

1 Uvod	2
1.1 Svrha priručnika	2
1.2 Dodatni resursi	2
1.3 Pregled funkcija	2
1.4 Odobrenja i sertifikati	2
1.5 Simboli, skraćenice i konvencije	4
2 Bezbednost	5
2.1 Bezbednosni simboli	5
2.2 Kvalifikovano osoblje	5
2.3 Sigurnosne mere opreza	5
3 Montiranje	7
3.1 Sigurnosna uputstva	7
3.2 Instalacija funkcije STO	7
3.3 Instalacija u kombinaciji sa VLT® PTC Thermistor Card MCB 112	8
4 Puštanje u rad	9
4.1 Sigurnosna uputstva	9
4.2 Aktiviranje funkcije STO	9
4.3 Podešavanje parametara za STO u kombinaciji sa VLT® PTC Thermistor Card MCB 112	9
4.4 Ponašanje automatskog/ručnog ponovnog startovanja	9
4.5 Test puštanja u rad funkcije STO	10
4.6 Bezbednost konfiguracije sistema	10
4.7 Servis i održavanje	10
5 Primeri aplikacija	12
5.1 SISTEMA podaci	12
5.2 Zaustavljanje frekventnog pretvarača u slučaju opasnosti pomoću funkcije Safe Torque Off – kategorija 1, PL c, SIL 1	12
5.3 Zaustavljanje frekventnog pretvarača u slučaju opasnosti pomoću funkcije Safe Torque Off – kategorija 3, PL c, SIL 2	13
5.4 Zaustavljanje frekventnog pretvarača u slučaju opasnosti pomoću funkcije Safe Torque Off, sigurnosnog releja i izlaznog kontaktora – kategorija 4, PL e, SIL 3	14
5.5 Zaustavljanje u slučaju opasnosti više frekventnih pretvarača – kategorija 3, PL d, SIL 2	15
6 Tehnički podaci za funkciju STO	17
Indeks	18

1 Uvod

1.1 Svrha priručnika

Ovaj priručnik sadrži informacije o tome kako se koriste Danfoss VLT® frekventni pretvarači u aplikacijama funkcionalne bezbednosti. Ovaj priručnik sadrži informacije o standardima za funkcionalnu bezbednost, o funkciji Safe Torque Off (STO) kod VLT® frekventnih pretvarača Danfoss, o instalaciji i puštanju u rad, kao i o servisiranju i održavanju funkcije STO.

VLT® je registrovani žig.

1.2 Dodatni resursi

Ovaj priručnik je namenjen korisnicima koji su već upoznati sa VLT® frekventnim pretvaračima. Namenjen je kao dopuna uputstvima i priručnicima koji mogu da se preuzmu na drives.danfoss.com/knowledge-center/technical-documentation/. Pročitajte uputstva koja se isporučuju sa frekventnim pretvaračem i/ili opcijom frekventnog pretvarača pre nego što instalirate jedinicu i pratite uputstva za bezbednu instalaciju.

1.3 Pregled funkcija

1.3.1 Uvod

Funkcija Safe Torque Off (STO) je deo sistema za kontrolu bezbednosti. STO sprečava generisanje snage potrebne za rotaciju motora.

NAPOMENA!

Izaberite i primenite komponente sistema za kontrolu bezbednosti na odgovarajući način da biste postigli željeni nivo operativne bezbednosti. Pre integracije i upotrebe funkcije STO na nekom uređaju izvršite detaljnu analizu rizika na tom uređaju kako bi se utvrdilo da li su funkcija STO i nivoi bezbednosti odgovarajući i dovoljni.

VLT® frekventni pretvarač je dostupan sa:

- Safe Torque Off (STO), po standardu EN IEC 61800-5-2.
- Kategorijom stopa 0, po standardu EN 60204-1.

Frekventni pretvarač integriše funkciju STO preko upravljačkog priključka 37.

VLT® frekventni pretvarač sa funkcijom STO je projektovan i odobren tako da ispunjava sledeće zahteve:

- Kategorija 3 prema standardu EN ISO 13849-1.
- Nivo performansi „d“ prema ISO EN 13849-1.
- SIL 2 prema IEC 61508 i EN 61800-5-2.

- SILCL 2 prema EN 62061

1.3.2 Obuhvaćeni proizvodi i identifikacija

Funkcija STO je dostupna za sledeće tipove frekventnih 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

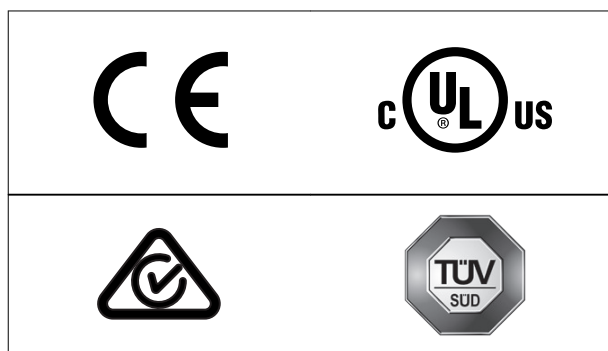
Identifikacija

- Proverite da li je frekventni pretvarač konfigurisan uz funkciju STO tako što ćete proveriti tipski kôd jedinice na natpisnoj ploči (Tablica 1.1).

Proizvod	Tipski kôd
VLT® HVAC Drive FC 102	T ili U na mestu 18. cifre tipskog koda
VLT® Refrigeration Drive FC 103	T na mestu 18. cifre tipskog koda
VLT® AQUA Drive FC 202	T ili U na mestu 18. cifre tipskog koda
VLT® AutomationDrive FC 301 veličina kućišta A1	T na mestu 18. cifre tipskog koda
VLT® AutomationDrive FC 302	X, B ili R na mestu 18. cifre tipskog koda
VLT® Decentral Drive FCD 302	X, B ili R na mestu 18. cifre tipskog koda
VLT® Parallel Drive Modules	T ili U na mestu 18. cifre tipskog koda

Tablica 1.1 Identifikacija tipskog koda

1.4 Odobrenja i sertifikati



Dostupno je još odobrenja i sertifikata. Kontaktirajte lokalnog predstavnika kompanije Danfoss.

1.4.1 Primljeni standardi i usklađenost

Korišćenje funkcije STO na priključku 37 zahteva da korisnik ispuni sve zahteve u vezi sa bezbednošću, uključujući relevantne zakone, propise i smernice.

