ENGINEERING
TOMORROW

설계 지침서

iC2-Micro Frequency Converters

drives.danfoss.com | iC2

목차

1 소개 및 안전

1.1 설계지침서의 용도

이 설계지침서의 대상은 다음과 같습니다.

- 프로젝트 및 시스템 엔지니어.
- 설계 컨설턴트.
- 어플리케이션 및 제품 전문가.

설계지침서는 모터 제어 및 감시 시스템에 통합할 수 있도록 iC2-Micro Frequency Converters의 성능에 대한 이해를 돕는 기술 정보를 제공합니다. 드라이브를 시스템에 통합하기 위한 설계 고려 사항 및 계획 데이터를 제공하는 것이 목적입니다. 다양한 어플리케이션 및 설비에 적합한 드라이브 및 옵션 관련 정보를 선택할 수 있습니다. 설계지침서의 자세한 제품 정보를 검토하면 최적의 기능 및 효율을 갖추고 제대로 설계된 시스템을 개발할 수 있습니다.

이 지침서는 전 세계 고객을 대상으로 합니다. 따라서, 지침서의 모든 치수는 Si와 야드파운드법으로 표기되어 있습니다.

1.2 추가 리소스

기능을 이해하고 제품을 안전하게 설치 및 작동하기 위해 추가 리소스를 사용할 수 있습니다.iC2-Micro Frequency Converters

- 운전 지침서는 드라이브의 설치 및 시운전과 관련하여 자세한 정보를 제공합니다.
- 애플리케이션 지침서는 프로그래밍 방법에 관한 정보와 자세한 파라미터 설명을 제공합니다.
- AC 드라이브에 대해 알아야 할 사실들은 www.danfoss.com에서 다운로드할 수 있습니다.
- 기타 보충 자료, 도면 및 가이드는 www.danfoss.com에서 확인할 수 있습니다.

Danfoss 제품 문서의 최신 버전은 http://drives.danfoss.com/downloads/portal/에서 다운로드할 수 있습니다.

1.3 보조 자료 및 설계

Danfoss는 제품 수명 주기 전반에 걸쳐 지원할 수 있는 통합 제품 환경에 대한 액세스를 제공합니다.

문서

iC2-Micro Frequency Converters에 대한 운전 지침서, 어플리케이션 지침서 및 설계 지침서는 www.danfoss.com에서 다운로드할 수 있습니다. 또한 인쇄된 가이드를 주문할 수도 있습니다.

도면

각 드라이브에 대해 2D 및 3D 도면과 배선 다이어그램을 표준 파일 형식으로 사용할 수 있습니다.

소프트웨어

iC2-Micro Frequency Converters에 대한 구성 파일을 사용할 수 있습니다. MyDrive® Suite는 시스템 설계에서 서비스까지 드라이브의 전체 수명 주기를 지원하는 도구를 제공합니다. MyDrive® Suite는 https://suite.mydrive.danfoss.com/에서 제공됩니다.

번호 관리 프로그램

제품 번호 관리 소프트웨어는 제품 선택에 도움을 줍니다. 공정이 완료되면 제품 번호 관리 소프트웨어는 관련 문서 및 액세서리 목록을 제공합니다.

1.4 버전 기록

본 설명서는 정기적으로 검토 및 업데이트됩니다. 개선 관련 제안은 언제든지 환영합니다.
본 설명서의 기본 언어는 영어입니다.

표 **1:** 버전 기록

버전	비고
AJ402315027937, 0101 버전	외함 용량의 경우 MA01c/MA02c/MA01a/MA02a가 출시되었습니다.[1]

[1] MA03a~MA05a에 대한 데이터는 다음 출시에서 사용할 수 있습니다.

1.5 안전 기호

본 지침서에 사용된 기호는 다음과 같습니다.

⚠ 위 험 ⚠
피하지 않을 경우, 사망 또는 중상으로 이어지는 위험한 상황을 나타냅니다.

⚠ 경 고 ⚠

피하지 않을 경우, 사망 또는 중상으로 이어질 수 있는 위험한 상황을 나타냅니다.

⚠ 주 의 ⚠

피하지 않을 경우, 경상 또는 중등도 상해로 이어질 수 있는 위험한 상황을 나타냅니다.

참 고

중요하다고 간주되나 위험과 관련이 없는 정보(예: 재산 손실과 관련된 메시지)를 나타냅니다.

1.6 의료기기

⚠ 경 고 ⚠

0 HZ에서 최대 **300 GHZ**의 주파수에 대한 전자기장으로부터의 사람 보호

AC 드라이브 및 필터는 심박 조율기 및 기타 이식된 의료 장치의 기능에 영향을 미칠 수 있는 강한 전자기 간섭을 일으킬 수 있습니다.

1.7 일반 안전 주의사항

AC 드라이브를 설치 또는 운전할 때는 지침에 수록된 안전 정보에 유의해야 합니다. 설치 및 운전에 관한 안전 지침에 관한 자세한 정보는 드라이브의 운전 지침서를 참조하십시오.

안전 운전 지침

- 드라이브는 시스템의 유일한 안전 장치로 사용하기에 적합하지 않습니다. 드라이브, 모터 및 액세서리의 추가 모니터링 및 보호 장치가 지역 안전 지침 및 사고 예방 규정에 따라 설치되었는지 확인하십시오.
- 자동 결함 리셋 기능을 활성화하거나 한계값을 변경하기 전에 재시작 후 위험한 상황이 발생하지 않도록 하십시오. 자동 리셋 기능이 활성화되면 자동 결함 리셋 후에 모터가 자동으로 기동합니다.
- 드라이브 운전 시 및 주전원이 연결되어 있는 경우에는 모든 도어와 덮개를 닫고 단자 박스를 나사로 조이십시오.
- 운전 표시기에 더 이상 불이 들어오지 않는 경우에도 드라이브 구성품과 액세서리는 계속 사용할 수 있으며 주전원에 연결할 수 있습니다.

⚠ 경 고 ⚠

안전 인식의 부족

본 지침서는 신체 상해 및 장비 또는 시스템 파손 방지에 대한 중요한 정보를 제공합니다. 이 정보를 무시할 경우 사망, 중상 또는 심각한 장비 파손으로 이어질 수 있습니다.

- 애플리케이션에 존재하는 위험 및 안전 조치를 완전히 이해하도록 하십시오.
- 드라이브에서 전기 작업을 수행하기 전에 드라이브에 연결된 모든 전원을 차단 및 태그아웃하십시오.

⚠ 경 고 ⚠

위험 전압

AC 드라이브를 AC 주전원에 연결하거나 DC 단자에 연결하면 드라이브에 위험 전압이 발생합니다. 공인 기사가 설치, 기동 및 유지보수를 수행하지 않으면 사망 또는 중상으로 이어질 수 있습니다.

- 오직 공인 기사만이 설치, 기동 및 유지보수를 수행해야 합니다.

⚠ 경 고 ⚠

방전 시간

드라이브에는 드라이브에 전원이 공급되지 않더라도 충전 상태를 유지할 수 있는 DC 링크 컨덴서가 포함되어 있습니다. 경고 표시등이 꺼져 있더라도 고전압이 있을 수 있습니다.

- 모터를 정지하고, AC 주전원과 영구 자석 모터의 연결을 해제하고, 배터리 백업장치, UPS 및 다른 드라이브에 연결된 직류단 연결장치를 포함한 DC 링크 공급을 제거합니다.
- 서비스 또는 수리 작업을 수행하기 전에 컨덴서가 완전히 방전될 때까지 기다립니다.
- 대기 시간은 *방전 시간* 표에 수록되어 있습니다.

표 **2:** 방전 시간

외함 사이즈	전압[V AC]	출력 범위 [kW(HP)]	최소 대기 시간(분)
MA01c	1x200-240	0.37-0.75 (0.5-1.0)	4
MA02c	1x200-240	1.5 (2.0)	4
MA02a	1x200-240	2.2 (3.0)	4
MA01a	3x380-480	0.37-1.5 (0.5-2.0)	4
MA02a	3x380-480	2.2-4.0 (3.0-5.5)	4
MA03a	3x380-480	5.5-7.5 (7.5-10)	4
MA04a	3x380-480	11-15 (15-20)	15
MA05a	3x380-480	18.5-22 (25-30)	15

⚠ 주 의 ⚠

내부 결함 위험

드라이브가 올바르게 닫혀 있지 않으면 드라이브의 내부 결함 시 중상으로 이어질 수 있습니다.

- 전원을 공급하기 전에 모든 안전 덮개가 제자리에 안전하게 고정되어 있는지 확인해야 합니다.

⚠ 주 의 ⚠

뜨거운 표면

일부 드라이브에는 드라이브 전원이 분리된 후에도 뜨거운 상태가 유지되는 금속 부품이 포함되어 있습니다. 드라이브의 고온 기호(황색 삼각형)를 준수하지 못하면 심각한 화상으로 이어질 수 있습니다.

- 내부 구성품은 드라이브 전원이 분리된 후에도 매우 뜨거울 수 있으므로 주의해야 합니다.
- 고온 기호(황색 삼각형)로 표시된 외부 영역을 만지지 마십시오. 드라이브를 사용 중이거나 전원을 분리한 직후에도 이 영역은 뜨겁습니다.

1.8 공인 기사

제품을 문제 없이 안전하게 운전하기 위해서는 반드시 입증된 기술을 갖춘 공인 기사가 제품의 운반, 보관, 조립, 설치, 프로그래밍, 시운전, 유지보수 및 해체해야 합니다.

입증된 기술을 갖춘 사람이란 다음을 의미합니다.

- 공인 전기 기사 또는 공인 전기 기사로부터 교육을 받은 사람이며 관련 법률 및 규정에 따라 장치, 시스템, 플랜트 및 기계류를 작동하기에 충분한 경험을 가진 사람.
- 건강 및 안전/사고 방지와 관련된 기본 규정에 익숙한 사람.
- 장치와 함께 제공되는 모든 가이드에 제공된 안전 지침, 특히 드라이브의 작동 가이드에 제공된 지침을 읽고 이해했습니다.
- 특정 어플리케이션에 적용할 수 있는 일반 표준 및 전문가 표준을 숙지한 사람.

2 승인 및 인증

2.1 제품 승인 및 인증

iC2-Micro Frequency Converters는 필수 표준 및 지침을 준수합니다. 제품에 어떤 승인 및 인증이 있는지에 대한 자세한 정보는 제품 유형 라벨 및 www.danfoss.com을 참조하십시오.

인증서 및 적합성 선언은 요청 시 또는 www.danfoss.com에서 확인할 수 있습니다.

표 **3:** 드라이브에 적용 가능한 승인 및 인증

승인	설명
CE	드라이브는 유럽 경제 지역 내 확장 단일 시장에 대한 관련 지침 및 관련 표준을 준수합니다. 자세한 정보는 표 4를 참조하십시오.
c UL us LISTED	Underwriters Laboratory(미국 보험협회 안전시험소) (UL) 마크는 표준화된 시험을 기준으로 제품의 안전성과 환경성을 인증합니다. 드라이브는 UL 61800-5-1을 준수합니다. UL 파일 번호는 제품 라벨을 참조하십시오.
c UL us LISTED	CSA/cUL 인증은 정격 전압 600 V 이하의 드라이브에 적용되는 인증입니다. 관련 UL/CSA 표준을 준수하면 관련 정보 및 표시와 함께 안전 설계를 보장하며 제공된 운전 또는 설치 지침서에 따라 드라이브를 설치 및 유지 보수할 때 장비가 전기 및 열 안전 관련 UL 표준을 충족하도록 보장합니다. 이 마크는 해당 제품이 필요한 모든 엔지니어링 및 규격 시험을 거쳤음을 인증합니다. 적합성 인증은 요청 시 제공됩니다.
UK CA	드라이브는 관련 규정 및 영국 관련 표준을 준수합니다. **UKCA 연락처 정보:** Danfoss, 22 Wycombe End, HP9 1NB, 영국
RCM	RCM 마크 라벨은 전자기 호환성(EMC)의 관련 기술 표준의 준수를 나타냅니다. RCM 마크 라벨은 전기 및 전자 장치를 호주 및 뉴질랜드에 출시하는데 필요합니다. RCM 마크 규제사항은 전도 방사 및 복사 방사만 다룹니다. 드라이브의 경우, EN/IEC 61800-3에 명시된 방사 한계가 적용됩니다. 적합성 선언은 요청 시 제공해 드릴 수 있습니다.
EAC	드라이브는 모로코 시장에 대한 관련 규정 및 관련 표준을 준수합니다. https://www.danfoss.com/en/service-and-support/에서 프랑스어 제품 가이드를 다운로드하십시오.
KC	한국 인증(KC) 마크는 제품이 관련 한국 표준을 준수함을 나타냅니다.

표 **4:** 드라이브에 적용 가능한 **EU** 규정

EU 규정	설명
저전압 지침 (2014/35/EU)	저전압 규정의 목적은 용도에 맞게 올바르게 설치 및 유지 보수된 전기 장비를 작동할 때 전기 장비로 인한 위험으로부터 사람, 가정용 동물 및 재산을 보호하는 것입니다. 이 지침은 50–1000 V AC 및 75– 1500 V DC 전압 범위의 모든 전기 장비에 적용됩니다.
EMC 규정 (2014/30/EU)	EMC(전자기 적합성) 규정의 목적은 전자기 간섭을 줄이고 전기 장비 및 설비의 방지를 강화하는 데 있습니다. EMC 규정 기본 보호 요구사항에 따르면, 전자기 간섭(EMI)을 유발하거나 EMI에 의해 그 작동이 영향을 받을 수 있는 장치는 전자기 간섭의 유발을 제한하도록 설계되어야 하며 올바르게 설치, 유지보수 및 용도에 맞게 사용할 경우 적절한 EMI 내성 레벨을 갖춰야 합니다. 전기 설비 장치는 단독으로 사용하든지 아니면 시스템의 일부로 사용하든지 간에 CE 마크를 고려해야 합니다. 시스템에 CE 마크가 필요한 것은 아니지만 EMC 규정의 기본 보호 요구사항은 반드시 준수해야 합니다.

EU 규정	설명
기계류 지침 (2006/42/EC)	기기 규정의 목적은 용도에 맞는 어플리케이션에서 사용된 기계 장비에 대해 신체 안전을 보장하고 재산 손실을 피하는 데 있습니다. 기기 규정은 상호 연결된 구성품 또는 장치의 집합체로 구성된 기계류 중 그 구성품이나 장치의 하나 이상이 기계적으로 움직일 수 있는 기계류에 적용합니다. 안전 기능이 통합된 드라이브는 기기 규정을 준수해야 합니다. 안전 기능이 없는 드라이브는 기기 규정의 적용을 받지 않습니다. 드라이브가 기계 시스템에 통합된 경우 Danfoss는 드라이브와 관련된 안전 측면에 대한 정보를 제공할 수 있습니다. 드라이브가 하나 이상의 가동 부품이 있는 기계류에서 사용되는 경우, 기계류 제조업체는 모든 관련 법규 및 안전 정책을 준수한다는 선언을 제공해야 합니다.
ErP 지침 (2009/125/EC)	ErP 규정은 에너지 관련 제품에 대한 유럽 친환경 설계 규정입니다. 이 규정은 드라이브를 포함한 에너지 관련 제품에 대한 친환경 설계 요구사항을 설정하고 최소 에너지 효율 표준을 수립함으로써 제품의 에너지 소비 및 환경 영향을 줄이는 것을 목표로 합니다.
RoHS 규정	위험 물질 제한(Restriction of Hazardous Substances, RoHS) 지침은 전자 및 전기 제품 제조 시 위험 물질 사용을 제한하는 EU 지침입니다. 자세한 내용은 www.danfoss.com을 참조하십시오.
전기 및 전자 장비 폐기물 지침 (2012/19/EU) 	폐전기전자제품 지침(Waste Electrical and Electronic Equipment Directive, WEEE 지침)은 모든 유형의 전기 제품에 대한 수거, 재활용 및 회수 목표를 설정합니다.

2.2 표준

설치는 국가 규정(예: NEC NFPA 70 또는 IEC 60364 표준 시리즈)을 준수해야 합니다.

드라이브의 설치 및 운전에 관한 지침으로 다음 표준이 권장됩니다.

- **EN IEC 61800-2:2015 가변 속도 전력 드라이브 시스템 - 제2부**: 일반 요건 - 저전압 조절 가능 속도 AC 전원 드라이브 시스템의 정격 사양.
- **EN IEC 61800-3:2018 가변 속도 전력 드라이브 시스템 - 제3부**: EMC 요구사항 및 특정 테스트 방법.
- **EN IEC 61800-5-1:2017 가변 속도 전력 드라이브 시스템 - 제 5-1부**: 안전 요건 - 전기, 열 및 에너지.
- **EN IEC 61800-9-2:2017 가변 속도 전력 드라이브 시스템 - 제 9-2부**: 고출력 드라이브 시스템, 모터 스타터, 전력 전자부품 및 관련 애플리케이션용 에코디자인 - 고출력 드라이브 시스템 및 모터 스타터용 에너지 효율 표시기.

적합성 선언은 www.danfoss.com/en/service-and-support/documentation/에서 확인할 수 있습니다.

2.3 수출 통제 규제

AC 드라이브는 지역별 및/또는 국가별 수출 통제 규제의 적용을 받을 수 있습니다. EU와 미국 모두 이른바 이중 용도 제품(군용 및 비군용 제품)에 대한 규정을 갖고 있으며 현재 600 Hz 이상에서 작동할 수 있는 용량을 갖춘 AC 드라이브를 포함하고 있습니다. 이러한 제품은 여전히 판매될 수 있지만 라이선스 또는 최종 사용자 진술과 같은 일련의 조치가 필요합니다.

미국은 또한 특정 국가에 대해 판매 제한이 있는 300-600 Hz를 운전할 수 있는 용량을 갖춘 AC 드라이브에 대한 규정을 보유하고 있습니다. 미국 규정은 미국에서 제조되거나, 미국에서 수출되거나, 미국 내용물이 25% 이상이거나, 일부 국가의 경우 10% 이상인 모든 제품에 적용됩니다.

ECCN 번호는 수출 통제 규제를 받는 모든 AC 드라이브를 분류하는 데 활용됩니다. ECCN 번호는 AC 드라이브와 동봉된 문서에 기재되어 있습니다. AC 드라이브가 재수출되는 경우, 관련 수출 통제 규정 준수는 수출업자의 책임입니다.

자세한 정보는 Danfoss Drives Global 또는 현지 영업점에 문의하시기 바랍니다.

3 iC2-Micro Frequency Converters

3.1 용도

드라이브는 다음과 같은 용도의 전자식 모터 컨트롤러입니다.

- 시스템 피드백 또는 외부 컨트롤러의 원격 명령에 따른 모터 회전수의 조정. 전력 드라이브 시스템은 드라이브와 모터로 구성됩니다.
- 시스템 및 모터 상태 감시

드라이브는 또한 모터 과부하 보호용으로 사용할 수 있습니다.

드라이브는 구성에 따라 독립형 어플리케이션에서 사용되거나 대형 장비 또는 설비의 일부로 사용될 수 있습니다.

드라이브는 현지 법률 및 표준에 따라 주거, 산업 및 상업 환경에서의 사용이 허용됩니다.

참 고

가정 환경에서 이 제품은 무선 간섭을 야기할 수 있으며 이러한 경우, 보조 저감 조치가 필요할 수 있습니다.

예측할 수 있는 오용

특정 운전 조건 및 환경에 부합하지 않는 어플리케이션에서는 드라이브를 사용하지 마십시오. *사양 장*에 명시된 조건에 부합하는지 확인합니다.

3.2 블록 다이어그램

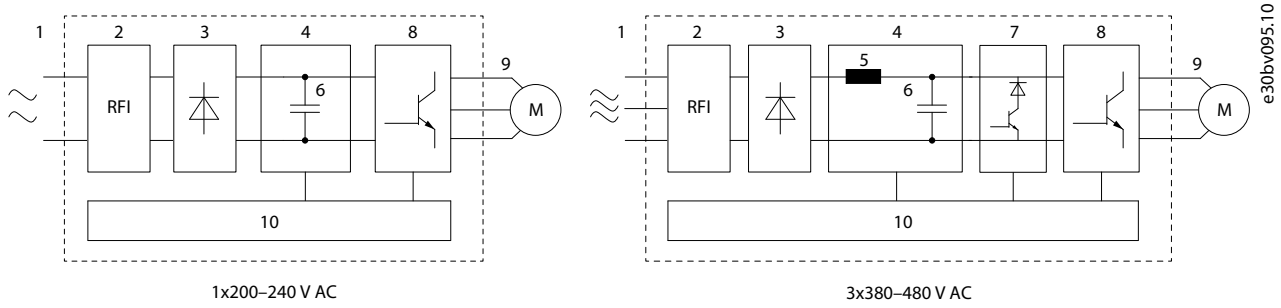


그림 **1: iC2-Micro Frequency Converters** 블록 다이어그램

표 **5:** 각 구성품의 기능

영역	구성품	기능
1	주전원 입력	드라이브에 대한 AC 주전원 공급.
2	RFI 필터	RFI 필터는 전자기 호환성의 규제 요구사항을 충족시키는 데 사용됩니다.
3	정류기	정류기 브리지는 교류 입력을 직류 전류로 변환하여 인버터 전원을 공급합니다.
4	DC 버스	직류 버스통신 매개회로는 직류 전류를 처리합니다.
5	직류 리액터(1)	• 직류 전류를 필터링합니다. • 주전원 과도현상을 보호합니다. • 실효값(RMS) 전류를 줄입니다. • 입력전원의 역률을 올립니다. • 교류 입력의 고조파를 줄입니다.
6	컨덴서 뱅크	• 직류 전원을 저장합니다. • 짧은 시간의 전력 손실에 대해 지속적인 운전을 제공합니다.
7	Brake chopper(제동 초퍼)(2)	제동 초퍼는 부하가 에너지를 회생시킬 때 DC 전압을 제어하기 위해 DC 링크에서 사용됩니다.

영역	구성품	기능
8	인버터	제어된 모터 가변 출력을 위해 직류를 제어된 PWM 교류 파형으로 변환합니다.
9	모터 출력	모터 3상 출력 전원을 조절합니다.
10	제어 회로	• 효율적인 운전 및 제어를 위해 입력 전원, 내부 프로세싱, 출력 및 모터 전류가 감시됩니다. • 사용자 인터페이스 및 외부 명령 또한 감시되고 실행됩니다. • 상태 출력 및 제어가 제공될 수 있습니다.

[1] DC 리액터는 MA05a에만 적용됩니다.

[2] 브레이크 초퍼는 MA01a에 적용되지 않습니다.

3.3 파워 드라이브 시스템을 위한 에코디자인 (Ecodesign)

전체 시스템의 에너지 효율은 중요하며 유럽 경제 지역의 확장 단일 시장에서는 관련 법규를 준수해야 합니다.

주파수 변환기는 IEC 61800-9-2 및 EN 50598-2에 따라 효율 등급 IE0에서 IE2로 분류됩니다. 표준에 따라 전력 손실은 그림 2에 표시된 대로 8개의 부하 지점에서 정격 피상 출력 전력의 백분율로 측정됩니다. 이 정보는 시스템의 다른 요소에 대한 정보와 함께 시스템 수준 효율(IES)을 계산하는 데 사용할 수 있습니다.

손실을 유발하는 요소는 3.3.1 전력 손실 및 효율에 설명되어 있습니다.

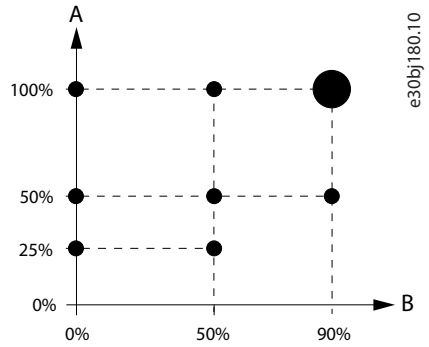


그림 **2: IEC 61800-9-2(EN 50598)**에 따른 운전 지점

주파수 변환기에는 효율 등급과 100% 정격 토크 생산 전류 및 90% 정격 모터 고정자 주파수에서의 전력 손실이 표시되어 있습니다.

MyDrive® ecoSmart™의 용도:

- IEC 61800-9-2에 정의된 부분 부하 데이터를 조회합니다.
- 주파수 변환기와 파워 드라이브 시스템의 효율 등급과 부분 부하 효율을 계산합니다.
- 부분 부하 손실 데이터와 IE 및 IES 효율 클래스를 문서화하는 보고서를 생성합니다.

3.3.1 전력 손실 및 효율

시스템에서 전력 손실을 야기하는 요소는 그림 3에서 확인하실 수 있습니다.

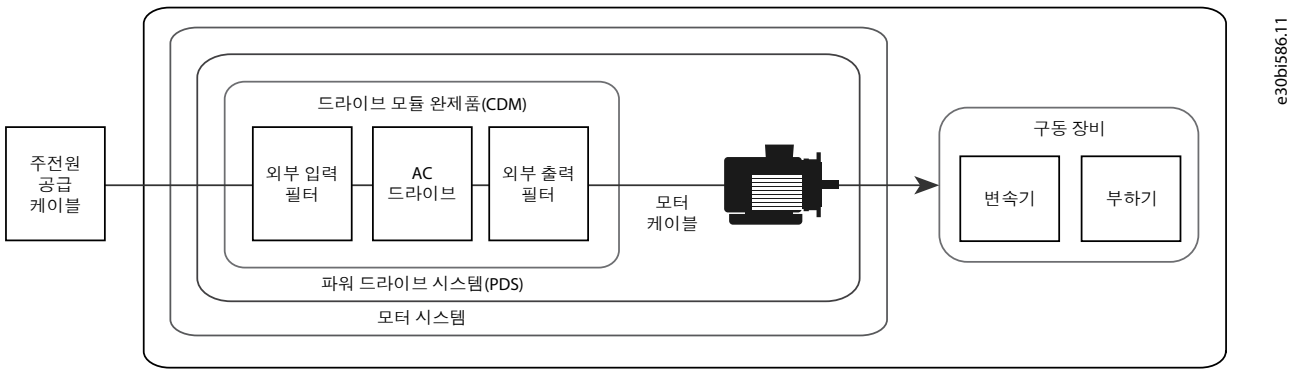


그림 **3:** 드라이브 시스템 설계

다음 구성품은 시스템 손실을 야기할 수 있습니다:

- 주전원 공급 케이블.
- 외부 입력 필터(설치된 경우).
- 내장 필터를 포함한 주파수 변환기.
- 외부 출력 필터(설치된 경우).
- 모터 케이블.
- 모터.

주파수 변환기 자체는 시스템의 총 손실 중 일부만 제공합니다.

주전원 공급 케이블

주전원 공급 케이블의 손실은 주로 케이블의 저항에 의해 발생합니다. 손실을 최소로 유지하려면 케이블 길이를 짧게 유지하고 정격 전류에 맞게 크기를 조정해야 합니다.

외부 입력 필터

외부에서 추가된 입력 필터는 시스템의 손실에 추가됩니다. 부하 공유 셋업에서 여러 드라이브 간의 부하 균형을 맞추는 데 사용되는 라인 리액터는 일반적으로 약 1%의 전압 강하를 보이며 최대 부하 시 최대 1% 손실이 발생합니다.

전용 고조파 필터는 일반적으로 2-5%의 손실이 있습니다.

AC 드라이브

주파수 변환기의 손실은 부하에 따라 다릅니다. 특정 분류 및 전력 손실 데이터는 제품 라벨에 표시되며 자세한 내용은 MyDrive® ecoSmart™에서 확인할 수 있습니다.

외부 출력 필터

외부에 연결된 출력 필터는 시스템에 손실을 추가합니다.

- 사인파 필터는 출력 주파수의 PWM 패턴을 억제하여 사인파 출력을 야기합니다. 이로 인한 손실은 부하에 따라 다르며 최대 전력의 1-1.5%까지 가능합니다. 사인파 필터를 사용하면 모터 케이블이 긴 설비에서 전반적인 효율이 향상됩니다.
- dU/dt 필터는 PWM 패턴의 전압 상승 시간을 제한합니다. 결과적으로 필터는 시스템에 손실을 초래합니다. 손실은 부하에 따라 달라지며 최대 전력의 0.5~1%가 될 수 있습니다.
- 공통 모드 코어는 모터 케이블의 고주파 노이즈를 줄입니다. 그 결과, 제한된 손실이 시스템에 추가됩니다.

모터 케이블

모터 케이블의 손실은 주로 저항 손실에 의해 발생하지만 주파수 변환기의 스위칭 주파수로 인해 접지에 대한 용량 결합으로 인한 손실 또한 발생합니다. 용량 결합으로 인한 손실은 모터 케이블을 조심스럽게 선택하고 케이블 길이를 최대한 짧게 유지하여 줄일 수 있습니다. 주파수 변환기 출력에서 사인파 필터를 사용하는 경우 용량형 부하로 인한 손실이 적습니다.

모터

모터 손실은 선택한 모터 유형 및 효율 범주에 따라 다릅니다. IEC60034-30-1은 IE1에서 IE4까지 다양한 효율 등급을 정의합니다.

3.4 파워 하드웨어

iC2-Micro Frequency Converters는 다양한 설치 위치에 맞게 설계되었습니다. 장치는 각기 다른 보호 등급으로 제공되므로 캐비닛, 기계 및 전용 제어실에 직접 설치할 수 있습니다.

