



# Upute za upotrebu Safe Torque Off

VLT<sup>®</sup> frekvencijski pretvarači





## Sadržaj

<b>1 Uvod</b>	2
1.1 Svrha priručnika	2
1.2 Dodatni izvori	2
1.3 Funkcionalni pregled	2
1.4 Odobrenja i certifikati	3
1.5 Simboli, kratice i konvencije	4
<b>2 Sigurnost</b>	5
2.1 Sigurnosti simboli	5
2.2 Kvalificirano osoblje	5
2.3 Sigurnosne mjere opreza	5
<b>3 Ugradnja</b>	7
3.1 Sigurnosne upute	7
3.2 Instalacija funkcije STO	7
3.3 Instalacija u kombinaciji s VLT® PTC Thermistor Card MCB 112	8
<b>4 Puštanje u pogon</b>	9
4.1 Sigurnosne upute	9
4.2 Aktiviranje funkcije STO	9
4.3 Postavke parametra za STO u kombinaciji s VLT® PTC Thermistor Card MCB 112	9
4.4 Ponovno automatsko/ručno pokretanje	9
4.5 Test za puštanje u pogon funkcije STO	10
4.6 Sigurnost konfiguracije sustava	10
4.7 Servis i održavanje	10
<b>5 Primjeri primjene</b>	12
5.1 SISTEMA podaci	12
5.2 Zaustavljanje u nuždi frekventijskog pretvarača pomoću funkcije Safe Torque Off - Kategorija 1, PL c, SIL 1	12
5.3 Zaustavljanje u nuždi frekventijskog pretvarača pomoću funkcije Safe Torque Off uz korištenje sigurnosnog releja - Kategorija 3, PL d, SIL 2	13
5.4 Zaustavljanje u nuždi frekventijskog pretvarača pomoću funkcije Safe Torque Off, sigurnosnog releja i izlaznog sklopnika - Kategorija 4, PL e, SIL 3	14
5.5 Zaustavljanje u nuždi više frekventijskih pretvarača - Kategorija 3, PL d, SIL 2	15
<b>6 STO tehnički podaci</b>	17
	18

## 1 Uvod

### 1.1 Svrha priručnika

Ovaj priručnik sadrži informacije za upotrebu frekventijskih pretvarača Danfoss VLT® u primjenama funkcionalne sigurnosti. Priručnik sadrži informacije o standardima funkcionalne sigurnosti, funkciji Safe Torque Off (STO) frekventijskog pretvarača Danfoss VLT®, povezanim instalacijama te puštanju u pogon, kao i servisu i održavanju za STO.

VLT® je registrirani zaštitni znak.

### 1.2 Dodatni izvori

Ovaj je priručnik namijenjen korisnicima koji su već upoznati s frekventijskim pretvaračima VLT®. Namijenjen je kao dodatak priručnicima i uputama dostupnim za preuzimanje na adresi [drives.danfoss.com/knowledge-center/technical-documentation/](http://drives.danfoss.com/knowledge-center/technical-documentation/). Pročitajte upute isporučene s frekventijskim pretvaračem i/ili opcijom frekventijskog pretvarača prije instalacije jedinice te proučite upute za sigurnu instalaciju.

### 1.3 Funkcionalni pregled

#### 1.3.1 Uvod

Funkcija Safe Torque Off (STO) sastavni je dio upravljačkog sustava za sigurnost. STO sprječava stvaranje potrebne snage za vrtnju motora.

#### **NAPOMENA!**

**Odaberite i primijenite komponente u sigurnosnom upravljačkom sustavu u skladu sa željenom razinom radne sigurnosti. Prije integracije i uporabe funkcije STO u instalaciji trebate provesti temeljitu analizu rizika kako biste utvrdili jesu li funkcionalnost STO i razine sigurnosti pravilne i dostatne.**

VLT® frekventijski pretvarač dostupan je s:

- Safe Torque Off (STO), u skladu sa standardom EN IEC 61800-5-2.
- Kategorija zaustavljanja 0, prema standardu EN 60204-1.

Frekventijski pretvarač integrira funkcionalnost STO preko upravljačke stezaljke 37.

VLT® frekventijski pretvarač s funkcionalnošću STO oblikovan je i odobren kao prikladan za zahtjeve:

- Kategorija 3 u EN ISO 13849-1.
- Razina izvedbe „d“ u EN ISO 13849-1.
- SIL 2 u IEC 61508 i EN 61800-5-2.
- SILCL 2 u EN 62061.

#### 1.3.2 Proizvodi na koje se odnosi i identifikacija

Funkcija STO dostupna je za sljedeće vrste frekventijskih pretvarača:

- VLT® HVAC Drive FC 102
- VLT® Refrigeration Drive FC 103
- VLT® AQUA Drive FC 202
- VLT® AutomationDrive FC 301 veličina kućišta A1
- VLT® AutomationDrive FC 302
- VLT® Decentral Drive FCD 302
- VLT® Parallel Drive Modules

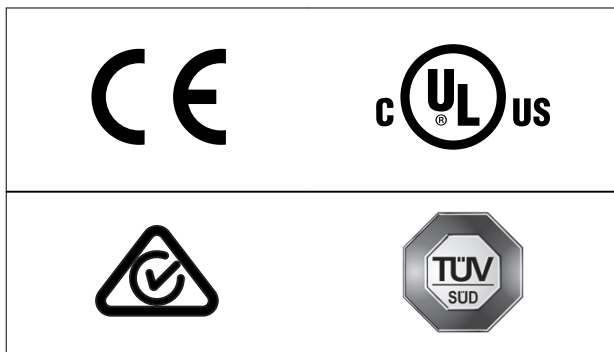
#### Identifikacija

- Potvrdite da je frekventijski pretvarač konfiguriran pomoću funkcije STO putem provjere oznake tipa jedinice na nazivnoj pločici (pogledajte *Tablica 1.1*).

Proizvod	Oznaka tipa
VLT® HVAC Drive FC 102	T ili U na mjestu znamenke 18 oznake tipa
VLT® Refrigeration Drive FC 103	T na mjestu znamenke 18 oznake tipa
VLT® AQUA Drive FC 202	T ili U na mjestu znamenke 18 oznake tipa
VLT® AutomationDrive FC 301 veličina kućišta A1	T na mjestu znamenke 18 oznake tipa
VLT® AutomationDrive FC 302	X, B ili R na mjestu znamenke 18 oznake tipa
VLT® Decentral Drive FCD 302	X, B ili R na mjestu znamenke 18 oznake tipa
VLT® Parallel Drive Modules	T ili U na mjestu znamenke 18 oznake tipa

**Tablica 1.1 Identifikacija putem oznake tipa**

## 1.4 Odobrenja i certifikati



Dostupno je više odobrenja i certifikata. Obratite se lokalnom Danfoss partneru.

### 1.4.1 Primijenjeni standardi i usklađenost

Upotreba funkcije STO na stezaljci 37 zahtijeva da korisnik zadovolji sve sigurnosne odredbe koje uključuju odgovarajuće zakone, pravilnike i smjernice.

