventuale collegamento di un'alimentazione a 24 V.

Se non è stata collegata alcuna alimentazione ausiliaria a 24 V, il convertitore di frequenza scatta dopo un dato tempo che dipende dall'apparecchio.

Per controllare se la tensione di rete è adatta per il convertitore di frequenza, vedere 3.2 *Specifiche Generali*.

### AVVISO/ALLARME 9, Inverter sovracc.:

Il convertitore di frequenza sta per disinserirsi a causa di un sovraccarico (corrente troppo elevata per un intervallo di tempo troppo lungo). Il contatore della protezione termica elettronica dell'inverter invia un avviso al 98% e scatta al 100%, emettendo un allarme. Non è possibile ripristinare il convertitore di frequenza finché il contatore non mostra un valore inferiore al 90%.

Il guasto è dovuto al fatto che il convertitore di frequenza è stato sovraccaricato oltre il 100% per un periodo troppo lungo.

### AVVISO/ALLARME 10, Motore ETR surrisc.:

La protezione termica elettronica (ETR) rileva un surriscaldamento del motore. È possibile scegliere se il convertitore di frequenza debba inviare un avviso o un allarme quando il contatore raggiunge il 100% nel par. 1-90. Il guasto si verifica perché il motore è stato sovraccaricato oltre il 100% della corrente nominale preimpostata per un periodo troppo lungo. Controllare che il par. motore 1-24 sia stato impostato correttamente.

**AVVISO/ALLARME 11, Sovratemp. term. motore:**

Il termistore o il relativo collegamento è scollegato. È possibile scegliere se il convertitore di frequenza debba inviare un avviso o un allarme quando il contatore raggiunge il 100% nel par. 1-90. Controllare che il termistore sia collegato correttamente tra il morsetto 53 o 54 (ingresso di tensione analogico) ed il morsetto 50 (alimentazione +10 V), o tra il morsetto 18 o 19 (solo ingresso digitale PNP) ed il morsetto 50. Se viene utilizzato un sensore KTY, controllare la connessione corretta tra il morsetto 54 e 55.

**AVVISO/ALLARME 12, Limite di coppia:**

La coppia è superiore al valore nel par. 4-16 (funzionamento motore) oppure a quello nel par. 4-17 (funzionamento rigenerativo).

**AVVISO/ALLARME 13, Sovracorrente:**

il limite della corrente di picco dell'inverter (circa il 200% della corrente nom.) è stato superato. L'avvertenza permarrà per circa 8-12 sec., dopodiché il convertitore di frequenza scatta ed emette un allarme. Spegnerne il convertitore di frequenza e controllare se l'albero motore può essere ruotato e se la portata del motore è adatta al convertitore di frequenza.

**ALLARME 14, Guasto di terra:**

è presente una scarica dalle fasi di uscita verso terra, nel cavo fra il convertitore di frequenza e il motore o nel motore stesso. Spegnerne il convertitore di frequenza e rimuovere il guasto di terra.

**ALLARME 15, Hardware incompleto:**

Un'opzione installata non è gestita dall'attuale scheda di comando (hardware o software).

**ALLARME 16, Corto circuito:**

È presente un corto circuito nel motore o sui morsetti del motore. Spegnerne il convertitore di frequenza ed eliminare il corto circuito.

**AVVISO/ALLARME 17, Timeout parola di controllo:**

nessuna comunicazione con il convertitore di frequenza.

L'avviso sarà attivo solo quando il par. 8-04 NON è impostato su OFF.

Se il par. 8-04 è impostato su *Stop* e *Scatto*, viene visualizzato un avviso e il convertitore di frequenza decelera fino a scattare, emettendo un allarme.

Il par. 8-03 *Par. com. tempo timeout* può eventualmente essere aumentato.

**AVVISO 23, Ventole interne:**

I ventilatori esterni si sono fermati a causa di un difetto hardware, o perchè non sono installati.

**AVVISO 24, Guasto ventola esterna:**

La funzione di avviso ventola è una protezione aggiuntiva che verifica se la ventola è montata e funziona. L'avviso ventola può essere disattivato in *Monitor. ventola*, par. 14-53, [0] Disabilitato.