Integrirana funkcija STO je usaglašena sa sledećim standardima:

- IEC/EN 60204-1: 2016 kategorija stopa 0 – nekontrolisani stop
- 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, skraćenice i konvencije

Skraćenica	Referenca	Opis
B _{10d}		Broj ciklusa dok na 10% komponenti ne dođe do opasnih otkaza (za pneumatske i elektromehaničke komponente).
Kat.	EN ISO 13849-1	Kategorija, nivo „B, 1–4“
CCF		Uobičajen uzrok otkaza
DC (=)		Dijagnostička pokrivenost je podeljena na nisku, srednju i visoku vrednost.
FIT		Greška u vremenu: 1E-9/satu
HFT	EN IEC 61508	Tolerancija na hardversku grešku: HFT = n znači da bi n+1 grešaka moglo da izazove otkazivanje sigurnosne funkcije.
MTTFd	EN ISO 13849-1	Srednje vreme do otkazivanja – opasno. Jedinica: godine – podeljene su na nisku, srednju i visoku vrednost.
PFH	EN IEC 61508	Verovatnoća opasnog otkazivanja po času. Uzmite ovu vrednost u obzir ako sigurnosni uređaj radi pod zahtevnim uslovima ili u neprekidnom režimu rada, gde je učestalost zahteva za rad na sigurnosnom sistemu veća od jednom godišnje.
PFD	EN IEC 61508	Prosečna verovatnoća otkazivanja na zahtev, vrednost se koristi za rad sa malim zahtevima.
PL	EN ISO 13849-1	Diskretni nivo koji se koristi za određivanje mogućnosti delova upravljačkog sistema povezanih sa bezbednošću da izvrše sigurnosnu funkciju pod predvidivim uslovima. Nivoi su podeljeni od „a“ do „e“.
PLr		Zahtevani nivo performansi (zahtevani nivo performansi za određenu sigurnosnu funkciju).
SIL	EN IEC 61508 EN IEC 62061	Nivo sigurnosnog integriteta
STO	EN IEC 61800-5-2	Safe Torque Off
SS1	EN IEC 61800-5-2	Sigurnosni Stop 1
SRECS	EN IEC 62061	Električni upravljački sistem povezan sa bezbednošću
SRP/CS	EN ISO 13849-1	Delovi upravljačkih sistema povezani sa bezbednošću
PDS/SR	EN IEC 61800-5-2	Pogonski sistem (povezan sa bezbednošću)

Tablica 1.2 Skraćenice u vezi sa funkcionalnom sigurnošću

Konvencije

Na listama sa rednim brojevima su navedene procedure. Na listama sa oznakama za nabranje su navedene ostale informacije i opisi ilustracija.

Tekst u kurzivu označava:

- Unakrsnu referencu.
- Vezu.
- Ime parametra.
- Fusnotu.
- Grupu parametara.
- Opciju parametra.
- Alarmi i upozorenja.

Sve dimenzije na crtežima su date i u metričkim i u imperijalnim jedinicama (u zagradi), na primer: mm (in). Znak zvezdice (*) označava fabričko podešenje parametra.

2 Bezbednost

2.1 Bezbednosni simboli

U ovom uputstvu se koriste sledeći simboli:

▲UPOZORENJE

Ukazuje na moguću opasnu situaciju koja može da dovede do smrtnog ishoda ili ozbiljnih povreda.

▲OPREZ

Ukazuje na moguću opasnu situaciju koja može da dovede do manjih ili umerenih povreda. Može da se koristi i kao upozorenje za slučaj nebezbedne primene.

NAPOMENA!

Navodi važne informacije, uključujući situacije koje mogu da dovedu do oštećenja opreme ili imovine.

2.2 Kvalifikovano osoblje

Samo osobe sa adekvatnom obukom smeju da sastavljaju, montiraju, programiraju, puštaju u rad, održavaju proizvod i stave ga van funkcije. Osobe koje poseduju odgovarajuća znanja su:

- Predstavljaju kvalifikovani električari ili osobe koje su prošle obuku kod kvalifikovanih električara i imaju neophodno iskustvo u radu sa uređajima, sistemima, postrojenjima i mašinama u skladu sa opštim standardima i smernicama za tehnologiju bezbednosti.
- Predstavljaju osobe upoznate sa osnovnim propisima koji se tiču zdravlja, bezbednosti i sprečavanja nezgoda.
- Predstavljaju osobe koje su pročitale i razumeju smernice za bezbednost navedene u ovom priručniku, kao i uputstva koja se nalaze u Uputstvima za rad frekventnog pretvarača.
- Predstavljaju osobe koje su dobro upoznate sa osnovnim i posebnim standardima koji se primenjuju za određenu aplikaciju.

Korisnici pogonskih sistema (povezanih sa bezbednošću) (PDS(SR)) su odgovorni za sledeće:

- analizu opasnosti i rizika za aplikaciju
- identifikaciju neophodnih sigurnosnih funkcija i dodeljivanje kategorije SIL ili PLr za svaku od funkcija
- druge podsisteme i ispravnost njihovih signala i komandi

- projektovanje odgovarajućih upravljačkih sistema povezanih sa bezbednošću (hardver, softver, određivanje parametara itd.)

zaštitne mere

- Samo kvalifikovano i obučeno osoblje sme da instalira i pušta sisteme za tehničku bezbednost.
- Instalirajte frekventni pretvarač u IP54 orman u skladu sa IEC 60529 ili u ekvivalentnoj sredini. U posebnim aplikacijama možda će biti potreban viši nivo IP zaštite.
- Uverite se da je kabl između bezbednosne opcije i spoljašnjeg sigurnosnog uređaja zaštićen od kratkog spoja u skladu sa ISO 13849-2, tabela D.4. Ako spoljašnje sile deluju na osovinu motora (na primer. dodatno opterećenje), potrebne su dodatne mere (na primer. sigurnosna kočnica za držanje) kako bi se sprečile potencijalne opasnosti.

2.3 Sigurnosne mere opreza

Opšte mere opreza potražite u poglavlju *Bezbednost u odgovarajućim uputstvima za rad/vodičima*.

▲OPREZ

Nakon instalacije funkcije STO, neophodno je obaviti test puštanja u rad kao što navodi *poglavlje 4.5 Test puštanja u rad funkcije STO*. Uspešan test puštanja u rad je obavezan nakon prve instalacije i nakon svake promene sigurnosne instalacije.

▲UPOZORENJE

RIZIK OD SMRTI I OZBILJNE POVREDE

Ako spoljne sile deluju na motor, na primer, u slučaju delovanja na vertikalnu osu (viseća opterećenja), pa neželjeno kretanje, na primer, izazvano gravitacijom, može da dovede do opasnosti, motor mora da bude opremljen dodatnim merama za zaštitu od pada. Na primer, instalacija dodatnih mehaničkih kočnica.

▲UPOZORENJE

RIZIK OD SMRTI I OZBILJNE POVREDE

STO (odnosno isključivanje napajanja priključka 37 naponom od 24 V=) ne pruža električnu bezbednost. Stoga samo funkcija STO nije dovoljna za primenu funkcije isključivanja u slučaju opasnosti kao što definiše EN 60204-1. Isključivanje u slučaju opasnosti zahteva električnu izolaciju, na primer, isključivanjem mrežnog napajanja preko dodatnog kontaktora.

⚠️ UPOZORENJE**RIZIK OD STRUJNOG UDARA**

Funkcija STO NE izoluje mrežni napon prema frekventnom pretvaraču ili pomoćnim strujnim kolima. Radove na električnim delovima frekventnog pretvarača ili motora vršite samo nakon isključenja mrežnog napajanja i posle isteka vremena pražnjenja kondenzatora koje je navedeno u odeljku *Bezbednost* u odgovarajućim *uputstvima za rad/vodičima*. Ukoliko se mrežno napajanje ne izoluje od jedinice i ako se ne sačeka da prođe navedeno vreme, može da dođe do ozbiljnih ili kobnih povreda.

- Nemojte da zaustavljate frekventni pretvarač pomoću funkcije STO. Ako se u toku rada frekventni pretvarač zaustavi korišćenjem ove funkcije, jedinica će se isključiti i slobodno zaustaviti. Ako ograničenje nije prihvatljivo, na primer, jer predstavlja opasnost, koristite odgovarajući režim za zaustavljanje da biste zaustavili frekventni pretvarač i mašinu pre korišćenja funkcije STO. Možda će biti potrebna mehanička kočnica, što zavisi od aplikacije.
- Funkcija STO je pogodna za obavljanje mehaničkih poslova na sistemu frekventnog pretvarača ili samo na pogođenom području mašine. Ona ne obezbeđuje električnu bezbednost. STO ne bi trebalo da se koristi kao kontrola za pokretanje i/ili zaustavljanje frekventnog pretvarača.

