

Guida alla Progettazione

Convertitori di frequenza iC2-Micro



Contenuti

1	Introduzione e sicurezza	7
1.1	Scopo della presente Guida alla Progettazione	7
1.2	Risorse aggiuntive	7
1.3	Materiali di supporto alla pianificazione e alla progettazione	7
1.4	Cronologia delle versioni	7
1.5	Simboli di sicurezza	7
1.6	Dispositivi medici	8
1.7	Considerazioni di sicurezza generali	8
1.8	Personale qualificato	9
2	Omologazioni e certificazioni	11
2.1	Omologazioni e certificazioni dei prodotti	11
2.2	Norme	12
2.3	Norme sul controllo delle esportazioni	12
3	Convertitori di frequenza iC2-Micro	14
3.1	Uso previsto	14
3.2	Diagramma a blocchi	14
3.3	Ecodesign per sistemi motorizzati	15
3.3.1	Perdite di potenza ed efficienza	15
3.4	Alimentazione elettrica	16
3.5	Controllo e interfacce	17
3.5.1	Morsetti di controllo	17
3.5.2	Porta RJ45 e interruttore di terminazione RS485	18
3.5.3	Pannello di controllo e pannello di controllo 2.0 OP2	18
3.5.4	Tasti e indicatori del pannello di controllo	19
3.5.5	Sportello scorrevole sul coprimorsetti	21
3.6	Software applicativo	22
3.6.1	Panoramica	22
3.6.2	Funzioni base	23
3.6.3	IOControl e visualizzazioni	24
3.6.4	Caratteristiche del controllo motore	24
3.6.5	Frenatura del carico	25
3.6.6	Caratteristiche di protezione	26
3.6.7	Funzioni di monitoraggio	26
3.6.8	Strumenti software	27
3.7	Funzioni freno	27

3.7.1	Freno di stazionamento meccanico	27
3.7.2	Frenatura dinamica	27
3.7.3	Selezione della resistenza di frenatura	27
3.7.3.1	Introduzione	27
3.7.3.2	Calcolo della resistenza di frenatura	28
3.7.3.3	Calcolo della resistenza di frenatura consigliato da Danfoss	28
3.7.4	Controllo con funzione freno	29
4	Specifiche	30
4.1	Dati elettrici	30
4.1.1	Alimentazione di rete 1x200–240 V CA	30
4.1.2	Alimentazione di rete 3x380–480 V CA	30
4.2	Dati tecnici generali	31
4.2.1	Protezione e caratteristiche	31
4.2.2	Lato rete	31
4.2.3	Uscita motore e dati motore	32
4.2.4	Caratteristiche della coppia	32
4.2.5	I/O di controllo	32
4.2.5.1	Ingresso a impulsi e digitale	32
4.2.5.2	Uscita a impulsi e digitale	33
4.2.5.3	Ingresso analogico	33
4.2.5.4	Uscita analogica	34
4.2.5.5	Uscita a relè	34
4.2.5.6	Tensioni ausiliarie	35
4.2.6	Trasmissione dei telegrammi RS485	35
4.2.7	Condizioni ambientali	35
4.2.7.1	Condizioni ambientali durante lo stoccaggio	35
4.2.7.2	Condizioni ambiente durante il trasporto	36
4.2.7.3	Condizioni ambientali durante il funzionamento	36
4.3	Fusibili e interruttori	37
4.4	Connettori di alimentazione	37
4.5	Rumorosità acustica	38
4.6	Livelli di conformità EMC	39
4.6.1	Requisiti relativi alle emissioni	39
4.6.2	Requisiti relativi all'immunità EMC	40
4.7	Compatibilità EMC e lunghezza del cavo motore	41
4.8	Condizioni dU/dt	42
4.9	Declassamento	43

4.9.1	Declassamento manuale	43
4.9.2	Declassamento automatico	44
5	Dimensioni esterne	45
5.1	Taglie e dimensioni del contenitore IP20/tipo aperto	45
5.2	Taglie e dimensioni del contenitore IP21/UL tipo 1	46
5.3	Taglie e dimensioni del contenitore NEMA 1	47
6	Considerazioni sull'installazione meccanica	48
6.1	Contenuto della fornitura	48
6.2	Etichette del prodotto	48
6.2.1	Etichette dei prodotti sui convertitori di frequenza	48
6.2.2	Etichette di imballo	49
6.3	Smaltimento consigliato	50
6.4	Stoccaggio fino all'installazione	50
6.4.1	Rigenerazione dei condensatori	50
6.4.2	Trasporto e stoccaggio sicuro	51
6.5	Prerequisiti per l'installazione	51
6.5.1	Ambiente di esercizio	52
6.6	Considerazioni sulla manutenzione	53
6.6.1	Manutenzione regolare	53
6.6.2	Programma di manutenzione	53
6.6.3	Accesso per la manutenzione	53
6.6.4	Manutenzione e riparazione del dissipatore e della ventola	54
6.7	Installazione meccanica	54
6.7.1	Considerazioni sul montaggio	54
6.7.2	Posizioni di montaggio	54
6.7.3	Direzioni di montaggio	54
6.7.4	Viti e bulloni raccomandati	55
6.7.5	Schemi di foratura	55
6.7.6	Posizionamento del convertitore di frequenza nell'installazione	56
6.7.7	Raffreddamento	56
6.7.8	Spazio consigliato per l'accesso per la manutenzione	57
7	Considerazioni sull'installazione elettrica	59
7.1	Precauzioni per l'installazione elettrica	59
7.2	Schema di cablaggio	60
7.3	Tipo di rete e protezione	61
7.3.1	Tipo rete	61

7.3.2	Correnti sulla messa a terra di protezione e sulle correnti di equalizzazione/perdita di potenziale	61
7.3.3	Misurazione corrente PE	61
7.3.4	Protezione del dispositivo a corrente residua (RCD)	63
7.3.5	Dispositivi di monitoraggio dell'isolamento	63
7.4	Linee guida per l'installazione conformi ai requisiti EMC	63
7.4.1	Cavi di potenza e messa a terra	65
7.4.2	Cavi di comando	66
7.5	Isolamento galvanico	66
7.6	Corrente di dispersione verso terra	67
7.7	Considerazioni sull'installazione del motore	68
7.7.1	Tipi di motore supportati	69
7.7.2	Isolamento del motore	69
7.7.3	Correnti di Bearing	69
7.7.4	Protezione termica del motore	70
7.8	Condizioni di funzionamento estreme	71
7.9	Considerazioni sui cavi di potenza	71
7.9.1	Requisiti di serraggio	72
7.10	Installazione elettrica	72
7.10.1	Collegamento di rete, motore e messa a terra	72
7.10.2	Collegamento al motore	74
7.10.3	Collegamento alla rete CA	75
7.10.4	Tipi di morsetti di controllo	75
7.10.5	Dimensioni dei fili di controllo e lunghezze di spelatura	77
7.10.6	Collegamento dello schermo del cavo	77
7.10.7	Condivisione del carico/freno	78
8	Ordinazione	81
8.1	Codice modello	81
8.2	Ordine di accessori e ricambi	81
8.3	Ordine delle resistenze di frenatura	83
8.3.1	Introduzione	83
8.3.2	Ordine delle resistenze di frenatura 10%	83
8.3.3	Ordine delle resistenze di frenatura 40%	84

1 Introduzione e sicurezza

1.1 Scopo della presente Guida alla Progettazione

Questa guida alla progettazione è concepita per il personale qualificato, come:

- Progettisti e sistemisti.
- Consulenti di progettazione.
- Specialisti delle applicazioni e di prodotto.

La guida alla progettazione fornisce informazioni tecniche per comprendere le capacità dei iC2-Micro Frequency Converters per l'integrazione nel controllo motore e nei sistemi di monitoraggio. Il suo scopo è quello di fornire requisiti e dati di progettazione per l'integrazione del convertitore di frequenza in un sistema. Provvede alla selezione di convertitori di frequenza e opzioni per una varietà di applicazioni e installazioni. Il riepilogo delle informazioni di prodotto dettagliate nella fase di progettazione consente di sviluppare un sistema ben concepito con funzionalità ed efficienza ottimali.

Questa guida è rivolta a un pubblico mondiale. Pertanto, vengono mostrate sia le unità SI che quelle imperiali in ogni occorrenza.

1.2 Risorse aggiuntive

Sono disponibili ulteriori risorse per la comprensione delle caratteristiche, l'installazione sicura e l'utilizzo dei iC2-Micro Frequency Converters:

- La guida operativa fornisce informazioni sull'installazione, la messa in funzione e la manutenzione del convertitore di frequenza.
- La guida applicativa fornisce informazioni sulle modalità di programmazione e include le descrizioni complete dei parametri.
- Facts Worth Knowing about AC Drives (informazioni utili sui convertitori di frequenza), disponibile per il download all'indirizzo www.danfoss.com.
- Altre pubblicazioni, disegni e guide supplementari sono disponibili all'indirizzo www.danfoss.com.

Le ultime versioni della Danfoss documentazione del prodotto sono disponibili per il download all'indirizzo <http://drives.danfoss.com/downloads/portal/>.

1.3 Materiali di supporto alla pianificazione e alla progettazione

Danfoss fornisce accesso a un ambiente di prodotto consolidato in grado di supportare l'intero ciclo di vita del prodotto.

Documentazione

La guida operativa, la guida applicativa e la guida alla progettazione per iC2-Micro Frequency Converters sono disponibili per il download all'indirizzo www.danfoss.com. È inoltre possibile ordinare guide stampate.

Disegni

Per ogni convertitore di frequenza sono disponibili disegni 2D e 3D e schemi di cablaggio in formati di file standard.

Software

Sono disponibili file di configurazione per iC2-Micro Frequency Converters. MyDrive® Suite fornisce strumenti che supportano l'intero ciclo di vita del convertitore di frequenza, dalla progettazione del sistema all'assistenza. MyDrive® Suite è disponibile all'indirizzo <https://suite.mydrive.danfoss.com/>.

Configuratore

Il configuratore prodotto supporta la selezione dei prodotti. Al termine del processo, il configuratore prodotto fornisce un elenco dei documenti e degli accessori pertinenti.

1.4 Cronologia delle versioni

La presente guida viene revisionata e aggiornata regolarmente. Tutti i suggerimenti per migliorare sono ben accetti.

La lingua originale di questa guida è l'inglese.

Tabella 1: Cronologia delle versioni

Versione	Osservazioni
AJ402315027937, versione 0101	Per dimensioni contenitore MA01c/MA02c/MA01a/MA02a. ⁽¹⁾

¹ I dati per MA03a - MA05a saranno disponibili nella prossima versione.

1.5 Simboli di sicurezza

Nella presente guida vengono usati i seguenti simboli:

⚠ PERICOLO ⚠

Indica una situazione potenzialmente pericolosa che, se non evitata, causa morte o lesioni gravi.

⚠ AVVISO ⚠

Indica una situazione potenzialmente pericolosa che, se non evitata, può causare morte o lesioni gravi.

⚠ ATTENZIONE ⚠

Indica una situazione potenzialmente pericolosa che, se non evitata, può causare lesioni lievi o modeste.

NOTA

Indica informazioni considerate importanti, ma non inerenti al pericolo (ad esempio messaggi relativi a danni materiali).

1.6 Dispositivi medici

⚠ AVVISO ⚠

PROTEZIONE DELLE PERSONE DAI CAMPI ELETTROMAGNETICI PER FREQUENZE DA 0 HZ FINO A 300 GHZ

I convertitori di frequenza e i filtri possono generare forti disturbi elettromagnetici che possono influire sulla funzionalità dei pacemaker e di altri dispositivi medici impiantati.

1.7 Considerazioni di sicurezza generali

Durante l'installazione o il funzionamento del convertitore di frequenza, prestare attenzione alle informazioni di sicurezza fornite nelle istruzioni. Per maggiori informazioni sulle linee guida di sicurezza per l'installazione e il funzionamento, fare riferimento alla guida operativa del convertitore di frequenza.

Linee guida per il funzionamento sicuro

- Il convertitore di frequenza non è adatto come unico dispositivo di sicurezza nel sistema. Assicurarsi che i dispositivi di monitoraggio e protezione aggiuntivi su convertitori di frequenza, motori e accessori siano installati in conformità con le linee guida di sicurezza regionali e le norme di prevenzione degli incidenti.
- Prima di attivare qualsiasi funzione di reset automatico dei guasti o di modificare i valori limite, assicurarsi che non possano verificarsi situazioni pericolose dopo il riavvio. Se la funzione di ripristino automatico è attivata, il motore si avvia automaticamente dopo un ripristino automatico.
- Tenere chiusi tutti gli sportelli e i coperchi e le morsettiere avvitate durante il funzionamento del convertitore di frequenza e quando l'alimentazione di rete è collegata.
- I componenti e gli accessori dell'unità di controllo possono essere ancora sotto tensione e collegati all'alimentazione elettrica anche quando le spie di funzionamento non sono più accese.

⚠ AVVISO ⚠

MANCANZA DI CONSAPEVOLEZZA IN MATERIA DI SICUREZZA

Questa guida fornisce informazioni importanti sulla prevenzione di lesioni e danni all'apparecchiatura o al sistema. Ignorare queste informazioni può causare morte, lesioni gravi o danni gravi all'apparecchiatura.

- Assicurarsi di comprendere appieno i pericoli e le misure di sicurezza presenti nell'applicazione.
- Prima di eseguire qualsiasi lavoro elettrico sul convertitore di frequenza, bloccare e segnalare tutte le fonti di alimentazione al convertitore stesso.

⚠ AVVISO ⚠

TENSIONE PERICOLOSA

I convertitori di frequenza sono soggetti a tensioni pericolose quando sono collegati alla rete CA o ai morsetti CC. Se l'installazione, l'avviamento e la manutenzione non vengono eseguiti da personale qualificato sussiste il rischio di lesioni gravi o mortali.

- L'installazione, l'avviamento e la manutenzione devono essere effettuati esclusivamente da personale qualificato.

⚠ A V V I S O ⚠

TEMPO DI SCARICA

Il convertitore di frequenza contiene condensatori del collegamento CC che possono rimanere carichi anche quando il convertitore non è alimentato. Dopo lo spegnimento delle spie luminose può essere ancora presente alta tensione.

- Arrestare il motore, scollegare la rete CA, i motori del tipo a magneti permanenti e le alimentazioni del collegamento CC, quali i backup a batteria, i gruppi di continuità e i collegamenti CC ad altri convertitori di frequenza.
- Attendere che i condensatori si scarichino completamente e misurare prima di eseguire qualsiasi lavoro di manutenzione o di riparazione.
- La durata minima del tempo di attesa è specificata in *Tempo di scarica*.

Tabella 2: Tempo di scarica

Dimensioni meccaniche	Tensione [V CA]	Gamma di potenza [kW (cv)]	Tempo di attesa minimo (minuti)
MA01c	1x200–240	0,37–0,75 (0,5–1,0)	4
MA02c	1x200–240	1,5 (2,0)	4
MA02a	1x200–240	2,2 (3,0)	4
MA01a	3x380–480	0,37–1,5 (0,5–2,0)	4
MA02a	3x380–480	2,2–4,0 (3,0–5,5)	4
MA03a	3x380–480	5,5–7,5 (7,5–10)	4
MA04a	3x380–480	11–15 (15–20)	15
MA05a	3x380–480	18,5–22 (25–30)	15

⚠ A T T E N Z I O N E ⚠

RISCHIO DI GUASTO INTERNO

Un guasto interno nel convertitore di frequenza può provocare lesioni gravi quando il convertitore di frequenza non è chiuso correttamente.

- Prima di applicare la corrente elettrica, assicurarsi che tutte le coperture di sicurezza siano al loro posto e fissate in modo sicuro.

⚠ A T T E N Z I O N E ⚠

SUPERFICI ROVENTI

Alcuni convertitori di frequenza contengono componenti metallici che restano roventi anche quando il convertitore è stato spento. L'inosservanza dei simboli di avvertenza di alta temperatura (triangolo giallo) sul convertitore può causare ustioni gravi.

- Attenzione, i componenti interni possono restare roventi anche quando il convertitore è stato spento.
- Non toccare le aree esterne contrassegnate dal simbolo di temperatura elevata (triangolo giallo). Queste aree sono calde durante il funzionamento del convertitore di frequenza e subito dopo il suo spegnimento.

1.8 Personale qualificato

Per consentire un azionamento sicuro e senza problemi dell'unità, soltanto al personale qualificato con comprovate abilità è consentito trasportare, conservare, assemblare, installare, programmare, mettere in funzione, mantenere e mettere fuori servizio la presente apparecchiatura.

Il personale con comprovate abilità:

- Comprende ingegneri elettrici qualificati o persone formate da ingegneri elettrici qualificati e che abbiano un'esperienza adeguata nell'azionare dispositivi, sistemi, impianti e macchinari in conformità con le leggi e i regolamenti pertinenti.
- Ha familiarità con le norme di base riguardanti la protezione dai rischi e la prevenzione degli infortuni.
- Ha letto e compreso le linee guida di sicurezza fornite in tutte le guide fornite con l'unità, in particolare le istruzioni contenute nella guida operativa del convertitore di frequenza.
- Possiede buone conoscenze delle norme generiche e specifiche valide per l'applicazione specifica.

2 Omologazioni e certificazioni

2.1 Omologazioni e certificazioni dei prodotti

iC2-Micro Frequency Converters sono conformi alle norme e alle direttive richieste. Per ulteriori informazioni sulle certificazioni e omologazioni di un prodotto, vedere la relativa targhetta e il sito www.danfoss.com.

I certificati e le dichiarazioni di conformità sono disponibili su richiesta o su www.danfoss.com.

Tabella 3: Approvazioni e certificazioni applicabili ai convertitori di frequenza









Approvazione	Descrizione
	Il convertitore di frequenza è conforme alle direttive pertinenti e ai relativi standard per il mercato unico esteso nello Spazio economico europeo. Per maggiori informazioni vedere il Tabella 4 .
	Il marchio Underwriters Laboratory (UL) indica la sicurezza dei prodotti e le loro certificazioni ambientali in base a test standardizzati. Il convertitore di frequenza soddisfa i requisiti UL 61800-5-1. Per il numero di file UL, vedere l'etichetta del prodotto.
	L'approvazione CSA/cUL è per convertitori di frequenza con tensione nominale di 600 V o inferiore. La conformità alla norma UL/CSA pertinente significa che il progetto di sicurezza, insieme alle informazioni e ai contrasegni pertinenti, garantisce che, quando il convertitore di frequenza viene installato e mantenuto secondo la guida di installazione o funzionamento fornita, l'apparecchiatura soddisfi gli standard UL per la sicurezza elettrica e termica. Questo marchio indica che il prodotto soddisfa tutte le specifiche tecniche e i collaudi richiesti. Un certificato di conformità viene fornito su richiesta.
	Il convertitore di frequenza è conforme alla normativa pertinente e ai relativi standard per la Gran Bretagna. Informazioni di contatto UKCA: Danfoss, 22 Wycombe End, HP9 1NB, Gran Bretagna
	L'etichetta del Marchio RCM indica la conformità alle norme tecniche applicabili alla compatibilità elettromagnetica (EMC). L'etichetta del Marchio RCM è necessaria per immettere i dispositivi elettrici ed elettronici sul mercato in Australia e in Nuova Zelanda. Le disposizioni regolamentari previste dal Marchio RCM disciplinano esclusivamente le emissioni condotte e irradiate. Per i convertitori di frequenza si applicano i limiti di emissione specificati nella norma EN/IEC 61800-3. Una dichiarazione di conformità può essere fornita su richiesta.
	Il convertitore di frequenza è conforme alle direttive pertinenti e ai relativi standard per il mercato del Marocco. Scaricare le guide francesi ai prodotti sul sito https://www.danfoss.com/en/service-and-support/ .
	Il marchio Korea Certification (KC) indica che il prodotto è conforme agli standard coreani pertinenti.

Tabella 4: Direttive UE applicabili ai convertitori di frequenza

Direttiva UE	Descrizione
Direttiva bassa tensione (2014/35/UE)	L'obiettivo della direttiva Bassa tensione è garantire la sicurezza delle persone e degli animali domestici ed evitare danni alla proprietà causate da apparecchiature elettriche, quando vengono fatte funzionare apparecchiature elettriche installate e mantenute correttamente nella rispettiva applicazione prevista. La direttiva concerne tutte le apparecchiature elettriche funzionanti negli intervalli di tensione compresi fra 50 e 1000 V CA e fra 75 e 1500 V CC.
Direttiva EMC (2014/30/UE)	Lo scopo della Direttiva EMC (compatibilità elettromagnetica) è quello di ridurre l'interferenza elettromagnetica e migliorare l'immunità delle apparecchiature e degli impianti elettrici. Il requisito di protezione di base della Direttiva EMC afferma che i dispositivi che generano interferenza elettromagnetica (EMI), o il cui

Direttiva UE	Descrizione
	funzionamento potrebbe essere soggetto a interferenze elettromagnetiche, devono essere progettati per limitare la generazione di interferenze elettromagnetiche e devono presentare un livello adeguato di immunità alle interferenze elettromagnetiche quando sono installati, sottoposti a manutenzione e usati come previsto. I dispositivi elettrici usati da soli o come parte di un sistema devono recare il marchio CE. I sistemi non richiedono il marchio CE ma devono soddisfare i requisiti di protezione di base della Direttiva EMC.
Direttiva macchine (2006/42/CE)	L'obiettivo della Direttiva macchine è garantire la sicurezza delle persone ed evitare danni materiali alle apparecchiature meccaniche utilizzate nella loro applicazione prevista. La Direttiva macchine vale per una macchina che consiste di un gruppo di componenti interconnessi o dispositivi dei quali almeno uno è in grado di eseguire un movimento meccanico. I convertitori di frequenza con una funzione di sicurezza funzionale integrata devono essere conformi alla Direttiva macchine. I convertitori di frequenza senza una funzione di sicurezza funzionale non rientrano nella Direttiva macchine. Se un convertitore di frequenza è integrato in un sistema di macchinari, Danfoss può fornire informazioni sugli aspetti di sicurezza relativi al convertitore di frequenza. Quando i convertitori di frequenza vengono usati in macchine con almeno una parte mobile, il produttore della macchina deve fornire una dichiarazione che attesti la conformità a tutti gli statuti e alle misure di sicurezza rilevanti.
Direttiva ErP (2009/125/CE)	La Direttiva ErP è la direttiva europea Eco-design per prodotti connessi all'energia. La direttiva stabilisce i requisiti di progettazione ecocompatibile per i prodotti connessi all'energia, compresi i convertitori di frequenza, e mira a ridurre il consumo energetico e l'impatto ambientale dei prodotti stabilendo standard minimi di efficienza energetica.
Direttiva RoHS	The Restriction of Hazardous Substances (RoHS) Directive is an EU directive that restricts the use of hazardous materials in the manufacturing of electronic and electrical products. Read more on www.danfoss.com .
Direttiva sui rifiuti di apparecchiature elettriche ed elettroniche (2012/19/UE) 	La direttiva RAEE (Rifiuti di apparecchiature elettriche ed elettroniche) stabilisce gli obiettivi di raccolta, riciclaggio e recupero per tutti i tipi di beni elettrici.

2.2 Norme

L'installazione deve essere conforme alle normative nazionali, ad esempio NEC NFPA 70 o la serie di standard IEC 60364.

Come linee guida per l'installazione e il funzionamento dei convertitori di frequenza sono consigliati i seguenti standard:

- **EN IEC 61800-2:2015 Sistemi motorizzati a velocità regolabile, parte 2:** Requisiti generali - Specifiche di grado per sistemi motorizzati CA a velocità regolabile a bassa tensione.
- **EN IEC 61800-3:2018 Sistemi motorizzati a velocità regolabile, parte 3:** Norma di prodotto relativa alla compatibilità elettromagnetica e ai metodi di prova specifici.
- **EN IEC 61800-5-1:2017 Sistemi motorizzati a velocità regolabile, parte 5-1:** Prescrizioni di sicurezza - Sicurezza elettrica, termica ed energetica.
- **EN IEC 61800-9-2:2017 Sistemi motorizzati a velocità regolabile, parte 9-2:** Progettazione ecocompatibile per sistemi motorizzati, avviatori motore, elettronica di potenza e le loro applicazioni azionate - Indicatori di efficienza energetica per sistemi motorizzati e avviatori motore.

Le dichiarazioni di conformità sono disponibili all'indirizzo www.danfoss.com/en/service-and-support/documentation/.

2.3 Norme sul controllo delle esportazioni

I convertitori di frequenza possono essere soggetti alle norme locali e/o nazionali sul controllo delle esportazioni. Sia l'UE che gli Stati Uniti hanno norme per i cosiddetti prodotti a duplice uso (prodotti per uso militare e non militare), che attualmente includono convertitori di frequenza con una capacità di funzionamento di 600 Hz in su. Questi prodotti possono ancora essere venduti, ma richiedono una serie di misure, ad esempio una licenza, o una dichiarazione dell'utente finale.

Gli Stati Uniti hanno anche normative per i convertitori di frequenza con una capacità di funzionamento a 300-600 Hz con restrizioni sulle vendite per alcuni paesi. Le normative statunitensi si applicano a tutti i prodotti fabbricati negli Stati Uniti, esportati da o tramite gli Stati Uniti, o con un contenuto statunitense superiore al 25%, o al 10% per alcuni paesi.

Si utilizza un numero ECCN per classificare tutti i convertitori di frequenza soggetti a norme sul controllo delle esportazioni. Il numero ECCN è indicato nella documentazione che accompagna il convertitore di frequenza. Se il convertitore di frequenza viene riesportato, è responsabilità dell'esportatore garantire la conformità alle norme di controllo sulle esportazioni pertinenti.

Per ulteriori informazioni, contattare Danfoss Drives Global o l'ufficio vendite locale.

3 Convertitori di frequenza iC2-Micro

3.1 Uso previsto

Il convertitore di frequenza è un controllore elettronico del motore progettato per:

- Regolazione della velocità del motore in risposta ai comandi di retroazione o ai comandi remoti da controllori esterni. Un sistema motorizzato è costituito dal convertitore di frequenza e dal motore.
- Monitoraggio del sistema e dello stato del motore.

Il convertitore di frequenza può anche essere usato per la protezione da sovraccarico motore.

A seconda della configurazione, il convertitore di frequenza può essere usato in applicazioni standalone o essere integrato in un dispositivo o in un impianto più grande.

Il convertitore di frequenza è approvato per l'uso in ambienti residenziali, industriali e commerciali in conformità con le normative e gli standard locali.

N O T A

In ambiente residenziale questo prodotto può provocare disturbi radio e, in tal caso, potrebbero essere necessarie misure correttive supplementari.

Uso improprio prevedibile

Non usare il convertitore di frequenza in applicazioni che non sono conformi alle condizioni di funzionamento e ambientali specificate. Verificare la conformità alle condizioni specificate nel capitolo *Specifiche*.

3.2 Diagramma a blocchi

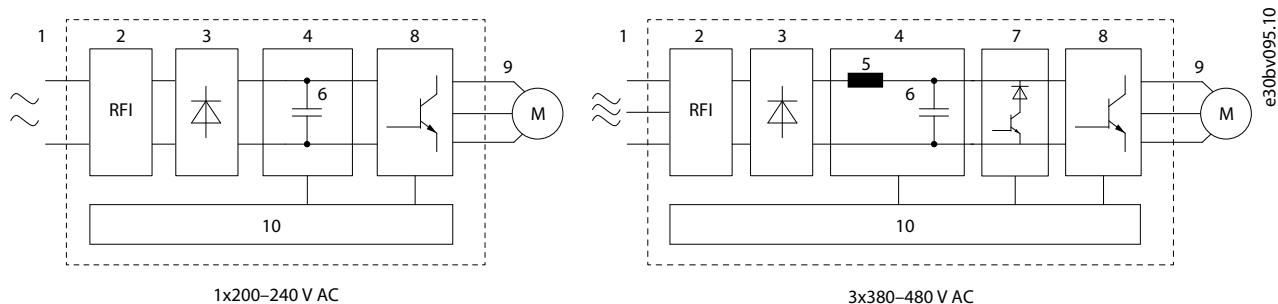


Illustrazione 1: Diagramma a blocchi di iC2-Micro Frequency Converters

Tabella 5: Funzioni di ciascun componente

Area	Componente	Funzioni
1	Ingresso di rete	Alimentazione di rete CA al convertitore di frequenza.
2	Filtro RFI	Il filtro RFI viene utilizzato per soddisfare i requisiti normativi di compatibilità elettromagnetica.
3	Raddrizzatore	Il ponte raddrizzatore converte l'alimentazione di ingresso CA in una corrente CC per alimentare l'inverter.
4	Bus CC	Il circuito del bus CC intermedio gestisce la corrente CC.
5	Reattore CC ⁽¹⁾	<ul style="list-style-type: none"> • Filtra la corrente del collegamento CC. • Assicura la protezione dai transitori di rete. • Riduce la corrente quadratica media (RMS). • Aumenta il fattore di potenza che ritorna in linea. • Riduce le armoniche sull'ingresso CA.

Area	Componente	Funzioni
6	Banco di condensatori	<ul style="list-style-type: none"> Immagazzina l'energia CC. Fornisce autonomia per superare brevi perdite di potenza.
7	Chopper di frenatura ⁽²⁾	Il chopper di frenatura viene usato nel collegamento CC per controllare la tensione CC quando il carico reimmette l'energia.
8	Inverter	Converte il segnale CC in una forma d'onda CA PWM per ottenere un'uscita variabile controllata per il motore.
9	Uscita al motore	Potenza di uscita trifase regolata al motore.
10	Circuito di comando	<ul style="list-style-type: none"> L'alimentazione di ingresso, l'elaborazione interna, l'uscita e la corrente motore vengono monitorate per assicurare un funzionamento e un controllo efficienti. L'interfaccia utente e i comandi esterni vengono monitorati ed eseguiti. Sono disponibili anche l'uscita di stato e il controllo.

¹ Reattore CC applicabile solo a MA05a.

² Il chopper di frenatura non è applicabile a MA01a.

3.3 Ecodesign per sistemi motorizzati

L'efficienza energetica dell'intero sistema è importante e la conformità alla legislazione pertinente è richiesta nel mercato unico esteso dello Spazio Economico Europeo.

I convertitori di frequenza sono classificati dalle classi di efficienza da IE0 a IE2 secondo le norme IEC 61800-9-2 ed EN 50598-2.

Secondo la norma, le dissipazioni di potenza sono misurate come percentuali della potenza di uscita apparente nominale in 8 punti di carico come mostrato in [Illustrazione 2](#). Insieme alle informazioni su altri elementi del sistema, queste informazioni possono essere utilizzate per calcolare l'efficienza a livello di sistema (IES).

Gli elementi che causano perdite sono descritti in [3.3.1 Perdite di potenza ed efficienza](#).

