

## Spis zawartości

<b>1 Wprowadzenie</b>	<b>2</b>
1.1 Przeznaczenie niniejszej instrukcji	2
1.2 Materiały dodatkowe	2
1.3 Przegląd funkcjonalny	2
1.4 Zezwolenia i certyfikaty	3
1.5 Symbole, skróty i konwencje	4
<b>2 Bezpieczeństwo</b>	<b>5</b>
2.1 Symbole bezpieczeństwa	5
2.2 Wykwalifikowany personel	5
2.3 Środki ostrożności	5
<b>3 Instalacja</b>	<b>8</b>
3.1 Instrukcje bezpieczeństwa	8
3.2 Instalacja funkcji bezpiecznego wyłączania momentu	8
3.3 Instalacja w połączeniu z kartą termistora MCB VLT® PTC Thermistor Card MCB 112	9
<b>4 Uruchomienie</b>	<b>10</b>
4.1 Instrukcje bezpieczeństwa	10
4.2 Włączanie funkcji bezpiecznego wyłączania momentu	10
4.3 Ustawienia parametrów funkcji STO w połączeniu z kartą termistora VLT® PTC Thermistor Card MCB 112	10
4.4 Automatyczny lub ręczny restart	10
4.5 Próba uruchomienia funkcji STO	11
4.6 Bezpieczeństwo konfiguracji systemu	12
4.7 Serwisowanie i konserwacja	12
<b>5 Przykłady aplikacji</b>	<b>13</b>
5.1 Dane SISTEMA	13
5.2 Zatrzymanie awaryjne przetwornicy częstotliwości z funkcją Safe Torque Off — kategoria 1, PL c, SIL 1	13
5.3 Zatrzymanie awaryjne przetwornicy częstotliwości z funkcją Safe Torque Off przy użyciu przekaźnika bezpieczeństwa — kategoria 3, PL d, SIL 2	14
5.4 Zatrzymanie awaryjne przetwornicy częstotliwości z funkcją Safe Torque Off, przekaźnikiem bezpieczeństwa i stycznikiem wyjściowym — kategoria 4, PL e, SIL 3	15
5.5 Zatrzymanie awaryjne wielu przetwornic częstotliwości — kategoria 3, PL d, SIL 2	16
<b>6 Dane techniczne funkcji bezpiecznego wyłączania momentu</b>	<b>18</b>
<b>Indeks</b>	<b>19</b>

## 1 Wprowadzenie

### 1.1 Przeznaczenie niniejszej instrukcji

Niniejszy podręcznik zawiera informacje dotyczące użytkowania przetwornic częstotliwości Danfoss VLT® w aplikacjach związanych z bezpieczeństwem funkcjonalnym. Podręcznik zawiera informacje dotyczące norm bezpieczeństwa funkcjonalnego, funkcji Safe Torque Off (STO) przetwornicy częstotliwości Danfoss VLT®, instalacji i uruchomienia funkcji, a także informacje na temat jej serwisowania i konserwacji.

VLT® to zastrzeżony znak towarowy.

### 1.2 Materiały dodatkowe

Niniejszy podręcznik jest przeznaczony dla użytkowników, którzy są już zaznajomieni z przetwornicami częstotliwości VLT®. Służy jako rozszerzenie treści zawartych w podręcznikach i instrukcjach dostępnych do pobrania ze strony [drives.danfoss.com/knowledge-center/technical-documentation/](http://drives.danfoss.com/knowledge-center/technical-documentation/). Aby zapewnić bezpieczną instalację urządzenia, przed przystąpieniem do instalacji należy zapoznać się z instrukcjami dostarczonymi razem z przetwornicą częstotliwości i/lub jej wyposażeniem opcjonalnym oraz postępować zgodnie ze wskazówkami zawartymi w tych instrukcjach.

### 1.3 Przegląd funkcjonalny

#### 1.3.1 Wprowadzenie

Funkcja Safe Torque Off stanowi element systemu kontroli bezpieczeństwa. Uniemożliwia generowanie mocy wymaganej do obracania silnikiem.

#### **NOTYFIKACJA**

**Aby osiągnąć żądany poziom bezpieczeństwa pracy, należy właściwie dobrać i zastosować elementy systemu kontroli bezpieczeństwa. Przed przyłączeniem i użyciem funkcji STO (Safe Torque Off) w instalacji należy przeprowadzić dokładną analizę ryzyka dotyczącą instalacji w celu określenia, czy zastosowanie poziomów bezpieczeństwa oraz funkcji STO jest odpowiednie i wystarczające.**

Przetwornica częstotliwości VLT® jest dostępna z:

- Funkcją Safe Torque Off zgodnie z definicją w normie EN IEC 61800-5-2.
- Kategorią stop 0 zgodnie z definicją w normie EN 60204-1.

Funkcja STO jest przyłączana do przetwornicy częstotliwości za pośrednictwem zacisku sterowania 37.

Przetwornica częstotliwości VLT® wyposażona w funkcję STO została zaprojektowana i zatwierdzona jako zgodna z wymogami następujących norm:

- Kategoria 3 normy EN ISO 13849-1.
- Poziom wydajności „d” zgodnie z EN ISO 13849-1.
- Poziom integralności bezpieczeństwa SIL 2 zgodnie z IEC 61508 i EN 61800-5-2.
- Poziom integralności bezpieczeństwa SILCL 2 zgodnie z EN 62061.

#### 1.3.2 Produkty, których dotyczą te informacje, oraz ich identyfikacja

Funkcja STO (Safe Torque Off) jest dostępna w następujących typach przetwornic częstotliwości:

- VLT® HVAC Drive FC 102
- VLT® Refrigeration Drive FC 103
- VLT® AQUA Drive FC 202
- VLT® AutomationDrive FC 301, rozmiar obudowy A1
- VLT® AutomationDrive FC 302
- VLT® Decentral Drive FCD 302
- Moduły przetwornicy częstotliwości VLT® Parallel Drive

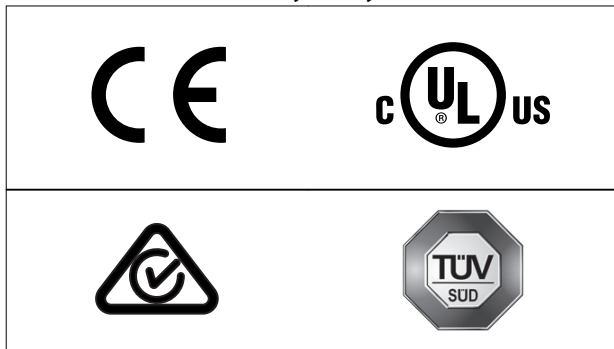
#### Identyfikacja

- Należy upewnić się, że przetwornica częstotliwości obsługuje współpracę z funkcją STO. W tym celu należy sprawdzić kod typu urządzenia na tabliczce znamionowej (patrz *Tabela 1.1*).

Produkt	Kod typu
VLT® HVAC Drive FC 102	Litera T lub U na pozycji 18 w kodzie typu
VLT® Refrigeration Drive FC 103	Litera T na pozycji 18 w kodzie typu
VLT® AQUA Drive FC 202	Litera T lub U na pozycji 18 w kodzie typu
VLT® AutomationDrive FC 301, rozmiar obudowy A1	Litera T na pozycji 18 w kodzie typu
VLT® AutomationDrive FC 302	Litera X, B lub R na pozycji 18 w kodzie typu
VLT® Decentral Drive FCD 302	Litera X, B lub R na pozycji 18 w kodzie typu
Moduły przetwornicy częstotliwości VLT® Parallel Drive	Litera T lub U na pozycji 18 w kodzie typu

Tabela 1.1 Identyfikacja kodu typu

## 1.4 Zezwolenia i certyfikaty



Dostępne są dodatkowe zatwierdzenia i certyfikaty. Należy skontaktować się z lokalnym partnerem firmy Danfoss.

### 1.4.1 Stosowane standardy i normy zgodności

Używanie funkcji STO na zacisku 37 wymaga spełnienia przez użytkownika wszystkich wymagań dotyczących bezpieczeństwa opisanych w stosownych przepisach prawnych i zaleceniach technicznych.

