

Conținut

1 Introducere	2
1.1 Scopul acestui manual	2
1.2 Resurse suplimentare	2
1.3 Prezentare generală a funcțiilor	2
1.4 Aprobări și certificări	3
1.5 Simboluri, abrevieri și convenții	4
2 Siguranța	5
2.1 Simboluri referitoare la siguranță	5
2.2 Personalul calificat	5
2.3 Măsurile de precauție legate de siguranță	5
3 Instalarea	7
3.1 Instrucțiuni de siguranță	7
3.2 Instalarea funcției STO	7
3.3 Instalarea în combinație cu VLT [®] PTC Thermistor Card MCB 112	8
4 Punerea în funcțiune	9
4.1 Instrucțiuni de siguranță	9
4.2 Activarea funcției STO	9
4.3 Setările parametrilor pentru funcția STO în combinație cu VLT [®] PTC Thermistor Card MCB 112	9
4.4 Comportamentul la repornire automată/manuală	9
4.5 Test de punere în funcțiune a funcției STO	10
4.6 Măsurile de securitate pentru configurarea sistemului	10
4.7 Service și întreținere	10
5 Exemple de aplicații	12
5.1 Date SISTEMA	12
5.2 Oprirea de urgență a convertizorului de frecvență cu funcția Safe Torque Off – Categoria 1, PL c, SIL 1	12
5.3 Oprirea de urgență a convertizorului de frecvență cu funcția Safe Torque Off prin intermediul releului de siguranță – Categoria 3, PL d, SIL 2	13
5.4 Oprirea de urgență a convertizorului de frecvență cu funcția Safe Torque Off, releu de siguranță și contactor de ieșire – Categoria 4, PL e, SIL 3	14
5.5 Oprirea de urgență a mai multor convertizoare de frecvență – Categoria 3, PL d, SIL 2	15
6 Date tehnice despre STO	17
Index	19

1 Introducere

1.1 Scopul acestui manual

Acest manual oferă informații pentru utilizarea convertizoarelor de frecvență Danfoss VLT® în aplicații pentru siguranța în funcționare. Manualul include informații despre standardele de siguranță în funcționare, despre funcția Safe Torque Off (STO) a convertizoarelor de frecvență Danfoss VLT® și despre instalarea și punerea lor în funcțiune, precum și despre service și întreținere pentru STO.

VLT® este marcă comercială înregistrată.

1.2 Resurse suplimentare

Acest manual se adresează utilizatorilor deja familiarizați cu convertizoarele de frecvență VLT®. A fost conceput pentru a fi un supliment la manualele și instrucțiunile disponibile pentru descărcare la adresa drives.danfoss.com/knowledge-center/technical-documentation/. Înainte de instalarea unității, citiți instrucțiunile livrate odată cu convertizorul de frecvență și/sau cu echipamentele opționale ale acestuia și respectați instrucțiunile pentru instalarea în siguranță.

1.3 Prezentare generală a funcțiilor

1.3.1 Introducere

Funcția Safe Torque Off (STO) este o componentă într-un sistem de control al siguranței. STO împiedică unitatea să genereze energia necesară pentru a roti motorul.

AVERTISMENT!

Selectați și acționați corespunzător componentele din sistemul de control al siguranței pentru a obține nivelul de siguranță operațională dorit. Înainte de integrarea și utilizarea funcției STO într-o instalație, efectuați o analiză atentă a riscurilor asupra instalației pentru a determina dacă funcția STO și nivelurile de siguranță sunt corespunzătoare și suficiente.

Convertizorul de frecvență VLT® este disponibil cu:

- funcția Safe Torque Off (STO), după cum este definită în EN IEC 61800-5-2;
- categoria de oprire 0, după cum este definită în EN 60204-1.

Convertizorul de frecvență include funcția STO prin intermediul bornei de control 37.

Convertizorul de frecvență VLT® cu funcția STO este proiectat și aprobat, adecvat pentru a corespunde următoarelor cerințe:

- categoria 3 din EN ISO 13849-1;
- nivel de performanță „d” din EN ISO 13849-1;
- SIL 2 din IEC 61508 și EN 61800-5-2;
- SILCL 2 din EN 62061.

1.3.2 Produsele prezentate și identificarea acestora

Funcția STO este disponibilă pentru următoarele tipuri de convertizoare de frecvență:

- VLT® HVAC Drive FC 102
- VLT® Refrigeration Drive FC 103
- VLT® AQUA Drive FC 202
- VLT® AutomationDrive FC 301 cu dimensiune de carcasă A1
- VLT® AutomationDrive FC 302
- VLT® Decentral Drive FCD 302
- VLT® Parallel Drive Modules

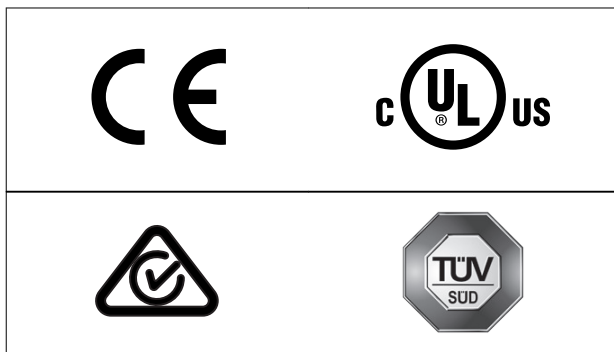
Identificarea

- Confirmați că acest convertizor de frecvență este configurat cu funcția STO verificând codul tipului unității de pe plăcuța indicatoare (consultați Tabel 1.1).

Produs	Cod tip
VLT® HVAC Drive FC 102	T sau U la cifra 18 din codul tipului
VLT® Refrigeration Drive FC 103	T la cifra 18 din codul tipului
VLT® AQUA Drive FC 202	T sau U la cifra 18 din codul tipului
VLT® AutomationDrive FC 301 cu dimensiune de carcasă A1	T la cifra 18 din codul tipului
VLT® AutomationDrive FC 302	X, B sau R la cifra 18 din codul tipului
VLT® Decentral Drive FCD 302	X, B sau R la cifra 18 din codul tipului
VLT® Parallel Drive Modules	T sau U la cifra 18 din codul tipului

Tabel 1.1 Identificarea codului tipului

1.4 Aprobări și certificări



Mai există și alte certificări și aprobări disponibile. Luați legătura cu partenerul Danfoss local.

1.4.1 Standardele aplicate și conformitatea

Utilizarea funcției STO pe borna 37 obligă utilizatorul să respecte toate recomandările de siguranță, inclusiv legile, reglementările și instrucțiunile relevante.