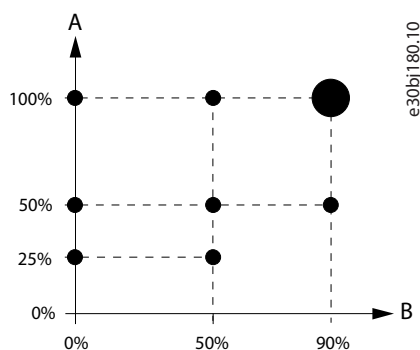


Illustrazione 2: Punto di funzionamento secondo la norma IEC 61800-9-2 (EN 50598)

Il convertitore di frequenza è etichettato con la classe di efficienza e le perdite di potenza al 100% della corrente che produce la coppia nominale e al 90% della frequenza nominale dello statore del motore.

[MyDrive® ecoSmart™](#) può essere utilizzato per:

- Cercare i dati di carico parziale come definiti in IEC 61800-9-2.
- Calcolare la classe di efficienza e l'efficienza a carico parziale per il convertitore di frequenza e il sistema motorizzato.
- Creare un report che documenti i dati di perdita di carico parziale e la classe di efficienza IE e IES.

3.3.1 Perdite di potenza ed efficienza

Gli elementi che causano una perdita di potenza nel sistema sono mostrati in [Illustrazione 3](#).

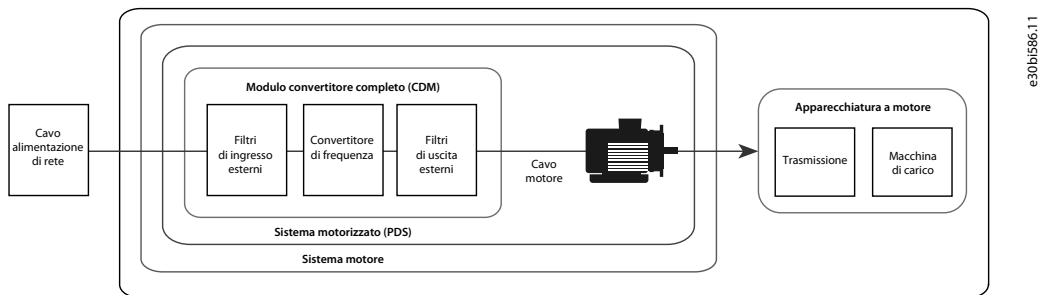


Illustrazione 3: Progettazione del sistema convertitore

I seguenti componenti possono causare perdite nel sistema:

- Tabelle alimentazione di rete.
- Filtro di ingresso esterno (se installato).
- Convertitore di frequenza, compresi i filtri integrati.
- Filtro di uscita esterno (se installato).
- Cavo motore.
- Motore.

Il convertitore di frequenza stesso fornisce solo una parte delle perdite totali del sistema.

Cavo alimentazione di rete

Perdite nel cavo di alimentazione di rete sono causate principalmente dalla resistenza ohmica del cavo. Per ridurre al minimo le dispersioni, la lunghezza del cavo deve essere ridotta e dimensionata correttamente alla corrente nominale.

Filtro di ingresso esterno

I filtri di ingresso aggiunti esternamente contribuiscono alle perdite nel sistema. Le reattanze di linea utilizzate per bilanciare il carico tra più convertitori di frequenza in una configurazione a condivisione del carico hanno tipicamente una caduta di tensione di circa l'1%, causando fino all'1% di dissipazioni a pieno carico.

I filtri antiarmoniche dedicati hanno tipicamente perdite del 2-5%.

Convertitore di frequenza

La perdita del convertitore di frequenza dipende dal carico. Le classificazioni specifiche e i dati sulla perdita di potenza sono riportati sull'etichetta del prodotto e i dettagli sono visibili in [MyDrive® ecoSmart™](#).

Filtro di uscita esterno

I filtri di uscita collegati esternamente aggiungono perdite al sistema:

- I filtri sinusoidali sopprimono il modello PWM della frequenza di uscita, generando un'uscita sinusoidale. La perdita risultante dipende dal carico e può arrivare fino all'1-1,5% della potenza massima. L'uso di un filtro sinusoidale può migliorare il rendimento complessivo nelle installazioni con cavi motore lunghi.
- I filtri dU/dt limitano il tempo di salita della tensione dello schema PWM. Di conseguenza, i filtri introducono perdite nel sistema. La perdita dipende dal carico e può arrivare fino allo 0,5-1% della potenza massima.
- I nuclei in modalità comune attenuano i disturbi ad alta frequenza nel cavo motore. Di conseguenza, al sistema viene aggiunta una perdita limitata.

Cavo motore

Le perdite nel cavo motore sono causate principalmente da perdite ohmiche, ma a causa della frequenza di commutazione del convertitore di frequenza, le perdite sono causate anche da un accoppiamento capacitivo a terra. È possibile ridurre le perdite dovute all'accoppiamento capacitivo selezionando attentamente il cavo motore e mantenendolo il più corto possibile. Se viene usato un filtro sinusoidale sull'uscita del convertitore di frequenza, la perdita causata da un carico capacitivo è inferiore.

Motore

Le perdite del motore dipendono dal tipo di motore e dalla categoria di efficienza selezionata. La norma IEC60034-30-1 definisce le diverse classi di efficienza da IE1 a IE4.

3.4 Alimentazione elettrica

iC2-Micro Frequency Converters sono progettati per adattarsi a un'ampia gamma di luoghi di installazione. Le unità sono disponibili in diversi gradi di protezione, il che le rende adatte per l'installazione in armadi, direttamente sulle macchine, in sale di controllo dedicate e liberamente installate.

- Il tipo IP20/aperto è progettato per l'installazione in armadi chiusi e configurazioni simili.
- IP21/UL tipo 1 (kit di conversione IP21/tipo 1 opzionale) è progettato per installazioni interne.

iC2-Micro Frequency Converters sono adatti per l'uso in un ampio intervallo di temperatura. L'intervallo di temperatura di esercizio standard è compreso tra -10 °C to +50 °C (14 °F to +122 °F). Con il declassamento, l'intervallo di temperatura di esercizio è compreso tra -20 °C to +55 °C (-4 °F to +131 °F).

iC2-Micro Frequency Converters sono progettati per il funzionamento ad altitudini fino a 2.000 m (6.562 piedi). Il declassamento deve essere preso in considerazione per altitudini superiori ai 1.000 m (3.280 piedi).

L'uscita motore del iC2-Micro Frequency Converters è protetta contro i cortocircuiti, i guasti verso terra e i sovraccarichi. È inoltre previsto un monitoraggio termico per proteggere il motore. La commutazione illimitata sull'uscita consente di utilizzare un contattore o di scollegare il convertitore di frequenza dal motore.

I filtri integrati ottimizzano le prestazioni EMC, riducono le armoniche sulla rete e soddisfano i requisiti di uscita. I filtri EMC integrati possono essere configurati per soddisfare i requisiti di installazione relativi all'EMC. L'offerta comprende:

- Convertitori di frequenza senza filtro (versioni conformi a C4).
- Convertitori di frequenza con filtri per l'uso in reti industriali (varianti conformi a C2) e installazioni domestiche (varianti conformi a C1).

3.5 Controllo e interfacce

3.5.1 Morsetti di controllo

- Tutti i morsetti dei cavi di comando sono situati sotto il coprimorsetti nella parte anteriore del convertitore di frequenza.
- Vedere la parte posteriore del coprimorsetti per lo schema dei morsetti di controllo e degli interruttori.

NOTA

Rimuovere il coprimorsetti con un cacciavite, vedere [Illustrazione 4](#).

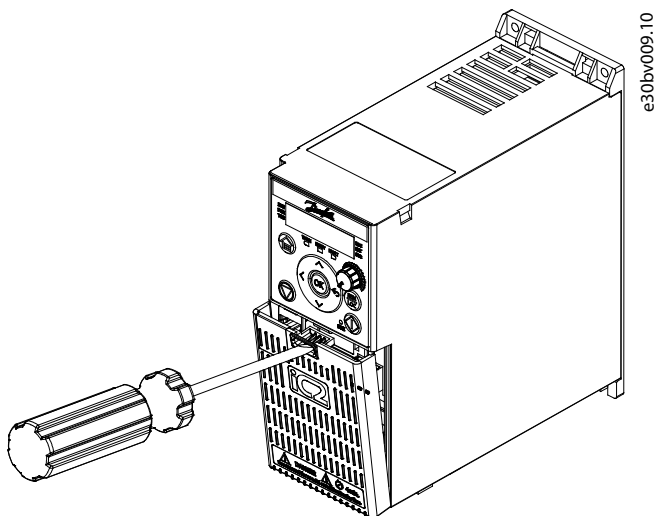


Illustrazione 4: Rimozione del coprimorsetti

Tutti i morsetti di controllo dei iC2-Micro Frequency Converters sono mostrati in [Illustrazione 5](#)

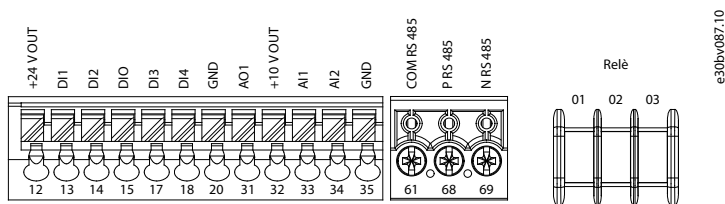


Illustrazione 5: Panoramica dei morsetti di controllo

3.5.2 Porta RJ45 e interruttore di terminazione RS485

Il convertitore di frequenza è dotato di una porta RJ45 conforme al protocollo Modbus 485. La porta RJ45 viene utilizzata per collegare:

- Pannello di controllo esterno (al momento non disponibile).
- Strumento per PC (MyDrive® Insight) tramite un'opzione adattatore (non disponibile al momento).
- Strumento di configurazione offline per l'impostazione dei parametri quando il convertitore di frequenza non è acceso (attualmente non disponibile).

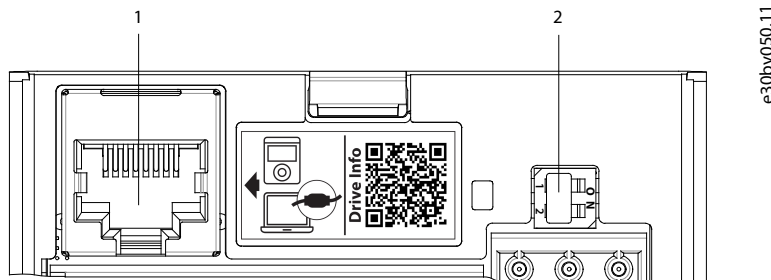


Illustrazione 6: Porta RJ45 e interruttore di terminazione RS485

1	Porta RJ45
2	Interruttore di terminazione RS485 (ON=RS485 terminato, OFF=aperto)

N O T A

La porta RJ45 supporta fino a 3 m (9,8 piedi) di cavo CAT5e schermato che **NON** viene utilizzato per collegare direttamente il convertitore di frequenza a un PC. La mancata osservanza di questa avvertenza causa danni al PC.

N O T A

- L'interruttore di terminazione RS485 deve essere impostato su ON se il convertitore di frequenza è alla fine del bus di campo.
- Non azionare l'interruttore di terminazione RS485 quando il convertitore di frequenza è acceso.

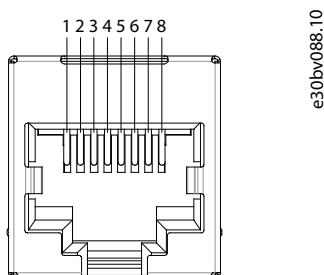


Illustrazione 7: Definizione dei pin di RJ45

1	Alimentazione elettrica a 5 V	5	RS485_N
2	Alimentazione elettrica a 5 V	6	GND
3	GND	7	Riservato
4	RS485_P	8	Riservato

3.5.3 Pannello di controllo e pannello di controllo 2.0 OP2

Il convertitore di frequenza dispone di due tipi di pannelli di controllo, come riportato di seguito:

- **Pannello di controllo** È integrato e fornito di default con il convertitore di frequenza. I tasti e le spie del pannello di controllo sono illustrati in [3.5.4 Tasti e indicatori del pannello di controllo](#).
- **Pannello di controllo 2.0 OP2** Un pannello di controllo opzionale (accessorio) che offre una migliore esperienza d'uso. Questo tipo di pannello di controllo consente di impostare facilmente il convertitore di frequenza tramite i parametri, di monitorarne lo stato e di visualizzare le notifiche degli eventi.

Di seguito è riportata una panoramica più dettagliata del Pannello di controllo 2.0 OP2:

- Interfaccia utente monocromatica da 2,03".
- LED visivi per identificare lo stato del convertitore di frequenza.
- Controlla il convertitore di frequenza e passa facilmente da un funzionamento locale a uno remoto e viceversa.
- Display multilingue per una visualizzazione più chiara dei parametri, delle selezioni e dello stato.
- Il display dei parametri supporta caratteri alfanumerici, caratteri speciali, numeri interi, virgole mobili, liste di selezione e istruzioni per la configurazione dei dati dell'applicazione.
- Le impostazioni dei parametri del convertitore di frequenza possono essere copiate su altri convertitori di frequenza per una facile messa in funzione.
- Installazione su una porta armadio utilizzando un kit di montaggio opzionale.

N O T A

Pannello di controllo 2.0 OP2 non disponibile al momento.

3.5.4 Tasti e indicatori del pannello di controllo

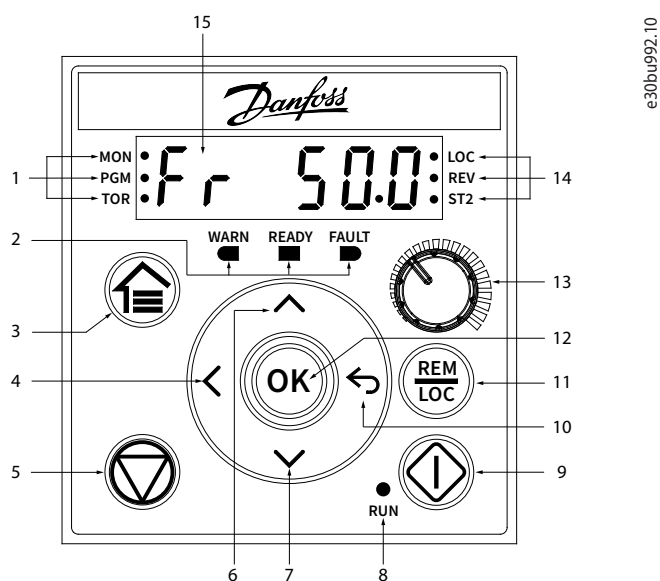


Illustrazione 8: Pannello di controllo

1	Indicatori di stato	9	Avvio
2	Indicatori di stato operativo	10	Indietro
3	Home/Menu	11	Remoto/Locale
4	Sinistra	12	OK
5	Arresto/ripristino	13	Potenzimetro
6	Su	14	Indicatori di stato
7	Giù	15	Display principale
8	Indicatore di funzionamento		

Tabella 6: Tasti di funzionamento e potenziometro

Nome	Funzione
Home/Menu	Consente di passare dal menu principale alla visualizzazione dello stato e viceversa. Premere a lungo per accedere al menu di scelta rapida che consente di leggere e modificare rapidamente i parametri. ⁽¹⁾
Su/Giù	Commuta i numeri di stato/gruppo di parametri/parametro e regola i valori dei parametri.
Sinistra	Sposta il cursore di 1 bit a sinistra.
Indietro	Consente di passare alla fase precedente del menu o di cancellare l'impostazione durante la taratura dei valori dei parametri.
OK	Conferma l'operazione.
Remoto/Locale	Passa dalla modalità remota a quella locale e viceversa.
Avvio	Avvia il convertitore in modalità locale.
Arresto/ripristino	Arresta il convertitore di frequenza in modalità locale.
	Ripristina il convertitore di frequenza per eliminare un guasto.
Potenziometro	Modifica il valore di riferimento quando questo viene selezionato come potenziometro.

¹ Il menu di scelta rapida non è al momento disponibile.

Tabella 7: Spie luminose di stato

Nome	Funzione
MON	Acceso: il display principale mostra lo stato del convertitore di frequenza.
PGM	Acceso: il convertitore di frequenza è in stato di programmazione.
TOR	Acceso: il convertitore di frequenza è in modalità coppia.
	Spento: il convertitore di frequenza è in modalità velocità.
LOC	Acceso: il convertitore di frequenza è in modalità locale.
	Spento: il convertitore di frequenza è in modalità remota.
REV	Acceso: il convertitore di frequenza è in direzione inversa.
	Spento: il convertitore di frequenza è in direzione avanti.
ST2	Fare riferimento a Tabella 10 .

Tabella 8: Spie di funzionamento

Nome	Funzione
AVVISO	Luce fissa quando si verifica un'avviso.
PRONTO	Luce fissa quando il convertitore di frequenza è pronto.
GUASTO	Lampeggia quando si verifica un guasto.

Tabella 9: Spia luminosa rossa

Nome	Funzione
MARCIA	Acceso: il convertitore di frequenza è in funzionamento normale.
	Spento: il convertitore di frequenza si è arrestato.
	Lampeggiante: nel processo di arresto del motore; oppure il convertitore di frequenza ha ricevuto un comando MARCIA ma nessuna frequenza di uscita.

Tabella 10: Spia luminosa per configurazioni multiple

ST2	Spento	Acceso	Lampeggiante	Lampeggiamento rapido
Setup attivo ⁽¹⁾	Setup 1	Setup 2	Setup 1	Setup 2
Setup di programmazione ⁽²⁾	Setup 1	Setup 2	Setup 2	Setup 1

¹ Selezionare il setup attivo nel parametro P6.6.1 Active Setup (Setup attivo).

² Selezionare setup di programmazione nel parametro P6.6.2 Programming Setup (Setup di programmazione).

3.5.5 Sportello scorrevole sul coprimorsetti

Uno sportello scorrevole, che è il coperchio di protezione della porta RJ45, è progettato sul coprimorsetti del convertitore di frequenza. Quando il convertitore di frequenza è collegato all'opzione Pannello di controllo 2.0 OP2 che può essere installata sulla porta armadio, è sufficiente rimuovere lo sportello scorrevole per assicurarsi che il coprimorsetti resti sul convertitore di frequenza, in modo da garantire un funzionamento sicuro.

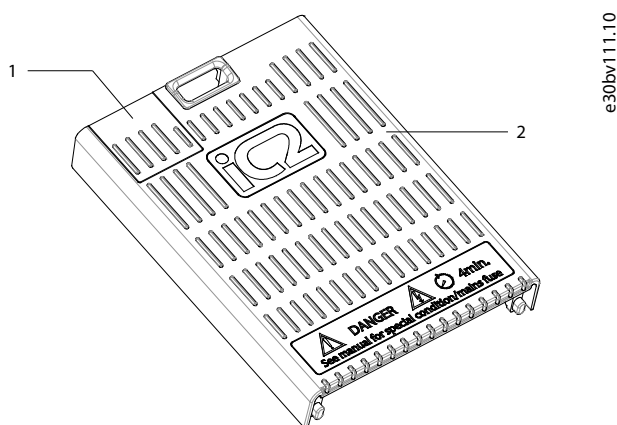


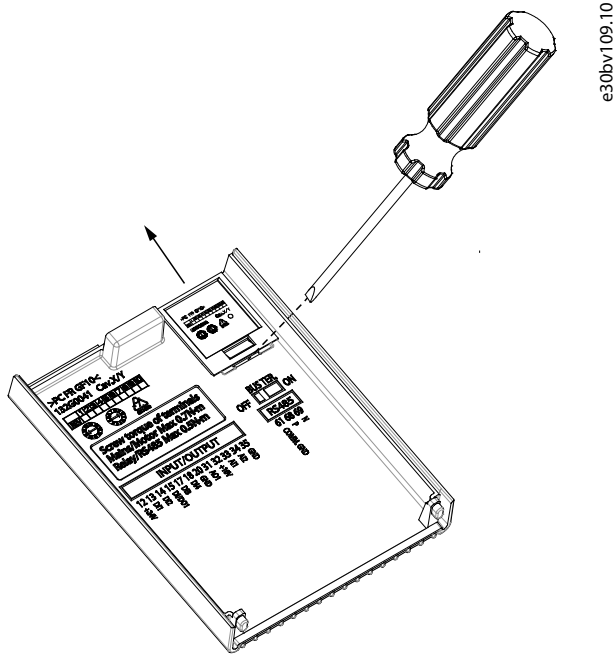
Illustrazione 9: Sportello scorrevole sul coprimorsetti

1	Sportello scorrevole
2	Coprimorsetti

Smontaggio

1. Rimuovere il coprimorsetti con un cacciavite, vedere [3.5.1 Morsetti di controllo](#).

2. Dall'interno del coprimorsetti, premere lo slot con un cacciavite per rilasciare lo sportello scorrevole e farlo scorrere verso l'esterno.

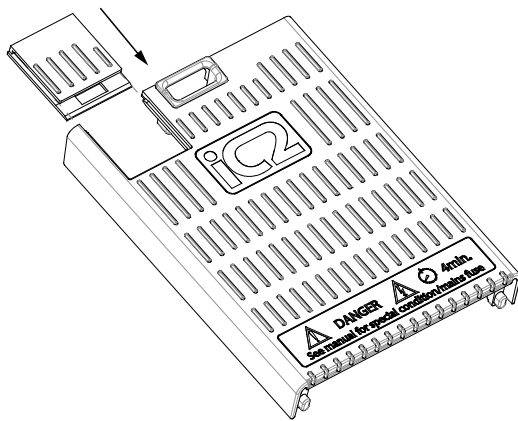


e30bv109.10

Illustrazione 10: Rimozione dello sportello scorrevole

Riassemblaggio

1. Far scorrere lo sportello scorrevole nel coprimorsetti.



e30bv110.10

Illustrazione 11: Installazione dello sportello scorrevole

3.6 Software applicativo

3.6.1 Panoramica

Il software applicativo è il software predefinito e standard fornito con il iC2-Micro Frequency Converters. Le funzioni sono descritte brevemente nelle seguenti sezioni:

- Funzioni base.
- Controllori.
- Caratteristiche di protezione.
- Strumenti software.

3.6.2 Funzioni base

Il software applicativo è costituito da una vasta gamma di funzionalità di base che consentono al convertitore di frequenza di controllare qualsiasi applicazione utilizzando il convertitore di frequenza iC2-Micro.

3.6.2.1 Gestione dei riferimenti

I riferimenti provenienti da più origini, che corrispondono alle esigenze di controllo dell'applicazione, sono liberamente definibili.

Le fonti di riferimento sono:

- Ingressi analogici
- Ingressi digitali come ingresso a impulsi.
- Riferimento da bus di campo
- Impostazioni interne
- Riferimento locale dal pannello di controllo
- Potenzimetro integrato nel pannello di controllo

I segnali di riferimento possono essere aggiunti generando il riferimento al convertitore di frequenza. Il riferimento finale viene scalato da -100% a 100%.

3.6.2.2 Due setup

Il convertitore di frequenza consente due setup. Ogni setup può essere parametrizzato indipendentemente per soddisfare le varie esigenze dell'applicazione. È possibile passare da un setup all'altro durante il funzionamento, consentendo un cambio rapido.

3.6.2.3 Rampe

Il convertitore di frequenza supporta rampe lineari, sinusoidali e sinusoidali quadratiche. Le rampe lineari forniscono un'accelerazione costante. Le rampe sinusoidali forniscono un'accelerazione non lineare con una transizione graduale all'inizio e alla fine del processo di accelerazione.

3.6.2.4 Arresto rapido

In alcuni casi, potrebbe essere necessario arrestare l'applicazione in modo rapido. A tale scopo, il convertitore di frequenza supporta un tempo di rampa di decelerazione specifico dalla velocità del motore sincrono a 0 giri/min.

3.6.2.5 Senso di rotazione limite

Il senso di rotazione del motore può essere preimpostato per funzionare solo in un senso (senso orario o antiorario), evitando il senso di rotazione involontario.

3.6.2.6 Interruttore di fase del motore

Se i cavi di fase del motore sono stati installati in ordine errato durante l'installazione, è possibile modificare il senso di rotazione. In questo modo si elimina la necessità di modificare l'ordine delle fasi del motore.

3.6.2.7 Avanzamento a scatti con modalità Jog

Il convertitore di frequenza dispone di impostazioni di velocità predefinite per l'uso durante la messa in funzione, la manutenzione o l'assistenza. Il funzionamento in modalità jog è impostato alla velocità preimpostata.

3.6.2.8 Bypass frequenza

Frequenze specifiche del motore possono essere bypassate durante il funzionamento. La funzione contribuisce a ridurre al minimo ed evitare la risonanza meccanica della macchina, limitando le vibrazioni e il rumore del sistema.

3.6.2.9 Riavvio automatico

In caso di un guasto e scatto di lieve entità, il convertitore di frequenza può effettuare un riavvio automatico, eliminando un suo ripristino manuale. In questo modo si migliora il funzionamento automatico nei sistemi controllati a distanza. Assicurarsi che non si verifichino situazioni pericolose quando si utilizza il riavvio automatico.

3.6.2.10 Riaggancio al volo

Il riaggancio al volo consente al convertitore di frequenza di sincronizzarsi con un motore a rotazione libera, prima di assumere il controllo del motore. Assumendo il controllo del motore alla velocità effettiva si riducono al minimo le sollecitazioni meccaniche al sistema. Ad esempio, la funzione è rilevante nelle applicazioni con ventilatori e centrifughe.

3.6.2.11 Caduta di tensione dell'alimentazione di rete

In caso di caduta di tensione dell'alimentazione di rete in cui il convertitore di frequenza non può continuare a funzionare, è possibile selezionare azioni predefinite, ad esempio scatto, ruota libera o esecuzione di una rampa di decelerazione controllata.

3.6.2.12 Backup dell'energia cinetica

Il backup dell'energia cinetica consente al convertitore di frequenza di mantenere il controllo in caso di energia sufficiente nel sistema, ad esempio come inerzia o quando si abbassa un carico. Ciò consente un arresto controllato della macchina.

3.6.2.13 Smorzamento risonanza

Il rumore di risonanza ad alta frequenza del motore può essere eliminato usando lo smorzamento risonanza. Sono disponibili lo smorzamento della frequenza sia automatico che manuale.

3.6.2.14 Controllo del freno meccanico

In applicazioni come semplici paranchi, pallettizzatori, magazzini stereoscopici o trasportatori in discesa, viene utilizzato un freno meccanico per mantenere fermo il carico, quando il motore non è controllato dal convertitore di frequenza o quando l'alimentazione è disinserita.

La caratteristica di controllo del freno meccanico garantisce una transizione graduale tra il freno meccanico e il motore che mantiene il carico, controllando l'attivazione e la disattivazione del freno meccanico.

3.6.2.15 Controllori

Il convertitore di frequenza dispone di tre diversi controllori che garantiscono un controllo ottimale dell'applicazione corrente. I controllori coprono

- Controllo di processo
- Controllo di velocità, anello aperto
- Controllo di coppia, anello aperto

3.6.2.15.1 Controllore di processo

Il controllore di processo può controllare un processo, ad esempio in un sistema in cui è necessaria una pressione, una portata o una temperatura costanti. Una retroazione dall'applicazione è collegata al convertitore di frequenza, che fornisce il valore di uscita effettivo. Il controllore garantisce che l'uscita corrisponda al riferimento fornito controllando la velocità del motore. La risorsa di riferimento e i segnali di retroazione vengono convertiti e messi in scala ai valori effettivi controllati.

3.6.2.15.2 Controllore di velocità

Il controllo di velocità ad anello aperto fornisce un controllo accurato della velocità di rotazione dei motori.

Nella modalità ad anello aperto (senza segnale di retroazione esterno del numero di giri) non sono necessari sensori esterni, il che rende l'installazione e la messa in funzione molto semplici ed elimina il rischio di sensori difettosi.

3.6.2.15.3 Controllore di coppia

Un controllore di coppia integrato fornisce un controllo ottimale della coppia e supporta il controllo ad anello aperto.

3.6.3 IOControl e visualizzazioni

A seconda della configurazione hardware del convertitore di frequenza, sono disponibili ingressi digitali e analogici, uscite digitali e analogiche e uscite relè. L'I/O può essere configurato e utilizzato per controllare l'applicazione dal convertitore di frequenza.

Tutti gli I/O possono essere utilizzati come nodi I/O remoti, poiché sono tutti indirizzati dal bus di campo del convertitore di frequenza.

3.6.4 Caratteristiche del controllo motore

Il controllo motore copre una vasta gamma di applicazioni, dalle più semplici alle applicazioni che richiedono un controllo motore ad alte prestazioni.

3.6.4.1 Tipi di motore

Il convertitore di frequenza supporta motori standard disponibili come:

- Motori asincroni
- Motori a magneti permanenti

3.6.4.2 Caratteristiche del carico

Sono disponibili diverse caratteristiche di carico per soddisfare le reali esigenze dell'applicazione:

- **Coppia variabile:** Caratteristica di carico tipica dei ventilatori e delle pompe centrifughe, in cui il carico è proporzionale al quadrato della velocità.
- **Coppia costante:** caratteristica di carico utilizzata nei macchinari in cui è necessaria una coppia nell'intero intervallo di velocità. Esempi di applicazioni tipiche sono trasportatori, estrusori, decantatori, compressori e argani.

3.6.4.3 Principio controllo motore

È possibile selezionare diversi principi di controllo per controllare il motore, in base alle esigenze dell'applicazione:

- Controllo U/f per controllo speciale
- Controllo VVC+ per le esigenze di applicazioni generiche

3.6.4.4 Targa e catalogo del motore

I dati tipici del motore per il convertitore di frequenza effettivo sono preimpostati in fabbrica e consentono il funzionamento della maggior parte dei motori. Durante la messa in funzione, i dati motore effettivi vengono inseriti nelle impostazioni del convertitore di frequenza, ottimizzando il controllo motore.

3.6.4.5 Adattamento automatico motore (AMA)

L'adattamento automatico motore (AMA) consente di ottimizzare i parametri del motore per migliorare le prestazioni dell'albero. In base ai dati di targa del motore e alle misure del motore a fermo, i parametri chiave del motore vengono ricalcolati e utilizzati per regolare con precisione l'algoritmo di controllo motore.

3.6.4.6 Ottimizzazione automatica dell'energia (AEO)

L'Ottimizzazione automatica dell'energia (AEO) ottimizza il controllo con particolare attenzione alla riduzione del consumo energetico nel punto di carico reale.

3.6.5 Frenatura del carico

Quando si frena il motore controllato dal convertitore di frequenza, è possibile utilizzare varie funzioni. La funzione specifica viene selezionata in base all'applicazione e alle esigenze di velocità con cui deve essere interrotta.

