



Guida operativa Safe Torque Off

Convertitori di frequenza VLT®



Sommar

1 Introduzione	2
1.1 Scopo del manuale	2
1.2 Risorse aggiuntive	2
1.3 Panoramica funzionale	2
1.4 Approvazioni e certificazioni	3
1.5 Simboli, abbreviazioni e convenzioni	4
2 Sicurezza	5
2.1 Simboli di sicurezza	5
2.2 Personale qualificato	5
2.3 Precauzioni di sicurezza	5
3 Installazione	7
3.1 Istruzioni di sicurezza	7
3.2 Installazione STO	7
3.3 Installazione in combinazione con la VLT® PTC Thermistor Card MCB 112	8
4 Messa in funzione	9
4.1 Istruzioni di sicurezza	9
4.2 Attivazione di STO	9
4.3 Impostazioni parametri per STO in combinazione con la VLT® PTC Thermistor Card MCB 112	9
4.4 Comportamento di riavvio automatico/manuale	9
4.5 Test di messa in funzione STO	10
4.6 Sicurezza di configurazione del sistema	10
4.7 Assistenza e manutenzione	10
5 Esempi applicativi	12
5.1 Dati SISTEMA	12
5.2 Arresto di emergenza del convertitore di frequenza con Safe Torque Off - Categoria 1, PL c, SIL 1	12
5.3 Arresto di emergenza del convertitore di frequenza con Safe Torque Off utilizzando un relè di sicurezza - Categoria 3, PL d, SIL 2	13
5.4 Arresto di emergenza del convertitore di frequenza con Safe Torque Off, relè di sicurezza e contattore di uscita - Categoria 4, PL e, SIL 3D	14
5.5 Arresto di emergenza dei convertitori di frequenza multipli - Categoria 3, PL d, SIL 2	15
6 Dati tecnici STO	17
Indice	18

1 Introduzione

1.1 Scopo del manuale

Questo manuale fornisce informazioni per l'uso di convertitori di frequenza Danfoss VLT® in applicazioni di sicurezza funzionale. Il manuale include informazioni sugli standard di sicurezza funzionale, sulla funzione Safe Torque Off (STO) del convertitore di frequenza Danfoss VLT®, sulla relativa installazione e messa in funzione e sull'assistenza e sulla manutenzione per STO.

VLT® è un marchio registrato.

1.2 Risorse aggiuntive

Questo manuale è rivolto agli utenti che hanno già dimestichezza con convertitori di frequenza VLT®. È concepito come un supplemento ai manuali e alle istruzioni da scaricare all'indirizzo drives.danfoss.com/knowledge-center/technical-documentation/. Leggere le istruzioni spedite con il convertitore di frequenza e/o l'opzione convertitore di frequenza prima di installare l'unità e osservare le istruzioni per un'installazione sicura.

1.3 Panoramica funzionale

1.3.1 Introduzione

La funzione Safe Torque Off (STO) è un componente in un sistema di controllo di sicurezza che impedisce all'unità di generare la potenza necessaria a far ruotare il motore.

AVVISO!

Selezionare e applicare correttamente i componenti nel sistema di controllo di sicurezza per ottenere il livello di sicurezza operativa desiderato. Prima di integrare e utilizzare STO in un impianto, effettuare un'approfondita analisi dei rischi sull'impianto per determinare se la funzionalità STO e i livelli di sicurezza sono adeguati e sufficienti.

Il convertitore di frequenza VLT® è disponibile con:

- Safe Torque Off (STO), come definito dalla norma EN IEC 61800-5-2.
- Categoria di arresto 0 come definito nella norma EN 60204-1.

Il convertitore di frequenza integra la funzione STO tramite il morsetto di controllo 37.

Il convertitore di frequenza VLT® con funzionalità STO è progettato e ritenuto adatto per i requisiti di:

- Categoria 3 nella norma EN ISO 13849-1.
- Livello di prestazioni "d" nella norma ISO EN 13849-1.
- SIL 2 nelle norme IEC 61508 ed EN 61800-5-2.
- SILCL 2 nella norma EN 62061.

1.3.2 Prodotti coperti e identificazione

La funzione STO è disponibile per i seguenti tipi di convertitori di frequenza:

- VLT® HVAC Drive FC 102
- VLT® Refrigeration Drive FC 103
- VLT® AQUA Drive FC 202
- Dimensione dell'alloggiamento A1 VLT® AutomationDrive FC 301
- VLT® AutomationDrive FC 302
- VLT® Decentral Drive FCD 302
- VLT® Parallel Drive Modules

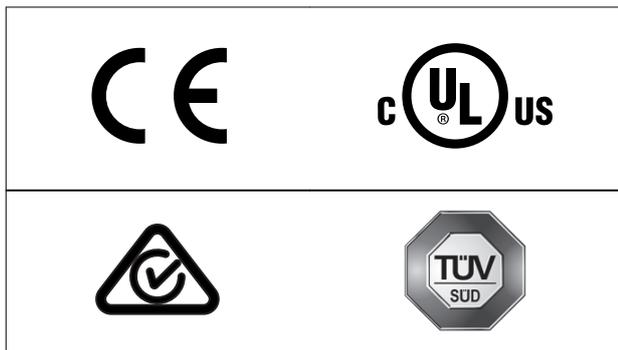
Identificazione

- Confermare che il convertitore di frequenza è configurato con la funzione STO controllando il codice dell'unità sulla targa (vedere la *Tabella 1.1*).

Prodotto	Codice tipo
VLT® HVAC Drive FC 102	T o U alla cifra 18 del codice tipo
VLT® Refrigeration Drive FC 103	T alla cifra 18 del codice tipo
VLT® AQUA Drive FC 202	T o U alla cifra 18 del codice tipo
Dimensione dell'alloggiamento A1 VLT® AutomationDrive FC 301	T alla cifra 18 del codice tipo
VLT® AutomationDrive FC 302	X, B o R alla cifra 18 del codice tipo
VLT® Decentral Drive FCD 302	X, B o R alla cifra 18 del codice tipo
VLT® Parallel Drive Modules	T o U alla cifra 18 del codice tipo

Tabella 1.1 Identificazione del codice

1.4 Approvazioni e certificazioni



Sono disponibili ulteriori omologazioni e certificazioni.
Contattare un partner Danfoss locale.

1.4.1 Norme applicate e conformità

L'uso di STO sul morsetto 37 richiede che l'utente soddisfi tutte le norme di sicurezza, inclusi le leggi, i regolamenti e le direttive vigenti.

