

## Съдържание

<b>1 Въведение</b>	<b>2</b>
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
<b>2 Безопасност</b>	<b>5</b>
2.1 Символи за безопасност	5
2.2 Квалифициран персонал	5
2.3 Мерки за безопасност	5
<b>3 Инсталиране</b>	<b>8</b>
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
<b>4 Пускане в действие</b>	<b>10</b>
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
<b>5 Примери на приложение</b>	<b>13</b>
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
<b>6 Технически данни на STO</b>	<b>18</b>
<b>Индекс</b>	<b>19</b>

## 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/](http://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

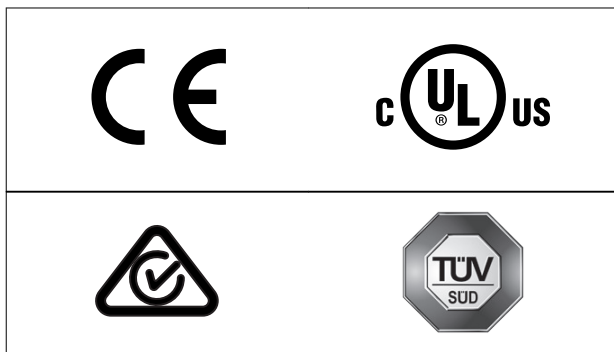
#### Идентификация

- 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 клемма 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 клемата 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.

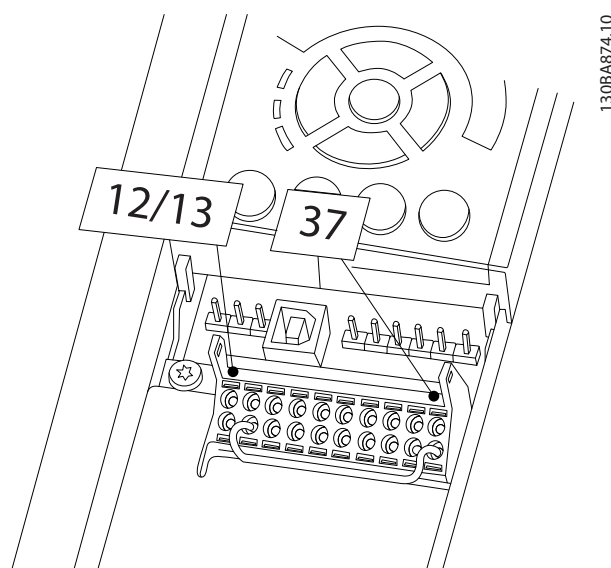
### 3.2 Инсталиране на STO

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*.

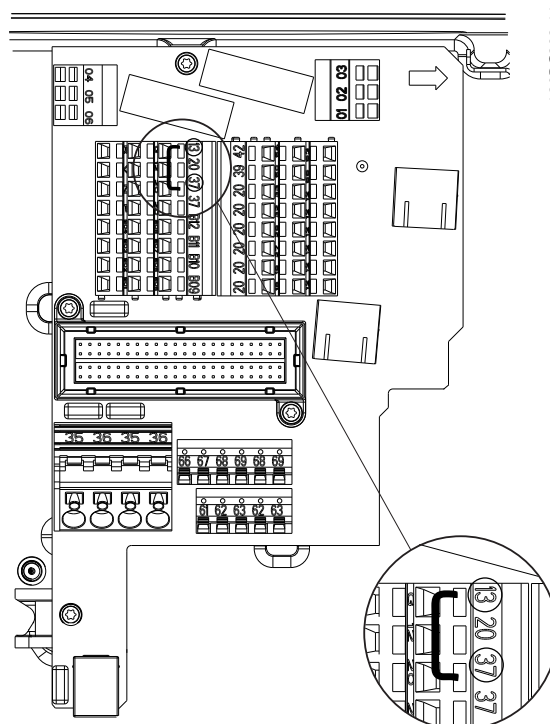
Разрешете интегрираната функция STO по следния начин:

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)



2. 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.
3. 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.

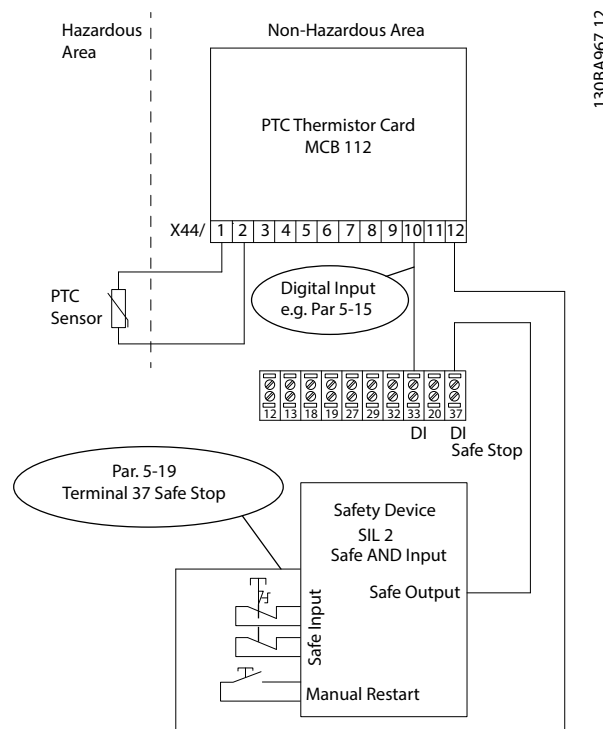


Иллюстрация 3.3 Комбиниране на приложение на STO и приложение на MCB 112

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.