Funcția integrată STO respectă următoarele standarde:

- IEC/EN 60204-1: 2016 Categoria de oprire 0 – oprire necontrolată
- 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 Simboluri, abrevieri și convenții

Abreviere	Referință	Descriere
B _{10d}		Numărul de cicluri înainte ca 10% dintre componente să sufere o defecțiune periculoasă (pentru componentele pneumatice și electromecanice).
Cat.	EN ISO 13849-1	Categorie, nivel „B, 1-4”
CCF		Defecțiune din cauze obișnuite
DC		Acoperire de diagnostic clasificată ca mică, medie și mare.
FIT		Eroare în timp: 1E-9/oră
HFT	EN IEC 61508	Toleranță la defecțiuni echipament: HFT = n înseamnă că n+1 defecțiuni ar putea provoca pierderea funcției de siguranță
MTTFd	EN ISO 13849-1	Timp mediu până la defecțiune periculoasă. Unitate: anii sunt clasificați în categoriile mică, medie și mare.
PFH	EN IEC 61508	Probabilitatea de defecțiuni periculoase pe oră. Luați în considerare această valoare dacă există o solicitare ridicată de utilizare a dispozitivului de siguranță sau un mod continuu de funcționare, în cadrul căruia frecvența solicitărilor de funcționare a unui sistem de siguranță este mai mare de 1 pe an.
PFD	EN IEC 61508	Probabilitate medie de defecțiune la cerere, valoare utilizată pentru funcționare redusă la cerere.
PL	EN ISO 13849-1	Nivel discret utilizat pentru specificarea abilității componentelor din sistemele de control al siguranței de a îndeplini funcția de siguranță în condiții previzibile. Niveluri de la „a” la „e”.
PLr		Nivel de performanță solicitat (nivelul de performanță solicitat pentru o anumită funcție de siguranță).
SIL	EN IEC 61508 EN IEC 62061	Nivel de integritate a siguranței
STO	EN IEC 61800-5-2	Safe Torque Off
SS1	EN IEC 61800-5-2	Oprire de siguranță 1
SRECS	EN IEC 62061	Sistem electric de control al siguranței
SRP/CS	EN ISO 13849-1	Componente legate de siguranță ale sistemelor de control
PDS/SR	EN IEC 61800-5-2	Sistem cu acționare electrică (legat de siguranță)

Tabel 1.2 Abrevieri legate de siguranța funcțională

Convenții

Listele numerotate indică proceduri. Listele cu marcaje indică alte informații și descrierea ilustrațiilor.

Textul cu litere cursive indică:

- o referință încrucișată;
- un link;
- un nume de parametru;
- o notă de subsol;
- un grup de parametri;
- o opțiune pentru parametru;
- alarme și avertismente.

Toate dimensiunile din schițe sunt exprimate atât în unități de măsură metrice, cât și în unitățile de măsură imperiale (în paranteză); de exemplu: mm (in). Un asterisc (*) indică setarea implicită a unui parametru.

2 Siguranța

2.1 Simboluri referitoare la siguranță

În acest ghid sunt utilizate următoarele simboluri:

▲AVERTISMENT

Indică o situație potențial periculoasă care poate duce la deces sau la răni grave.

▲ATENȚIONARE

Indică o situație potențial periculoasă care poate duce la răni minore sau moderate. Poate fi utilizat, de asemenea, pentru a avertiza împotriva metodelor nesigure.

AVERTISMENT!

Indică informații importante, inclusiv situații ce pot duce la avarierea echipamentului sau a proprietății.

2.2 Personalul calificat

Numai persoanele cu o calificare certificată au permisiunea să asambleze, să instaleze, să programeze, să pună în funcțiune, să întrețină și să scoată din funcțiune produsele. Persoanele cu o calificare certificată

- sunt ingineri calificați în domeniul electric sau persoane care au fost instruite de ingineri calificați în domeniul electric și care au experiența necesară pentru a opera dispozitive, sisteme, unități și aparate în conformitate cu standardele și instrucțiunile generale pentru tehnologia de siguranță;
- sunt familiarizați cu reglementările de bază privind sănătatea și siguranța/prevenirea accidentelor;
- au citit și au înțeles instrucțiunile de siguranță furnizate în acest manual și, de asemenea, instrucțiunile furnizate în instrucțiunile de operare ale convertizorului de frecvență;
- cunosc foarte bine standardele generale și specializate care pot fi aplicate unei anumite aplicații.

Utilizatorii sistemelor cu acționare electrică (legate de siguranță) (PDS(SR)) sunt răspunzători pentru:

- analiza de pericole și riscuri a aplicației;
- identificarea funcțiilor de siguranță necesare și pentru alocarea SIL sau PLr fiecăreia dintre funcții;
- alte subsisteme și pentru valabilitatea semnalelor și comenzilor de la acestea;

- proiectarea de sisteme corespunzătoare de control al siguranței (echipament, software, parametrizare etc.).

Măsurile de protecție

- Numai personalul calificat și instruit are permisiunea de a instala și pune în funcțiune sisteme ingineresti de siguranță.
- Instalați convertizorul de frecvență într-un tablou IP54 conform IEC 60529 sau într-un mediu echivalent. În aplicații speciale, este necesar un nivel de protecție IP mai mare.
- Asigurați protecția la scurtcircuit a cablului dintre opțiunea de siguranță și dispozitivul extern de siguranță, conform ISO 13849-2, tabelul D.4. Când forțele externe influențează axele motorului (de exemplu, sarcinile suspendate), sunt necesare măsuri suplimentare (de exemplu, o frână de siguranță) pentru a elimina pericolele.

2.3 Măsurile de precauție legate de siguranță

Pentru măsuri de precauție generale legate de siguranță, consultați capitolul *Siguranță* din *instrucțiunile de operare/ghid de operare* relevante.

▲ATENȚIONARE

După instalarea funcției STO, efectuați un test de punere în funcțiune după cum se specifică în *capitol 4.5 Test de punere în funcțiune a funcției STO*. Un test de punere în funcțiune reușit este obligatoriu după prima instalare și după fiecare modificare efectuată la instalația de siguranță.

▲AVERTISMENT

PERICOL DE DECES SAU DE RĂNIRI GRAVE

Dacă forțe externe acționează asupra motorului, de exemplu, în cazul axelor verticale (sarcini suspendate), iar o mișcare nedorită, de exemplu, cauzată de gravitație ar putea produce un pericol, motorul trebuie prevăzut cu măsuri suplimentare de protecție la cădere. De exemplu, instalați frâne mecanice suplimentare.

⚠️ AVERTISMENT**PERICOL DE DECES SAU DE RĂNIRI GRAVE**

Funcția STO (respectiv, îndepărtarea sursei de tensiune de 24 V c.c. de la borna 37) nu oferă siguranță din punct de vedere electric. Doar funcția STO nu este suficientă pentru a implementa funcția Oprire de urgență, așa cum este definită de EN 60204-1. Oprirea de urgență necesită măsuri de izolare electrică, de exemplu, prin oprirea rețelei de alimentare prin intermediul unui contactor suplimentar.

⚠️ AVERTISMENT**RISC DE ELECTROCUTARE**

Funcția STO NU izolează tensiunea rețelei convertizorului de frecvență sau a circuitelor auxiliare. Efectuați o intervenție asupra componentelor electrice ale convertizorului de frecvență sau asupra motorului, numai după izolarea tensiunii rețelei și așteptând să treacă timpul de descărcare specificat în capitolul *Siguranță* din *instrucțiunile de operare/recomandările relevante*. Nerespectarea izolării tensiunii rețelei de la unitate și a timpului de așteptare specificat poate duce la deces sau la răniri grave.

- Nu opriți convertizorul de frecvență utilizând funcția STO. Dacă un convertizor de frecvență în funcțiune este oprit cu ajutorul funcției, unitatea va decupla și se va opri prin rotire din inerție. Dacă această limitare nu este acceptabilă, de exemplu, deoarece antrenează un pericol, utilizați modul de oprire potrivit pentru a opri convertizorul de frecvență și utilajul, înainte de a utiliza funcția STO. În funcție de aplicație, poate fi necesară o frână mecanică.
- Funcția STO este potrivită pentru efectuarea lucrului mecanic asupra sistemului convertizorului de frecvență sau numai asupra zonei afectate a unui utilaj. Nu oferă siguranță din punct de vedere electric. Funcția STO nu trebuie utilizată drept comandă pentru pornirea și/sau oprirea convertizorului de frecvență.