3.6.5.1 Resistore frenatura

Nei casi in cui è richiesta una frenatura continua o veloce, in genere viene utilizzato un convertitore di frequenza dotato di chopper di frenatura. L'energia in eccesso generata dal motore durante la frenatura dell'applicazione verrà dissipata in una resistenza di frenatura collegata. Le prestazioni di frenatura dipendono dal grado specifico del convertitore di frequenza e dalla resistenza di frenatura selezionata.

3.6.5.2 Controllo sovratensione (OVC)

Se il tempo di frenatura non è critico o il carico varia, la funzionalità di controllo sovratensione (OVC) viene utilizzata per controllare l'arresto dell'applicazione. Il convertitore di frequenza prolunga il tempo rampa di decelerazione quando non è possibile frenare entro il periodo di rampa di decelerazione definito. Questa caratteristica non deve essere utilizzata in applicazioni di sollevamento, sistemi ad alta inerzia o dove è richiesta la frenatura continua.

3.6.5.3 Freno CC

Quando si frena a bassa velocità, la frenatura del motore può essere migliorata utilizzando la funzionalità di frenatura CC. Aggiunge una piccola corrente CC sulla parte superiore della corrente CA, aumentando leggermente la capacità del freno.

3.6.5.4 Freno CA

Nelle applicazioni con funzionamento non ciclico del motore, la frenatura CA può essere utilizzata per abbreviare il tempo di frenatura ed è supportata solo per motori asincroni. L'energia in eccesso viene dissipata aumentando le perdite nel motore durante la frenatura.

3.6.5.5 Mantenimento CC

La funzione di mantenimento CC fornisce una coppia di mantenimento limitata al rotore fermo.

3.6.5.6 Condivisione del carico

In alcune applicazioni, due o più convertitori di frequenza controllano l'applicazione contemporaneamente. Se uno dei convertitori di frequenza sta frenando un motore, l'energia in eccesso può essere fornita al collegamento CC di un convertitore di frequenza che aziona un motore, con una riduzione del consumo energetico totale. Questa caratteristica è utile, ad esempio, nei decantatori e nelle macchine cardatrici, in cui il convertitore di frequenza di taglia più piccola funziona in modalità generatore.

3.6.6 Caratteristiche di protezione

3.6.6.1 Protezioni di rete

Il convertitore di frequenza protegge da condizioni sulla rete di alimentazione che possono influire sul corretto funzionamento. La rete è sottoposta a monitoraggio per squilibrio della tensione di alimentazione e perdita di fase. Se lo squilibrio supera i limiti interni, viene emesso un avviso e l'utente può avviare le azioni corrette.

In caso di sottotensione o sovratensione sulla rete, il convertitore di frequenza emette un avviso e arresta il funzionamento se la condizione permane o supera i limiti critici.

3.6.6.2 Funzioni a protezione del convertitore di frequenza

Il convertitore di frequenza viene monitorato e protetto durante il funzionamento.

I sensori di temperatura integrati misurano la temperatura effettiva e forniscono informazioni rilevanti per proteggere il convertitore di frequenza. Se la temperatura supera le condizioni di temperatura nominale, verrà applicato il declassamento. Se la temperatura non rientra nell'intervallo operativo consentito, il convertitore di frequenza smetterà di funzionare.

La corrente motore viene controllata costantemente su tutte e tre le fasi. In caso di cortocircuito tra due fasi o di un errore verso terra, il convertitore di frequenza lo rileva e si spegne immediatamente. Se la corrente di uscita supera i valori nominali durante il funzionamento per un periodo superiore a quello consentito, il convertitore di frequenza si arresta e segnala un allarme di sovraccarico.

Viene controllata la tensione del collegamento CC del convertitore di frequenza. Se supera i livelli critici, viene emesso un avviso e il convertitore di frequenza si arresta. In caso contrario, il convertitore di frequenza emetterà un allarme.

3.6.6.3 Funzioni a protezione del motore

Il convertitore di frequenza fornisce varie funzioni per proteggere il motore e l'applicazione.

La misura della corrente di uscita fornisce informazioni per proteggere il motore. È possibile individuare sovracorrente, cortocircuito, guasti verso terra e collegamenti perduti delle fasi del motore e avviare le relative protezioni.

Il monitoraggio dei limiti di velocità, corrente e coppia fornisce una protezione supplementare del motore e dell'applicazione.

La protezione rotore bloccato assicura che il convertitore di frequenza non si avvii con un rotore del motore bloccato.

La protezione termica del motore viene fornita sia come calcolo della temperatura del motore in base al carico effettivo, sia tramite sensori di temperatura esterni, ad esempio PTC.

3.6.6.4 Protezione dei componenti collegati esternamente

È possibile monitorare le opzioni collegate esternamente come le resistenze di frenatura.

Le resistenze di frenatura vengono controllate per sovraccarico termico, cortocircuito e assenza di collegamento.

3.6.6.5 Declassamento automatico

Il declassamento automatico del convertitore di frequenza consente il funzionamento continuo anche in caso di superamento delle condizioni di funzionamento nominali. I fattori che influenzano questo fenomeno sono tipicamente la temperatura, l'elevata tensione del collegamento CC, il carico elevato del motore o il funzionamento vicino a 0 Hz. Il declassamento viene generalmente utilizzato come riduzione della frequenza di commutazione o cambiamento del modello di commutazione, con conseguenti minori perdite termiche.

3.6.7 Funzioni di monitoraggio

Il convertitore di frequenza offre una vasta gamma di funzionalità di monitoraggio che forniscono informazioni sulle condizioni di funzionamento, sulle condizioni della rete di distribuzione e sui dati cronologici del convertitore stesso. L'accesso a queste informazioni aiuta ad analizzare le condizioni operative e a identificare i guasti.

3.6.7.1 Monitoraggio della velocità

La velocità del motore può essere controllata durante il funzionamento. Se la velocità supera i limiti minimo e massimo, l'utente viene avvisato e può avviare le azioni appropriate.

3.6.7.2 Registro eventi e contatori delle operazioni

Un registro eventi consente di accedere agli ultimi guasti registrati e fornisce informazioni rilevanti per analizzare cosa è accaduto nel convertitore di frequenza.

I contatori delle operazioni offrono informazioni sull'utilizzo del convertitore di frequenza. Valori quali ore di funzionamento, ore di esercizio, kWh utilizzati, numero di accensioni, sovratensioni e sovratemperature sono esempi delle visualizzazioni disponibili.

3.6.8 Strumenti software

MyDrive® Insight è uno strumento software per la messa in funzione, la progettazione e il monitoraggio dei convertitori di frequenza. MyDrive® Insight può essere utilizzato per la configurazione dei parametri, l'aggiornamento del software e l'impostazione delle funzionalità.

3.7 Funzioni freno

3.7.1 Freno di stazionamento meccanico

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

N O T A

Quando il freno di stazionamento è inserito in una catena di sicurezza, il convertitore di frequenza non può assicurare un controllo sicuro del freno meccanico.

- Includere un circuito di ridondanza per il controllo del freno nell'intero impianto.

3.7.2 Frenatura dinamica

La frenatura dinamica viene assicurata da:

- Freno resistenza: Un IGBT freno mantiene la sovratensione sotto una certa soglia deviando l'energia del freno dal motore alla resistenza di frenatura collegata (*parametro = P3.2.1 Enable Brake Chopper (Abilita chopper di frenatura) = [1] Enable (Abilitato)*). Regolare il limite nel *parametro P3.2.2 Brake Chopper Voltage Reduce (Riduzione tensione chopper di frenatura)*, con un intervallo di 70 V per 3x380-480 V.
- Freno CA: L'energia frenante è distribuita nel motore cambiando le condizioni di perdita nel motore. La funzione freno CA non può essere usata in applicazioni con elevata frequenza di fermate e ripartenze, poiché ciò surriscalda il motore (*parametro = P3.2.1 Enable Brake Chopper (Abilita chopper di frenatura) = [1] Enable (Abilitato)*).
- Frenatura CC: Una corrente CC sovramodulata aggiunta alla corrente CA funge da freno rallentatore a correnti parassite (*parametro P5.7.3 DC Brake Time (Tempo freno CC) ≠ 0 s*).

3.7.3 Selezione della resistenza di frenatura

3.7.3.1 Introduzione

Per gestire una richiesta superiore della frenatura rigenerativa, è necessaria una resistenza di frenatura. L'utilizzo di una resistenza di frenatura garantisce che il calore venga assorbito dalla resistenza di frenatura e non dal convertitore di frequenza.

Se la quantità di energia cinetica trasferita alla resistenza in ogni intervallo di frenatura non è nota, calcolare la potenza media sulla base del tempo di ciclo e dell'intervallo di frenatura. Il duty cycle intermittente della resistenza è un'indicazione del duty cycle a cui lavora la resistenza. Un tipico ciclo di frenatura è mostrato in [Illustrazione 12](#).

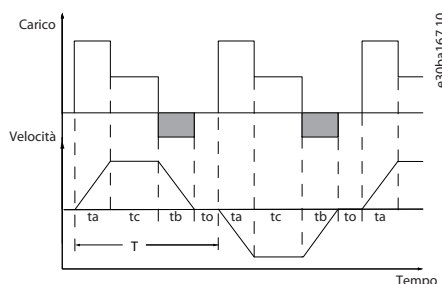


Illustrazione 12: Ciclo di frenatura tipico

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

Duty cycle = t_b/T

t_b equivale al tempo di frenatura in secondi.

T = tempo di ciclo in secondi.

Tabella 11: Frenata a un livello elevato di coppia di sovraccarico

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

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

N O T A

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

3.7.3.2 Calcolo della resistenza di frenatura

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

$$R_{br} [\Omega] = \frac{U_{dc,br}^2 \times 0,83}{P_{peak}}$$

dove

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

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

Tabella 12: Soglia della resistenza di frenatura

Taglia	Freno attivo $U_{cc,br}$	Avviso prima del disinserimento	Disinserimento (scatto)
3x380–480 V	770 V	800 V	800 V

Il limite può essere impostato nel parametro P3.2.2 Brake Chopper Voltage Reduce (Riduzione tensione chopper di frenatura), con un intervallo di 70 V.

N O T A

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

N O T A

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

3.7.3.3 Calcolo della resistenza di frenatura consigliato da Danfoss

Danfoss consiglia di calcolare la resistenza di frenatura R_{rec} in base alla seguente formula. La resistenza di frenatura consigliata garantisce che il convertitore di frequenza sia in grado di frenare alla coppia di frenata massima ($M_{br(\%)}$) del 150%.

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

η_{motor} è in genere pari a 0,80 ($\leq 7,5$ kW/10 cv); 0,85 (11–22 kW/15–30 cv).

η_{VLT} è in genere pari a 0,97.

Per iC2-Micro Frequency Converters, R_{rec} a una coppia di frenata 150% è espresso come:

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

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

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

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

N O T A

La resistenza della resistenza di frenatura non deve essere superiore al valore consigliato da Danfoss. Per resistenze di frenatura con un valore ohmico superiore, la coppia di frenata 150% può non essere raggiunta, poiché il convertitore di frequenza potrebbe disinserirsi per ragioni di sicurezza. La resistenza deve essere superiore a R_{min} .

N O T A

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

N O T A

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

3.7.4 Controllo con funzione freno

Il freno è protetto contro i cortocircuiti della resistenza di frenatura e il transistor di frenatura viene controllato per rilevarne eventuali cortocircuiti. È possibile impiegare un'uscita digitale/relè per proteggere la resistenza di frenatura dal sovraccarico dovuto a un guasto nel convertitore di frequenza.

Inoltre, il freno consente la visualizzazione della potenza istantanea e della potenza media degli ultimi 120 s. Il freno può anche monitorare la potenza a recupero di energia ed assicurare che non superi un limite selezionato nel parametro P3.3.3 Brake Resistor Power Limit (Limite di potenza resistenza di frenatura).

⚠ A V V I S O ⚠

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

È possibile selezionare Controllo sovratensione (OVC) (resistenza di frenatura esclusiva) come funzione freno alternativa nel parametro P2.3.1 Overvoltage Controller Enable (Abilitazione controllore sovratensione). Questa funzione è attiva per tutte le unità. La funzione consente di evitare uno scatto se la tensione del collegamento CC aumenta. Ciò avviene aumentando la frequenza di uscita per limitare la tensione dal collegamento CC. Si tratta di una funzione utile, ad esempio quando il tempo rampa di decelerazione è troppo breve per evitare che il convertitore di frequenza scatti. In questo caso, il tempo rampa di decelerazione viene prolungato.

N O T A

È possibile attivare l'OVC mentre è in funzione un motore PM (quando il parametro P4.2.1.1 Motor Type (Tipo motore) è impostato su [1] PM, Non-salient SPM (PM, SPM non saliente)).

4 Specifiche

4.1 Dati elettrici

4.1.1 Alimentazione di rete 1x200–240 V CA

Tabella 13: Alimentazione di rete 1x200–240 V CA

Sovraccarico normale 150% per 1 minuto				
Convertitore di frequenza	02A2	04A2	06A8	09A6
Potenza all'albero tipica [kW]	0,37	0,75	1,5	2,2
Potenza all'albero tipica [cv]	0,5	1,0	2,0	3,0
Grado di protezione contenitore IP20	MA01c	MA01c	MA02c	MA02a
Corrente di uscita				
Continua (3x200-240 V CA) [A]	2,2	4,2	6,8	9,6
Intermittente (3x200-240 V CA) [A]	3,3	6,3	10,2	14,4
Dimensione massima del cavo				
(Rete, motore) [mm ² /AWG]	4/10			
Corrente di ingresso massima				
Continua (1x200-240 V) [A]	6,1	11,6	18,7	26,4
Intermittente (1x200-240 V) [A]	8,3	15,6	26,4	37
Ambiente				
Perdita di potenza [W] ⁽¹⁾	16	31	46	61
Rendimento [%] ⁽¹⁾	97,5	97,6	97,6	97,9

¹ Il valore viene misurato al 100% della corrente che produce la coppia nominale e al 90% della frequenza nominale dello statore del motore in conformità alle normative IEC 61800-9-2 ed EN 50598-2.

4.1.2 Alimentazione di rete 3x380–480 V CA

Tabella 14: Alimentazione di rete 3x380–480 V CA, MA01a–MA02a

Sovraccarico normale 150% per 1 minuto						
Convertitore di frequenza	01A2	02A2	03A7	05A3	07A2	09A0
Potenza all'albero tipica [kW]	0,37	0,75	1,5	2,2	3,0	4,0
Potenza all'albero tipica [cv]	0,5	1,0	2,0	3,0	4,0	5,5
Grado di protezione contenitore IP20	MA01a	MA01a	MA01a	MA02a	MA02a	MA02a
Corrente di uscita						
Continua (3 x 380–440 V) [A]	1,2	2,2	3,7	5,3	7,2	9,0
Intermittente (3 x 380–440 V) [A]	1,8	3,3	5,6	8,0	10,8	13,7
Continua (3x440–480 V) [A]	1,1	2,1	3,4	4,8	6,3	8,2

Intermittente (3x440–480 V) [A]	1,7	3,2	5,1	7,2	9,5	12,3
Dimensione massima del cavo						
(Rete, motore) [mm ² /AWG]	4/10					
Corrente di ingresso massima						
Continua (3 x 380–440 V) [A]	1,9	3,5	5,9	8,5	11,5	14,4
Intermittente (3 x 380–440 V) [A]	2,6	4,7	8,7	12,6	16,8	20,2
Continua (3x440–480 V) [A]	1,7	3,0	5,1	7,3	9,9	12,4
Intermittente (3x440–480 V) [A]	2,3	4,0	7,5	10,8	14,4	17,5
Ambiente						
Perdita di potenza [W] ⁽¹⁾	17	25	34	48	58	74
Rendimento [%] ⁽¹⁾	97,3	97,8	98,0	98,3	98,5	98,3

¹ Il valore viene misurato al 100% della corrente che produce la coppia nominale e al 90% della frequenza nominale dello statore del motore in conformità alle normative IEC 61800-9-2 ed EN 50598-2.

4.2 Dati tecnici generali

4.2.1 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 di sovratemperatura.
- Il convertitore di frequenza è protetto dai cortocircuiti tra i morsetti del motore U, V, W.
- In mancanza di una fase del motore, il convertitore di frequenza scatta o emette un guasto.
- In mancanza di una fase di rete, il convertitore di frequenza scatta o emette un avviso (a seconda del carico).
- Il monitoraggio della tensione del collegamento CC garantisce lo scatto del convertitore di frequenza nel caso in cui la tensione del collegamento CC sia troppo bassa o troppo alta.
- Il convertitore di frequenza è protetto dai guasti verso terra sui morsetti del motore U, V, W.

4.2.2 Lato rete

Tabella 15: Alimentazione di rete

Funzione	Dati
Tensione di alimentazione	1x200-240 V CA ±10%, -15% con prestazioni a coppia ridotta, a seconda del tipo di motore.
	3x380-480 V CA ±10%, -15% con riduzione delle prestazioni di coppia, a seconda del tipo di motore.
Tipi di rete	TN, TT, IT, reti a triangolo a terra. Per ulteriori informazioni, vedere 7.3.1 Tipo rete . Per dettagli sui parametri relativi ai tipi di rete, fare riferimento alla guida applicativa.
Frequenza di alimentazione	50/60 Hz ±5%
Squilibrio temporaneo massimo tra le fasi di rete	3% della tensione nominale, in funzione dell'impedenza di rete.
Fattore di potenza reale (λ)	≥ 0,9 nominale al carico nominale

Funzione	Dati
Fattore di dislocazione di potenza	Prossimo all'unità (>0,98)
Commutazione sull'alimentazione di ingresso da un convertitore di frequenza scaricato	MA01a–MA03a: massimo 2 volte/min.
	MA04a–MA05a: massimo 1 volta/min.
Ambiente	Categoria di sovratensione III/grado di inquinamento 2

4.2.3 Uscita motore e dati motore

Tabella 16: Uscita motore (U, V, W)

Funzione	Dati
Tensione di uscita	0–100% della tensione di alimentazione
Frequenza di uscita ⁽¹⁾	Motore a induzione <ul style="list-style-type: none"> • 0–200 Hz (modalità VVC+) • 0–500 Hz (modalità U/f) Motore PM <ul style="list-style-type: none"> • 0–400 Hz (modalità VVC+)
Risoluzione frequenza	0,001 Hz
Commutazione sull'uscita	±0,003 Hz

¹ Dipende dalla tensione, dalla corrente e dalla modalità di controllo.

4.2.4 Caratteristiche della coppia

Tabella 17: Caratteristiche della coppia

Funzione	Dati
Coppia di sovraccarico	150% per 60 secondi ogni 10 minuti
Coppia di sovraccarico all'avviamento	200% per 1 s
Tempo di salita della coppia (VVC++)	50 ms

4.2.5 I/O di controllo

Questo capitolo tratta le specifiche generali degli I/O di controllo.

La configurazione standard per i iC2-Micro Frequency Converters è:

- 4 ingressi digitali
- 1 I/O digitale (l'ingresso o l'uscita digitale sono selezionati dall'utente).
- 2 ingressi analogici (tensione o corrente).
- 1 uscita analogica (corrente).
- 1 uscite a relè (NC/NO).
- Riferimento 24 V e 10 V per I/O digitali e analogici.

Tutti gli ingressi e le uscite di controllo sono dotati di isolamento galvanico PELV dalla tensione di alimentazione e da altri morsetti ad alta tensione, salvo diversamente specificato.

4.2.5.1 Ingresso a impulsi e digitale

Gli ingressi e le uscite di controllo sono isolati galvanicamente PELV dalla tensione di alimentazione e da altri morsetti ad alta tensione, se non diversamente specificato.

Tabella 18: Ingresso a impulsi e digitale

Funzione		Dati
Numero del morsetto		T13, T14, T15 ⁽¹⁾ , T17, e T18 ⁽²⁾
Ingresso digitale	Logica	PNP o NPN selezionabile
	Livelli di tensione	0/24 V
	PNP	<ul style="list-style-type: none"> "0": <5 V CC "1": >11 V CC
	NPN	<ul style="list-style-type: none"> "0": >19 V CC "1": < 13 V CC
	Tensione massima consentita	28 V CC
	Resistenza di ingresso	Circa 4 kΩ
Ingresso termistore	PTC ⁽³⁾	Conforme a DIN 44081/DIN 44082
Ingresso a impulsi	Campo di frequenza impulsi	4 Hz–32 kHz
	Duty cycle minimo	40%
	Precisione	1% del fondo scala

¹ T15 è selezionabile come ingresso digitale, uscita digitale o uscita a impulsi. L'impostazione di fabbrica è l'ingresso digitale.

² T18 può essere utilizzato anche per l'ingresso a impulsi.

³ L'isolamento esterno del sensore è necessario per soddisfare i requisiti PELV.

4.2.5.2 Uscita a impulsi e digitale

Gli ingressi e le uscite di controllo sono isolati galvanicamente PELV dalla tensione di alimentazione e da altri morsetti ad alta tensione, se non diversamente specificato.

Tabella 19: Uscita a impulsi e digitale

Funzione		Dati
Numero del morsetto		T15 ⁽¹⁾
Uscita digitale (24 V)	Livello di tensione	0/24 V
	Carico massimo in uscita (sink/source)	40 mA
	Campo di frequenza - Uscita a impulsi	4 Hz–32 kHz
	Carico massimo	1 kΩ
	Carico capacitivo massimo alla frequenza massima	10 nF
	Precisione uscita a impulsi	0,1% del fondo scala
	Risoluzione dell'uscita a impulsi	10 bit

¹ T15 è selezionabile come ingresso digitale, uscita digitale o uscita a impulsi. L'impostazione di fabbrica è ingresso digitale.

4.2.5.3 Ingresso analogico

Gli ingressi e le uscite di controllo sono isolati galvanicamente PELV dalla tensione di alimentazione e da altri morsetti ad alta tensione, se non diversamente specificato.

Tabella 20: Ingresso analogico

Funzione	Dati
Numero del morsetto	T33 e T34
Modalità di ingresso	Corrente o tensione ⁽¹⁾
Modo tensione	<ul style="list-style-type: none"> Intervallo di tensione: 0–10 V (scalabile) Impedenza in ingresso: 10 kΩ Tensione massima: +20 V/-12 V
Modo corrente	<ul style="list-style-type: none"> Intervallo di corrente: 0/4-20 mA (scalabile) Impedenza in ingresso: 200 Ω Corrente massima: 30 mA
Risoluzione	0,1% del fondo scala
Precisione	1% del fondo scala
Larghezza di banda	100 Hz

¹ La selezione viene effettuata nel software. Per maggiori informazioni, consultare la guida all'applicazione.

4.2.5.4 Uscita analogica

Gli ingressi e le uscite di controllo sono isolati galvanicamente PELV dalla tensione di alimentazione e da altri morsetti ad alta tensione, se non diversamente specificato.

Tabella 21: Uscita analogica

Funzione	Dati
Numero del morsetto	T31
Intervallo di uscita: Corrente	0/4-20 mA
Resistore di carico massimo a GND	500 Ω
Risoluzione	0,1% del fondo scala
Precisione	1% del fondo scala

4.2.5.5 Uscita a relè

I relè forniscono un isolamento PELV alla tensione di alimentazione, ad altri morsetti ad alta tensione e al controllo a bassa tensione.

Tabella 22: Uscita a relè

Funzione	Dati
Numero del morsetto	01, 02, e 03
Configurazione del relè	SPDT (NO/NC)
Carico massimo sui morsetti (AC-1): Carico resistivo	250 V CA, 2 A
Carico massimo sui morsetti (AC-15): Carico induttivo a $\cos\phi=0,4$	250 V CA, 0,2 A

Funzione	Dati
Carico massimo sui morsetti (DC-1): Carico resistivo	30 V CC, 2 A
Carico massimo sui morsetti (DC-13): Carico induttivo	24 V CC, 0,1 A
Carico minimo	<ul style="list-style-type: none"> • 24 V CC, 10 mA • 24 V CA, 20 mA

4.2.5.6 Tensioni ausiliarie

Le uscite di tensione ausiliaria vengono utilizzate come riferimento per gli ingressi analogici e digitali.

Tabella 23: Tensioni ausiliarie

Funzione	Dati	
Uscita 10 V	Tensione di uscita	+10,5 V \pm 0,5 V
	Carico massimo	25 mA
Tensione di uscita +24 V	Tensione di uscita	+24 V \pm 20%
	Carico massimo	100 mA

4.2.6 Trasmissione dei telegrammi RS485

Tabella 24: Trasmissione dei telegrammi RS485

Funzione	Dati
Numero del morsetto	68 (P, TX+, RX+), 69 (N, TX-, RX-)
Numero del morsetto	61 comune per i morsetti 68 e 69

Per maggiori dettagli sulla comunicazione RS485 e sulla configurazione, fare riferimento alla Guida applicativa iC2-Micro Frequency Converters.

4.2.7 Condizioni ambientali

iC2-Micro Frequency Converters sono progettati per l'installazione e l'uso in ambienti protetti dalle intemperie. I gradi di protezione disponibili sono:

- IP20/Tipo aperto.
- IP21/UL tipo 1 (kit di conversione IP21/tipo 1 opzionale).

Gli ambienti utilizzati come riferimento per i criteri di progettazione sono descritti nelle norme IEC 60721-3-1:2019, IEC 60721-3-2:2018 e IEC 60721-3-3:2019, se non diversamente specificato.

Le condizioni sono indicate per:

- Stoccaggio (vedere [4.2.7.1 Condizioni ambientali durante lo stoccaggio](#))
- Trasporto (vedere [4.2.7.2 Condizioni ambiente durante il trasporto](#))
- Funzionamento (vedere [4.2.7.3 Condizioni ambientali durante il funzionamento](#))

4.2.7.1 Condizioni ambientali durante lo stoccaggio

Tabella 25: Condizioni ambientali durante lo stoccaggio

Funzione	Dati
Temperatura ambiente	Da -25 °a +65 °C (da -13 °a +149 °F)
Condizioni climatiche	1K21, massimo 95% senza condensa

Funzione	Dati
Sostanze chimicamente attive	1C2
Particelle solide (solo particelle non conduttive/polvere)	1S11
Vibrazioni	1M11
Scosse	1M11
Ambiente biologico	1B1

4.2.7.2 Condizioni ambiente durante il trasporto

Tabella 26: Condizioni ambiente durante il trasporto

Funzione	Dati
Temperatura ambiente	Da -25 °a +70 °C (da -13 °a +158 °F)
Condizioni climatiche	2K11, massimo 95% senza condensa
Sostanze chimicamente attive	2C2
Particelle solide (solo particelle non conduttive o polvere)	2S5
Vibrazioni	2M5
Scosse	2M4
Ambiente biologico	2B1

4.2.7.3 Condizioni ambientali durante il funzionamento

Tabella 27: Condizioni ambientali durante il funzionamento

Funzione	Dati
Temperatura ambiente	Da -10 °a +50 °C (da 14 °a +122 °F)
	Con declassamento: Da -20 °a +55 °C (da -4 °a +131 °F)
Condizioni climatiche	3K22, massimo 95% senza condensa ⁽¹⁾
Sostanze chimicamente attive	C3
Particelle solide (particelle non conduttive/polvere)	3S6
Vibrazioni	3M11
Scosse	3M11
Ambiente biologico	3B1
Altezza massima sopra il livello del mare	Senza declassamento: 1000 m (3280 piedi)
	Con declassamento: 1.000-3.000 m (3.280-9.243 piedi) con declassamento dell'1%/100 m (328 piedi).
	Per un'installazione ad altitudini superiori ai 2.000 m (6.562 piedi), contattare Danfoss per informazioni relative a PELV.

¹ Garantire la massima velocità di variazione della temperatura 0,1 °C/min (0,18 °F/min) per evitare la condensa.

4.3 Fusibili e interruttori

Per una protezione adeguata del cavo di installazione e del convertitore di frequenza, occorre utilizzare fusibili e/o interruttori. Se si verifica un cortocircuito, i fusibili e gli interruttori proteggono il cavo di potenza e limitano i danni al convertitore di frequenza e ai componenti collegati al convertitore stesso.

Quando si utilizzano interruttori, tenere presente la limitazione della capacità di cortocircuito dell'alimentazione e seguire le istruzioni di installazione del costruttore. Le caratteristiche di cortocircuito devono essere conformi ai valori indicati in [Tabella 28](#)

Attenersi alle raccomandazioni relative a fusibili e interruttori per garantire la conformità alle normative pertinenti. La mancata osservanza delle raccomandazioni e l'insorgere di problemi possono compromettere la garanzia. Per ulteriori informazioni, contattare Danfoss.

Tabella 28: Fusibili e interruttori

iC2-Micro	Senza armadio				Armadio			Dimensioni dell'armadio di prova [Altezza x larghezza x profondità] [mm (pollici)]	Capacità minima dell'armadio [L]
	Fusibili UL				Fusibili CE	Interruttore UL	Interruttore CE		
kW (cv)	RK1	T	J	CC	gG	Livello di scatto massimo ABB MS165	Livello di scatto massimo Eaton PKZM4		
Corrente di guasto standard SCCR	5 kA	5 kA			5 kA	5 kA	5 kA		
Corrente di guasto elevata SCCR	–	100 kA			–	65 kA	–		
1x200-240 V									
0,37 (0,5)	25 A				25 A	25 A	25 A	500 x 400 x 260 (19,7 x 15,7 x 10,2)	52
0,75 (1,0)									
1,5 (2,0)	35 A				35 A	32 A	32 A		
2,2 (3,0)	40 A				50 A	42 A	50 A		
3x380-480 V									
0,37 (0,5)	15 A				16 A	16 A	16 A	500 x 400 x 260 (19,7 x 15,7 x 10,2)	52
0,75 (1,0)									
1,5 (2,0)									
2,2 (3,0)	30 A				40 A	32 A	32 A		
3,0 (4,0)									
4,0 (5,5)									

4.4 Connettori di alimentazione

Per garantire un funzionamento corretto, osservare le dimensioni della sezione trasversale, la lunghezza di spelatura e le coppie di serraggio.

Le dimensioni si applicano sia ai cavi pieni che a quelli a trefoli. I convertitori di frequenza sono progettati per l'uso con cavi in rame da 70 °C (158 °F) nominali. Se non diversamente specificato, la temperatura ambiente del convertitore di frequenza corrisponde alla classificazione del cavo. Si possono utilizzare cavi in alluminio a partire da 35 mm². I collegamenti corretti devono essere fissati rimuovendo lo strato di ossido e applicando un composto per giunti.

N O T A

L'utilizzo di un cavo con la sezione trasversale massima consentita richiede uno sforzo maggiore durante l'installazione.