- IP20/개방형은 외함 캐비닛과 유사한 셋업에 설치하도록 설계되어 있습니다.
- IP21/UL 타입 1(IP21/Type 1 변환 키트 옵션)은 실내 설치용으로 설계되었습니다.

iC2-Micro Frequency Converters은 넓은 온도 범위에서 사용하기에 적합합니다. 표준 운전 온도 범위는 -10 °C~+50 °C(14 °F~+122 °F)입니다. 용량 감소 시, 표준 운전 온도 범위는 -20 °C~+55 °C(-4 °F~+131 °F)입니다.

iC2-Micro Frequency Converters은 최대 2000 m(6562 ft)의 고도에서 작동하도록 설계되었습니다. 고도가 1000 m(3280 ft) 이상인 경우에는 용량 감소를 고려해야 합니다.

iC2-Micro Frequency Converters의 모터 출력은 단락, 접지 결함 및 과부하로부터 보호됩니다. 모터를 보호하기 위해 써멀 감시 또한 제공됩니다. 출력의 무제한 스위칭은 콘택터를 사용하거나 드라이브와 모터 간 차단을 가능하게 합니다.

통합형 필터는 EMC 성능을 최적화하고 그리드의 고조파를 줄이며 출력 요구사항과 일치합니다. EMC 관련 설치 요구사항에 맞게 내장형 EMC 필터를 구성할 수 있습니다. 제공 범위:

- 필터가 없는 드라이브(C4 호환 모델).
- 산업용 네트워크(C2 인증 변형) 및 국내 설치(C1 인증 변형)에 사용하기 위한 필터가 장착된 드라이브.

3.5 제어 및 인터페이스

3.5.1 제어 단자

- 모든 제어 케이블 단자는 드라이브 앞의 단자 덮개 아래에 있습니다.
- 제어 단자 및 스위치의 개요는 단자 덮개 뒷면을 참조하십시오.

참 고

스크류드라이버로 단자 덮개를 분리합니다. 그림 4를 참조하십시오.

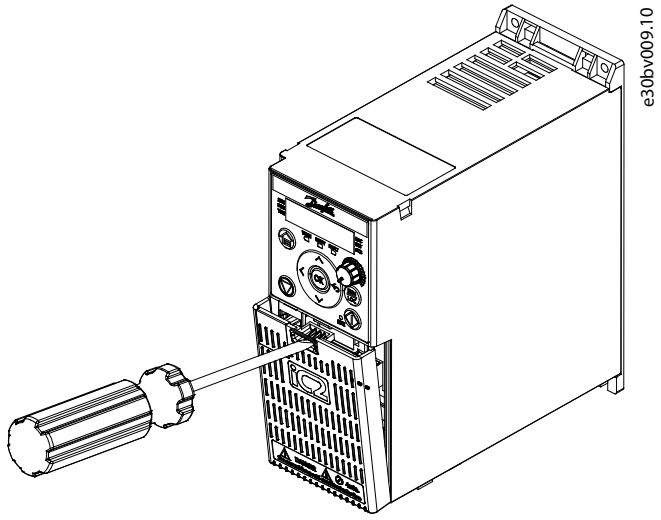


그림 **4:** 단자 덮개 분리 방법

iC2-Micro Frequency Converters의 모든 제어 단자는 그림 5에 표시됩니다.

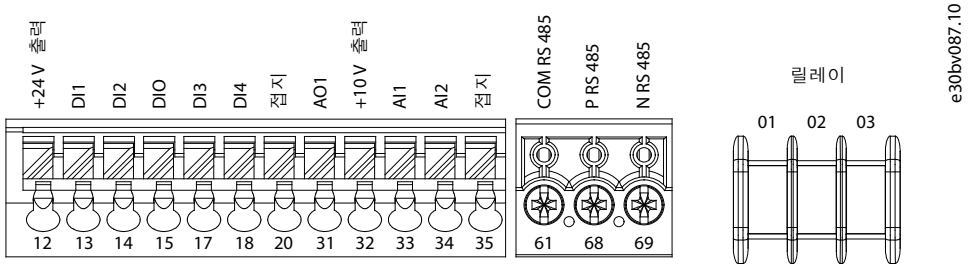


그림 **5:** 제어 단자의 개요

3.5.2 RJ45 포트 및 RS485 종단 스위치

드라이브에는 Modbus 485 프로토콜을 준수하는 RJ45 포트가 있습니다. RJ45 포트는 연결에 사용됩니다.

- 외부 제어 패널(현재 사용 불가).
- 어댑터 옵션을 통한 PC 도구(MyDrive® Insight)(현재 사용 불가).
- 드라이브에 전원이 공급되지 않을 때 파라미터 설정을 위한 오프라인 구성 도구(현재 사용 불가).

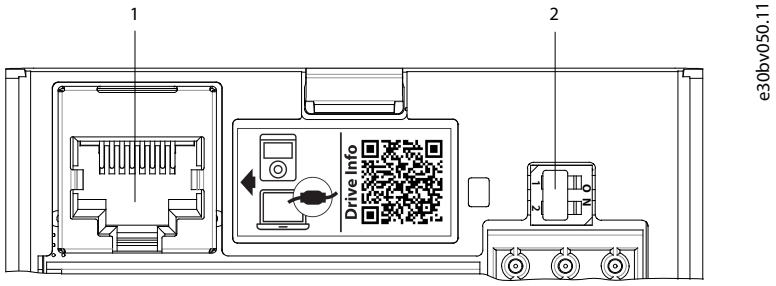


그림 **6: RJ45** 포트 및 **RS485** 종단 스위치

1	RJ45 포트
2	RS485 종단 스위치(ON=RS485 종단, OFF=개방)

참 고

RJ45 포트는 드라이브를 PC에 직접 연결하는 데 **사용하지 않는** 최대 3 m(9.8 ft)의 차폐 CAT5e 케이블을 지원합니다. 이 알림을 따르지 않으면 PC가 손상될 수 있습니다.

참 고

- 드라이브가 필드버스 끝에 있으면 RS485 종단 스위치를 켜짐으로 설정해야 합니다.
- 드라이브의 전원이 켜져 있는 경우 RS485 종단 스위치를 작동하지 마십시오.

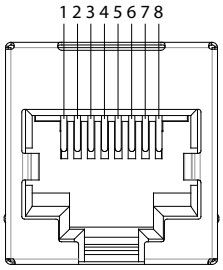


그림 **7: RJ45**의 **Pin** 정의

1	5V 전원 공급	5	RS485_N
2	5V 전원 공급	6	접지
3	접지	7	예비
4	RS485_P	8	예비

3.5.3 제어 패널 및 제어 패널 2.0 OP2

드라이브에는 다음과 같이 2가지 유형의 제어 패널이 있습니다.

- **제어 패널:** 기본적으로 드라이브와 함께 제공됩니다. 제어 패널 키 및 표시기는 3.5.4 제어판 키 및 표시기에 설명되어 있습니다.
- **제어 패널 2.0 OP2:** 더 나은 사용자 경험을 제공하는 옵션(액세서리) 제어 패널. 이러한 유형의 제어 패널을 사용하면 파라미터를 통해 드라이브를 쉽게 셋업할 수 있고 드라이브 상태를 감시할 수 있으며 이벤트 알림을 시각화할 수 있습니다.

제어 패널 2.0 OP2의 더 상세한 개요는 다음과 같습니다:

- 2.03" 단색 사용자 인터페이스.
- 드라이브 상태를 확인하기 위한 시각적 LED.
- 드라이브를 제어하고 현장 운전과 원격 운전 간에 쉽게 전환합니다.
- 파라미터, 선택 사항 및 상태를 보다 명확하게 표시하는 다국어 디스플레이.
- 파라미터 디스플레이는 영숫자, 특수 문자, 정수, 부동 소수점, 선택 목록 및 어플리케이션 데이터를 구성하는 명령을 지원합니다.
- 용이한 시운전을 위해 드라이브의 파라미터 설정을 다른 드라이브에 복사할 수 있습니다.
- 장착 키트 옵션을 사용하여 캐비닛 도어에 설치합니다.

참 고

제어 패널 2.0 OP2는 현재 사용할 수 없습니다.

3.5.4 제어판 키 및 표시기

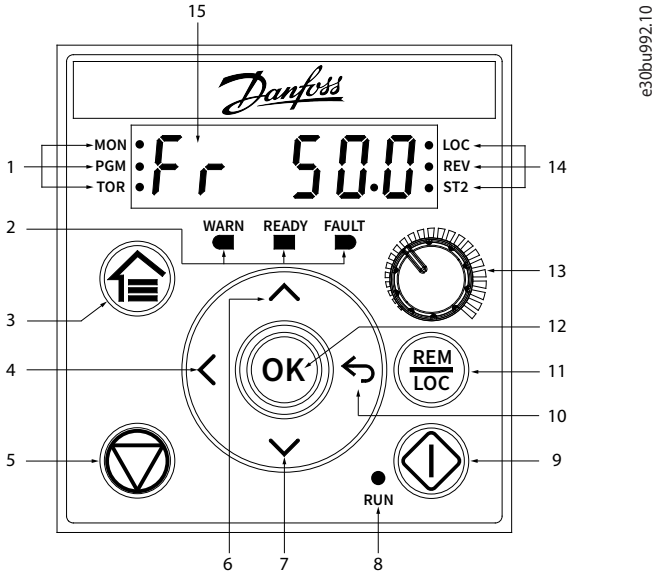


그림 **8:** 제어 패널

1	Status indicators(상태 표시기)	9	기동
2	Operating indicators(작동 표시기)	10	Back (뒤로)
3	Home/Menu(홈/메뉴)	11	Remote/Local(원격/현지)
4	Left(왼쪽)	12	OK
5	Stop/Reset(정지/리셋)	13	가변 저항기
6	Up(위로)	14	Status indicators(상태 표시기)
7	Down(아래로)	15	Main display(메인 화면)
8	Run indicator(표시기 작동)		

표 **6:** 운전 키 및 가변 저항기

이름	기능
Home/Menu(홈/메뉴)	주 메뉴와 상태 보기 간에 전환합니다. 버튼을 길게 눌러 단축키 메뉴에 액세스하여 파라미터를 빠르게 읽고 편집할 수 있습니다.(1)
Up/Down(위/아래)	상태/파라미터 그룹/파라미터 번호를 전환하고 파라미터 값을 조정합니다.
Left(왼쪽)	커서를 1비트 왼쪽으로 이동합니다.
Back (뒤로)	메뉴 구조의 이전 단계로 이동하거나 파라미터 값 튜닝 중에 설정을 취소합니다.
OK	작동을 확인합니다.
Remote/Local(원격/현지)	원격 모드와 로컬 모드 간에 전환합니다.
기동	드라이브는 현장 모드에서 기동합니다.

이름	기능
Stop/Reset(정지/리셋)	드라이브는 현장 모드입니다.
	결함을 없애기 위해 드라이브를 리셋합니다.
가변 저항기	지령 값이 가변 저항기로 선택되면 지령 값을 변경합니다.

[1] 단축키 메뉴를 현재 사용할 수 없습니다.

표 **7:** 상태 표시등

이름	기능
MON	켜짐: 메인 디스플레이에 드라이브 상태가 표시됩니다.
PGM	켜짐: 드라이브가 프로그래밍 상태입니다.
TOR	켜짐: 드라이브는 토크 모드입니다.
	꺼짐: 드라이브는 스피드 모드입니다.
LOC	켜짐: 드라이브는 현지 모드입니다.
	꺼짐: 드라이브는 원격 모드입니다.
REV	켜짐: 드라이브는 역방향입니다.
	꺼짐: 드라이브가 정방향입니다.
ST2	표 10를 참조하십시오.

표 **8:** 상태 표시등

이름	기능
WARN(경고)	경고가 발생하면 계속 켜져 있습니다.
READY(준비)	드라이브가 준비되면 계속 켜져 있습니다.
FAULT(결함)	고장이 발생하면 점멸합니다.

표 **9:** 상태 표시등 작동

이름	기능
RUN(작동)	켜짐: 드라이버가 정상 작동중입니다.
	꺼짐: 드라이브가 정지되었습니다.
	점멸: 모터 정지 프로세스에서, 또는 드라이버가 *RUN*(구동) 명령을 받았으나 주파수 출력이 없는 경우.

표 **10:** 다중 설정 표시등

ST2	Off(꺼짐)	On(켜짐)	점멸	빠르게 점멸
설정 활성화[1]	셋업 1	셋업 2 선택	셋업 1	셋업 2 선택
프로그래밍 설정[2].	셋업 1	셋업 2 선택	셋업 2 선택	셋업 1

[1] *파라미터 P6.6.1 Active Setup(설정 활성화)*에서 설정 활성화 선택.

[2] *파라미터 P6.6.2 Programming Setup (프로그래밍 설정)*에서 프로그래밍 설정 선택

3.5.5 터미널 덮개의 슬라이딩 도어

RJ45 포트의 보호 덮개인 슬라이딩 도어는 드라이브의 단자 덮개에 설계되었습니다. 드라이브가 캐비닛 도어에 설치할 수 있는 제어 패널 2.0 OP2 옵션에 연결되어 있는 경우, 슬라이딩 도어를 제거하여 단자 덮개가 드라이브에 남아 있는지 확인하여 안전한 운전을 보장합니다.

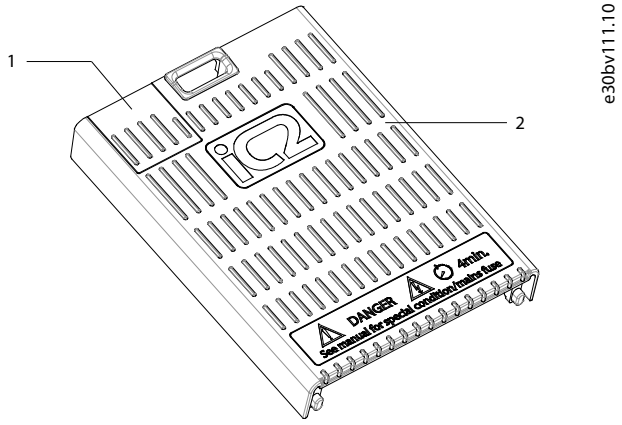


그림 **9:** 터미널 덮개의 슬라이딩 도어

1	슬라이딩 도어
2	단자 덮개

분해

1. 스크류드라이버로 단자 덮개를 분리하시려면, 3.5.1 제어 단자을 참조하십시오.
2. 단자 덮개의 안쪽에서 스크류드라이버로 슬롯을 눌러 슬라이딩 도어를 풀고 밀어냅니다.

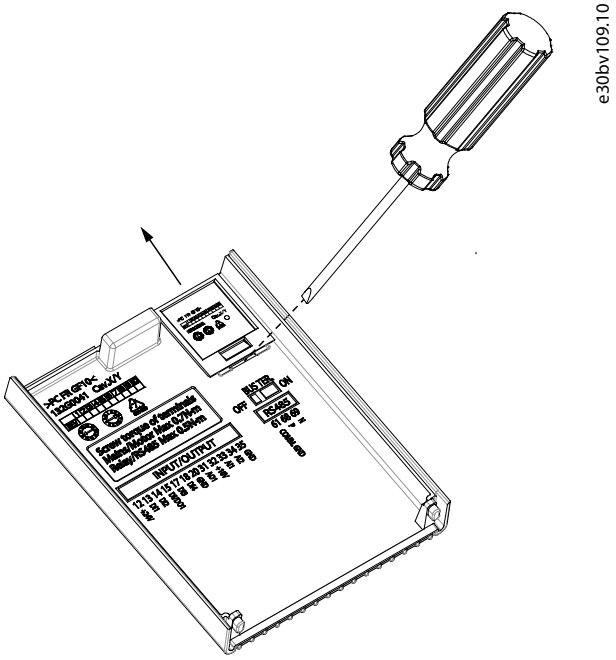
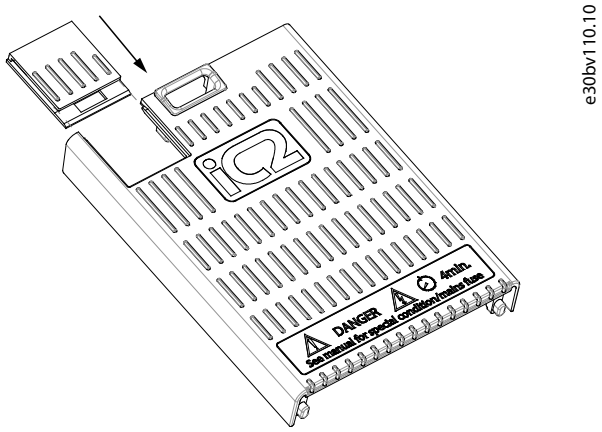


그림 **10:** 슬라이딩 도어 제거

재조립

1. 슬라이딩 도어를 단자 덮개에 밀어 넣습니다.



e30bv110.10

그림 **11:** 슬라이딩 도어 설치

3.6 응용 프로그램 소프트웨어

3.6.1 개요

어플리케이션 소프트웨어는 iC2-Micro Frequency Converters와 함께 제공되는 기본 및 표준 소프트웨어입니다. 기능은 다음 섹션에서 간략하게 설명합니다:

- 기본 기능.
- 컨트롤러.
- 보호 기능.
- 소프트웨어 도구.

3.6.2 기본 기능

어플리케이션 소프트웨어는 다양한 기본 기능으로 구성되어 있어 iC2-Micro 드라이브를 사용하여 모든 어플리케이션을 제어할 수 있습니다.

3.6.2.1 지령 처리

어플리케이션 제어 필요성에 부합하는 여러 소스의 지령은 자유롭게 정의할 수 있습니다.

지령 소스 영역:

- 아날로그 입력
- 펄스 입력 측면에서의 디지털 입력.
- 필드버스로부터의 지령
- 내부 설정
- 제어 패널의 현장 지령
- 제어 패널에 내장된 전위차계

주파수 변환기에 지령을 생성하는 지령 신호를 추가할 수 있습니다. 최종 지령은 -100%에서 100%까지 범위가 설정됩니다.

3.6.2.2 2개의 설정

주파수 변환기는 2가지 셋업을 제공합니다. 각 설정은 다양한 어플리케이션 요구사항에 부합하도록 독립적으로 파라미터화할 수 있습니다. 운전하는 동안 셋업 간 전환이 가능하므로 신속히 스위칭할 수 있습니다.

3.6.2.3 가감속

선형, 사인 가감속, 사인 2 가감속은 주파수 변환기에서 지원됩니다. 선형 가감속은 일정한 가속을 제공합니다. 사인 가감속은 가속 과정의 시작과 끝에서 부드러운 전이로 비선형 가속을 제공합니다.

3.6.2.4 급속 정지

경우에 따라 애플리케이션을 신속히 정지해야 할 수도 있습니다. 이를 위해 드라이브는 동기식 모터 회전수에서 0RPM까지 특정 감속 가감속 시간을 지원합니다.

3.6.2.5 한계 회전 방향

모터의 회전 방향은 의도하지 않은 회전 방향을 피하면서 한 방향으로만(시계 방향 또는 반시계 방향) 구동하도록 사전 설정할 수 있습니다.

3.6.2.6 모터 위상 스위치

설치 중에 잘못된 순서로 모터 위상 케이블을 설치한 경우, 회전 방향을 변경할 수 있습니다. 이를 통해 모터 위상의 순서를 변경할 필요가 없습니다.

3.6.2.7 조깅 모드로 인칭(inching)

주파수 변환기에는 시운전, 유지보수 또는 서비스 중에 사용할 수 있도록 미리 정의된 속도 설정이 있습니다. 조깅 모드 운전은 프리셋 속도로 설정됩니다.

3.6.2.8 주파수 바이패스

운전하는 동안 특정 모터 주파수를 바이패스할 수 있습니다. 이 기능은 기계의 기계적 공진을 최소화하고 방지하여 시스템의 진동과 소음을 제한하는 데 도움이 됩니다.

3.6.2.9 자동 재기동

경미한 결함 및 트립의 경우, 드라이브는 자동 재기동을 수행하여 드라이브의 수동 리셋을 제거할 수 있습니다. 이를 통해 원격 제어 시스템에서 자동 운전 기능이 향상됩니다. 자동 재기동을 사용할 때 위험한 상황이 발생하지 않도록 하십시오.

3.6.2.10 플라잉 기동

플라잉 기동을 사용하면 모터를 제어하기 전에 드라이브를 프리런 상태인 모터에 동기화할 수 있습니다. 실제 속도에서 모터를 제어하여 시스템에 대한 기계적 스트레스가 최소화됩니다. 예를 들어, 이 기능은 팬 및 원심분리기 어플리케이션과 관련이 있습니다.

3.6.2.11 주전원 저전압

드라이브가 운전을 계속할 수 없는 주전원 저전압의 경우, 예를 들어, 트립, 코스팅 또는 제어 감속 수행과 같이 미리 정의된 동작을 선택할 수 있습니다.

3.6.2.12 회생동력 백업

회생동력 백업은 관성 또는 부하를 낮추는 등 시스템에 에너지가 충분한 경우 드라이브를 제어 상태로 유지할 수 있게 합니다. 이렇게 하면 기계의 제어된 정지가 가능합니다.

3.6.2.13 공진 감쇄

고주파 모터 공진 소음은 공진 감쇄를 사용하여 제거할 수 있습니다. 자동 및 수동으로 선택한 주파수 감쇄를 사용할 수 있습니다.

3.6.2.14 기계식 브레이크 제어

간단한 호이스트, 팔레타이저, 입체 창고 또는 내리막 컨베이어와 같은 응용 분야에서 모터가 드라이브에 의해 제어되지 않거나 전원이 꺼질 때 기계식 제동을 사용하여 정지 상태에서 부하를 유지합니다.

기계식 제동 장치 제어 기능은 기계식 제동 장치의 활성화 및 비활성화를 제어함으로써 기계식 제동 장치와 부하가 유지되는 모터 간의 원활한 전환을 보장합니다.

3.6.2.15 컨트롤러

드라이브에는 실제 어플리케이션에 최적화된 제어를 제공하는 3가지의 컨트롤러가 있습니다. 컨트롤러 덮개

- 공정 제어
- 속도 제어 개회로
- 토크 개회로

3.6.2.15.1 공정 컨트롤러

공정 컨트롤러는 예를 들어 일정한 압력, 유량 또는 온도가 필요한 시스템에서 공정을 제어할 수 있습니다. 어플리케이션의 피드백이 드라이브에 연결되어 실제 출력 값을 제공합니다. 컨트롤러는 모터 속도를 제어함으로써 출력이 제공된 지령과 일치하도록 보장합니다. 지령 소스와 피드백 신호는 실제 제어된 값으로 변환 및 범위가 설정됩니다.

3.6.2.15.2 속도 컨트롤러

개회로 속도 제어는 모터 회전 속도를 정확히 제어합니다.

개회로 모드(속도의 외부 피드백 신호 없음)에서는 외부 센서가 필요 없어 설치 및 시운전이 매우 용이하며 결함 있는 센서의 위험이 제거됩니다.

3.6.2.15.3 토크 컨트롤러

내장된 토크 컨트롤러는 토크의 최적화된 제어를 제공하며 개회로 제어를 지원합니다.

3.6.3 IO 제어 및 읽기

드라이브의 하드웨어 구성에 따라 디지털 및 아날로그 입력, 디지털 및 아날로그 출력, 릴레이 출력을 사용할 수 있습니다. I/O는 드라이브에서 어플리케이션을 제어하도록 구성 및 사용할 수 있습니다.

모든 I/O는 드라이브의 필드버스에 의해 주소가 지정되므로 원격 I/O 노드로 사용할 수 있습니다.

3.6.4 모터 제어 기능

모터 제어는 가장 기본적인 어플리케이션에서 고성능 모터 제어가 필요한 어플리케이션까지 다양한 어플리케이션에 적용할 수 있습니다.

3.6.4.1 모터 유형

드라이브는 다음과 같은 표준 모터에 사용할 수 있습니다.

- 비동기식 모터
- 영구 자석 모터

3.6.4.2 부하 특성

실제 어플리케이션 요구에 부합하도록 다양한 부하 특성이 지원됩니다.

- **가변 토크:** 팬과 원심 펌프의 일반적인 부하 특성(부하가 속도의 제곱에 비례 할 경우).
- **일정 토크:** 최대 속도 범위에서 토크가 필요한 기계류에 사용되는 부하 특성. 일반적인 응용 사례로는 컨베이어, 압출기, 디캔터, 압축기 및 윈치가 있습니다.

3.6.4.3 모터 제어 방식

어플리케이션 요구에 부합하는 모터를 제어하기 위해 각기 다른 제어 방식을 선택할 수 있습니다.

- 특수 제어를 위한 U/f 제어
- 일반 용도의 어플리케이션 요구사항을 위한 VVC+ 제어

3.6.4.4 모터 명판 및 카탈로그

실제 드라이브의 일반 모터 데이터는 공장에서 미리 설정되어 있으며 대부분의 모터를 운전할 수 있습니다. 시운전 중에 실제 모터 데이터는 드라이브 설정에 입력되어 모터 제어를 최적화합니다.

3.6.4.5 자동 모터 최적화 (AMA)

Automatic Motor Adaptation(AMA)(자동 모터 최적화)는 축 성능 개선을 위해 모터 파라미터의 최적화를 제공합니다. 모터 명판 데이터 및 정지 상태에서의 모터 측정값을 기초로 하여 주요 모터 파라미터를 재계산하고 모터 제어 알고리즘을 미세 조정하는 데 사용됩니다.

3.6.4.6 자동 에너지 최적화(AEO)

자동 에너지 최적화(AEO) 기능은 실제 부하 지점에서 에너지 소비를 줄이는 데 중점을 두어 제어를 최적화합니다.

3.6.5 부하 제동

드라이브에 의해 제어된 모터를 제동하는 경우, 다양한 기능을 사용할 수 있습니다. 특정 기능은 어플리케이션과 필요 정지 속도를 기반으로 선택됩니다.

3.6.5.1 제동 저항

고속 또는 연속 제동이 필요한 어플리케이션의 경우, 제동 초퍼가 장착된 드라이브가 일반적으로 사용됩니다. 어플리케이션의 제동 중에 모터에 의해 생성된 과도한 에너지는 연결된 제동 저항에서 소모됩니다. 제동 성능은 특정 드라이브 정격과 선택한 제동 저항에 따라 다릅니다.

3.6.5.2 과전압 제어(OVC)

제동 시간이 중요하지 않거나 부하가 변하는 경우, 과전압 제어(OVC) 기능은 어플리케이션 정지를 제어하는데 사용됩니다. 드라이브는 지정된 감속 시간 내에 제동할 수 없을 때 감속 시간을 늘립니다. 이 기능은 호이스트 어플리케이션, 높은 관성 시스템 또는 연속 제동이 필요한 경우에 사용해서는 안됩니다.

3.6.5.3 DC 제동

저속 제동 시 직류 제동 기능을 사용하여 모터의 제동을 개선할 수 있습니다. 교류 전류에 작은 직류 전류를 추가하여 제동 성능을 약간 증가시킵니다.

3.6.5.4 교류 제동

비주기적 모터 운전이 있는 어플리케이션의 경우, 교류 제동은 제동 시간을 단축하는 데 사용할 수 있으며 비동기식 모터의 경우에만 지원됩니다. 제동 중에 모터 손실이 증가하면 과도한 에너지가 소모됩니다.

3.6.5.5 DC Hold

DC Hold는 정지 시 로터에 제한된 holding 토크를 제공합니다.

3.6.5.6 부하 공유

일부 어플리케이션에서는 2개 이상의 드라이브가 동시에 어플리케이션을 제어하고 있습니다. 드라이브 중 하나가 모터를 제동하는 경우, 과도한 에너지가 모터를 구동하는 드라이브의 DC 링크로 공급되어 총 에너지 소비가 감소할 수 있습니다. 이 기능은 예를 들어, 소형 전력 크기의 드라이브가 발전기 모드에서 작동하는 디캔터 및 카딩 기계 등에 유용합니다.

3.6.6 보호 기능

3.6.6.1 그리드 보호

드라이브는 적절한 운전에 영향을 미칠 수 있는 그리드의 조건으로부터 보호됩니다.

그리드는 위상 불균형 및 결상에 대해 모니터링됩니다. 불균형이 내부 한계를 초과할 경우 경고가 제공되며 사용자는 적절한 조치를 시작할 수 있습니다.

그리드에 저전압 또는 과전압이 발생한 경우, 해당 상황이 한계치를 유지하거나 초과하면 드라이브가 경고를 보내고 운전을 중지합니다.

3.6.6.2 드라이브 보호 기능

운전하는 동안 드라이브가 감시 및 보호됩니다.

내장된 온도 센서는 실제 온도를 측정하고 관련 정보를 제공하여 드라이브를 보호합니다. 온도가 정격 온도 조건을 초과하면 용량 감소가 적용됩니다. 온도가 허용된 운전 범위를 벗어나면 드라이브는 운전을 멈춥니다.

모터 전류는 3상 전체에 걸쳐 지속적으로 감시됩니다. 2상 간에 단락이 발생하거나 접지에 결함이 있는 경우, 드라이브는 이를 감지하고 즉시 전원을 차단합니다. 운전 중에 출력 전류가 허용 한계보다 긴 시간 동안 정격 값을 초과하는 경우, 드라이브는 정지하고 과부하 알람을 보고합니다.

드라이브의 DC 링크 전압이 감시됩니다. 위험 수준을 초과하면 경고가 발생하고 드라이브가 정지합니다. 상황이 해결되지 않으면 드라이브에서 알람이 발생합니다.

3.6.6.3 모터 보호 기능

드라이브는 모터와 어플리케이션을 보호하기 위한 다양한 기능을 제공합니다.

출력 전류 측정은 모터를 보호하기 위한 정보를 제공합니다. 과전류, 단락, 접지 결함 및 모터 결상이 발생한 연결부를 감지하고 관련 보호 기능을 개시할 수 있습니다.