⚠️ ATENȚIONARE**REPOZNIREA AUTOMATĂ**

Acțiunea de repornire automată este permisă numai în 1 dintre cele 2 situații:

- împiedicarea repornirii accidentale este implementată de alte părți ale instalației STO;
- o prezență în zonele periculoase poate fi exclusă fizic când funcția STO nu este activată. În special, paragraful 6.3.3.2.5 din ISO 12100: 2010 trebuie respectat.

⚠️ AVERTISMENT**PERICOL DE DECES SAU DE RĂNIRI GRAVE**

Funcția STO poate fi utilizată pentru motoare asincrone, sincrone și motoare cu magneți permanenți. Pot apărea 2 defecțiuni la semiconductoarele de putere ale convertizorului de frecvență. La utilizarea motoarelor sincrone sau a motoarelor cu magneți permanenți, o rotație reziduală poate proveni de la defecțiuni. Rotația poate fi calculată la unghi = $360/(\text{număr de poli})$. Aplicația care utilizează motoare sincrone sau motoare cu magneți permanenți trebuie să ia în considerare această rotație reziduală; trebuie să vă asigurați că aceasta nu reprezintă un pericol în ceea ce privește siguranța. Această situație nu este relevantă pentru motoarele asincrone.

AVERTISMENT!

Efectuați o evaluare a riscului la fiecare funcție de oprire, pentru a determina selectarea unei categorii de oprire în conformitate cu EN 60204-1:

- Categoria de oprire 0 este realizată prin deconectarea imediată a alimentării la elementul de acționare (actuator), operațiune care are ca rezultat o rotire din inerție necontrolată până la oprire. Funcția STO conform EN 61800-5-2 realizează o oprire din Categoria de oprire 0.
- Categoria de oprire 1 este realizată cu alimentarea disponibilă la elementele de acționare (actuatori) ale utilajului pentru a realiza oprirea. Alimentarea este deconectată de la elementele de acționare (actuatori) când oprirea este realizată conform EN 61800-5-2 Oprire de siguranță 1 (SS1).
- Categoria de oprire 2 reprezintă o oprire controlată cu alimentarea disponibilă la elementele de acționare (actuatori) ale utilajului. După oprire, apare o poziție de menținere prin intermediul alimentării.

AVERTISMENT!

La proiectarea aplicației utilajului, trebuie luate în considerare timpul și distanța pentru o rotire din inerție până la oprire (Categorie de oprire 0 sau STO). Pentru informații suplimentare legate de categoriile de oprire, consultați EN 60204-1.

3 Instalarea

3.1 Instrucțiuni de siguranță

⚠️ ATENȚIONARE

PERICOL DE ELECTROCUTARE

Operatorul sau instalatorul părții electrice este responsabil de împământarea corespunzătoare și de conformarea la toate reglementările de siguranță în vigoare, naționale și locale.

Consultați *capitol 2 Siguranța și instrucțiunile de operare/ghid de operare* relevante ale convertizorului de frecvență. De asemenea, respectați întotdeauna instrucțiunile furnizate de producătorul motorului.

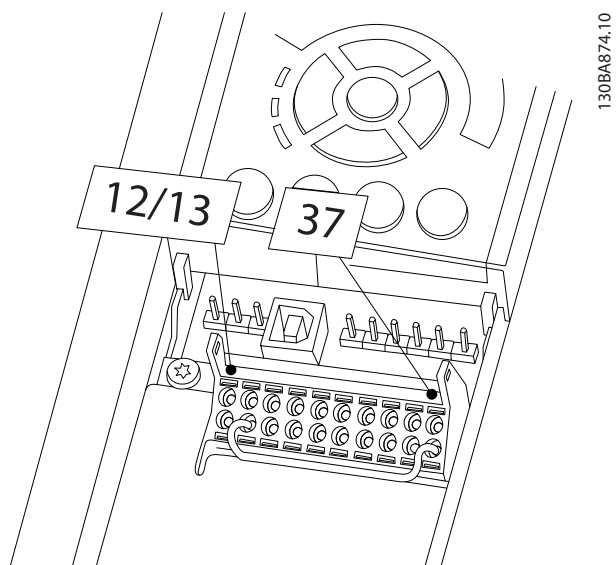
3.2 Instalarea funcției STO

Pentru conectarea motorului, pentru conexiunea la rețeaua de alimentare de c.a. și pentru cablurile de control, urmați instrucțiunile pentru instalarea sigură din *instrucțiunile de operare/ghidul de operare* pentru convertizorul de frecvență.

Pentru instalarea cu VLT® PTC Thermistor Card MCB 112 aprobat anterior, consultați *capitol 3.3 Instalarea în combinație cu VLT® PTC Thermistor Card MCB 112*.

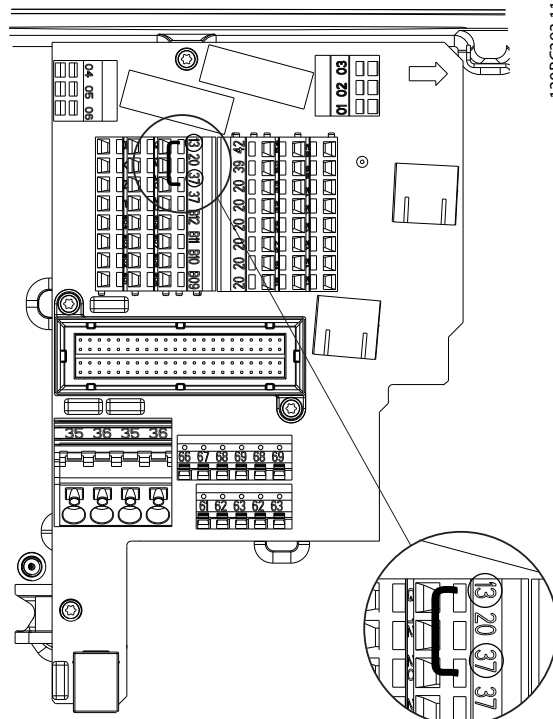
Activați funcția STO integrată astfel:

1. Îndepărtați conductorul de șuntare dintre bornele de control 37 și 12 sau 13. Tăierea sau secționarea conductorului de șuntare nu este suficientă pentru a evita scurtcircuitarea. (Vedeți conductorul de șuntare din *Ilustrația 3.1*)



130BA874.10

Ilustrația 3.1 Conductor de șuntare dintre bornele 12/13 (24 V) și 37 (toate convertizoarele de frecvență, exceptând FCD 302)



130BC393.11

3

Ilustrația 3.2 Conductor de șuntare între bornele 13 (24 V) și 37 (FCD 302)

2. De exemplu, conectați un releu extern de monitorizare de siguranță printr-o funcție FĂRĂ siguranță la borna 37 (STO) și la oricare dintre bornele 12 sau 13 (24 V c.c.). Exemple de conexiuni și aplicații se pot găsi în *capitol 5 Exemple de aplicații*.
3. Finalizați instalarea cablurilor conform instrucțiunilor furnizate în *instrucțiunile de operare/ghidul de operare* pentru convertizorul de frecvență.