**AVVISO 25, Resistenza freno in corto circuito:**

Durante il funzionamento la resistenza freno viene controllata. Se entra in corto circuito, la funzione freno è disattivata e compare l'avviso. Il convertitore di frequenza funziona ancora, ma senza la funzione di frenatura. Spegnerne il convertitore di frequenza e sostituire la resistenza di frenatura (vedere il par. 2-15 *Controllo freno*).

**ALLARME/AVVISO 26, Limite di potenza resistenza freno:**

la potenza trasmessa alla resistenza freno viene calcolata come percentuale, sotto forma di valore medio degli ultimi 120 sec., sulla base del valore della resistenza freno (par. 2-11) e della tensione del circuito intermedio. L'avviso è attivo quando la potenza di frenatura dissipata è superiore al 90%. Se nel par. 2-13 è stato selezionato *Scatto* [2], il convertitore di frequenza si disinserisce ed emette questo allarme quando la potenza di frenatura dissipata supera il 100%.

**AVVISO/ALLARME 27, Guasto al chopper di fren.:**

durante il funzionamento il transistor di frenatura viene controllato e, se entra in corto circuito, la funzione di frenatura viene disattivata e viene visualizzato l'avviso. Il convertitore di frequenza è ancora in grado di funzionare ma, poiché il transistor del freno è entrato in corto circuito, una potenza elevata sarà trasmessa alla resistenza freno, anche se non è attiva. Spegnerne il convertitore di frequenza e rimuovere la resistenza freno.



Avviso: Sussiste il rischio che una potenza elevata venga trasmessa alla resistenza freno se il transistor è cortocircuitato.

**ALLARME/AVVISO 28, Controllo freno fallito:**

Guasto resistenza freno: la resistenza freno non è collegata/in funzione.

**ALLARME/AVVISO 29, Sovratemperatura conv. freq.:**

se la custodia è IP 00 o IP 20/Nema1o IP21/ TIPO 1 la temperatura di disinserimento del dissipatore è di 95 °C  $\pm$ 5 °C. Un guasto dovuto alla temperatura non può essere ripristinato finché la temperatura non scende al di sotto dei 70 °C.

**Il guasto potrebbe essere causato da:**

- Temperatura ambiente troppo elevata
- Cavo motore troppo lungo

**ALLARME 30, Fase U del motore mancante:**

manca la fase U del motore fra il convertitore di frequenza e il motore.

Spegnere il conv. di freq. e controllare la fase U del motore.

**ALLARME 31, Fase V del motore mancante:**

manca la fase V del motore tra il convertitore di frequenza e il motore.

Spegnere il conv. di freq. e controllare la fase V del motore.

**ALLARME 32, Fase W del motore mancante:**

manca la fase motore W tra il convertitore di frequenza e il motore.

Spegnere il conv. di freq. e controllare la fase W del motore.

**ALLARME 33, Guasto di accensione:**

sono state effettuate troppe accensioni in un intervallo di tempo troppo breve. Vedere il capitolo *Specifiche generali* per il numero consentito di accensioni entro un minuto.

**AVVISO/ALLARME 34, Errore comunicazione fieldbus:**

Il bus di campo sulla scheda di comunicazione opzionale non funziona.

**AVVISO/ALLARME 36, Guasto di rete:**

Questo avviso/allarme è attivo solo se la tensione di alimentazione del convertitore di frequenza non è più presente e se il parametro 14-10 NON è stato impostato su OFF. Possibile correz.: Controllare i fusibili del convertitore di frequenza.

**ALLARME 38, Guasto interno:**

contattare il proprio rivenditore Danfoss.

**AVVISO 40, Sovraccarico dell'uscita dig. mors. 27:**

Verificare il carico collegato al morsetto 27 o rimuovere il collegamento in corto circuito. Verificare i parametri 5-00 e 5-01.

**AVVISO 41, Sovraccarico dell'uscita dig. mors. 29:**

Verificare il carico collegato al morsetto 29 o rimuovere il collegamento in corto circuito. Verificare i parametri 5-00 e 5-02.

**AVVISO 42, Sovraccarico dell'uscita dig. X30/6:**

Verificare il carico collegato al morsetto X30/6 o rimuovere il collegamento in corto circuito. Verificare il parametro 5-32.

**AVVISO 42, Sovraccarico dell'uscita dig. X30/7:**

Verificare il carico collegato al morsetto X30/7 o rimuovere il collegamento in corto circuito. Verificare il parametro 5-33.

