



운전 지침서 Safe Torque Off

VLT[®] Frequency Converter



차례

1 소개	2
1.1 설명서의 용도	2
1.2 추가 리소스	2
1.3 기능 개요	2
1.4 승인 및 인증	2
1.5 기호, 약어 및 규약	3
2 안전	4
2.1 안전 기호	4
2.2 공인 기사	4
2.3 안전 주의사항	4
3 설치	6
3.1 안전 지침	6
3.2 STO 설치	6
3.3 VLT® PTC Thermistor Card MCB 112와 함께 설치	7
4 작동방법	8
4.1 안전 지침	8
4.2 STO의 활성화	8
4.3 VLT® PTC Thermistor Card MCB 112와 STO를 함께 설치하는 경우의 파라미터 설정	8
4.4 자동/수동 재기동 동작	8
4.5 STO 작동 시험	8
4.6 시스템 구성 보안	9
4.7 서비스 및 유지보수	9
5 적용 예	10
5.1 SISTEMA 데이터	10
5.2 Safe Torque Off를 이용한 AC 드라이브의 비상 정지 - 부문 1, PL c, SIL 1	10
5.3 Safe Torque Off와 안전 릴레이를 이용한 AC 드라이브의 비상 정지 - 부문 3, PL d, SIL 2	11
5.4 Safe Torque Off, 안전 릴레이 및 출력 콘택터를 이용한 AC 드라이브의 비상 정지 - 부문 4, PL e, SIL 3	12
5.5 여러 AC 드라이브의 비상 정지 - 부문 3, PL d, SIL 2	13
6 STO 기술 자료	15
인덱스	16

1 소개

1.1 설명서의 용도

본 설명서는 기능 안전 어플리케이션에서의 덴포스 VLT® AC 드라이브 사용에 관한 정보를 제공합니다. 본 설명서에는 기능 안전 표준, 덴포스 VLT® AC 드라이브 Safe Torque Off (STO) 기능, 관련 설치 및 시운전뿐만 아니라 STO 관련 서비스 및 유지보수에 관한 정보가 수록되어 있습니다.

VLT®는 등록 상표입니다.

1.2 추가 리소스

본 설명서는 VLT® AC 드라이브에 이미 익숙한 사용자를 대상으로 합니다. 다음 웹사이트에서 다운로드할 수 있는 각종 설명서와 지침서의 보충 자료로 사용됩니다. drives.danfoss.com/knowledge-center/technical-documentation/. 제품을 설치하기 전에 AC 드라이브 및/또는 AC 드라이브 옵션과 함께 제공된 지침서를 읽어 보고 안전한 설치를 위해 지침서를 준수합니다.

1.3 기능 개요

1.3.1 소개

Safe Torque Off (STO) 기능은 안전 제어 시스템의 구성품입니다. STO는 모터를 회전하는 데 필요한 전력이 제품에 발생되지 않도록 방지합니다.

주의 사항

원하는 레벨의 운전 안전성을 확보하기에 적절한 구성품을 선택하고 이를 안전 제어 시스템에 적용합니다. STO 기능과 안전 레벨이 알맞고 충분한지 여부를 판단하기 위해서는 설비에 STO를 통합하고 사용하기 전에 전반적인 설비의 위험도 분석을 수행합니다.

VLT® AC 드라이브에는 다음이 제공됩니다.

- EN IEC 61800-5-2에서 정의한 Safe Torque Off (STO).
- EN 60204-1에서 정의한 정지 부문 0.

AC 드라이브는 제어 단자 37을 통해 STO 기능을 통합합니다.

STO 기능이 있는 VLT® AC 드라이브는 다음의 요건에 적합하도록 설계 및 인증되었습니다.

- EN ISO 13849-1의 부문 3.
- EN ISO 13849-1의 성능 레벨 "d".
- IEC 61508 및 EN 61800-5-2의 SIL 2.
- EN 62061의 SILCL 2.

1.3.2 해당 제품 및 ID

STO 기능은 다음과 같은 유형의 AC 드라이브에 사용할 수 있습니다.

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

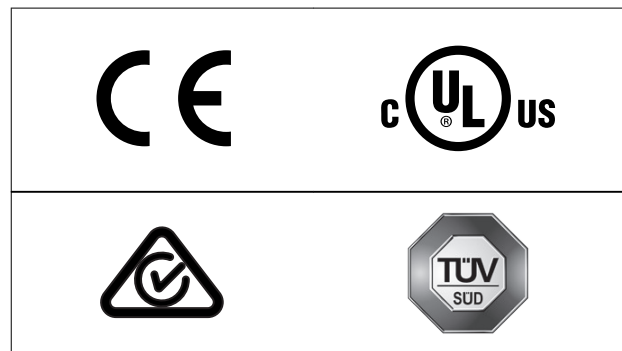
ID

- 명판에 있는 제품 유형 코드를 확인하여 AC 드라이브에 STO 기능이 구성되어 있는지 확인합니다(표 1.1 참조).

제품	유형 코드
VLT® HVAC Drive FC 102	유형 코드의 18번째 자리가 T 또는 U
VLT® Refrigeration Drive FC 103	유형 코드의 18번째 자리가 T
VLT® AQUA Drive FC 202	유형 코드의 18번째 자리가 T 또는 U
VLT® AutomationDrive FC 301 외함 용량 A1	유형 코드의 18번째 자리가 T
VLT® AutomationDrive FC 302	유형 코드의 18번째 자리가 X, B 또는 R
VLT® Decentral Drive FCD 302	유형 코드의 18번째 자리가 X, B 또는 R
VLT® Parallel Drive Modules	유형 코드의 18번째 자리가 T 또는 U

표 1.1 유형 코드 ID

1.4 승인 및 인증



더욱 다양한 승인 및 인증이 제공됩니다. 가까운 덴포스 협력업체에 문의하시기 바랍니다.

1.4.1 적용된 표준 및 준수

단자 37의 STO를 사용하기 위해서는 사용자가 관련 법률, 규정 및 지침 등 안전에 관한 모든 조항을 충족해야 합니다.

통합된 STO 기능은 다음과 같은 표준을 준수합니다.

- IEC/EN 60204-1: 2016 정지 부문 0 - 비제어 정지
- IEC/EN 61508: 2010 SIL2
- IEC/EC 61800-5-2: 2016
- IEC/EN 62601: 2015 SIL CL2
- EN ISO 13849-1: 2015 부문 3 PL d

