

Съдържание

1 Въведение	2
1.1 Цел на ръководството	2
1.2 Допълнителни източници на информация	2
1.3 Функционален преглед	2
1.4 Одобрения и сертификати	3
1.5 Символи, съкращения и условности	4
2 Безопасност	5
2.1 Символи за безопасност	5
2.2 Квалифициран персонал	5
2.3 Мерки за безопасност	5
3 Инсталиране	8
3.1 Инструкции за безопасност	8
3.2 Инсталиране на STO	8
3.3 Монтаж в комбинация с VLT® PTC Thermistor Card MCB 112	9
4 Пускане в действие	10
4.1 Инструкции за безопасност	10
4.2 Активиране на STO	10
4.3 Настройки на параметрите за STO в комбинация с VLT® PTC Thermistor Card MCB 112	10
4.4 Автоматичен/ръчен рестарт	10
4.5 Пробно пускане в действие на STO	11
4.6 Защита на конфигурацията на системата	11
4.7 Обслужване и поддръжка	12
5 Примери на приложение	13
5.1 Данни за SISTEMA	13
5.2 Аварийна спиращка на честотния преобразувател със Safe Torque Off – Категория 1, PL c, SIL 1	13
5.3 Аварийна спиращка на честотния преобразувател със Safe Torque Off чрез реле за безопасност – Категория 3, PL d, SIL 2	14
5.4 Аварийна спиращка на честотния преобразувател със Safe Torque Off, реле за безопасност и изходен контактор – Категория 4, PL e, SIL 3	15
5.5 Аварийна спиращка на много честотни преобразуватели – Категория 3, PL d, SIL 2	16
6 Технически данни на STO	18
Индекс	19

1 Въведение

1.1 Цел на ръководството

Това ръководство осигурява информация за употребата на честотните преобразуватели Danfoss VLT® в приложения за функционална безопасност. Ръководството включва информация относно стандартите за функционална безопасност, функцията Safe Torque Off (STO) на честотните преобразуватели Danfoss VLT®, монтажа и пускането в действие, както и обслужването и поддръжката на STO.

VLT® е регистрирана търговска марка.

1.2 Допълнителни източници на информация

Това ръководство е предназначено за потребителите, които вече са запознати с честотните преобразуватели VLT®. Целта му е да допълни ръководствата и инструкциите, налични за изтегляне от drives.danfoss.com/knowledge-center/technical-documentation/. Прочетете инструкциите, доставени с честотния преобразувател и/или опцията за честотен преобразувател, преди да монтирате устройството, и спазвайте указанията за безопасен монтаж.

1.3 Функционален преглед

1.3.1 Въведение

Функцията Safe Torque Off (STO) е компонент от контролна система за безопасност. STO пречи на устройството да генерира мощността, необходима за развъртане на мотора.

ЗАБЕЛЕЖКА

Изберете и приложете по подходящ начин компонентите в контролната система за безопасност, за да постигнете желаното ниво на работна безопасност. Преди да интегрирате и използвате STO в инсталацията, направете пълен анализ на риска на инсталацията, за да определите дали функцията STO и нивата на безопасност са подходящи и достатъчни.

Честотният преобразувател VLT® се предлага с:

- Safe Torque Off (STO), както е определено от IEC 61800-5-2.
- Спиране категория 0, както е определено в EN 60204-1.

Честотният преобразувател интегрира функцията STO чрез клемата на управлението 37.

Честотният преобразувател VLT® с функция STO е проектиран и одобрен като подходящ за изискванията на:

- Категория 3 в EN ISO 13849-1.
- Ниво на работа „d“ в EN ISO 13849-1.
- SIL 2 в IEC 61508 и EN 61800-5-2.
- SILCL 2 в EN 62061.

1.3.2 Съвместими продукти и идентификация

Функцията STO е налична за следните типове честотни преобразуватели:

- VLT® HVAC Drive FC 102
- VLT® Refrigeration Drive FC 103
- VLT® AQUA Drive FC 202
- VLT® AutomationDrive FC 301 с корпус от размер A1
- VLT® AutomationDrive FC 302
- VLT® Decentral Drive FCD 302
- VLT® Parallel Drive Modules

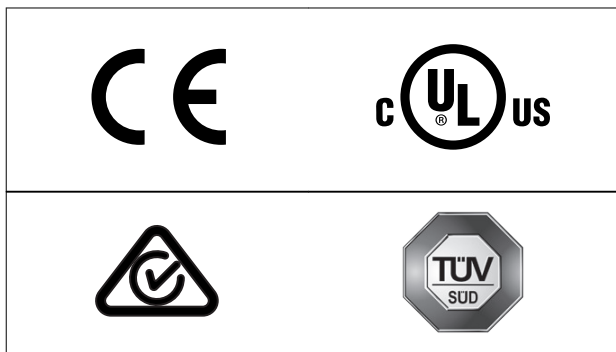
Идентификация

- Честотният преобразувател е конфигуриран с функция STO, ако е указано в типовия код на устройство на табелката (вж. Таблица 1.1).

Продукт	Типов код
VLT® HVAC Drive FC 102	T или U в знак 18 от типовия код
VLT® Refrigeration Drive FC 103	T в знак 18 от типовия код
VLT® AQUA Drive FC 202	T или U в знак 18 от типовия код
VLT® AutomationDrive FC 301 с корпус от размер A1	T в знак 18 от типовия код
VLT® AutomationDrive FC 302	X, B или R в знак 18 от типовия код
VLT® Decentral Drive FCD 302	X, B или R в знак 18 от типовия код
VLT® Parallel Drive Modules	T или U в знак 18 от типовия код

Таблица 1.1 Идентификация на типовия код

1.4 Одобрения и сертификати



Налични са и други одобрения и сертификати. Свържете се с местен партньор на Danfoss.

1.4.1 Приложими стандарти и съответствие

Използването на STO на клема 37 изисква потребителят да спазва всички указания за безопасност, включително съответните закони, разпоредби и насоки.