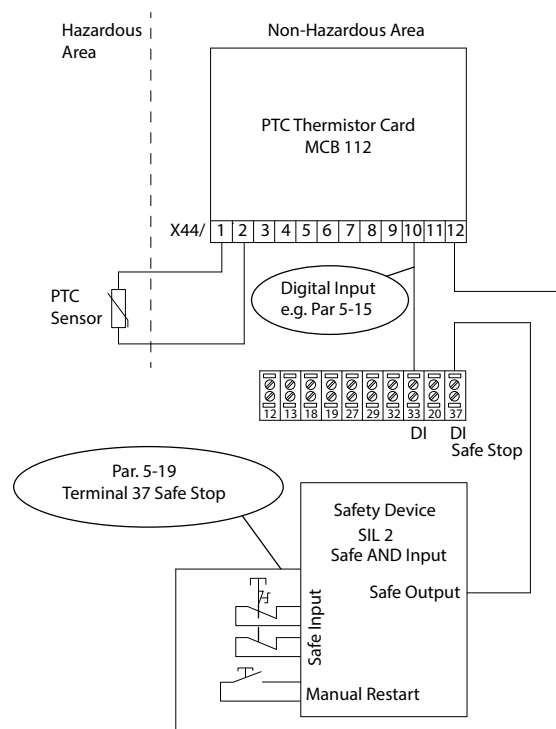
3.3 Instalarea în combinație cu VLT® PTC Thermistor Card MCB 112

AVERTISMENT!

Combi-nația între VLT® PTC Thermistor Card MCB 112 și funcția STO este disponibilă numai pentru dimensiunea de carcasă A1 de la VLT® HVAC Drive FC 102, VLT® AQUA Drive FC 202, VLT® AutomationDrive FC 302 și VLT® AutomationDrive FC 301.

VLT® PTC Thermistor Card MCB 112 utilizează borna 37 drept canal de oprire de siguranță.

- Asigurați-vă că ieșirea X44/12 de la MCB 112 este legată prin logicul AND (ȘI) cu senzorul de siguranță (cum ar fi butonul de oprire de urgență și comutatorul de protecție) care activează funcția STO. Aceasta înseamnă că ieșirea la borna 37 a funcției STO este ACTIVĂ (24 V) numai dacă atât semnalul de la ieșirea X44/12 MCB 112, cât și semnalul de la senzorul de siguranță sunt ACTIVE. Dacă cel puțin 1 dintre cele 2 semnale este INACTIV, atunci ieșirea la borna 37 trebuie să fie, de asemenea, INACTIVĂ.
- Asigurați-vă că dispozitivul de siguranță cu logicul AND (ȘI) respectă nivelul de siguranță necesar.
- Protejați împotriva scurtcircuitării conexiunea de la ieșirea dispozitivului de siguranță cu logicul AND (ȘI) la borna 37 a funcției STO; consultați *Ilustrația 3.3*.



Ilustrația 3.3 Combi-nație între o aplicație STO și o aplicație MCB 112

Ilustrația 3.3 prezintă o intrare de repornire pentru dispozitivul de siguranță extern. Aceasta înseamnă că, în această instalare, *parametru 5-19 Terminal 37 Safe Stop* poate fi setat la valoarea [7] PTC 1 și releu W sau [8] PTC 1 și releu A/W. Pentru detalii suplimentare, consultați *Instrucțiunile de operare pentru VLT® PTC Thermistor Card MCB 112*.

4 Punerea în funcțiune

4.1 Instrucțiuni de siguranță

⚠️ ATENȚIONARE

PERICOL DE ELECTROCUTARE

Operatorul sau instalatorul părții electrice este răspunzător de împământarea corespunzătoare și de conformarea la toate reglementările de siguranță în vigoare, naționale și locale.

Consultați *capitol 2 Siguranța și instrucțiunile de operare/ghid de operare* relevante ale convertizorului de frecvență. De asemenea, respectați întotdeauna instrucțiunile furnizate de producătorul motorului.

4.2 Activarea funcției STO

Funcția STO este activată prin îndepărtarea tensiunii de la borna 37 a convertizorului de frecvență. Prin conectarea convertizorului de frecvență la dispozitivele externe de siguranță care furnizează o întârziere de siguranță, se poate obține o instalație pentru o oprire de siguranță 1. Dispozitivele externe de siguranță trebuie să fie conforme cu Cat./PL sau SIL când sunt conectate la borna 37. Funcția STO poate fi utilizată pentru motoare asincrone, sincrone și motoare cu magneți permanenți.

Când funcția STO (borna 37) este activată, convertizorul de frecvență emite o alarmă, decuplează unitatea și permite rotirea din inerție a motorului până la oprire. Este necesară repornirea manuală. Utilizați funcția STO pentru a opri convertizorul de frecvență în situații de oprire de urgență. În modul de operare normală când funcția STO nu este necesară, utilizați în schimb funcția standard de oprire. Asigurați-vă că sunt îndeplinite cerințele conform ISO 12100 paragraful 6.3.3.2.5 înainte de a utiliza funcția de repornire automată.

4.3 Setările parametrilor pentru funcția STO în combinație cu VLT® PTC Thermistor Card MCB 112

Când MCB 112 este conectat, sunt disponibile mai multe selecții pentru *parametru 5-19 Terminal 37 Safe Stop* (de la [4] Alarmă PTC 1 la [9] PTC 1 și releu W/A).

- Opțiunile [1]* Alarmă oprire sig. și [3] Avertis. oprire sig. sunt în continuare disponibile, dar sunt pentru instalațiile fără MCB 112 sau alte dispozitive externe de siguranță. Dacă se selectează [1]* Alarmă oprire sig. sau [3] Avertis. oprire sig. și se declanșează MCB 112, convertizorul de frecvență reacționează cu *alarmă*

72, Defecț. peric., care rotește din inerție motorul în siguranță, fără repornire automată.

- Nu selectați [4] Alarmă PTC 1 și [5] Avertisment PTC 1 când se utilizează un dispozitiv extern de siguranță. Utilizați aceste opțiuni numai când MCB 112 utilizează funcția STO. Dacă se selectează opțiunea [4] Alarmă PTC 1 sau [5] Avertisment PTC 1 și dispozitivul extern de siguranță declanșează funcția STO, convertizorul de frecvență emite *alarmă 72, Defecț. peric.*, care rotește din inerție motorul în siguranță, fără repornire automată.
- Selectați de la [6] PTC 1 și releu A la [9] PTC 1 și releu W/A pentru combinația dintre dispozitivul extern de siguranță și MCB 112.

⚠️ ATENȚIONARE

REPORNIREA AUTOMATĂ

Opțiunile permit repornirea automată când dispozitivul extern de siguranță este dezactivat.

Înainte de selectarea opțiunilor [7] PTC 1 și releu W sau [8] PTC 1 și releu A/W, asigurați-vă că:

- împiedicarea repornirii accidentale este implementată de alte componente ale instalației STO sau
- o prezență în zonele periculoase poate fi exclusă fizic când funcția STO nu este activată. Trebuie respectat în special paragraful 6.3.3.2.5 din ISO 12100:2010.

Pentru informații suplimentare, consultați *Instrucțiunile de operare pentru VLT® PTC Thermistor Card MCB 112*.