1.5 기호, 약어 및 규약

약어	지령	설명
B _{10d}		위험측 고장이 있는 구성품이 10%가 될 때까지의 주기수(공압식 및 전자기계식 구성품에 해당).
Cat.	EN ISO 13849-1	Category(부분), “B, 1-4” 레벨
CCF		Common Cause Failure(공통 원인 고장)
DC		Diagnostic Coverage(진단 범위)의 약자로, 최저값, 중간값 및 최고값으로 구분.
FIT		Failure In Time(고장 시간): 1E-9/h
HFT	EN IEC 61508	Hardware Fault Tolerance(하드웨어 결함 허용 오차): HFT = n은 n+1 결함이 안전 기능 고장을 유발할 수 있음을 의미합니다.
MTTF _d	EN ISO 13849-1	Mean Time To Failure - dangerous(평균 고장 간격 시간). 단위: 연수로, 최저값, 중간값 및 최고값으로 구분.
PFH	EN IEC 61508	Probability of Dangerous Failures per Hour(시간당 고장률). 운전 요구가 많거나 운전 지속 모드에서 안전 장치가 운전되는 경우 이 값을 고려합니다. 이때 안전 관련 시스템의 운전 요구 주기는 1년에 1회 이상입니다.
PFD	EN IEC 61508	요구에 따른 평균 고장률, 요구가 적은 운전에서 사용된 값.
PL	EN ISO 13849-1	예측 가능한 조건 하에서 안전 기능을 수행하도록 제어 시스템의 안전 관련 부품의 성능을 지정하는데 사용되는 이산 레벨. 레벨은 a부터 e까지로 구분.
PL _r		Required Performance Level(요구 성능 레벨)(특정 안전 기능에 필요한 성능 레벨).
SIL	EN IEC 61508 EN IEC 62061	Safety Integrity Level(안전 무결성 레벨)
STO	EN IEC 61800-5-2	Safe Torque Off
SS1	EN IEC 61800-5-2	안전 정지 1
SRECS	EN IEC 62061	Safety-Related Electrical Control System(안전 관련 전기 제어 시스템)
SRP/CS	EN ISO 13849-1	Safety-Related Parts of Control Systems(제어 시스템의 안전 관련 부품)
PDS/SR	EN IEC 61800-5-2	Power Drive System (Safety-related)(고출력 드라이브 시스템(안전 관련))

표 1.2 기능 안전 관련 약어

규약

번호 목록은 절차를 의미합니다. 글머리 기호(Bullet) 목록은 기타 정보 및 그림 설명을 의미합니다.

기울임꼴 텍스트는 다음을 의미합니다.

- 상호 참조
- 링크.
- 파라미터명.
- 각주.
- 파라미터 그룹.
- 파라미터 옵션.
- 알람/경고.

도면의 모든 치수는 미터법과 (괄호 안의) 야드파운드법으로 표기되어 있습니다. 예: mm (in). 별표(*)는 파라미터의 초기 설정을 나타냅니다.

2 안전

2

2.1 안전 기호

본 지침서에 사용된 기호는 다음과 같습니다.

⚠경고

사망 또는 중상으로 이어질 수 있는 잠재적으로 위험한 상황을 나타냅니다.

⚠주의

경상 또는 중등도 상해로 이어질 수 있는 잠재적으로 위험한 상황을 나타냅니다. 이는 또한 안전하지 않은 실제 상황을 알리는 데도 이용될 수 있습니다.

주의 사항

장비 또는 자산의 파손으로 이어질 수 있는 상황 등의 중요 정보를 나타냅니다.

2.2 공인 기사

입증된 기술을 갖춘 사람만 제품의 조립, 설치, 프로그래밍, 시운전, 유지보수 및 해체가 허용됩니다. 입증된 기술을 갖춘 사람이란 다음을 의미합니다.

- 공인 전기 기사 또는 공인 전기 기사로부터 교육을 받은 사람이며 안전 기술 관련 일반 표준 및 지침에 따라 장치, 시스템, 플랜트 및 기계류를 작동하기에 충분한 경험을 가진 사람.
- 건강 및 안전/사고 방지와 관련된 기본 규정에 익숙한 사람.
- 본 설명서에 제공된 안전 지침뿐만 아니라 AC 드라이브의 사용 설명서에 제공된 지침을 읽고 이해한 사람
- 특정 어플리케이션에 적용할 수 있는 일반 표준 및 전문가 표준을 숙지한 사람.

고출력 드라이브 시스템(안전 관련)(PDS(SR)) 사용자는 다음에 대해 책임이 있습니다.

- 어플리케이션의 유해성 및 위험 분석.
- 필요한 안전 기능 파악 및 각 기능에 대한 SIL 또는 PLr 할당.
- 기타 하위 시스템 및 그 시스템의 신호 및 명령의 유효성.
- 적절한 안전 관련 제어 시스템(하드웨어, 소프트웨어, 파라미터화 등)의 설계.

보호 조치

- 숙련된 공인 기사만 안전 엔지니어링 시스템의 설치 및 시운전이 허용됩니다.
- IEC 60529에 따라 IP54 캐비닛에 AC 드라이브를 설치하거나 그와 동등한 환경에 설치합니다. 특수 어플리케이션에서 보다 높은 IP 보호 등급이 필요할 수 있습니다.
- 안전 옵션과 외부 안전 장치 간의 케이블은 ISO 13849-2 표 D.4에 따라 단락 회로 보호가 되어야 합니다. 외부 힘에 의해 모터 축이 영향을 받는 경우(예컨대, 일시 정지된 부하), 위험 요인을 제거하기 위해 추가적인 조치(예컨대, 안전 유지 제동)가 필요합니다.

2.3 안전 주의사항

일반 안전 주의 사항은 관련 사용 설명서/지침서의 안전 장을 참조하십시오.

⚠주의

STO 설치 이후 **장을 4.5 STO 작동 시험에 명시되어 있는 바와 같이 작동 시험을 수행합니다.** 작동 시험 통과는 첫 번째 설치 후와 안전 설비를 변경할 때마다 그 후에 필수 조건입니다.

⚠경고

사망 및 중상의 위험

외부의 힘이 모터에 작용하는 경우(예를 들어, 수직 축(부유 부하)이고 중력에 의한 움직임 등 의도하지 않은 움직임이 있는 경우) 위험이 야기될 수 있으므로 낙하 보호를 위한 추가적인 수단을 모터에 장착해야 합니다. 예를 들어, 기계식 제동 장치를 추가로 설치합니다.

⚠경고

사망 및 중상의 위험

STO(단자 37에서 24VDC 전압 공급 차단)는 전기적으로 안전하지 않습니다. STO 기능 자체는 EN 60204-1에 규정된 대로 응급 정지 기능을 구현하기에 충분하지 않습니다. 응급 정지에는 추가적인 콘택터로 주전원을 차단하는 등 전기적인 절연 조치가 필요합니다.

⚠경고**감전 위험**

STO 기능은 AC 드라이브 또는 보조 회로에서 주전원 전압을 분리하지 않습니다. 주전원 전압 공급을 분리하고 관련 **사용 설명서/지침서**의 안전 장에 수록된 대로 방전 소요 시간까지 기다린 후에 AC 드라이브나 모터의 전기 부품 관련 작업을 수행해야 합니다. 제품에서 주전원 전압 공급을 분리하지도 못하고 지정된 시간 동안 기다리지도 못하면 사망 또는 중상으로 이어질 수 있습니다.

- STO 기능을 사용하여 AC 드라이브를 정지하지 마십시오. 구동 중인 AC 드라이브가 이 기능을 통해 정지되면 제품이 트립되고 코스팅 정지됩니다. 예를 들어, 위험을 야기하기 때문에 이러한 제한이 허용되지 않는 경우에는 STO 기능을 사용하기 전에 적절한 정지 모드를 사용하여 AC 드라이브와 장비를 정지합니다. 어플리케이션에 따라 기계식 제동 장치가 필요할 수 있습니다.
- STO는 AC 드라이브 시스템이나 영향을 받은 장비의 일부에 대해 기계적인 작업을 수행하는 데 적합합니다. 이 기능은 전기적 안전성을 제공하지 않습니다. AC 드라이브의 기동 및/또는 정지를 제어하는데 STO를 사용해서는 안됩니다.