속도, 전류 및 토크 한계를 감시하여 모터와 어플리케이션에 추가적인 보호를 제공합니다.

회전자 구속 보호 기능은 모터의 차단된 회전자로 드라이브가 기동하지 않도록 합니다.

모터 써멀 보호는 실제 부하를 기준으로 한 모터 온도 계산이나 외부 온도 센서(예: PTC)를 통해 제공됩니다.

3.6.6.4 외부 연결 부품 보호

제동 저항과 같이 외부에 연결된 옵션을 감시할 수 있습니다.

제동 저항은 써멀 과부하, 단락 및 연결 결손 여부를 감시합니다.

3.6.6.5 자동 용량 감소

정격 운전 조건을 초과하더라도 드라이브의 자동 용량 감소를 통해 운전을 계속할 수 있습니다. 여기에 영향을 미치는 일반적인 요인으로는 온도, 높은 DC 링크 전압, 높은 모터 부하 또는 0 Hz에 가까운 운전 등이 있습니다. 용량 감소는 일반적으로 스위칭 주파수의 감소 또는 스위칭 패턴의 변화로 적용되며 결과적으로 열 손실이 감소합니다.

3.6.7 모니터링 기능

드라이브는 운전 조건, 그리드 조건 및 드라이브 이력 데이터에 관한 정보를 제공하는 다양한 감시 기능을 제공합니다. 이 정보에 액세스하면 운전 조건을 분석하고 고장을 식별하는 데 도움이 됩니다.

3.6.7.1 속도 감시

운전하는 동안 모터 속도를 감시 수 있습니다. 속도가 최소 및 최대 한계를 초과하면 사용자에게 알리고 적절한 조치를 시작할 수 있습니다.

3.6.7.2 이벤트 기록 및 작동 카운터

이벤트 기록은 마지막으로 등록된 결함에 접근할 수 있게 하며 드라이브에서 발생한 결함을 분석하기 위한 관련 정보를 제공합니다.

운전 카운터는 드라이브 사용에 관한 정보를 제공합니다. 운전 시간, 구동 시간, 사용된 kWh, 전원 인가 횟수, 과전압 및 과열과 같은 값은 사용 가능한 읽기의 예입니다.

3.6.8 소프트웨어 도구

MyDrive® Insight는 드라이브 시운전, 엔지니어링 및 감시를 위한 소프트웨어 도구입니다. MyDrive® Insight는 파라미터, 업그레이드 소프트웨어 및 셋업 기능을 구성하는 데 사용할 수 있습니다.

3.7 제동 기능

3.7.1 기계식 억속 제동 장치

모터축에 직접 장착된 기계식 억속 제동 장치는 일반적으로 정적 제동을 수행합니다.

참 고

안전 체인에 안전 유지 제동이 포함되어 있는 경우, 드라이브는 기계식 제동의 안전한 제어를 제공할 수 없습니다.

- 종합 설비 내에 브레이크 제어를 위한 이중화 회로를 포함시킵니다.

3.7.2 다이나믹 제동

다이나믹 제동은 다음에 의해 가능합니다.

- 저항 제동: 제동 IGBT는 제동 에너지를 모터에서 연결된 제동 저항으로 직접 전달함으로써 특정 임계값 하에서 과전압을 유지합니다(*파라미터 P3.2.1 Enable Brake Chopper[제동 초퍼 활성화] = [1] Enable[활성화]*). *파라미터 P3.2.2 Brake Chopper Voltage Reduce(제동 초퍼 전압 감소)*의 임계값을 3x380-480 V의 70 V 범위로 조정합니다.
- 교류 제동: 모터의 손실 조건을 변경함으로써 제동 에너지가 모터에 전달됩니다. 고주기 주파수가 모터를 과열시키므로 고주기 주파수가 있는 어플리케이션에 교류 제동 기능을 사용할 수 없습니다(*파라미터 P3.2.1 Enable Brake Chopper[제동 초퍼 활성화] = [1] Enable[활성화]*).
- 직류 제동: 교류 전류에 추가된 과변조 직류 전류는 와전류 제동의 역할을 합니다(*파라미터 P5.7.3 DC Brake Time[직류 제동 시간]*≠0 s).

3.7.3 제동 저항 선정

3.7.3.1 소개

발전기식 제동 장치로 더 높은 제동 수준을 처리하려면 제동 저항이 필요합니다. 제동 저항을 사용하면 열이 드라이브가 아닌 제동 저항으로 흡수됩니다.

각각의 제동 기간 중에 저항으로 전달된 회생동력 에너지량을 알 수 없는 경우, 주기 시간 및 제동 시간을 기준으로 하여 평균 전력을 계산할 수 있습니다. 저항 단속적 듀티 사이클은 저항이 동작하는 시점의 듀티 사이클을 나타냅니다. 일반적인 제동 사이클은 그림 12에 나와 있습니다.

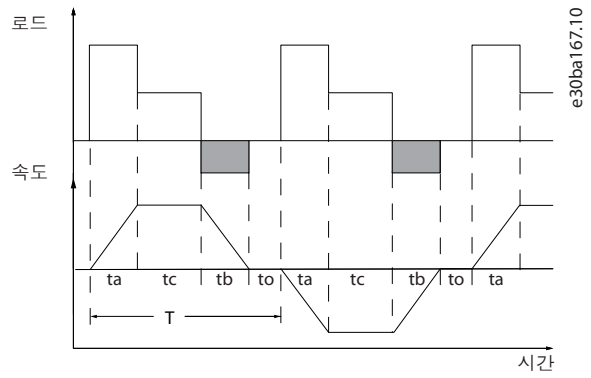


그림 **12:** 일반적인 제동 사이클

저항에 대한 단속적 듀티 사이클은 다음과 같이 계산됩니다.

Duty( ) cycle = t_b/T

t_b는 초 단위 제동 시간입니다.
T = 초 단위 주기 시간.

표 **11:** 높은 과부하 토오크 수준에서의 제동

전력 범위: 0.37–22 kW(0.5–30 hp) 3x380–480 V	
주기 시간 (초)	120
100% 토크 시 제동 듀티 사이클	지속적
과도 토크(150/160%) 시 제동 듀티 사이클	40%

Danfoss는 듀티 사이클이 각각 10%와 40%인 제동 저항을 제공합니다. 만일 듀티 사이클 10%를 적용하면 제동 저항은 주기 시간의 10%에 해당하는 제동 동력을 흡수할 수 있습니다. 주기 시간의 나머지 90%는 잉여 열을 소실하는데 사용됩니다.

참 고

필요한 제동 시간을 처리하도록 저항이 설계되었는지 확인합니다.

3.7.3.2 제동 저항 계산

제동 저항의 최대 허용 부하는 단속적 듀티 사이클에 따른 피크 전력으로 표시되며 다음과 같이 계산할 수 있습니다.

$$R_{br}\,[\Omega] = \frac{U^2_{dc,br} \times 0.83}{P_{peak}}$$

여기서,

$$P_{peak} = P_{motor} \times M_{br}[\%] \times \eta_{motor} \times \eta_{VLT}[W]$$

보시는 바와 같이 제동 저항은 직류단 전압(U_{dc})에 따라 달라집니다.

표 **12:** 제동 저항 임계값

용량	**브레이크 활성화 $U_{dc,br}$**	**정지 전 경고**	**정지(트립)**
3x380–480 V	770 V	800 V	800 V

임계값은 *파라미터 P3.2.2 Brake Chopper Voltage Reduce(제동 초퍼 전압 감소)*에서 70 V 범위로 조정할 수 있습니다.

참 고

감소 값이 클수록 발전기 과부하Brake Chopper Voltage Reduce에 대한 반응이 빨라집니다. DC 링크 전압의 과전압에 문제가 있는 경우에만 사용해야 합니다.

참 고
제동 저항이 800 V의 전압을 견딜 수 있는지 확인합니다.

3.7.3.3 Danfoss 권장 제동 저항 계산

Danfoss는 아래 식에 따른 제동 저항 R_{rec}의 계산을 권장합니다. 권장된 제동 저항은 드라이브가 가장 높은 제동 토크($M_{br[\%]}$) 150%에서 제동이 가능하도록 보장합니다.

$$R_{rec}\,[\Omega] = \frac{U_{dc}^2 \times 100 \times 0.83}{P_{motor} \times M_{br\,(\%)} \times \eta_{VLT} \times \eta_{motor}}$$

$\eta_{모터}$는 일반적으로 0.80(≤ 7.5 kW/10 hp)이며; 0.85(11–22 kW/15–30 hp).

η_{VLT}는 일반적으로 0.97입니다.

iC2-Micro Frequency Converters의 경우, 150% 제동 토크 기준 R_{rec}는 다음과 같이 표기합니다.

$$480V: R_{rec} = \frac{396349}{P_{motor}}\,[\Omega]$$

축 동력이 ≤ 7.5 kW(10 hp)인 드라이브인 경우.

$$480V: R_{rec} = \frac{397903}{P_{motor}}\,[\Omega]$$

축 동력이 11-22 kW(15-30 hp)인 드라이브의 경우.

참 고
제동 저항의 저항이 Danfoss에서 권장하는 값보다 높아서는 안 됩니다. 저항 값이 높은 제동 저항을 선정하면 안전상의 이유로 드라이브가 작동 정지될 수 있으므로 제동 토크가 150%까지 도달하지 않을 수 있습니다. 저항 값은 $R_{분}$보다 높아야 합니다.

참 고
제동 모듈에서 단락이 발생하면 주전원 스위치나 콘택터로 드라이브의 주전원을 차단하여 제동 저항의 전력 소실을 방지합니다. 드라이브는 콘택터를 제어할 수 있습니다.

참 고
제동 저항은 제동 중에 뜨거워질 수 있으므로 만지지 마십시오. 화재 위험을 피하기 위해 안전한 환경에 제동 저항을 두어야 합니다.

3.7.4 제동 기능의 제어

제동 장치는 제동 저항의 단락으로부터 보호되고 제동 트랜지스터는 트랜지스터의 단락을 감지하기 위해 감시를 받습니다. 릴레이/디지털 출력은 드라이브의 결함에 의한 과부하로부터 제동 저항을 보호하는데 사용됩니다.

또한 제동 장치의 순간 동력 및 마지막 120초 간의 평균 동력이 표시됩니다. 제동 장치는 또한 동력의 에너지화를 감시할 수 있으며 *파라미터 P3.3.3 Brake Resistor Power Limit(제동 저항 전력 한계)*에서 선택한 한계를 초과하는지 확인할 수 있습니다.

⚠ 경 고 ⚠
제동 동력 감시는 안전 기능이 아니며 제동 동력이 한계를 초과하지 않게 하려면 써멀 스위치가 필요합니다. 제동 저항 회로는 접지 누설이 보호되어 있지 않습니다.

과전압 제어(OVC)(전용 제동 저항)는 *파라미터 P2.3.1 Overvoltage Controller Enable(과전압 제어 활성화)*에서 선택할 수 있는 기능이며 제동 기능 대신 사용할 수 있습니다. 이 기능은 모든 장치에서 작동합니다. 이 기능은 DC 링크 전압이 증가하는 경우에 트립되지 않도록 합니다. 직류단에서 전압을 제한, 출력 주파수를 증가시켜 트립되지 않도록 할 수 있습니다. 이 기능은 특히 감속 시간이 너무 짧을 경우 드라이브가 트립되지 않도록 하는데 유용한 기능입니다. 이런 경우에는 감속 시간을 늘리면 됩니다.

참 고
PM 모터를 구동하는 경우(*파라미터 P4.2.1.1 Motor Type[모터 유형]*이 *[1] PM, Non-salient SPM[PM, 비돌극 SPM]*으로 설정되어 있는 경우) OVC를 활성화할 수 있습니다.

4 사양

4.1 전기적 기술 자료

4.1.1 주전원 공급 1x200-240 V AC

표 **13:** 주전원 공급 **1x200-240 V AC**

1분간 정상 과부하 150%				
드라이브	**02A2**	**04A2**	**06A8**	**09A6**
대표적 축 동력 [kW]	**0.37**	**0.75**	**1.5**	**2.2**
대표적 축 동력 [HP]	0.5	1.0	2.0	3.0
외함 보호 등급 IP20	MA01c	MA01c	MA02c	MA02a
출력 전류				
지속 (3x200-240 V AC) [A]	2.2	4.2	6.8	9.6
일시적 (3x200-240 V AC) [A]	3.3	6.3	10.2	14.4
최대 케이블 규격				
(주전원, 모터) [mm^2/AWG]	4/10			
최대 입력 전류				
지속적(1x200-240 V) [A]	6.1	11.6	18.7	26.4
단속적(1x200-240 V) [A]	8.3	15.6	26.4	37
환경				
전력 손실 [W][(1)]	16	31	46	61
효율 [%][(1)]	97.5	97.6	97.6	97.9

[1] 값은 IEC 61800-9-2 및 EN 50598-2에 따라 100% 정격 토크 생산 전류와 90% 정격 모터 고정자 주파수에서 측정됩니다.

4.1.2 주전원 공급 3x380-480V AC

표 **14:** 주전원 공급 **3x380–480 V AC, MA01a– MA02a**

1분간 정상 과부하 150%						
드라이브	**01A2**	**02A2**	**03A7**	**05A3**	**07A2**	**09A0**
대표적 축 동력 [kW]	**0.37**	**0.75**	**1.5**	**2.2**	**3.0**	**4.0**
대표적 축 동력 [HP]	0.5	1.0	2.0	3.0	4.0	5.5
외함 보호 등급 IP20	MA01a	MA01a	MA01a	MA02a	MA02a	MA02a
출력 전류						
지속적 (3x380–440 V) [A]	1.2	2.2	3.7	5.3	7.2	9.0
단속적 (3x380–440 V) [A]	1.8	3.3	5.6	8.0	10.8	13.7
지속적 (3x440–480 V) [A]	1.1	2.1	3.4	4.8	6.3	8.2
단속적 (3x440–480 V) [A]	1.7	3.2	5.1	7.2	9.5	12.3

최대 케이블 규격						
(주전원, 모터) [mm²/AWG]	4/10					
최대 입력 전류						
지속적 (3x380–440 V) [A]	1.9	3.5	5.9	8.5	11.5	14.4
단속적 (3x380–440 V) [A]	2.6	4.7	8.7	12.6	16.8	20.2
지속적 (3x440–480 V) [A]	1.7	3.0	5.1	7.3	9.9	12.4
단속적 (3x440–480 V) [A]	2.3	4.0	7.5	10.8	14.4	17.5
환경						
전력 손실 [W](1)	17	25	34	48	58	74
효율 [%](1)	97.3	97.8	98.0	98.3	98.5	98.3

1 값은 IEC 61800-9-2 및 EN 50598-2에 따라 100% 정격 토크 생산 전류와 90% 정격 모터 고정자 주파수에서 측정됩니다.

4.2 일반 기술 자료

4.2.1 보호 기능

- 과부하에 대한 전자 모터 써멀 보호.
- 방열판의 온도 감시 기능은 온도 초과 시 드라이브를 트립합니다.
- 드라이브는 모터 단자 U, V, W 간의 단락으로부터 보호됩니다.
- 모터 결상이 발생하면 드라이브가 트립되고 알람이 발생합니다.
- 주전원 결상이 발생하면 드라이브가 트립되거나 경고가 발생합니다(부하에 따라 다름).
- 직류단 전압을 감시하여 전압이 너무 높거나 너무 낮으면 드라이브가 트립됩니다.
- 드라이브는 모터 단자 U, V, W에서 발생하는 지락에 대해 보호됩니다.

4.2.2 그리드 측면

표 **15:** 주전원 공급

기능	데이터
공급 전압	모터 유형에 따라 1x200–240 V AC ±10%, 감소된 토크 성능에서 -15%.
	모터 유형에 따라 3x380-480 V AC ±10%, 감소된 토크 성능에서 -15%.
그리드 유형	TN, TT, IT, 접지 델타 그리드. 자세한 정보는 7.3.1 그리드 유형을 참조하십시오. 그리드 유형과 관련된 파라미터에 대한 자세한 내용은 어플리케이션 지침서를 참조하십시오.
공급 주파수	50/60 Hz ±5%
주전원 상간 일시 불균형 최대 허용값	정격 전압의 3%(그리드 임피던스에 따라 다름).
종합역률 (λ)	정격 부하 시 정격 ≥ 0.9
변위역률	1에 근접(>0.98)
방전된 드라이브에서 입력(전원) 공급	MA01a–MA03a: 최대 2번/분
	MA04a–MA05a: 최대 1번/분
환경	과전압 부문 III/오염 정도 2

4.2.3 모터 출력 및 모터 데이터

표 **16:** 모터 출력**(U, V, W)**

기능	데이터
출력 전압	공급 전압의 0-100 %
출력 주파수[1]	유도 모터 • 0-200 Hz(VVC+ 모드) • 0 -500 Hz(U/f 모드) PM 모터 • 0-400 Hz(VVC+ 모드)
주파수 분해능	0.001 Hz
출력 전원 차단/공급	±0.003 Hz

[1] 전압, 전류 및 제어 모드에 따라 다름.

4.2.4 토크 특성

표 **17:** 토크 특성

기능	데이터
과부하 토오크	10분마다 60초 동안 150%
기동 시 과부하 토크	1초간 200%
토크 상승 시간(VVC+)	50 ms

4.2.5 제어 I/O

이 장에서는 제어 I/O의 일반 사양을 다룹니다.

iC2-Micro Frequency Converters의 표준 구성은 다음과 같습니다.

- 4개의 디지털 입력.
- 디지털 I/O 1개(디지털 입력 또는 출력이 사용자에 의해 선택됨).
- 아날로그 입력 2개(전압 또는 전류).
- 아날로그 출력 1개(전류).
- 릴레이 출력 1개(NC/NO).
- 디지털 및 아날로그 I/O를 위한 24 V 및 10 V 지령.

모든 제어 입력 및 출력은 별도의 언급이 없는 한 공급 전압 및 기타 고전압 단자와 절연된 PELV 갈바닉입니다.

4.2.5.1 디지털 및 펄스 입력

제어 입력 및 출력은 별도의 언급이 없는 한 공급 전압 및 기타 고전압 단자와 절연된 PELV 갈바닉입니다.

표 **18:** 디지털 및 펄스 입력

기능		데이터
단자 번호		T13, T14, T15[1], T17 및 T18[2].
디지털 입력	논리	PNP 또는 NPN 선택 가능
	전압 범위	0/24 V

기능		데이터
	PNP	• "0": <5 V DC • "1": >11 V DC
	NPN	• "0": >19 V DC • "1": <13 V DC
	최대 허용 전압	28 V DC
	입력 저항	약 4 kΩ
써미스터 입력	PTC[3]	DIN 44081/DIN 44082에 따름
펄스 입력	펄스 주파수 범위	4 Hz-32 kHz
	최소 듀티 사이클	40%
	정확도	전체 범위의 1%

[1] T15는 디지털 입력, 디지털 출력, 또는 펄스 출력으로 선택할 수 있습니다. 초기 설정은 디지털 입력입니다.

[2] T18 또한 펄스 입력에 사용할 수 있습니다.

[3] PELV를 준수하려면 센서의 외부 절연이 필요합니다.

4.2.5.2 디지털 및 펄스 출력

제어 입력 및 출력은 별도의 언급이 없는 한 공급 전압 및 기타 고전압 단자와 절연된 PELV 갈바닉입니다.

표 **19:** 디지털 및 펄스 출력

기능		데이터
단자 번호		T15[1]
디지털 출력(24 V)	전압 레벨	0/24 V
	최대 출력 로드(싱크/소스)	40 mA
	주파수 범위 - 펄스 출력	4 Hz-32 kHz
	최대 부하	1 kΩ
	최대 주파수 때 최대 용량형 부하	10 nF
	펄스 출력 정밀도	전체 측정범위 중 0.1%
	펄스 출력의 분해능	10비트

[1] T15는 디지털 입력, 디지털 출력, 또는 펄스 출력으로 선택할 수 있습니다. 초기 설정은 디지털 입력입니다.

4.2.5.3 Analog Input(아날로그 입력)

제어 입력 및 출력은 별도의 언급이 없는 한 공급 전압 및 기타 고전압 단자와 절연된 PELV 갈바닉입니다.

표 **20: Analog Input(**아날로그 입력**)**

기능	데이터
단자 번호	T33 및 T34
입력 모드	전류 또는 전압[1]

기능	데이터
전압 모드	• 전압 범위: 0~10 V (범위조절가능) • 입력 임피던스: 10 kΩ • 최대 전압: +20 V/-12 V
전류 모드	• 전류 범위: 0/4-20 mA (범위 조정 가능) • 입력 임피던스: 200 Ω • 최대 전류: 30 mA
분해능	전체 측정범위 중 0.1%
정확도	전체 범위의 1%
대역폭	100 Hz

[1] 소프트웨어에서 선택합니다. 자세한 정보는 어플리케이션 지침서를 참조하십시오.

4.2.5.4 아날로그 출력

제어 입력 및 출력은 별도의 언급이 없는 한 공급 전압 및 기타 고전압 단자와 절연된 PELV 갈바닉입니다.

표 **21:** 아날로그 출력

기능	데이터
단자 번호	T31
출력 범위: 전류	0/4-20 mA
접지에 대한 최대 부하 저항	500 Ω
분해능	전체 측정범위 중 0.1%
정확도	전체 범위의 1%

4.2.5.5 릴레이 출력

릴레이는 공급 전압, 다른 고전압 단자 및 저전압 제어에 PELV 절연을 제공합니다.

표 **22:** 릴레이 출력

기능	데이터
단자 번호	01, 02 및 03
릴레이 구성	SPDT(NO/NC)
최대 단자 부하(AC-1): 저항 부하	250 V AC, 2A
최대 단자 부하(AC-15): 유도 부하 @ cosφ=0.4	250V AC, 0.2A
최대 단자 부하(DC-1): 저항 부하	30V DC, 2A
최대 단자 부하(DC-13): 유도 부하	24 V DC, 0.1 A
최소 부하	• 24 V DC, 10 mA • 24 V AC, 20 mA

4.2.5.6 보조 전압

보조 전압 출력은 아날로그 및 디지털 입력의 지령으로 사용됩니다.

표 **23:** 보조 전압

기능		데이터
10 V 출력	출력 전압	+10.5 V ±0.5 V
	최대 부하	25 mA
24 V 출력	출력 전압	+24 V ± 20%
	최대 부하	100 mA

4.2.6 RS485 직렬 통신

표 **24: RS485** 직렬 통신

기능	데이터
단자 번호	68 (P, TX+, RX+), 69 (N, TX-, RX-)
단자 번호	61 (단자 68과 69의 공통)

RS485 통신 및 구성에 관한 자세한 정보는 iC2-Micro Frequency Converters 어플리케이션 지침서를 참조하십시오.

4.2.7 주위 조건

iC2-Micro Frequency Converters은 날씨로부터 보호되는 환경에서 설치 및 사용하도록 설계되었습니다. 사용 가능한 보호 등급은 다음과 같습니다.

- IP20/개방형.
- IP21/UL 타입 1 (IP21/Type 1 변환 키트 옵션).

설계 기준에 대한 지령으로 사용되는 환경은 별도의 명시가 없는 한 표준 IEC 60721-3-1:2019, IEC 60721-3-2:2018 및 IEC 60721-3-3:2019에 설명되어 있습니다.
조건은 다음과 같습니다.

- 보관(4.2.7.1 보관 중 주변 조건 참조)
- 운송(4.2.7.2 운송 중 주변 조건 참조)
- 운전(4.2.7.3 운전 중 주변 조건 참조)

4.2.7.1 보관 중 주변 조건

표 **25:** 보관 중 주변 조건

기능	데이터
주위 온도	-25 °...+65 °C (-13 °...+149 °F)
기후 조건	1K21, 비응축 최대 95%
화학적 활성 물질	1C2
고체 입자(비전도성 입자/먼지만 해당)	1S11
진동	1M11
충격	1M11
생물학적 주변	1B1

4.2.7.2 운송 중 주변 조건

표 **26:** 운송 중 주변 조건

기능	데이터
주위 온도	-25 °...+70 °C (-13 °...+158 °F)
기후 조건	2K11, 비응축 최대 95%
화학적 활성 물질	2C2
고체 입자(비전도성 입자 또는 먼지만 해당)	2S5
진동	2M5
충격	2M4
생물학적 주변	2B1

4.2.7.3 운전 중 주변 조건

표 **27:** 운전 중 주변 조건

기능	데이터
주위 온도	-10 °...+50 °C (14 °...+122 °F)
	용량 감소 시: -20 °...+55 °C (-4 °...+131 °F)
기후 조건	3K22, 최대 95% 비응축[1]
화학적 활성 물질	C3
고체 입자(비전도성 입자/먼지)	3S6
진동	3M11
충격	3M11
생물학적 주변	3B1
최대 해발 고도	용량 감소 제외 1000m(3280ft)
	용량 감소 시: 1000-3000 m(3280-9243 ft), 1%/100 m (328 ft)의 용량 감소 포함.
	고도가 2000 m(6562 ft) 이상인 곳에 설치할 경우 PELV에 대해 Danfoss 핫라인에 문의하십시오.

[1] 응축 방지를 위해 최대 온도 변화율 0.1 °C/min (0.18 °F/min)을 보장합니다.

4.3 퓨즈 및 회로 차단기

설치 케이블 및 드라이브의 올바른 보호를 위해서는 퓨즈 및/또는 회로 차단기를 사용해야 합니다. 단락이 발생하면 퓨즈 및 회로 차단기가 전원 케이블을 보호하고 드라이브에 연결된 드라이브 및 구성품의 손상을 제한합니다.

회로 차단기를 사용할 때는 공급 장치의 단락 용량 제한에 유의하고 제조사의 설치 지침을 따르십시오. 단락 정격은 표 28에 제시된 값을 준수해야 합니다.

퓨즈 및 회로 차단기에 대한 권장 사항을 준수하여 관련 규정을 준수해야 합니다. 권장사항을 준수하지 않고 문제가 발생하는 경우 보증에 영향을 미칠 수 있습니다. 자세한 내용은 Danfoss에 문의하시기 바랍니다.

표 **28:** 퓨즈 및 회로 차단기

iC2-Micro	캐비닛 타입 아님					캐비닛			
	UL 퓨즈				**CE** 퓨즈	**UL** 회로 차단기	**CE** 회로 차단기	테스트 캐비닛 크기 [높이 **x** 너비 **x** 깊이] **[mm(in)]**	최소 캐비닛 용량 **[L]**
kW (hp)	**RK1**	**T**	**J**	**CC**	**gG**	**ABB MS165** 최대 트립 수준	**Eaton PKZM4** 최대 트립 수준		
표준 결함 전류 SCCR	5 kA	5 kA			5 kA	5 kA	5 kA		
높은 전류 결함 SCCR	–	100 kA			–	65 kA	–		
1x200-240 V									
0.37 (0.5)	25 A				25 A	25 A	25 A	500 x 400 x 260 (19.7 x 15.7 x 10.2)	52
0.75 (1.0)									
1.5 (2.0)	35 A				35 A	32 A	32 A		
2.2 (3.0)	40 A				50 A	42 A	50 A		
3x380-480 V									
0.37 (0.5)	15 A				16 A	16 A	16 A	500 x 400 x 260 (19.7 x 15.7 x 10.2)	52
0.75 (1.0)									
1.5 (2.0)									
2.2 (3.0)	30 A				40 A	32 A	32 A		
3.0 (4.0)									
4.0 (5.5)									

4.4 전원 커넥터

올바른 작동을 위해 단면 치수, 피복 탈피 길이 및 토크 조임을 준수하십시오.

치수는 고정 케이블과 연선 케이블 모두에 적용됩니다. 드라이브는 70 °C (158 °F) 정격 구리 케이블을 사용하도록 설계되어 있습니다. 그 외의 다른 언급이 없는 경우, 드라이브의 주위 온도가 케이블 정격과 일치합니다. 알루미늄 케이블은 35 mm^2 부터 사용할 수 있습니다. 산화층을 제거하고 조인트 컴파운드를 발라 적절한 연결부를 고정해야 합니다.

참 고

최대 허용 단면적의 케이블을 사용하려면 설치 시 더 많은 노력이 필요합니다.