4.4 Comportamentul la repornire automată/manuală

Starea implicită a STO previne repornirea accidentală (comportament de împiedicare a repornirii). Pentru a termina funcția STO și pentru a relua funcționarea normală:

- aplicați din nou alimentarea la o sursă de 24 V c.c. la borna 37;
- emiteți un semnal de resetare (prin magistrală, prin I/O digitală sau cu ajutorul tastei [Reset] (Resetare)).

Setați funcția STO la repornire automată setând valoarea parametrului *parametru 5-19 Terminal 37 Safe Stop* de la valoarea implicită [1]* Alarmă oprire sig. la valoarea [3] Avertis. oprire sig.

Repornirea automată înseamnă că funcția STO este terminată și că funcționarea normală este reluată, imediat

ce se aplică un semnal de 24 V c.c. la borna 37. Nu este necesar niciun semnal de resetare.

4.5 Test de punere în funcțiune a funcției STO

După instalare și înainte de prima funcționare, efectuați un test de punere în funcțiune a instalației, utilizând funcția STO.

Efectuați din nou testul după fiecare modificare a instalației sau a aplicației ce implică funcția STO.

AVERTISMENT!

Un test reușit de punere în funcțiune a funcției STO este necesar după instalarea inițială și după fiecare modificare ulterioară a instalației.

Pentru a efectua un test de punere în funcțiune:

- urmați instrucțiunile din *capitol 4.5.1 Împiedicarea repornirii pentru aplicația STO* pentru aplicațiile fără repornire automată după o oprire de siguranță sau
- urmați instrucțiunile din *capitol 4.5.2 Repornirea automată a aplicației STO* pentru aplicațiile cu repornire automată după o oprire de siguranță.

4.5.1 Împiedicarea repornirii pentru aplicația STO

Aplicația în care *parametru 5-19 Terminal 37 Safe Stop* este setat la valoarea implicită [1]* *Alarmă oprire sig.* sau funcția STO combinată și VLT® PTC Thermistor MCB 112 unde *parametru 5-19 Terminal 37 Safe Stop* este setat la [6] PTC 1 și releu A sau [9] PTC 1 și releu W/A):

1. Îndepărtați sursa de tensiune de 24 V c.c. de la borna 37 utilizând dispozitivul de întrerupere în timp ce convertizorul de frecvență angrenează motorul (adică, rețeaua de alimentare nu este întreruptă).
2. Verificați dacă:
 - 2a Motorul se rotește din inerție.
 - 2b Frâna mecanică se activează (dacă este conectată).
 - 2c Dacă panoul de comandă local (LCP) este montat, la el se afișează *Alarma 68, Oprire de sig.*
3. Realimentați borna 37 cu c.c. de 24 V.
4. Asigurați-vă că motorul rămâne în starea de rotire din inerție, iar frâna mecanică (dacă este conectată) rămâne activată.
5. Trimiteți semnalul de resetare (prin magistrală, prin I/O digitală sau cu ajutorul tastei [Reset] (Resetare)).

6. Asigurați-vă că motorul redevine funcțional.

Testul de punere în funcțiune este finalizat cu succes atunci când toți pașii specificați au fost îndepliniți.

4.5.2 Repornirea automată a aplicației STO

Aplicația în care *parametru 5-19 Terminal 37 Safe Stop* este setat la [3] *Avertis. oprire sig.* sau Safe Torque Off combinată și VLT® PTC Thermistor MCB 112 unde *parametru 5-19 Terminal 37 Safe Stop* este setat la [7] PTC 1 și releu W sau [8] PTC 1 și releu A/W):

1. Îndepărtați sursa de tensiune de 24 V c.c. de la borna 37 prin dispozitivul de întrerupere în timp ce convertizorul de frecvență angrenează motorul (adică, rețeaua de alimentare nu este întreruptă).
2. Verificați dacă:
 - 2a Motorul se rotește din inerție.
 - 2b Frâna mecanică se activează (dacă este conectată).
 - 2c Dacă panoul de comandă local (LCP) este montat, acesta va afișa *Avertisment 68, Oprire de sig.*
3. Realimentați borna 37 cu c.c. de 24 V.
4. Asigurați-vă că motorul redevine funcțional.

Testul de punere în funcțiune este finalizat cu succes atunci când toți pașii specificați au fost îndepliniți.

AVERTISMENT!

Consultați avertismentul legat de comportamentul la repornire în capitol 2.3 Măsuri de precauție legate de siguranță.

4.6 Măsurile de securitate pentru configurarea sistemului

- Măsurile de securitate sunt responsabilitatea utilizatorului.
- Parametrii convertizorului de frecvență pot fi protejați cu parolă.

4.7 Service și întreținere

Pentru PL d sau SIL2 este obligatorie efectuarea unui test de funcționare o dată la 12 luni pentru a se detecta eventuale defecțiuni sau funcționări necorespunzătoare a funcției STO. Pentru PL sau SIL de nivel mai mic, acest lucru este o recomandare.

Pentru a efectua un test de funcționare, parcurgeți pașii următori (sau o metodă similară adecvată pentru aplicație):

1. Deconectați sursa de tensiune de 24 V c.c. de la borna 37.
2. Verificați dacă panoul LCP afișează *Alarma 68, Oprire de sig.*

3. Verificați dacă acest convertizor de frecvență decuplează unitatea.
4. Verificați dacă motorul se rotește din inerție și se oprește complet.
5. Verificați dacă motorul nu poate fi pornit.
6. Reconectați sursa de tensiune de 24 V c.c. la borna 37.
7. Verificați dacă motorul nu este pornit automat și repornește numai dând un semnal de resetare (prin magistrală, prin I/O digitală sau cu ajutorul tastei [Reset] (Resetare)).

5 Exemple de aplicații

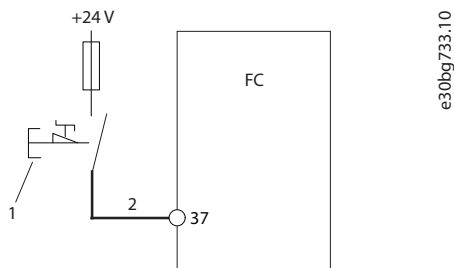
5.1 Date SISTEMA

SISTEMA (Safety Integrity Software Tool for the Evaluation of Machine Applications – Instrumentul software pentru integritatea siguranței pentru evaluarea aplicațiilor la utilaje) este un program software cu ajutorul căruia dezvoltatorii și cercetătorii din sectorul comenziilor de siguranță pentru utilaje beneficiază de un ajutor complex pentru evaluarea siguranței în contextul standardului ISO 13849-1.

Datele despre siguranța funcționării sunt disponibile prin intermediul unei biblioteci de date pentru a fi utilizate împreună cu instrumentul de calcul SISTEMA de la IFA (Institutul pentru siguranța și sănătatea în muncă al companiilor germane de asigurări sociale și de accident) și cu datele pentru calcule manuale. SISTEMA este disponibil pentru descărcare la adresa www.danfoss.com/en/service-and-support/downloads/dss/sistema-safety-integrity-software-tool/#overview.

5.2 Oprirea de urgență a convertizorului de frecvență cu funcția Safe Torque Off – Categoria 1, PL c, SIL 1

Ilustrația 5.1 arată o oprire de urgență cu Safe Torque Off – exemplu de aplicație pentru Categoria 1, PL c, SIL 1.



1	Buton de oprire de urgență
2	Cablu de protecție la scurtcircuit (dacă nu se află în interiorul tabloului IP54). Pentru informații suplimentare, consultați ISO 13849-2 Tabelul D.4.