⚠주의**자동 재기동**

자동 재기동 동작은 다음 2가지 상황 중 하나에만 허용됩니다:

- 의도하지 않은 재기동 방지는 STO 설비의 다른 부품에 의해 구현됩니다.
- STO가 활성화되지 않으면 위험 영역에 있다는 점이 물리적으로 배제될 수 있습니다. 특히 ISO 12100:2010의 6.3.3.2.5 단락을 준수해야 합니다.

⚠경고**사망 및 중상의 위험**

STO 기능은 비동기식, 동기식 및 영구 자석 모터에 사용할 수 있습니다. AC 드라이브의 전력용 반도체에서 두 가지 결함이 발생할 수 있습니다. 동기식 또는 영구 자석 모터를 사용하는 경우 잔류 회전이 발생하여 결합으로 이어질 수 있습니다. 회전은 각도 = $360 / (\text{극 수})$ 로 계산될 수 있습니다. 동기식 또는 영구 자석 모터를 사용하는 경우에는 이 잔류 회전 문제를 고려해야 하지만 안전 위험에 노출될 정도는 아닙니다. 이 상황이 비동기식 모터에는 해당되지 않습니다.

주의 사항

각각의 정지 기능에 대한 위험 평가를 수행하여 EN 60204-1에 따른 정지 부문을 선택합니다.

- 정지 부문 0은 액츄에이터의 전원을 즉각적으로 제거할 때 충족되며 이는 비제어 코스팅 정지로 이어집니다. EN 61800-5-2에 따른 STO는 정지 부문 0 정지를 충족합니다.
- 정지 부문 1은 장비 액츄에이터에 전원을 사용할 수 있을 때 충족되며 정지로 이어집니다. EN 61800-5-2 안전 정지 1 (SS1)에 따라 정지가 충족될 때 액츄에이터에서 전원이 제거됩니다.
- 정지 부문 2는 장비 액츄에이터에 전원을 사용할 수 있는 제어 정지입니다. 전원 인가 상태의 유지 위치는 정지에 따라 달라집니다.

주의 사항

장비 어플리케이션을 설계할 때 코스팅 정지(정지 부문 0 또는 STO)는 타이밍 및 간격을 고려해야 합니다. 정지 부문에 관한 자세한 정보는 EN 60204-1을 참조하십시오.

3 설치

3.1 안전 지침

3

⚠ 주의

전기에 의한 위험

사용자 또는 전기 설치업자는 올바른 접지 및 모든 관련 국제/국내 안전 규정의 준수에 대한 책임이 있습니다.

장을 2 안전 및 관련 AC 드라이브 사용 설명서/지침서를 참조하십시오. 또한 모터 제조업체에서 제공한 지침을 항상 준수합니다.

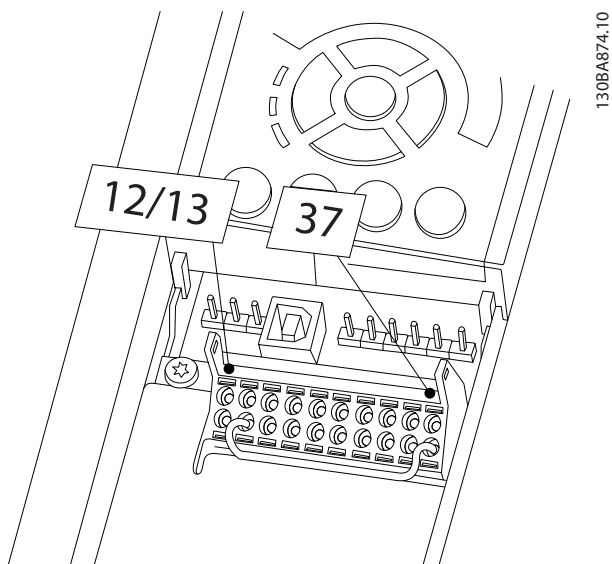
3.2 STO 설치

모터 연결, 교류 주전원 연결 및 제어 배선은 AC 드라이브의 사용 설명서/지침서에 수록된 안전 설치 관련 지침을 따릅니다.

Ex-인증 VLT® PTC Thermistor Card MCB 112와 함께 설치하는 경우 장을 3.3 VLT® PTC Thermistor Card MCB 112와 함께 설치를 참조하십시오.

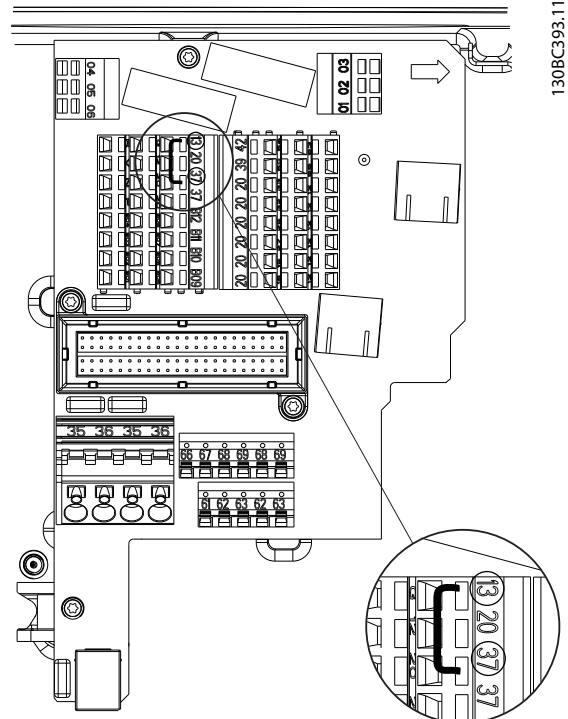
통합된 STO를 다음과 같이 활성화합니다.

1. 제어 단자 37과 12 또는 13 사이의 접퍼 와이어를 분리합니다. 접퍼를 절단하거나 차단하는 것만으로는 단락을 피할 수 없습니다. (그림 3.1의 접퍼 참조)



130BA874.10

그림 3.1 단자 12/13 (24 V)과 37 간의 접퍼(FCD 302)를 제외한 모든 AC 드라이브)



130BC393.11

그림 3.2 단자 13 (24 V)과 37 간의 접퍼(FCD 302)

2. 예를 들어, NO 안전 기능을 통해 외부 안전 감시 릴레이를 단자 37(STO)과 단자 12 또는 13(24 V DC)에 연결합니다. 연결 및 적용 예는 장을 5 적용 예에서 확인할 수 있습니다.
3. AC 드라이브의 사용 설명서/지침서에 수록된 지침에 따라 배선을 완료합니다.

3.3 VLT® PTC Thermistor Card MCB 112와 함께 설치

주의 사항

VLT® PTC Thermistor Card MCB 112와 STO 기능의 조합은 VLT® HVAC Drive FC 102, VLT® AQUA Drive FC 202, VLT® AutomationDrive FC 302 및 VLT® AutomationDrive FC 301 외함 용량 A1에서만 사용할 수 있습니다.

VLT® PTC Thermistor Card MCB 112는 단자 37을 자체 안전 관련 차단 채널로 사용합니다.