Интегрираната функция STO е в съответствие със следните стандарти:

- IEC/EN 60204-1: 2016 Спиране категория 0 – неконтролирано спиране
- IEC/EN 61508: 2010 SIL2
- IEC/EC 61800-5-2: 2016
- IEC/EN 62601: 2015 SIL CL2
- EN ISO 13849-1: 2015 Категория 3 PL d

1.5 Символи, съкращения и условности

Съкращение	Задание	Описание
B_{10d}		Брой цикли до 10% от компонентите имат опасна неизправност (за пневматични и електромеханични компоненти).
Кат.	EN ISO 13849-1	Категория, ниво „В, 1–4“
CCF		Повреда по общи причини
DC		Диагностичното покритие е разделено на Ниско, Средно и Високо.
FIT		Грешка във времето: 1E-9/час
HFT	EN IEC 61508	Толеранс на хардуерна неизправност: HFT = n означава, че n+1 неизправности могат да причинят загуба на функцията за безопасност.
MTTFd	EN ISO 13849-1	Средно време до повреда – опасна. Единица: Годишите са разделени на Ниски, Средни и Високи.
PFH	EN IEC 61508	Вероятност за опасни повреди на час. Вземете под внимание тази стойност, ако устройството за безопасност работи в натоварен или продължителен режим на работа, където честотата на заявки за експлоатация на система, свързана с безопасността, е по-висока от 1 годишно.
PFD	EN IEC 61508	Средна вероятност за повреда – стойност, използвана за експлоатация при ниско натоварване.
PL	EN ISO 13849-1	Дискретно ниво, използвано за указване на способността на свързаните с безопасността части на контролните системи да изпълняват функция за безопасност при предвидими условия. Нивата са разделени в а до е.
PLr		Ниво на задължителна производителност (нивото на задължителната производителност за конкретна функция за безопасност).
SIL	EN IEC 61508 EN IEC 62061	Ниво на цялостна безопасност
STO	EN IEC 61800-5-2	Safe Torque Off
SS1	EN IEC 61800-5-2	Безопасно спиране 1
SRECS	EN IEC 62061	Електрическа контролна система, свързана с безопасността
SRP/CS	EN ISO 13849-1	Свързани с безопасността части на контролни системи
PDS/SR	EN IEC 61800-5-2	Електрозадвижваща система (свързана с безопасността)

Таблица 1.2 Съкращения, свързани с функционалната безопасност

Условности

Номерираните списъци указват процедури. Списъци с водещи символи показват друга информация и описание на илюстрации.

Курсивен текст показва:

- Кръстосана справка.
- Връзка.
- Име на параметър.
- Бележка под линия.
- Група параметри.
- Опция на параметър.
- Аларми/предупреждения.

Всички размери в чертежите са дадени в метрични и имперски единици (в скоби), например: mm (инча). Звездичката (*) указва настройката по подразбиране за параметъра.

2 Безопасност

2.1 Символи за безопасност

В това ръководство са използвани следните символи:

▲ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ

Показва потенциално опасна ситуация, която може да причини смърт или сериозни наранявания.

▲ВНИМАНИЕ

Показва потенциално опасна ситуация, която може да доведе до леки или средни наранявания. Може да се използва също за предупреждение срещу небезопасни практики.

ЗАБЕЛЕЖКА

Показва важна информация, включително ситуации, които може да доведат до повреда на оборудване или имущество.

2.2 Квалифициран персонал

Само на лица с доказани умения е разрешено да сглобяват, монтират, програмират, пускат в действие, поддържат и извеждат от експлоатация продуктите.

Лицата с доказани умения

- са квалифицирани електроинженери или лица, обучени от квалифицирани електроинженери, които имат подходящ опит за работа с устройства, системи, съоръжения и машини в съответствие с общите стандарти и указания за технологията за безопасност;
- са запознати с основните разпоредби, свързани със здравето и безопасността/предотвратяването на инциденти;
- са прочели и разбрали указанията за безопасност, предоставени в това ръководство, както и инструкциите за експлоатация на честотния преобразувател;
- добре познават общите и специализираните стандарти, касаещи конкретното приложение.

Потребителите на електрозадвижващи системи (свързани с безопасността) (PDS(SR)) са отговорни за:

- Анализ на опасностите и рисковете, свързани с приложението.
- Идентифициране на необходимите функции за безопасност и разпределяне на SIL или PLr за всяка функция.
- Другите подсистеми и валидността на сигналите и командите от тях.

- Проектиране на подходящите контролни системи, свързани с безопасността (хардуер, софтуер, параметризация и т.н.).

Предпазни мерки

- Само на квалифициран и обучен персонал е разрешено да монтира и пуска в действие инженерни системи за безопасност.
- Монтирайте честотния преобразувател в шкафа IP54 съгласно IEC 60529 или в еквивалентна среда. За специални приложения може да е необходима по-висока IP защита.
- Осигурете кабел за връзка между опцията за безопасност и външното устройство за безопасност съгласно ISO 13849-2, таблица D.4. Когато външни сили влияят на оста на мотора (например окачени товари), са необходими допълнителни мерки (например обезопасяваща спиралка) за елиминиране на опасностите.

2.3 Мерки за безопасност

Вижте глава „Безопасност“ в съответните *инструкции/ръководства за експлоатация* за информация относно общите мерки за безопасност.

▲ВНИМАНИЕ

След инсталирането на STO извършете пробно пускане в действие, както е описано в *глава 4.5 Пробно пускане в действие на STO*. Успешно пробно пускане в действие е задължително след първоначалното инсталиране и след всяка промяна в инсталацията за безопасност.

▲ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ

ОПАСНОСТ ОТ СМЪРТ И СЕРИОЗНИ НАРАНЯВАНИЯ

Ако външни сили влияят на мотора, например при вертикална сила (окачени товари), и нежелано движение, причинено например от гравитацията, може да породи опасност, моторът трябва да бъде оборудван с допълнителни предпазни мерки за защита от падане на товара. Например монтирайте допълнителни механични спиралки.

⚠ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ**ОПАСНОСТ ОТ СМЪРТ И СЕРИОЗНИ НАРАНЯВАНИЯ**

STO (т.е. прекъсването на подаването на 24 V DC напрежение към клемма 37) не осигурява електрическа безопасност. Сама по себе си функцията STO не е достатъчна за внедряване на функция за аварийно изключване, както е определено от EN 60204-1. Аварийното изключване изисква мерки за електрическа изолация, например изключване на захранващата мрежа чрез допълнителен контактор.

⚠ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ**ОПАСНОСТ ОТ ЕЛЕКТРИЧЕСКИ УДАР**

Функцията STO НЕ изолира мрежовото напрежение към честотния преобразувател или помощните вериги. Извършвайте дейности по електрическите части на честотния преобразувател или мотора само след като сте изолирали мрежовото напрежение и сте изчакали времето за разреждане да изтече, както е указано в глава „Безопасност“ на съответните инструкции/ръководства за експлоатация. Ако не се прекъсне мрежовото захранване към устройството или не се изчака определеното време, това може да доведе до смърт или сериозно нараняване.

- Не спирайте честотния преобразувател чрез функцията STO. Ако работещ честотен преобразувател бъде спрял чрез тази функция, устройството се изключва и двигателят спира по инерция. Ако това ограничение е неприемливо, понеже например създава опасност, използвайте подходящия режим на спиране, за да спрете честотния преобразувател и оборудването, преди да използвате функцията STO. В зависимост от приложението може да се наложи използването на механична спирачка.
- Функцията STO е подходяща за извършване на механична работа по системата на честотния преобразувател или само по онази част от машината, свързана с честотния преобразувател. Тя не осигурява електрическа безопасност. Функцията STO не трябва да се използва като начин за стартиране и/или спиране на честотния преобразувател.