Zintegrowana funkcja STO spełnia wymagania następujących norm:

- IEC/EN 60204-1: 2016 Kategoria zatrzymania 0 — niekontrolowane zatrzymanie
- IEC/EN 61508: 2010 Poziom integralności bezpieczeństwa SIL2
- IEC/EC 61800-5-2: 2016
- IEC/EN 62601: 2015 SIL CL2
- EN ISO 13849-1: 2015, kategoria 3 PL d

## 1.5 Symbole, skróty i konwencje

Skrót	Wartość zadana	Opis
B <sub>10d</sub>		Liczba cykli do chwili, gdy 10% elementów składowych ulegnie niebezpiecznej awarii (w przypadku elementów pneumatycznych i elektromechanicznych).
Kat.	EN ISO 13849-1	Kategoria, poziom „B, 1–4”
CCF		Awarie spowodowane wspólną przyczyną
DC		Pokrycie diagnostyczne, z podziałem na Niskie, Średnie i Wysokie.
FIT		Niezawodność: 1E-9/godz.
HFT	EN IEC 61508	Tolerancja błędów sprzętowych: wartość n współczynnika HFT oznacza, że n+1 błędów może spowodować utratę funkcji bezpieczeństwa.
MTTFd	EN ISO 13849-1	Średni czas przed niebezpieczną awarią. Jednostka: Lata, z podziałem na Niskie, Średnie i Wysokie.
PFH	EN IEC 61508	Prawdopodobieństwo niebezpiecznych awarii na godzinę. Tę wartość należy wziąć pod uwagę, jeśli urządzenie zabezpieczające jest używane w trybie dużego zapotrzebowania lub stale (częstotliwość zapotrzebowania na użycie systemu bezpieczeństwa jest większa niż raz na rok).
PFD	EN IEC 61508	Średnie prawdopodobieństwo awarii w sytuacji wystąpienia zapotrzebowania. Ten parametr jest używany w sytuacji niskiego zapotrzebowania.
PL	EN ISO 13849-1	Wartość dyskretna, służąca do określenia zdolności elementów systemu sterującego związanych z bezpieczeństwem do wykonywania funkcji w zakresie bezpieczeństwa w przewidywalnych warunkach. Poziomy z podziałem od a do e.
PLr		Wymagany poziom wydajności (wymagany poziom wydajności dla określonej funkcji bezpieczeństwa)
SIL	EN IEC 61508 EN IEC 62061	Poziom integralności bezpieczeństwa
STO	EN IEC 61800-5-2	Safe Torque Off
SS1	EN IEC 61800-5-2	Bezpieczny stop 1
SRECS	EN IEC 62061	Elektryczny system sterowania związany z bezpieczeństwem
SRP/CS	EN ISO 13849-1	Elementy systemów sterowania związane z bezpieczeństwem
PDS/SR	EN IEC 61800-5-2	Układ napędowy mocy (związany z bezpieczeństwem)

Tabela 1.2 Skróty związane z bezpieczeństwem funkcjonalnym

### Konwencje

Listy numerowane oznaczają procedury. Listy punktowane oznaczają inne informacje oraz opisy ilustracji.

Tekst zapisany kursywą oznacza:

- odniesienie,
- łącze,
- nazwę parametru.
- przypis.
- grupę parametrów,
- opcje parametru,
- alarmy/ostrzeżenia.

Wszystkie wymiary na rysunkach są podane w jednostkach metrycznych i imperialnych (w nawiasach), na przykład: mm (cale). Gwiazdka (\*) wskazuje domyślne ustawienie parametru.

## 2 Bezpieczeństwo

### 2.1 Symbole bezpieczeństwa

W niniejszej instrukcji używane są następujące symbole:

#### **▲OSTRZEŻENIE**

Oznacza potencjalnie niebezpieczną sytuację, która może skutkować śmiercią lub poważnymi obrażeniami.

#### **▲UWAGA**

Oznacza potencjalnie niebezpieczną sytuację, która może skutkować niewielkimi lub umiarkowanymi obrażeniami. Może również przestrzegać przed niebezpiecznymi działaniami.

#### **NOTYFIKACJA**

Wskazuje ważne informacje, w tym informacje o sytuacjach, które mogą skutkować uszkodzeniem urządzeń lub mienia.

### 2.2 Wykwalifikowany personel

Tylko osoby posiadające odpowiednie kwalifikacje mogą wykonywać czynności związane z montażem, instalowaniem, programowaniem, uruchamianiem i konserwacją produktów, a także wycofywaniem ich z użytku. Określenie „osoby posiadające odpowiednie kwalifikacje” obejmuje osoby, które:

- są wykwalifikowanymi elektrykami, członkami personelu elektrycznego lub ukończyły odpowiednie szkolenie i mają stosowne doświadczenie w obsłudze urządzeń, systemów, instalacji i maszyn zgodnie z ogólnie przyjętymi standardami i wytycznymi w zakresie bezpieczeństwa;
- zapoznały się z podstawowymi przepisami BHP oraz przepisami dotyczącymi zapobiegania wypadkom;
- przeczytały i zrozumiały wytyczne dotyczące bezpieczeństwa w niniejszym podręczniku oraz wytyczne zawarte w Instrukcji obsługi przetwornicy częstotliwości;
- mają wyczerpującą wiedzę w zakresie ogólnych i specjalistycznych standardów, które obowiązują w danej aplikacji.

Użytkownicy układów napędowych mocy (związanych z bezpieczeństwem) są odpowiedzialni za:

- przeprowadzenie analizy zagrożeń i ryzyka w danej aplikacji;
- określenie wymaganych funkcji bezpieczeństwa oraz odpowiednie przydzielenie poziomu

integralności bezpieczeństwa i poziomu zapewnienia bezpieczeństwa do poszczególnych funkcji;

- funkcjonowanie innych podsystemów i zapewnienie poprawności sygnałów i poleceń z nich przesyłanych;
- opracowanie odpowiednich układów sterowania bezpieczeństwem (sprzęt, oprogramowanie, parametryzacja itp.).

#### Środki bezpieczeństwa

- Instalację i rozruch systemów bezpieczeństwa może wykonywać wyłącznie wykwalifikowany i przeszkolony personel.
- Przetwornica częstotliwości powinna być zainstalowana w szafie IP54 zgodnie z wymogami normy IEC 60529 lub środowisku równoważnym. W przypadku aplikacji specjalnych może być wymagany wyższa klasa ochrony IP.
- Kabel pomiędzy opcją bezpieczeństwa a zewnętrznym urządzeniem zabezpieczającym musi być zabezpieczony przed ryzykiem wystąpienia zwarcia zgodnie z wymogami normy ISO 13849-2 (tabela D.4). Gdy na oś wału silnika oddziałują zewnętrzne siły (np. podwieszona obciążenie), należy zastosować dodatkowe środki bezpieczeństwa (np. hamulec bezpieczeństwa) w celu wyeliminowania potencjalnych zagrożeń.

### 2.3 Środki ostrożności

Ogólne informacje na temat środków ostrożności są zawarte w rozdziale *Bezpieczeństwo* w odpowiedniej *Instrukcji obsługi*.

#### **▲UWAGA**

Po instalacji funkcji STO należy przeprowadzić próbę uruchomienia zgodnie ze specyfikacją w dokumencie *rozdział 4.5 Próba uruchomienia funkcji STO*. Pomyślnie zakończona próba uruchomienia jest wymagana przy pierwszej instalacji i po każdej zmianie instalacji bezpieczeństwa.

**⚠️ OSTRZEŻENIE****RYZIKO ŚMIERCI I POWAŻNYCH OBRAŻEŃ**

Jeśli silnik pozostaje pod wpływem zewnętrznych sił (np. w przypadku osi pionowej — podwieszonych ładunków) i występuje niepożądane zjawisko ruchu (wywołanego np. przez siłę grawitacji), które może powodować zagrożenie, należy dodatkowo zabezpieczyć silnik przed upadkiem. Na przykład, należy zainstalować dodatkowe hamulce mechaniczne.

**⚠️ OSTRZEŻENIE****RYZIKO ŚMIERCI I POWAŻNYCH OBRAŻEŃ**

Funkcja STO (tj. odłączenie napięcia zasilania 24 V DC od zacisku 37) nie zapewnia bezpieczeństwa elektrycznego. Zastosowanie samej funkcji STO nie jest warunkiem wystarczającym do zaimplementowania funkcji wyłączenia awaryjnego zgodnie z definicją zawartą w normie EN 60204-1. Wyłączenie awaryjne wymaga zastosowania izolacji elektrycznej, np. odłączania zasilania za pomocą dodatkowego stycznika.