- STO를 활성화하는 안전 관련 센서(예를 들어, 비상 정지 버튼 및 안전 보호 스위치)와 AND 논리로 MCB 112의 출력 X44/12를 연결해야 합니다. 이는 MCB 112 출력 X44/12의 신호와 안전 관련 센서의 신호가 모두 높음일 때만 STO 단자 37에 대한 출력이 높음(24V)을 의미합니다. 두 신호 중 하나 이상이 낮음이면 단자 37에 대한 출력 또한 낮음이어야 합니다.
- AND 논리를 가진 안전 장치는 필요한 안전 레벨을 준수해야 합니다.
- 안전 AND 논리를 가진 안전 장치의 출력에서 STO 단자 37까지의 연결을 단락 보호합니다. 그림 3.3 참조.

그림 3.3은 외부 안전 장치의 재기동 입력을 나타냅니다. 이러한 설치에서 이는 파라미터 5-19 Terminal 37 Safe Stop가 값 [7] PTC 1 및 릴레이 W 또는 [8] PTC 1 및 릴레이 A/W로 설정될 수 있음을 의미합니다. 자세한 정보는 VLT® PTC Thermistor Card MCB 112 사용 설명서를 참조하십시오.

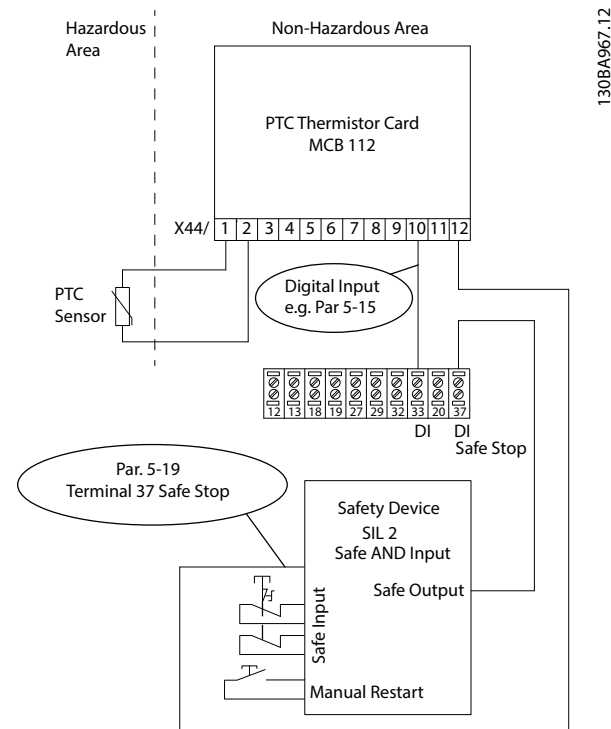
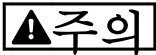


그림 3.3 STO 어플리케이션과 MCB 112 어플리케이션을 함께 사용하는 경우

4 작동방법

4.1 안전 지침



전기에 의한 위험

사용자 또는 전기 설치업자는 올바른 접지 및 모든 관련 국제/국내 안전 규정의 준수에 대한 책임이 있습니다.

장을 2 안전 및 관련 AC 드라이브 사용 설명서/지침서를 참조하십시오. 또한 모터 제조업체에서 제공한 지침을 항상 준수합니다.

4.2 STO의 활성화

STO 기능은 AC 드라이브의 단자 37에서 전압을 제거하여 활성화됩니다. 안전 지연을 제공하는 외부 안전 장치에 AC 드라이브를 연결하여, 안전 정지 1에 의거, 설치할 수 있습니다. 외부 안전 장치는 단자 37에 연결될 때 부문/PL 또는 SIL을 충족해야 합니다. STO 기능은 비동기식, 동기식 및 영구 자석 모터에 사용할 수 있습니다.

STO 기능(단자 37)이 활성화되면 AC 드라이브에서 알람이 발생하고 제품이 트립되며 모터가 코스팅 정지됩니다. 수동 재기동이 필요합니다. STO 기능을 사용하여 응급 정지 상황에서 AC 드라이브를 정지합니다. STO가 필요 없는 정상 운전 모드에서는 대신 기본 정지 기능을 사용합니다. 자동 재기동 기능을 사용하기 전에 ISO 12100 6.3.3.2.5절에 따른 요건을 충족해야 합니다.

4.3 VLT® PTC Thermistor Card MCB 112와 STO를 함께 설치하는 경우의 파라미터 설정

MCB 112가 연결되면 파라미터 5-19 Terminal 37 Safe Stop에서 선택 항목을 추가로 사용할 수 있습니다 ([4] PTC 1 알람 ~ [9] PTC 1 및 릴레이 W/A).

- 선택 항목 [1]* 안전 정지 알람과 [3] 안전 정지 경고를 계속 사용할 수 있지만 MCB 112 또는 외부 안전 장치 없이 설치하는 경우에는 사용하지 않습니다.
[1]* 안전 정지 알람 또는 [3] 안전 정지 경고가 선택되고 MCB 112가 동작하면 AC 드라이브는 알람 72, 실패모터사용에 반응하고 자동 재기동 없이 모터를 안전하게 코스팅 정지합니다.
- 외부 안전 장치를 사용하는 경우에는 [4] PTC 1 알람과 [5] PTC 1 경고를 선택하지 마십시오. 이러한 항목은 MCB 112가 STO를 사용하는 경우에만 선택합니다.

[4] PTC 1 알람 또는 [5] PTC 1 경고가 선택되고 외부 안전 장치가 STO를 실행하면 AC 드라이브는 알람 72, 실패모터사용을 발령하고 자동 재기동 없이 모터를 안전하게 코스팅 정지합니다.

- 외부 안전 장치와 MCB 112를 함께 사용하는 경우에는 [6] PTC 1 및 릴레이 A ~ [9] PTC 1 및 릴레이 W/A를 선택합니다.



자동 재기동

외부 안전 장치가 비활성화되면 자동 재기동을 위해 선택 항목이 허용됩니다.

[7] PTC 1 및 릴레이 W 또는 [8] PTC 1 및 릴레이 A/W를 선택하기 전에 다음 사항을 확인합니다.

- 의도하지 않은 재기동 방지가 STO 설비의 다른 부품에 의해 구현됩니다. 또는
- STO가 활성화되지 않으면 위험 영역에 있다는 점이 물리적으로 배제될 수 있습니다. 특히 ISO 12100:2010의 6.3.3.2.5 단락을 준수해야 합니다.

자세한 정보는 VLT® PTC Thermistor Card MCB 112 사용 설명서를 참조하십시오.

4.4 자동/수동 재기동 동작

STO 초기 설정 상태는 의도하지 않은 재기동을 방지합니다(재기동 방지 동작). STO를 중단하고 정상 운전을 재개하려면:

1. 단자 37에 24 V DC를 다시 공급합니다.
2. (버스트신, 디지털 I/O 또는 [Reset] 키를 통해) 리셋 신호를 보냅니다.

파라미터 5-19 Terminal 37 Safe Stop의 값을 초기 설정값 [1]* 안전 정지 알람에서 값 [3] 안전 정지 경고로 변경 설정하여 STO 기능을 자동 재기동 동작으로 설정합니다.

자동 재기동은 24 V DC가 단자 37에 적용될 때 STO가 중단되고 정상 운전이 재개됨을 의미합니다. 리셋 신호는 필요 없습니다.