Integrirana funkcija STO sukladna je sljedećim normama:

- IEC/EN 60204-1: 2016 Kategorija zaustavljanja 0 – nekontrolirano zaustavljanje
- IEC/EN 61508: 2010 SIL2
- IEC/EC 61800-5-2: 2016
- IEC/EN 62601: 2015 SIL CL2
- EN ISO 13849-1: 2015 Kategorija 3 PL d

## 1.5 Simboli, kratice i konvencije

Kratika	Reference	Opis
B <sub>10d</sub>		Broj ciklusa do pojave opasnog kvara kod 10% dijelova (za pneumatske i elektromehaničke dijelove).
Kat.	EN ISO 13849-1	Kategorija, razina „B, 1-4“
CCF		Uobičajeni uzrok kvara
DC		Dijagnostička pokrivenost podijeljena je na nisku, srednju i visoku.
FIT		Pogreška u vremenu: 1E-9/sat
HFT	EN IEC 61508	Tolerancija hardverskog kvara: HFT = n znači da n+1 pogrešaka može uzrokovati gubitak sigurnosne funkcije.
MTTFd	EN ISO 13849-1	Vrijeme do kvara – opasno. Jedinica: Godine su podijeljene na niske, srednje i visoke.
PFH	EN IEC 61508	Vjerojatnost opasnih kvarova po satu. Tu vrijednost uzmite u obzir ako zaštitni uređaj radi u visokoj potražnji ili kontinuirano pri čemu je učestalost zahtjeva za radni način na sustavima povezanim sa sigurnošću veća od 1 po godini.
PFD	EN IEC 61508	Prosječna vjerojatnost kvara s obzirom na potražnju, vrijednost upotrijebljena za rad s niskom potražnjom.
PL	EN ISO 13849-1	Diskretna razina upotrijebljena za navođenje mogućnosti sigurnosnih dijelova upravljačkog sustava za izvođenje sigurnosne funkcije u predvidljivim uvjetima. Razine podijeljene na a do e.
PLr		Potrebna razina izvedbe (potrebna razina izvedbe za određenu sigurnosnu funkciju).
SIL	EN IEC 61508 EN IEC 62061	Razina sigurnosnog integriteta
STO	EN IEC 61800-5-2	Safe Torque Off
SS1	EN IEC 61800-5-2	Sigurnosno zaustavljanje 1
SRECS	EN IEC 62061	Sigurnosni električni upravljački sustav
SRP/CS	EN ISO 13849-1	Sigurnosni dijelovi upravljačkog sustava
PDS/SR	EN IEC 61800-5-2	Sustav frekvencijskog pretvarača (sigurnosni)

Tablica 1.2 Kratice povezane s funkcionalnom sigurnošću

**Konvencije**

Na numeriranim su popisima navedeni postupci. Na popisu s grafičkim oznakama navedene su druge informacije i opis ilustracija.

Tekst kosim slovima označava:

- Referenca.
- Veza.
- Naziv parametra.
- Fusnota.
- Skupina parametara.
- Opcija parametra.
- Alarmi/upozorenja.

Sve dimenzije na crtežima navedene su i u metričkim i u imperijalnim jedinicama (u zagradama), na primjer: mm (in). Oznaka zvjezdice (\*) označava zadanu opciju parametra.

## 2 Sigurnost

### 2.1 Sigurnosti simboli

U ovim se uputama upotrebljavaju sljedeći simboli:

#### **▲UPOZORENJE**

Označava potencijalno opasnu situaciju koja može uzrokovati smrt ili teške ozljede.

#### **▲OPREZ**

Označava potencijalno opasnu situaciju koja može uzrokovati manje ili umjerene ozljede. Može se upotrijebiti i za upozorenje na postupke koji nisu sigurni.

#### **NAPOMENA!**

Označava važne informacije, uključujući situacije koje mogu uzrokovati oštećenja opreme ili imovine.

### 2.2 Kvalificirano osoblje

Samo osobe s dokazanim vještinama smiju sastavljati, instalirati, programirati, puštati u pogon, održavati i uklanjati proizvode iz upotrebe. Osobe s dokazanim vještinama

- Kvalificirani električni inženjeri ili osobe koje su obučili kvalificirani električni inženjeri te imaju odgovarajuće iskustvo za upravljanje uređajima, sustavima, postrojenjem i mašinerijom u skladu s općenitim standardima i smjernicama za sigurnosnu tehnologiju.
- Osobe upoznate s osnovnim propisima u vezi sa zdravljem i sigurnošću/sprječavanjem nezgoda.
- Osobe koje su pročitale i razumiju sigurnosne smjernice u priručniku te upute u Uputama za upotrebu frekvencijskog pretvarača.
- Osobe koje posjeduju dobro znanje o generičkim i specijalističkim standardima primjenjivim za određenu primjenu.

Korisnici sustava frekvencijskih pretvarača (sigurnosnih) (PDS(SR)) odgovorni su za sljedeće:

- Analizu opasnosti i rizika primjene.
- Utvrđivanje potrebnih sigurnosnih funkcija i dodjeljivanje SIL-a ili PLR-a svakoj od funkcija.
- Druge podsustave i valjanost signala i naredbi od njih.
- Oblikovanje odgovarajućih sigurnosnih upravljačkih sustava (hardver, softver, parametrizacija itd.).

#### Zaštitne mjere

- Samo kvalificirano i stručno osoblje smije instalirati i puštati u pogon sustave sigurnosnog inženjeringa.
- Instalirajte frekvencijski pretvarač u IP54 ormar prema standardu IEC 60529 ili u ekvivalentno okruženje. U posebnim primjenama može biti potreban viši razred IP zaštite.
- Osigurajte kratkospojnu zaštitu kabela između sigurnosne opcije i vanjskog zaštitnog uređaja sukladno standardu ISO 13849-2, tablica D.4. Ako vanjske sile utječu na os motora (primjerice ovješeni tereti), potrebno je poduzeti dodatne mjere (primjerice sigurnosnu kočnicu) za uklanjanje opasnosti.

### 2.3 Sigurnosne mjere opreza

Općenite mjere opreza za sigurnost potražite u poglavlju *Sigurnost u odgovarajućim uputama za upotrebu*.

#### **▲OPREZ**

Nakon instalacije STO-a izvedite test puštanja u pogon kako je navedeno u *poglavlje 4.5 Test za puštanje u pogon funkcije STO*. Atestirano puštanje u pogon obavezno je nakon prve instalacije i nakon svake promjene u sigurnosnoj instalaciji.

#### **▲UPOZORENJE**

**OPASNOST OD SMRTI I TEŠKIH OZLJEDA**  
Ako vanjske sile djeluju na motor, primjerice u slučaju okomite osi (ovješeni tereti) te dođe do neželjenog pomicanja, primjerice zbog gravitacije, to može uzrokovati opasnost pa motor mora biti opremljen dodatnim mjerama za zaštitu od pada. Primjerice, možete postaviti dodatne mehaničke kočnice.

#### **▲UPOZORENJE**

**OPASNOST OD SMRTI I TEŠKIH OZLJEDA**  
STO (odnosno uklanjanje 24 V istosmjernog napajanja na stezaljku 37) ne pruža električnu sigurnosti. STO funkcija nije dovoljna za implementaciju funkcije Emergency Off (Isključivanje u slučaju nužde) kako je definirano standardom EN 60204-1. Emergency-Off (Isključivanje u slučaju nužde) zahtjeva mjere električne izolacije, primjerice, isključivanje mrežnog napajanja preko dodatnog sklopnika.