⚠️ OPREZ**AUTOMATSKO PONOVO STARTOVANJE**

Automatsko ponovno startovanje je dozvoljeno samo u nekoj od sledeće dve situacije:

- Neki drugi deo instalacije funkcije STO je aktivirao sprečavanje neželjenog ponovnog startovanja.
- prisustvo u opasnoj zoni može biti fizički izuzeto ako funkcija STO nije aktivirana. Posebna pažnja mora da se obrati na odeljak 6.3.3.2.5 standarda ISO 12100: 2010.

⚠️ UPOZORENJE**RIZIK OD SMRTI I OZBILJNE POVREDE**

Funkcija STO može da se koristi za asinhronu, sinhronu i motore sa trajnim magnetima. Dve greške mogu da se dogode u energetske poluprovodničkoj komponenti frekventnog pretvarača. Kada se koriste sinhroni motori ili motori sa trajnim magnetima, može da se javi naknadna rotacija usled kvara. Rotacija može da se izračuna za $ugao = 360 / (\text{broj polova})$. Kod aplikacija koje koriste sinhronu ili motore sa trajnim magnetima mora da se uzme u obzir ova naknadna rotacija i da se proveriti da li ona predstavlja sigurnosni rizik. Ova situacija se ne odnosi na asinhronu motore.

NAPOMENA!

Izvršite procenu rizika za svaku funkciju zaustavljanja da biste odredili izbor kategorije zaustavljanja u skladu sa standardom EN 60204-1:

- Kategorija stopa 0 se postiže pomoću trenutnog uklanjanja napajanja aktuatora, što dovodi do nekontrolisanog slobodnog zaustavljanja. STO ispunjava standard EN 61800-5-2 i zaustavljanje kategorije stopa 0.
- Kategorija stopa 1 se postiže tako da napajanje bude dostupno za aktuatore mašine radi zaustavljanja. Napajanje se uklanja sa aktuatora kada se postigne zaustavljanje prema standardu EN 61800-5-2 sigurnosni stop 1 (SS1).
- Kategorija stopa 2 je kontrolisano zaustavljanje uz napajanje koje je dostupno za aktuatore mašine. Zaustavljanje je praćeno položajem zadržavanja pod napajanjem.

NAPOMENA!

Prilikom projektovanja aplikacije mašine, vremenski period i razdaljina moraju da se uzmu u obzir kod slobodnog zaustavljanja (kategorija stopa 0 ili STO). Više informacija o kategorijama stopa potražite u standardu EN 60204-1.

3 Montiranje

3.1 Sigurnosna uputstva



ELEKTRIČNA OPASNOST

Operator ili električni instalator je odgovoran za odgovarajuće uzemljenje i saglasnost sa svim primjenjivim nacionalnim i lokalnim bezbednosnim propisima.

Pogledajte *poglavlje 2 Bezbednost i uputstva za rad/vodiče* za odgovarajući frekventni pretvarač. Takođe, uvek pratite uputstva koje navodi proizvođač motora.

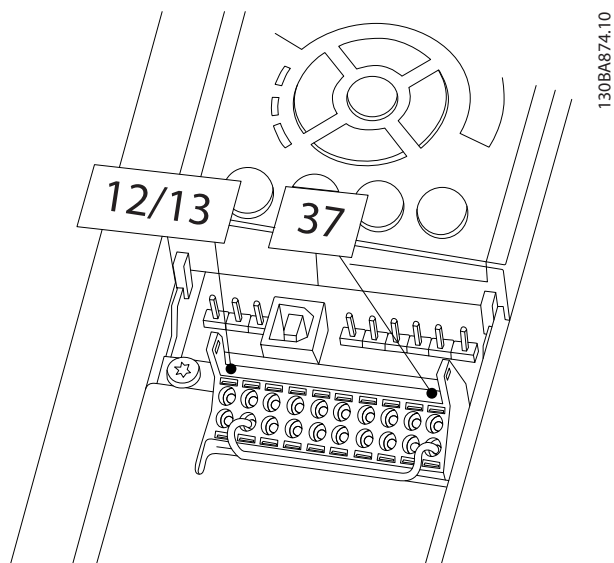
3.2 Instalacija funkcije STO

Uputstva za bezbednu instalaciju priključka motora, priključka mrežnog napajanja naizmeničnom strujom i ožičenja upravljanja potražite u *uputstvima za rad/vodičima* za taj frekventni pretvarač.

Podatke o instalaciji VLT® PTC Thermistor Card MCB 112 sa Ex sertifikatom navodi *poglavlje 3.3 Instalacija u kombinaciji sa VLT® PTC Thermistor Card MCB 112*.

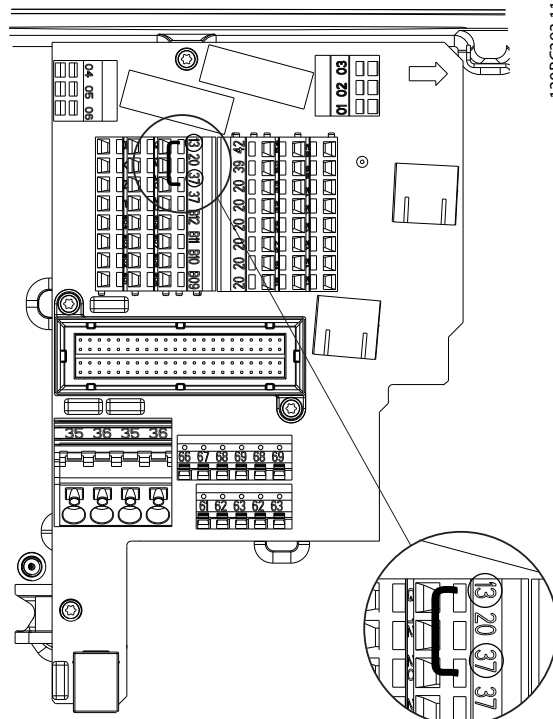
Omogućite integrisanu funkciju STO na sledeći način:

1. Uklonite kratkospojnik između upravljačkih priključaka 37 i 12 ili 13. Isecanje ili kidanje kratkospojnika nije dovoljno za izbegavanje kratkog spoja. (pogledajte kratkospojnik, *Slika 3.1*)



130BA874.10

Slika 3.1 Kratkospojnik između priključaka 12/13 (24 V) i 37 (svi frekventni pretvarači osim FCD 302)



130BC393.11

Slika 3.2 Kratkospojnik između priključaka 13 (24 V) i 37 (FCD 302)

2. Na primer, povežite spoljašnji bezbednosni nadzorni relej preko NO sigurnosne funkcije na priključak 37 (STO) i na priključak 12 ili 13 (24 V=). Primere povezivanja i aplikacije možete da pronađete u *poglavlje 5 Primeri aplikacija*.
3. Sprovedite ožičenje u skladu sa uputstvima navedenim u *uputstvima za rad/vodičima* za taj frekventni pretvarač.