4.5 STO 작동 시험

설치 이후 최초로 운전하기 전에 STO를 사용하여 설비의 작동 시험을 수행합니다.

STO가 포함된 설비 또는 어플리케이션이 변경될 때마다 시험을 다시 수행합니다.

주의 사항

초기 설치 이후와 설비 변경 시마다 STO 기능의 작동 시험이 성공적으로 수행되어야 합니다.

작동 시험을 수행하려면:

- 안전 정지 후 자동 재기동이 없는 어플리케이션의 경우 **장을 4.5.1 STO 어플리케이션의 재기동 방지**의 지침을 따릅니다. 또는
- 안전 정지 후 자동 재기동이 있는 어플리케이션의 경우 **장을 4.5.2 STO 어플리케이션의 자동 재기동의 지침**을 따릅니다.

4.5.1 STO 어플리케이션의 재기동 방지

파라미터 5-19 Terminal 37 Safe Stop가 초기 설정값 [1]* 안전 정지 알람으로 설정되어 있거나 파라미터 5-19 Terminal 37 Safe Stop가 [6] PTC 1 및 릴레이 A 또는 [9] PTC 1 및 릴레이 W/A로 설정되어 STO와 VLT® PTC Thermistor MCB 112를 함께 사용하는 어플리케이션:

1. 간섭 장치를 사용하여 단자 37에서 24VDC 전압 공급을 제거하면 AC 드라이브는 모터를 구동합니다(즉, 주전원 공급은 간섭받지 않습니다).
2. 다음 사항을 확인합니다.
 - 2a 모터가 코스팅됩니다.
 - 2b 기계식 제동 장치가 활성화됩니다(연결된 경우).
 - 2c 현장 제어 패널(LCP)이 장착된 경우 **알람 68, 안전 정지가** 표시됩니다.
3. 단자 37에 24VDC를 다시 공급합니다.
4. 모터가 코스팅 상태를 유지하고 기계식 제동 장치가 (연결된 경우) 활성화되는지 확인합니다.
5. (버스트신, 디지털 입/출력, 또는 [Reset] 키를 통해) 리셋 신호를 보냅니다.
6. 모터를 다시 운전할 수 있는지 확인합니다.

주어진 단계를 모두 통과하면 작동 시험이 성공적으로 완료된 것입니다.

4.5.2 STO 어플리케이션의 자동 재기동

파라미터 5-19 Terminal 37 Safe Stop가 [3] 안전 정지 경고로 설정되어 있거나 파라미터 5-19 Terminal 37 Safe Stop가 [7] PTC 1 및 릴레이 W 또는 [8] PTC 1 및 릴레이 A/W로 설정되어 Safe Torque Off와 VLT® PTC Thermistor MCB 112를 함께 사용하는 어플리케이션:

1. 차단 장치를 통해 단자 37에서 24 V DC 전압 공급을 제거하면 AC 드라이브는 모터를 구동합니다(즉, 주전원 공급은 간섭받지 않습니다).
2. 다음 사항을 확인합니다.
 - 2a 모터가 코스팅됩니다.
 - 2b 기계식 제동 장치가 활성화됩니다(연결된 경우).
 - 2c 현장 제어 패널(LCP)이 장착된 경우 **경고 68, 안전 정지가** 표시됩니다.
3. 단자 37에 24 V DC를 다시 공급합니다.
4. 모터를 다시 운전할 수 있는지 확인합니다.

주어진 단계를 모두 통과하면 시운전 시험이 성공적으로 완료된 것입니다.

주의 사항

장을 2.3 안전 주의사항에 있는 재기동 동작에 관한 경고를 참조하십시오.

4.6 시스템 구성 보안

- 보안 조치는 사용자의 책임입니다.
- 주파수 변환기 파라미터는 비밀번호로 보호할 수 있습니다.

4.7 서비스 및 유지보수

PL d 또는 SIL2의 경우 12개월마다 기능 시험을 실시하여 STO 기능의 모든 결함 또는 고장을 감지할 필요가 있습니다. 보다 낮은 레벨의 PL 또는 SIL의 경우, 이는 권장 사항입니다.

기능 시험을 실시하려면 다음의 단계 (또는 해당 어플리케이션에 적합한 유사한 방법)를 수행합니다.

1. 단자 37에서 24 V DC 전압 공급을 분리합니다.
2. LCP에 **알람 68, 안전 정지가** 표시되는지 확인합니다.
3. AC 드라이브가 트립되는지 확인합니다.
4. 모터가 코스팅되어 완전히 정지하는지 확인합니다.
5. 모터가 기동할 수 없는지 확인합니다.
6. 단자 37에 24 V DC 전압 공급을 재연결합니다.
7. 모터가 자동으로 기동하지 않는지 또한 (버스트신, 디지털 I/O 또는 [Reset] 키를 통해) 리셋 신호를 보내야만 재기동하는지 확인합니다.

5 적용 예

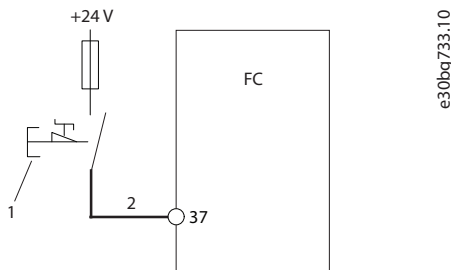
5.1 SISTEMA 데이터

SISTEMA(Safety Integrity Software Tool for the Evaluation of Machine Applications, 기계 어플리케이션의 평가를 위한 안전 무결성 소프트웨어 도구)는 ISO 13849-1과 관련하여 개발자와 시험자에게 종합적인 안전성 평가 자원과 안전 관련 기계 제어를 제공하는 소프트웨어 유틸리티입니다.

IFA(Institute for Occupational Safety and Health of the German Social Accident Insurance)의 SISTEMA 계산 도구와 함께 사용할 수 있도록 데이터 라이브러리를 통해 기능 안전 데이터를 제공하며 수동 계산을 위한 데이터 또한 제공합니다. SISTEMA는 다음 사이트에서 다운로드할 수 있습니다. www.danfoss.com/en/service-and-support/downloads/dds/sistema-safety-integrity-software-tool/#overview.

5.2 Safe Torque Off를 이용한 AC 드라이브의 비상 정지 - 부문 1, PL c, SIL 1

그림 5.1는 Safe Torque Off를 이용한 비상 정지 - 부문 1, PL c, SIL 1 적용 예를 나타냅니다.



1	비상 정지 버튼
2	단락 보호 케이블(설비 IP54 캐비닛 내부에 있는 경우 제외). 자세한 정보는 ISO 13849-2 표 D.4를 참조하십시오.

그림 5.1 Safe Torque Off를 이용한 비상 정지 - 부문 1, PL c, SIL 1

안전 기능

비상 상황이 발생한 경우, 비상 정지 장치가 활성화됩니다. AC 드라이브의 Safe Torque Off (STO) 기능이 활성화됩니다. 정지 또는 비상 정지 명령 후에 AC 드라이브가 멈춥니다.