**⚠️ UPOZORENJE****OPASNOST OD STRUJNOG UDARA**

Funkcija STO NE izolira mrežni napon do frekvencijskog pretvarača ili pomoćnih krugova. Radove na električnim dijelovima frekvencijskog pretvarača ili motora provodite tek nakon izolacije napajanja mrežnog napona i čekanja da vrijeme pražnjenja protekne, kako je navedeno u poglavlju *Sigurnost* u *odgovarajućim uputama za upotrebu*. Ako ne izolirate napajanje mrežnog napona s jedinice i ne pričekate određeni vremenski period, može doći do smrti ili ozbiljnih ozljeda.

- Ne zaustavljajte frekvencijski pretvarač pomoću STO funkcije. Ako se frekvencijski pretvarač koji radi zaustavi pomoću te funkcije, jedinica će se blokirati i zaustavit će se po inerciji. Ako to ograničenje nije prihvatljivo, primjerice zato što uzrokuje opasnost, upotrijebite odgovarajući način za zaustavljanje frekvencijskog pretvarača i strojeva prije upotrebe funkcije STO. Ovisno o primjeni možda će biti potrebna mehanička kočnica.
- STO je pogodan za izvođenje mehaničkih radova na sustavu frekvencijskog pretvarača ili samo zahvaćenog dijela stroja. Ne pruža električnu sigurnost. STO se ne smije upotrebljavati za kontrolu pokretanja i/ili zaustavljanja frekvencijskog pretvarača.

**⚠️ OPREZ****PONOVNO AUTOMATSKO POKRETANJE**

Ponovno automatsko pokretanje dopušteno je isključivo u jednoj od sljedeće dvije situacije:

- Ako se sprječavanje nenamjernog ponovnog pokretanja implementira putem drugih dijelova instalacije STO funkcije.
- Prisutnost u opasnoj zoni može biti fizički isključena ako se ne aktivira STO. Osobito valja poštivati upute iz odjeljka 6.3.3.2.5 standarda ISO 12100: 2010.

**⚠️ UPOZORENJE****OPASNOST OD SMRTI I TEŠKIH OZLJEDA**

Funkciju STO možete koristiti za asinkrone, sinkrone i trajne magnetske motore. Mogu se javiti 2 kvara u poluvodiču snage frekvencijskog pretvarača. Pri uporabi sinkronih ili trajnih magnetskih motora od kvarova može doći do rezidualne vrtnje. Vrtnja se može izračunati na  $\text{kut} = 360 / (\text{broj polova})$ . Primjenom sinkronih ili trajnih magnetskih motora mora se uzeti u obzir ta rezidualna vrtnja te osigurati da ne predstavlja sigurnosni rizik. Ta situacija nije važna za asinkrone motore.

**NAPOMENA!**

Procijenite rizik za svaku funkciju zaustavljanja kako biste odredili kategoriju zaustavljanja u skladu sa standardom EN 60204-1:

- Kategorija zaustavljanja 0 postiže se trenutačnim prekidom napajanja aktuatora, što rezultira zaustavljanjem nekontroliranog slobodnog zaustavljanja. STO u skladu sa standardom EN 61800-5-2 postiže zaustavljanje Kategorije zaustavljanja 0.
- Kategorija zaustavljanja 1 postiže se pomoću snage dostupne na aktuatorima stroja za postizanje zaustavljanja. Snaga se uklanja s aktuatora kada se postigne zaustavljanje u skladu sa standardom EN 61800-5-2 Sigurnosno zaustavljanje 1 (SS1).
- Kategorija zaustavljanja 2 je kontr. zaustavljanje sa snagom dostupnom na aktuatorima stroja. Položaj držanja pod snagom slijedi nakon zaustavljanja.

**NAPOMENA!**

Prilikom oblikovanja primjene stroja za slobodno je zaustavljanje potrebno uzeti u obzir vrijeme i udaljenost (kategorija zaustavljanja 0 ili STO). Za više informacija u vezi s kategorijama zaustavljanja pogledajte EN 60204-1.

## 3 Ugradnja

### 3.1 Sigurnosne upute



#### ELEKTRIČNA OPASNOST

Tehničar ili električar odgovoran je za pravilno uzemljenje i usklađenost sa svim važećim nacionalnim i lokalnim sigurnosnim propisima.

Pogledajte *poglavlje 2 Sigurnost* i odgovarajuće *upute za upotrebu* frekventijskog pretvarača. Isto tako, uvijek se pridržavajte uputa proizvođača motora.

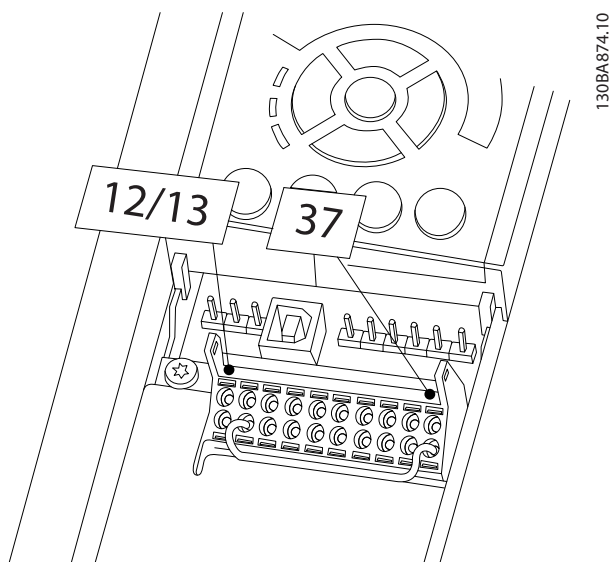
### 3.2 Instalacija funkcije STO

Za priključivanje motora, izmjeničnog mrežnog napajanja i kontrolnog ožičenja slijedite upute za sigurnu ugradnju iz *uputa za upotrebu* frekventijskog pretvarača.

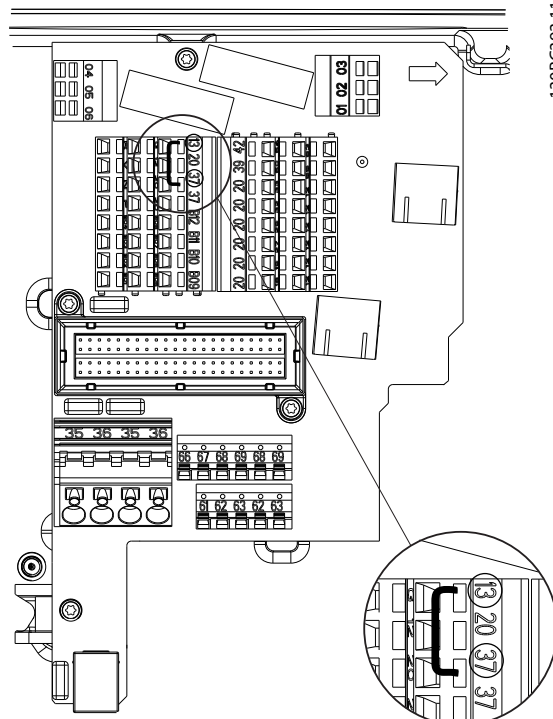
Za instalaciju s Ex-certificiranom VLT® PTC Thermistor Card MCB 112 pogledajte *poglavlje 3.3 Instalacija u kombinaciji s VLT® PTC Thermistor Card MCB 112*.