3.3 Instalacija u kombinaciji sa VLT® PTC Thermistor Card MCB 112

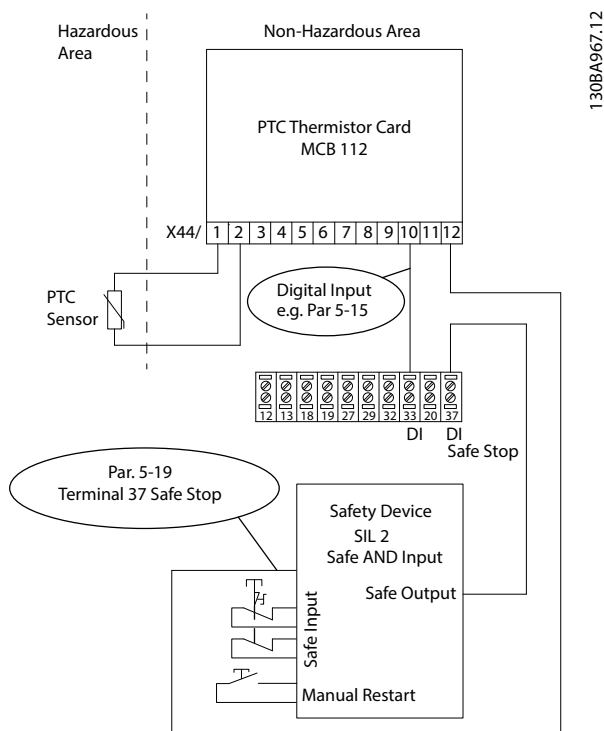
NAPOMENA!

Kombinacija VLT® PTC Thermistor Card MCB 112 i funkcije STO je dostupna samo za VLT® HVAC Drive FC 102, VLT® AQUA Drive FC 202, VLT® AutomationDrive FC 302 i VLT® AutomationDrive FC 301 veličine kućišta A1

VLT® PTC Thermistor Card MCB 112 koristi prekidač 37 kao kanal za bezbednosno isključenje.

- Uverite se da je izlaz X44/12 za MCB 112 vezan na red sa senzorom povezanim sa bezbednošću (na primer, taster za zaustavljanje u slučaju opasnosti i sigurnosni prekidač) koji aktivira STO. To znači da je izlaz ka priključku 37 za STO HIGH (24 V) samo ako su i signal sa MCB 112 izlaza X44/12 i signal sa senzora povezanog sa bezbednošću HIGH. Ako je bar 1 od 2 signala LOW, onda izlaz ka priključku 37 takođe mora da bude LOW.
- Uverite se da sigurnosni uređaj sa logičkom promenljivom AND ispunjava potreban nivo bezbednosti.
- Kratkim spojem zaštite vezu od izlaza sigurnosnog uređaja sa bezbednom logičkom promenljivom AND do priključka 37 sa funkcijom STO, ovo ilustruje *Slika 3.3*.

Slika 3.3 prikazuje ulaz za restart za eksterni sigurnosni uređaj. To znači da u ovoj instalaciji parametar *parametar 5-19 Terminal 37 Safe Stop* može da se podesi na vrednost [7] PTC 1 i relej Upoz. ili [8] PTC 1 i rel. Al./Up. Detaljne informacije pogledajte u *Uputstvima za rad za VLT® PTC Thermistor Card MCB 112*.



Slika 3.3 Kombinacija STOP aplikacije i MCB 112 aplikacije

4 Puštanje u rad

4.1 Sigurnosna uputstva



ELEKTRIČNA OPASNOST

Operator ili električni instalator je odgovoran za odgovarajuće uzemljenje i saglasnost sa svim primjenjivim nacionalnim i lokalnim bezbednosnim propisima.

Pogledajte poglavlje 2 *Bezbednost i uputstva za rad/vodiče* za odgovarajući frekventni pretvarač. Takođe, uvek pratite uputstva koje navodi proizvođač motora.

4.2 Aktiviranje funkcije STO

Funkcija STO se aktivira prekidanjem napajanja priključka 37 frekventnog pretvarača. Povezivanjem frekventnog pretvarača na spoljne sigurnosne uređaje koji obezbeđuju kašnjenje može da se postigne instalacija sigurnosnog stopa 1. Spoljni sigurnosni uređaji moraju da ispunjavaju kat./PL ili SIL kada se priključuju na priključak 37. Funkcija STO može da se koristi za asinhronu, sinhronu i motore sa trajnim magnetima.

Kada je funkcija STO (priključak 37) aktivirana, oglašava se alarm frekventnog pretvarača, jedinica se isključuje, a motor počinje slobodno zaustavljanje dok ne stane. Potrebno je ručno ponovno startovanje. Koristite funkciju STO za zaustavljanje frekventnog pretvarača u slučaju opasnosti. U normalnom režimu rada, kada nije potrebna funkcija STO, koristite standardnu funkciju za zaustavljanje. Uverite se da su ispunjeni zahtevi u skladu sa odeljkom 6.3.3.2.5 standarda ISO 12100 pre nego što upotrebite funkciju automatskog ponovnog startovanja.

4.3 Podešavanje parametara za STO u kombinaciji sa VLT[®] PTC Thermistor Card MCB 112

Kada je MCB 112 priključen, dostupni su dodatni izbori za parametar *parametar 5-19 Terminal 37 Safe Stop* (od [4] PTC 1 alarm do [9] PTC 1 i rel. Upoz./Al.).

- Izbori [1]* *Alarm sigurn. stop* i [3] *Upoz. za sigurn. stop* i dalje su dostupni u parametru, ali oni su za instalacije koje nemaju MCB 112 ili bilo koji spoljni sigurnosni uređaj. Ako su izabrane opcije [1]* *Alarm sigurn. stop* ili [3] *Upoz. za sigurn. stop* i u isto vreme je aktiviran MCB 112, frekventni pretvarač oglašava *alarm 72, Opasan kvar* i počinje bezbedno slobodno

zaustavljanje motora, bez automatskog ponovnog startovanja.

- Ne bi trebalo da se biraju izbori [4] PTC 1 alarm i [5] PTC 1 Upozorenje ako se koristi spoljni sigurnosni uređaj. Te opcije koristite samo kada MCB 112 koristi STO. Ako je izabrana opcija [4] PTC 1 alarm ili [5] PTC 1 Upozorenje i spoljni sigurnosni uređaj aktivira STO, frekventni pretvarač emituje *alarm 72, Opasan kvar* i počinje bezbedno slobodno zaustavljanje motora, bez automatskog ponovnog startovanja.
- Izaberite opcije od [6] PTC 1 i relej A do [9] PTC 1 i rel Upoz./Al. za kombinaciju spoljnog sigurnosnog uređaja i MCB 112.



AUTOMATSKO PONOVNO STARTOVANJE

Izbiri omogućavaju automatsko ponovno startovanje kada se deaktivira spoljni sigurnosni uređaj.

Pre nego što izaberete [7] PTC 1 i relej Upoz. ili [8] PTC 1 i rel. Al./Up., potvrdite sledeće:

- sprečavanje neželjenog ponovnog startovanja sa aktivira u nekom drugom delu instalacije funkcije STO ili
- prisustvo u opasnoj zoni može biti fizički izuzeto ako funkcija STO nije aktivirana. Posebna pažnja mora da se obrati na odeljak 6.3.3.2.5 standarda ISO 12100:2010.

Detaljne informacije potražite u *Uputstvima za rad VLT[®] PTC karte termistora MCB 112*.

4.4 Ponašanje automatskog/ručnog ponovnog startovanja

Fabrički podešeno stanje funkcije STO sprečava neželjeno ponovno startovanje (sprečavanje ponovnog startovanja). Da biste obustavili funkciju STO i nastavili sa normalnim radom:

- Ponovo sprovedite napajanje od 24 V= na priključak 37.
- Dajte signal za reset (preko bus-a, digitalnog U/I ili tastera [Reset]).