Tabella 29: Dimensionamento del cavo di potenza

Dimensioni meccaniche	Morsetto	Sezione trasversale [mm ² (AWG)]	Coppia [Nm (libbre-pollici)]	Lunghezza di spe-latura [mm (pollici)]	Tipo di connet-tore	Tipo di vite/capocorda
MA01c	Collegamento di rete, motore e CC	0,5–4,0 (24–10)	0,7 (6,2)	7–9 (0,28–0,35)	Morsettiera	Slot
	Relè cliente	0,5–2,5 (24–12)	0,5 (4,4)	6–7 (0,24–0,28)	Morsettiera	Slot
MA02c	Collegamento di rete, motore e CC	0,5–4,0 (24–10)	0,7 (6,2)	7–9 (0,28–0,35)	Morsettiera	Slot
	Relè cliente	0,5–2,5 (24–12)	0,5 (4,4)	6–7 (0,24–0,28)	Morsettiera	Slot
MA01a	Rete e motore	0,5–4,0 (24–10)	0,7 (6,2)	7–9 (0,28–0,35)	Morsettiera	Slot
	Collegamento in CC	2,1–5,3 (14–10)	–	6–7 (0,24–0,28)	Prese diritte	–
	Relè cliente	0,5–2,5 (24–12)	0,5 (4,4)	6–7 (0,24–0,28)	Morsettiera	Slot
MA02a	Rete e motore	0,5–4,0 (24–10)	0,7 (6,2)	7–9 (0,28–0,35)	Morsettiera	Slot
	Freno ⁽¹⁾ e collegamento CC	2,1–5,3 (14–10)	–	6–7 (0,24–0,28)	Prese diritte	–
	Relè cliente	0,5–2,5 (24–12)	0,5 (4,4)	6–7 (0,24–0,28)	Morsettiera	Slot
MA03a	Rete e motore	0,5–4,0 (24–10)	0,7 (6,2)	7–9 (0,28–0,35)	Morsettiera	Slot
	Freno e collegamento CC	2,1–5,3 (14–10)	–	6–7 (0,24–0,28)	Prese diritte	–
	Relè cliente	0,5–2,5 (24–12)	0,5 (4,4)	6–7 (0,24–0,28)	Morsettiera	Slot
MA04a	Rete	0,5–16 (22–6)	1,2 (10,6)	12–13 (0,47–0,51)	Morsettiera	Slot
	Motore, freno e collegamento CC	0,5–16 (20–6)	1,2 (10,6)	12–15 (0,47–0,59)	Morsettiera	Slot
	Relè cliente	0,5–2,5 (24–12)	0,5 (4,4)	6–7 (0,24–0,28)	Morsettiera	Slot
MA05a	Rete	0,5–16 (22–6)	1,2 (10,6)	12–13 (0,47–0,51)	Morsettiera	Slot
	Motore, freno e collegamento CC	0,5–16 (20–6)	1,2 (10,6)	12–15 (0,47–0,59)	Morsettiera	Slot
	Relè cliente	0,5–2,5 (24–12)	0,5 (4,4)	6–7 (0,24–0,28)	Morsettiera	Slot

¹ Per MA02a, solo i convertitori di frequenza 3x380-480 V sono dotati di funzione freno

4.5 Rumorosità acustica

Il disturbo acustico del convertitore di frequenza proviene da tre fonti:

- bobine del collegamento CC;
- ventola integrata;
- bobine del filtro RFI.

I valori tipici, misurati a una distanza di 1 m (3,3 piedi) dall'unità:

Tabella 30: Valori misurati tipici

Dimensioni meccaniche	Velocità massima delle ventole [dBA]	Rumore di fondo [dBA]
MA01c	–	–
MA02c	50,3	31,2
MA01a	42,5	31,2
MA02a	57,6	31,2

Risultati dei test eseguiti conformemente a ISO 3744 per l'ampiezza del disturbo in ambiente controllato. È stato quantificato il tono del disturbo per la registrazione di dati ingegneristici delle prestazioni dell'hardware secondo ISO 1996-2 Allegato D.

4.6 Livelli di conformità EMC

I convertitori di frequenza sono progettati e collaudati per soddisfare le norme EMC pertinenti. Il livello di prestazioni dipende dal convertitore di frequenza e dal livello di conformità EMC selezionato.

I livelli di conformità EMC vengono verificati nelle seguenti condizioni:

- Il convertitore di frequenza (con opzioni, se pertinenti).
- Cavi di comando e comunicazione schermati.
- Controllo esterno con I/O digitale e controllo analogico.
- Motore singolo collegato con cavo schermato per test di emissione e cavo non schermato per test di immunità.
- Condivisione del carico e cavi del freno.
- Impostazioni del convertitore di frequenza standard.

NOTA

Secondo la direttiva EMC, un sistema è definito come una combinazione di diversi tipi di apparecchiature, prodotti finiti e/o componenti combinati, progettati e/o assemblati dalla stessa persona (produttore del sistema) destinati a essere immessi sul mercato per la distribuzione come singola unità funzionale per un utente finale e destinati a essere installati e messi in funzione insieme per eseguire un'attività specifica.

La direttiva EMC si applica a prodotti/sistemi e installazioni ma, nel caso in cui l'installazione sia costituita da prodotti/sistemi con marchio CE, l'installazione può anche essere considerata conforme alla direttiva EMC. Le installazioni non sono dotate di marchio CE.

Secondo la direttiva EMC, Danfoss, in qualità di produttore di prodotti/sistemi, è responsabile dell'ottenimento dei requisiti essenziali della direttiva EMC e dell'apposizione del marchio CE. Per i sistemi che prevedono la condivisione del carico e altri morsetti CC, Danfoss può garantire la conformità alla Direttiva EMC solo quando i prodotti Danfoss sono collegati come indicato nella documentazione tecnica.

Se installato in ambienti residenziali e non conforme alla classe C1, il convertitore di frequenza potrebbe non fornire una protezione adeguata alla ricezione radio in tali luoghi.

- In questi casi, potrebbero essere necessarie misure di mitigazione supplementari, ad esempio l'uso di schermature o l'aumento della distanza tra i prodotti interessati.

4.6.1 Requisiti relativi alle emissioni

In base alle norme di prodotto EMC per convertitori di frequenza, EN/IEC 61800-3, i requisiti EMC dipendono dall'uso previsto del convertitore di frequenza. Quattro categorie sono definite nelle norme di prodotto relative alla EMC. Le definizioni delle quattro categorie insieme ai requisiti per le emissioni condotte dalla tensione di alimentazione di rete sono riportate in [Tabella 31](#).

Tabella 31: Requisiti relativi alle emissioni

Classe di conformità	Uso previsto del convertitore di frequenza
C1	Convertitori di frequenza installati nel 1° ambiente (casa e ufficio) con una tensione di alimentazione inferiore a 1000 V.
C2	Convertitori di frequenza installati nel 1° ambiente (casa e ufficio) con una tensione di alimentazione inferiore a 1000 V che non sono né di tipo plug-in né spostabili e sono concepiti per essere installati e messi in funzione da un professionista.
C3	Convertitori di frequenza installati nel 2° ambiente (industriale) con una tensione di alimentazione inferiore a 1000 V.
C4	Convertitori di frequenza installati nel 2° ambiente con una tensione di alimentazione uguale o superiore a 1000 V e una corrente nominale uguale o superiore a 400 A oppure concepiti per l'uso in sistemi complessi.

I convertitori di frequenza sono progettati per soddisfare una delle seguenti quattro categorie, definite nella norma di prodotto EMC EN/IEC 61800-3.

4.6.2 Requisiti relativi all'immunità EMC

I requisiti di immunità per i convertitori di frequenza dipendono dall'ambiente in cui sono installati. I requisiti per l'ambiente industriale sono più severi dei requisiti per l'ambiente domestico e di ufficio. Tutti i convertitori di frequenza Danfoss soddisfano i requisiti per l'ambiente industriale. Pertanto, sono anche conformi ai requisiti meno severi per l'ambiente domestico e di ufficio con un ampio margine di sicurezza.

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

- Un convertitore di frequenza (con opzioni, se pertinenti).
- Un cavo di comando schermato.
- Un box di controllo con potenziometro, cavo motore e motore.

I test sono stati condotti in conformità con le seguenti norme fondamentali:

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

I requisiti di immunità devono essere conformi alla norma di prodotto IEC 61800-3. Per i dettagli, vedere [Tabella 32](#).

Tabella 32: Immunità EMC

Norme di prodotto	61800-3				
	ESD	Immunità irradiata	Transitori veloci	Transitori di picco	Immunità condotta
Criterio di accettazione	B	A	B	B	A
Cavo dell'alimentazione di rete	–	–	2 kV CN	1 kV/2 Ω Modalità differenziale 2 kV/12 Ω CM	10 V _{RMS}
Cavo motore	–	–	2 kV CCC	–	10 V _{RMS}

Norme di prodotto	61800-3				
Test	ESD	Immunità ir-radiata	Transitori veloci	Transitori di picco	Immunità condotta
Cavo freno	–	–	2 kV CCC	–	10 V _{RMS}
Cavo condivisione del carico	–	–	2 kV CCC	–	10 V _{RMS}
Cavo relè	–	–	2 kV CCC	–	10 V _{RMS}
Cavo di comando	–	–	Lunghezza >2 m (6,6 piedi) 1 kV CCC	Non schermato: 1 kV/42 Ω CM	10 V _{RMS}
Cavo bus di campo/ standard	–	–	Lunghezza >2 m (6,6 piedi) 1 kV CCC	Non schermato: 1 kV/42 Ω CM	10 V _{RMS}
Cavo pannello di controllo	–	–	Lunghezza >2 m (6,6 piedi) 1 kV CCC	–	10 V _{RMS}
Contenitore	4 kV CD 8 kV AD	10 V/m	–	–	–
Definizioni					
CD: Contact discharge (scarica a contatto) AD: Air Discharge (scarica in aria)		DM: Differential Mode (modalità differenziale) CM: Modalità comune	CN: iniezione diretta mediante la rete di accoppiamento CCC (Accoppiamento capacitivo del morsetto): iniezione mediante morsetto di accoppiamento capacitivo		

4.7 Compatibilità EMC e lunghezza del cavo motore

In base ai diversi tipi di filtro EMC, il convertitore di frequenza include due varianti:

- Convertitore di frequenza con filtro EMC integrato.
- Convertitore di frequenza con filtro EMC non integrato.

Tabella 33: Compatibilità EMC Lunghezza cavo motore

Convertitore di frequenza con filtro EMC integrato	Lunghezza massima del cavo motore (schermato), a 4 kHz	
	C1 (condotto)	C2 (condotto)
1x200–240 V	5 m (16,4 piedi)	–
3x400–480 V	–	15 m (49,2 piedi)

Tabella 34: Lunghezza massima del cavo motore

Lunghezza massima del cavo motore (schermato)	Lunghezza massima del cavo motore (non schermato)
50 m (164 piedi)	75 m (246 piedi)

- Il convertitore di frequenza con filtro EMC integrato soddisfa i limiti di emissione C2.
- Il convertitore di frequenza con filtro EMC non integrato soddisfa i requisiti di emissione C4 condotta/radiata.
- Il convertitore di frequenza è progettato per funzionare con prestazioni ottimali entro le lunghezze massime del cavo motore definite in [Tabella 34](#).

4.8 Condizioni dU/dt

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

- il tipo del cavo motore;
- la sezione trasversale del cavo motore;
- la lunghezza del cavo motore;
- il fatto che il cavo motore sia o non sia schermato;
- induttanza.

L'induttanza intrinseca genera una sovralongazione U_{PEAK} nella tensione motore prima di stabilizzarsi a un livello determinato dalla tensione nel collegamento CC. Il tempo di salita e la tensione di picco U_{PEAK} influenzano la durata del motore.

Valori della tensione di picco troppo elevati influenzano i motori senza isolamento dell'avvolgimento di fase. Quanto maggiore è la lunghezza del cavo motore, tanto superiori sono il tempo di salita e la tensione di picco.

La commutazione degli IGBT provoca una tensione di picco sui morsetti del motore. I iC2-Micro Frequency Converters sono conformi alla norma IEC 60034-25 relativa ai motori progettati per essere controllati da convertitori di frequenza. I iC2-Micro Frequency Converters soddisfano inoltre la norma IEC 60034-17 relativa ai motori normalizzati controllati da convertitori di frequenza.

I dati dU/dt seguenti sono misurati sul lato del morsetto del motore con una coppia IEC del 50%:

Tabella 35: Dati dU/dt per iC2-Micro Frequency Converters

Dimensioni meccaniche	Potenza [kW (cv)]	Lunghezza del cavo [m (piedi)]	Tensione di rete [V]	Tempo di salita [μ sec]	U_{PEAK} [kV]	dU/dt [kV/ μ sec]
MA01c	0,75 (1,0)	5 (16,4)	1x240	0,067	0,438	5,21
MA01c	0,75 (1,0)	50 (164)	1x240	0,286	0,618	1,73
MA02c	1,5 (2,0)	5 (16,4)	1x240	0,132	0,464	2,82
MA02c	1,5 (2,0)	50 (164)	1x240	0,31	0,622	1,62
MA01a	1,5 (2,0)	5 (16,4)	3x400	0,132	0,732	4,46
MA01a	1,5 (2,0)	50 (164)	3x400	0,389	1,056	2,18
MA01a	1,5 (2,0)	5 (16,4)	3x480	0,143	0,848	4,76
MA01a	1,5 (2,0)	50 (164)	3x480	0,417	1,232	2,36
MA02a	2,2 (3,0)	5 (16,4)	1x240	0,078	0,562	5,71
MA02a	2,2 (3,0)	50 (164)	1x240	0,214	0,614	2,29
MA02a	4,0 (5,5)	5 (16,4)	3x400	0,136	0,752	4,47
MA02a	4,0 (5,5)	50 (164)	3x400	0,254	1,048	3,30
MA02a	4,0 (5,5)	5 (16,4)	3x480	0,149	0,896	4,85
MA02a	4,0 (5,5)	50 (164)	3x480	0,305	1,232	3,23

4.9 Declassamento

Prendere in considerazione il declassamento se il convertitore di frequenza viene messo alla prova in determinate condizioni speciali. Il declassamento del convertitore di frequenza include:

- Declassamento manuale.
- Declassamento automatico.

4.9.1 Declassamento manuale

È possibile prendere in considerazione il declassamento manuale in caso di:

- pressione dell'aria – per installazioni ad altitudini superiori a 1.000 m (3.281 piedi);
- velocità del motore - per funzionamento continuo a basso numero di giri/min. nelle applicazioni con coppia costante;
- Temperatura ambiente - superiore a 40 °C (104 °F), per i dettagli vedere le seguenti illustrazioni.

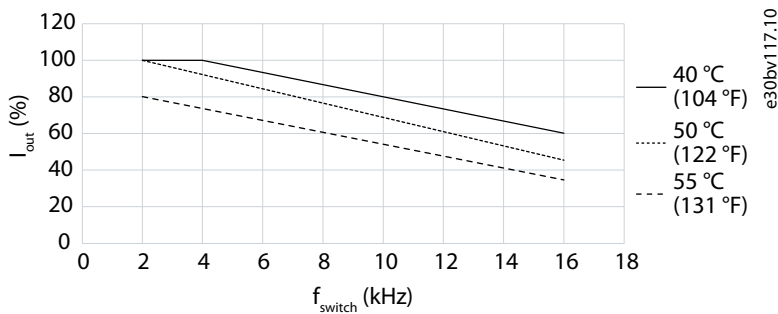


Illustrazione 13: Declassamento della corrente di uscita rispetto alla frequenza di commutazione (MA01c 1x200-240 V CA)

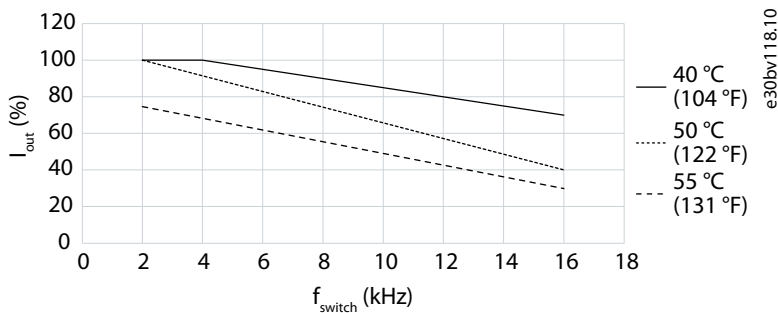


Illustrazione 14: Declassamento della corrente di uscita rispetto alla frequenza di commutazione (MA02c 1x200-240 V CA)

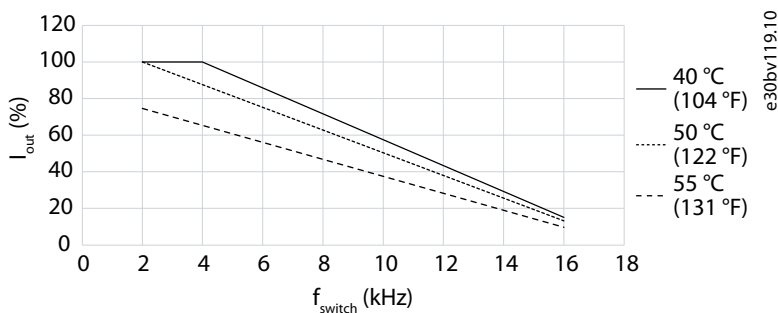


Illustrazione 15: Declassamento della corrente di uscita rispetto alla frequenza di commutazione (MA01a 3x380-480 V CA)

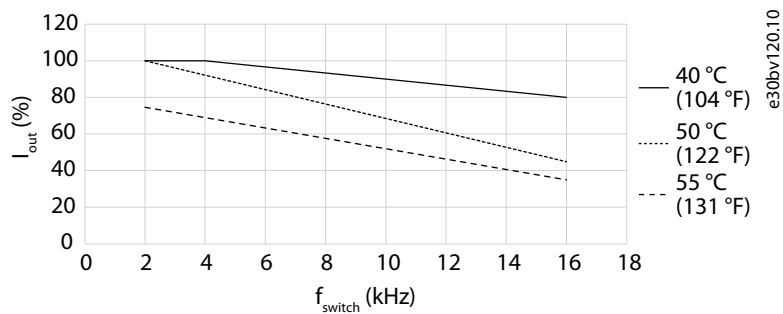


Illustrazione 16: Declassamento della corrente di uscita rispetto alla frequenza di commutazione (MA02a 1x200-240 V CA)

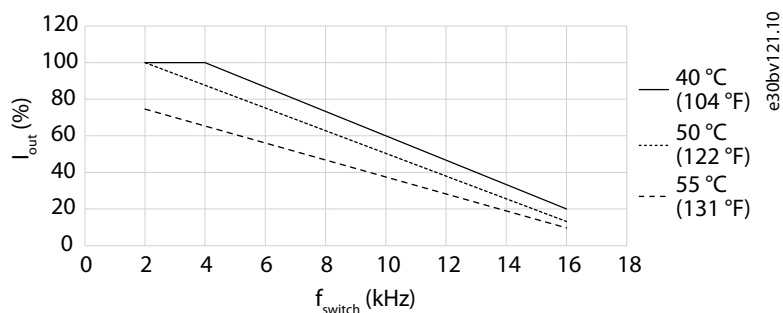


Illustrazione 17: Declassamento della corrente di uscita rispetto alla frequenza di commutazione (MA02a 3x380-480 V CA)

4.9.2 Declassamento automatico

Per garantire le prestazioni negli stadi critici, il convertitore di frequenza controlla costantemente i seguenti livelli critici e regola automaticamente la frequenza di commutazione.

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

5 Dimensioni esterne

5.1 Taglie e dimensioni del contenitore IP20/tipo aperto

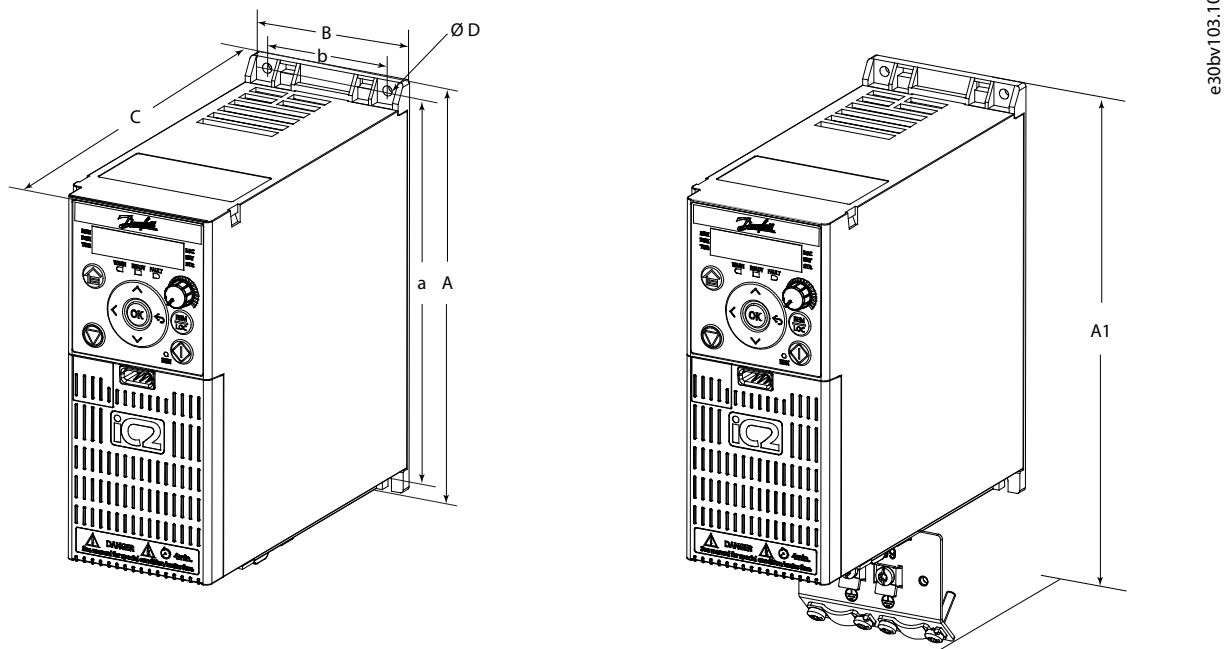


Illustrazione 18: Taglie e dimensioni del contenitore IP20/tipo aperto

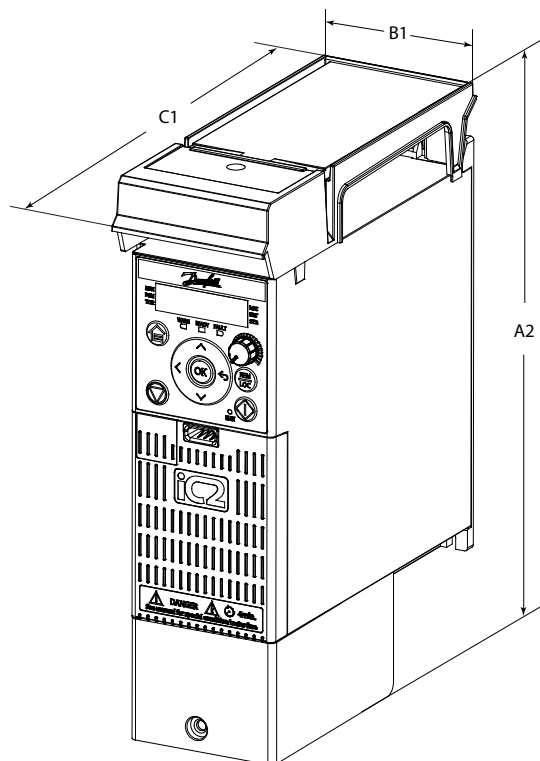
Tabella 36: Taglie e dimensioni del contenitore IP20/tipo aperto

Contenitore	Potenza [kW (cv)]		Altezza [mm (pollici)]			Larghezza [mm (pollici)]		Profondità [mm (pollici)] ⁽¹⁾	Fori di montaggio [mm (pollici)]
	1x200–240 V	3x380–480 V	A	A1 ⁽²⁾	a	B	b		
MA01c	0,37–0,75 (0,5–1,0)	–	150 (5,9)	216 (8,5)	140,4 (5,5)	70 (2,8)	55 (2,2)	143 (5,6)	4,5 (0,18)
MA02c	1,5 (2,0)	–	176 (6,9)	232,2 (9,1)	150,5 (5,9)	75 (3,0)	59 (2,3)	157 (6,2)	4,5 (0,18)
MA01a	–	0,37–1,5 (0,5–2,0)	150 (5,9)	202,5 (8,0)	140,4 (5,5)	70 (2,8)	55 (2,2)	158 (6,2)	4,5 (0,18)
MA02a	2,2 (3,0)	2,2–4,0 (3,0–5,5)	186 (7,3)	240 (9,4)	176,4 (6,9)	75 (3,0)	59 (2,3)	175 (6,9)	4,5 (0,18)

¹ Il potenziometro sul pannello di controllo locale si estende per 6,5 mm (0,26 pollici) dal convertitore di frequenza.

² Inclusa piastra di disaccoppiamento.

5.2 Taglie e dimensioni del contenitore IP21/UL tipo 1



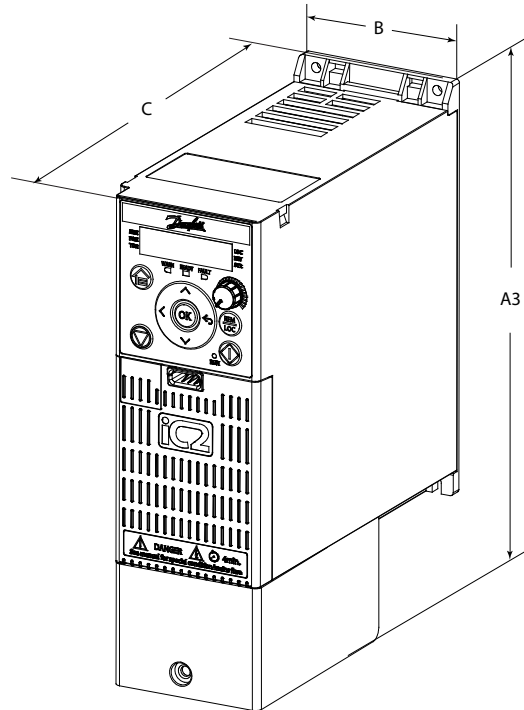
e30bv104.10

Illustrazione 19: Taglie e dimensioni del contenitore IP21/UL tipo 1

Tabella 37: Taglie e dimensioni del contenitore IP21/UL tipo 1

Contenitore	Potenza [kW (cv)]		Altezza [mm (pollici)]	Larghezza coperchio superiore [mm (pollici)]	Profondità [mm (pollici)]
	1x200–240 V	3x380–480 V			
MA01c	0,37–0,75 (0,5–1,0)	–	A2	B1	C1
MA02c	1,5 (2,0)	–	242,2 (9,5)	81,5 (3,2)	153,5 (6,0)
MA01a	–	0,37–1,5 (0,5–2,0)	257 (10,1)	92,4 (3,6)	165 (6,5)
MA02a	2,2 (3,0)	2,2–4,0 (3,0–5,5)	220,2 (8,7)	73,2 (2,9)	166,5 (6,6)
			255 (10,0)	78 (3,0)	184 (7,2)

5.3 Taglie e dimensioni del contenitore NEMA 1



e30bv105.10

Illustrazione 20: Taglie e dimensioni del contenitore NEMA 1

Tabella 38: Taglie e dimensioni del contenitore NEMA 1

Contenitore	Potenza [kW (cv)]		Altezza [mm (pollici)]	Larghezza [mm (pollici)]	Profondità [mm (pollici)] ⁽¹⁾
	1x200–240 V	3x380–480 V			
MA01c	0,37–0,75 (0,5–1,0)	–	206,2 (8,1)	70 (2,8)	143 (5,6)
MA02c	1,5 (2,0)	–	221 (8,7)	75 (3,0)	157 (6,2)
MA01a	–	0,37–1,5 (0,5–2,0)	195 (7,7)	70 (2,8)	158 (6,2)
MA02a	2,2 (3,0)	2,2–4,0 (3,0–5,5)	231 (9,1)	75 (3,0)	175 (6,9)

¹ Il potenziometro sul pannello di controllo locale si estende per 6,5 mm (0,26 pollici) dal convertitore di frequenza.

6 Considerazioni sull'installazione meccanica

6.1 Contenuto della fornitura

La fornitura comprende:

- Il convertitore di frequenza.
- Il coprimorsetti.
- La guida operativa fornisce informazioni sull'installazione, la messa in funzione e la manutenzione del convertitore di frequenza.

6.2 Etichette del prodotto

Il convertitore di frequenza e il suo imballo sono dotati di etichette che contengono le informazioni richieste per motivi legali o normativi, un'identificazione univoca di ciascun componente e altre informazioni pertinenti.

6.2.1 Etichette dei prodotti sui convertitori di frequenza

L'etichetta del prodotto sul convertitore di frequenza contiene informazioni per l'identificazione del prodotto e informazioni legali e normative. Vedere [Tabella 39](#) per la posizione dell'etichetta del convertitore di frequenza.

Tabella 39: Posizione dell'etichetta

Dimensioni meccaniche	Posizione dell'etichetta
MA01c	Sul lato del convertitore di frequenza.
MA02c	
MA01a	Sulla parte superiore del convertitore di frequenza.
MA02a	

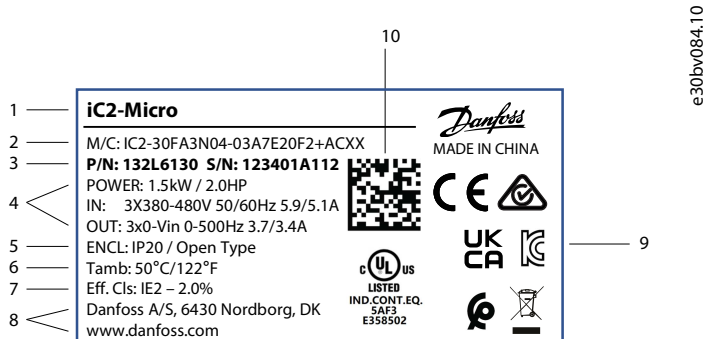


Illustrazione 21: Esempio di etichetta di un prodotto

<p>1 Nome del prodotto</p> <p>2 Codice modello: M/C include 27 caratteri del codice modello.</p> <p>3 P/N e S/N</p> <ul style="list-style-type: none"> • P/N è il codice del prodotto effettivo. • S/N contiene il numero seriale. <p>4 Potenza nominale:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Il 1° rigo elenca il grado di potenza motore standard alle tensioni di riferimento. • Il 2° rigo elenca i valori nominali di ingresso (intervallo di tensione, frequenza e corrente di ingresso a determinate tensioni di ingresso). • Il 3° rigo elenca i valori nominali di uscita (intervallo di tensione, frequenza e correnti di uscita nominali alla tensione di ingresso data). <p>5 Contenitore: indica il grado di protezione del convertitore di frequenza sia come grado di protezione in ingresso che come grado di conformità UL.</p>	<p>6 Temperatura ambiente: indica l'intervallo di temperatura ambiente senza la necessità di declassamento.</p> <p>7 Classe di efficienza: classe di efficienza secondo la direttiva ErP. Il valore fornito per 90% della frequenza/100% del punto di lavoro corrente.</p> <p>8 Nome, indirizzo e sito web dell'azienda.</p> <p>9 Avvisi e informazioni sulla conformità.</p> <p>10 Codice 2D: il codice 2D contiene informazioni sul convertitore di frequenza e può essere letto con gli strumenti MyDrive®. Il codice contiene:</p> <ul style="list-style-type: none"> • P/N: codice. • S/N: numero seriale.
--	---

6.2.2 Etichette di imballo

L'etichetta di imballo è posta sulla confezione del convertitore di frequenza e contiene informazioni sul convertitore stesso.