⚠ ВНИМАНИЕ**АВТОМАТИЧЕН РЕСТАРТ**

Автоматичен рестарт е разрешен само в 1 от следните 2 ситуации:

- Предотвратяването на неволно рестартиране се осигурява от други части на STO инсталацията.
- Присъствието в опасната зона може да бъде физически изключено, когато функцията STO не е активирана. По-конкретно параграф 6.3.3.2.5 на ISO 12100: 2010 трябва да се спазва.

⚠ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ**ОПАСНОСТ ОТ СМЪРТ И СЕРИОЗНИ НАРАНЯВАНИЯ**

Функцията STO може да се използва за асинхронни мотори, синхронни мотори и мотори с постоянен магнит. Може да възникнат 2 грешки в захранващия полупроводник на честотния преобразувател. Когато използвате синхронен мотор или мотор с постоянен магнит, в резултат на грешките може да възникне нежелано въртливо движение. Ротацията може да бъде изчислена за $\text{ъгъл} = 360/(\text{брой полюси})$ Трябва да вземете предвид това въртливо движение в приложения, използващи синхронни мотори или мотори с постоянен магнит, и да се уверите, че то не създава риск за безопасността. This situation is not relevant for asynchronous motors.

ЗАБЕЛЕЖКА

Направете оценка на риска за всяка функция за спиране, за да определите избора на категория на спиране в съответствие с EN 60204-1:

- Спиране категория 0 се постига с незабавно прекъсване на захранването към изпълнителния механизъм, което води до неконтролирано спиране по инерция. STO в съответствие с EN 61800-5-2 извършва спиране от категория 0.
- Спиране категория 1 се постига с подаване на захранване към изпълнителните механизми на машината, за да се извърши спиране. Захранването към изпълнителните механизми се прекъсва след спирането на машината в съответствие с EN 61800-5-2, Безопасно спиране 1 (SS1).
- Спиране категория 2 е контролирано спиране с подаване на захранване към изпълнителните механизми на машината. Задържане на позицията с наличното захранване след спирането.

ЗАБЕЛЕЖКА

При проектирането на машината трябва да се вземат предвид разчетът на времето и разстоянието за движението по инерция до спиране (Спиране категория 0 или STO). За повече информация относно категориите спиране вижте EN 60204-1.

3 Инсталиране

3

3.1 Инструкции за безопасност

▲ВНИМАНИЕ

ОПАСНОСТ ОТ ЕЛЕКТРИЧЕСКИ ТОК

Операторът или инсталиращият електротехник носи отговорност за правилното заземяване и съответствието с всички приложими национални и местни разпоредби за безопасност.

Вижте *глава 2 Безопасност* и съответните инструкции/ръководства за експлоатация на честотния преобразувател. Освен това винаги спазвайте инструкциите, предоставени от производителя на мотора.

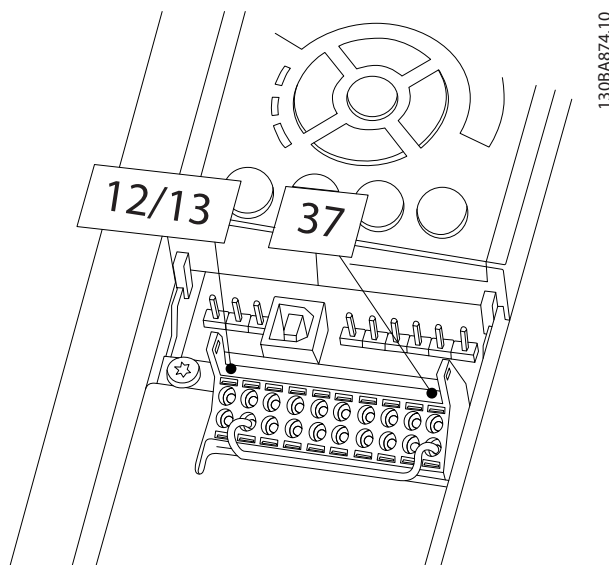
3.2 Инсталиране на STO

За свързване на мотора, захранващото напрежение и управляващата верига следвайте указанията за безопасен монтаж в *инструкциите/ръководствата за експлоатация* на честотния преобразувател.

За монтаж с Ex-сертифицираната платка VLT® PTC Thermistor Card MCB 112 вижте *глава 3.3 Монтаж в комбинация с VLT® PTC Thermistor Card MCB 112*.

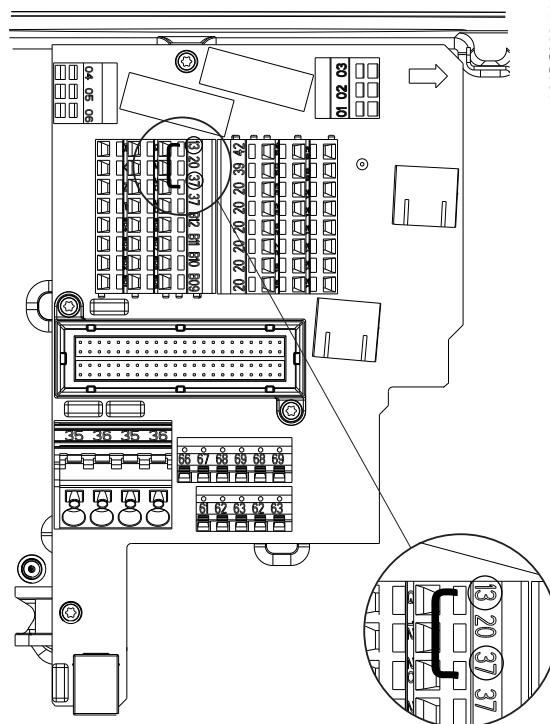
Разрешете интегрираната функция STO по следния начин:

1. Отстранете мостовия проводник между клемми на управлението 37 и 12 или 13. Прерязването или прекъсването на моста не е достатъчно за избягване на верига. (Вж. мостче на *Илюстрация 3.1*)



130BA874.10

Илюстрация 3.1 Мостче между клемми 12/13 (24 V) и 37 (всички честотни преобразуватели без FCD 302)



130BC393.11

Илюстрация 3.2 Мостче между клемми 13 (24 V) и 37 (FCD 302)

- Например свържете външно реле за наблюдение на безопасността чрез НЕобезопасителна функция към клемма 37 (STO) и клемма 12 или 13 (24 V DC). Примери за свързване и приложение може да намерите в глава 5 Примери на приложение.
- Извършете окабеляването в съответствие с указанията, предоставени в инструкциите/ръководствата за експлоатация на честотния преобразувател.

3.3 Монтаж в комбинация с VLT® PTC Thermistor Card MCB 112

ЗАБЕЛЕЖКА

Комбиниране на VLT® PTC Thermistor Card MCB 112 и функция STO е налично само за VLT® HVAC Drive FC 102, VLT® AQUA Drive FC 202, VLT® AutomationDrive FC 302 и VLT® AutomationDrive FC 301 с корпус размер A1

VLT® PTC Thermistor Card MCB 112 използва клемма 37 като свой канал за изключване, свързан с безопасността.