Podesite funkciju STO na automatsko ponovno startovanje tako što ćete podrazumevanu vrednost parametra *parametar 5-19 Terminal 37 Safe Stop* [1]* *Alarm sigurn. st* promeniti na [3] *Upoz. za sigurn. stop*. Automatsko ponovno startovanje znači da se funkcija STO obustavlja i da se uspostavlja normalan rad kada se

napajanje od 24 V= ponovo dovede na priključak 37. Nije potreban signal za reset.

4.5 Test puštanja u rad funkcije STO

Nakon instalacije i pre prvog uključivanja, neophodno je obaviti test puštanja u rad instalacije koristeći STO. Izvršite test svaki put nakon menjanja instalacije ili aplikacije gde je korišćena funkcija STO.

NAPOMENA!

Nakon početne instalacije, kao i nakon svake sledeće promene na instalaciji, neophodno je izvršiti uspešan test puštanja u rad funkcije STO.

Da biste obavili test puštanja u rad, uradite sledeće:

- Pratite uputstva koja navodi *poglavlje 4.5.1 Sprečavanje ponovnog startovanja za STO aplikaciju* za aplikacije bez automatskog ponovnog startovanja nakon sigurnosnog stopa ili
- Pratite uputstva koja navodi *poglavlje 4.5.2 Automatsko ponovno startovanje aplikacije STO* za aplikacije sa automatskim ponovnim startovanjem nakon sigurnosnog stopa.

4.5.1 Sprečavanje ponovnog startovanja za STO aplikaciju

Aplikacija gde je *parametar 5-19 Terminal 37 Safe Stop* postavljen na podrazumevanu vrednost [1]* *Alarm sigurn. stop* ili kombinacija STO i VLT® PTC Thermistor MCB 112 gde je *parametar 5-19 Terminal 37 Safe Stop* postavljen na [6] *PTC 1 i relej A* ili [9] *PTC 1 i relej Upoz./Al.*:

1. Isključite napajanje priključka 37 naponom od 24 V= koristeći prekidački sklop dok frekventni pretvarač pokreće motor (odnosno, bez prekida mrežnog napajanja).
2. Proverite sledeće:
 - 2a Dolazi do slobodnog zaustavljanja motora.
 - 2b Mehanička kočnica se aktivira (ako je povezana).
 - 2c Ako je montiran lokalni upravljački panel (LCP), prikazuje se *alarm 68, Sigurnosni stop*.
3. Ponovo sprovedite napajanje od 24 V= na priključak 37.
4. Postarajte se da motor ostane u stanju slobodnog zaustavljanja i da mehanička kočnica ostane aktivirana (ako je povezana).
5. Pošaljite signal za reset (preko bus-a, digitalnog U/I ili tastera [Reset]).
6. Proverite da li je motor ponovo u radnom stanju.

Test puštanja u rad smatra se uspešnim ako se uspešno pređu svi navedeni koraci.

4.5.2 Automatsko ponovno startovanje aplikacije STO

Aplikacija gde je *parametar 5-19 Terminal 37 Safe Stop* postavljen na [3] *Upoz. za sigurn. stop* ili kombinacija funkcije Safe Torque Off i VLT® PTC termistora MCB 112 gde je *parametar 5-19 Terminal 37 Safe Stop* postavljen na [7] *PTC 1 i relej Upoz.* ili [8] *PTC 1 i relej Al./Up.*:

1. Isključite napajanje priključka 37 naponom od 24 V= koristeći prekidački sklop dok frekventni pretvarač pokreće motor (odnosno, bez prekida mrežnog napajanja).
2. Proverite sledeće:
 - 2a Dolazi do slobodnog zaustavljanja motora.
 - 2b Mehanička kočnica se aktivira (ako je povezana).
 - 2c Ako je montiran lokalni upravljački panel (LCP), prikazuje se *Upozorenje 68, Sigurnosni Stop*.
3. Ponovo sprovedite napajanje od 24 V= na priključak 37.
4. Proverite da li je motor ponovo u radnom stanju.

Test puštanja u rad smatra se uspešnim ako se uspešno pređu svi navedeni koraci.

NAPOMENA!

Pogledajte upozorenje o ponašanju prilikom ponovnog startovanja u poglavlje 2.3 Sigurnosne mere opreza.

4.6 Bezbednost konfiguracije sistema

- Korisnik je odgovoran za sprovođenje mera bezbednosti.
- Parametri frekventnog pretvarača mogu da se zaštite lozinkom.

4.7 Servis i održavanje

Obavezno je da se za PL d ili SIL2 obavi funkcionalni test na svakih 12 meseci kako bi se otkrile greške ili neispravnosti funkcije STO. Za niži PL ili SIL to se preporučuje.

Da biste izvršili test funkcija, izvršite sledeće korake (ili slične metode pogodne za aplikaciju):

1. Uklonite napajanje od 24 V= na priključku 37.
2. Proverite da li LCP prikazuje *Alarm 68, Sigurnosni Stop*.
3. Uverite se da frekventni pretvarač isključuje jedinicu.

4. Uverite se da se motor slobodnim zaustavljanjem isključuje do potpunog zaustavljanja.
5. Uverite se da motor ne može da se startuje.
6. Ponovo priključite napajanje od 24 V= na priključak 37.
7. Uverite se da se motor ne startuje automatski i da se ponovo startuje samo pomoću signala za reset (preko BUS-a, digitalnog U/I ili tastera [Reset]).

5 Primeri aplikacija

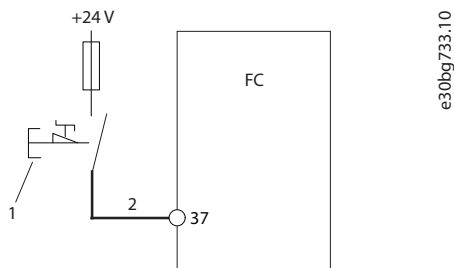
5.1 SISTEMA podaci

SISTEMA (Safety Integrity Software Tool for the Evaluation of Machine Applications – Softverski alat za sigurnosni integritet za evaluaciju aplikacija mašine) predstavlja softverski uslužni program koji pruža programerima i ispitivačima kontrola mašine povezanih sa bezbednošću sveobuhvatnu podršku prilikom evaluacije bezbednosti u kontekstu standarda ISO 13849-1.

Podaci o funkcionalnoj bezbednosti su dostupni preko biblioteke podataka za korišćenje uz SISTEMA alat za izračunavanje koji obezbeđuje IFA (Institut za medicinu rada nemačkog socijalnog osiguranja od nezgode), kao i za ručno izračunavanje. SISTEMA može besplatno da se preuzme na lokaciji www.danfoss.com/en/service-and-support/downloads/dds/sistema-safety-integrity-software-tool/#overview.

5.2 Zaustavljanje frekventnog pretvarača u slučaju opasnosti pomoću funkcije Safe Torque Off – kategorija 1, PL c, SIL 1

Slika 5.1 prikazuje zaustavljanje u slučaju opasnosti pomoću funkcije Safe Torque Off – primer aplikacije za kategoriju 1, PL c, SIL 1.



1	Dugme za zaustavljanje u slučaju opasnosti
2	Kabl sa zaštitom od kratkog spoja (ako nije u instalaciji ormara IP54). Dodatne informacije potražite u standardu ISO 13849-2, tabela D.4.

