



# Bedieningshandleiding Safe Torque Off

VLT<sup>®</sup> frequentieregelaars





## Inhoud

<b>1 Inleiding</b>	2
1.1 Doel van de handleiding	2
1.2 Aanvullende hulpmiddelen	2
1.3 Functieoverzicht	2
1.4 Goedkeuringen en certificeringen	3
1.5 Symbolen, afkortingen en conventies	4
<b>2 veiligheid</b>	5
2.1 Veiligheidssymbolen	5
2.2 Gekwalificeerd personeel	5
2.3 Veiligheidsmaatregelen	5
<b>3 Installatie</b>	7
3.1 Veiligheidsvoorschriften	7
3.2 Installatie STO	7
3.3 Installatie in combinatie met VLT <sup>®</sup> PTC Thermistor Card MCB 112	8
<b>4 Inbedrijfstelling</b>	9
4.1 Veiligheidsvoorschriften	9
4.2 Activering van STO	9
4.3 Parameterinstellingen voor STO in combinatie met VLT <sup>®</sup> PTC Thermistor Card MCB 112	9
4.4 Gedrag bij automatische/handmatige herstart	9
4.5 Inbedrijfstellingstest STO-functie	10
4.6 Veiligheid van de systeemconfiguratie	10
4.7 Service en onderhoud	10
<b>5 Toepassingsvoorbeelden</b>	12
5.1 SISTEMA-gegevens	12
5.2 Noodstop van frequentieregelaar met Safe Torque Off – categorie 1, PL c, SIL 1	12
5.3 Noodstop van frequentieregelaar met Safe Torque Off met behulp van veiligheidsrelais – categorie 3, PL cd SIL 2	13
5.4 Noodstop van frequentieregelaar met Safe Torque Off, veiligheidsrelais en uitgangcontactor – categorie 4, PL e, SIL 3	14
5.5 Noodstop van meerdere frequentieregelaars – categorie 3, PL d, SIL 2	15
<b>6 Technische gegevens STO</b>	17
<b>Trefwoordenregister</b>	19

## 1 Inleiding

### 1.1 Doel van de handleiding

Deze handleiding bevat informatie over het gebruik van Danfoss VLT® frequentieregelaars in toepassingen met functionele veiligheid. De handleiding bevat informatie over normen voor functionele veiligheid, de functie Safe Torque Off (STO) van de Danfoss VLT® frequentieregelaar en de hieraan gerelateerde installatie en inbedrijfstelling, en service en onderhoud voor STO.

VLT® is een gedeponieerd handelsmerk.

### 1.2 Aanvullende hulpmiddelen

Deze handleiding is bedoeld voor gebruikers die al bekend zijn met VLT® frequentieregelaars en dient als aanvulling op de handleidingen en instructies die u kunt downloaden via [drives.danfoss.com/knowledge-center/technical-documentation/](http://drives.danfoss.com/knowledge-center/technical-documentation/). Lees de instructies die bij de frequentieregelaar en/of frequentieregelaaroptie is geleverd, voordat u de eenheid installeert, en volg de instructies voor veilige installatie op.

### 1.3 Functieoverzicht

#### 1.3.1 Inleiding

De functie Safe Torque Off (STO) maakt deel uit van een veiligheidssysteem. STO voorkomt dat de eenheid het vermogen genereert dat nodig is om de motor te laten draaien.

#### **LET OP**

**Selecteer de juiste componenten voor het veiligheidssysteem en pas die zo toe dat het gewenste niveau van operationele veiligheid wordt verkregen. Voordat STO in een installatie wordt geïntegreerd en toegepast, moet u een grondige risicoanalyse uitvoeren om te bepalen of de functionaliteit en veiligheids categorie van de STO geschikt en voldoende zijn.**

De VLT® frequentieregelaar is leverbaar met:

- Safe Torque Off (STO), zoals gedefinieerd in EN-IEC 61800-5-2
- Stopcategorie 0, zoals gedefinieerd in EN 60204-1

De frequentieregelaar integreert de STO-functionaliteit via stuurklem 37.

De VLT® frequentieregelaar met STO-functionaliteit is ontworpen en geschikt bevonden voor de vereisten van:

- Categorie 3 volgens EN-ISO 13849-1
- Prestatieniveau 'd' volgens EN-ISO 13849-1
- SIL 2 volgens IEC 61508 en EN 61800-5-2
- Klasse SIL 2 volgens EN 62061

#### 1.3.2 Toepasselijke producten en identificatie

De STO-functie is leverbaar voor de volgende typen frequentieregelaars:

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

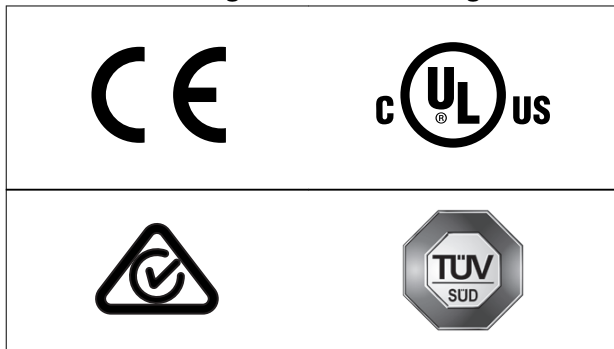
#### Identificatie

- Controleer aan de hand van de typecode van de eenheid op het typeplaatje (zie *Tabel 1.1*) of de frequentieregelaar is uitgevoerd met de STO-functie.

Product	Typecode
VLT® HVAC Drive FC 102	T of U op positie 18 van de typecode
VLT® Refrigeration Drive FC 103	T op positie 18 van de typecode
VLT® AQUA Drive FC 202	T of U op positie 18 van de typecode
VLT® AutomationDrive FC 301 met behuizingsgrootte A1	T op positie 18 van de typecode
VLT® AutomationDrive FC 302	X, B of R op positie 18 van de typecode
VLT® Decentral Drive FCD 302	X, B of R op positie 18 van de typecode
VLT® Parallel Drive Modules	T of U op positie 18 van de typecode

**Tabel 1.1 Identificatie van typecode**

## 1.4 Goedkeuringen en certificeringen



Er zijn meer goedkeuringen en certificeringen beschikbaar. Neem contact op met een Danfoss partner in uw regio.

### 1.4.1 Toegepaste normen en conformiteit

Voor het gebruik van de STO-functie op klem 37 is het noodzakelijk dat de gebruiker voldoet aan alle veiligheidsbepalingen, inclusief de relevante wetten, voorschriften en richtlijnen.

De geïntegreerde STO-functie voldoet aan de volgende normen:

- EN-IEC 60204-1: 2016 stopcategorie 0 – ongecontroleerde stop
- EN-IEC 61508: 2010 SIL2
- EN-IEC 61800-5-2: 2016
- EN-IEC 62601: 2015 SIL CL2
- EN-ISO 13849-1: 2015 categorie 3 PL d