**AVVISO 47, alimentazione 24 V bassa:**

l'alimentazione esterna ausiliaria 24V CC potrebbe essere sovraccarica; in caso contrario, contattare il proprio rivenditore Danfoss.

**ALLARME 48, Al. 1,8V bass.:**

Contattare il proprio rivenditore Danfoss.

**AVVISO 49, Limite di velocità:**

la velocità non è compresa nel campo specificato nei par. 4-11 e 4-13.

**ALLARME 50, AMA, taratura non riuscita:**

Contattare il proprio rivenditore Danfoss.

**ALLARME 51, AMA, controllo Unom e Inom:**

probabilmente è errata l'impostazione della tensione motore, della corrente motore e della potenza motore. Controllare le impostazioni.

**ALLARME 52, AMA, Inom bassa:**

la corrente motore è troppo bassa. Controllare le impostazioni.

**ALLARME 53, AMA, motore troppo grande:**

il motore è troppo grande per poter eseguire AMA.

**ALLARME 54, AMA, motore troppo piccolo:**

il motore è troppo piccolo per poter eseguire AMA.

**ALLARME 55, AMA, par. fuori campo:**

i valori parametrici del motore sono al di fuori dell'intervallo accettabile.

**ALLARME 56, AMA interrotto dall'utente:**

l'AMA è stato interrotto dall'utente.

**ALLARME 57, AMA, time-out:**

tentare più volte di avviare l'AMA finché l'esecuzione non riesce. Cicli ripetuti possono riscaldare il motore e determinare l'aumento delle resistenze Rs e Rr. Non si tratta comunque di un problema critico.

**AVVISO/ALLARME 58, AMA - Guasto interno:**

Contattare il proprio rivenditore Danfoss.

**AVVISO 59, Limite corrente:**

la corrente è superiore al valore nel par. 4-18.

**AVVISO 60, Interblocco esterno:**

L'interblocco esterno è stato attivato. Per riprendere il funz. normale, applicare 24 VCC al mors. progr. per interbl. esterno e riprist. il conv. di freq. (tramite bus, I/O digitale o prem. [Reset]).

**AVVISO 62, Limite massimo frequenza di uscita:**

la frequenza di uscita è superiore al valore impostato nel par. 4-19.

**AVVISO 64, Limite tens.:**

la combinazione di carico e velocità richiede una tensione motore superiore alla tensione collegamento CC effettiva.

**AVVISO/ALLARME/SCATTO 65, Sovratemperatura scheda di controllo:**

Sovratemperatura scheda di controllo: la temperatura di disinserimento della scheda di controllo è di 80° C.

**AVVISO 66, Temp. dissip. bassa:**

La temp. del dissip. viene misurata come 0° C. Ciò potrebbe indicare che il sensore di temp. è guasto e pertanto la vel. della ventola viene aumentata al mass. nel caso che la sezione di potenza o la scheda di controllo siano surriscaldati.

**ALLARME 67, Configurazione opzioni cambiata:**

Una o più opzioni sono state aggiunte o rimosse dall'ultimo spegnimento.

**ALLARME 68, Arresto di sicurezza:**

È stato attivato l'arresto di sicurezza. Per riprendere il funzionamento normale, applicare 24 VCC al morsetto 37, quindi inviare un segnale di reset (tramite bus, I/O digitale o premendo [Reset]).

**ALLARME 70, Configurazione convertitore di frequenza non cons.:**

La combinazione attuale della scheda di comando e della scheda di potenza non è consentita.

**ALLARME 80, Inverter inicial. al valore di default:**

Le impostazioni dei parametri vengono riportate all'impostazione di fabbrica dopo un ripristino manuale (a tre dita) oppure tramite i par. 14-22.

**AVVISO/ALLARME 92, Portata nulla:**

È stata rilevata una condizione di assenza di carico per il sistema. Vedere il gruppo par. 22-2\*.