- Уверете се, че изходът X44/12 на MCB 112 е свързан чрез AND-логика към сензора за безопасност (например бутон за аварийно спиране и предпазен превключвател), който активира STO. Това означава, че изходът към STO клемма 37 е ВИСОКО (24 V) само ако сигналите и от изход X44/12 на MCB 112, и от сензора за безопасност са ВИСОКО. Ако дори 1 от 2-та сигнала е НИСКО, изходът към клемма 37 също трябва да е НИСКО.
- Уверете се, че устройството за безопасност с AND-логика съответства на необходимото ниво на безопасност.
- Късото съединение защитава връзката от изхода на устройството за безопасност с обезопасителна AND-логика към STO клемма 37; вж. Иллюстрация 3.3.

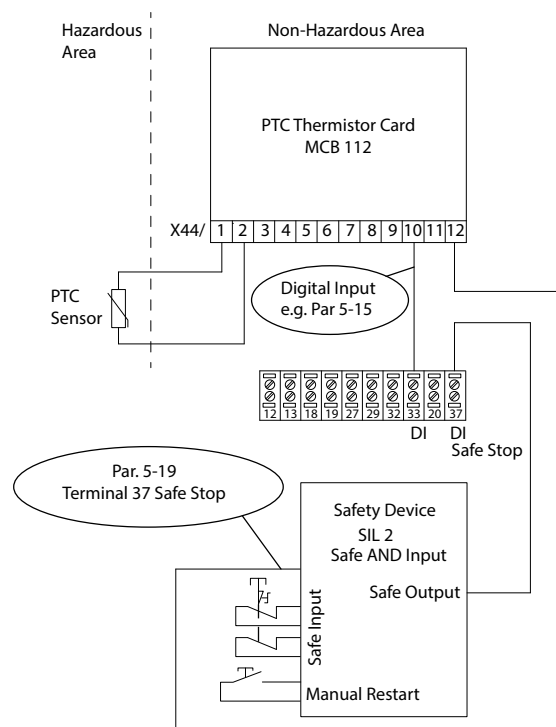


Иллюстрация 3.3 Комбиниране на приложение на STO и приложение на MCB 112

Иллюстрация 3.3 показва вход за рестартиране за външното устройство за безопасност. Това означава, че в инсталацията параметър 5-19 Terminal 37 Safe Stop може да се зададе със стойност [7] PTC 1 и реле П или [8] PTC 1 и реле А/П. Прегледайте Инструкции за експлоатация на VLT® PTC Thermistor Card MCB 112 за допълнителна информация.

130BA967.12

3

4 Пускане в действие

4.1 Инструкции за безопасност

▲ВНИМАНИЕ

ОПАСНОСТ ОТ ЕЛЕКТРИЧЕСКИ ТОК

Операторът или инсталиращият електротехник носи отговорност за правилното заземяване и съответствието с всички приложими национални и местни разпоредби за безопасност.

Вижте глава 2 Безопасност и съответните инструкции/ръководства за експлоатация на честотния преобразувател. Освен това винаги спазвайте инструкциите, предоставени от производителя на мотора.

4.2 Активиране на STO

Функцията STO се активира чрез спиране на напрежението към клемата 37 на честотния преобразувател. Ако свържете честотния преобразувател с външно устройство за безопасност, осигуряващо безопасно забавяне, можете да получите инсталация за безопасно спиране 1. Външните устройства за безопасност трябва да отговарят на изискванията за Кат./PL или SIL, когато са свързани с клемата 37. Функцията STO може да се използва за асинхронни мотори, синхронни мотори и мотори с постоянен магнит.

Когато функцията STO (клемата 37) се активира, честотният преобразувател издава аларма, изключва устройството и моторът се движи по инерция до спиране. Необходимо е ръчно рестартиране. Използвайте функцията STO за спиране на честотния преобразувател в ситуации на аварийно спиране. При нормален режим на експлоатация, когато не е необходима функция STO, използвайте стандартната функция за спиране. Уверете се, че изискванията съгласно ISO 12100, параграф 6.3.3.2.5, са изпълнени, преди да използвате функцията за автоматичен рестарт.

4.3 Настройки на параметрите за STO в комбинация с VLT® PTC Thermistor Card MCB 112

Когато сте свързали MCB 112, получавате достъп до повече опции за параметър 5-19 Terminal 37 Safe Stop (от [4] Аларма PTC 1 до [9] PTC 1 и реле П/А).

- Опции [1]* Аларма безоп. спир. и [3] Предуп. безоп. спир. са все още достъпни, но са предназначени за инсталации без MCB 112 или външни устройства за безопасност.

Ако сте избрали [1]* Аларма безоп. спир. или [3] Предуп. безоп. спир. и MCB 112 се активира, честотният преобразувател ще реагира с аларма 72, Опасна неизпр., и ще спре мотора безопасно по инерция без автоматичен рестарт.

- Не избирайте [4] Аларма PTC 1 и [5] Предуп. PTC 1, когато използвате външно устройство за безопасност. Тези опции са за ситуации, в които само MCB 112 използва функцията STO. Ако изберете опция [4] Аларма PTC 1 или [5] Предуп. PTC 1 и външното устройство за безопасност задейства STO, честотният преобразувател ще издаде аларма 72, Опасна неизпр., и ще спре мотора безопасно по инерция без автоматичен рестарт.
- Изберете опции от [6] PTC 1 и реле А до [9] PTC 1 и реле П/А за комбинацията от външно устройство за безопасност и MCB 112.

▲ВНИМАНИЕ

АВТОМАТИЧЕН РЕСТАРТ

Опциите позволяват автоматичен рестарт, когато външното устройство за безопасност се дезактивира.

Преди да изберете [7] PTC 1 и реле П или [8] PTC 1 и реле А/П, се уверете, че:

- Предотвратяването на неволно рестартиране се осигурява от други части на STO инсталацията или
- Присъствието в опасната зона може да бъде физически изключено, когато функцията STO не е активирана. По-конкретно параграф 6.3.3.2.5 на ISO 12100:2010 трябва да се спазва.

Прегледайте Инструкции за експлоатация на VLT® PTC Thermistor Card MCB 112 за допълнителна информация.

4.4 Автоматичен/ръчен рестарт

Състоянието по подразбиране на функцията STO предотвратява неволно рестартиране (Поведение на неволно рестартиране). За да изключите STO и да възобновите нормалната работа:

1. Подайте отново 24 V DC захранващо напрежение на клемата 37.
2. Подайте сигнал за нулиране (чрез бус шина, цифров Вх./Изх. или бутон [Reset] (Нулиране)).

