MAKING MODERN LIVING POSSIBLE

설계 지침서
VLT® AQUA Drive FC 202
0.25-90 kW

www.DanfossDrives.com

THE REAL DRIVE

차례

1

1 소개

1.1 설계 지침서의 용도

댄포스 VLT® AQUA Drive 주파수 변환기를 위한 본 설계 지침서는 다음을 대상으로 합니다.

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

설계 지침서는 모터 제어 및 감시 시스템에 통합할 수 있도록 주파수 변환기의 성능 이해를 돕는 기술 정보를 제공합니다.

설계 지침서는 주파수 변환기를 시스템에 통합할 수 있도록 설계 고려사항 및 기획 데이터의 제공을 목적으로 합니다. 설계 지침서는 다양한 어플리케이션 및 설비에 적합한 주파수 변환기 및 옵션 관련 정보를 제공합니다.

설계 지침서의 자세한 제품 정보를 검토하면 최적의 기능 및 효율을 갖추고 제대로 설계된 시스템을 개발할 수 있습니다.

VLT®는 등록 상표입니다.

1.2 구성

장을 1 소개: 설계 지침서의 일반 용도 및 국제 규정의 준수 여부.

장을 2 제품 개요: 주파수 변환기의 내부 구조 및 기능과 운전 관련 특징.

장을 3 시스템 통합: 환경 조건, EMC, 고조파 및 접지 누설, 주전원 입력, 모터 및 모터 연결부, 기타 연결부, 기계적 계획 및 사용 가능한 옵션 및 액세서리의 설명.

장을 4 적용 예: 제품 어플리케이션 예시 및 사용 지침.

장을 5 특수 조건: 특이한 운전 환경에 관한 세부 정보.

장을 6 유형 코드 및 선택항목: 시스템의 기본 용도를 충족하기 위한 장비 및 옵션의 발주 절차.

장을 7 사양: 표 및 그래픽 형식의 기술 데이터 모음.

장을 8 부록 - 엄선된 그림: 주전원 연결부, 모터 연결부, 릴레이 단자 및 케이블 삽입부를 묘사하는 그래픽 모음.

1.3 추가 리소스

주파수 변환기의 고급 운전, 프로그래밍 및 규정 준수를 이해하는 데 사용 가능한 리소스:

- *VLT® AQUA Drive FC 202 사용 설명서* (이하 본 설명서에서는 *사용 설명서*라고 함)는 주파수 변환기의 설치 및 기동과 관련하여 자세한 정보를 제공합니다.
- *VLT® AQUA Drive FC 202 설계 지침서*는 주파수 변환기의 시스템 통합을 설계 및 계획하는 데 필요한 정보를 제공합니다.
- *VLT® AQUA Drive FC 202 프로그래밍 지침서*(이하 본 설명서에서는 *프로그래밍 지침서*라고 함)는 파라미터 사용 방법 및 각종 어플리케이션 예시와 관련하여 보다 자세한 내용을 제공합니다.
- *VLT® 안전 토오크 정지 사용 설명서*는 기능 안전 어플리케이션에서 댄포스 주파수 변환기를 사용하는 방법에 관해 설명합니다. 본 설명서는 STO 옵션이 있는 경우 주파수 변환기와 함께 제공됩니다.
- *VLT® 제동 저항 설계 지침서*는 최적의 제동 저항 선택을 설명합니다.

보충 자료 및 설명서는 다음 사이트에서 다운로드할 수 있습니다. *danfoss.com/Product/Literature/Technical+Documentation.htm*.

주의 사항

이들 자료에 설명된 정보 중 일부를 변경할 수 있는 옵션 장비가 제공됩니다. 특정 요구사항은 옵션과 함께 제공된 설명서를 참조하십시오.

자세한 정보는 댄포스 공급업체에 문의하거나 *www.danfoss.com* 를 확인합니다.

1.4 약어, 기호 및 규약

60° AVM	60° Asynchronous Vector Modulation(60° 비동기식 벡터 변조)
A	Ampere(암페어)/AMP
AC	Alternating current(교류)
AD	Air Discharge(대기 중 방전)
AEO	Automatic energy optimisation(자동 에너지 최적화)
AI	Analog input(아날로그 입력)
AMA	Automatic Motor Adaptation(자동 모터 최적화)
AWG	American wire gauge(미국 전선 규격)
°C	Degrees Celsius(섭씨도)
CD	Constant discharge(일정 방전)
CM	Common mode(공통 모드)
CT	Constant torque(일정 토오크)
DC	Direct current(직류)
DI	Digital input(디지털 입력)
DM	Differential mode(차동 모드)
D-TYPE	Drive dependent(인버터 의존적)
EMC	Electromagnetic Compatibility(전자기 호환성)
EMF	Electromotive force(기전력)
ETR	Electronic Thermal Relay(전자 써멀 릴레이)
f_{JOG}	조그 기능이 활성화되었을 때의 모터 주파수입니다.
f_{M}	모터 주파수
f_{MAX}	주파수 변환기가 자체 출력에 적용하는 최대 출력 주파수입니다.
f_{MIN}	주파수 변환기의 최소 모터 주파수입니다.
$f_{M,N}$	Nominal motor frequency(모터 정격 주파수)
FC	Frequency converter(주파수 변환기)
g	Gramme(그램)
Hiperface®	Hiperface®는 Stegmann의 등록 상표입니다.
hp	Horse power(마력)
HTL	HTL 엔코더(10-30 V) 펄스 - High-voltage Transistor Logic(고전압 트랜지스터 논리)
Hz	Hertz(헤르츠)
I_{INV}	Rated Inverter Output Current(인버터 정격 출력 전류)
I_{LIM}	Current limit(전류 한계)
$I_{M,N}$	Nominal motor current(모터 정격 전류)
$I_{VLT,MAX}$	The maximum output current(최대 출력 전류)
$I_{VLT,N}$	The rated output current supplied by the frequency converter(주파수 변환기가 공급하는 정격 출력 전류)
kHz	Kilohertz(킬로헤르츠)
LCP	Local Control Panel(현장 제어 패널)
lsb	Least significant bit(최하위 비트)
m	Meter(미터)
mA	Milliampere(밀리암페어)
MCM	Mille Circular Mil(1000 서큘러 밀)
MCT	Motion Control Tool(모션컨트롤 소프트웨어)
mH	Inductance in milli Henry(밀리 헨리 단위의 인덕턴스)
min	Minute(분)
ms	Millisecond(밀리초)
msb	Most significant bit(최상위 비트)
η_{VLT}	전원 입력과 전원 출력 간의 비율로 정의된 주파수 변환기의 효율.
nF	Capacitance in nano Farad(나노패럿 단위의 용량)
NLCP	Numerical Local Control Panel(숫자 방식의 현장 제어 패널)
Nm	Newton meter(뉴튼 미터)
n_{s}	Synchronous Motor Speed(동기식 모터 속도)
온라인/오프라인 파라미터	온라인 파라미터에 대한 변경 사항은 데이터 값이 변경되면 즉시 적용됩니다.
$P_{br,cont.}$	제동 저항의 정격 출력(제동 지속 중 평균 출력).
PCB	Printed Circuit Board(인쇄회로기판)
PCD	공정 데이터
PELV	Protective Extra Low Voltage(방호초저전압)
P_{m}	주파수 변환기 정격 출력(높은 과부하(HO) 기준).
$P_{M,N}$	Nominal motor power(모터 정격 출력)
PM motor	Permanent magnet motor(영구 자석 모터)
공정 PID	PID 조절기는 속도, 압력, 온도 등을 원하는 수준으로 유지합니다.
$R_{br,nom}$	모터축의 제동 동력이 1분간 150/160%가 되게 하는 정격 저항 값
RCD	Residual Current Device(잔류 전류 장치)
Regen	Regenerative terminals(재생 단자)
R_{min}	주파수 변환기별로 허용 가능한 최소 제동 저항
RMS	Root Mean Square(평균평방근)
RPM	Revolutions Per Minute(분당 회전수)
R_{rec}	제동 저항의 권장 제동 저항 값댄포스
s	Second(초)
SFAVM	Stator Flux oriented Asynchronous Vector Modulation(고정자속 지향성 비동기식 벡터 변조)
STW	Status word(상태 워드)
SMPS	Switch Mode Power Supply(스위치 모드 전원 공급)
THD	Total Harmonic Distortion(총 고조파 왜곡)
T_{LIM}	Torque limit(토오크 한계)
TTL	TTL 엔코더(5 V) 펄스 - 트랜지스터 트랜지스터 논리
$U_{M,N}$	Nominal motor voltage(모터 정격 전압)
V	Volts(볼트)
VT	Variable Torque(가변 토오크)
VVC⁺	Voltage Vector Control(전압 벡터 제어)

표 1.1 약어

규약
번호 목록은 절차를 의미합니다.
글머리 기호(Bullet) 목록은 기타 정보 및 그림 설명을 의미합니다.
기울임꼴 텍스트는 다음을 의미합니다.

- 상호 참조
- 링크
- 각주
- 파라미터명, 파라미터 그룹 이름, 파라미터 옵션

모든 치수는 mm 단위 (인치).
*파라미터의 초기 설정을 나타냅니다.

본 문서에 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.

1.5 정의

제동 저항
제동 저항은 재생 제동 시에 발생하는 제동 동력을 흡수하기 위한 모듈입니다. 재생 제동 동력은 매개 회로 전압을 증가시키고, 제동 초퍼는 이 때 발생한 동력을 제동 저항에 전달되도록 합니다.

코스팅
모터 축이 코스팅(프리런) 상태입니다. 모터에 토오크가 없습니다.

CT 특성
컨베이어 벨트, 배수 펌프나 크레인 등에는 일정 토오크 특성이 사용됩니다.

초기화
초기화가 실행(*14-22 운전 모드*)되면 주파수 변환기가 초기 설정으로 복원됩니다.

단속적 듀티 사이클
단속적 듀티 정격은 듀티 사이클의 시퀀스를 나타냅니다. 각각의 사이클은 부하 기간과 부하 이동 기간으로 구성되어 있습니다. 단속 부하로 운전하거나 정상 부하로 운전할 수 있습니다.

역률
실제 역률(람다)은 모든 고조파를 고려하며 전류 및 전압의 1차 고조파만 고려하는 역률(코사인파이)보다 항상 작습니다.

$$\cos\phi = \frac{P\,(\mathrm{kW})}{P\,(\mathrm{kVA})} = \frac{U\lambda \times I\lambda \times \cos\phi}{U\lambda \times I\lambda}$$

코사인파이는 변위 역률이라고도 합니다.

댄포스 VLT® 주파수 변환기와 관련된 람다와 코사인파이는 *장을 7.2 주전원 공급*에 언급되어 있습니다.

역률은 주파수 변환기가 주전원 공급에 가하는 부하의 크기입니다.
역률이 낮을수록 동일한 kW(출력)를 얻기 위해 I_{RMS}가 높아집니다.

또한 역률이 높으면 고조파 전류는 낮아집니다.
모든 댄포스 주파수 변환기의 직류단에는 역률을 생성하고 주전원 공급의 THD를 줄이기 위해 내장된 직류 코일이 있습니다.

셋업
4개의 셋업에 파라미터 설정을 저장할 수 있습니다. 4개의 파라미터 셋업을 서로 변경할 수 있으며 하나의 셋업이 활성화되어 있더라도 다른 셋업을 편집할 수 있습니다.

슬립 보상
주파수 변환기는 모터의 미끄럼 보상을 위해 모터의 회전수를 거의 일정하도록 하는 모터 부하를 측정하고 그에 따라 주파수를 보완하여 줍니다.

스마트 로직 컨트롤러(SLC)
SLC는 관련 사용자 정의 이벤트가 SLC에 의해 참(TRUE)으로 결정되었을 때 실행된 사용자 정의 동작의 시퀀스입니다. (파라미터 그룹 *13-** 스마트 로직*).

FC 표준 버스통신
FC 프로토콜이나 MC 프로토콜이 있는 RS485 버스통신이 여기에 해당합니다. *8-30 프로토콜*을(를) 참조하십시오.

써미스터
온도에 따라 작동되는 저항이며, 주파수 변환기 또는 모터의 온도를 감시하는데 사용됩니다.

트립
주파수 변환기의 온도가 너무 높거나 주파수 변환기가 모터, 공정 또는 기계장치의 작동을 방해하는 경우 등 결함이 발생한 상태입니다. 결함의 원인이 사라져야 재기동할 수 있으며 트립 상태를 해제할 수 있습니다. 다음을 통해 트립 상태를 해제합니다.

- 리셋 활성화 또는
- 자동으로 리셋하도록 주파수 변환기 프로그래밍

사용자의 안전을 위해 트립을 사용하지 마십시오.

트립 잠김
주파수 변환기의 출력 단자가 단락된 경우 등 주파수 변환기에 결함이 발생하여 사용자의 개입이 필요한 상태입니다. 주전원을 차단하고 결함의 원인을 제거한 다음 주파수 변환기를 다시 연결해야만 잠긴 트립을 해제할 수 있습니다. 리셋을 실행하거나 자동으로 리셋하도

록 프로그래밍하여 트립 상태를 해제해야만 재기동할 수 있습니다. 사용자의 안전을 위해 트립을 사용하지 마십시오.

VT 특성
펌프와 팬을 위한 가변 토오크 특성입니다.

1.6 문서 및 소프트웨어 버전

본 설명서는 정기적으로 검토 및 업데이트됩니다. 개선 관련 제안은 언제든지 환영합니다.

*표 1.2*는 문서 버전 및 해당 소프트웨어 버전을 나타냅니다.

버전	비고	소프트웨어 버전
MG20N6xx	MG20N5xx에서 변경	2.20 이상

표 1.2 문서 및 소프트웨어 버전

1.7 승인 및 인증

주파수 변환기는 이 절에 설명된 규정을 준수하도록 설계되어 있습니다.

승인 및 인증서에 관한 자세한 정보를 확인하려면 다음 웹사이트의 다운로드 영역으로 이동합니다. *http://www.danfoss.com/BusinessAreas/DrivesSolutions/Documentations/.*

1.7.1 CE 마크

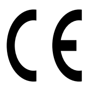


그림 1.1 CE

CE 마크(Communauté européenne)는 해당 제품 제조업체가 모든 관련 EU 규정을 준수함을 의미합니다. 주파수 변환기의 설계 및 제조에 적용 가능한 EU 규정은 *표 1.3*에 수록되어 있습니다.

주의 사항

CE 마크는 제품의 품질을 규제하지 않습니다. CE 마크에서 기술 사양을 추론해 낼 수는 없습니다.

주의 사항

안전 기능이 통합된 주파수 변환기는 기계류 규정을 준수해야 합니다.

EU 규정	버전
저전압 규정	2006/95/EC
EMC 규정	2004/108/EC
기계류 규정[1)]	2006/42/EC
ErP 규정	2009/125/EC
ATEX 규정	94/9/EC
RoHS 규정	2002/95/EC

표 1.3 주파수 변환기에 적용 가능한 EU 규정

1) 기계류 규정 준수는 안전 기능이 통합된 주파수 변환기에만 필요합니다.

적합성 선언은 요청 시 제공해 드릴 수 있습니다.

1.7.1.1 저전압 규정

저전압 규정은 50-1000 V AC 및 75-1600 V DC 전압 범위의 모든 전기 장비에 적용됩니다.

규정의 목적은 올바르게 설치 및 유지보수된 전기 장비가 용도에 맞는 어플리케이션에서 운전할 때 신체 안전을 보장하고 자산의 파손을 피하기 위하는 데 있습니다.

1.7.1.2 EMC 규정

EMC(전자기 호환성) 규정의 목적은 전자기 간섭을 줄이고 전기 장비 및 설비의 방지를 강화하는 데 있습니다. EMC 규정 2004/108/EC의 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 방지 수준을 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.

1.7.1.3 기계류 규정

기계류 규정의 목적은 용도에 맞는 어플리케이션에서 사용된 기계 장비에 대해 신체 안전을 보장하고 자산의 파손을 피하는 데 있습니다. 기계류 규정은 상호 연결된 구성품 또는 장치의 집합체로 구성된 기계류 중 그 구성품이나 장치의 하나 이상이 기계적으로 움직일 수 있는 기계류에 적용합니다.

안전 기능이 통합된 주파수 변환기는 기계류 규정을 준수해야 합니다. 안전 기능이 없는 주파수 변환기는 기계류 규정의 적용을 받지 않습니다. 주파수 변환기가 기계류 시스템에 통합되어 있는 경우 댄포스는 주파수 변환기와 관련한 안전 정보를 제공할 수 있습니다.

주파수 변환기가 하나 이상의 가동 부품이 있는 기계류에서 사용되는 경우 기계류 제조업체는 모든 관련 법규 및 안전 정책을 준수한다는 선언을 제공해야 합니다.

1

1.7.1.4 ErP 규정

ErP 규정은 에너지 관련 제품에 대한 유럽 친환경 설계 규정입니다. 이 규정은 주파수 변환기를 포함한 에너지 관련 제품에 대한 친환경 설계 요구사항을 규정합니다. 규정의 목적은 에너지 공급의 안전성을 높이는 동시에 에너지 효율 및 환경 보호 수준을 높이는 데 있습니다. 에너지 관련 제품의 환경 영향에는 제품 수명 전체에 걸친 에너지 소비가 포함됩니다.

1.7.2 C-tick 준수

그림 1.2 C-Tick

C-tick 라벨은 전자기 호환성(EMC)의 관련 기술 표준의 준수를 나타냅니다. C-tick 준수는 호주 및 뉴질랜드에 출시되는 전기 및 전자 장치에 필요합니다.

C-tick 규정은 전도 방사 및 복사 방사에 관한 규정입니다. 주파수 변환기의 경우, EN/IEC 61800-3에 명시된 방사 한계가 적용됩니다.

적합성 선언은 요청 시 제공해 드릴 수 있습니다.

1.7.3 UL 준수

UL 준수

그림 1.3 UL

주의 사항

525-690V) 주파수 변환기는 UL 인증을 받지 않았습니다.

주파수 변환기는 UL508C 써멀 메모리 유지 요구사항을 준수합니다. 자세한 정보는 *장을 2.6.2 모터 써멀 보호*를 참조하십시오.

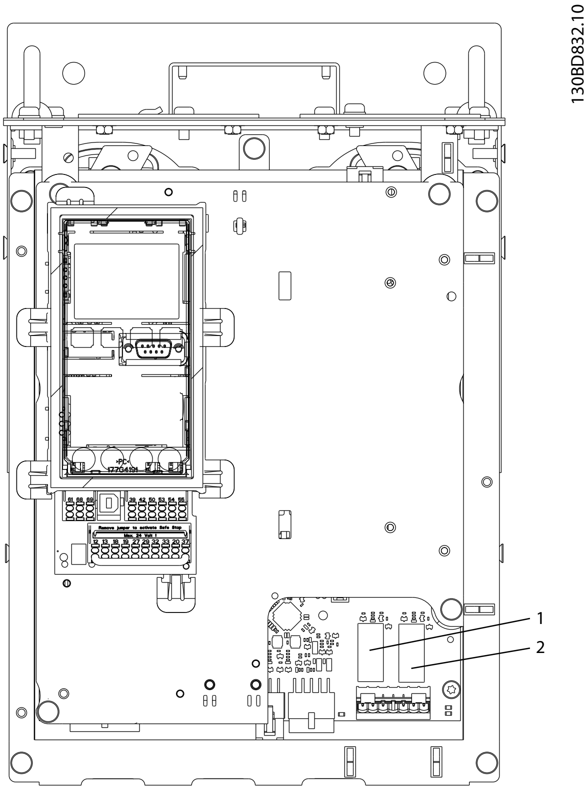
1.7.4 선박 준수

인입 보호 등급 IP55 (NEMA 12) 이상의 유닛은 발화를 차단하며 국제 내륙수로 위험물품 운송에 관한 유럽 협정(European Agreement concerning International Carriage of Dangerous Goods by Inland Waterways, ADN)에 따라 폭발 위험이 제한적인 전기기기로 분류됩니다.

추가적인 선박 승인 정보는 *www.danfoss.com* 를 확인합니다.

인입 보호 등급 IP20/섀시, IP21/NEMA 1 또는 IP54의 유닛은 다음과 같은 경우에 발화 위험을 차단합니다.

- 주전원 스위치를 설치하지 않습니다.
- *14-50 RFI 필터*가 *[1] 켜짐*으로 설정되어 있는지 확인합니다.
- *RELAY(릴레이)*라고 표시된 모든 릴레이 플러그를 제거합니다. *그림 1.4*을(를) 참조하십시오.
- 해당하는 경우 어떤 릴레이 옵션이 설치되어 있는지 확인합니다. 유일하게 허용된 릴레이 옵션은 VLT® 확장형 릴레이 카드MCB 113입니다.



1, 2	릴레이 플러그

그림 1.4 릴레이 플러그의 위치

제조업체 관련 서류는 요청 시 제공해 드릴 수 있습니다.

1.8 안전

1.8.1 일반 안전 원칙

주파수 변환기에는 고압 구성품이 있으며 부적절히 취급하면 치명상을 입을 수 있습니다. 장비의 설치 및 운전은 반드시 공인 기사가 해야 합니다. 먼저 주파수 변환기에서 전원을 분리하고 저장된 전기 에너지가 소실될 때까지 정해진 시간을 기다리지 않은 채 수리 작업을 시도하지 마십시오.

안전 주의사항 및 참고사항의 엄격한 준수가 주파수 변환기의 안전한 운전에 있어 필수 조건입니다.

1.8.2 공인 기사

주파수 변환기를 문제 없이 안전하게 운전하기 위해서는 올바르고 안정적인 운송, 보관, 설치, 운전 및 유지보수가 필요합니다. 본 장비의 설치 또는 운전은 공인 기사에게만 허용됩니다.

공인 기사는 교육받은 기사 중 해당 법률 및 규정에 따라 장비, 시스템 및 회로를 설치, 작동 및 유지보수하도록 승인된 기사로 정의됩니다. 또한 공인 기사는 본 사용 설명서에 수록된 지침 및 안전 조치에 익숙해야 합니다.

⚠경고

고전압

교류 주전원 입력, 직류 전원 공급장치 또는 부하 공유에 연결될 때 주파수 변환기에 고전압이 발생합니다. 설치, 기동 및 유지보수를 공인 기사가 수행하지 않으면 사망 또는 중상으로 이어질 수 있습니다.

- **설치, 기동 및 유지보수는 반드시 공인 기사만 수행해야 합니다.**

⚠경고

의도하지 않은 기동

주파수 변환기가 교류 주전원, 직류 전원 공급 또는 부하 공유에 연결되어 있는 경우, 모터는 언제든지 기동할 수 있습니다. 프로그래밍, 서비스 또는 수리 작업 중에 의도하지 않은 기동이 발생하면 사망, 중상 또는 장비나 자산의 파손으로 이어질 수 있습니다. 모터는 외부 스위치, 직렬 버스통신 명령 또는 LCP의 입력 지령 신호를 이용하거나 결함 조건 해결을 통해 기동할 수 있습니다. 의도하지 않은 모터 기동을 방지하려면:

- **주전원으로부터 주파수 변환기를 연결 해제합니다.**
- **파라미터를 프로그래밍하기 전에 LCP의 [Off/Reset]를 누릅니다.**
- **주파수 변환기가 교류 주전원, 직류 전원 공급 또는 부하 공유에 연결될 때 주파수 변환기, 모터 및 관련 구동 장비는 완벽히 배선 및 조립되어 있어야 합니다.**

⚠경고

방전 시간

주파수 변환기에는 주파수 변환기에 전원이 인가되지 않더라도 충전을 지속할 수 있는 직류단 커패시터가 포함되어 있습니다. 전원을 분리한 후 서비스 또는 수리를 진행하기 전까지 지정된 시간 동안 기다리지 않으면 사망 또는 중상으로 이어질 수 있습니다.

- **모터를 정지합니다.**
- **교류 주전원 및 원격 직류단 전원 공급장치(배터리 백업장치, UPS 및 다른 주파수 변환기에 연결된 직류단 연결장치 포함)를 차단합니다.**
- **모든 PM 모터를 차단하거나 잠급니다.**
- **서비스 또는 수리 작업을 수행하기 전에 커패시터가 완전히 방전될 때까지 기다립니다. 대기 시간은 *표 1.4*에 명시되어 있습니다.**

전압 [V]	최소 대기 시간 (분)		
	4	7	15
200-240	0.25-3.7 kW	-	5.5-45 kW
380-480	0.37-7.5 kW	-	11-90 kW
525-600	0.75-7.5 kW	-	11-90 kW
525-690	-	1.1-7.5 kW	11-90 kW
경고 LED 표시등이 꺼져 있더라도 고전압이 있을 수 있습니다.			

표 1.4 방전 시간

1

⚠경고

누설 전류 위험

누설 전류가 3.5 mA를 초과합니다. 주파수 변환기를 올바르게 접지하지 못하면 사망 또는 중상으로 이어질 수 있습니다.

- 공인 전기 설치업자가 장비를 올바르게 접지하게 합니다.

⚠경고

장비 위험

회전축 및 전기 장비에 접촉하면 사망 또는 중상으로 이어질 수 있습니다.

- 반드시 해당 교육을 받은 공인 기사가 설치, 기동 및 유지보수를 수행해야 합니다.
- 전기 작업 시에는 항상 국제 및 국내 전기 규정을 준수해야 합니다.
- 본 문서의 절차를 따릅니다.

⚠경고

의도하지 않은 모터 회전

풍차 회전

영구자석 모터가 의도하지 않게 회전하면 전압이 생성되고 유닛을 충전하여 사망, 중상 및 장비 파손으로 이어질 수 있습니다.

- 의도하지 않은 회전을 방지하기 위해서는 영구자석 모터를 차단해야 합니다.

⚠주의

내부 결함 위험

주파수 변환기가 올바르게 닫혀 있지 않으면 주파수 변환기의 내부 결함 시 중상으로 이어질 수 있습니다.

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

2 제품 개요

2.1 소개

이 장은 주파수 변환기의 일차 조립부 및 회로의 개요를 제공합니다. 이는 내부 전기 및 신호 처리 기능을 설명합니다. 내부 제어 구조에 대한 설명 또한 포함되어 있습니다.

또한 설명된 모든 부분은 자동화되어 있으며 정교한 제어 및 상태 보고 성능을 갖춘 견고한 운전 시스템의 설계를 위해 주파수 변환기 옵션 기능이 제공됩니다.

2.1.1 수처리 및 폐수처리 전용 제품

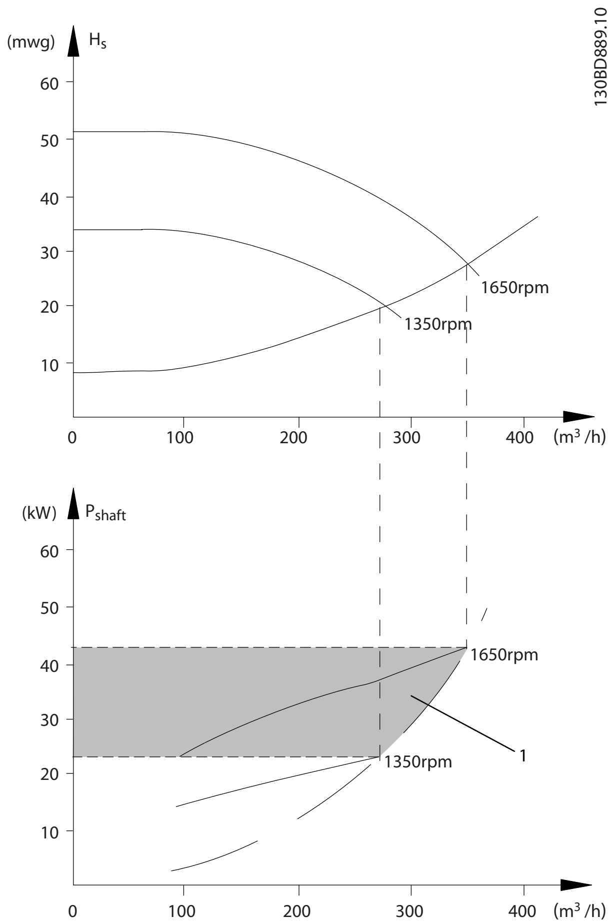
VLT® AQUA Drive FC 202는 수처리 및 폐수처리 용도로 설계되어 있습니다. 내장된 SmartStart 마법사와 단축 메뉴 *수처리 및 펌프*는 작동 절차를 통해 사용자를 안내합니다. 표준 구성 및 옵션 기능은 다음과 같습니다.

- 캐스케이드 제어
- 드라이 런 감지
- 유량 과다 감지
- 모터 절체
- 디래깅
- 초기 및 최종 가감속
- 체크 밸브 가감속
- STO
- 저유량 감지
- 사전 윤활
- 유량 확인
- 배관 급수 모드
- 슬립 모드
- 실시간 클럭
- 비밀번호 보호
- 과부하 보호
- 스마트 로직 컨트롤러
- 최소 속도 감시
- 자유롭게 프로그래밍이 가능한 정보, 경고 및 알람용 텍스트

2.1.2 에너지 절감

주파수 변환기는 다른 대체 제어 시스템 및 기술과 비교하더라도 팬 및 펌프 시스템을 제어하는 데 가장 적합한 에너지 제어 시스템입니다.

주파수 변환기를 사용하여 유량을 제어하면 펌프 속도가 20% 낮아지고 이는 일반적인 어플리케이션에서 약 50%의 에너지 절감으로 이어집니다.
*그림 2.1*는 달성 가능한 에너지 절감의 예를 보여줍니다.



1	에너지 절감

그림 2.1 예: 에너지 절감

2.1.3 에너지 절감의 예

*그림 2.2*에서 보는 바와 같이 RPM 단위로 측정된 펌프 속도를 변경함으로써 유량이 제어됩니다. 정격 속도에서 20%만 속도를 줄여도 유량 또한 20%까지 감소합니다. 이는 유량이 속도에 직비례하기 때문입니다. 반대로 전기 소비량은 최대 약 50%까지 감소합니다.
시스템이 일 년에 몇 일 정도 100%의 유량을 공급하고 나머지 기간 동안은 평균적으로 정격 유량의 80%를 공급해야 하는 경우, 에너지 절감분은 50%를 초과합니다.

*그림 2.2*는 원심 펌프에서 RPM 단위의 펌프 속도에 대한 유량, 압력 및 소비전력의 의존도를 설명합니다.

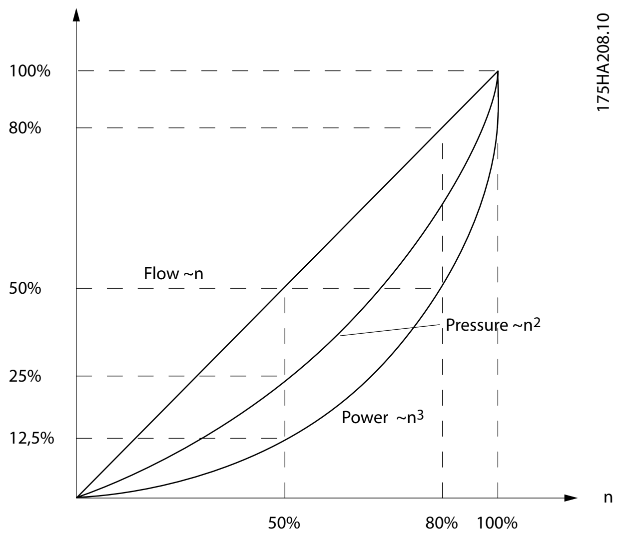


그림 2.2 원심 펌프의 유사 이론

유량: $\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{n_1}{n_2}$

압력: $\frac{H_1}{H_2} = \left(\frac{n_1}{n_2}\right)^2$

전력: $\frac{P_1}{P_2} = \left(\frac{n_1}{n_2}\right)^3$

속도 범위에서 효율이 동일하다고 가정합니다.

Q=유량	P=전력
Q_1=유량 1	P_1=전력 1
Q_2=감소된 유량	P_2=감소된 전력
H=압력	n=속도 조절
H_1=압력 1	n_1=속도 1
H_2=감소된 압력	n_2=감소된 속도

표 2.1 유사 이론

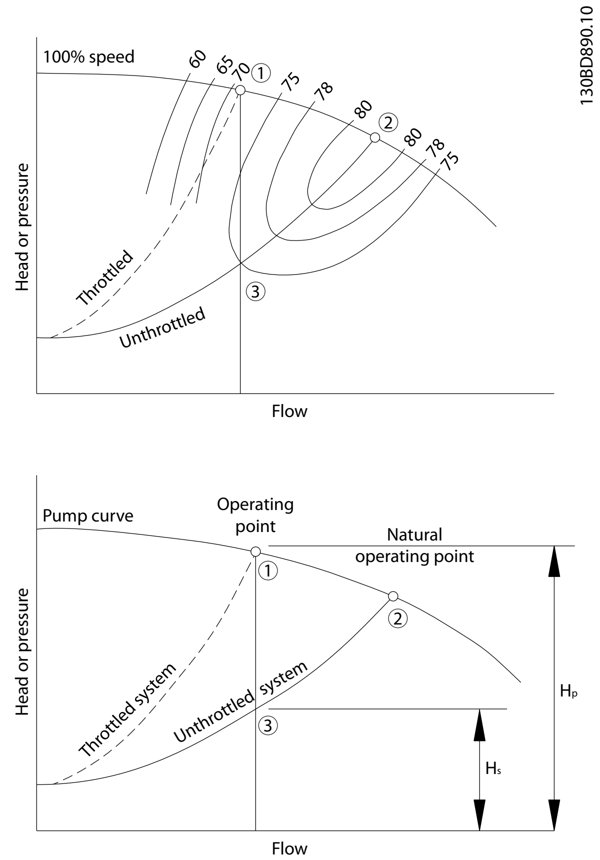
2.1.4 원심 펌프의 밸브 제어와 속도 제어

밸브 제어

수처리 시스템의 공정 요구사항에 대한 수요가 다양하므로 유량은 그에 따라 조정되어야 합니다. 유량 최적화에 자주 사용되는 방식은 밸브를 사용한 스로틀링 또는 재순환입니다.

너무 넓게 개방되는 재순환 밸브는 펌프가 펌프 곡선의 끝, 그리고 낮은 펌프 헤드에서 고유량으로 구동되게 할 수 있습니다. 이러한 조건은 펌프의 높은 속도로 인해 에너지가 낭비될 수 있을 뿐만 아니라 펌프 캐비테이션으로 이어져 결과적으로 펌프가 손상될 수 있습니다.

밸브로 유량을 스로틀링하면 밸브에 걸쳐 압력 강하가 추가됩니다(HP-HS). 이는 자동차 속도를 줄이기 위한 시도로 가속과 제동을 동시에 수행하는 것과 비교할 수 있습니다. *그림 2.3*는 스로틀링을 통해 시스템 곡선이 펌프 곡선의 지점 (2)에서 효율이 상당히 감소한 지점 (1)로 전환됨을 보여줍니다.

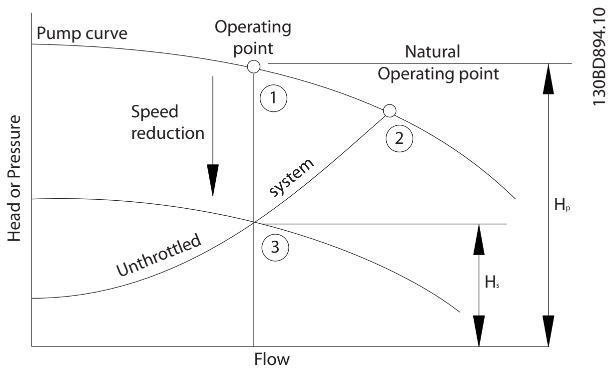


1	스로틀 밸브를 사용한 운전 지점
2	기본 동작점
3	속도 제어를 사용한 운전 지점

그림 2.3 밸브 제어를 통한 유량 감소(스로틀링)

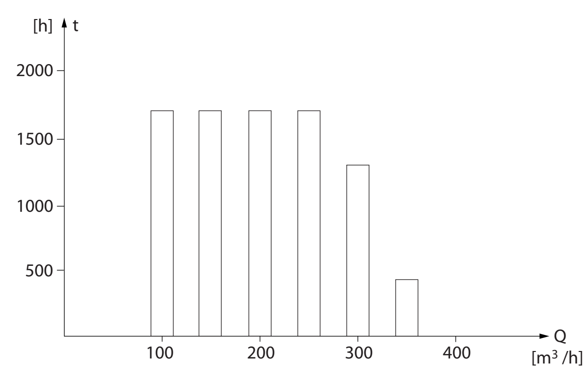
속도 제어

*그림 2.4*에서 보는 바와 같이 펌프의 속도를 낮춰 동일한 유량을 조정할 수 있습니다. 속도를 줄이면 펌프 곡선이 아래로 이동합니다. 운전 지점은 펌프 곡선과 시스템 곡선 (3)의 새로운 교차 지점입니다. 에너지 절감분은 *장을 2.1.3 에너지 절감의 예*에서 설명한 대로 유사 이론을 적용하여 계산할 수 있습니다.



1	스로틀 밸브를 사용한 운전 지점
2	기본 동작점
3	속도 제어를 사용한 운전 지점

그림 2.4 속도 제어를 통한 유량 감소



t [h]	유량 기간. *표 2.2* 또한 참조하십시오.
Q [m³/h]	유량

그림 2.6 1년 동안의 유량 분포(기간 및 유량)

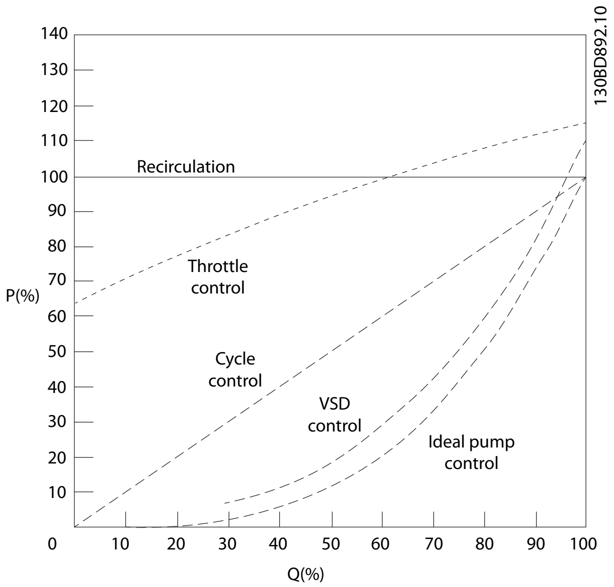


그림 2.5 유량 제어 곡선 비교

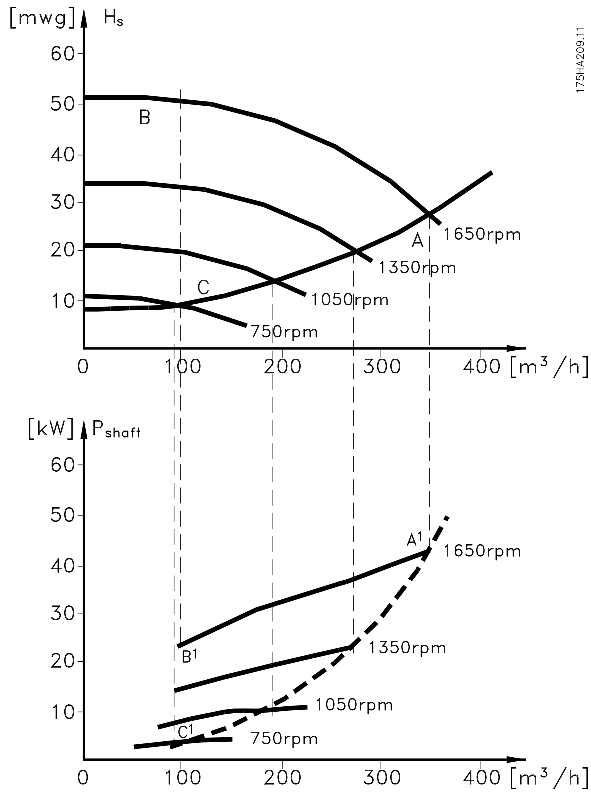


그림 2.7 각기 다른 속도의 에너지 소비

2.1.5 1년 동안 다양한 유량을 필요로 하는 경우의 예

이 예는 *그림 2.7*에서 보는 바와 같이 펌프 데이터시트에서 얻은 펌프 특성을 기준으로 계산됩니다.

그 결과, 주어진 유량 분포를 기준으로 1년 동안 50%를 초과하는 에너지 절감을 보여줍니다.
그림 2.6 참조. 페이백 기간은 전기 가격과 주파수 변환기의 가격에 따라 다릅니다. 이 예에서는 밸브 및 일정 속도와 비교했을 때 페이백 기간이 1년 미만입니다.

유량	분포		밸브 조절		주파수 변환기 제어	
	%	기간	전력	소모	전력	소모
[m³/h]		[h]	[kW]	[kWh]	[kW]	[kWh]
350	5	438	42.5[1)]	18.615	42.5[1)]	18.615
300	15	1314	38.5	50.589	29.0	38.106
250	20	1752	35.0	61.320	18.5	32.412
200	20	1752	31.5	55.188	11.5	20.148
150	20	1752	28.0	49.056	6.5	11.388
100	20	1752	23.0[2)]	40.296	3.5[3)]	6.132
Σ	100	8760	–	275.064	–	26.801

표 2.2 결과

1) 지점 A1의 전력 판독값

2) 지점 B1의 전력 판독값

3) 지점 C1의 전력 판독값

2.1.6 제어 성능 향상

주파수 변환기를 사용하여 시스템의 유량 또는 압력을 제어하면 제어 성능이 향상됩니다.

주파수 변환기는 팬 또는 펌프의 속도를 다양하게 할 수 있으며 유량 및 압력을 다양하게 제어할 수 있습니다.

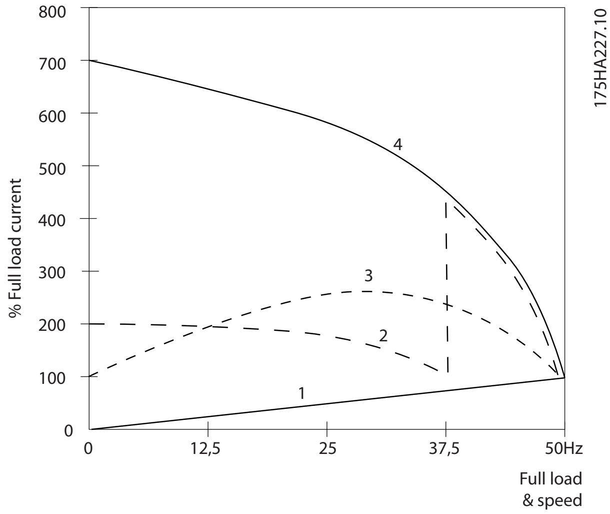
또한 주파수 변환기는 팬 또는 펌프의 속도를 시스템의 새로운 유량 또는 압력 조건에 신속하게 적용할 수 있습니다.

내장된 PI 제어 기능을 활용하여 공정(유량, 레벨 또는 압력)을 쉽게 제어할 수 있습니다.

2.1.7 스타/델타 스타터 또는 소프트 스타터

대형 모터가 기동할 때 기동 전류를 제한하는 장비를 사용해야 하는 국가가 많습니다. 기존 시스템에서는 스타/델타 스타터 또는 소프트 스타터가 널리 사용됩니다. 주파수 변환기가 사용되는 경우, 이러한 모터 스타터가 필요하지 않습니다.

*그림 2.8*에서와 같이 주파수 변환기는 정격 전류보다 전류를 많이 소모하지 않습니다.



1	VLT® AQUA Drive FC 202
2	스타/델타 스타터
3	소프트 스타터
4	주전원 직기동

그림 2.8 기동 전류

2.2 운전 설명

주파수 변환기는 모터 속도를 제어하기 위해 조절된 양의 교류 주전원을 모터에 공급합니다. 주파수 변환기는 가변 주파수와 전압을 모터에 공급합니다.

주파수 변환기는 4가지 주요 모듈로 나뉩니다.

- 정류기
- 직류 버스통신 매개회로
- 인버터
- 제어 및 조절

*그림 2.9*은 주파수 변환기 내부 구성품의 블록 다이어그램입니다. 각각의 기능은 *표 2.3*을(를) 참조하십시오.

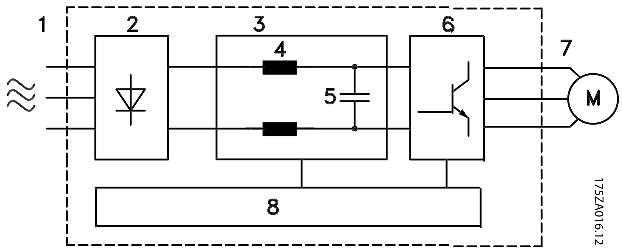


그림 2.9 주파수 변환기 블록 다이어그램

면적	제목	기능
1	주전원 입력	• 3상 교류 주파수 변환기 주전원 공급 장치입니다.
2	정류기	• 정류기 브리지는 교류 입력을 직류 전류로 변환하여 인버터 전원을 공급합니다.
3	직류 버스통신	• 직류 버스통신 매개회로는 직류 전류를 처리합니다.
4	직류 리액터	• 직류 매개회로 전압을 필터링합니다. • 주전원 과도 현상을 보호합니다. • RMS 전류를 줄입니다. • 라인에 재반영된 역률을 올립니다. • AC 입력의 고조파를 줄입니다.
5	커패시터 뱅크	• 직류 전원을 저장합니다. • 단기간의 전력 손실에 대해 계속적인 운전을 제공합니다.
6	인버터	• 모터에 대해 제어된 가변 출력을 위해 직류를 제어된 PWM 교류 파형으로 변환합니다.
7	모터에 대한 출력	• 모터에 대한 3상 출력 전원을 조절합니다.

면적	제목	기능
8	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.

표 2.3 *그림 2.9*에 대한 범례

1. 주파수 변환기는 주전원으로부터의 교류 전압을 정류하여 직류 전압으로 변환합니다.
2. 이 직류 전압을 가변 진폭과 주파수를 가진 교류 전류로 변환시킵니다.

주파수 변환기는 모터에 가변 전압/전류와 가변 주파수를 공급하므로 3상 표준형 비동기식 모터와 비돌극 PM 모터의 가변 속도를 제어할 수 있습니다.

주파수 변환기는 U/f 특수 모터 모드 및 VVC⁺와 같이 다양한 모터 제어 방식을 관리합니다. 주파수 변환기에서의 단락 동작은 모터 위상의 전류 변환기 3개에 따라 다릅니다.

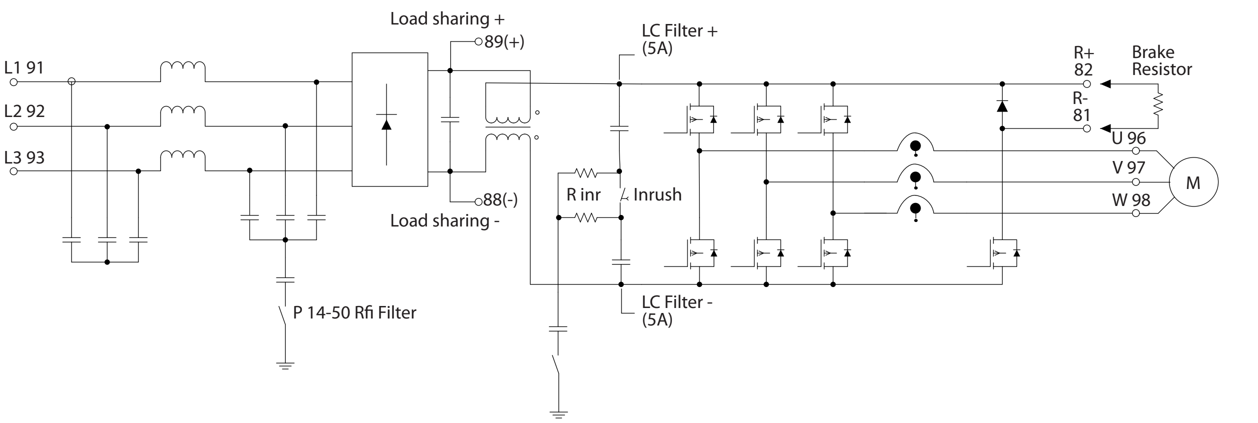


그림 2.10 주파수 변환기 구조

2.3 운전 순서

2.3.1 정류기부

전원이 주파수 변환기에 적용될 때 전원은 주전원 단자(L1, L2 및 L3)를 통해 진입하여 유닛 구성에 따라 차단부 및/또는 RFI 필터 옵션으로 전달됩니다.

2.3.2 매개부

정류기부를 지난 전압은 매개부로 전달됩니다. 직류 버스통신 인덕터와 직류 버스통신 커패시터 뱅크로 구성된 사인파 필터는 정류된 전압을 부드럽게 만듭니다.

직류 버스통신 인덕터는 변화 전류에 직렬 임피던스를 제공합니다. 이렇게 하면 보통 정류기 회로 내에 존재하는 입력 교류 전류 파형에 대한 고조파 왜곡을 줄이면서 필터링 공정에도 도움이 됩니다.

2.3.3 인버터부

인버터부에 구동 명령과 속도 지령이 있으면 IGBT는 출력 파형을 생성하기 위해 스위칭을 시작합니다. 제어 카드에서 댄포스 VVC⁺ PWM 방식에 의해 생성된 이 파형은 최적 성능 및 모터의 손실 최소화를 제공합니다.

2

2.3.4 제동 옵션

다이나믹 제동 옵션이 장착된 주파수 변환기의 경우 외부 제동 저항을 연결하기 위해 단자 81(R-) 및 82(R+)와 함께 제동 IGBT가 포함되어 있습니다.

제동 IGBT의 기능은 최대 전압 한계를 초과할 때마다 매개회로의 전압을 제한하는 것입니다. 버스통신 커패시터에 있는 과도한 직류 전압을 제거하도록 직류 버스통신에 걸쳐 외부에 장착된 저항을 전환하면 이렇게 제한할 수 있습니다.

외부에 배치된 제동 저항은 어플리케이션 요구사항에 따라 저항을 선택하고 제어 패널 밖의 에너지를 소실하며 제동 저항이 과부하 상태인 경우 주파수 변환기가 과열되지 않게 보호할 수 있는 장점이 있습니다.

제동 IGBT 게이트 신호는 제어 카드에서 시작되며 전원 카드와 게이트 드라이브 카드를 통해 제동 IGBT에 전달됩니다. 또한 전원 카드와 제어 카드는 단락 및 과부하 여부를 위해 제동 IGBT와 제동 저항 연결부를 감시합니다. 전단 퓨즈 사양은 *장을 7.1 전기적 기술 자료*를 참조하십시오. *장을 7.7 퓨즈 및 회로 차단기* 또한 참조하십시오.

2.3.5 부하 공유

부하 공유 옵션이 내장된 유닛에는 단자 (+) 89 DC 및 (-) 88 DC가 포함되어 있습니다. 이러한 단자는 주파수 변환기 내에서 직류단 리액터와 버스통신 커패시터 앞의 직류 버스통신을 연결합니다.

자세한 정보는 댄포스에 문의하십시오.

부하 공유 단자는 각기 다른 2가지 구성으로 연결할 수 있습니다.

1. 첫 번째 방법으로, 단자는 여러 주파수 변환기의 직류 버스통신 회로를 결합합니다. 이렇게 하면 재생 모드 상태인 하나의 유닛이 모터를 구동 중인 다른 유닛과 과도한 버스통신 전압을 공유합니다. 이러한 방식의 부하 공유는 외부 다이나믹 제동 저항의 필요성을 감소시킬 뿐만 아니라 에너지를 절감할 수 있습니다. 각 유닛의 전압 등급이 동일하기만 하면 이러한 방식으로 연결할 수 있는 유닛의 개수가 무제한입니다. 또한 유닛의 용량 및 개수에 따라 주 전원의 직류단 연결부 및 교류 리액터에 직류 리액터와 직류 퓨즈를 설치해야 할 수도 있습니다.이러한 구성을 시도하려면 특정 사항을 고려해야 합니다. 댄포스에 문의하여 도움을 받으십시오.
2. 두 번째 방법으로, 직류 소스를 통해서만 주파수 변환기에 전원을 공급합니다. 여기에는 다음이 필요합니다.
   - 2a 직류 소스.
   - 2b 전원 인가 시 직류 버스통신을 소프트 차지할 방법.

다시, 이러한 구성을 시도하려면 특정 사항을 고려해야 합니다. 댄포스에 문의하여 도움을 받으십시오.

2.4 제어 구조

2.4.1 제어 구조 개회로

개회로 모드로 운전 시 주파수 변환기는 LCP 키를 통해 수동으로나 아날로그/디지털 입력 또는 직렬 버스통신을 통해 원격으로 입력 명령에 응답합니다.

*그림 2.11*에 나타난 구성에서 주파수 변환기는 개회로 모드로 운전합니다. 그리고 LCP(*수동* 모드)에서 또는 원격 신호(*자동* 모드)를 통해 입력을 수신합니다. 신호(속도 지령)는 프로그래밍된 최소 및 최대 모터 속도 한계(RPM 및 Hz 단위), 가속 시간 및 감속 시간, 모터 회전 방향으로 수신 및 조절됩니다. 그리고 나서 지령은 모터를 제어하도록 전달됩니다.

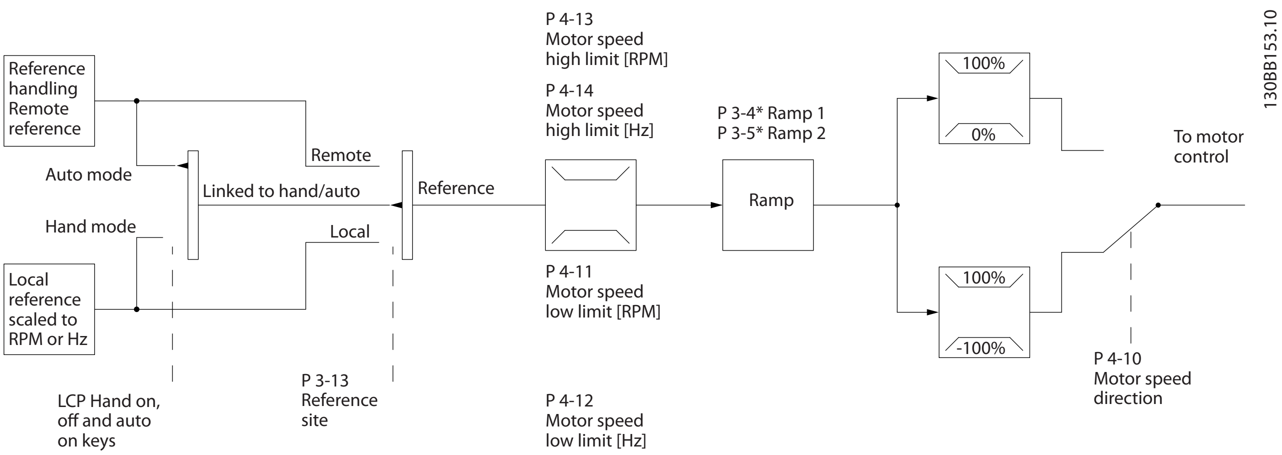


그림 2.11 개회로 모드 블록 다이어그램

2.4.2 제어 구조 폐회로

폐회로 모드에서 내부 PID 제어기를 사용하면 주파수 변환기가 하나의 독립된 제어 유닛의 역할을 할 수 있도록 시스템 지령 및 피드백 신호를 처리할 수 있습니다. 변환기는 폐회로에서 독립적으로 운전하는 동안 외부 시스템 감시를 위해 기타 여러가지 프로그래밍 가능한 옵션과 함께 상태 및 알람 메시지를 제공할 수 있습니다.

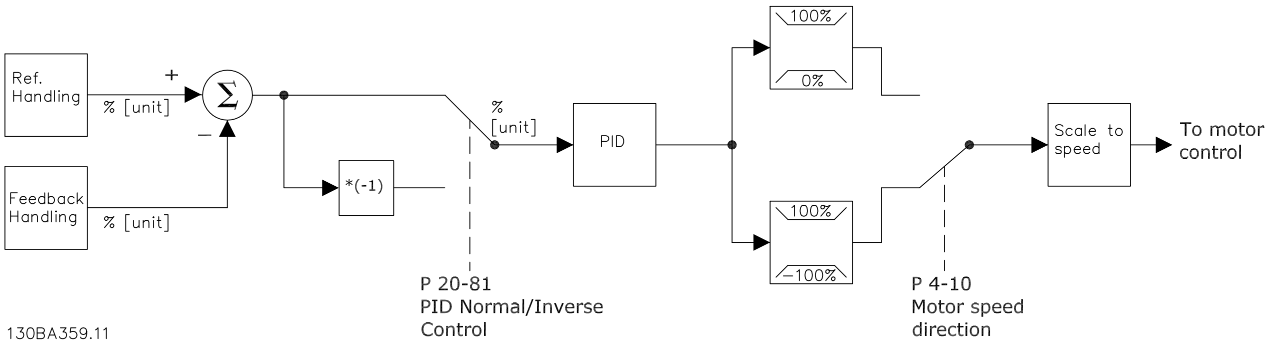


그림 2.12 폐회로 제어기의 블록 다이어그램

예를 들어, 펌프 속도가 제어되어 배관 내 정적 압력이 일정한 펌프 어플리케이션을 고려해 보겠습니다(*그림 2.12* 참조). 주파수 변환기는 시스템의 센서에서 피드백 신호를 수신합니다. 이 피드백을 설정포인트 지령값과 비교하고 이러한 두 신호 사이에 오류가 있는지 판단합니다. 그리고 나서 모터의 속도를 조정하여 이 오류를 수정합니다.

원하는 정적 압력 설정포인트는 주파수 변환기로의 지령 신호입니다. 정적 압력 센서는 배관의 실제 정적 압력을 측정하고 이 정보를 피드백 신호로서 주파수 변환기에 제공합니다. 피드백 신호가 설정포인트 지령보다 큰 경우, 압력을 줄이기 위해 주파수 변환기가 감속합니다. 그와 유사한 방식으로 배관 압력이 설정포인트 지령보다 낮은 경우, 펌프 압력을 증가시키기 위해 주파수 변환기가 가속합니다.

폐회로에서 주파수 변환기의 초기 설정값이 만족할 만한 성능을 제공하는 경우가 많기는 하지만 PID 파라미터를 튜닝하여 시스템 제어를 최적화할 수 있는 경우도 많습니다. 이러한 최적화를 위해 *자동 튜닝*이 제공됩니다.

프로그래밍 가능한 기타 기능은 다음과 같습니다.

- 인버스 조절 - 피드백 신호가 높을 때 모터 속도가 증가합니다.
- 기동 주파수 - PID 제어기로 넘어가기 전에 시스템이 신속히 운전 상태에 도달하게 합니다.
- 내장 저주파 통과 필터 - 피드백 신호 노이즈를 줄입니다.

2.4.3 현장(수동 운전) 및 원격(자동 운전) 제어

주파수 변환기는 LCP을 통해 수동으로 작동하거나 아날로그 및 디지털 입력과 직렬 버스통신을 통해 원격으로 작동할 수 있습니다.

활성화된 지령 및 구성 모드
활성화된 지령은 현장 지령이거나 원격 지령입니다. 원격 지령은 초기 설정입니다.

- 현장 지령을 사용하려면 *수동* 모드에서 구성합니다. *수동* 모드를 활성화하려면 파라미터 그룹 *0-4* LCP 키패드*의 파라미터 설정을 적용합니다. 자세한 정보는 *프로그래밍 지침서*를 참조하십시오.
- 원격 지령을 사용하려면 *자동* 모드에서 구성하며 이는 초기 설정 모드입니다. *자동* 모드에서는 디지털 입력 및 다양한 직렬 인터페이스(RS485, USB 또는 선택사양인 필드버스)를 통해 주파수 변환기를 제어할 수 있습니다.
- *그림 2.13*는 현장 또는 원격의 활성 지령 선택에 따른 구성 모드를 설명합니다.
- *그림 2.14*는 현장 지령의 수동 구성 모드를 설명합니다.

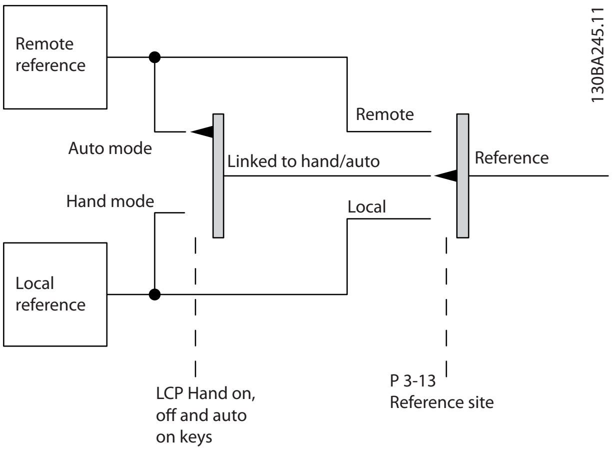


그림 2.13 활성화된 지령

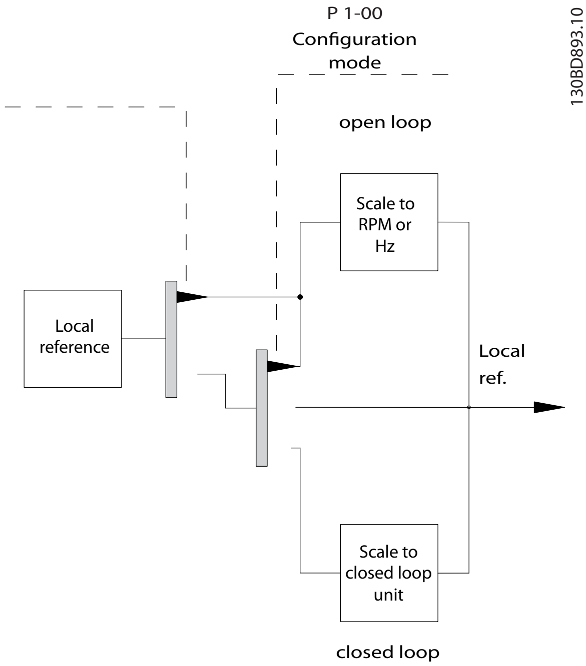


그림 2.14 구성 모드

어플리케이션 제어 방식
원격 지령이나 현장 지령은 항상 활성 상태입니다. 두 지령을 동시에 활성화할 수 없습니다. *표 2.4*에서와 같이 *1-00 구성 모드*에서 적절한 제어 방식(개회로 또는 폐회로)을 설정합니다.
현장 지령이 활성화되어 있으면 *1-05 현장 모드 구성*에서 어플리케이션 제어 방식을 설정합니다.
*표 2.4*에서와 같이 *3-13 지령 위치*에서 지령 위치를 설정합니다.

자세한 정보는 *프로그래밍 지침서*를 참조하십시오.

[Hand On] [Auto On] LCP 키	지령 위치 *3-13 지령 위치*	활성화된 지령
Hand (수동)	수동/자동에 링크	현장
수동⇒꺼짐	수동/자동에 링크	현장
Auto (자동)	수동/자동에 링크	원격
자동 ⇒꺼짐	수동/자동에 링크	원격
키 전체	현장	현장
키 전체	원격	원격

표 2.4 현장 및 원격 지령 구성

2.4.4 지령 처리

지령 처리는 개회로 운전과 폐회로 운전에서 모두 적용 가능합니다.

내부 및 외부 지령
최대 8개의 내부 프리셋 지령을 주파수 변환기에 프로그래밍할 수 있습니다. 활성 내부 프리셋 지령은 디지털 입력 또는 직렬 통신 버스통신을 통해 외부에서 선택할 수 있습니다.

외부 지령은 주파수 변환기에도 공급할 수 있으며 대부분 아날로그 제어 입력을 통해 공급됩니다. 모든 지령 소스와 버스통신 지령은 총 외부 지령을 산출하기 위해 추가됩니다. 외부 지령, 프리셋 지령, 설정포인트 또는 이 3가지의 합을 활성 지령으로 선택할 수 있습니다. 이 지령은 범위를 설정할 수 있습니다.

범위가 설정된 지령은 다음과 같이 계산됩니다.

$$\textit{지령} = X + X \times \left(\frac{Y}{100}\right)$$

여기서 X는 외부 지령, 프리셋 지령 또는 이 두 지령의 합이며 Y는 [%] 단위의 *3-14 프리셋 상대 지령*입니다.

Y, *3-14 프리셋 상대 지령*가 0%로 설정되더라도 범위 설정이 지령에 영향을 주지 않습니다.

원격 지령
원격 지령은 다음으로 구성되어 있습니다(*그림 2.15* 참조).

- 프리셋 지령
- 외부 지령:
  - 아날로그 입력
  - 펄스 주파수 입력
  - 디지털 가변 저항 입력
  - 직렬 통신 버스통신 지령
- 프리셋 상대 지령
- 피드백으로 제어된 설정포인트

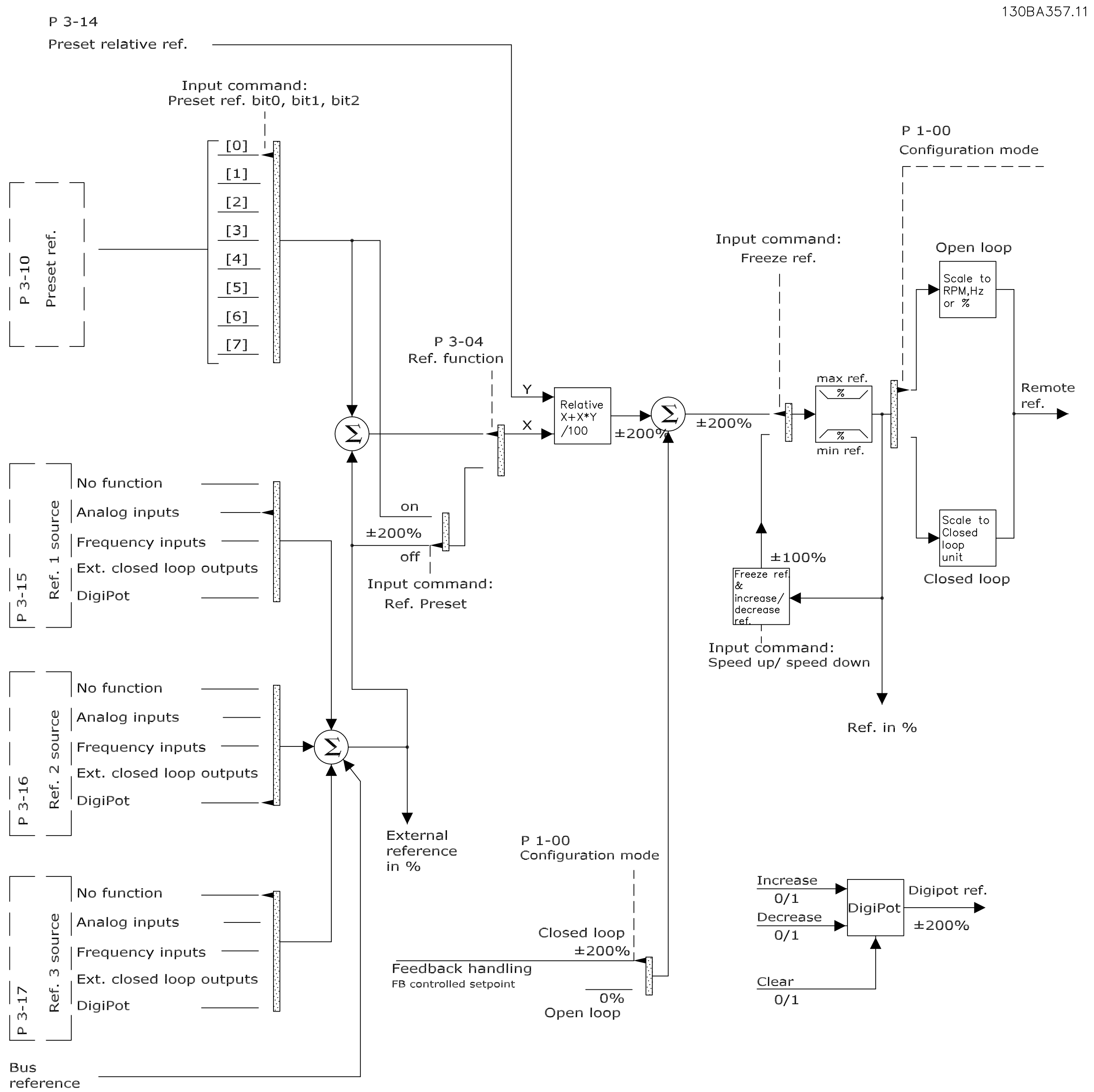


그림 2.15 원격 지령 처리를 보여주는 블록 다이어그램

2.4.5 피드백 처리

다중 설정포인트, 다중 피드백과 같은 고급 제어가 필요한 어플리케이션에서 사용할 수 있도록 피드백 처리를 구성할 수 있습니다(*그림 2.16* 참조). 다음과 같이 세 가지 종류의 제어가 통상적입니다.

단일 영역, 단일 설정포인트
이 제어 유형은 기본 피드백 구성입니다. 설정포인트 1은 다른 지령(해당하는 경우)에 추가되고 피드백 신호가 선택됩니다.

다중 영역, 단일 설정포인트
이 제어 유형은 2개나 3개의 피드백 센서를 사용하고 설정포인트는 하나만 사용합니다. 피드백은 추가, 추출 또는 평균화할 수 있습니다. 또한 최대 또는 최소 값을 사용할 수도 있습니다. 설정포인트 1는 이 구성에서만 사용됩니다.

다중 영역, 설정포인트/피드백
차이가 가장 큰 설정포인트/피드백 쌍은 주파수 변환기의 속도를 제어합니다. 최대는 각 설정포인트 이하에서 모든 영역을 유지하려고 하는 반면 다중 최소는 각 설정포인트 이상에서 모든 영역을 유지하려고 합니다.

예
2-영역, 2-설정포인트 어플리케이션. 영역 1 설정포인트는 15 bar이며 피드백은 5.5 bar입니다. 영역 2 설정포인트는 4.4 bar이며 피드백은 4.6 bar입니다. 최대가 선택되면 그 차이가 적기 때문에 영역 1의 설정포인트와 피드백이 PID 제어기에 전송됩니다(피드백이 설정포인트보다 높으므로 결과는 음의 차이입니다). 최소가 선택되면 그 차이가 크기 때문에 영역 2의 설정포인트와 피드백이 PID 제어기에 전송됩니다(피드백이 설정포인트보다 낮으므로 결과는 양의 차이입니다).