## 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

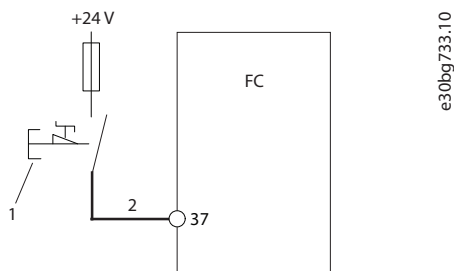
### 5.1 Данни за SISTEMA

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](http://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

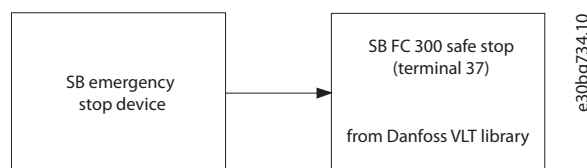
- Веригата може да се използва до Категория 1, PL c (ISO 13849-1) или SIL 1 (EN 62061 и IEC 61508).
- Функцията Safe Torque Off (STO) се активира чрез положително управляван контакт за ключ 1 NC (съгласно IEC 60947-1, IEC 60947-5-1 и IEC 60947-5-5).
- За PL с пълните функции за безопасност трябва да 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®

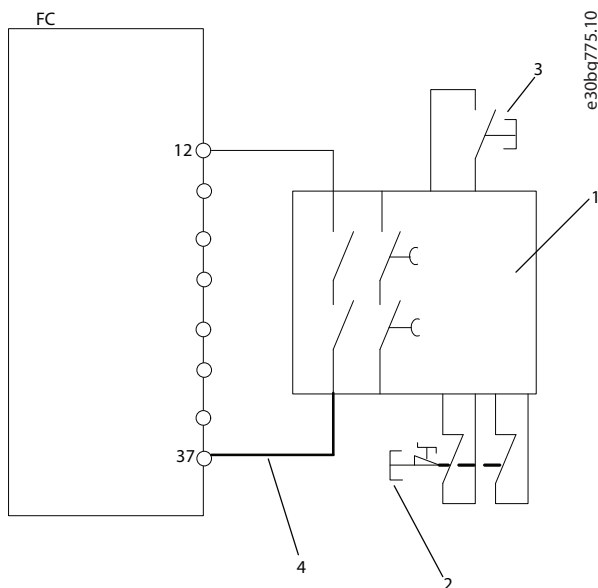
Като пример използвайте подсистемата „VLT® AutomationDrive FC 302/FC302 Safe Torque Off (Клема 37)“. Не е необходимо да се редактират всички параметри, които са зададени в библиотеката.



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.



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®

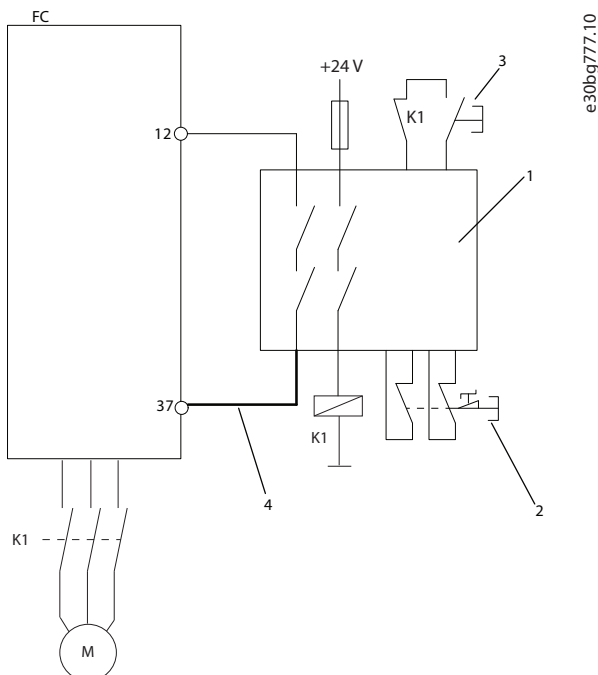
Като пример използвайте подсистемата „VLT® AutomationDrive FC 302/FCD 302 Safe Torque Off (Клема 37)“. Не е необходимо да се редактират всички параметри, които са зададени в библиотеката.



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.