Настройте функцията STO за автоматичен рестарт, като промените стойността на *параметър 5-19 Terminal 37 Safe Stop* от стойността по подразбиране [1]* *Аларма безоп. спир.* на стойност [3] *Предуп. безоп. спир.*

Автоматичното рестартиране означава, че функцията STO се изключва и нормалната работа се възобновява, когато 24 V DC захранване се подаде на клемата 37. Не е необходим сигнал за нулиране.

4.5 Пробно пускане в действие на STO

След инсталирането и преди началото на експлоатацията извършете тест на пускането в действие на инсталацията, използвайки STO.

Извършвайте теста отново след всяка промяна на инсталацията или на приложение, включващо STO.

ЗАБЕЛЕЖКА

Успешно пробно пускане в действие на функцията STO се изисква след първоначалното инсталиране и след всяка следваща промяна на инсталацията.

За да извършите пробното пускане в действие:

- Следвайте инструкциите в глава 4.5.1 *Предотвратяване на рестартирането за приложение на STO* за приложения без автоматичен рестарт след безопасно спиране или
- Следвайте инструкциите в глава 4.5.2 *Автоматичен рестарт на приложение на STO* за приложения автоматичен рестарт след безопасно спиране.

4.5.1 Предотвратяване на рестартирането за приложение на STO

Приложение, в което *параметър 5-19 Terminal 37 Safe Stop* е зададен със стойността по подразбиране [1]* *Аларма безоп. спир.*, или комбинация от STO и VLT® PTC Thermistor MCB 112, при която *параметър 5-19 Terminal 37 Safe Stop* е зададен със стойност [6] *PTC 1* и *реле А* или [9] *PTC 1* и *реле П/А*:

1. Прекъснете подаването на 24 V DC напрежение към клемата 37 с помощта на устройството за прекъсване, докато честотният преобразувател задвижва мотора (т.е. мрежовото захранване не е прекъснато).
2. Проверете дали:
 - 2a Моторът работи по инерция.
 - 2b Механичната спирачка се активира (ако е свързана).

2с Ако е монтиран локален контролен панел (LCP), той показва *Аларма 68, Безопасен стоп*.

3. Подайте отново 24 V DC на клемата 37.
4. Уверете се, че моторът остава в състояние на движение по инерция и че механичната спирачка (ако е свързана) остава активирана.
5. Изпратете сигнал за нулиране (чрез бус шина, цифров Вх./Изх. или бутон [Reset] (Нулиране)).
6. Уверете се, че моторът започва да работи отново.

Тестът на пускането в действие завършва успешно, когато всички посочени стъпки са преминати.

4.5.2 Автоматичен рестарт на приложение на STO

Приложение, в което *параметър 5-19 Terminal 37 Safe Stop* е зададен със стойност [3] *Предуп. безоп. спир.*, или комбинация от *Safe Torque Off* и VLT® PTC Thermistor MCB 112, в която *параметър 5-19 Terminal 37 Safe Stop* е зададен със стойност [7] *PTC 1* и *реле П* или [8] *PTC 1* и *реле А/П*:

1. Прекъснете подаването на 24 V DC напрежение към клемата 37 с помощта на устройството за прекъсване, докато честотният преобразувател задвижва мотора (т.е. мрежовото захранване не е прекъснато).
2. Проверете дали:
 - 2a Моторът работи по инерция.
 - 2b Механичната спирачка се активира (ако е свързана).
 - 2с Ако е монтиран локален контролен панел (LCP), той показва *предупреждение 68, Безопасен стоп*.
3. Подайте отново 24 V DC на клемата 37.
4. Уверете се, че моторът започва да работи отново.

Тестът на пускането в действие завършва успешно, когато всички посочени стъпки са преминати.

ЗАБЕЛЕЖКА

Вижте предупреждението относно поведението при рестартиране в глава 2.3 *Мерки за безопасност*.

4.6 Защита на конфигурацията на системата

- Мерките за защита са отговорност на потребителя.
- Параметрите на честотния преобразувател могат да бъдат защитени с парола.

4.7 Обслужване и поддръжка

Изисква се, за да може PL d или SIL2 да извършва тест за функционалност на всеки 12 месеца, за да открие всяка неизправност или повреда на функцията STO. За по-нисък PL или SIL това е препоръка.

За да извършите функционалния тест, изпълнете следните стъпки (или подобен, подходящ за приложението метод):

1. Прекъснете подаването на 24 V DC напрежение на клемата 37.
2. Проверете дали на LCP се показва *аларма 68, Безопасен стоп*.
3. Проверете дали честотният преобразувател изключва устройството.
4. Проверете дали моторът работи по инерция и спира напълно.
5. Уверете се, че моторът не може да бъде стартиран.
6. Свържете отново 24 V DC захранващо напрежение към клемата 37.
7. Уверете се, че моторът няма да се стартира автоматично и че ще се рестартира само чрез подаване на сигнал за нулиране (чрез бус шина, цифров Вх./Изх. или бутона [Reset] (Нулиране)).

5 Примери на приложение

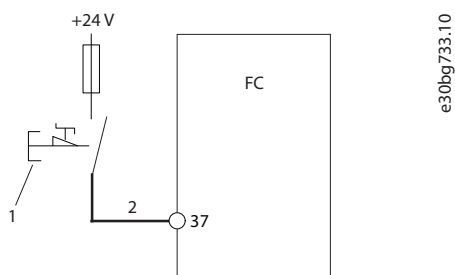
5.1 Данни за SISTEMA

SISTEMA (Safety Integrity Software Tool for the Evaluation of Machine Applications – Софтуерен инструмент за интегритет на безопасността за оценка на приложенията на машината) е софтуерна помощна програма, която предоставя на разработчиците и тестерите на машинните контроли, свързани с безопасността, цялостно съдействие при оценката на безопасността в контекста на ISO 13849-1.

Данни за функционална безопасност са налични от библиотека с данни за използване с инструмента за изчисления SISTEMA от IFA (Институт за безопасност и здраве на работното място на германското социално осигуряване), както и данни за ръчно изчисляване. Можете да изтеглите SISTEMA от адрес www.danfoss.com/en/service-and-support/downloads/dds/sistema-safety-integrity-software-tool/#overview.

5.2 Аварийна спирачка на честотния преобразувател със Safe Torque Off – Категория 1, PL c, SIL 1

Илюстрация 5.1 показва аварийна спирачка със Safe Torque Off – Категория 1, PL c, SIL 1 пример на приложение.



1	Бутон за аварийно спиране
2	Кабел със защита от късо съединение (ако не е в монтажния шкаф IP54) За допълнителна информация вж. ISO 13849-2, таблица D.4.

Илюстрация 5.1 Аварийна спирачка със Safe Torque Off – Категория 1, PL c, SIL 1

Функция за безопасност

Ако има авария, устройството на аварийната спирачка се активира. Функцията Safe Torque Off (STO) на честотния преобразувател е активирана. След команда за спиране или аварийно спиране честотният преобразувател спира.