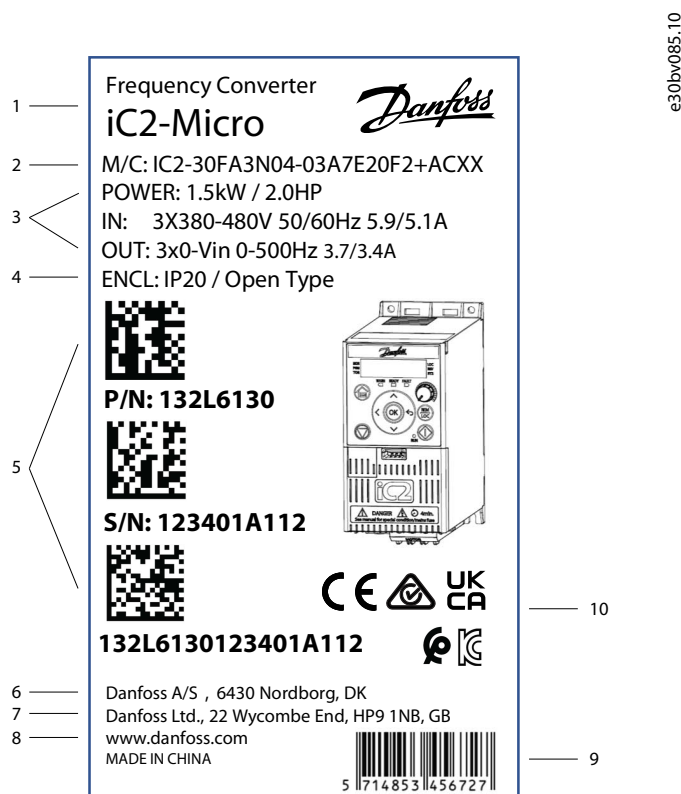


Illustrazione 22: Esempio di etichetta di imballo

1	Nome del prodotto	6	Nome e indirizzo dell'azienda.
2	Codice modello: M/C include 27 caratteri del codice modello.	7	Indirizzo UKAC.
3	Potenza nominale: <ul style="list-style-type: none"> • Il 1° rigo elenca il grado di potenza motore standard alle tensioni di riferimento. • Il 2° rigo elenca i valori nominali di ingresso (intervallo di tensione, frequenza e corrente di ingresso a determinate tensioni di ingresso). • Il 3° rigo elenca i valori nominali di uscita (intervallo di tensione, frequenza e correnti di uscita nominali alla tensione di ingresso data). 	8	Sito Web dell'azienda.
4	Contenitore: indica il grado di protezione del convertitore di frequenza sia come grado di protezione in ingresso che come grado di conformità UL.	9	Codice a barre per il numero articolo europeo (EAN).
5	Codice 2D con informazioni sull'ordine.	10	Marchatura di omologazione richiesta sull'imballaggio (ulteriori marchature di omologazione sul convertitore di frequenza).


6.3 Smaltimento consigliato

Quando il convertitore di frequenza raggiunge la fine della sua vita utile, i componenti principali possono essere riciclati.

Prima di poter rimuovere i materiali, è necessario smontare il convertitore di frequenza. Le parti e i materiali del prodotto possono essere smontati e separati. In generale, tutti i metalli, come l'acciaio, l'alluminio, il rame e le sue leghe, e i metalli preziosi possono essere riciclati come materiale. Plastica, gomma e cartone possono essere utilizzati per il recupero di energia. Le schede di circuito e i grandi condensatori elettrolitici con un diametro inferiore a 25 mm (1 pollice) necessitano di un ulteriore trattamento in conformità con le linee guida IEC 62635. Per facilitare il riciclaggio, le parti in plastica sono contrassegnate con un codice di identificazione appropriato.

Contattare l'ufficio Danfoss locale per ulteriori informazioni sugli aspetti ambientali e le istruzioni di riciclaggio per i riciclatori professionali. Il trattamento di fine vita deve seguire le norme locali e internazionali.

Tutti i convertitori di frequenza sono progettati e prodotti in conformità con le Danfoss linee guida aziendali sulle sostanze proibite e soggette a restrizioni. Un elenco di queste sostanze è disponibile all'indirizzo www.danfoss.com.

	<p>Questo simbolo sul prodotto indica che il prodotto non deve essere smaltito tra i rifiuti domestici. Non smaltire le apparecchiature che contengono componenti elettrici insieme ai rifiuti domestici.</p> <p>Deve essere consegnato al sistema di ritiro applicabile per il riciclaggio di apparecchiature elettriche ed elettroniche.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Lo smaltimento del prodotto deve avvenire tramite gli appositi canali. • Rispettare tutte le leggi e i regolamenti locali e correntemente in vigore.
---	--

6.4 Stoccaggio fino all'installazione

6.4.1 Rigenerazione dei condensatori

Per i convertitori di frequenza stoccati e privi di tensione, può essere necessaria la manutenzione dei condensatori del convertitore di frequenza.

La rigenerazione è necessaria se il convertitore di frequenza è stato stoccato senza tensione per più di 3 anni. È possibile solo con convertitori di frequenza con morsetti CC. Vedere [Tabella 40](#) per la manutenzione e la rigenerazione del condensatore del collegamento CC.

Quando si rigenerano i condensatori:

- La tensione di rigenerazione deve essere 1,35-1,45 volte la tensione di rete nominale. Se la tensione del collegamento CC rimane a un livello basso e non raggiunge circa $1,41 \times U_{\text{mains}}$, contattare l'assistenza locale.
- L'assorbimento di corrente non deve superare i 500 mA.

Quando il convertitore di frequenza è in funzione, i condensatori del collegamento CC che non sono stati rigenerati possono essere danneggiati.

Tabella 40: Durata di conservazione del convertitore di frequenza e raccomandazioni per la rigenerazione

Durata di conservazione	Linee guida per la rigenerazione
Meno di 2 anni	Non è necessaria alcuna rigenerazione. Scollegare la tensione di rete.
2-3 anni	Collegare alla tensione di rete e attendere almeno 30 minuti prima di caricare il convertitore di frequenza.
Più di 3 anni	Utilizzando un'alimentazione CC collegata direttamente ai morsetti del collegamento CC del convertitore di frequenza, aumentare la tensione 0-100% della tensione del bus CC in incrementi di 25%, 50%, 75% e 100% della tensione nominale senza carico per 30 minuti a ogni incremento. Vedere Illustrazione 23 .

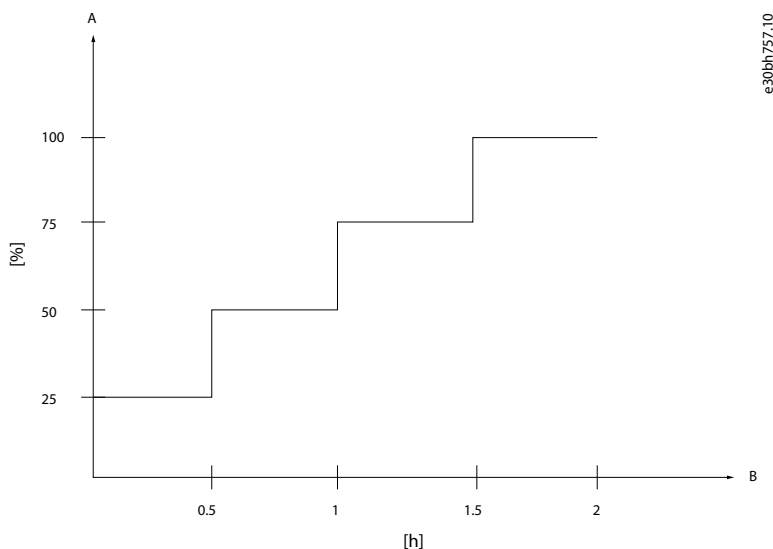


Illustrazione 23: Procedura di rigenerazione per condensatori CC

A	Tensione di rigenerazione (percentuale della tensione nominale)
B	Ore

Tabella 41: Valore rampa di accelerazione tensione bus CC

Tensione di ingresso CA	Tensione sul collegamento CC
3x380-480 V CA	650 V CC
1x200-240 V CA	320 V CC

6.4.2 Trasporto e stoccaggio sicuro

Seguire tutte le informazioni relative al trasporto, allo stoccaggio e alla corretta manipolazione fornite nella documentazione specifica del prodotto. Queste includono:

- Se il convertitore di frequenza viene conservato prima dell'installazione, assicurarsi che le condizioni ambientali siano conformi alle specifiche indicate in [4.2.7.1 Condizioni ambientali durante lo stoccaggio](#).
- Se l'imballo viene conservato per più di 4 mesi, conservarlo in condizioni controllate:
 - Assicurarsi che la variazione di temperatura sia minima.
 - Assicurarsi che l'umidità sia inferiore al 50%.
- Conservare il convertitore di frequenza nel suo imballo fino all'installazione. Dopo il disimballaggio, proteggere il convertitore di frequenza da polvere, detriti e umidità.

6.5 Prerequisiti per l'installazione

Per garantire le condizioni e il funzionamento ottimali del convertitore di frequenza nella sua applicazione, si raccomanda di verificare i seguenti punti prima di scegliere un convertitore di frequenza:

- Controllare l'ambiente di funzionamento in base alle condizioni ambientali. Vedere [4.2.7.3 Condizioni ambientali durante il funzionamento](#).
- Considerare il posizionamento del convertitore di frequenza e la movimentazione durante l'installazione. Vedere [5.1 Taglie e dimensioni del contenitore IP20/tipo aperto](#) per i pesi e le dimensioni meccaniche dei convertitori di frequenza.
- Valutare la necessità di accedere al convertitore di frequenza durante il funzionamento. Vedere [6.7 Installazione meccanica](#).
- Valutare le esigenze di accesso per la manutenzione. Vedere [6.7.8 Spazio consigliato per l'accesso per la manutenzione](#).

6.5.1 Ambiente di esercizio

Assicurarsi che il convertitore di frequenza sia installato nelle condizioni di installazione specificate per garantire il corretto funzionamento e la durata prevista del prodotto.

Tabella 42: Specifiche dell'ambiente operativo

Ambiente	Specifiche
Temperatura	<p>Il convertitore di frequenza deve essere installato in un luogo in cui l'intervallo di temperatura di funzionamento sia conforme alle specifiche del convertitore di frequenza. Considerare sia la temperatura di funzionamento che la temperatura di stoccaggio (convertitore di frequenza non alimentato). In caso di superamento della temperatura nominale, è necessario applicare il declassamento.</p> <p>Per ulteriori informazioni sul declassamento, vedere 4.2.7 Condizioni ambientali 4.9 Declassamento > X055058 .</p>
Altitudine	<p>Assicurarsi che il convertitore di frequenza sia installato all'altitudine consentita per un corretto raffreddamento e per rispettare la distanza di isolamento. Ad altitudini superiori ai 1.000 m (3.300 piedi), si applica il declassamento delle prestazioni del convertitore di frequenza. Il declassamento deve essere effettuato alla massima corrente di uscita o alla massima temperatura di esercizio. Assicurarsi che il convertitore di frequenza sia nominale per l'applicazione corrente. L'altitudine massima dipende dalle configurazioni della rete di alimentazione e dalla tensione di rete.</p> <p>Le limitazioni sono indicate in 4.2 Dati tecnici generali. Per maggiori informazioni, vedere 4.2.7 Condizioni ambientali e 4.9 Declassamento.</p>
Vibrazioni e scosse	<p>Assicurarsi che il convertitore di frequenza sia installato in un luogo in cui non sia esposto a vibrazioni e scosse superiori alle specifiche. In caso di esposizione a livelli più elevati di vibrazioni e scosse, si raccomanda l'uso di smorzatori per l'installazione. I requisiti speciali sono soddisfatti quando il convertitore di frequenza viene ordinato con omologazione per uso navale.</p> <p>Per maggiori informazioni vedere 4.2.7 Condizioni ambientali.</p>
Umidità	<p>Il convertitore di frequenza deve essere installato in un luogo in cui il livello di umidità sia conforme alle specifiche del convertitore stesso. Se l'area di installazione non soddisfa le condizioni richieste, è possibile adottare misure alternative selezionando altri armadi di protezione per l'installazione, elementi riscaldanti integrati o un deumidificatore.</p> <p>Per maggiori informazioni vedere 4.2.7 Condizioni ambientali.</p>
Polvere, fibre e particolato trasportato dall'aria	<p>I contenitori IP20/tipo aperto e IP21/UL tipo 1 (kit di conversione IP21/tipo 1 opzionale) non sono protetti da polvere, fibre e altre particelle trasportate dall'aria e devono essere installati in luoghi in cui questi elementi non sono presenti o in un apposito contenitore.</p> <p>Assicurarsi che le particelle trasportate dall'aria non ostruiscano il dissipatore e la ventola, poiché l'ostruzione limita il raffreddamento del convertitore di frequenza, che rileva le ostruzioni e riduce le prestazioni o arresta il funzionamento. Non installare il convertitore di frequenza in un luogo esposto a particelle conduttive.</p> <p>Per maggiori informazioni vedere 4.2.7 Condizioni ambientali.</p> <p>Per ulteriori informazioni sulla manutenzione del dissipatore e della ventola, vedere 6.6.4 Manutenzione e riparazione del dissipatore e della ventola.</p>
Gas	<p>Durante il montaggio del convertitore di frequenza, prestare attenzione all'esposizione ai gas. Il convertitore di frequenza non è progettato per essere installato in un luogo in cui è esposto a gas esplosivi. In caso di esposizione a gas corrosivi, adottare le opportune precauzioni. Queste precauzioni includono la scelta di un convertitore di frequenza con un grado di protezione più elevato, l'aggiunta di un rivestimento protettivo come opzione al convertitore di frequenza o l'installazione del convertitore di frequenza in un armadio protettivo.</p> <p>Per maggiori informazioni vedere 4.2.7 Condizioni ambientali.</p>

6.6 Considerazioni sulla manutenzione

Per tutta la durata del convertitore di frequenza possono essere necessari regolari interventi di manutenzione o assistenza e deve essere garantito l'accesso alle parti del convertitore pertinenti.

⚠ ATTENZIONE ⚠

SUPERFICI ROVENTI

Alcuni convertitori di frequenza contengono componenti metallici che restano roventi anche quando il convertitore è stato spento. L'inosservanza dei simboli di avvertenza di alta temperatura (triangolo giallo) sul convertitore può causare ustioni gravi.

- Attenzione, i componenti interni possono restare roventi anche quando il convertitore è stato spento.
- Non toccare le aree esterne contrassegnate dal simbolo di temperatura elevata (triangolo giallo). Queste aree sono calde durante il funzionamento del convertitore di frequenza e subito dopo il suo spegnimento.

6.6.1 Manutenzione regolare

I casi tipici di manutenzione includono:

- Controllo del segnale I/O sul convertitore di frequenza.
- Controllo regolare dei collegamenti di alimentazione e della messa a terra.
- Lettura di dati o parametrizzazione collegando un PC al convertitore di frequenza.

6.6.2 Programma di manutenzione

Il programma di manutenzione del convertitore di frequenza dipende dall'uso e dall'ambiente di funzionamento del convertitore stesso.

Tabella 43: Programma di manutenzione

Intervallo di manutenzione	Attività di manutenzione
6-24 mesi (a seconda dell'ambiente)	<ul style="list-style-type: none"> • Controllare le coppie di serraggio dei morsetti di alimentazione. • Assicurarsi che la ventola di raffreddamento funzioni correttamente. • Verificare la presenza di corrosione sui morsetti e su altre superfici. • Pulire il dissipatore e il canale di raffreddamento.

Un piano di manutenzione per ciascun convertitore di frequenza garantisce prestazioni e durata ottimali. Danfoss offre diversi prodotti di assistenza, ad esempio al servizio di manutenzione preventiva DrivePro®, per aiutare a determinare la configurazione corretta. Per ulteriori informazioni sul servizio DrivePro® visitare il sito www.danfoss.com. Per maggiori informazioni, contattare Danfoss.

6.6.3 Accesso per la manutenzione

Per garantire una durata pianificata e prolungata del convertitore di frequenza, Danfoss raccomanda ispezioni e interventi di manutenzione regolari per il convertitore di frequenza, il motore, il sistema e l'armadio/contenitore. Per evitare guasti, pericoli e danni, esaminare ad esempio la tenuta dei collegamenti dei morsetti e l'accumulo di polvere nel convertitore di frequenza a intervalli regolari a seconda delle condizioni di funzionamento.

Se il convertitore di frequenza Danfoss viene utilizzato in aree prossime al limite o oltre i limiti di progetto, è necessaria la manutenzione del convertitore stesso.

Sostituire le parti usurate o danneggiate con ricambi originali. Per manutenzione e supporto contattare il fornitore Danfoss locale. I servizi DrivePro® prolungano la durata e aumentano le prestazioni dei iC2-Micro Frequency Converters con una messa in funzione e servizi di manutenzione programmata tempestivi. I servizi DrivePro® sono personalizzati in base alle applicazioni e alle condizioni di funzionamento.

Quando si pianifica l'installazione, è necessario garantire un accesso adeguato per esigenze di assistenza e manutenzione. In generale, si raccomanda di garantire:

- Accesso al cablaggio di alimentazione e ai connettori.
- Accesso ai cavi di controllo.
- Accesso per pulire l'impianto di raffreddamento (canale di raffreddamento e filtri della ventola).
- Accesso alla porta per collegare il convertitore di frequenza a un PC.

6.6.4 Manutenzione e riparazione del dissipatore e della ventola

Le alette del dissipatore raccolgono l'aria di raffreddamento. Se il dissipatore non è pulito, il convertitore di frequenza attiva avvisi e guasti di sovratemperatura. Se necessario, pulire il dissipatore.

La durata della ventola di raffreddamento nel convertitore di frequenza dipende dal tempo di funzionamento della ventola, dalla temperatura ambiente e dalla concentrazione di polvere. La selezione della modalità di comando ventola nel parametro *P6.5.1 Fan Control Mode* (Modalità comando ventola) e il controllo della ventola stessa prolungano automaticamente la durata della ventola. Il guasto della ventola può essere previsto dall'aumento del rumore del cuscinetto della ventola. Se il convertitore di frequenza funziona in una parte critica di un processo, si consiglia di sostituire la ventola quando si verificano questi sintomi.

È possibile rimuovere le ventole dal convertitore di frequenza per pulirle. La sostituzione delle ventole è disponibile anche presso Danfoss.

- Per i numeri d'ordine delle ventole di raffreddamento sostituibili, fare riferimento a [8.2 Ordine di accessori e ricambi](#).
- Per i passaggi dettagliati relativi alla sostituzione delle ventole, fare riferimento alle Guide all'installazione della sostituzione delle ventole per iC2-Micro Frequency Converters.

6.7 Installazione meccanica

Il convertitore di frequenza è installato prevalentemente a muro o in un armadio chiuso. Per maggiori dettagli vedere la [6.7.2 Posizioni di montaggio](#).

6.7.1 Considerazioni sul montaggio

Durante la scelta e la pianificazione del luogo di installazione, osservare le seguenti considerazioni:

- La superficie di montaggio supporta il peso del convertitore di frequenza.
- La superficie di montaggio non deve essere infiammabile.
- Il convertitore di frequenza è installato verticalmente, ma in casi speciali può anche essere montato in direzioni alternative. L'installazione del convertitore di frequenza in direzioni alternative influisce sulle prestazioni del convertitore stesso. Per maggiori informazioni vedere il [6.7.3 Direzioni di montaggio](#).
- La corretta distanza tra l'aspirazione e l'uscita assicura un flusso d'aria libero sul dissipatore per consentire un corretto raffreddamento.
- I convertitori di frequenza possono essere installati fianco a fianco per risparmiare spazio all'interno degli armadi o a muro nelle sale di controllo.
- Deve esserci spazio sufficiente davanti al convertitore di frequenza per azionare il pannello di controllo.
- Assicurare uno spazio adeguato per l'installazione e il posizionamento dei cavi utilizzati per collegare il convertitore di frequenza.

! A V V I S O !

PERICOLO DI SCOSSE

Toccare un motore, una rete, una spina di collegamento CC o un morsetto scoperti può causare la morte o lesioni gravi.

- Per ottenere un grado di protezione IP20, è necessario che tutti i tappi e i coprimorsetti di protezione per i collegamenti del motore, della rete e CC siano installati all'interno del contenitore IP20. Se i tappi e i coprimorsetti non sono installati, il grado di protezione è IP00.

- Lasciare spazio sufficiente davanti al convertitore di frequenza in modo da poter rimuovere i coperchi o aprire gli sportelli per interventi di manutenzione.

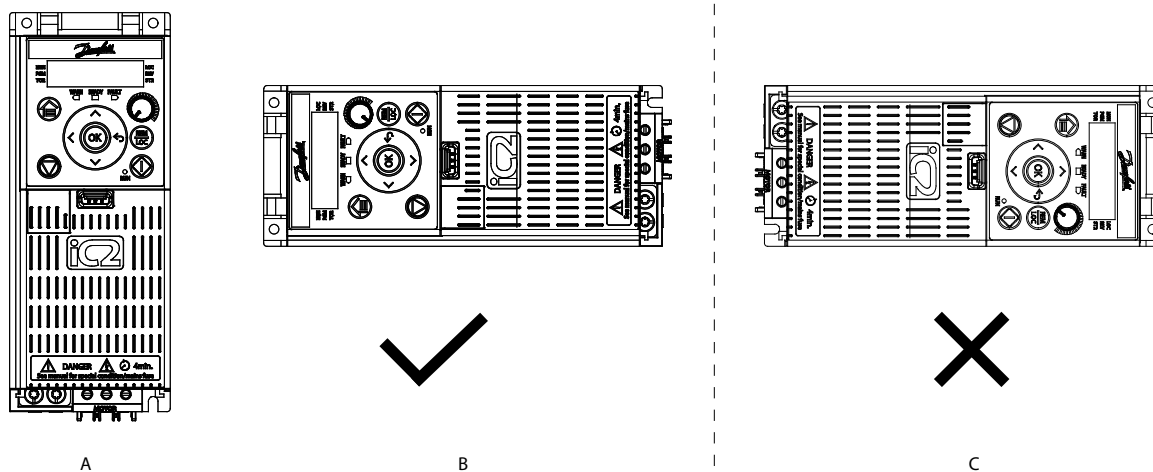
6.7.2 Posizioni di montaggio

I convertitori di frequenza sono progettati per l'installazione in ambienti protetti dalle intemperie. Per maggiori informazioni vedere [4.2.7 Condizioni ambientali](#).

Quando si monta il convertitore di frequenza a muro o in un armadio, la superficie di montaggio deve essere solida, piatta e non infiammabile.

6.7.3 Direzioni di montaggio

Il convertitore di frequenza può essere installato in verticale o in orizzontale, a seconda delle dimensioni del contenitore. Vedere [Tabella 44](#) per maggiori informazioni sugli effetti della direzione di montaggio sulle prestazioni del convertitore di frequenza.



e30bv092.10

Illustrazione 24: Direzioni di montaggio per convertitori di frequenza

Tabella 44: Direzioni di montaggio consentite per convertitori di frequenza con grado di protezione IP20/tipo aperto ed effetti della direzione di montaggio sulle prestazioni

Direzione di installazione	Dimensioni del contenitore consentite	Effetti sulle prestazioni
A: Installazione verticale	MA01c/MA02c/ MA01a/MA02a	Nessuno
B: Installazione orizzontale (lato sinistro verso il basso)	MA02c/MA01a/MA02a	<ul style="list-style-type: none"> Resistenza limitata alle vibrazioni e agli urti. Montaggio fianco a fianco non possibile.
C: Installazione orizzontale (lato destro verso il basso)	-	Non consentito per contenitori di tutte le dimensioni.

NOTA

I convertitori di frequenza con grado di protezione IP21/UL tipo 1 sono protetti contro il gocciolamento di acqua se installati verticalmente.

6.7.4 Viti e bulloni raccomandati

Controllare le dimensioni consigliate di viti e bulloni per il montaggio del convertitore di frequenza nella tabella [Tabella 45](#).

Tabella 45: Viti e bulloni raccomandati

Grado di protezione	Dimensioni meccaniche	Peso massimo [kg (libbre)] ⁽¹⁾	Vite/bullone raccomandati	Coppia massima [Nm (pollici-libbre)]
IP20/Tipo aperto	MA01c	1 (2,4)	M4	1,5 (13,3)
	MA02c	1,3 (2,9)	M4	1,5 (13,3)
	MA01a	1,1 (2,4)	M4	1,5 (13,3)
	MA02a	1,6 (3,5)	M4	1,5 (13,3)

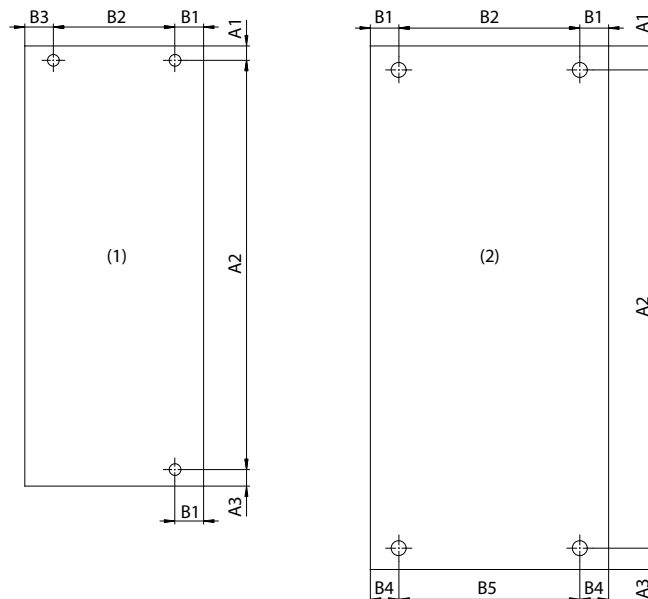
¹ Piastra di disaccoppiamento non inclusa.

6.7.5 Schemi di foratura

Quando si preparano i fori di montaggio per l'installazione, utilizzare gli schemi di foratura. Lo schema di foratura è uguale a quello per la piastra di montaggio del convertitore di frequenza.

Lo spazio necessario per il raffreddamento, le piastre EMC e altre prolunghe non è incluso negli schemi di foratura.

Per lo spazio totale necessario, vedere i disegni nel capitolo *Dimensioni esterne e dei morsetti*.



e30bv096.10

Illustrazione 25: Schemi di foratura

Tabella 46: Dimensioni dello schema di foratura per convertitori di frequenza montati a parete

Dimensioni meccaniche	Schema di foratura	A1 [mm (pollici)]	A2 [mm (pollici)]	A3 [mm (pollici)]	B1 [mm (pollici)]	B2 [mm (pollici)]	B3 [mm (pollici)]	B4 [mm (pollici)]	B5 [mm (pollici)]
MA01c	1	5,5 (0,22)	140,4 (5,53)	4,1 (0,16)	7,5 (0,30)	55 (2,17)	7,5 (0,30)	-	-
MA02c	1	5,5 (0,22)	150,5 (5,93)	4 (0,16)	6,75 (0,27)	59 (2,32)	9,25 (0,36)	-	-
MA01a	1	4,8 (0,19)	140,4 (5,53)	4,8 (0,19)	7,5 (0,30)	55 (2,17)	7,5 (0,30)	-	-
MA02a	1	4,8 (0,19)	176,4 (6,94)	4,8 (0,19)	8 (0,31)	59 (2,32)	8 (0,31)	-	-
MA03a	1	-	-	-	-	-	-	-	-
MA04a	2	-	-	-	-	-	-	-	-
MA05a	2	-	-	-	-	-	-	-	-

6.7.6 Posizionamento del convertitore di frequenza nell'installazione

Prima di montare il convertitore di frequenza, preparare la posizione di montaggio con dispositivi di fissaggio appropriati in modo che il convertitore di frequenza possa essere posizionato in modo sicuro. Assicurarsi che vi sia spazio sufficiente per movimentare il convertitore di frequenza in sicurezza durante l'installazione.

Le viti o i bulloni inferiori possono essere montati prima dell'installazione. Posizionare il convertitore di frequenza sui bulloni inferiori e montare le viti o i bulloni superiori. La coppia di rottura dei fori delle viti sulla superficie di montaggio non deve essere inferiore a 1,5 Nm (13.3 pollici-libbre).

6.7.7 Raffreddamento

Per un corretto raffreddamento dei convertitori di frequenza, assicurarsi che vi sia spazio sufficiente sopra e sotto il convertitore stesso. Vedere [Tabella 47](#) per i dettagli sulle distanze di raffreddamento richieste.

Per tutti gli impianti, la temperatura del luogo di installazione deve essere mantenuta entro l'intervallo di temperatura di esercizio specificato tramite ventilazione o raffreddamento. La qualità dell'aria di raffreddamento deve rispettare le condizioni ambientali definite nelle specifiche tecniche (polvere, particolato trasportato dall'aria, sostanze chimiche).

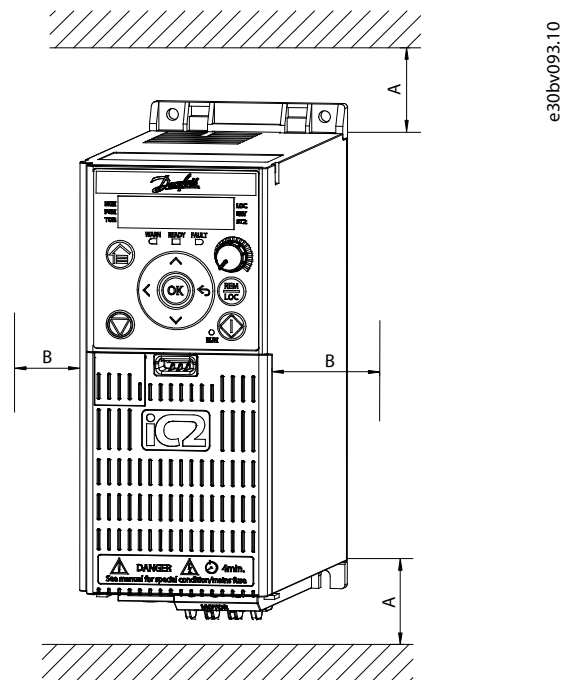


Illustrazione 26: Spazio minimo per il raffreddamento

Tabella 47: Distanze minime di raffreddamento per convertitori di frequenza IP20/tipo aperto

Dimensioni meccaniche	A [mm (pollici)]	B [mm (pollici)]	Tipo di raffreddamento
MA01c	100 (3,9)	<ul style="list-style-type: none"> 0 (0) a 40 °C (104 °F). 10 (0,39) e superiore a 50 °C (122 °F). 	Raffreddamento ad aria naturale
MA02c	100 (3,9)	0(0)	Raffreddamento ad aria forzata
MA01a	100 (3,9)	0(0)	Raffreddamento ad aria forzata
MA02a	100 (3,9)	0(0)	Raffreddamento ad aria forzata
MA03a	–	–	Raffreddamento ad aria forzata
MA04a	–	–	Raffreddamento ad aria forzata
MA05a	–	–	Raffreddamento ad aria forzata

6.7.8 Spazio consigliato per l'accesso per la manutenzione

Per garantire l'accesso al convertitore di frequenza per l'assistenza e la manutenzione, si consiglia di riservare spazio sufficiente intorno al convertitore stesso.