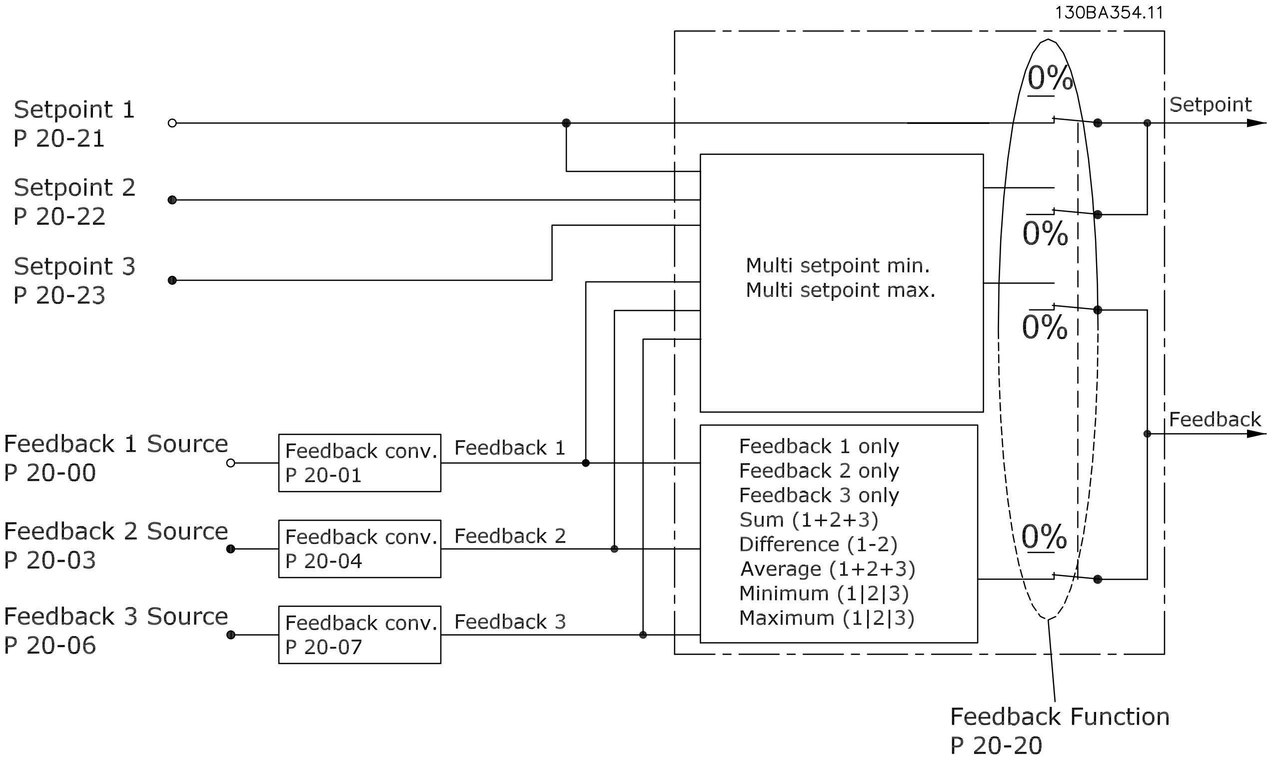


그림 2.16 피드백 신호 공정의 블록 다이어그램

피드백 변환
일부 어플리케이션의 경우 피드백 신호를 변환하는 것이 유용합니다. 하나의 예가 압력 신호를 사용하여 유량 피드백을 제공하는 것입니다. 압력의 제곱근이 유량에 비례하므로 압력 신호의 제곱근은 유량에 비례하는 값을 산출합니다(*그림 2.17* 참조).

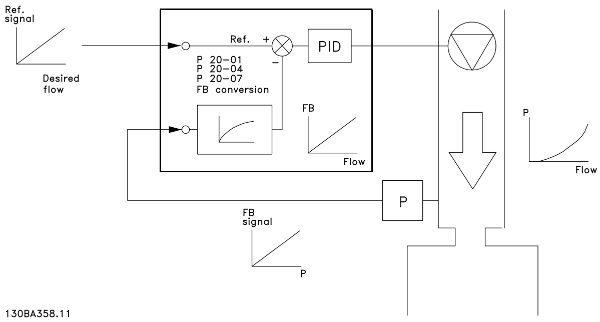


그림 2.17 피드백 변환

2.5 자동 운전 기능

자동 운전 기능은 주파수 변환기가 운전하자마자 활성화됩니다. 대부분은 프로그래밍하거나 셋업할 필요가 없습니다. 이러한 기능을 알고 있으면 시스템 설계를 최적화할 수 있고 구성품이나 기능을 중복해서 사용하지 않아도 됩니다.

필요한 셋업, 특히 모터 파라미터에 관한 자세한 설명은 *프로그래밍 지침서*를 참조하십시오.

주파수 변환기에는 주파수 변환기 자체와 모터를 보호하도록 다양한 내장 보호 기능이 있습니다.

2.5.1 단락 회로 보호

모터(상간)
주파수 변환기는 모터의 3상 또는 직류단에서 각각 전류를 측정하여 모터 측 단락으로부터 보호됩니다. 출력 2상이 단락되면 인버터에서 과전류가 발생합니다. 단락 회로 전류가 허용 범위를 초과하면 인버터는 동작을 멈춥니다(알람 16 트립 잠김).

주전원 측
올바르게 작동하는 주파수 변환기는 공급부에서 전류가 알맞게 흐를 수 있게 전류를 제한할 수 있습니다. 주파수 변환기 내부의 구성품 고장 (첫 결함) 시 보호할 수 있도록 퓨즈 및/또는 회로 차단기를 공급부 측에 사용할 것을 권장합니다. 자세한 정보는 *장을 7.7 퓨즈 및 회로 차단기* 참조.

주의 사항

IEC 60364 (CE) 또는 NEC 2009 (UL) 준수를 위해서는 퓨즈 및/또는 회로 차단기의 사용이 필수입니다.

제동 저항
주파수 변환기는 제동 저항에서 단락이 발생하지 않도록 보호됩니다.

부하 공유
단락되지 않도록 직류 버스통신을 보호하고 과부하되지 않도록 주파수 변환기를 보호하려면 연결된 모든 유닛의 부하 공유 단자에 직류 퓨즈를 직렬로 설치합니다. 자세한 정보는 *장을 2.3.5 부하 공유* 참조.

2.5.2 과전압 보호

모터에서 발생된 전압에 의한 과전압
매개회로의 전압은 모터를 발전기로 사용하는 경우에 상승합니다. 발생 원인은 다음과 같습니다.

- 주파수 변환기는 일정 출력 주파수로 운전되지만 부하가 모터를 작동시키는 경우, 예를 들어, 부하에 의해 에너지가 발생하는 경우.
- 감속 중에 관성 모멘트가 크고 마찰력이 작으며 감속 시간이 너무 짧아 에너지가 주파수 변환기, 모터 및 설비에서 소모될 수 없는 경우.
- 미끄럼 보상을 잘못 설정하면 직류단 전압이 상승할 수 있습니다.
- PM 모터 운전 시 역 EMF. 높은 RPM에서 코스팅되는 경우, PM 모터 역 EMF가 주파수 변환기의 최대 허용 전압 공차를 초과하고 손상을 야기할 가능성이 있습니다. 이러한 상황을 방지하기 위해 *1-40 1000 RPM에서의 역회전 EMF*, *1-25 모터 정격 회전수* 및 *1-39 모터 극수*의 값을 기준으로 한 내부 계산에 따라 *4-19 최대 출력 주파수*의 값이 자동으로 제한됩니다.

주의 사항

(예를 들어, 과도한 풍차 효과 또는 제어할 수 없는 유수량으로 인한) 모터 과속을 피하려면 주파수 변환기에 제동 저항을 설치합니다.

과전압은 제동 기능(*2-10 제동 기능*) 또는 과전압 제어(*2-17 과전압 제어*)의 사용을 통해 처리할 수 있습니다.

과전압 제어 (OVC)
OVC는 직류단의 과전압으로 인해 주파수 변환기가 트립될 위험을 감소시킵니다. 이는 감속 시간을 자동으로 연장하여 제어됩니다.

주의 사항

OVC는 PM 모터(PM VVC+)의 경우 활성화할 수 있습니다.

제동 기능
잉여 제동 에너지를 소실시키기 위해 제동 저항을 연결합니다. 제동 저항을 연결하면 제동 중에 직류단 전압이 과도하게 상승하지 못합니다.

교류 제동 장치는 제동 저항을 사용하지 않고 제동 기능을 향상시키고자 할 때 선택할 수 있는 방법입니다. 이 기능은 추가 에너지를 생성하는 발전기로 구동할 때 모터의 과도 자화를 제어합니다. 이 기능은 OVC를 향

상시킬 수 있습니다. 모터의 전기적 손실이 증가하면 OVC 기능은 과전압 한계를 초과하지 않고도 제동 토오크를 높일 수 있습니다.

주의 사항

교류 제동은 저항이 있는 다이내믹 제동으로 적합하지 않습니다.

2.5.3 모터 결상 감지

모터 결상 시 기능(*4-58 모터 결상 시 기능*)은 모터 결상 시 모터 손상을 방지하기 위해 초기 설정으로 활성화되어 있습니다. 초기 설정은 1000 ms이지만 보다 신속한 감지를 위해 조정할 수 있습니다.

2.5.4 주전원 위상 불균형 감지

심각한 주전원 불균형 상태에서 운전을 계속하면 모터의 수명이 단축됩니다. 정격 부하에 가깝게 계속해서 인버터를 운전하는 것은 심각히 고려해야 할 사안입니다. 초기 설정은 주전원 불균형(*14-12 공급전원 불균형 시 기능*) 시 주파수 변환기를 트립합니다.

2.5.5 출력(전원) 차단/공급

모터와 주파수 변환기 간 출력에 스위치를 추가할 수 있습니다. 결함 메시지가 표시될 수 있습니다. 회전하는 모터를 정지하려면 플라잉 기동을 활성화합니다.

2.5.6 과부하 보호

토오크 한계
토오크 제한 기능은 속도와 관계 없이 모터가 과부하되지 않게 보호합니다. 토오크 한계는 *4-16 모터 운전의 토오크 한계* 및/또는 *4-17 재생 운전의 토오크 한계*에서 제어되며 토오크 한계 경고로 트립되기 전까지의 시간은 *14-25 토오크 한계 시 트립 지연*에서 제어됩니다.

전류 한계
전류 한계는 *4-18 전류 한계*에서 제어됩니다.

속도 한계
다음의 파라미터를 사용하여 운전 속도 범위의 하한과 상한을 정의합니다.

- *4-11 모터의 저속 한계 [RPM]* 또는
- *4-12 모터 속도 하한 [Hz]* 및 *4-13 모터의 고속 한계 [RPM]*, 또는
- *4-14 Motor Speed High Limit [Hz]*

예를 들어, 30Hz와 50/60Hz 사이에서 운전 속도 범위를 정의할 수 있습니다.
*4-19 최대 출력 주파수*는 주파수 변환기가 제공할 수 있는 최대 출력 속도를 제한합니다.

ETR
ETR은 내부 측정값을 기준으로 바이메탈 릴레이를 모의 시험하는 전자 기능입니다. 특성은 *그림 2.18*에 나타나 있습니다.

전압 한계
특정 하드 코드 전압 수준에 이르면 트랜지스터 및 직류단 콘덴서를 보호하기 위해 주파수 변환기가 꺼집니다.

과열
주파수 변환기에는 온도 센서가 내장되어 있어 하드 코드 한계를 통해 임계치에 즉각적으로 반응합니다.

2.5.7 자동 용량 감소

주파수 변환기는 다음과 같이 중대한 상황이 있는지 지속적으로 확인합니다.

- 제어 카드 또는 방열판의 온도가 높은 경우
- 모터 부하가 매우 큰 경우
- 직류단 전압이 매우 높은 경우
- 모터 회전수가 낮은 경우

주파수 변환기는 이렇게 중대한 상황에 대한 응답으로 스위칭 주파수를 조정합니다. 내부 온도가 높거나 모터 회전수가 낮은 경우, 주파수 변환기는 또한 PWM 방식을 SFAVM으로 강제 전환할 수 있습니다.

주의 사항

***14-55 출력 필터*가 *[2] 사인파 필터 고정*으로 설정되면 자동 용량 감소가 달라집니다.**

2.5.8 자동 에너지 최적화

자동 에너지 최적화(AEO)는 주파수 변환기가 모터의 부하를 지속적으로 감시하고 효율을 극대화하도록 출력 전압을 조정하게 합니다. 경부하 조건에서 전압은 감소되며 모터 전류는 최소화됩니다. 모터의 효율이 높아지고 발열은 감소하며 운전 소음도 줄어듭니다. 주파수 변환기가 자동으로 모터 전압을 조정하므로 V/Hz 곡선을 선택하지 않아도 됩니다.

2.5.9 자동 스위칭 주파수 변조

주파수 변환기는 짧은 전기 펄스를 발생시켜 교류 파형을 생성합니다. 스위칭 주파수는 이러한 펄스의 비율입니다. 낮은 스위칭 주파수(저속 펄스율)는 모터 소음을 야기하므로 높은 스위칭 주파수가 바람직합니다. 하지만 높은 스위칭 주파수는 주파수 변환기에 발열을 야기하여 모터에 사용할 수 있는 전류량을 제한할 수 있습니다.

자동 스위칭 주파수 변조는 이러한 조건을 자동으로 조절하여 주파수 변환기 과열을 야기하지 않고 가장 높은 스위칭 주파수를 제공합니다. 조절된 높은 스위칭 주파수를 제공하면 소음 제어가 매우 중요한 상황에서는 저속으로 모터 운전 소음이 최소화되며 필요한 경우 모터에 최대 출력 전원이 공급됩니다.

2.5.10 높은 스위칭 주파수에 따른 자동 용량 감소

주파수 변환기는 3.0 kHz에서 4.5 kHz 사이의 스위칭 주파수에서 지속적인 최대 부하 운전에 적합하도록 설계되어 있습니다(이 주파수 범위는 전력 용량에 따라 다릅니다). 최대 허용 범위를 초과하는 스위칭 주파수는 주파수 변환기 발열량을 증가시키고 출력 전류의 용량 감소를 필요로 합니다.

주파수 변환기의 자동 기능은 부하 의존적인 스위칭 주파수 제어 방식입니다. 이 기능을 사용하면 부하가 허용하는 한 높은 스위칭 주파수를 모터가 사용할 수 있습니다.

2.5.11 과열에 따른 자동 용량 감소

과열에 따른 자동 용량 감소는 높은 온도에서 주파수 변환기가 트립되지 않게 합니다. 내부 온도 센서는 관련 조건을 측정하여 전원 구성품이 과열되지 않게 합니다. 변환기는 안전 한계 내에서 운전 온도가 유지되도록 스위칭 주파수를 자동으로 감소시킬 수 있습니다. 스위칭 주파수를 감소시킨 후 변환기는 과열로 인한 트립을 피하기 위해 최대 30%까지 출력 주파수와 전류 또한 감소시킬 수 있습니다.

2.5.12 자동 가감속

사용 가능한 전류에 따라 너무 빨리 부하 가속을 시도하는 모터는 변환기의 트립을 야기할 수 있습니다. 감속을 너무 빨리 하는 경우도 마찬가지입니다. 자동 가감속은 사용 가능한 전류에 맞게 모터 가감속율(가속 또는 감속)을 확대하여 이러한 상황에 대비합니다.

2.5.13 전류 제한 회로

(용량이 부족한 변환기 또는 모터로 인해) 부하가 주파수 변환기 정상 운전의 전류 성능을 초과하는 경우 전류 제한은 모터를 감속하고 부하를 줄이기 위해 출력 주파수를 감소시킵니다. 이러한 조건에서 60초 이하 동안의 운전을 제한할 수 있도록 조절 가능한 타이머가 제공됩니다. 과전류 스트레스의 최소화를 위해 공장 초기 설정 한계는 모터 정격 전류의 110%입니다.

2.5.14 전력 변동 성능

주파수 변환기는 다음과 같은 주전원 변동을 견딥니다.

- 과도 현상
- 일시적 저전압
- 순간적인 전압 강하
- 서지

주파수 변환기는 최대 정격 모터 전압 및 토오크를 제공하도록 정격에서 ±10%의 입력 전압을 자동으로 보상합니다. 자동 재기동을 선택하면 주파수 변환기는 전압 트립 후에 자동으로 전원을 인가합니다. 플라잉 기동을 사용하면 주파수 변환기는 기동에 앞서 모터 회전에 동기화합니다.

2.5.15 모터 소프트 기동

주파수 변환기는 부하 관성을 극복하고 모터를 최대 속도로 구동하도록 모터에 적절한 전류량을 공급합니다. 이렇게 하면 정지 상태 또는 서서히 회전하는 모터에 주전압이 최대로 적용되지 않으며 최대로 적용되는 경우 높은 전류와 열이 발생합니다. 이러한 소프트 기동 기능은 써멀 부하와 기계적 스트레스를 줄이고 모터 수명을 연장하며 보다 조용한 시스템 운전을 제공합니다.

2.5.16 공진 감쇄

고주파 모터 공진 소음은 공진 감쇄를 통해 제거할 수 있습니다. 자동 또는 수동으로 선택한 주파수 감쇄를 사용할 수 있습니다.

2.5.17 온도 제어 팬

내부 냉각 팬은 주파수 변환기에서 센서로 온도를 제어합니다. 냉각 팬은 저부하 운전 중이나 슬립 모드 또는 대기 상태에서 구동하지 않는 경우가 있습니다. 이는 소음을 줄이고 효율을 높이며 팬의 작동 수명을 연장합니다.

2.5.18 EMC 준수

전자기 간섭(EMI) 또는 무선 주파수 간섭(RFI, 무선 주파수인 경우)은 외부 소스에서의 전자기 유도 또는 방사로 인해 전기 회로에 영향을 줄 수 있는 간섭입니다. 주파수 변환기는 인버터의 EMC 제품 표준 IEC 61800-3 뿐만 아니라 유럽 표준 EN 55011을 준수하도록 설계되어 있습니다. EN 55011의 방사 수준을 준수하려면 모터 케이블은 반드시 차폐되어야 하고 올바르게 종단되어야 합니다. EMC 성능에 관한 자세한 정보는 *장을 3.2.2 EMC 시험 결과*를 참조하십시오.

2.5.19 3가지 모터 위상 전체에서의 전류 측정

모터에 전달되는 출력 전류는 단락, 접지 결함 및 결상으로부터 주파수 변환기와 모터를 보호하도록 3상 전체에서 지속적으로 측정됩니다. 출력 접지 결함은 순간적으로 감지됩니다. 모터 결상이 발생하면 주파수 변환기는 즉시 정지하고 결상된 위상을 보고합니다.

2.5.20 제어 단자의 갈바닉 절연

모든 제어 단자와 출력 릴레이 단자는 주전원으로부터 갈바닉 절연되어 있습니다. 이는 제어기 회로가 입력 전류로부터 완벽히 보호되어 있음을 의미합니다. 출력 릴

레이 단자는 자체 접지를 필요로 합니다. 이러한 절연은 절연을 위해 엄격한 방호초저전압(PELV) 요구사항을 충족합니다.

갈바닉 절연을 구성하는 구성품은 다음과 같습니다.

- 전원 공급 장치, 신호 절연 포함.
- IGBT, 트리거 변압기 및 옵토커플러용 게이트 드라이브.
- 출력 전류 홀 효과 변환기.

2.6 사용자 정의 어플리케이션 기능

사용자 정의 어플리케이션 기능은 보다 향상된 시스템 성능을 위해 주파수 변환기에 프로그래밍된 가장 공통된 기능입니다. 이러한 기능은 최소한의 프로그래밍이나 셋업을 필요로 합니다. 이러한 기능을 사용할 수 있다는 점을 잘 알고 있으면 시스템 설계를 최적화할 수 있고 구성품이나 기능의 중복을 피할 수 있습니다. 이러한 기능의 활성화에 관한 지침은 *프로그래밍 지침서*를 참조하십시오.

2.6.1 Automatic Motor Adaptation(자동 모터 최적화)

자동 모터 최적화(AMA)는 모터의 전기적 특성을 측정하는 데 사용하도록 자동화된 시험 절차입니다. AMA는 모터의 정확한 전자 모델을 제공합니다. 이를 통해 주파수 변환기는 모터와의 최적 성능 및 효율을 계산할 수 있습니다. AMA 절차를 실행하면 또한 주파수 변환기의 자동 에너지 최적화 기능을 극대화합니다. AMA는 모터 회전 없이 또한 모터에서 부하를 제거하지 않고 수행됩니다.

2.6.2 모터 써멀 보호

모터 써멀 보호는 다음과 같은 3가지 방식으로 제공될 수 있습니다.

- 다음 중 하나를 통한 직접 온도 감지
  - 모터 와인딩에 있고 표준 AI 또는 DI에 연결된 PTC 센서.
  - 모터 와인딩 및 모터 베어링에 있고 VLT® 센서 입력 카드 MCB 114에 연결된 PT100 또는 PT1000.
  - VLT® PTC 써미스터 카드 MCB 112 (ATEX 인증)의 PTC 써미스터 입력.
- DI의 기계식 써멀 스위치(Klixon 유형).
- 비동기형 모터의 경우 내장된 전자 써멀 릴레이(ETR).

ETR은 전류, 주파수 및 운전 시간을 측정하여 모터 온도를 계산합니다. 주파수 변환기는 모터의 써멀 부하를 백분율로 표시하고 프로그래밍 가능한 과부하 설정포인트에서 경고를 발령할 수 있습니다.

과부하 시 프로그래밍 가능한 옵션을 사용하면 주파수 변환기가 모터를 정지하거나 출력을 줄이거나 해당 조건을 무시할 수 있습니다. 심지어 저속에서도 주파수 변환기는 I2t 클래스 20 전자 모터 과부하 표준을 충족합니다.

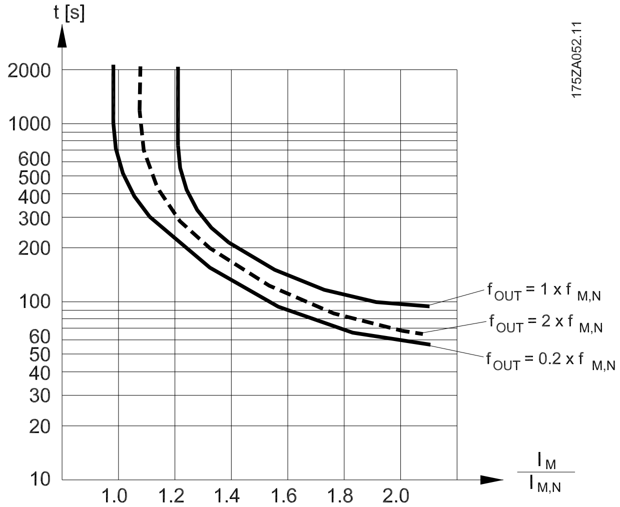


그림 2.18 ETR 특성

*그림 2.18*의 X축은 I_{motor}와 정격 I_{motor} 간의 비율을 나타냅니다. Y축은 ETR이 차단되고 주파수 변환기가 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 *16-18 모터 과열*의 파라미터 읽기 값으로 확인할 수 있습니다.

2.6.3 주전원 저전압

주전원 저전압 중에도 주파수 변환기는 매개회로 전압이 최소 정지 수준으로 떨어질 때까지 운전을 계속합니다. 최소 정지 수준은 일반적으로 최저 정격 공급 전압보다 15% 정도 낮습니다. 주파수 변환기가 코스팅 정지되는데 소요된 시간은 저전압 이전의 주전원 전압 및 모터 부하에 따라 달라질 수 있습니다.

주파수 변환기는 주전원 저전압 중에도 다음과 같이 각기 다른 동작 유형으로 구성할 수 있습니다(*14-10 주전원 결함*).

- 직류단 전원이 모두 소모된 후 트립 잠금.
- 주전원이 복구될 때마다 플라잉 기동으로 코스팅(*1-73 플라잉 기동*).
- 회생동력 백업.
- 감속제어.

플라잉 기동
이 옵션을 선택하면 주전원 차단으로 인해 프리런 상태인 모터를 정지시킬 수 있습니다. 이 옵션은 원심분리기 및 팬과 관련이 있습니다.

회생동력 백업
이러한 옵션을 사용하면 시스템 내에 에너지가 있는 한 주파수 변환기가 실행될 수 있습니다. 짧은 주전원 저전압의 경우, 어플리케이션으로 정지하거나 제어 손실 없이 주전원이 복구되면 해당 운전 또한 복구됩니다. 선택할 수 있는 회생동력 백업 옵션이 일부 있습니다.

14-10 주전원 결함 및 *1-73 플라잉 기동*에서 주전원 저전압 시 주파수 변환기의 동작을 구성합니다.

2.6.4 내장 PID 제어기

내장된 4개의 비례, 적분, 파생(PID) 제어기를 사용하면 보조 제어 장치가 필요 없습니다.

PID 제어기 중 하나는 조절된 압력, 유량, 온도 또는 기타 시스템 요구사항을 유지해야 하는 경우 폐회로 시스템에 대해 일정한 제어를 유지합니다. 주파수 변환기는 원격 센서의 피드백 신호에 대한 응답으로 모터 속도에 대해 자체 의존적인 제어를 제공할 수 있습니다. 주파수 변환기는 각기 다른 2개의 장치에서 2개의 피드백 신호를 수용합니다. 이 기능을 사용하면 시스템을 각기 다른 피드백 요구사항에 따라 조절할 수 있습니다. 주파수 변환기는 시스템 성능을 최적화하기 위해 두 신호를 비교하여 제어 방식을 결정합니다.

약품 투입 펌프와 같은 기타 공정 장비의 제어, 밸브 제어 또는 각기 다른 레벨의 통기에 3개의 추가 독립 제어기를 사용합니다.

2.6.5 자동 재기동

일시적인 정전 또는 전력 변동과 같이 경미한 트립 후 자동으로 모터를 재기동하도록 주파수 변환기를 프로그래밍할 수 있습니다. 이 기능을 사용하면 수동으로 리셋할 필요가 없고 원격 제어 시스템의 자동 운전 기능이 향상됩니다. 재기동 시도 횟수뿐만 아니라 시도 간 주기를 제한할 수 있습니다.

2.6.6 플라잉 기동

플라잉 기동을 사용하면 주파수 변환기가 회전 방향과 관계 없이 최대 속도를 기준으로 모터 회전에 동기화할 수 있습니다. 이렇게 하면 과전류 발생으로 인한 트립이 방지됩니다. 주파수 변환기가 기동할 때 모터가 갑작스런 속도 변화를 수신하지 않으므로 이는 시스템에 대한 기계적인 스트레스를 최소화합니다.

2.6.7 감속 시 최대 토오크

주파수 변환기는 가변 V/Hz 곡선을 따라 감속 시에도 최대 모터 토오크를 제공합니다. 최대 출력 토오크는 설계된 모터의 최대 운전 속도와 일치할 수 있습니다. 하지만 이는 저속에서 낮은 모터 토오크를 제공하는 가변 토오크 변환기나 최대 속도 미만에서 과도한 전압, 발열 및 모터 소음을 제공하는 일정 토오크 변환기와 다릅니다.

2.6.8 주파수 바이패스

일부 어플리케이션의 경우 기계적인 공진을 발생시키는 운전 속도가 시스템에 있을 수 있습니다. 이는 과도한 소음을 발생시키고 시스템 내 기계 구성품을 손상시킬 수 있습니다. 주파수 변환기에는 프로그래밍 가능한 4개의 바이패스 주파수 대역폭이 있습니다. 이를 통해 모터는 시스템 공진을 유발하는 속도를 뛰어넘을 수 있습니다.

2.6.9 모터 예열

기온이 낮거나 습도가 높은 환경에서 모터를 예열하려면 작은 양의 직류 전류를 모터에 지속적으로 흘려보내 응결 및 냉간 시동으로부터 모터를 보호합니다. 이는 공간 히터의 필요성을 없앨 수 있습니다.

2.6.10 4개의 프로그래밍 가능한 셋업

주파수 변환기에는 개별적으로 프로그래밍할 수 있는 4개의 셋업이 있습니다. 다중 셋업을 사용하면 디지털 입력 또는 직렬 명령에 의해 활성화되고 개별적으로 프로그래밍된 기능 간 전환이 가능합니다. 개별 셋업은 예를 들어, 지령을 변경하거나 주간/야간 또는 하계/동계 운전이나 여러 모터를 제어하는 데 사용됩니다. 활성 셋업은 LCP에 표시됩니다.

셋업 데이터는 탈착 가능한 LCP에서 정보를 다운로드하여 주파수 변환기에서 다른 주파수 변환기로 복사할 수 있습니다.

2.6.11 다이나믹 제동

다이나믹 제동은 다음에 의해 가능합니다.

- **저항 제동**
  제동 IGBT는 제동 에너지를 모터에서 연결된 제동 저항으로 직접 전달함으로써 특정 임계값 하에서 과전압을 유지합니다(*2-10 제동 기능* = [1]).

- **교류 제동**
  모터의 손실 조건을 변경함으로써 제동 에너지가 모터에 전달됩니다. 고주기 주파수가 모터를 과열시키므로 고주기 주파수가 있는 어플리케이션에 교류 제동 기능을 사용할 수 없습니다(*2-10 제동 기능* = [2]).

2

2.6.12 직류 제동

일부 어플리케이션의 경우 감속 또는 정지하도록 모터를 제동해야 할 수도 있습니다. 모터에 직류 전류를 적용하면 모터에 제동이 걸리며 별도의 모터 제동 장치가 필요 없게 됩니다. 직류 제동은 사전 정의된 주파수에서나 신호 수신에 따라 활성화하도록 설정할 수 있습니다. 제동 속도 또한 프로그래밍할 수 있습니다.

2.6.13 슬립 모드

슬립 모드는 지정된 시간 동안 운전 요구가 적을 때 모터를 자동으로 정지합니다. 시스템의 요구가 증가하면 변환기는 모터를 재기동합니다. 슬립 모드는 에너지 절감을 제공하고 모터 마모를 감소시킵니다. 타이머와 달리 변환기는 프리셋 재가동 요구에 도달하면 항상 구동할 수 있습니다.

2.6.14 인가 시 운전

변환기는 기동하기 전에 원격 *시스템 준비* 신호를 기다릴 수 있습니다. 이 기능이 활성화되면 변환기는 기동 인가를 받을 때까지 정지 상태를 유지합니다. 인가 시 운전은 변환기가 모터를 기동할 수 있기 전에 시스템 또는 보조 장비가 올바른 상태에 있는지 확인할 수 있습니다.

2.6.15 스마트 로직 컨트롤러(SLC)

스마트 로직 컨트롤러(SLC)는 기본적으로 관련 사용자 정의 *이벤트*(*13-51 SL 컨트롤러 이벤트* [x] 참조)를 SLC가 TRUE(참)로 연산하였을 때 SLC가 실행한 사용자 정의 동작(*13-52 SL 컨트롤러 동작* [x] 참조)의 시퀀스입니다.
이벤트의 조건은 특정 상태이거나 논리 규칙 또는 비교기 피연산자의 출력이 참(TRUE)이 되는 조건일 수 있습니다. 이러한 조건은 *그림 2.19*에서 보는 바와 같은 관련 동작으로 이어집니다.

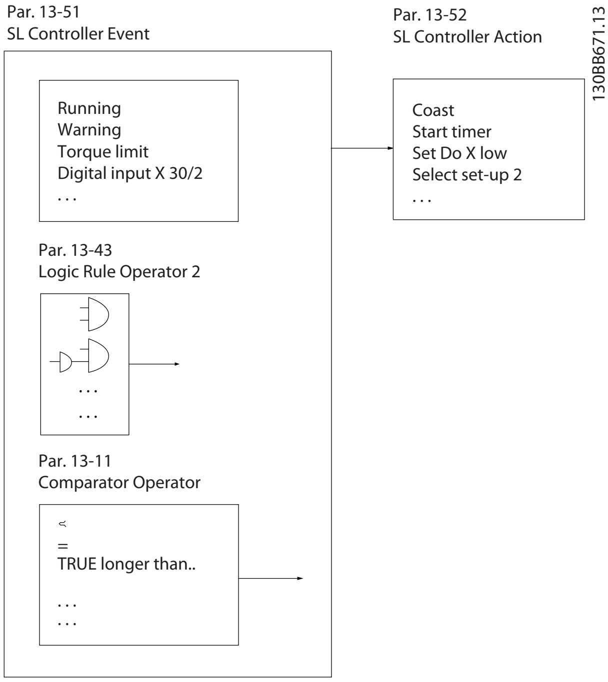


그림 2.19 SCL 이벤트 및 동작

이벤트와 동작은 각각 번호가 매겨지며 각각의 이벤트와 동작이 한 쌍을 이루어 링크됩니다. 이는 *이벤트* [0]가 완료되면(TRUE (참) 값을 얻으면), *동작* [0]이 실행됨을 의미합니다. 이후, *이벤트* [1]의 조건이 연산되고 그 결과, TRUE (참)로 연산되면 *동작* [1]가 실행되는 식으로 반복됩니다. 한 번에 하나의 *이벤트*만 연산할 수 있습니다. 만약 *이벤트*가 FALSE(거짓)로 연산되었다면, 현재 스캐닝 시간/입력 중에는 (SLC에서) 아무 일도 발생하지 않으며 어떤 다른 *이벤트*도 연산되지 않습니다. 이는 SLC가 실행을 시작하면 한 번의 스캐닝 시간/입력 동안에는 단 하나의 *이벤트* [0](첫 번째 *이벤트* [0])만을 연산함을 의미합니다. *이벤트* [0]이 TRUE (참)로 연산되었을 때만 SLC가 *동작* [0]을 실행하고 *이벤트* [1]의 연산을 시작합니다. 1번부터 20번까지의 *이벤트*와 *동작*을 프로그래밍할 수 있습니다.
마지막 *이벤트*/*동작*이 실행되면, *이벤트* [0]/*동작* [0]에서부터 다시 위 과정을 반복합니다. *그림 2.20*은 4가지 이벤트/동작의 예를 나타냅니다.

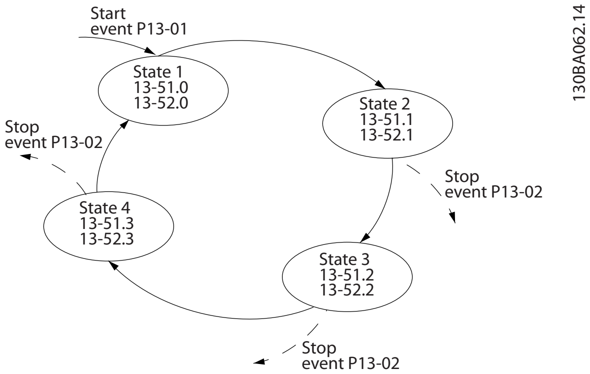


그림 2.20 4가지 이벤트/동작이 프로그래밍될 때의 실행 순서

비교기

비교기는 연속 변수(출력 주파수, 출력 전류, 아날로그 입력 등)를 고정 프리셋 값과 비교할 때 사용합니다.

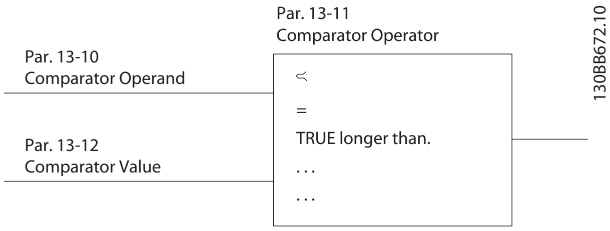


그림 2.21 비교기

논리 규칙

AND, OR 및 NOT 논리 연산자를 사용하는 타이머, 비교기, 디지털 입력, 상태 비트 및 이벤트의 부울 입력(TRUE(참)/FALSE(거짓) 입력)을 최대 3개까지 결합합니다.

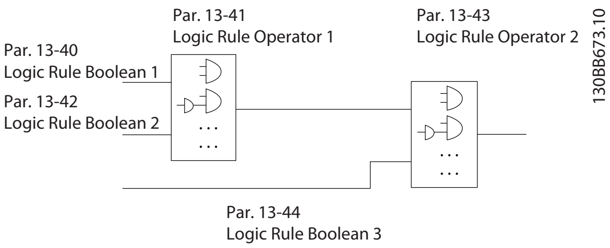


그림 2.22 논리 규칙

논리 규칙, 타이머 및 비교기는 또한 SLC 시퀀스 외에도 사용할 수 있습니다.

SLC의 예는 *장을 4.3 어플리케이션 셋업 예시*를 참조하십시오.3

2.6.16 STO 기능

주파수 변환기는 제어 단자 37을 통해 STO 기능을 사용할 수 있습니다. STO는 주파수 변환기 출력 단계의 전원부 반도체의 제어 전압을 비활성화하며 모터를 회전하는 데 필요한 전압이 생성되는 것을 방지합니다. STO(단자 37)가 활성화되면 주파수 변환기에서 알람이 발생하고 유닛이 트립되며 모터가 코스팅 정지됩니다. 수동 재기동이 필요합니다. STO 기능은 주파수 변환기의 비상 정지로 사용할 수 있습니다. STO가 필요 없는 정상 운전 모드에서는 일반 정지 기능을 사용합니다. 자동 재기동을 사용하는 경우 ISO 12100-2 5.3.2.5절의 요건을 충족해야 합니다.

책임 조건

STO 기능 설치 및 운전에 있어 다음 사항을 준수하는 것은 사용자의 책임입니다.

- 건강, 안전 및 사고 방지와 관련된 안전 규정의 숙지 및 이해
- 특정 어플리케이션에 적용할 수 있는 일반 표준 및 안전 표준의 숙지.

사용자는 다음으로 정의됩니다.

- 통합자
- 운영자
- 서비스 기사
- 유지보수 기사

표준

단자 37의 STO를 사용하기 위해서는 사용자가 관련 법률, 규정 및 지침 등 안전에 관한 모든 조항을 충족해야 합니다. STO 기능(옵션)은 다음과 같은 표준을 준수합니다.

- EN 954-1: 1996 부문 3
- IEC 60204-1: 2005 부문 0 – 비제어 정지
- IEC 61508: 1998 SIL2
- IEC 61800-5-2: 2007 – STO 기능
- IEC 62061: 2005 SIL CL2
- ISO 13849-1: 2006 부문 3 PL d
- ISO 14118: 2000 (EN 1037) – 예기치 않은 기동 방지

여기의 정보 및 지침만으로는 STO 기능을 올바르고 안전하게 사용할 수 없습니다. STO에 관한 정보는 *VLT® 안전 토오크 정지 사용 설명서*를 참조하십시오.

보호 조치

- 숙련된 공인 기사가 안전 엔지니어링 시스템을 설치 및 작동해야 합니다.
- 유닛은 반드시 IP54 외함 또는 그와 동등한 환경에 설치해야 합니다. 특수 어플리케이션에서는 보다 높은 IP 등급이 필요합니다.

- 단자 37과 외부 안전 장치 간의 케이블은 ISO 13849-2 표 D.4에 따라 단락 보호되어야 합니다.
- 외부 힘에 의해 모터 축이 영향을 받는 경우(예컨대, 일시 정지된 부하), 추가적인 조치(예컨대, 안전 유지 제동)가 필요합니다.

2.7 결함, 경고 및 알람 기능

주파수 변환기는 주전원 조건, 모터 부하 및 성능뿐만 아니라 변환기 상태 등 시스템 운전의 다양한 측면을 감시합니다. 알람 또는 경고가 주파수 변환기 자체 문제를 나타내지 않을 수도 있습니다. 이는 성능 제한을 위해 감시 중인 변환기 외부의 조건일 수 있습니다. 변환기에는 사전에 프로그래밍된 다양한 결함, 경고 및 알람 응답이 있습니다. 추가 알람 및 경고 기능을 선택하여 시스템 성능을 강화 또는 수정합니다.

이 섹션은 공통 알람 및 경고 기능을 설명합니다. 이러한 기능을 사용할 수 있다는 점을 잘 알고 있으면 시스템 설계를 최적화할 수 있고 구성품이나 기능의 중복을 피할 수 있습니다.

2.7.1 과열 시 운전

기본적으로 주파수 변환기는 과열 시 알람 및 트립을 발령합니다. *자동 용량 감소 및 경고*를 선택한 경우 주파수 변환기는 해당 조건의 경고를 발령하지만 계속 구동하고 먼저 스위칭 주파수를 감소시켜 냉각을 시도합니다. 그리고 나서 필요한 경우 출력 주파수를 감소시킵니다.

자동 용량 감소를 하더라도 주위 온도에 따른 용량 감소에 대한 사용자 설정은 변경되지 않습니다(*장을 5.3 주위 온도에 따른 용량 감소* 참조).

2.7.2 최고 및 최저 지령 경고

개회로 운전에서 지령 신호는 직접적으로 변환기의 속도를 결정합니다. 프로그래밍된 최대 또는 최소에 도달하면 표시창에 지령 상한 또는 하한 경고가 점멸합니다.

2.7.3 최고 및 최저 피드백 경고

폐회로 운전에서 선택한 최고 및 최저 피드백 값이 변환기에 의해 감시됩니다. 해당하는 경우가 발생하면 표시창에 상한 경고 또는 하한 경고가 점멸합니다. 변환기는 개회로 운전의 피드백 신호 또한 감시할 수 있습니다. 신호가 개회로에서의 주파수 변환기 운전에 영향을 주지 않지만 현장 또는 직렬 통신을 통한 시스템 상태 표시에 유용할 수 있습니다. 주파수 변환기는 각기 다른 39가지의 측정 단위를 처리합니다.

2.7.4 위상 불균형 또는 결상

직류 버스통신의 과도한 리플 전류는 주전원 위상 불균형 또는 결상을 나타냅니다. 변환기에 대한 전원이 결상되면 알람을 발령하고 유닛을 트립하여 직류 버스통신 커패시터를 보호하는 것이 초기 설정 동작입니다. 다른 옵션은 경고를 발령하고 출력 전류를 최대 전류의 30%까지 감소시키거나 경고를 발령하고 정상 운전을 계속하는 것입니다. 불균형이 수정될 때까지 불균형 라인에 연결된 유닛의 운전을 원할 수도 있습니다.

2.7.5 최고 주파수 경고

펌프와 같은 추가 장비를 스테이징하거나 팬을 냉각하는 데 유용하며 변환기는 모터 속도가 높을 때 경고를 발령할 수 있습니다. 변환기에 특정 최고 주파수 설정값을 입력할 수 있습니다. 출력이 설정된 경고 주파수를 초과하면 유닛에 최고 주파수 경고가 표시됩니다. 변환기의 디지털 출력은 스테이징하도록 외부 장치에 신호를 보낼 수 있습니다.

2.7.6 최저 주파수 경고

장비를 디스테이징하는 데 유용하며 모터 속도가 낮을 때 변환기는 경고를 발령할 수 있습니다. 경고 및 외부 장치의 디스테이징을 위해 특정 최저 주파수 설정을 선택할 수 있습니다. 유닛은 운전 주파수에 도달할 때까지 정지되어 있거나 기 동 시 최저 주파수 경고를 발령하지 않습니다.

2.7.7 최고 전류 경고

이 기능은 최고 전류 설정이 경고를 발령하고 추가 장비를 스테이징하는 데 사용되는 경우를 제외하고 최고 주파수 경고와 유사합니다. 이 기능은 설정된 운전 전류에 도달할 때까지 정지되어 있거나 기 동 시 활성화되지 않습니다.

2.7.8 최저 전류 경고

이 기능은 최저 전류 설정이 경고를 발령하고 장비를 디스테이징하는 데 사용되는 경우를 제외하고 최저 주파수 경고(*장을 2.7.6 최저 주파수 경고* 참조)와 유사합니다. 이 기능은 설정된 운전 전류에 도달할 때까지 정지되어 있거나 기 동 시 활성화되지 않습니다.

2.7.9 무부하/벨트 파손 경고

이 기능은 무부하 조건, 예를 들어 V 벨트를 감시하는 데 사용할 수 있습니다. 변환기에 최저 전류 한계가 저장된 후에 부하 손실이 감지되면 변환기는 알람을 발령하고 트립하거나 운전을 계속하고 경고를 발령하도록 프로그래밍할 수 있습니다.

2.7.10 직렬 인터페이스 손실

주파수 변환기는 직렬 통신의 손실을 감지할 수 있습니다. 직렬 버스통신의 간섭으로 인한 응답을 피하기 위해 최대 99초의 시간 지연을 선택할 수 있습니다. 시간 지연이 초과되는 경우 다음을 위해 사용할 수 있는 옵션이 유닛에 포함되어 있습니다.

- 마지막 속도의 유지.
- 최대 속도로 이동.
- 프리셋 속도로 이동.
- 정지 및 경고 발령.

2.8 사용자 인터페이스 및 프로그래밍

주파수 변환기는 해당 어플리케이션 기능을 프로그래밍하기에 알맞은 파라미터를 사용합니다. 파라미터는 기능 설명과 숫자 값을 선택하거나 입력할 수 있는 옵션 메뉴를 제공합니다. 샘플 프로그래밍 메뉴는 *그림 2.23*에서 보는 바와 같습니다.

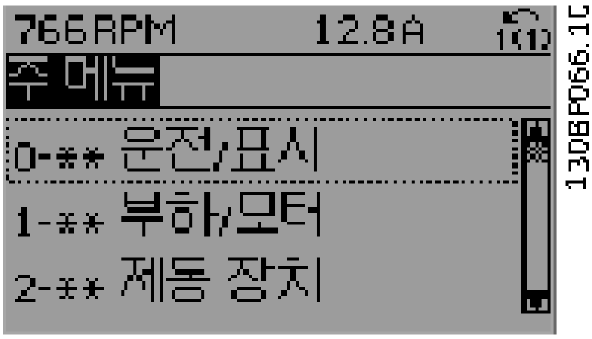


그림 2.23 샘플 프로그래밍 메뉴

현장 사용자 인터페이스
현장 프로그래밍의 경우 LCP의 [Quick Menu] 또는 [Main Menu]를 눌러 파라미터에 접근할 수 있습니다.

단축 메뉴는 초기 기 동 및 모터 특성 관련 용도로 사용됩니다. 주 메뉴는 모든 파라미터에 접근하며 고급 어플리케이션 프로그래밍이 가능합니다.

원격 사용자 인터페이스
원격 프로그래밍의 경우, 댄포스는 프로그래밍 정보를 개발, 저장 및 전송하는 데 사용되는 소프트웨어 프로그램을 제공합니다. MCT 10 셋업 소프트웨어를 사용하면 사용자가 주파수 변환기를 PC에 연결하고 LCP 키패드를 사용하지 않고도 실시간으로 프로그래밍을 수행할 수 있습니다. 또는 프로그래밍을 오프라인에서 수행하고 유닛에 쉽게 다운로드할 수 있습니다. 스토리지 백업이나 분석을 위해 변환기 프로필 전체를 PC에 로드할 수 있습니다. USB 커넥터 또는 RS485 단자는 주파수 변환기에 연결하는 데 사용할 수 있습니다.

MCT 10 셋업 소프트웨어는 다음 사이트에서 무료로 다운로드할 수 있습니다. *www.VLT-software.com*. 부품 번호 130B1000을 요청하면 CD 또한 제공됩니다.

사용자 설명서는 자세한 운전 지침을 제공합니다.. *장을 2.8.2 PC 소프트웨어* 또한 참조하십시오.

제어 단자 프로그래밍

- 각 제어 단자에는 수행할 수 있는 기능이 지정되어 있습니다.
- 단자와 연결된 파라미터는 해당 기능 선택항목을 활성화합니다.
- 제어 단자를 사용했을 때 변환기가 올바르게 작동하게 하려면 단자는 반드시
  - 올바르게 배선되어야 합니다.
  - 원하는 기능에 맞게 프로그래밍되어야 합니다.

2.8.1 현장 제어 패널

현장 제어 패널(LCP)은 유닛 전면의 그래픽 표시창으로, 푸시 버튼 제어부를 통해 사용자 인터페이스를 제공하고 상태 메시지, 경고 및 알람, 프로그래밍 파라미터 등을 표시합니다. 숫자 방식의 표시창 또한 제한된 표시창 옵션과 함께 제공됩니다. *그림 2.24*는 LCP를 나타냅니다.

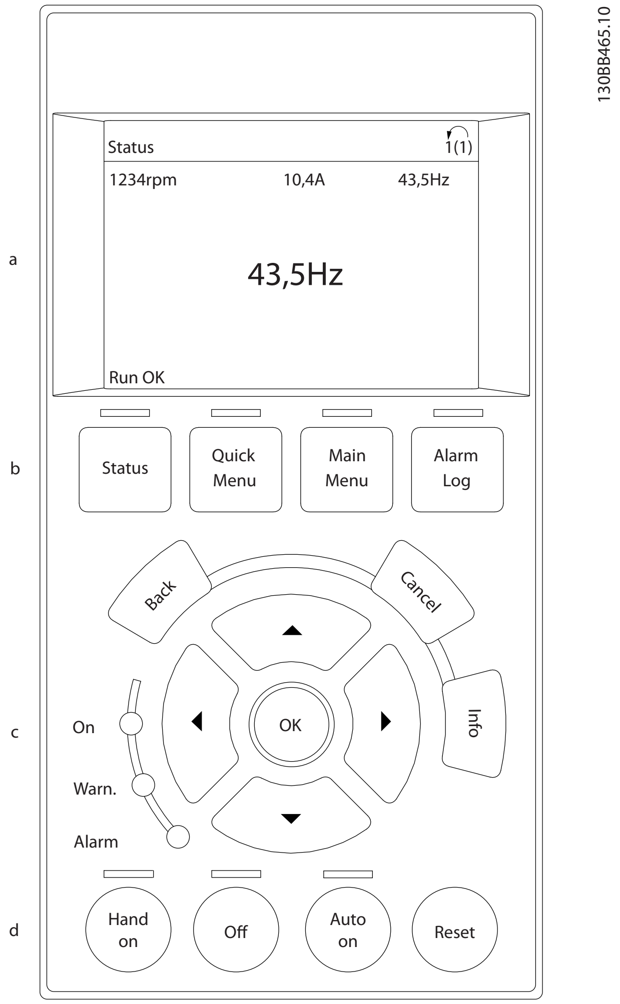


그림 2.24 현장 제어 패널

2.8.2 PC 소프트웨어

PC는 표준(호스트/장치) USB 케이블 또는 RS485 인터페이스를 통해 연결됩니다.

USB는 PC USB 포트의 차폐선에 연결된 접지 핀 4가 있는 차폐 와이어 4개를 활용하는 직렬 버스통신입니다. USB 케이블을 통해 주파수 변환기에 PC를 연결하면 잠재적인 PC USB 호스트 컨트롤러 손상 위험이 있습니다. 모든 표준 PC의 USB는 USB 포트에 갈바닉 절연이 없는 상태로 제조됩니다.
*사용 설명서*에 설명된 권장사항을 준수하지 않아서 발생되는 접지 전위차는 USB 케이블의 차폐선을 통해 USB 호스트 컨트롤러를 손상시킬 수 있습니다.
USB 케이블을 통해 주파수 변환기에 PC를 연결하는 경우, PC USB 호스트 컨트롤러에 접지 전위차가 발생하지 않도록 갈바닉 절연과 함께 USB 절연자를 사용할 것을 권장합니다.
USB 케이블을 통해 주파수 변환기에 PC를 연결하는 경우, 접지 플러그가 있는 PC 전원 케이블을 사용하지 마십시오. 이 케이블을 사용하면 접지 전위차가 감소하기는 하지만 PC USB 포트에 연결된 접지 및 차폐선으로 인해 모든 전위차가 없어지지는 않습니다.

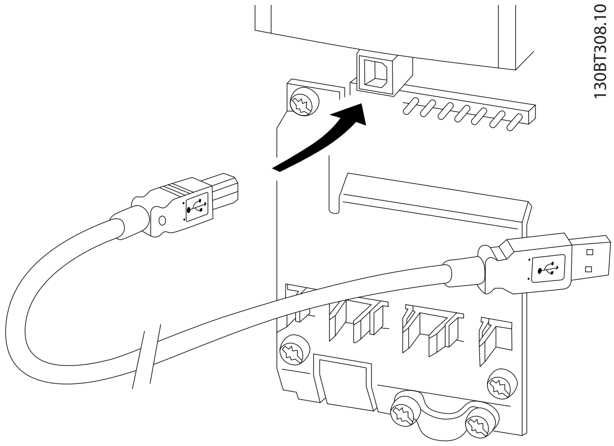


그림 2.25 USB 연결

2.8.2.1 MCT 10 셋업 소프트웨어

MCT 10 셋업 소프트웨어는 캐스케이드 컨트롤러, 실시간 클럭, 스마트 로직 컨트롤러 및 예방적 유지보수의 프로그래밍 안내 등 주파수 변환기의 작동 및 서비스를 위해 설계되어 있습니다.
이 소프트웨어는 대형 또는 소형 시스템의 전반적인 개요를 제공할 뿐만 아니라, 손쉽게 세부내용을 제어할 수 있도록 해 줍니다. 이 도구는 모든 주파수 변환기 시리즈, VLT® 고급 능동 필터 및 VLT® 소프트 스타터 관련 데이터를 처리합니다.

예 1: MCT 10 셋업 소프트웨어를 통한 PC의 데이터 저장

1. USB 또는 RS485 인터페이스를 통해 PC를 유닛에 연결합니다.
2. MCT 10 셋업 소프트웨어을 엽니다.
3. USB 포트 또는 RS485 인터페이스를 선택합니다.
4. *copy(복사)*를 선택합니다.
5. *project(프로젝트)* 섹션을 선택합니다.
6. *paste(붙여넣기)*를 선택합니다.
7. *save as(다른 이름으로 저장)*를 선택합니다.

이제 모든 파라미터가 저장됩니다.

예 2: MCT 10 셋업 소프트웨어를 통한 PC에서 주파수 변환기로 데이터 전송

1. USB 포트 또는 RS485 인터페이스를 통해 PC를 유닛에 연결합니다.
2. MCT 10 셋업 소프트웨어을 엽니다.
3. *Open(열기)*를 선택하면 저장된 파일이 표시됩니다.
4. 해당 파일을 엽니다.
5. *Write to drive(업로드)*를 선택합니다.

이제 모든 파라미터가 주파수 변환기로 전송됩니다.

별도의 MCT 10 셋업 소프트웨어 설명서가 제공됩니다. 다음 웹사이트에서 소프트웨어와 설명서를 다운로드합니다. *www.danfoss.com/BusinessAreas/DrivesSolutions/Softwaredownload/*.

2.8.2.2 VLT® 고조파 계산 소프트웨어 MCT 31

MCT 31 고조파 계산 PC 도구를 사용하면 주어진 어플리케이션에서 고조파 왜곡을 쉽게 예측할 수 있습니다. 댄포스 주파수 변환기의 고조파 왜곡 뿐만 아니라 댄포스 AHF 필터 및 12-18펄스 정류기와 같이 추가적인 고조파 감소 장치를 갖춘 댄포스 외의 타사 주파수 변환기의 고조파 왜곡도 계산할 수 있습니다.

MCT 31은 다음 사이트에서도 다운로드할 수 있습니다: *www.danfoss.com/BusinessAreas/DrivesSolutions/Softwaredownload/*.

2.8.2.3 고조파 계산 소프트웨어 (HCS)

HCS는 고조파 계산 도구의 고급 버전입니다. 계산된 결과는 관련 정격과 비교되며 그 결과를 인쇄할 수 있습니다.

자세한 정보는 를 참조하십시오. *www.danfoss-hcs.com/Default.asp?LEVEL=START*

2.9 유지보수

댄포스 주파수 변환기 모델(최대 90 kW)은 유지보수가 필요 없습니다. 고출력 주파수 변환기(정격 110 kW 이상)에는 먼지 및 오염물질 노출에 따라 작업자가 정기적으로 청소해야 하는 필터 매트가 내장되어 있습니다. 대부분의 환경에서 냉각 팬의 경우 약 3년의 유지보수 간격, 커패시터의 경우 약 5년의 유지보수 간격이 권장됩니다.

2.9.1 보관

모든 전자 장비와 마찬가지로 주파수 변환기는 건조한 곳에 보관해야 합니다. 보관 중에는 정기적인 충전(커패시터 충전)이 필요 없습니다.

설치할 때까지 장비를 해당 패키지 내에 밀폐된 상태로 유지하는 것이 권장됩니다.

3 시스템 통합

이 장에서는 주파수 변환기를 시스템 설계에 통합하는 데 필요한 고려사항을 설명합니다. 이 장은 다음과 같이 3개의 섹션으로 나뉘어져 있습니다.

- *장을 3.1 주위 운전 조건*
  환경, 외함, 온도, 용량 감소 및 기타 고려사항 등 주파수 변환기의 주위 운전 조건.
- *장을 3.3 주전원 통합*
  전원, 고조파, 감시, 케이블 배선, 퓨즈 배선 및 기타 고려사항 등 주전원 측에서 주파수 변환기로의 입력.
- *장을 3.2 EMC, 고조파 및 접지 누설 보호*
  전원, 고조파, 감시 및 기타 고려사항 등 주파수 변환기에서 전력 그리드로의 입력(재생).
- *장을 3.4 모터 통합*
  모터 유형, 부하, 감시, 케이블 배선 및 기타 고려사항 등 주파수 변환기에서 모터로의 출력.
- *장을 3.5 추가적인 입력 및 출력, 장을 3.6 기계적 계획*
  주파수 변환기/모터 일치화, 시스템 특성 및 기타 고려사항 등 최적의 시스템 설계를 위한 주파수 변환기 입력 및 출력의 통합.

종합적인 시스템 설계에는 가장 효과적인 조합의 변환기 기능을 구현하면서 문제가 될 가능성이 있는 영역을 파악하는 것이 포함되어 있습니다. 다음의 정보는 주파수 변환기가 장착된 모터 제어 시스템을 계획 및 지정하기 위한 지침을 제공합니다.

운전 기능은 단순한 모터 속도 제어에서 피드백 처리, 운전 상태 보고, 자동 결함 응답, 원격 프로그래밍 등이 완벽히 통합된 자동화 시스템에 이르기까지 다양한 설계 컨셉트를 제공합니다.

완벽한 설계 컨셉트에는 요구사항 및 사용방법에 관한 자세한 사양이 포함되어 있습니다.

- 주파수 변환기 유형
- 모터
- 주전원 요구사항
- 제어 구조 및 프로그래밍
- 직렬 통신
- 장비 용량, 형태, 중량
- 전력 및 제어 배선 요구사항, 유형 및 길이
- 퓨즈
- 보조 장비
- 운반 및 보관

선정 및 설계를 위한 실제 지침서는 *장을 3.9 시스템 설계 체크리스트*를 참조하십시오.

기능과 전략 옵션을 이해하면 시스템 설계를 최적화할 수 있고 구성품이나 기능을 중복해서 사용하지 않아도 됩니다.

3.1 주위 운전 조건

3.1.1 습도

주파수 변환기는 높은 습도(최대 95% 상대 습도)에서도 올바르게 운전할 수 있지만 응결은 피합니다. 주파수 변환기가 습도가 높은 주위 공기보다 차가우면 응결 발생 위험이 있습니다. 공기 중 수분은 또한 전체 구성품에서 응결되어 단락을 야기할 수 있습니다. 전원이 없는 유닛에서 응결이 발생합니다. 주위 조건으로 인해 응결 발생 가능성이 있으면 캐비닛 히터를 설치하라고 권고합니다. 성에가 생길 수 있는 곳에 설치하지 마십시오.

혹은 주파수 변환기를 (주전원에 연결된 유닛과 함께) 대기 모드로 운전하면 응결 위험이 감소합니다. 주파수 변환기 회로에 습기가 없도록 유지하기에 전력 소실이 충분한지 확인합니다.

3.1.2 온도

최소 및 최대 주위 온도 한계는 모든 주파수 변환기에 대해 지정되어 있습니다. 극한의 주위 온도를 피하면 장비의 수명이 연장되고 전체적인 시스템 안정성이 극대화됩니다. 성능 및 장비 수명 극대화를 위해서는 열거된 권장 사항을 준수합니다.

- 주파수 변환기는 -10 °C의 온도에서도 운전할 수 있지만 정격 부하 시 올바른 운전은 0 °C 이상에서만 보장됩니다.
- 최대 온도 한계를 초과하지 마십시오.
- 설계 온도를 초과하는 온도에서 운전하면 전자 구성품의 수명이 10 °C마다 50%씩 감소합니다.
- 보호 등급이 IP54, IP55 또는 IP66인 장치도 지정된 주위 온도 범위를 준수해야 합니다.
- 캐비닛이나 설치 현장에 추가적인 공조가 필요할 수 있습니다.

3.1.3 냉각

주파수 변환기는 열의 형태로 전력을 소실합니다. 다음의 권장사항은 유닛의 효과적인 냉각에 필요합니다.

- 외함에 유입되는 최대 공기 온도가 40 °C (104 °F)를 초과해서는 안됩니다.
- 주간/야간 평균 온도가 35 °C (95 °F)를 초과해서는 안됩니다.

- 냉각 팬을 통해 충분히 냉각 통풍량이 제공되도록 유닛을 장착합니다. 올바른 장착 여유 공간은 *장을 3.6.1 여유 공간*를 참조하십시오.
- 냉강 통풍량을 위한 전면 및 후면의 최소 요구사항을 제공합니다. 올바른 설치 요구사항은 *사용 설명서*를 참조하십시오.

3.1.3.1 팬

주파수 변환기에는 최적 냉각을 위해 팬이 내장되어 있습니다. 기본 팬은 방열판의 냉각 핀을 따라 강제로 환기하여 내부 공기의 냉각을 보장합니다. 일부 전력 용량에는 제어 카드 가까이에 소형 보조 팬이 있어서 고온점이 생기지 않도록 내부 공기를 순환시킵니다.

기본 팬은 주파수 변환기의 내부 온도에 의해 제어되며 속도가 온도에 따라 점차 증가합니다. 팬의 작동 필요성이 낮을 때는 소음 및 에너지 소비를 줄이며 필요성이 생기면 냉각을 극대화합니다. 팬 제어는 모든 어플리케이션에 사용할 수 있도록 또한 추운 기후에서 냉각의 역효과를 방지하도록 *14-52 팬 제어*를 통해 적용할 수 있습니다. 주파수 변환기 내부가 과열된 경우 팬은 스위칭 주파수 및 그 방식을 용량 감소합니다. 자세한 정보는 *장을 5.1 용량 감소*를 참조하십시오.

3.1.3.2 주파수 변환기 냉각에 필요한 통풍량 계산

단일 주파수 변환기 또는 단일 외함 내의 여러 주파수 변환기를 냉각하는 데 필요한 통풍량은 다음과 같이 계산할 수 있습니다.

1. *장을 7 사양*의 데이터 표에서 최대 출력을 기준으로 하여 모든 주파수 변환기의 전력 손실을 결정합니다.
2. 동시에 운전할 수 있는 모든 주파수 변환기의 전력 손실 값을 더합니다. 그 합이 전달될 열 Q입니다. *표 3.1*에 있는 인수 f를 결과값에 곱합니다. 예를 들어, 해수면 기준 f = 3.1 m^3 x K/Wh.
3. 외함에 유입되는 공기의 최고 온도를 결정합니다. 외함 내부에 필요한 온도, 예를 들어, 45 °C (113 °F)에서 이 온도를 뺍니다.
4. 2단계의 합계를 3단계의 합계로 나눕니다.

계산식은 다음의 공식으로 표현됩니다.

$$V = \frac{f \times Q}{T_i - T_A}$$

여기서

V = 통풍량(m^3/h 기준)

f = 인수(m^3 x K/Wh 기준)

Q = 전달될 열(W 기준)

T_i = 외함 내부의 온도(°C 기준)

T_A = 주위 온도(°C 기준)

f = cp x ρ (특정 공기 발열량 x 공기 밀도)

주의 사항

특정 공기 발열량(cp)과 공기 밀도(ρ)는 정수가 아니며 온도, 습도 및 대기압에 따라 다릅니다. 따라서 해발 고도에 따라 다릅니다.

*표 3.1*는 각기 다른 고도에서 계산된 인수 f의 일반적인 값을 나타냅니다.

고도	특정 공기 발열량 cp	공기 밀도 ρ	인수 f
[m]	[kJ/kgK]	[kg/m^3]	[m^3·K/Wh]
0	0.9480	1.225	3.1
500	0.9348	1.167	3.3
1000	0.9250	1.112	3.5
1500	0.8954	1.058	3.8
2000	0.8728	1.006	4.1
2500	0.8551	0.9568	4.4
3000	0.8302	0.9091	4.8
3500	0.8065	0.8633	5.2

표 3.1 각기 다른 고도에서 계산된 인수 f

예

주위 피크 온도가 37 °C인 외함 내에 장착되어 동시에 구동 중인 2개의 주파수 변환기(열 손실 295 W 및 1430 W)를 냉각하는 데 필요한 통풍량은 얼마입니까?

1. 두 주파수 변환기의 열 손실 합은 1725 W입니다.
2. 1725 W에 3.3 m^3 x K/Wh를 곱하면 5693 m x K/h입니다.
3. 45 °C에서 37 °C를 빼면 8 °C (=8 K)입니다.
4. 5693 m x K/h를 8 K로 나누면: 711.6 m^3h입니다.

CFM에서 통풍량이 필요하면 변환식 1 m^3/h = 0.589 CFM을 사용합니다.

상기 예시의 경우 711.6 m^3/h = 418.85 CFM입니다.

3.1.4 모터에서 발생된 전압에 의한 과전압

매개회로(직류 버스통신)의 직류 전압은 모터를 발전기로 사용하는 경우에 상승합니다. 이는 다음과 같이 2가지 방식으로 발생합니다.

- 주파수 변환기가 일정 출력 주파수에서 운전하면 부하에 의해 모터가 구동됩니다. 이는 일반적으로 정비 부하라고도 합니다.
- 감속 중에 부하의 관성이 높고 변환기의 감속 시간이 짧게 설정되어 있는 경우.

주파수 변환기는 입력으로 에너지를 다시 재생할 수 없습니다. 따라서 자동 가감속을 사용함으로 설정하면 모터에서 수용된 에너지를 제한합니다. 주파수 변환기는 감속 도중에 과전압이 발생하는 경우 자동으로 감속 시

간을 연장하여 이를 시도합니다. 이러한 시도가 실패하거나 일정 주파수에서 운전 중일 때 부하에 의해 모터가 구동되는 경우 임계 직류 버스통신 전압 레벨에 도달하면 변환기가 종료되고 결함이 표시됩니다.

3.1.5 청각적 소음

다음 세 가지 원인에 의해 주파수 변환기에 청각적 소음이 발생합니다.

- 직류단(매개회로) 코일
- RFI 필터 초크
- 내부 팬

청각적 소음 등급은 *표 7.60*를 참조하십시오.

3.1.6 진동 및 충격

주파수 변환기는 IEC 68-2-6/34/35 및 36을 기초로 한 절차에 따라 검사되었습니다. 이러한 테스트는 2시간 동안 3 방향으로 18 ~ 1000 Hz의 범위 중 임의로 0.7 g의 힘을 가하는 유닛을 대상으로 합니다. 모든 댄포스 주파수 변환기는 유닛이 벽면 또는 바닥에 설치된 경우뿐만 아니라 벽면이나 지면에 볼트로 연결된 패널에 설치된 경우 이러한 조건에 부합하는 요구사항을 준수합니다.

3.1.7 공격성 대기환경

3.1.7.1 기체

황화수소, 염소 또는 암모니아와 같은 공격성 기체는 주파수 변환기의 전기 및 전자 구성품을 손상시킬 수 있습니다. 냉각 공기의 오염 또한 PCB 트랙 및 도어 씰의 점진적인 분해를 야기할 수 있습니다. 공격성 오염물질은 하수 처리 공장 또는 수영장에서 흔히 발견됩니다. 공격성 대기환경의 명확한 징후는 구리의 부식입니다.

공격성 대기환경에서는 콘포멀 코팅 회로기판과 함께 제한적인 IP 외함이 권장됩니다. 콘포말 코팅 값은 *표 3.2*를 참조하십시오.

주의 사항

주파수 변환기는 기본적으로 회로기판에 클래스 3C2가 코팅되어 있습니다. 요청 시 클래스 3C3 코팅이 제공될 수 있습니다.

기체 유형	단위	클래스				
		3C1	3C2		3C3	
			평균 값	최대 값 1)	평균 값	최대 값 1)
바다 소금	해당 없음	없음	염수 분무		염수 분무	
황산화물	mg/m³	0.1	0.3	1.0	5.0	10
황화수소	mg/m³	0.01	0.1	0.5	3.0	10
염소	mg/m³	0.01	0.1	0.03	0.3	1.0
염화수소	mg/m³	0.01	0.1	0.5	1.0	5.0
플루오르화 수소	mg/m³	0.003	0.01	0.03	0.1	3.0
암모니아	mg/m³	0.3	1.0	3.0	10	35
오존	mg/m³	0.01	0.05	0.1	0.1	0.3
질소	mg/m³	0.1	0.5	1.0	3.0	9.0

표 3.2 콘포말 코팅 클래스 등급

1) 최대 값은 하루에 30분을 초과하지 않는 일시적인 피크 값입니다.

3.1.7.2 먼지 노출

주파수 변환기를 먼지 노출이 심한 환경에 설치하는 것을 피하는 것이 좋습니다. 먼지는 IP55 또는 IP66 보호 등급의 벽면 또는 프레임 장착 유닛에 영향을 주며 IP21 또는 IP20 보호 등급의 캐비닛 장착 장치에도 영향을 줍니다. 주파수 변환기를 이러한 환경에 설치할 때는 아래 설명된 3가지 사항을 고려합니다.

냉각 저하
먼지는 장치 표면, 회로기판 내부 및 전자 구성품에 퇴적물로 형성됩니다. 이러한 퇴적물은 절연층의 역할을 하고 열이 주위 공기로 이동하는 것을 방해하여 냉각 성능이 감소합니다. 구성품의 온도가 상승합니다. 이는 전자 구성품의 노후화를 가속하며 유닛의 서비스 수명이 단축됩니다. 유닛 뒤쪽에 있는 방열판의 먼지 퇴적물 또한 유닛의 서비스 수명을 단축시킵니다.

냉각 팬
유닛 냉각을 위한 통풍은 주로 장치 뒤쪽에 있는 냉각 팬에 의해 이루어집니다. 팬 회전자에는 먼지가 침투하여 연마재 역할을 할 수 있는 작은 베어링이 있습니다. 이는 베어링 손상 및 팬 고장으로 이어집니다.

필터
고출력 주파수 변환기에는 장치 내부에서 뜨거운 공기를 빼내는 냉각 팬이 장착되어 있습니다. 특정 용량 이상에서는 이러한 팬에 필터 매트가 장착되어 있습니다. 이러한 필터는 먼지가 많은 환경에서 사용 시 빠르게 막힐 수 있습니다. 이러한 조건에서는 예방적 조치가 필요합니다.

정기적인 유지보수
위에서 설명한 조건에서는 정기적인 유지보수 중에 주파수 변환기를 청소하는 것이 권장됩니다. 방열판 및 팬에서 먼지를 제거하고 필터 매트를 청소합니다.

3.1.7.3 폭발성 대기환경

폭발성 대기환경에서 작동되는 시스템은 특수 조건을 충족해야 합니다. EU 규정 94/9/EC는 폭발성 대기환경에서의 전자 장치 작동을 설명합니다.

폭발성 대기환경에서 주파수 변환기에 의해 제어되는 모터는 PTC 온도 센서를 사용하여 그 온도가 감시되어야 합니다. 점화 보호 클래스가 d 또는 e인 모터가 이러한 환경에 대해 인증을 받았습니다.

- 클래스 d는 불꽃이 발생하는 경우 보호된 영역 내에 머물게 하도록 구성되어 있습니다. 인증을 필요로 하지는 않지만 특수 배선 및 격납 조치가 필요합니다.
- d/e 조합은 폭발성 대기환경에서 가장 흔히 사용됩니다. 모터 자체에는 e 점화 보호 등급이 있으며 모터 배선 및 연결 환경은 e 클래스를 준수합니다. e 연결 공간의 제한은 이 공간에 허용된 최대 전압에 따릅니다. 주파수 변환기의 출력 전압은 주로 주전원 전압으로 제한됩니다. 출력 전압의 변조는 e 클래스에 허용되지 않은 높은 피크 전압을 생성할 수 있습니다. 실제로 주파수 변환기 출력에서 사인파 필터를 사용하는 것이 높은 피크 전압을 감쇠시키는 데 효과적인 수단으로 입증되었습니다.

주의 사항

폭발성 대기환경에 주파수 변환기를 설치하지 마십시오. 이러한 폭발성 대기환경을 벗어나 캐비닛 내에 주파수 변환기를 설치합니다. 주파수 변환기의 출력에서 사인파 필터를 사용하는 것 또한 dU/dt 전압 상승 및 피크 전압을 감쇠시키는 데 권장됩니다. 모터 케이블을 가능한 짧게 합니다.

주의 사항

MCB 112 옵션이 있는 주파수 변환기에는 폭발성 대기환경을 위한 PTB 인증 모터 써미스터 센서 감시 기능이 있습니다. 주파수 변환기를 사인파 출력 필터와 함께 사용하지 않을 때는 차폐 모터 케이블이 필요하지 않습니다.