## 1.5 Symbolen, afkortingen en conventies

Afkorting	Referentie	Beschrijving
B <sub>10d</sub>		Het aantal cycli totdat 10% van de componenten een gevaarlijke storing vertoont (geldt voor pneumatische en elektromagnetische componenten).
Cat.	EN-ISO 13849-1	Categorie, niveau 'B, 1-4'
CCF		Common cause failure (falen door gemeenschappelijke oorzaak)
DC		Diagnostic coverage (kans op detectie van fouten), onderverdeeld in laag, medium en hoog.
FIT		Failure in time (storing over tijd): 1E-9/uur
HFT	EN-IEC 61508	Hardwarefouttolerantie: HFT = n houdt in dat n+1 fouten het verlies van de veiligheidsfunctie kan veroorzaken.
MTTFd	EN-ISO 13849-1	Mean Time To Dangerous Failure – gemiddelde tijd tot gevaarlijke uitval. Eenheid: jaren, onderverdeeld in laag, medium en hoog.
PFH	EN-IEC 61508	Waarschijnlijkheid van een gevaarlijke uitval per uur. Houd rekening met deze waarde wanneer de beveiliging veelvuldig of continu in gebruik is en de vraagfrequentie voor activering van het veiligheidssysteem groter is dan 1 keer per jaar.
PFD	EN-IEC 61508	Gemiddelde waarschijnlijkheid van een uitval bij activering; waarde die wordt gebruikt voor bedrijf met lage vraag.
PL	EN-ISO 13849-1	Discreet niveau dat wordt gebruikt om aan te geven in hoeverre veiligheidsgelateerde delen van besturingssystemen een veiligheidsfunctie kunnen uitvoeren onder te voorziene omstandigheden. Niveaus ingedeeld van a tot e.
PLr		Vereist prestatieniveau (het vereiste prestatieniveau voor een specifieke veiligheidsfunctie).
SIL	EN-IEC 61508 EN-IEC 62061	Safety Integrity Level (veiligheidsintegriteitsniveau)
STO	EN-IEC 61800-5-2	Safe Torque Off
SS1	EN-IEC 61800-5-2	Veilige stop 1
SRECS	EN-IEC 62061	Safety-related electrical control system (elektrisch veiligheidssysteem)
SRP/CS	EN-ISO 13849-1	Safety-related parts of control systems (veiligheidsgelateerde onderdelen van besturingssystemen)
PDS/SR	EN-IEC 61800-5-2	Elektrische aandrijving (veiligheidsgelateerd)

Tabel 1.2 Afkortingen met betrekking tot functionele veiligheid

**Conventies**

Genummerde lijsten geven procedures aan. Lijsten met opsommingstekens geven andere informatie en beschrijvingen van afbeeldingen aan.

Cursieve tekst geeft een van de volgende zaken aan:

- Kruisverwijzing.
- Koppeling.
- Parameternaam.
- Voetnoot.
- Parametergroep
- Parameteroptie.
- Alarmen/waarschuwingen.

Alle afmetingen op tekeningen worden zowel in metrische als imperiale eenheden (tussen haakjes) weergegeven, bijvoorbeeld: mm (in).

Een asterisk (\*) geeft de standaardinstelling van een parameter aan.

## 2 veiligheid

### 2.1 Veiligheidssymbolen

In dit document worden de volgende symbolen gebruikt:

#### **▲WAARSCHUWING**

Geeft een potentieel gevaarlijke situatie aan die kan leiden tot ernstig of dodelijk letsel.

#### **▲VOORZICHTIG**

Geeft een potentieel gevaarlijke situatie aan die kan leiden tot licht of matig letsel. Kan tevens worden gebruikt om te waarschuwen tegen onveilige werkwijzen.

#### **LET OP**

Geeft belangrijke informatie aan, waaronder situaties die kunnen leiden tot schade aan apparatuur of eigendommen.

### 2.2 Gekwalificeerd personeel

Montage, installatie, programmering, inbedrijfstelling, onderhoud en buitenbedrijfstelling van de producten mogen uitsluitend worden uitgevoerd door hiervoor gekwalificeerde personen. Gekwalificeerde personen

- Zijn gekwalificeerde elektrotechnici of personen die door gekwalificeerde elektrotechnici zijn opgeleid en over de juiste kennis en ervaring beschikken om de apparatuur, systemen, installatie en machines te bedienen volgens de algemene normen en richtlijnen voor veiligheidssystemen.
- Zijn bekend met de basisvoorschriften ten aanzien van veiligheid, gezondheid en ongevalpreventie.
- Hebben de veiligheidsrichtlijnen in deze handleiding en de instructies in de bedieningshandleiding van de frequentieregelaar doorgelezen en begrepen.
- Beschikken over een gedegen kennis van de algemene en specifieke normen die gelden voor de specifieke toepassing.

Gebruikers van elektrische aandrijvingen (veiligheidsgerelateerd) (PDS(SR)) zijn verantwoordelijk voor:

- Een gevaren- en risicoanalyse van de toepassing.
- Het identificeren van de vereiste veiligheidsfuncties en het toewijzen van SIL of PLr aan elk van deze functies.

- Overige subsystemen en de geldigheid van de signalen en commando's.
- het ontwerpen van geschikte veiligheidssystemen (hardware, software, parameterinstelling enz.).

#### Beschermende maatregelen

- Installatie en inbedrijfstelling van veiligheidssystemen mogen uitsluitend worden uitgevoerd door gekwalificeerd en bekwaam personeel.
- Installeer de frequentieregelaar volgens IEC 60529 in een IP 54-behuizing of een vergelijkbare omgeving. Voor speciale toepassingen kan een hogere IP-klasse noodzakelijk zijn.
- Zorg dat de kabel tussen de veiligheidsoptie en de externe beveiliging is beveiligd tegen kortsluiting volgens ISO 13849-2 tabel D.4. Als externe krachten invloed uitoefenen op de motoras (bv. hangende lasten) moeten er extra maatregelen worden getroffen (bv. een veiligheidshoudrem) om gevaren te elimineren.

### 2.3 Veiligheidsmaatregelen

Raadpleeg voor de algemene veiligheidsmaatregelen het hoofdstuk *Veiligheid* in de relevante *bedieningshandleiding*.

#### **▲VOORZICHTIG**

Voer na de installatie van STO een inbedrijfstellingstest uit zoals gespecificeerd in *hoofdstuk 4.5 Inbedrijfstellingstest STO-functie*. Na de eerste inbedrijfstelling en na elke wijziging aan de veiligheidsvoorziening moet een inbedrijfstellingstest met succes worden afgerond.

#### **▲WAARSCHUWING**

**GEVAAR VOOR ERNSTIG OF DODELIJK LETSEL**  
Als externe krachten invloed uitoefenen op de motor, bv. in geval van een verticale as (hangende lasten), en een ongewenste beweging, bv. veroorzaakt door de zwaartekracht, gevaar kan opleveren, moet de motor worden uitgerust met extra voorzieningen voor valbeveiliging. Installeer bijvoorbeeld extra mechanische remmen.

**⚠️ WAARSCHUWING**

**GEVAAR VOOR ERNSTIG OF DODELIJK LETSEL**  
STO (d.w.z. het onderbreken van de 24 V DC-voeding naar klem 37) biedt geen elektrische veiligheid. De STO-functie is op zichzelf niet voldoende voor het implementeren van de nooduitschakelfunctie zoals gedefinieerd in EN 60204-1. Voor een nooduitschakeling zijn maatregelen op het gebied van elektrische isolatie vereist, bijvoorbeeld door het uitschakelen van de netvoeding via een extra contactor.

**⚠️ WAARSCHUWING**

**GEVAAR VOOR ELEKTRISCHE SCHOKKEN**  
De STO-functie voorziet NIET in isolatie van de netspanning naar de frequentieregelaar of hulpcircuits. Voer werkzaamheden aan elektrische componenten van de frequentieregelaar of de motor enkel uit nadat de netvoeding is geïsoleerd en na het verstrijken van de ontladingstijd die in het hoofdstuk *Veiligheid* in de relevante *bedieningshandleiding* staat vermeld. Als de netvoeding niet wordt geïsoleerd van de eenheid en de gespecificeerde wachttijd niet wordt aangehouden, kan dat leiden tot ernstig of dodelijk letsel.