Le raccomandazioni generali includono:

- Spazio sufficiente nella parte anteriore del convertitore di frequenza per rimuovere i coperchi e accedere alla scheda di controllo.
- Spazio sufficiente sotto il convertitore di frequenza per accedere all'ingresso del canale di raffreddamento per la pulizia o la sostituzione delle ventole.

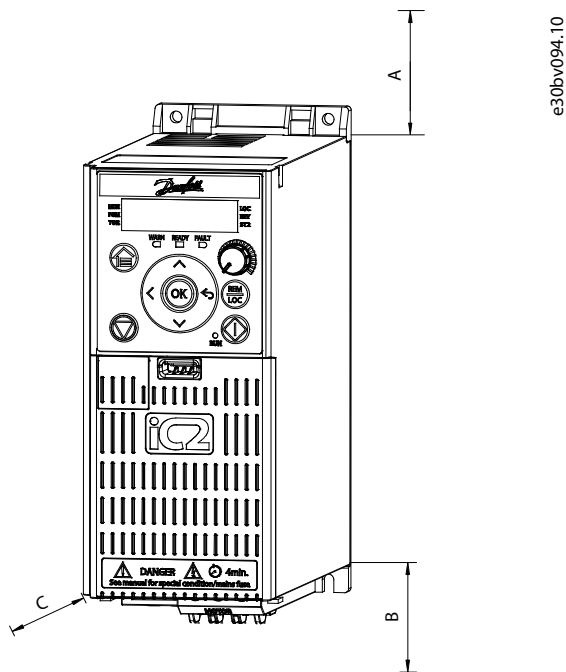


Illustrazione 27: Spazio libero consigliato per l'accesso per la manutenzione

Tabella 48: Distanze consigliate per l'accesso per la manutenzione

Dimensioni meccaniche	Spazio consigliato per l'accesso		
	In alto (A) [mm (pollici)]	In basso (B) [mm (pollici)]	Anteriore (C) [mm (pollici)]
MA01c	100 (3,9) ⁽¹⁾	200 (7,9) ⁽¹⁾	100 (3,9)
MA02c	100 (3,9) ⁽¹⁾	200 (7,9) ⁽¹⁾	100 (3,9)
MA01a	100 (3,9) ⁽¹⁾	200 (7,9) ⁽¹⁾	100 (3,9)
MA02a	100 (3,9) ⁽¹⁾	200 (7,9) ⁽¹⁾	100 (3,9)

¹ Spazio sufficiente per il condotto di raffreddamento, superiore al fabbisogno di raffreddamento. In alternativa, scollegare il convertitore di frequenza e rimuoverlo dall'installazione per la manutenzione.

7 Considerazioni sull'installazione elettrica

7.1 Precauzioni per l'installazione elettrica

⚠ A V V I S O ⚠

TENSIONE INDOTTA

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

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

⚠ A T T E N Z I O N E ⚠

ISOLAMENTO TERMISTORE

Rischio di lesioni personali o di danni alle apparecchiature.

- Per soddisfare i requisiti di isolamento PELV, utilizzare solo termistori con isolamento rinforzato o doppio.

N O T A

CALORE ECCESSIVO E DANNI MATERIALI

La sovracorrente può generare calore eccessivo all'interno del convertitore di frequenza. La mancata applicazione di protezione da sovracorrente può provocare rischio di incendi e danni alle cose.

- Dispositivi di protezione aggiuntivi come una protezione da cortocircuito o la protezione termica del motore tra il convertitore di frequenza e il motore sono richiesti per applicazioni con motori multipli.
- Sono necessari fusibili di ingresso per fornire una protezione da cortocircuito e da sovracorrente. Se non sono stati installati in fabbrica, i fusibili devono comunque essere forniti dall'installatore. Fare riferimento alla documentazione specifica del prodotto per le specifiche dei fusibili.

N O T A

DANNI MATERIALI

La protezione da sovraccarico motore non è inclusa nelle impostazioni di fabbrica. La funzione ETR fornisce una protezione da sovraccarico motore classe 20. La mancata impostazione della funzione ETR significa non proteggere i motori da sovraccarico, con possibili danni alle cose in caso di surriscaldamento del motore.

- Abilitare la funzione ETR. Per ulteriori informazioni consultare la guida applicativa.

7.2 Schema di cablaggio

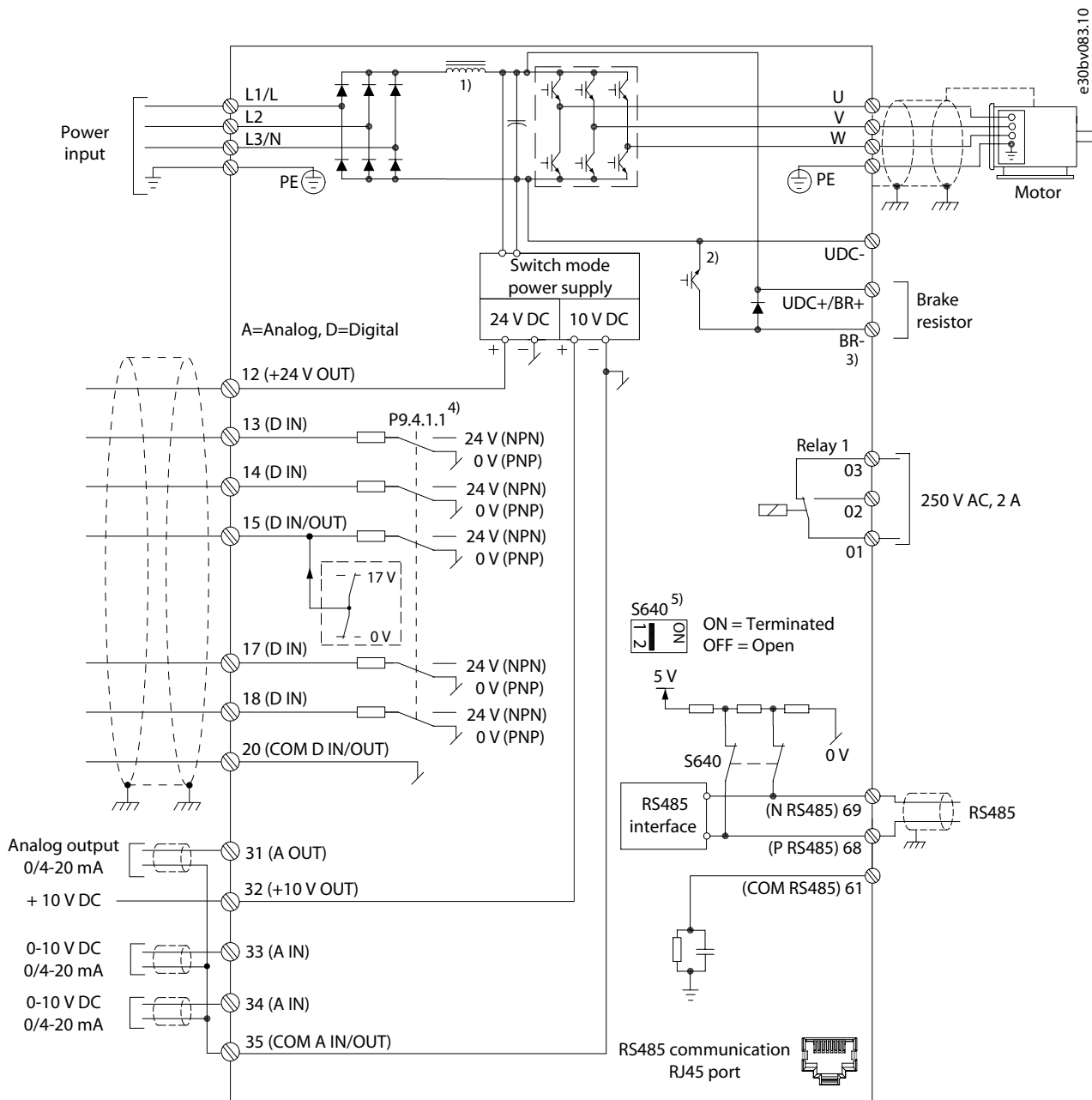


Illustrazione 28: Schema di cablaggio

1	Induttanza CC singola in MA05a.	4	Selezionare la modalità PNP o NPN tramite il parametro P9.4.1.1 Digital I/O mode (Modalità I/O digitale) (PNP=Source, NPN=Sink).
2	Il chopper di frenatura integrato è applicabile solo ai convertitori di frequenza nella gamma di potenza 3 x 380-480 V 2,2 kW (3,0 cv) e superiore.	5	Usare l'interruttore S640 (morsetto del bus) per abilitare la terminazione sulla porta RS485 (morsetti 68 e 69).
3	Nessun morsetto BR per convertitori di frequenza 1x200-240 V e 3x380-480 V 0,37-1,5 kW (0,5-2,0 cv).		

7.3 Tipo di rete e protezione

7.3.1 Tipo rete

Il convertitore di frequenza può funzionare in diversi tipi di rete con tensione di alimentazione di rete nominale:

- TN-S
- TN-C
- TN-C-S
- TT
- IT (supportato solo dalla versione C4)
- Reti con messa a terra Delta (supportate solo dalla versione C4)

Per maggiori informazioni sui parametri relativi ai tipi di rete, fare riferimento alla guida applicativa.

7.3.2 Correnti sulla messa a terra di protezione e sulle correnti di equalizzazione/perdita di potenziale

Una configurazione della messa a terra di protezione (PE) correttamente dimensionata è essenziale per la sicurezza del sistema convertitore che protegge dalle scosse elettriche. I collegamenti PE dell'installazione del convertitore di frequenza garantiscono la sicurezza del sistema convertitore evitando che singole correnti di guasto generino tensioni pericolose su parti conduttive accessibili, come le parti conduttive del contenitore.

Il convertitore di frequenza deve essere installato in conformità con i requisiti per il collegamento PE e il collegamento di protezione supplementare specificati nella norma EN 60364-5-54:2011 cl. 543 e 544.

Per lo scollegamento automatico in caso di guasto sul lato motore, assicurarsi che l'impedenza del collegamento PE tra il convertitore di frequenza e il motore sia sufficientemente bassa per garantire la conformità alla norma IEC/EN 60364-4-41:2017 cl. 411 o 415.

L'impedenza deve essere verificata mediante test iniziali e periodici secondo la norma IEC/EN 60364-4-41:2017.

Potrebbero essere applicabili requisiti locali.

La progettazione del sistema in conformità con la norma IEC/EN 61800-5-1:2017 garantisce l'idoneità per il collegamento di PE e il collegamento di parti conduttive accessibili in conformità con la norma EN 60364-5-54:2011.

Quando il convertitore di frequenza viene utilizzato come componente all'interno di applicazioni specifiche, possono essere applicati requisiti speciali per il corretto collegamento al PE, ad esempio quelli specificati nelle norme EN 60204-1:2018 e IEC/EN 61439-1:2021.

Nelle reti a bassa tensione possono formarsi correnti sul conduttore di protezione (PE) e sui conduttori di compensazione del potenziale, nonché su strutture collegate al potenziale di terra come effetto indesiderato. Poiché le cause di queste correnti sono diverse, è utile conoscerle per evitarle.

Una configurazione del convertitore di frequenza consiste in un'alimentazione di rete, l'inverter del convertitore di frequenza, il relativo cablaggio e un motore con il lato di carico. A causa del comportamento dei componenti attivi e passivi e della configurazione elettrica dell'impianto, possono verificarsi diversi fenomeni che causano correnti sul conduttore PE.

- L'accoppiamento induttivo dovuto all'asimmetria nei cavi di rete e/o nelle barre può causare corrente PE alla frequenza di rete e alle armoniche
- L'accoppiamento induttivo dovuto all'asimmetria nei cavi motore può causare una corrente PE alla frequenza fondamentale del motore
- Come parte del collegamento CC del filtro EMI, il disaccoppiamento capacitivo verso PE può causare correnti PE a 150 Hz/180 Hz
- La distorsione di tensione/contenuto armonico sulla rete può causare correnti PE nell'intervallo 150 Hz–2.000 Hz.
- Le correnti di modo comune dovute alla capacità del cavo motore dalle fasi del motore a PE tipicamente determinano correnti PE alla frequenza di commutazione e armoniche tipicamente superiori a 2 kHz.

Come menzionato in precedenza, la corrente PE è costituita da vari elementi e dipende da diverse configurazioni del sistema:

- Filtri RFI
- Lunghezza del cavo motore
- Schermo del cavo motore
- Potenza del convertitore di frequenza

7.3.3 Misurazione corrente PE

Poiché le correnti hanno frequenze diverse, non è utile misurare solo un valore effettivo. È invece necessario eseguire una misura di frequenza/FFT. Ciò può essere fatto utilizzando un oscilloscopio appropriato o attrezzature di misurazione specifiche. Analizzando

semplicemente il valore effettivo con un pressacavo sul collegamento PE del convertitore di frequenza si ottengono risultati inadeguati e fuorvianti.

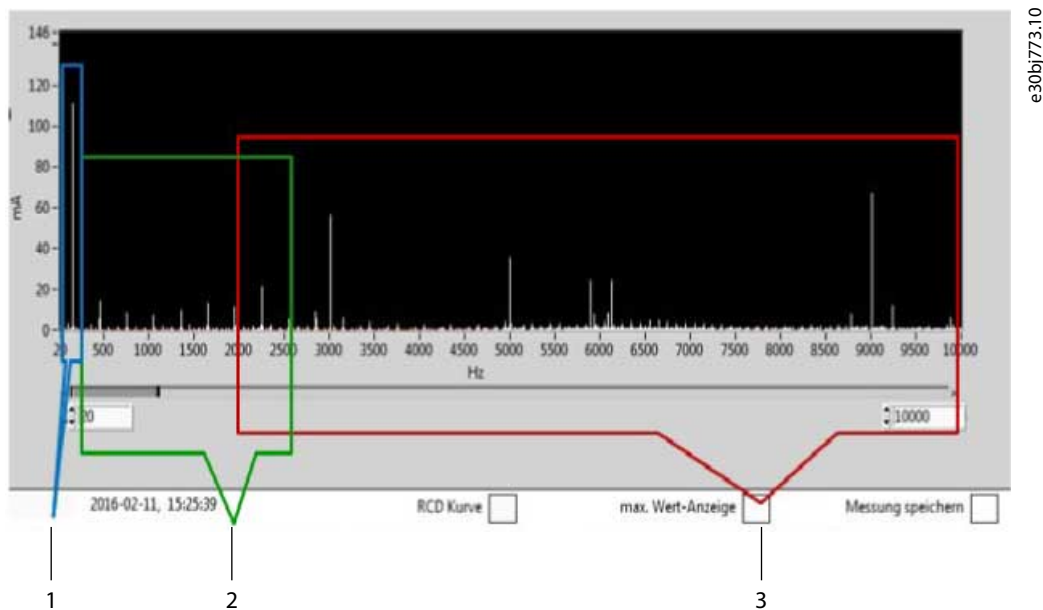


Illustrazione 29: Esempio di misurazione FFT

<p>1 $f < 50$ Hz: tipico per l'accoppiamento induttivo in cavi e conduttori non simmetrici.</p> <p>2 $f = 150 - 2.500$ Hz: tipici componenti armonici della rete. $f = 150$ Hz: corrente di modalit� comune tipica dovuta al raddrizzatore con circuito intermedio CC.</p>	<p>3 $f > 2$ kHz: corrente di modalit� comune tipica dovuta all'accoppiamento capacitivo tra cavo/motore e terra.</p>
--	---

⚠ A V V I S O ⚠

RISCHIO DI SCOSSA ELETTRICA - RISCHIO DI CORRENTE DI DISPERSIONE

Le correnti di dispersione superano i 3,5 mA. Un collegamento non corretto del convertitore di frequenza alla messa a terra di protezione (PE) pu  provocare morte o lesioni gravi.

- Assicurare un conduttore di messa a terra di protezione rinforzato in conformit  alla norma IEC 60364-5-54 cl. 543.7 o in base alle norme di sicurezza locali per le apparecchiature con corrente di contatto elevata. La messa a terra di protezione rinforzata del convertitore di frequenza pu  essere eseguita con:
 - un conduttore PE con una sezione trasversale di almeno 10 mm² (8 AWG) Cu o 16 mm² (6 AWG) Al.
 - un conduttore PE aggiuntivo della stessa area della sezione trasversale del conduttore PE originale come specificato dalla norma IEC 60364-5-54 con un'area della sezione trasversale minima di 2,5 mm² (14 AWG) (protetto meccanicamente) o 4 mm² (12 AWG) (non protetto meccanicamente).
 - un conduttore PE completamente racchiuso in un contenitore o comunque protetto per l'intera lunghezza da danni meccanici.
 - una parte del conduttore PE di un cavo di alimentazione a pi  conduttori con una sezione trasversale minima del conduttore PE di 2,5 mm² (14 AWG) (collegata in modo permanente o collegabile tramite un connettore industriale. Il cavo di alimentazione multiconduttore deve essere installato con un pressacavo adeguato).
- NOTA: Nella norma IEC/EN 60364-5-54 cl. 543.7 e in alcuni standard applicativi (ad esempio IEC/EN 60204-1), il limite per la necessit  di un conduttore di messa a terra di protezione rinforzato   di 10 mA per la corrente di dispersione.

⚠ A V V I S O ⚠**RISCHIO DI CORRENTE DI DISPERSIONE**

Le correnti di dispersione possono superare il 5%. Una messa a terra non appropriata del convertitore di frequenza può causare la morte o lesioni gravi.

- Assicurarsi che le dimensioni minime del conduttore di terra siano conformi alle norme di sicurezza locali per apparecchiature con considerevole corrente di dispersione.

La messa a terra di protezione (PE) e il collegamento equipotenziale sono generalmente collegati tra loro in modo che le correnti di collegamento equipotenziale siano distribuite anche sull'intero sistema PE.

È possibile evitare o ridurre le correnti PE e il loro impatto sul sistema utilizzando cavi motore corti, cavi simmetrici (in particolare per correnti nominali >50 A) o cavi schermati con bassa capacità tra conduttori e PE.

7.3.4 Protezione del dispositivo a corrente residua (RCD)

I dispositivi a corrente residua (RCD) possono essere utilizzati per fornire una protezione aggiuntiva contro le scosse elettriche e i rischi di incendio dovuti a correnti di guasto a causa dei guasti all'isolamento o a elevate correnti di dispersione. È necessaria un'ulteriore considerazione quando gli RCD vengono utilizzati davanti al convertitore di frequenza. Gli RCD devono essere sempre installati in conformità con le norme locali.

⚠ A V V I S O ⚠**PERICOLO DI SCOSSE ELETTRICHE E INCENDIO - CONFORMITÀ RCD**

Il convertitore di frequenza può provocare una corrente di guasto CC nel conduttore PE. In caso di mancato utilizzo di un dispositivo di protezione a corrente residua (RCD) di tipo B, l'RCD può non fornire la protezione prevista e pertanto comportare morte, incendio o altri gravi rischi.

- Se si utilizza un RCD come protezione da scosse elettriche o antincendio, è consentito un solo dispositivo di tipo B sul lato di alimentazione.

I dispositivi RCD/RCM non sono in grado di distinguere tra correnti di funzionamento e di guasto e il loro funzionamento può essere compromesso. Gli RCD possono essere attivati anche se non vi è alcun guasto all'isolamento nell'impianto.

La corrente misurata da un RCD/RCM sulle fasi di rete potrebbe differire dalla corrente PE misurata. Ciò è dovuto al fatto che la corrente PE accoppiata magneticamente non è presente sulle fasi di rete.

La caratteristica della frequenza degli RCD di tipo B non è completamente standardizzata e ci si attende differenze specifiche del produttore nel campo di frequenza superiore. Per ulteriori informazioni, consultare la documentazione dell'RCD in questione.

7.3.5 Dispositivi di monitoraggio dell'isolamento

Quando si opera su una rete IT, è possibile utilizzare dispositivi di monitoraggio dell'isolamento per osservare l'integrità dell'isolamento nel motore, nel cablaggio del motore e nel convertitore di frequenza.

Le applicazioni tipiche sono:

- Rilevamento preventivo della degradazione del sistema di isolamento.
- Rilevamento dei guasti a terra sulla rete IT.

Il monitor di isolamento è un componente chiave di un'installazione di rete IT. Consente la manutenzione preventiva e avverte quando si verifica un guasto verso terra. Esistono diversi tipi di monitor di isolamento con diversi principi di funzionamento, ad esempio: Iniezione di tensione CC, tensione CC con iniezione a polarità alternata e corrente alternata. Non tutti i monitor di isolamento sono compatibili con i sistemi convertitore a causa delle capacità verso terra e dei convertitori che producono tensioni in modalità comune. È essenziale che il monitor di isolamento utilizzato nell'installazione di un sistema convertitore sia compatibile con i convertitori di frequenza.

7.4 Linee guida per l'installazione conformi ai requisiti EMC

Questo capitolo fornisce un'introduzione generale alla corretta procedura di installazione conforme ai requisiti EMC.

Per ottenere un impianto conforme EMC, seguire le istruzioni fornite nella guida operativa in dotazione con il convertitore di frequenza.

Vedere [Illustrazione 30](#) per un esempio su come garantire un'installazione conforme ai requisiti EMC.

e30bv100.10

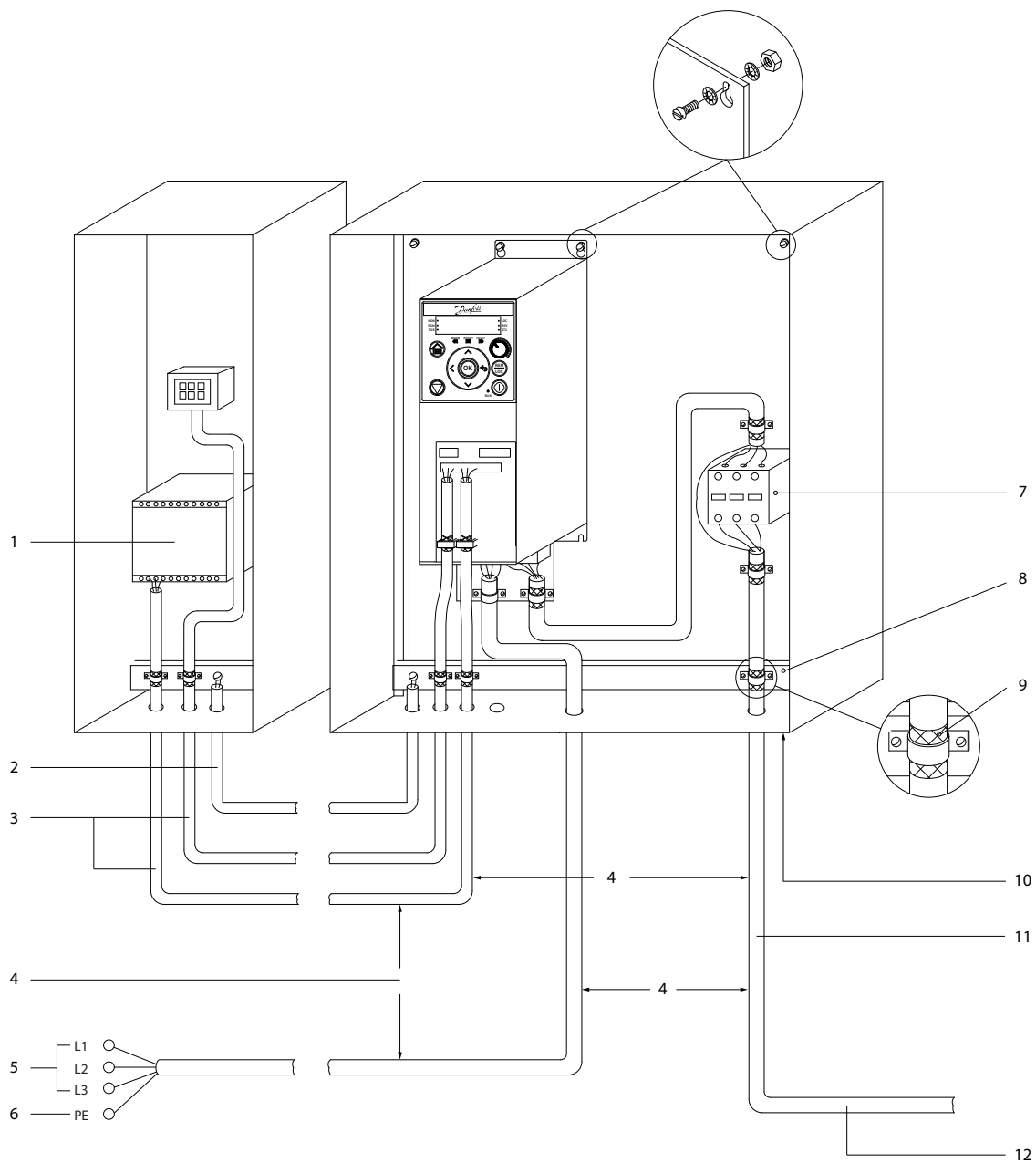


Illustrazione 30: Esempio di installazione EMC corretta

1	Controllore logico programmabile (PLC)	7	Contattore di uscita, eccetera.
2	Cavo di equalizzazione minimo 16 mm ² (6 AWG)	8	Barra di messa a terra
3	Cavi di comando	9	Isolamento del cavo spelato
4	Almeno 200 mm (7,9 pollici) di spazio tra i cavi di comando, i cavi motore e i cavi dell'alimentazione di rete	10	Tutti gli ingressi dei cavi su un lato del pannello
5	Alimentazione di rete	11	Cavo motore
6	Messa a terra di protezione rinforzata	12	Collegamento al motore (trifase e messa a terra di protezione)

7.4.1 Cavi di potenza e messa a terra

A seconda dell'installazione e del livello di conformità EMC richiesto, è necessario utilizzare cavi schermati per i collegamenti del motore, del freno e CC. In alternativa, è possibile utilizzare anche cavi non schermati all'interno di una canalina metallica.

Se si utilizza un cavo schermato, è importante collegare lo schermo tramite un collegamento a 360°. Collegare lo schermo con i morsetti in dotazione ed evitare schermi attorcigliati, poiché limitano la funzionalità dello stesso.

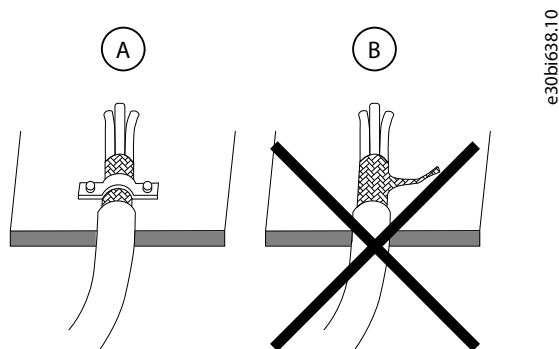


Illustrazione 31: Installazione dello schermo del cavo

NOTA

CAVI SCHERMATI

Se non si usano cavi schermati o canaline in metallo, l'unità e l'installazione non saranno conformi ai limiti della regolamentazione.

Se si utilizza un filo non schermato per collegare una resistenza di frenatura, si consiglia di attorcigliare i fili per ridurre i disturbi elettrici.

Assicurarsi che i cavi siano il più corti possibile, per ridurre al minimo il livello di interferenza dell'intero sistema e le perdite.

⚠ AVVISO ⚠

RISCHIO DI SCOSSA ELETTRICA - RISCHIO DI CORRENTE DI DISPERSIONE

Le correnti di dispersione superano i 3,5 mA. Un collegamento non corretto del convertitore di frequenza alla messa a terra di protezione (PE) può provocare morte o lesioni gravi.

- Assicurare un conduttore di messa a terra di protezione rinforzato in conformità alla norma IEC 60364-5-54 cl. 543.7 o in base alle norme di sicurezza locali per le apparecchiature con corrente di contatto elevata. La messa a terra di protezione rinforzata del convertitore di frequenza può essere eseguita con:
 - un conduttore PE con una sezione trasversale di almeno 10 mm² (8 AWG) Cu o 16 mm² (6 AWG) Al.
 - un conduttore PE aggiuntivo della stessa area della sezione trasversale del conduttore PE originale come specificato dalla norma IEC 60364-5-54 con un'area della sezione trasversale minima di 2,5 mm² (14 AWG) (protetto meccanicamente) o 4 mm² (12 AWG) (non protetto meccanicamente).
 - un conduttore PE completamente racchiuso in un contenitore o comunque protetto per l'intera lunghezza da danni meccanici.
 - una parte del conduttore PE di un cavo di alimentazione a più conduttori con una sezione trasversale minima del conduttore PE di 2,5 mm² (14 AWG) (collegata in modo permanente o collegabile tramite un connettore industriale. Il cavo di alimentazione multiconduttore deve essere installato con un pressacavo adeguato).
- NOTA: Nella norma IEC/EN 60364-5-54 cl. 543.7 e in alcuni standard applicativi (ad esempio IEC/EN 60204-1), il limite per la necessità di un conduttore di messa a terra di protezione rinforzato è di 10 mA per la corrente di dispersione.

Collegare a terra il convertitore di frequenza secondo le norme e le direttive applicabili. Usare un filo di terra dedicato per l'alimentazione di ingresso, la potenza motore e i cavi di controllo. Terminare separatamente i singoli fili di terra, corrispondenti ai requisiti di dimensionamento.

Per il collegamento ai motori, attenersi ai requisiti di cablaggio del produttore del motore.

Tenere i fili di messa a terra quanto più corti possibile. La sezione trasversale dei cavi minima per i fili di terra è 10 mm² (7 AWG). In alternativa, è possibile utilizzare due fili di terra nominali con terminazioni separate. Non collegare a terra i convertitori di frequenza tra loro in una configurazione del tipo a margherita (vedere [Illustrazione 32](#)).