표 **29:** 전원 케이블 크기

외함 사이즈	**단자**	**단면적 [mm^2 (AWG)]**	**토크 [Nm(lb))]**	**탈피 길이 [mm (in)]**	**커넥터 유형**	**나사/러그 유형**
MA01c	주전원, 모터 및 DC 연결	0.5-4.0 (24-10)	0.7 (6.2)	7-9 (0.28-0.35)	단자 블록	슬롯
	외부 릴레이	0.5-2.5 (24-12)	0.5 (4.4)	6-7 (0.24-0.28)	단자 블록	슬롯
MA02c	주전원, 모터 및 DC 연결	0.5-4.0 (24-10)	0.7 (6.2)	7-9 (0.28-0.35)	단자 블록	슬롯
	외부 릴레이	0.5-2.5 (24-12)	0.5 (4.4)	6-7 (0.24-0.28)	단자 블록	슬롯

외함 사이즈	단자	단면적 [mm² (AWG)]	토크 [Nm(lb))]	탈피 길이 [mm (in)]	커넥터 유형	나사/러그 유형
MA01a	주전원 및 모터	0.5-4.0 (24-10)	0.7 (6.2)	7-9 (0.28-0.35)	단자 블록	슬롯
	직류 연결	2.1-5.3 (14-10)	–	6-7 (0.24-0.28)	직선형 소켓	–
	외부 릴레이	0.5-2.5 (24-12)	0.5 (4.4)	6-7 (0.24-0.28)	단자 블록	슬롯
MA02a	주전원 및 모터	0.5-4.0 (24-10)	0.7 (6.2)	7-9 (0.28-0.35)	단자 블록	슬롯
	제동장치[1] 및 직류 연결	2.1-5.3 (14-10)	–	6-7 (0.24-0.28)	직선형 소켓	–
	외부 릴레이	0.5-2.5 (24-12)	0.5 (4.4)	6-7 (0.24-0.28)	단자 블록	슬롯
MA03a	주전원 및 모터	0.5-4.0 (24-10)	0.7 (6.2)	7-9 (0.28-0.35)	단자 블록	슬롯
	제동 및 직류 연결	2.1-5.3 (14-10)	–	6-7 (0.24-0.28)	직선형 소켓	–
	외부 릴레이	0.5-2.5 (24-12)	0.5 (4.4)	6-7 (0.24-0.28)	단자 블록	슬롯
MA04a	주전원	0.5-16 (22-6)	1.2 (10.6)	12-13 (0.47-0.51)	단자 블록	슬롯
	모터 제동 및 직류 연결	0.5-16 (20-6)	1.2 (10.6)	12-15 (0.47-0.59)	단자 블록	슬롯
	외부 릴레이	0.5-2.5 (24-12)	0.5 (4.4)	6-7 (0.24-0.28)	단자 블록	슬롯
MA05a	주전원	0.5-16 (22-6)	1.2 (10.6)	12-13 (0.47-0.51)	단자 블록	슬롯
	모터 제동 및 직류 연결	0.5-16 (20-6)	1.2 (10.6)	12-15 (0.47-0.59)	단자 블록	슬롯
	외부 릴레이	0.5-2.5 (24-12)	0.5 (4.4)	6-7 (0.24-0.28)	단자 블록	슬롯

[1] MA02a의 경우, 3x380-480 V 드라이브에만 제동 기능이 있습니다.

4.5 청각적 소음

다음 3가지 원인에 의해 드라이브에 청각적 소음이 발생합니다.

- DC 링크 코일.
- 환기 팬.
- RFI 필터 초크.

제품으로부터 1 m (3.3 ft) 떨어진 지점에서 측정된 일반적인 값:

표 **30:** 일반적인 측정값

외함 사이즈	팬 회전수 최대 [dBA]	배경 소음[dBA]
MA01c	–	–
MA02c	50.3	31.2
MA01a	42.5	31.2
MA02a	57.6	31.2

시험 결과는 ISO 3744에 따라 통제 환경에서의 청각적 소음 정도에 적합하게 수행되었습니다. 노이즈 음질(tone)은 ISO 1996-2 부록 D에 따라 하드웨어 성능의 엔지니어링 데이터 기록에 적합하게 정량화되었습니다.

4.6 EMC 준수 수준

드라이브는 관련 EMC 표준을 준수하도록 설계 및 시험되었습니다. 성능 수준은 실제 드라이브 및 선택된 EMC 준수 수준에 따라 다릅니다.

EMC 준수 수준은 다음 조건에서 테스트됩니다.

- 드라이브(해당하는 경우, 옵션 포함).
- 차폐 제어 및 통신 케이블.
- 디지털 I/O 및 아날로그 제어를 통한 외부 제어.
- 방사 시험용 차폐 케이블과 내성 시험을 위한 비차폐 케이블로 연결된 단일 모터.
- 부하 공유 및 제동 케이블.
- 드라이브 설정 표준.

참 고

EMC 규정에 따르면 시스템은 최종 사용자를 위한 단일 기능 유닛으로서 유통을 위해 시장에 출시되고 특정 작업을 수행하기 위해 함께 설치 및 작동하도록 의도된 동일한 사람(시스템 제조업체)이 결합, 설계 및/또는 조립한 여러 유형의 장비, 완제품 및/또는 구성품의 조합으로 정의됩니다.
EMC 규정은 제품/시스템 및 설비에 적용되지만 CE 마크가 있는 제품/시스템으로 구성된 경우 EMC 규정에 따른 설치도 고려할 수 있습니다. 설치에는 CE 마크가 없습니다.
EMC 규정에 따라 제품/시스템 제조업체로서 Danfoss는 EMC 지침의 필수 요건을 충족하고 CE 마크를 부착할 책임이 있습니다. 부하 공유 및 기타 DC 단자가 포함된 시스템의 경우, Danfoss는 기술 문서에 설명된 대로 Danfoss 제품 조합이 연결될 때만 EMC 규정을 준수할 수 있습니다.
주거 환경에 설치되고 클래스 C1을 준수하지 않는 경우, 드라이브는 이러한 장소에서 무선 수신에 대해 적절한 보호를 제공하지 못할 수 있습니다.

- 이러한 경우, 차폐 또는 영향을 받은 제품 간 거리 증가 사용과 같은 보완적인 완화 조치가 필요할 수 있습니다.

4.6.1 방사 요구사항

AC 드라이브의 EMC 제품 표준 EN/IEC 61800-3에 따르면, EMC 요구사항은 주파수 드라이브의 용도에 따라 다릅니다. EMC 제품 표준에 4가지 범주가 정의되어 있습니다. 주 전원 전압 전도 방출에 대한 요구사항과 함께 4가지 범주의 정의는 표 31에 제시되어 있습니다.

표 **31:** 방사 요구사항

준수 등급	드라이브의 용도
C1	1000 V 미만의 공급 전압과 함께 1차 환경(가정 및 사무실)에 설치된 드라이브.
C2	공급 전압이 1000V 미만인 1차 환경(가정 및 사무실)에 설치된 드라이브로, 플러그인이나 이동이 불가능하며 전문가에 의해 설치 및 시운전이 가능합니다.
C3	1000 V 미만의 공급 전압과 함께 2차 환경(산업)에 설치된 드라이브.
C4	공급 전압이 1000V 이상이거나 정격 전류가 400A 이상이거나 복잡한 시스템에서 사용하도록 설계된 2차 환경(산업용)에 설치된 드라이브.

드라이브는 EMC 제품 표준, EN/IEC 61800-3에 정의된 다음 4가지 범주 중 하나를 준수하도록 설계되어 있습니다.

4.6.2 EMC 내성 요구사항

드라이브 방지 요구사항은 설치되는 환경에 따라 다릅니다. 산업 환경은 가정 및 사무실 환경보다 높은 요구사항을 필요로 합니다. 모든 Danfoss 드라이브는 산업 환경의 요구사항을 충족합니다. 따라서 안전성이 높은 가정 및 사무실 환경의 낮은 요구사항 또한 충족합니다.
전기적 현상에 따른 버스트 과도 현상에 대한 내성을 문서화하기 위해 다음으로 구성된 시스템에 대한 내성 시험이 아래와 같이 실시되었습니다.

- 드라이브(해당하는 경우, 옵션 포함).
- 차폐 제어 케이블.
- 가변 저항, 모터 케이블 및 모터 포함 제어 박스.

시험은 다음 적용 기준에 따라 이루어졌습니다.

- **EN 61000-4-2(IEC 61000-4-2) 정전기 방전(ESD):** 사용자로부터의 정전기 방전 실험.
- **EN 61000-4-3(IEC 61000-4-3) 복사 내성:** 레이더 및 무선 통신 장비와 모바일 통신 장비의 영향에 대한 진폭 변조 실험.

- **EN 61000-4-4(IEC 61000-4-4) 버스트 과도 현상:** 콘택터, 릴레이 또는 이와 유사한 장치의 스위칭에 의한 간섭 실험.
- **EN 61000-4-5(IEC 61000-4-5) 서지 트랜지언트:** 설비 주변을 강타할 수 있는 번개 등에 의한 과도 현상 실험.
- **EN 61000-4-6(IEC 61000-4-6) 전도 내성:** 연결 케이블에 의해 연결된 무선전송 장비의 영향 실험.

내성 요구사항은 제품 표준 IEC 61800-3을 준수해야 합니다. 자세한 내용은 표 32를 참조하십시오.

표 **32: EMC** 방지

제품 표준	**61800-3**				
시험	**ESD**	복사 내성	과도	서지	전도 내성
허용 기준	**B**	**A**	**B**	**B**	**A**
주전원 케이블	–	–	2 kV CN	1 kV/2Ω DM 2 kV/12Ω CM	10 V_{RMS}
모터 케이블	–	–	2 kV CCC	–	10 V_{RMS}
제동 케이블	–	–	2 kV CCC	–	10 V_{RMS}
부하 공유 케이블	–	–	2 kV CCC	–	10 V_{RMS}
릴레이 케이블	–	–	2 kV CCC	–	10 V_{RMS}
제어 케이블	–	–	길이 >2 m(6.6 ft) 1 kV CCC	비차폐: 1 kV/42 Ω CM	10 V_{RMS}
표준/필드버스 케이블	–	–	길이 >2 m(6.6 ft) 1 kV CCC	비차폐: 1 kV/42 Ω CM	10 V_{RMS}
제어 패널 케이블	–	–	길이 >2 m(6.6 ft) 1 kV CCC	–	10 V_{RMS}
외함	4 kV CD 8 kV AD	10V/m	–	–	–
정의					
CD: Contact Discharge(접촉 방전) AD: Air Discharge(대기 중 방전)		DM: Differential Mode(차동 모드) CM: 공통 모드		CN: Direct injection through coupling network(결합 네트워크를 통한 직접 주입) CCC: Injection through capacitive coupling clamp(용량 결합 클램프를 통한 주입)	

4.7 EMC 호환성 및 모터 케이블 길이

각기 다른 EMC 필터 유형을 기준으로 한 드라이브에는 다음과 같은 2가지 모델이 있습니다.

- EMC 필터가 내장된 드라이브.
- EMC 필터가 내장되지 않은 드라이브.

표 **33: EMC** 호환성 모터 케이블 길이

EMC 필터가 내장된 드라이브	**모터 케이블의 최대 길이(차폐), 4kHz에서**	
	C1(전도)	**C2(전도)**
1x200-240 V	5 m(16.4 ft)	–
3x400-480 V	–	15 m(49.2 ft)

표 **34:** 모터 케이블의 최대 길이

차폐 모터 케이블의 최대 길이	비차폐 모터 케이블의 최대 길이
50 m (164 ft)	75 m (246 ft)

- EMC 필터가 내장된 드라이브는 방사 C2 한계치를 충족합니다.
- EMC 필터가 내장된 드라이브는 방사 C4 한계치를 충족합니다.
- 드라이브는 표 34에 정의된 최대 모터 케이블 길이 내에서 최적 성능으로 운전하도록 설계되어 있습니다.

4.8 dU/dt 조건

드라이버 브릿지 스위치가 전환될 때, 모터의 전압은 다음 요인에 따라 dU/dt 비율로 증가합니다.

- 모터 케이블 유형.
- 모터 케이블의 단면적.
- 모터 케이블의 길이.
- 모터 케이블의 차폐 여부.
- 인덕턴스.

자연적인 유도는 DC 링크의 전압에 따라 모터 전압이 특정 수준으로 안정되기 전에 U_{PEAK} 전압의 과도 현상을 발생시킵니다. 증가 시간 및 피크 전압 U_{PEAK}는 모터의 수명에 영향을 미칩니다.

피크 전압이 너무 높으면 상 코일 절연이 없는 모터가 영향을 많이 받습니다. 모터 케이블이 길수록 증가 시간 및 피크 전압이 증가합니다.

IGBT를 스위칭하면 모터 단자의 피크 전압이 야기됩니다. iC2-Micro Frequency Converters은 드라이브에 의해 제어되도록 설계된 모터와 관련된 IEC 60034-25를 준수합니다. iC2-Micro Frequency Converters은 또한 드라이브 의해 제어되도록 설계된 정격 모터와 관련된 IEC 60034-17을 준수합니다.

다음의 dU/dt 데이터는 모터 단자측에서 IEC 50% 토크로 측정됩니다:

표 **35: iC2-Micro Frequency Converters**의 **dU/dt** 데이터

외함 사이즈	출력 [kW (hp)]	케이블 길이 [m (ft)]	주전원 전압 [V]	증가 시간 [µ초]	U_{PEAK}[kV]	dU/dt [kV/µ초]
MA01c	0.75 (1.0)	5 (16.4)	1x240	0.067	0.438	5.21
MA01c	0.75 (1.0)	50 (164)	1x240	0.286	0.618	1.73
MA02c	1.5 (2.0)	5 (16.4)	1x240	0.132	0.464	2.82
MA02c	1.5 (2.0)	50 (164)	1x240	0.31	0.622	1.62
MA01a	1.5 (2.0)	5 (16.4)	3x400	0.132	0.732	4.46
MA01a	1.5 (2.0)	50 (164)	3x400	0.389	1.056	2.18
MA01a	1.5 (2.0)	5 (16.4)	3x480	0.143	0.848	4.76
MA01a	1.5 (2.0)	50 (164)	3x480	0.417	1.232	2.36
MA02a	2.2 (3.0)	5 (16.4)	1x240	0.078	0.562	5.71
MA02a	2.2 (3.0)	50 (164)	1x240	0.214	0.614	2.29
MA02a	4.0 (5.5)	5 (16.4)	3x400	0.136	0.752	4.47
MA02a	4.0 (5.5)	50 (164)	3x400	0.254	1.048	3.30
MA02a	4.0 (5.5)	5 (16.4)	3x480	0.149	0.896	4.85
MA02a	4.0 (5.5)	50 (164)	3x480	0.305	1.232	3.23

4.9 용량 감소

일부 특수 조건 하에서 드라이브에 문제가 있는 경우 용량 감소를 고려합니다. 드라이브의 용량 감소에는 다음이 포함됩니다:

- 수동 용량 감소.
- 자동 용량 감소.

4.9.1 수동 용량 감소

다음과 같은 경우에 수동 용량 감소를 고려해야 합니다.

- 기압 – 1000 m(3281 ft) 이상의 고도에 설치하는 경우.
- 모터 회전수 – 토크가 일정한 어플리케이션에서 낮은 RPM으로 지속적인 운전을 하는 경우.
- 주위 온도 - 40°C(104°F) 이상, 자세한 내용은 다음 그림을 참조하십시오.

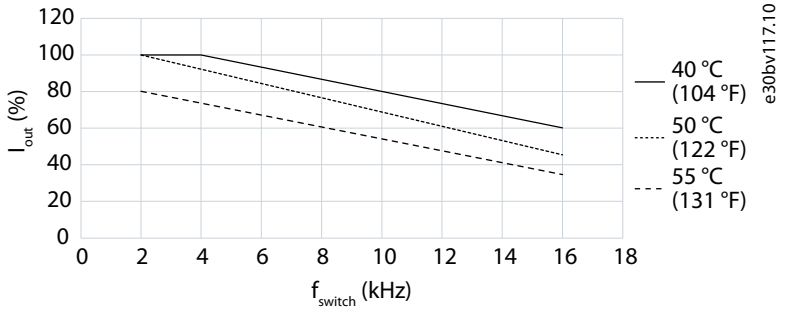


그림 **13:** 출력 전류 대 스위칭 주파수의 용량 감소**(MA01c 1x200-240 V AC)**

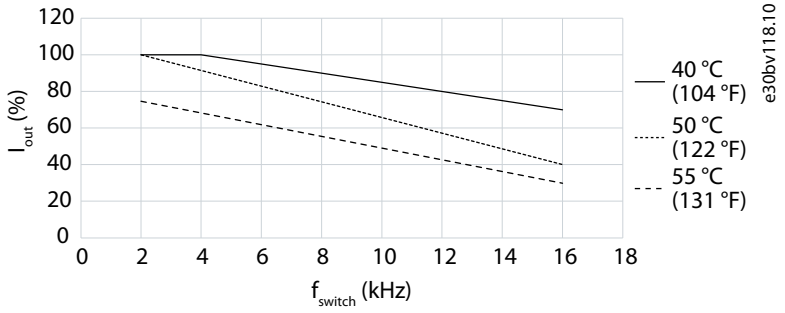


그림 **14:** 출력 전류 대 스위칭 주파수의 용량 감소**(MA02c 1x200-240 V AC)**

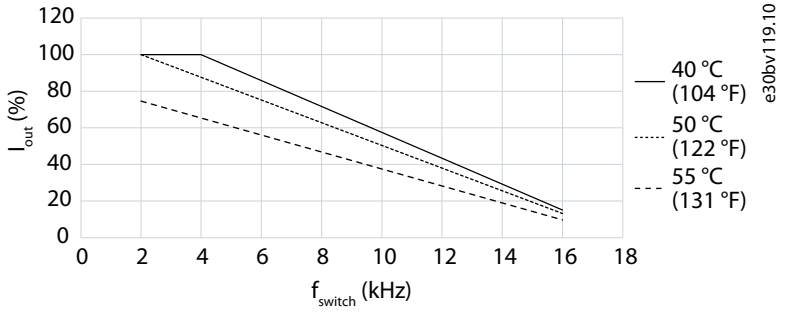


그림 **15:** 출력 전류 대 스위칭 주파수의 용량 감소**(MA01a 3x380-480 V AC)**

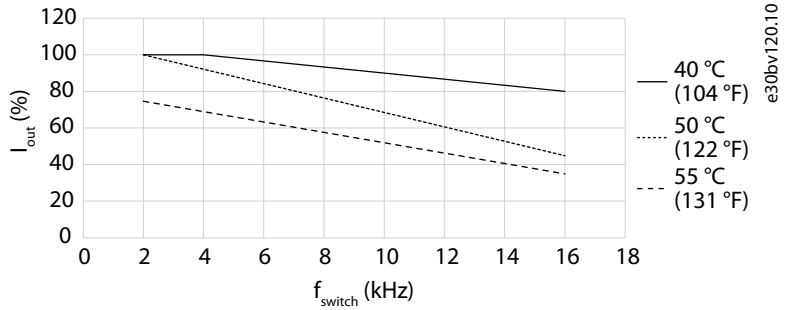


그림 **16:** 출력 전류 대 스위칭 주파수의 용량 감소**(MA02a 1x200-240 V AC)**

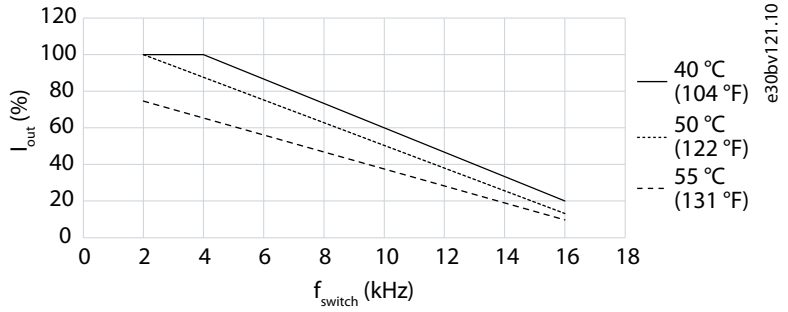


그림 **17:** 출력 전류 대 스위칭 주파수의 용량 감소**(MA02a 3x380-480 V AC)**

4.9.2 자동 용량 감소

드라이브는 중요한 단계에서 성능을 보장하기 위해 다음과 같은 위험 수준을 지속적으로 검사하고 스위칭 주파수를 자동으로 조정합니다.

- 방열판의 온도가 너무 높은 경우.
- 모터 부하가 매우 큰 경우.
- 모터 회전수가 낮은 경우.
- 보호 신호(과전압/저 전압, 과전류, 지락 결함 및 단락)가 발생한 경우.

5 외부 치수

5.1 IP20/개방형 외함 용량 및 치수

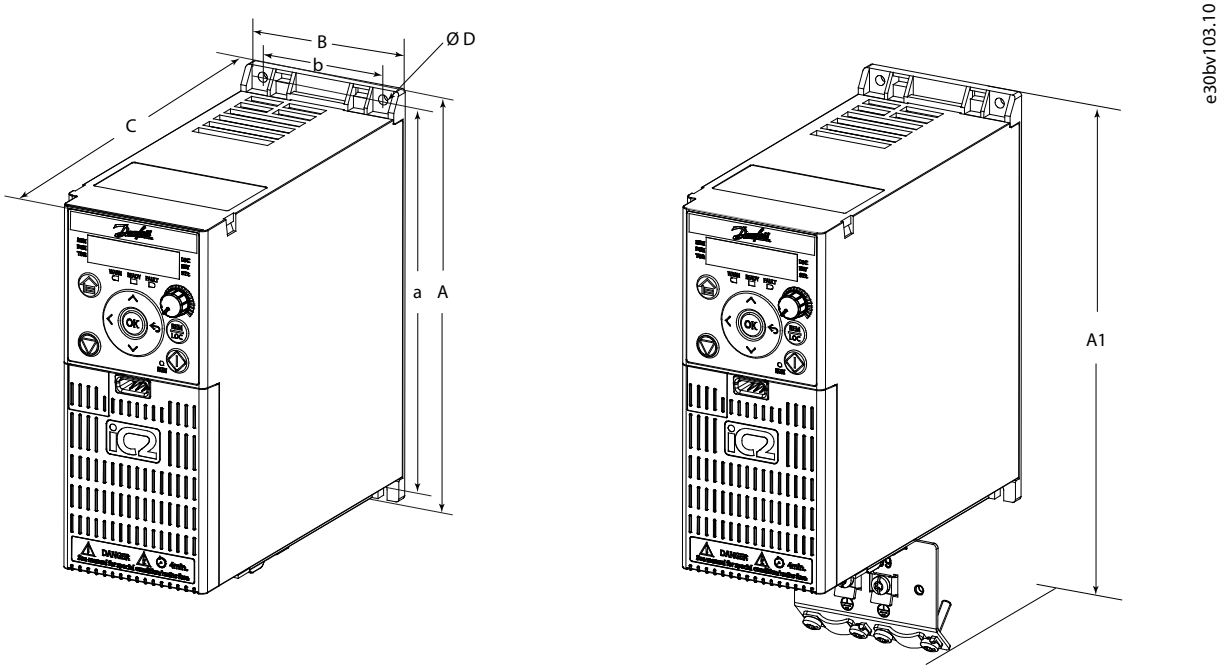


그림 **18: IP20/**개방형 외함 용량 및 치수

표 **36: IP20/**개방형 외함 용량 및 치수

외함	출력 [kW (HP)]		높이 [mm(in)]			너비 [mm(in)]		깊이 [mm (in)][1]	장착용 구멍 [mm(in)]
	1x200-240 V	3x380-480 V	A	A1[2]	a	B	b	C	D
MA01c	0.37-0.75 (0.5-1.0)	–	150 (5.9)	216 (8.5)	140.4 (5.5)	70 (2.8)	55 (2.2)	143 (5.6)	4.5 (0.18)
MA02c	1.5 (2.0)	–	176 (6.9)	232.2 (9.1)	150.5 (5.9)	75 (3.0)	59 (2.3)	157 (6.2)	4.5 (0.18)
MA01a	–	0.37-1.5 (0.5-2.0)	150 (5.9)	202.5 (8.0)	140.4 (5.5)	70 (2.8)	55 (2.2)	158 (6.2)	4.5 (0.18)
MA02a	2.2 (3.0)	2.2-4.0 (3.0-5.5)	186 (7.3)	240 (9.4)	176.4 (6.9)	75 (3.0)	59 (2.3)	175 (6.9)	4.5 (0.18)

[1] 현장 제어 패널의 가변 저항은 드라이브에서 6.5 mm (0.26 in) 확장됩니다.

[2] 디커플링 플레이트 포함.

5.2 IP21/UL 1 외함 용량 및 치수

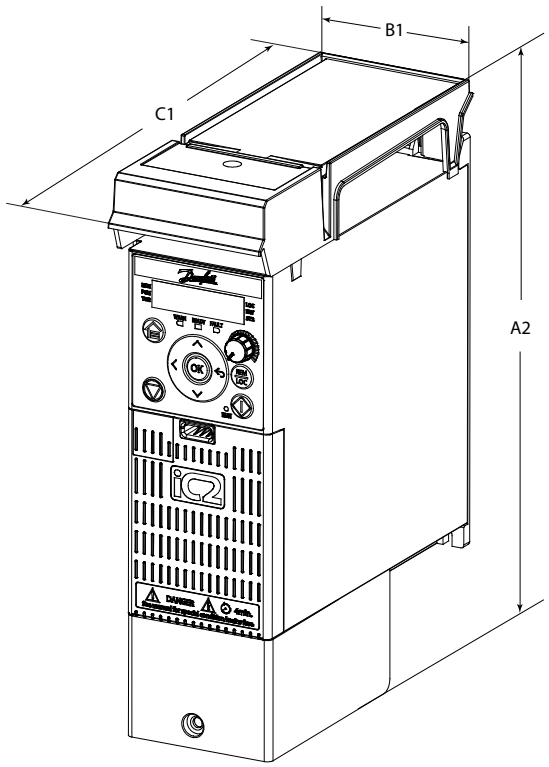


그림 **19: IP21/UL 1** 외함 용량 및 치수

표 **37: IP21/UL 1** 외함 용량 및 치수

외함	**출력 [kW (HP)]**		**높이 [mm(in)]**	**상단 덮개 너비 [mm (in)]**	**깊이 [mm(in)]**
	1x200-240 V	**3x380-480 V**	**A2**	**B1**	**C1**
MA01c	0.37-0.75 (0.5-1.0)	–	242.2 (9.5)	81.5 (3.2)	153.5 (6.0)
MA02c	1.5 (2.0)	–	257 (10.1)	92.4 (3.6)	165 (6.5)
MA01a	–	0.37-1.5 (0.5-2.0)	220.2 (8.7)	73.2 (2.9)	166.5 (6.6)
MA02a	2.2 (3.0)	2.2-4.0 (3.0-5.5)	255 (10.0)	78 (3.0)	184 (7.2)

5.3 NEMA 1 외함 용량 및 치수

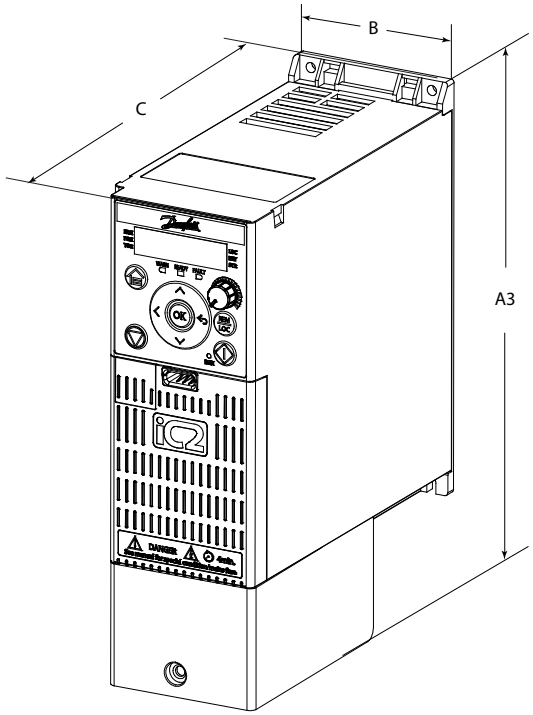


그림 **20: NEMA 1** 외함 용량 및 치수

표 **38: NEMA 1** 외함 용량 및 치수

외함	출력 [kW (HP)]		높이 [mm(in)]	너비 [mm(in)]	깊이 [mm (in)][1]
	1x200-240 V	3x380-480 V	A3	B	C
MA01c	0.37-0.75 (0.5-1.0)	–	206.2 (8.1)	70 (2.8)	143 (5.6)
MA02c	1.5 (2.0)	–	221 (8.7)	75 (3.0)	157 (6.2)
MA01a	–	0.37-1.5 (0.5-2.0)	195 (7.7)	70 (2.8)	158 (6.2)
MA02a	2.2 (3.0)	2.2-4.0 (3.0-5.5)	231 (9.1)	75 (3.0)	175 (6.9)

[1] 현장 제어 패널의 가변 저항은 드라이브에서 6.5 mm (0.26 in) 확장됩니다.

6 기계적인 설치 고려사항

6.1 배송 내용물

배송 구성품:

- 드라이브.
- 단자 덮개.
- 운전 지침서는 드라이브의 설치 및 시운전, 보수와 관련하여 자세한 정보를 제공합니다.

6.2 제품 라벨

드라이브 및 드라이브 패키지에는 법적 또는 규제상의 이유로 필요한 정보, 각 구성품의 고유 식별 정보 및 기타 관련 정보가 들어 있는 라벨이 있습니다.

6.2.1 드라이브의 제품 라벨

드라이브의 제품 라벨에는 제품 및 법률 및 규제 정보를 식별하는 정보가 포함되어 있습니다. 드라이브의 라벨 위치는 표 39를 참조하십시오.