Uključite integrirani STO kako slijedi:

1. Uklonite žicu prenosnika između upravljačkih stezaljki 37 i 12 ili 13. Rezanje ili lomljenje prenosnika nije dovoljno za izbjegavanje kratkog spoja. (Pogledajte prenosnik u *Slika 3.1*).



Slika 3.1 Premosnik između stezaljki 12/13 (24 V) i 37 (svi frekventijski pretvarači osim FCD 302).



Slika 3.2 Premosnik između stezaljki 13 (24 V) i 37 (FCD 302).

2. Primjerice, spojite vanjski relej za sigurnosni nadzor putem funkcije NO safety (bez zaštite) na stezaljku 37 (STO) i stezaljku 12 ili 13 (24 V istosmjerno napajanje). Primjere za priključke i primjene možete pogledati u odjeljku *poglavlje 5 Primjeri primjene*.
3. Dovršite ožičenje u skladu s uputama u *uputama za upotrebu* frekventijskog pretvarača.



## 4 Puštanje u pogon

### 4.1 Sigurnosne upute



#### ELEKTRIČNA OPASNOST

Tehničar ili električar odgovoran je za pravilno uzemljenje i usklađenost sa svim važećim nacionalnim i lokalnim sigurnosnim propisima.

Pogledajte *poglavlje 2 Sigurnost* i odgovarajuće *upute za upotrebu* frekventijskog pretvarača. Isto tako, uvijek se pridržavajte uputa proizvođača motora.

### 4.2 Aktiviranje funkcije STO

Funkcija STO aktivira se uklanjanjem napona na stezaljci 37 frekventijskog pretvarača. Povezivanjem frekventijskog pretvarača na vanjski zaštitni uređaj koji omogućuje sigurnosno zaustavljanje, može se dobiti instalacija kategorije Sigurnosno zaustavljanje 1. Vanjski zaštitni uređaji moraju ispuniti Kat./PL ili SIL kada su spojeni na stezaljku 37. Funkcija STO može se upotrijebiti za asinkrone, sinkrone i trajne magnetske motore.

Kada se aktivira STO (stezaljka 37), frekventijski pretvarač aktivira alarm, blokira jedinicu i slobodno zaustavlja motor dok ne stane. Potrebno je ručno ponovno pokretanje. Upotrebite funkciju STO za zaustavljanje frekventijskog pretvarača u nuždi. U normalnom načinu rada kada STO nije potrebna, upotrijebite standardnu funkciju za zaustavljanje. Osigurajte ispunjavanje zahtjeva u skladu sa standardom ISO 12100, odjeljak 6.3.3.2.5 prije upotrebe funkcije ponovnog automatskog pokretanja.

### 4.3 Postavke parametra za STO u kombinaciji s VLT® PTC Thermistor Card MCB 112

Kada je spojen MCB 112, dostupno je više odabira za *parametar 5-19 Terminal 37 Safe Stop* ([4] PTC 1 Alarm na [9] PTC 1 i relej W/A).

- Odabiri [1]\* Alarm sigurnosnog zaustavljanja i [3] Upozorenje sigurnosnog zaustavljanja i dalje su dostupni, ali su namijenjeni instalacijama bez MCB 112 ili vanjskih zaštitnih uređaja. Ako su odabrani [1]\* Alarm sigurnosnog zaustavljanja ili [3] Upozorenje sigurnosnog zaustavljanja i pokrene se MCB 112, frekventijski pretvarač reagira alarmom *alarm 72, Dangerous Failure (Opasan kvar)* i slobodno zaustavlja motor

na siguran način, bez ponovnog automatskog pokretanja.

- Nemojte odabrati [4] PTC 1 Alarm i [5] PTC 1 Upozorenje prilikom upotrebe vanjskog zaštitnog uređaja. Upotrebljavajte samo te odabire kada samo MCB 112 upotrebljava STO. Ako su odabrani [4] PTC 1 Alarm ili [5] PTC 1 Upozorenje i vanjski zaštitni uređaj aktivira STO, frekventijski pretvarač reagira alarmom *alarm 72, Dangerous Failure (Opasan kvar)* i slobodno zaustavlja motor na siguran način, bez ponovnog automatskog pokretanja.
- Odaberite [6] PTC 1 i relej A na [9] PTC 1 i relej W/A za kombinaciju vanjskog zaštitnog uređaja i MCB 112.



#### PONOVNO AUTOMATSKO POKRETANJE

Dostupni odabiri omogućuju ponovno automatsko pokretanje prilikom deaktivacije vanjskog zaštitnog uređaja.

Prije odabira [7] PTC 1 i relej W ili [8] PTC 1 i relej A/W, osigurajte sljedeće:

- sprječavanje nenamjernog ponovnog pokretanja uslijed djelovanja drugih dijelova instalacije funkcije STO ili:
- Prisutnost u opasnoj zoni može biti fizički isključena ako se ne aktivira STO. Osobito valja poštivati upute iz odjeljka 6.3.3.2.5 standarda ISO 12100:2010.

Za pojedinosti pogledajte *Upute za upotrebu VLT® PTC Thermistor Card MCB 112*.

### 4.4 Ponovno automatsko/ručno pokretanje

STO zadano stanje sprječava nenamjerno ponovno pokretanje (Restart Prevention Behavior). Za prekid funkcije STO i nastavak normalnog rada:

1. Ponovno dovedite 24 V istosmjerno napajanje na stezaljku 37.
2. Pošaljite signal za poništavanje (preko sabirnice, digitalnog I/O ili tipke [Reset]).

Postavite funkciju STO na automatsko ponovno pokretanje postavljanjem vrijednosti za *parametar 5-19 Terminal 37 Safe Stop* iz zadane vrijednosti [1]\* Alarm sigurn.zaust. na vrijednost [3] Upoz.sigurn.zaust.

Ponovno automatsko pokretanje znači da je STO prekinut i da se nastavlja normalni rada čim se dovede 24 V

istosmjerno napajanje na stezaljku 37. Nije potreban signal poništavanja.

#### 4.5 Test za puštanje u pogon funkcije STO

Nakon instalacije i prije prvog rada izvedite test puštanja u pogon instalacije pomoću funkcije STO.

Provedite test ponovo nakon svake izmjene instalacije ili primjene koja uključuje STO.

### **NAPOMENA!**

**Uspješan test puštanja u pogon funkcije STO potreban je nakon početne instalacije i nakon svake sljedeće promjene u instalaciji.**

Za izvođenje testa puštanja u pogon:

- slijedite upute iz *poglavlje 4.5.1 Primjena sprječavanja ponovnog pokretanja za STO* za primjene bez ponovnog automatskog pokretanja nakon sigurnosnog zaustavljanja ili
- slijedite upute iz *poglavlje 4.5.2 Ponovno automatsko pokretanje STO primjene* za primjene s ponovnim automatskim pokretanjem nakon sigurnosnog zaustavljanja.