**⚠️ OSTRZEŻENIE****RYZIKO PORAŻENIA PRĄDEM ELEKTRYCZNYM**

Funkcja STO NIE ODŁĄCZA napięcia zasilania od przetwornicy częstotliwości ani obwodów pomocniczych. Przed przystąpieniem do pracy na podzespołach elektrycznych przetwornicy częstotliwości lub silnika należy bezwzględnie odłączyć napięcie zasilania i poczekać przez czas wyładowania określony w rozdziale *Bezpieczeństwo* w odpowiedniej *Instrukcji obsługi*. Nieprzestrzeganie nakazu odcięcia napięcia zasilania od urządzenia i odczekania określonego czasu może doprowadzić do śmierci lub poważnych obrażeń.

- Nie należy zatrzymywać przetwornicy częstotliwości za pomocą funkcji STO. Jeśli przetwornica częstotliwości zostanie zatrzymana za pomocą tej funkcji, nastąpi wyłączenie awaryjne z wybiegiem silnika. Jeśli to ograniczenie jest niedopuszczalne (np. może doprowadzić do wystąpienia zagrożenia), przed użyciem funkcji STO należy zatrzymać przetwornicę częstotliwości i maszyny przy użyciu odpowiedniego trybu zatrzymania. W zależności od aplikacji może być konieczne użycie hamulca mechanicznego.
- Stosowanie funkcji STO (bezpiecznego wyłączania momentu, Safe Torque Off) jest odpowiednie w przypadku prowadzenia prac mechanicznych w układzie przetwornicy częstotliwości lub wyłącznie na uszkodzonej części maszyny. Ta funkcja nie zapewnia bezpieczeństwa elektrycznego. Nie należy jej używać do sterowania uruchomieniem i/lub zatrzymaniem przetwornicy częstotliwości.

**⚠️ UWAGA****AUTOMATYCZNY RESTART**

Automatyczny restart jest dozwolony tylko w następujących przypadkach:

- Funkcja zapobiegania niezamierzonemu restartowi jest realizowana przez inne elementy instalacji funkcji STO.
- Obecność w niebezpiecznej strefie może zostać fizycznie wykluczona, kiedy funkcja STO nie zostanie aktywowana. W szczególności należy przestrzegać treści akapitu 6.3.3.2.5 normy ISO 12100: 2010.

**⚠️ OSTRZEŻENIE****RYZIKO ŚMIERCI I POWAŻNYCH OBRAŻEŃ**

Funkcja STO może być stosowana w przypadku silników asynchronicznych, synchronicznych oraz silników z magnesami trwałymi. Mogą wystąpić dwie usterki w półprzewodniku mocy przetwornicy częstotliwości. W przypadku silnika synchronicznego lub silnika z magnesami trwałymi może to spowodować szczytkową rotację. Rotację można obliczyć według wzoru:  $K_{\text{rot}} = 360 / (\text{liczba biegunów})$ . W przypadku aplikacji z silnikami synchronicznymi i silnikami z magnesami trwałymi należy uwzględnić szczytkową rotację i upewnić się, że nie stanowi ona zagrożenia bezpieczeństwa. Ta sytuacja nie dotyczy silników asynchronicznych.

**NOTYFIKACJA**

Należy dokonać analizy i oceny ryzyka dla każdej funkcji stopu w celu wybrania kategorii zatrzymania zgodnie z wymogami normy EN 60204-1:

- Kategoria zatrzymania 0 jest realizowana poprzez natychmiastowe odcięcie zasilania od układu wykonawczego, co prowadzi do niekontrolowanego wybiegu silnika aż do jego zatrzymania. Funkcja STO realizuje kategorię zatrzymania 0 zgodnie z normą EN 61800-5-2.
- Kategoria zatrzymania 1 jest realizowana przez doprowadzenie zasilania do układów wykonawczych maszyny w celu jej zatrzymania. Po zatrzymaniu maszyny zasilanie jest odcinane od układów wykonawczych zgodnie z normą bezpiecznego stopu EN 61800-5-2 Safe Stop 1 (SS1).
- Kategoria zatrzymania 2 jest realizowana poprzez kontrolowane zatrzymanie przy doprowadzonym zasilaniu do układów wykonawczych maszyny. Po zatrzymaniu następuje pozycja trzymania bez odcięcia mocy.

**NOTYFIKACJA**

Podczas projektowania określonej aplikacji maszyny należy wziąć pod uwagę wpływ czasu i odległość, tak aby umożliwić wybieg silnika (kategoria zatrzymania 0 lub bezpieczne wyłączanie momentu, STO). Więcej informacji dotyczących kategorii zatrzymania zawiera norma EN 60204-1.

## 3 Instalacja

3

### 3.1 Instrukcje bezpieczeństwa

#### **UWAGA**

#### **RYZIKO PORAŻENIA PRĄDEM ELEKTRYCZNYM**

Operator lub elektryk wykonujący instalację jest odpowiedzialny za odpowiednie uziemienie i zgodność ze wszystkimi mającymi zastosowanie krajowymi i lokalnymi przepisami bezpieczeństwa.

Patrz rozdział 2 Bezpieczeństwo i odpowiednie instrukcje obsługi przetwornicy częstotliwości. Ponadto zawsze należy przestrzegać instrukcji dostarczonych przez producenta silnika.

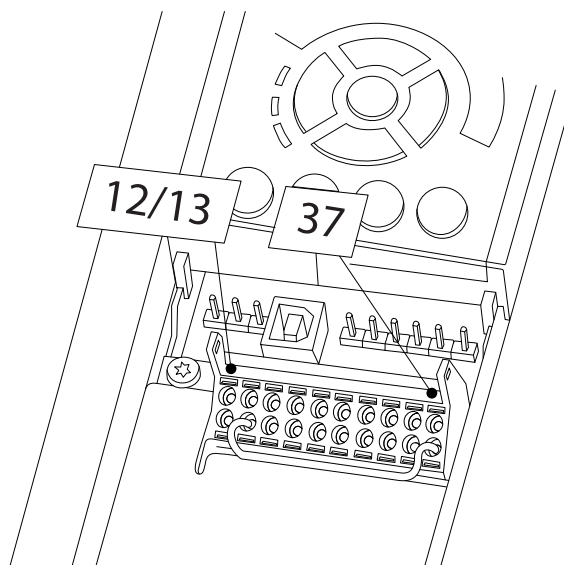
### 3.2 Instalacja funkcji bezpiecznego wyłączania momentu

Podczas podłączania silnika, zasilania AC i okablowania sterowania należy stosować się do wskazówek bezpiecznej instalacji zawartych w *Instrukcji obsługi przetwornicy częstotliwości*.

Informacje dotyczące instalacji razem z kartą termistora VLT® PTC Thermistor Card MCB 112 (z certyfikacją Ex) można znaleźć w rozdział 3.3 Instalacja w połączeniu z kartą termistora MCB VLT® PTC Thermistor Card MCB 112.

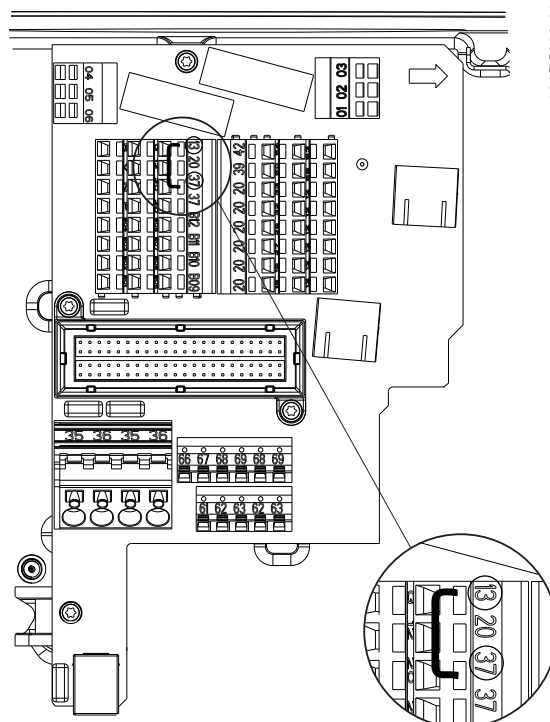
Aby włączyć zintegrowaną funkcję STO, należy wykonać następujące czynności:

1. Usunąć przewód zwierający pomiędzy zaciskami sterowania 37 i 12 lub 13. Odcięcie lub przerwanie zworki nie wystarczy do zapobieżenia wystąpieniu zwarcia. (Patrz zworka na *Ilustracja 3.1*)



130BA874.10

Ilustracja 3.1 Zworka między zaciskami 12/13 (24 V) i 37 (dotyczy wszystkich przetwornic częstotliwości oprócz FCD 302)



130BC393.11

Ilustracja 3.2 Zworka między zaciskami 13 (24 V) i 37 (FCD 302)



2. Na przykład należy podłączyć zewnętrzny przełącznik monitorujący zabezpieczeń poprzez zwierną funkcję zabezpieczającą do zacisku 37 (STO) oraz zacisku 12 lub 13 (24 V DC). Połączenie i przykłady aplikacji zawiera *rozdział 5 Przykłady aplikacji*.
3. Przewody należy podłączyć w sposób opisany w *instrukcji obsługi* przetwornicy częstotliwości.