3.1.8 IP 등급 정의

		고형 이물질에 의한 침투 방지	다음에 의해 위험 부품 접근 방지
첫 번째 자릿수	0	(보호 안됨)	(보호 안됨)
	1	≥50 mm 직경	손등
	2	12.5 mm 직경	손가락
	3	2.5 mm 직경	도구
	4	≥1.0 mm 직경	와이어
	5	방진	와이어
	6	내진	와이어
		유해 효과가 있는 수분 침투 방지	
두 번째 자릿수	0	(보호 안됨)	
	1	수직 낙하	
	2	15° 기울기 낙하	
	3	물 분사	
	4	물 비산	
	5	초고압수	
	6	초강력 초고압수	
	7	일시적 침수	
	8	장기간 침수	
		다음을 위한 특별 추가 정보	
첫 번째 글자	A		손등
	B		손가락
	C		도구
	D		와이어
		다음을 위한 특별 추가 정보	
추가 글자	H	고전압 장치	
	M	수처리 테스트 도중 장치 움직임	
	S	수처리 테스트 도중 장치 정지	
	W	기후 조건	

표 3.3 IP 등급의 IEC 60529 정의

3.1.8.1 캐비닛 옵션 및 등급

댄포스 주파수 변환기는 다음과 같이 각기 다른 3가지 보호 등급으로 제공됩니다.

- 캐비닛 설치 용도의 IP00 또는 IP20.
- 현장 장착 용도의 IP54 또는 IP55.
- (대기중) 습도가 매우 높거나 먼지 또는 공격성 기체의 농도가 높은 극심한 주위 조건 용도의 IP66.

3

3.1.9 무선 주파수 간섭

실제로 주요 목적은 구성품 간 무선 주파수 간섭 없이 안정적으로 운전하는 시스템을 확보하는 것입니다. 높은 수준의 방지를 확보하려면 고품질의 RFI 필터가 장착된 주파수 변환기의 사용을 권장합니다.

일반 표준 EN 55011의 클래스 B 한계를 준수하고 EN 61800-3에 명시된 부문 C1 필터를 사용합니다.

RFI 필터가 부문 C1 (부문 C2 이하)에 해당하지 않는 경우 주파수 변환기에 해당 경고 문구를 부착합니다. 올바른 라벨 표기는 작업자의 책임입니다.

실제로 RFI 필터의 접근 방식은 다음과 같이 2가지입니다.

- 장비에 내장
  - 내장 필터는 캐비닛 내부 공간을 절약할 뿐만 아니라 피팅, 배선 및 재료에 대한 추가 비용을 줄여줍니다. 하지만 가장 중요한 이점은 통합 필터의 완벽한 EMC 적합성 및 케이블 배선입니다.
- 외장 옵션
  - 주파수 변환기의 입력에 설치되어 있는 외장 RFI 필터(옵션)는 전압 강하를 유발합니다. 이는 실제로 주파수 변환기 입력에서 주전원 최대 전압이 없으며 보다 높은 등급의 변환기가 필요할 수 있습니다. EMC 한계를 준수하기 위한 모터 케이블의 최대 길이의 범위는 1-50 m입니다. 자재, 케이블 배선 및 조립 비용이 발생합니다. EMC 적합성 시험은 거치지 않았습니다.

주의 사항

주파수 변환기를 아무 간섭 없이 운전하기 위해서는 항상 부문 C1 RFI 필터를 사용합니다.

주의 사항

VLT® AQUA Drive 유닛에는 400 V 주전원 시스템 및 최대 90 kW의 전력 등급 용도의 부문 C1 (EN 61800-3) 또는 최대 110 - 630 kW의 전력 등급 용도의 부문 C2를 준수하는 내장 RFI 필터가 기본 제공됩니다. VLT® AQUA Drive 유닛은 최대 50 m 길이의 차폐 모터 케이블이 장착되어 C1을 준수하거나 최대 150 m 길이의 차폐 모터 케이블이 장착되어 C2를 준수합니다. 자세한 내용은 *표 3.4*를 참조하십시오.

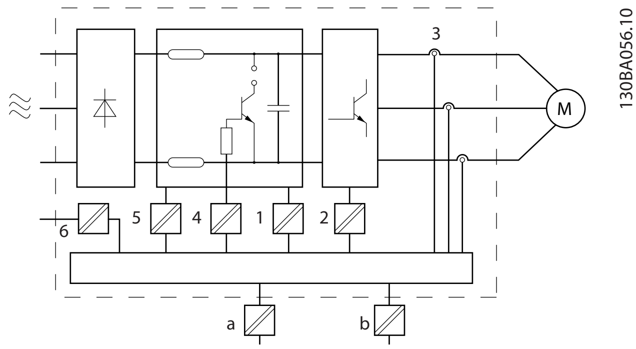
3.1.10 PELV 및 갈바닉 절연 준수

전기 공급 장치가 방호초저전압(PELV)형인 경우 감전에 대비해야 하며 설치 시 국내 및 국제 PELV 규정을 준수해야 합니다.

제어 단₩자에서 PELV를 유지하기 위해서는 써미스터를 절연 보강재 처리/이중 절연하는 등 모든 연결부가 PELV 갈바닉 절연되어 있어야 합니다. 모든 댄포스 주파수 변환기 제어 및 릴레이 단자는 PELV가 적용되어 공급됩니다(400 V 이상에서 접지된 델타형 편선은 예외).

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

전기 절연은 *그림 3.1*에서와 같이 제공됩니다. 설명된 구성품은 PELV 요구사항과 갈바닉 절연 요구사항을 모두 준수합니다.



1	직류단 전압의 신호 절연 및 직류단 전류 전압 V DC를 포함한 내부 전원 분배기(SMPS)
2	IGBT용 게이트 드라이브
3	전류 변환기
4	옵토커플러, 제동 모듈
5	잦은 내부적 기동, RFI 및 온도를 측정하는 회로.
6	주문형 릴레이
a	24 V 백업 옵션용 갈바닉 절연
b	RS485 표준 버스통신 인터페이스용 갈바닉 절연

그림 3.1 갈바닉 절연

고도가 높은 곳에서의 설치

고도 상한을 초과하는 곳에 설치하는 경우 PELV 요구사항을 준수하지 못할 수 있습니다. 구성품과 주요 부품 간의 절연이 충분하지 않을 수 있습니다. 과전압 위험이 있습니다. 외부 보호 장치 또는 갈바닉 절연을 통해 과전압 위험을 줄입니다.

고도가 높은 곳에 설치할 경우 PELV에 대해 댄포스에 문의하십시오.

- 380-500 V (외함 A, B 및 C): 2000m (6500 ft) 이상
- 380-500 V (외함 D, E 및 F): 3000 m (9800 ft) 이상
- 525-690 V: 2000m (6500 ft) 이상

3.1.11 보관

모든 전자 장비와 마찬가지로 주파수 변환기는 건조한 곳에 보관해야 합니다. 보관 중에는 정기적인 충전(커패시터 충전)이 필요 없습니다.

설치할 때까지 장비를 해당 패키지 내에 밀폐된 상태로 유지하는 것이 권장됩니다.

3.2 EMC, 고조파 및 접지 누설 보호

3.2.1 EMC 방사의 일반적 측면

주파수 변환기 (및 기타 전기 장치)는 해당 환경을 간섭할 수 있는 전자장 또는 자기장을 발생시킵니다. 이러한 현상에 따른 전자기 호환성(EMC)은 전력 및 장치의 고조파 특성에 따라 다릅니다.

시스템 내 전기 장치 간의 비제어 상호작용은 호환성을 떨어뜨릴 수 있으며 안정적인 운전을 방해할 수 있습니다. 간섭은 주전원 고조파 왜곡, 정전기 방전, 급속한 전압 변동 또는 고주파수 간섭 등의 형태로 나타날 수 있습니다. 전기 장치는 간섭을 발생시킬 뿐만 아니라 발생된 다른 소스로부터도 간섭을 받습니다.

전기적인 간섭은 보통 150kHz에서 30MHz 범위 내의 주파수에서 발생합니다. 30MHz에서 1GHz 범위에 있는 주파수 변환기 시스템의 부유물에 의한 간섭은 인버터, 모터 케이블, 모터 등에서 발생합니다.
*그림 3.2*에서 보는 바와 같이 모터 전압에서 높은 dU/dt가 모터 케이블의 용량형 전류와 결합하면 누설 전류의 원인이 됩니다.

차폐된 케이블은 비차폐 케이블에 비해 접지 용량이 크기 때문에 차폐된 모터 케이블을 사용하면 누설 전류가 증가합니다(*그림 3.2* 참조). 누설 전류가 필터링되지 않으면 약 5MHz 이하의 무선 주파수 범위에서 주전원에 대한 간섭이 증가합니다. 누설 전류(I_1)는 차폐선(I_3)을 통해 장치로 다시 보내지므로 대체로 *그림 3.2*에서 보는 바와 같이 차폐된 모터 케이블의 전자기장(I_4)은 작습니다.

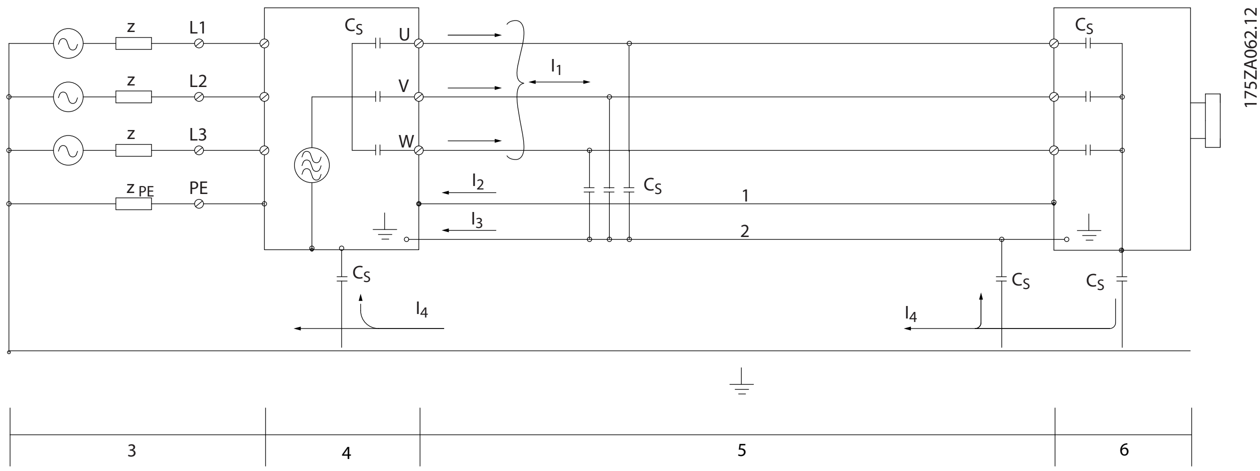
차폐선은 방사 간섭을 감소시키지만 주전원에 대한 저주파수 간섭을 증가시킵니다. 모터 케이블의 차폐선을 주파수 변환기 외함 뿐만 아니라 모터 외함에 연결합니다. 차폐선 클램프를 사용하여 차폐선의 양쪽 끝(돼지꼬리 모양)이 꼬이지 않도록 고정시키는 것이 가장 좋습니다. 꼬아서 연결하게 되면 높은 주파수 대역에서 차폐선의 임피던스를 증가시켜 차폐 효과를 감소시키고 누설 전류(I_4)을 증가시킵니다.
차폐된 케이블을 릴레이, 제어 케이블, 신호 인터페이스 및 제동 장치에 사용하는 경우에는 외함의 양쪽 끝에 차폐선을 설치합니다. 하지만 전류 루프 발생을 피하기 위해 차폐선을 차단해야 하는 경우도 있습니다.

차폐선을 주파수 변환기의 마운팅 플레이트에 연결하는 경우에는 차폐된 전류가 유닛으로 다시 전달되도록 마운팅 플레이트가 금속 재질이어야 합니다. 또한 마운팅 플레이트에서 주파수 변환기의 섀시까지 가능한 높은 전기적 접촉을 얻기 위해 클램프와 나사로 차폐선을 고정시켜야 합니다.

비차폐 케이블을 사용하면 대부분의 방지 요구 사항은 만족하더라도 방사 요구 사항은 일부 만족하지 않을 수 있습니다.

전체 시스템(장치 + 설비)의 간섭 수준을 낮추려면 모터 및 제동 케이블을 가능한 짧게 합니다. 케이블을 모터 및 제동 케이블 주변의 민감한 신호 수준에 노출시키지 마십시오. 50MHz(공기 중) 이상의 무선 간섭은 제어 전자 장치에 의해 특히 많이 발생합니다.

3



1	접지 와이어	3	AC 주전원 공급	5	차폐된 모터 케이블
2	차폐선	4	주파수 변환기	6	모터

그림 3.2 누설 전류의 생성

3.2.2 EMC 시험 결과

다음은 정격 스위칭 주파수를 기준으로 하여 주파수 변환기, 차폐된 제어 케이블, 가변 저항기 및 제어 박스, 단일 모터 및 모터 차폐 케이블을 사용한 시스템(Ölflex Classic 100 CY)의 시험 결과입니다. *표 3.4*에는 적합성을 위한 최대 모터 케이블 길이가 명시되어 있습니다.

주의 사항

다른 셋업의 경우 조건이 크게 변할 수 있습니다.

주의 사항

병렬 모터 케이블은 *표 3.17*를 참조하십시오.

RFI 필터 유형			전도 방사			복사 방사		
			케이블 길이 [m]			케이블 길이 [m]		
표준 및 요구 사항	EN 55011		클래스 B	클래스 A 그룹 1	클래스 A 그룹 2	클래스 B	클래스 A 그룹 1	클래스 A 그룹 2
			주택, 상업 및 경공업 지역	공업지역	산업 환경	주택, 상업 및 경공업 지역	산업 환경	산업 환경
	EN/IEC 61800-3		부문 C1	부문 C2	부문 C3	부문 C1	부문 C2	부문 C3
			1차 환경 가정 및 사무실	1차 환경 가정 및 사무실	2차 환경 산업	1차 환경 가정 및 사무실	1차 환경 가정 및 사무실	Second environment Industrial
H1								
FC 202	0.25-45 kW 200-240 V	T2	50	150	150	아니오	예	예
	1.1-7.5 kW 200-240 V	S2	50	100/150[5]	100/150[5]	아니오	예	예
	0.37-90 kW 380-480 V	T4	50	150	150	아니오	예	예
	7.5 kW 380-480 V	S4	50	100/150[5]	100/150[5]	아니오	예	예
H2								
FC 202	0.25-3.7 kW 200-240 V	T2	아니오	아니오	5	아니오	아니오	아니오
	5.5-45 kW 200-240 V	T2	아니오	아니오	25	아니오	아니오	아니오
	1.1-7.5 kW 200-240 V	S2	아니오	아니오	25	아니오	아니오	아니오
	0.37-7.5 kW 380-480 V	T4	아니오	아니오	5	아니오	아니오	아니오
	11-90 kW 380-380 V[4]	T4	아니오	아니오	25	아니오	아니오	아니오
	7.5 kW 380-480 V	S4	아니오	아니오	25	아니오	아니오	아니오
	11-30 kW 525-690 V[1, 4]	T7	아니오	아니오	25	아니오	아니오	아니오
	37-90 kW 525-690 V[2, 4]	T7	아니오	아니오	25	아니오	아니오	아니오
H3								
FC 202	0.25-45 kW 200-240 V	T2	10	50	50	아니오	예	예
	0.37-90 kW 380-480 V	T4	10	50	50	아니오	예	예
H4								
FC 202	1.1-30 kW 525-690 V[1]	T7	아니오	100	100	아니오	예	예
	37-90 kW 525-690 V[2]	T7	아니오	150	150	아니오	예	예
Hx[1]								
FC 202	1.1-90kW 525-600V	T6	아니오	아니오	아니오	아니오	아니오	아니오
	15-22 kW 200-240 V	S2	아니오	아니오	아니오	아니오	아니오	아니오
	11-37 kW 380-480 V	S4	아니오	아니오	아니오	아니오	아니오	아니오

표 3.4 EMC 시험 결과 (방사) 최대 모터 케이블 길이

1) 외함 용량 B2.
2) 외함 용량 C2.
3) EN/IEC 61800-3 부문 C4에 따라 Hx 버전 사용 가능.
4) T7, 37-90 kW는 25 m 모터 케이블이 있는 클래스 A 그룹 1 준수. 설치 적용 시 일부 제약(자세한 정보는 댄포스에 문의).
5) 100 m(위상-중성), 150 m(상간) (TT 또는 TN의 경우 예외). 단상 주파수 변환기는 TT 또는 TN 네트워크의 2상 공급에 사용하도록 설계되어 있지 않습니다.
Hx, H1, H2, H3, H4 또는 H5는 EMC 필터의 유형 코드 위치 16-17에서 정의.
Hx - 주파수 변환기에 EMC 필터가 내장되지 않습니다.

H1 - EMC 필터 내장. EN 55011 클래스 A1/B 및 EN/IEC 61800-3 부문 1/2 충족.
H2 - 커패시터만 포함되어 있고 공통 모드 코일이 없는 제한적 RFI 필터. EN 55011 클래스 A2 및 EN/IEC 61800-3 부문 3 충족.
H3 - EMC 필터 내장. EN 55011 클래스 A1/B 및 EN/IEC 61800-3 부문 1/2 충족.
H4 - EMC 필터 내장. EN 55011 클래스 A1 및 EN/IEC 61800-3 부문 2 충족.
H5 - 선박 버전. 고정밀 버전, H2 버전과 동일한 방사 수준 충족.

3.2.3 방사 요구사항

주파수 변환기의 EMC 제품 표준에는 방사 및 방지 관련 특정 요구사항과 함께 4가지 범주(C1, C2, C3 및 C4)가 정의되어 있습니다. *표 3.5*에는 4가지 범주의 정의와 EN 55011의 관련 분류가 명시되어 있습니다.

부문	정의	EN 55011의 관련 방사 클래스
C1	1000V 미만의 공급 전압과 함께 1차 환경(가정 및 사무실)에 설치된 주파수 변환기.	클래스 B
C2	1000V 미만의 공급 전압과 함께 1차 환경(가정 및 사무실)에 설치되며 플러그인 또는 이동이 가능하지 않고 전문가에 의해 설치 및 작동이 필요한 주파수 변환기.	클래스 A 그룹 1
C3	1000V 미만의 공급 전압과 함께 2차 환경(산업)에 설치된 주파수 변환기.	클래스 A 그룹 2
C4	1000V 이상의 공급 전압 또는 400A 이상의 정격 전류와 함께 2차 환경에 설치되며 복잡한 시스템에 사용할 목적인 주파수 변환기.	라인 한계가 없습니다. EMC 계획.

표 3.5 IEC 61800-3과 EN 55011 간의 상관관계

일반적인(전도) 방사 표준이 사용되는 경우, 주파수 변환기는 *표 3.6*의 한계를 준수해야 합니다.

환경	일반적인 방사 표준	EN 55011의 관련 방사 클래스
1차 환경 (가정 및 사무실)	주택, 상업 및 경공업 환경을 위한 EN/IEC 61000-6-3 방사 표준.	클래스 B
2차 환경 (산업 환경)	산업 환경을 위한 EN/IEC 61000-6-4 방사 표준.	클래스 A 그룹 1

표 3.6 일반적인 방사 표준과
EN 55011

3.2.4 방지 요구사항

주파수 변환기의 방지 요구사항은 설치되는 환경에 따라 다릅니다. 산업 환경은 가정 및 사무실 환경보다 높은 요구사항을 필요로 합니다. 댄포스 주파수 변환기는 모두 산업 환경의 요구사항을 충족할 뿐만 아니라 가정 및 사무실 환경의 보다 낮은 요구사항(안전에 신경 쓸 여유가 보다 많음)을 충족합니다.

다음은 전기 간섭에 대한 방지를 측정(문서화)하기 위해 다음과 같은 기본 표준에 따라 실시한 방지 시험 결과입니다.

- EN 61000-4-2 (IEC 61000-4-2): 정전기 방전 (ESD): 사용자로부터의 정전기 방전 실험.
- EN 61000-4-3 (IEC 61000-4-3): 유입 전자장 방사, 진폭 변조 휴대폰 통신기기와 같은 전파 및 무선방송 장비의 영향 실험.
- EN 61000-4-4 (IEC 61000-4-4): 과도 현상: 콘택터 또는 릴레이 등과 같은 장치의 과도 현상에 대한 간섭 실험.
- EN 61000-4-5 (IEC 61000-4-5): 서지 트랜지언트: 기기 주변에 발생할 수 있는 번개 등의 영향 실험.
- EN 61000-4-6 (IEC 61000-4-6): RF 공통 모드: 연결 케이블에 의해 연결된 무선전송 장비의 영향 실험.

*표 3.7*을(를) 참조하십시오.

3

적용 기준	과도 현상2) IEC 61000-4-42)	서지2) IEC 61000-4-5	ESD2) IEC 61000-4-2	방사 전자장 IEC 61000-4-3	RF 공통 모드 전압 IEC 61000-4-6
허용 기준	B	B	B	A	A
전압 범위: 200-240 V, 380-500 V, 525-600 V, 525-690 V					
라인	4 kV CM	2 kV/2Ω DM 4 kV/12Ω CM	—	—	10 V_{RMS}
모터	4 kV CM	4 kV/2 Ω1)	—	—	10 V_{RMS}
제동 장치	4 kV CM	4 kV/2 Ω1)	—	—	10 V_{RMS}
부하 공유	4 kV CM	4 kV/2 Ω1)	—	—	10 V_{RMS}
제어선	2kV CM	2 kV/2 Ω1)	—	—	10 V_{RMS}
표준 버스통신	2kV CM	2 kV/2 Ω1)	—	—	10 V_{RMS}
릴레이선	2kV CM	2 kV/2 Ω1)	—	—	10 V_{RMS}
어플리케이션 및 필드버스 옵션	2kV CM	2 kV/2 Ω1)	—	—	10 V_{RMS}
LCP 케이블	2kV CM	2 kV/2 Ω1)	—	—	10 V_{RMS}
외부 24V DC	2 V CM	0.5 kV/2Ω DM 1kV/12Ω CM	—	—	10 V_{RMS}
외함	—	—	8 kV AD 6 kV CD	10V/m	—

표 3.7 EMC 방지 자료

1) 케이블의 차폐선에 방출
2) 일반적으로 시험에 의해 파악된 값

3.2.5 모터 절연

오늘날 주파수 변환기와 함께 사용할 모터는 dU/dt가 높은 차세대 고효율 IGBT를 고려하여 높은 수준의 절연을 갖추고 있습니다. 구형 모터를 개장하는 경우, 모터 절연을 재확인하거나 dU/dt 필터로 저감하거나 필요한 경우 사인파 필터로 저감합니다.

모터 케이블 길이 ≤ *장을 7.5 케이블 사양*에 수록된 최대 케이블 길이인 경우, *표 3.8*에 수록된 모터 절연 등급이 권장됩니다. 절연 등급이 낮은 모터의 경우, du/dt 또는 사인파 필터의 사용을 권장합니다.

주전원 정격 전압 [V]	모터 절연 [V]
U_N≤420	표준 U_{LL}=1300
420 V< U_N≤ 500	보강 U_{LL}=1600
500 V< U_N≤ 600	보강 U_{LL}=1800
600 V< U_N≤ 690	보강 U_{LL}=2000

표 3.8 모터 절연

3.2.6 모터 베어링 전류

베어링과 축 전류를 최소화하기 위해서는 구동 설비에 대해 다음을 접지합니다.

- 주파수 변환기
- 모터
- 구동 설비

표준 완화 전략

1. 절연 베어링을 사용합니다.
2. 엄격한 설치 절차를 적용합니다.
   - 2a 모터와 부하 모터가 올바르게 정렬되었는지 확인합니다.
   - 2b EMC 설치 지침을 엄격히 준수합니다.
   - 2c PE를 보강하여 PE에서 고주파수 임피던스가 입력 전원 리드보다 낮아지게 합니다.
   - 2d 예를 들어, 차폐된 케이블로 모터와 주파수 변환기 간에 360° 연결을 하는 등 모터와 주파수 변환기 간에 양호한 고주파수 연결을 제공합니다.
   - 2e 주파수 변환기에서 건물 접지까지의 임피던스가 설비의 접지 임피던스보다 낮아야 합니다. 펌프의 경우에는 이 작업이 어려울 수 있습니다.
   - 2f 모터와 부하 모터 간에 직접 접지 연결을 합니다.
3. IGBT 스위칭 주파수를 낮춥니다.
4. 인버터 파형(60° AVM 또는 SFAVM)을 수정합니다.
5. 축 접지 시스템을 설치하거나 절연 커플링을 사용합니다.
6. 전도성 윤활제를 바릅니다.
7. 가능하면 최소 속도 설정을 사용합니다.

8. 라인 전압이 접지에 대해 균형을 이루는지 확인합니다. 이 작업은 IT, TT, TN-CS 또는 접지된 레그 시스템의 경우에는 어려울 수 있습니다.
9. dU/dt 또는 사인파 필터를 사용합니다.

3.2.7 고조파

형광등, 컴퓨터, 복사기, 팩스, 각종 실험실 장비 및 통신 장비와 같이 다이오드 정류기가 있는 전기 장치는 주전원 전원 공급 장치에 고조파 왜곡을 추가할 수 있습니다. 주파수 변환기는 다이오드 브리지 입력을 사용하며 이 또한 고조파 왜곡을 야기할 수 있습니다.

주파수 변환기는 전력선에서 일정하게 전류를 공급 받지 않습니다. 이 비정현 전류에는 기본 전류 주파수의 몇 배에 해당하는 구성 요소가 있습니다. 이러한 구성 요소를 고조파라고 합니다. 주전원 공급 장치에서 총 고조파 왜곡을 제어하는 것이 중요합니다. 고조파 전류가 전기 에너지 소모에 직접적으로 영향을 주지는 않지만 배선과 변압기에서 열을 발생시키고 동일 전력선 상의 다른 장치에 영향을 줄 수 있습니다.

3.2.7.1 고조파 분석

건물 전기 시스템의 다양한 특성은 IEEE 표준을 충족하기 위해 설비 및 설비 성능의 THD에 대한 변환기의 정확한 고조파 기여도를 결정 짓습니다. 특정 설비에 대한 주파수 변환기의 고조파 기여도 일반화는 어렵습니다. 필요한 경우 시스템 고조파의 분석을 수행하여 장비에 미치는 영향을 판단합니다.

주파수 변환기는 주전원에서 입력된 사인 곡선이 아닌 전류 (즉 고조파 전류)를 포함하고 있으며 이는 입력 전류I_{RMS}를 증가시킵니다. 이 고조파 전류는 푸리에 분석에 의해 변형되고 다른 주파수의 사인 곡선 전류가 분리됩니다. 즉 기본 주파수 50Hz 또는 60 Hz에서 고조파 전류 I_N가 분리됩니다.

이 고조파 전류는 전력 소비에 직접적으로 영향을 미치지는 않지만 설비(변압기, 인덕터, 케이블)의 열 손실을 증가시킵니다. 따라서 정류기 부하가 큰 현장에서는 고조파 전류를 낮게 유지하여 변압기, 인덕터 및 케이블의 과부하를 방지해야 합니다.

약어	설명
f_1	기본 주파수
I_1	기본 전류
U_1	기본 전압
I_n	고조파 전류
U_n	고조파 전압
n	고조파 순서

표 3.9 고조파 관련 약어

	기본 전류 (I_1)	고조파 전류 (I_n)		
전류	I_1	I_5	I_7	I_{11}
주파수 [Hz]	50	250	350	550

표 3.10 변형된 비정현 전류

전류	고조파 전류				
	I_{RMS}	I_1	I_5	I_7	I_{11-49}
입력 전류	1.0	0.9	0.4	0.2	< 0.1

표 3.11 RMS 입력 전류와 고조파 전류

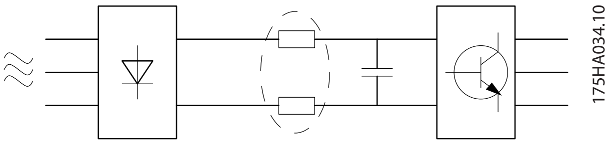


그림 3.3 매개회로 코일

주의 사항

일부 고조파 전류는 같은 변압기에 연결된 기기의 통신에 간섭을 줄 수 있으며 역률 보정 커패시터에 공진을 발생시킵니다.

고조파 전류를 낮추기 위해 주파수 변환기에는 수동 필터가 장착되어 있습니다. DC 코일은 총 고조파 왜곡(THD)을 40%까지 낮춥니다.

주전원 공급 전압의 전압 왜곡은 고조파 전류에 해당 주파수의 주전원 임피던스를 곱한 크기에 따라 다릅니다. 전체 전압 왜곡(THD)은 다음 식을 이용하여 각각의 고조파 전압을 기준으로 하여 계산됩니다.

$$THD = \frac{\sqrt{U_5^2 + U_7^2 + \ldots + U_N^2}}{U1}$$

3.2.7.2 고조파 방사 요구사항

공공 공급 네트워크에 연결된 장비

옵션	정의
1	3상 밸런스 장비(총 출력이 최대 1kW인 전문 장비)를 위한 IEC/EN 61000-3-2 클래스 A.
2	IEC/EN 61000-3-12 장비 16A-75A 및 1kW에서 위상 전류가 최대 16A인 전문 장비.

표 3.12 고조파 방사 표준

3.2.7.3 고조파 시험 결과 (방사)

최대 PK75(T2 및 T4의 경우)의 출력 용량은 IEC/EN 61000-3-2 클래스 A를 준수합니다. P1K1에서 최대 P18K(T2의 경우)까지의 출력 용량과 P1K1에서 최대 P90K(T4의 경우)까지의 출력 용량은 IEC/EN 61000-3-12, 표 4를 준수합니다. 전류가 75 A를 초과하기 때문에 필요하지 않더라도 P110 - P450(T4)의 출력 용량 또한 IEC/EN 61000-3-12를 충족합니다.

*표 3.13*는 사용자 인터페이스와 공공 시스템 간의 접점에서 공급 S_{sc}의 단락 전력(R_{sce})이 다음보다 크다는 점을 설명합니다.

$$S_{SC} = \sqrt{3} \times R_{SCE} \times U_{mains} \times I_{equ} = \sqrt{3} \times 120 \times 400 \times I_{equ}$$

	개별 고조파 전류 I_n/I_1 (%)			
	I_5	I_7	I_{11}	I_{13}
실제(일반적)	40	20	10	8
R_{sce}≥120의 한계	40	25	15	10
	고조파 전류 왜곡 계수(%)			
	THD		PWHD	
실제(일반적)	46		45	
R_{sce}≥120의 한계	48		46	

표 3.13 고조파 시험 결과 (방사)

필요한 경우, 분산 네트워크 작업자의 자문을 구해 단락 회로 출력 S_{sc}이 등식에서 지정된 값 이상인 공급부에만 장비를 연결해야 하며 이는 장비 설치자 또는 장비 사용자의 책임입니다.
분산 네트워크 작업자의 자문을 구해 다른 전력 용량을 공공 공급 네트워크에 연결합니다.

다양한 시스템 수준과의 적합성 지침:
*표 3.13*의 고조파 전류 데이터는 Power Drive Systems 제품 표준을 참고하여 IEC/EN 61000-3-12에 따라 제공됩니다. 이들 데이터는 전원 공급 시스템에 대한 고조파 전류의 영향을 계산하는 기준으로 사용될 수 있으며로 사용될 수 있으며 다음과 같은 관련 지역 지침과의 적합성 문서의 기준으로 사용될 수 있습니다: IEEE 519 -1992; G5/4.

3.2.7.4 배전 시스템 내 고조파의 영향

*그림 3.4*에서 변압기는 중간 전압 공급의 공통 커플링 PCC1 지점에 대한 1차 측에 연결되어 있습니다. 변압기에는 임피던스 Z_{xfr}가 있으며 여러 부하를 전달합니다. 모든 부하가 함께 연결된 공통 커플링 지점은 PCC2 입니다. 각각의 부하는 임피던스가 Z_1, Z_2, Z_3인 케이블을 통해 연결됩니다.

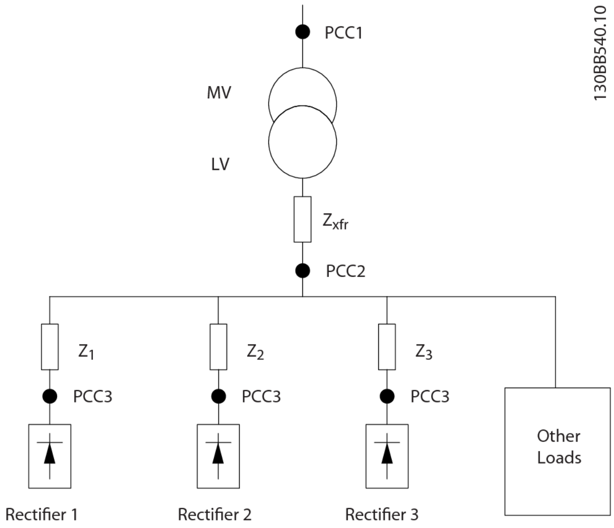


그림 3.4 소형 배전 시스템

비선형 부하에 의해 발생한 고조파 전류는 배전 시스템 임피던스의 전압 하락 때문에 전압 왜곡을 야기합니다. 임피던스가 높을수록 전압 왜곡 수준이 높아집니다.

전류 왜곡은 개별 구성품 성능과 관련이 있으며 개별 구성품 성능은 개별 부하와 관련이 있습니다. 전압 왜곡은 시스템 성능과 관련이 있습니다. 부하의 고조파 성능만으로는 PCC의 전압 왜곡을 판단할 수 없습니다. PCC의 왜곡을 예측하기 위해서는 배전 시스템의 구성과 관련 임피던스 또한 파악해야 합니다.

전력망의 임피던스를 설명하는 데 공통적으로 사용되는 용어는 단락비 R_{sce}이며 PCC에서의 기준 공급의 단락 피상 전력(S_{sc})과 부하의 정격 피상 전력(S_{equ}) 간의 비율로 정의됩니다.

$$R_{sce} = \frac{S_{ce}}{S_{equ}}$$

여기서 $S_{sc} = \frac{U^2}{Z_{supply}}$ 및 $S_{equ} = U \times I_{equ}$

고조파의 부정적인 영향은 2배 더 많습니다.

- 고조파 전류는 (배선, 변압기의) 시스템 손실을 직접적으로 야기합니다.
- 고조파 전압 왜곡은 다른 부하에 대한 간섭을 유발하고 다른 부하의 손실을 증가시킵니다.

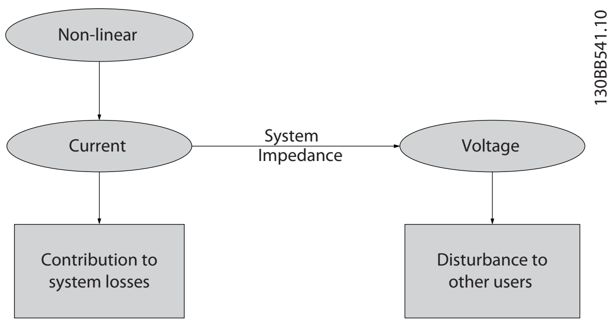


그림 3.5 고조파의 부정적인 영향

3.2.7.5 고조파 제한 기준 및 요구사항

고조파 제한 요구사항은 다음과 같습니다.

- 어플리케이션별 요구사항.
- 준수해야 할 기준.

어플리케이션별 요구사항은 기술적으로 고조파를 제한할 이유가 있는 특정 설치와 관련이 있습니다.

예
모터 2개 중 하나가 온라인에 직접 연결되어 있고 다른 하나는 주파수 변환기를 통해 공급되는 경우, 110 kW 모터 2개가 연결된 250 kVA 변압기 하나면 충분합니다. 하지만 모터 2개가 모두 주파수 변환기에서 공급되는 경우에는 변압기 용량을 낮춰야 합니다. 설비 내에서 고조파를 줄이기 위해 추가적인 방법을 사용하거나 저고조파 인버터 제품을 선정하면 두 모터 모두 주파수 변환기와 함께 구동할 수 있습니다.

다양한 고조파 저감 표준, 규정 및 권장사항이 있습니다. 각기 다른 표준이 각기 다른 지리적 위치와 산업에 적용됩니다. 다음 표준이 가장 공통적인 표준입니다.

- IEC61000-3-2
- IEC61000-3-12
- IEC61000-3-4
- IEEE 519
- G5/4

각 표준에 관한 특정 세부정보는 *AHF005/010 설계 지침서*를 참조하십시오.

유럽에서는 공장이 공공 전력망에 연결되어 있는 경우 최대 THVD는 8%입니다. 공장에 자체 변압기가 있는 경우 그 한계는 10% THVD입니다. VLT® AQUA Drive는 10% THVD를 견디도록 설계되어 있습니다.

3.2.7.6 고조파 저감

추가적인 고조파 저감이 필요한 경우를 위해 댄포스는 다양한 저감 장비를 제공합니다. 이러한 장비는 다음과 같습니다.

- 12-펄스 인버터
- AHF 필터
- 저고조파 인버터
- 능동 필터

다음과 같은 몇 가지 요소에 따라 적절한 솔루션을 선택합니다.

- 전력망(배경 왜곡, 주전원 불균형, 공진 및 공급 유형(변압기/발전기)).
- 어플리케이션(부하 프로필, 부하 개수 및 부하 용량).
- 국내/국제 요구사항/규정(IEEE519, IEC, G5/4 등).
- 총 소유 비용(초기 비용, 효율, 유지보수 등).

변압기 부하에 40% 이상의 비선형 기여도가 있는 경우 고조파 저감을 항상 고려해야 합니다.

댄포스는 고조파 계산을 위한 도구를 제공합니다. *장을 2.8.2 PC 소프트웨어* 참조.

3.2.8 접지 누설 전류

누설 전류가 3.5 mA를 초과하는 장비의 보호 접지는 국내 및 현지 규정을 준수합니다.
주파수 변환기 기술은 높은 출력에서의 높은 주파수 스위칭을 의미합니다. 이는 접지 연결부에 누설 전류를 발생시킵니다.
접지 누설 전류는 몇 가지의 기여도로 구성되며 다음과 같이 다양한 시스템 구성에 따라 다릅니다.

- RFI 필터링
- 모터 케이블 길이
- 모터 케이블 차폐
- 주파수 변환기 전력

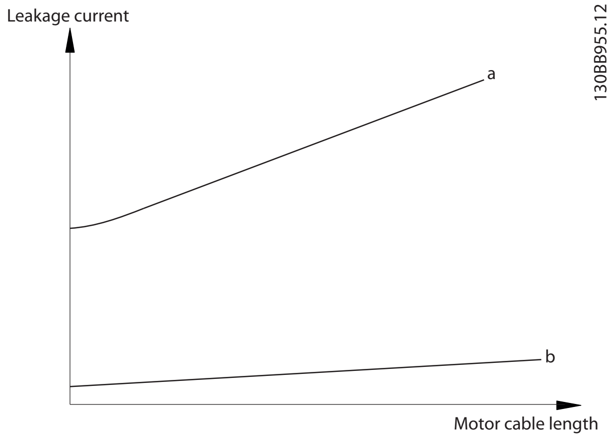


그림 3.6 모터 케이블 길이와 출력 용량에 따른 누설 전류의 영향. 전원용량 a > 전원용량 b

누설 전류는 또한 라인 왜곡에 따라 다릅니다.

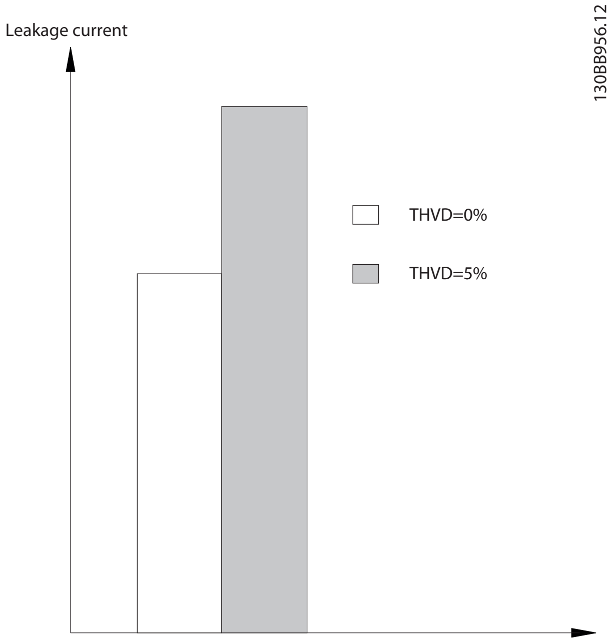


그림 3.7 라인 왜곡에 따른 누설 전류의 영향

EN/IEC61800-5-1(Power Drive 시스템 제품 표준) 준수와 관련하여 누설 전류가 3.5mA를 초과하는 경우 특별한 주의를 요구합니다. 다음의 보호 접지 연결 요구 사항으로 접지를 보강합니다.

- 최소 단면적 10mm^{2}의 접지 와이어(단자 95).
- 치수 규칙을 각각 준수하는 접지 와이어 2개.

자세한 정보는 EN/IEC61800-5-1 및 EN50178을 참조하십시오.

RCD 사용
접지 누설 회로 차단기(ELCB)라고도 하는 잔류 전류 장치(RCD)를 사용하는 경우에는 다음 사항을 준수해야 합니다.

- 교류 전류와 직류 전류를 감지할 수 있는 B형의 RCD만 사용합니다.
- 과도한 접지 전류로 인한 결함을 방지하기 위해 지연 기능이 있는 RCD를 사용합니다.
- 시스템 구성 및 환경적 고려사항에 따라 RCD 치수를 정합니다.

누설 전류에는 주전원 주파수와 스위칭 주파수 모두에서 비롯된 주파수가 일부 포함되어 있습니다. 스위칭 주파수가 감지되는지 여부는 사용한 RCD 유형에 따라 다릅니다.

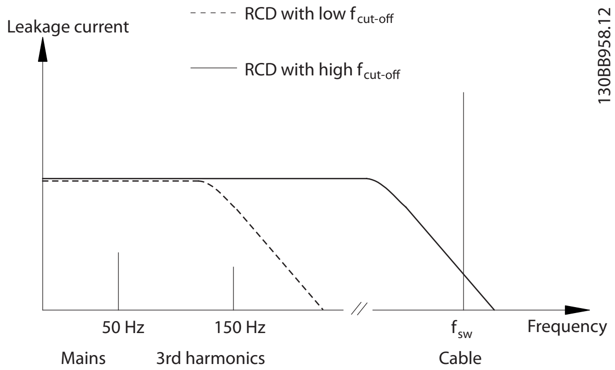


그림 3.8 누설 전류에 대한 주요 기여도

RCD에 의해 감지된 누설 전류량은 RCD의 차단 주파수에 따라 다릅니다.

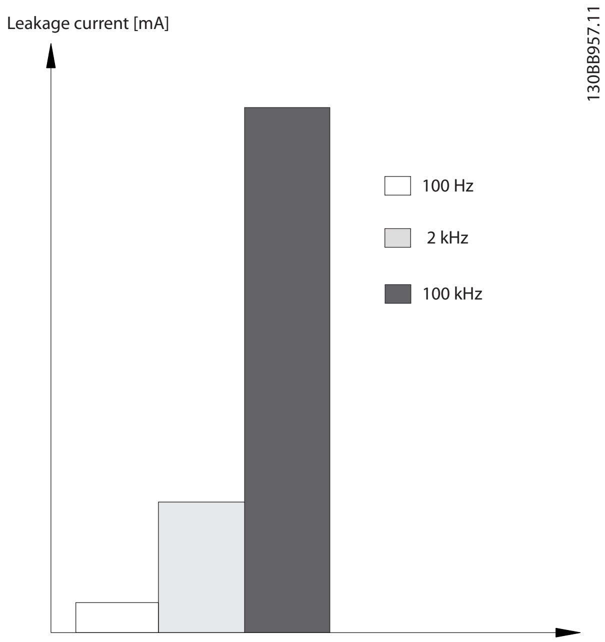


그림 3.9 누설 전류에 대한 RCD 차단 주파수의 영향

3.3 주전원 통합

3.3.1 주전원 구성 및 EMC 영향

주파수 변환기에 전력을 공급하기 위한 교류 주전원 시스템에는 몇 가지 유형이 있습니다. 각각의 유형은 시스템의 EMC 특성에 영향을 줍니다. EMC에는 5선 TN-S 시스템이 최상으로 간주되며 적어도 절연 IT 시스템 정도는 되어야 합니다.

시스템 유형	설명
TN 주전원 시스템	TN 주전원 배전 시스템의 2가지 유형은 TN-S와 TN-C 입니다.
TN-S	별도의 중성(N) 도체와 보호 접지(PE) 도체가 있는 5선 시스템. 이는 최상의 EMC 속성을 제공하며 간섭이 전달되지 않게 합니다.
TN-C	시스템 전체에 걸쳐 공통 중성 및 보호 접지(PE) 도체가 있는 4선 시스템. 중성 및 보호 접지 결합형 도체는 좋지 않은 EMC 특성을 제공합니다.
TT 주전원 시스템	접지된 중성 도체와 변환기 유닛의 개별 접지가 있는 4선 시스템. 올바르게 접지되면 양호한 EMC 특성을 제오합니다.
IT 주전원 시스템	접지되지 않았거나 임피던스를 통해 접지된 중성 도체가 있는 절연 4선 시스템.

표 3.14 교류 주전원 시스템 유형

3.3.2 저주파수 주전원 간섭

3.3.2.1 비정현 주전원 공급

주전원 전압이 고도와 주파수가 일정한 정현 전압인 경우가 드물게 있습니다. 이는 부분적으로 컴퓨터, 텔레비전 세트, 스위칭 전원 공급 장치, 에너지 효율적인 램프 및 주파수 변환기와 같이 주전원에서 비정현 전류를 공급 받는 부하 또는 비선형 특성이 있는 부하 때문입니다. 편차는 피할 수 없으며 특정 한계 내에서 허용 가능합니다.

3.3.2.2 EMC 규정 준수

대부분의 유럽에서 주전원 전력 품질의 객관적 평가 기준은 장치 전자기 호환성 법률(EMVG)입니다. 이 규정을 준수하면 배전 시스템에 연결된 모든 장치와 네트워크가 문제를 일으키지 않고 기본 용도를 충족합니다.

표준	정의
EN 61000-2-2, EN 61000-2-4, EN 50160	공공 및 산업 전력망에서의 준수를 위해 주전원 전압 한계를 정의합니다.
EN 61000-3-2, 61000-3-12	연결된 장치에 의해 발생한 주전원 간섭을 규제합니다.
EN 50178	전력 설비에서 사용할 전자 장비를 감시합니다.

표 3.15 주전원 전력 품질의 EN 설계 표준

3.3.2.3 간섭이 없는 주파수 변환기

모든 주파수 변환기는 주전원 간섭을 발생시킵니다. 현재 표준은 최대 2 kHz의 주파수 범위만을 정의합니다. 일부 변환기는 2 kHz를 초과하는 지역에서 주전원 간섭을 전달하며 이는 표준으로 해결되지 않지만 간섭이 없는 것으로 라벨 표기됩니다. 이 지역에 대한 한계는 현재 연구 중입니다. 주파수 변환기는 주전원 간섭을 전달하지 않습니다.

3.3.2.4 주전원 간섭 발생 원리

맥동 입력 전류에 의해 야기된 정현파의 주전원 간섭 왜곡은 일반적으로 고조파라고 합니다. 푸리에 분석에 따라 도출된 결과는 최대 2.5 kHz이며 이는 주전원 주파수의 50번째 고조파에 해당합니다.

주파수 변환기의 입력 정류기는 주전원에서 이러한 형태의 고조파 간섭을 발생시킵니다. 주파수 변환기가 50 Hz 주전원 시스템에 연결되면 3번째 고조파(150 Hz), 5번째 고조파 (250 Hz) 또는 7번째 고조파(350 Hz)에서 가장 강한 영향을 보입니다. 전체적인 고조파량은 총 고조파 왜곡(THD)이라고 합니다.

3.3.2.5 주전원 간섭의 영향

고조파 및 전압 변동은 저주파 주전원 간섭의 2가지 형태입니다. 이들은 부하가 연결되었을 때 주전원 시스템의 기타 다른 지점보다도 그 근원 지점에서 각기 다른 양상을 갖고 있습니다. 결론적으로 영향력의 범위는 주전원 간섭의 영향을 평가할 때 종합적으로 평가되어야 합니다. 여기에는 주전원 공급, 구조 및 부하가 포함됩니다.

저전압 경고와 높은 기능 손실은 주전원 간섭의 결과로 발생할 수 있습니다.

저전압 경고

- 정현 주전원 전압의 왜곡으로 인해 잘못된 전압 측정.
- RMS에 맞는 측정만 고조파량을 고려하기 때문에 잘못된 전력 측정이 야기됩니다.

높은 손실

- 고조파는 유효 전력, 피상 전력 및 무효 전력을 감소시킵니다.
- 전기 부하를 왜곡하여 다른 장치에 가청 간섭으로 이어지거나 심지어는 파괴로 이어집니다.
- 발열의 결과로 장치의 수명이 단축됩니다.

주의 사항

과도한 고조파량은 역률 보정 장치에 부하를 가하고 심지어 파괴를 야기할 수도 있습니다. 이러한 이유로 과도한 고조파량이 존재할 때는 역률 보정 장비에 초크를 제공합니다.

3.3.3 주전원 간섭 분석

주전원 전력 품질의 장애를 피하기 위해 다양한 방법으로 고조파 전류를 발생시키는 시스템 또는 장치를 분석할 수 있습니다. 고조파 계산 소프트웨어(HCS)와 같은 주전원 분석 프로그램은 고조파에 대비해 시스템 설계를 분석합니다. 그에 앞서 특별한 보호 조치를 시험할 수 있으며 이렇게 하면 이후 시스템 호환성이 보장됩니다.

주전원 시스템을 분석하려면*http://www.danfoss-hcs.com/Default.asp?LEVEL=START* 로 이동하여 소프트웨어를 다운로드합니다.

주의 사항

댄포스는 매우 높은 수준의 EMC 노하우를 갖고 있으며 고객에게 교육 과정, 세미나 및 워크숍을 제공할 뿐만 아니라 세밀한 평가를 포함한 EMC 분석 또는 주전원 계산을 제공합니다.

3.3.4 주전원 간섭 감소를 위한 옵션

일반적으로 변환기의 주전원 간섭은 펄스 전류의 진폭 제한을 통해 감소됩니다. 이렇게 하면 역률 λ(람다)가 개선됩니다.

주전원 고조파를 피하기 위해 다음과 같은 일부 방법이 권장됩니다.

- 주파수 변환기 내 입력 초크 또는 직류단 초크.
- 수동 필터.
- 능동 필터.
- 슬림형 직류단.
- 능동형 프론트엔드 및 저고조파 인버터.
- 사이클당 펄스가 12, 18 또는 24인 정류기.

3.3.5 무선 주파수 간섭

주파수 변환기는 가변 폭 전류 펄스로 인해 무선 주파수 간섭(RFI)을 발생시킵니다. 변환기와 모터 케이블은 이러한 구성 요소를 복사하고 이를 주전원 시스템으로 전도합니다.

RFI 필터는 주전원에서 이러한 간섭을 줄이는 데 사용됩니다. 이는 고주파 전도성 간섭으로부터 장치를 보호하도록 노이즈 방지를 제공합니다, 이는 또한 주전원 케이블에 방사된 간섭이나 주전원 케이블의 복사를 줄입니다. 필터는 간섭을 특정 수준으로 제한하는 용도로 사용됩니다. 내장 필터가 특정 방지 용도에 알맞은 표준 장비인 경우도 있습니다.

주의 사항

모든 VLT® AQUA Drive 주파수 변환기에는 기본으로 통합형 주전원 간섭 초크가 장착되어 있습니다.

3.3.6 운전 장소의 분류

주파수 변환기의 운전에 적합한 환경의 요구사항을 이해하는 것이 EMC 준수와 관련하여 가장 중요한 요소입니다.

3.3.6.1 환경 1/클래스 B: 가정

공공 저전압 전력망에 연결된 운전 장소는 경공업 지역을 포함해 환경 1/클래스 B로 분류됩니다. 여기에는 별도의 주전원 시스템을 위한 자체 고전압 또는 중간 전압 배전 변압기가 없습니다. 환경 분류는 건물 내부와 외부에 모두 적용됩니다. 일반적인 예로는 비즈니스 지역, 가정 주택, 레스토랑, 주차장 및 유흥 시설 등이 있습니다.

3.3.6.2 환경 2/클래스 A: 산업

산업 환경은 공공 전력망에 연결되지 않습니다. 대신 자체 고전압 또는 중간 전압 배전 변압기가 있습니다. 환경 분류는 건물 내부와 외부에 모두 적용됩니다.

이는 산업 환경으로 정의되며 다음과 같은 전자기적 조건에 의해 특성이 결정됩니다.

- 과학, 의료 또는 산업 장치의 존재 여부.
- 대규모 유도성 및 용량성 부하의 스위칭 여부.
- 강력한 자기장(예를 들어, 높은 전류로 인한 자기장)의 발생 유무.

3.3.6.3 특수 환경

다른 지역과 명확히 경계가 구분되는 중간 전압 변압기가 있는 지역에서는 사용자가 해당 설비를 구분하기 위해 환경 유형을 결정합니다. 지정된 조건 내에서 모든 장치를 문제 없이 작동하는 데 필요한 전자기 호환성을 보장하는 책임은 사용자에게 있습니다. 특수 환경의 예로는 쇼핑센터, 슈퍼마켓, 주유소, 사무실 건물 및 창고 등이 있습니다.

3.3.6.4 경고 라벨

주파수 변환기가 부문 C1을 준수하지 않는 경우 경고 문구가 제공됩니다. 이는 사용자의 책임입니다. 간섭 제거는 EN 55011의 클래스 A1, A2 및 B를 기초로 합니다. 적절한 장치 분류 및 EMC 플랫폼 해결 비용에 대한 책임은 사용자에게 있습니다.

3.3.7 절연된 입력 소스와 함께 사용하는 경우

대부분의 미국 내 공공 전력은 접지된 전력으로 간주됩니다. 미국 내에서 흔히 볼 수 있는 용도는 아니지만 입력 전력이 절연된 소스일 수 있습니다. 모든 댄포스 주파수 변환기는 1상 접지 전원 뿐만 아니라 비접지 입력 전원에서도 사용할 수 있습니다.

3.3.8 역률 보정

역률 보정 장비는 전압과 전류 간의 위상 변이(φ)를 줄여 역률이 단일성(cos φ)에 근접하도록 합니다. 이는 배전 시스템에서 사용되는 모터 또는 램프용 안정기와 같

은 유도성 부하가 많을 때 필요합니다. 절연된 직류단이 있는 주파수 변환기는 주전원 시스템에서 무효 전력을 공급 받지 않거나 위상 역률 보정 변이를 발생시키지 않습니다. 이는 약 1의 cos φ를 나타냅니다.

이러한 이유로 역률 보정 장비를 선정할 때 속도 제어형 모터는 고려하지 않습니다. 하지만 주파수 변환기가 고조파를 발생시키기 때문에 위상 보정 장비에 의해 공급되는 전류가 증가합니다. 고조파 발생 요인이 많아지므로 커패시터의 부하 및 발열 요인이 증가합니다. 결과적으로 역률 보정 장비에 초크를 장착합니다. 초크는 또한 부하 인덕턴스와 용량 간의 공진을 방지합니다. cos φ <1인 변환기 또한 역률 보정 장비 내 초크를 필요로 합니다. 또한 케이블 치수 결정 시 보다 높은 무효 전력 수준을 고려해야 합니다.

3.3.9 입력 전력 지연

입력 서지 억제 회로가 올바르게 작동하도록 하려면 입력 전력의 연속 적용 간 시간 지연을 관찰합니다.

*표 3.16*는 입력 전력 적용 간에 허용해야 하는 최소 시간을 나타냅니다.

입력 전압 [V]	380	415	460	600
대기 시간 [s]	48	65	83	133

표 3.16 입력 전력 지연

3.3.10 주전원 과도 현상

과도 현상은 수 천 볼트 범위에서 전압이 순간적으로 과도하게 높아지는 현상입니다. 이는 산업 환경, 가정 환경 등 모든 유형의 배전 시스템에서 발생할 수 있습니다.

과도 현상의 흔한 원인은 벼락입니다. 하지만 온라인 또는 오프라인에서의 대규모 부하 스위칭 또는 역률 보정 장비와 같은 기타 주전원 과도 현상 장비의 스위칭에 의해서도 발생합니다. 과도 현상은 단락, 배전 시스템의 회로 차단기 트립 및 병렬 케이블 간 유도성 커플링에 의해서도 발생할 수 있습니다.

EN 61000-4-1 표준은 이러한 과도 현상의 형태와 과도 현상에 포함된 에너지량을 설명합니다. 이러한 유해효과는 다양한 방법으로 제한할 수 있습니다. 가스 충전 서지 흡수기와 스파크 간극은 에너지량이 많은 과도 현상으로부터 1단계 보호를 제공합니다. 2단계 보호를 위해 주파수 변환기를 포함한 대부분의 전자 장치는 전압 가변 저항(바리스터)을 사용하여 과도 현상을 감쇠시킵니다.

3.3.11 예비 발전기를 사용한 운전

주전원이 정전된 경우 지속적인 운전이 필요할 때는 예비 전력 시스템을 사용합니다. 이는 또한 보다 높은 주전원 전력을 확보하기 위해 공공 전력망에 병렬로 사용됩니다. 이는 발열 및 전력 조합 유닛에 흔히 사용되는 방법으로, 이러한 형태의 에너지 변환으로 높은 효율을 달성합니다. 발전기에서 예비 전력을 공급하는 경우 일반적으로 공공 전력망에서 전력이 공급되는 경우에 비해 주전원 임피던스가 높습니다. 이는 총 고조파 왜곡의 증가를 야기합니다. 올바르게 설계된 발전기는 고조파를 유도하는 장치가 포함된 시스템 내에서 사용할 수 있습니다.

시스템 설계를 고려할 때 예비 발전기를 포함하도록 권장합니다.

- 시스템이 주전원 작동에서 발전기로 전환될 때 고조파 부하는 대체로 증가합니다.
- 설계자는 전력 품질이 고조파 문제 및 장비 고장을 방지하기 위한 규정을 준수하도록 고조파 부하를 계산하거나 그 증가분을 측정해야 합니다.
- 손실 증가 야기 및 총 고조파 왜곡 증가 가능성이 있으므로 발전기의 비대칭 부하가 발생하지 않게 해야 합니다.
- 발전기 권선의 5/6 스태거는 5번째 및 7번째 고조파를 감쇠시키지만 3번째 고조파의 증가를 허용합니다. 2/3 스태거는 3번째 고조파를 감소시킵니다.
- 시스템 내 공진이 야기되므로 작업자는 가능하면 역률 보정 장비를 차단해야 합니다.
- 초크나 능동 흡수 필터는 고조파뿐만 아니라 병렬로 작동하는 저항 부하를 감쇠시킬 수 있습니다.
- 병렬로 작동하는 용량성 부하는 예측할 수 없는 공진 효과로 인해 추가적인 부하를 생성합니다.

HCS와 같은 주전원 분석 소프트웨어를 사용하여 보다 정밀한 분석이 가능합니다. 주전원 시스템을 분석하려면 *http://www.danfoss-hcs.com/Default.asp?LEVEL=START* 로 이동하여 소프트웨어를 다운로드합니다.

고조파 유도 장치를 사용하여 운전하는 경우 설비 운전에 문제가 없다는 가정 하에 최대 부하는 고조파 한계표에 나타나 있습니다.

고조파 한계

- B2 및 B6 정류기⇒발전기 정격 부하의 최대 20%.
- 초크가 있는 B6 정류기⇒발전기 정격 부하의 최대 20-35%(구성에 따라 다름).

- 제어형 B6 정류기⇒발전기 정격 부하의 최대 10%.

3.4 모터 통합

3.4.1 모터 선택 시 고려사항

주파수 변환기는 모터의 전계 응력을 유도할 수 있습니다. 따라서 주파수 변환기에 맞는 모터를 선정할 때는 다음과 같은 모터 관련 효과를 고려합니다.

- 절연 스트레스
- 베어링 스트레스
- 써멀 스트레스

3.4.2 사인파 및 dU/dt 필터

출력 필터는 전계 응력을 감소시키고 보다 긴 케이블 길이를 허용하는 장점을 일부 모터에 제공합니다. 출력 옵션으로는 사인파 필터(LC 필터라고도 함)와 dU/dt 필터가 있습니다. dU/dt 필터는 펄스의 가파른 상승 비율을 감소시킵니다. 사인파 필터는 전압 펄스를 부드럽게 하여 정현에 근접한 출력 전압으로 변환합니다. 일부 주파수 변환기에 장착된 사인파 필터는 비차폐 모터 케이블을 위해 EN 61800-3 RFI 부문 C2를 준수합니다(*장을 3.7.5 사인파 필터* 참조).

사인파 및 dU/dt 필터 옵션에 관한 자세한 정보는 *장을 3.7.5 사인파 필터* 및 *장을 3.7.6 dU/dt 필터*를 참조하십시오.

사인파 및 dU/dt 필터 발주 번호에 관한 자세한 정보는 및 *장을 6.2.9 dU/dt 필터*를 참조하십시오.

3.4.3 올바른 모터 접지

모터의 올바른 접지는 신체 안전에도 중요하고 저전압 장비의 EMC 전기 요구사항을 충족하기 위해서도 중요합니다. 올바른 접지는 차폐 및 필터의 효과적인 사용에 필요합니다. 올바른 EMC 구현을 위해 설계 세부 사항을 검증해야 합니다.

3.4.4 모터 케이블

모터 케이블 권장사항 및 사양은 *장을 7.5 케이블 사양*에 수록되어 있습니다.

모든 유형의 3상 비동기 표준 모터는 주파수 변환기 유닛과 함께 사용할 수 있습니다. 공장 출고 시 설정은 다음과 같이 주파수 변환기 출력이 연결된 시계 방향 회전입니다.

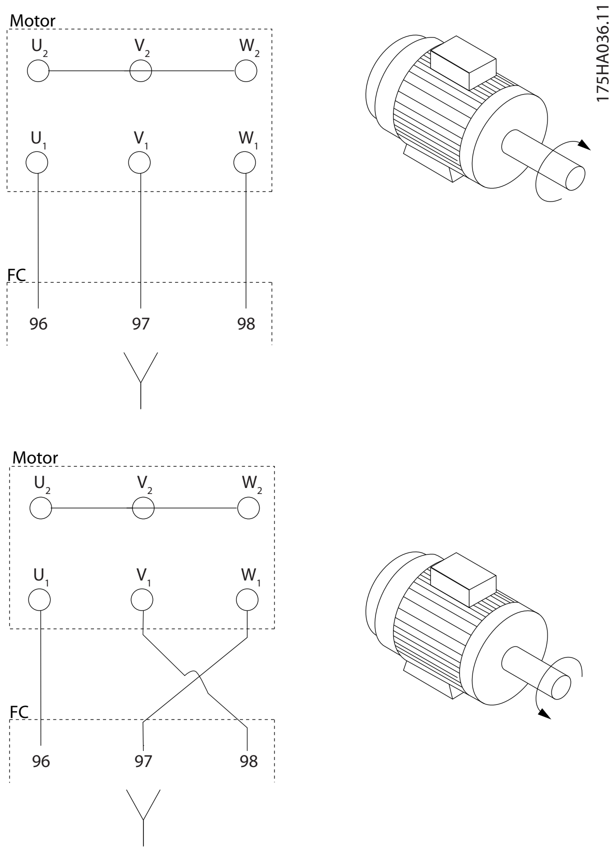


그림 3.10 시계 방향 및 반 시계 방향 회전을 위한 단자 연결

모터 케이블의 2상을 전환하거나 *4-10 모터 속도 방향*의 설정을 변경하여 모터 회전 방향을 변경합니다.

3.4.5 모터 케이블 차폐

주파수 변환기는 해당 출력에서 스티프 에지 펄스를 생성합니다. 이러한 펄스에는 고주파 구성 요소(기가헤르츠 범위로 확대)가 포함되어 있으며 모터 케이블에서 원하지 않는 복사가 야기됩니다. 차폐 모터 케이블은 이러한 복사를 감소시킵니다.

차폐는 다음을 목적으로 합니다.

- 복사된 간섭의 규모 축소.
- 개별 장치의 간섭 방지 개선.

차폐선은 고주파 구성 요소를 포착하고 이를 간섭 소스(이 경우에는 주파수 변환기)로 다시 전도합니다. 차폐 모터 케이블은 또한 가까이에 있는 외부 소스의 간섭에 대한 방지를 제공합니다.

양호한 차폐선이라 하더라도 복사를 완벽히 제거하지는 못합니다. 복사 환경에 위치한 시스템 구성품은 저하 없이 작동해야 합니다.

3.4.6 여러 모터의 연결

주의 사항

모터의 용량이 현저하게 차이가 날 경우에는 모터 기동 시와 낮은 RPM 값에서 문제가 발생할 수 있습니다. 이는 모터 기동 시와 낮은 RPM 값에서 상대적으로 큰 저항을 가진 소형 모터에 큰 전압이 인가되기 때문입니다.

주파수 변환기는 병렬로 연결된 모터 여러 개를 제어할 수 있습니다. 모터를 병렬로 연결할 때는 다음을 준수해야 합니다.

- 일부 어플리케이션에서는 VCC+ 모드를 사용할 수도 있습니다.
- 모터의 총 전류 소모량은 주파수 변환기의 정격 출력 전류 I_{INV}를 초과하지 않아야 합니다.
- 케이블 길이가 긴 경우에는 공통 조인트 연결부를 사용하지 마십시오. *그림 3.12* 참조.
- *표 3.4*에 명시된 모터 케이블 총 길이는 각 병렬 케이블 길이가 10 m 미만으로 짧은 한 유효합니다. *그림 3.14* 및 *그림 3.15* 참조.
- 모터 케이블 전체에 걸쳐 전압 하락을 고려합니다. *그림 3.15* 참조.
- 병렬 케이블 길이가 긴 경우 LC 필터를 사용합니다. *그림 3.15* 참조.
- 병렬 연결 없이 케이블 길이가 긴 경우 *그림 3.16* 참조.

주의 사항

모터를 병렬로 연결할 때는 *1-01 모터 제어 방식*을 *[0] U/f*로 설정합니다.

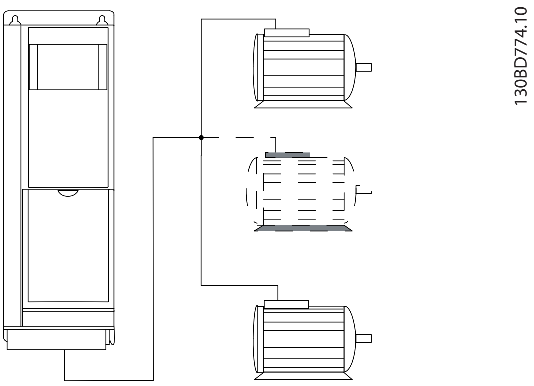


그림 3.11 케이블 길이가 짧은 경우의 공통 조인트 연결

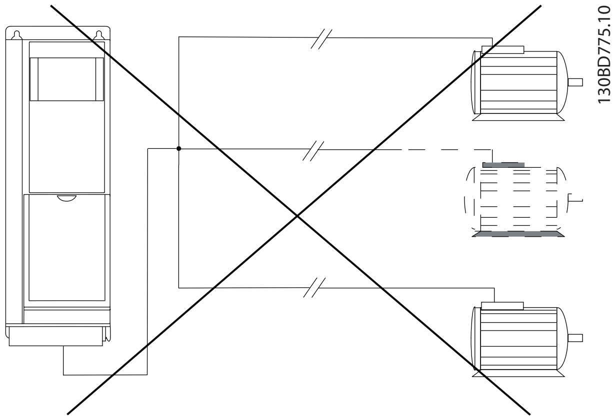


그림 3.12 케이블 길이가 긴 경우의 공통 조인트 연결

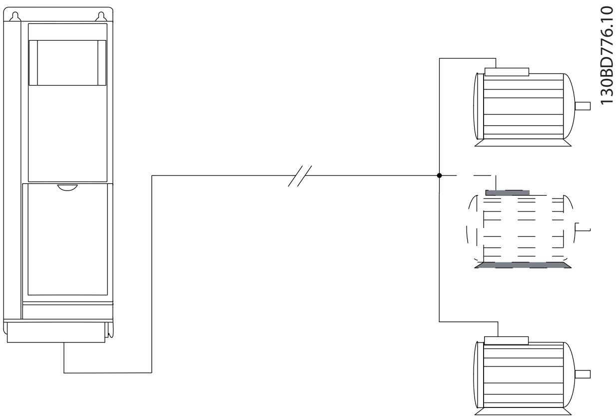


그림 3.13 부하 없는 병렬 케이블

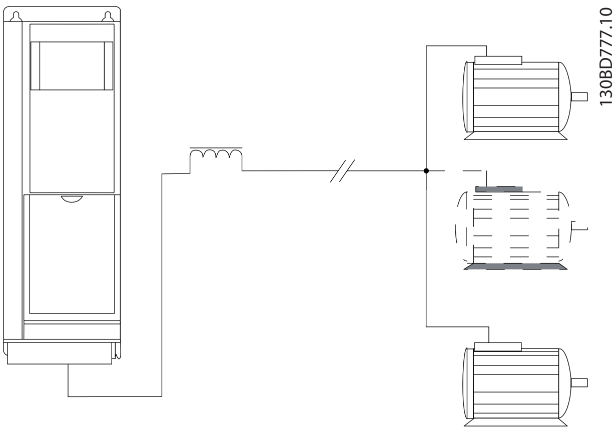


그림 3.14 부하 있는 병렬 케이블

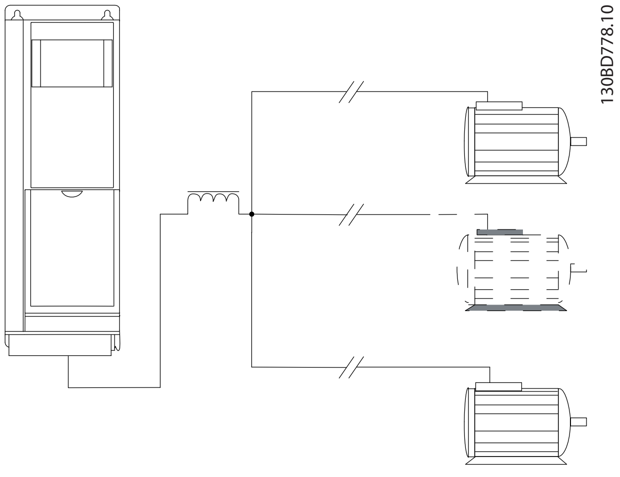


그림 3.15 병렬 케이블 길이가 긴 경우의 LC 필터

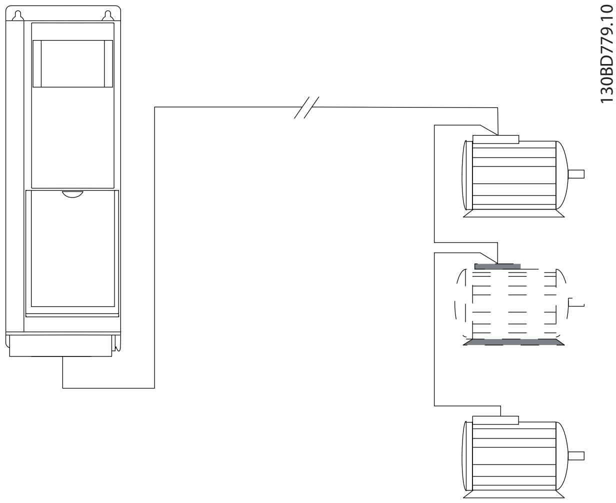


그림 3.16 직렬로 연결된 긴 케이블

외함 용량	출력 용량 [kW]	전압[V]	케이블 1개 [m]	케이블 2개 [m]	케이블 3개 [m]	케이블 4개 [m]
A1, A2, A4, A5	0.37-0.75	400	150	45	8	6
		500	150	7	4	3
A2, A4, A5	1.1-1.5	400	150	45	20	8
		500	150	45	5	4
A2, A4, A5	2.2-4	400	150	45	20	11
		500	150	45	20	6
A3, A4, A5	5.5-7.5	400	150	45	20	11
		500	150	45	20	11
B1, B2, B3, B4, C1, C2, C3, C4	11-90	400	150	75	50	37
		500	150	75	50	37
A3	1.1-7.5	525-690	100	50	33	25
B4	11-30	525-690	150	75	50	37
C3	37-45	525-690	150	75	50	37

표 3.17 각 병렬 케이블의 최대 케이블 길이

3.4.7 제어 와이어 절연

모터 케이블 배선에 의해 생성된 고조파 간섭은 변환기 제어 배선의 제어 신호를 저하시키고 제어 결함으로 이어질 수 있습니다. 모터 케이블과 제어 배선은 분리되어야 합니다. 간섭 효과는 분리로 인해 크게 감소합니다.