표 **39:** 라벨 위치

외함 사이즈	라벨 위치
MA01c	드라이브 측.
MA02c	
MA01a	드라이브 상단부.
MA02a	

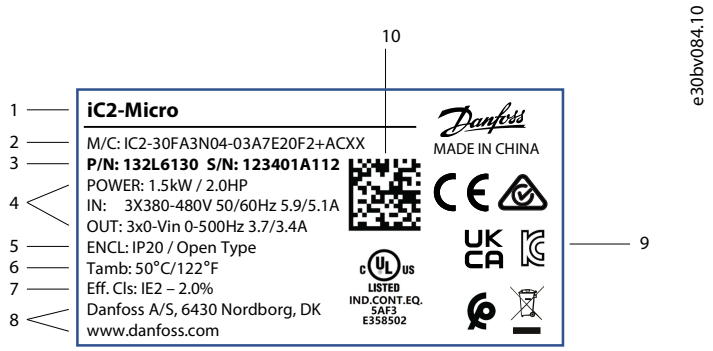


그림 **21:** 제품 라벨의 예

1	제품 이름
2	모델 코드: M/C는 모델 코드의 27자를 포함합니다.
3	P/N 및 S/N • P/N은 실제 제품의 코드 번호입니다. • S/N에는 일련 번호가 포함되어 있습니다.
4	정격 용량: • 첫 번째 라인에는 지령 전압에서의 대표적인 모터 정격 용량이 수록되어 있습니다. • 두 번째 라인은 입력 등급 (주어진 입력 전압에서의 전압 범위, 주파수 및 입력 전류)을 나열합니다. • 세 번째 라인은 출력 등급(전압 범위, 주파수 및 주어진 입력 전압에서의 정격 출력 전류)을 나열합니다.
5	외함: 보호 등급 및 UL 준수 등급 모두에서 드라이브의 보호 등급을 나타냅니다.
6	주위 온도: 용량 감소인 경우 제외한 주위 온도 범위를 나타냅니다.
7	효율 등급: ErP 지침에 따른 효율성 등급. 90% 주파수/100% 전류 작업 포인트에 대해 주어진 값.
8	회사명, 주소 및 웹사이트.
9	경고 및 준수 정보.
10	2D 코드: 2D 코드에는 드라이브에 관한 정보가 포함되어 있으며 MyDrive® 도구로 읽을 수 있습니다. 코드는 다음을 포함합니다: • P/N: 코드 번호. • S/N: 일련번호.

6.2.2 패키지 라벨

패키지 라벨은 드라이브 패키지에 부착되어 있으며 드라이브에 관한 정보가 포함되어 있습니다.

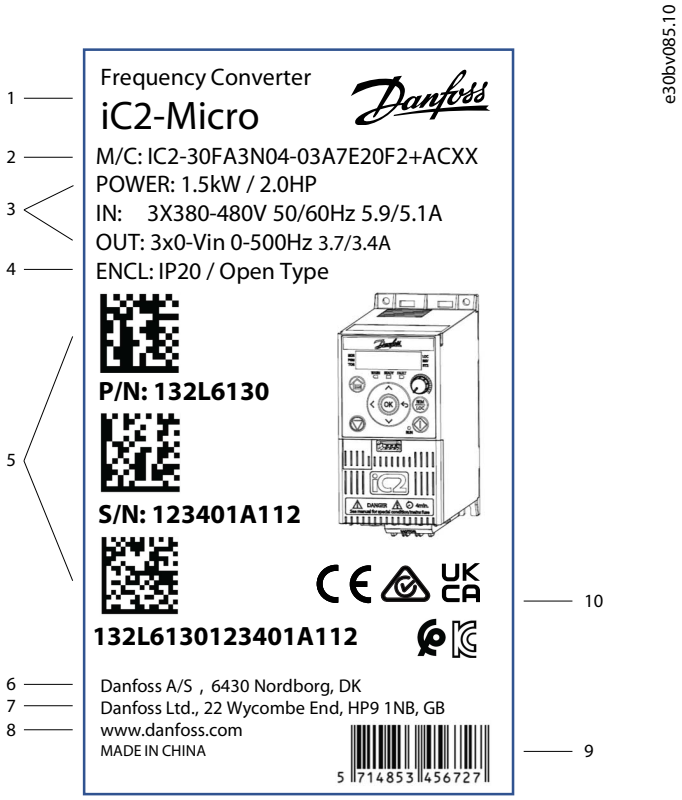


그림 **22:** 포장 라벨의 예

1	제품 이름	6	회사명, 주소.
2	모델 코드: M/C는 모델 코드의 27자를 포함합니다.	7	UKAC 주소.
3	정격 용량: • 첫 번째 라인에는 지령 전압에서의 대표적인 모터 정격 용량이 수록되어 있습니다. • 두 번째 라인은 입력 등급 (주어진 입력 전압에서의 전압 범위, 주파수 및 입력 전류)을 나열합니다. • 세 번째 라인은 출력 등급(전압 범위, 주파수 및 주어진 입력 전압에서의 정격 출력 전류)을 나열합니다.	8	회사 웹사이트.
4	외함: 보호 등급 및 UL 준수 등급 모두에서 드라이브의 보호 등급을 나타냅니다.	9	유럽 품목 번호(EAN) 바코드.
5	주문 정보가 포함된 2D 코드.	10	포장에 필요한 승인 마크(드라이브에 대한 추가 승인 마크).

6.3 권장 폐기

드라이브 수명이 다하면 주요 구성품을 재활용할 수 있습니다.

자재를 제거하기 전에 드라이브를 분해해야 합니다. 제품 부품 및 자재를 분해하여 분리할 수 있습니다. 일반적으로 강철, 알루미늄, 구리 및 합금, 귀금속과 같은 모든 금속은 재료로 재활용할 수 있습니다. 플라스틱, 고무 및 판지는 에너지 재생에 사용할 수 있습니다. 직경이 25 mm(1 in) 미만인 인쇄 회로 기판 및 대형 전해 콘덴서는 IEC 62635 지침에 따라 추가 처리가 필요합니다. 재활용을 용이하게 하기 위해 플라스틱 부품에 적절한 식별 코드가 표시되어 있습니다.

환경 측면 및 전문 재활용업체를 위한 재활용 지침에 대한 자세한 내용은 현지 Danfoss 사무소에 문의하십시오. 수명 종료 처리는 국제 및 현지 규정을 따라야 합니다.

모든 드라이브는 금지 및 제한 물질에 대한 Danfoss 회사 지침에 따라 설계 및 제조됩니다. 이러한 물질의 목록은 www.danfoss.com에서 확인할 수 있습니다.

제품에 표시된 이 기호는 가정 쓰레기로 폐기해서는 안 된다는 것을 나타냅니다. 전기 부품이 포함된 장비를 일반 생활 폐기물과 함께 폐기해서는 안됩니다.

전기 및 전자 장비의 재활용을 위해 해당 회수 계획에 전달해야 합니다.

- 이러한 목적으로 제공된 채널을 통해 제품을 폐기하십시오.
- 현지 및 현재 적용되는 모든 법률과 규정을 준수하십시오.

6.4 설치 전까지 보관

6.4.1 컨덴서 리포밍

저장 중이고 전압이 인가되지 않은 드라이브의 경우, 드라이브 내의 컨덴서 유지 보수가 필요할 수 있습니다.

드라이브가 3년 이상 전압을 가하지 않고 보관된 경우에는 리포밍가 필요합니다. 리포밍은 DC 단자가 있는 드라이브에서만 가능합니다. DC 링크 컨덴서 유지보수 및 개조는 표 40을 참조하십시오.

컨덴서를 리포밍 할 때:

- 리포밍 전압은 정격 주전원 전압의 1.35-1.45배여야 합니다. DC 링크 전압이 낮게 유지되고 약 1.41 x U_{mains}에 도달하지 않는 경우, 현지 서비스 대리점에 문의하십시오.
- 공급 전류가 500mA를 초과해서는 안 됩니다.

드라이브가 운전 중일 때,리포밍 되지 않은 DC 링크 컨덴서가 손상될 수 있습니다.

표 **40:** 드라이브 보관 기간 및 리포밍 권장사항

보관 기간	리포밍 지침
2년 미만	리포밍이 필요하지 않습니다. 주전원에 연결합니다.
2–3년	드라이브에 부하를 가하기 전에 주전원 전압에 연결하고 최소 30분간 기다리십시오.
3년 이상	드라이브의 DC 링크 단자에 직접 연결된 DC supply를 사용하여, 각 증분에서 30분 동안 무부하 상태에서 정격 전압을 25%, 50%, 75%, 100%씩 증분하여 DC 버스 전압의 0~100% 전압을 증가시킵니다. 그림 23을 참조하십시오.

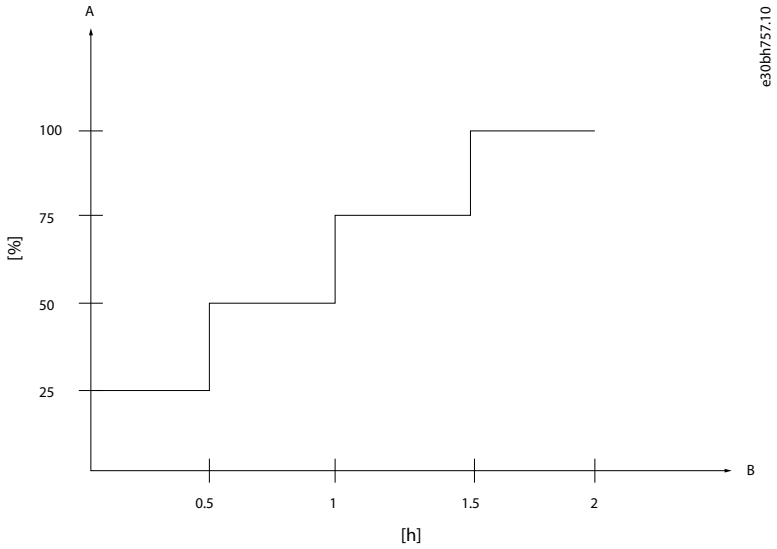


그림 **23: DC** 컨덴서의 리포밍 절차

A	리포밍 전압 (정격 전압의 백분율)
B	시간

표 **41: DC** 버스 전압 가속 값

AC 입력 전압	DC 링크의 전압
3x380–480 V AC	650 V DC
1x200-240 V AC	320 V DC

6.4.2 안전한 운반 및 보관

제품별 문서에 제공된 운송, 보관 및 적절한 취급에 대한 모든 정보를 따르십시오. 포함 기능:

- 설치하기 전에 드라이브를 보관하는 경우, 주위 조건이 4.2.7.1 보관 중 주변 조건에 수록된 사양에 부합하는지 확인합니다.
- 포장을 4개월 이상 보관하는 경우, 제어된 상태로 유지하십시오.
  - 온도 변화가 작은지 확인하십시오.
  - 습도가 50% 미만인지 확인하십시오.
- 설치할 때까지 드라이브를 해당 패키지 내에 밀폐된 상태로 유지합니다. 포장을 풀면 먼지, 이물질 및 습기로부터 드라이브를 보호합니다.

6.5 설치 전제 조건

해당 어플리케이션에서 드라이버의 최적 조건 및 운전을 확보하기 위해서는 드라이버를 선정하기 전에 다음 사항을 확인할 것을 권장합니다.

- 주변 조건과 비교하여 작동 환경을 확인하십시오. 4.2.7.3 운전 중 주변 조건을 참조하십시오.
- 드라이브 배치 및 설치 시 취급을 고려합니다. 드라이브의 중량 및 외형 치수는 5.1 IP20/개방형 외함 용량 및 치수를 참조하십시오.
- 운전하는 동안 드라이브에 접근할 필요가 있는지 고려합니다. 6.7 기계관련 설치을 참조하십시오.
- 유지보수 접근에 대한 필요성을 고려합니다. 6.7.8 서비스 접근을 위한 권장 공간을 참조하십시오.

6.5.1 운전 환경

제품의 적절한 운전 및 기대 수명을 보장하기 위해 드라이버가 지정된 설치 조건 내에 설치되었는지 확인합니다.

표 **42:** 운전 환경 사양

환경	사양
온도	드라이버는 운전 온도 범위가 드라이버의 사양을 준수하는 장소에 설치해야 합니다. 운전 시 온도와 보관 시 온도(전원이 공급되지 않는 드라이브)를 모두 고려합니다. 공칭 온도 등급을 초과하면 용량 감소를 적용해야 합니다. 용량 감소 관한 자세한 정보는 4.2.7 주위 조건 및 4.9 용량 감소를 참조하십시오.
고도	적절한 냉각 및 절연 간격 준수를 위해 드라이버가 허용된 고도에 설치되었는지 확인합니다. 고도가 1000 m(3300 ft) 이상인 곳에는 드라이버 성능의 용량 감소가 적용됩니다. 용량 감소는 최대 출력 전류 또는 최대 운전 온도에 적용됩니다. 드라이버가 실제 어플리케이션의 정격인지 확인합니다. 최대 고도는 전력 그리드 구성 및 그리드 전압에 따라 다릅니다. 제한 사항은 4.2 일반 기술 자료에 명시되어 있습니다. 자세한 정보는 4.2.7 주위 조건 및 4.9 용량 감소를 참조하십시오.
진동 및 충격	드라이브가 사양을 초과하는 진동 및 충격 수준에 노출되지 않는 위치에 설치되었는지 확인합니다. 높은 수준의 진동 및 충격에 노출된 경우, 설비를 위해 댐퍼를 사용하는 것이 좋습니다. 선급 승인을 받은 드라이브 주문 시 특수 요구사항이 충족됩니다. 자세한 정보는 4.2.7 주위 조건를 참조하십시오.
습도	드라이버는 습도 수준은 드라이버의 사양을 준수하는 장소에 설치해야 합니다. 설치 영역이 필요한 조건을 충족하지 못할 경우 설치용 다른 보호 캐비닛, 내장 가열 요소 또는 제습기를 선택하여 다른 조치를 취할 수 있습니다. 자세한 정보는 4.2.7 주위 조건를 참조하십시오.
먼지, 섬유 및 공기 중 입자	IP20/개방형 및 IP21/UL 타입 1 (IP21/타입 1 변환 키트(옵션)) 외함은 먼지, 섬유 및 기타 공기 중에 부유하는 입자로부터 보호되지 않으므로 이러한 물질이 존재하지 않는 장소 또는 전용 외함에 설치해야 합니다. 막힘으로 인해 드라이브의 냉각이 제한되므로 공기 중에 부유하는 입자가 방열판 및 팬에 막히지 않게 해야 합니다. 드라이브는 막힘을 감지하고 성능을 줄이거나 운전을 중지합니다. 전도성 입자에 노출되는 장소에 드라이브를 설치하지 마십시오. 자세한 정보는 4.2.7 주위 조건를 참조하십시오. 방열판 및 팬 유지보수에 관한 자세한 정보는 6.6.4 방열판 및 팬 유지보수 및 서비스를 참조하십시오.
기체	드라이브 설치 시 가스 노출을 준수해야 합니다. 드라이브는 폭발성 가스에 노출되는 장소에 설치해서는 안됩니다. 부식성 가스에 노출된 경우 관련 예방 조치를 취해야 합니다. 이러한 예방조치에는 높은 보호 수준의 드라이브 선정, 드라이브에 보호 코팅(옵션 선택) 추가 또는 보호 캐비닛에 드라이브 설치 등이 포함됩니다. 자세한 정보는 4.2.7 주위 조건를 참조하십시오.

6.6 유지보수 고려사항

드라이브 수명 기간 동안 정기적인 유지보수 또는 서비스 조치가 필요할 수 있으며 드라이브의 관련 부품에 대한 접근이 보장되어야 합니다.

⚠ 주 의 ⚠

뜨거운 표면

일부 드라이브에는 드라이브 전원이 분리된 후에도 뜨거운 상태가 유지되는 금속 부품이 포함되어 있습니다. 드라이브의 고온 기호(황색 삼각형)를 준수하지 못하면 심각한 화상으로 이어질 수 있습니다.

- 내부 구성품은 드라이브 전원이 분리된 후에도 매우 뜨거울 수 있으므로 주의해야 합니다.
- 고온 기호(황색 삼각형)로 표시된 외부 영역을 만지지 마십시오. 드라이브를 사용 중이거나 전원을 분리한 직후에도 이 영역은 뜨겁습니다.

6.6.1 정기 유지보수

일반적인 유지보수 사례는 다음과 같습니다.

- 드라이브의 I/O 신호를 점검하십시오.
- 전원 연결 및 접지를 정기적으로 점검하십시오.
- PC를 드라이브에 연결하여 데이터를 읽거나 파라미터화합니다.

6.6.2 유지보수 일정

드라이브의 유지보수 일정은 드라이브의 사용 및 운전 환경에 따라 다릅니다.

표 **43:** 유지보수 일정

유지보수 주기	유지보수 작업
6-24개월 (환경에 따라 다름)	• 전원 단자의 조임 토크를 확인합니다. • 냉각 팬이 올바르게 작동하는지 확인합니다. • 단자 및 기타 표면의 부식 여부를 확인합니다. • 방열판과 냉각 채널을 청소합니다.

각 드라이브의 유지보수 계획은 드라이브의 최적 성능 및 수명을 지원합니다. 예를 들어, Danfoss은 올바른 셋업을 결정하는데 도움을 주기 위해 DrivePro® 예방적 유지보수 서비스를 제공하는 등 여러 가지 서비스 제품을 제공합니다. www.danfoss.com에서 DrivePro® 서비스에 관한 자세한 정보를 확인하십시오. 자세한 정보는 Danfoss에 문의하십시오.

6.6.3 서비스 접근

계획된 드라이브 수명을 연장하기 위해 Danfoss는 드라이브, 모터, 시스템 및 캐비닛/외함에 대한 정기적인 검사 및 서비스 조치를 권장합니다. 파손, 위험 및 손상을 방지하려면 운전 조건에 따라 정기적인 간격으로 단자 연결부 조임 및, 먼지 유입 여부 등의 문제가 있는지 드라이브를 점검합니다.

Danfoss 드라이브가 한계 근처 환경 또는 설계 범위를 초과하는 환경에서 운전하는 경우, 드라이브의 유지보수가 필요합니다.

마모되거나 손상된 부품은 정품 예비 부품으로 교체하십시오. 서비스 및 지원은 가까운 Danfoss 공급업체에 연락합니다. DrivePro® 서비스는 시운전 및 적시에 예정된 유지보수 서비스를 통해 수명을 연장하고 iC2-Micro Frequency Converters의 성능을 향상시킵니다. DrivePro® 서비스는 어플리케이션 및 운전 조건에 맞게 맞춤형으로 제공됩니다.

설치를 계획할 때 서비스 및 유지보수 필요성에 대한 적절한 액세스를 고려해야 합니다. 일반적으로 다음 사항을 확인하는 것이 좋습니다.

- 전원 케이블 및 커넥터에 대한 접근.
- 제어 배선에 대한 접근.
- 냉각 시스템(냉각 채널 및 팬 필터) 세척에 대한 접근.
- 드라이브를 PC에 연결하기 위한 포트에 대한 접근.

6.6.4 방열판 및 팬 유지보수 및 서비스

방열판 핀은 냉각 공기에서 먼지를 흡입합니다. 방열판이 깨끗하지 않으면 드라이브가 과열 경고 및 결함으로 전환됩니다. 필요한 경우 방열판을 청소합니다.

드라이브의 냉각 팬 수명은 팬 구동 시간, 주위 온도 및 먼지 농도에 따라 다릅니다. *파라미터 P6.5.1 Fan Control Mode(팬 제어 모드)*에서 팬 제어 모드를 선택하고 팬을 제어하면 팬 수명이 자동으로 증가합니다. 팬 베어링 소음이 증가하면 팬 결함을 예측할 수 있습니다. 드라이브가 공정의 중요한 부분에서 구동 중인 경우, 이러한 증상이 발생하면 팬을 교체할 것을 권장합니다.

세척을 위해 드라이브에서 팬을 제거할 수 있습니다. 팬 교체 또한 Danfoss에서 확인할 수 있습니다.

- 교체 가능한 냉각 팬의 주문 번호는 8.2 액세서리 및 예비 부품 주문를 참조하십시오.
- 팬 교체에 관한 자세한 단계는 iC2-Micro Frequency Converters의 팬 교체 설치 가이드를 참조하십시오.

6.7 기계관련 설치

드라이브는 주로 벽면에 장착되거나 외함 캐비닛에 장착됩니다. 자세한 내용은 6.7.2 장착 위치를 참조하십시오.

6.7.1 장착 고려사항

설치 장소를 선택하고 계획할 때 다음 고려 사항에 유의하십시오.

- 장착 표면은 드라이브의 중량을 지탱합니다.
- 장착면은 비가연성이어야 합니다.
- 드라이브는 수직으로 설치되지만 특별한 경우에는 다른 방향으로도 장착할 수 있습니다. 드라이버를 다른 방향으로 설치하는 것은 드라이버의 성능에 영향을 줍니다. 자세한 정보는 6.7.3 장착 방향를 참조하십시오.
- 적절한 유입구 및 배출구 간격은 적절한 냉각이 가능하도록 방열판을 통해 원활한 공기 흐름을 보장합니다.
- 드라이브는 옆면끼리 나란히 붙여서 캐비닛의 공간을 절약하거나 제어실의 벽면에 장착할 수 있습니다.
- 드라이버 전면에 제어 패널을 운전하기에 충분한 공간이 있어야 합니다.
- 드라이브 연결에 사용되는 케이블의 설치 및 배치를 위한 공간이 적절한지 확인합니다.
- **⚠ 경 고 ⚠**

  감전 위험

  덮개가 없는 모터, 주전원 또는 직류 연결 플러그 또는 단자를 만지면 사망 또는 중상으로 이어질 수 있습니다.

  - 모터, 주전원 및 직류 연결부에 대한 모든 플러그 및 단자 보호 덮개는 IP20 보호 등급을 제공하기 위해 IP20 외함 내에 설치해야 합니다. 플러그와 단자 덮개가 설치되지 않은 경우, 보호 등급은 IP00으로 간주됩니다.

- 서비스 접근을 위해 덮개를 제거하거나 도어를 열려면 드라이브 전면에 충분한 공간을 두어야 합니다.

6.7.2 장착 위치

드라이브는 날씨로부터 보호되는 환경에 설치하도록 설계되어 있습니다. 자세한 정보는 4.2.7 주위 조건를 참조하십시오.
드라이브를 벽면이나 캐비닛에 장착할 때는 장착 표면이 단단하고 평평하며 가연성이 없어야 합니다.

6.7.3 장착 방향

드라이브는 외함 용량에 따라 수직 또는 수평으로 장착할 수 있습니다. 표 44를 참조하여 장착 방향이 드라이브 성능에 미치는 영향에 관한 자세한 정보를 확인하십시오.

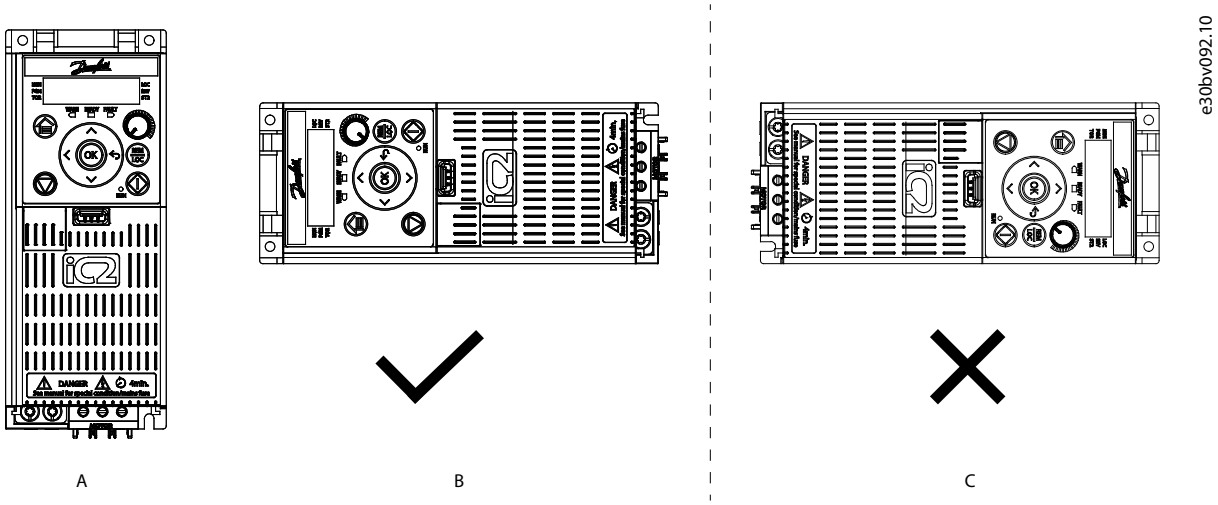


그림 **24:** 드라이브의 장착 방향

표 **44: IP20/**개방형 정격 드라이버의 장착 방향 및 성능에 대한 장착 방향의 영향

설치 방향	가능한 외함 용량	성능에 미치는 영향
A: 수직 설치	MA01c/MA02c/MA01a/MA02a	없음
B: 수평 설치(왼쪽 아래)	MA02c/MA01a/MA02a	• 진동 및 충격에 대한 견고성 제한. • 옆면끼리 나란히 붙여서 장착할 수 없습니다.
C: 수평 설치(오른쪽 아래)	–	모든 외함 용량에는 허용되지 않습니다.

참 고

수직으로 설치할 경우 IP21/UL 타입 1 정격 드라이브는 낙수로부터 보호됩니다.

6.7.4 권장 나사 및 볼트

드라이버 장착용 나사 및 볼트의 권장 규격을 표 표 45에서 확인합니다.

표 **45:** 권장 나사 및 볼트

보호 등급	외함 사이즈	최대 중량 [kg (lb)][1]	권장 나사/볼트	최대 토크 [Nm ([in-lb)]
IP20/개방형	MA01c	1 (2.4)	M4	1.5 (13.3)
	MA02c	1.3 (2.9)	M4	1.5 (13.3)
	MA01a	1.1 (2.4)	M4	1.5 (13.3)
	MA02a	1.6 (3.5)	M4	1.5 (13.3)

[1] 디커플링 플레이트제외.

6.7.5 드릴링 패턴

설치용 장착 구멍을 준비할 때 드릴링 패턴을 사용합니다. 드릴링 패턴은 드라이브의 마운팅 플레이트와 동일합니다.
냉각, EMC 플레이트 및 기타 연장 장치에 필요한 공간은 드릴링 패턴에 포함되어 있지 않습니다.
필요한 총 공간은 *외부 및 단자 치수* 장의 도면을 참조하십시오.

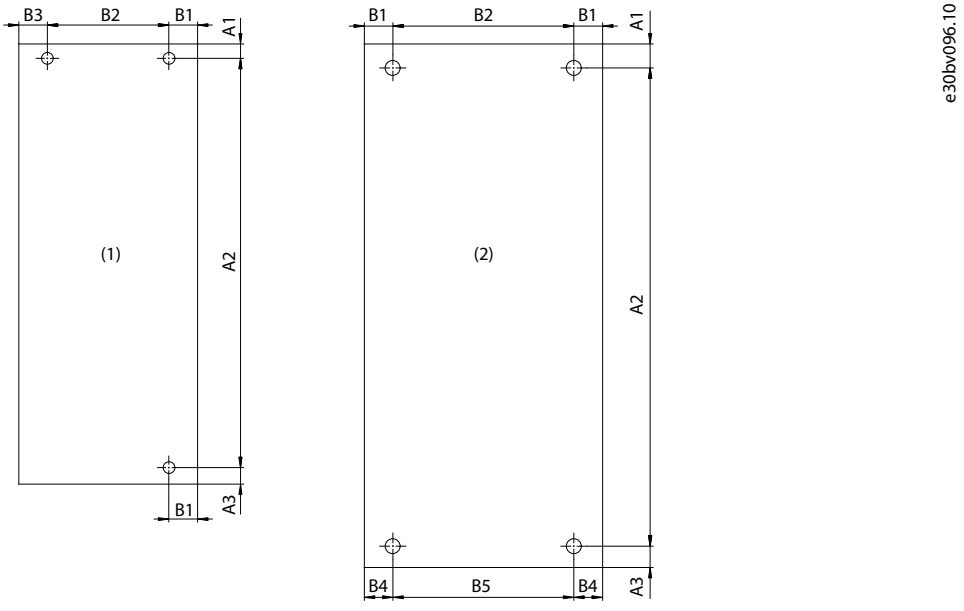


그림 **25:** 드릴링 패턴

표 **46:** 벽 장착형 드라이브의 드릴링 패턴 치수

외함 사이즈	드릴링 패턴	A1 [mm (in)]	A2 [mm (in)]	A3 [mm (in)]	B1 [mm (in)]	B2 [mm (in)]	B3 [mm (in)]	B4 [mm (in)]	B5 [mm (in)]
MA01c	1	5.5 (0.22)	140.4 (5.53)	4.1 (0.16)	7.5 (0.30)	55 (2.17)	7.5 (0.30)	–	–
MA02c	1	5.5 (0.22)	150.5 (5.93)	4 (0.16)	6.75 (0.27)	59 (2.32)	9.25 (0.36)	–	–
MA01a	1	4.8 (0.19)	140.4 (5.53)	4.8 (0.19)	7.5 (0.30)	55 (2.17)	7.5 (0.30)	–	–
MA02a	1	4.8 (0.19)	176.4 (6.94)	4.8 (0.19)	8 (0.31)	59 (2.32)	8 (0.31)	–	–
MA03a	1	–	–	–	–	–	–	–	–
MA04a	2	–	–	–	–	–	–	–	–
MA05a	2	–	–	–	–	–	–	–	–

6.7.6 설치 시 드라이브의 배치

드라이브를 장착하기 전에 드라이브를 안전하게 배치할 수 있도록 적절한 고정 장치로 장착 위치를 준비합니다. 설치 시 드라이브를 안전하게 취급할 수 있는 공간이 충분한지 확인합니다.

설치 전에 하단 나사 또는 볼트를 장착할 수 있습니다. 드라이브를 하단 볼트에 배치하고 상단 나사 또는 볼트를 장착합니다. 장착 표면의 나사 구멍에 대한 파손 토크는 1.5 Nm(13.3 in-lb) 이상이어야 합니다.

6.7.7 냉각

드라이브의 올바른 냉각을 위해 드라이브 상단과 하단에 충분한 여유 공간이 있는지 확인합니다. 필요한 냉각 관한 세부 정보는 표 47을 참조하십시오.