#### 4.5.1 Primjena sprječavanja ponovnog pokretanja za STO

Primjena gdje je *parametar 5-19 Terminal 37 Safe Stop* postavljeno na zadanu vrijednost [1]\* *Alarm sigurnosnog zaustavljanja* ili u kombinaciji s funkcijom STO i VLT® PTC Thermistor MCB 112 gdje je *parametar 5-19 Terminal 37 Safe Stop* postavljeno na [6] *PTC 1 i relej A* ili [9] *PTC 1 i relej W/A*):

1. Uklonite 24 V istosmjerno napajanje na stezaljku 37 pomoću vrste prekidača dok frekvencijski pretvarač pogoni motor (odnosno mrežno napajanje nije prekinuto).
2. Provjerite sljedeće:
  - 2a Slobodno zaustavljanje motora.
  - 2b Aktivira li se mehanička kočnica (ako je spojena).
  - 2c Ako je ugrađen lokalni upravljački panel (LCP), prikazuje li se na njemu *Alarm 68, Safe Stop (Alarm 68, Sigurnosno zaustavljanje)*.
3. Ponovo dovedite 24 V istosmjerno napajanje na stezaljku 37.
4. Osigurajte da motor ostane u stanju slobodnog zaustavljanja, a mehanička kočnica (ako je spojena) ostane aktivirana.
5. Pošaljite signal poništavanja (preko sabirnice, digitalnog I/O ili tipke [Reset]).
6. Provjerite je li motor opet postao funkcionalan.

Test puštanja u pogon uspješno je dovršen nakon izvođenja svih navedenih koraka.

#### 4.5.2 Ponovno automatsko pokretanje STO primjene

Primjena gdje je *parametar 5-19 Terminal 37 Safe Stop* postavljeno na [3] *Upoz.sigurn.zaust.* ili u kombinaciji s funkcijom Safe Torque Off ili VLT® PTC Thermistor MCB 112 gdje je *parametar 5-19 Terminal 37 Safe Stop* postavljeno na [7] *PTC 1 i relej W* ili [8] *PTC 1 i relej A/W*:

1. Uklonite 24 V istosmjerno napajanje na stezaljku 37 putem vrste prekidača dok frekvencijski pretvarač pogoni motor (odnosno mrežno napajanje nije prekinuto).
2. Provjerite sljedeće:
  - 2a Slobodno zaustavljanje motora.
  - 2b Aktivira li se mehanička kočnica (ako je spojena).
  - 2c Ako je ugrađen lokalni upravljački panel (LCP), prikazuje li se na njemu *Upozorenje 68, Sigur.zaust.*
3. Ponovo dovedite 24 V istosmjerno napajanje na stezaljku 37.
4. Provjerite je li motor opet postao funkcionalan.

Test puštanja u pogon uspješno je dovršen nakon izvođenja svih navedenih koraka.

### **NAPOMENA!**

**Pogledajte upozorenje o ponašanju prilikom ponovnog pokretanja u poglavlje 2.3 Sigurnosne mjere opreza.**

#### 4.6 Sigurnost konfiguracije sustava

- Sigurnosne mjere nisu odgovornost korisnika.
- Parametri frekvencijskog pretvarača mogu biti zaštićeni lozinkom.

#### 4.7 Servis i održavanje

Potrebno je da PL d ili SIL2 provode funkcionalni test svakih 12 mjeseci kako bi otkrili bilo kakav kvar ili neispravnost funkcije STO. Za niži PL ili SIL, to je preporuka.

Za provođenje funkcionalnog testa izvedite sljedeće korake (ili upotrijebite sličan postupak prikladan za primjenu):

1. Uklonite 24 V istosmjerno napajanje sa stezaljke 37.
2. Provjerite prikazuje li se na LCP-u *Alarm 68, Sigur.zaust.*
3. Provjerite blokira li frekvencijski pretvarač jedinicu.
4. Provjerite zaustavlja li se motor po inerciji i može li se potpuno zaustaviti.

5. Uvjerite se da se motor ne može pokrenuti.
6. Ponovno priključite 24 V istosmjerno napajanje na stezaljku 37.
7. Provjerite da motor nije pokrenut automatski i da se pokreće samo na signal za poništavanje (putem sabirnice, digitalnog I/O ili tipke [Reset]).

## 5 Primjeri primjene

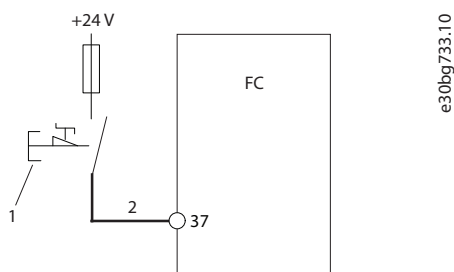
### 5.1 SISTEMA podaci

SISTEMA (softverski alat za sigurnosni integritet za procjenu strojnih aplikacija) je softverski alat koji programerima i ispitivačima sigurnosnih kontrola strojeva pruža sveobuhvatnu podršku u procjeni sigurnosti u odnosu na ISO 13849-1.

Podaci o funkcionalnoj sigurnosti dostupni su iz podatkovne knjižnice za upotrebu s alatom za SISTEMA izračun instituta IFA (Institut za profesionalnu sigurnost i zdravlje njemačkog osiguranja za društvene nezgode) te s podacima za ručni izračun. SISTEMA je dostupna za preuzimanje na [www.danfoss.com/en/service-and-support/downloads/dds/sistema-safety-integrity-software-tool/#overview](http://www.danfoss.com/en/service-and-support/downloads/dds/sistema-safety-integrity-software-tool/#overview).

### 5.2 Zaustavljanje u nuždi frekvencijskog pretvarača pomoću funkcije Safe Torque Off - Kategorija 1, PL c, SIL 1

Slika 5.1 pokazuje primjer primjene zaustavljanja u nuždi frekvencijskog pretvarača pomoću funkcije Safe Torque Off - Kategorija 1, PL c, SIL 1.



1	Tipka za zaustavljanje u nuždi
2	Kabel zaštićen od kratkog spoja (ako nije unutar instalacijskog ormara IP54) Pogledajte ISO 13849-2 tablicu D.4 za dodatne informacije.

Slika 5.1 Zaustavljanje u nuždi pomoću funkcije Safe Torque Off - Kategorija 1, PL c, SIL 1

#### Sigurnosna funkcija

U slučaju nužde aktivira se uređaj za zaustavljanje u slučaju nužde. Aktivira se funkcija Safe Torque Off (STO) frekvencijskog pretvarača. Nakon naredbe za zaustavljanje ili zaustavljanje u nuždi, frekvencijski pretvarač se zaustavlja.

#### Projektne značajke

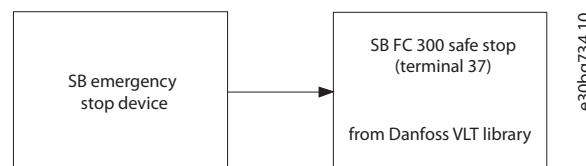
- Krug se može koristiti do Kategorije 1, PL c (ISO 13849-1) ili SIL 1 (EN 62061 i IEC 61508).
- Funkcija Safe Torque Off (STO) aktivira se preko 1 NC pozitivno upravljanog kontakta sklopke (prema IEC 60947-1, IEC 60947-5-1 i IEC 60947-5-5).
- Za PL c, moraju se izračunati ukupne sigurnosne funkcije (MTTFd).
- Koristite temeljna načela sigurnosti.
- Uređaj koji se koristi za aktiviranje funkcije Safe Torque Off (STO) mora biti prikladan za odabranu kategoriju, PL ili SIL.