- 제어 배선과 모터 케이블 간의 간격은 200 mm 이상이어야 합니다.
- 구분자 스트립은 보다 작은 분리에 필수적이며 이러한 경우에 구분자 스트립이 없으면 간섭이 결합되거나 이전될 수 있습니다.
- 제어 케이블 차폐선은 모터 케이블 차폐선과 동일한 방식으로 양쪽 끝에 연결해야 합니다.
- 도체가 꼬여 있는 차폐 케이블은 가장 큰 감쇠를 제공합니다. 자기장의 감쇠는 약 30 dB(단일 차폐인 경우)에서 60 dB(이중 차폐인 경우)까지 증가하고 도체 또한 꼬여 있는 경우에는 약 75 dB까지 증가합니다.

3.4.8 모터 써멀 보호

주파수 변환기는 다음과 같은 몇 가지 방식으로 모터 써멀 보호를 제공합니다.

- 토오크 한계는 속도와 관계 없이 모터가 과부하되지 않게 보호합니다.
- 최소 속도 한계는 예를 들어, 30Hz에서 50/60Hz 사이로 최소 운전 속도 범위를 제한합니다.
- 최대 속도 한계는 최대 출력 속도를 제한합니다.
- 입력은 외부 써미스터에 사용할 수 있습니다.
- 비동기형 모터의 경우 전자 써멀 릴레이(ETR)는 내부 측정값을 기준으로 바이메탈 릴레이를 모의 시험합니다. ETR은 실제 전류, 속도 및 시간을 측정하여 모터 온도를 계산하고 경고를 발령하거나 모터로의 전력을 차단하여 모터가

과열되지 않도록 보호합니다. ETR의 특성은 *그림 3.17*에서 보는 바와 같습니다.

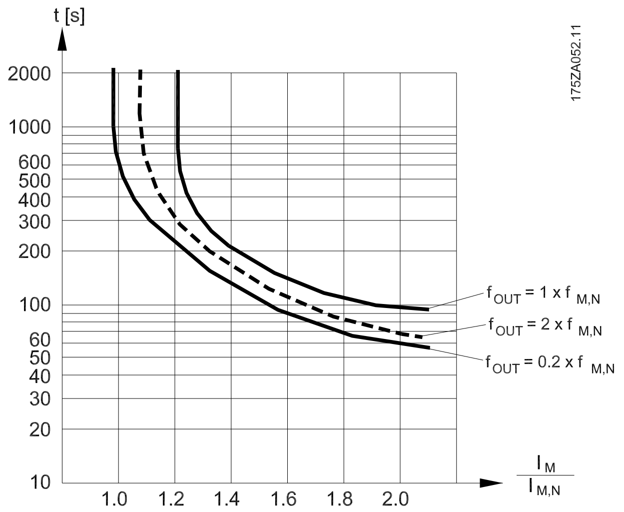


그림 3.17 전자 써멀 릴레이 특성

X축은 I_{motor}와 정격 I_{motor} 간의 비율을 나타냅니다. Y축은 ETR이 차단되고 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.

3.4.9 출력 콘택터

일반적으로 권장하는 방법은 아니지만 모터와 주파수 변환기 간에 출력 콘택터를 작동하면 주파수 변환기에 손상을 야기하지 않습니다. 이전에 개방된 출력 콘택터를 닫으면 구동 중인 주파수 변환기가 정지된 모터에 연결될 수 있습니다. 이렇게 하면 주파수 변환기가 트립되고 결함이 표시됩니다.

3.4.10 제동 기능

모터 축의 부하를 제동하려면 정적(기계식) 또는 다이나믹 제동을 사용합니다.

3.4.11 다이나믹 제동

다이나믹 제동은 다음에 의해 가능합니다.

- 저항 제동: 제동 IGBT는 제동 에너지를 모터에서 제동 저항으로 직접 전달함으로써 지정된 임계값 하에서 과전압을 유지합니다.
- 교류 제동: 모터의 손실 조건을 변경함으로써 제동 에너지가 모터에 전달됩니다. 고주기 주파수가 모터를 과열시키므로 고주기 주파수가 있는 어플리케이션에 교류 제동 기능을 사용할 수 없습니다.
- 직류 제동: 교류 전류에 추가된 과변조 직류 전류는 에디 전류 제동의 역할을 합니다.

3.4.12 제동 저항 계산

제동 저항은 전기적으로 발생된 제동 도중의 열 소실 및 직류단 전압 상승을 관리하는 데 필요합니다. 제동 저항을 사용하면 주파수 변환기가 아닌 제동 저항에 에너지가 흡수됩니다. 자세한 정보는 *제동 저항 설계 지침서*를 참조하십시오.

듀티 사이클 계산
각각의 제동 기간 중에 저항으로 전달된 회생동력 에너지량을 알 수 없는 경우, 주기 시간 및 제동 시간을 기준으로 하여 평균 전력(단속적 듀티 사이클라고 함)을 계산합니다. 저항 단속적 듀티 사이클은 저항이 동작하는 시점의 듀티 사이클을 나타냅니다(*그림 3.18* 참조). 모터 공급업체는 주로 단속적 듀티 사이클을 나타내는 허용 부하를 기동할 때 S5를 사용합니다.

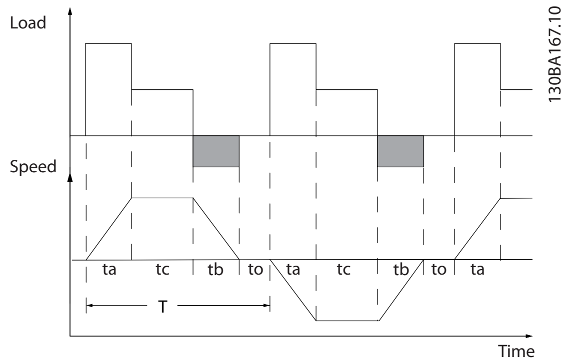


그림 3.18 제동 저항 듀티 사이클

저항에 대한 단속적 듀티 사이클은 다음과 같이 계산합니다.

듀티 사이클$=t_b/T$

T = 초 단위 주기 시간
t_b는 초 단위의 (주기 시간 중) 제동 시간입니다.

댄포스는 듀티 사이클이 5%, 10% 및 40%인 제동 저항을 제공합니다. 만일 듀티 사이클 10%를 적용하면 제동 저항은 주기 시간의 10%에 해당하는 제동 동력을 흡수합니다. 주기 시간의 나머지 90%는 잉여 열을 소실시키는 데 사용됩니다.

제동 저항이 필요한 제동 시간에 맞게 선정되었는지 확인합니다.

제동 저항 계산
모터가 제동할 때 보호를 위해 주파수 변환기가 차단되지 않게 하려면 피크 제동 동력 및 매개 회로 전압을 기초로 하여 저항 값을 선택합니다. 다음과 같이 제동 저항의 저항값을 계산합니다.

$$R_{br} = \frac{Udc^2}{P_{peak}} [\Omega]$$

제동 저항 성능은 직류단 전압(U_{dc})에 따라 다릅니다.

U_{dc}는 제동이 활성화되는 시점의 전압입니다. FC 시리즈 제동 기능은 주전원 공급에 따라 결정됩니다.

주전원 공급 입력 [V AC]	제동 활성화 [V DC]	고 전압 경고 [V DC]	과 전압 알람 [V DC]
FC 202 3x200-240	390	405	410
FC 202 3x380-480	778	810	820
FC 202 3x525-600 1)	943	965	975
FC 202 3x525-600 2)	1099	1109	1130
FC 202 3x525-690	1099	1109	1130

표 3.18 직류단 전압 (U_{dc})

1) 외함 용량 A, B, C

2) 외함 용량 D, E, F

제동 저항 R_{rec}을 사용하여 주파수 변환기가 가장 높은 제동 토오크($M_{br(\%)}$) 160%에서 제동이 가능한지 확인합니다. 식은 다음과 같습니다.

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

η_{motor} 값은 일반적으로 0.90이고
η_{VLT} 값은 일반적으로 0.98입니다.

저항 값이 높은 제동 저항을 선택하면 160%/150%/110%의 제동 토오크에 도달할 수 없으며 보호를 위해 주파수 변환기가 직류단 과전압을 차단하게 될 위험이 있습니다.

낮은 토오크에서, 예를 들어, 80% 토오크에서 제동하는 경우 낮은 전력 등급의 제동 저항을 설치할 수 있습니다. R_{rec}을 계산하기 위한 식을 사용하여 용량을 계산합니다.

주파수 변환기 D 및 F 외함 용량에는 하나 이상의 제동 초퍼가 있습니다. 이러한 외함 용량에는 각 초퍼에 하나의 제동 저항을 사용합니다.

*VLT® 제동 저항 MCE 101 설계 지침서*에는 최신 선정 데이터가 수록되어 있으며 다음과 같은 계산 단계가 보다 자세히 설명되어 있습니다.

- 제동 동력의 계산
- 제동 저항 피크 전력의 계산
- 제동 저항 평균 전력의 계산
- 관성 제동

3.4.13 제동 저항 배선

EMC (꼬여 있는 케이블/차폐)
주파수 변환기에 지정된 EMC 성능을 충족하려면 차폐 케이블/와이어를 사용합니다. 비차폐 와이어를 사용하는 경우 와이어를 꼬아서 제동 저항과 주파수 변환기 사이 와이어의 전기적 노이즈를 줄이는 것이 좋습니다.

EMC 성능을 향상시키기 위해 금속 차폐선을 사용합니다.

3

3.4.14 제동 저항 및 제동 IGBT

제동 저항 전력 감시
또한 제동 동력 감시 기능을 통해 순간 동력 및 선택한 시간 동안의 평균 동력을 읽을 수 있습니다. 제동 장치는 또한 동력의 에너지화를 감시할 수 있으며 *2-12 제동 동력 한계(kW)*에서 선택한 한계를 초과해서는 안됩니다. 제동 저항에 전달된 동력이 *2-12 제동 동력 한계 (kW)*에서 설정한 한계를 초과할 때 수행할 기능을 *2-13 제동 동력 감시*에서 선택합니다.

주의 사항

제동 동력 감시는 안전 기능을 충족하지 않습니다. 제동 저항 회로는 접지 누설이 보호되어 있지 않습니다.

제동 장치는 제동 저항의 단락으로부터 보호되고 제동 트랜지스터는 트랜지스터의 단락을 감지하기 위해 감시를 받습니다. 릴레이 또는 디지털 출력을 사용하여 주파수 변환기의 결함이 있는 경우 과부하로부터 제동 저항을 보호합니다.

*과전압 제어 (OVC)*는 *2-17 과전압 제어*에서 제동 기능 대신 선택할 수 있습니다. 직류단 전압이 증가하는 경우 이 기능은 모든 유닛에 대해 활성화됩니다. 이 기능은 트립되지 않게 합니다. 직류단에서 전압을 제한, 출력 주파수를 증가시켜 트립되지 않도록 할 수 있습니다. 이 기능은 특히 감속 시간이 너무 짧을 경우 주파수 변환기가 트립되지 않도록 하는데 유용한 기능입니다. 이런 경우에는 감속 시간을 늘리면 됩니다.

3.4.15 에너지 효율

주파수 변환기의 효율
주파수 변환기의 부하는 효율에 거의 영향을 미치지 않습니다.

이는 다른 U/f 특성을 선택해도 주파수 변환기의 효율은 변하지 않음을 의미하기도 합니다. 하지만 U/f 특성은 모터의 효율에는 영향을 미칩니다.

스위칭 주파수가 5kHz 이상으로 설정된 경우 효율이 약간 떨어집니다. 또한 모터 케이블의 길이가 30미터 이상인 경우에도 효율이 약간 떨어집니다.

효율 계산
*그림 3.19*를 기준으로 각각 다른 부하에서 주파수 변환기의 효율을 계산합니다. 이 그래프의 계수를 *장 을 7.1 전기적 기술 자료*에 수록된 특정 효율 계수에 곱합니다.

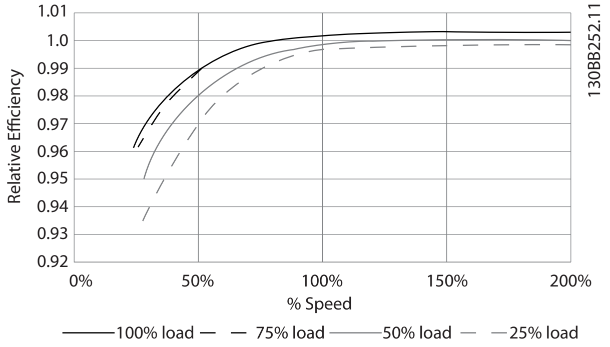


그림 3.19 일반적인 효율 곡선

예: 55 kW, 380-480 V AC 주파수 변환기(25% 부하, 50% 속도 기준)를 가정하겠습니다. 그래프에 0.97이 표시되는 데 55kW FC인버터의 정격 효율은 0.98입니다. 실제 효율은 다음과 같습니다: 0.97 x 0.98=0.95.

모터 효율
주파수 변환기에 연결된 모터의 효율은 전류의 사인 곡선에 따라 달라집니다. 모터 효율은 모터 종류에 따라 달라집니다.

- 정격 토오크의 75-100% 범위에서 주파수 변환기에 의해 제어되거나 주전원에서 직접 구동되는 경우에도 실제 모터 효율은 일정합니다.
- 소형 모터에서 U/f 특성은 효율에 거의 영향을 주지 않습니다. 하지만 11kW 이상의 대형 모터에서는 U/f 특성이 효율에 큰 영향을 미칩니다.
- 스위칭 주파수는 소형 모터의 효율에는 영향을 미치지 않습니다. 11kW 이상의 모터는 높은 스위칭 주파수에서 모터 전류의 사인 곡선의 모양이 거의 완벽하므로 약 1-2% 정도 효율이 증가합니다.

시스템 효율
시스템 효율을 계산하려면, 다음과 같이 주파수 변환기의 효율에 모터의 효율을 곱합니다.

3.5 추가적인 입력 및 출력

3.5.1 배선 약도

올바르게 배선 및 프로그래밍된 경우 제어 단자는 다음을 제공합니다.

- 주파수 변환기에 대한 피드백, 지령 및 기타 입력 신호.
- 주파수 변환기의 출력 상태 및 결함 조건.
- 보조 장비 운전을 위한 릴레이.
- 직렬 통신 인터페이스.
- 24 V 공통.

유닛이나 외부 소스의 전면에 있는 현장 제어 패널(LCP)을 통해 파라미터 옵션을 선택하여 제어 단자를 다양한 기능으로 프로그래밍할 수 있습니다. 대부분의 제어 배선은 공장 발주서에 명시되어 있지 않는 한 고객이 직접 제공합니다.

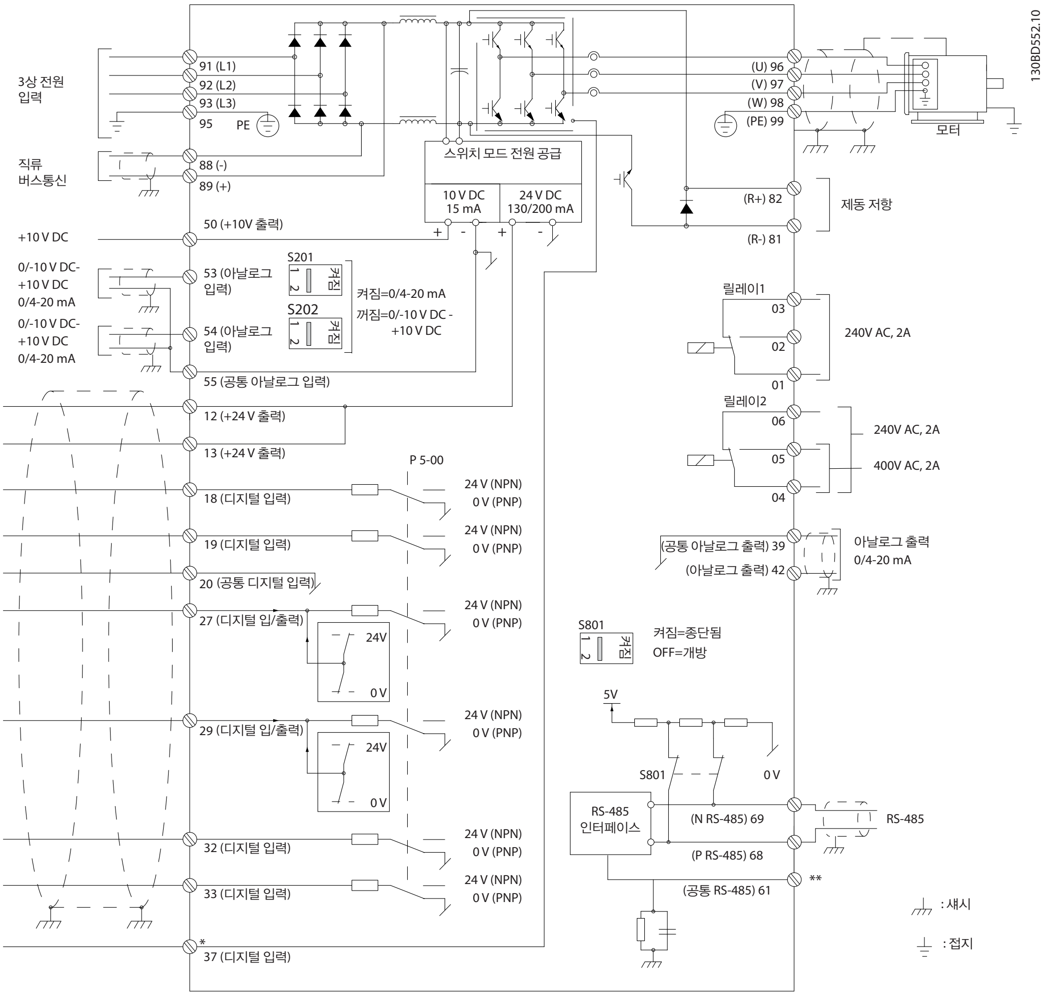


그림 3.20 기본 배선 약도

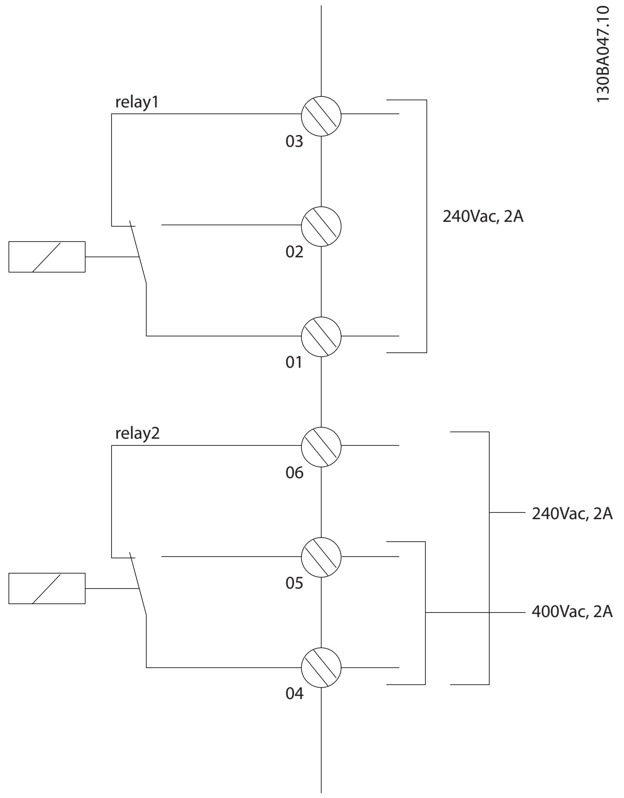
A=아날로그, D=디지털

*단자 37(옵션)은 STO에 사용합니다. STO 설치 지침은 *VLT® 안전 토오크 정지 사용 설명서*를 참조하십시오.

**케이블 차폐선을 연결하지 마십시오.

3

3.5.2 릴레이 연결



릴레이	단자1)	설명
1	1	공통
	2	NO 최대 240 V
	3	NC 최대 240 V
2	4	공통
	5	NC 최대 240 V
	6	NC 최대 240 V
1	01-02	운전 (NO)
	01-03	제동 (NC)
2	04-05	운전 (NO)
	04-06	제동 (NC)

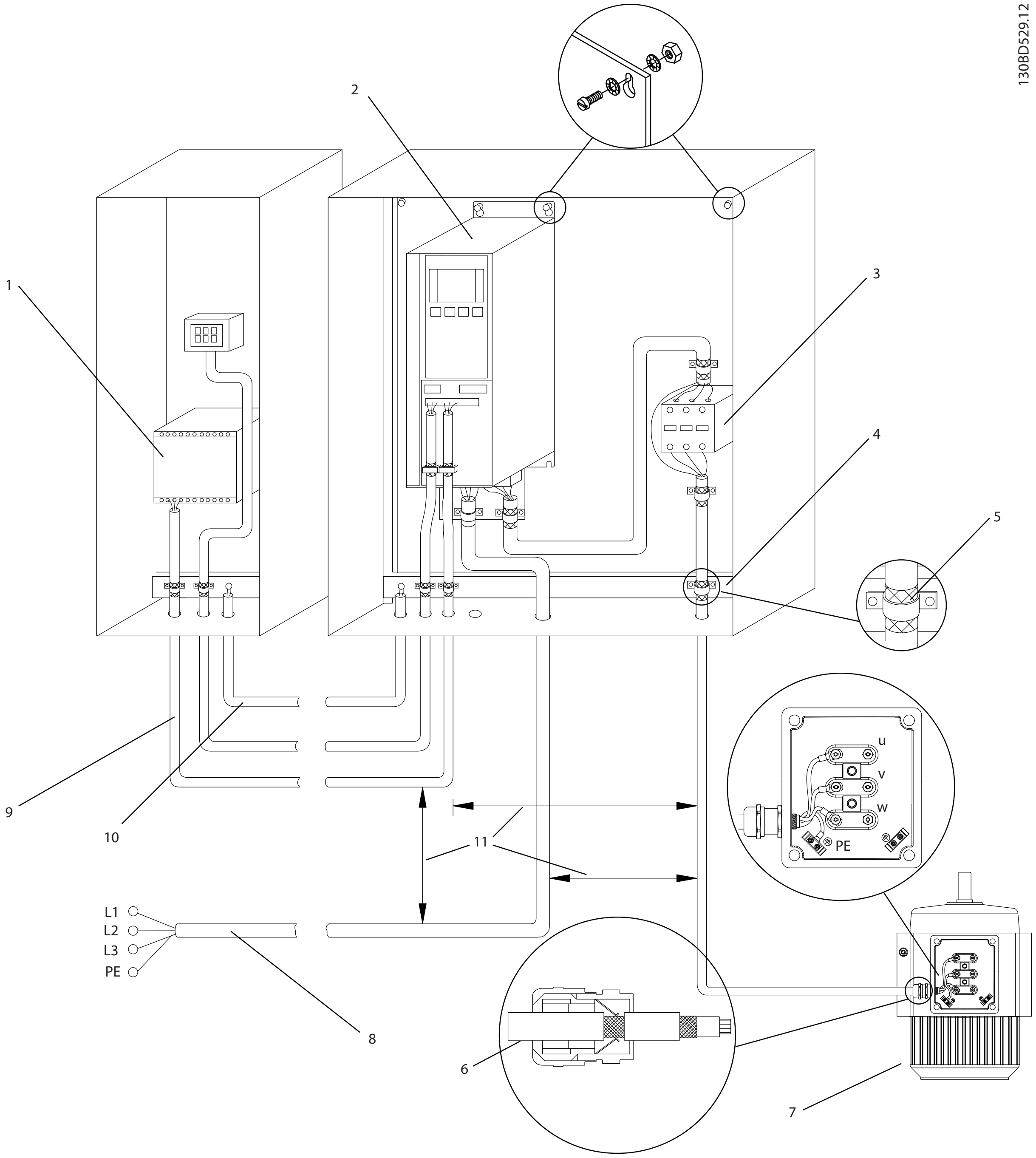
그림 3.21 릴레이 출력 1 및 2, 최대 전압

1) 릴레이 출력을 추가하려면 VLT® 릴레이 옵션 모듈 MCB 105 또는 VLT® 릴레이 옵션 모듈 MCB 113을 설치합니다.

릴레이에 관한 자세한 정보는 *장을 7 사양* 및 *장을 8.3 릴레이 단자 그림*를 참조하십시오.

릴레이 옵션에 관한 자세한 정보는 *장을 3.7 옵션 및 액세서리*를 참조하십시오.

3.5.3 EMC 호환 전기 연결



1	PLC	7	모터, 3상 및 PE (차폐)
2	주파수 변환기	8	주전원, 3상 및 보강 PE (비차폐)
3	출력 콘택터	9	제어 배선 (차폐)
4	케이블 클램프	10	전위 등화 최소 16 mm^2 (0.025인치)
5	케이블 절연 (피복 벗김)	11	제어 케이블, 모터 케이블 및 주전원 케이블 간의 여유 공간: 최소 200 mm
6	케이블 글랜드		

그림 3.22 EMC-호환 전기 연결

EMC에 관한 자세한 정보는 *장을 2.5.18 EMC 준수* 및 *장을 3.2 EMC, 고조파 및 접지 누설 보호*를 참조하십시오.

주의 사항

EMC 간섭

모터 및 제어 배선에는 차폐 케이블을 사용하고 입력 전원, 모터 배선 및 제어 배선에는 개별 케이블을 사용합니다. 전원, 모터 및 제어 케이블을 절연하지 못하면 의도하지 않은 동작이나 성능 감소로 이어질 수 있습니다. 전원, 모터 및 제어 케이블 간에는 최소 200 mm(7.9인치)의 여유 공간이 필요합니다.

3.6 기계적 계획

3.6.1 여유 공간

옆면끼리 나란히 붙여서 설치하는 방법은 IP21/IP4X/ TYPE 1 외함 키트가 사용되는 경우를 제외하고는 모든 외함 용량에 적합합니다(*장을 3.7 옵션 및 액세서리* 참조).

수평 여유 공간, IP20

IP20 A 및 B 외함 용량은 여유 공간 없이 옆면끼리 나란히 붙일 수 있습니다. 하지만 올바른 장착 순서가 중요합니다. *그림 3.23*는 올바르게 장착하는 방법을 보여줍니다.

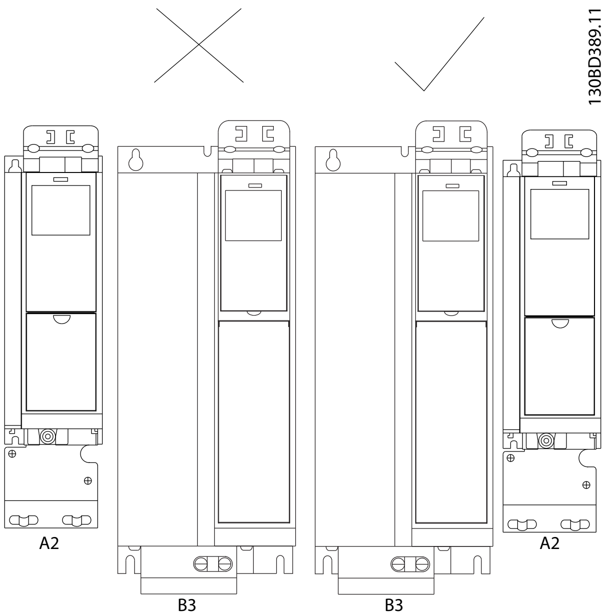


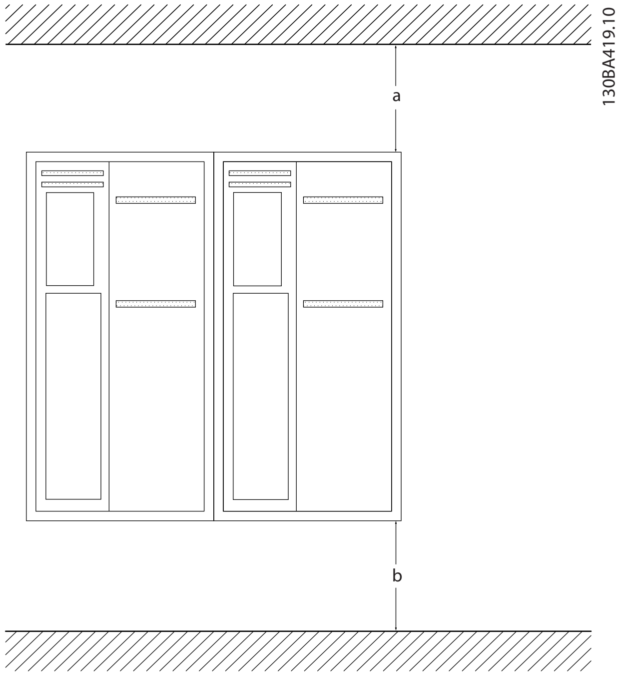
그림 3.23 여유 공간 없이 옆면끼리 나란히 붙여서 올바르게 장착하는 방식

수평 여유 공간, IP21 외함 키트

외함 A1, A2 또는 A3에서 IP 21 외함 키트를 사용하는 경우에는 주파수 변환기 사이에 최소 50 mm의 여유 공간이 있는지 확인합니다.

수직 여유 공간

최적의 냉각 조건을 위해 주파수 변환기의 상/하부에 충분한 수직 여유 공간이 있는지 확인합니다. *그림 3.24*을(를) 참조하십시오.



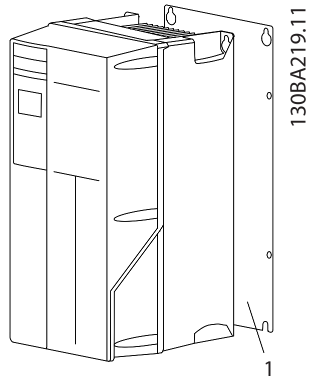
외함 용량	A1*/A2/A3/A4/ A5/B1	B2/B3/B4/ C1/C3	C2/C4
a [mm]	100	200	225
b [mm]	100	200	225

그림 3.24 수직 여유 공간

3.6.2 벽면 장착

평평한 벽에 장착하는 경우 백플레이트가 필요 없습니다.

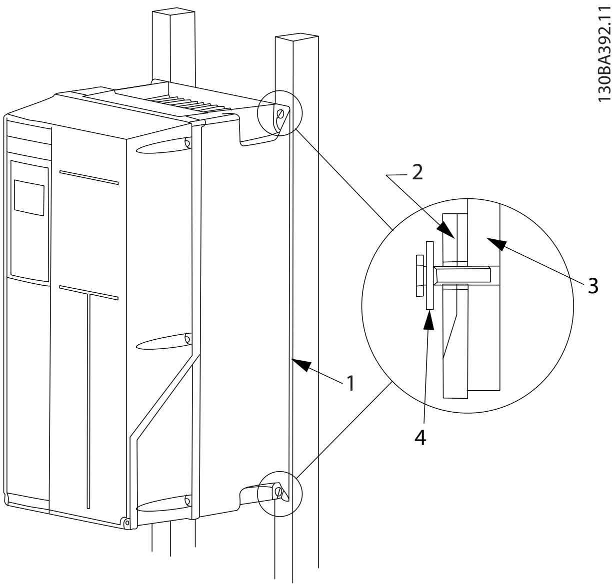
고르지 않은 벽에 장착하는 경우 백플레이트를 사용하여 냉각 공기가 충분히 방열판을 지나도록 합니다. 백플레이트는 외함 A4, A5, B1, B2, C1 및 C2에만 사용합니다.



1	백플레이트

그림 3.25 백플레이트를 사용한 장착

보호 등급 IP66을 갖춘 주파수 변환기의 경우 섬유 또는 나일론 와셔를 사용하여 에폭시 코팅을 보호합니다.



1	백플레이트
2	IP66 외함을 갖춘 주파수 변환기
3	백플레이트
4	섬유 와셔

그림 3.26 보호 등급 IP66의 경우 백플레이트를 사용한 장착

3.6.3 접근

장착에 앞서 케이블 배선을 위한 접근성을 계획하려면 *장을 8.1 주전원 연결 그림(3상)* 및 *장을 8.2 모터 연결부 그림*의 그림을 참조하십시오.

3.7 옵션 및 액세서리

옵션
발주 번호는 *장을 6 유형 코드 및 선택항목* 참조

주전원 차폐

- Lexan® 차폐선은 입력 전원 단자 및 입력 플레이트 전면에 장착되어 외함 도어가 열릴 때 실수로 접촉하지 못하게 합니다.
- 공간 히터 및 써모스탯: F 프레임의 캐비닛 안쪽에 장착되어 자동 써모스탯을 통해 제어되는 공간 히터는 외함 내부의 응결을 방지합니다. 써모스탯 초기 설정값에 따라 히터는 10 °C (50 °F)에서 켜지고 15.6°C(60°F)에서 꺼집니다.

RFI 필터

- 주파수 변환기에는 기본적으로 클래스 A2 RFI 필터가 통합되어 있습니다. 추가적인 RFI/EMC 보호 수준이 필요한 경우 옵션인 클래스 A1 RFI 필터를 사용하면 해결할 수 있으며 이 필터는 EN 55011에 따라 무선 주파수 간섭 및 전자기 복사 저감을 제공합니다.

잔류 전류 장치(RCD)
코어 밸런스 기법을 사용하여 접지된 시스템 및 고저항으로 접지된 시스템(IEC 용어로 TN 및 TT 시스템)의 접지 결함 전류를 감시합니다. 여기에는 사전 경고(주 알람 설정포인트의 50%)와 주 알람 설정포인트가 있습니다. 각 설정포인트와 연결된 릴레이는 외부 용도의 SPDT 알람 릴레이이며 외부 *윈도우형* 전류 변압기(고객이 직접 공급 및 설치)가 필요합니다.

- 주파수 변환기의 안전 토오크 정지 회로에 내장
- IEC 60755 Type B 장치는 펄스 직류 및 순 직류 접지 결함 전류를 감시합니다.
- 접지 결함 전류 수준(설정포인트의 10-100%)을 나타내는 LED 막대형 그래프 표시기
- 메모리 오류
- TEST/RESET 키

절연 저항 감시장치(IRM)
접지되지 않은 시스템(IEC 용어로 IT 시스템)의 시스템 위상 도체와 접지 간 절연 저항을 감시합니다. 여기에는 저항 사전 경고 및 절연 수준에 대한 주 알람 설정포인트가 있습니다. 각 설정포인트와 연결된 알람 릴레이는 SPDT 알람 릴레이로, 외부용입니다. 참고: 단 하나의 절연 저항 감시장치만 각각의 접지되지 않은(IT) 시스템에 연결할 수 있습니다.

- 주파수 변환기의 안전 정지 회로에 내장
- 절연 저항을 표시하는 LCD 표시창
- 메모리 오류
- 정보, 테스트 및 리셋 키

제동 초퍼 (IGBT)

- IGBT 제동 초퍼 회로가 있는 제동 단자에는 외부 제동 저항의 연결이 허용됩니다. 제동 저항에 관한 자세한 정보는 *장을 3.4.12 제동 저항 계산* 및 를 참조하십시오.

재생 단자

- 이러한 단자는 재생 제동을 위해 직류단 리액터의 커패시터 뱅크 측에 있는 직류 버스통신에 재생 유닛의 연결을 허용합니다. F 프레임 재생 단자는 주파수 변환기 정격 등급의 약 1/2에 맞게 용량이 결정되어 있습니다. 특정 주파수 변환기 용량 및 전압을 기준으로 한 재생 전력 한계는 공장에 문의하십시오.

부하 공유 단자

- 이러한 단자는 직류단 리액터의 정류기 측에 있는 직류 버스통신에 연결하고 여러 장치의 직류 버스통신 전력의 공유를 허용합니다. F 프레임 부하 공유 단자는 주파수 변환기 전력 등급의 약 1/3에 맞게 용량이 결정되어 있습니다. 특정 주파수 변환기 용량 및 전압을 기준으로 한 부하 공유 한계는 공장에 문의하십시오.

퓨즈

- 주파수 변환기의 신속한 전류 과부하 보호를 위해 퓨즈가 권장됩니다. 퓨즈 보호는 주파수 변환기 손상을 제한하고 고장 시 서비스 시간을 최소화합니다. 퓨즈는 선급 인증을 충족하는 데 필요합니다.

차단

- 도어에 장착된 핸들은 전원 차단 스위치의 수동 작동을 가능하게 하여 주파수 변환기의 전력을 활성화 및 비활성화할 수 있으며 서비스를 받는 동안 안전성이 증가합니다. 차단부는 전원이 인가되어 있는 동안 개방되지 않도록 외함 도어에 인터록되어 있습니다.

회로 차단기

- 회로 차단기는 원격으로 트립할 수 있지만 수동으로 리셋해야 합니다. 회로 차단기는 전원이 인가되어 있는 동안 개방되지 않도록 외함 도어에 인터록되어 있습니다. 회로 차단기를 옵션으로 주문한 경우 주파수 변환기의 신속한 전류 과부하 보호를 위해 퓨즈가 포함되어 있습니다.

콘택터

- 전기적으로 제어되는 콘택터 스위치는 주파수 변환기의 전력을 원격으로 활성화 및 비활성화할 수 있습니다. IEC 비상 정지 옵션을 주문한 경우 Pilz 안전이 콘택터의 보조 접점을 감시합니다.

수동 모터 스타터

대형 모터에 주로 필요한 전기 냉송풍기를 위해 3상 전원을 제공합니다. 스타터용 전원은 제공된 콘택터, 회로 차단기 또는 차단 스위치의 부하 측과 클래스 1 RFI 필터(옵션)의 입력 측에서 제공됩니다. 전원은 각 모터 스타터 이전에 퓨즈 처리되어 있으며 주파수 변환기에 입력되는 전원이 꺼질 때 전원이 꺼집니다. 최대 2개의 스타터가 허용됩니다(하나가 30암페어인 경우에는 퓨즈 보호 회로가 주문됩니다). 주파수 변환기의 안전 토오크 정지 회로에 내장되어 있습니다.

유닛의 기능은 다음과 같습니다.

- 운전 스위치(on/off).
- 단락 및 과부하 보호(테스트 기능 포함).
- 수동 리셋 기능.

30암페어, 퓨즈 보호 단자

- 고객의 보조 장비의 전원 공급을 위해 입력되는 주전원 전압과 일치하는 3상 전원.
- 2개의 수동 모터 스타터가 선택된 경우에는 사용할 수 없습니다.
- 주파수 변환기에 입력되는 전원이 꺼질 때 단자가 꺼집니다.
- 퓨즈 보호 단자용 전원은 제공된 콘택터, 회로 차단기 또는 차단 스위치의 부하 측과 클래스 1 RFI 필터(옵션)의 입력 측에서 제공됩니다.

24V DC 전원 공급

- 5 A, 120 W, 24 V DC.
- 출력 과전류, 과부하, 단락 및 과열로부터 보호.
- 센서, PLC I/O, 콘택터, 온도 탐침, 표시등 및/또는 기타 전자 장치와 같이 고객이 제공한 부속 장치의 전원 공급용.
- 진단에는 건식 직류 가능 접점, 녹색 직류 가능 LED 및 적색 과부하 LED가 포함되어 있습니다.

외부 온도 감시

- 모터 와인딩 및/또는 베어링과 같이 외부 시스템 구성 요소의 온도를 감시하도록 설계되어 있습니다. 8개의 범용 입력 모듈과 2개의 정밀 써미스터 입력 모듈이 포함되어 있습니다. 모듈 10개가 모두 주파수 변환기의 안전 토오크 정지 회로에 내장되어 있으며 필드버스 네트워크를 통해 감시할 수 있습니다(별도의 모듈/버스통신 커플러를 구매해야 합니다). 외부 온도 감시를 선택할 수 있도록 안전 토오크 정지 제동 옵션을 주문합니다.

직렬 통신

PROFIBUS DP V1 MCA 101

- PROFIBUS DP V1은 폭넓은 호환성, 높은 수준의 가용성, 모든 주요 PLC 벤더 지원 및 향후 버전과의 호환성을 제공합니다.
- GSD 파일을 통한 신속하고 효율적인 통신, 투명성 있는 설치, 고급 진단 및 파라미터화 및 공정 데이터의 자동 구성.
- PROFIBUS DP V1, PROFIdrive 또는 댄포스 FC 프로필 상태 장비, PROFIBUS DP V1, 마스터 클래스 1 및 2 발주 번호 130B1100 비코팅 – 130B1200 코팅 (클래스 G3/ISA S71.04-1985)의 주기적 파라미터화.

DeviceNet MCA 104

- 이 현대적인 통신 모델은 어떤 정보가 필요하고 언제 정보가 필요한지 효율적으로 판단할 수 있게 하는 주요 기능을 제공합니다.
- 제품의 상호 호환성을 보장하는 ODVA의 엄격한 적합성 테스트 정책을 통해 혜택을 제공합니다. 발주 번호 130B1102 비코팅 130B1202 코팅 (클래스 G3/ISA S71.04-1985).

PROFINET RT MCA 120

PROFINET 옵션은 PROFINET 프로토콜을 통해 PROFINET 기반 네트워크에 대한 연결을 제공합니다. 이 옵션은 양방향에서 1 ms까지 실제 패킷 간격을 낮춰 단일 연결을 처리합니다.

- 원격 진단 및 기본 주파수 변환기 파라미터 읽기를 위한 내장형 웹 서버.
- 특정 경고 또는 알람이 발생하거나 다시 해결된 경우 이메일 메시지를 한 명 이상의 수신자에게 전송할 용도로 이메일 알림을 구성할 수 있습니다.
- MCT 10 셋업 소프트웨어에서 주파수 변환기 구성 데이터에 쉽게 접근하기 위한 TCP/IP.
- 파일 업로드 및 다운로드를 위한 FTP (File Transfer Protocol, 파일 전송 프로토콜).
- DCP(discovery and configuration protocol, 검색 및 구성 프로토콜)의 지원.

EtherNet IP MCA 121

EtherNet은 작업 현장의 차세대 통신 표준으로 자리잡고 있습니다. EtherNet 옵션은 산업용 최신 기술을 기반으로 하며 가장 어려운 요구사항도 처리합니다. EtherNet/IP는 상업 규격 EtherNet을 동일한 상위 프로토콜인 공통 산업용 프로토콜(CIP™) 및 DeviceNet의 개체 모델까지 확장합니다. MCA 121는 다음으로 고급 기능을 제공합니다.

- 라인 토폴로지를 활성화하고 외부 스위치의 필요성을 없애는 내장형 고성능 스위치.
- 고급 스위치 및 진단 기능.
- 내장형 웹 서버.
- 서비스 알림을 위한 이메일 클라이언트.

Modbus TCP MCA 122

Modbus 옵션은 Modbus TCP 프로토콜을 통해 Groupe Schneider PLC 시스템과 같은 Modbus TCP 기반 네트워크에 대한 연결을 제공합니다. 이 옵션은 양방향에서 5 ms까지 실제 패킷 간격을 낮춰 단일 연결을 처리합니다.

- 원격 진단 및 기본 주파수 변환기 파라미터 읽기를 위한 내장형 웹 서버.
- 특정 경고 또는 알람이 발생하거나 다시 해결된 경우 이메일 메시지를 한 명 이상의 수신자에게 전송할 용도로 이메일 알림을 구성할 수 있습니다.
- 내장 스위치가 있는 이더넷 포트 2개.
- 파일 업로드 및 다운로드를 위한 FTP (file transfer protocol, 파일 전송 프로토콜).
- 프로토콜 자동 IP 주소 구성.

보다 자세한 옵션

일반용 I/O MCB 101

I/O 옵션은 확장된 개수의 제어 입력 및 출력을 제공합니다.

- 3개의 디지털 입력 0-24 V: 논리 0<5 V; 논리 1>10 V
- 2개의 아날로그 입력 0-10 V: 분해능 10비트 + 기호
- 2개의 디지털 출력 NPN/PNP 푸시-풀
- 1개의 아날로그 출력 0/4-20 mA
- 스프링 작동 연결부
- 별도의 파라미터 설정 발주 번호 130B1125 비코팅 - 130B1212 코팅 (클래스 G3/ISA S71.04-1985)

릴레이 옵션 MCB 105

3개의 추가 릴레이 출력으로 릴레이 기능 확장이 가능합니다.

- 최대 단자 부하: AC-1 저항 부하: 240 V AC 2 A AC-15
- 유도 부하 @cos ϕ 0.4: 240 V AC 0.2 A DC-1
- 저항 부하: 24 V DC 1 A DC-13
- 유도 부하: @cos ϕ 0.4: 24V DC 0.1A
- 최소 단자 부하: DC 5 V: 10mA
- 정격 부하/최소 부하 시 최대 스위칭율: 6 분-1/20초-1
- 발주 번호 130B1110 비코팅-130B1210 코팅 (클래스 G3/ISA S71.04-1985)

아날로그 I/O 옵션 MCB 109

이 아날로그 입력/출력 옵션은 추가 입력/출력을 사용하여 고급 성능 및 제어로 업그레이드할 수 있도록 주파수 변환기에 쉽게 장착할 수 있습니다. 이 옵션은 또한 주파수 변환기에 내장된 클럭을 위해 배터리 예비 공급 장치가 있는 주파수 변환기로 업그레이드합니다. 이는 모든 주파수 변환기 클럭 기능을 시간 예약 동작으로 안정감 있게 사용할 수 있게 합니다.

- 3개의 아날로그 입력 - 전압 입력 및 온도 입력으로 각각 구성 가능.
- 0-10V 아날로그 신호, PT1000 및 NI1000 온도 입력의 연결.
- 3개의 아날로그 출력 - 0-10 V 출력으로 각각 구성 가능.
- 주파수 변환기의 표준 클럭 기능을 위해 예비 공급 장치 포함. 예비 배터리는 일반적으로 10년간 지속되지만 환경에 따라 다릅니다. 발주

번호 130B1143 비코팅 – 130B1243 코팅 (클래스 G3/ISA S71.04-1985).

PTC 써미스터 카드 MCB 112
STO가 있는 모든 댄포스 주파수 변환기는 MCB 112 PTC 써미스터 카드를 사용하여 폭발성 대기환경에서 모터를 감시할 수 있습니다. MCB 112는 내장형 ETR 기능 및 써미스터 써멀에 비해 우수한 성능을 제공합니다.

- 과열로부터 모터를 보호합니다.
- EX d 및 EX e 모터에 사용할 수 있는 ATEX 인증.
- 댄포스 주파수 변환기의 안전 토오크 정지 기능을 사용하여 과열이 발생하는 경우 모터를 정지합니다.
- 영역 1, 2, 21 및 22에서 모터를 보호하는 용도로 인증.
- 최대 SIL2 인증.

센서 입력 카드 MCB 114
옵션은 모터의 베어링 및 와인딩 온도를 감시함으로써 모터가 과열되지 않게 보호합니다. 한계 뿐만 아니라 동작을 조정할 수 있으며 개별 센서 온도는 표시창의 판독값이나 필드버스를 통해 볼 수 있습니다.

- 과열로부터 모터를 보호합니다.
- 2선 또는 3선 PT100/PT1000 센서를 위한 3개의 자체 감지 센서 입력.
- 1개의 추가적인 아날로그 입력 4-20mA

확장형 캐스케이드 컨트롤러 MCO 101
내장형 캐스케이드 컨트롤러는 장착이 용이하며 업그레이드를 통해 마스터/슬레이브 모드로 더 많은 펌프와 더 많은 고급 펌프 제어를 작동할 수 있습니다.

- 표준 캐스케이드 셋업 시 최대 6개의 펌프
- 마스터/슬레이브 셋업 시 최대 6개의 펌프
- 기술 사양: MCB 105 릴레이 옵션 참조

확장형 릴레이 카드 MCB 113
확장형 릴레이 카드 MCB 113는 유연성 증대를 위해 VLT® AQUA Drive에 입력/출력을 추가합니다.

- 7개의 디지털 입력: 0-24V
- 2개의 아날로그 출력: 0/4-20mA
- 4개의 SPDT 릴레이
- 부하 릴레이의 등급: 240 V AC/2 A (Ohm)
- NAMUR 권장사항 충족
- 갈바닉 절연 성능 발주 번호 130B1164 비코팅 – 130B1264 코팅 (클래스 G3/ISA S71.04-1985)

MCO 102 고급형 캐스케이드 컨트롤러
주파수 변환기에 내장된 표준 캐스케이드 컨트롤러의 기능을 확장합니다.

- 추가 모터의 스테이징을 위해 8개의 추가 릴레이를 제공합니다.
- 여러 펌프 또느 송풍기를 사용하는 시스템의 효율을 최적화하도록 정확한 유량, 압력 및 레벨 제어를 제공합니다.
- 마스터/슬레이브 모드는 동일한 속도로 모든 송풍기/펌프를 구동하며 라인 전원 리셋에 걸쳐 밸브 스로틀링 또는 기존 방식에 비해 에너지 소모를 줄일 수 있습니다.
- 리드 펌프 절체는 여러 펌프 또는 송풍기가 균등하게 사용되도록 합니다.

24 V DC 공급 옵션 MCB 107
이 옵션은 외부 DC 공급에 연결하여 주전원이 차단되었을 때 제어부와 기타 설치된 옵션이 활성 상태를 유지할 수 있게 합니다.

- 입력 전압 범위: 24 V DC +/- 15% (10초 내 최대 37 V).
- 최대 입력 전류: 2.2 A.
- 최대 케이블 길이: 75 m.
- 입력 캐피턴스 부하: <10 uF.
- 전원인가 지연: <0.6 s.
- 기존 시스템의 주파수 변환기에 설치 용이.
- 정전 중에 제어반 및 옵션의 활성 상태 유지.
- 정전 중 필드버스의 활성 유지 발주 번호 130B1108 비코팅 – 130B1208 코팅 (클래스 G3/ISA S71.04-1985).

3.7.1 통신 옵션

- VLT® PROFIBUS DP V1 MCA 101
- VLT® DeviceNet MCA 104
- VLT® PROFINET MCA 120
- VLT® EtherNet/IP MCA 121
- VLT® Modbus TCP MCA 122

자세한 정보는 *장을 7 사양*를 참조하십시오.

3.7.2 입력/출력, 피드백 및 안전 옵션

- VLT® 일반용 I/O 모듈 MCB 101
- VLT® 릴레이 카드 MCB 105
- VLT® PTC 써미스터 카드 MCB 112
- VLT® 확장형 릴레이 카드 MCB 113
- VLT® 센서 입력 옵션 MCB 114

자세한 정보는 *장을 7 사양*를 참조하십시오.

3.7.3 캐스케이드 컨트롤러 옵션

캐스케이드 컨트롤러 옵션은 사용 가능한 릴레이 개수를 확대합니다. 옵션 중 하나가 설치되면 캐스케이드 컨트롤러 기능을 지원하는 데 필요한 파라미터는 제어 패널을 통해 사용할 수 있습니다.

MCO 101과 102는 VLT® AQUA Drive의 펌프 대수를 늘리고 내장 캐스케이드 컨트롤러 기능을 확장하는 데 사용하는 추가 옵션입니다.

다음의 캐스케이드 제어 옵션은 VLT® AQUA Drive에 사용할 수 있습니다.

- 내장된 기본형 캐스케이드 컨트롤러(표준 캐스케이드 컨트롤러)
- MCO 101 (확장형 캐스케이드 컨트롤러)
- MCO 102 (고급형 캐스케이드 컨트롤러)

자세한 정보는 *장을 7 사양*를 참조하십시오.

확장형 캐스케이드 컨트롤러는 다음과 같이 2가지 각기 다른 모드로 사용할 수 있습니다.

- 파라미터 그룹 *27-** 캐스케이드 CTL 옵션*에 의해 제어되는 확장 기능을 사용하는 방식.
- 기본형 캐스케이드에 사용 가능한 릴레이 개수를 늘리기 위해 파라미터 그룹 *25-** 캐스케이드 컨트롤러*를 제어하는 방식.

MCO 101을 사용하면 캐스케이드 제어에 총 5개의 릴레이를 사용할 수 있고, MCO 102를 사용하면 총 8대의 펌프를 제어할 수 있습니다. 이 옵션은 펌프 당 2개의 릴레이로 리드 펌프를 절체할 수 있습니다.

주의 사항

MCO 102가 설치된 경우, 릴레이 옵션 MCB 105는 릴레이 개수를 13개까지 늘릴 수 있습니다.

어플리케이션

캐스케이드 컨트롤러는 에너지 효율적인 방식으로 병렬 펌프 또는 팬을 제어하는 데 사용되는 공통 제어 시스템입니다.

캐스케이드 컨트롤러 옵션은 다음을 통해 병렬로 구성된 여러 펌프를 제어할 수 있습니다.

- 개별 펌프의 자동 전원 공급/차단.
- 펌프의 속도 제어.

캐스케이드 컨트롤러를 사용하면 유량 또는 압력에 필요한 시스템 출력을 충족시키기 위해 필요에 따라 각각의 펌프에 자동으로 전원을 공급(스테이징)하고 전원을 차단(디스테이징)할 수 있습니다. VLT® AQUA Drive에 연결된 펌프의 속도는 또한 지속적인 시스템 출력 범위를 제공하기 위해 제어됩니다.

지정 용도

캐스케이드 컨트롤러는 펌프 어플리케이션에 사용하도록 되어 있으나 여러 대의 모터를 병렬로 구성해야 하는 어플리케이션에도 캐스케이드 컨트롤러를 사용할 수 있습니다.

운전 방식

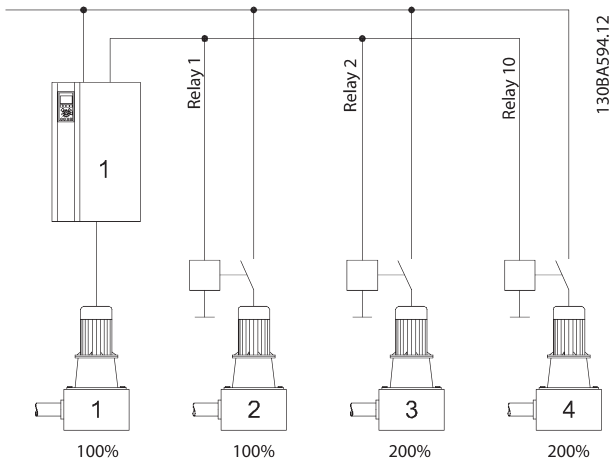
캐스케이드 컨트롤러 소프트웨어는 캐스케이드 컨트롤러 옵션 카드와 함께 단일 주파수 변환기에서 실행됩니다. 이는 주파수 변환기에 의해 각각 제어되거나 콘택터 또는 소프트 스타터에 연결된 여러 대의 펌프를 제어합니다.

시스템에 추가되는 주파수 변환기(슬레이브 주파수 변환기)에는 캐스케이드 컨트롤러 옵션 카드가 필요 없습니다. 이들은 개회로 모드에서 운전하며 마스터 주파수 변환기에서 속도 지령을 받습니다. 슬레이브 주파수 변환기에 연결된 펌프는 가변 속도 펌프라고 합니다.

콘택터나 소프트 스타터를 통해 주전원에 연결된 펌프는 고정 속도 펌프라고 합니다.

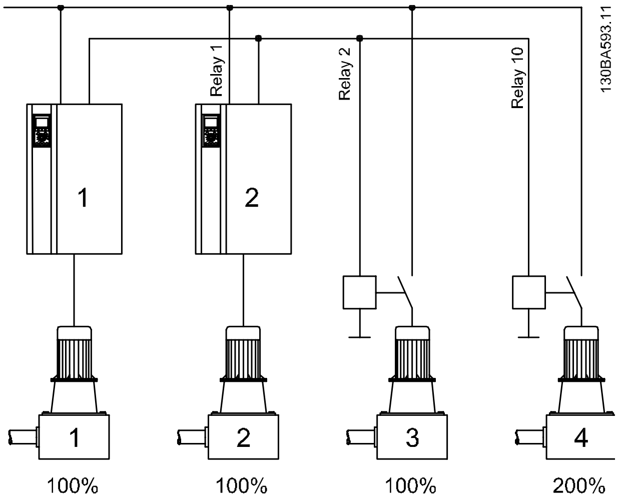
각각의 펌프(가변 속도 또는 고정 속도)는 마스터 주파수 변환기의 릴레이에 의해 제어됩니다.

캐스케이드 컨트롤러 옵션은 가변 속도 펌프와 고정 속도 펌프를 함께 제어할 수 있습니다.



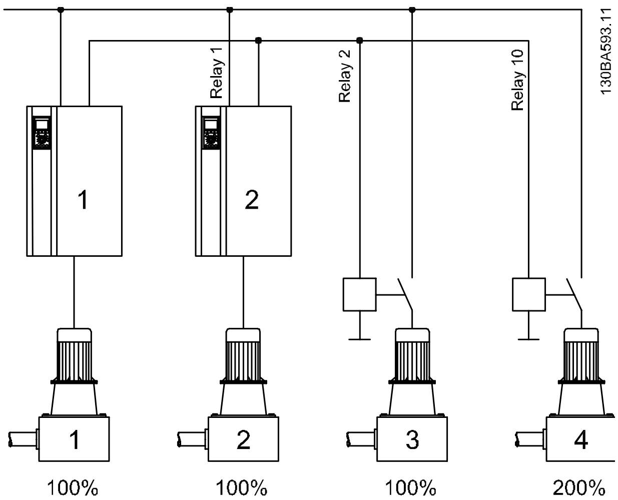
내장	1 VSP + 2 FSP 파라미터 그룹 *25-** 캐스케이드 컨트롤러*
MCO 101	1 VSP + 5 FSP 파라미터 그룹 *25-** 캐스케이드 컨트롤러*
MCO 102	1 VSP + 8 FSP 파라미터 그룹 *25-** 캐스케이드 컨트롤러*

그림 3.27 어플리케이션 개요



내장	-
MCO 101	1 - 6 VSP + 1 - 5 FSP (최대 6대의 펌프) 파라미터 그룹 *27-** 캐스케이드 CTL 옵션*
MCO 102	1 - 8 VSP + 1 - 7 FSP (최대 8대의 펌프) 파라미터 그룹 *27-** 캐스케이드 CTL 옵션*

그림 3.28 어플리케이션 개요



내장	-
MCO 101	6 VSP 파라미터 그룹 *27-** 캐스케이드 CTL 옵션*
MCO 102	8 VSP 파라미터 그룹 *27-** 캐스케이드 CTL 옵션*

그림 3.29 어플리케이션 개요

VSP = 가변 속도 펌프(주파수 변환기에 직접 연결)
FSP = 고정 속도 펌프(모터가 콘택터, 소프트 스타터 또는 스타/델타 스타터를 통해 연결 가능)

3.7.4 제동 저항

모터가 제동장치로 사용되는 어플리케이션의 경우, 에너지가 모터에서 발생하며 주파수 변환기로 재전송됩니다. 에너지가 모터로 재전송되지 못하면 주파수 변환기 직류라인의 전압이 상승합니다. 제동이 빈번하고/하거나 관성 부하가 높은 어플리케이션의 경우, 이러한 전압 상승으로 인해 주파수 변환기에 과전압 트립이 발생할 수 있으며 결국 셧다운됩니다. 제동 저항은 재생 제동으로 인해 너무 많이 발생한 에너지를 소모하는 데 사용됩니다. 저항은 저항 값, 전력 소모율 및 물리적 크기를 기준으로 선정됩니다. 댄포스는 특히 댄포스 주파수 변환기에 알맞게 설계된 다양한 저항을 제공합니다. 제동 저항의 치수는 *장을 3.4.12 제동 저항 계산*를 참조하십시오. 발주 번호는 *장을 6.2 옵션, 액세서리 및 예비 부품*를 참조하십시오.

3.7.5 사인파 필터

모터가 주파수 변환기에 의해 제어될 경우 모터에서 공진 소음이 납니다. 모터 설계에 의한 이 소음은 주파수 변환기의 인버터 스위치를 켜고 끌 때마다 발생합니다. 따라서 공진 소음의 주파수는 주파수 변환기의 스위칭 주파수에 해당합니다.

댄포스는 청각적인 모터 소음을 줄이기 위해 사인파 필터를 제공할 수 있습니다.

필터는 전압의 가속 시간, 피크 부하 전압 U_{PEAK}와 모터의 리플 전류 ΔI를 감소시키며, 이는 전류와 전압이 거의 사인 곡선임을 의미합니다. 따라서, 청각적인 모터 소음은 최소화됩니다.

사인파 필터 코일의 리플 전류도 소음을 약간 발생시킵니다. 외함 등에 필터를 설치하여 문제를 해결합니다.

3.7.6 dU/dt 필터

댄포스는 모터 단자 상간 피크 전압을 줄이고 모터 와인딩 시 절연체에 가해지는 스트레스를 줄이는 수준까지 상승 시간을 낮추는 차동 모드 로우패스 필터인 dU/dt 필터를 제공합니다. 이는 특히 모터 케이블이 짧을 때 해당합니다.

dU/dt 필터에는 사인파 필터(*장을 3.7.5 사인파 필터* 참조)와는 달리 스위칭 주파수보다 높은 차단 주파수가 있습니다.

3.7.7 공통 모드 필터

고주파 공통 모드 코어(HF-CM 코어)는 전자기 간섭을 줄이고 전기 방전을 통해 베어링 손상 가능성을 제거합니다. 이 코어는 특수 나노결정질 자석 코어로, 일반 페라이트 코어에 비해 탁월한 필터링 성능을 갖고 있습니다

다. HF-CM 코어는 위상과 접지 간 공통 모드 인덕터 역할을 합니다.

3개의 모터 위상(U, V, W) 주변에 설치된 공통 모드 필터는 고주파 공통 모드 전류를 감소시킵니다. 결과적으로 모터로부터의 고주파 전자기 간섭이 감소됩니다.

필요한 코어 개수는 모터 케이블 길이 및 주파수 변환기 전압에 따라 다릅니다. 각 키트는 코어 2개로 구성되어 있습니다. *표 3.19*를 참조하여 필요한 코어 개수를 결정합니다.

케이블 길이[1)]	외함 용량				
[m]	A 및 B		C		D
	T2/T4	T7	T2/T4	T7	T7
50	2	4	2	2	4
100	4	4	2	4	4
150	4	6	4	4	4
300	4	6	4	4	6

표 3.19 코어 개수

1) 보다 긴 케이블이 필요한 경우 HF-CM 코어를 추가로 설치합니다.

*그림 3.30*에서와 같이 각 코어에 3개의 모터 위상 케이블(U, V, W)을 통과시켜 HF-CM 코어를 설치합니다.

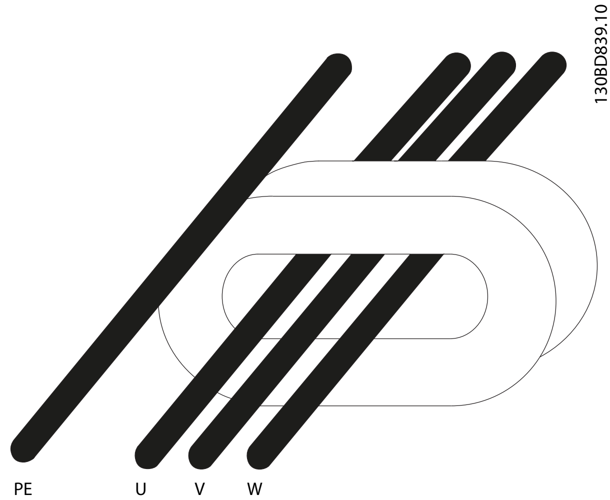


그림 3.30 모터 위상이 있는 HF-CM 코어

3.7.8 고조파 필터

댄포스 AHF 005와 AHF 010은 고급 고조파 필터이며 기존의 고조파 트랩 필터와는 비교도 안 됩니다. 댄포스 고조파 필터는 댄포스 주파수 변환기에 맞게 특별히 설계되었습니다.

댄포스 주파수 변환기 전면에 댄포스 고조파 필터 AHF 005 또는 AHF 010을 연결하면 주전원에 다시 생성된 총 고조파 전류 왜곡이 5% 및 10%까지 감소됩니다.

3.7.9 IP21/NEMA Type 1 외함 키트

IP20/IP4X top/NEMA TYPE 1은 IP20 소형 유닛에 사용할 수 있는 선택사양 외함 부품입니다.
외함 키트를 사용하는 경우 IP21/4x top/TYPE 1에 부합하도록 IP20 유닛을 업그레이드할 수 있습니다.

IP4X top은 모든 표준 IP20 FC 202 제품에 적용할 수 있습니다.

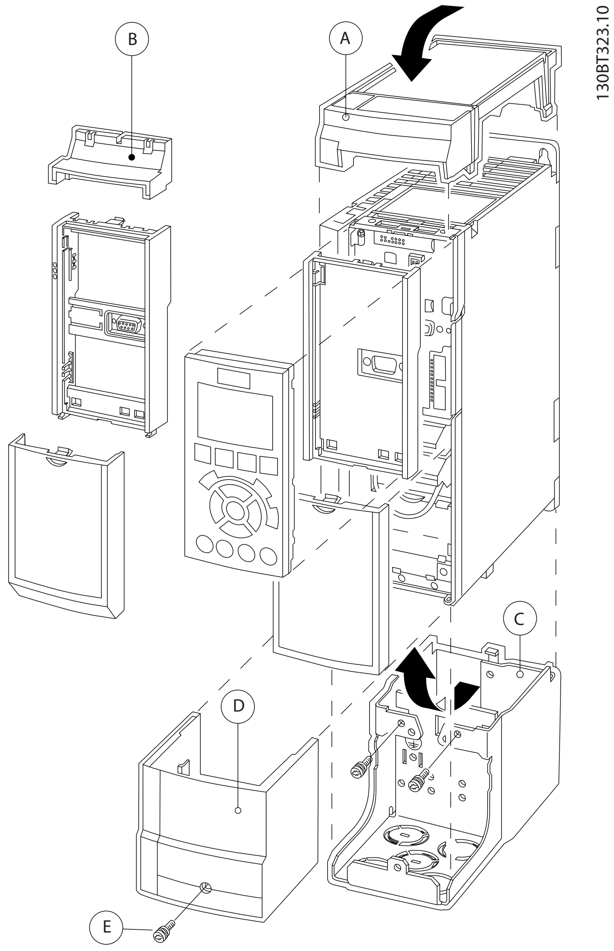
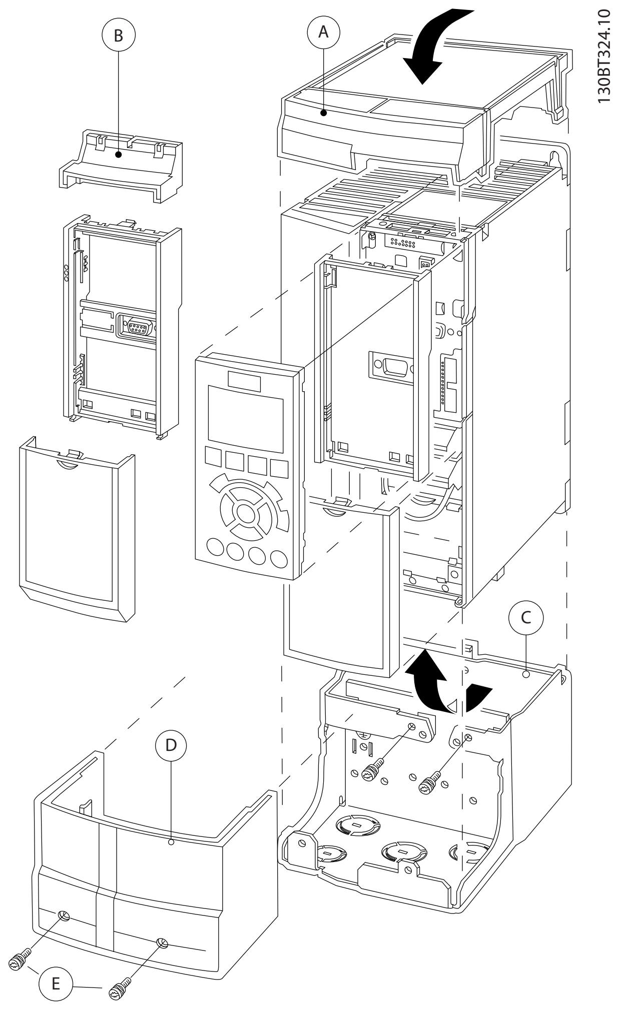


그림 3.31 외함 용량 A2



A	상부 덮개
B	모서리 덮개
C	하부
D	하부 덮개
E	나사

그림 3.32 외함 용량 A3

상부 덮개를 그림과 같이 놓습니다. A 옵션이나 B 옵션을 사용하는 경우에는 모서리 덮개를 설치하여 상부를 완전히 덮어야 합니다. 하부 C를 주파수 변환기의 하단에 놓고 액세서리 백에 있는 클램프를 사용하여 케이블을 올바르게 고정시킵니다.

케이블 그랜드용 구멍:

- 용량 A2: 2x M25 및 3xM32
- 용량 A3: 3xM25 및 3xM32

외함 종류	높이 A [mm]	너비 B [mm]	깊이 C[1)] [mm]
A2	372	90	205
A3	372	130	205
B3	475	165	249
B4	670	255	246
C3	755	329	337
C4	950	391	337

표 3.20 치수

1) 옵션 A/B가 사용되는 경우, 깊이가 증가합니다(자세한 내용은 장을 7.8 전원 등급, 중량 및 치수 참조).

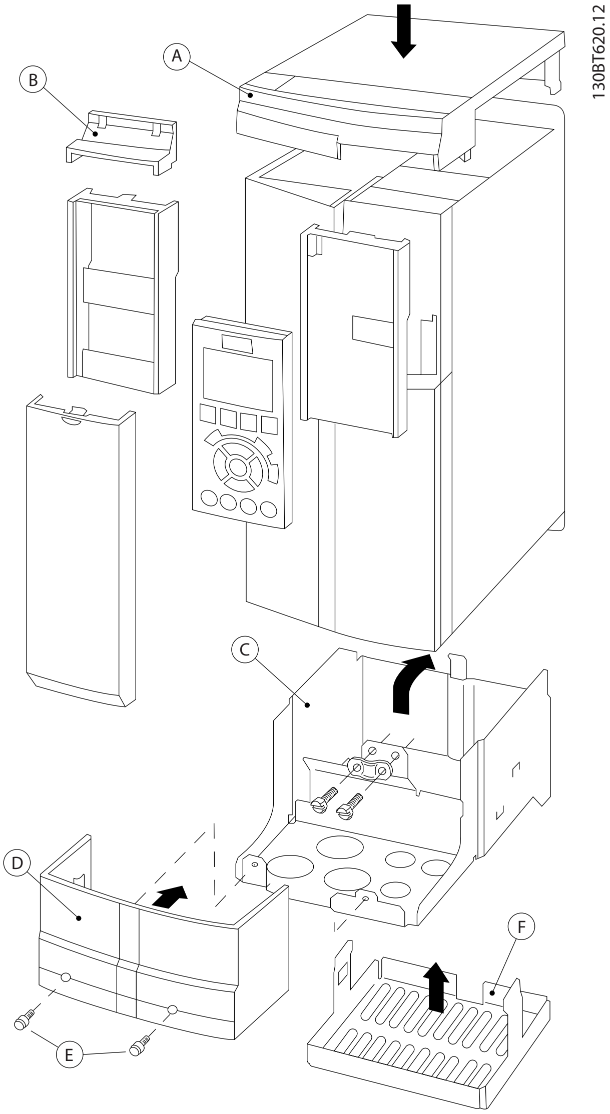


그림 3.33 외함 용량 B3

그림 3.34 외함 용량 B4, C3 및 C4

A	상부 덮개
B	모서리 덮개
C	하부
D	하부 덮개
E	나사
F	팬 덮개
G	상단 클립

표 3.21 *그림 3.33* 및 *그림 3.34*에 대한 범례

옵션 모듈 A 및/또는 옵션 모듈 B가 사용되는 경우, 상단 덮개(A)에 모서리 덮개(B)를 설치합니다.