- Gebruik de STO-functie niet voor het stopzetten van de frequentieregelaar. Als een actieve frequentieregelaar door middel van deze functie wordt gestopt, zal de eenheid worden uitgeschakeld en vrijlopen tot stop. Als deze beperking niet acceptabel is, bijvoorbeeld omdat dit gevaar oplevert, moeten de frequentieregelaar en de machines door middel van de juiste stopmodus worden gestopt voordat de STO-functie wordt gebruikt. Afhankelijk van de toepassing kan het gebruik van een mechanische rem zijn vereist.
- De STO-functie is uitsluitend geschikt voor het uitvoeren van mechanische werkzaamheden aan het frequentieregelaarsysteem of het betreffende deel van een machine. De functie biedt geen elektrische veiligheid. De STO-functie mag niet worden gebruikt voor het starten en/of stoppen van de frequentieregelaar.

**⚠️ VOORZICHTIG****AUTOMATISCHE HERSTART**

Het toepassen van een automatische herstart is enkel toegestaan in een van de volgende twee situaties:

- Een onbedoelde herstart wordt voorkomen door andere onderdelen van de STO-installatie.
- Aanwezigheid in de gevarezone kan fysiek worden uitgesloten wanneer de STO-functie niet geactiveerd is. Met name paragraaf 6.3.3.2.5 van ISO 12100: 2010 moet in acht worden genomen.

**⚠️ WAARSCHUWING****GEVAAR VOOR ERNSTIG OF DODELIJK LETSEL**

De STO-functie kan worden gebruikt voor asynchrone, synchrone en permanentmagneetmotoren. In de vermogenshalfgeleider van de frequentieregelaar kunnen 2 fouten optreden. Bij gebruik van synchroommotoren of permanentmagneetmotoren kunnen deze fouten een restrotatie veroorzaken. De rotatie kan worden berekend op basis van  $\text{hoek} = 360 / (\text{aantal polen})$ . Bij toepassingen die gebruikmaken van synchroommotoren of permanentmagneetmotoren, moet hiermee rekening worden gehouden en moet ervoor worden gezorgd dat dit geen veiligheidsprobleem oplevert. Deze situatie is niet relevant voor asynchrone motoren.

**LET OP**

Voer voor elke stopfunctie een risicoanalyse uit om te bepalen of de geselecteerde stopcategorie voldoet aan EN 60204-1:

- Stopcategorie 0 wordt gerealiseerd door onmiddellijke onderbreking van de voeding naar de actuator, wat resulteert in ongecontroleerd vrijlopen tot stop. De STO-functie voorziet in een stop volgens stopcategorie 0 zoals gedefinieerd in EN 61800-5-2.
- Bij stopcategorie 1 wordt de stop gerealiseerd via de voeding van de actuatoren van de machine. De voeding naar de actuatoren wordt onderbroken als de stop wordt gerealiseerd volgens EN 61800-5-2 Veilige stop 1 (SS1).
- Stopcategorie 2 is een gecontroleerde stop waarbij de voeding naar de actuatoren van de machine niet wordt onderbroken. De stop wordt gevolgd door een vasthoudstand met voeding.

**LET OP**

Bij het ontwerpen van de machinetoepassing moet rekening worden gehouden met de duur en afstand voor het vrijlopen tot stop (stopcategorie 0 of STO). Zie EN 60204-1 voor meer informatie over stopcategorieën.



## 3 Installatie

### 3.1 Veiligheidsvoorschriften

#### **⚠ VOORZICHTIG**

#### **ELEKTRISCH GEVAAR**

De gebruiker of elektrisch installateur is verantwoordelijk voor een juiste aarding en naleving van alle toepasselijke nationale en lokale veiligheidsvoorschriften.

Zie hoofdstuk 2 veiligheid en de bedieningshandleiding van de betreffende frequentieregelaar. Volg ook altijd de instructies van de motorfabrikant op.

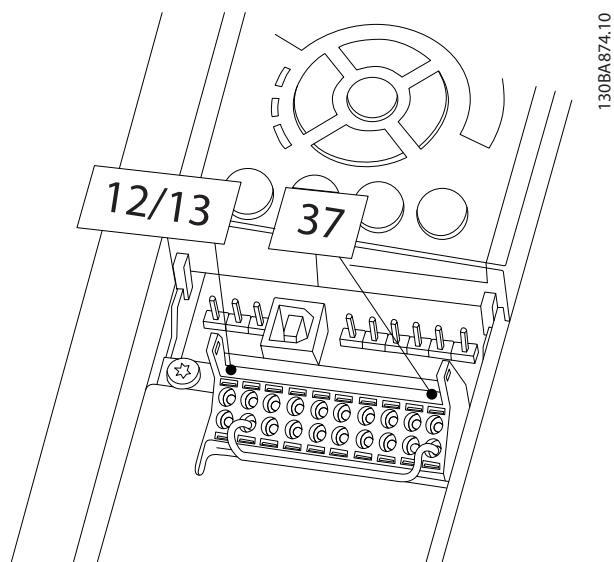
### 3.2 Installatie STO

Volg voor aansluiting van de motor, de netvoeding en de stuurkabels de instructies voor veilige installatie in de bedieningshandleiding van de frequentieregelaar op.

Zie hoofdstuk 3.3 Installatie in combinatie met VLT® PTC Thermistor Card MCB 112 voor installatie met de Ex-gecertificeerde VLT® PTC Thermistor Card MCB 112.

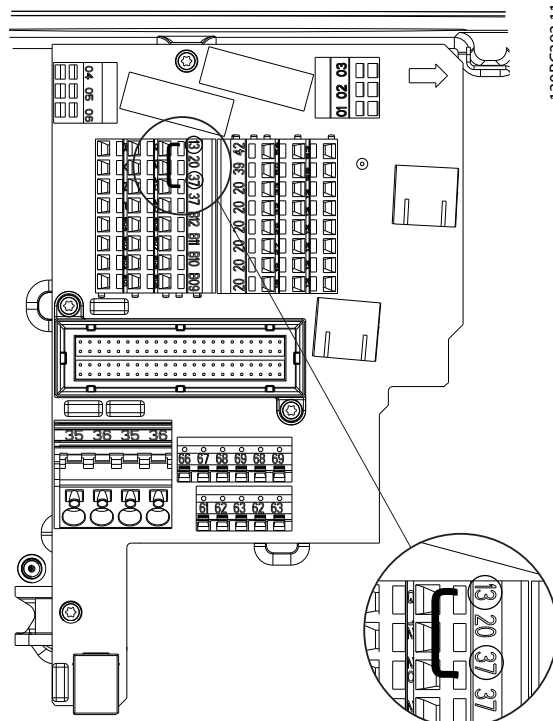
Schakel de geïntegreerde STO-functie als volgt in:

1. Verwijder de jumperkabel tussen stuurklem 37 en 12 of 13. Het doorknippen of breken van de jumper is niet voldoende om kortsluiting te voorkomen. (Zie de jumper in Afbeelding 3.1)



130BA874.10

Afbeelding 3.1 Jumper tussen klem 12/13 (24 V) en 37 (alle frequentieregelaars behalve FCD 302)



130BC393.11

Afbeelding 3.2 Jumper tussen klem 13 (24 V) en klem 37 (FCD 302)

2. Sluit bijvoorbeeld via een NO-veiligheidsfunctie een extern veiligheidsbewakingsrelais aan op klem 37 (STO) en op klem 12 of 13 (24 V DC). Zie hoofdstuk 5 Toepassingsvoorbeelden voor aansluit- en toepassingsvoorbeelden.
3. Sluit de bedrading aan zoals aangegeven in de bedieningshandleiding van de frequentieregelaar.