Ilustrația 5.1 Oprire de urgență cu Safe Torque Off – Categoria 1, PL c, SIL 1

Funcție de siguranță

În caz de urgență se va activa dispozitivul de oprire de urgență. Este activată funcția Safe Torque Off (STO) a convertizorului de frecvență. În urma unei comenzi de oprire sau de oprire de urgență, convertizorul de frecvență este oprit.

Caracteristici de design

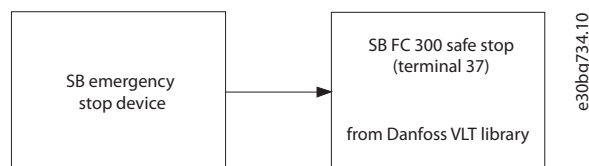
- Circuitul poate fi utilizat până la Categoria 1, PL c (ISO 13849-1) sau SIL 1 (EN 62061 și IEC 61508).
- Funcția Safe Torque Off (STO) este activată prin intermediul unui contact de comutator NÎ acționat pozitiv (în conformitate cu IEC 60947-1, IEC 60947-5-1 și IEC 60947-5-5).
- Pentru PL c, trebuie să se calculeze funcțiile de siguranță complete (MTTFd).
- Aplicați principii de siguranță de bază.
- Dispozitivul folosit pentru activarea funcției Safe Torque Off (STO) trebuie să fie adecvat pentru categoria selectată, PL sau SIL.

Când implementați oprirea de urgență, luați în considerare următoarele sfaturi:

- pentru aplicație și componentele sale, trebuie să se respecte toate standardele neasociate cu siguranța;
- proiectantul aplicației este responsabil pentru selectarea componentelor adecvate;
- cablul prezentat îngroșat în Ilustrația 5.1 trebuie să fie protejat la scurtcircuit conform ISO 13849-2, tabelul D.4;
- pentru a îndeplini cerințele PL c, trebuie să se calculeze valorile MTTFd și c.c. pentru întreaga funcție de siguranță;
- trebuie să se cunoască valoarea B_{10d} a dispozitivului de oprire de urgență. Valoarea B_{10d} trebuie să fie suficient de mare pentru a îndeplini cerințele MTTFd pentru PL c.

Implementarea în SISTEMA cu ajutorul bibliotecii Danfoss VLT®

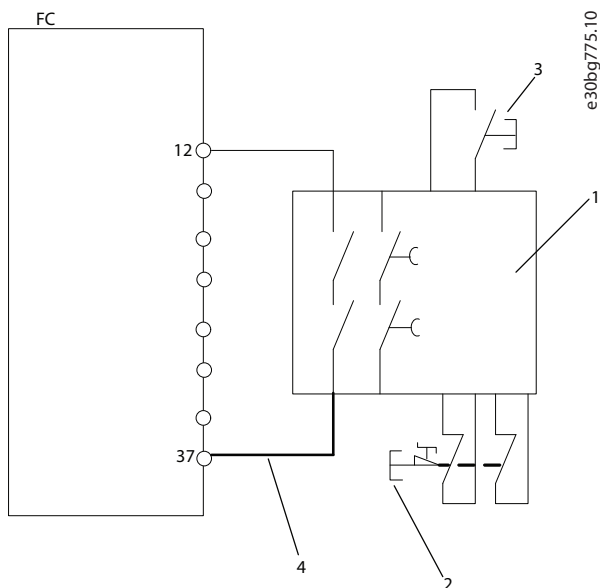
Ca exemplu, utilizați subsistemul „VLT® AutomationDrive FC 302/FCD 302 Safe Torque Off (Borna 37)”. Nu este necesar să editați toți parametrii setați în bibliotecă.



Ilustrația 5.2 Diagrama bloc pentru funcția de siguranță

5.3 Oprirea de urgență a convertizorului de frecvență cu funcția Safe Torque Off prin intermediul releului de siguranță – Categoria 3, PL d, SIL 2

Ilustrația 5.3 arată o oprire de urgență cu Safe Torque Off prin intermediul releului de siguranță – exemplu de aplicație de Categoria 3, PL d, SIL 2.



1	Releu de siguranță (categoria 3, PL d sau SIL 2)
2	Buton de oprire de urgență
3	Buton de resetare
4	Cablul de protecție la scurtcircuit (dacă nu se află în interiorul tabloului IP54). Pentru informații suplimentare, consultați ISO 13849-2 Tabelul D.4.

Ilustrația 5.3 Exemplu de instalare în vederea realizării Categoriei de oprire 0 (EN 60204-1) cu Categoria de siguranță 3/PL d (ISO 13849-1) sau SIL 2 (EN 62061 și IEC 61508).

Funcție de siguranță

În caz de urgență se va activa dispozitivul de oprire de urgență. Este activată funcția Safe Torque Off (STO) a convertizorului de frecvență. În urma unei comenzi de oprire sau de oprire de urgență, convertizorul de frecvență este oprit.

Caracteristici de design

- Circuitul poate fi utilizat până la Categoria 3, PL d (ISO 13849-1) sau SIL 2 (EN 62061 și IEC 61508).
- Pentru PL d, trebuie să se calculeze funcțiile de siguranță complete (MTTFd).
- Aplicați principiile de siguranță de bază.
- Dispozitivul folosit pentru activarea funcției Safe Torque Off (STO) și releul de siguranță trebuie să fie adecvate pentru categoria selectată, PL și SIL.

Când implementați oprirea de urgență, luați în considerare următoarele sfaturi:

- pentru aplicație și componentele sale, trebuie să se respecte toate standardele neasociate cu siguranța;
- proiectantul aplicației este răspunzător pentru selectarea componentelor adecvate;
- cablul prezentat îngroșat în Ilustrația 5.3 trebuie să fie protejat la scurtcircuit conform ISO 13849-2, tabelul D.4;
- pentru a îndeplini cerințele PL d, trebuie să se calculeze valorile MTTFd și c.c. pentru întreaga funcție de siguranță.

Se poate folosi această configurație dacă se utilizează un dispozitiv de comutare pozitiv, dublu. De asemenea, în funcție de releul de siguranță, este posibilă conectarea mai multor dispozitive de activare la 1 funcție Safe Torque Off (STO).

Implementarea în SISTEMA cu ajutorul bibliotecii Danfoss VLT®

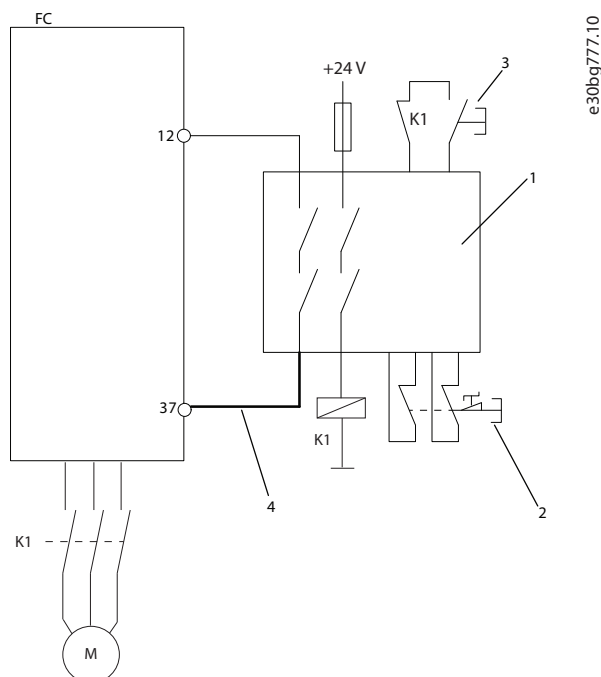
Ca exemplu, utilizați subsistemul „VLT® AutomationDrive FC 302/FCD 302 Safe Torque Off (Borna 37)”. Nu este necesar să editați toți parametrii setați în bibliotecă.