La funzione STO integrata è conforme alle seguenti norme:

- IEC/EN 60204-1: 2016 Arresto categoria 0 – arresto non controllato
- IEC/EN 61508: 2010 SIL2
- IEC/EC 61800-5-2: 2016
- IEC/EN 62601: 2015 SIL CL2
- EN ISO 13849-1: 2015 - Categoria 3 PL d

1.5 Simboli, abbreviazioni e convenzioni

Abbreviazione	Riferimento	Descrizione
B _{10d}		Numero di cicli fino al 10% dei componenti che presentano un guasto pericoloso (per componenti pneumatici ed elettromeccanici).
Cat.	EN ISO 13849-1	Categoria, livello "B, 1-4"
CCF		Guasto causa comune
DC		Copertura diagnostica, valore classificato in "Basso", "Medio" o "Alto".
FIT		Guasto nel tempo: 1E-9/ora
HFT	EN IEC 61508	Tolleranza ai guasti hardware: HFT = n indica che n+1 guasti possono causare una perdita della funzione di sicurezza.
MTTFd	EN ISO 13849-1	Tempo medio al guasto pericoloso, valore classificato in "Basso", "Medio" o "Alto".
PFH	EN IEC 61508	Probabilità di guasto pericoloso per ora. Considerare questo valore se il dispositivo di sicurezza funziona in condizioni gravose o in modalità continua, in cui la frequenza di richieste di funzionamento su un sistema di sicurezza è superiore a una all'anno.
PFD	EN IEC 61508	Probabilità media di guasto alla richiesta, valore usato per un funzionamento con bassa richiesta.
PL	EN ISO 13849-1	Livello discreto utilizzato per specificare la possibilità dei componenti collegati alla sicurezza facenti parte del sistema di controllo di eseguire la funzione di sicurezza in tutte le condizioni prevedibili. Livelli divisi in a-e.
PLr		Livello di prestazione richiesto (il livello di prestazione richiesto per una particolare funzione di sicurezza).
SIL	EN IEC 61508 EN IEC 62061	Livello di integrità di sicurezza
STO	EN IEC 61800-5-2	Safe Torque Off
SS1	EN IEC 61800-5-2	Arresto di sicurezza 1
SRECS	EN IEC 62061	Sistema di controllo elettrico di sicurezza
SRP/CS	EN ISO 13849-1	Parti di sistemi di controllo legate alla sicurezza
PDS/SR	EN IEC 61800-5-2	Sistema motorizzato (legato alla sicurezza)

Tabella 1.2 Abbreviazioni correlate alla sicurezza funzionale

Convenzioni

Gli elenchi numerati indicano le procedure. Gli elenchi puntati indicano altre informazioni e una descrizione delle illustrazioni.

Il testo in corsivo indica:

- Riferimento incrociato.
- Collegamento.
- Nomi di parametri.
- Nota a piè di pagina.
- Gruppi di parametri.
- Opzioni di parametri.
- Allarmi e avvisi.

Tutte le dimensioni espresse nei disegni sono fornite in entrambe le unità di misura metrica e imperiale (tra parentesi), ad esempio: mm (pollici).

Un asterisco (*) indica l'impostazione di fabbrica del parametro.

2 Sicurezza

2.1 Simboli di sicurezza

Nella presente guida vengono usati i seguenti simboli:



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



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



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

2.2 Personale qualificato

Soltanto alle persone con comprovate abilità è consentito montare, installare, programmare, mettere in funzione, mantenere e mettere fuori servizio i prodotti. Il personale con comprovate abilità:

- Comprende ingegneri elettrici qualificati o persone formate da ingegneri elettrici qualificati e che abbiano un'esperienza adeguata nel far funzionare dispositivi, sistemi, impianti e macchinari in conformità agli standard e alle linee guida generali relativi alle tecnologie per la sicurezza.
- Ha familiarità con le norme di base riguardanti la protezione dai rischi e la prevenzione degli infortuni.
- Ha letto e compreso le direttive generiche di sicurezza fornite nel presente manuale e le istruzioni contenute nel manuale di funzionamento del convertitore di frequenza.
- Possiede una buona conoscenza delle norme generiche e specifiche valide per l'applicazione specifica.

Gli utenti di sistemi motorizzati (legati alla sicurezza) (PDS(SR)) sono responsabili di:

- Analisi dei rischi dell'applicazione.
- Individuazione delle funzioni di sicurezza necessarie e assegnazione di SIL o PLr a ognuna delle funzioni.

- Altri sottosistemi e validità dei segnali e dei comandi da essi provenienti.
- Progettazione di sistemi di controllo di sicurezza adeguati (hardware, software, parametrizzazione ecc.).

Misure di protezione

- Solo al personale qualificato e capace è consentito installare e mettere in funzione sistemi di sicurezza.
- Installare il convertitore di frequenza in un armadio IP54 secondo la norma IEC 60529 oppure in un ambiente equivalente. In caso di applicazioni particolari potrebbe essere necessario un contenitore con un grado di protezione IP maggiore.
- Assicurare la protezione da cortocircuito del cavo tra l'opzione di sicurezza e il dispositivo di sicurezza esterno in base a ISO 13849-2 tabella D. 4. Quando forze esterne influiscono sull'asse motore (per esempio carichi sospesi), sono necessarie misure aggiuntive (per esempio un freno di mantenimento di sicurezza) per eliminare i rischi.

2.3 Precauzioni di sicurezza

Vedere il capitolo *Sicurezza* nel *Manuale di funzionamento/nelle guide* pertinenti per le precauzioni generali di sicurezza.



Dopo l'installazione dell'STO, eseguire un test di messa in funzione come specificato in *capitolo 4.5 Test di messa in funzione STO*. Dopo la prima installazione è necessario superare un test di messa in funzione, che va ripetuto dopo ogni modifica all'impianto di sicurezza.



RISCHIO DI MORTE E GRAVI LESIONI

Se sul motore agiscono forze esterne, per esempio in caso di assi verticali (carichi sospesi), e un movimento imprevisto, ad esempio dovuto alla forza di gravità, potrebbe causare un pericolo, il motore deve essere dotato di misure supplementari che proteggano dalle cadute. Per esempio, installare freni meccanici supplementari.

⚠️ AVVISO**RISCHIO DI MORTE E GRAVI LESIONI**

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

⚠️ AVVISO**RISCHIO DI SCOSSA ELETTRICA**

La funzione STO NON isola la tensione di rete dal convertitore di frequenza o dai circuiti ausiliari. Eseguire interventi sui componenti elettrici del convertitore di frequenza o del motore soltanto dopo aver scollegato l'alimentazione della tensione di rete e avere aspettato che sia trascorso il tempo di scarica specificato nella sezione *Sicurezza* nel *Manuale di funzionamento/nelle guide* pertinenti. Il mancato isolamento dell'alimentazione della tensione di rete dall'unità e la mancata attesa per il tempo specificato potrebbero provocare lesioni serie e mortali.

- Non arrestare il convertitore di frequenza usando la funzione STO. Se un convertitore di frequenza in funzione viene arrestato utilizzando questa funzione, l'unità scatta e si arresta a rotazione libera. Se questa limitazione non è accettabile, per esempio perché è pericolosa, usare la modalità di arresto adeguata per fermare il convertitore di frequenza e il macchinario prima di usare la funzione STO. In alcune applicazioni può essere necessario un freno meccanico.
- STO è adatto per eseguire lavoro meccanico solo sul sistema convertitore di frequenza o sulla zona interessata di una macchina. Non offre sicurezza elettrica. La funzione STO non deve essere usata come comando per avviare e/o arrestare il convertitore di frequenza.