Prilikom provedbe zaustavljanja u nuždi obratite pozornost na sljedeće savjete:

- Za aplikaciju i njezine dijelove moraju biti ispunjeni svi standardi koji nisu vezani za sigurnost.
- Projektant aplikacije odgovoran je za odabir prikladnih dijelova.
- Kabel prikazan podebljano na Slika 5.1 mora imati zaštitu od kratkog spoja prema ISO 13849-2 table D.4.
- Da bi se ispunio PL c, mora se proračunati MTTFd i DC za cijelu sigurnosnu funkciju.
- Vrijednost  $B_{10d}$  uređaja za zaustavljanje u nuždi mora biti poznata. Vrijednost  $B_{10d}$  mora biti dovoljno visoka da ispuni MTTFd odgovarajućeg PL c.

#### Implementacija u sustavu SISTEMA pomoću Danfoss VLT® knjižnice

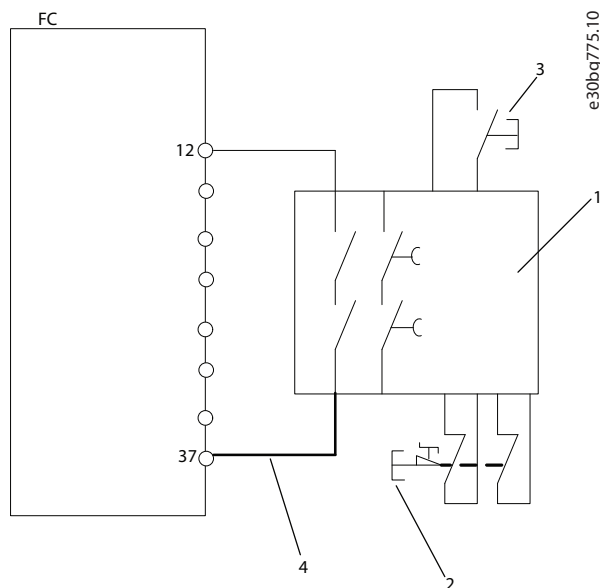
Primjerice, koristite podsustav „VLT® AutomationDrive FC 302/FCD 302 Safe Torque Off (stezaljka 37)“. Nema potrebe za uređivanjem svih parametara koji su postavljeni u knjižnici.



Slika 5.2 Sigurnosna blok shema

### 5.3 Zaustavljanje u nuždi frekvencijskog pretvarača pomoću funkcije Safe Torque Off uz korištenje sigurnosnog releja - Kategorija 3, PL d, SIL 2

Slika 5.3 pokazuje primjer primjene zaustavljanja u nuždi pomoću funkcije Safe Torque Off uz korištenje sigurnosnog releja - Kategorija 3, PL d, SIL 2.



1	Sigurnosni relej (Kategorija 3, PL d ili SIL 2)
2	Tipka za zaustavljanje u nuždi
3	Tipka Reset
4	Kabel zaštićen od kratkog spoja (ako nije unutar instalacijskog ormara IP54) Pogledajte ISO 13849-2 tablicu D.4 za dodatne informacije.

**Slika 5.3** Primjer ugradnje za postizanje Kategorije zaustavljanja 0 (EN 60204-1) pomoću Kategorije sigurnosti 3/PL „d” (ISO 13849-1) ili SIL 2 (EN 62061 i IEC 61508).

#### Sigurnosna funkcija

U slučaju nužde aktivira se uređaj za zaustavljanje u slučaju nužde. Aktivira se funkcija Safe Torque Off (STO) frekvencijskog pretvarača. Nakon naredbe za zaustavljanje ili zaustavljanje u nuždi, frekvencijski pretvarač se zaustavlja.

#### Projektne značajke

- Krug se može koristiti do Kategorije 3, PL d (ISO 13849-1) ili SIL 2 (EN 62061 i IEC 61508).
- Za PL d, moraju se izračunati ukupne sigurnosne funkcije (MTTFd).
- Koristite temeljna načela sigurnosti.
- Uređaj koji se koristi za aktiviranje funkcije Safe Torque Off (STO) i sigurnosnog releja mora biti prikladan za odabranu kategoriju, PL i SIL.

Prilikom provedbe zaustavljanja u nuždi obratite pozornost na sljedeće savjete:

- Za aplikaciju i njezine dijelove moraju biti ispunjeni svi standardi koji nisu vezani za sigurnost.
- Projektant aplikacije odgovoran je za odabir prikladnih dijelova.
- Kabel prikazan podebljano na Slika 5.3 mora imati zaštitu od kratkog spoja prema ISO 13849-2 table D.4.
- Da bi se ispunio PL d, mora se proračunati MTTFd i DC za cijelu sigurnosnu funkciju.

Ova se postavka može koristiti ako se koristi dvostruka pozitivna sklopka. Ovisno o sigurnosnom releju, moguće je također spojiti nekoliko uređaja za aktiviranje na 1 Safe Torque Off (STO).

#### Implementacija u sustavu SISTEMA pomoću Danfoss VLT® knjižnice

Primjerice, koristite podsustav „VLT® AutomationDrive FC 302/FCD 302 Safe Torque Off (stezaljka 37)”. Nema potrebe za uređivanjem svih parametara koji su postavljeni u knjižnici.

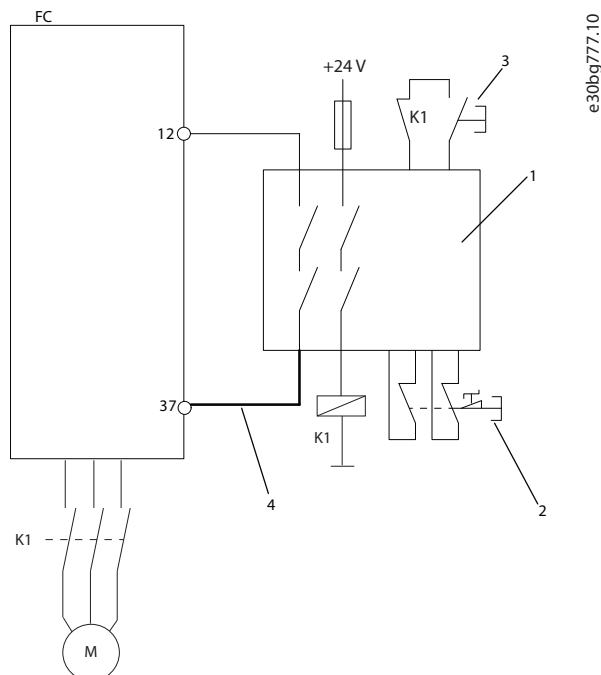


**Slika 5.4** Sigurnosna blok shema

## 5.4 Zaustavljanje u nuždi frekvencijskog pretvarača pomoću funkcije Safe Torque Off, sigurnosnog releja i izlaznog sklopnika - Kategorija 4, PL e, SIL 3

Slika 5.5 pokazuje primjer primjene zaustavljanja u nuždi frekvencijskog pretvarača pomoću funkcije Safe Torque Off, sigurnosnog releja i izlaznog sklopnika - Kategorija 4, PL e, SIL 3.

5



e30bg777.10

1	Sigurnosni relej (kategorija 4, PL e, SIL 3)
2	Tipka za zaustavljanje u nuždi
3	Tipka Reset
4	Kabel zaštićen od kratkog spoja (ako nije unutar instalacijskog ormara IP54) Pogledajte ISO 13849-2 tablicu D.4 za dodatne informacije.