### 3.3 Installatie in combinatie met VLT® PTC Thermistor Card MCB 112

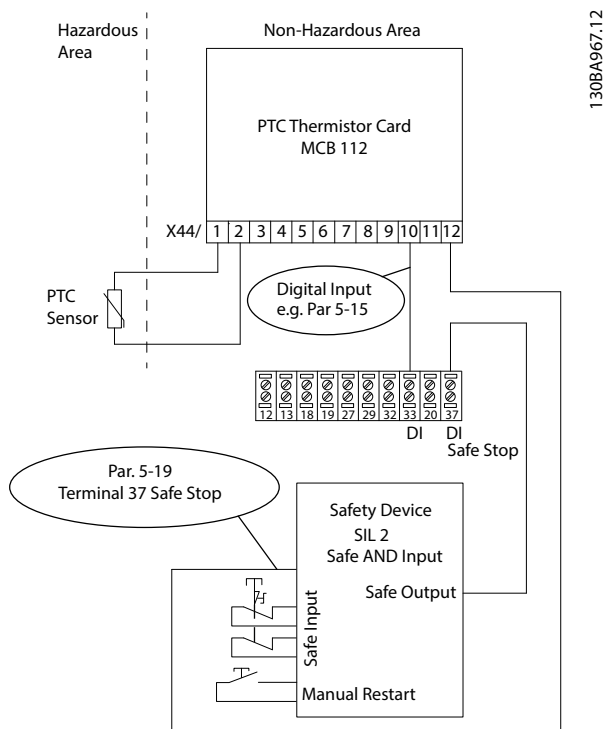
#### LET OP

Combinatie van VLT® PTC Thermistor Card MCB 112 en de STO-functie is alleen leverbaar voor VLT® HVAC Drive FC 102, VLT® AQUA Drive FC 202, VLT® AutomationDrive FC 302 en VLT® AutomationDrive FC 301, behuizingsgrootte A1.

VLT® PTC Thermistor Card MCB 112 gebruikt klem 37 als veiligheidsgerelateerd uitschakelkanaal.

- Zorg dat uitgang X44/12 van MCB 112 op basis van een logische AND-functie is gekoppeld aan de veiligheidsgerelateerde sensor (bv. een noodstopknop of veiligheidsschakelaar) die STO activeert. Dat betekent dat de uitgang naar STO-klem 37 alleen HOOG (24 V) is als zowel het signaal vanuit MCB 112-uitgang X44/12 als het signaal vanuit de veiligheidsgerelateerde sensor HOOG is. Als minstens 1 van de 2 signalen LAAG is, moet de uitgang naar klem 37 ook LAAG zijn.
- Zorg dat de beveiliging met AND-logica voldoet aan het benodigde veiligheidsniveau.
- Zorg voor kortsluitbeveiliging van de aansluiting tussen de uitgang van de beveiliging met veilige AND-logica en de STO-klem 37. Zie *Afbeelding 3.3*.

*Afbeelding 3.3* toont een herstartingang voor de externe beveiliging. Dat betekent dat in deze installatie *parameter 5-19 Terminal 37 Safe Stop* kan worden ingesteld op optie [7] PTC 1 & relais W of [8] PTC 1 & relais A/W. Zie de *VLT® PTC Thermistor Card MCB 112 Operating Instructions* voor meer informatie.



**Afbeelding 3.3** Combinatie van een STO-toepassing met een MCB 112-toepassing

## 4 Inbedrijfstelling

### 4.1 Veiligheidsvoorschriften

#### **⚠ VOORZICHTIG**

##### **ELEKTRISCH GEVAAR**

De gebruiker of elektrisch installateur is verantwoordelijk voor een juiste aarding en naleving van alle toepasselijke nationale en lokale veiligheidsvoorschriften.

Zie hoofdstuk 2 *veiligheid* en de *bedieningshandleiding* van de betreffende frequentieregelaar. Volg ook altijd de instructies van de motorfabrikant op.

### 4.2 Activering van STO

De STO-functie wordt geactiveerd door de spanning naar klem 37 van de frequentieregelaar te onderbreken. Door de frequentieregelaar aan te sluiten op externe beveiligingen wordt een veilige vertraging verkregen en kan een installatie voldoen aan Veilige stop, categorie 1. Externe beveiligingen moeten voldoen aan Cat./PL of SIL als die zijn aangesloten op klem 37. De STO-functie kan worden gebruikt voor asynchrone, synchrone en permanentmagneetmotoren.

Wanneer de STO-functie (klem 37) is geactiveerd, genereert de frequentieregelaar een alarm en schakelt de eenheid uit, waarbij de motor vrijloopt tot stop. Een handmatige herstart is vereist. Gebruik de STO-functie om de frequentieregelaar in noodsituaties te stoppen. Gebruik de normale stopfunctie in de normale bedrijfsmodus wanneer de STO-functie niet nodig is. Zorg dat aan de vereisten van ISO 12100 paragraaf 6.3.3.2.5 is voldaan voordat u de automatischeherstartfunctie gebruikt.

### 4.3 Parameterinstellingen voor STO in combinatie met VLT® PTC Thermistor Card MCB 112

Als MCB 112 is aangesloten, zijn er meer opties beschikbaar voor *parameter 5-19 Terminal 37 Safe Stop* ([4] *PTC 1 Alarm* tot en met [9] *PTC 1 & relais W/A*).

- De waarden [1]\* *Alarm Veilige stop* en [3] *Waarsch. Veilige stop* zijn nog steeds beschikbaar, maar zijn bedoeld voor installaties zonder MCB 112 of externe beveiligingen.  
Als [1]\* *Alarm Veilige stop* of [3] *Waarsch. Veilige stop* is geselecteerd en MCB 112 wordt geactiveerd, reageert de frequentieregelaar met *Alarm 72 Gev. storing* en laat hij de motor op

veilige wijze vrijlopen, zonder automatische herstart.

- Selecteer de opties [4] *PTC 1-alarm* en [5] *PTC 1 waarsch.* niet wanneer gebruik wordt gemaakt van een externe beveiliging. Gebruik deze opties uitsluitend wanneer de STO-functie alleen door MCB 112 wordt gebruikt.  
Als de optie [4] *PTC 1-alarm* of [5] *PTC 1 waarsch.* is geselecteerd en de externe beveiliging de STO-functie activeert, genereert de frequentieregelaar *Alarm 72 Gev. storing* en laat hij de motor op veilige wijze vrijlopen, zonder automatische herstart.
- Selecteer [6] *PTC 1 & relais A* tot en met [9] *PTC 1 & relais W/A* bij gebruik van een combinatie van een externe beveiliging en de MCB 112.

#### **⚠ VOORZICHTIG**

##### **AUTOMATISCHE HERSTART**

Deze opties zorgen voor een automatische herstart wanneer de externe beveiliging wordt gedeactiveerd.

Voordat u [7] *PTC 1 & relais W* of [8] *PTC 1 & relais A/W* selecteert, moet u zorgen dat aan de volgende voorwaarden is voldaan:

- Een onbedoelde herstart wordt voorkomen door andere onderdelen van de STO-installatie.
- Aanwezigheid in de gevarezone kan fysiek worden uitgesloten wanneer de STO-functie niet geactiveerd is. Met name paragraaf 6.3.3.2.5 van ISO 12100:2010 moet in acht worden genomen.

Zie de *VLT® PTC Thermistor Card MCB 112 Operating Instructions* voor meer informatie.

### 4.4 Gedrag bij automatische/handmatige herstart

In de standaardstatus voorkomt STO onbedoeld herstarten (herstart voorkomen). Om STO op te heffen en normaal bedrijf te hervatten:

- Sluit de 24 V DC-voeding weer aan op klem 37.
- Verstuur een resetsignaal (via bus, digitale I/O of de [Reset]-toets).