Ilustrația 5.4 Diagrama bloc pentru funcția de siguranță

5.4 Oprirea de urgență a convertizorului de frecvență cu funcția Safe Torque Off, releu de siguranță și contactor de ieșire – Categoria 4, PL e, SIL 3

Ilustrația 5.5 arată o oprire de urgență a convertizorului de frecvență cu funcția Safe Torque Off, releu de siguranță și contactor de ieșire – exemplu de aplicație pentru Categoria 4, PL e, SIL 3.



1	Releu de siguranță (Categoria 4, PL e, SIL 3)
2	Buton de oprire de urgență
3	Buton de resetare
4	Cablul de protecție la scurtcircuit (dacă nu se află în interiorul tabloului IP54). Pentru informații suplimentare, consultați ISO 13849-2 Tabelul D.4.

Ilustrația 5.5 Convertizor de frecvență cu funcția Safe Torque Off, releu de siguranță și contactor de ieșire – Categoria 4, PL e, SIL 3

Funcție de siguranță

În caz de urgență se va activa dispozitivul de oprire de urgență. Este activată funcția Safe Torque Off (STO) a convertizorului de frecvență. În urma unei comenzi de oprire sau de oprire de urgență, convertizorul de frecvență este oprit.

În cazurile în care sistemul de control al siguranței trebuie să corespundă cerințelor PL e ISO 13849-1 sau SIL 3 (EN 62061 și IEC 61508), funcția STO necesită o oprire cu 2 canale. Un canal poate fi implementat de intrarea STO a convertizorului de frecvență, iar celălalt poate fi implementat de un contactor, ce poate fi conectat fie la

intrarea convertizorului de frecvență, fie la circuitele de putere de ieșire. Contactorul trebuie să fie monitorizat printr-un contact ghidat auxiliar, ilustrat drept K1 în Ilustrația 5.5.

Caracteristici de design

- Circuitul poate fi utilizat până la Categoria 4 și PL e.
- Pentru PL e, trebuie să se calculeze funcțiile de siguranță complete (MTTFd).
- Aplicați principii de siguranță de bază.
- Dispozitivul folosit pentru activarea funcției Safe Torque Off (STO) și releul de siguranță trebuie să fie adecvate pentru categoria selectată, PL sau SIL.

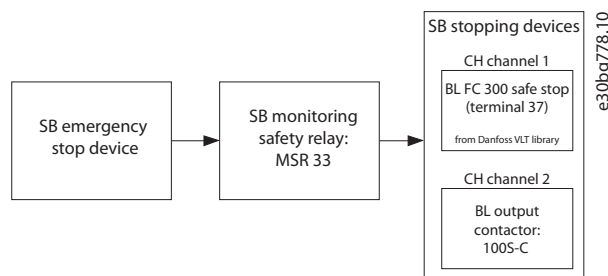
Când implementați oprirea de urgență, luați în considerare următoarele sfaturi:

- pentru aplicație și componentele sale, trebuie să se respecte toate standardele neasociate cu siguranța;
- proiectantul aplicației este răspunzător pentru selectarea componentelor adecvate;
- cablul prezentat îngroșat în Ilustrația 5.5 trebuie să fie protejat la scurtcircuit conform ISO 13849-2, tabelul D.4;
- pentru a îndeplini cerințele PL e, trebuie să se calculeze valorile MTTFd și c.c. pentru întreaga funcție de siguranță.

Se poate folosi această configurație dacă se utilizează un dispozitiv de comutare pozitiv, dublu.

Implementarea în SISTEMA cu ajutorul bibliotecii Danfoss VLT®

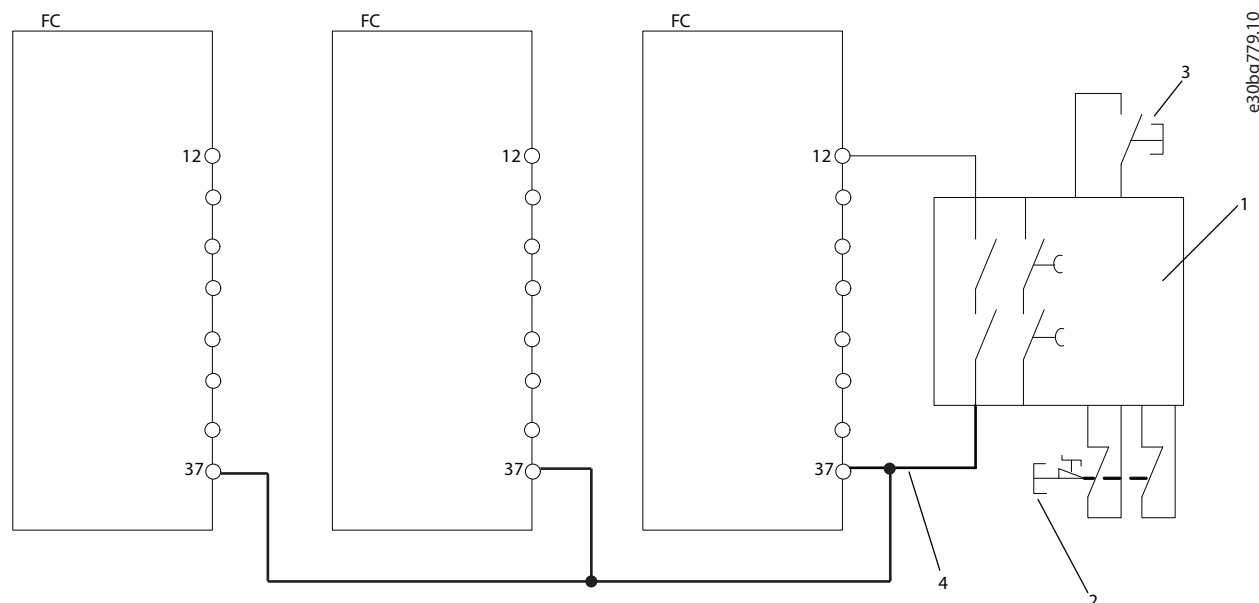
Ca exemplu, utilizați blocul „VLT® AutomationDrive FC 302 (Borna 37)”. Nu este necesar să editați toți parametrii setați în bibliotecă.



Ilustrația 5.6 Diagrama bloc pentru funcția de siguranță

5.5 Oprirea de urgență a mai multor convertizoare de frecvență – Categoria 3, PL d, SIL 2

Ilustrația 5.7 arată o oprire de urgență pentru mai multe convertizoare de frecvență – exemplu de aplicație pentru Categoria 3, PL d, SIL 2.



1	Releu de siguranță (categoria 3, PL d sau SIL 2)
2	Buton de oprire de urgență
3	Buton de resetare
4	Cablu de protecție la scurtcircuit (dacă nu se află în interiorul tabloului IP54). Pentru informații suplimentare, consultați ISO 13849-2 Tabelul D.4.