Slika 5.1 Zaustavljanje u slučaju opasnosti pomoću funkcije Safe Torque Off – kategorija 1, PL c, SIL 1

Sigurnosna funkcija

U slučaju opasnosti, aktivira se uređaj za zaustavljanje. Aktivira se funkcija Safe Torque Off (STO) frekventnog pretvarača. Posle komande za stop ili komande za zaustavljanje u slučaju opasnosti, frekventni pretvarač se zaustavlja.

Karakteristike dizajna

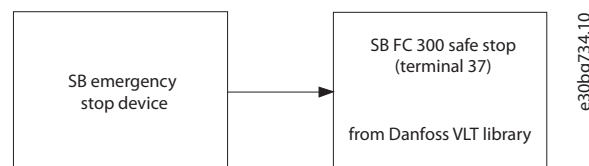
- Strujno kolo može da se koristi do kategorije 1, PL c (ISO 13849-1) ili SIL 1 (EN 62061 i IEC 61508).
- Funkcija Safe Torque Off (STO) se aktivira preko 1 NC kontakta prekidača sa pozitivnim radom (u skladu sa standardom IEC 60947-1, IEC 60947-5-1 i IEC 60947-5-5).
- Za PL c kompletne sigurnosne funkcije moraju da se izračunaju (MTTFd).
- Koristite osnovne sigurnosne principe.
- Uređaj koji se koristi za aktiviranje funkcije Safe Torque Off (STO) mora da odgovara izabranoj kategoriji, PL ili SIL.

Kada primenjujete zaustavljanje u slučaju opasnosti, obratite pažnju na sledeće savete:

- Svi standardi koji nisu povezani sa bezbednošću moraju da budu ispunjeni za aplikaciju i njene komponente.
- Dizajner aplikacije je odgovoran za izbor odgovarajućih komponenti.
- Kabl prikazan kao podebljan u Slika 5.1 mora da bude zaštićen od kratkog spoja u skladu sa ISO 13849-2 tabela D.4.
- Da biste ispunili zahteve za PL c, MTTFd i jednosmerna struja za kompletnu sigurnosnu funkciju moraju da se izračunaju.
- Vrednost B_{10d} uređaja za zaustavljanje u slučaju opasnosti će biti poznata. Vrednost B_{10d} mora da bude dovoljno visoka da bi ispunila zahtev za MTTFd koji odgovara kategoriji PL c.

Primena u alatu SISTEMA korišćenjem Danfoss VLT® biblioteke

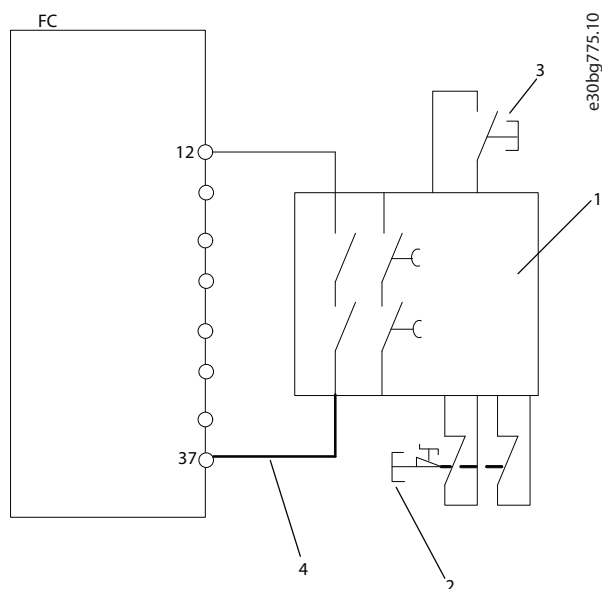
Kao primer, koristite podsistem "VLT® AutomationDrive FC 302/FCD 302 Safe Torque Off (priključak 37)". Nije potrebno da se uređuju svi parametri koji su podešeni u biblioteci.



Slika 5.2 Blok dijagram povezan sa bezbednošću

5.3 Zaustavljanje frekventnog pretvarača u slučaju opasnosti pomoću funkcije Safe Torque Off – kategorija 3, PL c, SIL 2

Slika 5.3 prikazuje zaustavljanje u slučaju opasnosti pomoću funkcije Safe Torque Off – primer aplikacije za kategoriju 3, PL d, SIL 2.



1	Sigurnosni relej (kategorija 3, PL d ili SIL 2)
2	Dugme za zaustavljanje u slučaju opasnosti
3	Dugme za resetovanje
4	Kabl sa zaštitom od kratkog spoja (ako nije u instalaciji ormana IP54). Dodatne informacije potražite u standardu ISO 13849-2, tabela D.4.

Slika 5.3 Primer instalacije koja obezbeđuje postizanje kategorije zaustavljanja 0 (EN 60204-1) sa bezbednosnom kategorijom 3/PL „d“ (ISO 13849-1) ili SIL 2 (EN 62061 i IEC 61508).

Sigurnosna funkcija

U slučaju opasnosti, aktivira se uređaj za zaustavljanje. Aktivira se funkcija Safe Torque Off (STO) frekventnog pretvarača. Posle komande za stop ili komande za zaustavljanje u slučaju opasnosti, frekventni pretvarač se zaustavlja.

Karakteristike dizajna

- Strujno kolo može da se koristi do kategorije 3, PL d (ISO 13849-1) ili SIL 2 (EN 62061 i IEC 61508).
- Za PL d kompletne sigurnosne funkcije moraju da se izračunaju (MTTFd).
- Koristite osnovne sigurnosne principe.
- Uređaj koji se koristi za aktiviranje funkcije Safe Torque Off (STO) i sigurnosni relej moraju da odgovaraju izabranoj kategoriji PL i SIL.

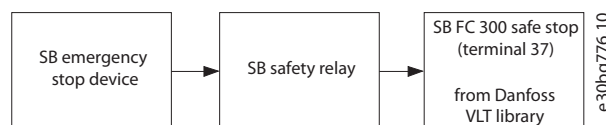
Kada primenjujete zaustavljanje u slučaju opasnosti, obratite pažnju na sledeće savete:

- Svi standardi koji nisu povezani sa bezbednošću moraju da budu ispunjeni za aplikaciju i njene komponente.
- Dizajner aplikacije je odgovoran za izbor odgovarajućih komponenti.
- Kabl prikazan kao podebljan u Slici 5.3 mora da bude zaštićen od kratkog spoja u skladu sa ISO 13849-2 tabela D.4.
- Da biste ispunili zahteve za PL d, MTTFd i jednosmerna struja za kompletnu sigurnosnu funkciju moraju da se izračunaju.

Ovo podešavanje može da se koristi ako se koristi dvostruko pozitivni prekidački uređaj. U zavisnosti od sigurnosnog releja, može da se poveže nekoliko uređaja za aktiviranje sa jednom funkcijom Safe Torque Off (STO).

Primena u alatu SISTEMA korišćenjem Danfoss VLT® biblioteke

Kao primer, koristite podsistem "VLT® AutomationDrive FC 302/FCD 302 Safe Torque Off (priključak 37)". Nije potrebno da se uređuju svi parametri koji su podešeni u biblioteci.