⚠️ ATTENZIONE**RIAVVIO AUTOMATICO**

Il comportamento di riavvio automatico è consentito solo in una delle due situazioni:

- La prevenzione del riavvio involontario viene assicurata da altre parti dell'impianto STO.
- Una presenza nella zona pericolosa può essere esclusa fisicamente quando l'STO non è attivato. In particolare deve essere rispettato il paragrafo 6.3.3.2.5 della ISO 12100: 2010.

⚠️ AVVISO**RISCHIO DI MORTE E GRAVI LESIONI**

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

AVVISO!

Effettuare una valutazione dei rischi per ciascuna funzione di arresto al fine di determinare la selezione di una categoria di arresto in conformità alla norma EN 60204-1:

- La categoria di arresto 0 si ottiene scollegando immediatamente l'alimentazione all'attuatore, provocando un arresto a ruota libera non controllato. L'STO secondo la EN 61800-5-2 assicura un arresto della categoria di arresto 0.
- La categoria di arresto 1 viene ottenuta con l'alimentazione disponibile affinché gli attuatori della macchina eseguano l'arresto. L'alimentazione viene rimossa dagli attuatori dopo l'arresto secondo la EN 61800-5-2 Safe Stop 1 (SS1).
- La categoria di arresto 2 è un arresto controllato con il mantenimento dell'alimentazione agli attuatori della macchina. All'arresto segue una funzione di mantenimento sotto tensione.

AVVISO!

Durante la progettazione dell'applicazione della macchina deve essere tenuto conto del tempo e della distanza per un arresto a ruota libera (categoria di arresto 0 o STO). Per maggiori informazioni sulle categorie di arresto, fare riferimento a EN 60204-1.

3 Installazione

3.1 Istruzioni di sicurezza

ATTENZIONE

RISCHIO ELETTRICO

L'operatore o installatore elettrico è responsabile per la corretta messa a terra e la conformità a tutte le norme di sicurezza nazionali e locali pertinenti.

Vedere capitolo 2 Sicurezza e il Manuale di funzionamento/le guide del convertitore di frequenza pertinenti. Osservare sempre anche le istruzioni fornite dal produttore del motore.

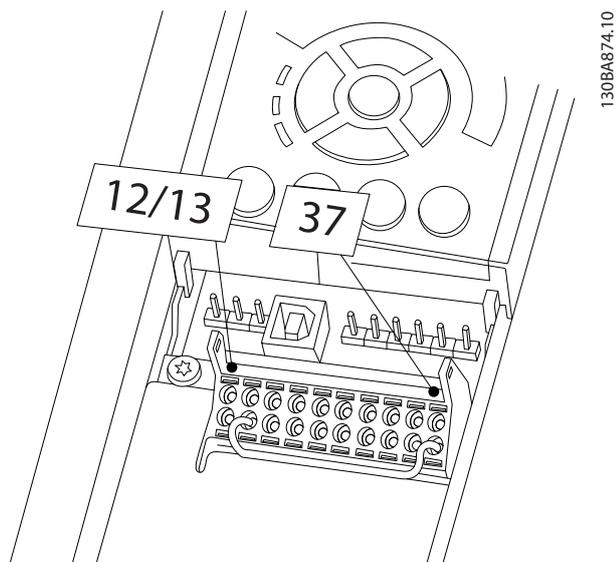
3.2 Installazione STO

Per il collegamento del motore, il collegamento di rete CA e i cavi di controllo attenersi alle istruzioni per un'installazione sicura nel manuale di funzionamento/nelle guide del convertitore di frequenza.

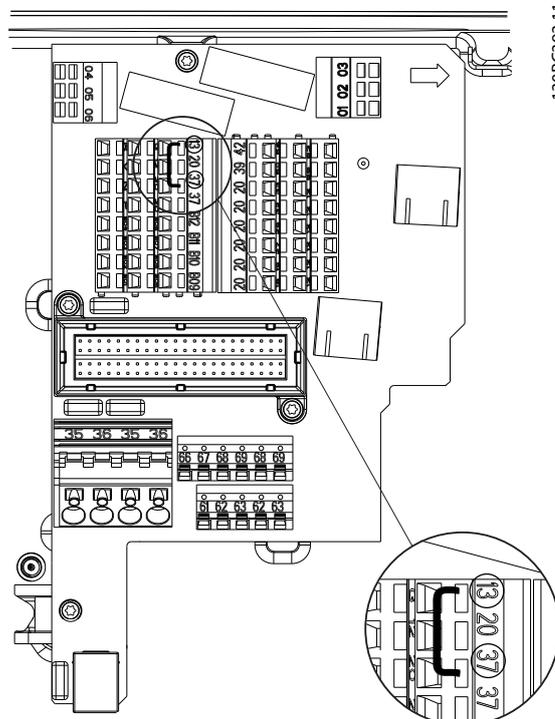
Per l'installazione con la VLT® PTC Thermistor Card MCB 112 certificata Ex vedere il capitolo 3.3 Installazione in combinazione con la VLT® PTC Thermistor Card MCB 112.

Abilitare l'STO integrato come segue:

1. Rimuovere il cavo del jumper fra i morsetti di controllo 37 e 12 o 13. Non è sufficiente tagliare o rompere il ponticello per evitare il cortocircuito (vedere il ponticello nell'Disegno 3.1).



Disegno 3.1 Ponticello tra i morsetti 12/13 (24 V) e 37 (tutti i convertitori di frequenza tranne FCD 302).



Disegno 3.2 Ponticello tra i morsetti 13 (24 V) e 37 (FCD 302)

2. Per esempio, collegare un relè esterno di monitoraggio di sicurezza tramite una funzione di sicurezza NO al morsetto 37 (STO) e al morsetto 12 o 13 (24 V CC). Esempi di collegamento e di applicazione sono disponibili nel capitolo 5 Esempi applicativi.
3. Completare il cablaggio secondo le istruzioni fornite nel manuale di funzionamento/nelle guide del convertitore di frequenza.