Ilustrația 5.7 Oprirea de urgență a mai multor convertizoare de frecvență – Categoria 3, PL d, SIL 2

Funcție de siguranță

În caz de urgență se va activa dispozitivul de oprire de urgență. Este activată funcția Safe Torque Off (STO) a convertizorului de frecvență. În urma unei comenzi de oprire sau de oprire de urgență, convertizorul de frecvență este oprit.

Intrările funcției STO pot fi conectate direct împreună, dacă trebuie să se controleze mai multe convertizoare de frecvență de la aceeași linie de comandă.

Conectarea la un loc a intrărilor crește probabilitatea unei defecțiuni într-o direcție nesigură, dat fiind că o defecțiune apărută la 1 convertizor de frecvență poate duce la activarea tuturor convertizoarelor de frecvență. Probabilitatea unei defecțiuni este atât de mică, de 1×10^{-10} pe oră, încât probabilitatea rezultată îndeplinește totuși cerințele SIL2 privind cantitățile realiste de convertizoare de frecvență. Se recomandă să nu se conecteze în paralel mai mult de 20 de intrări.

AVERTISMENT!

Dacă se folosește o sursă de alimentare internă de 24 V c.c. (borna 12), numărul de intrări paralele (borna 37) este limitat la 3, în caz contrar se va depăși puterea de ieșire disponibilă.

Caracteristici de design

- Circuitul poate fi utilizat până la Categoria 3, PL d sau SIL 2.
- Pentru PL d, trebuie să se calculeze funcțiile de siguranță complete (MTTFd).
- Aplicați principii de siguranță de bază.
- Dispozitivul folosit pentru activarea funcției Safe Torque Off (STO) și releul de siguranță trebuie să fie adecvate pentru categoria selectată, PL sau SIL.

Când implementați oprirea de urgență, luați în considerare următoarele sfaturi:

- pentru aplicație și componentele sale, trebuie să se respecte toate standardele neasociate cu siguranța;
- proiectantul aplicației este răspunzător pentru selectarea componentelor adecvate;
- cablul prezentat îngroșat în *Ilustrația 5.7* trebuie să fie protejat la scurtcircuit conform ISO 13849-2, tabelul D.4;
- pentru a îndeplini cerințele PL d, trebuie să se calculeze valorile MTTFd și c.c. pentru întreaga funcție de siguranță.

Se poate folosi această configurare dacă se utilizează un dispozitiv de comutare pozitiv, dublu. De asemenea, în funcție de releul de siguranță, este posibilă conectarea mai multor dispozitive de activare la o funcție Safe Torque Off.

Implementarea în SISTEMA cu ajutorul bibliotecii Danfoss VLT®

Ca exemplu, utilizați subsistemul „VLT® AutomationDrive FC 302/FCD 302 Safe Torque Off (Borna 37)”. Nu este necesar să editați toți parametrii setați în bibliotecă. Subsistemul trebuie să fie plasat în funcția de siguranță de același număr de ori câte convertizoare de frecvență există pe linia STO.



Ilustrația 5.8 Diagrama bloc pentru funcția de siguranță

6 Date tehnice despre STO

AVERTISMENT!

Pentru specificațiile tehnice și condițiile de funcționare ale convertizorului de frecvență, consultați *instrucțiunile de operare/recomandările* relevante ale convertizorului de frecvență.

AVERTISMENT!

Semnalul STO trebuie să fie furnizat SELV sau PELV.

Directive europene	Directiva pentru construcții de mașini (2006/42/CE)	EN ISO 13849-1	
		EN IEC 62061	
		EN IEC 61800-5-2	
	Directiva EMC (2014/30/EU)	EN 50011	
		EN 61000-6-3	
		EN 61800-3	
Directiva privind tensiunea joasă (2014/35/UE)	EN 50178		
	EN 61800-5-1		
Standarde de siguranță	Siguranța utilajului	EN ISO 13849-1, IEC 62061, IEC 60204-1	
	Siguranță funcțională	De la IEC 61508-1 la -7, IEC 61800-5-2	
Funcție de siguranță		IEC 61800-5-2	IEC 60204-1
		Safe Torque Off (STO)	Categoria de oprire 0
Caracteristici de siguranță	ISO 13849-1		
	Categoria	Cat 3	
	Acoperire diagnostic	DC: 90% (medie)	
	Timp mediu până la defecțiunea periculoasă	MTTFd: 14.000 de ani (ridicată)	
	Nivel de performanță	PL d	
	IEC 61508/IEC 62061		
	Nivel de integritate a siguranței	SIL 2, SIL CL2	
	Probabilitatea unei defecțiuni periculoase pe oră	PFH: 1E-10/h; 1E-8/h pentru variantele specifice ^{1), 2)} (mod solicitare ridicată)	
	Probabilitatea unei defecțiuni periculoase la solicitare	PFD: 1E-10; 1E-4 pentru variantele specifice ^{1), 2)} (mod solicitare redusă)	
	Toleranță defecțiune echipament	HFT: 0 (1oo1)	
	Interval probă T1	20 de ani	
	Timp de acționare TM	20 de ani	
Timp de reacție	Timp de răspuns de la intrare până la ieșire	Maximum 20 ms, 60 ms pentru anumite variante ^{1), 2)}	

Tabel 6.1 Date tehnice

1) VLT® HVAC Drive FC 102, VLT® Refrigeration Drive FC 103, VLT® AQUA Drive FC 202 și VLT® AutomationDrive FC 301/FC 302 High Power Drives cu dimensiunea de carcasă F:

- 400 V: 450/500 kW (600/650 CP) – 800/1.000 kW (1.075/1.350 CP) (Suprasarcină ridicată/Suprasarcină normală).
- 690 V: 630/710 kW (850/950 CP) – 1.800/2.000 kW (2.400/2.700 CP) (Suprasarcină ridicată/Suprasarcină normală).

2) VLT® Parallel Drive Modules:

- 400 V: 250/315 kW (350/450 CP) – 800/1.000 kW (1.200/1.350 CP) (Suprasarcină ridicată/Suprasarcină normală).
- 690 V: 315/400 kW (350/400 CP) – 1.000/1.200 kW (1.150/1.350 CP) (Suprasarcină ridicată/Suprasarcină normală).

Index

A

Abrevieri.....	4
Activarea.....	9
Alarmă.....	9
Aprobări.....	3

C

Canal de oprire.....	8
Card termistor.....	8
Certificări.....	3
Comandă.....	5
Comportament la repornire.....	9
Comutator de protecție pentru siguranță.....	8
Convenții.....	4

D

Date SISTEMA.....	12
Date tehnice.....	17
Dispozitiv de siguranță.....	8
Dispozitive externe de siguranță.....	9

F

Frână mecanică.....	10
---------------------	----

I

Identificarea.....	2
leșire.....	8

Î

Împiedicarea repornirii.....	9, 10
Împiedicarea repornirii accidentale.....	9

I

Instalarea.....	8
-----------------	---

Î

Întreținere.....	10
------------------	----

P

Personalul calificat.....	5
Produsele prezentate.....	2

R

Repornire automată.....	9, 10
-------------------------	-------

S

Selecții.....	9
Semnal.....	5, 8
Senzor de siguranță.....	8
Setările parametrilor.....	9
SIL CL2.....	3
SIL2.....	3
Simboluri.....	4
Sistem de control.....	5
Standardele și conformitatea.....	3

T

Terminarea.....	9
Test de punere în funcțiune.....	10