**AVVISO/ALLARME 93, Funzione pompa a secco:**

Una condizione di portata nulla o alta velocità indica che la pompa ha funzionato a secco. Vedere il gruppo par. 22-5\*

**AVVISO/ALLARME 94, Fine curva:**

La retroazione rimane inferiore al setpoint a segnalare una perdita nel sistema delle condutture. Vedere il gruppo par. 22-5\*

**AVVISO/ALLARME 95, Cinghia rotta:**

La coppia è al disotto del livello di coppia impostato in assenza di carico e indica una cinghia rotta. Vedere il gruppo par. 22-6\*

**AVVISO 96, Avviam. ritardato:**

L'avviam. del mot. è stato posticipato a causa dell'attivaz. della protez. contro le accensioni ravvicinate. Vedere il gruppo par. 22-7\*.

**AVVISO 97, Arresto ritard.:**

L'arresto del motore è stato posticipato a causa dell'attivaz. della protez. contro le accensioni ravvicinate. Vedere il gruppo par. 22-7\*.

**AVVISO 98, Errore orologio:**

La data e l'ora non sono state impostate o il backup, se presente, si è guastato. Vedere il gruppo par. 0-7\*.

**AVVISO 200, Mod incendio:**

È attivo il com. di ingr. Mod. di inc. Vedere il gruppo par. 24-0\*

**AVVISO 201, Mod. inc. era attiva:**

Era attivo il comando di ingresso Modalità incendio ma ora è disattivato. Vedere il gruppo par. 0-7\*

**AVVISO 202, Limiti mod. incendio superati:**

Uno o più allarmi sono stati eliminati durante la modalità incendio. Vedere il gruppo par. 0-7\*

**ALLARME 250, N. parte ric.:**

È stato sostituito l'alimentatore o l'alimentatore switching. Il codice tipo del convertitore di freq. deve essere salvato in EEPROM. Selez. il codice tipo corretto nel par. 14-23 in base

all'etichetta dell'unità. Ricordarsi di selez. 'Salva in EEPROM' per terminare.

**ALLARME 251, Nuovo cod. tipo:**

Il convertitore di frequenza ha un nuovo codice tipo.

## Indice

### 0

0 - 10 Vcc	84
0-20 Ma	84

### 4

4-20 Ma	84
---------	----

### 6

60 Avm	73
--------	----

### A

Abbreviazioni	9
Accesso Ai Morsetti Di Controllo	110
Adattamenti Automatici Per Assicurare Le Prestazioni	77
Adattamento Automatico Motore	132
Adattamento Automatico Motore (ama)	115
Addetto Al Bilanciamento	31
Alimentazione Di Rete	14
Alimentazione Di Rete	59, 64
Alimentazione Esterna A 24 V Cc	83
Ama	132
Ama Non Riuscito	116
Ama Riuscito	116
Ambiente	69
Ambienti Aggressivi	19
Ampiezza Di Banda Riferimento A	38
Anti Saturazione Pid	38
Apertura Dei Fori Passacavi Per Eventuali Cavi Aggiuntivi	101
Applicazione Di Controllo Pid	36
Arresto A Ruota Libera	9
Arresto Di Sicurezza	56
Avviamento/arresto	131
Avviamento/arresto Impulsi	131
Avviso Contro L'avviamento Involontario	15
Avviso Generale	8
Awg	59

### B

Busta Per Accessori	99
---------------------	----

### C

Cablaggio Resistenza Freno	54
Caduta Di Tensione Dell'alimentazione Di Rete	55
Calcolo Resistenza Freno	52
Campo Di Applicazione Della Direttiva	17
Caratteristiche Di Comando	69
Caratteristiche Di Coppia	66
Carico E Motore	122
Categoria D'arresto 0 (en 60204-1)	57
Categoria Di Sicurezza 3 (en 954-1)	57
Cavi Conformi Ai Requisiti Emc	125
Cavi Di Controllo	113, 123
Cavi Motore	123
Cavi Motore	105
Cavo Di Equalizzazione	127
Circuito Intermedio	53, 54, 71, 72, 179
Codice Identificativo	90
Codici D'ordine: Filtri Antiarmoniche	92
Codici D'ordine: Opzioni E Accessori	91