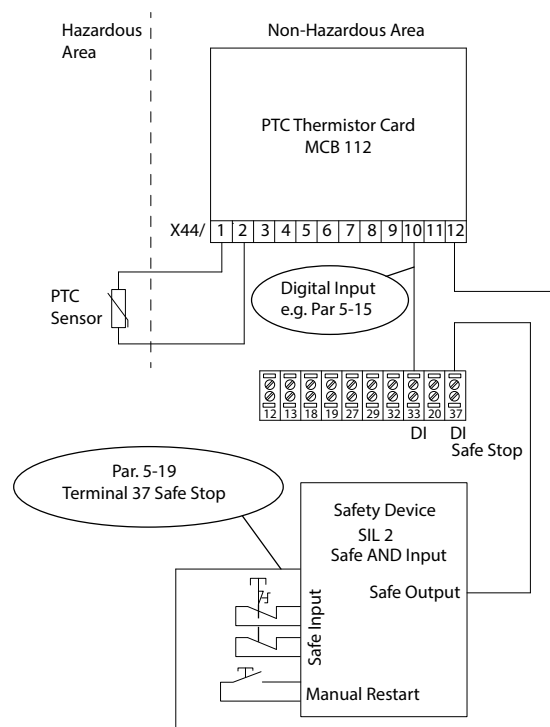
### 3.3 Instalacja w połączeniu z kartą termistora MCB VLT® PTC Thermistor Card MCB 112

#### **NOTYFIKACJA**

Połączenie karty termistora PTC Thermistor Card MCB 112 VLT® i funkcji STO (bezpiecznego wyłączenia momentu) jest dostępne wyłącznie dla urządzeń VLT® HVAC Drive FC 102, VLT® AQUA Drive FC 202, VLT® AutomationDrive FC 302 i VLT® AutomationDrive FC 301, rozmiar obudowy A1

Karta termistora MCB VLT® PTC Thermistor Card MCB 112 wykorzystuje zacisk 37 jako kanał wyłączenia dla funkcji bezpieczeństwa.

- Wyjście X44/12 karty MCB 112 musi być połączone (logiczne AND) z czujnikiem bezpieczeństwa (na przykład przyciskiem zatrzymania awaryjnego lub przełącznikiem układu bezpieczeństwa) służącym do aktywowania funkcji STO. To oznacza, że sygnał na zacisku 37 funkcji STO (Safe Torque Off) przyjmuje poziom wysoki (24 V) tylko w przypadku, gdy zarówno poziom sygnału na wyjściu X44/12 karty MCB 112, jak i poziom sygnału czujnika bezpieczeństwa mają wartości wysokie. Jeśli co najmniej jeden z dwóch sygnałów przyjmuje poziom niski, poziom sygnału wyjściowego na zacisku 37 również musi być niski.
- Należy upewnić się, że urządzenie zabezpieczające połączone za pośrednictwem logicznego AND jest zgodne z wymaganym poziomem bezpieczeństwa.
- Połączenie wyjścia urządzenia zabezpieczającego z zaciskiem 37 (za pośrednictwem bezpiecznego logicznego AND) musi być chronione przed zwarcie. Więcej informacji można znaleźć w *Ilustracja 3.3*.



**Ilustracja 3.3** Połączenie aplikacji bezpiecznego wyłączenia momentu (STO) z aplikacją MCB 112

*Ilustracja 3.3* przedstawia wejście ponownego uruchomienia dla zewnętrznego urządzenia zabezpieczającego. To oznacza, że w tej instalacji sygnał parametr 5-19 Terminal 37 Safe Stop można ustawić na wartość [7] PTC 1 i przekaż. W lub [8] PTC 1 i przekaż. A/W. Dodatkowe informacje są dostępne w *Instrukcji obsługi karty termistora VLT® PTC Thermistor Card MCB 112*.

130BA967.12

3

## 4 Uruchomienie

### 4.1 Instrukcje bezpieczeństwa

#### **UWAGA**

#### **RYZIKO PORAŻENIA PRĄDEM ELEKTRYCZNYM**

Operator lub elektryk wykonujący instalację jest odpowiedzialny za odpowiednie uziemienie i zgodność ze wszystkimi mającymi zastosowanie krajowymi i lokalnymi przepisami bezpieczeństwa.

Patrz rozdział 2 Bezpieczeństwo i odpowiednie instrukcje obsługi przetwornicy częstotliwości. Ponadto zawsze należy przestrzegać instrukcji dostarczonych przez producenta silnika.

### 4.2 Włączanie funkcji bezpiecznego wyłączania momentu

Funkcja STO jest aktywowana przez odłączenie napięcia na zacisku 37 przetwornicy częstotliwości. Podłączając przetwornicę częstotliwości do zewnętrznych urządzeń zabezpieczających, które zapewniają bezpieczne opóźnienie, można uzyskać instalację o kategorii bezpiecznego stopu 1. Zewnętrzne urządzenia zabezpieczające podłączone do zacisku 37 muszą spełniać wymogi poziomu Kat./PL lub SIL. Funkcja STO może być stosowana w przypadku silników asynchronicznych, synchronicznych oraz silników z magnesami trwałymi.

Po włączeniu funkcji STO (zacisk 37) następuje wygenerowanie alarmu przez przetwornicę częstotliwości, a następnie wyłączenie awaryjne jednostki i zatrzymanie silnika z wybiegiem. Wymagane jest ręczne ponowne uruchomienie. Funkcja STO służy do zatrzymywania przetwornicy częstotliwości w sytuacjach wymagających zatrzymania awaryjnego. W normalnym trybie pracy, gdy bezpieczne wyłączenie momentu (STO) nie jest wymagane, należy używać zwykłej funkcji zatrzymania. Przed użyciem funkcji automatycznego ponownego uruchamiania należy upewnić się, że są spełnione wymagania opisane w punkcie 6.3.3.2.5 normy ISO 12100.

### 4.3 Ustawienia parametrów funkcji STO w połączeniu z kartą termistora VLT® PTC Thermistor Card MCB 112

Gdy jest podłączony moduł MCB 112, są dostępne dodatkowe opcje sygnału parametr 5-19 Terminal 37 Safe Stop ([4] PTC 1 Alarm do [9] PTC 1 i przekaż. W/A).

- Opcje [1]\* Alarm bezp. stopu i [3] Ostrzeż. bezp. stopu są wciąż dostępne, ale mają zastosowanie w instalacjach bez modułu MCB 112 ani zewnętrznych urządzeń z funkcją bezpieczeństwa.

Jeśli zostanie wybrana opcja [1]\* Alarm bezp. stopu lub [3] Ostrzeż. bezp. stopu i nastąpi wyzwolenie modułu MCB 112, przetwornica częstotliwości wygeneruje alarm 72 Niebezpieczna awaria i nastąpi bezpieczny wybieg silnika bez automatycznego restartu.

- W przypadku użycia zewnętrznego urządzenia zabezpieczającego nie należy wybierać opcji [4] Alarm PTC 1 ani [5] Ostrzeżenie PTC 1. Tych opcji należy używać jedynie w przypadku, gdy funkcja STO jest używana tylko przez kartę MCB 112. Jeśli zostanie wybrana opcja [4] Alarm PTC 1 lub [5] Ostrzeżenie PTC 1 i zewnętrzne urządzenie zabezpieczające wywoła funkcję STO, przetwornica częstotliwości wygeneruje alarm 72 Niebezpieczna awaria i nastąpi bezpieczny wybieg silnika bez automatycznego ponownego uruchomienia.
- Opcje [6] PTC 1 i przekaż. A do [9] PTC 1 i przekaż. W/A są wykorzystywane w przypadku połączenia zewnętrznego urządzenia zabezpieczającego z kartą MCB 112.

#### **UWAGA**

#### **AUTOMATYCZNY RESTART**

Za pomocą opcji można skonfigurować automatyczne ponowne uruchomienie po wyłączeniu zewnętrznego urządzenia zabezpieczającego.