주의 사항

IP21/IP4X/TYPE 1 외함 키트를 사용하는 경우, 옆면끼리 여유 공간 없이 바로 붙여서 설치할 수 없습니다.

3.7.10 LCP용 원격 설치 키트

원격 내장 키트를 사용하여 LCP를 외함의 전면으로 이동시킬 수 있습니다. 나사는 최대 1Nm의 토오크로 조여야 합니다.

LCP 외함의 정격은 IP66입니다.

외함	IP66 전면
LCP 및 유닛 간의 최대 케이블 길이	3미터
통신 표준	RS485

표 3.22 기술 자료

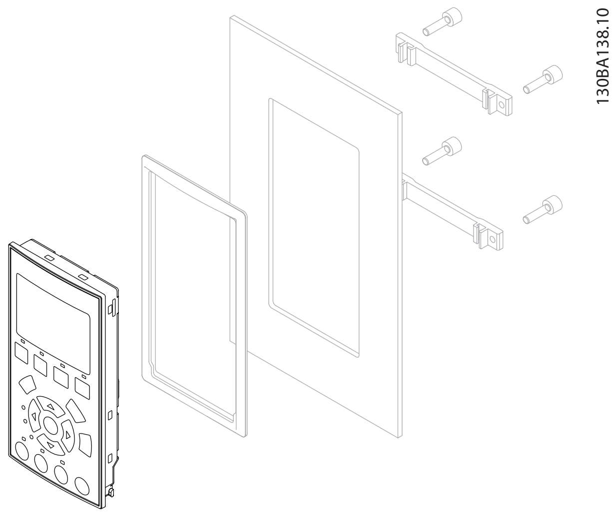


그림 3.35 그래픽 LCP, 고정 장치, 3m 케이블 및 가스켓이 포함된 LCP 키트
발주 번호 130B1113

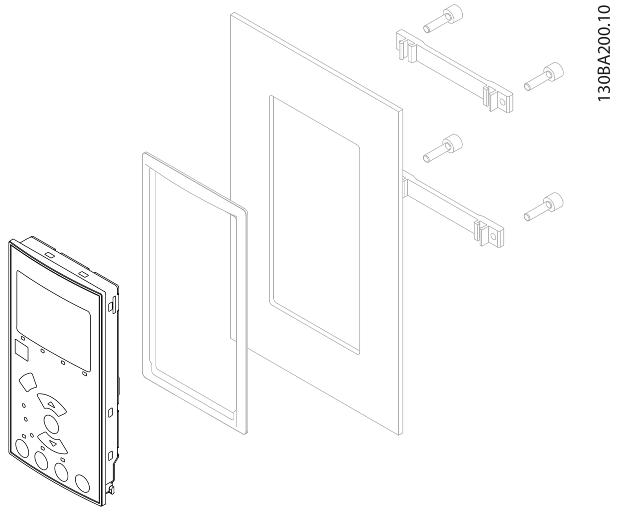


그림 3.36 숫자 방식의 LCP, 고정 장치 및 가스켓이 포함된 LCP 키트
발주 번호 130B1114

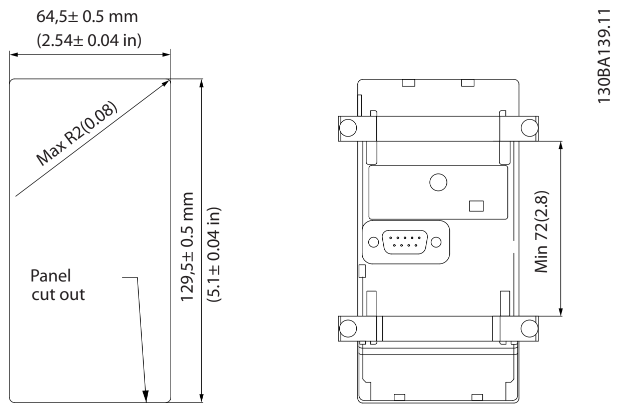


그림 3.37 LCP 키트의 치수

3.7.11 외함 용량 A5, B1, B2, C1 및 C2용 장착 브래킷

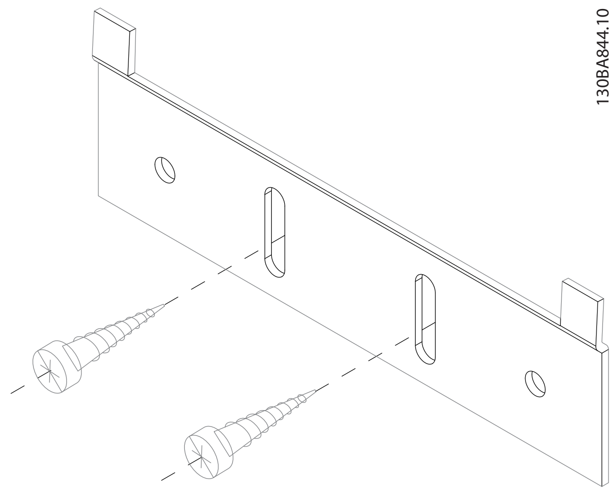


그림 3.38 하부 브래킷

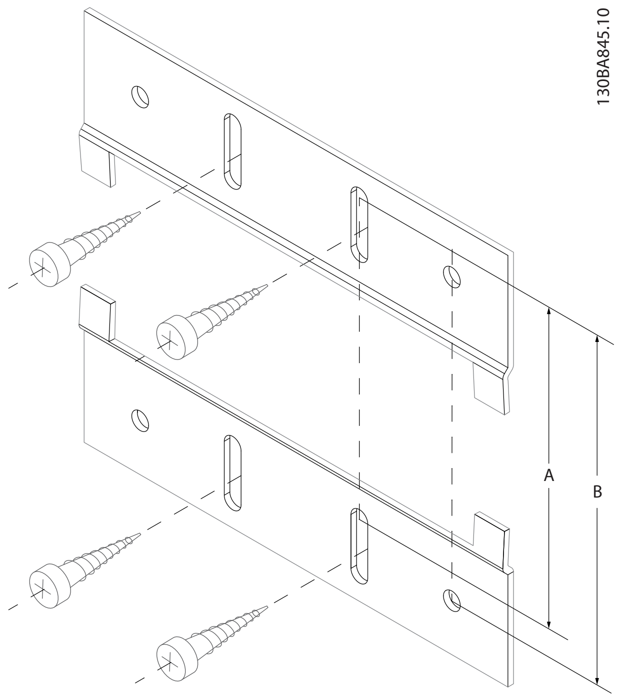


그림 3.39 상부 브래킷

*표 3.23*의 치수 참조.

외함 용량	IP	A [mm]	B [mm]	발주 번호
A5	55/66	480	495	130B1080
B1	21/55/66	535	550	130B1081
B2	21/55/66	705	720	130B1082
B3	21/55/66	730	745	130B1083
B4	21/55/66	820	835	130B1084

표 3.23 장착 브래킷의 세부 사항

3.8 직렬 인터페이스 RS485

3.8.1 개요

RS485는 멀티드롭 네트워크 토폴로지와 호환되는 2선식 버스통신 인터페이스이므로 노드를 버스통신으로 연결하거나 일반적인 트렁크 라인의 드롭 케이블을 통해 연결할 수 있습니다. 총 32개의 노드를 하나의 네트워크 세그먼트에 연결할 수 있습니다.
반복자는 네트워크 세그먼트를 분할합니다. *그림 3.40* 참조.

주의 사항

각각의 반복자는 설치된 세그먼트 내에서 노드로서의 기능을 한다는 점에 유의합니다. 주어진 네트워크 내에 연결된 각각의 노드는 모든 세그먼트에 걸쳐 고유한 노드 주소를 갖고 있어야 합니다.

주파수 변환기의 종단 스위치(S801)나 편조 종단 저항 네트워크를 이용하여 각 세그먼트들의 양쪽 끝을 종단합니다. 버스통신 배선에는 반드시 꼬여 있는 차폐 케이블(STP 케이블)을 사용하고 공통 설치 지침을 준수합니다.

각각의 노드에서 차폐선을 낮은 임피던스와 높은 주파수로 접지 연결하는 것은 중요합니다. 따라서 케이블 클램프나 전도성 케이블 글랜드로 차폐선의 넓은 면을 접지에 연결합니다. 전체 네트워크에 걸쳐, 특히 긴 케이블이 설치된 영역에서 동일한 접지 전위를 유지할 수 있도록 전위 등화 케이블을 사용할 필요가 있을 수도 있습니다.
임피던스 불일치를 방지하려면 전체 네트워크에 걸쳐 동일한 유형의 케이블을 사용합니다. 모터를 주파수 변환기에 연결할 때는 반드시 차폐된 모터 케이블을 사용합니다.

케이블	꼬여 있는 차폐 케이블(STP)
임피던스 [Ω]	120
케이블 길이 [m]	최대 1200 (드롭 라인 포함) 최대 500 (국간)

표 3.24 케이블 사양

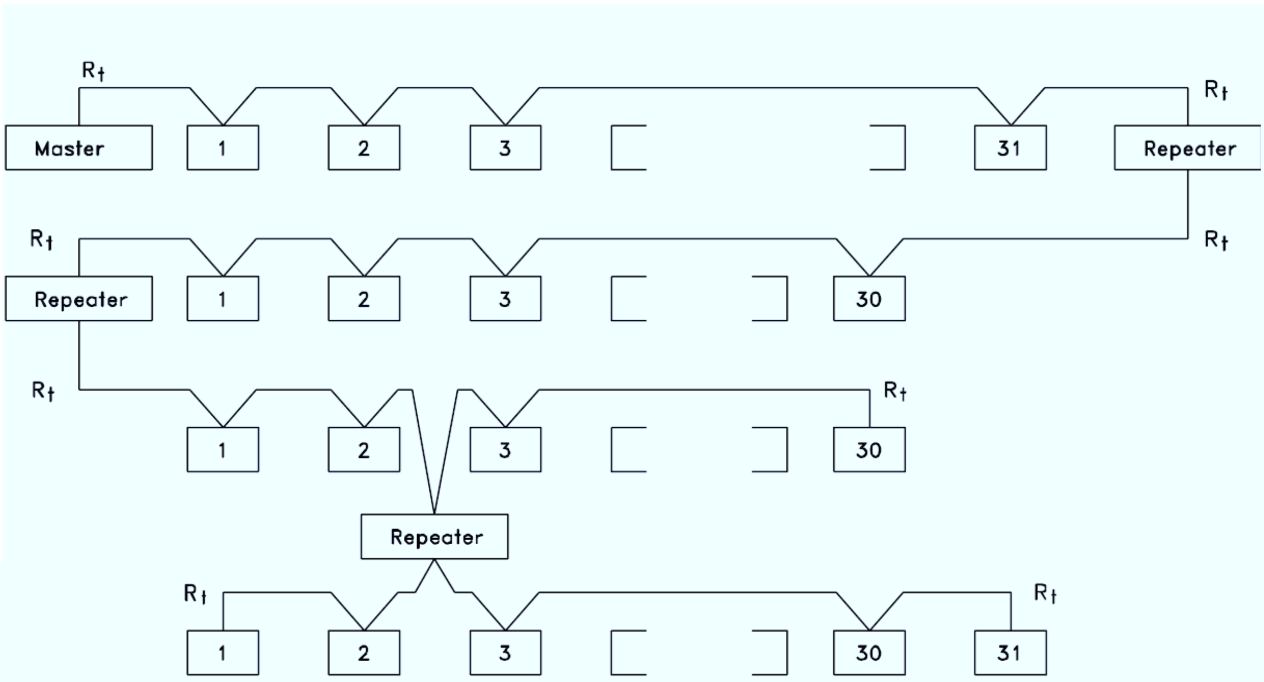
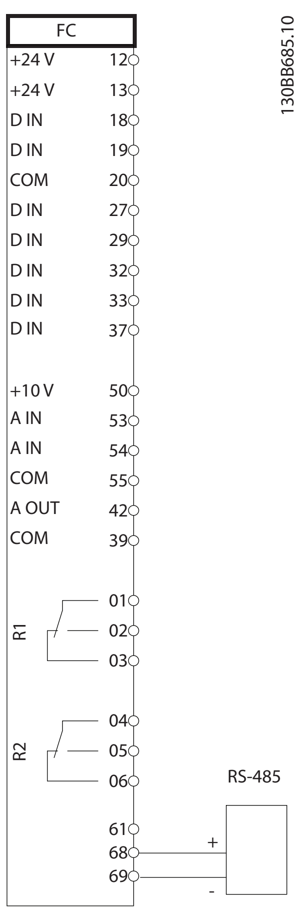


그림 3.40 RS485 버스통신 인터페이스



파라미터	
기능	설정
8-30 프로토콜	FC*
8-31 주소	1*
8-32 통신 속도	9600*
* = 초기값	
참고/설명: 위에서 언급한 파라미터에서 프로토콜, 주소 및 통신 속도를 선택합니다. D IN 37은 옵션입니다.	

표 3.25 RS485 네트워크 연결

3.8.2 네트워크 연결

RS485 표준 인터페이스를 사용하여 제어기 (또는 마스터)에 하나 이상의 주파수 변환기를 연결할 수 있습니다. 단자 68은 P 신호(TX+, RX+)에 연결되며 단자 69는 N 신호(TX-, RX-)에 연결됩니다. *장을 3.5.1 배선 약도*의 그림 참조.

마스터에 연결된 주파수 변환기가 두 대 이상인 경우 병렬로 연결합니다.

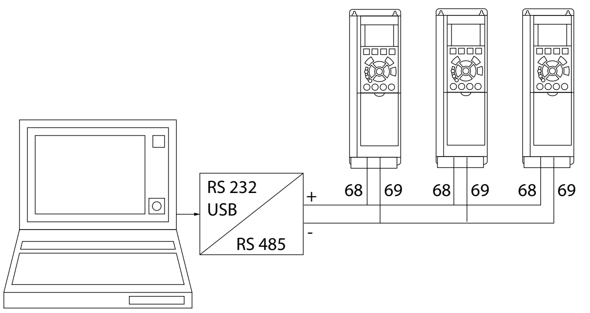


그림 3.41 병렬 연결

차폐선에서 전위 등화 전류가 발생하지 않도록 *그림 3.20*에 따라 배선합니다.

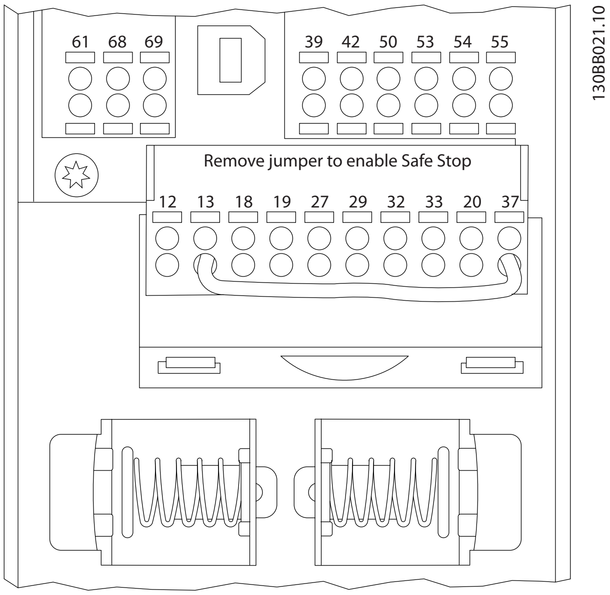


그림 3.42 제어카드 단자

3.8.3 RS485 버스통신 종단

양단의 저항 네트워크를 사용하여 RS485 버스통신을 종단합니다. 이렇게 하려면 제어카드의 S801 스위치를 켜짐으로 설정합니다.

통신 프로토콜을 *8-30 프로토콜*로 설정합니다.

3.8.4 EMC 주의사항

RS485 네트워크를 장애 없이 운영하기 위해서는 다음의 EMC 주의사항 준수를 권장합니다.

국제 및 국내 관련 규정(예를 들어, 보호 접지 연결에 관한 규정)을 준수합니다. 고주파 소음이 하나의 케이블에서 다른 케이블로 연결되지 않게 하려면 RS485 통신 케이블을 반드시 모터 케이블과 제동 저항 케이블에서 멀리 합니다. 일반적으로 200mm(8인치)의 간격이면 충분하지만 특히 긴 거리에 나란히 배선되어 있는 경우에는 케이블 간 간격을 최대한 멀리하는 것이 좋습니다. 케이블 간 교차가 불가피한 경우에는 RS485 케이블을 모터 케이블 및 제동 저항 케이블과 90° 수직으로 교차하게 해야 합니다.

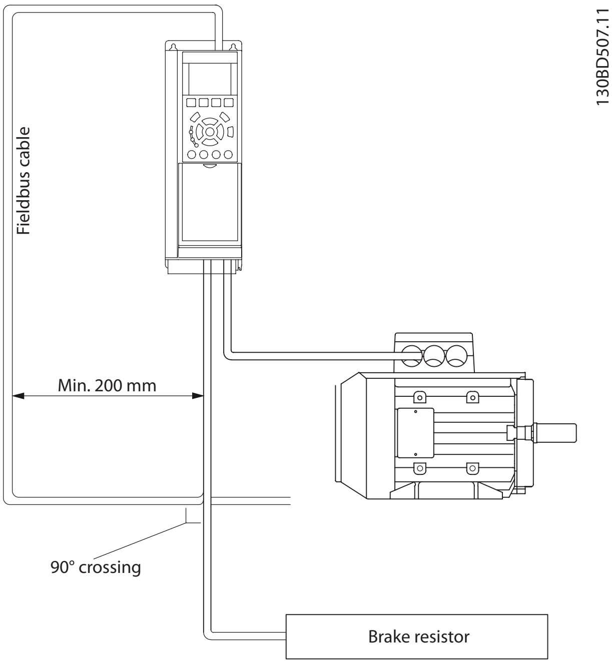


그림 3.43 케이블 배선

3.8.5 FC 프로토콜 개요

FC 버스통신이나 표준 버스통신이라고도 하는 FC 프로토콜은 댄포스의 표준 필드버스입니다. 이는 직렬 버스통신을 통한 통신 마스터-슬레이브 방식에 따른 접근 기법을 정의합니다.
버스통신에 1개의 마스터와 최대 126개의 슬레이브를 연결할 수 있습니다. 마스터는 텔레그램의 주소 문자를 통해 개별 슬레이브를 선택합니다. 슬레이브 자체는 전송 요청 없이 전송할 수 없으며 개별 슬레이브 간의 직접 메시지 전송이 불가능합니다. 통신은 반이중 모드에서 이루어집니다.
마스터 기능을 다른 노드(단일 마스터 시스템)에 전송할 수 없습니다.

물리적 레이어는 RS485이므로 RS485 포트를 활용하여 주파수 변환기에 내장되었습니다. FC 프로토콜은 다음과 같이 각기 다른 텔레그램 형식을 지원합니다.

- 공정 데이터를 위한 8바이트의 짧은 형식.
- 파라미터 채널 또한 포함된 16바이트의 긴 형식.
- 텍스트에 사용되는 형식.

3.8.6 네트워크 구성

주파수 변환기의 FC 프로토콜을 사용 가능하게 하려면 다음 파라미터를 설정합니다:

파라미터 번호	설정
8-30 프로토콜	FC
8-31 주소	1-126
8-32 FC 포트 통신 속도	2400-115200
8-33 Parity / Stop Bits	짝수 패리티, 1 정지 비트 (초기 설정값)

표 3.26 FC 프로토콜 파라미터

3.8.7 FC 프로토콜 메시지 프레임 구조

3.8.7.1 문자 용량(바이트)

전송되는 각 문자는 시작 비트로 시작됩니다. 그리고 1바이트에 해당하는 8 데이터 비트가 전송됩니다. 각 문자는 패리티 비트에 의해 보호됩니다. 이 비트는 패리티에 도달할 때 1에서 설정됩니다. 패리티는 8 데이터 비트와 패리티 비트의 합에서 1의 개수가 동일할 때를 의미합니다. 하나의 정지 비트로 하나의 문자가 완성하므로 총 11비트로 구성됩니다.

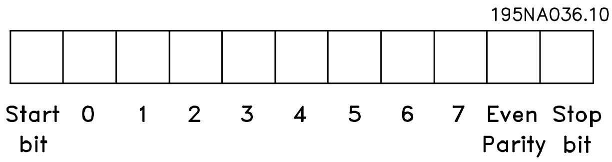


그림 3.44 문자 용량

3.8.7.2 텔레그램 구조

각 텔레그램에는 다음과 같은 구조가 있습니다.

- 시작 문자(STX)=02 hex.
- 텔레그램 길이(LGE)를 나타내는 바이트.
- 주파수 변환기 주소(ADR)를 나타내는 바이트.

그 뒤에 텔레그램의 종류에 따라 가변 데이터 바이트가 붙습니다.

데이터 제어 바이트(BCC)로 텔레그램이 완성됩니다.

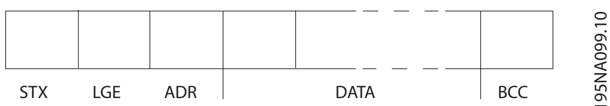


그림 3.45 텔레그램 구조

3.8.7.3 텔레그램 길이(LGE)

텔레그램 길이는 데이터 바이트 수에 주소 바이트(ADR) 및 데이터 제어 바이트(BCC)를 더한 것과 같습니다.

4 데이터 바이트	LGE=4+ 1+ 1=6바이트입니다.
12 데이터 바이트	LGE=12+ 1+ 1=14바이트입니다.
텍스트를 포함한 텔레그램	10[1)]+ n바이트입니다

표 3.27 텔레그램 길이

1) 10은 고정 문자를 나타내고 n은 (텍스트의 길이에 따른) 변수입니다.

3.8.7.4 주파수 변환기 주소(ADR)

두 가지 주소 형식이 사용됩니다.
주파수 변환기의 주소 범위는 1-31 또는 1-126입니다.

- 주소 형식 1-31
  - 비트 7=0 (주소 형식 1-31 활성화).
  - 비트 6은 사용되지 않습니다.
  - 비트 5=1: 브로드캐스트, 주소 비트 (0-4)는 사용되지 않습니다.
  - 비트 5=0: 브로드캐스트 안함.
  - 비트 0-4=주파수 변환기 주소 1-31.
- 주소 형식 1-126
  - 비트 7=1 (주소 형식 1-126 활성화).
  - 비트 0-6=주파수 변환기 주소 1-126.
  - 비트 0-6 =0 브로드캐스트.

슬레이브는 마스터에 응답 텔레그램을 보낼 때 주소 바이트를 변경하지 않고 그대로 보냅니다.

3.8.7.5 데이터 제어 바이트(BCC)

체크섬은 XOR 함수로 계산됩니다. 텔레그램의 첫 번째 바이트가 수신되기 전에 계산된 체크섬은 0입니다.

3.8.7.6 데이터 필드

데이터 블록의 구조는 텔레그램의 구조에 따라 다릅니다. 텔레그램의 종류에는 세 가지가 있으며 제어 텔레그램(마스터⇒슬레이브) 및 응답 텔레그램(슬레이브⇒마스터)에 모두 적용됩니다.

텔레그램의 종류에는 다음과 같이 세 가지가 있습니다.

공정 블록(PCD)
PCD는 4바이트(2단어)의 데이터 블록으로 이루어지며 다음을 포함합니다.

- 제어 워드 및 지령 값(마스터에서 슬레이브로).
- 상태 워드 및 현재 출력 주파수(슬레이브에서 마스터로).

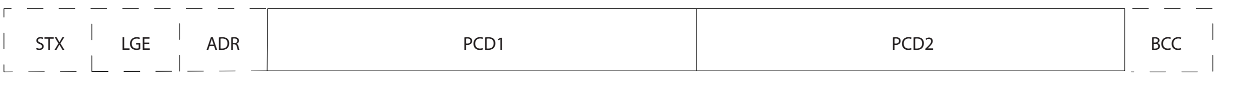


그림 3.46 공정 블록

파라미터 블록
파라미터 블록은 마스터와 슬레이브 간의 파라미터 전송에 사용됩니다. 데이터 블록은 최대 12바이트(6단어)로 이루어지며 공정 블록이 포함됩니다.

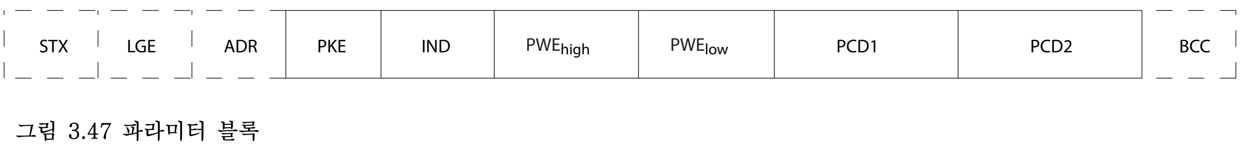


그림 3.47 파라미터 블록

텍스트 블록
텍스트 블록은 데이터 블록을 통해 전송되는 텍스트를 읽거나 쓰는데 사용됩니다.

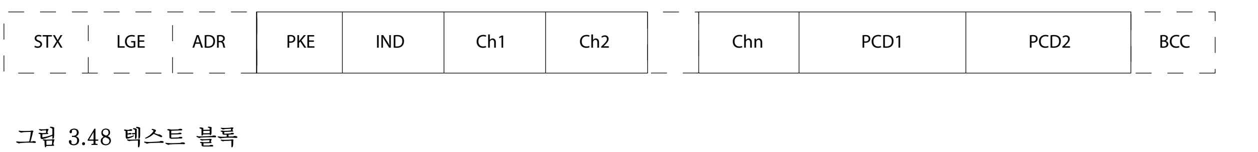


그림 3.48 텍스트 블록

3.8.7.7 PKE 필드

PKE 필드에는 다음과 같이 2개의 하위 필드가 있습니다.

- 파라미터 명령 및 응답 AK.
- 파라미터 번호 PNU.

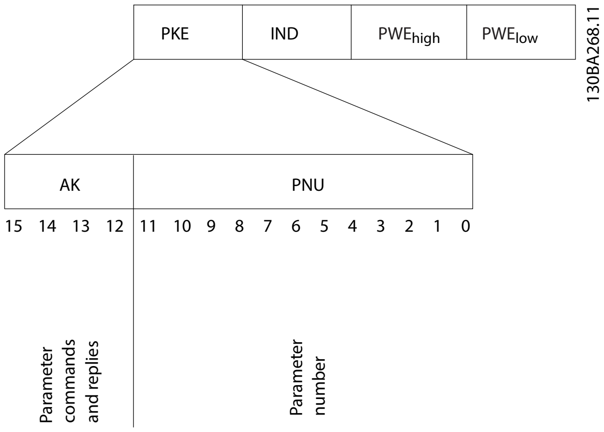


그림 3.49 PKE 필드

비트 번호 12-15는 마스터에서 슬레이브로 파라미터 명령을 전송하고 처리된 슬레이브 응답을 마스터로 나타냅니다.

비트 번호				파라미터 명령
15	14	13	12	
0	0	0	0	명령 없음
0	0	0	1	파라미터 값 읽기
0	0	1	0	RAM에 파라미터 값 쓰기(단어)
0	0	1	1	RAM에 파라미터 값 쓰기(2단어)
1	1	0	1	RAM 및 EEprom에 파라미터 값 쓰기(2단어)
1	1	1	0	RAM 및 EEprom에 파라미터 값 쓰기(단어)
1	1	1	1	텍스트 읽기/쓰기

표 3.28 파라미터 명령 마스터⇒슬레이브

비트 번호				응답
15	14	13	12	
0	0	0	0	응답 없음
0	0	0	1	전송된 파라미터 값(단어)
0	0	1	0	전송된 파라미터 값(2단어)
0	1	1	1	명령을 수행할 수 없음
1	1	1	1	전송된 텍스트

표 3.29 응답 슬레이브⇒마스터

명령을 수행할 수 없는 경우에 슬레이브는
0111 명령을 수행할 수 없음이라는 응답을 보내고
- 파라미터 값(PWE)에 다음 오류 보고를 전송합니다 (*표 3.30* 참조).

PWE 낮음 (Hex)	오류 보고
0	사용된 파라미터 번호가 존재하지 않습니다.
1	정의된 파라미터에 대한 쓰기 권한이 없습니다.
2	데이터 값이 파라미터의 한계를 초과했습니다.
3	사용된 하위 색인이 존재하지 않습니다.
4	파라미터가 배열 형식이 아닙니다.
5	데이터 형식이 정의된 파라미터와 일치하지 않습니다.
11	주파수 변환기의 현재 모드에서는 정의된 파라미터의 데이터를 변경할 수 없습니다. 특정 파라미터는 모터가 꺼져 있는 경우에만 변경할 수 있습니다.
82	정의된 파라미터에 대한 버스통신 접근 권한이 없습니다.
83	초기 셋업이 선택되어 있으므로 데이터를 변경할 수 없습니다.

표 3.30 파라미터 값 오류 보고

3.8.7.8 파라미터 번호(PNU)

비트 번호 0-11은 파라미터 번호를 전송합니다. 관련 파라미터의 기능은 *프로그래밍 지침서*의 파라미터 설명에서 확인할 수 있습니다.

3.8.7.9 색인(IND)

색인은 파라미터 번호와 함께 색인이 붙은 파라미터에 읽기/쓰기 접근하는데 사용됩니다(예: *15-30 알람 기록: 오류 코드*). 색인은 2바이트(하위 바이트 및 상위 바이트)로 구성됩니다.

하위 바이트만 색인으로 사용됩니다.

3.8.7.10 파라미터 값(PWE)

파라미터 값 블록은 2단어(4바이트)로 이루어지며 값은 정의된 명령(AK)에 따라 다릅니다. PWE 블록에 값이 포함되어 있지 않으면 마스터가 파라미터 값을 입력하라는 메시지를 표시합니다. 파라미터 값을 변경(쓰기)하려면 PWE 블록에 새로운 값을 쓴 다음 마스터에서 슬레이브로 보냅니다.

슬레이브가 파라미터 요청(읽기 명령)에 대해 응답하면 현재 PWE 블록에 있는 파라미터 값이 마스터에 반환됩니다. 파라미터가 숫자 값을 포함하지 않지만 여러 가지 데이터 옵션이 있는 경우(예: *0-01 언어* [0] 영어 그리고 [4] 덴마크어), PWE 블록에 값을 입력하여 데이터 값을 선택합니다. 직렬 통신은 데이터 유형 9(텍스트 문자열)가 포함된 파라미터만 읽을 수 있습니다.

15-40 FC 유형 - *15-53 전원 카드 일련 번호*은(는) 데이터 유형 9를 포함합니다.
예를 들어, *15-40 FC 유형*에서 단위 크기와 주전원 전압 범위를 읽을 수 있습니다. 텍스트 문자열이 전송되는 경우(읽기의 경우) 텔레그램의 길이는 가변적이며 다양한 길이의 텍스트가 전송될 수 있습니다. 텔레그램 길이는 텔레그램의 두 번째 바이트(LGE)에서 정의됩니다.

텍스트 전송을 사용하는 경우에는 색인 문자가 읽기 명령인지 아니면 쓰기 명령인지를 나타냅니다.

PWE 블록을 통해 텍스트를 읽으려면 파라미터 명령(AK)을 F Hex로 설정합니다. 색인 문자 상위 바이트는 반드시 4여야 합니다.

일부 파라미터에는 직렬 버스통신을 통해 기록할 수 있는 텍스트가 포함되어 있습니다. PWE 블록을 통해 텍스트를 기록하려면 파라미터 명령(AK)을 F Hex로 설정합니다. 색인 문자 상위 바이트는 반드시 5여야 합니다.

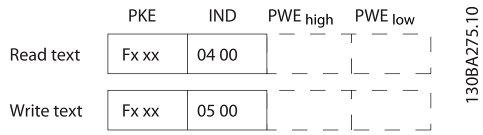


그림 3.50 PWE 블록을 통한 텍스트

3.8.7.11 지원하는 데이터 유형

'부호없는'은 텔레그램에 연산 부호가 없음을 의미합니다.

데이터 유형	설명
3	정수 16
4	정수 32
5	부호없는 8
6	부호없는 16
7	부호없는 32
9	텍스트 문자열
10	바이트 문자열
13	시차
33	예비
35	비트 시퀀스

표 3.31 지원하는 데이터 유형

3.8.7.12 변환

각 파라미터의 여러 속성은 초기 설정에 표시됩니다. 파라미터 값은 정수로만 전송됩니다. 따라서 변환 인수는 소수를 전송하는 데 사용합니다.

*4-12 모터 속도 하한 [Hz]*에는 변환 인수 0.1이 있습니다. 최소 주파수를 10Hz로 프리셋하려면 값 100을 전송합니다. 변환 인수 0.1은 전송된 값에 0.1을 곱한다는 의미입니다. 따라서 값 100은 10.0으로 표기됩니다.

예시:
0초⇒변환 지수 0
0.00초⇒변환 지수 -2
0밀리초⇒변환 지수 -3
0.00밀리초⇒변환 지수 -5

3.8.7.13 공정 워드(PCD)

프로세스 워드의 블록은 정의 시퀀스에서 항상 발생하는 두 개의 16비트 블록으로 나뉩니다.

PCD 1	PCD 2
제어 텔레그램(마스터⇒슬레이브 제어 워드)	지령 값
제어 텔레그램(슬레이브⇒마스터) 상태 워드	현재 출력 주파수

표 3.32 공정 워드(PCD)

3.8.8 FC 프로토콜 예

3.8.8.1 파라미터 값 쓰기

*4-14 모터 속도 상한 [Hz]*을(를) 100Hz로 변경합니다. EEPROM에 데이터를 씁니다.

PKE=E19E Hex - *4-14 모터 속도 상한 [Hz]*에 단일 워드 쓰기.
IND=0000 hex
PWEHIGH=0000 hex
PWELOW=03E8 Hex - 100Hz에 해당하는 데이터 값(1000), *장을 3.8.7.12 변환* 참조.

따라서 텔레그램은 다음과 같습니다:

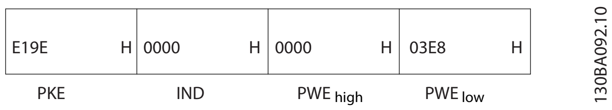


그림 3.51 EEPROM에 데이터 쓰기

주의 사항

***4-14 모터 속도 상한 [Hz]*은(는) 단일 워드이며 EEPROM 쓰기 파라미터 명령은 E입니다. 파라미터 번호 4-14는 16진수로 19E입니다.**

슬레이브에서 마스터로 전송되는 응답:

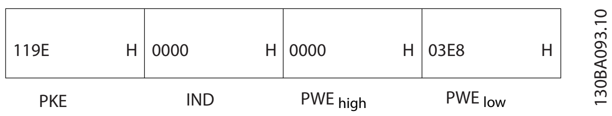


그림 3.52 슬레이브의 응답

3.8.8.2 파라미터 값 읽기

*3-41 1 가속 시간*의 값 읽기.

PKE=1155 Hex - *3-41 1 가속 시간*의 파라미터 값 읽기.
IND=0000 hex
PWEHIGH=0000 hex
PWELOW=0000 hex

1155 H	0000 H	0000 H	0000 H
PKE	IND	PWE_{high}	PWE_{low}

130BA094.10

그림 3.53 파라미터 값

*3-41 1 가속 시간*의 값이 10초인 경우에 슬레이브에서 마스터로 전송되는 응답

130BA267.10

1155 H	0000 H	0000 H	03E8 H
PKE	IND	PWE_{high}	PWE_{low}

그림 3.54 슬레이브의 응답

3E8 Hex는 10진수로 1000에 해당합니다. *3-41 1 가속 시간*의 변환 지수는 -2입니다. 예컨대, 0.01.
*3-41 1 가속 시간*은(는) *부호 없는 32* 유형입니다.

3.8.9 Modbus RTU 프로토콜

3.8.9.1 가정

댄포스는 설치된 컨트롤러가 본 문서의 인터페이스를 지원하고 컨트롤러 및 주파수 변환기에 규정된 모든 요구사항 및 제한사항을 엄격히 준수한다고 가정합니다.

내장된 Modbus RTU(원격 단말 유닛)는 본 문서에 정의된 인터페이스를 지원하는 모든 컨트롤러와 통신하도록 설계되어 있습니다. 사용자가 컨트롤러의 기능 및 제한사항에 대해 완벽한 지식을 갖고 있다고 가정합니다.

3.8.9.2 Modbus RTU 개요

Modbus RTU 개요는 물리적 통신 네트워크 종류와 관계 없이 다른 장치에 대한 접근을 요청하는 데 컨트롤러를 사용할 수 있게 하는 공정을 설명합니다. 이 공정에는 Modbus RTU가 다른 장치로부터의 요청에 어떻게 응답하는지 또한 오류가 어떻게 감지 및 보고되는지에 관한 내용이 포함되어 있습니다. 또한 메시지 필드의 레이아웃 및 내용에 관한 공통된 형식을 규정합니다.
Modbus RTU 네트워크를 통해 통신하는 동안 프로토콜은

- 각 컨트롤러가 해당 장치 주소를 어떻게 학습하는지 판단합니다.
- 주소가 지정된 메시지를 인식합니다.
- 수행할 동작을 어떻게 결정하는지 판단합니다.
- 메시지에 포함된 데이터 또는 기타 정보를 어떻게 추출하는지 판단합니다.

답신이 필요한 경우, 컨트롤러는 답신 메시지를 구성하고 전송합니다.
컨트롤러는 마스터만으로 트랜잭션(쿼리라고 함)을 시작할 수 있는 마스터-슬레이브 방식을 사용하여 통신합니다. 슬레이브는 마스터에 요청된 데이터를 제공하거나 쿼리에 요청된 동작을 수행함으로써 응답합니다.
마스터는 개별 슬레이브에 주소를 지정하거나 모든 슬레이브에 브로드캐스트 메시지를 전달할 수 있습니다.
슬레이브는 개별적으로 주소가 지정된 쿼리에 대한 응답을 돌려보냅니다. 마스터의 브로드캐스트 쿼리에는 응답이 돌아오지 않습니다. Modbus RTU 프로토콜은 다음을 제공하여 마스터의 쿼리에 대한 형식을 규정합니다.

- 장치 (또는 브로드캐스트) 주소.
- 요청된 동작을 정의하는 기능 코드.
- 전송할 데이터.
- 오류 검사 필드.

슬레이브의 응답 메시지 또한 Modbus 프로토콜을 사용하여 구성됩니다. 여기에는 수행할 동작, 돌려보낼 데이터 및 오류 검사 필드를 확정하는 필드가 포함되어 있습니다. 메시지 수신 도중에 오류가 발생하거나 슬레이브가 요청된 동작을 수행할 수 없는 경우에는 슬레이브가 오류 메시지를 구성하고 이를 응답으로 전송하거나 타임아웃이 발생합니다.

3.8.9.3 Modbus RTU가 있는 주파수 변환기

주파수 변환기는 내장된 RS485 인터페이스를 통해 Modbus RTU 형식으로 통신합니다. Modbus RTU는 주파수 변환기의 제어 워드 및 버스통신 지령에 대한 접근 권한을 제공합니다.

제어 워드를 통해 Modbus 마스터는 다음과 같은 주파수 변환기의 일부 중요 기능을 제어할 수 있습니다.

- 기동
- 다양한 방법으로 주파수 변환기 정지:
  - 코스팅 정지
  - 순간 정지
  - 직류 제동 정지
  - 정상(가감속) 정지
- 결함 트립 후 리셋
- 다양한 프리셋 속도로 구동
- 역회전 구동

3

- 활성 셋업 변경
- 주파수 변환기의 내장 릴레이 제어

버스통신 지령은 속도 제어에 공통적으로 사용됩니다. 또한 파라미터 접근, 값 읽기 및 가능한 경우, 값 쓰기도 할 수 있습니다. 이는 내장 PI 제어기가 사용되는 경우 주파수 변환기의 설정포인트를 제어하는 등 다양한 제어 옵션을 허용합니다.

3.8.9.4 네트워크 구성

주파수 변환기에서 Modbus RTU를 활성화하려면 다음 파라미터를 설정합니다.

파라미터	설정
8-30 프로토콜	Modbus RTU
8-31 주소	1-247
8-32 통신 속도	2400-115200
8-33 패리티/정지 비트	짝수 패리티, 1 정지 비트 (초기 설정값)

표 3.33 Modbus RTU 파라미터

3.8.10 Modbus RTU 메시지 프레임 구조

3.8.10.1 Modbus RTU가 있는 주파수 변환기

컨트롤러는 RTU 모드를 사용하여 Modbus 네트워크에서 통신하도록 셋업되며 메시지의 각 바이트에는 4비트 16진수 문자 2개가 포함되어 있습니다. 각 바이트의 형식은 *표 3.34*에서 보는 바와 같습니다.

시작 비트	데이터 바이트								정지/패리티	정지

표 3.34 각 바이트의 형식

코딩 시스템	8-비트 이진수, 16진수 0-9,-F. 메시지의 각 8비트 필드에 16진수 문자 2개 포함.
바이트당 비트	시작 비트 1개. 데이터 비트 8개, 큰 비트 먼저 전송. 짝수/홀수 패리티를 위한 비트 1개, 패리티 없음에는 비트 0개. 패리티가 사용된 경우 정지 비트 1개, 패리티 없음에는 비트 2개.
오류 검사 필드	주기적 잉여 검사(CRC)

3.8.10.2 Modbus RTU 메시지 구조

전송 장치는 시작 및 종료 지점이 알려진 프레임에 Modbus RTU 메시지를 배치합니다. 이렇게 하면 수신 장치가 메시지 시작 지점에서 수신을 시작하고 주소 부분을 읽으며 어떤 장치에 주소가 지정되는지 판단하고 (또는 메시지가 브로드캐스트인 경우, 모든 장치에 전달) 메시지가 완료될 때를 인식합니다. 부분 메시지가 감지되고 오류가 결과로 설정됩니다. 전송하기 위한 문자는 각 필드에서 16진수 00 ~ FF 형식이어야 합니다. 주파수 변환기는 유휴 기간 도중에도 계속해서 네트워크 버스통신을 감시합니다. 첫 번째 필드(주소 필드)가 수신되면 각 주파수 변환기 또는 장치는 이를 디코딩하여 어떤 장치에 주소가 지정되는지 판단합니다. 0으로 주소가 지정된 Modbus RTU 메시지는 브로드캐스트 메시지입니다. 브로드캐스트 메시지에 대한 응답은 허용되지 않습니다. 일반적인 메시지 프레임은 *표 3.35*와 같습니다.

기동	주소	기능	데이터	CRC 검사	종료
T1-T2-T3-T4	8비트	8비트	N x 8비트	16비트	T1-T2-T3-T4

표 3.35 일반적인 Modbus RTU 메시지 구조

3.8.10.3 시작/정지 필드

메시지는 최소 3.5자 간격의 유휴 기간으로 시작합니다. 이는 선택한 네트워크 통신 속도에서 여러 문자 간격으로 구현됩니다(T1-T2-T3-T4 시작과 같이 나타남). 전송할 첫 번째 필드는 장치 주소입니다. 마지막으로 전송된 문자 이후, 최소 3.5자 간격의 유사한 기간은 메시지 종료를 의미합니다. 새 메시지는 이 기간 후에 시작할 수 있습니다. 전체 메시지 프레임은 지속적인 흐름으로 전송되어야 합니다. 프레임 완료 이전에 1.5자 간격 이상의 유휴 기간이 발생하면 수신 장치가 불완전한 메시지를 내보내고 다음 바이트가 새 메시지의 주소 필드라고 인식하게 됩니다. 그와 마찬가지로, 이전 메시지 이후 3.5자 간격 이전에 새 메시지가 시작하면 수신 장치가 이를 이전 메시지의 연속으로 간주합니다. 이렇게 되면 결합된 메시지에 대해 마지막 CRC 필드의 값이 유효하지 않기 때문에 타임아웃(슬레이브에서 응답 없음)이 발생합니다.

3.8.10.4 주소 필드

메시지 프레임의 주소 필드에는 8비트가 포함되어 있습니다. 유효한 슬레이브 장치 주소는 십진수 0–247의 범위 내에 있습니다. 개별 슬레이브 장치는 1–247의 범위 내에서 주소가 할당됩니다(0은 브로드캐스트 모드를 위한 예비용이며 모든 슬레이브가 인식합니다). 마스터는 메시지의 주소 필드에 슬레이브 주소를 배치함으로써 슬레이브에 주소를 지정합니다. 슬레이브가 응답을 전송할 때 이 주소 필드에 자신의 주소를 배치하여 어떤 슬레이브가 응답하고 있는지 마스터가 알 수 있게 합니다.

3.8.10.5 기능 필드

메시지 프레임의 기능 필드에는 8비트가 포함되어 있습니다. 유효한 코드는 1-FF의 범위 내에 있습니다. 기능 필드는 마스터와 슬레이브 간의 메시지 전송에 사용됩니다. 마스터에서 슬레이브 장치로 메시지가 전송될 때 기능 코드 필드는 어떤 종류의 동작을 수행하는지 슬레이브에 알려줍니다. 슬레이브가 마스터에 응답할 때 기

능 코드 필드를 사용하여 (오류가 없는) 정상 응답인지 아니면 (예외 응답이라고 하는) 오류가 발생하는지 여부를 표시합니다. 정상 응답의 경우, 슬레이브는 원래의 기능 코드를 그대로 돌려보냅니다. 예외 응답의 경우, 슬레이브는 논리 1에 설정된 가장 큰 비트와 함께 원래의 기능 코드에 상당하는 코드를 돌려보냅니다. 또한 슬레이브는 응답 메시지의 데이터 필드에 고유 코드를 배치합니다. 이는 발생한 오류 종류나 예외 이유를 마스터에 알려줍니다. 또한 *장을 3.8.10.10 Modbus RTU에서 지원하는 기능 코드* 및 *장을 3.8.10.11 Modbus 예외 코드*를 참조하십시오.

3.8.10.6 데이터 필드

데이터 필드는 16진수 00-FF의 범위 내에 있는 2자리의 16진수 세트를 사용하여 구성됩니다. 이는 하나의 RTU 문자로 구성됩니다. 마스터에서 슬레이브 장치로 전송된 메시지의 데이터 필드에는 슬레이브가 기능 코드에 의해 정의된 동작을 수행하는 데 사용해야 하는 추가 정보가 포함되어 있습니다. 여기에는 코일 또는 레지스터 주소와 같은 항목, 처리할 항목의 수량 및 필드 내 실제 데이터 바이트 개수가 포함될 수 있습니다.

3.8.10.7 CRC 검사 필드

메시지에는 오류 검사 필드가 포함되며 오류 검사 필드는 주기적 잉여 검사(CRC) 방식을 기준으로 작동합니다. CRC 필드는 전체 메시지의 내용을 검사합니다. 이는 메시지의 개별 문자에 사용된 패리티 검사 방식과 관계 없이 적용됩니다. CRC 값은 전송 장치에 의해 계산되며 메시지의 마지막 필드로 CRC를 붙입니다. 수신 장치는 메시지를 수신하는 동안 CRC를 다시 계산하고 계산된 값을 CRC 필드에 수신된 실제 값과 비교합니다. 두 값이 서로 다른 경우, 버스통신 타임아웃이 결과로 발생합니다. 오류 검사 필드에는 2개의 8비트 바이트로 구현된 16비트 이진수 값이 포함되어 있습니다. 오류 검사 필드가 완료되면 필드의 낮은 순서 바이트가 먼저 붙고 높은 순서 바이트가 그 다음에 붙습니다. CRC 높은 순서 바이트는 메시지에서 마지막으로 전송된 바이트입니다.

3.8.10.8 코일 레지스터 주소 지정

Modbus에서 모든 데이터는 코일과 고정 레지스터에 구성됩니다. 코일은 단일 비트를 갖고 있는 반면 고정 레지스터는 2바이트 워드(16비트)를 갖고 있습니다. Modbus 메시지의 모든 데이터 주소는 0으로 귀결됩니다. 데이터 항목의 첫 번째 빈도는 항목 번호 0으로 주소가 지정됩니다. 예를 들어: 프로그래밍 가능한 컨트롤러에서 *코일 1*로 알려진 코일은 Modbus 메시지의 데이터 주소 필드로 주소가 지정됩니다. *코일 127 십진수*는 *코일 007EHEX(126 십진수)*로 주소가 지정됩니다.
*고정 레지스터 40001*은 메시지의 데이터 주소 필드에서 *레지스터 0000*으로 주소가 지정됩니다. 기능 코드 필드는 이미 고정 레지스터 동작을 지정합니다. 따라서 4XXXX 지령은 암묵적인 지령입니다. *고정 레지스터 40108*은 *레지스터 006BHEX(107 십진수)*로 주소가 지정됩니다.

코일 번호	설명	신호 방향
1-16	주파수 변환기 제어 워드.	마스터 ⇒ 슬레이브
17-32	주파수 변환기 속도 또는 설정포인트 지령 범위 0x0-0xFFFF (-200% ... ~200%).	마스터 ⇒ 슬레이브
33-48	주파수 변환기 상태 워드(*표 3.38* 참조)	슬레이브 ⇒ 마스터
49-64	개회로 모드: 주파수 변환기 출력 주파수. 폐회로 모드: 주파수 변환기 피드백 신호.	슬레이브 ⇒ 마스터
65	파라미터 쓰기 제어(마스터 ⇒ 슬레이브) 0 = 파라미터 변경사항은 주파수 변환기의 RAM에 씌여집니다. 1 = 파라미터 변경사항은 주파수 변환기의 RAM 및 EEPROM에 씌여집니다.	마스터 ⇒ 슬레이브
66-65536	예비	

표 3.36 코일 설명

코일	0	1
01	프리셋 지령 LSB	
02	프리셋 지령 MSB	
03	직류 제동	직류 제동 안함
04	코스팅 정지	코스팅 정지 안함
05	순간 정지	순간 정지 안함
06	주파수 고정	주파수 고정 안함
07	감속 정지	기동
08	리셋 안함	리셋
09	조그 안함	조그
10	가감속 1	가감속 2
11	유효하지 않은 데이터	유효한 데이터
12	릴레이 1 꺼짐	릴레이 1 켜짐
13	릴레이 2 꺼짐	릴레이 2 켜짐
14	셋업 LSB	
15	셋업 MSB	
16	역회전 안함	역회전

표 3.37 주파수 변환기 제어 워드(FC 프로필)

3

코일	0	1
33	제어 준비 안됨	제어 준비
34	주파수 변환기 준비 안됨	주파수 변환기 준비 완료
35	코스팅 정지	안전 차단
36	알람 없음	알람
37	사용안함	사용안함
38	사용안함	사용안함
39	사용안함	사용안함
40	경고 없음	경고
41	지령 시 이외	지령 시
42	수동 모드	자동 모드
43	주파수 범위 초과	주파수 범위 내
44	정지	구동
45	사용안함	사용안함
46	전압 경고 없음	전압 경고
47	전류 한계 이외	전류 한계
48	써멀 경고 없음	과열 경고

표 3.38 주파수 변환기 상태 워드(FC 프로필)

레지스터 번호	설명
00001-00006	예비
00007	FC 데이터 개체 인터페이스의 마지막 오류 코드
00008	예비
00009	파라미터 색인1)
00010-00990	000 파라미터 그룹 (파라미터 0-01 - 0-99)
01000-01990	100 파라미터 그룹 (파라미터 1-00 - 1-99)
02000-02990	200 파라미터 그룹 (파라미터 2-00 - 2-99)
03000-03990	300 파라미터 그룹 (파라미터 3-00 - 3-99)
04000-04990	400 파라미터 그룹 (파라미터 4-00 - 4-99)
...	...
49000-49990	4900 파라미터 그룹 (파라미터 49-00 - 49-99)
50000	입력 데이터: 주파수 변환기 제어 워드 레지스터 (CTW).
50010	입력 데이터: 버스통신 지령 레지스터(REF).
...	...
50200	출력 데이터: 주파수 변환기 상태 워드 레지스터 (STW).
50210	출력 데이터: 주파수 변환기 주요 실제 값 레지스터 (MAV).

표 3.39 고정 레지스터

1) 색인이 붙은 파라미터에 접근할 때 사용하기 위한 색인 번호를 지정하는 데 사용됩니다.

3.8.10.9 주파수 변환기 제어 방법

Modbus RTU 메시지의 기능과 데이터 필드에서 사용할 수 있는 코드는 *장을 3.8.10.10 Modbus RTU에서 지원하는 기능 코드* 및 *장을 3.8.10.11 Modbus 예외 코드*에 수록되어 있습니다.

3.8.10.10 Modbus RTU에서 지원하는 기능 코드

Modbus RTU는 메시지의 기능 필드에 있는 기능 코드(*표 3.40* 참조)의 사용을 지원합니다.

기능	기능 코드 (hex)
코일 읽기	1
고정 레지스터 읽기	3
단일 코일 쓰기	5
단일 레지스터 쓰기	6
다중 코일 쓰기	F
다중 레지스터 쓰기	10
통신 이벤트 카운터 얻기	B
슬레이브 ID 보고	11

표 3.40 기능 코드

기능	기능 코드	하위 기능 코드	하위 기능
진단	8	1	통신 재시작
		2	진단 레지스터로 돌아가기
		10	카운터 및 진단 레지스터 지우기
		11	버스통신 메시지 카운트로 돌아가기
		12	버스통신 오류 카운트로 돌아가기
		13	슬레이브 오류 카운트로 돌아가기
		14	슬레이브 메시지 카운트로 돌아가기

표 3.41 기능 코드 및 하위 기능 코드

3.8.10.11 Modbus 예외 코드

예외 코드 응답 구조에 관한 전체 설명은 *장을 3.8.10.5 기능 필드*를 참조하십시오.

코드	이름	의미
1	잘못된 기능	쿼리에 수신된 기능 코드가 서버 (또는 슬레이브)에 허용할 수 있는 동작이 아닌 경우입니다. 이는 기능 코드가 보다 새로운 장치에만 적용되기 때문일 수 있으며 선택한 유닛에 구현되지 않았습니다. 이는 또한 서버 (또는 슬레이브)가 잘못된 상태에 있어 이러한 유형의 요청을 처리할 수 없음을 의미하는 데, 예를 들어, 구성되어 있지 않고 레지스터 값을 돌려보내도록 요청하는 중이기 때문에 요청을 처리할 수 없습니다.

코드	이름	의미
2	잘못된 데이터 주소	쿼리에 수신된 데이터 주소가 서버 (또는 슬레이브)에 허용할 수 있는 동작이 아닌 경우입니다. 보다 자세히 말하면, 지령 번호와 전달 길이의 조합이 유효하지 않습니다. 100개의 레지스터를 가진 컨트롤러의 경우, 오프셋 96과 길이 4로 요청하면 성공하지만 오프셋 96과 길이 5로 요청하면 예외 02가 발생합니다.
3	잘못된 데이터 값	쿼리 데이터 필드에 포함된 값이 서버 (또는 슬레이브)에 허용할 수 있는 값이 아닌 경우입니다. 이는 암시적 길이가 올바르지 않은 등 복잡한 요청의 나머지 부분의 구조에 결함이 있음을 의미합니다. 하지만 이는 Modbus 프로토콜이 특정 레지스터의 특정 값의 중요성을 인식하지 못하기 때문에 레지스터에 저장하기 위해 제출된 데이터 항목에 어플리케이션 프로그램의 예상을 벗어난 값이 있다는 의미는 아닙니다.
4	슬레이브 장치 실패	서버 (또는 슬레이브))가 요청한 동작의 수행을 시도하는 도중에 복구할 수 없는 오류가 발생한 경우입니다.

표 3.42 Modbus 예외 코드

3.8.11 파라미터 액세스

3.8.11.1 파라미터 처리

PNU(파라미터 번호)는 Modbus 읽기 또는 메시지 읽기에 포함된 레지스터 주소로부터 번역됩니다. 파라미터 번호는 (10 x 파라미터 번호) 십진법으로 Modbus에 번역됩니다. 예: *3-12 캐치업/슬로우다운 값*(16비트) 읽기: 고정 레지스터 3120은 파라미터 값을 유지합니다. 1352(십진수)의 값은 파라미터가 12.52%로 설정되어 있음을 의미합니다.

3-14 프리셋 상대 지령 (32비트) 읽기: 고정 레지스터 3410 및 3411은 파라미터 값을 유지합니다. 11300(십진수)의 값은 파라미터가 1113.00로 설정되어 있음을 의미합니다.

파라미터, 용량 및 변환 지수에 관한 정보는 해당 *프로그래밍 지침서*를 참조하십시오.

3.8.11.2 데이터 보관

코일 65 십진수는 주파수 변환기에 기록된 데이터가 EEPROM과 RAM(코일 65=1) 또는 RAM(코일 65=0)에만 저장되었는지 판단합니다.

3.8.11.3 IND (색인)

주파수 변환기의 일부 파라미터는 배열 파라미터(예: *3-10 프리셋 지령*)입니다. Modbus는 고정 레지스터 내 배열을 지원하지 않으므로 주파수 변환기는 배열에 대한 포인터로 고정 레지스터 9를 유지합니다. 파라미터를 읽거나 쓰기 전에 고정 레지스터 9를 설정합니다. 고정 레지스터를 2의 값으로 설정하면 다음의 모든 읽기/쓰기 배열 파라미터가 지수 2가 됩니다.

3.8.11.4 텍스트 블록

텍스트 문자열에 저장된 파라미터는 다른 파라미터와 같은 방식으로 액세스합니다. 최대 텍스트 블록 길이는 20자입니다. 파라미터에 대한 판독 요청이 파라미터가 저장하는 문자 길이보다 긴 경우 응답의 일부가 생략됩니다. 파라미터에 대한 판독 요청이 파라미터가 저장하는 문자 길이보다 짧은 경우 응답 공간이 채워집니다.

3.8.11.5 변환 인수

파라미터 값은 정수로만 전송될 수 있기 때문에 변환 인수는 십진수를 전송하는 데만 사용되어야 합니다.

3.8.11.6 파라미터 값

표준 데이터 유형
표준 데이터 유형에는 int16, int32, uint8, uint16 및 uint32가 있습니다. 이들은 4x 레지스터(40001–4FFFF)로 저장됩니다. 기능 03 hex *고정 레지스터 판독*을 사용하여 파라미터를 판독합니다. 파라미터는 1 레지스터(16비트)를 위한 6 hex *단일 레지스터 프리셋* 기능과 2 레지스터(32비트)를 위한 10 hex *다중 레지스터 프리셋* 기능을 사용하여 기록되었습니다. 판독 가능한 길이는 1레지스터(16비트)부터 10레지스터(20자)까지입니다.

비표준 데이터 유형
비표준 데이터 유형은 텍스트 문자열이며 4x 레지스터(40001–4FFFF)로 저장됩니다. 파라미터는 03 hex *고정 레지스터 판독* 기능을 사용하여 판독되며 10 hex *다중 레지스터 프리셋* 기능을 사용하여 기록됩니다. 판독 가능한 길이는 레지스터 1개(문자 2개)부터 최대 레지스터 10개(문자 20개)까지입니다.

3.8.12 FC 인버터 제어 프로필

3.8.12.1 FC 프로필에 따른 제어 워드 (*8-10 제어 프로필* = FC 프로필)

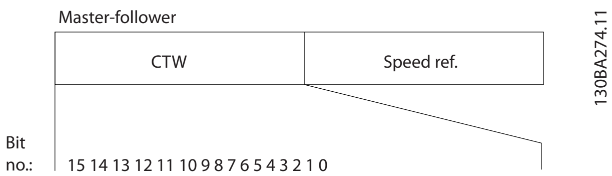


그림 3.55 제어 워드

3

비트	비트 값=0	비트 값=1
00	지령 값	외부 선택 lsb
01	지령 값	외부 선택 msb
02	직류 제동	가감속
03	코스팅	코스팅 없음
04	순간 정지	가감속
05	출력 주파수 유지	가감속 사용
06	감속 정지	기동
07	기능 없음	리셋
08	기능 없음	조그
09	가감속 1	가감속 2
10	유효하지 않은 데이터	유효한 데이터
11	기능 없음	릴레이 01 동작
12	기능 없음	릴레이 02 동작
13	파라미터 설정	선택 lsb
14	파라미터 설정	선택 msb
15	기능 없음	역회전

표 3.43 제어 워드 비트

제어 비트 설명

비트 00/01
비트 00과 01은 *표 3.44*에 따라 *3-10 프리셋 지령*에 미리 프로그래밍되어 있는 4개의 지령 값 중에서 선택하는 데 사용됩니다.

프로그래밍된 지령 값	파라미터	비트 01	비트 00
1	*3-10 프리셋 지령* [0]	0	0
2	*3-10 프리셋 지령* [1]	0	1
3	*3-10 프리셋 지령* [2]	1	0
4	*3-10 프리셋 지령* [3]	1	1

표 3.44 지령 값

주의 사항

비트 00/01이 디지털 입력의 해당 기능을 계산하는 방법을 정의하려면 *8-56 프리셋 지령 선택*에서 지령을 선택합니다.

비트 02, 직류 제동
비트 02=0일 때 직류 제동 및 정지됩니다. *2-01 직류 제동 전류*과 *2-02 직류 제동 시간*에서 제동 전류 및 시간을 설정합니다.
비트 02=1일 때 가감속됩니다.

비트 03, 코스팅
비트 03=0: 주파수 변환기가 모터를 즉시 정지시키고 (출력 트랜지스터는 차단) 모터가 코스팅 정지됩니다.
비트 03=1: 기타 기동 조건을 만족하는 경우 주파수 변환기가 모터를 기동합니다.

비트 03이 디지털 입력의 해당 기능을 계산하는 방법을 정의하려면 *8-50 코스팅 선택*에서 코스팅을 선택합니다.

비트 04, 순간 정지
비트 04=0: 정지할 때까지 모터를 감속합니다(*3-81 순간 정지 가감속 시간*에서 설정).

비트 05, 출력 주파수 고정
비트 05=0: 현재 출력 주파수(Hz)가 고정됩니다. 고정된 출력 주파수는 *가속* 및 *감속*하도록 프로그래밍된 디지털 입력(*5-10 단자 18 디지털 입력*에서 *5-15 단자 33 디지털 입력*)으로만 변경됩니다.

주의 사항

고정된 출력이 활성화되어 있는 경우 주파수 변환기는 다음 방법으로만 정지될 수 있습니다.

- 비트 03 코스팅 정지
- 비트 02, 직류 제동
- *직류 제동, 코스팅 정지*, 또는 *리셋* 및 *코스팅 정지*하도록 프로그래밍된 디지털 입력 (*5-10 단자 18 디지털 입력 ~ 5-15 단자 33 디지털 입력*).

비트 06, 가감속 정지/기동
비트 06=0: 모터를 정지시키고 선택된 감속 파라미터를 통해 정지할 때까지 모터를 감속시킵니다.
비트 06=1: 기타 기동 조건을 만족하는 경우 주파수 변환기가 모터를 기동하도록 허용합니다.

비트 06(가감속 정지/기동)이 디지털 입력의 해당 기능을 계산하는 방법을 정의하려면 *8-53 기동 선택*에서 기동을 선택합니다.

비트 07, 리셋
비트 07=0: 리셋 안함.
비트 07=1: 트립을 리셋합니다. 신호의 전연에서, 예를 들어, 논리 0에서 논리 1로 변경할 때 리셋이 활성화됩니다.

비트 08, 조그
비트 08=1: 출력 주파수는 *3-19 조그 속도 [RPM]*에 따라 결정됩니다.

비트 09, 가감속 1/2 선택
비트 09=0: 가감속 1이 활성화됩니다(*3-41 1 가속 시간 ~ 3-42 1 감속 시간*).
비트 09=1: 가감속 2(*3-51 2 가속 시간 ~ 3-52 2 감속 시간*)가 활성화됩니다.

비트 10, 유효하지 않은 데이터/유효한 데이터
제어 워드를 사용할지 아니면 무시할지를 주파수 변환기에 알립니다.
비트 10=0: 제어 워드를 무시합니다.
비트 10=1: 제어 워드를 사용합니다. 텔레그램의 종류에 관계 없이 텔레그램에는 항상 제어 워드가 포함되기 때문에 이 기능이 사용됩니다. 파라미터를 업데이트하거나 읽을 때 제어 워드를 사용하면 안되는 경우 제어 워드를 끕니다.

비트 11, 릴레이 01
비트 11=0: 릴레이는 활성화되지 않습니다.
비트 11=1: *5-40 릴레이 기능*에 *제어 워드 비트 11*이 선택되어 있으면 릴레이 01이 활성화됩니다.

비트 12, 릴레이 04
비트 12=0: 릴레이 04는 활성화되지 않습니다.
비트 12=1: *5-40 릴레이 기능*에 *제어 워드 비트 12*가 선택되어 있다면 릴레이 04가 활성화됩니다.

비트 13/14, 셋업 선택
*표 3.45*를 기준으로 비트 13과 14를 사용하여 4개의 메뉴 셋업 중 하나를 선택합니다.

셋업	비트 14	비트 13
1	0	0
2	0	1
3	1	0
4	1	1

표 3.45 메뉴 셋업의 사양

이 기능은 *0-10 셋업 활성화*에서 *[9] 다중 설정*이 선택되었을 경우에만 사용할 수 있습니다.

비트 13/14가 디지털 입력의 해당 기능을 계산하는 방법을 정의하려면 *8-55 셋업 선택*에서 지령을 선택합니다.

비트 15 역회전
비트 15=0: 역회전 안함
비트 15=1: 역회전 *8-54 역회전 선택*에서 역회전이 디지털로 초기 설정되어 있습니다. *직렬 통신*이나 *논리 OR* 또는 *논리 AND*가 선택되었을 경우에만 비트 15가 역회전됩니다.

3.8.12.2 FC 프로필 (STW) (*8-10 제어 프로필*=FC 프로필)에 따른 상태 워드

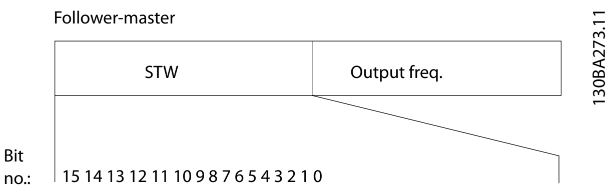


그림 3.56 상태 워드

비트	비트=0	비트=1
00	제어 준비 안됨	제어 준비
01	인버터준비X	운전 준비
02	코스팅	사용함
03	오류 없음	트립
04	오류 없음	오류(트립 없음)
05	예비	-
06	오류 없음	트립 잠금
07	경고 없음	경고
08	속도 ≠ 지령	속도 = 지령
09	현장 운전	버스통신 제어
10	주파수 한계 초과	주파수 한계 내
11	기능 없음	운전 중
12	인버터 정상	정지, 자동 기동
13	전압 정상	전압 초과
14	토오크 정상	토오크 초과
15	타이머 정상	타이머 초과

표 3.46 상태 워드 비트

상태 비트 설명

비트 00, 제어 준비 안됨/준비됨
비트 00=0: 주파수 변환기가 트립합니다.
비트 00=1: 주파수 변환기 제어는 준비되지만, 반드시 전원 부품이 전원 공급을 받는 것은 아닙니다(외부 24V가 제어 장치에 공급될 경우).

비트 01, 인버터 준비
비트 01=1: 주파수 변환기는 운전 준비되지만 코스팅 명령은 디지털 입력이나 직렬 통신을 통해서만 활성화됩니다.

비트 02, 코스팅 정지
비트 02=0: 주파수 변환기가 모터를 정지시킵니다.
비트 02=1: 주파수 변환기가 기동 명령을 사용하여 모터를 기동합니다.

비트 03, 오류 없음/트립
비트 03=0: 주파수 변환기가 정상적으로 운전하고 있습니다.
비트 03=1: 주파수 변환기가 트립합니다. 운전을 다시 시작하려면 [Reset]을 입력합니다.

비트 04, 오류 없음/오류(트립 안됨)
비트 04=0: 주파수 변환기가 정상적으로 운전하고 있습니다.
비트 04=1: 주파수 변환기에 오류가 있지만 트립하지는 않습니다.

비트 05, 사용안함
비트 05는 상태 워드에서 사용되지 않습니다.

비트 06, 오류 없음/트립 잠금
비트 06=0: 주파수 변환기가 정상적으로 운전하고 있습니다.
비트 06=1: 주파수 변환기가 트립되고 잠겼습니다.

비트 07, 경고 없음/경고
비트 07=0: 경고가 없습니다.
비트 07=1: 경고가 발생했습니다.

비트 08, 속도≠지령/속도=지령
비트 08=0: 모터가 운전 중이지만 현재 운전 속도가 프리셋 속도 지령과 일치하지 않습니다. 기동 또는 정지 시 속도가 가속 또는 감속되었을 때 이런 현상이 나타날 수 있습니다.
비트 08=1: 모터의 속도가 프리셋 속도 지령과 일치합니다.

비트 09, 현장 운전/버스통신 제어
비트 09=0: [Stop/Reset]은 *3-13 지령 위치*에 제어 장치 또는 *현장 제어*가 선택되어 있을 경우에 활성화됩니다. 직렬 통신을 통해 제어할 수 없습니다.
비트 09=1 필드 버스/직렬 통신을 이용하여 주파수 변환기를 제어할 수 있습니다.

비트 10, 주파수 한계 초과
비트 10=0: 출력 주파수가 *4-11 모터의 저속 한계 [RPM]* 또는 *4-13 모터의 고속 한계 [RPM]*에서 설정된 값에 도달했습니다.
비트 10=1: 출력 주파수가 정의된 한계 내에 있습니다.

비트 11, 운전하지 않음/운전 중
비트 11=0: 모터가 운전하지 않습니다.
비트 11=1: 주파수 변환기가 기동 신호를 받았거나 출력 주파수가 0Hz 보다 큽니다.

비트 12, 인버터 정상/정지, 자동 기동
비트 12=0: 인버터에 일시적 과열 현상이 없습니다.
비트 12=1: 과열로 인해 인버터가 정지되지만 트립되지는 않고 과열 현상이 없어질 경우 다시 운전을 시작합니다.

비트 13, 전압 정상/한계 초과
비트 13=0: 전압 경고가 발생하지 않았습니다.
비트 13=1: 주파수 변환기 매개회로의 직류 전압이 너무 낮거나 높습니다.

비트 14, 토오크 정상/한계 초과
비트 14=0: 모터 전류가 *4-18 전류 한계*에서 선택된 토오크 한계보다 낮습니다.
비트 14=1: *4-18 전류 한계*의 토오크 한계가 초과되었습니다.

비트 15, 타이머 정상/한계 초과
비트 15=0: 모터 써멀 보호와 써멀 보호의 타이머가 100%를 초과하지 않았습니다.
비트 15=1: 타이머 중 하나가 100%를 초과했습니다.

Interbus 옵션과 주파수 변환기 간의 연결이 끊어졌거나 내부 통신 문제가 발생한 경우에는 STW의 모든 비트가 0으로 설정됩니다.

3.8.12.3 버스통신 속도 지령 값

속도 지령 값은 상대적인 값(%)으로 주파수 변환기에 전달됩니다. 값은 16비트 형태(정수(0-32767))로 전달되며 값 16384(4000 hex)는 100%에 해당합니다. 음의 기호는 2의 보수에 의해 정해집니다. 실제 출력 주파수(MAV)는 버스통신 지령과 동일한 방법으로 범위가 설정됩니다.