Функции на дизайна

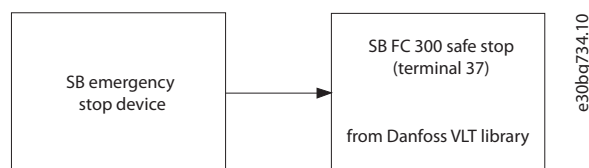
- Веригата може да се използва до Категория 1, PL c (ISO 13849-1) или SIL 1 (EN 62061 и IEC 61508).
- Функцията Safe Torque Off (STO) се активира чрез положително управляван контакт за ключ 1 NC (съгласно IEC 60947-1, IEC 60947-5-1 и IEC 60947-5-5).
- За PL с пълните функции за безопасност трябва да се изчислят (MTTFd).
- Използвайте основни принципи на безопасност.
- Устройството, използвано за активиране на Safe Torque Off (STO), трябва да е подходящо за избраната категория, PL или SIL.

При внедряване на аварийната спирачка обърнете внимание на следните съвети:

- Всички стандарти, които не са свързани с безопасността, трябва да се изпълнят за приложението и неговите компоненти.
- Дизайнерът на приложението носи отговорност за избирането на подходящите компоненти.
- Кабелът, показан с удебелен шрифт в Илюстрация 5.1, трябва да бъде предпазен от късо съединение съгласно ISO 13849-2 таблица D.4.
- За изпълнение на PL c трябва да се изчислят MTTFd и захранващото напрежение за цялата функция за безопасност.
- Стойността V_{10d} на устройството за аварийно спиране трябва да е известна. Стойността V_{10d} трябва да е достатъчно висока за изпълнение на съответния PL c на MTTFd.

Внедряване в SISTEMA чрез библиотеката Danfoss VLT®

Като пример използвайте подсистемата „VLT® AutomationDrive FC 302/FCD 302 Safe Torque Off (Клема 37)“. Не е необходимо да се редактират всички параметри, които са зададени в библиотеката.

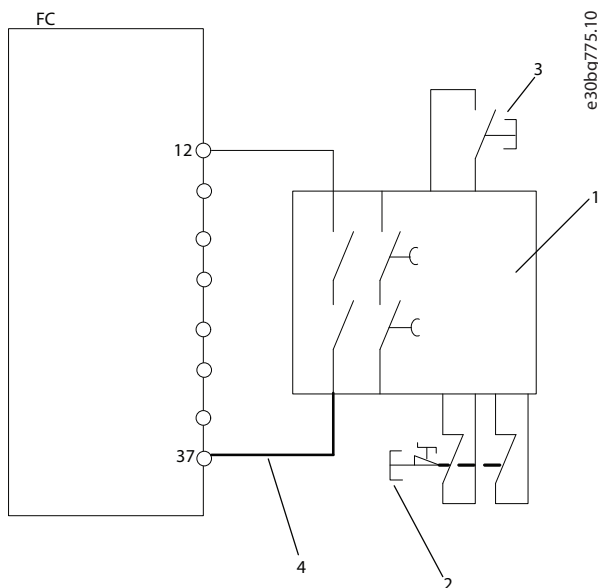


Илюстрация 5.2 Блок-схема, свързана с безопасността

5.3 Аварийна спиращка на честотния преобразувател със Safe Torque Off чрез реле за безопасност – Категория 3, PL d, SIL 2

Илюстрация 5.3 показва аварийна спиращка със Safe Torque Off чрез реле за безопасност – Категория 3, PL d, SIL 2 пример на приложение.

5



1	Реле за безопасност (Категория 3, PL d или SIL 2)
2	Бутон за аварийно спиране
3	Бутон за нулиране
4	Кабел със защита от късо съединение (ако не е в монтажния шкаф IP54) За допълнителна информация вж. ISO 13849-2, таблица D.4.

Илюстрация 5.3 Пример за монтаж за постигане на спиране категория 0 (EN 60204-1) с категория безопасност 3/PL d (ISO 13849-1) или SIL 2 (EN 62061 и IEC 61508).

Функция за безопасност

Ако има авария, устройството на аварийната спиращка се активира. Функцията Safe Torque Off (STO) на честотния преобразувател е активирана. След команда за спиране или аварийно спиране честотният преобразувател спира.

Функции на дизайна

- Веригата може да се използва до Категория 3, PL d (ISO 13849-1) или SIL 2 (EN 62061 и IEC 61508).
- За PL d пълните функции за безопасност трябва да се изчислят (MTTFd).
- Използвайте основни принципи на безопасност.
- Устройството, използвано за активиране на Safe Torque Off (STO) и релето за безопасност, трябва да е подходящо за избраната категория, PL или SIL.

При внедряване на аварийната спиращка обърнете внимание на следните съвети:

- Всички стандарти, които не са свързани с безопасността, трябва да се изпълнят за приложението и неговите компоненти.
- Дизайнерът на приложението носи отговорност за избирането на подходящите компоненти.
- Кабелът, показан с удебелен шрифт в Илюстрация 5.3, трябва да бъде предпазен от късо съединение съгласно ISO 13849-2 таблица D.4.
- За изпълнение на PL d трябва да се изчислят MTTFd и захранващото напрежение за цялата функция за безопасност.

Тази настройка може да се използва, ако се използва двойно положително устройство за превключване. В зависимост от релето за безопасност също така е възможно да се свържат няколко устройства за активиране към 1 Safe Torque Off (STO).

Внедряване в СИСТЕМА чрез библиотеката Danfoss VLT®

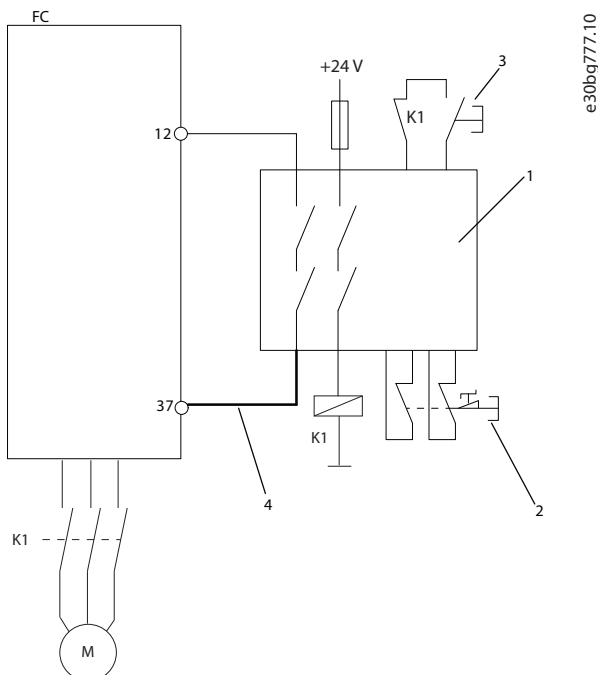
Като пример използвайте подсистемата „VLT® AutomationDrive FC 302/FCD 302 Safe Torque Off (Клема 37)“. Не е необходимо да се редактират всички параметри, които са зададени в библиотеката.