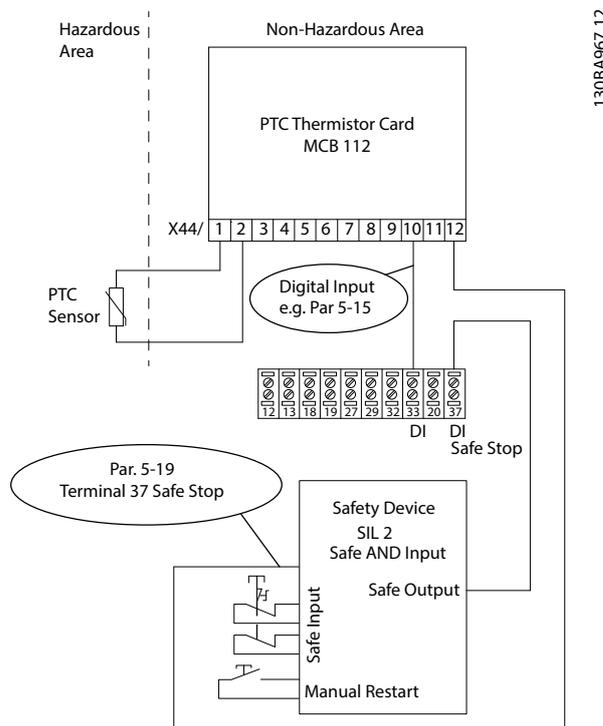
3.3 Installazione in combinazione con la VLT® PTC Thermistor Card MCB 112

AVVISO!

La combinazione di VLT® PTC Thermistor Card MCB 112 e funzione STO è disponibile soltanto per VLT® HVAC Drive FC 102, VLT® AQUA Drive FC 202, VLT® AutomationDrive FC 302 e VLT® AutomationDrive FC 301 con dimensione dell'alloggiamento A1.

La VLT® PTC Thermistor Card MCB 112 utilizza il morsetto 37 come suo canale di disinserzione di sicurezza.

- Assicurarsi che l'uscita X44/12 dell'MCB 112 sia impostata su AND con il sensore di sicurezza (ad esempio, pulsante di arresto di emergenza e interruttore di sicurezza) che attiva l'STO. Questo significa che l'uscita al morsetto 37 STO è ALTA (24 V) solo se entrambi i segnali dall'uscita X44/12 dell'MCB 112 e il segnale di sicurezza sono ALTI. Se almeno uno dei due segnali è BASSO, allora anche l'uscita al morsetto 37 deve essere BASSA.
- Assicurarsi che il dispositivo di sicurezza con logica AND soddisfi il livello di sicurezza necessario.
- Proteggere dal cortocircuito il collegamento dall'uscita del dispositivo di sicurezza con logica AND sicura al morsetto 37 STO, vedere la *Disegno 3.3*.



Disegno 3.3 Combinazione di un'applicazione STO e un'applicazione MCB 112

La *Disegno 3.3* mostra un ingresso di riavvio per il dispositivo di sicurezza esterno. Ciò significa che in questa installazione il parametro 5-19 Terminal 37 Safe Stop può essere impostato sul valore [7] PTC 1 e relè W oppure [8] PTC 1 e relè A/W. Per maggiori informazioni consultare il *Manuale di funzionamento di VLT® PTC Thermistor Card MCB 112*.

4 Messa in funzione

4.1 Istruzioni di sicurezza

ATTENZIONE

RISCHIO ELETTRICO

L'operatore o installatore elettrico è responsabile per la corretta messa a terra e la conformità a tutte le norme di sicurezza nazionali e locali pertinenti.

Vedere capitolo 2 Sicurezza e il Manuale di funzionamento/le guide del convertitore di frequenza pertinenti. Osservare sempre anche le istruzioni fornite dal produttore del motore.

4.2 Attivazione di STO

La funzione STO viene attivata rimuovendo la tensione sul morsetto 37 del convertitore di frequenza. Collegando il convertitore di frequenza ai dispositivi di sicurezza esterni che dispongono di un ritardo sicuro, può essere ottenuta un'installazione per un arresto di sicurezza 1. I dispositivi di sicurezza esterni devono soddisfare la cat./PL o SIL quando collegati al morsetto 37. La funzione STO può essere utilizzata per motori asincroni, sincroni e a magneti permanenti.

Quando viene attivata la funzione STO (morsetto 37) il convertitore di frequenza emette un allarme, fa scattare l'unità e fa girare il motore a ruota libera fino all'arresto. È necessario un riavvio manuale. Usare la funzione STO per arrestare il convertitore di frequenza in situazioni di arresto di emergenza. Nel modo di funzionamento normale, se l'STO non è necessario, usare la funzione di arresto standard. Assicurarsi che i requisiti secondo ISO 12100 paragrafo 6.3.3.2.5 siano soddisfatti prima di usare la funzione di riavvio automatico.

4.3 Impostazioni parametri per STO in combinazione con la VLT® PTC Thermistor Card MCB 112

Quando MCB 112 è collegato sono disponibili più selezioni per parametro 5-19 Terminal 37 Safe Stop (da [4] Allarme PTC 1 a [9] PTC 1 e relè W/A).

- Le selezioni [1]* All. arresto di sic. e [3] Adv. arresto di sic. sono ancora disponibili ma sono concepite per impianti senza MCB 112 o dispositivi di sicurezza esterni. Se vengono selezionati [1]* All. arresto di sic. o [3] Adv. arresto di sic. e viene attivato MCB 112, il convertitore di frequenza reagisce con l'allarme

72, Guasto peric. e fa girare il motore a ruota libera in modo sicuro, senza riavvio automatico.

- Non selezionare [4] Allarme PTC 1 e [5] Avviso PTC 1 se si utilizza un dispositivo di sicurezza esterno. Queste selezioni sono destinate alle situazioni in cui soltanto l'MCB 112 utilizza l'STO. Se si selezionano [4] Allarme PTC 1 o [5] Avviso PTC 1 e il dispositivo di sicurezza esterno attiva STO, il convertitore di frequenza emette l'allarme 72, Guasto peric. e fa procedere il convertitore di frequenza a ruota libera in modo sicuro, senza riavvio automatico.
- Selezionare [6] PTC 1 e relè A fino a [9] PTC 1 e relè W/A per la combinazione del dispositivo di sicurezza esterno e MCB 112.

ATTENZIONE

RIAVVIO AUTOMATICO

Le selezioni consentono il riavvio automatico quando il dispositivo di sicurezza esterno viene disattivato.

Prima di selezionare [7] PTC 1 e relè W o [8] PTC 1 e relè A/W, assicurarsi che:

- La prevenzione del riavvio involontario sia implementata da altre parti dell'impianto STO, oppure
- Una presenza nella zona pericolosa possa essere esclusa fisicamente quando l'STO non è attivato. In particolare deve essere rispettato il paragrafo 6.3.3.2.5 della ISO 12100:2010.

Vedere il Manuale di funzionamento di VLT® PTC Thermistor Card MCB 112 per maggiori informazioni.

4.4 Comportamento di riavvio automatico/manuale

Lo stato predefinito STO impedisce riavvii involontari (Prevenzione del comportamento di riavvio). Per terminare STO e riattivare il funzionamento normale:

- Riapplicare l'alimentazione a 24 V CC al morsetto 37.
- Fornire un segnale di riavvio (tramite bus, I/O digitali o il tasto [Reset]).

Impostare la funzione STO al riavvio automatico impostando il valore del parametro 5-19 Terminal 37 Safe Stop dal valore predefinito [1]* All. arresto di sic. al valore [3] Adv. arresto di sic.