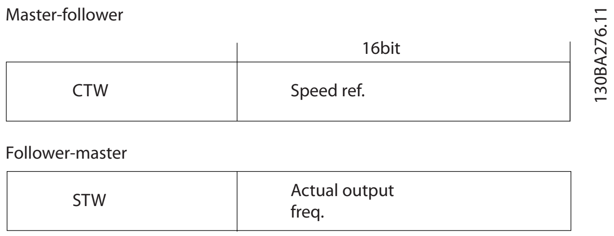


그림 3.57 실제 출력 주파수(MAV)

지령과 MAV는 다음과 같이 범위가 설정됩니다:

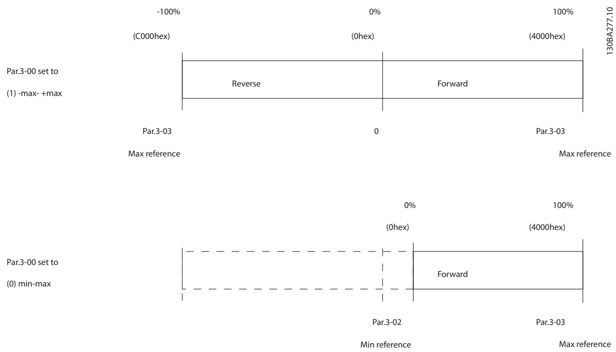


그림 3.58 지령 및 MAV

3.8.12.4 프로피드라이브 프로필(CTW)에 따른 제어 워드

제어 워드는 마스터(예: PC)의 명령을 슬레이브에 전달하는데 사용됩니다.

비트	비트=0	비트=1
00	꺼짐 1	켜짐 1
01	꺼짐 2	켜짐 2
02	꺼짐 3	켜짐 3
03	코스팅	코스팅 없음
04	순간 정지	가감속
05	주파수 출력 유지	가감속 사용
06	감속 정지	기동
07	기능 없음	리셋
08	조그 1 꺼짐	조그 1 켜짐
09	조그 2 꺼짐	조그 2 켜짐
10	유효하지 않은 데이터	유효한 데이터
11	기능 없음	슬로우다운
12	기능 없음	캐치업
13	파라미터 설정	선택 lsb
14	파라미터 설정	선택 msb
15	기능 없음	역회전

표 3.47 제어 워드 비트

제어 비트 설명

비트 00, 꺼짐 1/켜짐 1
일반적인 가감속 정지는 실제 설정된 가감속 기능의 가감속 시간을 사용합니다.

출력 주파수가 0Hz이고 [릴레이 123]이 *5-40 릴레이 기능*에서 선택되었다면, 비트 00=0일 때 출력 릴레이 1 또는 2가 정지 및 활성화합니다.
비트 0=1일 때는 주파수 변환기가 상태 1: *입력 전원 공급 중지*입니다.

비트 01, 꺼짐 2/켜짐 2
코스팅 정지
출력 주파수가 0Hz이고 [릴레이 123]이 *5-40 릴레이 기능*에서 선택되었다면, 비트 01=0일 때, 출력 릴레이 1 또는 2가 코스팅 정지 및 활성화됩니다.

비트 02, 꺼짐 3/켜짐 3
*3-81 순간 정지 가감속 시간*의 가감속 시간이 순간 정지에 사용됩니다. 출력 주파수가 0Hz이고 [릴레이 123]이 *5-40 릴레이 기능*에서 선택되었다면, 비트 02=0일 때, 출력 릴레이 1 또는 2가 순간 정지 및 활성화됩니다.
비트 02=1일 때는 주파수 변환기가
상태 1: *입력 전원 공급 중지*입니다.

비트 03, 코스팅/코스팅 없음
코스팅 정지 비트 03=0일 때 정지됩니다.
기타 기동 조건을 만족하는 경우 비트 03=1일 때 주파수 변환기가 기동할 수 있습니다.

주의 사항

***8-50 코스팅 선택*을 설정하여 비트 03에 연결되는 디지털 입력의 해당 기능을 결정할 수 있습니다.**

비트 04, 순간 정지/가감속
*3-81 순간 정지 가감속 시간*의 가감속 시간이 순간 정지에 사용됩니다.
비트 04=0일 때 순간 정지가 발생합니다.
기타 기동 조건을 만족하는 경우 비트 04=1일 때 주파수 변환기가 기동할 수 있습니다.

주의 사항

***8-51 순간 정지 선택*을 설정하여 비트 04에 연결되는 디지털 입력의 해당 기능을 결정할 수 있습니다.**

비트 05, 주파수 출력 유지/가감속 사용
비트 05=0일 때, 지령 값이 수정되더라도 현재의 출력 주파수가 유지됩니다.
비트 05=1일 때, 주파수 변환기가 조정 기능을 다시 수행할 수 있으며 각각 해당하는 지령 값에 따라 운전이 시작됩니다.

비트 06, 가감속 정지/기동
일반적인 가감속 정지는 실제 설정된 가감속 기능의 가감속 시간을 사용합니다. 또한 출력 주파수가 0Hz이고 릴레이 123이 *5-40 릴레이 기능*에서 선택되었다면, 출력 릴레이 01 또는 04가 활성화됩니다.
비트 06=0일 때 정지됩니다.
기타 기동 조건을 충족하는 경우 비트 06=1일 때 주파수 변환기가 기동할 수 있습니다.

주의 사항

***8-53 기동 선택*을 설정하여 비트 06에 연결되는 디지털 입력의 해당 기능을 결정할 수 있습니다.**

비트 07, 기능 없음/리셋
스위치가 꺼진 후 리셋됩니다.
결함 버퍼의 이벤트를 알려줍니다.
비트 07=0일 때, 리셋되지 않습니다.
비트 07이 1로 변경될 경우, 스위치가 꺼진 후 리셋됩니다.

비트 08, 조그 1 꺼짐/켜짐
*8-90 통신 조그 1속*에서 미리 프로그래밍된 속도가 활성화됩니다. 조그 1는 비트 04=0이고 비트 00-03=1일 때만 가능합니다.

비트 09, 조그 2 꺼짐/켜짐
*8-91 통신 조그 2속*에서 미리 프로그래밍된 속도가 활성화됩니다. 조그 2는 비트 04=0이고 비트 00-03=1일 때만 가능합니다.

비트 10, 유효하지 않은/유효한 데이터
제어 워드를 사용할 것인지 아니면 무시할 것인지 여부를 주파수 변환기에 알려주는 데 사용됩니다.
비트 10=0일 때 제어 워드가 무시됩니다.
비트 10=1일 때 제어 워드가 사용됩니다. 사용되는 텔레그램의 종류와 관계 없이 제어 워드가 항상 텔레그램에 포함되어 있으므로 이 기능이 사용됩니다. 파라미터를 업데이트하거나 읽을 때 제어 워드를 사용하지 않으려면 제어 워드를 끌 수 있습니다.

비트 11, 기능 없음/슬로우다운
*3-12 캐치업/슬로우다운 값*에 주어진 크기만큼 속도 지령 값을 줄이는 데 사용됩니다.
비트 11=0일 때, 지령 값이 변경되지 않습니다.
비트 11=1일 때, 지령 값이 감소합니다.

비트 12, 기능 없음/캐치업
*3-12 캐치업/슬로우다운 값*에 주어진 크기만큼 속도 지령 값을 증가시키는 데 사용됩니다.
비트 12=0일 때, 지령 값이 변경되지 않습니다.
비트 12=1일 때, 지령 값이 증가합니다.
만약 슬로우다운과 캐치업이 동시에 활성화되면(비트 11 및 12=1), 슬로우다운이 우선순위를 가지므로 속도 지령 값이 감소합니다.

비트 13/14, 셋업 선택
비트 13과 14는 *표 3.48*를 기준으로 하여 4개의 파라미터 셋업 중 하나를 선택하는 데 사용됩니다.

이 기능은 *0-10 셋업 활성화*에서 *[9] 다중 설정*이 선택되었을 경우에만 사용할 수 있습니다. *8-55 셋업 선택*을 설정하여 비트 13과 14에 연결되는 디지털 입력의 해당 기능을 결정할 수 있습니다. 셋업이 *0-12 다음에 링크된 설정*에 링크되어 있는 경우에만 구동 중 셋업 변경이 가능합니다.

3

셋업	비트 13	비트 14
1	0	0
2	1	0
3	0	1
4	1	1

표 3.48 셋업 선택

비트 15, 기능 없음/역회전
비트 15=0일 때, 역회전이 발생하지 않습니다.
비트 15=1일 때, 역회전이 발생합니다.

주의 사항

***8-54 역회전 선택*에서 역회전은 *디지털*로 초기 설정되어 있습니다.**

주의 사항

***직렬 통신*이나 *논리 OR* 또는 *논리 AND*가 선택되었을 경우에만 비트 15가 역회전됩니다.**

3.8.12.5 프로피드라이브 프로필에 따른 상태 워드(STW)

상태 워드는 슬레이브의 상태를 마스터(예: PC)에 알릴 때 사용됩니다.

비트	비트=0	비트=1
00	제어 준비 안됨	제어 준비
01	인버터준비X	운전 준비
02	코스팅	사용함
03	오류 없음	트립
04	꺼짐 2	켜짐 2
05	꺼짐 3	켜짐 3
06	기동 가능	기동 불가
07	경고 없음	경고
08	속도≠지령	속도=지령
09	현장 운전	버스통신 제어
10	주파수 한계 초과	주파수 한계 내
11	기능 없음	운전 중
12	인버터 정상	정지, 자동 기동
13	전압 정상	전압 초과
14	토오크 정상	토오크 초과
15	타이머 정상	타이머 초과

표 3.49 상태 워드 비트

상태 비트 설명
비트 00, 제어 준비 안됨/준비됨
비트 00=0일 때, 제어 워드의 비트 00, 01 또는 02가 0 (꺼짐 1, 꺼짐 2 또는 꺼짐 3)이거나 주파수 변환기가 꺼집니다(트립됩니다).
비트 00=1일 때, 주파수 변환기 제어는 준비되지만 반드시 현재 전원부에 전원이 공급되지는 않습니다(제어 시스템에 외부 24V가 공급되는 경우).

비트 01, 인버터 준비 안됨/준비됨
전원부 공급이 있다는 점을 제외하면 비트 00과 동일합니다. 필요한 기동 신호를 받으면 주파수 변환기가 준비됩니다.

비트 02, 코스팅/사용함
비트 02=0일 때, 제어 워드의 비트 00, 01 또는 02가 0 (꺼짐 1, 꺼짐 2, 꺼짐 3 또는 코스팅)이거나 주파수 변환기가 꺼집니다(트립됩니다).
비트 02=1일 때, 제어 워드의 비트 00, 01 또는 02가 1이고 주파수 변환기는 트립되지 않습니다.

비트 03, 오류 없음/트립
비트 03=0일 때, 주파수 변환기에 오류 조건이 없습니다.
비트 03=1일 때, 주파수 변환기가 트립되고 다시 기동하려면 리셋 신호가 필요합니다.

비트 04, 켜짐 2/꺼짐 2
제어 워드의 비트 01이 0일 때, 비트 04=0입니다.
제어 워드의 비트 01이 1일 때, 비트 04=1입니다.

비트 05, 켜짐 3/꺼짐 3
제어 워드의 비트 02가 0일 때, 비트 05=0입니다.
제어 워드의 비트 02가 1일 때, 비트 05=1입니다.

비트 06, 기동 가능/불가
*8-10 컨트롤 워드 프로필*에서 *[1] PROFIdrive*가 선택되었다면 스위치 꺼짐을 인식하고, 꺼짐2 또는 꺼짐3이 활성화되며 주전압의 스위치가 꺼진 후에 비트 06은 1이 됩니다. 제어 워드의 비트 00이 0으로 설정되고, 비트 01, 02 및 10이 1로 설정되었을 때 *기동 불가*가 리셋됩니다.

비트 07, 경고 없음/경고
비트 07=0은 경고 없음을 의미합니다.
비트 07=1은 경고가 발생했음을 의미합니다.

비트 08, 속도≠지령/속도=지령
비트 08=0일 때, 모터의 현재 속도가 설정된 속도 지령값 범위를 벗어납니다. 예를 들어, 기동 또는 정지 시 속도가 가속 또는 감속되었을 때 이런 현상이 나타날 수 있습니다.
비트 08=1일 때, 모터의 현재 속도가 설정된 속도 지령값에 따라 변화합니다.

비트 09, 현장 운전/버스통신 제어
비트 09=0은 LCP의 [정지]이나 *3-13 지령 위치*에서 선택된 [수동에 링크] 또는 [현장]을 통해 주파수 변환기가 정지되었음을 의미합니다.
비트 09=1일 때, 직렬 인터페이스를 통해 주파수 변환기를 제어할 수 있습니다.

비트 10, 주파수 한계 초과/주파수 한계 내
비트 10=0일 때, 출력 주파수가 *4-52 저속 경고* 및 *4-53 고속 경고*에서 설정된 한계를 벗어났습니다.
비트 10=1일 때, 출력 주파수가 설정된 범위 내에 있습니다.

비트 11, 운전하지 않음/운전 중
비트 11=0일 때, 모터가 작동하지 않습니다.
비트 11=1일 때, 주파수 변환기가 기동 신호를 받았거나 출력 주파수가 0Hz보다 큽니다.

비트 12, 인버터 정상/정지, 자동기동
비트 12=0일 때, 인버터에 일시적인 과부하가 걸리지 않습니다.
비트 12=1일 때, 과부하로 인해 인버터가 정지됩니다. 하지만 주파수 변환기가 꺼지지(트립되지) 않았고, 과부하가 멈추면 다시 기동합니다.

비트 13, 전압 정상/한계 초과
비트 13=0일 때, 주파수 변환기의 전압 한계가 초과되지 않습니다.
비트 13=1일 때, 주파수 변환기 매개회로의 직류 전압이 너무 낮거나 높습니다.

비트 14, 토오크 정상/한계 초과
비트 14=0일 때, 모터 토오크는 *4-16 모터 운전의 토오크 한계* 및 *4-17 재생 운전의 토오크 한계*에서 선택된 한계보다 낮습니다.
비트 14=1일 때, *4-16 모터 운전의 토오크 한계* 또는 *4-17 재생 운전의 토오크 한계*에서 선택된 한계를 초과합니다.

비트 15, 타이머 정상/한계 초과
비트 15=0일 때, 모터 써멀 보호와 주파수 변환기 써멀 보호의 타이머가 100%를 초과하지 않았습니다.
비트 15=1일 때, 타이머 중 하나가 100%를 초과했습니다.

3

3.9 시스템 설계 체크리스트

*표 3.50*는 모터 제어 시스템에 주파수 변환기를 통합하는 데 필요한 체크리스트를 제공합니다. 이 체크리스트는 시스템 요구사항을 지정하는 데 필요한 일반 부문 및 옵션을 상기시킬 목적으로 제공됩니다.

부문	세부 사항	참고	☑
FC 모델			
전력			
	전압		
	전류		
물리적			
	치수		
	중량		
주위 운전 조건			
	온도		
	고도		
	습도		
	공기질/먼지		
	용량 감소 요구사항		
외함 용량			
입력			
케이블			
	유형		
	길이		
퓨즈			
	유형		
	용량		
	등급		
옵션			
	커넥터		
	접점		
	필터		
출력			
케이블			
	유형		
	길이		
퓨즈			
	유형		
	용량		

부문	세부 사항	참고	☑
	등급		
옵션			
	필터		
제어			
배선			
	유형		
	길이		
	단자 연결		
통신			
	프로토콜		
	연결		
	배선		
옵션			
	커넥터		
	접점		
	필터		
모터			
	유형		
	등급		
	전압		
	옵션		
특수 공구 및 장비			
	이동 및 보관		
	장착		
	전기 연결		

표 3.50 시스템 설계 체크리스트

4 적용 예

4.1 어플리케이션 기능 개요

VLT® AQUA Drive FC 202는 수처리 및 폐수처리 용도로 설계되어 있습니다. 다양한 표준 및 옵션 기능으로는 수처리 및 폐수처리에 중점을 두고 최적화된 SmartStart와 단축 메뉴가 있습니다.

- **캐스케이드 제어**
  기본형 캐스케이드 컨트롤러는 기본적으로 내장되어 있으며 최대 용량은 펌프 3대입니다. 캐스케이드 컨트롤러는 다중 펌프 시스템 내 단일 펌프의 속도 제어를 제공합니다. 이는 예를 들어, 부스터 세트의 경우 비용 효율적인 솔루션입니다. 여러 대의 가변 속도 펌프를 갖춘 시스템은 확장형 캐스케이드 컨트롤러 (MCO 101) 또는 고급형 캐스케이드 컨트롤러 (MCO 102)를 필요로 합니다.
- **모터 절체**
  모터 절체 기능은 2개의 모터 또는 2대의 펌프가 1대의 주파수 변환기를 공유하는 어플리케이션에 적합합니다.
- **유량 보상**
  유량 보상은 유량에 따라 설정포인트를 적용하고 압력 센서를 펌프에 가까이 장착할 수 있게 합니다.
- **드라이 런 감지**
  이 기능은 드라이 런 및 펌프 과열을 피해 펌프의 손상을 방지합니다.
- **유량 과다 감지**
  이 기능은 펌프가 최대 속도로 구동 중이고 사용자가 정의한 시간 동안 설정포인트에 도달할 수 없을 때를 감지합니다.
- **디래깅**
  이 예방적 또는 반응적 청소 기능은 폐수처리 어플리케이션의 펌프용으로 설계되었습니다. 자세한 내용은 *장을 4.2.3 29-1* 디래깅 기능*을 참조하십시오.
- **초기/최종 가감속**
  최소 속도까지의 짧은 감속 시간과 최소 속도부터의 짧은 가속 시간을 프로그래밍하면 베어링이 보호되고 수중 펌프를 사용하는 어플리케이션에 충분한 냉각이 제공됩니다.
- **체크 밸브 보호**
  느린 감속 속도는 체크 밸브를 보호하고 수격을 방지합니다.
- **STO**
  STO는 심각한 상황이 발생할 때 안전 정지(코스팅 정지)를 활성화합니다.
- **저유량 감지**
  이 기능은 시스템의 유량 없음 또는 저유량 조건을 감지합니다.
- **슬립 모드**
  슬립 모드 기능은 작동 요구가 없을 때 펌프를 정지시켜 에너지를 절감합니다.
- **배관 급수 모드**
  배관 급수 모드는 천천히 배관 급수가 이루어지고 수격을 방지하기 위한 기능으로 구성됩니다. 이 기능은 수평 및 수직 배관에 각기 다른 모드를 제공합니다.
- 실시간 클럭
- **스마트 로직 컨트롤러(SLC)**
  SLC는 이벤트 및 동작으로 구성된 시퀀스의 프로그래밍으로 이루어집니다. SLC는 비교기, 논리 규칙 및 타이머를 사용하여 다양한 PLC 기능을 제공합니다.
- **사전/사후 윤활**
  자세한 내용은 *장을 4.2.4 사전/사후 윤활*을 참조하십시오.
- **유량 확인**
  자세한 내용은 *장을 4.2.5 29-5* 유량 확인*을 참조하십시오.
- **수중 펌프를 위한 고급형 최소 속도 감시**
  자세한 내용은 *장을 4.2.6 수중 펌프를 위한 고급형 최소 속도 감시*을 참조하십시오.
- **예방적 유지보수**
  예방적 유지보수 기능은 예정된 서비스 간격을 주파수 변환기에 프로그래밍할 수 있게 합니다.

4.2 엄선된 어플리케이션 기능

4.2.1 SmartStart

이제 SmartStart 마법사를 사용하여 주파수 변환기를 보다 쉽고 비용 효율적으로 작동할 수 있습니다. SmartStart는 최초 전원 인가 시 또는 공장 출고 리셋 후에 활성화되며 간단한 일련의 단계를 통해 사용자가 올바르고 가장 효율적으로 모터를 제어할 수 있도록 안내합니다. SmartStart는 또한 단축 메뉴를 통해서도 직접 시작할 수 있습니다. 28개 언어의 그래픽 제어 패널에서 설정을 선택합니다.

- 개회로 또는 폐회로의 단일 펌프/모터
- 모터 절체: 2개의 모터가 1대의 주파수 변환기를 공유하는 경우.
- 기본형 캐스케이드 제어: 다중 펌프 시스템 내 단일 펌프의 속도 제어. 이는 예를 들어, 부스터 세트의 경우 비용 효율적인 솔루션입니다.

4

- 마스터-종동: 최대 8대의 주파수 변환기 및 펌프를 제어하여 전체 펌프 시스템을 부드럽게 운전할 수 있습니다.

4.2.2 단축 메뉴 수처리 및 펌프

단축 메뉴 항목인 수처리 및 펌프는 VLT® AQUA Drive의 가장 공통된 수처리 및 펌프 기능에 신속히 접근할 수 있게 합니다.

- 특수 가감속 (초기/최종 가감속, 체크 밸브 가감속)
- 슬립 모드
- 디래깅
- 드라이 런 감지
- 유량 과다 감지
- 유량 보상
- 수평, 수직 및 혼합 배관 시스템을 위한 배관 급수 모드
- 제어 성능
- 최소 속도 감시

4.2.3 29-1* 디래깅 기능

디래깅 기능은 폐수처리 어플리케이션의 펌프 블레이드에 이물질이 없게 하여 펌프가 정상적으로 작동하도록 하는 것을 목적으로 합니다.
디래깅 이벤트는 주파수 변환기가 디래깅을 시작할 때부터 디래깅이 끝날 때까지의 시간으로 정의됩니다. 디래깅이 시작되면 주파수 변환기는 먼저 정지 시까지 감속한 다음 첫 번째 사이클이 시작되기 전에 차단 지연이 만료됩니다.

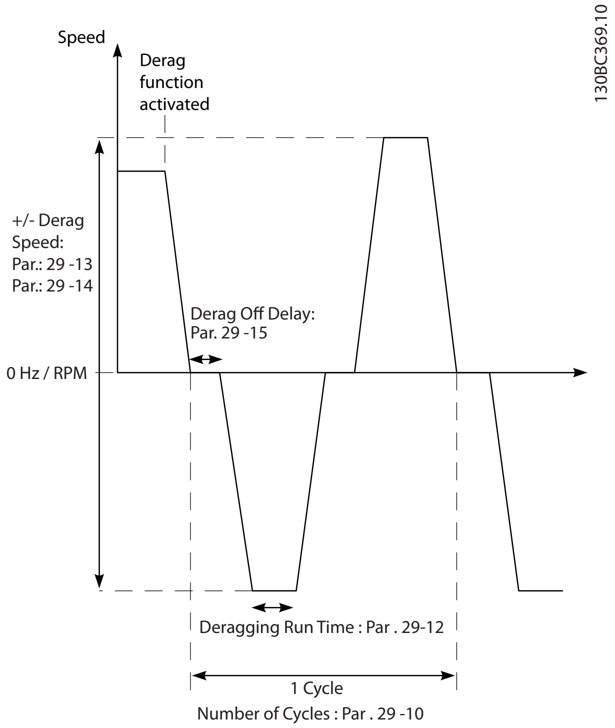


그림 4.1 디래깅 기능

주파수 변환기가 정지된 상태에서 디래깅이 트리거되면 첫 번째 차단 지연이 무시됩니다. 디래깅 이벤트는 몇 번의 사이클로 구성될 수 있습니다. 하나의 사이클은 하나의 역방향 펄스 이후 하나의 정방향 펄스로 구성됩니다. 지정된 횟수의 사이클이 완료되면 디래깅이 끝난 것으로 간주됩니다. 보다 자세히 설명하면 마지막 사이클의 마지막 펄스(항상 정방향 펄스)에서 디래깅 구동 시간이 만료된 후(주파수 변환기는 디래깅 속도로 구동 중)에 디래깅이 끝난 것으로 간주됩니다. 펄스 간에 주파수 변환기 출력은 지정된 차단 지연 시간 동안 코스팅되어 펌프에 이물질이 침전되게 합니다.

주의 사항

펌프를 역회전으로 구동할 수 없는 경우에는 디래깅을 활성화하지 마십시오.

진행 중인 디래깅 이벤트를 위한 알림은 다음과 같이 3가지입니다.

- LCP의 상태: *자동 원격 디래깅*.
- 확장형 상태 워드의 비트(비트 23, 80 0000 hex).
- 디지털 출력은 능동 디래깅 상태를 반영하도록 구성할 수 있습니다.

어플리케이션 및 그 사용 목적에 따라 이 기능을 예방적 또는 반응적 조치로 사용할 수 있으며 다음과 같은 방식으로 트리거/시작할 수 있습니다.

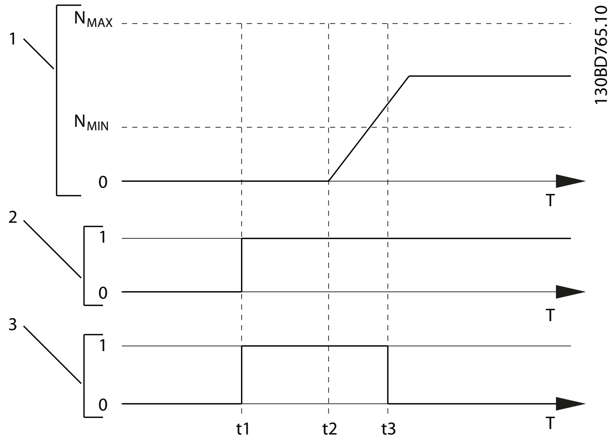
- 각 기동 명령(*29-11 Derag at Start/Stop*)을 통한 방식
- 각 정지 명령(*29-11 Derag at Start/Stop*)을 통한 방식
- 각 기동/정지 명령(*29-11 Derag at Start/Stop*)을 통한 방식
- 디지털 입력(파라미터 그룹 *5-1* 디지털 입력*)을 통한 방식
- 스마트 로직 컨트롤러(*13-52 SL 컨트롤러 동작*)를 사용한 인버터 동작을 통한 방식
- 시간 예약 동작(파라미터 그룹 *23-** 시간 관련 기능*)을 통한 방식
- 고출력(파라미터 그룹 *29-2* 디래깅 출력 튜닝*)을 통한 방식

4.2.4 사전/사후 윤활

특정 모터는 손상/마모를 방지하기 위해 구동 전 및 구동 중에 모터 기계 부품의 윤활을 필요로 합니다. 이는 특히 모터가 장시간 구동되지 않을 때 해당합니다. 사전 윤활은 또한 특정 배기 팬을 구동해야 하는 어플리케이션을 지원합니다. 사전 윤활 기능은 외부 장치에 신호를 전달하여 구동 명령(예: 기동 요청)의 상승 에지부터 사용자 정의 시간 동안 특정 동작의 수행을 시작합니다. 더 나아가, 기동 지연(*1-71 기동 지연*)은 주파수 변환기가 정지된 상태에서 사전 윤활만 시작되고 주파수 변환기가 가속을 시작하기 직전에 사전 윤활이 완료되는 경우에 입력할 수 있습니다. 사전 윤활은 또한 주파수 변환기가 구동 상태일 때는 항상 외부 장치의 신호가 유지되는 경우 또는 모터가 정지한 후에 신호가 유지되는 경우에 구성할 수 있습니다(*29-42 Post Lube Time*). 어플리케이션 예시로는 모터/펌프의 기계 부품 또는 일부 유형의 배기 팬 유닛을 윤활하기 위한 장치가 있습니다.

윤활 장치의 이용 사례로는 기동 요청의 상승 에지에서 윤활을 시작하는 사례가 있습니다. 특정 시간 동안 기동을 지연하고 지연이 만료되고 주파수 변환기가 기동할 때 윤활을 정지합니다.

*그림 4.2*는 기능의 각기 다른 사용 방법을 보여줍니다. 이 사례에서 주파수 변환기가 이미 가속 중일 때 지연이 만료됩니다. *표 4.1*에서 관련 파라미터를 참조하십시오.



1	속도 곡선
2	기동 명령(예: 단자 18)
3	사전 윤활 출력 신호
t_1	기동 명령이 활성화됩니다(예: 단자 18이 활성화로 설정됩니다). 기동 지연 타이머(*1-71 기동 지연*) 및 사전 윤활 타이머(*29-41 Pre Lube Time*).
t_2	기동 지연 타이머가 만료됩니다. 주파수 변환기가 가속을 시작합니다.
t_3	사전 윤활 타이머(*29-41 Pre Lube Time*)가 만료됩니다.

그림 4.2 사전/사후 윤활 기능 예시

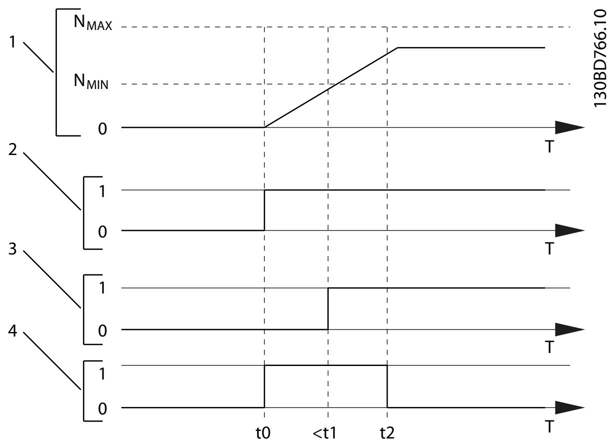
파라미터 및 이름	설명	설정	단위
29-40 Pre/Post Lube Function	사전/사후 윤활 기능을 선택합니다. *1-71 기동 지연*를 사용하여 모터가 가감속을 시작하기 전에 지연을 설정합니다.	[0]*사용안함 [1] 사전 윤활만 [2] 사전윤활 및 구동 [3] 사전윤활 및 구동 및 사후윤활	-
29-41 Pre Lube Time	기동 신호 이후의 신호 시간을 입력합니다. *29-40 Pre/Post Lube Function*에서 *[1] 사전 윤활만*을 선택한 경우에만 사용합니다.	0-600 (*10)	s
29-42 Post Lube Time	모터가 정지된 후의 신호 기간을 선택합니다. *29-40 Pre/Post Lube Function*에서 *[3] 사전 윤활 및 구동 및 사후 윤활*을 선택한 경우에만 사용합니다.	0-600 (*10)	s

표 4.1 사전/사후 윤활 파라미터

4.2.5 29-5* 유량 확인

유량 확인 기능은 외부 이벤트를 기다리는 동안 모터/펌프를 구동할 필요가 있는 어플리케이션을 위해 설계되었습니다. 유량 확인 감시장치는 게이트 밸브, 유량 스

위치 또는 이들과 유사하게 장치가 개방 위치에 있고 유량이 있음을 알려주는 외부 장치의 센서에서 디지털 입력 신호의 수신을 예상합니다. *29-50 Validation Time*에서 사용자는 유량을 확인하기 위해 VLT® AQUA Drive FC 202가 외부 장치의 디지털 입력 신호를 얼마나 오래 기다리는지를 정의합니다. 유량이 확인되고 나면 주파수 변환기는 유량 확인 시간 이후의 신호를 다시 점검한 다음 정상적으로 구동합니다. 유량 감시장치가 활성화되어 있는 동안 LCP 상태는 "유량 확인 중"으로 표시됩니다.
유량 검증 시간 또는 유량 확인 시간이 만료된 후에 예상된 디지털 입력 신호가 비활성화되면 주파수 변환기는 *유량 확인 안됨* 알람과 함께 트립됩니다.



1	속도 곡선
2	기동 명령(예: 단자 18)
3	유량이 있음을 확인하는 외부 장치의 디지털 신호.
4	유량 검증
t_0	기동 명령이 활성화됩니다(예: 단자 18이 활성화로 설정됩니다).
t_1	*29-50 Validation Time*가 만료되기 전에 외부 장치의 디지털 신호가 활성화됩니다.
t_2	*29-51 Verification Time*가 끝나면 주파수 변환기는 외부 장치의 신호를 다시 점검한 다음 정상적으로 구동합니다.

그림 4.3 유량 확인

파라미터 및 이름	설명	설정	단위
29-50 Validation Time	검증 시간 동안 디지털 입력이 활성화되어 있어야 합니다.	0.1–999.0 (*용량에 따라 다름)	s
29-51 Verification Time	검증 시간이 끝날 때에도 디지털 입력이 계속 활성화되어 있으면 유량이 확인됩니다.	0.1–255.0 (*15)	s

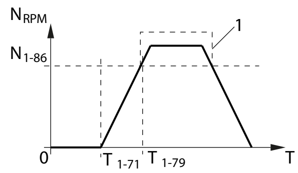
표 4.2 유량 확인 파라미터

주의 사항

파라미터는 디지털 입력이 유량 확인으로 구성된 경우에만 LCP에서 보입니다.

4.2.6 수중 펌프를 위한 고급형 최소 속도 감시

일부 펌프는 저속에서 작동하기에 매우 민감합니다. 그 대표적인 이유는 저속에서는 냉각 또는 윤활이 충분하지 않기 때문입니다.
과부하 조건에서 주파수 변환기는 통합 보호 기능을 사용하여 자체를 보호하며 여기에는 감속이 포함됩니다. 예를 들어, 전류 한계 컨트롤러는 속도를 낮출 수 있습니다. 이는 일부의 경우 속도가 *4-11 모터의 저속 한계 [RPM]* 및 *4-12 모터 속도 하한 [Hz]*에서 지정된 속도보다 낮아질 수 있음을 의미합니다.
고급형 최소 속도 감시 기능은 속도가 특정 값 아래로 떨어지면 주파수 변환기를 트립합니다. 펌프의 펌프 모터가 *1-79 압축기 기동 후 트립 시까지 최대시간*에 명시된 시간 내에 *1-86 트립 속도 하한 [RPM]*에 명시된 속도에 도달하지 못하면(가속이 너무 오래 걸리면) 주파수 변환기가 트립됩니다. *1-71 기동 지연* 및 *1-79 압축기 기동 후 트립 시까지 최대시간*의 타이머는 기동 명령이 활성화될 때 동시에 시작합니다. 예를 들어, 이는 *1-71 기동 지연*의 값이 *1-79 압축기 기동 후 트립 시까지 최대시간*의 값 이상이면 주파수 변환기가 절대 기동하지 않음을 의미합니다.



T_{1-71}	*1-71 기동 지연.*
T_{1-79}	*1-79 압축기 기동 후 트립 시까지 최대시간.* 이 시간에는 T_{1-71}의 시간이 포함됩니다.
N_{1-86}	*1-86 트립 속도 하한 [RPM].* 정상 운전 도중에 속도가 이 값 미만으로 떨어지면 주파수 변환기가 트립됩니다.
1	정상 운전.

그림 4.4 고급형 최소 속도 감시

4.3 어플리케이션 셋업 예시

본 절에서의 예는 공통 어플리케이션에 대한 요약 참고 자료입니다.

- 파라미터 설정은 별도의 언급이 없는 한 지역별 초기 값입니다(*0-03 지역 설정*에서 선택).
- 단자와 연결된 파라미터와 그 설정은 그림 옆에 표시됩니다.
- 아날로그 단자 A53 또는 A54에 필요한 스위치 설정 또한 표시됩니다.

SLC 적용 예

과정 1:

1. 기동.
2. 가속.
3. 지령 속도 2초에서 구동.
4. 감속.
5. 정지 시까지 축 고정.

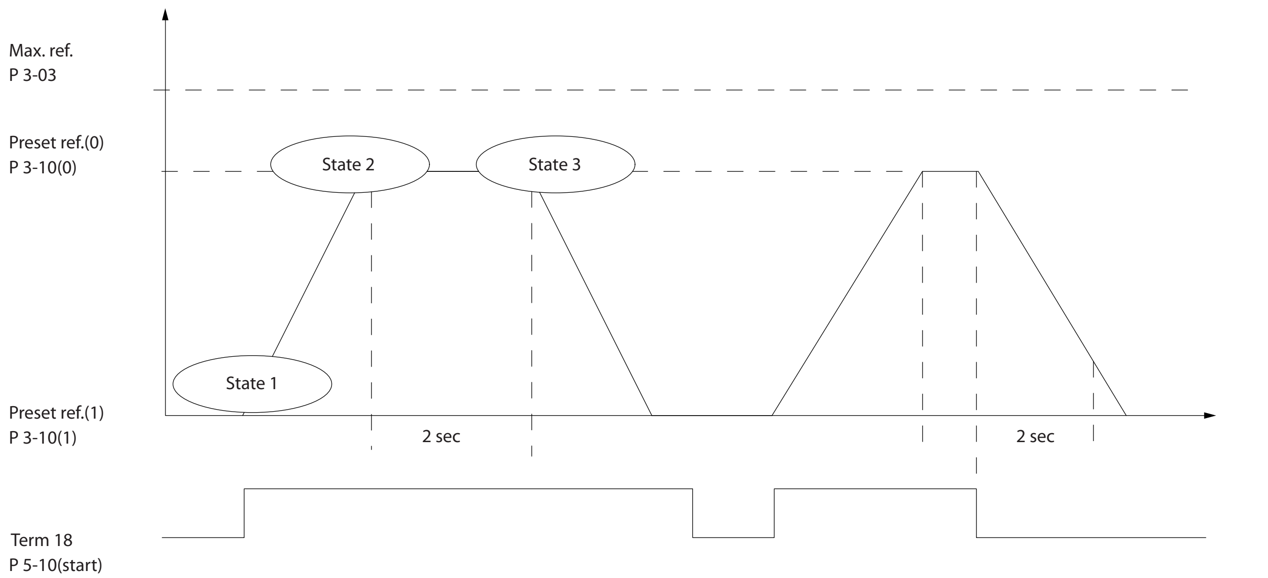


그림 4.5 가속/감속

*3-41 1 가속 시간*과 *3-42 1 감속 시간*에서 원하는 시간으로 가감속 시간을 설정합니다.

$$t_{ramp} = \frac{t_{acc} \times n_{norm}\,(par.\,1-25)}{ref\,[RPM]}$$

단자 27을 *[0] 운전하지 않음*으로 설정합니다(*5-12 단자 27 디지털 입력*).
프리셋 지령 0을 최소 프리셋 속도 (*3-10 프리셋 지령* [0])로 설정하되 최대 지령 속도 (*3-03 최대 지령*)의 %로 설정합니다. 예: 60%
프리셋 지령 1을 두 번째 프리셋 속도(*3-10 프리셋 지령* [1], 예: 0% (0)로 설정합니다.
13-20 SL 컨트롤러 타이머 [0]에서 일정 운전 속도에 대한 타이머 0을 설정합니다. 예: 2 s

13-51 SL 컨트롤러 이벤트 [1]의 이벤트 1을 *[1] 참*으로 설정합니다.
13-51 SL 컨트롤러 이벤트 [2]의 이벤트 2를 *[4] 지령 시*로 설정합니다.
13-51 SL 컨트롤러 이벤트 [3]의 이벤트 3을 *[30] 타임아웃 0*으로 설정합니다.
13-51 SL 컨트롤러 이벤트 [4]의 이벤트 4를 *[0] 거짓*으로 설정합니다.

13-52 SL 컨트롤러 동작 [1]의 동작 1을 *[10] 프리셋 0 선택*으로 설정합니다.
13-52 SL 컨트롤러 동작 [2]의 동작 2를 *[29] 타이머 0 기동*으로 설정합니다.

주의 사항

STO 기능(옵션)을 사용하는 경우, 공장 초기 프로그래밍 값 사용 시 주파수 변환기를 작동하기 위해서는 단자 12(또는 13)와 단자 37 사이에 점퍼 와이어가 필요할 수도 있습니다.

13-52 SL 컨트롤러 동작 [3]의 동작 3을 *[11] 프리셋 1 선택*으로 설정합니다.
13-52 SL 컨트롤러 동작 [4]의 동작 4를 *[1] 동작하지 않음*으로 설정합니다.

켜짐으로 (*13-00 SL 컨트롤러 모드*)를 설정합니다.

기동/정지 명령이 단자 18에 적용됩니다. 만일 정지 신호가 적용되면 주파수 변환기는 감속하다가 코스팅 정지 모드로 전환됩니다.

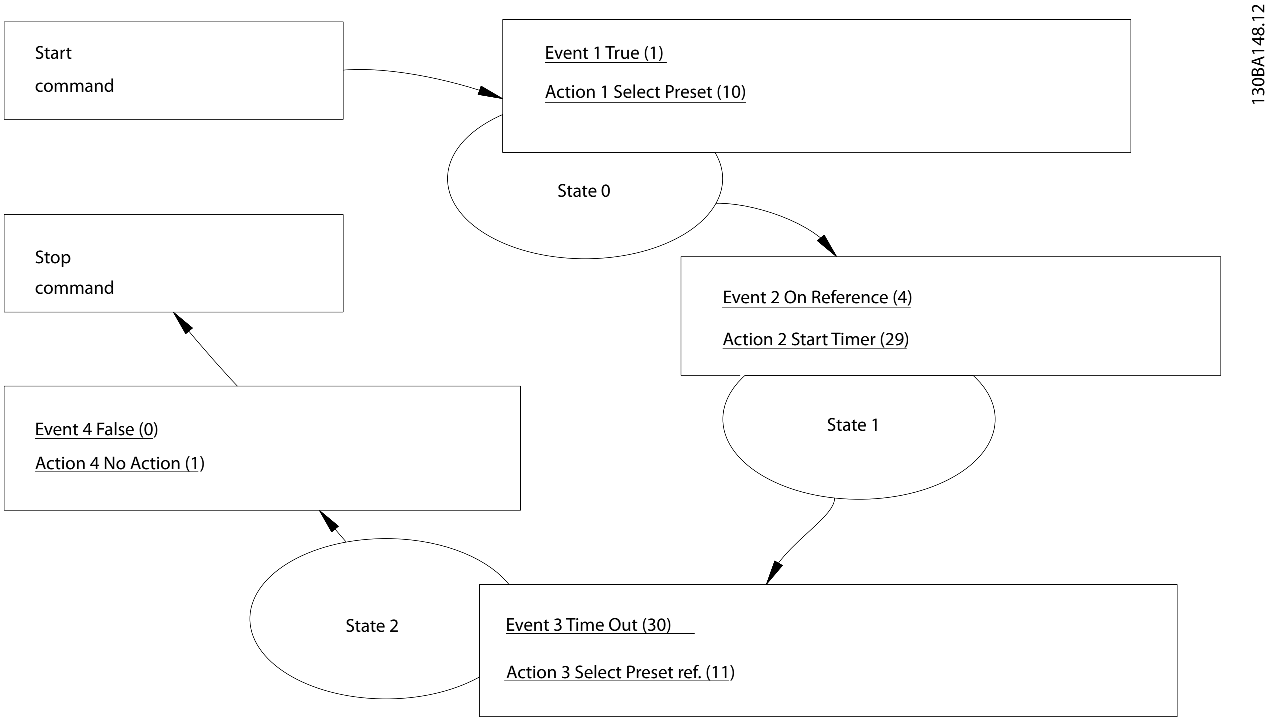


그림 4.6 SLC 적용 예

4.3.1 수중 펌프 어플리케이션

시스템은 댄포스 VLT® AQUA Drive에 의해 제어되는 수중 펌프와 압력 트랜스미터로 구성되어 있습니다. 트랜스미터는 주파수 변환기에 4-20 mA 피드백 신호를 전달하며 펌프의 속도를 제어함으로써 일정한 압력을 유지합니다. 수중 펌프 어플리케이션에 맞는 주파수 변환기를 설계하기 위해서는 고려해야 할 중요 사항이 몇 가지 있습니다. 모터 전류에 따라 주파수 변환기를 선택합니다.

1. 모터는 고정자와 회전자 사이에 스테인리스강 캔이 있는 이른바, *캔 모터*입니다. 일반 모터에 비해 크고 내자성이 높은 에어갭이 있어 자기장이 보다 약하며 이로 인해 정격 출력이 비슷한 일반 모터에 비해 정격 전류가 높은 모터가 설계되고 있습니다.
2. 펌프에는 최저 속도보다 낮게(일반적으로 30 Hz) 구동 시 손상되는 트러스트 베어링이 포함되어 있습니다.
3. 모터 리액턴스는 수중 펌프 모터에 대해 비선형이므로 자동 모터 최적화(AMA)를 사용하지 못할 수 있습니다. 일반적으로 수중 펌프는 긴 모터 케이블로 운전되며 이는 비선형 모터 리액턴스를 없애고 주파수 변환기가 AMA를 실행할 수 있게 합니다. AMA에 실패한 경우, 파라미터 그룹 *1-3* 고급 모터 데이터*에서 모터 데이터를 설정할 수 있습니다(모터 데이터시트 참조). AMA에 성공한 경우, 주파수 변환기는 긴 모터 케이블의 전압 하락에 대해 보상하며 고급 모터 데이터가 수동으로 설정된 경우, 시스템 성능을 최적화하기 위해서는 모터 케이블의 길이를 고려해야 한다는 점에 유의합니다.
4. 펌프 및 모터의 마모를 최소화하면서 시스템을 운전하는 것이 중요합니다. 댄포스 사인파 필터는 모터 절연 스트레스를 낮추고 수명을 늘릴 수 있습니다(실제 모터 절연 상태 및 주파수 변환기 du/dt 사양을 확인합니다). 참고로 대부분의 수중 펌프 제조업체에서 출력 필터의 사용을 필요로 합니다.
5. 우물의 습한 조건을 견딜 수 있는 특수 펌프 케이블은 일반적으로 비차폐 케이블이므로 EMC 성능 조건을 달성하기 어려울 수 있습니다. 우물 위에서 차폐 케이블을 사용하고 차폐

선을 우물 배관에 고정하면 문제를 해결할 수 있습니다. 이 때, 우물 배관은 강철 배관이어야 합니다. 사인파 필터는 또한 비차폐 모터 케이블로부터 EMI를 줄여줍니다.

습한 설치 조건으로 인해 특수 캔 모터가 사용됩니다. 출력 전류에 따라 시스템에 맞게 주파수 변환기를 설계하여 정격 출력으로 모터를 구동할 수 있게 할 필요가 있습니다.

펌프의 트러스트 베어링 손상을 방지하고 최대한 신속히 충분한 모터 냉각을 보장하기 위해서는 최대한 신속히 정지 상태에서 최저 속도로 펌프를 가감속하는 것이 중요합니다. 주요 수중 펌프 제조업체들은 최대 2~3초 내에 펌프를 최저 속도(30 Hz)까지 가감속하라고 권장합니다. VLT® AQUA Drive FC 202는 이러한 어플리케이션에 맞는 초기 및 최종 가감속으로 설계되어 있습니다. 초기 및 최종 가감속은 각기 다른 2개의 가감속이고 여기서 초기 가감속이 활성화되며 정지 상태에서 최저 속도로 모터가 가감속하며 최저 속도에 도달하면 정상 가감속으로 자동 전환됩니다. 최종 가감속은 그와 반대로 정지 시 최저 속도에서 정지까지 모터를 가감속합니다. *장을 4.2 엄선된 어플리케이션 기능*에 설명된 바와 같이 고급형 최소 속도 감시의 활성화 또한 고려합니다.

추가적인 펌프 보호를 위해 드라이 런 감지 기능을 사용합니다. 자세한 정보는 *프로그래밍 지침서*를 참조하십시오.

수격을 방지하기 위해 배관 급수 모드를 활성화할 수 있습니다. 댄포스 주파수 변환기는 PID 제어기를 통한 수직 배관 급수 기능을 사용하여 사용자가 지정한 속도(단위/초)로 압력을 서서히 가속할 수 있습니다. 활성화된 경우에는 기동 후 최소 속도에 도달하면 주파수 변환기가 배관 급수 모드로 전환됩니다. 사용자가 지정한 급수 설정포인트에 도달할 때까지 압력이 서서히 가속되며 주파수 변환기의 배관 급수 모드가 자동으로 비활성화된 후에는 정상 폐회로 운전을 계속합니다.

전기 배선

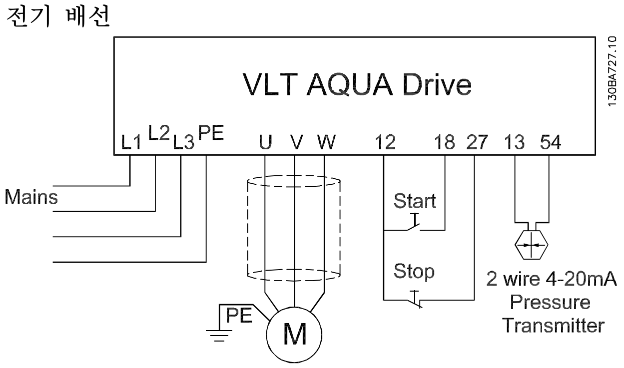


그림 4.7 수중 펌프 어플리케이션의 배선

주의 사항

아날로그 입력 2, (단자 54) 형식을 mA로 설정합니다 (202 스위치).

파라미터 설정

파라미터
1-20 모터 출력[kW]/*1-21 모터 동력 [HP]*
1-22 모터 전압
1-24 모터 전류
1-28 모터 회전 점검
*1-29 자동 모터 최적화 (AMA)*에서 축소 자동 모터 최적화를 활성화합니다.

표 4.3 수중 펌프 관련 파라미터

어플리케이션

파라미터	설정
3-02 최소 지령	최소 지령 단위는 *20-12 지령/피드백 단위*의 단위와 일치합니다.
3-03 최대 지령	최대 지령 단위는 *20-12 지령/피드백 단위*의 단위와 일치합니다.
3-84 Initial Ramp Time	(2 s)
3-88 Final Ramp Time	(2 s)
3-41 1 가속 시간	(8 s, 용량에 따라 다름)
3-42 1 감속 시간	(8 s, 용량에 따라 다름)
4-11 모터의 저속 한계 [RPM]	(30 Hz)
4-13 모터의 고속 한계 [RPM]	(50/60 Hz)
Quick Menu(단축 메뉴)_Function(기능)_Set-up(셋업) 아래의 *폐회로 마법사*를 사용하여 PID 제어기의 피드백 설정을 쉽게 셋업합니다.	

표 4.4 수중 펌프 어플리케이션 설정의 예시

파라미터	설정
29-00 Pipe Fill Enable	
29-04 Pipe Fill Rate	(피드백 단위/초)
29-05 Filled Setpoint	(피드백 단위)

표 4.5 배관 급수 모드의 설정 예시

성능

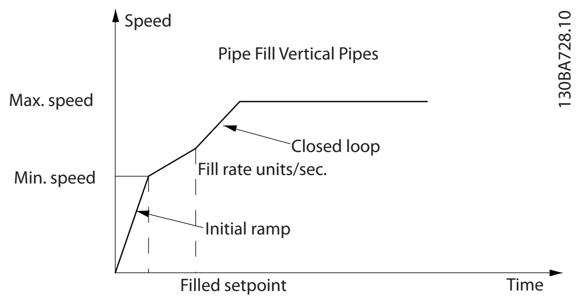


그림 4.8 배관 급수 모드, 성능 곡선

4.3.2 기본형 캐스케이드 컨트롤러

기본형 캐스케이드 컨트롤러는 폭넓은 다이내믹 범위에서 특정 압력(헤드) 또는 레벨을 유지해야 하는 펌프 어플리케이션에 사용됩니다. 폭넓은 범위에서 가변 속도로 대형 펌프를 구동하는 것은 펌프 효율이 낮기 때문에 적합한 해결책이 아닙니다. 실제로 펌프에 대해 정격 최대 부하 속도의 25%가 한계입니다.

기본형 캐스케이드 컨트롤러에서는 가변 속도(리드) 모터를 가변 속도 펌프로 제어하고 최대 2개의 추가적인 일정 속도 펌프를 스테이징 및 디스테이징할 수 있습니다. 추가적인 일정 속도 펌프를 주전원에 직접 연결하거나 소프트 스타터를 통해 연결합니다. 초기 펌프의 속도를 다양하게 함으로써 전체 시스템의 가변 속도 제어가 제공됩니다. 가변 속도가 일정 압력을 유지하여 시스템 스트레스가 줄어들고 펌프 시스템의 운전 소음 또한 줄어듭니다.

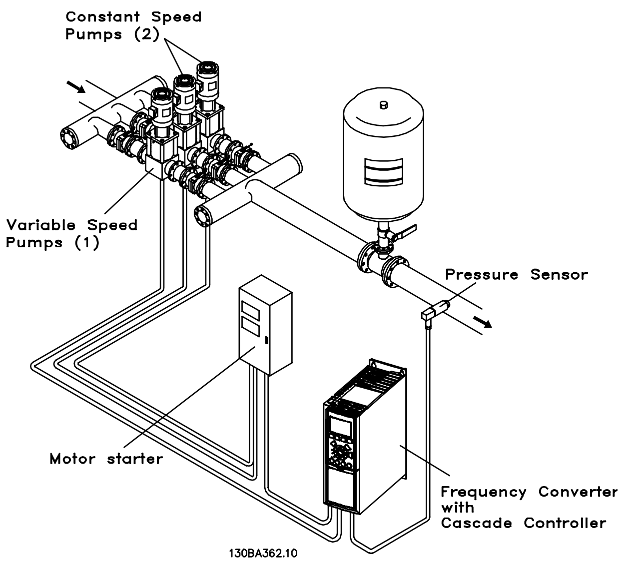


그림 4.9 기본형 캐스케이드 컨트롤러

고정 리드 펌프
모터는 반드시 용량이 동일해야 합니다. 기본형 캐스케이드 컨트롤러를 사용하면 주파수 변환기가 주파수 변환기에 내장된 릴레이 2개를 사용하여 동일 용량의 펌프를 최대 3개까지 제어할 수 있습니다. 가변 펌프(리드)가 주파수 변환기에 직접 연결되면 내장된 릴레이 2개가 다른 2개의 펌프를 제어합니다. 리드 펌프 절체가 활성화되면 펌프가 내장된 릴레이에 연결되고 주파수 변환기가 펌프 2개를 운전할 수 있습니다.

리드 펌프 절체
모터는 반드시 용량이 동일해야 합니다. 이 기능을 사용하면 시스템 내 펌프 (최대 2개의 펌프) 사이에서 주파수 변환기의 주기를 설정할 수 있습니다. 이 운전에서 펌프 간의 구동 시간이 동일해지고 펌프 유지보수 필요성이 줄어들며 시스템의 신뢰성 및 수명이 증가합니다. 리드 펌프는 명령 신호 시 또는 스테이징(다른 펌프 추가) 시 절체할 수 있습니다.

명령은 수동 절체 또는 절체 이벤트 신호 중에서 선택할 수 있습니다. 절체 이벤트가 선택되면 이벤트가 발생할 때마다 리드 펌프 절체가 이루어집니다. 선택 항목은 다음과 같습니다.

- 절체 타이머가 만료될 때마다
- 사전 정의된 일 단위 시점에
- 또는 리드 펌프가 슬립 모드로 전환될 때.

실제 시스템 부하에 따라 스테이징이 결정됩니다.

별도의 파라미터로 필요한 총 용량이 >50%일 때만 절체하도록 제한할 수 있습니다. 총 펌프 용량은 리드 펌프와 고정 속도 펌프 용량을 합하여 결정됩니다.

대역폭 관리
캐스케이드 제어 시스템에서 고정 속도 펌프의 수시 전환을 피하기 위해 원하는 시스템 압력이 일정한 수준 이외의 대역폭 내에서 유지됩니다. 스테이징 대역폭은 운전에 필요한 대역폭을 제공합니다. 시스템에서 크고 순간적인 압력 변화가 발생하면 대역폭 무시를 통해 스테이징 대역폭을 무시하여 순간적인 압력 변화에 대해 즉각적인 응답이 이루어지지 않게 합니다. 시스템 압력이 안정화되고 정상적인 제어가 가능할 때까지 스테이징하지 않도록 대역폭 무시 타이머를 프로그래밍할 수 있습니다.

캐스케이드 컨트롤러가 활성화되고 주파수 변환기에서 트립 알람이 발생하면 고정 속도 펌프의 스테이징 및 디스테이징에 의해 시스템 헤드가 유지됩니다. 빈번한 스테이징 및 디스테이징을 방지하고 급격한 압력 변화를 최소화하기 위해 스테이징 대역폭 대신 폭넓은 고정 속도 대역폭을 사용합니다.

4.3.3 리드 펌프 절체를 통한 펌프 스테이징

리드 펌프 절체가 활성화되면 최대 2개의 펌프가 제어됩니다. 절체 명령 시 PID는 정지하고, 리드 펌프는 최소 주파수(f_{min})로 감속하며 지연 후에 최대 주파수(f_{max})로 가속합니다. 리드 펌프의 속도가 디스테이징 주파수에 도달하면 고정 속도 펌프가 차단(디스테이징)됩니다. 리드 펌프는 계속 가속한 다음 정지할 때까지 감속하고 릴레이 2개는 차단됩니다.

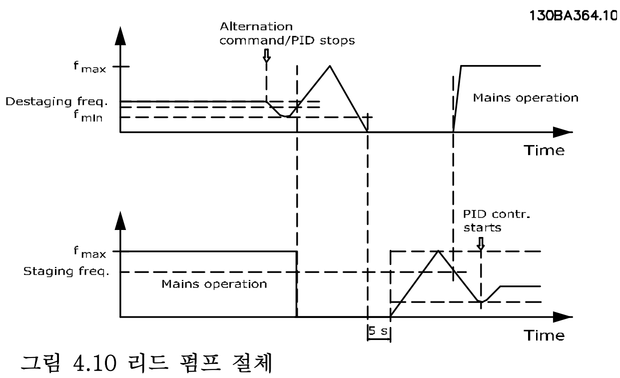


그림 4.10 리드 펌프 절체

시간 지연 후에 고정 속도 펌프의 릴레이가 동작(스테이징)하고 이 펌프는 새로운 리드 펌프가 됩니다. 새로운 리드 펌프가 최대 속도까지 가속한 다음 최소 속도까지 감속합니다. 스테이징 주파수에 도달할 때 최소 속도까지 감속할 때 이전의 리드 펌프가 이제 새로운 고정 속도 펌프로서 주전원에서 동작(스테이징)합니다.

리드 펌프가 프로그래밍된 시간 동안 최소 주파수(f_{min})로 구동하고 고정 속도 펌프가 함께 구동하는 경우, 시스템에 대한 리드 펌프의 기여도가 낮습니다. 타이머의 프로그래밍된 값이 만료되면 리드 펌프가 제거되고 온수 난방 문제가 사라집니다.

4.3.4 시스템 상태 및 운전

리드 펌프가 슬립 모드로 전환되면 LCP에 기능이 표시됩니다. 슬립 모드 조건에서 리드 펌프를 절체할 수 있습니다.

캐스케이드 컨트롤러가 활성화되면 각 펌프와 캐스케이드 컨트롤러의 운전 상태가 LCP에 표시됩니다. 표시되는 정보는 다음과 같습니다.

- 펌프 상태는 각 펌프에 할당된 릴레이의 상태를 나타냅니다. 표시창에는 펌프가 비활성화되었는지, 펌프가 꺼졌는지, 펌프가 주파수 변환기에서 구동 중인지 또는 모터가 주전원/모터 스타터에서 구동 중인지 여부가 나타납니다.
- 캐스케이드 상태는 캐스케이드 컨트롤러의 상태를 나타냅니다. 표시창에는 캐스케이드 컨트롤러가 비활성화되었는지, 모든 펌프가 꺼졌는지, 응급 상황으로 인해 모든 펌프가 정지되었는지, 모든 펌프가 구동 중인지, 고정 속도 펌프가 스테이징/디스테이징 중인지, 리드 펌프 절체가 진행 중인지 여부가 나타납니다.
- 비유량 감지 시 디스테이징은 비유량 상태가 사라질 때까지 모든 고정 속도 펌프가 개별적으로 정지되게 합니다.

4.3.5 캐스케이드 컨트롤러 배선 다이어그램

*그림 4.11*은 가변 속도 펌프(리드) 1개와 고정 속도 펌프 2개로 내장된 기본형 캐스케이드 컨트롤러, 4-20 mA 트랜스미터 및 시스템 안전 인터록의 예를 보여줍니다.

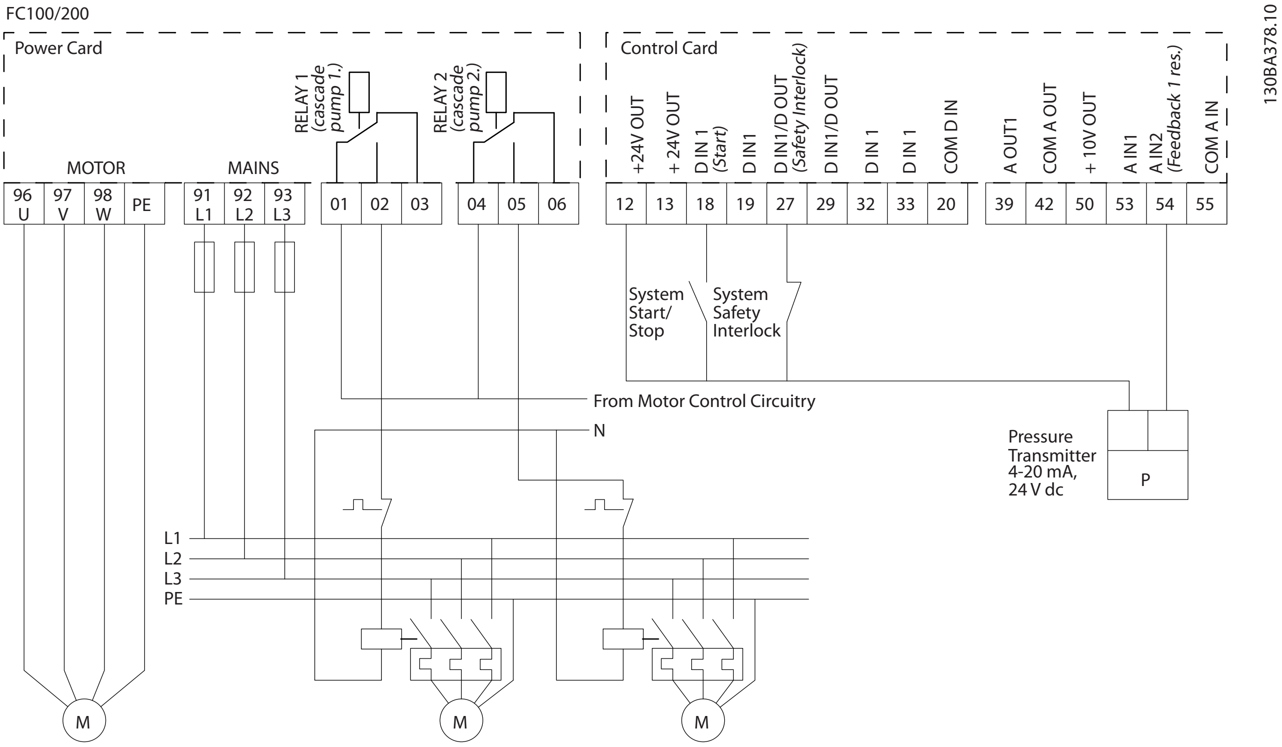


그림 4.11 캐스케이드 컨트롤러 배선 다이어그램

4.3.6 고정 가변 속도 펌프 배선 다이어그램

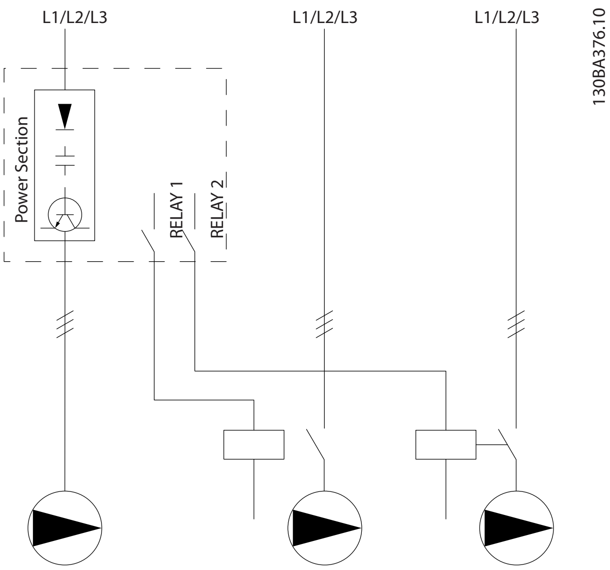


그림 4.12 고정 가변 속도 펌프 배선 다이어그램

4.3.7 리드 펌프 절체 배선 다이어그램

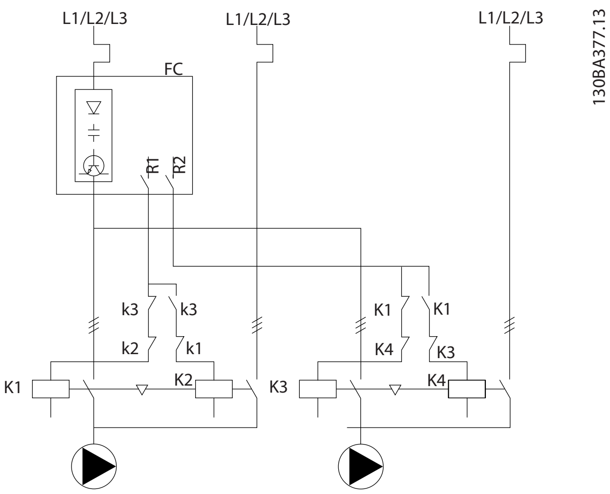


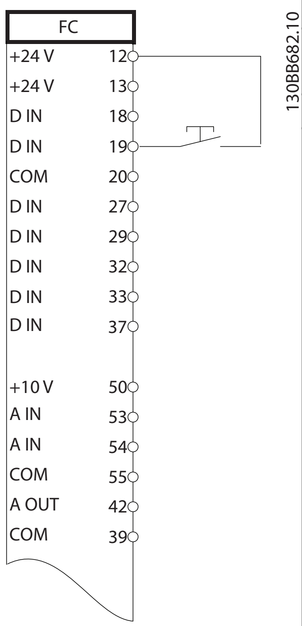
그림 4.13 리드 펌프 절체 배선 다이어그램

모든 펌프는 각각 기계식 인터록이 있는 콘택터 2개 (K1/K2 및 K3/K4)에 연결되어야 합니다. 국내 규정 및/또는 개별 요구사항에 따라 써멀 릴레이 또는 기타 모터 보호 장치가 적용되어야 합니다.

- 릴레이 1 (R1) 및 릴레이 2 (R2)는 주파수 변환기에 내장된 릴레이입니다.
- 모든 릴레이의 전원이 차단되면 전원이 공급될 첫 번째 내장 릴레이가 릴레이에 의해 제어되는 펌프에 해당하는 콘택터를 동작시킵니다. 예를 들어, 릴레이 1은 콘택터 K1을 동작시키며 리드 펌프가 됩니다.
- K1은 기계식 인터록을 통해 K2에 대해 차단하여 주전원이 (K1을 통해) 주파수 변환기의 출력에 연결되지 않게 합니다.
- K1의 보조 제동 접점은 K3가 동작하지 않게 합니다.
- 릴레이 2는 고정 속도 펌프의 전원 제어를 위해 콘택터 K4를 제어합니다.
- 절체 시 두 릴레이의 전원이 모두 차단되고 이제 첫 번째 릴레이로서 릴레이 2에 전원이 공급됩니다.

펌프 및 마스터/슬레이브 혼용 어플리케이션의 작동에 관한 자세한 설명은 *VLT® 캐스케이드 컨트롤러 옵션 MCO 101/102 사용 설명서*를 참조하십시오.

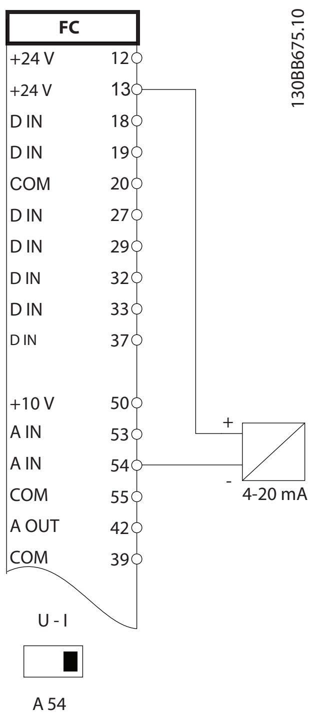
4.3.8 외부 알람 리셋



파라미터	
기능	설정
5-11 단자 19 디지털 입력	[1] 리셋
* = 초기값	
참고/설명: D IN 37은 옵션입니다.	

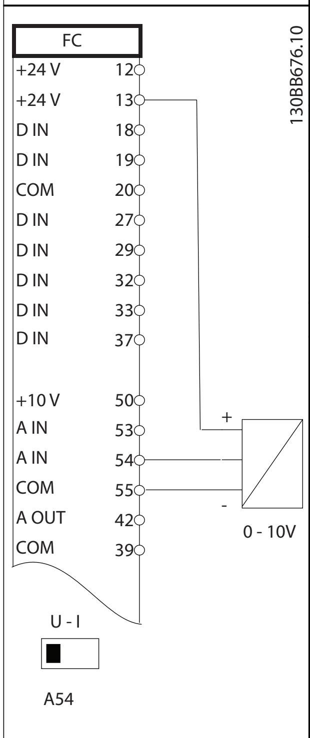
표 4.6 외부 알람 리셋

4.3.9 피드백



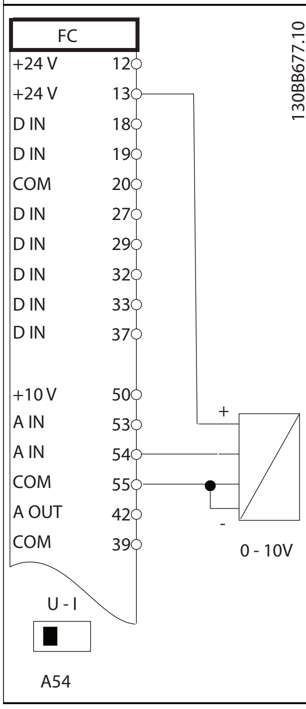
파라미터	
기능	설정
6-22 단자 54 최저 전류	4 mA*
6-23 단자 54 최고 전류	20 mA*
6-24 단자 54 최저 지령/피드백 값	0*
6-25 단자 54 최고 지령/피드백 값	50*
* = 초기값	
참고/설명: D IN 37은 옵션입니다.	

표 4.7 아날로그 전류 피드백 변환기



파라미터	
기능	설정
6-20 단자 54 최저 전압	0.07 V*
6-21 단자 54 최고 전압	10 V*
6-24 단자 54 최저 지령/피드백 값	0*
6-25 단자 54 최고 지령/피드백 값	50*
* = 초기값	
참고/설명: D IN 37은 옵션입니다.	

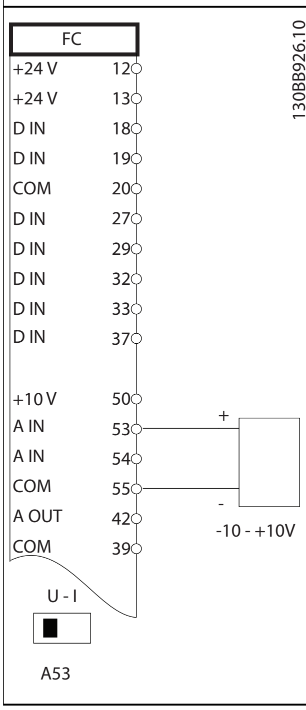
표 4.8 아날로그 전압 피드백 변환기(3-와이어)



파라미터	
기능	설정
6-20 단자 54 최저 전압	0.07 V*
6-21 단자 54 최고 전압	10 V*
6-24 단자 54 최저 지령/피드백 값	0*
6-25 단자 54 최고 지령/피드백 값	50*
* = 초기값	
참고/설명: D IN 37은 옵션입니다.	