Stel de STO-functie in voor automatische herstart door de waarde van *parameter 5-19 Terminal 37 Safe Stop* te wijzigen van de standaardwaarde [1]\* *Alarm Veilige stop* naar waarde [3] *Waarsch. Veilige stop*.

Een automatische herstart betekent dat de STO wordt beëindigd en normaal bedrijf wordt hervat wanneer 24 V

DC wordt geschakeld op klem 37. Hiervoor is geen resetsignaal nodig.

#### 4.5 Inbedrijfstellingstest STO-functie

Voorafgaand aan de ingebruikname moet na het installeren een inbedrijfstellingstest worden uitgevoerd waarbij de STO-functie wordt gebruikt.

De test moet worden uitgevoerd na elke aanpassing van de installatie of toepassing waarvan STO deel uitmaakt.

#### **LET OP**

Een geslaagde inbedrijfstellingstest van de STO-functie is vereist na de initiële installatie en na elke volgende wijziging aan de installatie.

Een inbedrijfstellingstest uitvoeren:

- Volg de instructies in hoofdstuk 4.5.1 *Herstart voorkomen voor STO-toepassing* op voor toepassingen zonder automatische herstart na een veilige stop; of
- volg de instructies in hoofdstuk 4.5.2 *Automatische herstart van de STO-toepassing* op voor toepassingen met automatische herstart na een veilige stop.

##### 4.5.1 Herstart voorkomen voor STO-toepassing

Toepassing waarbij *parameter 5-19 Terminal 37 Safe Stop* is ingesteld op de standaardwaarde [1]\* *Alarm Veilige stop*, of een combinatie van STO en VLT® PTC Thermistor Card MCB 112 waarbij *parameter 5-19 Terminal 37 Safe Stop* is ingesteld op [6] *PTC 1 & relais A* of [9] *PTC 1 & relais W/A*:

1. Onderbreek de 24 V DC-spanning naar klem 37 met de stroomonderbreker terwijl de motor wordt aangedreven door de frequentieregelaar (d.w.z. dat de netvoeding niet wordt onderbroken).
2. Controleer of:
  - 2a de motor vrijloopt;
  - 2b de mechanische rem wordt geactiveerd (als die is aangesloten);
  - 2c indien het lokale bedieningspaneel (LCP) is gemonteerd, *Alarm 68, Veilige stop* wordt weergegeven.
3. Sluit de 24 V DC weer aan op klem 37.
4. Controleer of de motor in de vrijloopstatus blijft staan en de mechanische rem (als die is aangesloten) geactiveerd blijft.
5. Verstuur een resetsignaal (via bus, digitale I/O of de [Reset]-toets).
6. Controleer of de motor weer actief wordt.

De inbedrijfstellingstest is geslaagd als alle vermelde stappen met goed gevolg zijn uitgevoerd.

##### 4.5.2 Automatische herstart van de STO-toepassing

Toepassing waarbij *parameter 5-19 Terminal 37 Safe Stop* is ingesteld op [3] *Waarsch. Veilige stop*, of een combinatie van Safe Torque Off en VLT® PTC Thermistor Card MCB 112 waarbij *parameter 5-19 Terminal 37 Safe Stop* is ingesteld op [7] *PTC 1 & relais W* of [8] *PTC 1 & relais A/W*:

1. Onderbreek de 24 V DC-spanning naar klem 37 via de stroomonderbreker terwijl de motor wordt aangedreven door de frequentieregelaar (d.w.z. dat de netvoeding niet wordt onderbroken).
2. Controleer of:
  - 2a De motor vrijloopt.
  - 2b De mechanische rem wordt geactiveerd (als die is aangesloten).
  - 2c Als het lokale bedieningspaneel (LCP) is gemonteerd, hierop *Waarschuwing 68, Veilige stop* wordt weergegeven.
3. Sluit de 24 V DC weer aan op klem 37.
4. Controleer of de motor weer actief wordt.

De inbedrijfstellingstest is geslaagd als alle vermelde stappen met goed gevolg zijn uitgevoerd.

#### **LET OP**

Zie de waarschuwing over het herstartgedrag in hoofdstuk 2.3 *Veiligheidsmaatregelen*.

#### 4.6 Veiligheid van de systeemconfiguratie

- De gebruiker is verantwoordelijk voor het treffen van veiligheidsmaatregelen.
- De parameters van de frequentieomvormer kunnen met een wachtwoord worden beveiligd.

#### 4.7 Service en onderhoud

Voor PL d of SIL2 is het verplicht om elke 12 maanden een functionele test uit te voeren om eventuele storingen of defecten in de STO-functie te detecteren. Voor lagere PL- of SIL-niveaus is dit een aanbeveling.

Volg onderstaande stappen (of een soortgelijke, voor de toepassing geschikte methode) om de functionele test uit te voeren:

1. Onderbreek de 24 V DC-voeding naar klem 37.
2. Controleer of *Alarm 68, Veilige stop* wordt weergegeven op het LCP.
3. Controleer of de frequentieregelaar de eenheid uitschakelt.

4. Controleer of de motor vrijloopt en volledig tot stilstand komt.
5. Verzeker u ervan dat de motor niet kan worden gestart.
6. Sluit de 24 V DC-voeding weer aan op klem 37.
7. Verzeker u ervan dat de motor niet automatisch herstart, en dat deze uitsluitend herstart na een resetsignaal (via bus, digitale I/O of de [Reset]-toets).

## 5 Toepassingsvoorbeelden

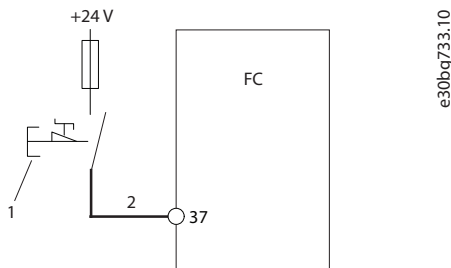
### 5.1 SISTEMA-gegevens

SISTEMA (Safety Integrity Software Tool for the Evaluation of Machine Applications) is een softwaretool die ruime ondersteuning biedt voor ontwikkelaars en testers van veiligheidsgerelateerde machinebesturingen bij het evalueren van de veiligheid binnen de context van ISO 13849-1.

Gegevens over de functionele veiligheid zijn beschikbaar via een databibliotheek die te gebruiken is in combinatie met de SISTEMA-rekenhulp van het Instituut voor Bedrijfsveiligheid en Gezondheid van de Duitse wettelijk verplichte ongevallenverzekering (IFA), net als gegevens voor een handmatige berekening. SISTEMA is te downloaden via [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 Noodstop van frequentieregelaar met Safe Torque Off – categorie 1, PL c, SIL 1

Afbeelding 5.1 toont een toepassingsvoorbeeld van een noodstop met Safe Torque Off – categorie 1, PL c, SIL 1.



1	Noodstopknop
2	Kabel met kortsluitbeveiliging (indien niet in IP 54-installatiekast). Zie ISO 13849-2 tabel D.4 voor meer informatie.

Afbeelding 5.1 Noodstop met Safe Torque Off – categorie 1, PL c, SIL 1

#### Veiligheidsfunctie

In een noodsituatie wordt de noodstopvoorziening geactiveerd. De Safe Torque Off (STO)-functie van de frequentieregelaar wordt geactiveerd. Na een stop- of noodstopcommando wordt de frequentieregelaar stopgezet.