Илюстрация 5.4 Блок-схема, свързана с безопасността

5.4 Аварийна спиращка на честотния преобразувател със Safe Torque Off, реле за безопасност и изходен контактор – Категория 4, PL e, SIL 3

Илюстрация 5.5 показва аварийна спиращка на честотния преобразувател със Safe Torque Off, реле за безопасност и изходен контактор – Категория 4, PL e, SIL 3 пример на приложение.



1	Реле за безопасност (Категория 4, PL e, SIL 3)
2	Бутон за аварийно спиране
3	Бутон за нулиране
4	Кабел със защита от късо съединение (ако не е в монтажния шкаф IP54) За допълнителна информация вж. ISO 13849-2, таблица D.4.

Илюстрация 5.5 Честотен преобразувател със Safe Torque Off, реле за безопасност и изходен контактор – Категория 4, PL e, SIL 3

Функция за безопасност

Ако има авария, устройството на аварийната спиращка се активира. Функцията Safe Torque Off (STO) на честотния преобразувател е активирана. След команда за спиране или аварийно спиране честотният преобразувател спира.

Когато системата за контрол на безопасността трябва да съответства на PL e ISO 13849-1 или SIL 3 (EN 62061 и IEC 61508), тя изисква 2-канално спиране за функцията STO. Единият канал може да бъде внедрен от STO входа на честотния преобразувател, а другият от контактор, който може да бъде свързан във входната или

изходната захранваща верига на честотния преобразувател. Контактът трябва да бъде проследен чрез допълнително управляван контакт, показан като K1 в Илюстрация 5.5.

Функции на дизайна

- Веригата трябва да бъде използвана до категория 4 и PL e.
- За PL e пълните функции за безопасност трябва да се изчислят (MTTFd).
- Използвайте основни принципи на безопасност.
- Устройството, използвано за активиране на Safe Torque Off (STO) и релето за безопасност, трябва да е подходящо за избраната категория, PL или SIL.

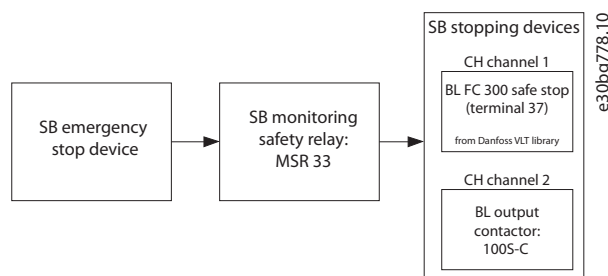
При внедряване на аварийната спиращка обърнете внимание на следните съвети:

- Всички стандарти, които не са свързани с безопасността, трябва да се изпълнят за приложението и неговите компоненти.
- Дизайнерът на приложението носи отговорност за избирането на подходящите компоненти.
- Кабелът, показан с удебелен шрифт в Илюстрация 5.5, трябва да бъде предпазен от късо съединение съгласно ISO 13849-2 таблица D.4.
- За изпълнение на PL e трябва да се изчислят MTTFd и захранващото напрежение за цялата функция за безопасност.

Тази настройка може да се използва, ако се използва двойно положително устройство за превключване.

Внедряване в СИСТЕМА чрез библиотеката Danfoss VLT®

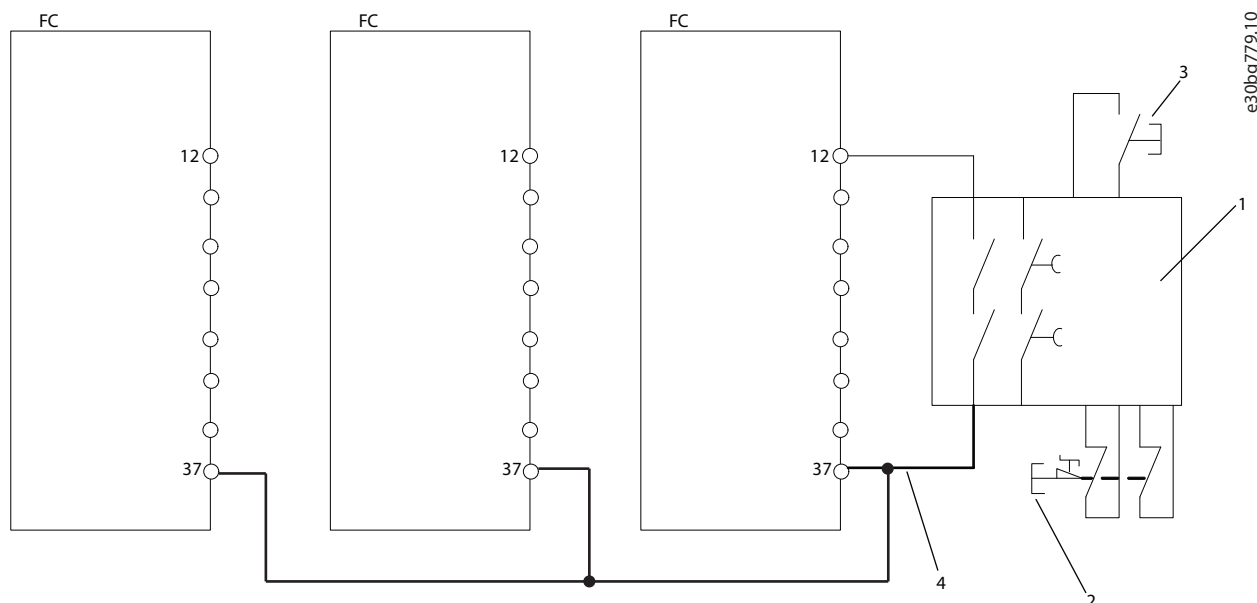
Като пример използвайте блок „VLT® AutomationDrive FC 302 (Клема 37)“. Не е необходимо да се редактират всички параметри, които са зададени в библиотеката.



Илюстрация 5.6 Блок-схема, свързана с безопасността

5.5 Аварийна спиращка на много честотни преобразуватели – Категория 3, PL d, SIL 2

Илюстрация 5.7 показва аварийна спиращка на много честотни преобразуватели – Категория 3, PL d, SIL 2 пример на приложение.



e30bg779.10

5

1	Реле за безопасност (Категория 3, PL d или SIL 2)
2	Бутон за аварийно спиране
3	Бутон за нулиране
4	Кабел със защита от късо съединение (ако не е в монтажния шкаф IP54) За допълнителна информация вж. ISO 13849-2, таблица D.4.