Slika 5.5 Frekvencijski pretvarač pomoću funkcije Safe Torque Off, sigurnosnog releja i izlaznog sklopnika - Kategorija 4, PL e, SIL 3

### Sigurnosna funkcija

U slučaju nužde aktivira se uređaj za zaustavljanje u slučaju nužde. Aktivira se funkcija Safe Torque Off (STO) frekvencijskog pretvarača. Nakon naredbe za zaustavljanje ili zaustavljanje u nuždi, frekvencijski pretvarač se zaustavlja.

Kada sigurnosni upravljački sustav mora biti u skladu s PL e ISO 13849-1 ili SIL 3 (EN 62061 i IEC 61508), za STO funkciju je potrebno 2-kanalno zaustavljanje. Jedan kanal se može implementirati pomoću STO ulaza na frekvencijskom pretvaraču, a drugi pomoću sklopnika, koji može biti spojen ili na ulazni ili na izlazni strujni krug

frekvencijskog pretvarača. Sklopnik se mora nadzirati pomoću pomoćnog vođenog kontakta, prikazanog kao K1 na Slika 5.5.

### Projektne značajke

- Krug se može koristiti do kategorije 4 i PL e.
- Za PL e, moraju se izračunati ukupne sigurnosne funkcije (MTTFd).
- Koristite temeljna načela sigurnosti.
- Uređaj koji se koristi za aktiviranje funkcije Safe Torque Off (STO) i sigurnosnog releja mora biti prikladan za odabranu kategoriju, PL i SIL.

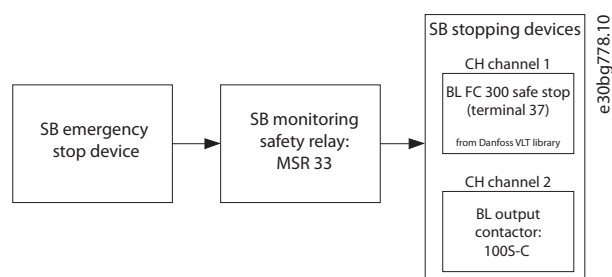
Prilikom provedbe zaustavljanja u nuždi obratite pozornost na sljedeće savjete:

- Za aplikaciju i njezine dijelove moraju biti ispunjeni svi standardi koji nisu vezani za sigurnost.
- Projektant aplikacije odgovoran je za odabir prikladnih dijelova.
- Kabel prikazan podebljano na Slika 5.5 mora imati zaštitu od kratkog spoja prema ISO 13849-2 table D.4.
- Da bi se ispunio PL e, mora se proračunati MTTFd i DC za cijelu sigurnosnu funkciju.

Ova se postavka može koristiti ako se koristi dvostruka pozitivna sklopka.

### Implementacija u sustavu SISTEMA pomoću Danfoss VLT® knjižnice

Primjerice, koristite blokadu „VLT® AutomationDrive FC 302 (stezaljka 37)“. Nema potrebe za uređivanjem svih parametara koji su postavljeni u knjižnici.

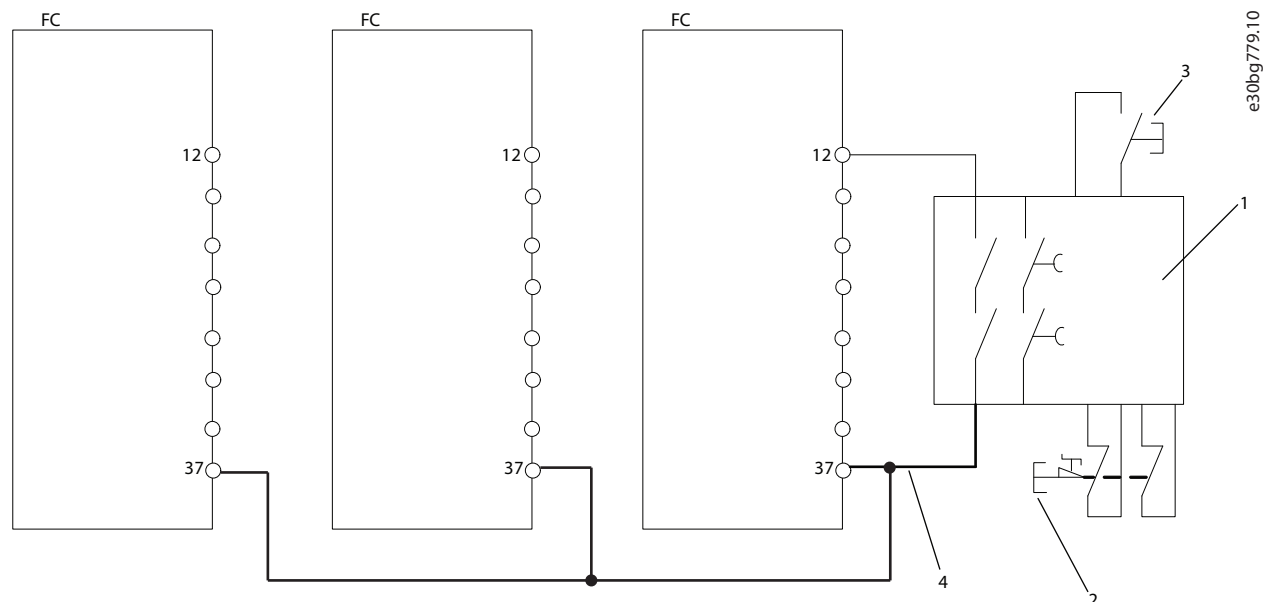


e30bg778.10

Slika 5.6 Sigurnosna blok shema

## 5.5 Zaustavljanje u nuždi više frekvencijskih pretvarača - Kategorija 3, PL d, SIL 2

Slika 5.7 pokazuje primjer primjene zaustavljanja u nuždi više frekvencijskih pretvarača - Kategorija 3, PL d, SIL 2.



e30bg779.10

**5**

1	Sigurnosni relej (Kategorija 3, PL d ili SIL 2)
2	Tipka za zaustavljanje u nuždi
3	Tipka Reset
4	Kabel zaštićen od kratkog spoja (ako nije unutar instalacijskog ormara IP54) Pogledajte ISO 13849-2 tablicu D.4 za dodatne informacije.

Slika 5.7 Zaustavljanje u nuždi više frekvencijskih pretvarača - Kategorija 3, PL d, SIL 2

### Sigurnosna funkcija

U slučaju nužde aktivira se uređaj za zaustavljanje u slučaju nužde. Aktivira se funkcija Safe Torque Off (STO) frekvencijskog pretvarača. Nakon naredbe za zaustavljanje ili zaustavljanje u nuždi, frekvencijski pretvarač se zaustavlja.

STO ulazi mogu biti izravno spojeni ako je potrebno kontrolirati više frekvencijskih pretvarača iz iste kontrolne linije.

Spajanje ulaza povećava vjerojatnost kvara u nesigurnom smjeru, budući da bi greška u 1 frekvencijskom pretvaraču mogla rezultirati aktiviranjem svih pretvarača frekvencije. Vjerojatnost greške je vrlo niska,  $1 \times 10^{-10}$  na sat, da rezultirajuća vjerojatnost još uvijek ispunjava zahtjeve za SIL2 za realne brojeve frekvencijskih pretvarača. Preporučuje se da paralelno ne bude spojeno više od 20 ulaza.

### **NAPOMENA!**

Kada se koristi unutarnje napajanje naponom 24 V (stezaljka 12), broj paralelnih ulaza (stezaljka 37) ograničen je na 3, u suprotnom se prekoračuje raspoloživa izlazna snaga.