모든 설비의 경우, 설치 장소의 온도는 환기 또는 냉방을 통해 지정된 작동 온도 범위 내에 있어야 합니다. 냉각 공기의 품질은 기술 사양(먼지, 공기 중 입자, 화학 물질)에 정의된 환경 조건을 준수해야 합니다.

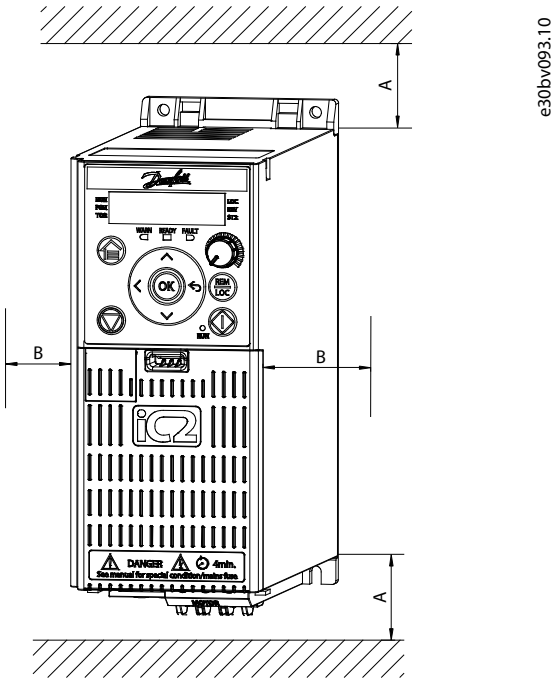


그림 **26:** 천장에서의 최소 여유 공간

표 **47: IP20/**개방형 드라이브의 최소 냉각 여유 공간

외함 사이즈	A [mm (in)]	B [mm (in)]	냉각 유형
MA01c	100 (3.9)	• 0(0) at 40 °C(104 °F). • 50 °C(122 °F)에서 10(0.39) 이상.	자연 공기 냉각
MA02c	100 (3.9)	0(0)	강제 공기 냉각
MA01a	100 (3.9)	0(0)	강제 공기 냉각
MA02a	100 (3.9)	0(0)	강제 공기 냉각
MA03a	–	–	강제 공기 냉각
MA04a	–	–	강제 공기 냉각
MA05a	–	–	강제 공기 냉각

6.7.8 서비스 접근을 위한 권장 공간

서비스 및 유지보수 시 드라이브에 접근하기 위해서는 드라이브 주변에 충분한 여유 공간을 둘 것을 권장합니다.
일반적인 권장 사항은 다음과 같습니다.

- 덮개 제거 시 드라이버 전면에 충분한 공간을 두어 제어 보드에 접근합니다.
- 팬을 청소하거나 교체하기 위해 냉각 채널 입구에 접근할 수 있도록 드라이브 아래에 충분한 공간이 있어야 합니다.

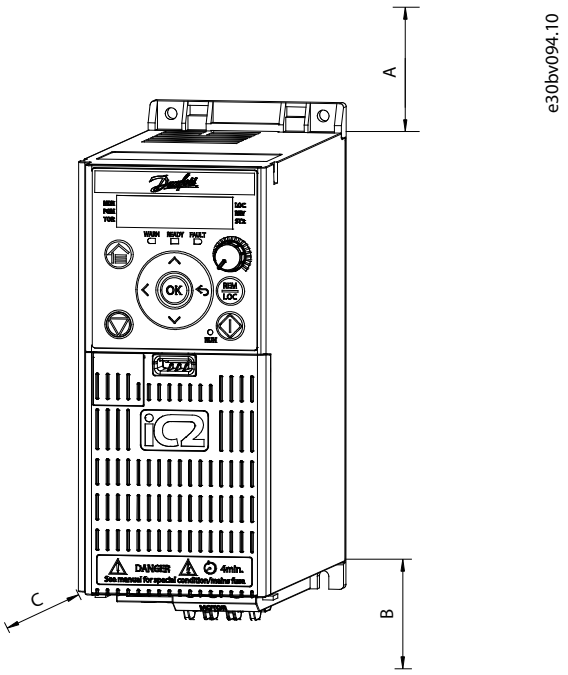


그림 **27:** 서비스 접근을 위한 권장 여유 공간

표 **48:** 서비스 접근을 위한 권장 여유 공간

외함 사이즈	접근을 위한 권장 공간		
	(A) 위로 [mm (in)]	(B) 아래로 [mm (in)]	(C) 앞으로 [mm (in)]
MA01c	100 (3.9)(1)	200 (7.9)(1)	100 (3.9)
MA02c	100 (3.9)(1)	200 (7.9)(1)	100 (3.9)
MA01a	100 (3.9)(1)	200 (7.9)(1)	100 (3.9)
MA02a	100 (3.9) (1)	200 (7.9)(1)	100 (3.9)

1 냉각 덕트에 충분한 공간, 냉각 필요 초과. 또는 드라이브의 플러그를 뽑고 서비스를 받기 위해 설치에서 분리합니다.

7 전기적인 설치 고려사항

7.1 전기적인 설치 주의사항

⚠ 경 고 ⚠

유도 전압

나란히 배선된 출력 모터 케이블의 유도 전압은 장비가 꺼져 있거나 잠금 상태(락아웃/태그아웃)라도 장비 컨덴서를 충전할 수 있습니다. 출력 모터 케이블을 별도로 구동하지 않거나 차폐 케이블을 사용하지 않으면 사망 또는 중상으로 이어질 수 있습니다.

- 출력 모터 케이블을 별도로 구동하거나 차폐 케이블을 사용하십시오.
- 모든 드라이브를 동시에 잠그십시오(락아웃/태그아웃).

⚠ 주 의 ⚠

써미스터 절연

신체 상해 또는 장비 파손의 위험이 있습니다.

- PELV 절연 요구사항을 충족하려면 보강 또는 이중 절연을 갖춘 써미스터만 사용합니다.

참 고

과도한 열 및 재산 손실

과전류는 드라이브 내에 과도한 열을 발생시킬 수 있습니다. 과전류 보호 기능을 제공하지 않으면 화재 및 재산 손실 위험을 초래할 수 있습니다.

- 모터를 여러 개 사용하는 어플리케이션의 경우 드라이브와 모터 사이에 단락 회로 보호 또는 모터 써멀 보호와 같은 보호 장비가 추가로 필요합니다.
- 입력 퓨즈는 단락 및 과전류 보호 기능을 제공하는 데 필요합니다. 퓨즈가 출고 시 설치되어 있지 않은 경우 반드시 설치 업자가 퓨즈를 설치해야 합니다. 퓨즈 규격은 제품별 문서를 참조하십시오.

참 고

재산 손실

모터 과부하 보호 기능은 초기 설정에 포함되어 있지 않습니다. ETR 기능은 클래스 20 모터 과부하 보호 기능을 제공합니다. ETR 기능을 설정하지 않으면 모터 과부하 보호 기능이 제공되지 않으며, 모터가 과열되는 경우 재산 손실이 발생할 수 있습니다.

- ETR 기능을 활성화하십시오. 자세한 정보는 애플리케이션 지침서를 참조하십시오.

7.2 배선 다이어그램

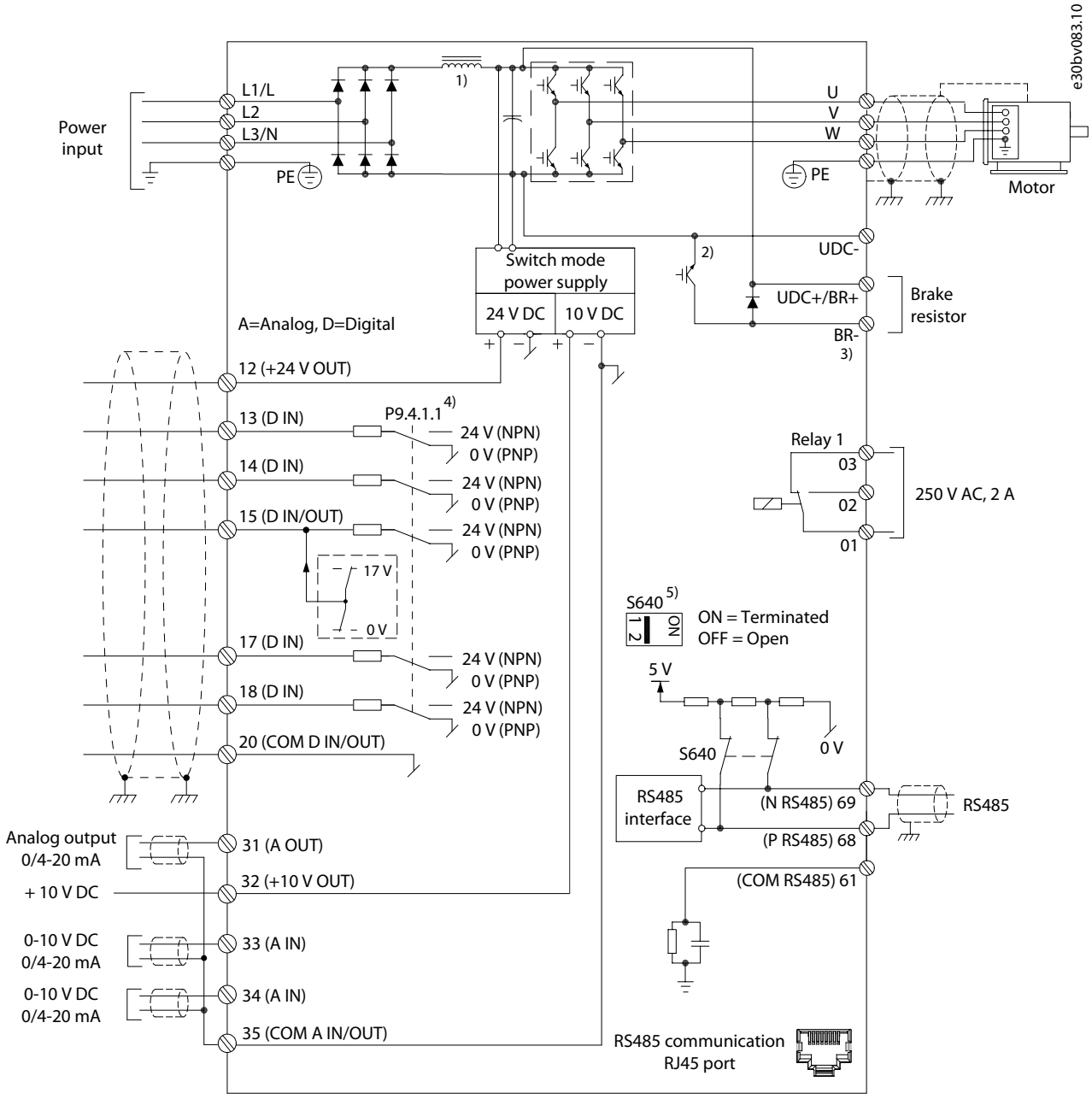


그림 **28:** 배선 다이어그램

1	MA05a 기준 단일 DC 초크.	4	*파라미터 P9.4.1.1 Digital I/O mode(디지털 I/O 모드)* (PNP=소스, NPN=싱크)를 통해 PNP 또는 NPN 모드를 선택합니다.
2	내장형 제동 초퍼는 3x380-480 V 2.2 kW (3.0 hp) 이상의 전력 범위에서만 사용할 수 있습니다.	5	S640 스위치(버스 단자)는 RS485 포트(단자 68 및 69)를 종단하는데 사용됩니다.
3	1x200-240 V 드라이브 및 3x380-480 V 0.37-1.5 kW (0.5-2.0 hp) 드라이브에 BR 단자 없음.		

7.3 그리드 유형 및 보호

7.3.1 그리드 유형

드라이브는 정격 네트워크 공급 전압으로 각기 다른 네트워크 유형에서 운전할 수 있습니다.

- TN-S
- TN-C
- TN-C- S
- TT
- IT(C4 버전에서만 지원)
- 델타 접지형 그리드(C4 버전에서만 지원)

그리드 유형과 관련된 파라미터에 대한 자세한 정보는 어플리케이션 지침서를 참조하십시오.

7.3.2 보호 접지 전류 및 등전위화/누설 전류

올바른 치수의 보호 접지(PE) 설정은 감전을 방지하는 드라이브 시스템의 안전을 위해 필수적입니다. 드라이브 설비의 PE 연결부는 드라이브 시스템이 안전하게 유지되어 단일 결함 전류가 전도성 외함 부품과 같이 접근 가능한 전도성 부품에서 위험한 전압을 발생시키지 않게 합니다.

드라이브는 EN 60364-5-54:2011 cl 543 및 544에 명시된 PE 연결 및 보조 보호 결합 요구사항에 따라 설치해야 합니다.

모터 측에 결함이 있는 경우 자동 차단을 위해 드라이브와 모터 간의 PE 연결 임피던스가 IEC/EN 60364-4-41:2017 cl 411 또는 415에 부합하도록 충분히 낮아야 합니다.

임피던스는 IEC/EN 60364-4-41:2017에 따른 초기 및 주기적 테스트로 확인해야 합니다.

현지 요건이 적용될 수 있습니다.

IEC/EN 61800-5-1:2017에 따른 시스템 설계는 EN 60364-5-54:2011에 따라 PE 연결 및 접근 가능한 전도성 부품의 보호 결합 적합성을 보장합니다.

드라이브를 특정 어플리케이션 내부의 구성품으로 사용하는 경우, 예를 들어, EN 60204-1:2018 및 IEC/EN 61439-1:2021에 명시된 PE에 올바르게 연결하기 위한 특수 요구사항이 적용될 수 있습니다.

저전압 네트워크의 경우, 전류는 바람직하지 않은 영향으로 보호 전도체(PE) 및 등전위 결합 전도체뿐만 아니라 접지 전위에 연결된 구조물에서 전류가 발생할 수 있습니다. 이러한 전류의 원인이 다르기 때문에 이러한 전류를 피하기 위해 이러한 전류의 원인을 아는 것이 좋습니다.

드라이브 설정은 주전원 공급, 드라이브 인버터, 케이블 및 부하 측이 있는 모터로 구성됩니다. 능동형 및 수동형 구성품의 동작과 설치의 전기적 구성으로 인해 몇몇 현상이 나타나 PE 도체에 전류를 발생시킬 수 있습니다.

- 주전원 케이블 및/또는 버스바의 비대칭성으로 인한 유도 결합은 주전원 주파수 및 고조파에서 PE 전류를 야기할 수 있습니다.
- 모터 케이블 버스바의 비대칭성으로 인한 유도 결합은 모터 기본 주파수에서 PE 전류를 야기할 수 있습니다.
- EMI 필터 DC 링크 용량성 PE에 대한 디커플링의 일부로서 150 Hz/180 Hz에서 PE 전류를 야기할 수 있습니다.
- 주전원의 전압 왜곡/고조파 함량은 일반적으로 150Hz-2000Hz 범위의 PE 전류를 야기할 수 있습니다.
- 모터 위상에서 PE까지의 모터 케이블 용량으로 인한 공통 모드 전류는 일반적으로 2kHz를 초과하는 스위칭 주파수 및 고조파에서 PE 전류를 발생시킵니다.

앞서 말씀 드렸듯이, PE 전류는 여러 요인으로 구성되며 다양한 시스템 구성에 따라 달라집니다.

- RFI 필터링
- 모터 케이블 길이
- 모터 케이블 차폐
- 드라이브 전력

7.3.3 전류 측정

전류는 주파수가 다르므로 유효 값만 측정하는 것은 유용하지 않습니다. 대신 주파수/FFT 측정을 수행해야 합니다. 이는 적절한 오실로스코프 또는 특정 측정 장비를 사용하여 수행할 수 있습니다. 드라이브의 PE 연결부에서 전류 클램프로 유효 값을 분석하면 결과가 불충분하고 오해를 불러올 수 있습니다.

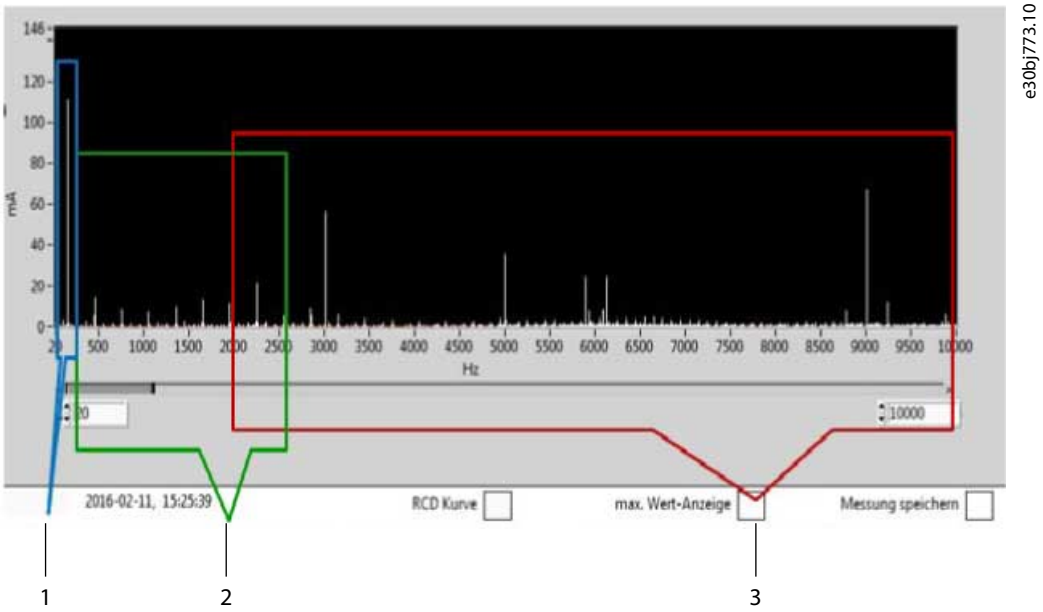


그림 **29: FFT** 측정의 예

1	f < 50 Hz: 일반적으로 비대칭 케이블 및 전도체의 유도 커플링에 사용됩니다.	3	f> 2 kHz: 케이블/모터와 접지 간의 용량 커플링으로 인한 일반적인 공통 모드 전류.
2	f= 150–2500 Hz: 그리드의 일반적인 고조파 구성품. f= 150 Hz: 직류 매개회로가 있는 정류기로 인해 일반적인 공통 모드 전류.		

⚠ 경 고 ⚠

감전 위험 - 누설 전류 위험

누설 전류가 3.5 mA를 초과합니다. 드라이브를 보호 접지(PE)에 올바르게 연결하지 못하면 사망 또는 중상으로 이어질 수 있습니다.

- IEC 60364-5-54 cl. 543.7에 따라 또는 접촉이 많은 전류 장비에 대한 현지 안전 규정에 따라 강화된 보호 접지 도체를 확인합니다. 드라이버의 강화된 보호 접지는 다음을 통해 수행할 수 있습니다.
- 최소 10 mm^2(8 AWG) Cu 또는 16 mm^2(6 AWG) Al의 단면적을 가진 PE 도체.
- 최소 단면적이 2.5 mm^2(14 AWG) (기계적으로 보호됨) 또는 4 mm^2(12 AWG)(기계적으로 보호되지 않음)이고 IEC 60364-5-54에 지정된 원래 PE 도체와 동일한 단면적의 추가 PE 도체.
- 외함으로 완전히 밀폐되어 있거나 기계적인 손상으로부터 보호되는 PE 도체.
- 최소 PE 도체 단면이 2.5 mm^2 (14 AWG)인 다중 도체 전원 케이블의 PE 도체 부품(산업용 커넥터에 의한 영구 연결형 또는 플러그형. 다중 도체 전원 케이블은 적절한 스트레인 릴리프와 함께 설치되어야 함).
- 참고: IEC/EN 60364-5-54 cl. 543.7 및 일부 어플리케이션 표준(예： IEC/EN 60204-1)에서 강화된 보호 접지 도체가 필요한 한계는 10 mA 누설 전류입니다.

⚠ 경 고 ⚠

누설 전류 위험

누설 전류는 5%를 초과할 수 있습니다. 드라이브를 올바르게 접지하지 못하면 사망 또는 중상으로 이어질 수 있습니다.

- 접지 도체의 최소 크기가 접촉이 많은 전류 장비에 대한 현지 안전 규정을 준수하는지 확인하십시오.

보호 접지(PE)와 등전위 결합은 일반적으로 서로 연결되어 등전위 결합 전류 또한 전체 PE 시스템에 걸쳐 분배됩니다.
짧은 모터 케이블, 대칭 케이블(특히 전류 정격 > 50 A) 또는 도체와 PE 간의 용량이 낮은 차폐 케이블을 사용하여 PE 전류와 이러한 전류가 시스템에 미치는 영향을 방지하거나 줄일 수 있습니다.

7.3.4 잔류 전류 장치(RCD) 보호

절연 결함 또는 높은 누설 전류로 인한 결함 전류로 인한 감전 및 화재 위험으로부터 추가적인 보호를 제공하기 위해 잔류 전류 장치(RCD)를 사용할 수 있습니다. 드라이브 앞에서 RCD를 사용하는 경우 추가 고려사항이 필요합니다. RCD는 반드시 현지 규정에 따라 설치해야 합니다.

⚠ 경 고 ⚠

감전 및 화재 위험 – **RCD** 준수

이 드라이버는 PE 도체에서 직류 결함 전류를 발생시킬 수 있습니다. B형 잔류 전류 작동 보호 장치(RCD)를 사용하지 않으면 RCD가 본래의 보호 기능을 제공하지 못하여 사망, 화재 또는 기타 심각한 위험을 초래할 수 있습니다.

- RCD가 감전이나 화재로부터 보호하기 위해 사용되는 경우 공급 측에는 유형 B 장치만 허용됩니다.

RCD/RCM 장치는 작동 전류와 결함 전류 간에 구분할 수 없으며 그 기능이 손상될 수 있습니다. 설치 시 절연 결함이 없어도 RCD를 트리거할 수 있습니다.

주전원 위상에서 RCD/RCM에 의해 측정된 전류는 측정된 PE 전류와 다를 수 있습니다. 이는 자기 결합 PE 전류가 주전원 위상에 존재하지 않기 때문입니다.

B형 RCD의 주파수 특성은 완전히 표준화되지 않았으며, 공급업체별 차이는 상위 주파수 범위에서 예상됩니다. 자세한 정보는 해당 RCD의 설명서를 참조하십시오.

7.3.5 격리 모니터링 장치

IT 그리드에서 운전하는 경우, 모터, 모터 배선 및 드라이브의 절연 무결성을 감시하기 위해 절연 감시 장치를 사용할 수 있습니다.

일반적인 어플리케이션 분야:

- 절연 시스템의 성능 저하 예방 탐지.
- IT 주전원의 접지 결함 감지.

절연 모니터는 IT 주전원 설비의 핵심 구성품입니다. 이는 접지 결함이 발생할 때마다 예방적 유지보수 및 경고를 가능하게 합니다. 여러 유형의 절연 모니터가 각기 다른 운전 원리로 존재합니다. 예를 들어, DC 전압 주입, 교류 극성 주입 및 전류 주입을 포함한 DC 전압 등이 있습니다. 모든 절연 모니터가 접지 용량 및 공통 모드 전압을 생성하는 드라이브로 인해 드라이브 시스템과 호환되지는 않습니다. 드라이브 시스템 설비에 사용되는 절연 모니터는 반드시 드라이브와 호환되는 것이 중요합니다.

7.4 EMC 호환 설치 지침

이 장에서는 올바른 EMC 준수 설치 방식에 관한 일반적인 소개를 제공합니다.

EMC 호환 설치하려면 드라이브와 함께 제공된 설치 및 안전 지침서에 수록된 지침을 준수합니다.

그림 30를 참조하세요.

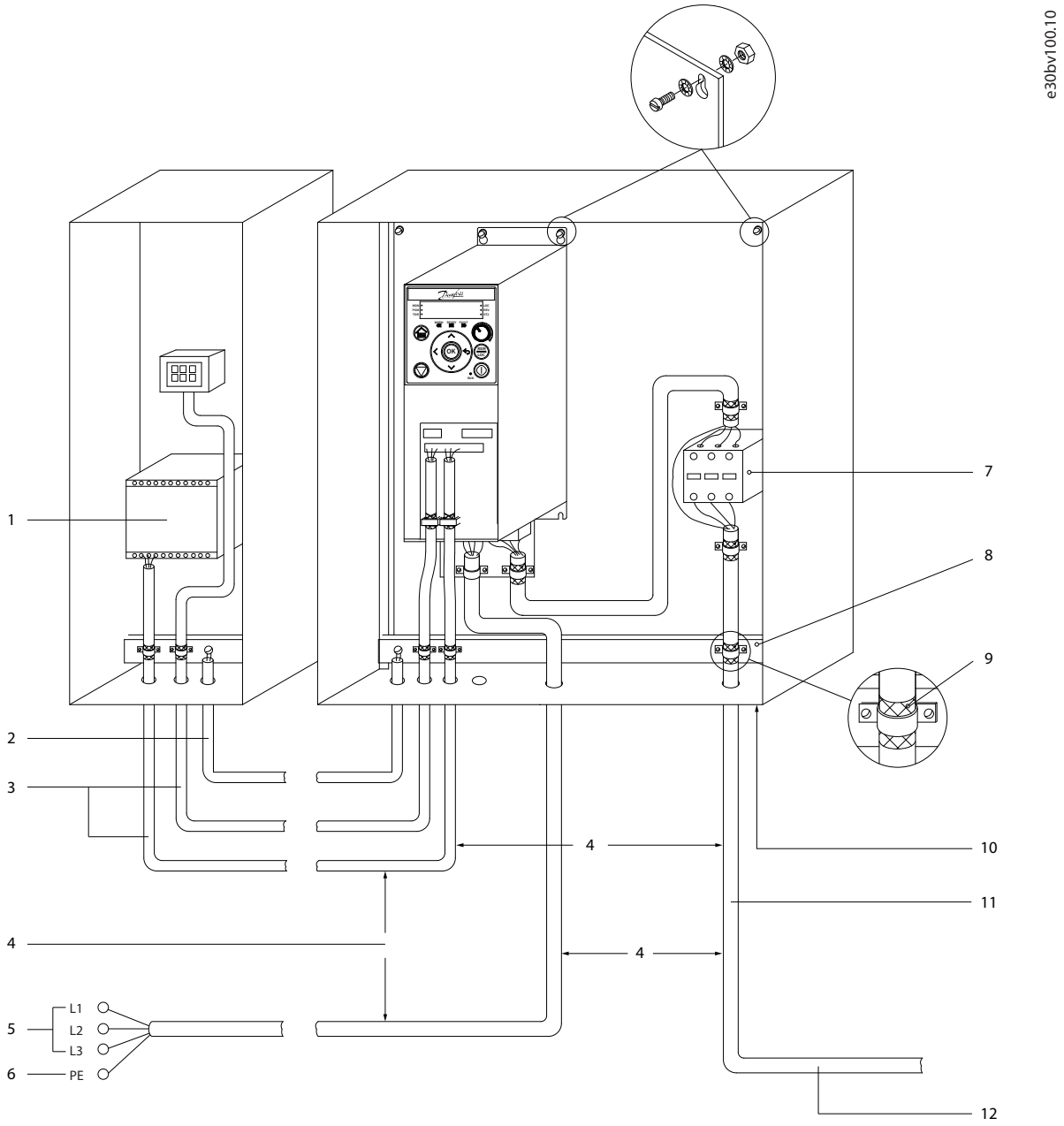


그림 **30: EMC** 규정에 따른 설치의 예

1	Programmable logic controller(프로그래밍 가능한 논리 컨트롤러)(PLC)
2	최소 16 mm^2 (6 AWG)의 등화 케이블
3	제어 케이블
4	제어 케이블, 모터 케이블 및 주전원 케이블 간 최소 200 mm (7.9 in)
5	주전원 공급
6	보강된 보호 접지
7	출력 콘택터 등
8	접지 레일
9	절연 피복 벗긴 케이블
10	모든 케이블 삽입부는 패널의 한쪽에 있음
11	모터 케이블
12	모터 연결 (3상 및 보호 접지)

7.4.1 전원 케이블 및 접지

설치 및 필요한 EMC 준수 수준에 따라 모터, 제동 장치 및 DC 연결에는 차폐 케이블을 사용해야 합니다. 대안으로, 금속 도관 내의 비차폐 케이블 또한 사용될 수 있습니다.

차폐 케이블을 사용하는 경우에는 360° 연결을 통해 차폐선을 연결하는 것이 중요합니다. 차폐 기능을 제한하는 돼지꼬리 모양이 생기지 않도록 제공된 클램프로 차폐선을 연결합니다.

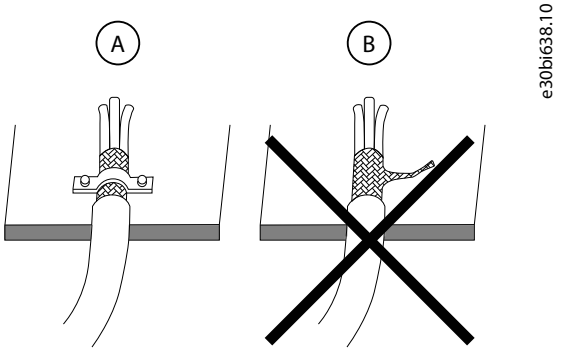


그림 **31:** 케이블 실드 설치

참 고

차폐 케이블

차폐 케이블 또는 금속 도관이 사용되지 않는 경우, 해당 제품과 설치는 법적 제한사항을 충족하지 않습니다.

비차폐 와이어를 사용하여 제동 저항을 연결하는 경우, 배선을 꼬아서 전기 노이즈를 줄일 것을 권장합니다.

케이블이 가능한 한 짧아야 전체 시스템의 간섭 수준을 줄이고 손실을 최소화할 수 있습니다.