설계 특징

- 회로는 최대 부문 1, PL c (ISO 13849-1) 또는 SIL 1 (EN 62061 및 IEC 61508)까지 사용이 가능합니다.
- Safe Torque Off (STO) 기능은 (IEC 60947-1, IEC 60947-5-1 및 IEC 60947-5-5에 따라) 하나의 NC 포지티브 운전 스위치 접점을 통해 활성화됩니다.
- PL c의 경우, 전체 안전 기능을 계산해야 합니다(MTTFd).
- 기본 안전 원칙을 사용합니다.
- Safe Torque Off (STO) 활성화에 사용되는 장치는 선택한 부문, PL 또는 SIL에 적합해야 합니다.

비상 정지를 실행할 때는 다음과 같은 정보에 유의해야 합니다.

- 해당 어플리케이션과 그 구성품은 모든 비안전 관련 표준을 충족해야 합니다.
- 적절한 구성품 선정은 어플리케이션 설계자의 책임입니다.
- 그림 5.1에서 굵게 표시된 케이블은 ISO 13849-2 표 D.4에 따라 단락 보호되어야 합니다.
- PL c를 충족하려면 전체 안전 기능의 MTTFd 및 DC를 계산해야 합니다.
- 비상 정지 장치의 B_{10d} 값을 알 수 있어야 합니다. B_{10d} 값은 PL c에 따라 MTTFd를 충족할 수 있도록 충분히 높아야 합니다.

덴포스 VLT® 라이브러리를 사용하여 SISTEMA에서 실행하는 방법

예를 들어, 하위시스템 “VLT® AutomationDrive FC 302/FCD 302 Safe Torque Off (단자 37)”를 사용합니다. 라이브러리에 설정되어 있는 모든 파라미터를 편집할 필요는 없습니다.

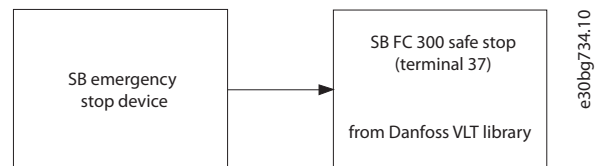
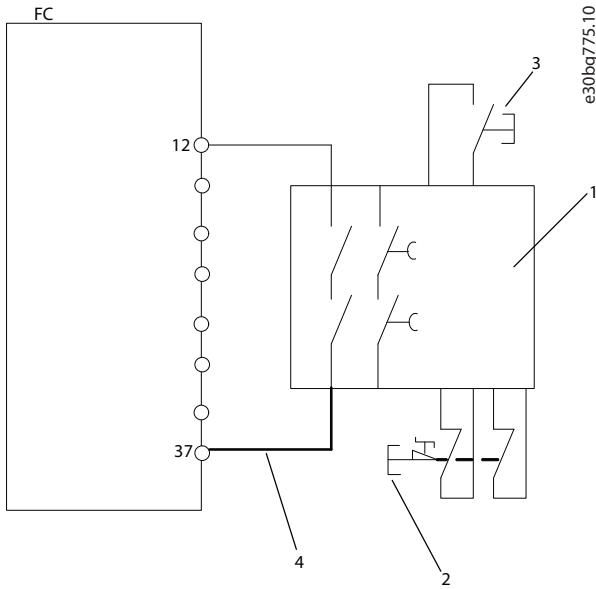


그림 5.2 안전 관련 블록 다이어그램

5.3 Safe Torque Off와 안전 릴레이를 이용한 AC 드라이브의 비상 정지 - 부문 3, PL d, SIL 2

그림 5.3는 Safe Torque Off와 안전 릴레이를 이용한 비상 정지 - 부문 3, PL d, SIL 2 적용 예를 나타냅니다.



1	안전 릴레이(부문 3, PL d 또는 SIL 2)
2	비상 정지 버튼
3	리셋 버튼
4	단락 보호 케이블(설비 IP54 캐비닛 내부에 있는 경우 제외). 자세한 정보는 ISO 13849-2 표 D.4를 참조하십시오.

그림 5.3 안전 부문 3/PL “d”(ISO 13849-1) 또는 SIL 2(EN 62061 및 IEC 61508)에 따라 정지 부문 0 (EN 60204-1)을 준수하는 설치 예시.

안전 기능

비상 상황이 발생한 경우, 비상 정지 장치가 활성화됩니다. AC 드라이브의 Safe Torque Off (STO) 기능이 활성화됩니다. 정지 또는 비상 정지 명령 후에 AC 드라이브가 멈춥니다.

설계 특징

- 회로는 최대 부문 3, PL d (ISO 13849-1) 또는 SIL 2 (EN 62061 및 IEC 61508)까지 사용이 가능합니다.
- PL d의 경우, 전체 안전 기능을 계산해야 합니다(MTTFd).
- 기본 안전 원칙을 사용합니다.
- Safe Torque Off (STO)와 안전 릴레이의 활성화에 사용되는 장치는 선택한 부문 PL 및 SIL에 적합해야 합니다.

비상 정지를 실행할 때는 다음과 같은 정보에 유의해야 합니다.

- 해당 어플리케이션과 그 구성품은 모든 비안전 관련 표준을 충족해야 합니다.
- 적절한 구성품 선정은 어플리케이션 설계자의 책임입니다.
- 그림 5.3에서 굵게 표시된 케이블은 ISO 13849-2 표 D.4에 따라 단락 보호되어야 합니다.
- PL d를 충족하려면 전체 안전 기능의 MTTFd 및 DC를 계산해야 합니다.

이중 포지티브 스위칭 장치가 사용되는 경우, 이 셋업을 사용할 수 있습니다. 안전 릴레이에 따라 여러 활성화 장치를 하나의 Safe Torque Off (STO)에 연결할 수도 있습니다.

덴포스 VLT® 라이브러리를 사용하여 SISTEMA에서 실행하는 방법

예를 들어, 하위시스템 “VLT® AutomationDrive FC 302/FCD 302 Safe Torque Off (단자 37)”를 사용합니다. 라이브러리에 설정되어 있는 모든 파라미터를 편집할 필요는 없습니다.

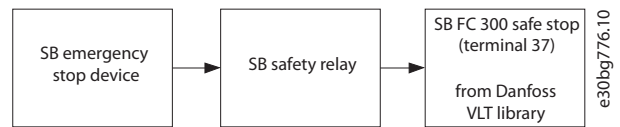
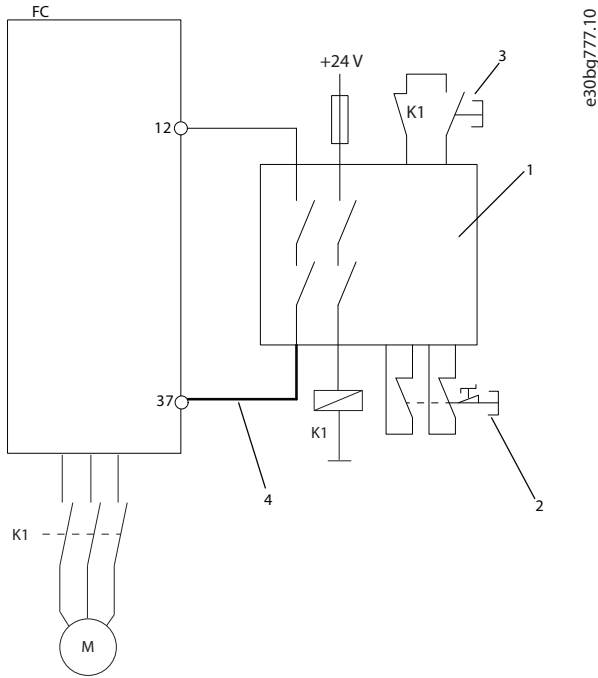


그림 5.4 안전 관련 블록 다이어그램

5.4 Safe Torque Off, 안전 릴레이 및 출력 콘택터를 이용한 AC 드라이브의 비상 정지 - 부문 4, PL e, SIL 3

그림 5.5는 Safe Torque Off, 안전 릴레이 및 출력 콘택터를 이용한 AC 드라이브의 비상 정지 - 부문 4, PL e, SIL 3 적용 예를 나타냅니다.