Il riavvio automatico significa che l'STO è terminato e riprende il funzionamento normale quando viene applicata

la tensione a 24 V CC al morsetto 37. Non è necessario alcun segnale di ripristino.

4.5 Test di messa in funzione STO

Dopo l'installazione e prima del primo funzionamento eseguire un test di messa in funzione dell'impianto utilizzando la funzione STO.

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

AVVISO!

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

Per eseguire un test di messa in funzione:

- Seguire le istruzioni nel capitolo 4.5.1 *Prevenzione del riavvio per l'applicazione STO* per applicazioni senza riavvio automatico dopo un arresto di sicurezza oppure
- Seguire le istruzioni nel capitolo 4.5.2 *Riavvio automatico dell'applicazione STO* per applicazioni con riavvio automatico dopo un arresto di sicurezza.

4.5.1 Prevenzione del riavvio per l'applicazione STO

Applicazione in cui *parametro 5-19 Terminal 37 Safe Stop* viene impostato sul valore di default [1]* *All. arresto di sic.* oppure STO combinato e VLT® PTC Thermistor MCB 112 in cui *parametro 5-19 Terminal 37 Safe Stop* viene impostato su [6] *PTC 1 e relè A* o [9] *PTC 1 e relè W/A*):

1. Rimuovere la tensione di alimentazione 24 V CC al morsetto 37 usando il sezionatore mentre il motore è azionato dal convertitore di frequenza (vale a dire quando l'alimentazione di rete non è interrotta).
2. Controllare che:
 - 2a il motore giri a ruota libera;
 - 2b il freno meccanico si attivi (se collegato);
 - 2c se è montato, il pannello di controllo locale (LCP) visualizzi *Allarme 68, Arresto sicuro*.
3. Riapplicare i 24 V CC al morsetto 37.
4. Assicurarsi che il motore rimanga nello stato di funzionamento a ruota libera e il freno meccanico rimanga attivato (se collegato).
5. Inviare un segnale di ripristino (tramite bus, I/O digitali o il tasto [Reset]).
6. Assicurarsi che il motore torni nuovamente operativo.

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

4.5.2 Riavvio automatico dell'applicazione STO

Applicazione in cui il *parametro 5-19 Terminal 37 Safe Stop* viene impostato su [3] *Avv. arresto di sic.* o Safe Torque Off combinato e VLT® PTC Thermistor MCB 112 in cui il *parametro 5-19 Terminal 37 Safe Stop* viene impostato su [7] *PTC 1 e relè W* oppure [8] *PTC 1 e relè A/W*:

1. Rimuovere la tensione di alimentazione 24 V CC al morsetto 37 mediante il sezionatore mentre il motore è azionato dal convertitore di frequenza (vale a dire quando l'alimentazione di rete non è interrotta).
2. Controllare che:
 - 2a Il motore giri a ruota libera.
 - 2b Il freno meccanico si attivi (se collegato).
 - 2c Se è montato, il pannello di controllo locale (LCP) visualizzi *Avviso 68, Arresto sicuro*.
3. Riapplicare i 24 V CC al morsetto 37.
4. Assicurarsi che il motore torni nuovamente operativo.

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

AVVISO!

Vedere l'avviso relativo al comportamento di riavvio nel capitolo 2.3 Precauzioni di sicurezza.

4.6 Sicurezza di configurazione del sistema

- Le misure di sicurezza rientrano nelle responsabilità dell'utente.
- I parametri del convertitore di frequenza possono essere protetti da password.

4.7 Assistenza e manutenzione

È necessario che il PL d o il SIL2 effettuino un test del funzionamento ogni 12 mesi per rilevare eventuali guasti o malfunzionamenti della funzionalità STO; con PL o SIL inferiori il test è invece consigliabile.

Per effettuare il test del funzionamento, eseguire i seguenti passi (o un metodo simile adatto per l'applicazione):

1. Rimuovere l'alimentazione di tensione a 24 V CC dal morsetto 37.
2. Controllare se l'LCP visualizza l'*Allarme 68, Arresto sicuro*.
3. Verificare che il convertitore di frequenza faccia scattare l'unità.

4. Verificare che il motore stia girando a ruota libera e si arresti completamente.
5. Verificare che il motore non possa essere avviato.
6. Ricollegare l'alimentazione di tensione a 24 V CC al morsetto 37.
7. Verificare che il motore non venga avviato automaticamente e che riparta soltanto inviando un segnale di ripristino (tramite bus, I/O digitali o tasto [Reset]).

5 Esempi applicativi

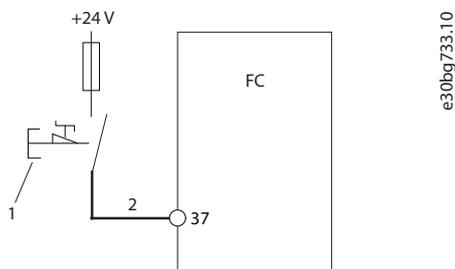
5.1 Dati SISTEMA

SISTEMA (Strumento software di sicurezza per la valutazione di applicazioni per macchine) è un software che permette agli sviluppatori e ai collaudatori di effettuare controlli relativi alla sicurezza delle macchine, la cui valutazione avviene sulla scorta dei parametri della norma ISO 13849-1.

Sono disponibili dati per la sicurezza funzionale da una libreria utilizzabile con il software di calcolo SISTEMA di IFA (Istituto per la salute e la sicurezza sul lavoro del Fondo di assicurazione tedesca obbligatoria contro gli infortuni) e i dati per il calcolo manuale. SISTEMA è disponibile per il download all'indirizzo www.danfoss.com/en/service-and-support/downloads/dds/sistema-safety-integrity-software-tool/#overview.

5.2 Arresto di emergenza del convertitore di frequenza con Safe Torque Off - Categoria 1, PL c, SIL 1

La *Disegno 5.1* mostra un arresto di emergenza con Safe Torque Off - Esempio applicativo di categoria 1, PL c, SIL 1.



1	Pulsante di arresto di emergenza
2	Cavo protetto dai cortocircuiti (se esterno all'armadio di installazione IP54). Per ulteriori informazioni vedere la norma ISO 13849-2 tabella D.4

Disegno 5.1 Arresto di emergenza con Safe Torque Off - Categoria 1, PL c, SIL 1

Funzione di sicurezza

In caso di emergenza vengono attivati il dispositivo di arresto di emergenza e la funzione Safe Torque Off (STO) del convertitore di frequenza. Dopo un comando di arresto o di arresto di emergenza il convertitore di frequenza viene arrestato.