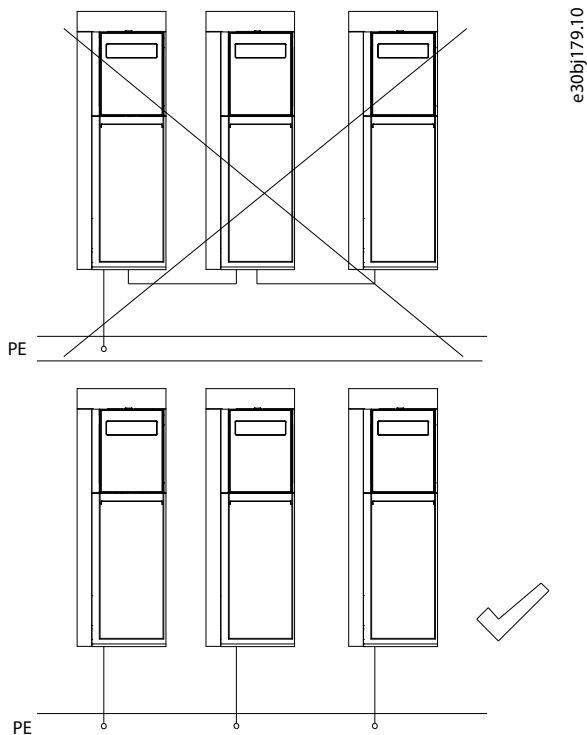


Illustrazione 32: Principio di messa a terra

7.4.2 Cavi di comando

Usare cavi schermati per i cavi di controllo ed evitare di posizionare i cavi di controllo accanto ai cavi di potenza. Idealmente, isolare i cavi di comando dai cavi di potenza (rete, motore, freno e CC) instradandoli separatamente o mantenendo una distanza minima di 200 mm (7,9 pollici). Per una schermatura opzionale, entrambe le estremità dei cavi di comando schermati devono avere la schermatura collegata.

Tenere i cavi di segnale a 24 V lontani dai segnali a 110 V o 230 V dai relè, ad esempio.

Quando il convertitore è collegato a un termistore, assicurarsi che i cavi siano schermati e rinforzati/a doppio isolamento. Si raccomanda una tensione di alimentazione a 24 V CC.

Per la comunicazione e le linee di comando/controllo, seguire lo standard di protocollo specifico. Ad esempio, Ethernet può utilizzare uno schermo (STP).

7.5 Isolamento galvanico

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

Tutti i morsetti di controllo e i morsetti relè 01–03 sono conformi allo standard PELV (tensione di protezione bassissima).

L'isolamento galvanico (garantito) si ottiene ottemperando ai requisiti relativi a un isolamento superiore e garantendo le corrispondenti distanze di creepage (distanza minima sulla superficie del materiale isolante fra due parti conduttrici)/clearance (la distanza minima in aria per la creazione potenziale di un arco tra le due parti conduttive). Questi requisiti sono descritti nella norma EN 61800-5-1.

I componenti che costituiscono l'isolamento elettrico, come mostrato in [Illustrazione 33](#), sono inoltre conformi ai requisiti relativi all'isolamento di classe superiore e al test corrispondente come descritto nella norma EN 61800-5-1.

L'isolamento galvanico PELV può essere mostrato in tre posizioni (vedere [Illustrazione 33](#)):

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

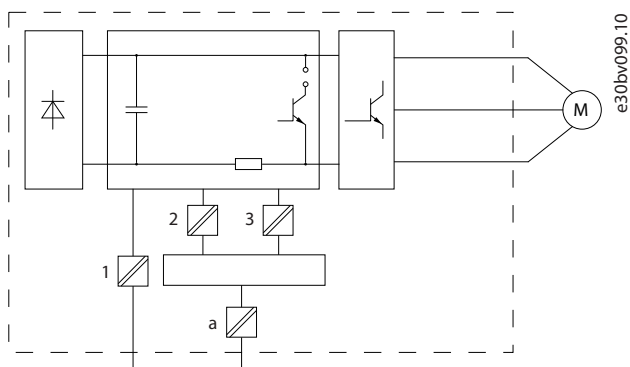


Illustrazione 33: Isolamento galvanico

1	Relè cliente	3	Alimentazione elettrica (SMPS) per scheda di controllo
2	Comunicazione tra scheda di potenza e scheda di controllo	a	Isolamento galvanico funzionale per l'interfaccia bus standard RS485

⚠ AVVISO ⚠

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

7.6 Corrente di dispersione verso terra

Rispettare le norme locali e nazionali in materia di messa a terra di protezioni di apparecchiature con corrente di dispersione $>3,5$ mA. La tecnologia dei convertitori di frequenza implica una commutazione ad alta frequenza e ad alta potenza. Questa commutazione genera una corrente di dispersione nel collegamento a massa. Una corrente di guasto nel convertitore di frequenza in corrispondenza dei morsetti della potenza di uscita può contenere una componente CC in grado di caricare i condensatori del filtro e provocare una corrente transitoria verso terra. La corrente di dispersione verso terra è costituita da vari elementi e dipende da diverse configurazioni del sistema, tra cui:

- Filtro RFI.
- Cavi motore schermati.
- Lunghezza del cavo motore.
- Potenza del convertitore di frequenza.

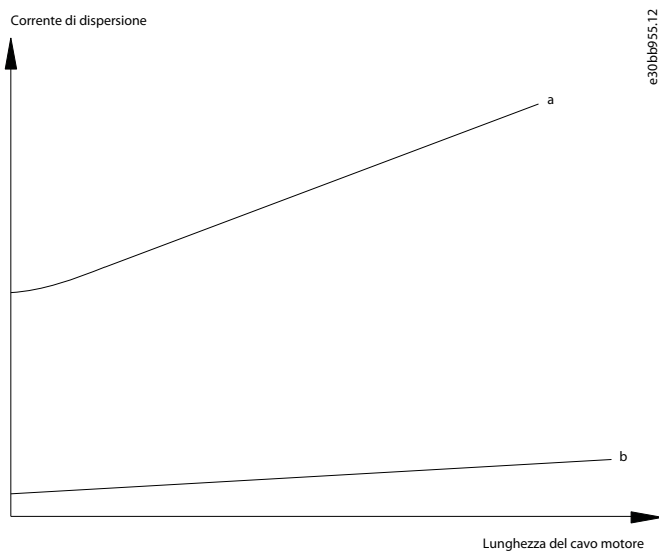


Illustrazione 34: Influsso della lunghezza del cavo e della taglia di potenza sulla corrente di dispersione, $P_a > P_b$

La corrente di dispersione dipende anche dalla distorsione di linea.

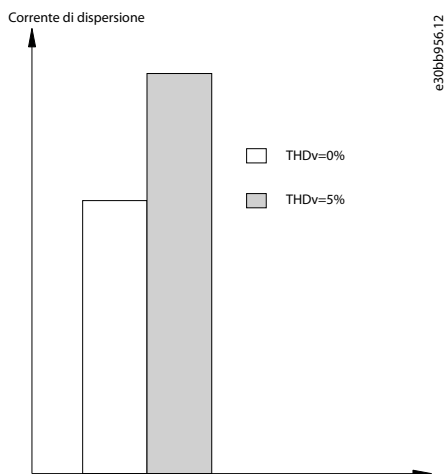


Illustrazione 35: Influsso della distorsione di linea sulla corrente di dispersione

La norma EN/IEC61800-5-1 (azionamenti elettrici a velocità variabile) richiede particolari precauzioni se la corrente di dispersione supera i 3,5 mA. Potenziare la messa a terra con i seguenti requisiti di collegamento a massa di protezione:

- Filo di terra (morsetto 95) con una sezione trasversale di almeno 10 mm² (8 AWG).
- Due fili di terra separati conformi alle disposizioni relative alle dimensioni.

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

7.7 Considerazioni sull'installazione del motore

Quando si seleziona un convertitore di frequenza, considerare i seguenti aspetti:

- **Limiti di coppia:** quando un convertitore di frequenza controlla un motore, è possibile impostare limiti di coppia per quel motore. La selezione di un convertitore di frequenza con una potenza nominale apparente che corrisponde alla corrente nominale o alla potenza del motore garantisce che il carico richiesto possa essere azionato in modo affidabile. Tuttavia, è necessaria una riserva aggiuntiva per consentire un'accelerazione fluida del carico e per far fronte anche a carichi di picco occasionali.
- **Correnti nominali** del convertitore di frequenza e del motore. La potenza nominale è solo un valore indicativo.
- **Tensione di esercizio** corretta.
- Assicurarsi che il motore resista alla **tensione di picco massima** sui morsetti del motore.

- **Gamma di velocità richiesta:** Il funzionamento oltre la frequenza di alimentazione nominale del motore (50 Hz o 60 Hz) è possibile solo a potenza ridotta. Il funzionamento a bassa frequenza e a coppia elevata può causare il surriscaldamento del motore a causa della mancanza di raffreddamento.
- **Declassamento:** i motori sincroni richiedono un declassamento, tipicamente 2-3 volte, perché il fattore di potenza, e quindi la corrente, possono essere elevati a bassa frequenza.
- **Prestazioni di sovraccarico:** Il convertitore di frequenza limita rapidamente la corrente al 150% della corrente massima. Un motore standard a velocità fissa tollera questi sovraccarichi.
- **Arresto del motore:** se è necessario arrestare rapidamente il motore, valutare se utilizzare una resistenza di frenatura (selezionare i morsetti di frenatura sui iC2-Micro Frequency Converters) per assorbire l'energia.
- **Il senso di rotazione,** quando è collegato ai terminali di uscita U-V-W del convertitore di frequenza, segue le specifiche NEMA MG1 e IEC 60034-8. Assicurarsi che il senso di rotazione nell'applicazione finale sia corretto per evitare potenziali situazioni di pericolo. Se è richiesto un solo senso di rotazione, si raccomanda di parametrizzare il convertitore di frequenza in modo che funzioni solo nel senso di rotazione corrispondente.

Per le nozioni di base sulla protezione dell'isolamento del motore e dei cuscinetti nei sistemi convertitore di frequenza, vedere [7.7.2 Isolamento del motore](#) e [7.7.3 Correnti di Bearing](#).

7.7.1 Tipi di motore supportati

I iC2-Micro Frequency Converters sono compatibili con:

- Motori a induzione CA asincroni.
- Motori a magneti permanenti sincroni.

I convertitori di frequenza sono indipendenti dal motore e possono essere collegati a qualsiasi marca di motore. Per istruzioni su come impostare i motori, fare riferimento alla guida applicativa.

Per informazioni dettagliate sui tipi di motore supportati, contattare Danfoss.

7.7.2 Isolamento del motore

A causa della rapidità di commutazione e delle riflessioni nei cavi, quando alimentati da convertitori di frequenza, i motori sono soggetti a maggiori sollecitazioni di tensione negli avvolgimenti rispetto alla tensione di alimentazione sinusoidale.

Indipendentemente dalla frequenza, l'uscita del convertitore di frequenza comprende approssimativamente impulsi della tensione del bus CC del convertitore di frequenza con un breve tempo di salita. La tensione degli impulsi può quasi raddoppiare in corrispondenza dei morsetti del motore, a seconda delle proprietà di attenuazione e riflessione del cavo motore e dei morsetti. Ciò sollecita l'isolamento dell'avvolgimento del motore e può causarne la rottura, con conseguente possibile formazione di scintille.

A seconda della tensione e della lunghezza del cavo, è necessario un filtro o un isolamento rinforzato del motore.

7.7.3 Correnti di Bearing

I convertitori di frequenza possono causare tensioni di modo comune che inducono tensioni nei cuscinetti del motore, con conseguente flusso di corrente attraverso i cuscinetti del motore. Per proteggersi dalle correnti di Bearing, utilizzare filtri sinusoidali o filtri di modo comune.

Grazie al loro principio di funzionamento, i convertitori di frequenza generano una serie di effetti secondari indesiderati:

- Sollecitazione di isolamento dell'avvolgimento del motore
- Sollecitazione dei cuscinetti
- Disturbo di commutazione acustico nel motore
- Interferenza elettromagnetica

Nella maggior parte delle applicazioni, questi effetti sono a un livello accettabile, ma a volte devono essere mitigati. Per mitigare questi effetti, i filtri sono installati all'uscita dei convertitori di frequenza. I filtri più comunemente noti sono filtri dU/dt, filtri sinusoidali e filtri di modo comune.

La velocità di commutazione ripida della tensione di uscita del variatore di velocità, unita alla tensione di modo comune intrinseca prodotta dal convertitore di frequenza, provoca tensione dell'albero. Anche le asimmetrie del motore o l'uso di cavi motore asimmetrici, in particolare in applicazioni ad alta potenza in cui la corrente motore supera i 100-200 A, possono causare tensione dell'albero.

Tabella 49: Mitigazione degli effetti della corrente dei cuscinetti con i filtri

Tipo di filtro	
Filtri dU/dt	I filtri dU/dt riducono la velocità di rotazione degli impulsi di tensione all'uscita del convertitore di frequenza a velocità tipicamente inferiori a 500 V/μs. Ciò riduce la sollecitazione dell'isolamento dell'avvolgimento del mo-

Tipo di filtro	
	tore. La forma della tensione resta a impulsi a larghezza modulata. I filtri dU/dt opzionali proteggono anche il sistema di isolamento del motore e riducono le correnti di Bearing.
Filtri sinusoidali	Un filtro sinusoidale riduce le correnti di cuscinetto e le riflessioni di tensione, nonché il rumore del motore. Se si utilizza un trasformatore di uscita, il filtro sinusoidale elimina le componenti ad alta frequenza che potrebbero sollecitarlo. Il filtro sinusoidale consente inoltre di utilizzare cavi motore notevolmente più lunghi.
Filtri di modo comune	I filtri di modo comune riducono le correnti ad alta frequenza in modo comune tra il convertitore di frequenza e i motori. I filtri di modo comune ad alta frequenza sono una buona soluzione per ridurre le sollecitazioni di corrente sui cuscinetti, ma l'uso di tali filtri non elimina la necessità di un'installazione conforme EMC.

7.7.4 Protezione termica del motore

Durante il funzionamento, è possibile monitorare il motore collegato al convertitore di frequenza per evitare il surriscaldamento.

A seconda della criticità del surriscaldamento, possono essere utilizzati diversi metodi di monitoraggio:

- Monitoraggio elettronico del motore termico integrato
- Sensori collegati esternamente (PTC secondo DIN 44081)

Funzione relè termico elettronico

La funzione relè termico elettronico (ETR) protegge il motore dal sovraccarico termico senza collegare un dispositivo esterno, stimolando la temperatura del motore in base al carico attuale e al tempo.

La funzione ETR soddisfa i requisiti pertinenti della norma UL 61800-5-1, compreso il requisito di ritenzione termica della memoria, e garantisce un livello di protezione di classe 20.

L'ETR è una caratteristica elettronica che simula un relè a bimetallo sulla base di misure interne. La caratteristica è mostrata in [Illustrazione 36](#).

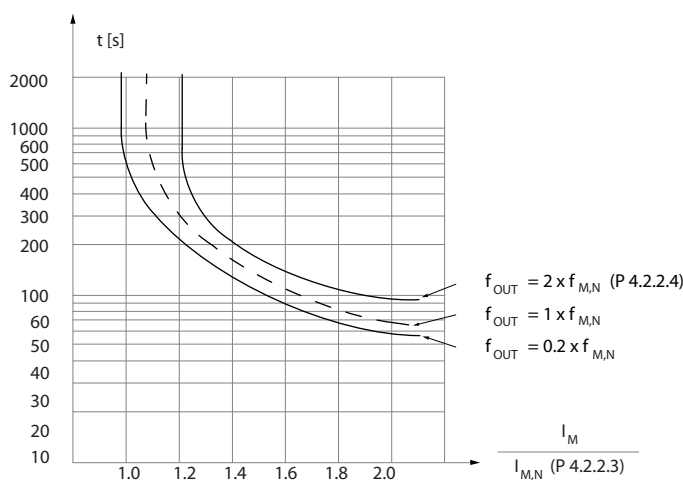


Illustrazione 36: ETR

L'asse X mostra il rapporto tra I_{motor} e I_{motor} nominale. L'asse Y riporta il tempo in secondi che precede il momento in cui l'ETR scatta e scollega il convertitore. Le curve illustrano la caratteristica a una velocità doppia della velocità nominale e a una velocità pari a 0,2 volte la velocità nominale. A velocità più bassa l'ETR si disinserisce a livelli di calore inferiori a causa del minor raffreddamento del motore. In tal modo il motore è protetto dal surriscaldamento anche a bassa velocità. La funzione ETR calcola la temperatura del motore basandosi sull'effettiva corrente e velocità. La temperatura calcolata è visibile come parametro di visualizzazione nel *parametro P4.1.5 Motor Thermal Load (Carico termico del motore)*.

Sensori collegati esternamente

Il monitoraggio può essere effettuato utilizzando l'ingresso analogico o gli ingressi digitali sulla scheda I/O o con opzioni di estensione di funzionalità. I sensori devono essere a doppio isolamento o avere un isolamento rinforzato tra il motore e il controllo del convertitore di frequenza.

L'ingresso analogico consente di misurare la temperatura utilizzando sensori esterni.

L'utilizzo di un ingresso digitale consente il monitoraggio con un sensore PTC. Il PTC deve essere collegato da 24 V CC all'ingresso digitale.

Per ulteriori informazioni su come configurare le funzionalità, fare riferimento alla guida applicativa .

7.8 Condizioni di funzionamento estreme

Cortocircuito (fase del motore – fase)

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

Commutazione sull'uscita

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

Sovratensione generata dal motore

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

- Il carico aziona il motore (con frequenza di uscita costante dal convertitore di frequenza).
- Se durante la decelerazione (rampa di decelerazione) il momento d'inerzia è elevato, l'attrito è basso e il tempo rampa di decelerazione è troppo breve per consentire la dissipazione dell'energia sotto forma di perdite nel convertitore di frequenza, nel motore e nell'impianto.
- Un'impostazione non corretta della compensazione dello scorrimento può causare una maggiore tensione del collegamento CC.

L'unità di controllo potrebbe tentare di correggere il valore di rampa, se possibile (*parametro P2.3.1 Overvoltage Controller Enable (Abilitazione controllore sovratensione)*). Il convertitore di frequenza si disinserisce per proteggere i transistor e i condensatori del collegamento CC quando viene raggiunto un determinato livello di tensione.

Per selezionare il metodo utilizzato per controllare il livello di tensione del collegamento CC, vedere il *parametro P2.3.1 Overvoltage Controller Enable (Abilitazione controllore sovratensione)*, il *parametro P3.2.1 Enable Brake Chopper (Abilita chopper di frenatura)* e il *parametro P4.4.2.1 Enable AC-Brake (Abilita freno CA)*.

Caduta di tensione di rete

Durante la caduta di tensione di rete il convertitore di frequenza continua a funzionare fino a quando la tensione collegamento CC non scende al di sotto del livello minimo di funzionamento, ovvero:

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

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

Sovraccarico statico nella modalità VVC+

Quando il convertitore di frequenza è sovraccaricato, viene raggiunto il limite di coppia impostato nel *parametro P5.10.1 Motor Torque Limit (Limite coppia motore)/parametro P5.10.2 Regenerative Torque Limit (Limite coppia rigenerativa)*, l'unità di controllo riduce la frequenza di uscita per ridurre il carico.

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

Il funzionamento entro il limite di coppia può essere limitato nel tempo (0–60 s) nel *parametro P5.10.6 Trip Delay at Torque Limit (Ritardo scatto al lim. di coppia)*.

Limite di coppia

Il limite di coppia protegge il motore dai sovraccarichi, indipendentemente dalla velocità. Il limite di coppia è controllato nel *parametro P5.10.1 Motor Torque Limit (Limite coppia motore)* e nel *parametro P5.10.2 Regenerative Torque Limit (Limite di coppia rigenerativo)*. Il *parametro P5.10.6 Trip Delay at Torque Limit (Ritardo scatto al limite di coppia)* controlla il tempo prima che scatti l'avviso limite di coppia.

Limite di corrente

Il *parametro P2.7.1 Output Current Limit % (Limite corrente di uscita %)* controlla il limite di corrente e il *parametro P2.7.5 Trip Delay at Current Limit (Ritardo scatto al limite di corrente)* controlla il tempo prima che scatti l'avviso limite di corrente.

Limite velocità minima

Il *parametro P5.8.3 Motor Speed Low Limit ([Hz] Limite basso velocità motore [Hz])* imposta la velocità di uscita minima che il convertitore di frequenza può fornire.

Limite velocità massimo

Il *parametro P5.8.2 Motor Speed High Limit [Hz] (Limite alto velocità motore [Hz])* o il *parametro P2.3.14 Max Output Frequency (Frequenza di uscita massima)* imposta la velocità di uscita massima che il convertitore di frequenza può fornire.

7.9 Considerazioni sui cavi di potenza

Quando si selezionano i cavi di potenza, considerare:

Guida alla Progettazione

- Tutti i fili devono essere conformi alle norme locali e nazionali relative ai requisiti in termini di sezioni trasversali e temperature ambiente.
- I convertitori di frequenza sono progettati per l'uso con cavi in rame nominali a 70 °C (158 °F). Se non diversamente indicato, la temperatura ambiente del convertitore di frequenza corrisponde al grado del cavo.
- Non è consigliato l'uso di conduttori di alluminio. Quando si utilizzano conduttori in alluminio, assicurarsi che la superficie del conduttore sia pulita e che l'ossidazione sia stata eliminata e sigillata con grasso neutro privo di acidi prima di collegare il conduttore. Serrare nuovamente la vite del morsetto dopo 2 giorni per via della dolcezza dell'alluminio. È fondamentale mantenere la connessione strettissima, altrimenti la superficie dell'alluminio si ossida nuovamente.
- Per il conduttore PE sono necessari capicorda.
 - Per MA01c-MA02c, il capocorda consigliato per il filo PE è JST 8-4 (morsetti senza saldature con linguetta ad anello).

Per i dettagli sul dimensionamento del connettore di alimentazione, vedere [4.4 Connettori di alimentazione](#). Le dimensioni si applicano sia ai cavi pieni che a quelli a trefoli.

7.9.1 Requisiti di serraggio

I collegamenti devono essere serrati alla coppia corretta, vedere la tabella seguente.

Tabella 50: Requisiti di serraggio

Dimensioni meccaniche	Rete e motore [Nm (pollici-libbre)]	Collegamento CC [Nm (pollici-libbre)]	Freno [Nm (pollici-libbre)]	Relè cliente [Nm (pollici-libbre)]	Collegamento di messa a terra [Nm (pollici-libbre)]
MA01c	0,7 (6,2)	0,7 (6,2)	–	0,5 (4,4)	1,5 (13,3)
MA02c	0,7 (6,2)	0,7 (6,2)	–	0,5 (4,4)	1,5 (13,3)
MA01a	0,7 (6,2)	Prese diritte	–	0,5 (4,4)	1,5 (13,3)
MA02a	0,7 (6,2)	Prese diritte	–	0,5 (4,4)	1,5 (13,3)
MA03a	0,7 (6,2)	Prese diritte	–	0,5 (4,4)	1,5 (13,3)
MA04a	1,2 (10,6)	1,2 (10,6)	1,2 (10,6)	0,5 (4,4)	2,0 (17,7)
MA05a	1,2 (10,6)	1,2 (10,6)	1,2 (10,6)	0,5 (4,4)	2,0 (17,7)

7.10 Installazione elettrica

7.10.1 Collegamento di rete, motore e messa a terra

Il collegamento di rete, motore e messa a terra per convertitori di frequenza monofase e trifase è mostrato nelle seguenti illustrazioni. Le configurazioni effettive variano in base ai tipi di unità e alle apparecchiature opzionali.

N O T A

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

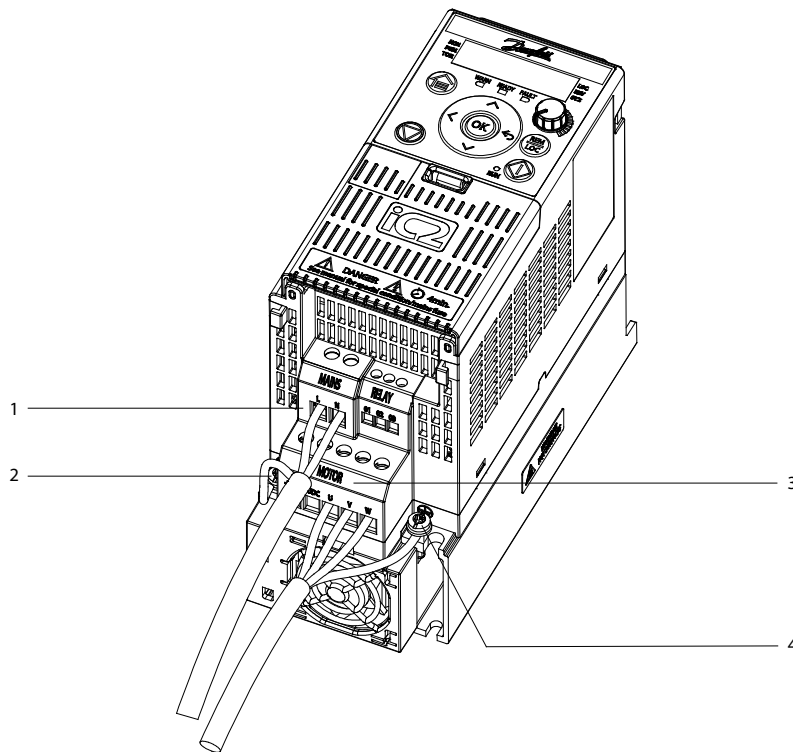


Illustrazione 37: Collegamento di rete, motore e messa a terra per unità monofase (prendendo come esempio MA02c)

1	Rete	3	Motore
2	Punto di messa a terra A	4	Punto di messa a terra B

NOTA

Per i convertitori di frequenza MA01c e MA02c, il punto di messa a terra A supporta un cavo da 10 mm² (7 AWG) tramite un capocorda; il tipo di capocorda consigliato è il capocorda tubolare in rame JST TUB-4.

NOTA

Per i convertitori di frequenza MA01c e MA02c, sono necessarie piastre di disaccoppiamento se si utilizzano 3 morsetti di messa a terra.

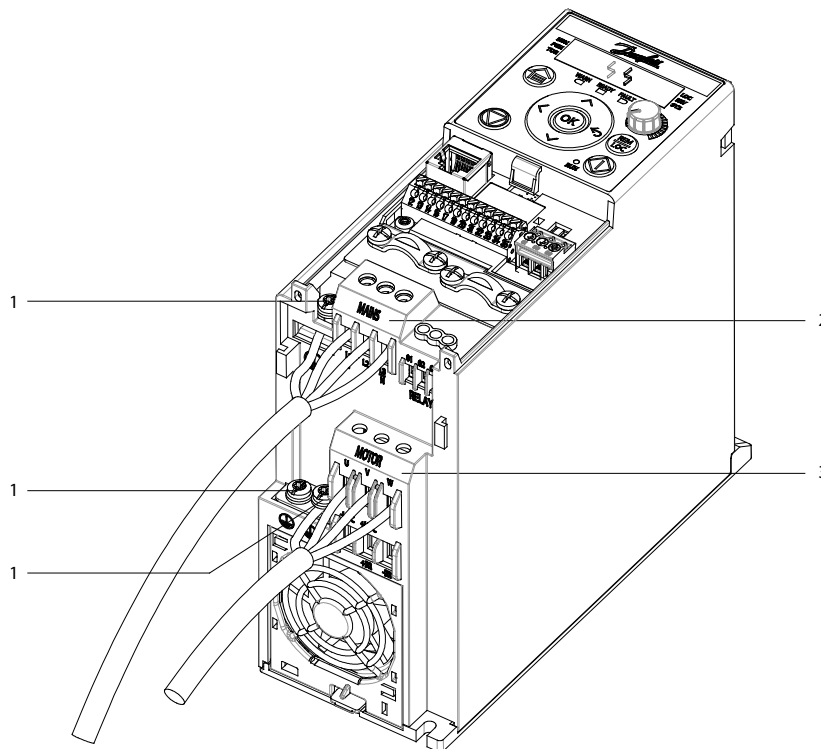


Illustrazione 38: Collegamento di rete, motore e messa a terra per unità trifase (prendendo come esempio MA02a)

1	Messa a terra	3	Motore
2	Rete		

7.10.2 Collegamento al motore

⚠ AVVISO ⚠

TENSIONE INDOTTA

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

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

- Rispettare le normative elettriche nazionali e locali per le dimensioni cavo. Per le dimensioni massime dei cavi, vedere [4.4 Connettori di alimentazione](#).
- Rispettare i requisiti del costruttore del motore relativi al cablaggio.
- Sono forniti passacavi per i cavi del motore o pannelli di accesso alla base delle unità IP21/Tipo 1.
- Non cablare un dispositivo di avviamento o un invertitore di poli (per esempio un motore Dahlander o un motore a induzione ad anelli) tra il convertitore di frequenza e il motore.

7.10.3 Collegamento alla rete CA

- Dimensionare il cablaggio sulla base della corrente di ingresso del convertitore di frequenza. Per le dimensioni massime del cavo vedere [4.4 Connettori di alimentazione](#).
- Rispettare le normative elettriche nazionali e locali per le dimensioni cavo.

Procedura

1. Collegare i cavi di potenza di ingresso CA ai morsetti N e L per le unità monofase o ai morsetti L1, L2 e L3 per le unità trifase come mostrato nella seguente figura (per maggiori dettagli vedere [7.10.1 Collegamento di rete, motore e messa a terra](#)).

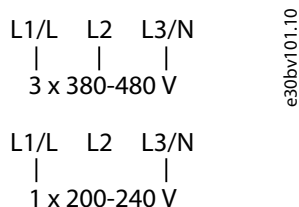


Illustrazione 39: Collegamenti monofase e trifase

2. In base alla configurazione dell'apparecchiatura, collegare l'alimentazione di ingresso ai morsetti di ingresso di rete o al sezionatore di ingresso.
3. Mettere a terra il cavo seguendo le istruzioni per la messa a terra fornite in [7.4.1 Cavi di potenza e messa a terra](#).