Przed wybraniem opcji [7] PTC 1 i przekaż. W lub [8] PTC 1 i przekaż. A/W należy upewnić się, że:

- Funkcja zapobiegania niezamierzonemu restartowi jest realizowana przez inne elementy instalacji STO.
- Obecność w niebezpiecznej strefie może zostać fizycznie wykluczona, kiedy funkcja STO nie zostanie aktywowana. W szczególności należy stosować się do wytycznych zawartych w treści punktu 6.3.3.2.5 normy ISO 12100:2010.

Więcej informacji znajduje się w Instrukcji obsługi karty termistora VLT® PTC Thermistor Card MCB 112.

### 4.4 Automatyczny lub ręczny restart

Domyślny stan funkcji STO zapobiega niezamierzonemu restartowi (zapobieganie restartowi). Aby wyłączyć funkcję STO i wznowić normalną pracę, należy wykonać następujące czynności:

1. Przywrócić zasilanie zewnętrzne 24 V DC zacisku 37.
2. Wysłać sygnał Reset (za pośrednictwem magistrali lub wejścia/wyjścia cyfrowego albo przycisku [Reset]).

Funkcję STO można ustawić na automatyczny restart, zmieniając wartość sygnału *parametr 5-19 Terminal 37 Safe Stop* z wartości domyślnej [1]\* *Alarm bezp. stopu* na wartość [3] *Ostrzeż. bezp. stopu*.

Automatyczne ponowne uruchomienie oznacza wyłączenie funkcji STO (bezpiecznego wyłączenia momentu) i przywrócenie trybu normalnej pracy po ponownym podłączeniu zasilania 24 V DC do zacisku 37. Sygnał Reset nie jest wymagany.

#### 4.5 Próba uruchomienia funkcji STO

Przed pierwszym uruchomieniem po instalacji należy przeprowadzić próbę uruchomienia instalacji, używając funkcji STO.

Próbie należy przeprowadzać po każdej modyfikacji instalacji lub użyciu funkcji STO.

### NOTYFIKACJA

**Pomyślne przeprowadzenie próby uruchomienia funkcji STO jest wymagane po pierwszej instalacji i po każdej zmianie wprowadzonej w instalacji.**

Aby wykonać próbę uruchomienia:

- należy postępować zgodnie z instrukcjami w dokumencie *rozdział 4.5.1 Zapobieganie restartowi dla aplikacji STO* dla aplikacji bez automatycznego ponownego uruchamiania po bezpiecznym stopie lub
- należy postępować zgodnie z instrukcjami w dokumencie *rozdział 4.5.2 Automatyczny restart lub aplikacja funkcji STO* dla aplikacji z automatycznym ponownym uruchamianiem po bezpiecznym stopie.

#### 4.5.1 Zapobieganie restartowi dla aplikacji STO

Aplikacja, w której sygnał *parametr 5-19 Terminal 37 Safe Stop* jest ustawiony na wartość domyślną [1]\* *Alarm bezp. stopu* lub połączenie funkcji STO i VLT® PTC Thermistor MCB 112, gdy sygnał *parametr 5-19 Terminal 37 Safe Stop* jest ustawiony na wartość [6] *PTC 1 i przekaż. A* lub [9] *PTC 1 i przekaż. W/A*:

1. Odłączyć napięcie zasilania 24 V DC od zacisku 37 za pomocą urządzenia rozłączającego, gdy silnik

jest napędzany przez przetwornicę częstotliwości (sieć zasilająca nie została odłączona).

2. Upewnić się, że:
  - 2a Silnik wykona zatrzymanie z wybiegiem.
  - 2b Aktywowany jest hamulec mechaniczny (jeśli został podłączony).
  - 2c Jeśli lokalny panel sterowania LCP jest zamontowany, wyświetla *alarm 68 Bezpieczny stop*.
3. Ponownie podłączyć napięcie 24 V DC do zacisku 37.
4. Upewnić się, że silnik pozostaje w stanie wybiegu, a hamulec mechaniczny jest aktywny (jeśli jest podłączony).
5. Wysłać sygnał Reset (za pośrednictwem magistrali lub wejścia/wyjścia cyfrowego albo przycisku [Reset]).

6. Upewnić się, że silnik wznawia pracę.

Wynik testu uruchomienia jest pozytywny, jeśli zostaną zaliczone wszystkie podane etapy.

#### 4.5.2 Automatyczny restart lub aplikacja funkcji STO

Aplikacja, w której sygnał *parametr 5-19 Terminal 37 Safe Stop* jest ustawiony na wartość [3] *Ostrzeż. bezp. stopu* lub połączenie funkcji Safe Torque Off z VLT® PTC Thermistor MCB 112, gdy sygnał *parametr 5-19 Terminal 37 Safe Stop* jest ustawiony na wartość [7] *PTC 1 i przekaż. W* lub [8] *PTC 1 i przekaż. A/W*:

1. Odłączyć napięcie zasilania 24 V DC od zacisku 37 za pomocą urządzenia rozłączającego, gdy silnik jest napędzany przez przetwornicę częstotliwości (sieć zasilająca nie została odłączona).
2. Upewnić się, że:
  - 2a Silnik wykona zatrzymanie z wybiegiem.
  - 2b Aktywowany jest hamulec mechaniczny (jeśli został podłączony).
  - 2c Jeśli lokalny panel sterowania (LCP) jest zamontowany, wyświetla *Ostrzeżenie 68 Bezpieczny stop*.
3. Ponownie podłączyć napięcie 24 V DC do zacisku 37.
4. Upewnić się, że silnik wznawia pracę.

Wynik testu uruchomienia jest pozytywny, jeśli zostaną zaliczone wszystkie podane etapy.

### NOTYFIKACJA

**Należy zapoznać się z ostrzeżeniem dotyczącym zachowania podczas restartu zawartym w rozdziale *rozdział 2.3 Środki ostrożności*.**

#### 4.6 Bezpieczeństwo konfiguracji systemu

- Zapewnienie środków bezpieczeństwa spoczywa na użytkowniku.
- Istnieje możliwość zabezpieczenia parametrów przetwornicy częstotliwości za pomocą hasła.

#### 4.7 Serwisowanie i konserwacja

4

Wymagane dla PL d lub SIL 2: co 12 miesięcy należy przeprowadzić test funkcjonalny w celu wykrycia wszelkich awarii i nieprawidłowości w działaniu funkcji STO. W przypadku niższego poziomu PL lub SIL jest to zalecane.

Aby przeprowadzić test funkcjonalny, należy wykonać następujące czynności (lub zastosować podobną metodę odpowiednią dla aplikacji):

1. Usunąć zasilanie 24 V DC z zacisku 37.
2. Sprawdzić, czy na LCP jest wyświetlany *Alarm 68 Bezpieczny stop*.
3. Sprawdzić, czy przetwornica częstotliwości wyłącza się awaryjnie.
4. Sprawdzić, czy silnik zatrzymuje się całkowicie po wybiegu.
5. Upewnić się, że uruchomienie silnika nie jest możliwe.
6. Ponownie podłączyć zasilanie 24 V DC do zacisku 37.
7. Sprawdzić, czy silnik nie jest uruchamiany automatycznie i jest uruchamiany ponownie wyłącznie po podaniu sygnału resetu (przez magistralę, we/wy cyfrowe lub przycisk [Reset]).

## 5 Przykłady aplikacji

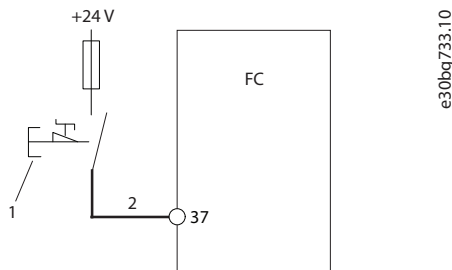
### 5.1 Dane SISTEMA

Oprogramowanie SISTEMA (Safety Integrity Software Tool for the Evaluation of Machine Applications) zapewnia deweloperom i testerom zabezpieczeń maszynowych wszechstronne wsparcie podczas analizy bezpieczeństwa w kontekście ISO 13849-1.

Dane dotyczące bezpieczeństwa funkcjonalnego są dostępne w bibliotece danych. Można ich używać z narzędziem obliczeniowym SISTEMA instytutu IFA (Institute for Occupational Safety and Health of the German Social Accident Insurance) oraz do obliczeń ręcznych. Narzędzie SISTEMA można pobrać ze strony [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 Zatrzymanie awaryjne przetwornicy częstotliwości z funkcją Safe Torque Off — kategoria 1, PL c, SIL 1

Ilustracja 5.1 przedstawia przykład aplikacji zatrzymania awaryjnego z funkcją Safe Torque Off — kategoria 1, PL c, SIL 1.