Caratteristiche progettuali

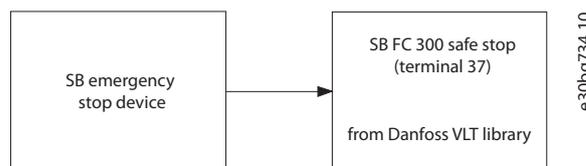
- Il circuito può essere utilizzato fino alla Categoria 1, PL c (ISO 13849-1) o SIL 1 (EN 62061 e IEC 61508).
- La funzione Safe Torque Off (STO) viene attivata tramite un contatto di commutazione ad apertura positiva NC (secondo IEC 60947-1, IEC 60947-5-1 e IEC 60947-5-5-5).
- Per PL c è necessario calcolare tutte le funzioni di sicurezza (MTTFd).
- Utilizzare i principi di sicurezza di base.
- Il dispositivo utilizzato per l'attivazione di Safe Torque Off (STO) deve essere adatto alla categoria selezionata, PL o SIL.

Quando si effettua l'arresto di emergenza prestare attenzione ai suggerimenti forniti di seguito:

- Tutte le norme non correlate alla sicurezza devono essere rispettate a livello dell'applicazione e dei relativi componenti.
- Il progettista dell'applicazione è responsabile della scelta dei componenti adatti.
- Il cavo mostrato in grassetto nell'*Disegno 5.1* deve essere protetto da cortocircuito secondo la norma ISO 13849-2, tabella D.4.
- Per soddisfare il PL c è necessario calcolare MTTFd e DC per l'intera funzione di sicurezza.
- Il valore B_{10d} del dispositivo di arresto di emergenza deve essere noto. Il valore di B_{10d} deve essere abbastanza alto da soddisfare l'MTTFd corrispondente al PL c.

Implementazione in SISTEMA utilizzando la libreria VTL Danfoss.

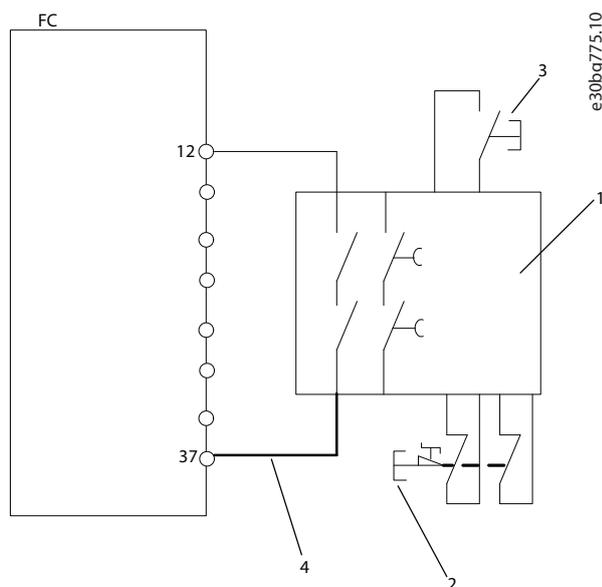
Come esempio, usare il sottosistema "VLT® AutomationDrive FC 302/FCD 302 Safe Torque Off (morsetto 37)". Non è necessario modificare tutti i parametri impostati nella libreria.



Disegno 5.2 Diagramma a blocchi relativo alla sicurezza

5.3 Arresto di emergenza del convertitore di frequenza con Safe Torque Off utilizzando un relè di sicurezza - Categoria 3, PL d, SIL 2

La *Disegno 5.3* mostra un arresto di emergenza con Safe Torque Off utilizzando un relè di sicurezza - Esempio applicativo di categoria 3, PL c, SIL 2.



1	Relè di sicurezza (categoria 3, PL d o SIL 2)
2	Pulsante di arresto di emergenza
3	Tasto reset
4	Cavo protetto dai cortocircuiti (se esterno all'armadio di installazione IP54). Per ulteriori informazioni vedere la norma ISO 13849-2 tabella D.4

Disegno 5.3 Esempio di installazione per ottenere una categoria di arresto 0 (EN 60204-1) con cat. di sicurezza 3/PL "d" (ISO 13849-1) o SIL 2 (EN 62061 e IEC 61508).

Funzione di sicurezza

In caso di emergenza vengono attivati il dispositivo di arresto di emergenza e la funzione Safe Torque Off (STO) del convertitore di frequenza. Dopo un comando di arresto o di arresto di emergenza il convertitore di frequenza viene arrestato.

Caratteristiche progettuali

- Il circuito può essere utilizzato fino alla categoria 3, PL c (ISO 13849-1) o SIL 2 (EN 62061 e IEC 61508).
- Per PL d è necessario calcolare tutte le funzioni di sicurezza (MTTFd).
- Utilizzare i principi di sicurezza di base.
- Il dispositivo utilizzato per l'attivazione di Safe Torque Off (STO) e il relè di sicurezza devono essere adatti alla categoria selezionata PL e SIL.

Quando si effettua l'arresto di emergenza prestare attenzione ai suggerimenti forniti di seguito:

- Tutte le norme non correlate alla sicurezza devono essere rispettate a livello dell'applicazione e dei relativi componenti.
- Il progettista dell'applicazione è responsabile della scelta dei componenti adatti.
- Il cavo mostrato in grassetto nell'*Disegno 5.3* deve essere protetto da cortocircuito secondo la norma ISO 13849-2, tabella D.4.
- Per soddisfare il PL d è necessario calcolare MTTFd e DC per l'intera funzione di sicurezza.

Questa impostazione può essere impiegata se si utilizza un doppio dispositivo di commutazione positiva. A seconda del relè di sicurezza è anche possibile collegare più dispositivi di attivazione a un Safe Torque Off (STO).

Implementazione in SISTEMA utilizzando la libreria VTL Danfoss.

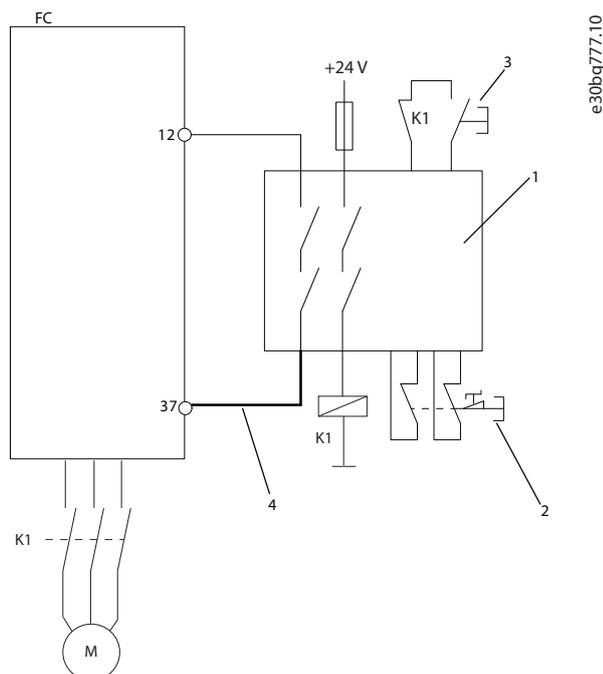
Come esempio, usare il sottosistema "VLT® AutomationDrive FC 302/FC302 Safe Torque Off (morsetto 37)". Non è necessario modificare tutti i parametri impostati nella libreria.