#### Ontwerpkenmerken

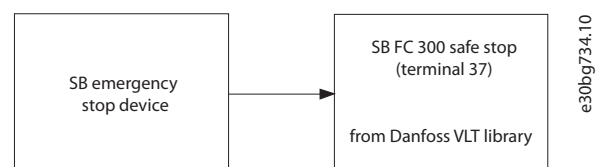
- Het circuit is te gebruiken tot en met categorie 1, PL c (ISO 13849-1) of SIL 1 (EN 62061 en IEC 61508).
- De Safe Torque Off (STO)-functie wordt geactiveerd via 1 NC positief bediend schakelcontact (volgens IEC 60947-1, IEC 60947-5-1 en IEC 60947-5-5).
- Voor PL c geldt dat de volledige veiligheidsfuncties moeten worden berekend (MTTFd).
- Pas elementaire veiligheidsprincipes toe.
- Apparaten die voor activering van Safe Torque Off (STO) worden gebruikt, moeten geschikt zijn voor de geselecteerde categorie, PL of SIL.

Houd bij het implementeren van de noodstop rekening met de volgende aanwijzingen:

- De toepassing en alle bijbehorende componenten moeten voldoen aan eventuele niet-veiligheidsgerelateerde normen.
- De ontwerper van de toepassing is verantwoordelijk voor het selecteren van de juiste componenten.
- De kabel die in Afbeelding 5.1 vet wordt weergegeven, moet tegen kortsluiting zijn beveiligd volgens ISO 13849-2 tabel D.4.
- Om te voldoen aan PL c moeten de MTTFd en DC voor de volledige veiligheidsfunctie worden berekend.
- De  $B_{10d}$ -waarde van de noodstopvoorziening moet bekend zijn. De  $B_{10d}$ -waarde moet hoog genoeg zijn om te voldoen aan de vereiste MTTFd voor PL c.

#### Implementatie in SISTEMA met behulp van de Danfoss VLT®-bibliotheek

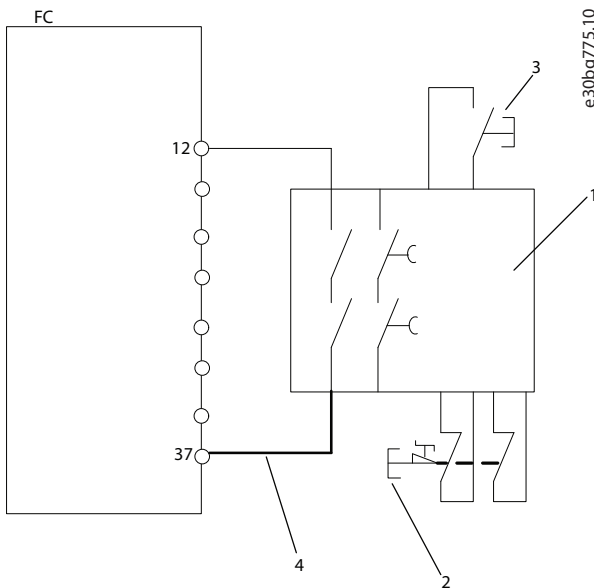
Gebruik bijvoorbeeld het subsysteem 'VLT® AutomationDrive FC 302/FCD 302 Safe Torque Off (klem 37)'. Het is niet nodig om alle in de bibliotheek ingestelde parameters te bewerken.



Afbeelding 5.2 Veiligheidsgerelateerd blokschema

### 5.3 Noodstop van frequentieregelaar met Safe Torque Off met behulp van veiligheidsrelais – categorie 3, PL cd SIL 2

Afbeelding 5.3 toont een toepassingsvoorbeeld van een noodstop met Safe Torque Off met behulp van een veiligheidsrelais – categorie 3, PL d, SIL 2.



1	Veiligheidsrelais (categorie 3, PL d of SIL 2)
2	Noodstopknop
3	Resetknop
4	Kabel met kortsluitbeveiliging (indien niet in IP 54-installatiekast). Zie ISO 13849-2 tabel D.4 voor meer informatie.

Afbeelding 5.3 Installatievoorbeeld voor het realiseren van stopcategorie 0 (EN 60204-1) met veiligheids categorie 3/PL 'd' (ISO 13849-1) of SIL 2 (EN 62061 en IEC 61508).

#### Veiligheidsfunctie

In een noodsituatie wordt de noodstopvoorziening geactiveerd. De Safe Torque Off (STO)-functie van de frequentieregelaar wordt geactiveerd. Na een stop- of noodstopcommando wordt de frequentieregelaar stopgezet.

#### Ontwerpkennmerken

- Het circuit is te gebruiken tot en met categorie 3, PL d (ISO 13849-1) of SIL 2 (EN 62061 en IEC 61508).
- Voor PL d geldt dat de volledige veiligheidsfuncties moeten worden berekend (MTTFd).
- Pas elementaire veiligheidsprincipes toe.
- Apparaten die voor activering van Safe Torque Off (STO) en veiligheidsrelais worden gebruikt, moeten geschikt zijn voor de geselecteerde categorie, PL of SIL.

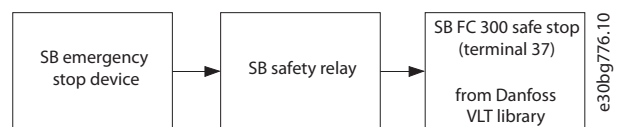
Houd bij het implementeren van de noodstop rekening met de volgende aanwijzingen:

- De toepassing en alle bijbehorende componenten moeten voldoen aan eventuele niet-veiligheidsgerelateerde normen.
- De ontwerper van de toepassing is verantwoordelijk voor het selecteren van de juiste componenten.
- De kabel die in Afbeelding 5.3 vet wordt weergegeven, moet tegen kortsluiting zijn beveiligd volgens ISO 13849-2 tabel D.4.
- Om te voldoen aan PL d moeten de MTTFd en DC voor de volledige veiligheidsfunctie worden berekend.

Deze configuratie kan worden gebruikt als er een dubbel, positief werkend schakelapparaat wordt gebruikt. Afhankelijk van het veiligheidsrelais is het ook mogelijk om meerdere activeringsapparaten aan te sluiten op 1 Safe Torque Off (STO).

#### Implementatie in SISTEMA met behulp van de Danfoss VLT®-bibliotheek

Gebruik bijvoorbeeld het subsysteem 'VLT® AutomationDrive FC 302/FCD 302 Safe Torque Off (klem 37)'. Het is niet nodig om alle in de bibliotheek ingestelde parameters te bewerken.

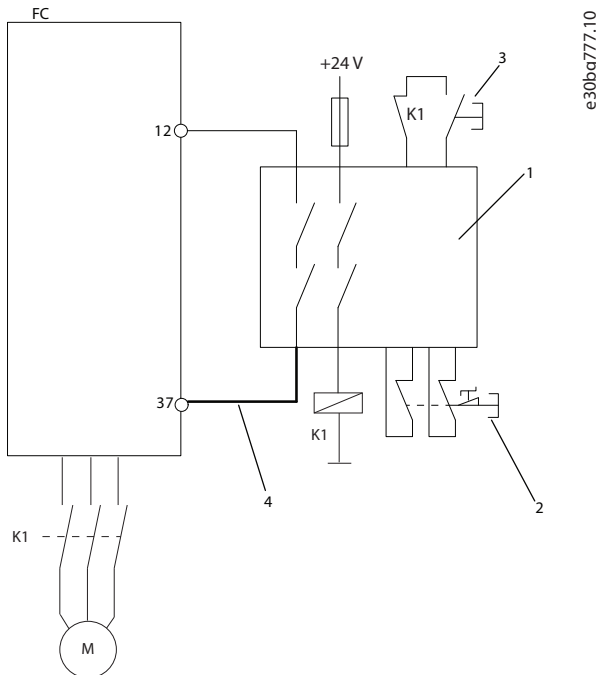


Afbeelding 5.4 Veiligheidsgerelateerd blokschema

### 5.4 Noodstop van frequentieregelaar met Safe Torque Off, veiligheidsrelais en uitgangscapactor – categorie 4, PL e, SIL 3

Afbeelding 5.5 toont een toepassingsvoorbeeld van een noodstop van een frequentieregelaar met Safe Torque Off, veiligheidsrelais en uitgangscapactor – categorie 4, PL e, SIL 3

5



1	Veiligheidsrelais (categorie 4, PL e, SIL 3)
2	Noodstopknop
3	Resetknop
4	Kabel met kortsluitbeveiliging (indien niet in IP 54-installatiekast). Zie ISO 13849-2 tabel D.4 voor meer informatie.