Collegamento Alla Rete	102
Collegamento Bus Cc	117
Collegamento Del Motore	103
Collegamento Di Un Pc All'fc 100	121
Collegamento In Parallelo Dei Motori	119
Collegamento Relè	117
Collegamento Usb	111
Comando Locale (hand On) E Remoto (auto On)	33
Commutazione Sull'uscita	54
Compensazione Cos $\Phi$	22
Comunicazione Modbus	145
Comunicazione Opzionale	181
Comunicazione Seriale	11, 69, 127
Condizioni Di Avviamento/arresto	139
Condizioni Di Funzionamento Estreme	54
Conduttori Di Alluminio	106
Configurare Il Setpoint Per Il Controllore Pid	40
Configurare La Retroazione Del Controllore Pid	40
Configuratore Del Convertitore Di Frequenza	89
Configurazione Hardware Del Convertitore Di Frequenza	144
Conformità E Marchio Ce	17
Connessione Bus Rs 485	120
Connessione Di Terra Di Protezione	123
Connessioni Di Rete E Motore Per La Serie High Power	101
Connettore Di Rete	102
Controllo Ad Anello Chiuso Per Un Sistema Di Ventilazione	39
Controllo Continuo Di Portata E Pressione	22
Controllo Del Compressore	46
Controllo Del Convertitore Di Frequenza	159
Controllo Multizona	84
Controllo Normale/inverso Pid	36
Controllore (pid) Ad Anello Chiuso	35
Controllore In Cascata Compressore	140
Conversione Della Retroazione	45
Conversione Della Retroazione 1	37
Conversione Della Retroazione 2	37
Conversione Della Retroazione 3	37
Convertire In Scala Gli Ingressi	40
Convertitore Di Frequenza Con Modbus Rtu	154
Coppia Di Interruzione	10
Corrente Di Dispersione	51
Corrente Di Dispersione Verso Terra	123
Corrente Di Dispersione Verso Terra	51
Correzione Del Fattore Di Potenza	22
Corto Circuito (fase-fase Motore)	54
Cos'è La Conformità E Il Marchio Ce?	17
Custodia A5	104

## D

Da Pressione A Temperatura	37
Dati Della Targhetta Del Motore	115
Declassamento Dovuto All'installazione Di Cavi Motore Lunghi O Di Cavi Con Sezione Maggiore	77
Declassamento In Base Alla Temperatura Ambiente	72
Declassamento In Relazione Ad Un Funzionamento A Bassa Velocità	76
Declassamento Per Pressione Atmosferica Bassa	76
Definizioni	9
Determinazione Della Velocità Locale	30
Devicenet	91
Diagramma A Blocchi Del Controllore Ad Anello Chiuso Del Convertitore Di Frequenza	35
Diagramma Di Principio	84
Dimensioni Meccaniche	97, 98
Direttiva Emc 89/336/cee	18
Diritti D'autore, Limitazione Di Responsabilità E Diritti Di Revisione	6
Dispositivo A Corrente Residua	51, 128
Documentazione	6

## E

E Uscite Per Attuatori	84
Emissione Condotta	48
Emissione Irradiata	48
Esempi Applicativi	25
Esempio Di Cablaggio Base	112
Esempio Di Controllo Di Processo Ad Anello Chiuso	39
Etr	119, 179
Evoluzione Libera	171
Evoluzione Libera	169

## F

Fasi Del Motore	54
Fattore Di Potenza	14
Fc Con Modbus Rtu	146
Filtri Armoniche	92
Filtri Di Uscita	88
Filtri Du/dt	88
Filtri Sinusoidali	88
Filtro Sinusoidale	105
Flussimetro	30
Fonte Retroazione 1	36
Fonte Retroazione 2	37
Fonte Retroazione 3	37
Freno Cc	168
Frequenza Di Commutazione	105
Funzione Di Retroazione	37
Funzione Freno	53
Fusibili	106
Fusibili Ui 200 - 240 V	108

## G

Gestione Dei Riferimenti	43
Gestione Della Retroazione	44
Girante Della Pompa	29
Gli Avviatori A Stella/triangolo	22
Guadagno Proporzionale Pid	36

## I

I/o Per Gli Ingressi Di Setpoint	84
Igvs	26
Immunità Emc	49
Impostare I Parametri Del Motore Sulla Base Della Targhetta Dati.	40
Impostare Il Limite Di Velocità Ed Il Tempo Di Rampa	116
Impostazione Della Frequenza Minima, Programmabile	28
Impostazioni Di Fabbrica	122
Ingressi A Impulsi	67
Ingressi Analogici	11
Ingressi Analogici	11, 67
Ingressi Digitali:	66
Ingressi Trasduttore/sensore	84
Installazione Ad Alitudini Elevate	15
Installazione Dell'arresto Di Sicurezza	56
Installazione Elettrica	105, 113
Installazione Elettrica Precauzioni Emc	123
Installazione Elettrica, , Morsetti Del Cavo Di Controllo	111
Installazione Finale E Collaudo	115
Interferenze Di Rete	128
Interruttori S201, S202 E S801	114
Intervalli Di Bypass Della Frequenza	28
Isolamento Galvanico (pelv)	50
Istruzioni Per Lo Smaltimento	16