⚠ 경 고 ⚠

감전 위험 - 누설 전류 위험

누설 전류가 3.5 mA를 초과합니다. 드라이브를 보호 접지(PE)에 올바르게 연결하지 못하면 사망 또는 중상으로 이어질 수 있습니다.

- IEC 60364-5-54 cl. 543.7에 따라 또는 접촉이 많은 전류 장비에 대한 현지 안전 규정에 따라 강화된 보호 접지 도체를 확인합니다. 드라이버의 강화된 보호 접지는 다음을 통해 수행할 수 있습니다.
- 최소 10 mm^2(8 AWG) Cu 또는 16 mm^2(6 AWG) AI의 단면적을 가진 PE 도체.
- 최소 단면적이 2.5 mm^2(14 AWG) (기계적으로 보호됨) 또는 4 mm^2(12 AWG)(기계적으로 보호되지 않음)이고 IEC 60364-5-54에 지정된 원래 PE 도체와 동일한 단면적의 추가 PE 도체.
- 외함으로 완전히 밀폐되어 있거나 기계적인 손상으로부터 보호되는 PE 도체.
- 최소 PE 도체 단면이 2.5 mm^2 (14 AWG)인 다중 도체 전원 케이블의 PE 도체 부품(산업용 커넥터에 의한 영구 연결형 또는 플러그형. 다중 도체 전원 케이블은 적절한 스트레인 릴리프와 함께 설치되어야 함).
- 참고: IEC/EN 60364-5-54 cl. 543.7 및 일부 어플리케이션 표준(예：IEC/EN 60204-1)에서 강화된 보호 접지 도체가 필요한 한계는 10 mA 누설 전류입니다.

관련 표준 및 규정에 따라 드라이브를 접지합니다. 입력 전원, 모터 전원 및 제어 배선에는 전용 접지 와이어를 사용합니다. 치수 요구사항을 준수하여 개별 접지 와이어를 개별적으로 종단합니다.

모터에 연결할 때는 모터 제조업체 배선 요구사항을 따르십시오.

접지 와이어를 가능한 짧게 연결합니다. 접지 와이어의 최소 케이블 단면적은 10mm^2(7AWG)입니다. 또는 각기 종단된 2 정격 접지 와이어를 사용할 수 있습니다. 데이지 체인 방식으로 드라이브를 서로 접지하지 마십시오(그림 32 참조).

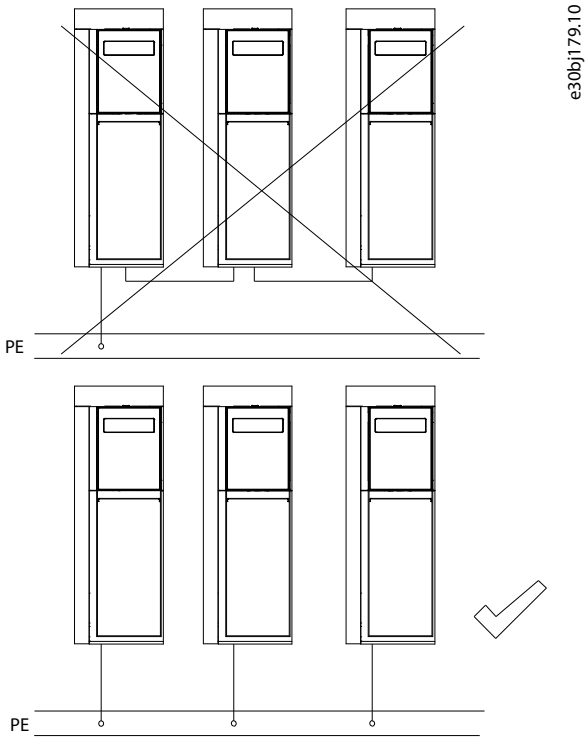


그림 **32:** 접지 원칙

7.4.2 제어 케이블

제어 배선에는 차폐 케이블을 사용하고 제어 와이어를 전원 케이블 옆에 배치하지 마십시오. 제어 케이블을 별도로 연결하여 전원 케이블(주전원, 모터, 브레이크, DC)에서 분리하거나 최소 200 mm(7.9 in)의 거리를 유지하는 것이 이상적입니다. 차폐 옵션의 경우 차폐된 제어 케이블의 양쪽 끝에 차폐선이 연결되어야 합니다.

예를 들어, 릴레이의 110 V 또는 230 V 신호와는 별개로 24 V 신호 케이블을 유지합니다.

드라이브가 써미스터에 연결되어 있는 경우, 배선이 차폐되어 있고 보강/이중 절연되어 있는지 확인합니다. 24 V DC 공급 전압이 권장됩니다.

통신 목적 및 명령/제어 배선의 경우, 특정한 프로토콜 표준을 준수해야 합니다. 예를 들어, 이더넷은 차폐(STP)를 사용할 수 있습니다.

7.5 갈바닉 절연

PELV는 초저전압을 통해 보호를 제공합니다. PELV 종류의 전기가 공급되는 경우에는 전기적 충격에 대해 충분히 고려해야 하며, 이 때 설치는 PELV 공급업체의 국내 또는 국제 규정에 의해 설치해야 합니다.

모든 제어 단자 및 릴레이 단자 01-03은 보호용 초저전압(PELV)를 준수합니다.

가장 높은 등급의 절연과 적당한 여유 거리를 만족시켜야만 갈바닉 절연이 이루어집니다. 이 규정은 EN 61800-5-1 표준에 명시되어 있습니다.

그림 33에서와 같이 전기적 절연이 이루어진 구성품은 높은 등급의 절연과 EN 61800-5-1 규정에 의거한 관련 시험의 요구사항 또한 충족합니다.

PELV 갈바닉 절연은 다음과 같이 세 곳에 적용되었습니다(그림 33 참조):

PELV를 유지하기 위해서는 제어 단자에 연결된 모든 연결부가 PELV여야 합니다. 예를 들어, 써미스터는 절연 보강재 처리/이중 절연되어 있어야 합니다.

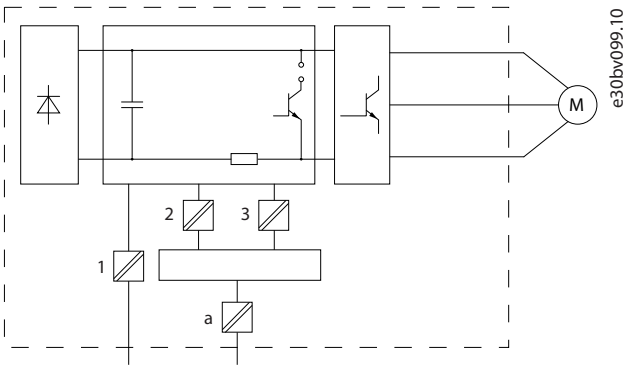


그림 **33:** 갈바닉 절연

1	외부 릴레이	3	제어 카드의 전원 공급(SMPS)
2	전원 카드와 제어 카드 간의 통신	a	RS485 표준 버스통신 인터페이스용 기능 위주의 갈바닉 절연

⚠ 경 고 ⚠

전기 부품을 만지기 전에 부하 공유(DC 링크), 회생동력 백업을 위한 모터 연결과 같은 다른 전압 입력이 차단되어 있는지 확인합니다. 운전 지침서의 *안전 장*에 수록된 방전 시간을 준수하십시오. 권장사항을 준수하지 못하면 사망 또는 중상으로 이어질 수 있습니다.

7.6 접지 누설 전류

누설 전류가 > 3.5 mA인 장비의 보호 접지는 국제 및 국내 규정을 준수합니다. 드라이브 기술은 고출력에서의 고주파 스위칭을 의미합니다. 이 스위칭은 접지 연결부에 누설 전류를 발생시킵니다. 드라이브의 출력 전원 단자에 잘못된 전류가 흐르면 직류 구성품이 필터 컨덴서를 충전하고 과도한 접지 전류를 야기할 수 있습니다. 접지 누설 전류는 몇 가지의 요인으로 구성되며 다음과 같이 다양한 시스템 구성에 따라 다릅니다.

- RFI 필터링.
- 차폐형 모터 케이블.
- 모터 케이블 길이.
- 드라이브 전력.

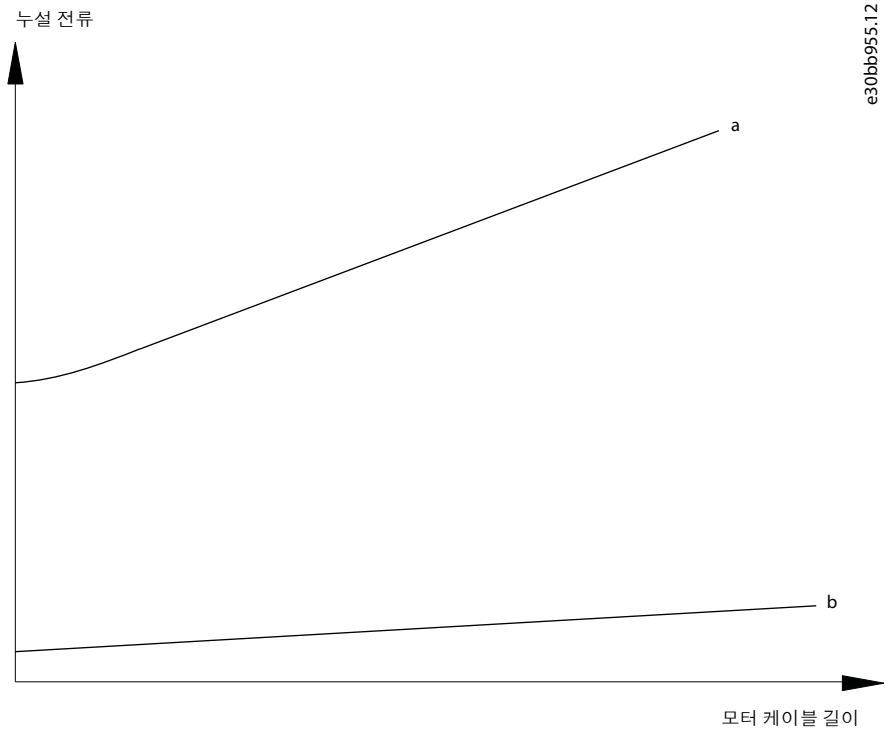


그림 **34:** 케이블 길이와 출력 용량에 따른 누설 전류의 영향, $P_a > P_b$

누설 전류는 또한 라인 왜곡에 따라 다릅니다.

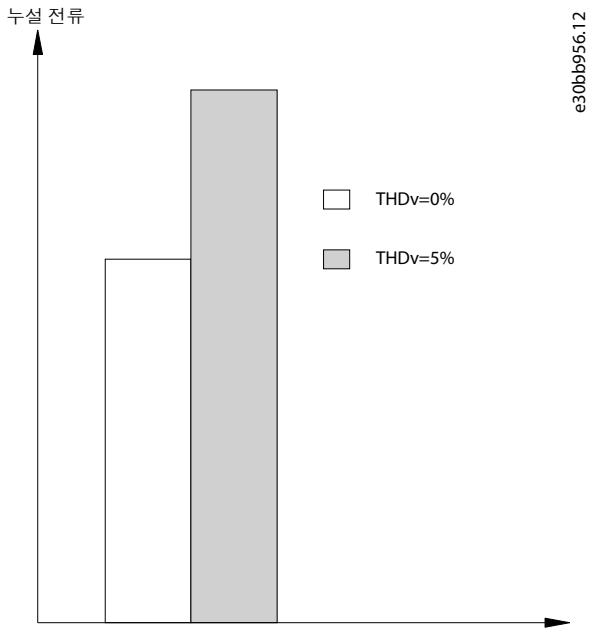


그림 **35:** 라인 왜곡에 따른 누설 전류의 영향

EN/IEC61800-5-1(고출력 드라이브 시스템 제품 표준)은 누설 전류가 3.5mA를 초과하는 경우 특별한 주의를 요구합니다. 다음의 보호 접지 연결 요구사항으로 접지를 보강합니다.

- 최소 단면적 10 mm^2(8 AWG)의 접지 와이어(단자 95).
- 치수 규칙을 준수하는 개별 접지 와이어 2개.

자세한 정보는 EN/IEC61800-5-1을 참조하십시오.

7.7 모터 설치 고려사항

AC 드라이브를 선정할 때는 다음 사항을 고려합니다:

- **토크 한계**: AC 드라이브가 모터를 제어하는 경우, 해당 모터에 대해 토크 한계를 설정할 수 있습니다. 모터의 정격 전류 또는 전력과 일치하는 명백한 정격 용량을 가진 주파수 변환기를 선택하면 필요한 부하를 안정적으로 구동할 수 있습니다. 그러나 부하의 원활한 가속을 가능하게 하고 때때로 피크 부하를 수용하기 위해서는 추가적인 마진이 필요합니다.
- 드라이브 및 모터의 **정격 전력**. 정격 용량은 대략적인 가이드일 뿐입니다.
- 올바른 **작동 전압**.
- 모터가 모터 단자의 **최대 피크 전압**을 견딜 수 있는지 확인합니다.
- **속도 범위**: 모터 정격 공급 주파수(50Hz 또는 60Hz) 이상에서 운전하는 경우는 전력이 감소된 경우에만 가능합니다. 낮은 주파수 및 높은 토크에서의 운전은 냉각 부족으로 인해 모터가 과열될 수 있습니다.
- **용량 감소**: 동기식 모터는 역률과 전류가 저주파수에서 높을 수 있기 때문에 일반적으로 2-3배 감세가 필요합니다.
- **과부하 성능**: 드라이브는 전류를 총 전류의 150%로 제한합니다. 표준 고정 속도 모터는 이러한 과부하를 견딥니다.
- **모터 정지**: 모터를 신속히 정지해야 하는 경우, 제동 저항을 사용하여(iC2-Micro Frequency Converters의 제동 단자 선택) 에너지를 흡수하는 것이 좋습니다.
- 주파수 변환기의 출력 단자 U-V-W에 연결될 때의 **회전 방향**은 NEMA MG1 및 IEC 60034-8의 사양을 준수합니다. 잠재적 위험 상황을 방지하기 위해 최종 응용 분야에서 올바른 회전 방향을 보장합니다. 하나의 회전 방향만 필요한 경우, 관련 방향으로만 운전하도록 드라이브를 파라미터화하는 것이 좋습니다.

AC 드라이브 시스템의 모터 절연 및 베어링 보호에 관한 기본 사항은 7.7.2 모터 절연 및 7.7.3 베어링 전류를 참조하십시오.

7.7.1 지원하는 모터 유형

iC2-Micro Frequency Converters는 다음과 호환됩니다.

- 비동기식 AC 유도 모터.
- 영구자석형 모터의 경우.

드라이브는 모터와 독립적이며 모든 브랜드의 모터에 연결할 수 있습니다. 모터 셋업 방법에 관한 지침은 어플리케이션 지침서를 참조하십시오.

지원되는 모터 유형에 대한 자세한 내용은 Danfoss에 문의하십시오.

7.7.2 모터 절연

케이블의 빠른 스위칭과 반사로 인해 모터는 사인파 공급 전압보다 AC 드라이브에 의해 공급될 때 권선에서 더 많은 전압 응력을 받습니다.

주파수에 관계없이 AC 드라이브 출력은 짧은 상승 시간을 갖는 드라이브 DC-버스 전압의 펄스로 구성됩니다. 모터 케이블과 단자의 감쇠 및 반사 특성에 따라 모터 단자에서 펄스 전압이 거의 2배가 될 수 있습니다. 이는 모터 권선 절연에 스트레스를 주며 모터 권선 절연이 파손되어 스파크가 발생할 수 있습니다.

전압 및 케이블 길이에 따라 모터의 필터 또는 보강 절연이 필요합니다.

7.7.3 베어링 전류

AC 드라이브는 공통 모드 전압을 야기할 수 있으며, 이는 모터 베어링 전반에 걸쳐 전압을 유도하여 모터 베어링을 통한 전류 흐름을 야기합니다. 베어링 전류로부터 보호하려면 사인파 필터 또는 공통 모드 필터를 사용합니다.

작동 원리로 인해 AC 드라이브는 다음과 같이 일련의 원치 않는 2차 효과를 유발합니다:

- 모터 권선 절연 응력
- 베어링 스트레스
- 모터의 청각적 스위칭 소음
- Electromagnetic Interference(전자기 간섭)

대부분의 활용 분야에서 이러한 효과는 허용 가능한 수준이지만 때때로 이러한 효과를 완화해야 합니다. 이러한 영향을 줄이기 위해 드라이브의 출력에 필터가 설치됩니다. 가장 일반적으로 알려진 필터는 dU/dt 필터, 사인파 필터 및 공통 모드 필터입니다.

AC 드라이브 출력 전압의 급격한 스위칭 속도와 AC 드라이브에 의해 생성된 고유 공통 모드 전압이 결합되어 축 전압을 유발합니다. 모터 비대칭 또는 특히 모터 전류가 100–200 A를 초과하는 고출력 용도에서 비대칭 모터 케이블을 사용하는 것도 축 전압을 유발할 수 있습니다.

표 **49:** 필터로 베어링 전류 효과 완화

필터 유형	
dU/dt 필터	dU/dt 필터는 드라이브 출력에서 전압 펄스의 슬루 속도를 일반적으로 500 V/µs 미만의 slew rate (속도)로 줄입니다. 이렇게 하면 모터 권선 절연의 응력이 줄어듭니다. 전압 형태는 펄스폭 변조 상태를 유지합니다. 옵션인 dU/dt 필터는 또한 모터 절연 시스템을 보호하고 베어링 전류를 줄입니다.
Sine-wave 필터	Sine-wave 필터는 베어링 전류 및 전압 반사를 줄이고 모터 소음 또한 줄입니다. 출력 변압기를 사용하는 경우, 사인파 필터는 변압기에 응력을 줄 수 있는 고주파를 제거합니다. 사인파 필터 또한 상당히 긴 모터 케이블을 사용할 수 있습니다.
공통 모드 필터	공통 모드 필터는 AC 드라이브와 모터 간의 고주파 공통 모드 전류를 줄입니다. 고주파 공통 모드 필터는 전기 베어링 전류 응력을 줄이는 데 좋은 솔루션이지만 이러한 필터를 사용하면 EMC 호환 설치가 필요 없습니다.

7.7.4 모터 써멀 보호

운전하는 동안 드라이브에 연결된 모터를 감시하여 과열을 방지할 수 있습니다.

과열의 중요성에 따라 다양한 감시 방법을 사용할 수 있습니다.

- 내장형 전자 써멀 모터 감시
- 외부 연결 센서(DIN 44081에 따른 PTC)

전자 써멀 릴레이 기능

전자 써멀 릴레이(ETR) 기능은 현재 부하 및 시간을 기준으로 하여 모터 온도를 추정하여 외부 장치를 연결하지 않고도 써멀 과부하로부터 모터를 보호합니다.

ETR 기능은 써멀 메모리 유지 요구사항을 포함하여 UL 61800-5-1의 관련 요구사항을 충족하고 클래스 20 보호 수준을 보장합니다.

ETR은 내부 측정값을 기준으로 바이메탈 릴레이를 모의 시험하는 전자 기능입니다. 해당 특성은 그림 36에 나타나 있습니다.

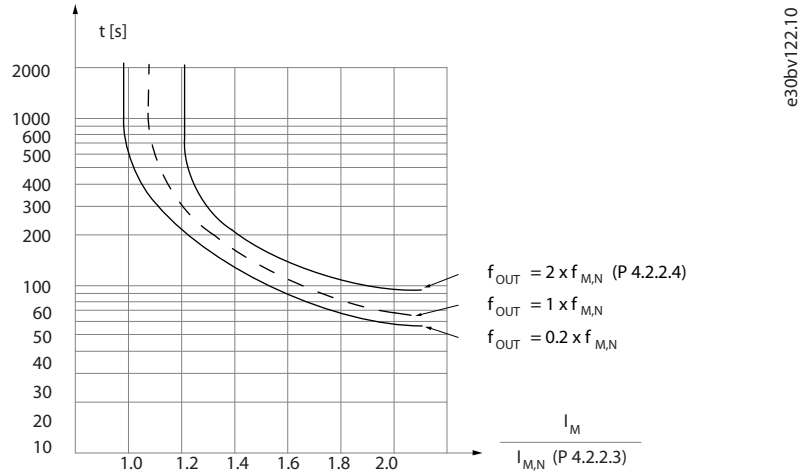


그림 **36: ETR**

X축은 $I_{모터}$와 $I_{정격\ 모터}$ 간의 비율을 나타냅니다. Y축은 ETR이 차단되고 드라이브가 트립되기 전의 시간을 초 단위로 나타냅니다. 곡선은 정격 속도 2배와 정격 속도 0.2배 시점의 정격 속도 특성을 나타냅니다. 속도가 낮으면 모터의 냉각 성능이 감소하여 낮은 써멀 조건에서 ETR이 차단됩니다. 이러한 방식으로 낮은 속도에서도 모터가 과부하되지 않도록 보호됩니다. ETR 기능은 실제 전류와 속도를 기준으로 하여 모터 온도를 계산합니다. 계산된 온도는 *파라미터 P4.1.5 Motor Thermal Load(모터 써멀 부하)*에서 판독 파라미터로 표시됩니다.

외부에 연결된 센서

모니터링은 I/O 보드의 아날로그 입력 또는 디지털 입력 또는 기능 확장 옵션을 사용하여 수행할 수 있습니다. 센서는 이중 절연되거나 모터와 드라이브 제어 사이에 절연 보강재가 있어야 합니다.

아날로그 입력으로 외부 센서를 사용하여 온도를 측정할 수 있습니다.

디지털 입력을 사용하면 PTC 센서로 감시할 수 있습니다. PTC는 24 V DC에서 디지털 입력으로 연결되어야 합니다.

기능 구성에 대한 자세한 정보는 어플리케이션 지침서를 참조하십시오.

7.8 극한 운전 조건

단락(모터 상간)

드라이브는 모터 3상 또는 DC 링크의 전류 측정을 통해 단락으로부터 보호됩니다. 출력 2상이 단락되면 드라이브에서 과전류가 발생합니다. 단락 전류가 허용치(고장 16, 단락)를 초과하면 드라이브가 개별적으로 꺼집니다.

출력(전원) 차단/공급

모터와 드라이브 간의 출력(전원) 차단/공급은 무제한으로 허용되며 드라이브를 손상시키지 않습니다. 이런 경우 결함 메시지가 표시될 수 있습니다.

모터에서 발생된 전압에 의한 과전압

DC 링크의 전압은 모터를 발전기로 사용하는 경우에 상승합니다. 발생 원인은 다음과 같습니다.

- 부하는 모터를 (드라이브에서 일정한 출력 주파수로) 구동합니다.
- 감속 중에 관성 모멘트가 크고 마찰력이 작으며 감속 시간이 너무 짧아 에너지가 드라이브, 모터 및 설비에서 소실될 수 없는 경우.
- 슬립 보상을 잘못 설정하면 DC 링크 전압이 상승할 수 있습니다.

제어 장치는 가능한 경우 가감속을 제어하려고 시도할 수 있습니다(*파라미터 P2.3.1 Overvoltage Controller Enable [과전압 컨트롤러 활성화]*). 특정 전압 레벨에 도달하면 트랜지스터 및 DC 링크 컨덴서를 보호하기 위해 드라이버는 차단됩니다.

DC 링크 전압 수준을 제어하는 방법을 선택하려면 *파라미터 P2.3.1 Overvoltage Controller Enable (과전압 컨트롤러 활성화)*, *파라미터 P3.2.1 Enable Brake Chopper (제동 초퍼 활성화)* 및 *파라미터 P4.4.2.1 Enable AC-Brake (AC 제동 활성화)*를 참조하십시오.

주전원 저전압

주전원 저전압 중에도 드라이브는 DC 링크 전압이 최소 정지 수준으로 떨어질 때까지 운전을 계속합니다:

- 314 V for 3x380–480 V.
- 180 V for 1x200-240 V.

인버터가 정지되는데 소요된 시간은 저전압 이전의 주전원 전압 및 모터 부하에 따라 달라질 수 있습니다.

VVC+ 모드에서의 정적 과부하

드라이브에 과부하가 걸려 *파라미터 P5.10.1 Motor Torque Limit (모터 토크 한계치)*/ *파라미터 P5.10.2 Regenerative Torque Limit (회생 토크 한계치)*에 도달하면 제어 장치는 출력 주파수를 줄여 부하를 줄입니다.

과부하가 과도하면 과전류가 발생하여 약 5-10초 후에 드라이브가 차단될 수 있습니다.

토크 한계 내에서 운전할 수 있는 시간(0– 60초)은 *파라미터 P5.10.6 Trip Delay at Torque Limit(토크 한계 시 트립 지연)*에서 제한됩니다.

Torque limit(토크 한계)

토크 한계는 속도와 관계 없이 모터가 과부하되지 않게 보호합니다. 토크 한계는 *파라미터 P5.10.1 Motor Torque Limit (모터 토크 한계)* 및 *파라미터 P5.10.2 Regenerative Torque Limit (재생 토크 한계)*에서 제어됩니다. *파라미터 P5.10.6 Trip Delay at Torque Limit(토크 한계 시 트립 지연)*은 토크 한계 경고로 트립되기 전의 시간을 제어합니다.

Current limit(전류 한계)

*파라미터 P2.7.1 Output Current limit %(출력 전류 한계 %)*는 전류 한계를 제어하고 *파라미터 P2.7.5 Trip Delay at Current Limit (전류 한계 시 트립 지연)* 전의 시간을 제어합니다.

최소 속도 한계

*파라미터 P5.8.3 Motor Speed Low Limit (모터 속도 하한) [Hz]*은 드라이브가 제공할 수 있는 최소 출력 속도를 설정합니다.

최대 속도 한계

파라미터 P5.8.2 Motor Speed High Limit (모터 속도 상한) [Hz] 또는 *파라미터 P.2.3.14 Max Output Frequency (최대 출력 주파수)*은 드라이브가 제공할 수 있는 최대 출력 속도를 설정합니다.

7.9 전원 케이블 고려 사항

전원 케이블을 선택할 때 다음을 고려하십시오.

- 모든 배선은 단면적 및 주변 온도 요건에 관한 지역 및 국가 규정을 준수해야 합니다.
- 드라이브는 70 °C(158 °F)의 정격 구리 케이블을 사용하도록 설계되어 있습니다. 그 외의 다른 언급이 없는 경우, 드라이브의 주위 온도는 케이블 정격과 일치합니다.
- 알루미늄 도체는 사용하지 않는 것이 좋습니다. 알루미늄 도체를 사용할 때는 도체를 연결하기 전에 도체 표면이 깨끗한지, 산화된 부분을 제거하고 중성 그리스로 밀봉되어 있는지 확인하십시오. 알루미늄은 연성이므로 2일 후에 단자의 나사를 다시 조입니다. 가스 조임부를 올바르게 연결해야 하며 만일 올바르게 연결하지 않으면 알루미늄 표면이 다시 산화됩니다.
- PE 배선에는 케이블 러그가 필요합니다.
  - MA01c-MA02c의 경우 PE 배선의 권장 케이블 러그는 JST 8-4(무땜납 원형 압착단자)입니다.

전원 커넥터 크기에 대한 자세한 내용은 4.4 전원 커넥터를 참조하십시오. 치수는 고정 케이블과 연선 케이블 모두에 적용됩니다.

7.9.1 토크 요구사항

연결부는 올바른 토크로 조여야 합니다, 다음 표를 참조하세요.

표 **50:** 토크 요구사항

외함 사이즈	주전원 및 모터 [Nm (in-lb)]	DC 연결 [Nm (in-lb)]	제동 [Nm (in-lb)]	외부 릴레이 [Nm ([in-lb)]	접지 연결 [Nm (in-lb)]
MA01c	0.7 (6.2)	0.7 (6.2)	–	0.5 (4.4)	1.5 (13.3)
MA02c	0.7 (6.2)	0.7 (6.2)	–	0.5 (4.4)	1.5 (13.3)
MA01a	0.7 (6.2)	직선형 소켓	–	0.5 (4.4)	1.5 (13.3)
MA02a	0.7 (6.2)	직선형 소켓	–	0.5 (4.4)	1.5 (13.3)
MA03a	0.7 (6.2)	직선형 소켓	–	0.5 (4.4)	1.5 (13.3)
MA04a	1.2 (10.6)	1.2(10.6)	1.2 (10.6)	0.5 (4.4)	2.0 (17.7)
MA05a	1.2 (10.6)	1.2(10.6)	1.2 (10.6)	0.5 (4.4)	2.0 (17.7)

7.10 전기관련 설치

7.10.1 주전원, 모터 및 접지 연결

단상 및 3상 드라이브 주전원, 모터 및 접지 연결은 다음 설명에서 보는 바와 같습니다. 실제 구성은 유닛 유형 및 옵션 장비에 따라 다릅니다.

참 고

전압공급장치 사용에 적합한 상간 절연지 또는 기타 절연 보강재로 절연되지 않은 모터의 경우에는 드라이브의 출력 측에 사인파 필터를 사용합니다.