### Projektne značajke

- Krug se može koristiti do Kategorije 3, PL d ili SIL 2.
- Za PL d, moraju se izračunati ukupne sigurnosne funkcije (MTTFd).
- Koristite temeljna načela sigurnosti.
- Uređaj koji se koristi za aktiviranje funkcije Safe Torque Off (STO) i sigurnosnog releja mora biti prikladan za odabranu kategoriju, PL i SIL.

Prilikom provedbe zaustavljanja u nuždi obratite pozornost na sljedeće savjete:

- Za aplikaciju i njezine dijelove moraju biti ispunjeni svi standardi koji nisu vezani za sigurnost.
- Projektant aplikacije odgovoran je za odabir prikladnih dijelova.
- Kabel prikazan podebljano na *Slika 5.7* mora imati zaštitu od kratkog spoja prema ISO 13849-2 table D.4.
- Da bi se ispunio PL d, mora se proračunati MTTFd i DC za cijelu sigurnosnu funkciju.

Ova se postavka može koristiti ako se koristi dvostruka pozitivna sklopka. Ovisno o sigurnosnom releju, moguće je također spojiti nekoliko uređaja za aktiviranje na jedan Safe Torque Off.

#### Implementacija u sustavu SISTEMA pomoću Danfoss VLT® knjižnice

Primjerice, koristite podsustav „VLT® AutomationDrive FC 302/FCD 302 Safe Torque Off (stezaljka 37)“. Nema potrebe za uređivanjem svih parametara koji su postavljeni u knjižnici. Podsustav mora biti stavljen u sigurnosnu funkciju onoliko često koliko je frekvencijskih pretvarača prisutno na jednoj STO liniji.



Slika 5.8 Sigurnosna blok shema

## 6 STO tehnički podaci

### **NAPOMENA!**

Za tehničke specifikacije i radne uvjete frekvencijskog pretvarača pogledajte odgovarajuće *upute za upotrebu* frekvencijskog pretvarača.

### **NAPOMENA!**

STO signal mora biti SELV ili PELV napajan.

Europske direktive	Direktiva za strojeve (2006/42/EZ)	EN ISO 13849-1	
		EN IEC 62061	
		EN IEC 61800-5-2	
	EMC direktiva (2014/30/EU)	EN 50011	
		EN 61000-6-3	
		EN 61800-3	
Niskonaponska direktiva (2014/35/EU)	EN 50178		
	EN 61800-5-1		
Sigurnosni standardi	Sigurnost strojeva	EN ISO 13849-1, IEC 62061, IEC 60204-1	
	Funkcionalna sigurnost	IEC 61508-1 na -7, IEC 61800-5-2	
Sigurnosna funkcija		IEC 61800-5-2	IEC 60204-1
		Safe Torque Off (STO)	Kategorija zaustavljanja 0
Sigurnosne performanse	<b>ISO 13849-1</b>		
	Kategorija	Kat. 3	
	Dijagnost. rasprostranjenost	Istosmjerni napon: 90 % (srednje)	
	Vrijeme do opasnog kvara	MTTFd: 14.000 godina (visoko)	
	Razina performansi	PL d	
	<b>IEC 61508/IEC 62061</b>		
	Razina sigurnosnog integriteta	SIL 2, SIL CL2	
	Vjerojatnost opasnog kvara po satu	PFH: 1E-10/h; 1E-8/h za specifične izvedbe <sup>1), 2)</sup> (način rada za visoku potražnju)	
	Vjerojatnost opasnog kvara ovisno o potražnji	PFD: 1E-10; 1E-4 za specifične izvedbe <sup>1), 2)</sup> (način rada za nisku potražnju)	
	Tolerancija kvara hardvera	HFT: 0 (1oo1)	
	Interval atesta T1	20 godina	
Vrijeme rada TM	20 godina		
Vrijeme reakcije	Vrijeme odaziva od ulaza do izlaza	Maksimalno 20 ms, 60 ms za specifične izvedbe <sup>1), 2)</sup>	

Tablica 6.1 Tehnički podaci

1) VLT<sup>®</sup> HVAC Drive FC 102, VLT<sup>®</sup> Refrigeration DriveFC 103, VLT<sup>®</sup> AQUA Drive FC 202 i VLT<sup>®</sup> AutomationDrive FC 301/FC 302 frekvencijski pretvarači velike snage s kućištem veličine F:

- 400 V: 450/500 kW (600/650 KS) – 800/1000 kW (1075/1350 KS) (visoko preopterećenje/normalno preopterećenje).
- 690 V: 630/710 kW (850/950 KS) – 1800/2000 kW (2400/2700 KS) (visoko preopterećenje/normalno preopterećenje).

2) VLT<sup>®</sup> Parallel Drive Modules:

- 400 V: 250/315 kW (350/450 KS) – 800/1000 kW (1200/1350 KS) (visoko preopterećenje/normalno preopterećenje).
- 690 V: 315/400 kW (350/400 KS) – 1000/1200 kW (1150/1350 KS) (visoko preopterećenje/normalno preopterećenje).

A		Sprječavanje nenamjernog ponovnog pokretanja.....	9
Aktiviranje.....	9	Sprječavanje ponovnog pokretanja.....	9, 10
Alarm.....	9	Standardi i usklađenost.....	3
C		T	
Certifikati.....	3	Tehnički podaci.....	17
D		Test puštanja u pogon.....	10
Dostupni odabiri.....	9	U	
I		Upravljački sustav.....	5
Identifikacija.....	2	V	
Instalacija.....	8	Vanjski zaštitni uređaji.....	9
Izlaz.....	8	Z	
K		Zaključenje.....	9
Kanal isključivanja.....	8	Zaštitni uređaj.....	8
Kartica toplinske sonde.....	8		
Konvencije.....	4		
Kratice.....	4		
Kvalificirano osoblje.....	5		
M			
Mehanička kočnica.....	10		
N			
Naredbe.....	5		
O			
Odobrenja.....	3		
Održavanje.....	10		
P			
Ponovno automatsko pokretanje.....	9, 10		
Ponovno pokretanje.....	9		
Postavke parametra.....	9		
Proizvodi na koje se odnosi.....	2		
S			
Signal.....	5, 8		
Sigurnosna zaštitna sklopka.....	8		
Sigurnosni osjetnik.....	8		
SIL CL2.....	3		
SIL2.....	3		
Simboli.....	4		
SISTEMA podaci.....	12		

---

Upute za upotrebu

---



**Danfoss d.o.o.**

Zavrtnica 17  
HR-10000 ZAGREB  
Tel.:01 / 606 40 70  
Fax:01 / 606 40 80  
E-mail: danfoss.hr@danfoss.com  
www.danfoss.hr

.....  
Danfoss ne preuzima odgovornost za eventualne greške u katalogu, prospektima i ostalima tiskanim materijalima. Danfoss pridržava pravo izmjena na svojim proizvodima bez prethodnog upozorenja. Ovo pravo odnosi se i na već naručene proizvode pod uvjetom da te izmjene ne mijenjaju već ugovorene specifikacije. Svi zaštitni znaci u ovome materijalu vlasništvo su (istim redoslijedom) odgovarajućih poduzeća Danfoss. Danfoss oznake su zaštitni žigovi poduzeća Danfoss A/S. Sva prava pridržana.  
.....

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