Disegno 5.4 Diagramma a blocchi relativo alla sicurezza

5.4 Arresto di emergenza del convertitore di frequenza con Safe Torque Off, relè di sicurezza e contattore di uscita - Categoria 4, PL e, SIL 3D

La *Disegno 5.5* mostra un arresto di emergenza del convertitore di frequenza con Safe Torque Off, relè di sicurezza e contattore di uscita - Esempio applicativo di categoria 4, PL e, SIL 3.



1	Relè di sicurezza (categoria 4, PL e, SIL 3)
2	Pulsante di arresto di emergenza
3	Tasto reset
4	Cavo protetto dai cortocircuiti (se esterno all'armadio di installazione IP54). Per ulteriori informazioni vedere la norma ISO 13849-2 tabella D.4

Disegno 5.5 Convertitore di frequenza con Safe Torque Off, relè di sicurezza e contattore di uscita - Categoria 4, PL e, SIL 3

Funzione di sicurezza

In caso di emergenza vengono attivati il dispositivo di arresto di emergenza e la funzione Safe Torque Off (STO) del convertitore di frequenza. Dopo un comando di arresto o di arresto di emergenza il convertitore di frequenza viene arrestato.

Se il sistema di controllo di sicurezza deve essere conforme a PL e ISO 13849-1 o SIL 3 (EN 62061 e IEC 61508), per la funzione STO è necessario un arresto a due canali. Un canale può essere implementato dall'ingresso STO sul convertitore di frequenza e l'altro da un contattore, che può essere collegato nei circuiti di potenza di ingresso o di

uscita del convertitore di frequenza. Il contattore deve essere monitorato attraverso un contatto ausiliario guidato, indicato come K1 nell'*Disegno 5.5*.

Caratteristiche progettuali

- Il circuito può essere utilizzato fino alla categoria 4 e PL e.
- Per PL e è necessario calcolare tutte le funzioni di sicurezza (MTTFd).
- Utilizzare i principi di sicurezza di base.
- Il dispositivo utilizzato per l'attivazione di Safe Torque Off (STO) e il relè di sicurezza devono essere adatti alla categoria selezionata PL o SIL.

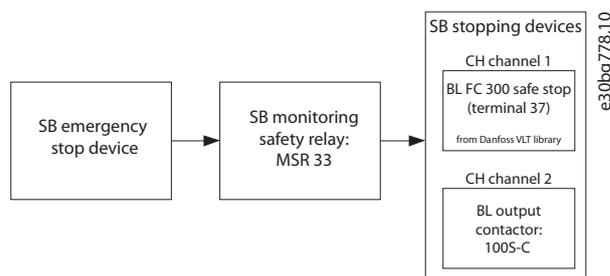
Quando si effettua l'arresto di emergenza prestare attenzione ai suggerimenti forniti di seguito:

- Tutte le norme non correlate alla sicurezza devono essere rispettate a livello dell'applicazione e dei relativi componenti.
- Il progettista dell'applicazione è responsabile della scelta dei componenti adatti.
- Il cavo mostrato in grassetto nell'*Disegno 5.5* deve essere protetto da cortocircuito secondo la norma ISO 13849-2, tabella D.4.
- Per soddisfare il PL e è necessario calcolare MTTFd e DC per l'intera funzione di sicurezza.

Questa impostazione può essere impiegata se si utilizza un doppio dispositivo di commutazione positiva.

Implementazione in SISTEMA utilizzando la libreria VTL Danfoss.

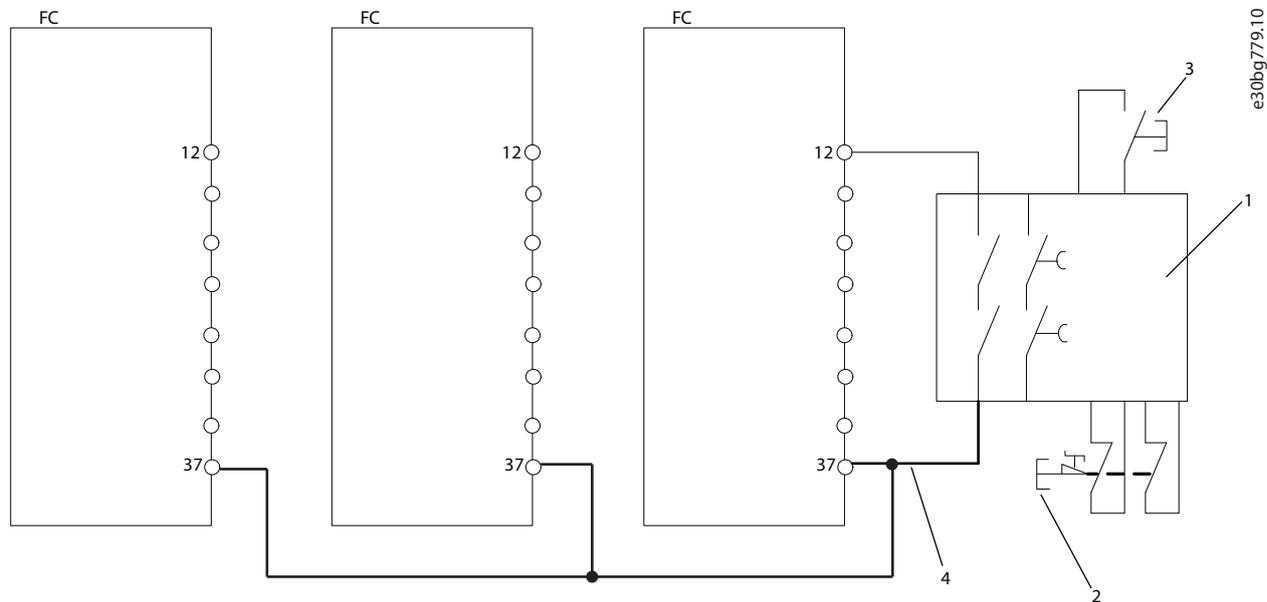
Ad esempio usare il blocco "VLT® AutomationDrive FC 302 (Morsetto 37)". Non è necessario modificare tutti i parametri impostati nella libreria.



Disegno 5.6 Diagramma a blocchi relativo alla sicurezza

5.5 Arresto di emergenza dei convertitori di frequenza multipli - Categoria 3, PL d, SIL 2

La *Disegno 5.7* mostra un arresto di emergenza di convertitori di frequenza multipli - Esempio applicativo di categoria 3, PL d, SIL 2.



1	Relè di sicurezza (categoria 3, PL d o SIL 2)
2	Pulsante di arresto di emergenza
3	Tasto reset
4	Cavo protetto dai cortocircuiti (se esterno all'armadio di installazione IP54). Per ulteriori informazioni vedere la norma ISO 13849-2 tabella D.4

Disegno 5.7 Arresto di emergenza dei convertitori di frequenza multipli - Categoria 3, PL d, SIL 2

Funzione di sicurezza

In caso di emergenza vengono attivati il dispositivo di arresto di emergenza e la funzione Safe Torque Off (STO) del convertitore di frequenza. Dopo un comando di arresto o di arresto di emergenza il convertitore di frequenza viene arrestato.