7.10.4 Tipi di morsetti di controllo

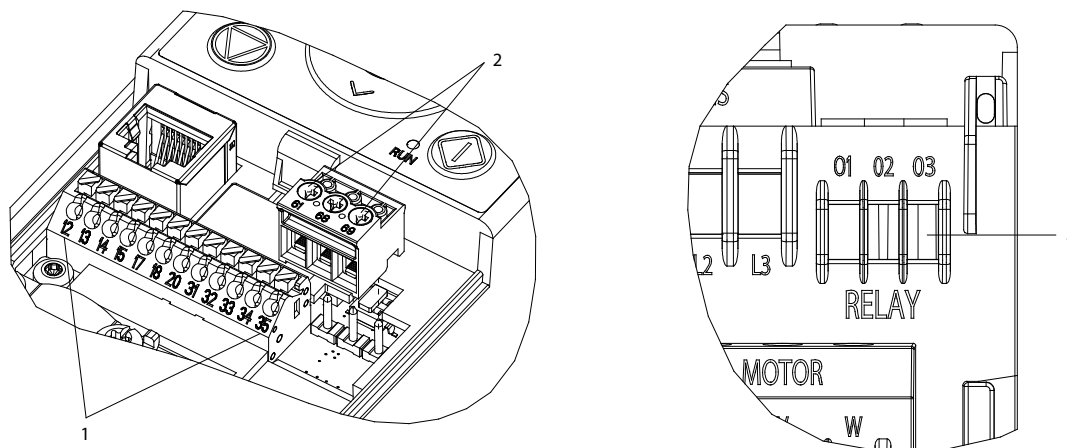


Illustrazione 40: Posizioni e numeri dei morsetti di controllo

1	Morsetti di controllo I/O	3	Relè
2	Comunicazione seriale		

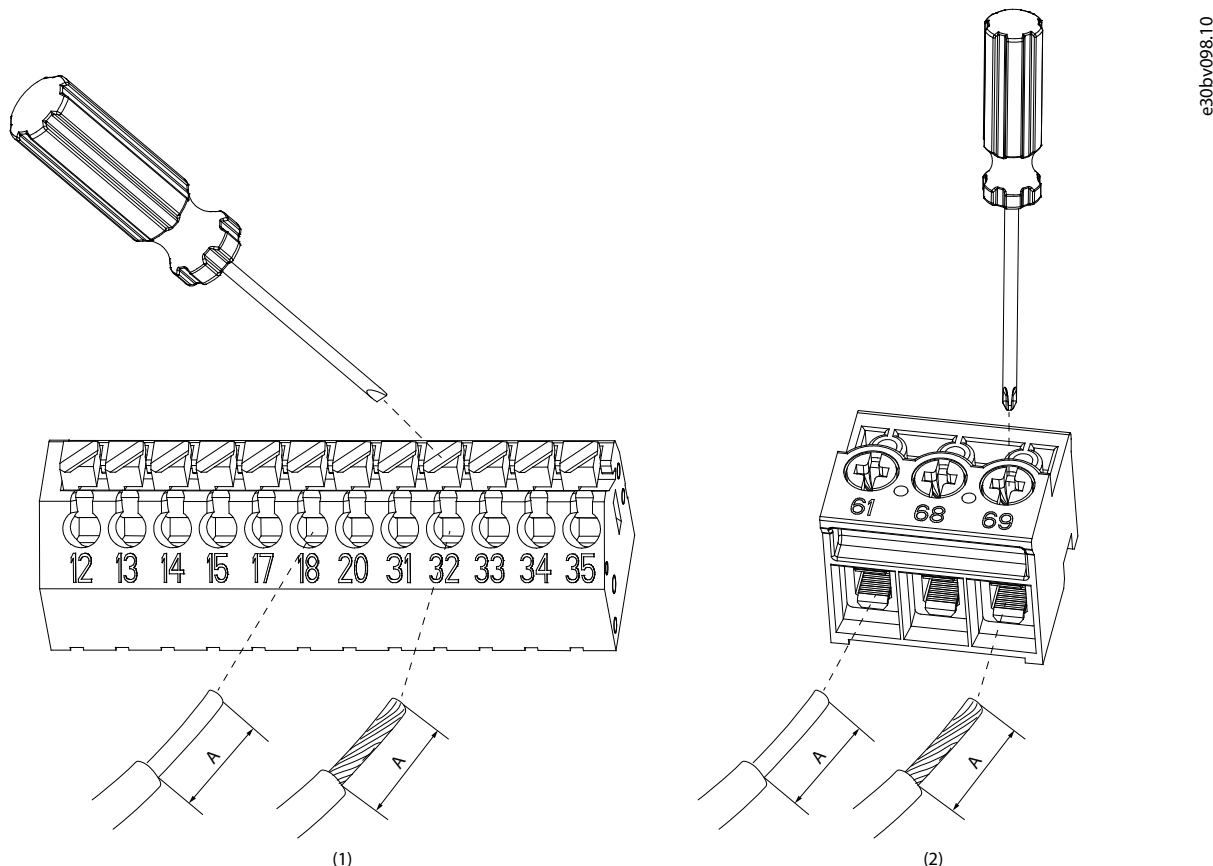
Tabella 51: Descrizioni dei morsetti

Morsetto	Parametro	Impostazione di fabbrica	Descrizione
I/O digitale, I/O a impulsi			
12	-	+24 V CC	Tensione di alimentazione a 24 V CC. La corrente di uscita massima è pari a 100 mA.
13	Parametro P9.4.1.2 Terminal 13 Digital Input (Ingresso digitale morsetto 13)	[8] Avvio	Ingresso digitale.

Morsetto	Parametro	Impostazione di fabbrica	Descrizione
14	<i>Parametro P9.4.1.3 Terminal 14 Digital Input (Ingresso digitale morsetto 14)</i>	<i>[10] Reversing (Inversione)</i>	Ingresso digitale.
15	<i>Parametro P9.4.1.4 Terminal 15 Digital Input (Ingresso digitale morsetto 15)</i>	<i>[1] Reset (Ripristino)</i>	Selezionabile come ingresso digitale, uscita digitale o uscita a impulsi. L'impostazione di fabbrica è ingresso digitale.
	<i>Parametro P9.4.2.2 Terminal 15 Digital Output (Uscita digitale morsetto 15)</i>	<i>[0] No Operation (Nessuna funzione)</i>	
	<i>Parametro P9.4.5.1 Terminal 15 Pulse Output (Uscita a impulsi morsetto 15)</i>	<i>[0] No Operation (Nessuna funzione)</i>	
17	<i>Parametro P9.4.1.5 Terminal 17 Digital Input (Ingresso digitale morsetto 17)</i>	<i>[14] Jog</i>	Ingresso digitale.
18	<i>Parametro P9.4.1.6 Terminal 18 Digital Input (Ingresso digitale morsetto 18)</i>	<i>[0] No Operation (Nessuna funzione)</i>	Ingresso digitale, può essere utilizzato anche per l'ingresso a impulsi.
20	–	–	Linea comune per ingressi digitali e analogici.
Ingressi/uscite analogici			
31	<i>Parametro P9.5.1.1 Terminal 31 Mode (Modalità morsetto 31)</i>	<i>[0] 0–20 mA</i>	Uscita analogica programmabile. Il segnale analogico è 0–20 mA oppure 4–20 mA con un massimo di 500 Ω.
32	–	+10 V CC	Tensione di alimentazione analogica 10 V CC. Tipicamente vengono usati massimo 25 mA per un potenziometro o un termistore.
33	<i>Parametro P9.5.2.1 Terminal 33 Mode (Modalità morsetto 33)</i>	<i>[1] Voltage Mode (Modalità tensione)</i>	Ingresso analogico. È possibile scegliere tra modalità tensione o corrente.
34	<i>Parametro P9.5.3.1 Terminal 34 Mode (Modalità morsetto 34)</i>	<i>[1] Voltage Mode (Modalità tensione)</i>	Ingresso analogico. È possibile scegliere tra modalità tensione o corrente.
35	–	–	Linea comune per ingressi digitali e analogici.
Comunicazione seriale			
61	–	–	Filtro RC integrato per lo schermo del cavo. SOLO per collegare lo schermo in caso di problemi EMC.
68 (+)	<i>Gruppo di parametri G10.1 FC Port Settings (Impostazioni porta FC)</i>	–	Interfaccia RS485. Per la resistenza di terminazione è disponibile un interruttore.
69 (-)	<i>Gruppo di parametri G10.1 FC Port Settings (Impostazioni porta FC)</i>	–	
Relè			
01, 02, 03	<i>Parametro P9.4.3.1 Function Relay (Funzione relè)</i>	<i>[9] Fault (Guasto)</i>	Uscita a relè forma C. Questi relè si trovano in varie posizioni in base alla configurazione e alla dimensione del convertitore di frequenza. Utilizzabile per tensione CA o CC e carichi induttivi o resistivi.

7.10.5 Dimensioni dei fili di controllo e lunghezze di spelatura

I collegamenti vengono effettuati spingendo il filo pieno nel connettore. Se si utilizza un filo flessibile (multipolare), si consiglia di utilizzare delle ghiera. Quando si utilizza un filo flessibile senza ghiera, il connettore viene spinto con un piccolo cacciavite come mostrato in [Illustrazione 41](#). La dimensione massima del cacciavite è 3 mm.



e30bv098.10

Illustrazione 41: Inserimento dei fili nel connettore

1	Morsetto I/O
2	Morsetto RS485

Tabella 52: Dimensionamento dei cavi per morsetto I/O

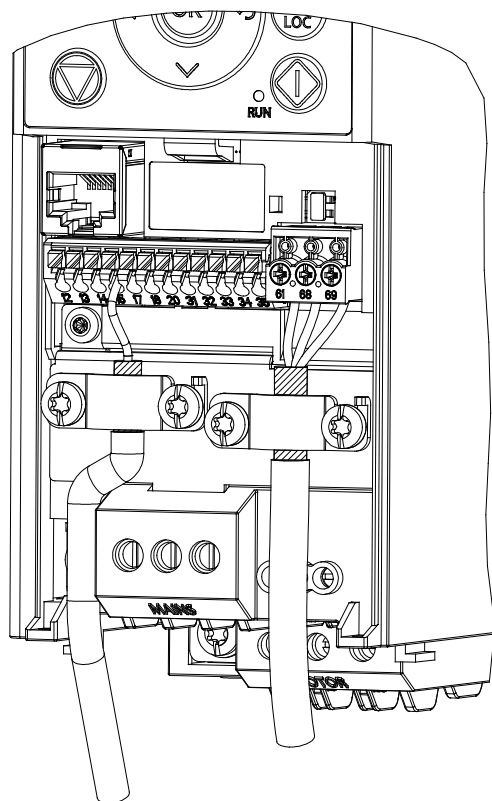
Tipo di filo	Sezione trasversale [mm ² (AWG)]	Lunghezza di spelatura A [mm (pollici)]
Pieno	0,2-1,5 (24-16)	8,5-9,5 (0,33-0,37)
Flessibile con ghiera	0,2-1,5 (24-16)	8,5-9,5 (0,33-0,37)

Tabella 53: Dimensionamento dei cavi per il morsetto RS485

Tipo di filo	Sezione trasversale [mm ² (AWG)]	Lunghezza di spelatura A [mm (pollici)]
Pieno	0,25-1,5 (24-16)	5-6 (0,20-0,24)
Flessibile con ghiera	0,25-1,5 (24-16)	5-6 (0,20-0,24)

7.10.6 Collegamento dello schermo del cavo

Lo schermo del cavo deve essere completamente a contatto con il pressacavo EMC sulla piastra EMC. Rimuovere l'isolamento del cavo ed esporre lo schermo del cavo su tutta la superficie. Evitare schermi attorcigliati.



e30bv091.10

Illustrazione 42: Collegamento corretto dello schermo del cavo

7.10.7 Condivisione del carico/freno

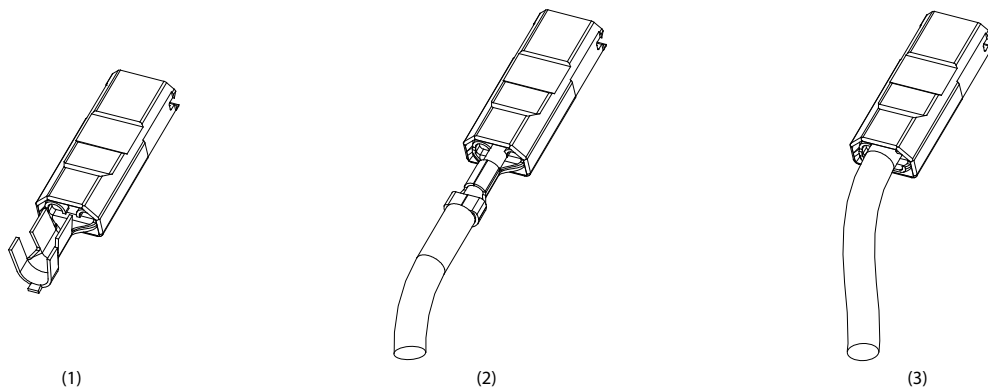
Tabella 54: Collegamento dei morsetti

Condivisione del carico	-UDC e +UDC/+BR
Freno	-BR e +UDC/+BR

- Per i convertitori di frequenza MA01a, MA02a e MA03a, cablare con il connettore consigliato (prese e linguette FASTON completamente isolate Ultra Pod, 521366-2, TE Connectivity).
- Per contenitori di altre dimensioni, montare i fili sul relativo morsetto e serrarli. Per la coppia di avvitamento massima richiesta, vedere il retro del coprimorsetti.

N O T A

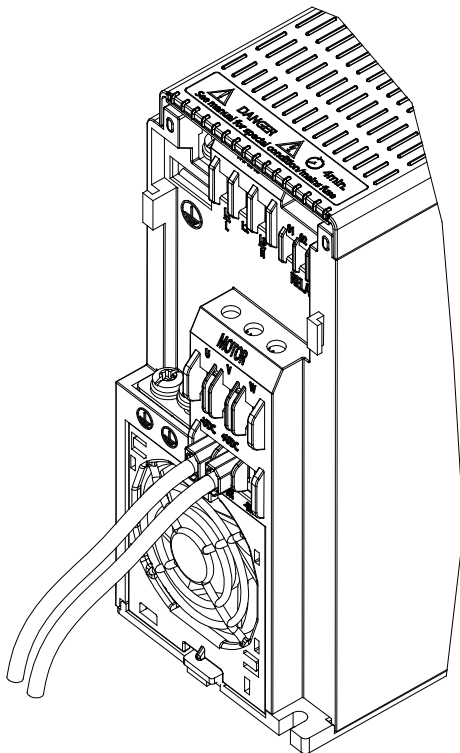
Possono essere presenti livelli di tensione fino a 850 V CC tra i morsetti +UDC/+BR e -UDC. Nessuna protezione contro i cortocircuiti.



e30bv089.10

Illustrazione 43: Cablaggio del connettore per condivisione del carico e freno

1	Connettore	3	Cablaggio completato
2	Cablaggio del connettore		



e30bv090.10

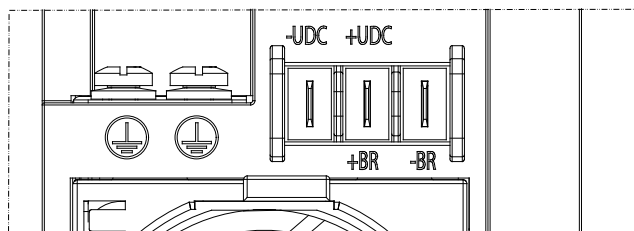
Illustrazione 44: Collegamento alla condivisione del carico e al freno

NOTA

FUNZIONE FRENO DI MA02A

Per MA02a, solo i convertitori di frequenza 3x380-480 V sono dotati di funzione freno.

- Non collegare il cavo del freno ai convertitori di frequenza MA02a 1x200-240 V.



e30bv102.10

Illustrazione 45: Funzione freno di MA02a (3x380-480 V)

8 Ordinazione

8.1 Codice modello

La configurazione del convertitore di frequenza è riportata nel codice modello. Il codice modello può essere utilizzato per individuare la configurazione specifica del convertitore di frequenza e le sue caratteristiche integrate.

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
i	C	2	-	3	0	F	A	3	N	0	4	-	0	1	A	2	E	2	0	F	0	+	A	C	B	C
								1	N	0	2									F	2		A	C	X	X
																				F	4					

e30by086.10

Illustrazione 46: Codice modello

Tabella 55: Esempio di codice modello finale

Descrizione	Posizione	Funzione
Gruppo prodotti	1-6	iC2-30
Categoria prodotti	7-8	FA: convertitore di frequenza, raffreddato ad aria
Tipo prodotto	9-10	<ul style="list-style-type: none"> 3N: alimentazione elettrica trifase 1N: alimentazione elettrica monofase
Tensione di rete	11-12	<ul style="list-style-type: none"> 04: 380-480 V CA 02: 200-240 V CA
Corrente nominale	14-17	01A2-43A0
Grado di protezione	18-20	E20: IP20/Tipo aperto
Categoria EMC	21-22	<ul style="list-style-type: none"> F0: categoria C1 (con filtro EMC incorporato) F2: categoria C2 (con filtro EMC incorporato) F4: categoria C4 (senza filtro EMC incorporato)
Chopper di frenatura integrato	Codice Plus	<ul style="list-style-type: none"> +ACBC: con chopper di frenatura integrato +ACXX: senza chopper di frenatura integrato

8.2 Ordine di accessori e ricambi

Tabella 56: Codici per l'ordine degli accessori

Categoria	Nome articolo	Codice
Kit di conversione IP21/Tipo 1	Kit di conversione IP21/Tipo 1, MA01c	132G0188
	Kit di conversione IP21/Tipo 1, MA02c	132G0189
	Kit di conversione IP21/Tipo 1, MA01a	132G0190
	Kit di conversione IP21/Tipo 1, MA02a	132G0191
	Kit di conversione IP21/Tipo 1, MA03a ⁽¹⁾	132G0192
	Kit di conversione IP21/Tipo 1, MA04a ⁽¹⁾	132G0193
	Kit di conversione IP21/Tipo 1, MA05a ⁽¹⁾	132G0194

Categoria	Nome articolo	Codice
Kit di conversione NEMA 1	Kit di conversione NEMA 1, MA01c	132G0195
	Kit di conversione NEMA 1, MA02c	132G0196
	Kit di conversione NEMA 1, MA01a	132G0197
	Kit di conversione NEMA 1, MA02a	132G0198
	Kit di conversione NEMA 1, MA03a ⁽¹⁾	132G0199
	Kit di conversione NEMA 1, MA04a ⁽¹⁾	132G0200
	Kit di conversione NEMA 1, MA05a ⁽¹⁾	132G0201
Kit di montaggio della piastra di disaccoppiamento	Kit di montaggio piastra di disaccoppiamento, MA01c	132G0202
	Kit di montaggio piastra di disaccoppiamento, MA02c	132G0203
	Kit di montaggio piastra di disaccoppiamento, MA01a	132G0204
	Kit di montaggio piastra di disaccoppiamento, MA02/03a	132G0205
	Kit di montaggio piastra di disaccoppiamento, MA04/05a ⁽¹⁾	132G0206
Connettori	Connettore per Common DC/resistenza di frenatura	132G0207
HMI e relativi accessori	Pannello di controllo 2.0 OP2 ⁽¹⁾	132G0234
	Kit di montaggio di superficie OA2 ⁽¹⁾	132G0235
	Kit di montaggio a incasso OA2 ⁽¹⁾	132G0236
	Cavo del pannello di controllo 1,5 m OA2 ⁽¹⁾	132G0237
	Cavo del pannello di controllo 3 m OA2 ⁽¹⁾	132G0238

¹ Attualmente non disponibile.

Tabella 57: Codici per l'ordine dei ricambi

Categoria	Nome articolo	Codice
Ventole di raffreddamento	Ventola di raffreddamento, MA02c	132G0215
	Ventola di raffreddamento, MA01a	132G0216
	Ventola di raffreddamento, MA02a	132G0217
	Ventola di raffreddamento, MA03a ⁽¹⁾	132G0218
	Ventola di raffreddamento, MA04a ⁽¹⁾	132G0219
	Ventola di raffreddamento, MA05a ⁽¹⁾	132G0220
Kit di ricambio	Kit parti di ricambio, MA01c	132G0221
	Kit parti di ricambio, MA02c	132G0222
	Kit parti di ricambio, MA01a	132G0223
	Kit parti di ricambio, MA02a	132G0224

Categoria	Nome articolo	Codice
	Kit parti di ricambio, MA03a ⁽¹⁾	132G0225
	Kit parti di ricambio, MA04a ⁽¹⁾	132G0226
	Kit parti di ricambio, MA05a ⁽¹⁾	132G0227

¹ Al momento non disponibile.

8.3 Ordine delle resistenze di frenatura

8.3.1 Introduzione

Danfoss offre una vasta gamma di resistenze diverse progettate specificamente per i nostri convertitori di frequenza. In questa sezione sono elencati i numeri d'ordine delle resistenze di frenatura. La resistenza della resistenza di frenatura data dai numeri d'ordine può essere maggiore di R_{rec} . In questo caso, l'effettiva coppia di frenata potrebbe essere inferiore alla coppia di frenata massima che il convertitore di frequenza può garantire.

8.3.2 Ordine delle resistenze di frenatura 10%

Tabella 58: iC2-Micro Frequency Converters - Rete: 3x380-480 V CA, duty cycle del 10%

Potenza nominale	P_m (HO)	R_{min}	$R_{br. nom}$	R_{rec}	Media P_{br}	Numeri d'ordine	Periodo	Sezione trasversale dei cavi ⁽¹⁾	Relè termico	Coppia di freno massima con resistenza
Trifase 380-480 V	[kW (cv)]	[Ω]	[Ω]	[Ω]	[kW (cv)]	175Uxxxx	[s]	[mm ² (AWG)]	[A]	[%]
05A3	2,2 (3,0)	139	163,95	155	0,190 (0,255)	3008	120	1,5 (16)	0,9	131
07A2	3 (4,0)	100	118,86	112	0,262 (0,351)	3300	120	1,5 (16)	1,3	131
09A0	4 (5,0)	74	87,93	83	0,354 (0,475)	3335	120	1,5 (16)	1,9	128

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

8.3.3 Ordine delle resistenze di frenatura 40%

Tabella 59: iC2-Micro Frequency Converters - Rete: 3x380-480 V CA, duty cycle del 40%

Potenza nominale	P _m (HO)	R _{min}	R _{br. nom}	R _{rec}	Media P _{br}	Numeri d'ordine	Periodo	Sezione trasversale dei cavi ⁽¹⁾	Relè termico	Coppia di freno massima con resistenza
Trifase 380-480 V (T4)	[kW (cv)]	[Ω]	[Ω]	[Ω]	[kW (cv)]	175Uxxxx	[s]	[mm ² (AWG)]	[A]	[%]
05A3	2,2 (3,0)	139	163,95	155	0,807 (1,082)	3312	120	1,5 (16)	2,1	131
07A2	3 (4,0)	100	118,86	112	1,113 (1,491)	3313	120	1,5 (16)	2,7	131
09A0	4 (5,0)	74	87,93	83	1,504 (2,016)	3314	120	1,5 (16)	3,7	128

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

Indice

A

Accesso per la manutenzione.....	53, 57
Accessori.....	81
Alimentazione di ingresso.....	15, 75
Alimentazione di rete.....	30, 30, 31
Alimentazione elettrica.....	16
Ambiente commerciale.....	40
Ambiente operativo.....	52
Ambiente residenziale.....	40
Approvazione CSA/cUL.....	11

B

Banco di condensatori.....	15
Bulloni.....	55

C

CA

Rete.....	14
Ingresso.....	14,75
Forma d'onda.....	15
Freno.....	27

Caduta di tensione di rete.....	71
---------------------------------	----

Cavo schermato.....	74
---------------------	----

CC

Corrente.....	14
Bus.....	14
Reattore.....	14
Freno.....	27

Certificazione Corea.....	11
---------------------------	----

Certificazioni.....	11
---------------------	----

Chopper di frenatura.....	15
---------------------------	----

Circuito di comando.....	15
--------------------------	----

Codice modello.....	81
---------------------	----

Collegamento dello schermo del cavo.....	77
--	----

Collegamento di messa a terra.....	72
------------------------------------	----

Collegamento di rete.....	72
---------------------------	----

Comandi remoti.....	14
---------------------	----

Commutazione sull'uscita.....	71
-------------------------------	----

Condivisione del carico.....	78
------------------------------	----

Condizione di funzionamento estrema.....	71
--	----

Condizioni ambientali

Stoccaggio.....	35
-----------------	----

Trasporto.....	36
----------------	----

Funzionamento.....	36
--------------------	----

Configuratore.....	7
--------------------	---

Conformità al Marchio RCM.....	11
--------------------------------	----

Conformità alla direttiva macchine.....	12
---	----

Conformità UL.....	11
--------------------	----

Connettori di alimentazione.....	37
----------------------------------	----

Considerazioni di sicurezza generali.....	8
---	---

Considerazioni EMC

Cavi di potenza.....	65
----------------------	----

Messa a terra.....	65
--------------------	----

Cavi di comando.....	66
----------------------	----

Considerazioni sui cavi di potenza.....	71
---	----

Considerazioni sulla manutenzione.....	53
--	----

Contenuto della fornitura.....	48
--------------------------------	----

Controllore esterno.....	14
--------------------------	----

Coprimorsetti.....	17
--------------------	----

Corrente di dispersione.....	62, 63, 65, 67
------------------------------	----------------

Corrente quadratica media.....	14
--------------------------------	----

Cortocircuito.....	71
--------------------	----

Cronologia delle versioni.....	7
--------------------------------	---

D

Dati tecnici

Rete.....	31
-----------	----

Uscita motore.....	32
--------------------	----

Caratteristiche della coppia.....	32
-----------------------------------	----

Ingresso digitale.....	32
------------------------	----

Ingresso a impulsi.....	32
-------------------------	----

Uscita digitale.....	33
----------------------	----

Uscita a impulsi.....	33
-----------------------	----

Ingresso analogico.....	33
-------------------------	----

Uscita analogica.....	34
-----------------------	----

Uscita a relè.....	34
--------------------	----

Tensioni ausiliarie.....	35
--------------------------	----

Declassamento.....	17, 43, 43, 44
--------------------	----------------

Diagramma a blocchi.....	14
--------------------------	----

Dimensione cavo.....	74
----------------------	----

Dimensioni

IP20/Tipo aperto.....	45
-----------------------	----

IP21/UL tipo 1.....	46
---------------------	----

NEMA 1.....	47
-------------	----

Dimensioni dei fili di controllo.....	77
---------------------------------------	----

Direttiva Bassa tensione.....	11
-------------------------------	----

Direttiva ErP.....	12
--------------------	----

Direttive.....	11
----------------	----

Direzioni di

montaggio.....	54,54
----------------	-------

Ubicazioni.....	54
-----------------	----

Disegni.....	7
--------------	---

Dispositivi medici.....	8
-------------------------	---

Dissipatore.....	54
------------------	----

Documentazione aggiuntiva.....	7
--------------------------------	---

dU/dt.....	42
------------	----

E

EAN.....	50
----------	----

Ecodesign.....	15
----------------	----

Efficienza energetica.....	15
----------------------------	----

EMC

Direttiva.....	12
----------------	----

Livello di conformità.....	39
----------------------------	----

Requisiti di emissione.....	40
-----------------------------	----

Requisiti di immunità.....	40
----------------------------	----

Compatibilità.....	41
--------------------	----

Etichette.....	48
----------------	----

Etichette del convertitore di frequenza.....	48
--	----

Etichette del prodotto.....	48, 48
-----------------------------	--------

Etichette di imballo.....	49
---------------------------	----

ETR.....	70
----------	----

F

Fattore di potenza.....	14
-------------------------	----

Filtro EMC integrato.....	17, 42
---------------------------	--------

Filtro integrato.....	17
-----------------------	----

Filtro RFI.....	14
-----------------	----

Frenatura dinamica.....	27
-------------------------	----

Freno.....	78
------------	----

Freno di stazionamento meccanico.....	27	P	Pannello di controllo.....	19
Freno resistenza.....	27		Pannello di controllo 2.0 OP2.....	19
Funzione freno.....	29		Passacavo.....	74
Fusibili.....	37		PELV.....	66
I			Perdite di potenza.....	15
I/O di controllo.....	32		Personale qualificato.....	7, 9
Informazioni sul prodotto.....	7		Pezzi di ricambio.....	82
Ingresso analogico.....	34		Porta RJ45.....	18
Ingresso di rete.....	14		Potenziometro.....	20
Interferenza elettromagnetica.....	8		Prerequisiti per l'installazione.....	52
Interruttori.....	37		Protezione da sovraccarico.....	31
Inverter.....	15	R		
IP20/Tipo aperto.....	16, 45, 52		Raddrizzatore.....	14
IP21/UL tipo 1.....	16, 46, 52		Raffreddamento ad aria forzata.....	57
Istruzioni di sicurezza.....	8		Raffreddamento ad aria naturale.....	57
K			Registro modifiche.....	7
Kit di conversione IP21/Tipo 1.....	81		Regolamento sul controllo delle esportazioni.....	13
Kit di conversione NEMA 1.....	82		Relè termico elettronico.....	70
Kit di montaggio piastra di disaccoppiamento.....	82		Rendimento del sistema.....	15
Kit di ricambio.....	82		Requisiti di serraggio.....	72
L			Resistenza di frenatura.....	28, 83
Limite di coppia.....	71		Retroazione del sistema.....	14
Limite di corrente.....	71		Riciclo.....	50
Limite velocità massimo.....	71		Rigenerazione dei condensatori.....	50
Limite velocità minima.....	71		RMS.....	14
Linee guida per il funzionamento sicuro.....	8		RoHS directive.....	12
M			RS485.....	18, 35, 77
Marchio CE.....	11		Rumorosità acustica.....	38
Marchio KC.....	11	S		
Materiale di supporto.....	7		Schema di cablaggio.....	7, 60
Messa a terra.....	75		Schemi di foratura.....	56
Momento d'inerzia.....	71		Scopo della guida.....	7
Monitoraggio termico.....	70		Sensori esterni.....	70
Morsetti di controllo.....	17, 75		Simboli.....	7
Motore			Sistema motorizzato.....	15
Monitoraggio dello stato.....	14		Smaltimento.....	50, 50
Protezione da sovraccarico.....	14		Sovraccarico statico nella modalità VVC+.....	71
Corrente.....	15		Sovratensione generata dal motore.....	71
Protezione termica.....	17		Spazio minimo per il raffreddamento.....	57
Lunghezza del cavo.....	41		Spie luminose.....	20
Tensione.....	42		Sportello scorrevole	
Installazione.....	68		Smontaggio.....	21
Tipi.....	69		Riassemblaggio.....	22
Isolamento.....	69		Stoccaggio.....	51
Fase.....	71		Surriscaldamento.....	70
Collegamento.....	72	T		
MyDrive® Insight.....	27		Tempo di salita.....	42
N			Tensione	
NEMA 1.....	47		Avviso di sicurezza.....	8
Numero articolo europeo.....	50		Tipi di rete.....	61, 61
O			Trasporto.....	51
Omologazioni.....	11, 11	U		
			UKCA.....	11
			Uso improprio prevedibile.....	14
			Uso previsto.....	14

V	Viti.....	55
Ventola di raffreddamento.....		54, 82

Danfoss A/S
Ulsnaes 1
DK-6300 Graasten
drives.danfoss.com

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