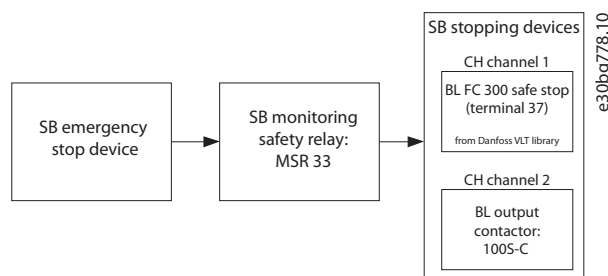
При внедряване на аварийната спиращка обърнете внимание на следните съвети:

- 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®

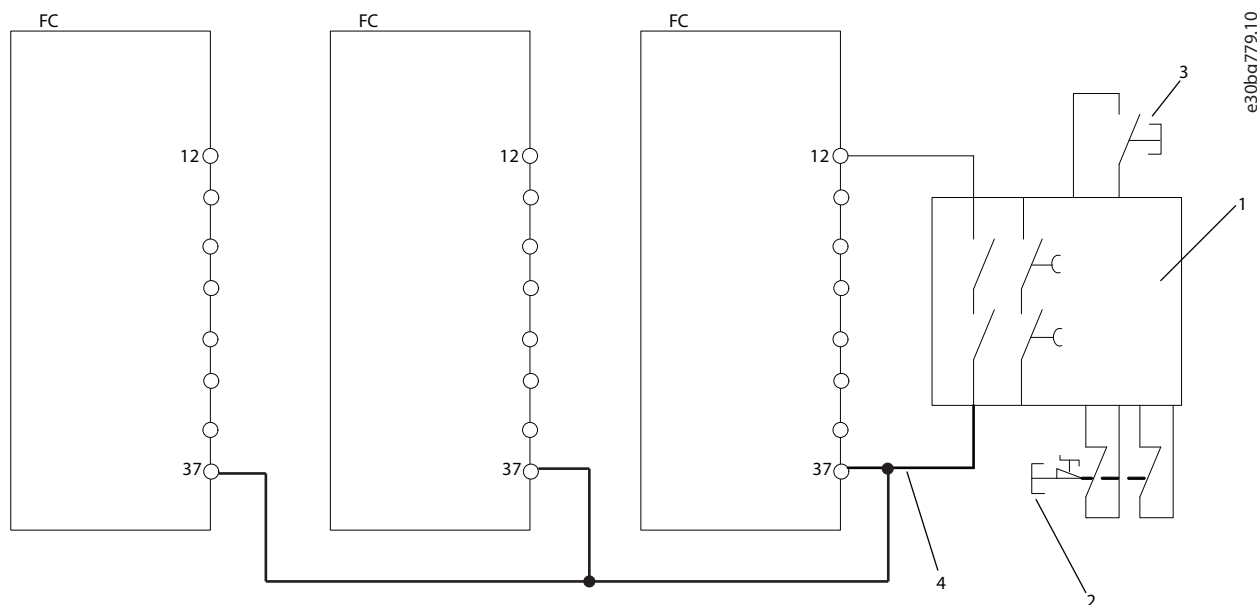
Като пример използвайте блок „VLT® AutomationDrive FC 302 (Клема 37)“. Не е необходимо да се редактират всички параметри, които са зададени в библиотеката.



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.



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  $1 \times 10^{-10}$  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	<b>ISO 13849-1</b>		
	Категория	Кат. 3	
	Диагностично покритие	DC: 90% (средно)	
	Средно време до опасна повреда	MTTFd: 14000 години (високо)	
	Ниво на работа	PL d	
	<b>IEC 61508/IEC 62061</b>		
	Ниво на цялостна безопасност	SIL 2, SIL CL2	
	Вероятност за опасна повреда на час	PFH: 1E-10/ч.; 1E-8/ч. за конкретни варианти <sup>1), 2)</sup> (режим на висока потребност)	
	Вероятност за опасна повреда при поискване	PFD: 1E-10; 1E-4 за конкретни варианти <sup>1), 2)</sup> (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 <sup>1), 2)</sup>	

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**

	Пробно пускане в действие.....	11
<b>A</b>	<b>P</b>	
Alarm.....	Рестартиране.....	10
<b>S</b>	<b>C</b>	
SIL CL2.....	Сензор за безопасност.....	3
SIL2.....	Сертификати.....	3
<b>A</b>	Сигнал.....	5, 9
Автоматично рестартиране.....	Символи.....	4
Активиране.....	Стандарти и съответствие.....	3
<b>B</b>	Съкращения.....	4
Външни устройства за безопасност.....	<b>T</b>	
<b>D</b>	Термисторна платка.....	9
Данни за SISTEMA.....	Технически данни.....	18
<b>I</b>	<b>У</b>	
Идентификация.....	Условности.....	4
Изход.....	Устройство за безопасност.....	9
Инсталиране.....		
<b>K</b>		
Канал за изключване.....		9
Квалифициран персонал.....		5
Команда.....		5
Контролна система.....		5
<b>M</b>		
Механична спирачка.....		11
<b>H</b>		
Настройки на параметрите.....		10
<b>O</b>		
Обхванати продукти.....		2
Одобрения.....		3
Опции.....		10
<b>P</b>		
Поддръжка.....		12
Предотвратяване на неволно рестартиране.....		10
Предотвратяване на рестартирането.....		11
Предпазен превключвател.....		9
Прекъсване.....		10