## J

Jog	9
-----	---

## K

Kit Di Custodie Con Livello Di Protezione Ip 21/ip 4x/ Tipo 1	87
---	----

## L

La Batteria Di Backup Per La Funzione Orologio	84
La Direttiva Emc (89/336/cee)	17
La Direttiva Macchine (98/37/cee)	17
La Direttiva Sulla Bassa Tensione (73/23/cee)	17
Lcp	9, 12, 33, 86
Leggi Di Proporzionalità	20
Limiti Del Convertitore Di Frequenza	40
Linee Caratteristiche Della Pompa	21
L'installazione Fianco A Fianco	100
Livello Di Tensione	66
Lunghezza E Sezione Dei Cavi	105
Lunghezze E Sezioni Dei Cavi	66

## M

Mantenimento Uscita Di Frequenza	169
Manuale Di Funzionamento High Power, Mg.11.f1.02	101
Marcia Jog	169
Mct 10	122
Mct 31	123
Mct 31 - Guida Alla Progettazione Del Hvac	122
Messa A Terra	127
Messa A Terra Di Cavi Di Controllo Schermati/armati	127
Messaggi Di Allarme	179
Metodo Di Taratura Ziegler Nichols	41
Modulazione Ad Ampiezza Degli Impulsi	73
Modulazione Vettoriale Asincrona Della Frequenza Di Statore	73
Momento Di Inerzia	54
Montaggio Della Piastra Di Disaccoppiamento	103
Montaggio Meccanico	100
Morsetti Di Controllo	111
Multizona, Setpoint Multipli	45
Multizona, Setpoint Singolo	45

## N

Nessun Fusibile Ul Da 200 V A 480 V	107
Norme Di Sicurezza	15
Nota Di Sicurezza	15
Numeri D'ordine	89
Numeri D'ordine: Filtri Du/dt, 380-480 Vca	95
Numeri D'ordine: Filtri Du/dt, 525-600 Vca	96
Numeri D'ordine: Moduli Filtro Sinusoidali, 200-500 Vca	93
Numeri D'ordine: Moduli Filtro Sinusoidali, 525-600 Vca	94

## O

Opzione Backup 24 V Mcb 107 (opzione D)	83
Opzione Collegamento Freno	117
Opzione I/o Analogici Mcb 109	84
Opzione Mcb 105	81
Opzione Relè Mcb 105	81
Ordine Di Programmazione	40

## P

Parametri Elettrici Del Motore	132
--------------------------------	-----

Parametri Rilevanti Per Il Controllo Ad Anello Chiuso	36
Parola D'allarme, 16-90	176
Parola Di Avviso 2, 16-93	177
Parola Di Avviso, 16-92	177
Parola Di Controllo	168
Parola Di Stato	170
Parola Di Stato Est., Par. 16-94	178
Parola Di Stato Estesa 2, 16-95	178
Periodo Di Ammortizzazione	21
Piastra Di Disaccoppiamento	103
Pid, Deriv. Est. 1	38
Pid, Veloc. Avviam. [rpm]	38
Plc	127
Pompe Ausiliarie	32
Pompe Multiple	32
Pompe Per Condensa	29
Pompe Primarie	30
Portata D'acqua In Uscita	30
Portata D'aria Costante	27
Portata Variabile Per La Durata Di Un Anno	21
Potenza Freno	11, 54
Potenziale Di Controllo	32
Presa Di Terra	102
Pressacavi	124
Pressacavo	127
Pressione Differenziale	32
Pressione Statica Effettiva Nel Condotto	35
Prestazione Di Uscita (u, V, W)	66
Prestazioni Scheda Di Controllo	69
Profibus	91
Profibus Dp-v1	122
Profilo Fc	168
Programmazione Smart Logic Control	133
Protezione	19, 50, 51
Protezione Contro I Cortocircuiti	106
Protezione Da Sovraccorrente	106
Protezione Del Circuito Di Derivazione	106
Protezione E Caratteristiche	70
Protezione Motore	119
Protezione Termica Del Motore	172
Protezione Termica Del Motore	55, 120
Protezione Termica Elettronica Del Motore	70
<b>R</b>	
Raffreddamento	76, 100
Rcd	13, 51
Real-time Clock (rtc)	86
Refrigerante	37
Refrigerante Personalizzato A1	38
Refrigerante Personalizzato A2	38
Refrigerante Personalizzato A3	38
Regolatore Pid A Tre Zone E A >3 Setpoint	27
Regolazione Del Controllore Ad Anello Chiuso Del Convertitore Di Frequenza	41
Rendimento	70
Resistenza Freno	51
Resistenze Freno	86
Riferimento Del Potenzimetro	132
Risparmio Energetico	20
Risparmio Energetico	21
Risultati Del Test Emc	48
Rotazione Del Motore	120
Rotazione In Senso Orario	120
Rs-485	143
Rumorosità Acustica	71