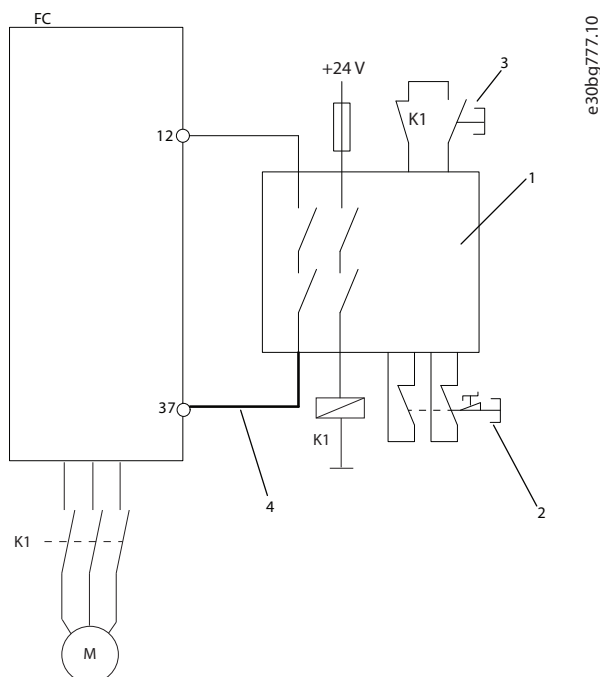


Slika 5.4 Blok dijagram povezan sa bezbednošću

5.4 Zaustavljanje frekventnog pretvarača u slučaju opasnosti pomoću funkcije Safe Torque Off, sigurnosnog releja i izlaznog kontaktora – kategorija 4, PL e, SIL 3

Slika 5.5 pokazuje zaustavljanje frekventnog pretvarača u slučaju opasnosti pomoću funkcije Safe Torque Off, sigurnosnog releja i izlaznog kontaktora – primer aplikacije za kategoriju 4, PL e, SIL 3.

5



1	Sigurnosni relej (kategorija 4, PL e, SIL 3)
2	Dugme za zaustavljanje u slučaju opasnosti
3	Dugme za resetovanje
4	Kabl sa zaštitom od kratkog spoja (ako nije u instalaciji ormana IP54). Dodatne informacije potražite u standardu ISO 13849-2, tabela D.4.

Slika 5.5 Frekventni pretvarač sa funkcijom Safe Torque Off, sigurnosnim relejem i izlaznim kontaktorom – kategorija 4, PL e, SIL 3

Sigurnosna funkcija

U slučaju opasnosti, aktivira se uređaj za zaustavljanje. Aktivira se funkcija Safe Torque Off (STO) frekventnog pretvarača. Posle komande za stop ili komande za zaustavljanje u slučaju opasnosti, frekventni pretvarač se zaustavlja.

Kada sistem kontrole sigurnosti mora da bude u skladu sa kategorijom PL e ISO 13849-1 ili SIL 3 (EN 62061 i IEC 61508), neophodno je zaustavljanje za 2 kanala za funkciju STO. Jedan kanal može da se primeni za STO ulaz na frekventnom pretvaraču a drugi za kontaktor, koji može da bude povezan na ulaz frekventnog pretvarača ili izlazna

strujna kola. Kontaktor mora da se nadgleda preko pomoćnog usmerenog kontakta, prikazanog kao K1 na Slika 5.5.

Karakteristike dizajna

- Strujno kolo može da se koristi do kategorije 4 i PL e.
- Za PL e kompletne sigurnosne funkcije moraju da se izračunaju (MTTFd).
- Koristite osnovne sigurnosne principe.
- Uređaj koji se koristi za aktiviranje funkcije Safe Torque Off (STO) i sigurnosni relej moraju da odgovaraju izabranoj kategoriji PL ili SIL.

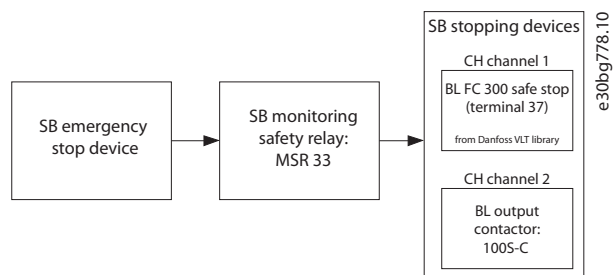
Kada primenjujete zaustavljanje u slučaju opasnosti, obratite pažnju na sledeće savete:

- Svi standardi koji nisu povezani sa bezbednošću moraju da budu ispunjeni za aplikaciju i njene komponente.
- Dizajner aplikacije je odgovoran za izbor odgovarajućih komponenti.
- Kabl prikazan kao podebljan u Slika 5.5 mora da bude zaštićen od kratkog spoja u skladu sa ISO 13849-2 tabela D.4.
- Da biste ispunili zahteve za PL e, MTTFd i jednosmerna struja za kompletnu sigurnosnu funkciju moraju da se izračunaju.

Ovo podešavanje može da se koristi ako se koristi dvostruko pozitivni prekidački uređaj.

Primena u alatu SISTEMA korišćenjem Danfoss VLT® biblioteke

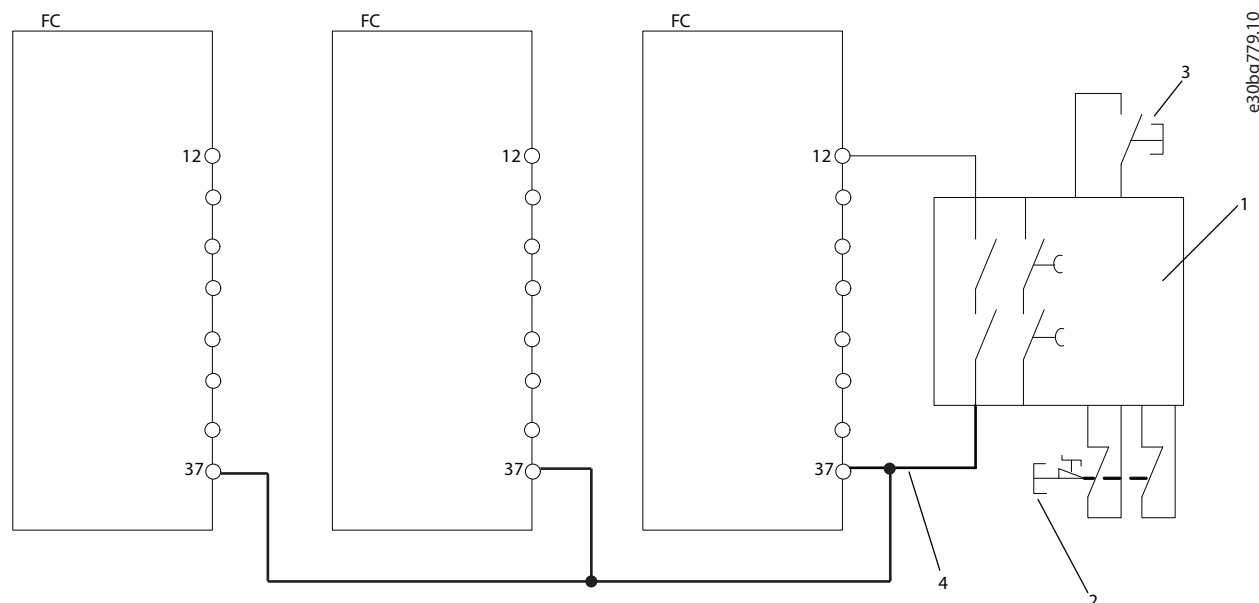
Kao primer, koristite blok „VLT® AutomationDrive FC 302 (priključak 37)“. Nije potrebno da se uređuju svi parametri koji su podešeni u biblioteci.