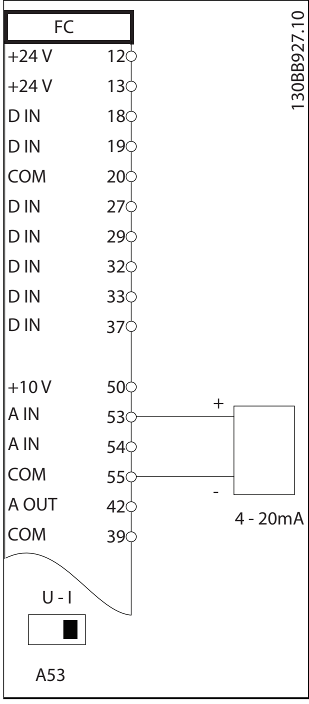
표 4.9 아날로그 전압 피드백 변환기(4-와이어)

4.3.10 속도



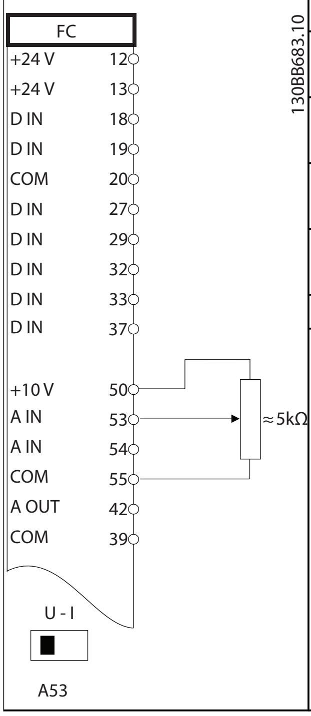
파라미터	
기능	설정
6-10 단자 53 최저 전압	0.07 V*
6-11 단자 53 최고 전압	10 V*
6-14 단자 53 최저 지령/피드백 값	0 Hz
6-15 단자 53 최고 지령/피드백 값	50 Hz
* = 초기값	
참고/설명: D IN 37은 옵션입니다.	

표 4.10 아날로그 속도 지령(전압)



파라미터	
기능	설정
6-12 단자 53 최저 전류	4 mA*
6-13 단자 53 최고 전류	20 mA*
6-14 단자 53 최저 지령/피드백 값	0 Hz
6-15 단자 53 최고 지령/피드백 값	50 Hz
* = 초기값	
참고/설명: D IN 37은 옵션입니다.	

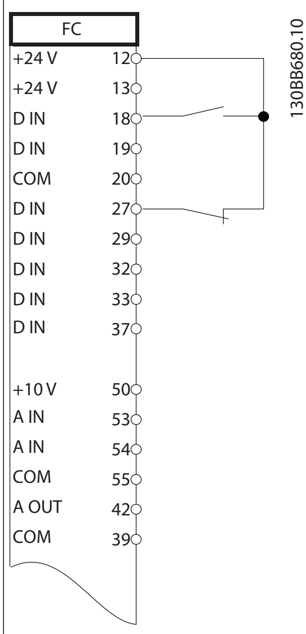
표 4.11 아날로그 속도 지령(전류)



파라미터	
기능	설정
6-10 단자 53 최저 전압	0.07 V*
6-11 단자 53 최고 전압	10 V*
6-14 단자 53 최저 지령/피드백 값	0 Hz
6-15 단자 53 최고 지령/피드백 값	1500 Hz
* = 초기값	
참고/설명: D IN 37은 옵션입니다.	

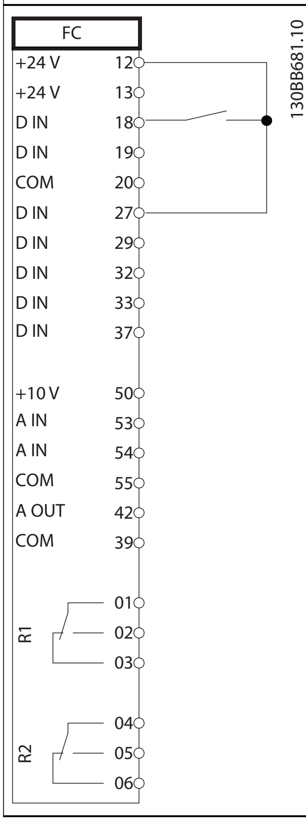
표 4.12 속도 지령(수동 가변 저항기 사용)

4.3.11 구동/정지



파라미터	
기능	설정
5-10 단자 18 디지털 입력	[8] 기동*
5-12 단자 27 디지털 입력	[7] 외부 인터록
* = 초기값	
참고/설명: D IN 37은 옵션입니다.	

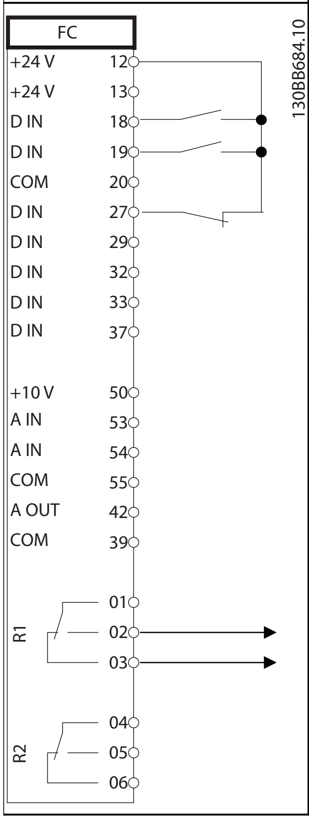
표 4.13 외부 인터록이 있는 구동/정지 명령



파라미터	
기능	설정
5-10 단자 18 디지털 입력	[8] 기동*
5-12 단자 27 디지털 입력	[7] 외부 인터록
* = 초기값	
참고/설명: 파라미터 *5-12 단자 27 디지털 입력*이 *[0] 운전하지 않음*으로 설정되면 단자 27로의 점퍼 와이어가 필요 없습니다. D IN 37은 옵션입니다.	

표 4.14 외부 인터록이 없는 구동/정지 명령

4



파라미터	
기능	설정
5-10 단자 18 디지털 입력	[8] 기동*
5-11 단자 19 디지털 입력	[52] 인가 시 운전
5-12 단자 27 디지털 입력	[7] 외부 인터록
5-40 릴레이 기능	[167] 기동 명령 동작
* = 초기값	
참고/설명: D IN 37은 옵션입니다.	

표 4.15 인가 시 운전

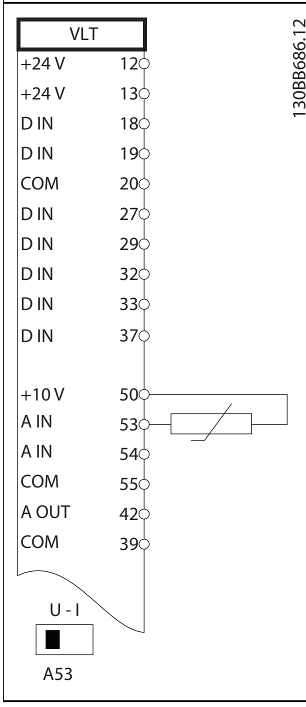
4.3.12 모터 써미스터

⚠경고

써미스터 절연

신체 상해 또는 장비 파손의 위험이 있습니다.

- PELV 절연 요구사항을 충족하기 위해 보강 또는 이중 절연된 써미스터만 사용합니다.



파라미터	
기능	설정
1-90 모터 열 보호	[2] 써미스터 트립
1-93 써미스터 소스	[1] 아날로그 입력 53
* = 초기값	
참고/설명: 경고만 원하는 경우에는 파라미터 *1-90 모터 열 보호*를 *[1] 써미스터 경고*로 설정해야 합니다. D IN 37은 옵션입니다.	

표 4.16 모터 써미스터

5 특수 조건

본 섹션은 용량 감소를 필요로 하는 조건에서의 주파수 변환기 운전에 관한 세부 자료를 제공합니다. 일부 조건에서는 용량 감소가 수동으로 수행됩니다. 다른 조건에서는 필요할 때 주파수 변환기가 자동으로 일정 수준의 용량 감소를 수행합니다. 대체 장치가 트립될 수 있는 심각한 상황에서 성능을 보장하기 위해서는 용량을 감소해야 합니다.

5.1 수동 용량 감소

5.1.1 용량 감소를 고려해야 하는 시점

다음 조건 중 하나가 있을 때 용량 감소를 고려합니다.

- 해발 1000 m 이상에서 운전(저기압)
- 저속 운전
- 길이가 긴 모터 케이블
- 단면적이 큰 케이블
- 높은 주위 온도

자세한 정보는 *장을 5.3 주위 온도에 따른 용량 감소*를 참조하십시오.

5.1.2 저속 운전에 따른 용량 감소

모터가 주파수 변환기에 연결된 경우 모터의 냉각이 충분한지 확인해야 합니다.
발열 수준은 모터의 부하 뿐만 아니라 운전 속도 및 시간에 따라 다릅니다.

일정 토오크 어플리케이션(CT 모드)
일정 토오크 어플리케이션에서 낮은 RPM 값은 문제를 일으킬 수 있습니다. 일정 토오크 어플리케이션에서 덜 냉각된 모터 환기 팬의 공기로 인해 저속에서 모터가 과열될 수 있습니다.
모터가 정격 값의 절반보다 낮은 RPM 값에서 지속적으로 구동하는 경우 모터에 냉각하기 위한 공기를 추가로 공급해야 합니다 (또는 이런 운전 조건에 맞게 설계된 모터를 사용할 수도 있습니다.)

하나의 대안은 더 큰 모터를 선택하여 모터의 부하 수준을 낮추는 것입니다. 하지만 주파수 변환기 제품의 설계에 따라 모터 용량이 제한됩니다.

가변(2차) 토오크 어플리케이션(VT)
원심 펌프 및 팬과 같은 VT 어플리케이션에서 토오크가 속도의 제곱에 비례하고 출력이 속도의 3제곱에 비례하는 경우, 모터를 추가로 냉각하거나 모터 용량을 감소할 필요가 없습니다.

5.1.3 저기압에 따른 용량 감소

저기압 상태에서는 공기의 냉각 능력이 떨어집니다.

해발 1000미터 이하에서는 용량을 감소할 필요가 없습니다. 해발 1000미터 이상에서는 *그림 5.1*에 따라 주위 온도(T_{AMB})를 기준으로 최대 출력 전류(I_{out})를 용량 감소합니다. 고도가 2000 m 이상인 곳에 설치할 경우에는 PELV에 대해 댄포스에 문의하십시오.

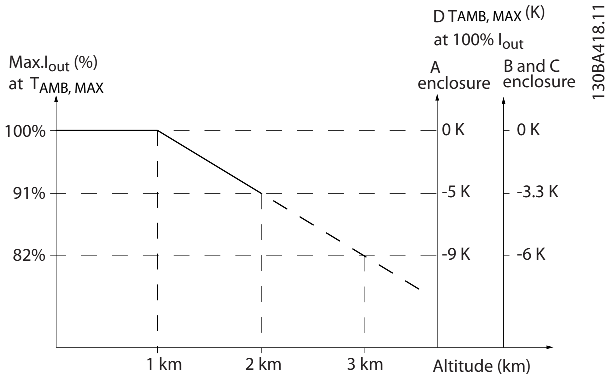


그림 5.1 유닛 용량 A, B 및 C의 출력 전류 용량 감소와 $T_{AMB, MAX}$에서의 고도.

다른 대안으로는 높은 고도에서 주위 온도를 낮춰 100% 출력 전류를 확보하는 것입니다. 그래프를 읽는 방법을 알려주기 위해 $T_{AMB, MAX}$ = 50 °C에서의 고도 2000 m와 외함 용량 B를 예로 들었습니다. 온도가 45°C ($T_{AMB, MAX}$ - 3.3 K)인 경우, 정격 출력 전류의 91%에 도달합니다. 온도가 41.7°C인 경우, 정격 출력 전류의 100%에 도달합니다.

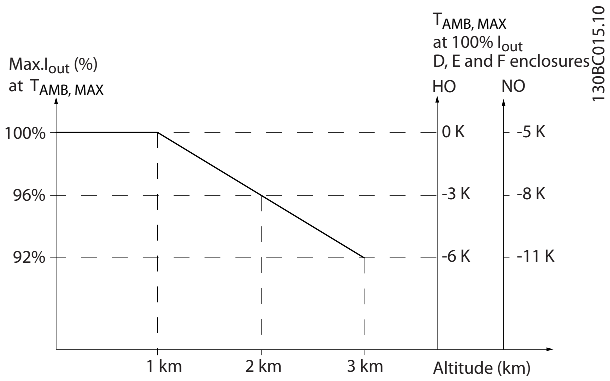


그림 5.2 외함 용량 D3h의 출력 전류 용량 감소와 $T_{AMB, MAX}$에서의 고도.

5

5.2 긴 모터 케이블 또는 단면적이 넓은 모터 케이블에 따른 용량 감소

주의 사항

최대 90 kW의 주파수 변환기에만 적용 가능합니다.
이 주파수 변환기의 케이블 최대 길이는 비차폐 케이블의 경우 300m, 차폐 케이블의 경우 150m입니다.
주파수 변환기는 정격 단면적의 모터 케이블을 사용하여 운전될 수 있도록 설계되었습니다. 더 넓은 단면적을 가진 케이블을 사용하면 단면적이 한 단계 증가할 때마다 출력 전류가 5%씩 감소합니다.
단면적을 넓히면 접지 면적이 넓어지고 따라서 접지 누설 전류가 증가합니다.

5.3 주위 온도에 따른 용량 감소

24시간 이상 측정한 평균 온도($T_{AMB, AVG}$)는 최대 허용 주위 온도($T_{AMB,MAX}$)보다 최소 5℃ 이상 낮아야 합니다. 주파수 변환기가 높은 주위 온도에서 작동하면 연속 출력 전류가 감소합니다. 용량 감소는 스위칭 패턴에 좌우되며, *14-00 스위칭 방식*에서는 60° AVM 또는 SFAVM으로 설정할 수 있습니다.

5.3.1 주위 온도에 따른 용량 감소, 외함 용량 A

60° AVM - 펄스 폭 변조

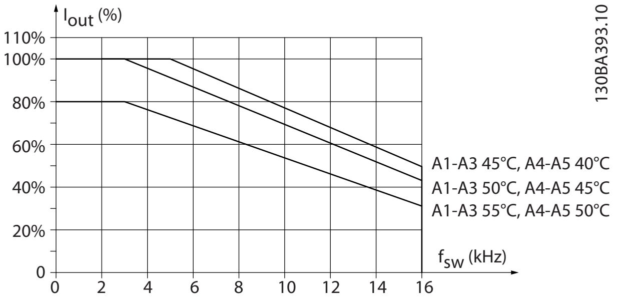


그림 5.3 60° AVM을 사용할 때 외함 용량 A의 각기 다른 $T_{AMB, MAX}$에 대하여 I_{out}의 용량 감소

SFAVM - 고정자 주파수 비동기 벡터 변조

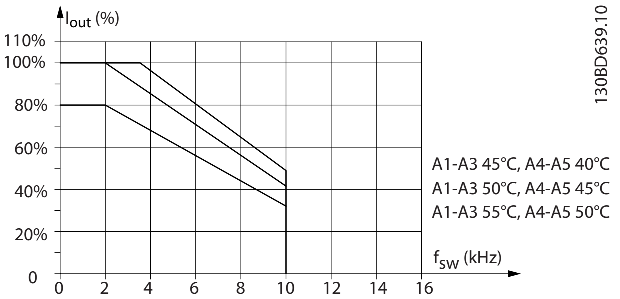


그림 5.4 SFAVM을 사용할 때 외함 유형 A의 각기 다른 $T_{AMB, MAX}$에 대하여 I_{out}의 용량 감소

외함 용량 A에서 10m 이하의 모터 케이블만 사용하는 경우, 용량 감소를 덜 할 필요가 있습니다. 이는 모터 케이블의 길이가 권장 용량 감소에 비교적 커다란 영향을 미치기 때문입니다.

60° AVM

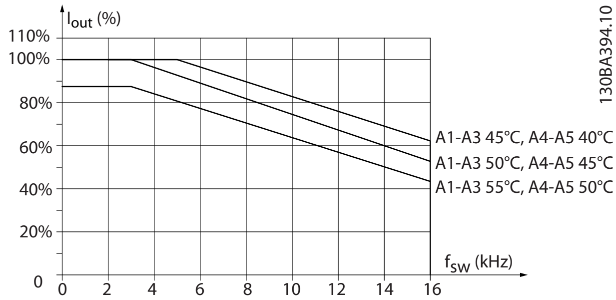


그림 5.5 60° AVM 및 최대 10m 모터 케이블을 사용할 때, 외함 유형 A의 각기 다른 $T_{AMB, MAX}$에 대하여 I_{out}의 용량 감소

SFAVM

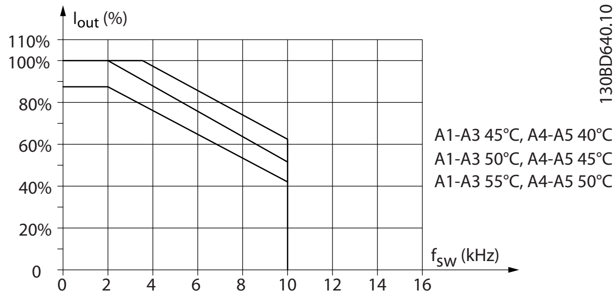


그림 5.6 SFAVM 및 최대 10m 모터 케이블을 사용할 때, 외함 유형 A의 각기 다른 $T_{AMB, MAX}$에 대하여 I_{out}의 용량 감소

5.3.2 주위 온도에 따른 용량 감소, 외함 용량 B

외함 B, T2 및 T4
60° AVM - 펄스 폭 변조

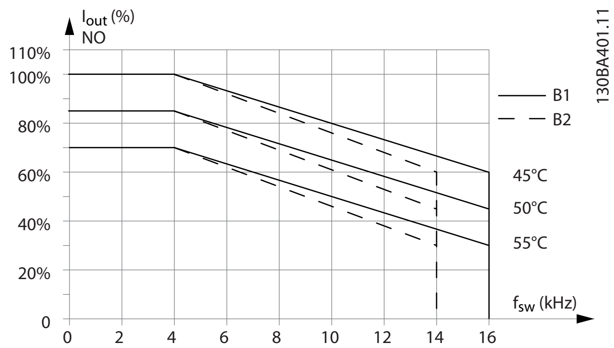


그림 5.7 정상 과부하 모드(110% 초과 토오크)에서 60° AVM을 사용할 때, 외함 용량 B1과 B2의 각기 다른 $T_{AMB, MAX}$에 대하여 I_{out}의 용량 감소

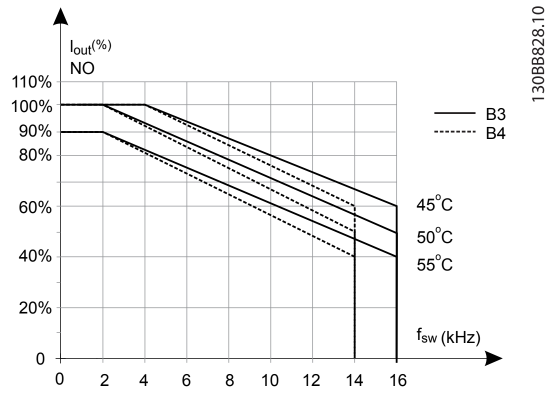


그림 5.8 정상 과부하 모드(110% 초과 토오크)에서 60° AVM을 사용할 때, 외함 용량 B3과 B4의 각기 다른 $T_{AMB, MAX}$에 대하여 I_{out}의 용량 감소

SFAVM - 고정자 주파수 비동기 벡터 변조

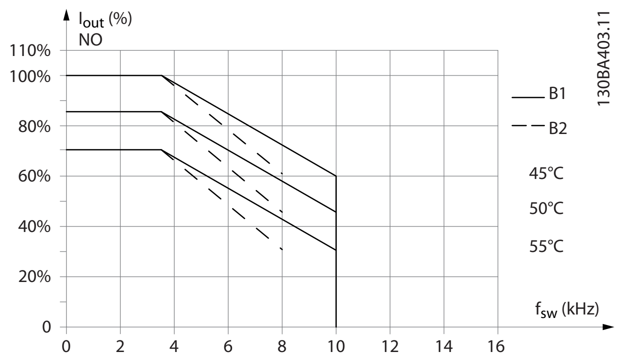


그림 5.9 정상 과부하 모드(110% 초과 토오크)에서 SFAVM을 사용할 때, 외함 용량 B1과 B2의 각기 다른 $T_{AMB, MAX}$에 대하여 I_{out}의 용량 감소

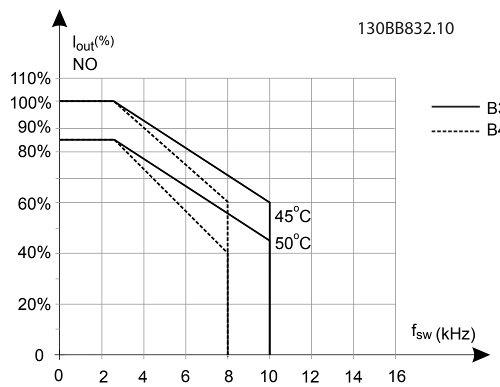


그림 5.10 정상 과부하 모드(110% 초과 토오크)에서 SFAVM을 사용할 때, 외함 용량 B3과 B4의 각기 다른 $T_{AMB, MAX}$에 대하여 I_{out}의 용량 감소

외함 B, T6
60° AVM - 펄스 폭 변조

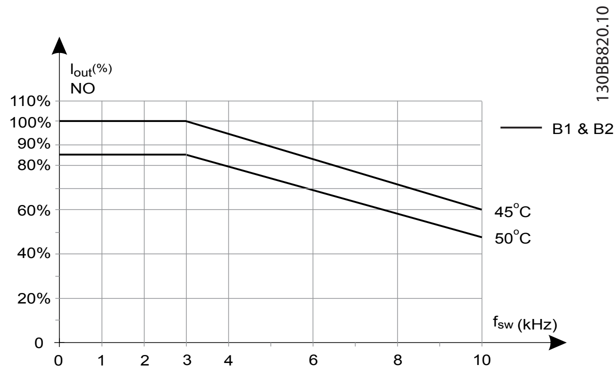


그림 5.11 600 V 주파수 변환기, 외함 용량 B, 60 AVM, NO의 스위칭 주파수 및 주위 온도에 따른 출력 전류 용량 감소

SFAVM - 고정자 주파수 비동기 벡터 변조

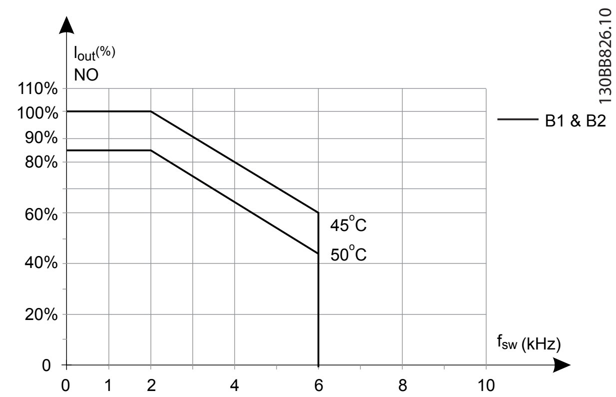


그림 5.12 600 V 주파수 변환기, 외함 용량 B, SFAVM, NO의 스위칭 주파수 및 주위 온도에 따른 출력 전류 용량 감소

외함 B, T7
외함 B2 및 B4, 525-690 V
60° AVM - 펄스 폭 변조

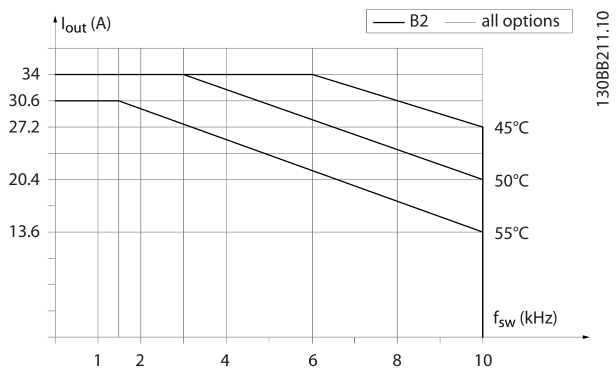


그림 5.13 외함 용량 B2 및 B4, 60° AVM의 스위칭 주파수 및 주위 온도에 따른 출력 전류 용량 감소

SFAVM - 고정자 주파수 비동기 벡터 변조

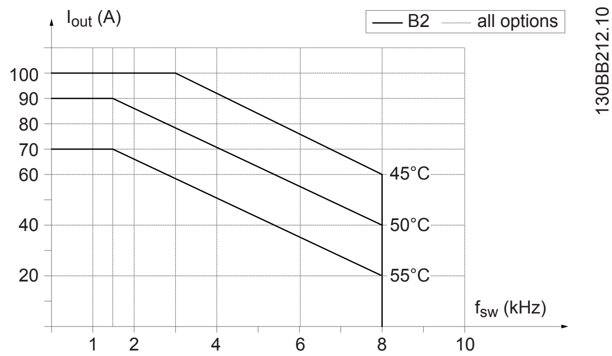


그림 5.14 외함 용량 B2 및 B4, SFAVM의 스위칭 주파수 및 주위 온도에 따른 출력 전류 용량 감소

SFAVM - 고정자 주파수 비동기 벡터 변조

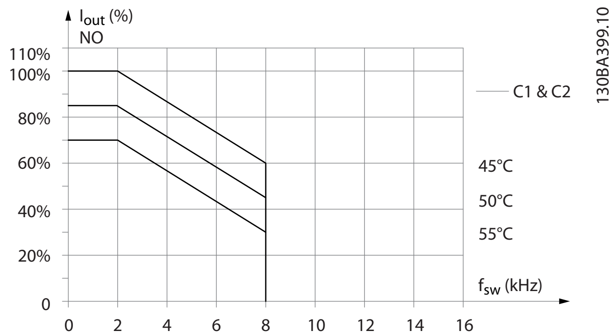


그림 5.17 정상 과부하 모드(110% 초과 토오크)에서 SFAVM을 사용할 때 외함 용량 C1과 C2의 각기 다른 $T_{AMB, MAX}$에 대하여 I_{out}의 용량 감소

5.3.3 주위 온도에 따른 용량 감소, 외함 용량 C

외함 C, T2 및 T4
60° AVM - 펄스 폭 변조

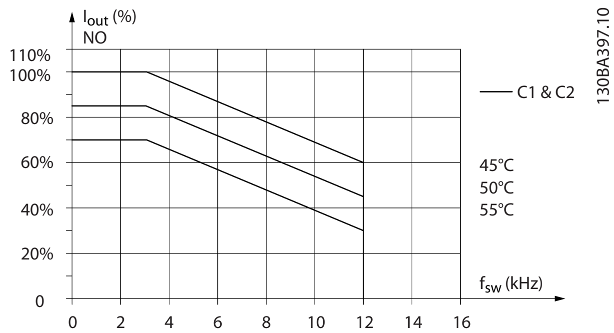


그림 5.15 외함 용량 C1 및 C2의 각기 다른 $T_{AMB, MAX}$에 대하여 I_{out}의 용량 감소, 정상 과부하 모드(110% 초과 토오크)에서 60° AVM 사용 시

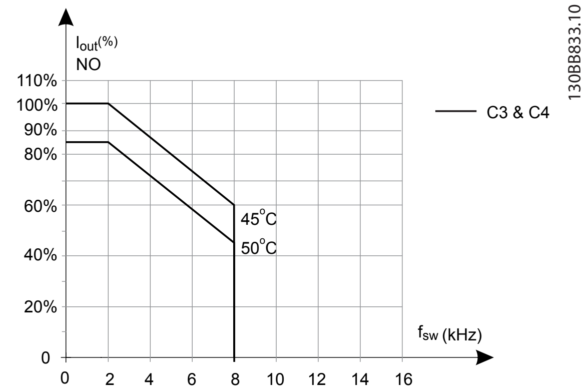


그림 5.18 정상 과부하 모드(110% 초과 토오크)에서 SFAVM을 사용할 때 외함 용량 C3과 C4의 각기 다른 $T_{AMB, MAX}$에 대하여 I_{out}의 용량 감소

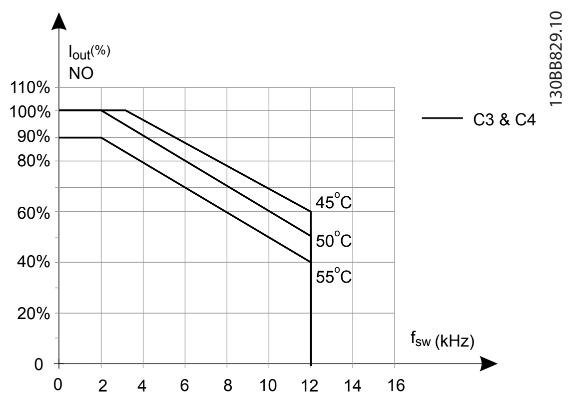


그림 5.16 정상 과부하 모드(110% 초과 토오크)에서 60° AVM을 사용할 때 외함 용량 C3과 C4의 각기 다른 $T_{AMB, MAX}$에 대하여 I_{out}의 용량 감소

외함 용량 C, T6
60° AVM - 펄스 폭 변조

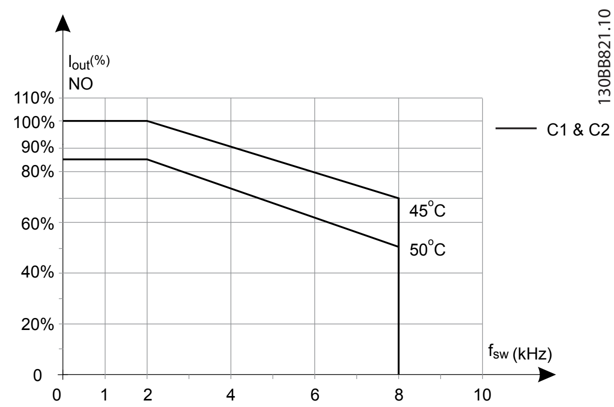


그림 5.19 600 V 주파수 변환기, 외함 용량 C, 60 AVM, NO의 스위칭 주파수 및 주위 온도에 따른 출력 전류 용량 감소

SFAVM - 고정자 주파수 비동기 벡터 변조

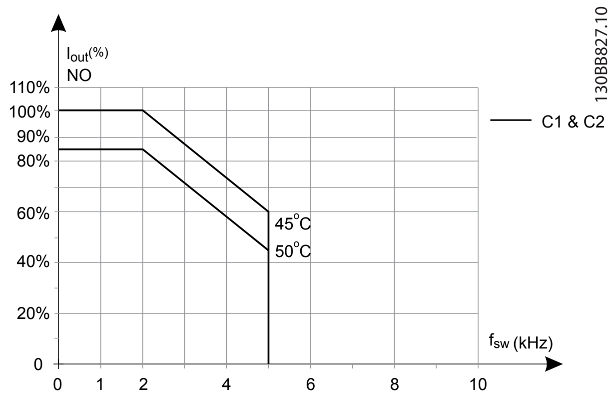


그림 5.20 600 V 주파수 변환기, 외함 용량 C, SFAVM, NO의 스위칭 주파수 및 주위 온도에 따른 출력 전류 용량 감소

외함 용량 C, T7
60° AVM - 펄스 폭 변조

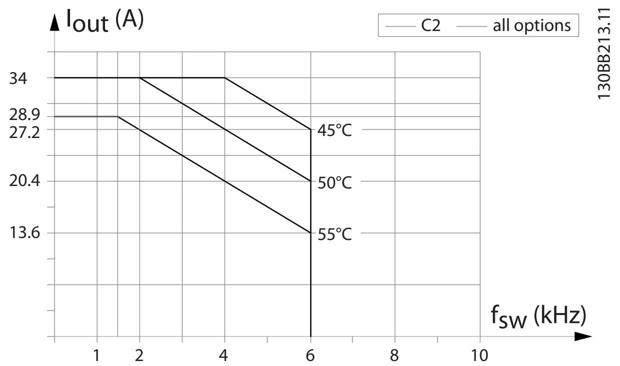


그림 5.21 외함 용량 C2, 60° AVM의 스위칭 주파수 및 주위 온도에 따른 출력 전류 용량 감소

SFAVM - 고정자 주파수 비동기 벡터 변조

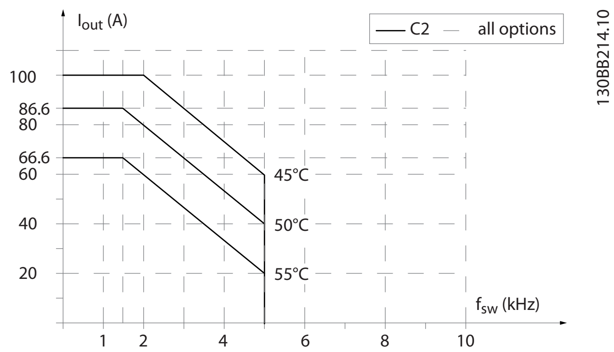


그림 5.22 외함 용량 C2, SFAVM의 스위칭 주파수 및 주위 온도에 따른 출력 전류 용량 감소

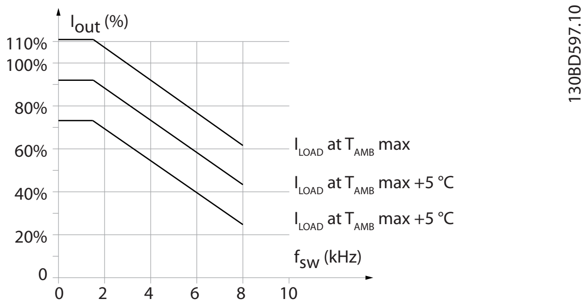


그림 5.23 외함 용량 C3의 스위칭 주파수 및 주위 온도에 따른 출력 전류 용량 감소

5

6

6 유형 코드 및 선택항목

6.1 발주

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	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39
F	C	-				P				T											X	X	S	X	X	X	X	A		B		C					D	

130BB836.10

그림 6.1 유형 코드 예

인터넷 기반의 Drive Configurator(인버터 제품 번호 관리 소프트웨어)에서 어플리케이션에 적절한 주파수 변환기를 구성하고 유형 문자열을 만듭니다. 인버터 제품 번호 관리 소프트웨어는 현지 영업점으로 보낼 8자리 발주 번호를 자동으로 생성합니다.
인버터 제품 번호 관리 소프트웨어는 또한 일부 제품이 포함된 프로젝트 목록을 작성하여 댄포스 영업 담당자에게 보낼 수 있습니다.

인버터 제품 번호 관리 소프트웨어는 다음 인터넷 사이트에서 접속할 수 있습니다. *www.danfoss.com/drives*.

6.1.1 유형 코드

유형 코드 예:

FC-202PK75T4E20H1BGCXXXSXXXXA0BXCXXXXD0

문자열에서 문자의 의미는 *표 6.1* 및 *표 6.2*에서 확인할 수 있습니다. 위의 예에서 프로피버스 DP V1과 24V 백업 옵션은 내장되어 있습니다.

설명	위치	선택할 수 있는 항목1)
제품군	1-2	FC
인버터 시리즈	4-6	202: FC 202
전력 등급	8-10	0.25-90 kW
상	11	S: 단상 T: 3상
주전원 전압	12	2: 200-240 V 4: 380-480 V 6: 525-600 V 7: 525-690 V
외함	13-15	E20: IP20 E55: IP 55/NEMA Type 12 P20: IP20 (백플레이트 포함) P21: IP21/NEMA Type 1 (백플레이트 포함) P55: IP55/NEMA Type 12 (백플레이트 포함) Z20: IP 201) E66: IP 66
RFI 필터	16-17	Hx: 주파수 변환기에 EMC 필터가 내장되지 않음 H1: EMC 필터 내장. EN 55011 클래스 A1/B 및 EN/IEC 61800-3 부문 1/2 충족 H2: EMC 추가 필터 없음. EN 55011 클래스 A2 및 EN/IEC 61800-3 부문 3 충족 H3: EMC 필터 내장. EN 55011 클래스 A1/B 및 EN/IEC 61800-3 부문 1/2 충족 H4: EMC 필터 내장. EN 55011 클래스 A1 및 EN/IEC 61800-3 부문 2 충족 H5: 선박 버전. H2 버전과 동일한 방사 수준 충족
제동 장치	18	B: 제동 초퍼 포함 X: 제동 초퍼 없음 T: 안전 토오크 정지, 제동장치 없음 1) U: 안전 토오크 정지, 제동 초퍼1)
표시창	19	G: 그래픽 현장 제어 패널(LCP) N: 숫자 방식의 현장 제어 패널 (LCP) X: 현장 제어 패널 없음
코팅 PCB	20	C: 코팅 PCB R: 코팅 PCB + 고정밀 X: 비코팅 PCB
주전원 옵션	21	X: 주전원 옵션 없음 1: 주전원 차단 3: 주전원 차단 및 퓨즈 5: 주전원 차단, 퓨즈 및 부하 공유 7: 퓨즈 8: 주전원 차단 및 부하공유 A: 퓨즈 및 부하 공유 D: 부하 공유
최적화	22	X: 표준 케이블 삽입부 O: 케이블 삽입부 내 유럽 표준 메트릭 스레드 S: 미국/영국 표준 케이블 삽입부
최적화	23	X: 최적화 안됨
소프트웨어 출시	24-27	SXXX: 최신 릴리즈 - 표준 소프트웨어

설명	위치	선택할 수 있는 항목[1]
소프트웨어 언어	28	X: 사용안함

표 6.1 발주 유형 코드

1) 선택 가능한 항목 중 일부는 외함 용량에 따라 다릅니다.
2) ≥75 kW의 주파수 변환기에만 해당합니다.
3) ≥355 kW의 주파수 변환기에만 해당합니다.

설명	위치	선택할 수 있는 항목
A 옵션	29-30	AX: A 옵션 없음 A0: MCA 101 프로피버스 DP V1 (표준) A4: MCA 104 DeviceNet (표준) AN: MCA 121 이더넷 IP AL: MCA 120 ProfiNet AQ: MCA 122 Modbus TCP
B 옵션	31-32	BX: 옵션 없음 BY: MCO101 확장형 캐스케이드 제어 BK: MCB 101 일반용 I/O 옵션 BP: MCB 105 릴레이 옵션 B0: MCB 109 I/O 옵션 + RTC 백업 B2: MCB 112 PTC 써미스터 카드 B4: MCB 114 VLT 센서 입력
C0 옵션	33-34	CX: 옵션 없음
C1 옵션	35	X: 옵션 없음 R: MCB 113 확장형 릴레이 카드 5: MCO 102 고급 캐스케이드 제어
C 옵션 소프트웨어	36-37	XX: 표준 컨트롤러
D 옵션	38-39	DX: 옵션 없음 D0: 확장형 24V DC 백업

표 6.2 발주 유형 코드, 옵션

주의 사항

90 kW를 초과하는 전력 용량은 *VLT® AQUA Drive FC 202 110-1400 kW 설계 지침서*를 참조하십시오.

6.1.2 소프트웨어 언어

주파수 변환기는 주문한 지역에 해당하는 언어 패키지가 자동 설치되어 배송됩니다. 지역별 언어 패키지는 *표 6.3*에 수록되어 있습니다.

언어 패키지 1			언어 패키지 2
브라질 포르투갈어	핀란드어	러시아어	인도네시아어
불가리아어	불어	스페인어	중국어
크로아티아어	독어	세르비아어	대만어
체코어	그리스어	슬로베니아어	독어
덴마크어	헝가리어	스페인어	일본어
네덜란드어	이태리어	스웨덴어	한국어
영어	폴란드어	터키어	러시아어
미국 영어	루마니아어	-	태국어

6

표 6.3 소프트웨어 언어 패키지

다른 언어 패키지가 설치된 주파수 변환기를 주문하려면 현지 영업점에 문의하시기 바랍니다.

6.2 옵션, 액세서리 및 예비 부품

6.2.1 옵션 및 액세서리

설명	발주 번호	
	비코팅	코팅
기타 하드웨어		
VLT® 패널 개방형 키트 외함 용량 A5	130B1028	
VLT® 패널 개방형 키트 외함 용량 B1	130B1046	
VLT® 패널 개방형 키트 외함 용량 B2	130B1047	
VLT® 패널 개방형 키트 외함 용량 C1	130B1048	
VLT® 패널 개방형 키트 외함 용량 C2	130B1049	
VLT® 장착 브래킷, 외함 용량 A5	130B1080	
VLT® 장착 브래킷, 외함 용량 B1	130B1081	
VLT® 장착 브래킷, 외함 용량 B2	130B1082	
VLT® 장착 브래킷, 외함 용량 C1	130B1083	
VLT® 장착 브래킷, 외함 용량 C2	130B1084	
VLT® IP 21/NEMA Type 1 키트, 외함 용량 A1	130B1121	
VLT® IP 21/NEMA Type 1 키트, 외함 용량 A2	130B1122	
VLT® IP 21/NEMA Type 1 키트, 외함 용량 A3	130B1123	
VLT® IP 21/NEMA Type 1 상단 키트, 외함 용량 A2	130B1132	
VLT® IP 21/NEMA Type 1 상단 키트, 외함 용량 A3	130B1133	
VLT® 백플레이트 IP55/NEMA Type12, 외함 용량 A5	130B1098	
VLT® 백플레이트 IP21/NEMA Type 1, IP55/NEMA Type 12, 외함 용량 B1	130B3383	
VLT® 백플레이트 IP21/NEMA Type 1, IP55/NEMA Type 12, 외함 용량 B2	130B3397	
VLT® 백플레이트 IP20/Type 1, 외함 용량 B4	130B4172	
VLT® 백플레이트 IP21/NEMA Type 1, IP55/NEMA Type 12, 외함 용량 C1	130B3910	
VLT® 백플레이트 IP21/NEMA Type 1, IP55/NEMA Type 12, 외함 용량 C2	130B3911	
VLT® 백플레이트 IP20/NEMA Type 1, 외함 용량 C3	130B4170	
VLT® 백플레이트 IP20/NEMA Type 1, 외함 용량 C4	130B4171	
VLT® 백플레이트 IP66/NEMA Type 4X, 외함 용량 A5	130B3242	
VLT® 스테인리스 백플레이트 IP66/NEMA Type 4X, 외함 용량 B1	130B3434	
VLT® 스테인리스 백플레이트 IP66/NEMA Type 4X, 외함 용량 B2	130B3465	
VLT® 스테인리스 백플레이트 IP66/NEMA Type 4X, 외함 용량 C1	130B3468	

설명	발주 번호	
	비코팅	코팅
VLT® 스테인리스 백플레이트 IP66/NEMA Type 4X, 외함 용량 C2	130B3491	
VLT® 프로피버스 어댑터 서브-D9 커넥터	130B1112	
IP20용 프로피버스 스크린 플레이트 키트, 외함 용량 A1, A2 및 A3	130B0524	
외함 용량 A2/A3의 직류단 연결용 단자 블록	130B1064	
VLT® 나사 단자	130B1116	
VLT® USB 연장, 350mm 케이블	130B1155	
VLT® USB 연장, 650 mm 케이블	130B1156	
VLT® 제동 저항 1개용 백 프레임 A2	175U0085	
VLT® 제동 저항 1개용 백 프레임 A3	175U0088	
VLT® 제동 저항 2개용 백 프레임 A2	175U0087	
VLT® 제동 저항 2개용 백 프레임 A3	175U0086	
현장 제어 패널		
VLT® LCP 101 숫자 방식 현장 제어 패드	130B1124	
VLT® LCP 102 그래픽 방식 현장 제어 패드	130B1107	
VLT® LCP 케이블 2, 3 m	175Z0929	
VLT® 패널 장착 키트, 모든 LCP 유형	130B1170	
VLT® 패널 장착 키트, 그래픽 LCP	130B1113	
VLT® 패널 장착 키트, 숫자 LCP	130B1114	
VLT® LCP 장착 키트, LCP 미포함	130B1117	
VLT® LCP 장착 키트 블라인드 덮개 IP55/66, 8 m	130B1129	
VLT® 제어 패널 LCP 102, 그래픽 방식	130B1078	
VLT® 블라인드 덮개, 댄포스 로고 포함, IP55/66	130B1077	
슬롯 A 옵션		
VLT® PROFIBUS DP V1 MCA 101	130B1100	130B1200
VLT® DeviceNet MCA 104	130B1102	130B1202
VLT® Profinet MCA 120	130B1135	130B1235
VLT® Ethernet/IP MCA 121	130B1119	130B1219
VLT® Modbus TCP MCA 122	130B1196	130B1296
슬롯 B 옵션		
VLT® 일반용 I/O MCB 101	130B1125	130B1212
VLT® 릴레이 옵션 MCB 105	130B1110	130B1210
VLT® PTC 써미스터 카드 MCB 112		130B1137
VLT® 확장형 캐스케이드 컨트롤러 MCO 101	130B1118	130B1218
VLT® 센서 입력 옵션 MCB 114	130B1172	130B1272
VLT® 아날로그 I/O 옵션, RTC MCB 109 포함	130B1143	130B1243
C 옵션용 장착 키트		
VLT® C 옵션용 장착 키트, 40 mm, 외함 용량 A2/A3	130B7530	
VLT® C 옵션용 장착 키트, 60 mm, 외함 용량 A2/A3	130B7531	
VLT® C 옵션용 장착 키트, 외함 용량 A5	130B7532	
VLT® C 옵션용 장착 키트, 외함 용량 B/C/D/E/F (B3 제외)	130B7533	
VLT® C 옵션용 장착 키트, 40 mm, 외함 용량 B3	130B1413	
VLT® C 옵션용 장착 키트, 60 mm, 외함 용량 B3	130B1414	
슬롯 C의 옵션		
VLT® 고급형 캐스케이드 컨트롤러 MCO102	130B1154	130B1254
VLT® 확장형 릴레이 카드 MCB 113	130B1164	130B1264
슬롯 D 옵션		
VLT® 24 V DC 공급 MCB 107	130B1108	130B1208
누설 전류 감시장치 키트		
VLT® 누설 전류 감시장치 키트, 외함 용량 A2/A3	130B5645	

6

설명	발주 번호	
	비코팅	코팅
VLT® 누설 전류 감시장치 키트, 외함 용량 B3	130B5764	
VLT® 누설 전류 감시장치 키트, 외함 용량 B4	130B5765	
VLT® 누설 전류 감시장치 키트, 외함 용량 C3	130B6226	
VLT® 누설 전류 감시장치 키트, 외함 용량 C4	130B5647	
PC 소프트웨어		
MCT 10 셋업 소프트웨어, 라이센스 1개	130B1000	
MCT 10 셋업 소프트웨어, 라이센스 5개	130B1001	
MCT 10 셋업 소프트웨어, 라이센스 10개	130B1002	
MCT 10 셋업 소프트웨어, 라이센스 25개	130B1003	
MCT 10 셋업 소프트웨어, 라이센스 50개	130B1004	
MCT 10 셋업 소프트웨어, 라이센스 100개	130B1005	
MCT 10 셋업 소프트웨어, 라이센스 100개 이상	130B1006	
제품 출하 시 기본 제공 옵션으로 주문할 수 있습니다. 발주 정보, *장을 6.1 발주*를 참조하십시오.		

6

표 6.4 옵션 및 액세서리의 발주 번호

6.2.2 예비 부품

해당 사양에 맞게 사용할 수 있는 예비 부품은 VLT 대리점에 문의하거나 제품 번호 관리 소프트웨어를 참조하십시오. *VLTShop.danfoss.com*.

6.2.3 액세서리 백

유형	설명	발주 번호
액세서리 백		
액세서리 백 A1	액세서리 백, 외함 용량 A1	130B1021
액세서리 백 A2/A3	액세서리 백, 외함 용량 A2/A3	130B1022
액세서리 백 A5	액세서리 백, 외함 용량 A5	130B1023
액세서리 백 A1-A5	액세서리 백, 외함 용량 A1-A5 제동장치 및 부하 공유 커넥터	130B0633
액세서리 백 B1	액세서리 백, 외함 용량 B1	130B2060
액세서리 백 B2	액세서리 백, 외함 용량 B2	130B2061
액세서리 백 B3	액세서리 백, 외함 용량 B3	130B0980
액세서리 백 B4	액세서리 백, 외함 용량 B4, 18.5-22 kW	130B1300
액세서리 백 B4	액세서리 백, 외함 용량 B4, 30 kW	130B1301
액세서리 백 C1	액세서리 백, 외함 용량 C1	130B0046
액세서리 백 C2	액세서리 백, 외함 용량 C2	130B0047
액세서리 백 C3	액세서리 백, 외함 용량 C3	130B0981
액세서리 백 C4	액세서리 백, 외함 용량 C4, 55 kW	130B0982
액세서리 백 C4	액세서리 백, 외함 용량 C4, 75 kW	130B0983

표 6.5 액세서리 백의 발주 번호

6.2.4 제동 저항 선정

주파수 변환기의 속도 지령이 감소하면 모터는 발전기 역할을 하며 주파수 변환기는 제동을 시작합니다. 모터가 발전기 역할을 할 때는 에너지를 주파수 변환기에 공급하여 직류단에 모이게 합니다. 제동 저항의 기능은 제동 도중에 직류단의 부하를 제공하여 제동 동력이 제동 저항에 의해 흡수되게 하는 것입니다.

제동 저항을 사용하지 않는 경우 주파수 변환기의 직류단 전압은 보호가 해제될 때까지 계속 상승합니다. 제동 저항의 사용 이점은 예를 들어, 컨베이어 벨트의 중부하를 신속히 제동할 수 있다는 점입니다.

이 시리즈의 제동 저항은 모두 외부 구성품입니다. 따라서 제동 저항은 주파수 변환기의 통합부에 속하지 않습니다.
외부 제동 저항은 다음과 같은 장점을 제공합니다.

- 저항 시간 사이클은 필요한 만큼 선택할 수 있습니다.
- 제동 도중에 발생된 열은 에너지로 사용할 수 있도록 패널 캐비닛을 통해 전달됩니다.
- 전자 구성품은 제동 저항에 과부하가 발생하더라도 과열되지 않습니다.

권장 제동 저항은 *장을 6.2.5 권장 제동 저항* 및 *장을 6.2.6 대체 제동 저항, T2 및 T4*에 수록되어 있습니다. 자세한 정보는 *VLT® 제동 저항 MCE 101 설계 지침서*를 참조하십시오.

수평 및 수직 부하

댄포스 제동 저항 범위는 다음과 같이 두 그룹으로 구성됩니다.

- 수평 부하(컨베이어, 트롤리, 갠트리 크레인 등) 용도의 제동 저항, *그림 6.2* 참조
- 수직 부하(크레인, 호이스트, 엘리베이터) 용도의 제동 저항, *그림 6.3* 참조

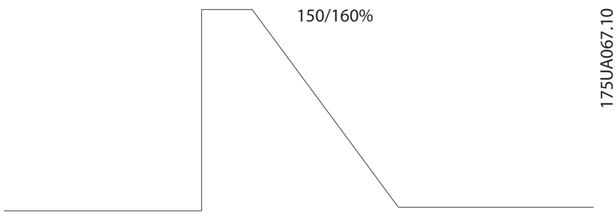


그림 6.2 수평 부하

그림 6.3 수직 부하

제동 저항 범위는 수평 및 수직 제동 어플리케이션의 일반 제동 요구사항에 적합하도록 되어 있습니다.

수평 및 수직 범위를 둘 다 충족시키기 위해 다음과 같이 3가지 유형의 제동 저항이 제공됩니다.

- 알루미늄 외장 플랫팩 제동 저항
- 알루미늄 외장 소형 제동 저항
- 강철 그리드 제동 저항

발주 정보는 *장을 6.2.5 권장 제동 저항* 및 *장을 6.2.6 대체 제동 저항, T2 및 T4*를 참조하십시오.

6

6.2.5 권장 제동 저항

주전원	전압 클래스
P_m	주파수 변환기 유형의 모터 정격 용량
R_{min}	주파수 변환기별로 허용 가능한 최소 제동 저항
R_{rec}	제동 저항의 권장 제동 저항 값댄포스
써모 릴레이	외부 써모 릴레이의 제동 전류 설정
부품 번호	댄포스 제동 저항 발주 번호
케이블 단면적	PVC 절연 구리 케이블, 30 °C의 주위 온도 및 정상적인 열 소실을 기준으로 한 최소 권장값
$P_{br,cont.}$	제동 저항 평균 정격 출력. 온도 스위치는 IP54, IP21 및 IP65 외함 보호를 갖춘 제동 저항에서 약 90%의 연속 정격 출력을 가능하게 합니다.
$R_{br,nom}$	모터축의 제동 동력이 1분간 150/160/110%가 되게 하는 정격(계산) 저항 값

표 6.6 *표 6.7* - *표 6.14*에서 사용된 약어

10% 듀티 사이클, 수평 제동, T2

FC 202				수평 제동 10% 듀티 사이클							
주파수 변환기 데이터				제동 저항 데이터						설치	
						댄포스 부품 번호					
주전원 유형	P_m [kW]	R_{min} [Ω]	$R_{br,nom}$ [Ω]	R_{rec} [Ω]	$P_{br,cont.}$ [kW]	와이어 IP54	나사 단자 IP21	나사 단자 IP65	Bolt connection IP20	케이블 단면적 [mm²]	써모 릴레이 [A]
T2	0.25	380	691.3	630	0.100	175u3002	-	-	-	1.5	0.4
T2	0.37	380	466.7	410	0.100	175u3004	-	-	-	1.5	0.5
T2	0.55	275	313.7	300	0.100	175u3006	-	-	-	1.5	0.6
T2	0.75	188	230.0	200	0.100	175u3011	-	-	-	1.5	0.7
T2	1.1	130	152.9	145	0.100	175u3016	-	-	-	1.5	0.8
T2	1.5	81.0	110.5	100	0.100	175u3021	-	-	-	1.5	0.9
T2	2.2	58.5	74.1	70	0.200	175u3026	-	-	-	1.5	1.6
T2	3	45.0	53.7	48	0.200	175u3031	-	-	-	1.5	1.9
T2	3.7	31.5	39.9	35	0.300	175u3325	-	-	-	1.5	2.7
T2	5.5	22.5	28.7	27	0.360	175u3326	175u3477	175u3478	-	1.5	3.5
T2	7.5	17.7	20.8	18	0.570	175u3327	175u3442	175u3441	-	1.5	5.3
T2	11	12.6	14.0	13	0.680	175u3328	175u3059	175u3060	-	1.5	6.8
T2	15	8.7	10.2	9.0	1.130	175u3329	175u3068	175u3069	-	2.5	10.5
T2	18.5	5.3	8.2	5.7	1.400	175u3330	175u3073	175u3074	-	4	15
T2	22	5.1	6.9	5.7	1.700	175u3331	175u3483	175u3484	-	4	16
T2	30	3.2	5.0	3.5	2.200	175u3332	175u3080	175u3081	-	6	24
T2	37	3.0	4.1	3.5	2.800	175u3333	175u3448	175u3447	-	10	27
T2	45	2.4	3.3	2.8	3.200	175u3334	175u3086	175u3087	-	16	32

표 6.7 T2, 수평 제동 10% 듀티 사이클, 권장 제동 저항

40% 듀티 사이클, 수직 제동, T2

FC 202				수직 제동 40% 듀티 사이클							
주파수 변환기 데이터				제동 저항 데이터						설치	
						댄포스 부품 번호				케이블 단면적 [mm²]	써모 릴레이 [A]
주전원 유형	P_m [kW]	R_{min} [Ω]	$R_{br,nom}$ [Ω]	R_{rec} [Ω]	$P_{br,cont.}$ [kW]	와이어 IP54	나사 단자 IP21	나사 단자 IP65	Bolt connection IP20		
T2	0.25	380	691.3	630	0.100	175u3002	-	-	-	1.5	0.4
T2	0.37	380	466.7	410	0.100	175u3004	-	-	-	1.5	0.5
T2	0.55	275	313.7	300	0.200	175u3096	-	-	-	1.5	0.8
T2	0.75	188	230.0	200	0.200	175u3008	-	-	-	1.5	0.9
T2	1.1	130	152.9	145	0.300	175u3300	-	-	-	1.5	1.3
T2	1.5	81.0	110.5	100	0.450	175u3301	175u3402	175u3401	-	1.5	2
T2	2.2	58.5	74.1	70	0.570	175u3302	175u3404	175u3403	-	1.5	2.7
T2	3	45.0	53.7	48	0.960	175u3303	175u3406	175u3405	-	1.5	4.2
T2	3.7	31.5	39.9	35	1.130	175u3304	175u3408	175u3407	-	1.5	5.4
T2	5.5	22.5	28.7	27	1.400	175u3305	175u3410	175u3409	-	1.5	6.8
T2	7.5	17.7	20.8	18	2.200	175u3306	175u3412	175u3411	-	1.5	10.4
T2	11	12.6	14.0	13	3.200	175u3307	175u3414	175u3413	-	2.5	14.7
T2	15	8.7	10.2	9.0	5.500	-	175u3176	175u3177	-	4	23
T2	18.5	5.3	8.2	5.7	6.000	-	-	-	175u3233	10	33
T2	22	5.1	6.9	5.7	8.000	-	-	-	175u3234	10	38
T2	30	3.2	5.0	3.5	9.000	-	-	-	175u3235	16	51
T2	37	3.0	4.1	3.5	14.000	-	-	-	175u3224	25	63
T2	45	2.4	3.3	2.8	17.000	-	-	-	175u3227	35	78

표 6.8 T2, 수직 제동 40% 듀티 사이클, 권장 제동 저항

10% 듀티 사이클, 수평 제동, T4

FC 202				수평 제동 10% 듀티 사이클							
주파수 변환기 데이터				제동 저항 데이터						설치	
						댄포스 부품 번호					
주전원 유형	P_m [kW]	R_{min} [Ω]	$R_{br,nom}$ [Ω]	R_{rec} [Ω]	$P_{br,cont.}$ [kW]	와이어 IP54	나사 단자 IP21	나사 단자 IP65	Bolt connection IP20	케이블 단면적 [mm²]	써모 릴레이 [A]
T4	0.37	1000	1864.2	1200	0.100	175u3000	-	-	-	1.5	0.3
T4	0.55	1000	1246.3	1200	0.100	175u3000	-	-	-	1.5	0.3
T4	0.75	620	910.2	850	0.100	175u3001	-	-	-	1.5	0.4
T4	1.1	546	607.3	630	0.100	175u3002	-	-	-	1.5	0.4
T4	1.5	382	437.3	410	0.100	175u3004	-	-	-	1.5	0.5
T4	2.2	260	293.3	270	0.200	175u3007	-	-	-	1.5	0.8
T4	3	189	212.7	200	0.200	175u3008	-	-	-	1.5	0.9
T4	4	135	157.3	145	0.300	175u3300	-	-	-	1.5	1.3
T4	5.5	99.0	113.3	110	0.450	175u3335	175u3450	175u3449	-	1.5	1.9
T4	7.5	72.0	82.4	80	0.570	175u3336	175u3452	175u3451	-	1.5	2.5
T4	11	50.0	55.3	56	0.680	175u3337	175u3027	175u3028	-	1.5	3.3
T4	15	36.0	40.3	38	1.130	175u3338	175u3034	175u3035	-	1.5	5.2
T4	18.5	27.0	32.5	28	1.400	175u3339	175u3039	175u3040	-	1.5	6.7
T4	22	20.3	27.2	22	1.700	175u3340	175u3047	175u3048	-	1.5	8.3
T4	30	18.0	19.8	19	2.200	175u3357	175u3049	175u3050	-	1.5	10.1
T4	37	13.4	16.0	14	2.800	175u3341	175u3055	175u3056	-	2.5	13.3
T4	45	10.8	13.1	12	3.200	175u3359	175u3061	175u3062	-	2.5	15.3
T4	55	8.8	10.7	9.5	4.200	-	175u3065	175u3066	-	4	20
T4	75	6.5	7.8	7.0	5.500	-	175u3070	175u3071	-	6	26
T4	90	4.2	6.5	5.5	7.000	-	-	-	175u3231	10	36
T4	110	3.6	5.3	4.7	9.000	-	-	-	175u3079	16	44
T4	132	3.0	4.4	3.7	11.000	-	-	-	175u3083	25	55
T4	160	2.5	3.6	3.3	13.000	-	-	-	175u3084	35	63
T4	200	2.0	2.9	2.7	16.000	-	-	-	175u3088	50	77
T4	250	1.6	2.3	2.1	20.000	-	-	-	175u3091	70	98
T4	315	1.2	1.8	1.7	26.000	-	-	-	175u3093	2 x 35	124
T4	355	1.2	1.6	1.3	32.000	-	-	-	175u3097	2 x 35	157
T4	400	1.2	1.4	1.2	36.000	-	-	-	175u3098	2 x 50	173
T4	450	1.1	1.3	1.1	42.000	-	-	-	175u3099	2 x 50	196
T4	500	0.9	1.1	2 x 1.9	-	-	-	-	-	-	-
T4	560	0.9	1.0	2 x 1.7	-	-	-	-	-	-	-
T4	630	0.8	0.9	2 x 1.5	-	-	-	-	-	-	-
T4	710	0.7	0.8	2 x 1.3	-	-	-	-	-	-	-
T4	800	0.6	0.7	3 x 1.8	-	-	-	-	-	-	-
T4	1000	0.5	0.6	3 x 1.6	-	-	-	-	-	-	-

표 6.9 T4, 수평 제동 10% 듀티 사이클, 권장 제동 저항

40% 듀티 사이클, 수직 제동, T4

FC 202				수직 제동 40% 듀티 사이클							
주파수 변환기 데이터				제동 저항 데이터						설치	
						댄포스 부품 번호				케이블 단면적 $[mm^2]$	써모 릴레이 [A]
주전원 유형	P_m [kW]	R_{min} [Ω]	$R_{br,nom}$ [Ω]	R_{rec} [Ω]	$P_{br,cont.}$ [kW]	와이어 IP54	나사 단자 IP21	나사 단자 IP65	Bolt connection IP20		
T4	0.37	1000	1864.2	1200	0.200	175u3101	-	-	-	1.5	0.4
T4	0.55	1000	1246.3	1200	0.200	175u3101	-	-	-	1.5	0.4
T4	0.75	620	910.2	850	0.200	175u3308	-	-	-	1.5	0.5
T4	1.1	546	607.3	630	0.300	175u3309	-	-	-	1.5	0.7
T4	1.5	382	437.3	410	0.450	175u3310	175u3416	175u3415	-	1.5	1
T4	2.2	260	293.3	270	0.570	175u3311	175u3418	175u3417	-	1.5	1.4
T4	3	189	212.7	200	0.960	175u3312	175u3420	175u3419	-	1.5	2.1
T4	4	135	157.3	145	1.130	175u3313	175u3422	175u3421	-	1.5	2.7
T4	5.5	99.0	113.3	110	1.700	175u3314	175u3424	175u3423	-	1.5	3.7
T4	7.5	72.0	82.4	80	2.200	175u3315	175u3138	175u3139	-	1.5	5
T4	11	50.0	55.3	56	3.200	175u3316	175u3428	175u3427	-	1.5	7.1
T4	15	36.0	40.3	38	5.000	-	-	-	175u3236	1.5	11.5
T4	18.5	27.0	32.5	28	6.000	-	-	-	175u3237	2.5	14.7
T4	22	20.3	27.2	22	8.000	-	-	-	175u3238	4	19
T4	30	18.0	19.8	19	10.000	-	-	-	175u3203	4	23
T4	37	13.4	16.0	14	14.000	-	-	-	175u3206	10	32
T4	45	10.8	13.1	12	17.000	-	-	-	175u3210	10	38
T4	55	8.8	10.7	9.5	21.000	-	-	-	175u3213	16	47
T4	75	6.5	7.8	7.0	26.000	-	-	-	175u3216	25	61
T4	90	4.2	6.5	5.5	36.000	-	-	-	175u3219	35	81
T4	110	3.6	5.3	4.7	42.000	-	-	-	175u3221	50	95
T4	132	3.0	4.4	3.7	52.000	-	-	-	175u3223	70	119
T4	160	2.5	3.6	3.3	60.000	-	-	-	175u3225	2 x 35	135
T4	200	2.0	2.9	2.7	78.000	-	-	-	175u3228	2 x 50	170
T4	250	1.6	2.3	2.1	90.000	-	-	-	175u3230	2 x 70	207
T4	315	1.2	1.8	1.7	-	-	-	-	-	-	-
T4	355	1.2	1.6	1.3	-	-	-	-	-	-	-
T4	400	1.2	1.4	1.2	-	-	-	-	-	-	-
T4	450	1.1	1.3	1.1	-	-	-	-	-	-	-
T4	500	0.9	1.1	2 x 1.9	-	-	-	-	-	-	-
T4	560	0.9	1.0	2 x 1.7	-	-	-	-	-	-	-
T4	630	0.8	0.9	2 x 1.5	-	-	-	-	-	-	-
T4	710	0.7	0.8	2 x 1.3	-	-	-	-	-	-	-
T4	800	0.6	0.7	3 x 1.8	-	-	-	-	-	-	-
T4	1000	0.5	0.6	3 x 1.6	-	-	-	-	-	-	-

표 6.10 T4, 수직 제동 40% 듀티 사이클, 권장 제동 저항

10% 듀티 사이클, 수평 제동, T6

FC 202				수평 제동 10% 듀티 사이클							
주파수 변환기 데이터				제동 저항 데이터						설치	
						댄포스부품 번호					
주전원 유형	P_m [kW]	R_{min} [Ω]	$R_{br,nom}$ [Ω]	R_{rec} [Ω]	$P_{br,cont.}$ [kW]	와이어 IP54	나사 단자 IP21	나사 단자 IP65	Bolt connection IP20	케이블 단면적 $[mm^2]$	써모 릴레이 [A]
T6	0.75	620	1329.7	1200	0.100	175u3000	-	-	-	1.5	0.3
T6	1.1	620	889.1	850	0.100	175u3001	-	-	-	1.5	0.4
T6	1.5	550	642.7	570	0.100	175u3003	-	-	-	1.5	0.4
T6	2.2	380	431.1	415	0.200	175u3005	-	-	-	1.5	0.7
T6	3	260	312.5	270	0.200	175u3007	-	-	-	1.5	0.8
T6	4	189	231.6	200	0.300	175u3342	-	-	-	1.5	1.1
T6	5.5	135	166.6	145	0.450	175u3343	175u3012	175u3013	-	1.5	1.7
T6	7.5	99.0	121.1	100	0.570	175u3344	175u3136	175u3137	-	1.5	2.3
T6	11	69.0	81.6	72	0.680	175u3345	175u3456	175u3455	-	1.5	2.9
T6	15	48.6	59.4	52	1.130	175u3346	175u3458	175u3457	-	1.5	4.4
T6	18.5	35.1	47.9	38	1.400	175u3347	175u3460	175u3459	-	1.5	5.7
T6	22	27.0	40.1	31	1.700	175u3348	175u3037	175u3038	-	1.5	7
T6	30	22.5	29.2	27	2.200	175u3349	175u3043	175u3044	-	1.5	8.5
T6	37	17.1	23.6	19	2.800	175u3350	175u3462	175u3461	-	2.5	11.4
T6	45	13.5	19.4	14	3.200	175u3358	175u3464	175u3463	-	2.5	14.2
T6	55	11.7	15.8	13.5	4.200	-	175u3057	175u3058	-	4	17
T6	75	9.9	11.5	11	5.500	-	175u3063	175u3064	-	6	21
T6	90	8.6	9.6	7.0	7.000	-	-	-	175u3245	10	32

표 6.11 T6, 수평 제동 10% 듀티 사이클, 권장 제동 저항

40% 듀티 사이클, 수직 제동, T6

FC 202				수직 제동 40% 듀티 사이클							
주파수 변환기 데이터				제동 저항 데이터						설치	
						댄포스 부품 번호					
주전원 유형	P_m [kW]	R_{min} [Ω]	$R_{br,nom}$ [Ω]	R_{rec} [Ω]	$P_{br,cont.}$ [kW]	와이어 IP54	나사 단자 IP21	나사 단자 IP65	Bolt connection IP20	케이블 단면적 $[mm^2]$	써모 릴레이 [A]
T6	0.75	620	1329.7	1200	0.360	-	175u3102	175u3103	-	1.5	0.6
T6	1.1	620	889.1	850	0.280	175u3317	175u3104	175u3105	-	1.5	0.6
T6	1.5	550	642.7	570	0.450	175u3318	175u3430	175u3429	-	1.5	0.9
T6	2.2	380	431.1	415	0.570	175u3319	175u3432	175u3431	-	1.5	1.1
T6	3	260	312.5	270	0.960	175u3320	175u3434	175u3433	-	1.5	1.8
T6	4	189	231.6	200	1.130	175u3321	175u3436	175u3435	-	1.5	2.3
T6	5.5	135	166.6	145	1.700	175u3322	175u3126	175u3127	-	1.5	3.3
T6	7.5	99.0	121.1	100	2.200	175u3323	175u3438	175u3437	-	1.5	4.4
T6	11	69.0	81.6	72	3.200	175u3324	175u3440	175u3439	-	1.5	6.3
T6	15	48.6	59.4	52	5.500	-	175u3148	175u3149	-	1.5	9.7
T6	18.5	35.1	47.9	38	6.000	-	-	-	175u3239	2.5	12.6
T6	22	27.0	40.1	31	8.000	-	-	-	175u3240	4	16
T6	30	22.5	29.2	27	10.000	-	-	-	175u3200	4	19
T6	37	17.1	23.6	19	14.000	-	-	-	175u3204	10	27
T6	45	13.5	19.4	14	17.000	-	-	-	175u3207	10	35
T6	55	11.7	15.8	13.5	21.000	-	-	-	175u3208	16	40
T6	75	9.9	11.5	11	26.000	-	-	-	175u3211	25	49
T6	90	8.6	9.6	7.0	30.000	-	-	-	175u3241	35	66

표 6.12 T6, 수직 제동 40% 듀티 사이클, 권장 제동 저항

10% 듀티 사이클, 수평 제동, T7

FC 202				수평 제동 10% 듀티 사이클							
주파수 변환기 데이터				제동 저항 데이터						설치	
						댄포스 부품 번호					
주전원 유형	P_m [kW]	R_{min} [Ω]	$R_{br,nom}$ [Ω]	R_{rec} [Ω]	$P_{br,cont.}$ [kW]	와이어 IP54	나사 단자 IP21	나사 단자 IP65	Bolt connection IP20	케이블 단 면적 [mm^2]	써모 릴레이 [A]
T7	1.1	620	830	630	0.100	175u3002	-	-	-	1.5	0.4
T7	1.5	513	600	570	0.100	175u3003	-	-	-	1.5	0.4
T7	2.2	340	403	415	0.200	175u3005	-	-	-	1.5	0.7
T7	3	243	292	270	0.300	175u3361	-	-	-	1.5	1
T7	4	180	216	200	0.360	-	175u3009	175u3010	-	1.5	1.3
T7	5.5	130	156	145	0.450	-	175u3012	175u3013	-	1.5	1.7
T7	7.5	94	113	105	0.790	-	175u3481	175u3482	-	1.5	2.6
T7	11	94.5	110.9	105	0.790	175u3360	175u3481	175u3482	-	1.5	2.7
T7	15	69.7	80.7	72	1.130	175u3351	175u3466	175u3465	-	1.5	3.8
T7	18.5	46.8	65.1	52	1.400	175u3352	175u3468	175u3467	-	1.5	4.9
T7	22	36.0	54.5	42	1.700	175u3353	175u3032	175u3033	-	1.5	6
T7	30	29.0	39.7	31	2.200	175u3354	175u3470	175u3469	-	1.5	7.9
T7	37	22.5	32.1	27	2.800	175u3355	175u3472	175u3471	-	2.5	9.6
T7	45	18.0	26.3	22	3.200	175u3356	175u3479	175u3480	-	2.5	11.3
T7	55	13.5	21.4	15.5	4.200	-	175u3474	175u3473	-	4	15
T7	75	13.5	15.6	13.5	5.500	-	175u3476	175u3475	-	6	19
T7	90	8.8	13.0	11	7.000	-	-	-	175u3232	10	25
T7	110	8.8	10.6	9.1	9.000	-	-	-	175u3067	16	32
T7	132	6.6	8.8	7.4	11.000	-	-	-	175u3072	16	39
T7	160	4.2	7.2	6.1	13.000	-	-	-	175u3075	16	46
T7	200	4.2	5.8	5.0	16.000	-	-	-	175u3078	25	57
T7	250	3.4	4.6	4.0	20.000	-	-	-	175u3082	35	71
T7	315	2.3	3.7	3.2	26.000	-	-	-	175u3085	50	90
T7	400	2.3	2.9	2.5	32.000	-	-	-	175u3089	70	113
T7	450	2.0	2.6	2.3	36.000	-	-	-	175u3090	2 x 35	125
T7	500	1.9	2.3	2.0	42.000	-	-	-	175u3092	2 x 35	145
T7	560	1.5	2.1	1.6	52.000	-	-	-	175u3094	2 x 50	180
T7	630	1.4	1.8	1.4	60.000	-	-	-	175u3095	2 x 50	207
T7	710	1.2	1.6	2 x 2.6	-	-	-	-	-	-	-
T7	800	1.1	1.4	2 x 2.2	-	-	-	-	-	-	-
T7	900	1.0	1.3	2 x 2.0	-	-	-	-	-	-	-
T7	1000	0.9	1.1	3 x 2.6	-	-	-	-	-	-	-
T7	1200	0.8	1.0	3 x 2.4	-	-	-	-	-	-	-
T7	1400	0.6	0.8	3 x 2.0	-	-	-	-	-	-	-

표 6.13 T7, 수평 제동 10% 듀티 사이클, 권장 제동 저항

40% 듀티 사이클, 수직 제동, T7

FC 202				수직 제동 40% 듀티 사이클							
주파수 변환기 데이터				제동 저항 데이터						설치	
						댄포스 부품 번호				케이블 단면적	써모 릴레이
주전원 유형	P_m [kW]	R_{min} [Ω]	$R_{br,nom}$ [Ω]	R_{rec} [Ω]	$P_{br,cont.}$ [kW]	와이어 IP54	나사 단자 IP21	나사 단자 IP65	Bolt connection IP20	[mm^2]	[A]
T7	1.1	620	830	630	0.360	-	175u3108	175u3109	-	1.5	0.8
T7	1.5	513	600	570	0.570	-	175u3110	175u3111	-	1.5	1
T7	2.2	340	403	415	0.790	-	175u3112	175u3113	-	1.5	1.3
T7	3	243	292	270	1.130	-	175u3118	175u3119	-	1.5	2
T7	4	180	216	200	1.700	-	175u3122	175u3123	-	1.5	2.8
T7	5.5	130	156	145	2.200	-	175u3106	175u3107	-	1.5	3.7
T7	7.5	94	113	105	3.200	-	175u3132	175u3133	-	1.5	5.2
T7	11	94.5	110.9	105	4.200	-	175u3134	175u3135	-	1.5	6
T7	15	69.7	80.7	72	4.200	-	175u3142	175u3143	-	1.5	7.2
T7	18.5	46.8	65.1	52	6.000	-	-	-	175u3242	2.5	10.8
T7	22	36.0	54.5	42	8.000	-	-	-	175u3243	2.5	13.9
T7	30	29.0	39.7	31	10.000	-	-	-	175u3244	4	18
T7	37	22.5	32.1	27	14.000	-	-	-	175u3201	10	23
T7	45	18.0	26.3	22	17.000	-	-	-	175u3202	10	28
T7	55	13.5	21.4	15.5	21.000	-	-	-	175u3205	16	37
T7	75	13.5	15.6	13.5	26.000	-	-	-	175u3209	16	44
T7	90	8.8	13.0	11	36.000	-	-	-	175u3212	25	57
T7	110	8.8	10.6	9.1	42.000	-	-	-	175u3214	35	68
T7	132	6.6	8.8	7.4	52.000	-	-	-	175u3215	50	84
T7	160	4.2	7.2	6.1	60.000	-	-	-	175u3218	70	99
T7	200	4.2	5.8	5.0	78.000	-	-	-	175u3220	2 x 35	125
T7	250	3.4	4.6	4.0	90.000	-	-	-	175u3222	2 x 35	150
T7	315	2.3	3.7	3.2	-	-	-	-	-	-	-
T7	400	2.3	2.9	2.5	-	-	-	-	-	-	-
T7	450	2.0	2.6	2.3	-	-	-	-	-	-	-
T7	500	1.9	2.3	2.0	-	-	-	-	-	-	-
T7	560	1.5	2.1	1.6	-	-	-	-	-	-	-
T7	630	1.4	1.8	1.4	-	-	-	-	-	-	-
T7	710	1.2	1.6	2 x 2.6	-	-	-	-	-	-	-
T7	800	1.1	1.4	2 x 2.2	-	-	-	-	-	-	-
T7	900	1.0	1.3	2 x 2.0	-	-	-	-	-	-	-
T7	1000	0.9	1.1	3 x 2.6	-	-	-	-	-	-	-
T7	1200	0.8	1.0	3 x 2.4	-	-	-	-	-	-	-
T7	1400	0.6	0.8	3 x 2.0	-	-	-	-	-	-	-

표 6.14 T7, 수직 제동 40% 듀티 사이클, 권장 제동 저항

6.2.6 대체 제동 저항, T2 및 T4

주전원	전압 클래스
P_m	주파수 변환기 유형의 모터 정격 용량
R_{min}	주파수 변환기별로 허용 가능한 최소 제동 저항
R_{rec}	제동 저항의 권장 제동 저항 값댄포스
듀티 사이클	$P_{br,cont.}$x100/Pm
부품 번호	댄포스 제동 저항 발주 번호
$P_{br,cont.}$	제동 저항 평균 정격 출력.
$R_{br,nom}$	모터축의 제동 동력이 1분간 150/160/110%가 되게 하는 정격(계산) 저항 값

표 6.15 *표 6.16* - *표 6.17*에서 사용된 약어

주전원: 200-240 V, T2

FC 202	P_m	R_{min}	$R_{br,nom}$	플랫팩 IP65 품목별 $R_{rec}/P_{br,cont.}$	듀티 사이클	댄포스 부품 번호
T2	[kW]	[Ω]	[Ω]	[Ω/W]	%	175Uxxxx
PK25	0.25	380	691.3	430/100	40	1002
PK37	0.37	380	466.7	430/100	27	1002
PK55	0.55	275	313.7	330/100	18	1003
PK55	0.55	275	313.7	310/200	36	0984
PK75	0.75	188	230.0	220/100	13	1004
PK75	0.75	188	230.0	210/200	26	0987
P1K1	1.1	130	152.9	150/100	9	1005
P1K1	1.1	130	152.9	150/200	18	0989
P1K5	1.5	81.0	110.5	100/100	7	1006
P1K5	1.5	81.0	110.5	100/200	14	0991
P2K2	2.2	58.5	74.1	72/200	9	0992
P3K0	3	45.0	53.7	50/200	7	0993
P3K7	3.7	31.5	39.9	35/200	6	0994
P3K7	3.7	31.5	39.9	72/200	11	2 x 0992
P5K5	5.5	22.5	28.7	40/200	7	2 x 0996

표 6.16 주전원: 200-240 V (T2), 대체 제동 저항

주전원: 380-480 V, T4

FC 202	P_m	R_{min}	$R_{br,nom}$	플랫팩 IP65		
				품목별 $R_{rec}/P_{br,cont.}$	듀티 사이클	댄포스 부품 번호
T4	[kW]	[Ω]	[Ω]	[Ω/W]	%	175Uxxxx
PK75	0.75	620	910.2	830/100	13	1000
P1K1	1.1	546	607.3	620/100	9	1001
P1K1	1.1	546	607.3	620/200	18	0982
P1K5	1.5	382	437.3	430/100	7	1002
P1K5	1.5	382	437.3	430/200	14	0983
P2K2	2.2	260	293.3	310/200	9	0984
P3K0	3	189	212.7	210/200	7	0987
P4K0	4	135	157.3	150/200	5	0989
P4K0	4	135	157.3	300/200	10	2 x 0985
P5K5	5.5	99.0	113.3	130/200	7	2 x 0990
P7K5	7.5	72.0	82.4	80/240	6	2 x 0090

표 6.17 주전원: 380-480 V (T4), 대체 제동 저항

6.2.7 고조파 필터

고조파 필터는 주전원 고조파를 줄이는데 사용됩니다.