1	안전 릴레이 (부문 4, PL e, SIL 3)
2	비상 정지 버튼
3	리셋 버튼
4	단락 보호 케이블(설비 IP54 캐비닛 내부에 있는 경우 제외). 자세한 정보는 ISO 13849-2 표 D.4를 참조하십시오.

그림 5.5 Safe Torque Off, 안전 릴레이 및 출력 콘택터를 이용한 AC 드라이브 - 부문 4, PL e, SIL 3

안전 기능

비상 상황이 발생한 경우, 비상 정지 장치가 활성화됩니다. AC 드라이브의 Safe Torque Off (STO) 기능이 활성화됩니다. 정지 또는 비상 정지 명령 후에 AC 드라이브가 멈춥니다.

안전 제어 시스템이 PL e ISO 13849-1 또는 SIL 3 (EN 62061 및 IEC 61508)를 충족해야 하는 경우, STO 기능에 2채널 정지가 필요합니다. 하나의 채널은 AC 드라이브의 STO 입력을 통해 구현하고 또 하나의 채널은 콘택터를 통해 구현할 수 있으며 콘택터는 AC 드라이브 입력이나 출력 전원 회로에 연결할 수 있습니다. 콘택터는 그림 5.5의 K1에서와 같이 보조 가이드 접점을 통해 모니터링해야 합니다.

설계 특징

- 회로는 최대 부문 4 및 PL e까지 사용이 가능합니다.
- PL e의 경우, 전체 안전 기능을 계산해야 합니다(MTTFd).
- 기본 안전 원칙을 사용합니다.
- Safe Torque Off (STO)와 안전 릴레이의 활성화에 사용되는 장치는 선택한 부문, PL 및 SIL에 적합해야 합니다.

비상 정지를 실행할 때는 다음과 같은 정보에 유의해야 합니다.

- 해당 어플리케이션과 그 구성품은 모든 비안전 관련 표준을 충족해야 합니다.
- 적절한 구성품 선정은 어플리케이션 설계자의 책임입니다.
- 그림 5.5에서 굵게 표시된 케이블은 ISO 13849-2 표 D.4에 따라 단락 보호되어야 합니다.
- PL e를 충족하려면 전체 안전 기능의 MTTFd 및 DC를 계산해야 합니다.

이중 포지티브 스위칭 장치가 사용되는 경우, 이 셋업을 사용할 수 있습니다.

덴포스 VLT® 라이브러리를 사용하여 SISTEMA에서 실행하는 방법

예를 들어, 블록 “VLT® AutomationDrive FC 302 (단자 37)”를 사용합니다. 라이브러리에 설정되어 있는 모든 파라미터를 편집할 필요는 없습니다.

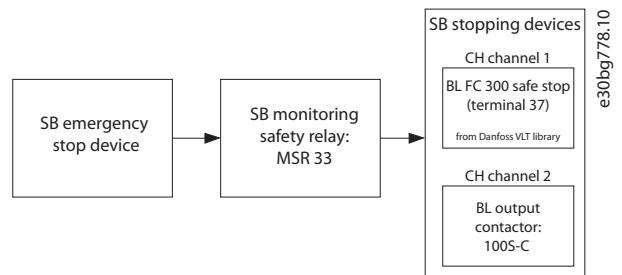
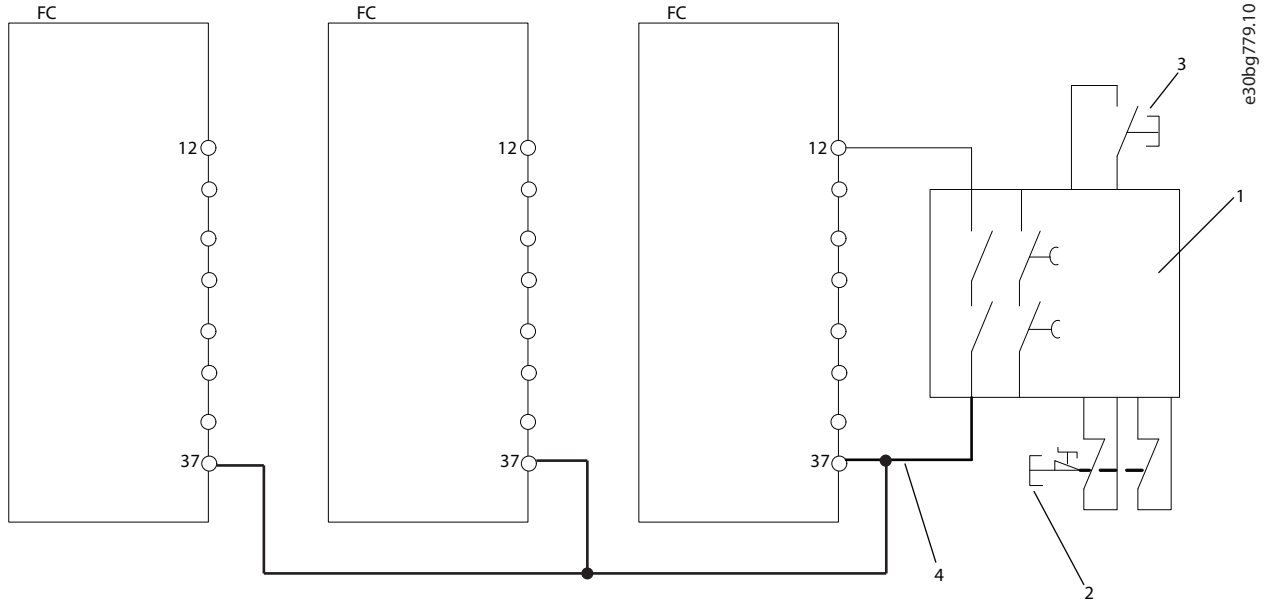


그림 5.6 안전 관련 블록 다이어그램

5.5 여러 AC 드라이브의 비상 정지 - 부문 3, PL d, SIL 2

그림 5.7는 여러 AC 드라이브의 비상 정지 - 부문 3, PL d, SIL 2 적용 예를 나타냅니다.



1	안전 릴레이(부문 3, PL d 또는 SIL 2)
2	비상 정지 버튼
3	리셋 버튼
4	단락 보호 케이블(설비 IP54 캐비닛 내부에 있는 경우 제외). 자세한 정보는 ISO 13849-2 표 D.4를 참조하십시오.