1	Przycisk zatrzymania awaryjnego
2	Kabel zabezpieczony przed zwarcieniem (w przypadku instalacji poza szafą sterującą IP54). Więcej informacji zawarto w normie ISO 13849-2 (tabela D.4).

Ilustracja 5.1 Zatrzymanie awaryjne z funkcją Safe Torque Off — kategoria 1, PL c, SIL 1

#### Funkcja bezpieczeństwa

W razie wystąpienia sytuacji awaryjnej zostaje aktywowane urządzenie zatrzymania awaryjnego. Aktywowana jest funkcja Safe Torque Off (STO) przetwornicy częstotliwości. W następstwie polecenia zatrzymania (stop) lub zatrzymania awaryjnego przetwornica częstotliwości zostaje zatrzymana.

#### Cechy konstrukcyjne

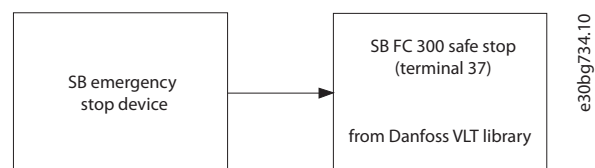
- Obwód może być używany do kategorii 1, poziomu PL c (zgodnie z ISO 13849-1) lub poziomu SIL 1 (zgodnie z EN 62061 i IEC 61508).
- Funkcja Safe Torque Off (STO) jest aktywowana za pomocą jednego rozwiernego (NC) styku przełącznika dodatniego (zgodnie z IEC 60947-1, IEC 60947-5-1 i IEC 60947-5-5).
- Dla poziomu PL c wymagane jest obliczenie funkcji całkowitego bezpieczeństwa (MTTFd).
- Należy stosować podstawowe zasady bezpieczeństwa.
- Urządzenie używane do aktywacji funkcji Safe Torque Off (STO) musi być odpowiednie dla wybranej kategorii, poziomu PL lub SIL.

W przypadku implementowania zatrzymania awaryjnego należy zwrócić uwagę na następujące kwestie:

- Powinny zostać spełnione wszelkie normy niezwiązane z bezpieczeństwem dotyczące aplikacji i jej elementów.
- Projektant aplikacji jest odpowiedzialny za wybór odpowiednich komponentów.
- Kabel pokazany jako pogrubiony na Ilustracja 5.1 musi spełniać wymogi dotyczące ochrony przeciwzwarciowej określone w normie ISO 13849-2, tabela D.4.
- W celu spełnienia wymagań poziomu PL c wymagane jest obliczenie wartości MTTFd i DC dla funkcji całkowitego bezpieczeństwa.
- Powinna być znana wartość  $B_{10d}$  urządzenia zatrzymania awaryjnego. Wartość  $B_{10d}$  musi być wystarczająco wysoka, aby osiągnąć wartość MTTFd odpowiadającą poziomowi PL c.

#### Implementacja w oprogramowaniu SISTEMA za pomocą biblioteki VLT® firmy Danfoss

Jako przykładu można użyć podsystemu „VLT® AutomationDrive FC 302/FCD 302 Safe Torque Off (zacisk 37)”. Nie trzeba edytować wszystkich parametrów, które są ustawione w bibliotece.

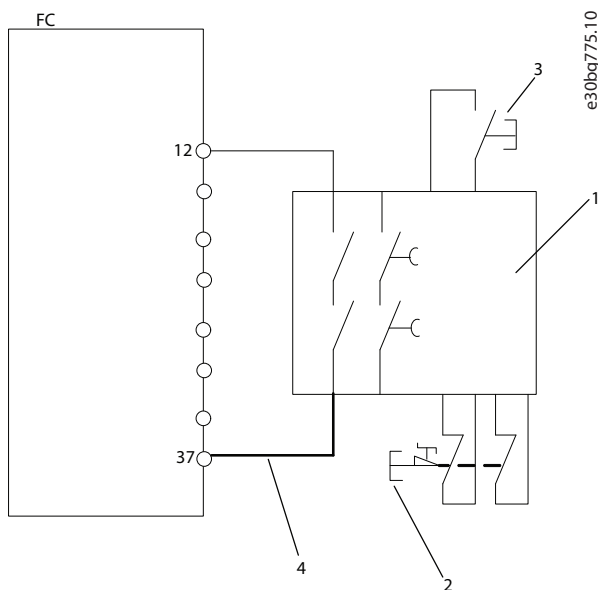


Ilustracja 5.2 Schemat blokowy związany z bezpieczeństwem

### 5.3 Zatrzymanie awaryjne przetwornicy częstotliwości z funkcją Safe Torque Off przy użyciu przekaźnika bezpieczeństwa — kategoria 3, PL d, SIL 2

Ilustracja 5.3 przedstawia przykład aplikacji zatrzymania awaryjnego z funkcją Safe Torque Off przy użyciu przekaźnika bezpieczeństwa — kategoria 3, PL d, SIL 2.

5



1	Przekaźnik bezpieczeństwa (kategoria 3, PL d lub SIL 2)
2	Przycisk zatrzymania awaryjnego
3	Przycisk Reset
4	Kabel zabezpieczony przed zwarcieniem (w przypadku instalacji poza szafą sterującą IP54). Więcej informacji zawarto w normie ISO 13849-2 (tabela D.4).

Ilustracja 5.3 Przykładowa instalacja w celu uzyskania kategorii zatrzymania 0 (zgodnie z EN 60204-1) z kategorią bezpieczeństwa 3/PL „d” (zgodnie z ISO 13849-1) lub poziomem SIL 2 (zgodnie z EN 62061 i IEC 61508).

#### Funkcja bezpieczeństwa

W razie wystąpienia sytuacji awaryjnej zostaje aktywowane urządzenie zatrzymania awaryjnego. Aktywowana jest funkcja Safe Torque Off (STO) przetwornicy częstotliwości. W następstwie polecenia zatrzymania (stop) lub zatrzymania awaryjnego przetwornica częstotliwości zostaje zatrzymana.

#### Cechy konstrukcyjne

- Obwód może być używany maksymalnie dla kategorii 3, poziomu PL d (zgodnie z ISO 13849-1) lub poziomu SIL 2 (zgodnie z EN 62061 i IEC 61508).
- Dla poziomu PL d wymagane jest obliczenie funkcji całkowitego bezpieczeństwa (MTTFd).
- Należy stosować podstawowe zasady bezpieczeństwa.
- Urządzenie używane do aktywacji funkcji Safe Torque Off (STO) i przekaźnik bezpieczeństwa muszą być odpowiednie dla wybranej kategorii, poziomu PL lub poziomu SIL.

W przypadku implementowania zatrzymania awaryjnego należy zwrócić uwagę na następujące kwestie:

- Powinny zostać spełnione wszelkie normy niezwiązane z bezpieczeństwem dotyczące aplikacji i jej elementów.
- Projektant aplikacji jest odpowiedzialny za wybór odpowiednich komponentów.
- Kabel pokazany jako pogrubiony na Ilustracja 5.3 musi spełniać wymogi dotyczące ochrony przeciwzwarciowej określone w normie ISO 13849-2, tabela D.4.
- W celu spełnienia wymagań poziomu PL d wymagane jest obliczenie wartości MTTFd i DC dla funkcji całkowitego bezpieczeństwa.

Ta konfiguracja może być używana, jeśli jest używane podwójne urządzenie przełączające. W zależności od przekaźnika bezpieczeństwa możliwe jest również podłączenie kilku urządzeń aktywujących do jednej funkcji Safe Torque Off (STO).

#### Implementacja w oprogramowaniu SISTEMA za pomocą biblioteki VLT® firmy Danfoss

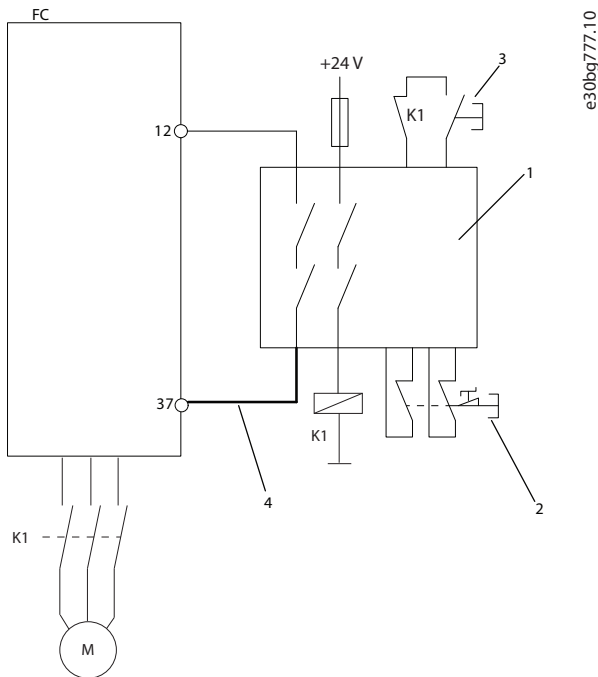
Jako przykładu można użyć podsystemu „VLT® AutomationDrive FC 302/FCD 302 Safe Torque Off (zacisk 37)”. Nie trzeba edytować wszystkich parametrów, które są ustawione w bibliotece.