Slika 5.6 Blok dijagram povezan sa bezbednošću

5.5 Zaustavljanje u slučaju opasnosti više frekventnih pretvarača – kategorija 3, PL d, SIL 2

Slika 5.7 pokazuje zaustavljanje u slučaju opasnosti više frekventnih pretvarača – primer aplikacije za kategoriju 3, PL d, SIL 2.



1	Sigurnosni relej (kategorija 3, PL d ili SIL 2)
2	Dugme za zaustavljanje u slučaju opasnosti
3	Dugme za resetovanje
4	Kabl sa zaštitom od kratkog spoja (ako nije u instalaciji ormara IP54). Dodatne informacije potražite u standardu ISO 13849-2, tabela D.4.

Slika 5.7 Zaustavljanje u slučaju opasnosti više frekventnih pretvarača – kategorija 3, PL d, SIL 2

Sigurnosna funkcija

U slučaju opasnosti, aktivira se uređaj za zaustavljanje. Aktivira se funkcija Safe Torque Off (STO) frekventnog pretvarača. Posle komande za stop ili komande za zaustavljanje u slučaju opasnosti, frekventni pretvarač se zaustavlja.

STO ulazi mogu da budu direktno međusobno povezani ako je to neophodno za kontrolu više frekventnih pretvarača iz iste kontrolne linije.

Međusobno povezivanje ulaza povećava mogućnost greške u nebezbednom smeru, jer greška u jednom frekventnom pretvaraču može dovesti do toga da svi frekventni pretvarači budu onemogućeni. Verovatnoća greške je tako niska, 1×10^{-10} sa sat, tako da rezultujuća verovatnoća još uvek ispunjava zahteve kategorije SIL2 za realne vrednosti frekventnih pretvarača. Ne preporučuje se korišćenje više od 20 paralelno povezanih ulaza.

NAPOMENA!

Kada se koristi interno napajanje od 24 V= (priključak 12), broj paralelnih ulaza (priključak 37) je ograničen na 3, u suprotnom se prekoračuje dostupno izlazno napajanje.

Karakteristike dizajna

- Strujno kolo može da se koristi do kategorije 3, PL d ili SIL 2.
- Za PL d kompletne sigurnosne funkcije moraju da se izračunaju (MTTFd).
- Koristite osnovne sigurnosne principe.
- Uređaj koji se koristi za aktiviranje funkcije Safe Torque Off (STO) i sigurnosni relej moraju da odgovaraju izabranoj kategoriji PL ili SIL.

Kada primenjujete zaustavljanje u slučaju opasnosti, obratite pažnju na sledeće savete:

- Svi standardi koji nisu povezani sa bezbednošću moraju da budu ispunjeni za aplikaciju i njene komponente.
- Dizajner aplikacije je odgovoran za izbor odgovarajućih komponenti.
- Kabl prikazan kao podebljan u *Slika 5.7* mora da bude zaštićen od kratkog spoja u skladu sa ISO 13849-2 tabela D. 4.
- Da biste ispunili zahteve za PL d, MTTFd i jednosmerna struja za kompletnu sigurnosnu funkciju moraju da se izračunaju.

Ovo podešavanje može da se koristi ako se koristi dvostruko pozitivni prekidački uređaj. U zavisnosti od sigurnosnog releja, može da se poveže nekoliko uređaja za aktiviranje sa jednom funkcijom Safe Torque Off .

Primena u alatu SISTEMA korišćenjem Danfoss VLT® biblioteke

Kao primer, koristite podsistem "VLT® AutomationDrive FC 302/FCD 302 Safe Torque Off (priključak 37)". Nije potrebno da se uređuju svi parametri koji su podešeni u biblioteci. Podsistem mora da se stavi u sigurnosnu funkciju sa učestalošću koja zavisi od broja frekventnih pretvarača u jednom STO redu.



Slika 5.8 Blok dijagram povezan sa bezbednošću

6 Tehnički podaci za funkciju STO

NAPOMENA!

Tehničke specifikacije i uslove rada za frekventni pretvarač pogledajte u odgovarajućim *uputstvima za rad/vodičima* za taj frekventni pretvarač.

NAPOMENA!

STO signal mora da ima SELV ili PELV napajanje.

Evropske direktive	Direktiva za mašine (2006/42/EC)	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	
Direktiva za niski napon (2014/35/EU)	EN 50178		
	EN 61800-5-1		
Bezbednosni standardi	Bezbednost mašine	EN ISO 13849-1, IEC 62061, IEC 60204-1	
	Funkcionalna bezbednost	IEC 61508-1 do -7, IEC 61800-5-2	
Sigurnosna funkcija		IEC 61800-5-2	IEC 60204-1
		Safe Torque Off (STO)	Kategorija stopa 0
Sigurnosne performanse	ISO 13849-1		
	Kategorija	Kat. 3	
	Dijagnostička pokrivenost	Jednosmerna struja: 90% (srednja)	
	Srednje vreme do opasnog otkazivanja	MTTFd: 14000 godina (visoko)	
	Nivo performansi	PL d	
	IEC 61508/IEC 62061		
	Nivo sigurnosnog integriteta	SIL 2, SIL CL2	
	Verovatnoća opasne greške po satu	PFH: 1E-10/h; 1E-8/h za određene varijante ^{1), 2)} (režim visokih zahteva)	
	Verovatnoća opasne greške na zahtev	PFD: 1E-10; 1E-4 za određene varijante ^{1), 2)} (režim niskih zahteva)	
	Tolerancija na hardversku grešku	HFT: 0 (1oo1)	
	Interval probnog testiranja T1	20 godina	
TM vreme misije	20 godina		
Vreme reakcije	Vreme odziva od ulaza do izlaza	Maksimalno 20 ms, 60 ms za određene varijante ^{1), 2)}	

Tablica 6.1 Tehnički podaci

1) VLT® HVAC Drive FC 102, VLT® Refrigeration DriveFC 103, VLT® AQUA Drive FC 202 i VLT® AutomationDrive FC 301/FC 302 frekventni pretvarači velike snage sa veličinom kućišta F:

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

2) VLT® Parallel Drive Modules:

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

Indeks
A

Aktiviranje.....	9
Alarm.....	9
Automatsko ponovno startovanje.....	9, 10

I

Identifikacija.....	2
Isključivanje.....	9
Izbori.....	9
Izlaz.....	8

K

Kanal isključivanja.....	8
Karta termistora.....	8
Komandu.....	5
Konvencije.....	4
Kvalifikovano osoblje.....	5

M

Mehanička kočnica.....	10
Montiranje.....	8

O

Obuhvaćeni proizvodi.....	2
Odobrenja.....	2
Održavanje.....	10

P

Podešavanje parametara.....	9
Ponašanje ponovnog startovanja.....	9

S

Senzor povezan sa bezbednošću.....	8
Sertifikati.....	2
Signal.....	5, 8
Sigurnosni uređaj.....	8
SIL CL2.....	3
SIL2.....	3
Simboli.....	4
SISTEMA podaci.....	12
Skraćenice.....	4
Spoljni sigurnosni uređaji.....	9
Sprečavanje neželjenog ponovnog startovanja.....	9
Sprečavanje ponovnog startovanja.....	9, 10

Standardi i usklađenost.....	3
------------------------------	---

T

Tehnički podaci.....	17
Test puštanja u rad.....	10

U

Upravljački sistem.....	5
-------------------------	---

Z

Zaštitni prekidač.....	8
------------------------	---