Илюстрация 5.7 Аварийна спиращка на много честотни преобразуватели – Категория 3, PL d, SIL 2

Функция за безопасност

Ако има авария, устройството на аварийната спиращка се активира. Функцията Safe Torque Off (STO) на честотния преобразувател е активирана. След команда за спиране или аварийно спиране честотният преобразувател спира.

STO входовете може да се свържат директно заедно, ако се изисква управление на много честотни преобразуватели от една и съща контролна линия.

Свързването на входове заедно увеличава вероятността за неизправност в небезопасната посока, тъй като неизправност в 1 честотен преобразувател може да доведе до активиране на всички честотни преобразуватели. Вероятността за неизправност е толкова ниска при 1×10^{-10} на час, че получената вероятност все още отговаря на изискванията за SIL2 за реалистичен брой честотни преобразуватели. Препоръчително е да се свързват паралелно не повече от 20 входа.

ЗАБЕЛЕЖКА

При използване на вътрешно 24 V захранващо напрежение (клема 12) броят на паралелните входове (клема 37) е ограничен до 3, в противен случай наличното изходно захранване се надвишава.

Функции на дизайна

- Веригата може да се използва до Категория 3, PL d или SIL 2.
- За PL d пълните функции за безопасност трябва да се изчислят (MTTFd).
- Използвайте основни принципи на безопасност.
- Устройството, използвано за активиране на Safe Torque Off (STO) и релето за безопасност, трябва да е подходящо за избраната категория, PL или SIL.

При внедряване на аварийната спирачка обърнете внимание на следните съвети:

- Всички стандарти, които не са свързани с безопасността, трябва да се изпълнят за приложението и неговите компоненти.
- Дизайнерът на приложението носи отговорност за избирането на подходящите компоненти.
- Кабелът, показан с удебелен шрифт в *Илюстрация 5.7*, трябва да бъде предпазен от късо съединение съгласно ISO 13849-2 таблица D.4.
- За изпълнение на PL d трябва да се изчислят MTTFd и захранващото напрежение за цялата функция за безопасност.

Тази настройка може да се използва, ако се използва двойно положително устройство за превключване. В зависимост от релето за безопасност също така е възможно да се свържат няколко устройства за активиране към един Safe Torque Off.

Внедряване в СИСТЕМА чрез библиотеката Danfoss VLT®

Като пример използвайте подсистемата „VLT® AutomationDrive FC 302/FCD 302 Safe Torque Off (Клема 37)“. Не е необходимо да се редактират всички параметри, които са зададени в библиотеката. Подсистемата трябва да се поставя във функцията за безопасност толкова често, колкото е броят на честотните преобразуватели, налични на една STO линия.



Илюстрация 5.8 Блок-схема, свързана с безопасността

6 Технически данни на STO

ЗАБЕЛЕЖКА

За информация относно техническите спецификации и работните условия на честотния преобразувател вижте съответните *инструкции/ръководства за експлоатация на честотния преобразувател*.

ЗАБЕЛЕЖКА

Сигналът за STO трябва да се предоставя със SELV или PELV.

6

Европейски директиви	Директива за машините (2006/42/EC)	EN ISO 13849-1	
		EN IEC 62061	
		EN IEC 61800-5-2	
	EMC Директива (2014/30/EC)	EN 50011	
		EN 61000-6-3	
		EN 61800-3	
Директива за ниско напрежение (2014/35/EC)	EN 50178		
	EN 61800-5-1		
Стандарти за безопасност	Безопасност на машините	EN ISO 13849-1, IEC 62061, IEC 60204-1	
	Функционална безопасност	IEC 61508-1 до -7, IEC 61800-5-2	
Функция за безопасност		IEC 61800-5-2	IEC 60204-1
		Safe Torque Off (STO)	Спиране категория 0
Показатели за безопасност	ISO 13849-1		
	Категория	Кат. 3	
	Диагностично покритие	DC: 90% (средно)	
	Средно време до опасна повреда	MTTFd: 14000 години (високо)	
	Ниво на работа	PL d	
	IEC 61508/IEC 62061		
	Ниво на цялостна безопасност	SIL 2, SIL CL2	
	Вероятност за опасна повреда на час	PFH: 1E-10/ч.; 1E-8/ч. за конкретни варианти ^{1), 2)} (режим на висока потребност)	
	Вероятност за опасна повреда при поискване	PFD: 1E-10; 1E-4 за конкретни варианти ^{1), 2)} (режим на ниска потребност)	
	Толеранс на хардуерна неизправност	HFT: 0 (1001)	
Интервал за пробно изпитване T1	20 години		
Експлоатационен срок ТМ	20 години		
Време на реакция	Време на реакция от входа до изхода	Максимум 20 ms, 60 ms за определени варианти ^{1), 2)}	

Таблица 6.1 Технически данни

1) VLT® HVAC Drive FC 102, VLT® Refrigeration DriveFC 103, VLT® AQUA Drive FC 202 u VLT® AutomationDrive FC 301/FC 302 High Power Drives с корпус размер F:

- 400 V: 450/500 kW (600/650 к.с.) – 800/1000 kW (1075/1350 к.с.) (високо претоварване/нормално претоварване).
- 690 V: 630/710 kW (850/950 к.с.) – 1800/2000 kW (2400/2700 к.с.) (високо претоварване/ нормално претоварване).

2) VLT® Parallel Drive Modules:

- 400 V: 250/315 kW (350/450 к.с.) – 800/1000 kW (1200/1350 к.с.) (високо претоварване/нормално претоварване).
- 690 V: 315/400 kW (350/400 к.с.) – 1000/1200 kW (1150/1350 к.с.) (високо претоварване/нормално претоварване).

Индекс

A
 Alarm..... 10

S
 SIL CL2..... 3
 SIL2..... 3

A
 Автоматично рестартиране..... 10, 11
 Активиране..... 10

B
 Външни устройства за безопасност..... 10

Д
 Данни за SISTEMA..... 13

И
 Идентификация..... 2
 Изход..... 9
 Инсталиране..... 9

К
 Канал за изключване..... 9
 Квалифициран персонал..... 5
 Команда..... 5
 Контролна система..... 5

М
 Механична спирачка..... 11

Н
 Настройки на параметрите..... 10

О
 Обхванати продукти..... 2
 Одобрения..... 3
 Опции..... 10

П
 Поддръжка..... 12
 Предотвратяване на неволно рестартиране..... 10
 Предотвратяване на рестартирането..... 11
 Предпазен превключвател..... 9
 Прекъсване..... 10

Пробно пускане в действие..... 11

P
 Рестартиране..... 10

C
 Сензор за безопасност..... 9
 Сертификати..... 3
 Сигнал..... 5, 9
 Символи..... 4
 Стандарти и съответствие..... 3
 Съкращения..... 4

T
 Термисторна платка..... 9
 Технически данни..... 18

У
 Условности..... 4
 Устройство за безопасност..... 9