Ilustracja 5.4 Schemat blokowy związany z bezpieczeństwem

### 5.4 Zatrzymanie awaryjne przetwornicy częstotliwości z funkcją Safe Torque Off, przekaźnikiem bezpieczeństwa i stycznikiem wyjściowym — kategoria 4, PL e, SIL 3

Ilustracja 5.5 przedstawia przykład aplikacji zatrzymania awaryjnego przetwornicy częstotliwości z funkcją Safe Torque Off, przekaźnikiem bezpieczeństwa i stycznikiem wyjściowym — kategoria 4, PL e, SIL 3.



1	Przekaźnik bezpieczeństwa (kategoria 4, PL e, SIL 3)
2	Przycisk zatrzymania awaryjnego
3	Przycisk Reset
4	Kabel zabezpieczony przed zwarcie (w przypadku instalacji poza szafą sterującą IP54). Więcej informacji zawarto w normie ISO 13849-2 (tabela D.4).

Ilustracja 5.5 Przetwornica częstotliwości z funkcją Safe Torque Off, przekaźnikiem bezpieczeństwa i stycznikiem wyjściowym — kategoria 4, PL e, SIL 3

#### Funkcja bezpieczeństwa

W razie wystąpienia sytuacji awaryjnej zostaje aktywowane urządzenie zatrzymania awaryjnego. Aktywowana jest funkcja Safe Torque Off (STO) przetwornicy częstotliwości. W następstwie polecenia zatrzymania (stop) lub zatrzymania awaryjnego przetwornica częstotliwości zostaje zatrzymana.

Jeśli system kontroli bezpieczeństwa musi być zgodny z PL e (zgodnie z ISO 13849-1) lub SIL 3 (zgodnie z EN 62061 i IEC 61508), wymaga dwóch kanałów zatrzymania dla funkcji STO. Jeden kanał można zaimplementować przez

wejście funkcji STO w przetwornicy częstotliwości, a drugi przez stycznik, który może być podłączony w obwodach wejściowych lub wyjściowych mocy przetwornicy częstotliwości. Stycznik musi być monitorowany za pomocą pomocniczego styku kierowanego, pokazanego jako K1 na Ilustracja 5.5.

#### Cechy konstrukcyjne

- Obwód może być używany do kategorii 4 i poziomu PL e.
- Dla poziomu PL e wymagane jest obliczenie funkcji całkowitego bezpieczeństwa (MTTFd).
- Należy stosować podstawowe zasady bezpieczeństwa.
- Urządzenie używane do aktywacji funkcji Safe Torque Off (STO) i przekaźnika bezpieczeństwa musi być odpowiednie dla wybranej kategorii, poziomu PL lub SIL.

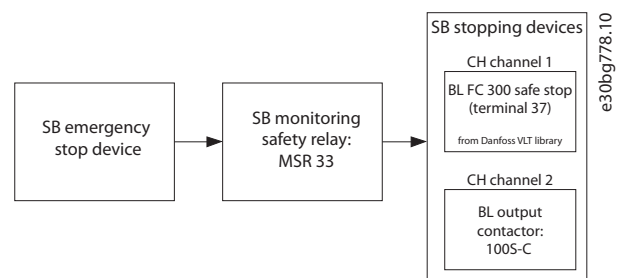
W przypadku implementowania zatrzymania awaryjnego należy zwrócić uwagę na następujące kwestie:

- Powinny zostać spełnione wszelkie normy niezwiązane z bezpieczeństwem dotyczące aplikacji i jej elementów.
- Projektant aplikacji jest odpowiedzialny za wybór odpowiednich komponentów.
- Kabel pokazany jako pogrubiony na Ilustracja 5.5 musi spełniać wymogi dotyczące ochrony przeciwzwarciowej określone w normie ISO 13849-2, tabela D.4.
- W celu spełnienia wymagań poziomu PL e wymagane jest obliczenie wartości MTTFd i DC dla funkcji całkowitego bezpieczeństwa.

Ta konfiguracja może być używana, jeśli jest używane podwójne urządzenie przełączające.

#### Implementacja w oprogramowaniu SISTEMA za pomocą biblioteki VLT® firmy Danfoss

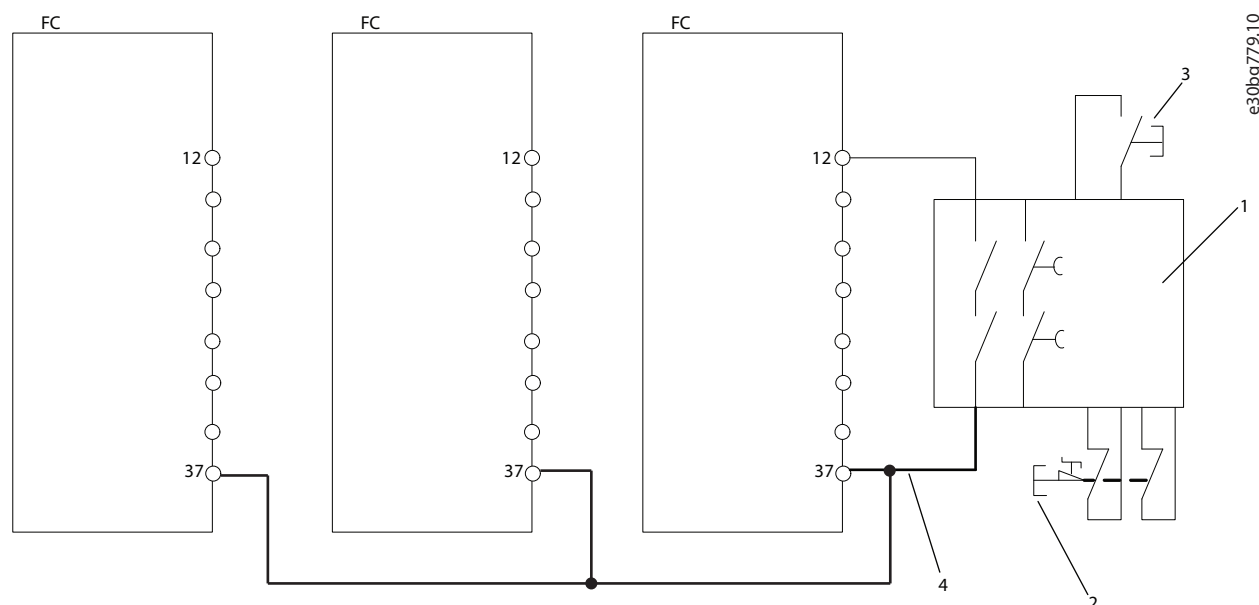
Na przykład można użyć bloku „VLT® AutomationDrive FC 302 (zacisk 37)”. Nie trzeba edytować wszystkich parametrów, które są ustawione w bibliotece.



Ilustracja 5.6 Schemat blokowy związany z bezpieczeństwem

## 5.5 Zatrzymanie awaryjne wielu przetwornic częstotliwości — kategoria 3, PL d, SIL 2

Ilustracja 5.7 przedstawia przykład aplikacji zatrzymania awaryjnego wielu przetwornic częstotliwości — kategoria 3, PL d, SIL 2.



1	Przełącznik bezpieczeństwa (kategoria 3, PL d lub SIL 2)
2	Przycisk zatrzymania awaryjnego
3	Przycisk Reset
4	Kabel zabezpieczony przed zwarcie (w przypadku instalacji poza szafą sterującą IP54). Więcej informacji zawarto w normie ISO 13849-2 (tabela D.4).