Se è necessario controllare più convertitori di frequenza dalla stessa linea di controllo, gli ingressi STO possono essere collegati direttamente tra loro.

Il collegamento di più ingressi insieme aumenta la probabilità di un guasto che comporta una minore sicurezza, perché un guasto in un convertitore di frequenza può causare l'abilitazione di tutti i convertitori di frequenza. La probabilità di un guasto è talmente bassa, a 1×10^{-10} all'ora, che la probabilità risultante soddisfa comunque i requisiti di SIL2 per un numero realistico di convertitori di frequenza. Si raccomanda di non collegare in parallelo più di 20 ingressi.

AVVISO!

Quando si utilizza un'alimentazione interna a 24 V CC (morsetto 12), la quantità di ingressi paralleli (morsetto 37) è limitata a tre; in caso contrario viene superata la potenza di uscita disponibile.

Caratteristiche progettuali

- Il circuito può essere utilizzato fino alla categoria 3, PL d o SIL 2.
- Per PL d è necessario calcolare tutte le funzioni di sicurezza (MTTFd).
- Utilizzare i principi di sicurezza di base.
- Il dispositivo utilizzato per l'attivazione di Safe Torque Off (STO) e il relè di sicurezza devono essere adatti alla categoria selezionata PL o SIL.

Quando si effettua l'arresto di emergenza prestare attenzione ai suggerimenti forniti di seguito:

- Tutte le norme non correlate alla sicurezza devono essere rispettate a livello dell'applicazione e dei relativi componenti.
- Il progettista dell'applicazione è responsabile della scelta dei componenti adatti.
- Il cavo mostrato in grassetto nell'*Disegno 5.7* deve essere protetto da cortocircuito secondo la norma ISO 13849-2, tabella D.4.
- Per soddisfare il PL d è necessario calcolare MTTFd e DC per l'intera funzione di sicurezza.

Questa impostazione può essere impiegata se si utilizza un doppio dispositivo di commutazione positiva. A seconda del relè di sicurezza è anche possibile collegare più dispositivi di attivazione a un unico Safe Torque Off.

Implementazione in SISTEMA utilizzando la libreria VTL Danfoss.

Come esempio, usare il sottosistema "VLT® AutomationDrive FC 302/FCD 302 Safe Torque Off (morsetto 37)". Non è necessario modificare tutti i parametri impostati nella libreria. Il sottosistema deve essere inserito nella funzione di sicurezza tante volte quanti sono i convertitori di frequenza presenti sulla singola linea STO.



Disegno 5.8 Diagramma a blocchi relativo alla sicurezza

6 Dati tecnici STO

AVVISO!

Per le specifiche tecniche e le condizioni di funzionamento del convertitore di frequenza fare riferimento al *Manuale di funzionamento/alle guide* del convertitore di frequenza.

AVVISO!

Il segnale STO deve essere alimentato da SELV o PELV.

Direttive europee	Direttiva macchine (2006/42/CE)	EN ISO 13849-1	
		EN IEC 62061	
		EN IEC 61800-5-2	
	Direttiva EMC (2014/30/EU)	EN 50011	
		EN 61000-6-3	
		EN 61800-3	
Direttiva bassa tensione (2014/35/EU)	EN 50178		
	EN 61800-5-1		
Norme di sicurezza	Sicurezza delle macchine	EN ISO 13849-1, IEC 62061, IEC 60204-1	
	Sicurezza funzionale	IEC 61508 da -1 a -7, IEC 61800-5-2	
Funzione di sicurezza		IEC 61800-5-2	IEC 60204-1
		Safe Torque Off (STO)	Categoria di arresto 0
Prestazioni di sicurezza	ISO 13849-1		
	Categoria	Cat 3	
	Copertura diagnostica	CC: 90% (media)	
	Tempo medio per guasto pericoloso	MTTFd: 14000 anni (alta)	
	Livello di prestazioni	PL d	
	IEC 61508/IEC 62061		
	Livello di integrità di sicurezza	SIL 2, SIL CL2	
	Probabilità di guasto pericoloso all'ora	PFH: 1E-10/h; 1E-8/h per specifiche varianti ^{1), 2)} (modalità a richiesta elevata)	
	Probabilità di guasto pericoloso su richiesta	PFD: 1E-10; 1E-4 per specifiche varianti ^{1), 2)} (modalità a bassa richiesta)	
	Tolleranza ai guasti hardware	HFT: 0 (1oo1)	
	Intervallo del test di verifica T1	20 anni	
Tempo di missione TM	20 anni		
Tempo di reazione	Tempo di risposta da ingresso a uscita	Al massimo 20 ms, 60 ms per specifiche varianti ^{1), 2)}	

Tabella 6.1 Dati tecnici

1) VLT® HVAC Drive FC 102, VLT® Refrigeration DriveFC 103, VLT® AQUA Drive FC 202 e VLT® AutomationDrive FC 301/convertitori FC 302 ad alta potenza con dimensione dell'alloggiamento F:

- 400 V: 450/500 kW (600/650 cv) – 800/1000 kW (1075/1350 cv) (sovraccarico elevato/normale).
- 690 V: 630/710 kW (850/950 cv) – 1800/2000 kW (2400/2700 cv) (sovraccarico elevato/normale).

2) VLT® Parallel Drive Modules:

- 400 V: 250/315 kW (350/450 cv) - 800/1000 kW (1200/1350 cv) (sovraccarico elevato/normale).
- 690 V: 315/400 kW (350/400 cv) – 1000/1200 kW (1150/1350 cv) (sovraccarico elevato/normale).

Indice

A

Abbreviazioni..... 4
 Allarme..... 9
 Attivazione..... 9

C

Canale di disinserzione..... 8
 Certificazioni..... 3
 Comando..... 5
 Comportamento di riavvio..... 9
 Convenzioni..... 4

D

Dati SISTEMA..... 12
 Dati tecnici..... 17
 Dispositivi di sicurezza esterni..... 9
 Dispositivo di sicurezza..... 8

F

Freno meccanico..... 10

I

Identificazione..... 2
 Impostazioni parametri..... 9
 Installazione..... 8
 Interruttore di sicurezza..... 8

M

Manutenzione..... 10

N

Norme e conformità..... 3

O

Omologazioni..... 3

P

Personale qualificato..... 5
 Prevenzione del riavvio..... 9, 10
 Prevenzione del riavvio involontario..... 9
 Prodotti coperti..... 2

R

Riavvio automatico..... 9, 10

S

Scheda termistore..... 8
 Segnale..... 5, 8
 Selezioni..... 9
 Sensore di sicurezza..... 8
 SIL CL2..... 3
 SIL2..... 3
 Simboli..... 4
 Sistema di controllo..... 5

T

Terminazione..... 9
 Test di messa in funzione..... 10

U

Uscita..... 8



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

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