Afbeelding 5.5 Frequentieregelaar met Safe Torque Off, veiligheidsrelais en uitgangscapactor – categorie 4, PL e, SIL 3

#### Veiligheidsfunctie

In een noodsituatie wordt de noodstopvoorziening geactiveerd. De Safe Torque Off (STO)-functie van de frequentieregelaar wordt geactiveerd. Na een stop- of noodstopcommando wordt de frequentieregelaar stopgezet.

Als het veiligheidssysteem moet voldoen aan PL e ISO 13849-1 of SIL 3 (EN 62061 en IEC 61508), is er voor de STO-functie een 2-kanaals stop vereist. Het ene kanaal kan worden geïmplementeerd via de STO-ingang op de frequentieregelaar, het andere via een capactor, die in de frequentieregelaar of in de uitgangsvermogenscircuits kan worden aangesloten. De capactor moet worden bewaakt

via een hulprelais met geleide contacten, in Afbeelding 5.5 aangeduid als K1.

#### Ontwerpkenmerken

- De circuits zijn te gebruiken tot en met categorie 4 en PL e.
- Voor PL e geldt dat de volledige veiligheidsfuncties moeten worden berekend (MTTFd).
- Pas elementaire veiligheidsprincipes toe.
- Apparaten die voor activering van Safe Torque Off (STO) en veiligheidsrelais worden gebruikt, moeten geschikt zijn voor de geselecteerde categorie, PL of SIL.

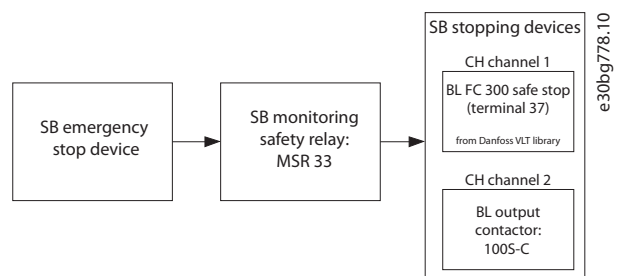
Houd bij het implementeren van de noodstop rekening met de volgende aanwijzingen:

- De toepassing en alle bijbehorende componenten moeten voldoen aan eventuele niet-veiligheidsgerelateerde normen.
- De ontwerper van de toepassing is verantwoordelijk voor het selecteren van de juiste componenten.
- De kabel die in Afbeelding 5.5 vet wordt weergegeven, moet tegen kortsluiting zijn beveiligd volgens ISO 13849-2 tabel D.4.
- Om te voldoen aan PL e moeten de MTTFd en DC voor de volledige veiligheidsfunctie worden berekend.

Deze configuratie kan worden gebruikt als er een dubbel, positief werkend schakelapparaat wordt gebruikt.

#### Implementatie in SISTEMA met behulp van de Danfoss VLT®-bibliotheek

Gebruik bijvoorbeeld het blok 'VLT® AutomationDrive FC 302 (klem 37)'. Het is niet nodig om alle in de bibliotheek ingestelde parameters te bewerken.

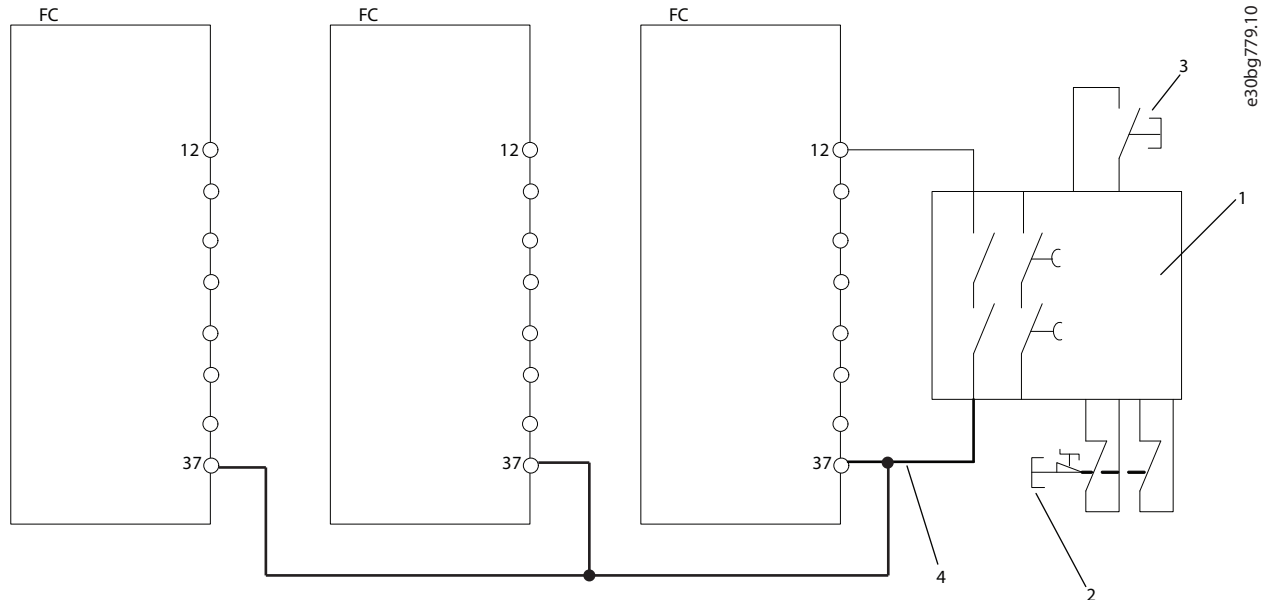


Afbeelding 5.6 Veiligheidsgerelateerd blokschema



## 5.5 Noodstop van meerdere frequentieregelaars – categorie 3, PL d, SIL 2

Afbeelding 5.7 toont een toepassingsvoorbeeld van een noodstop van meerdere frequentieregelaars – categorie 3, PL d, SIL 2



e30bg779.10

1	Veiligheidsrelais (categorie 3, PL d of SIL 2)
2	Noodstopknop
3	Resetknop
4	Kabel met kortsluitbeveiliging (indien niet in IP 54-installatiekast). Zie ISO 13849-2 tabel D.4 voor meer informatie.

Afbeelding 5.7 Noodstop van meerdere frequentieregelaars – categorie 3, PL d, SIL 2

### Veiligheidsfunctie

In een noodsituatie wordt de noodstopvoorziening geactiveerd. De Safe Torque Off (STO)-functie van de frequentieregelaar wordt geactiveerd. Na een stop- of noodstopcommando wordt de frequentieregelaar stopgezet.

De STO-ingangen kunnen rechtstreeks met elkaar worden verbonden als het nodig is om meerdere frequentieregelaars te regelen via dezelfde stuurlijn.

Het met elkaar verbinden van ingangen verhoogt de waarschijnlijkheid van een fout in de onveilige richting, aangezien een fout in 1 frequentieregelaar ertoe kan leiden dat alle frequentieregelaars worden ingeschakeld. De kans op een fout is echter zo laag ( $1 \times 10^{-10}$  per uur) dat de resulterende waarschijnlijkheid bij een realistisch aantal frequentieregelaars nog steeds voldoet aan de vereisten van SIL 2. Het wordt aangeraden om niet meer dan 20 ingangen parallel aan te sluiten.