## S

Scheda Di Controllo, Comunicazione Seriale Rs 485	68
Scheda Di Controllo, Comunicazione Seriale Usb	69
Scheda Di Controllo, Tensione Di Uscita A 10 V Cc	69
Scheda Di Controllo, Uscita A 24 V Cc	68
Schema Di Cablaggio Dell'alternanza Della Pompa Di Comando	137
Schermati/armati	113
Schermatura Dei Cavi	105
Segnali Di Retroazione Multipli	36
Selezione I/o Analogici	84
Senso Di Rotazione Del Motore	120
Sensore Di 2	27
Sensore Di Temperatura Ni1000	84
Sensore Di Temperatura Pt1000	84
Sensore Kty	180
Serraggio Dei Morsetti	101
Serrande	26
Setpoint	36
Setpoint 1	37
Setpoint 2	37
Setpoint 3	37
Setpoint Multipli	36
Setup Del Convertitore Di Frequenza	147
Sfavm	73
Sistema Cav	27
Sistema Di Gestione Di Edifici	84
Sistema Di Ventilazione Controllato Da Convertitori Di Frequenza	24
Sistemi Vav Centralizzati	26
Smart Logic Control	133
Soft Starter	22
Software Di Installazione Mct 10	121
Sovraccarico Statico Nella Modalità Vvcplus	55
Sovratensione Generata Dal Motore	54
Specifiche Generali	66
Stato Del Sistema E Funzionamento	137
Strumenti Software Pc	121
Struttura Di Controllo	33

## T

Tarare I Parametri Del Controllore Pid	40
Targhetta Dati	115
Targhetta Del Motore	115
Temperatura Del Refrigerante	46
Temperatura Dell'evaporatore Troppo Basso	30
Tempo Di Derivazione Pid	38
Tempo Di Frenatura	168
Tempo Di Integrazione Pid	36
Tempo Di Salita	72
Tempo Filtro Passa-basso	38
Tensione Collegamento Cc	179
Tensione Del Motore	72
Tensione Di Picco Sul Motore	72
Termistore	13
Test Alta Tensione	123
Tipi Di Dati Supportati Dal Convertitore Di Frequenza	151

## U

Umidità Dell'aria	19
Unità Della Fonte Di Retroazione 1	37
Unità Della Fonte Di Retroazione 2	37
Unità Della Fonte Di Retroazione 3	37
Unità Riferimento/retroazione	36
Uscita Analogica	67

Uscita Congelata .....	9
Uscita Digitale .....	68
Uscita Motore .....	66
Uscite A Relè .....	68

## V

Valvole Per La Regolazione Della Portata .....	29
Variable Air Volume (portata D'aria Variabile) .....	26
Vav .....	26
Velocità Avviamento Pid [hz] .....	38
Velocità Nominale Del Motore .....	10
Ventilatore Della Torre Di Raffreddamento .....	28
Ventilatore Di Mandata .....	35
Ventilatore Di Ritorno .....	26
Verificare Che Il Motore Giri Nella Direzione Corretta .....	40
Versioni Del Software .....	92
Vibrazioni .....	28
Vibrazioni E Shock .....	20
Vvcplus .....	13

## Z

Zona Singola, Setpoint Singolo .....	45
--------------------------------------	----