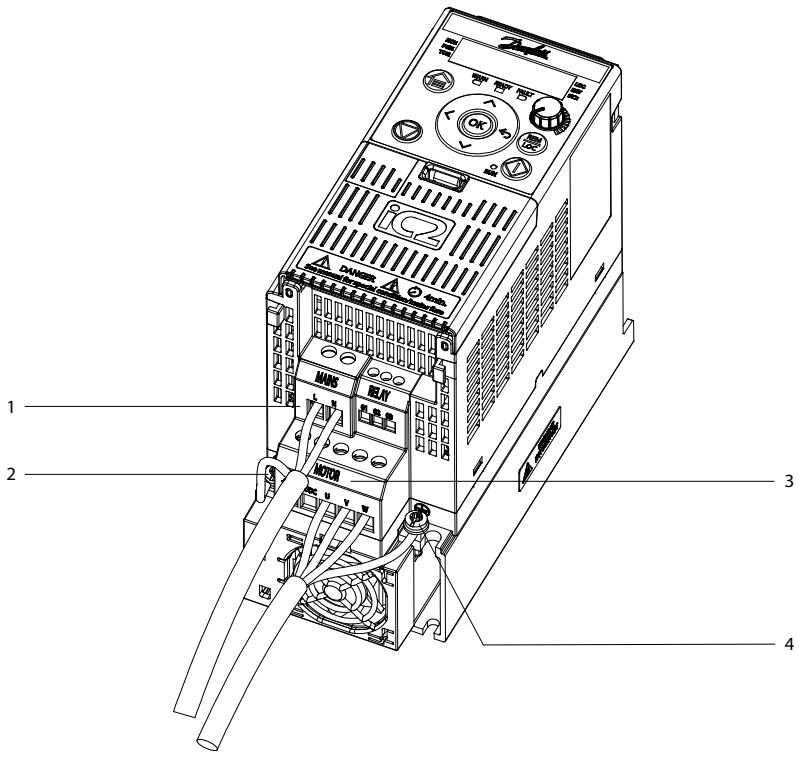


그림 **37:** 단상 유닛의 주전원, 모터, 접지 연결 (예시 **MA02c)**

1	주전원	3	모터
2	접지점 A	4	접지점 B

참 고

MA01c 및 MA02c 드라이브의 경우, 접지점 A는 케이블 슈를 통해 10 mm^2 (7 AWG) 케이블이 사용되며 권장 케이블 슈 유형은 *JST 구리 튜브형 러그 TUB-4 입니다*.

참 고

MA01c 및 MA02c 드라이브의 경우, 접지 단자 3개를 사용하는 경우 디커플링 플레이트가 필요합니다.

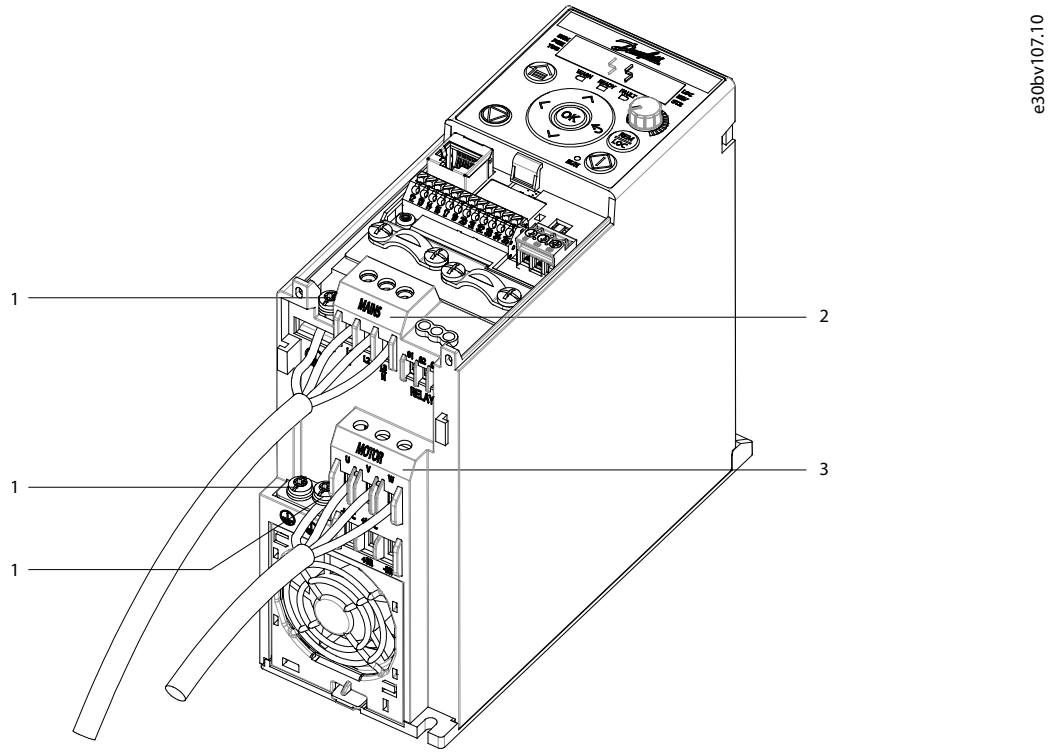


그림 **38: 3**상 유닛의 주전원, 모터 및 접지 연결 **(**예시 **MA02a)**

1	접지	3	모터
2	주전원		

7.10.2 모터 연결

⚠ 경 고 ⚠

유도 전압

나란히 배선된 출력 모터 케이블의 유도 전압은 장비가 꺼져 있거나 잠금 상태(락아웃/태그아웃)라도 장비 컨덴서를 충전할 수 있습니다. 출력 모터 케이블을 별도로 구동하지 않거나 차폐 케이블을 사용하지 않으면 사망 또는 중상으로 이어질 수 있습니다.

- 출력 모터 케이블을 별도로 구동하거나 차폐 케이블을 사용하십시오.
- 모든 드라이브를 동시에 잠그십시오(락아웃/태그아웃).

- 케이블 규격은 지역 및 국가 전기 규정을 준수합니다. 최대 케이블 규격은 4.4 전원 커넥터을 참조하십시오 .
- 모터 제조업체 배선 요구사항을 준수합니다.
- 모터 배선 녹아웃 또는 액세스 패널은 IP21/Type 1 제품의 베이스에 제공됩니다.
- 드라이브와 모터 사이에 기동 장치 또는 극 전환 장치(예: Dahlander 모터 또는 슬립 링 유도 모터)를 배선하지 마십시오.

7.10.3 교류 주전원 연결

- 드라이브의 입력 전류를 기준으로 배선 사이즈를 조정합니다. 와이어 최대 규격은 4.4 전원 커넥터을(를) 참조하십시오.
- 케이블 규격은 지역 및 국가 전기 규정을 준수합니다.

절차

1. 다음 그림과 같이 교류 입력 전원 케이블을 단상 유닛의 경우 단자 N 및 L에 연결하고 3상 유닛의 경우 단자 L1, L2, L3에 연결합니다. (자세한 내용은 7.10.1 주전원, 모터 및 접지 연결를 참조하십시오.)

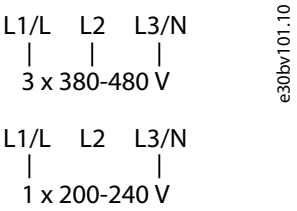


그림 **39:** 단상 및 **3**상 와이어 연결

2. 장비의 구성에 따라 주전원 입력 단자 또는 입력 차단부에 입력 전원을 연결합니다.
3. 접지 지침에 따라 케이블을 접지합니다. 7.4.1 전원 케이블 및 접지를 참조하세요.

7.10.4 제어 단자 유형

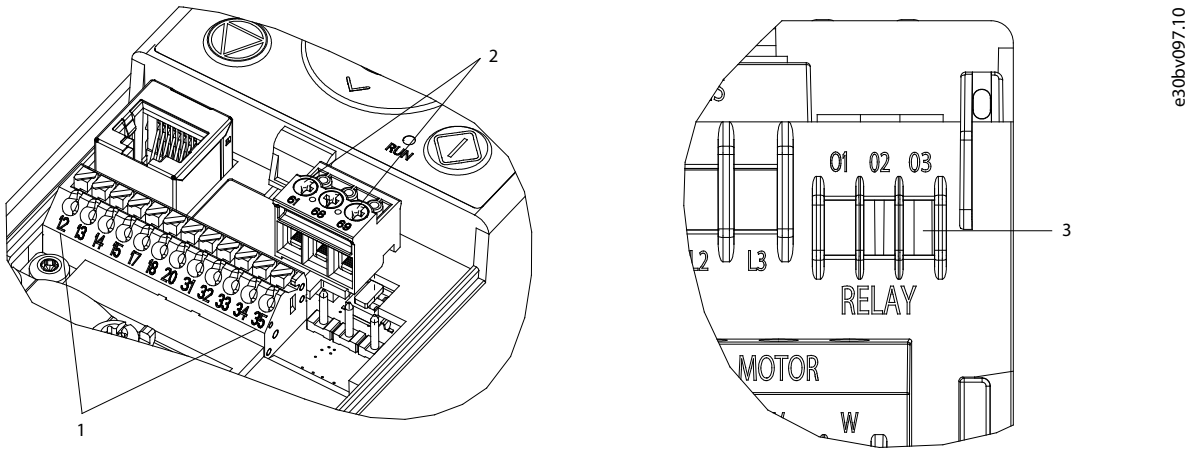


그림 **40:** 제어 단자 번호 및 위치

1	제어 I/O 단자	3	릴레이
2	직렬 통신		

표 **51:** 단자 설명

단자	파라미터	초기 설정	설명
디지털 I/O, 펄스 I/O			
12	–	*+24 V DC*	24V DC 공급 전압. 최대 출력 전류는 100 mA입니다.

단자	파라미터	초기 설정	설명
13	*파라미터 P9.4.1.2 Terminal 13 Digital Input(단자 13 디지털 입력)*	*[8] 기동*	디지털 입력.
14	*파라미터 P9.4.1.3 Terminal 14 Digital Input(단자 14 디지털 입력)*	*[10] 역회전*	디지털 입력.
15	*파라미터 P9.4.1.4 Terminal 15 Digital Input(단자 15 디지털 입력)*	*[1] 재설정*	디지털 입력, 디지털 출력 또는 펄스 출력에 대해 선택할 수 있습니다. 초기 설정은 디지털 입력입니다.
	파라미터 P9.4.2.2 Terminal 15 Digital Output(단자 15 디지털 출력)	*[0] 운전하지 않음*	
	파라미터 P9.4.5.1 Terminal 15 Digital Output(단자 15 펄스 출력)	*[0] 운전하지 않음*	
17	*파라미터 P9.4.1.5 Terminal 17 Digital Input(단자 17 디지털 입력)*	*[14] 조그*	디지털 입력.
18	*파라미터 P9.4.1.6 Terminal 18 Digital Input(단자 18 디지털 입력)*	*[0] 운전하지 않음*	디지털 입력은 펄스 입력에 사용될 수 있습니다.
20	–	–	디지털 및 아날로그 입력용 공통 단자.
아날로그 입력/출력			
31	*파라미터 P9.5.1.1 Terminal 31 mode (단자 31 모드)*	*[0] 0–20 mA*	프로그래밍 가능한 아날로그 출력. 아날로그 신호는 최대 500Ω에서 0-20 mA 또는 4-20mA입니다.
32	–	*+10 V DC*	10 V DC 아날로그 공급 전압. 최대 25mA가 가변 저항기 또는 써미스터에 공통으로 사용됩니다.
33	*파라미터 P9.5.2.1 Terminal 33 mode (단자 33 모드)*	*[1] 전압 모드*	아날로그 입력. 전압 또는 전류 모드 중에서 선택할 수 있습니다.
34	*파라미터 P9.5.3.1 Terminal 34 mode*	*[1] 전압 모드*	아날로그 입력. 전압 또는 전류 모드 중에서 선택할 수 있습니다.
35	–	–	디지털 및 아날로그 입력용 공통 단자.
직렬 통신			
61	–	–	케이블 차폐용 통합형 RC 필터. EMC 문제가 발생했을 때 차폐를 연결하는 용도로만 사용.
68 (+)	*파라미터 그룹 G10.1 FC Port Settings(포트 설정)*	–	RS485 인터페이스. 종단 처리를 할 수 있도록 스위치가 제공됩니다.

단자	파라미터	초기 설정	설명
69 (-)	*파라미터 그룹 G10.1 FC Port Settings(포트 설정)*	–	
릴레이			
01, 02, 03	*파라미터 P9.4.3.1 Function Relay(릴레이 기능)*	*[9] 결함*	C형 릴레이 출력. 이러한 릴레이는 드라이브 사양 및 크기에 따라 다양한 위치에 배치됩니다. 교류 또는 DC 전압, 저항 부하 또는 유도 부하에 사용할 수 있습니다.

7.10.5 제어 와이어 크기 및 피복 제거 길이

연결하려면 단단한 와이어를 커넥터에 밀어 넣어야 합니다. 유연한 (다중 코어) 와이어를 사용하는 경우 쇠고리를 권장합니다. 연성 와이어를 쇠고리 없이 사용하는 경우 커넥터는 그림 41에 표시된 대로 소형 스크류드라이버로 밀려납니다. 드라이버의 최대 크기는 3 mm입니다.

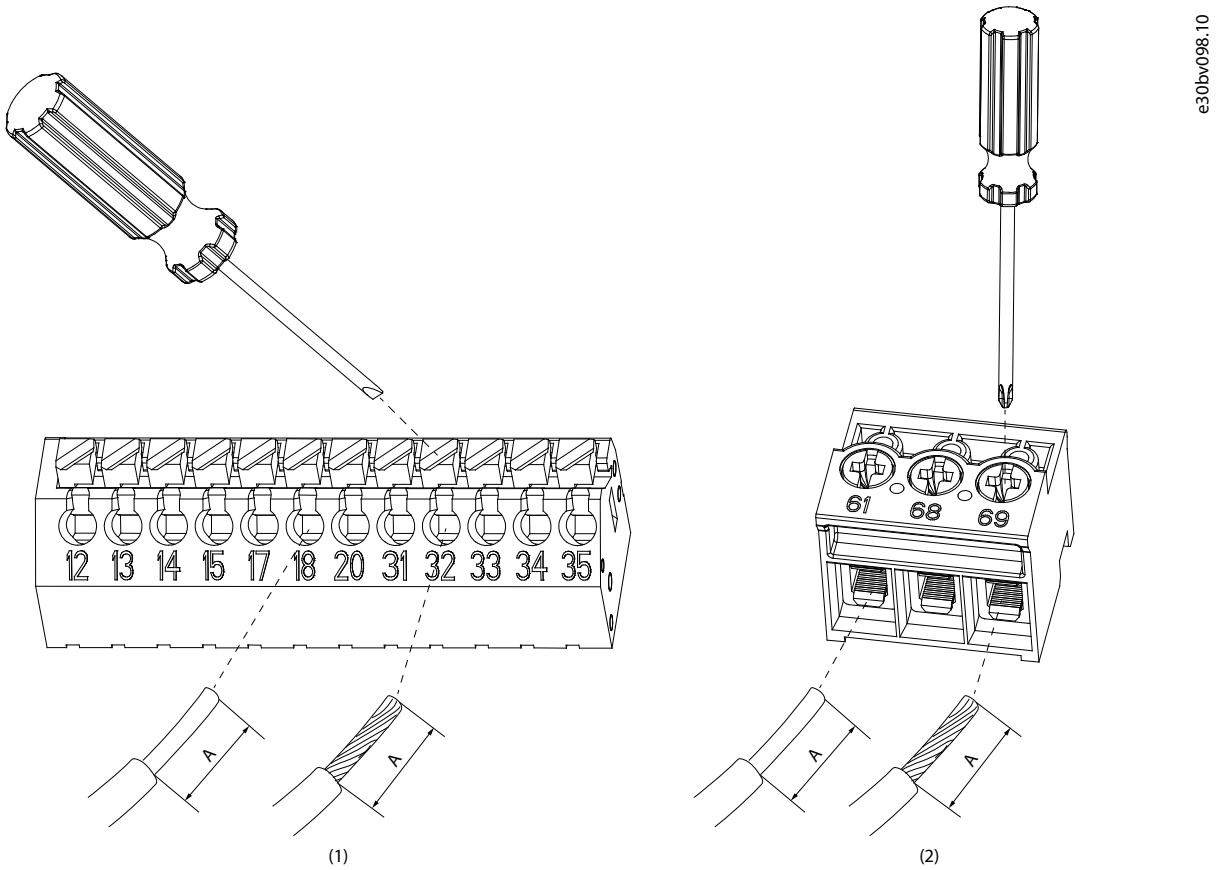


그림 **41:** 커넥터에 와이어 삽입

1	I/O 단자
2	RS485 단자

표 **52: I/O** 단자용 케이블 크기 조정

케이블 유형	단면적 [mm^2 (AWG)]	탈피 길이 A[mm (in)]
강선	0.2-1.5 (24-16)	8.5-9.5 (0.33-0.37)
연선	0.2-1.5 (24-16)	8.5-9.5 (0.33-0.37)

표 **53: RS485** 단자용 케이블 크기 조정

케이블 유형	단면적 [mm^2 (AWG)]	탈피 길이 A[mm (in)]
강선	0.25-1.5 (24-16)	5-6 (0.20-0.24)
연선	0.25-1.5 (24-16)	5-6 (0.20-0.24)

7.10.6 케이블 차폐 연결

케이블 차폐는 EMC 플레이트의 EMC 클램프와 완전히 접촉해야 합니다. 케이블 절연을 제거하고 케이블 차폐를 표면 전체에 노출해야 합니다. 돼지꼬리 모양은 피하십시오.

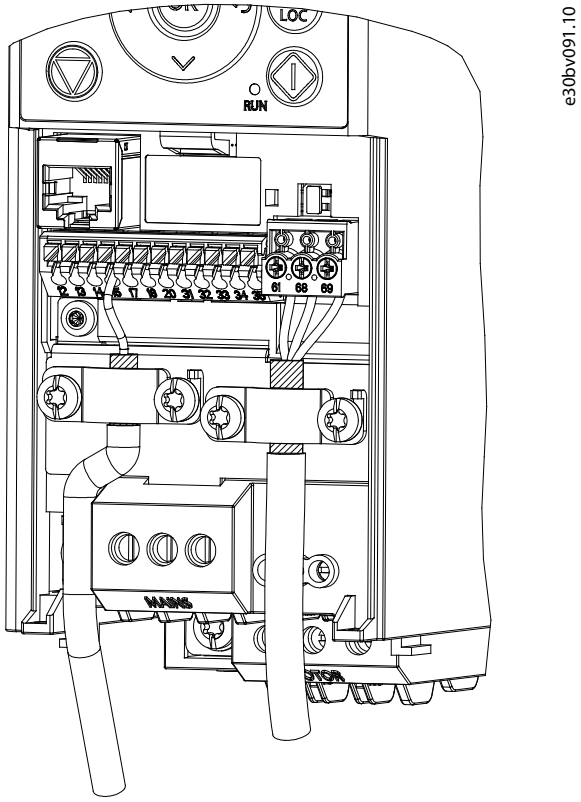


그림 **42:** 케이블 차폐의 올바른 연결

7.10.7 부하 공유/제동장치

표 **54:** 단자 연결

부하 공유	-UDC 및 +UDC/+BR
제동	-BR 및 +UDC/+BR

- MA01a, MA02a 및 MA03a 드라이브의 경우 권장 커넥터로 배선합니다(Ultra-Pod 완전 절연 FASTON 소켓 및 탭, 521366-2, TE 연결).
- 다른 외함 용량의 경우, 와이어를 관련 단자에 장착하고 조입니다. 필요한 최대 나사 조임 토크는 단자 덮개의 뒷면을 참조하십시오.

참 고

단자 +UDC/+BR과 단자 -UDC 사이에는 최대 850 V DC의 전압이 인가될 수 있습니다. 단락 보호되지 않음.

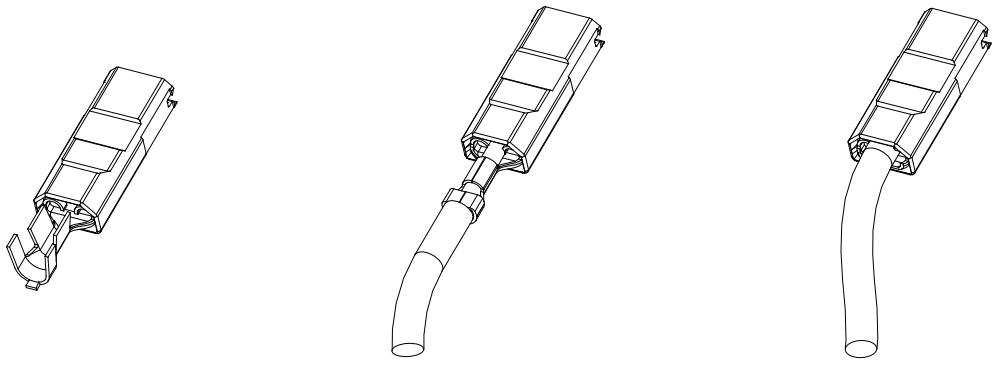


그림 **43:** 부하 공유 및 제동을 위한 커넥터 배선

1	커넥터	3	배선 완료
2	커넥터 배선		

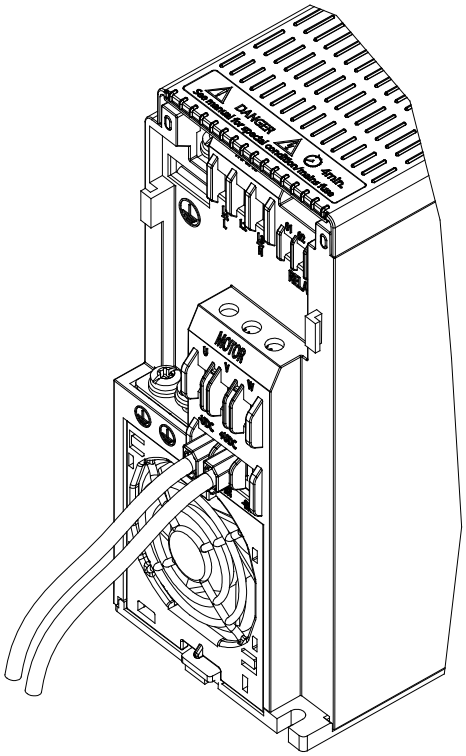


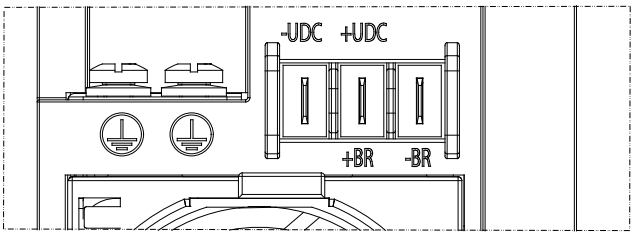
그림 **44:** 부하 공유 및 제동장치에 연결

참 고

MA02A의 제동 기능

MA02a의 경우, 3x380-480 V 드라이브에만 제동 기능이 있습니다.

- 제동 케이블을 MA02a 1x200-240 V 드라이브에 연결하지 마십시오.



e30bv102.10

그림 **45: MA02a**의 제동 기능**(3x380-480 V)**

8 발주 방법

8.1 모델 코드

드라이브의 구성이 모델 코드에 반영되어 있습니다. 모델 코드는 특정 드라이브 구성 및 내장 기능을 식별하는 데 사용할 수 있습니다.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
i	C	2	-	3	0	F	A	3	N	0	4	-	0	1	A	2	E	2	0	F	0	+	A	C	B	C
								1	N	0	2									F	2		A	C	X	X
																				F	4					

e30bv086.10

그림 **46:** 모델 코드

표 **55:** 최종 모델 코드의 예

설명	위치	기능
제품군	1-6	iC2-30
제품 카테고리	7-8	FA: 주파수 변환기, 공냉식
제품 유형	9-10	• 3N: 3상 전원 공급 • 1N: 1상 전원 공급
주전원 전압	11-12	• 04: 380-480 V AC • 02: 200-240 V AC
전류 정격	14-17	01A2–43A0
보호 등급	18-20	E20: IP20/개방형
EMC 범주	21-22	• F0: C1 부문 (EMC 필터 내장) • F2: C2 부문 (EMC 필터 내장) • F4: C4 부문 (EMC 필터 내장 제외)
내장형 제동 초퍼	플러스 코드	• +ACBC: 내장형 제동 초퍼 포함 • +ACXX: 내장형 제동 초퍼 미포함

8.2 액세서리 및 예비 부품 주문

표 **56:** 액세서리 주문 코드 번호

범주	부품 이름	코드 번호
IP21/Type 1 변환 키트	IP21/Type 1 변환 키트, MA01c	132G0188
	IP21/Type 1 변환 키트, MA02c	132G0189
	IP21/Type 1 변환 키트, MA01a	132G0190
	IP21/Type 1 변환 키트, MA02a	132G0191
	IP21/Type 1 변환 키트, Ma03a(1)	132G0192
	IP21/Type 1 변환 키트, MA04a(1)	132G0193
	IP21/Type 1 변환 키트, MA05a(1)	132G0194

범주	부품 이름	코드 번호
NEMA 1 변환 키트	NEMA 1 변환 키트, MA01c	132G0195
	NEMA 1 변환 키트, MA02c	132G0196
	NEMA 1 변환 키트, MA01a	132G0197
	NEMA 1 변환 키트, MA02a	132G0198
	NEMA 1 변환 키트, MA03a[1]	132G0199
	NEMA 1 변환 키트, MA04a[1]	132G0200
	NEMA 1 변환 키트, MA05a[1]	132G0201
디커플링 플레이트 장착 키트	디커플링 플레이트 장착 키트, MA01c	132G0202
	디커플링 플레이트 장착 키트, MA02c	132G0203
	디커플링 플레이트 장착 키트, MA01a	132G0204
	디커플링 플레이트 장착 키트, MA02/03a	132G0205
	디커플링 플레이트 장착 키트, MA04/05a[1]	132G0206
커넥터	일반 DC/제동 저항용 커넥터	132G0207
HMI 및 관련 액세서리	제어 패널 2.0 OP2[1]	132G0234
	표면 장착 키트 OA2[1]	132G0235
	플러시 장착 키트 OA2[1]	132G0236
	제어 패널 케이블 1.5 m OA2[1]	132G0237
	제어 패널 케이블 3 m OA2[1]	132G0238

[1] 현재 사용할 수 없음.

표 **57:** 예비 부품 주문 코드 번호

범주	부품 이름	코드 번호
냉각 팬	냉각 팬, MA02c	132G0215
	냉각 팬, MA01a	132G0216
	냉각 팬, MA02a	132G0217
	냉각 팬, MA03a[1]	132G0218
	냉각 팬, MA04a[1]	132G0219
	냉각 팬, MA05a[1]	132G0220
예비 부품 키트	예비 부품 키트, MA01c	132G0221
	예비 부품 키트, MA02c	132G0222
	예비 부품 키트, MA01a	132G0223
	예비 부품 키트, MA02a	132G0224

범주	부품 이름	코드 번호
	예비 부품 키트, MA03a[1]	132G0225
	예비 부품 키트, MA04a[1]	132G0226
	예비 부품 키트, MA05a[1]	132G0227

[1] 현재 사용할 수 없음.

8.3 제동 저항 주문

8.3.1 소개

Danfoss는 당사 드라이브에 맞게 특별히 설계된 다양한 저항을 제공합니다. 이 섹션에는 제동 저항의 주문 번호가 수록되어 있습니다. 주문 번호로 지정된 제동 저항의 저항은 R_{rec} 보다 클 수 있습니다. 이 경우, 실제 제동 토크는 드라이브가 제공할 수 있는 최고 제동 토크보다 작을 수 있습니다.

8.3.2 주문 제동 저항 10%

표 **58: iC2-Micro Frequency Converters** - 주전원**: 3x380–480 V AC, 10%** 듀티 사이클

정격 용량	$P_{m(HO)}$	R_{min}	$R_{br.\ nom}$	R_{rec}	$P_{br\ avg}$	발주 번호	기간	케이블 단면적 사항 [1]	써멀 릴레이	저항의 최대 제동 토크
3상 380-480V	**[kW (hp)]**	**[Ω]**	**[Ω]**	**[Ω]**	**[kW (hp)]**	**175Uxxxx**	**[s]**	**[mm^2(AWG)]**	**[A]**	**[%]**
05A3	2.2 (3.0)	139	163.95	155	0.190 (0.255)	3008	120	1.5 (16)	0.9	131
07A2	3 (4.0)	100	118.86	112	0.262 (0.351)	3300	120	1.5 (16)	1.3	131
09A0	4 (5.0)	74	87.93	83	0.354 (0.475)	3335	120	1.5 (16)	1.9	128

[1] 모든 배선은 케이블 단면적과 주위 온도에 관한 국제 및 국내 관련 규정을 준수해야 합니다.

8.3.3 제동 저항 적용 40%

표 **59: iC2-Micro Frequency Converters** - 주전원**: 3x380–480 V AC, 40%** 듀티 사이클

정격 용량	$P_{m(HO)}$	R_{min}	$R_{br.\ nom}$	R_{rec}	$P_{br\ avg}$	발주 번호	기간	케이블 단면적 사항 [1]	써멀 릴레이	저항의 최대 제동 토크
3상 380-480V(T4)	**[kW (hp)]**	**[Ω]**	**[Ω]**	**[Ω]**	**[kW (hp)]**	**175Uxxxx**	**[s]**	**[mm^2(AWG)]**	**[A]**	**[%]**
05A3	2.2 (3.0)	139	163.95	155	0.807 (1.082)	3312	120	1.5 (16)	2.1	131
07A2	3 (4.0)	100	118.86	112	1.113 (1.491)	3313	120	1.5 (16)	2.7	131
09A0	4 (5.0)	74	87.93	83	1.504 (2.016)	3314	120	1.5 (16)	3.7	128

[1] 모든 배선은 케이블 단면적과 주위 온도에 관한 국제 및 국내 관련 규정을 준수해야 합니다.

인덱스

ENGINEERING
TOMORROW

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

130R1239