그림 5.7 여러 AC 드라이브의 비상 정지 - 부문 3, PL d, SIL 2

안전 기능

비상 상황이 발생한 경우, 비상 정지 장치가 활성화됩니다. AC 드라이브의 Safe Torque Off (STO) 기능이 활성화됩니다. 정지 또는 비상 정지 명령 후에 AC 드라이브가 멈춥니다.

동일한 제어 라인에서 여러 AC 드라이브를 제어해야 하는 경우, STO 입력을 함께 직접 연결할 수도 있습니다.

입력을 함께 연결하면 AC 드라이브 1대의 결함이 모든 AC 드라이브에 영향을 줄 수 있으므로 안전하지 않은 방향으로 결함이 발생할 확률이 증가합니다. 결함 확률이 시간당 1×10^{-10} 으로 매우 낮으므로 결과 확률은 현실적으로 적용 가능한 대수의 AC 드라이브를 기준으로 여전히 SIL2의 요구사항을 충족합니다. 병렬로 20개 이상의 입력 연결은 권장하지 않습니다.

주의 사항

내부 24 V DC 공급(단자 12) 사용 시 병렬 입력(단자 37)은 3개로 제한되며 그렇지 않은 경우에는 사용 가능한 출력 전원이 3개를 초과합니다.

설계 특징

- 회로는 최대 부문 3, PL d 또는 SIL 2까지 사용이 가능합니다.
- PL d의 경우, 전체 안전 기능을 계산해야 합니다(MTTFd).
- 기본 안전 원칙을 사용합니다.
- Safe Torque Off (STO)와 안전 릴레이의 활성화에 사용되는 장치는 선택한 부문, PL 및 SIL에 적합해야 합니다.

비상 정지를 실행할 때는 다음과 같은 정보에 유의해야 합니다.

- 해당 어플리케이션과 그 구성품은 모든 비안전 관련 표준을 충족해야 합니다.
- 적절한 구성품 선정은 어플리케이션 설계자의 책임입니다.
- 그림 5.7에서 굵게 표시된 케이블은 ISO 13849-2 표 D.4에 따라 단락 보호되어야 합니다.
- PL d를 충족하려면 전체 안전 기능의 MTTFd 및 DC를 계산해야 합니다.

이중 포지티브 스위칭 장치가 사용되는 경우, 이 셋업을 사용할 수 있습니다. 안전 릴레이에 따라 여러 활성화 장치를 하나의 Safe Torque Off에 연결할 수도 있습니다.

덴포스 VLT® 라이브러리를 사용하여 SISTEMA에서 실행하는 방법

예를 들어, 하위시스템 “VLT® AutomationDrive FC 302/FCD 302 Safe Torque Off (단자 37)”를 사용합니다. 라이브러리에 설정되어 있는 모든 파라미터를 편집할 필요는 없습니다. 단일 STO 라인에 여러 대의 AC 드라이브가 존재하는 경우가 많으므로 하위시스템은 안전 기능에 추가해야 합니다.



그림 5.8 안전 관련 블록 다이어그램

6 STO 기술 자료

주의 사항

AC 드라이브의 기술 사양 및 운전 조건은 AC 드라이브의 관련 **사용 설명서/지침서**를 참조하십시오.

주의 사항

STO 신호는 SELV 또는 PELV로 제공되어야 합니다.

유럽 규정	기계류 지침 (2006/42/EC)	EN ISO 13849-1	
		EN IEC 62061	
		EN IEC 61800-5-2	
	EMC 규정 (2014/30/EU)	EN 50011	
		EN 61000-6-3	
		EN 61800-3	
저전압 지침 (2014/35/EU)	EN 50178		
	EN 61800-5-1		
안전 표준	기계류 안전	EN ISO 13849-1, IEC 62061, IEC 60204-1	
	기능 안전	IEC 61508-1 ~ -7, IEC 61800-5-2	
안전 기능		IEC 61800-5-2	IEC 60204-1
		Safe Torque Off (STO)	정지 부문 0
안전 성능	ISO 13849-1		
	부문	부문 3	
	진단 범위	DC: 90% (중간값)	
	평균 고장 간격 시간	MTTFd: 14000년 (최고값)	
	성능 레벨	PL d	
	IEC 61508/IEC 62061		
	안전 무결성 레벨	SIL 2, SIL CL2	
	시간당 고장률	PFH: 1E-10/h; 1E-8/h(특정 제품군의 경우 ^{1), 2)} (고요구량 모드)	
	요구에 따른 고장률	PFD: 1E-10; 1E-4(특정 제품군의 경우 ^{1), 2)} (저요구량 모드)	
	하드웨어 결함 허용 오차	HFT: 0 (1oo1)	
	검증 시험 간격 T1	20년	
수명 시간 TM	20년		
반응 시간	입력-출력 응답 시간	최대 20 ms, 특정 제품군의 경우 60 ms ^{1), 2)}	

표 6.1 기술 자료

1) VLT® HVAC Drive FC 102, VLT® Refrigeration DriveFC 103, VLT® AQUA Drive FC 202 및 VLT® AutomationDrive FC 301/FC 302 고풍출력 드라이브(외함 용량 F):

- 400 V: 450/500 kW (600/650 hp) – 800/1000 kW (1075/1350 hp) (높은 과부하/정상 과부하).
- 690 V: 630/710 kW (850/950 hp) – 1800/2000 kW (2400/2700 hp) (높은 과부하/정상 과부하).

2) VLT® Parallel Drive Modules:

- 400 V: 250/315 kW (350/450 hp) – 800/1000 kW (1200/1350 hp) (높은 과부하/정상 과부하).
- 690 V: 315/400 kW (350/400 hp) – 1000/1200 kW (1150/1350 hp) (높은 과부하/정상 과부하).

인덱스

I	약
ID..... 2	약어..... 3
S	외
SIL CL2..... 3	외부 안전 장치..... 8
SIL2..... 3	유
SISTEMA 데이터..... 10	유지보수..... 9
공	의
공인 기사..... 4	의도하지 않은 재기동 방지..... 8
규	인
규약..... 3	인증..... 2
기	자
기계식 제동 장치..... 9	자동 재기동..... 8, 9
기술 자료..... 15	작
기호..... 3	작동 시험..... 9
명	재
명령..... 4	재기동 동작..... 8
선	재기동 방지..... 8, 9
선택 항목..... 8	제
설	제어 시스템..... 4
설치..... 7	중
승	중단..... 8
승인..... 2	차
신	차단 채널..... 7
신호..... 4, 7	출
써	출력..... 7
써미스터 카드..... 7	과
안	파라미터 설정..... 8
안전 관련 센서..... 7	표
안전 보호 스위치..... 7	표준 및 준수..... 3
안전 장치..... 7	해
알	해당 제품..... 2
알람..... 8	

활

활성화..... 8



.....
Danfoss는 카탈로그, 브로셔 및 기타 인쇄 자료의 오류에 대해 그 책임을 일체 지지 않습니다. Danfoss는 사전 통지 없이 제품을 변경할 수 있는 권리를 보유합니다. 이 권리는 동의할
거친 사양에 변경이 없이도 제품에 변경이 생길 수 있다는 점에서 이미 판매 중인 제품에도 적용됩니다. 이 자료에 실린 모든 상표는 해당 회사의 재산입니다. Danfoss와 Danfoss 로고
는 Danfoss A/S의 상표입니다. All rights reserved.
.....

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