### **LET OP**

Bij gebruik van een interne 24 V DC-voeding (klem 12) is het aantal parallelle ingangen (klem 37) beperkt tot 3, zodat het beschikbare uitgangsvermogen niet wordt overschreden.

### Ontwerpkenmerken

- Het circuit is te gebruiken tot en met categorie 3, PL d of SIL 2.
- Voor PL d geldt dat de volledige veiligheidsfuncties moeten worden berekend (MTTFd).
- Pas elementaire veiligheidsprincipes toe.
- Apparaten die voor activering van Safe Torque Off (STO) en veiligheidsrelais worden gebruikt, moeten geschikt zijn voor de geselecteerde categorie, PL of SIL.

Houd bij het implementeren van de noodstop rekening met de volgende aanwijzingen:

- De toepassing en alle bijbehorende componenten moeten voldoen aan eventuele niet-veiligheidsgerelateerde normen.
- De ontwerper van de toepassing is verantwoordelijk voor het selecteren van de juiste componenten.
- De kabel die in *Afbeelding 5.7* vet wordt weergegeven, moet tegen kortsluiting zijn beveiligd volgens ISO 13849-2 tabel D.4.
- Om te voldoen aan PL d moeten de MTTFd en DC voor de volledige veiligheidsfunctie worden berekend.

Deze configuratie kan worden gebruikt als er een dubbel, positief werkend schakelapparaat wordt gebruikt. Afhankelijk van het veiligheidsrelais is het ook mogelijk om meerdere activeringsapparaten aan te sluiten op 1 Safe Torque Off.

**5**

#### Implementatie in SISTEMA met behulp van de Danfoss VLT®-bibliotheek

Gebruik bijvoorbeeld het subsysteem 'VLT® AutomationDrive FC 302/FCD 302 Safe Torque Off (klem 37)'. Het is niet nodig om alle in de bibliotheek ingestelde parameters te bewerken. Het subsysteem moet net zo vaak in de veiligheidsfunctie worden geplaatst als het aantal frequentieregelaars dat op de ene STO-lijn aanwezig is.



Afbeelding 5.8 Veiligheidsgerelateerd blokschema

e30bg780.10

## 6 Technische gegevens STO

### LET OP

Zie de *bedieningshandleiding* van de betreffende frequentieregelaar voor technische specificaties en bedrijfscondities van de frequentieregelaar.

### LET OP

Het STO-signaal moet worden gevoed via SELV of PELV.

Europese richtlijnen	Machinerichtlijn (2006/42/EG)	EN-ISO 13849-1	
		EN-IEC 62061	
		EN-IEC 61800-5-2	
	EMC-richtlijn (2014/30/EU)	EN 50011	
		EN 61000-6-3	
		EN 61800-3	
Laagspanningsrichtlijn (2014/35/EU)	EN 50178		
	EN 61800-5-1		
Veiligheidsnormen	Veiligheid van machines	EN-ISO 13849-1, IEC 62061, IEC 60204-1	
	Functionele veiligheid	IEC 61508-1 t/m 7, IEC 61800-5-2	
Veiligheidsfunctie		IEC 61800-5-2	IEC 60204-1
		Safe Torque Off (STO)	Stopcategorie 0
Veiligheidsprestaties	<b>ISO 13849-1</b>		
	Categorie	Cat 3	
	Diagnostic Coverage (kans op detectie van fouten)	DC: 90% (medium)	
	Mean Time To Dangerous Failure – gemiddelde tijd tot gevaarlijke uitval	MTTFd: 14000 jaar (hoog)	
	Prestatieniveau	PL d	
	<b>IEC 61508/IEC 62061</b>		
	Safety Integrity Level (veiligheidsintegriteitsniveau)	SIL 2, SIL CL2	
	Waarschijnlijkheid van gevaarlijke uitval per uur	PFH: 1E-10/h; 1E-8/h voor specifieke uitvoeringen <sup>1,2)</sup> (high-demand-modus)	
	Waarschijnlijkheid van gevaarlijke uitval bij activering	PFD: 1E-10; 1E-4 voor specifieke uitvoeringen <sup>1,2)</sup> (low-demand-modus)	
	Hardware Fault Tolerance (hardwarefouttolerantie)	HFT: 0 (1oo1)	
	Prooftestinterval T1	20 jaar	
	Levensduur TM	20 jaar	
	Reactietijd	Responstijd ingang naar uitgang	Maximaal 20 ms, 60 ms voor specifieke uitvoeringen <sup>1,2)</sup>

Tabel 6.1 Technische gegevens

1) VLT® HVAC Drive FC 102, VLT® Refrigeration DriveFC 103, VLT® AQUA Drive FC 202 en VLT® AutomationDrive FC 301/FC 302 High Power Drives met behuizingsgrootte F:

- 400 V: 450/500 kW (600/650 pk) – 800/1000 kW (1075/1350 pk) (hoge overbelasting/normale overbelasting).
- 690 V: 630/710 kW (850/950 pk) – 1800/2000 kW (2400/2700 pk) (hoge overbelasting/normale overbelasting).

2) VLT® Parallel Drive Modules:

- 400 V: 250/315 kW (350/450 pk) – 800/1000 kW (1200/1350 pk) (hoge overbelasting/normale overbelasting).
- 690 V: 315/400 kW (350/400 pk) – 1000/1200 kW (1150/1350 pk) (hoge overbelasting/normale overbelasting).

## Trefwoordenregister

<b>A</b>	
Activering.....	9
Afkortingen.....	4
Afsluiting.....	9
Alarm.....	9
Automatische herstart.....	9, 10
<b>B</b>	
Beschikbare opties.....	9
Besturingssysteem.....	5
Beveiliging.....	8
<b>C</b>	
Certificeringen.....	3
Commando.....	5
Conventies.....	4
<b>E</b>	
Externe beveiligingen.....	9
<b>G</b>	
Gekwalificeerd personeel.....	5
Goedkeuringen.....	3
<b>H</b>	
Herstart voorkomen.....	9, 10
Herstartgedrag.....	9
<b>I</b>	
Identificatie.....	2
Inbedrijfstellingstest.....	10
Installatie.....	8
<b>M</b>	
Mechanische rem.....	10
<b>N</b>	
Normen en conformiteit.....	3
<b>O</b>	
Onbedoelde start voorkomen.....	9
Onderhoud.....	10
<b>P</b>	
Parameterinstellingen.....	9

## S

Signaal.....	5, 8
SIL CL2.....	3
SIL2.....	3
SISTEMA-gegevens.....	12
Symbolen.....	4

## T

Technische gegevens.....	17
Thermistorkaart.....	8
Toepasselijke producten.....	2

## U

Uitgang.....	8
Uitschakelkanaal.....	8

## V

Veiligheidsschakelaar.....	8
Veiligheidssensor.....	8



.....  
Danfoss kan niet verantwoordelijk worden gesteld voor mogelijke fouten in catalogi, handboeken en andere documentatie. Danfoss behoudt zich het recht voor zijn producten zonder voorafgaande kennisgeving te wijzigen. Dit geldt eveneens voor reeds bestelde producten, mits zulke wijzigingen aangebracht kunnen worden zonder dat veranderingen in reeds overeengekomen specificaties noodzakelijk zijn. Alle in deze publicatie genoemde handelsmerken zijn eigendom van de respectievelijke bedrijven. Danfoss en het Danfoss-logo zijn handelsmerken van Danfoss A/S. Alle rechten voorbehouden.  
.....

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