Ilustracja 5.7 Zatrzymanie awaryjne wielu przetwornic częstotliwości — kategoria 3, PL d, SIL 2

### Funkcja bezpieczeństwa

W razie wystąpienia sytuacji awaryjnej zostaje aktywowane urządzenie zatrzymania awaryjnego. Aktywowana jest funkcja Safe Torque Off (STO) przetwornicy częstotliwości. W następstwie polecenia zatrzymania (stop) lub zatrzymania awaryjnego przetwornica częstotliwości zostaje zatrzymana.

Wejścia funkcji STO można podłączyć bezpośrednio razem, jeśli wymagane jest sterowanie wieloma przetwornicami częstotliwości z tej samej linii sterowania.

Podłączenie wejść razem zwiększa prawdopodobieństwo błędu w kierunku unsafe, ponieważ błąd w jednej przetwornicy częstotliwości może spowodować, że wszystkie przetwornice częstotliwości będą aktywne. Prawdopodobieństwo błędu jest tak niskie,  $1 \times 10^{-10}$  na godzinę, że wynikowe prawdopodobieństwo nadal spełnia wymagania poziomu SIL2 dla realistycznej liczby przetwornic częstotliwości. Liczba wejść połączonych równolegle nie powinna być większa niż 20.

### NOTYFIKACJA

Jeśli jest używane zasilanie zewnętrzne 24 V DC (zacisk 12), liczba równoległych wejść (zacisk 37) jest ograniczona do 3. W przeciwnym razie zostaje przekroczona dostępna moc wejściowa.



### Cechy konstrukcyjne

- Obwód może być używany do kategorii 3, poziomu PL c lub poziomu SIL 2.
- Dla poziomu PL d wymagane jest obliczenie funkcji całkowitego bezpieczeństwa (MTTFd).
- Należy stosować podstawowe zasady bezpieczeństwa.
- Urządzenie używane do aktywacji funkcji Safe Torque Off (STO) i przekaźnika bezpieczeństwa musi być odpowiednie dla wybranej kategorii, poziomu PL lub SIL.

W przypadku implementowania zatrzymania awaryjnego należy zwrócić uwagę na następujące kwestie:

- Powinny zostać spełnione wszelkie normy niezwiązane z bezpieczeństwem dotyczące aplikacji i jej elementów.
- Projektant aplikacji jest odpowiedzialny za wybór odpowiednich komponentów.
- Kabel pokazany jako pogrubiony na *Ilustracja 5.7* musi spełniać wymogi dotyczące ochrony przeciwzwarciowej określone w normie ISO 13849-2, tabela D.4.
- W celu spełnienia wymagań poziomu PL d wymagane jest obliczenie wartości MTTFd i DC dla funkcji całkowitego bezpieczeństwa.

5

Ta konfiguracja może być używana, jeśli jest używane podwójne urządzenie przełączające. W zależności od przekaźnika bezpieczeństwa możliwe jest również podłączenie kilku urządzeń aktywujących do jednej funkcji Safe Torque Off.

### Implementacja w oprogramowaniu SISTEMA za pomocą biblioteki VLT® firmy Danfoss

Jako przykładu można użyć podsystemu „VLT® AutomationDrive FC 302/FC302 Safe Torque Off (zacisk 37)”. Nie trzeba edytować wszystkich parametrów, które są ustawione w bibliotece. Podsystem musi być wprowadzony do funkcji bezpieczeństwa tak często, jak wiele przetwornic częstotliwości znajduje się na jednej linii funkcji STO.



Ilustracja 5.8 Schemat blokowy związany z bezpieczeństwem

## 6 Dane techniczne funkcji bezpiecznego wyłączenia momentu

### NOTYFIKACJA

Specyfikacja techniczna oraz informacje dotyczące warunków pracy przetwornicy częstotliwości znajdują się w odpowiedniej *Instrukcji obsługi* przetwornicy częstotliwości.

### NOTYFIKACJA

Sygnal funkcji STO musi być zasilany przez obwód napięcia bardzo niskiego bez uziemienia funkcjonalnego (SELV) lub obwód napięcia bardzo niskiego z uziemieniem roboczym (PELV).

6

Dyrektywy europejskie	Dyrektywa maszynowa (2006/42/WE)	EN ISO 13849-1	
		EN IEC 62061	
		EN IEC 61800-5-2	
	Dyrektywa EMC (2014/30/EU)	EN 50011	
		EN 61000-6-3	
		EN 61800-3	
Dyrektywa niskonapięciowa (2014/35/EU)	EN 50178		
	EN 61800-5-1		
Normy bezpieczeństwa	Bezpieczeństwo maszyn	EN ISO 13849-1, IEC 62061, IEC 60204-1	
	Bezpieczeństwo funkcjonalne	IEC 61508-1 do -7, IEC 61800-5-2	
Funkcja bezpieczeństwa		IEC 61800-5-2	IEC 60204-1
		Safe Torque Off (STO)	Kategoria zatrzymania 0
Wydajność bezpieczeństwa	<b>ISO 13849-1</b>		
	Kategoria	Kat. 3	
	Pokrycie diagnostyczne	DC: 90% (średni)	
	Średni czas przed niebezpieczną awarią	MTTFd: 14 000 lat (wysoki)	
	Poziom wydajności	PL d	
	<b>IEC 61508/IEC 62061</b>		
	Poziom integralności bezpieczeństwa	SIL 2, SIL CL2	
	Prawdopodobieństwo niebezpiecznej awarii na godzinę	PFH: 1E-10/h; 1E-8/h w przypadku konkretnych wariantów <sup>1), 2)</sup> (tryb dużego zapotrzebowania)	
	Prawdopodobieństwo niebezpiecznej awarii na zapotrzebowanie	PFD: 1E-10; 1E-4 w przypadku konkretnych wariantów <sup>1), 2)</sup> (tryb małego zapotrzebowania)	
	Tolerancja błędów sprzętowych	HFT: 0 (1oo1)	
	Interwał testu sprawdzającego T1	20 lat	
	Czas misji TM	20 lat	
Czas reakcji	Czas reakcji wejście-wyjście Maks. 20 ms; 60 ms w przypadku konkretnych wariantów <sup>1), 2)</sup>		

Tabela 6.1 Dane techniczne

1) VLT<sup>®</sup> HVAC Drive FC 102, VLT<sup>®</sup> Refrigeration DriveFC 103, VLT<sup>®</sup> AQUA Drive FC 202 i VLT<sup>®</sup> AutomationDrive FC 301/FC 302 — przetwornice częstotliwości dużych mocy, rozmiar obudowy F:

- 400 V: 450/500 kW (600/650 KM) – 800/1000 kW (1075/1350 KM) (duża przeciążalność/normalna przeciążalność).
- 690 V: 630/710 kW (850/950 KM) – 1800/2000 kW (2400/2700 KM) (duża przeciążalność/normalna przeciążalność).

2) Moduły przetwornicy częstotliwości VLT<sup>®</sup> Parallel Drive:

- 400 V: 250/315 kW (350/450 KM) – 800/1000 kW (1200/1350 KM) (duża przeciążalność/normalna przeciążalność).
- 690 V: 315/400 kW (350/400 KM) – 1000/1200 kW (1150/1350 KM) (duża przeciążalność/normalna przeciążalność).

**Indeks**

**A**

Alarm..... 10  
 Automatyczny restart..... 10, 11

**C**

Certyfikaty..... 3  
 Czujnik bezpieczeństwa..... 9

**D**

Dane SISTEMA..... 13  
 Dane techniczne..... 18

**H**

Hamulec mechaniczny..... 11

**I**

Identyfikacja..... 2  
 Instalacja..... 9

**K**

Kanał wyłączenia..... 9  
 Karta termistora..... 9  
 Konserwacja..... 12  
 Konwencje..... 4

**O**

Opcje..... 10

**P**

Polecenie..... 5  
 Poziom integralności bezpieczeństwa SIL CL2..... 3  
 Próba uruchomienia..... 11  
 Produkty, których dotyczą te informacje..... 2  
 Przełącznik ochrony bezpieczeństwa..... 9

**R**

Restart..... 10

**S**

SIL2..... 3  
 Skrót..... 4  
 Standardy i zgodność..... 3  
 Sygnał..... 5, 9  
 Symbole..... 4

**U**

Układ sterowania..... 5  
 Urządzenie zabezpieczające..... 9  
 Ustawienia parametrów..... 10

**W**

Włączanie..... 10  
 Wyjście..... 9  
 Wykwalifikowany personel..... 5  
 Wyłączenie..... 10

**Z**

Zapobieganie niezamierzonemu restartowi..... 10  
 Zapobieganie restartowi..... 11  
 Zatwierdzenia..... 3  
 Zewnętrzne urządzenia zabezpieczające..... 10