- AHF 010: 10% 전류 왜곡
- AHF 005: 5% 전류 왜곡

냉각 및 공조

IP20: 자연 대류 또는 내장 팬으로 냉각.
IP00: 추가 강제 냉각이 필요합니다. 필터의 과열을 방지하기 위해 설치 도중에 필터를 통해 충분히 통풍을 실시합니다. 필터를 통해 최소 2 m/s의 통풍량이 필요합니다.

출력 및 전류 등급1)		대표적 모터	필터 정격 전류 50 Hz	발주 번호 AHF 005		발주 번호 AHF 010	
[kW]	[A]	[kW]	[A]	IP00	IP20	IP00	IP20
0.37-4.0	1.2-9	3	10	130B1392	130B1229	130B1262	130B1027
5.5-7.5	14.4	7.5	14	130B1393	130B1231	130B1263	130B1058
11.0	22	11	22	130B1394	130B1232	130B1268	130B1059
15.0	29	15	29	130B1395	130B1233	130B1270	130B1089
18.0	34	18.5	34	130B1396	130B1238	130B1273	130B1094
22.0	40	22	40	130B1397	130B1239	130B1274	130B1111
30.0	55	30	55	130B1398	130B1240	130B1275	130B1176
37.0	66	37	66	130B1399	130B1241	130B1281	130B1180
45.0	82	45	82	130B1442	130B1247	130B1291	130B1201
55.0	96	55	96	130B1443	130B1248	130B1292	130B1204
75.0	133	75	133	130B1444	130B1249	130B1293	130B1207
90.0	171	90	171	130B1445	130B1250	130B1294	130B1213

표 6.18 고조파 필터, 380-415 V, 50 Hz

출력 및 전류 등급1)		대표적 모터	필터 정격 전류 60 Hz	발주 번호 AHF 005		발주 번호 AHF 010	
[kW]	[A]	[kW]	[A]	IP00	IP20	IP00	IP20
0.37-4.0	1.2-9	3	10	130B3095	130B2857	130B2874	130B2262
5.5-7.5	14.4	7.5	14	130B3096	130B2858	130B2875	130B2265
11.0	22	11	22	130B3097	130B2859	130B2876	130B2268
15.0	29	15	29	130B3098	130B2860	130B2877	130B2294
18.0	34	18.5	34	130B3099	130B2861	130B3000	130B2297
22.0	40	22	40	130B3124	130B2862	130B3083	130B2303
30.0	55	30	55	130B3125	130B2863	130B3084	130B2445
37.0	66	37	66	130B3026	130B2864	130B3085	130B2459
45.0	82	45	82	130B3127	130B2865	130B3086	130B2488
55.0	96	55	96	130B3128	130B2866	130B3087	130B2489
75.0	133	75	133	130B3129	130B2867	130B3088	130B2498
90.0	171	90	171	130B3130	130B2868	130B3089	130B2499

표 6.19 고조파 필터, 380-415 V, 60 Hz

출력 및 전류 등급1)		대표적 모터	필터 정격 전류 60 Hz	발주 번호 AHF 005		발주 번호 AHF 010	
[kW]	[A]	[kW]	[A]	IP00	IP20	IP00	IP20
0.37-4.0	1-7.4	3	10	130B1787	130B1752	130B1770	130B1482
5.5-7.5	9.9-13	7.5	14	130B1788	130B1753	130B1771	130B1483
11.0	19	11	19	130B1789	130B1754	130B1772	130B1484
15.0	25	15	25	130B1790	130B1755	130B1773	130B1485
18.0	31	18.5	31	130B1791	130B1756	130B1774	130B1486
22.0	36	22	36	130B1792	130B1757	130B1775	130B1487
30.0	47	30	48	130B1793	130B1758	130B1776	130B1488
37.0	59	37	60	130B1794	130B1759	130B1777	130B1491
45.0	73	45	73	130B1795	130B1760	130B1778	130B1492
55.0	95	55	95	130B1796	130B1761	130B1779	130B1493
75.0	118	75	118	130B1797	130B1762	130B1780	130B1494
90	154	90	154	130B1798	130B1763	130B1781	130B1495

표 6.20 고조파 필터, 440-480 V, 60 Hz

1) 실제 운전 조건에 따른 주파수 변환기 출력 및 전류 등급

출력 및 전류 등급1)		대표적 모터	필터 정격 전류 60 Hz	발주 번호 AHF 005		발주 번호 AHF 010	
[kW]	[A]	[kW]	[A]	IP00	IP20	IP00	IP20
11.0	15	10	15	130B5261	130B5246	130B5229	130B5212
15.0	19	16.4	20	130B5262	130B5247	130B5230	130B5213
18.0	24	20	24	130B5263	130B5248	130B5231	130B5214
22.0	29	24	29	130B5263	130B5248	130B5231	130B5214
30.0	36	33	36	130B5265	130B5250	130B5233	130B5216
37.0	49	40	50	130B5266	130B5251	130B5234	130B5217
45.0	58	50	58	130B5267	130B5252	130B5235	130B5218
55.0	74	60	77	130B5268	130B5253	130B5236	130B5219
75.0	85	75	87	130B5269	130B5254	130B5237	130B5220
90	106	90	109	130B5270	130B5255	130B5238	130B5221

표 6.21 고조파 필터, 600 V, 60 Hz

출력 및 전류 등급1)		대표적 모터	출력 및 전류 등급		대표적 모터	필터 정격 전류	발주 번호 AHF 005		발주 번호 AHF 010	
500-550 V			551-690 V			50 Hz				
[kW]	[A]	[kW]	[kW]	[A]	[kW]	[A]	IP00	IP20	IP00	IP20
11.0	15	7.5	P15K	16	15	15	130B5000	130B5088	130B5297	130B5280
15.0	19.5	11	P18K	20	18.5	20	130B5017	130B5089	130B5298	130B5281
18.0	24	15	P22K	25	22	24	130B5018	130B5090	130B5299	130B5282
22.0	29	18.5	P30K	31	30	29	130B5019	130B5092	130B5302	130B5283
30.0	36	22	P37K	38	37	36	130B5021	130B5125	130B5404	130B5284
37.0	49	30	P45K	48	45	50	130B5022	130B5144	130B5310	130B5285
45.0	59	37	P55K	57	55	58	130B5023	130B5168	130B5324	130B5286
55.0	71	45	P75K	76	75	77	130B5024	130B5169	130B5325	130B5287
75.0	89	55				87	130B5025	130B5170	130B5326	130B5288
90.0	110	90				109	130B5026	130B5172	130B5327	130B5289

6

표 6.22 고조파 필터, 500-690 V, 50 Hz

1) 실제 운전 조건에 따른 주파수 변환기 출력 및 전류 등급

6.2.8 사인파 필터

주파수 변환기 출력 및 전류 등급						필터 정격 전류			스위칭 주파수	발주 번호	
200-240 V		380-440 V		441-500 V		50 Hz	60 Hz	100 Hz		IP00	IP20/23[1]
[kW]	[A]	[kW]	[A]	[kW]	[A]	[A]	[A]	[A]	[kHz]		
-	-	0.37	1.3	0.37	1.1						
0.25	1.8	0.55	1.8	0.55	1.6	2.5	2.5	2	5	130B2404	130B2439
0.37	2.4	0.75	2.4	0.75	2.1						
		1.1	3	1.1	3	4.5	4	3.5	5	130B2406	130B2441
0.55	3.5	1.5	4.1	1.5	3.4						
0.75	4.6	2.2	5.6	2.2	4.8						
1.1	6.6	3	7.2	3	6.3	8	7.5	5.5	5	130B2408	130B2443
1.5	7.5	-	-	-	-						
-	-	4	10	4	8.2	10	9.5	7.5	5	130B2409	130B2444
2.2	10.6	5.5	13	5.5	11						
3	12.5	7.5	16	7.5	14.5	17	16	13	5	130B2411	130B2446
3.7	16.7	-	-	-	-						
5.5	24.2	11	24	11	21	24	23	18	4	130B2412	130B2447
7.5	30.8	15	32	15	27	38	36	28.5	4	130B2413	130B2448
		18.5	37.5	18.5	34						
11	46.2	22	44	22	40	48	45.5	36	4	130B2281	130B2307
15	59.4	30	61	30	52	62	59	46.5	3	130B2282	130B2308
18.5	74.8	37	73	37	65	75	71	56	3	130B2283	130B2309
22	88	45	90	55	80	115	109	86	3	130B3179	130B3181*
30	115	55	106	75	105						
37	143	75	147	90	130	180	170	135	3	130B3182	130B3183*
45	170	90	177								

표 6.23 380-500 V 주파수 변환기의 사인파 필터

*1) * 표시가 있는 발주 번호는 IP23입니다.*

주파수 변환기 출력 및 전류 등급						필터 전류 등급 @690 V			스위칭 주파수	발주 번호	
525-600 V		551-690 V		525-550 V		50 Hz	60 Hz	100 Hz		IP00	IP20/23[1)]
[kW]	[A]	[kW]	[A]	[kW]	[A]	[A]	[A]	[A]	kHz		
0.75	1.7	1.1	1.6	1.1	2.1	4.5	4	3	4	130B7335	130B7356
1.1	2.4	1.5	2.2	1.5	2.7						
1.5	2.7	2.2	3.2	2.2	3.9						
2.2	3.9	3.0	4.5	3.0	4.9						
3	4.9	4.0	5.5	4.0	6.1	10	9	7	4	130B7289	130B7324
4	6.1	5.5	7.5	5.5	9.0						
5.5	9	7.5	10	7.5	11						
7.5	11	11	13	7.5	14	13	12	9	3	130B3195	130B3196
11	18	15	18	11	19	28	26	21	3	130B4112	130B4113
15	22	18.5	22	15	23						
18.5	27	22	27	18	28						
22	34	30	34	22	36	45	42	33	3	130B4114	130B4115
30	41	37	41	30	48						
37	52	45	52	37	54	76	72	57	3	130B4116	130B4117*
45	62	55	62	45	65						
55	83	75	83	55	87	115	109	86	3	130B4118	130B4119*
75	100	90	100	75	105						
90	131	-	-	90	137	165	156	124	2	130B4121	130B4124*

표 6.24 525-600 V 및 525-690 V 주파수 변환기의 사인파 필터

*1) * 표시가 있는 발주 번호는 IP23입니다.*

파라미터	설정
14-00 스위칭 방식	[1] SFAVM
14-01 스위칭 주파수	개별 필터에 따라 설정합니다. 필터 제품 라벨 및 출력 필터 설명서에 수록. 사인파 필터는 개별 필터에 의해 지정된 것보다 낮은 스위칭 주파수를 허용하지 않습니다.
14-55 출력 필터	[2] 사인파 필터 고정

표 6.25 사인파 필터 운전을 위한 파라미터 설정

6

6.2.9 dU/dt 필터

<table>
<tr><td colspan="2">200-240</td><td colspan="2">380-440</td><td colspan="2">441-500</td><td colspan="2">525-550</td><td colspan="2">551-690</td><td>380 @60 Hz 200-400/ 440@50 Hz</td><td>460/480 @60 Hz 500/525 @50 Hz</td><td>575/600 @60 Hz</td><td>690 @50 Hz</td><td>IP00</td><td>IP20</td><td>IP54</td></tr>
<tr><td colspan="10">주파수 변환기 등급 [V]</td><td colspan="4">필터 전류 등급 [V]</td><td colspan="3">발주 번호</td></tr>
<tr><td>[kW]</td><td>[A]</td><td>[kW]</td><td>[A]</td><td>[kW]</td><td>[A]</td><td>[kW]</td><td>[A]</td><td>[kW]</td><td>[A]</td><td>[A]</td><td>[A]</td><td>[A]</td><td>[A]</td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>3</td><td>12.5</td><td>5.5</td><td>13</td><td>5.5</td><td>11</td><td>5.5</td><td>9.5</td><td>1.1</td><td>1.6</td><td rowspan="7">17</td><td rowspan="7">15</td><td rowspan="7">13</td><td rowspan="7">10</td><td rowspan="7">N/A</td><td rowspan="7">130B7367[1)]</td><td rowspan="7">N/A</td></tr>
<tr><td>3.7</td><td>16</td><td>7.5</td><td>16</td><td>7.5</td><td>14.5</td><td>7.5</td><td>11.5</td><td>1.5</td><td>2.2</td></tr>
<tr><td rowspan="5">-</td><td rowspan="5">-</td><td rowspan="5">-</td><td rowspan="5">-</td><td rowspan="5">-</td><td rowspan="5">-</td><td rowspan="5">-</td><td rowspan="5">-</td><td>2.2</td><td>3.2</td></tr>
<tr><td>3</td><td>4.5</td></tr>
<tr><td>4</td><td>5.5</td></tr>
<tr><td>5.5</td><td>7.5</td></tr>
<tr><td>7.5</td><td>10</td></tr>
<tr><td>5.5</td><td>24.2</td><td>11</td><td>24</td><td>11</td><td>21</td><td>7,5</td><td>14</td><td>11</td><td>13</td><td rowspan="4">44</td><td rowspan="4">40</td><td rowspan="4">32</td><td rowspan="4">27</td><td rowspan="4">130B2835</td><td rowspan="4">130B2836*</td><td rowspan="4">130B2837</td></tr>
<tr><td>7.5</td><td>30.8</td><td>15</td><td>32</td><td>15</td><td>27</td><td>11</td><td>19</td><td>15</td><td>18</td></tr>
<tr><td>-</td><td>-</td><td>18.5</td><td>37.5</td><td>18.5</td><td>34</td><td>15</td><td>23</td><td>18.5</td><td>22</td></tr>
<tr><td>-</td><td>-</td><td>22</td><td>44</td><td>22</td><td>40</td><td>18,5</td><td>28</td><td>22</td><td>27</td></tr>
<tr><td>11</td><td>46.2</td><td>30</td><td>61</td><td>30</td><td>52</td><td>30</td><td>43</td><td>30</td><td>34</td><td rowspan="4">90</td><td rowspan="4">80</td><td rowspan="4">58</td><td rowspan="4">54</td><td rowspan="4">130B2838</td><td rowspan="4">130B2839*</td><td rowspan="4">130B2840</td></tr>
<tr><td>15</td><td>59.4</td><td>37</td><td>73</td><td>37</td><td>65</td><td>37</td><td>54</td><td>37</td><td>41</td></tr>
<tr><td>18.5</td><td>74.8</td><td>45</td><td>90</td><td>55</td><td>80</td><td>45</td><td>65</td><td>45</td><td>52</td></tr>
<tr><td>22</td><td>88</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td></tr>
<tr><td>-</td><td>-</td><td rowspan="2">55</td><td rowspan="2">106</td><td rowspan="2">75</td><td rowspan="2">105</td><td rowspan="2">55</td><td rowspan="2">87</td><td>55</td><td>62</td><td rowspan="2">106</td><td rowspan="2">105</td><td rowspan="2">94</td><td rowspan="2">86</td><td rowspan="2">130B2841</td><td rowspan="2">130B2842*</td><td rowspan="2">130B2843</td></tr>
<tr><td>-</td><td>-</td><td>75</td><td>83</td></tr>
<tr><td>30</td><td>115</td><td>75</td><td>147</td><td>90</td><td>130</td><td>75</td><td>113</td><td>90</td><td>108</td><td rowspan="3">177</td><td rowspan="3">160</td><td rowspan="3">131</td><td rowspan="3">108</td><td rowspan="3">130B2844</td><td rowspan="3">130B2845*</td><td rowspan="3">130B2846</td></tr>
<tr><td>37</td><td>143</td><td>90</td><td>177</td><td>-</td><td>-</td><td>90</td><td>137</td><td>-</td><td>-</td></tr>
<tr><td>45</td><td>170</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td></tr>
</table>

표 6.26 200-690 V용 dU/dt 필터

1) 바닥 장착 및 북 스타일 장착을 지원하는 전용 A3 외함 용량. 주파수 변환기에 고정된 차폐 케이블 연결부.

파라미터	설정
14-01 스위칭 주파수	개별 필터에 의해 지정된 것보다 높은 스위칭 주파수는 권장되지 않습니다.
14-55 출력 필터	[0] 필터 없음
14-56 Capacitance Output Filter	사용안함
14-57 Inductance Output Filter	사용안함

표 6.27 dU/dt 필터 작동을 위한 파라미터 설정

6.2.10 공통 모드 필터

외함 용량	발주 번호	코어 치수					중량
		W	w	H	h	d	[kg]
A 및 B	130B3257	60	43	40	25	22.3	0.25
C1	130B7679	82.8	57.5	45.5	20.6	33	
C2, C3, C4	130B3258	102	69	61	28	37	1.6
D	130B3259	189	143	126	80	37	2.45

표 6.28 공통 모드 필터, 발주 번호

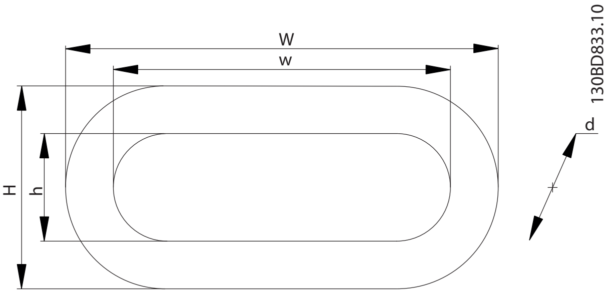


그림 6.4 HF-CM 코어

7 사양

7.1 전기적 기술 자료

7.1.1 주전원 공급 1x200-240 V AC

유형 명칭	P1K1	P1K5	P2K2	P3K0	P3K7	P5K5	P7K5	P15K	P22K
대표적 축 출력 [kW]	1.1	1.5	2.2	3.0	3.7	5.5	7.5	15	22
대표적 축 출력(240V 기준) [HP]	1.5	2.0	2.9	4.0	4.9	7.5	10	20	30
보호 등급 IP20/섀시	A3	-	-	-	-	-	-	-	-
보호 등급 IP21/Type 1	-	B1	B1	B1	B1	B1	B2	C1	C2
보호 등급 IP55/Type 12	A5	B1	B1	B1	B1	B1	B2	C1	C2
보호 등급 IP66/NEMA 4X	A5	B1	B1	B1	B1	B1	B2	C1	C2
출력 전류									
지속적(3x200-240 V) [A]	6.6	7.5	10.6	12.5	16.7	24.2	30.8	59.4	88
단속적(3x200-240 V) [A]	7.3	8.3	11.7	13.8	18.4	26.6	33.4	65.3	96.8
지속적 KVA (208 V 기준) [KVA]	2.4	2.7	3.8	4.5	6.0	8.7	11.1	21.4	31.7
최대 입력 전류									
지속적(1x200-240 V) [A]	12.5	15	20.5	24	32	46	59	111	172
단속적(1x200-240 V) [A]	13.8	16.5	22.6	26.4	35.2	50.6	64.9	122.1	189.2
최대 전단 퓨즈 [A]	20	30	40	40	60	80	100	150	200
추가 사양									
케이블 최대 단면적 (주전원, 모터, 제동 장치) [mm^2] ([AWG])	0.2-4 (4-10)					10 (7)	35 (2)	50 (1/0)	95 (4/0)
케이블 최대 단면적[2](차단 스위치가 있는 주전원) [mm2] ([AWG])	16 (6)	16 (6)	16 (6)	16 (6)	16 (6)	16 (6)	25 (3)	50 (1/0)	2 x 50 (2 x 1/0) [9) 10)]
케이블 최대 단면적[2] (차단 스위치가 없는 주전원) [mm2] ([AWG])	16 (6)	16 (6)	16 (6)	16 (6)	16 (6)	16 (6)	25 (3)	50 (1/0)	95 (4/0)
케이블 절연 온도 등급 [°C]	75	75	75	75	75	75	75	75	75
정격 최대 부하[4] 시 추정 전력 손실 [W][3]	44	30	44	60	74	110	150	300	440
효율[5]	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98

표 7.1 주전원 공급 1x200-240 V AC - 1분간 정상 과부하 110%, P1K1-P22K

7.1.2 주전원 공급 3x200-240V AC

유형 명칭	PK25		PK37		PK55		PK75	
고부하/정상 부하1)	HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO
대표적 축 출력 [kW]	0.25		0.37		0.55		0.75	
대표적 축 출력(208V 기준) [HP]	0.34		0.5		0.75		1	
보호 등급 IP20/섀시6) 보호 등급 IP21/Type 1	A2		A2		A2		A2	
보호 등급 IP55/Type 12 보호 등급 IP66/NEMA 4X	A4/A5		A4/A5		A4/A5		A4/A5	
출력 전류								
지속적(3x200-240 V) [A]	1.8		2.4		3.5		4.6	
단속적(3x200-240 V) [A]	2.7	2.0	3.6	2.6	5.3	3.9	6.9	5.1
지속적 KVA (208 V 기준) [KVA]	0.65		0.86		1.26		1.66	
최대 입력 전류								
지속적(3x200-240 V) [A]	1.6		2.2		3.2		4.1	
단속적(3x200-240 V) [A]	2.4	1.8	3.3	2.4	4.8	3.5	6.2	4.5
최대 전단 퓨즈 [A]	10		10		10		10	
추가 사양								
케이블 최대 단면적2)(주전원, 모터, 제동 장치 및 부하 공유) [mm2] ([AWG])	4, 4, 4 (12, 12, 12) (최소 0.2 (24))							
케이블 최대 단면적2)(주전원 차단부) [mm2] ([AWG])	6, 4, 4 (10, 12, 12)							
정격 최대 부하4) 시 추정 전력 손실 [W]3)	21		29		42		54	
효율5)	0.94		0.94		0.95		0.95	

표 7.2 주전원 공급 3x200-240 V AC, PK25-PK75

유형 명칭	P1K1		P1K5		P2K2		P3K0		P3K7	
고부하/정상 부하1)	HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO
대표적 축 출력 [kW]	1.1		1.5		2.2		3.0		3.7	
대표적 축 출력(208V 기준) [HP]	1.5		2		3		4		5	
보호 등급 IP20/섀시6) 보호 등급 IP21/Type 1	A2		A2		A2		A3		A3	
보호 등급 IP55/Type 12 보호 등급 IP66/NEMA 4X	A4/A5		A4/A5		A4/A5		A5		A5	
출력 전류										
지속적(3x200-240 V) [A]	6.6		7.5		10.6		12.5		16.7	
단속적(3x200-240 V) [A]	9.9	7.3	11.3	8.3	15.9	11.7	18.8	13.8	25	18.4
지속적 KVA (208 V 기준) [KVA]	2.38		2.70		3.82		4.50		6.00	
최대 입력 전류										
지속적(3x200-240 V) [A]	5.9		6.8		9.5		11.3		15.0	
단속적(3x200-240 V) [A]	8.9	6.5	10.2	7.5	14.3	10.5	17.0	12.4	22.5	16.5
최대 전단 퓨즈 [A]	20		20		20		32		32	
추가 사양										
케이블 최대 단면적2)(주전원, 모터, 제동 장치 및 부하 공유) [mm2] ([AWG])	4, 4, 4 (12, 12, 12) (최소 0.2 (24))									
케이블 최대 단면적2)(주전원 차단부) [mm2] [(AWG)]	6, 4, 4 (10, 12, 12)									
정격 최대 부하4) 시 추정 전력 손실 [W]3)	63		82		116		155		185	
효율5)	0.96		0.96		0.96		0.96		0.96	

표 7.3 주전원 공급 3x200-240 V AC, P1K1-P3K7

7

유형 명칭	P5K5		P7K5		P11K		P15K	
고부하/정상 부하1)	HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO
대표적 축 출력 [kW]	3.7	5.5	5.5	7.5	7.5	11	11	15
대표적 축 출력(208V 기준) [HP]	5.0	7.5	7.5	10	10	15	15	20
IP20/섀시7)	B3		B3		B3		B4	
보호 등급 IP21/Type 1 보호 등급 IP55/Type 12 보호 등급 IP66/NEMA 4X	B1		B1		B1		B2	
출력 전류								
지속적(3x200-240 V) [A]	16.7	24.2	24.2	30.8	30.8	46.2	46.2	59.4
단속적(3x200-240 V) [A]	26.7	26.6	38.7	33.9	49.3	50.8	73.9	65.3
지속적 KVA (208 V 기준) [KVA]	6.0	8.7	8.7	11.1	11.1	16.6	16.6	21.4
최대 입력 전류								
지속적(3x200-240 V) [A]	15.0	22.0	22.0	28.0	28.0	42.0	42.0	54.0
단속적(3x200-240 V) [A]	24.0	24.2	35.2	30.8	44.8	46.2	67.2	59.4
최대 전단 퓨즈 [A]	63		63		63		80	
추가 사양								
IP20 케이블 최대 단면적2)(주전원, 모터, 제동 장치 및 부하 공유) [mm2] ([AWG])	10, 10, - (8, 8, -)		10, 10, - (8, 8, -)		10, 10, - (8, 8, -)		35, -, - (2, -, -)	
보호 등급 IP21 케이블 최대 단면적2) (주전원, 제동 장치 및 부하 공유) [mm2] ([AWG])	16, 10, 16 (6, 8, 6)		16, 10, 16 (6, 8, 6)		16, 10, 16 (6, 8, 6)		35, -, - (2, -, -)	
보호 등급 IP21 케이블 최대 단면적2) (모터) [mm2] ([AWG])	10, 10, - (8, 8, -)		10, 10, - (8, 8, -)		10, 10, - (8, 8, -)		35, 25, 25 (2, 4, 4)	
케이블 최대 단면적2)(주전원 차단부) [mm2] ([AWG])	16, 10, 10 (6, 8, 8)						35 (2)	
정격 최대 부하4) 시 추정 전력 손실 [W]3)	239	310	239	310	371	514	463	602
효율5)	0.96		0.96		0.96		0.96	

표 7.4 주전원 공급 3x200-240 V AC, P5K5-P15K

유형 명칭	P18K		P22K		P30K		P37K		P45K	
고부하/정상 부하[1]	HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO
대표적 축 출력 [kW]	15	18.5	18.5	22	22	30	30	37	37	45
대표적 축 출력(208V 기준) [HP]	20	25	25	30	30	40	40	50	50	60
보호 등급 IP20/섀시[7]	B4		C3		C3		C4		C4	
보호 등급 IP21/Type 1 보호 등급 IP55/Type 12 보호 등급 IP66/NEMA 4X	C1		C1		C1		C2		C2	
출력 전류										
지속적(3x200-240 V) [A]	59.4	74.8	74.8	88.0	88.0	115	115	143	143	170
단속적(3x200-240 V) [A]	89.1	82.3	112	96.8	132	127	173	157	215	187
지속적 KVA (208 V 기준) [KVA]	21.4	26.9	26.9	31.7	31.7	41.4	41.4	51.5	51.5	61.2
최대 입력 전류										
지속적(3x200-240 V) [A]	54.0	68.0	68.0	80.0	80.0	104	104	130	130	154.0
단속적(3x200-240 V) [A]	81.0	74.8	102	88.0	120	114	156	143	195	169.0
최대 전단 퓨즈 [A]	125		125		160		200		250	
추가 사양										
보호 등급 IP20 케이블 최대 단면적(주전원, 모터, 제동 장치 및 부하 공유) [mm^2] ([AWG])	35 (2)		50 (1)		50 (1)		150 (300 MCM)		150 (300 MCM)	
보호 등급 IP21, IP55, IP66 케이블 최대 단면적(주전원 및 모터) [mm^2] ([AWG])	50 (1)		50 (1)		50 (1)		150 (300 MCM)		150 (300 MCM)	
보호 등급 IP21, IP55, IP66 케이블 최대 단면적(제동 장치 및 부하 공유) [mm^2] ([AWG])	50 (1)		50 (1)		50 (1)		95 (3/0)		95 (3/0)	
케이블 최대 단면적 [2](차단부) [mm^2] ([AWG])	50, 35, 35 (1, 2, 2)						95, 70, 70 (3/0, 2/0, 2/0)		185, 150, 120 (350 MCM, 300 MCM, 4/0)	
정격 최대 부하[4] 시 추정 전력 손실 [W][3]	624	737	740	845	874	1140	1143	1353	1400	1636
효율[5]	0.96		0.97		0.97		0.97		0.97	

표 7.5 주전원 공급 3x200-240 V AC, P18K-P45K

7.1.3 주전원 공급 1x380-480 V AC

유형 명칭	P7K5	P11K	P18K	P37K
대표적 축 출력 [kW]	7.5	11	18.5	37
대표적 축 출력(240V 기준) [HP]	10	15	25	50
보호 등급 IP21/Type 1	B1	B2	C1	C2
보호 등급 IP55/Type 12	B1	B2	C1	C2
보호 등급 IP66/NEMA 4X	B1	B2	C1	C2
출력 전류				
지속적 (3x380-440 V) [A]	16	24	37.5	73
단속적 (3x380-440 V) [A]	17.6	26.4	41.2	80.3
지속적 (3x441-480 V) [A]	14.5	21	34	65
단속적 (3x441-480 V) [A]	15.4	23.1	37.4	71.5
지속적 KVA(400V 기준) [KVA]	11.0	16.6	26	50.6
지속적 KVA(460V 기준) [KVA]	11.6	16.7	27.1	51.8
최대 입력 전류				
지속적 (1x380-440 V) [A]	33	48	78	151
단속적 (1x380-440 V) [A]	36	53	85.5	166
지속적 (1x441-480 V) [A]	30	41	72	135
단속적 (1x441-480 V) [A]	33	46	79.2	148
최대 전단 퓨즈 [A]	63	80	160	250
추가 사양				
최대 케이블 단면적(주전원/모터, 부하 공유 및 제동 장치) [mm^2]] ([AWG])	10 (7)	35 (2)	50 (1/0)	120 (4/0)
정격 최대 부하4) 시 추정 전력 손실 [W]3)	300	440	740	1480
효율5)	0.96	0.96	0.96	0.96

표 7.6 주전원 공급 1x380-480 V AC - 1분간 정상 과부하 110%, P7K5-P37K

7.1.4 주전원 공급 3x380-480V AC

유형 명칭	PK37		PK55		PK75		P1K1		P1K5	
고부하/정상 부하[1)]	HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO
대표적 축 출력 [kW]	0.37		0.55		0.75		1.1		1.5	
대표적 축 출력(460V 기준) [HP]	0.5		0.75		1.0		1.5		2.0	
보호 등급 IP20/섀시[6)]	A2		A2		A2		A2		A2	
보호 등급 IP55/Type 12 보호 등급 IP66/NEMA 4X	A4/A5		A4/A5		A4/A5		A4/A5		A4/A5	
출력 전류										
지속적 (3x380-440 V) [A]	1.3		1.8		2.4		3.0		4.1	
단속적 (3x380-440 V) [A]	2.0	1.4	2.7	2.0	3.6	2.6	4.5	3.3	6.2	4.5
지속적 (3x441-480 V) [A]	1.2		1.6		2.1		2.7		3.4	
단속적 (3x441-480 V) [A]	1.8	1.3	2.4	1.8	3.2	2.3	4.1	3.0	5.1	3.7
지속적 KVA(400V 기준) [KVA]	0.9		1.3		1.7		2.1		2.8	
지속적 KVA(460V 기준) [KVA]	0.9		1.3		1.7		2.4		2.7	
최대 입력 전류										
지속적 (3x380-440 V) [A]	1.2		1.6		2.2		2.7		3.7	
단속적 (3x380-440 V) [A]	1.8	1.3	2.4	1.8	3.3	2.4	4.1	3.0	5.6	4.1
지속적 (3x441-480 V) [A]	1.0		1.4		1.9		2.7		3.1	
단속적 (3x441-480 V) [A]	1.5	1.1	2.1	1.5	2.9	2.1	4.1	3.0	4.7	3.4
최대 전단 퓨즈 [A]	10		10		10		10		10	
추가 사양										
보호 등급 IP20, IP21 케이블 최대 단면적[2)] (주전원, 모터, 제동 장치 및 부하 공유) [mm^2] ([AWG])	4, 4, 4 (12, 12, 12) (최소 0.2 (24))									
보호 등급 IP55, IP66 케이블 최대 단면적[2)] (주전원, 모터, 제동 장치 및 부하 공유) [mm^2] ([AWG])	4, 4, 4 (12, 12, 12)									
케이블 최대 단면적 [2)](차단부) [mm^2] ([AWG])	6, 4, 4 (10, 12, 12)									
정격 최대 부하 시[4)] 추정 전력 손실 [W][3]	35		42		46		58		62	
효율[5)]	0.93		0.95		0.96		0.96		0.97	

표 7.7 주전원 공급 3x380-480 V AC, PK37-P1K5

유형 명칭	P2K2		P3K0		P4K0		P5K5		P7K5	
고부하/정상 부하[1)]	HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO
대표적 축 출력 [kW]	2.2		3.0		4.0		5.5		7.5	
대표적 축 출력(460V 기준) [HP]	2.9		4.0		5.3		7.5		10	
보호 등급 IP20/섀시[6)]	A2		A2		A2		A3		A3	
보호 등급 IP55/Type 12 보호 등급 IP66/NEMA 4X	A4/A5		A4/A5		A4/A5		A5		A5	
출력 전류										
지속적 (3x380-440 V) [A]	5.6		7.2		10		13		16	
단속적 (3x380-440 V) [A]	8.4	6.2	10.8	7.9	15.0	11.0	19.5	14.3	24.0	17.6
지속적 (3x441-480 V) [A]	4.8		6.3		8.2		11		14.5	
단속적 (3x441-480 V) [A]	7.2	5.3	9.5	6.9	12.3	9.0	16.5	12.1	21.8	16.0
지속적 KVA(400V 기준) [KVA]	3.9		5.0		6.9		9.0		11.0	
지속적 KVA(460V 기준) [KVA]	3.8		5.0		6.5		8.8		11.6	
최대 입력 전류										
지속적 (3x380-440 V) [A]	5.0		6.5		9.0		11.7		14.4	
단속적 (3x380-440 V) [A]	7.5	5.5	9.8	7.2	13.5	9.9	17.6	12.9	21.6	15.8
지속적 (3x441-480 V) [A]	4.3		5.7		7.4		9.9		13.0	
단속적 (3x441-480 V) [A]	6.5	4.7	8.6	6.3	11.1	8.1	14.9	10.9	19.5	14.3
최대 전단 퓨즈 [A]	20		20		20		30		30	
추가 사양										
보호 등급 IP20, IP21 케이블 최대 단면적[2)] (주전원, 모터, 제동 장치 및 부하 공유) [mm^2] ([AWG])	4, 4, 4 (12, 12, 12) (최소 0.2 (24))									
보호 등급 IP55, IP66 케이블 최대 단면적[2)] (주전원, 모터, 제동 장치 및 부하 공유) [mm^2] ([AWG])	4, 4, 4 (12, 12, 12)									
케이블 최대 단면적 [2)](차단부) [mm^2] ([AWG])	6, 4, 4 (10, 12, 12)									
정격 최대 부하 시[4)] 추정 전력 손실 [W][3)]	88		116		124		187		225	
효율[5)]	0.97		0.97		0.97		0.97		0.97	

표 7.8 주전원 공급 3x380-480 V AC, P2K2-P7K5

7

유형 명칭	P11K		P15K		P18K		P22K		P30K	
고부하/정상 부하[1]	HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO
대표적 축 출력 [kW]	7.5	11	11	15	15	18.5	22.0	22.0	22.0	30
대표적 축 출력(460V 기준) [HP]	10	15	15	20	20	25	30	30	30	40
보호 등급 IP20/섀시[7]	B3		B3		B3		B4			B4
보호 등급 IP21/Type 1	B1		B1		B1		B2		B2	
보호 등급 IP55/Type 12 보호 등급 IP66/NEMA 4X	B1		B1		B1		B2		B2	
출력 전류										
지속적 (3x380-440 V) [A]	-	24	24	32	32	37.5	37.5	44	44	61
단속적(60초 과부하) (3x380-440 V) [A]	-	26.4	38.4	35.2	51.2	41.3	60	48.4	70.4	67.1
지속적 (3x441-480 V) [A]	-	21	21	27	27	34	34	40	40	52
단속적(60초 과부하) (3x441-480 V) [A]	-	23.1	33.6	29.7	43.2	37.4	54.4	44	64	61.6
지속적 KVA(400V 기준) [KVA]	-	16.6	16.6	22.2	22.2	26	26	30.5	30.5	42.3
지속적 KVA(460V 기준) [KVA]	-	16.7	16.7	21.5	21.5	27.1	27.1	31.9	31.9	41.4
최대 입력 전류										
지속적 (3x380-440 V) [A]	-	22	22	29	29	34	34	40	40	55
단속적(60초 과부하) (3x380-440 V) [A]	-	24.2	35.2	31.9	46.4	37.4	54.4	44	64	60.5
지속적 (3x441-480 V) [A]	-	19	19	25	25	31	31	36	36	47
단속적(60초 과부하) (3x441-480 V) [A]	-	20.9	30.4	27.5	40	34.1	49.6	39.6	57.6	51.7
최대 전단 퓨즈 [A]	-	63		63		63		63		80
추가 사양										
보호 등급 IP21, IP55, IP66 케이블 최대 단면적[2] (주전원, 제동 장치 및 부하 공유) [mm^2] ([AWG])	16, 10, 16 (6, 8, 6)						35, -, - (2, -, -)			
보호 등급 IP21, IP55, IP66 케이블 최대 단면적[2] (모터) [mm^2] ([AWG])	10, 10,- (8, 8,-)						35, 25, 25 (2, 4, 4)			
보호 등급 IP20 케이블 최대 단면적[2] (주전원, 모터, 제동 장치 및 부하 공유) [mm^2] ([AWG])	10, 10,- (8, 8,-)						35, -, - (2, -, -)			
케이블 최대 단면적 [2](차단부) [mm^2] ([AWG])	16, 10, 10 (6, 8, 8)									
정격 최대 부하 시[4] 추정 전력 손실 [W][3]	291	392	291	392	379	465	444	525	547	739
효율[5]	0.98		0.98		0.98		0.98		0.98	

표 7.9 주전원 공급 3x380-480 V AC, P11K-P30K

유형 명칭	P37K		P45K		P55K		P75K		P90K	
고부하/정상 부하[1)]	HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO
대표적 축 출력 [kW]	30	37	37	45	45	55	55	75	75	90
대표적 축 출력(460V 기준) [HP]	40	50	50	60	60	75	75	100	100	125
보호 등급 IP20/섀시[6)]	B4		C3		C3		C4		C4	
보호 등급 IP21/Type 1	C1		C1		C1		C2		C2	
보호 등급 IP55/Type 12 보호 등급 IP66/NEMA 4X	C1		C1		C1		C2		C2	
출력 전류										
지속적 (3x380-440 V) [A]	61	73	73	90	90	106	106	147	147	177
단속적(60초 과부하) (3x380-440 V) [A]	91.5	80.3	110	99	135	117	159	162	221	195
지속적 (3x441-480 V) [A]	52	65	65	80	80	105	105	130	130	160
단속적(60초 과부하) (3x441-480 V) [A]	78	71.5	97.5	88	120	116	158	143	195	176
지속적 KVA(400V 기준) [KVA]	42.3	50.6	50.6	62.4	62.4	73.4	73.4	102	102	123
지속적 KVA(460V 기준) [KVA]	41.4	51.8	51.8	63.7	63.7	83.7	83.7	104	103.6	128
최대 입력 전류										
지속적 (3x380-440 V) [A]	55	66	66	82	82	96	96	133	133	161
단속적(60초 과부하) (3x380-440 V) [A]	82.5	72.6	99	90.2	123	106	144	146	200	177
지속적 (3x441-480 V) [A]	47	59	59	73	73	95	95	118	118	145
단속적(60초 과부하) (3x441-480 V) [A]	70.5	64.9	88.5	80.3	110	105	143	130	177	160
최대 전단 퓨즈 [A]	100		125		160		250		250	
추가 사양										
보호 등급 IP20 케이블 최대 단면적 (주전원 및 모터) [mm^2] ([AWG])	35 (2)		50 (1)		50 (1)		150 (300 MCM)		150 (300 MCM)	
보호 등급 IP20 케이블 최대 단면적 (제동 장치 및 부하 공유) [mm^2] ([AWG])	35 (2)		50 (1)		50 (1)		95 (4/0)		95 (4/0)	
보호 등급 IP21, IP55, IP66 케이블 최대 단면적(주전원 및 모터) [mm^2] ([AWG])	50 (1)		50 (1)		50 (1)		150 (300 MCM)		150 (300 MCM)	
보호 등급 IP21, IP55, IP66 케이블 최대 단면적(제동 장치 및 부하 공유) [mm^2] ([AWG])	50 (1)		50 (1)		50 (1)		95 (3/0)		95 (3/0)	
케이블 최대 단면적[2)](주전원 차단부) [mm^2] ([AWG])	50, 35, 35 (1, 2, 2)						95, 70, 70 (3/0, 2/0, 2/0)		185, 150, 120 (350 MCM, 300 MCM, 4/0)	
정격 최대 부하 시[4)] 추정 전력 손실 [W][3)]	570	698	697	843	891	1083	1022	1384	1232	1474
효율[5)]	0.98		0.98		0.98		0.98		0.99	

표 7.10 주전원 공급 3x380-480 V AC, P37K-P90K

7.1.5 주전원 공급 3x525-600 V AC

유형 명칭	PK75		P1K1		P1K5		P2K2	
고부하/정상 부하1)	HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO
대표적 축 출력 [kW]	0.75		1.1		1.5		2.2	
대표적 축 출력 [HP]	1		1.5		2		3	
보호 등급 IP20/섀시 보호 등급 IP21/Type 1	A3		A3		A3		A3	
보호 등급 IP55/Type 12	A5		A5		A5		A5	
출력 전류								
지속적 (3x525-550 V) [A]	1.8		2.6		2.9		4.1	
단속적 (3x525-550 V) [A]	2.7	2.0	3.9	2.9	4.4	3.2	6.2	4.5
지속적 (3x551-600 V) [A]	1.7		2.4		2.7		3.9	
단속적 (3x551-600 V) [A]	2.6	1.9	3.6	2.6	4.1	3.0	5.9	4.3
지속적 KVA(550V 기준) [KVA]	1.7		2.5		2.8		3.9	
지속적 KVA(550V 기준) [KVA]	1.7		2.4		2.7		3.9	
최대 입력 전류								
지속적 (3x525-600 V) [A]	1.7		2.4		2.7		4.1	
단속적 (3x525-600 V) [A]	2.6	1.9	3.6	2.6	4.1	3.0	6.2	4.5
최대 전단 퓨즈 [A]	10		10		10		20	
추가 사양								
케이블 최대 단면적2)(주전원, 모터, 제동 장치 및 부하 공유) [mm^2] ([AWG])	4,4,4 (12,12,12) (최소 0.2 (24))							
케이블 최대 단면적2)(주전원 차단부) [mm^2] ([AWG])	6,4,4 (10,12,12)							
정격 최대 부하 시4) 추정 전력 손실 [W]3)	35		50		65		92	
효율5)	0.97		0.97		0.97		0.97	

표 7.11 주전원 공급 3x525-600 V AC, PK75-P2K2

7

유형 명칭	P3K0		P4K0		P5K5		P7K5	
고부하/정상 부하[1]	HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO
대표적 축 출력 [kW]	3.0		4.0		5.5		7.5	
대표적 축 출력 [HP]	4		5		7.5		10	
보호 등급 IP20/섀시 보호 등급 IP21/Type 1	A2		A2		A3		A3	
IP55/Type 12	A5		A5		A5		A5	
출력 전류								
지속적 (3x525-550 V) [A]	5.2		6.4		9.5		11.5	
단속적 (3x525-550 V) [A]	7.8	5.7	9.6	7.0	14.3	10.5	17.3	12.7
지속적 (3x551-600 V) [A]	4.9		6.1		9.0		11.0	
단속적 (3x551-600 V) [A]	7.4	5.4	9.2	6.7	13.5	9.9	16.5	12.1
지속적 KVA(550V 기준) [KVA]	5.0		6.1		9.0		11.0	
지속적 KVA(550V 기준) [KVA]	4.9		6.1		9.0		11.0	
최대 입력 전류								
지속적 (3x525-600 V) [A]	5.2		5.8		8.6		10.4	
단속적 (3x525-600 V) [A]	7.8	5.7	8.7	6.4	12.9	9.5	15.6	11.4
최대 전단 퓨즈 [A]	20		20		32		32	
추가 사양								
케이블 최대 단면적[2](주전원, 모터, 제동 장치 및 부하 공유) [mm^2] ([AWG])	4,4,4 (12,12,12) (최소 0.2 (24))							
케이블 최대 단면적[2](주전원 차단부) [mm^2] ([AWG])	6,4,4 (10,12,12)							
정격 최대 부하 시[4] 추정 전력 손실 [W][3]	122		145		195		261	
효율[5]	0.97		0.97		0.97		0.97	

표 7.12 주전원 공급 3x525-600 V AC, P3K0-P7K5

7

유형 명칭	P11K		P15K		P18K		P22K		P30K		P37K	
고부하/정상 부하[1]	HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO
대표적 축 출력 [kW]	7.5	11	11	15	15	18.5	18.5	22	22	30	30	37
대표적 축 출력 [HP]	10	15	15	20	20	25	25	30	30	40	40	50
보호 등급 IP20/섀시	B3		B3		B3		B4		B4		B4	
보호 등급 IP21/Type 1 보호 등급 IP55/Type 12 보호 등급 IP66/NEMA 4X	B1		B1		B1		B2		B2		C1	
출력 전류												
지속적 (3x525-550 V) [A]	11.5	19	19	23	23	28	28	36	36	43	43	54
단속적 (3x525-550 V) [A]	18.4	21	30	25	37	31	45	40	58	47	65	59
지속적 (3x551-600 V) [A]	11	18	18	22	22	27	27	34	34	41	41	52
단속적 (3x551-600 V) [A]	17.6	20	29	24	35	30	43	37	54	45	62	57
지속적 KVA(550V 기준) [KVA]	11	18.1	18.1	21.9	21.9	26.7	26.7	34.3	34.3	41.0	41.0	51.4
지속적 KVA(575V 기준) [KVA]	11	17.9	17.9	21.9	21.9	26.9	26.9	33.9	33.9	40.8	40.8	51.8
최대 입력 전류												
지속적(550V 기준) [A]	10.4	17.2	17.2	20.9	20.9	25.4	25.4	32.7	32.7	39	39	49
단속적(550V 기준) [A]	16.6	19	28	23	33	28	41	36	52	43	59	54
지속적(575V 기준) [A]	9.8	16	16	20	20	24	24	31	31	37	37	47
단속적(575V 기준) [A]	15.5	17.6	26	22	32	27	39	34	50	41	56	52
최대 전단 퓨즈 [A]	40		40		50		60		80		100	
추가 사양												
보호 등급 IP20 케이블 최대 단면적[2] (주전원, 모터, 제동 장치 및 부하 공유) [mm^2] ([AWG])	10, 10,- (8, 8,-)						35,-,- (2,-,-)					
보호 등급 IP21, IP55, IP66 케이블 최대 단면적[2] (주전원, 제동 장치 및 부하 공유) [mm^2] ([AWG])	16, 10, 10 (6, 8, 8)						35,-,- (2,-,-)					
보호 등급 IP21, IP55, IP66 케이블 최대 단면적[2] (모터) [mm^2] ([AWG])	10, 10,- (8, 8,-)						35, 25, 25 (2, 4, 4)					
케이블 최대 단면적[2](주전원 차단부) [mm^2] ([AWG])	16, 10, 10 (6, 8, 8)										50, 35, 35 (1, 2, 2)	
정격 최대 부하 시[4] 추정 전력 손실 [W][3]	220	300	220	300	300	370	370	440	440	600	600	740
효율[5]	0.98		0.98		0.98		0.98		0.98		0.98	

표 7.13 주전원 공급 3x525-600 V AC, P11K-P37K

유형 명칭	P45K		P55K		P75K		P90K	
고부하/정상 부하[1]	HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO
대표적 축 출력 [kW]	37	45	45	55	55	75	75	90
대표적 축 출력 [HP]	50	60	60	75	75	100	100	125
보호 등급 IP20/섀시	C3		C3		C4		C4	
보호 등급 IP21/Type 1 보호 등급 IP55/Type 12 보호 등급 IP66/NEMA 4X	C1		C1		C2		C2	
출력 전류								
지속적 (3x525-550 V) [A]	54	65	65	87	87	105	105	137
단속적 (3x525-550 V) [A]	81	72	98	96	131	116	158	151
지속적 (3x525-600 V) [A]	52	62	62	83	83	100	100	131
단속적 (3x525-600 V) [A]	78	68	93	91	125	110	150	144
지속적 KVA(525V 기준) [KVA]	51.4	61.9	61.9	82.9	82.9	100	100.0	130.5
지속적 KVA(575V 기준) [KVA]	51.8	61.7	61.7	82.7	82.7	99.6	99.6	130.5
최대 입력 전류								
지속적(550V 기준) [A]	49	59	59	78.9	78.9	95.3	95.3	124.3
단속적(550V 기준) [A]	74	65	89	87	118	105	143	137
지속적(575V 기준) [A]	47	56	56	75	75	91	91	119
단속적(575V 기준) [A]	70	62	85	83	113	100	137	131
최대 전단 퓨즈 [A]	150		160		225		250	
추가 사양								
보호 등급 IP20 케이블 최대 단면적(주전원 및 모터) [mm²] ([AWG])	50 (1)				150 (300 MCM)			
보호 등급 IP20 케이블 최대 단면적(제동 장치 및 부하 공유) [mm²] ([AWG])	50 (1)				95 (4/0)			
보호 등급 IP21, IP55, IP66 케이블 최대 단면적(주전원 및 모터) [mm²] ([AWG])	50 (1)				150 (300 MCM)			
보호 등급 IP21, IP55, IP66 케이블 최대 단면적(제동 장치 및 부하 공유) [mm²] ([AWG])	50 (1)				95 (4/0)			
케이블 최대 단면적[2](주전원 차단부) [mm²] ([AWG])	50, 35, 35 (1, 2, 2)				95, 70, 70 (3/0, 2/0, 2/0)		185, 150, 120 (350 MCM, 300 MCM, 4/0)	
정격 최대 부하 시[4] 추정 전력 손실 [W][3]	740	900	900	1100	1100	1500	1500	1800
효율[5]	0.98		0.98		0.98		0.98	

표 7.14 주전원 공급 3x525-600 V AC, P45K-P90K

7.1.6 주전원 공급 3x525-690 V AC

유형 명칭	P1K1		P1K5		P2K2		P3K0		P4K0		P5K5		P7K5	
고부하/정상 부하1)	HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO
대표적 축 출력 [kW]	1.1		1.5		2.2		3.0		4.0		5.5		7.5	
대표적 축 출력 [HP]	1.5		2		3		4		5		7.5		10	
보호 등급 IP20/섀시	A3		A3		A3		A3		A3		A3		A3	
출력 전류														
지속적 (3x525-550 V) [A]	2.1		2.7		3.9		4.9		6.1		9.0		11.0	
단속적 (3x525-550 V) [A]	3.2	2.3	4.1	3.0	5.9	4.3	7.4	5.4	9.2	6.7	13.5	9.9	16.5	12.1
지속적 (3x551-690 V) [A]	1.6		2.2		3.2		4.5		5.5		7.5		10.0	
단속적 (3x551-690 V) [A]	2.4	1.8	3.3	2.4	4.8	3.5	6.8	5.0	8.3	6.1	11.3	8.3	15.0	11.0
지속적 KVA(525V 기준) [KVA]	1.9		2.5		3.5		4.5		5.5		8.2		10.0	
지속적 KVA(690V 기준) [KVA]	1.9		2.6		3.8		5.4		6.6		9.0		12.0	
최대 입력 전류														
지속적 (3x525-550 V) [A]	1.9		2.4		3.5		4.4		5.5		8.1		9.9	
단속적 (3x525-550 V) [A]	2.9	2.1	3.6	2.6	5.3	3.9	6.6	4.8	8.3	6.1	12.2	8.9	14.9	10.9
지속적 (3x551-690 V) [A]	1.4		2.0		2.9		4.0		4.9		6.7		9.0	
단속적 (3x551-690 V) [A]	2.1	1.5	3.0	2.2	4.4	3.2	6.0	4.4	7.4	5.4	10.1	7.4	13.5	9.9
추가 사양														
케이블 최대 단면적2)(주전원, 모터, 제동 장치 및 부하 공유) [mm^2] ([AWG])	4, 4, 4 (12, 12, 12) (최소 0.2 (24))													
케이블 최대 단면적2)(주전원 차단부) [mm^2] ([AWG])	6, 4, 4 (10, 12, 12)													
정격 최대 부하 시4) 추정 전력 손실 [W]3)	44		60		88		120		160		220		300	
효율5)	0.96		0.96		0.96		0.96		0.96		0.96		0.96	

표 7.15 A3 외함, 주전원 공급 3x525-690 V AC IP20/보호 섀시, P1K1-P7K5

유형 명칭	P11K		P15K		P18K		P22K		P30K	
고부하/정상 부하[1]	HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO
대표적 축 출력(550V 기준) [kW]	5.9	7.5	7.5	11	11	15	15	18.5	18.5	22
대표적 축 출력(550V 기준) [HP]	7.5	10	10	15	15	20	20	25	25	30
대표적 축 출력(690V 기준) [kW]	7.5	11	11	15	15	18.5	18.5	22	22	30
대표적 축 출력(690V 기준) [HP]	10	15	15	20	20	25	25	30	30	40
보호 등급 IP20/섀시	B4		B4		B4		B4		B4	
보호 등급 IP21/Type 1 보호 등급 IP55/Type 12	B2		B2		B2		B2		B2	
출력 전류										
지속적 (3x525-550 V) [A]	11	14	14.0	19.0	19.0	23.0	23.0	28.0	28.0	36.0
단속적(60초 과부하)(3x525-550 V) [A]	17.6	15.4	22.4	20.9	30.4	25.3	36.8	30.8	44.8	39.6
지속적 (3x551-690 V) [A]	10	13	13.0	18.0	18.0	22.0	22.0	27.0	27.0	34.0
단속적(60초 과부하) (3x551-690 V) [A]	16	14.3	20.8	19.8	28.8	24.2	35.2	29.7	43.2	37.4
지속적 KVA(550V 기준) [KVA]	10	13.3	13.3	18.1	18.1	21.9	21.9	26.7	26.7	34.3
지속적 KVA(690V 기준) [KVA]	12	15.5	15.5	21.5	21.5	26.3	26.3	32.3	32.3	40.6
최대 입력 전류										
지속적(550V 기준) [A]	9.9	15	15.0	19.5	19.5	24.0	24.0	29.0	29.0	36.0
단속적 (60초 과부하) (550 V 기준) [A]	15.8	16.5	23.2	21.5	31.2	26.4	38.4	31.9	46.4	39.6
지속적(690V 기준) [A]	9	14.5	14.5	19.5	19.5	24.0	24.0	29.0	29.0	36.0
단속적(60초 과부하)(690V 기준) [A]	14.4	16	23.2	21.5	31.2	26.4	38.4	31.9	46.4	39.6
추가 사양										
케이블 최대 단면적[2](주전원, 모터, 제동 장치 및 부하 공유) [mm^2] ([AWG])	35, 25, 25 (2, 4, 4)									
케이블 최대 단면적[2](주전원 차단부) [mm^2] ([AWG])	16,10,10 (6, 8, 8)									
정격 최대 부하 시[4] 추정 전력 손실 [W][3]	150	220	150	220	220	300	300	370	370	440
효율[5]	0.98		0.98		0.98		0.98		0.98	

표 7.16 B2/B4 외함, 주전원 공급 3x525-690 V AC IP20/IP21/IP55 - 섀시/NEMA 1/NEMA 12, P11K-P22K

7

유형 명칭	P37K		P45K		P55K		P75K/N75K[8)]		P90K/N90K[8)]	
고부하/정상 부하[1)]	HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO
대표적 축 출력(550V 기준) [kW]	22	30	30	37	37	45	45	55	55	75
대표적 축 출력(550V 기준) [HP]	30	40	40	50	50	60	60	75	75	100
대표적 축 출력(690V 기준) [kW]	30	37	37	45	45	55	55	75	75	90
대표적 축 출력(690V 기준) [HP]	40	50	50	60	60	75	75	100	199	125
보호 등급 IP20/섀시	B4		C3		C3		D3h		D3h	
보호 등급 IP21/Type 1 보호 등급 IP55/Type 12	C2		C2		C2		C2		C2	
출력 전류										
지속적 (3x525-550 V) [A]	36.0	43.0	43.0	54.0	54.0	65.0	65.0	87.0	87.0	105
단속적(60초 과부하)(3x525-550 V) [A]	54.0	47.3	64.5	59.4	81.0	71.5	97.5	95.7	130.5	115.5
지속적 (3x551-690 V) [A]	34.0	41.0	41.0	52.0	52.0	62.0	62.0	83.0	83.0	100
단속적(60초 과부하) (3x551-690 V) [A]	51.0	45.1	61.5	57.2	78.0	68.2	93.0	91.3	124.5	110
지속적 KVA(550V 기준) [KVA]	34.3	41.0	41.0	51.4	51.4	61.9	61.9	82.9	82.9	100
지속적 KVA(690V 기준) [KVA]	40.6	49.0	49.0	62.1	62.1	74.1	74.1	99.2	99.2	119.5
최대 입력 전류										
지속적(550V 기준) [A]	36.0	49.0	49.0	59.0	59.0	71.0	71.0	87.0	87.0	99.0
단속적 (60초 과부하) (550 V 기준) [A]	54.0	53.9	72.0	64.9	87.0	78.1	105.0	95.7	129	108.9
지속적(690V 기준) [A]	36.0	48.0	48.0	58.0	58.0	70.0	70.0	86.0	-	-
단속적(60초 과부하)(690V 기준) [A]	54.0	52.8	72.0	63.8	87.0	77.0	105	94.6	-	-
추가 사양										
케이블 최대 단면적(주전원 및 모터) [mm^2] ([AWG])	150 (300 MCM)									
케이블 최대 단면적(제동 장치 및 부하 공유) [mm^2] ([AWG])	95 (3/0)									
케이블 최대 단면적[2)](주전원 차단부) [mm^2] ([AWG])	95 (3/0)						185, 150, 120 (350 MCM, 300 MCM, 4/0)		-	
정격 최대 부하 시[4)] 추정 전력 손실 [W][3)]	600	740	740	900	900	1100	1100	1500	1500	1800
효율[5)]	0.98		0.98		0.98		0.98		0.98	

표 7.17 B4, C2, C3 외함, 주전원 공급 3x525-690 V AC IP20/IP21/IP55 - 섀시/NEMA1/NEMA 12, P30K-P75K

퓨즈 등급은 장을 7.7 퓨즈 및 회로 차단기 참조.

1) 높은 과부하=60초간 150% 또는 160%의 토오크 정상 과부하=60초간 110%의 토오크

2) 케이블 최대 단면적의 3가지 값은 각각 단일 코어, 플렉시블 와이어 및 슬리브가 있는 플렉시블 와이어의 값입니다.

3) 주파수 변환기 냉각 치수에 적용합니다. 스위칭 주파수가 초기 설정보다 커지면 전력 손실이 증가할 수 있습니다. LCP와 대표적인 제어반의 전력 소비도 포함됩니다. EN 50598-2에 따른 전력 손실 데이터는 www.danfoss.com/vltenergyefficiency를 참조하십시오.

4) 정격 전류에서 측정된 효율. 에너지 효율 클래스는 장을 7.4 주위 조건 참조. 부품 부하 손실은 www.danfoss.com/vltenergyefficiency 참조.

5) 정격 부하 및 정격 주파수에서 차폐된 모터 케이블(5미터)을 사용하여 측정.

6) 외함 용량 A2+A3은 변환 키트를 사용하여 IP21로 변환할 수 있습니다. 장을 3.6 기계적 계획 또한 참조하십시오.

7) 외함 용량 B3+B4 및 C3+C4는 변환 키트를 사용하여 IP21로 변환할 수 있습니다. 장을 3.6 기계적 계획 또한 참조하십시오.

8) N75K, N90K용 외함 용량은 D3h(IP20/섀시의 경우) 및 D5h(IP54/Type 12의 경우)입니다.

9) 2 와이어가 필요합니다.

10) 관련 제품은 IP21에서 사용할 수 없습니다.

7.2 주전원 공급

주전원 공급 (L1, L2, L3)	
공급 전압	200–240 V ±10%
공급 전압	380–480 V ±10%
공급 전압	525–600 V ±10%
공급 전압	525–690 V ±10%

주전원 전압 낮음/주전원 저전압:
주전원 전압이 낮거나 주전원 저전압 중에도 주파수 변환기는 매개회로 전압이 최소 정지 수준으로 떨어질 때까지 운전을 계속합니다. 일반적으로 최소 정지 수준은 주파수 변환기의 최저 정격 공급 전압보다 15% 정도 낮습니다. 주전원 전압이 주파수 변환기의 최저 정격 공급 전압보다 10% 이상 낮으면 전원 인가 및 최대 토오크를 기대할 수 없습니다.

공급 주파수	50/60 Hz +4/-6%

주파수 변환기 전원 공급은 IEC61000-4-28, 50 Hz +4/-6%에 따라 시험됩니다.

주전원 상간 일시 불균형 최대 허용값	정격 공급 전압의 3.0%
실제 역률 (λ)	정격 부하 시 정격 ≥0.9
단일성 근접 변위 역률 (코사인φ)	(>0.98)
입력 전원 L1, L2, L3의 차단/공급(전원인가) ≤7.5 kW	최대 2회/분
입력 전원 L1, L2, L3의 차단/공급 (전원인가) 11-90 kW	최대 1회/분
EN 60664-1에 따른 환경 기준	과전압 부문 III/오염 정도 2

이 유닛은 100000 RMS 대칭 암페어, 240/480/600/690 V(최대)보다 작은 용량의 회로에서 사용하기에 적합합니다.

7.3 모터 출력 및 모터 데이터

모터 출력 (U, V, W)	
출력 전압	공급 전압의 0-100%
출력 주파수	0–590 Hz1)
출력 전원 차단/공급	무제한
가감속 시간	1–3600 s

1) 출력 용량에 따라 다름.

토오크 특성, 정상 과부하	
기동 토오크 (일정 토오크)	1분간 최대 110%, 10분 내 1회2)
과부하 토오크 (일정 토오크)	1분간 최대 110%, 10분 내 1회2)

토오크 특성, 높은 과부하	
기동 토오크 (일정 토오크)	1분간 최대 150/160%, 10분 내 1회2)
과부하 토오크 (일정 토오크)	1분간 최대 150/160%, 10분 내 1회2)

2) 퍼센트는 주파수 변환기의 정격 토오크와 관련되며 전력 용량에 따라 다릅니다.

7.4 주위 조건

환경	
외함 용량 A, 보호 등급	IP20/섀시, IP21/Type 1, IP55/Type 12, IP66/Type 4X
외함 용량 B1/B2, 보호 등급	IP21/Type 1, IP55/Type 12, IP66/Type 4X
외함 용량 B3/B4, 보호 등급	IP20/섀시
외함 용량 C1/C2, 보호 등급	IP21/Type 1, IP55/Type 12, IP66/Type 4X
외함 용량 C3/C4, 보호 등급	IP20/섀시
사용 가능한 외함 키트 ≤ 외함 용량 A	IP21/TYPE 1/IP4X top
진동 시험 외함 A/B/C	1.0 g
최대 상대 습도	운전하는 동안 5% - 95%(IEC 721-3-3; 클래스 3K3 (비응축))
열악한 환경 (IEC 721-3-3), 비코팅	클래스 3C2
열악한 환경 (IEC 721-3-3), 코팅	클래스 3C3
IEC 60068-2-43 H2S에 따른 시험 방식 (10일)	
주위 온도	최대 50 °C

주위 온도가 높은 경우에는 장을 5 특수 조건을 참조하십시오.

최소 주위 온도(최대 운전 상태일 때)	0°C
최소 주위 온도(효율 감소 시)	-10 °C
보관/운반 시 온도	-25 - +65/70 °C
최대 해발 고도(용량 감소 없음)	1000 m
최대 해발 고도(용량 감소)	3000 m

고도가 높은 경우에는 장을 5 특수 조건을 참조하십시오.

EMC 표준 규격, 방사	EN 61800-3
EMC 표준 규격, 방지	EN 61800-3
에너지 효율 클래스1)	IE2

1) EN50598-2에 따른 판단 기준:

- *정격 부하*
- *90% 정격 주파수*
- *스위칭 주파수 초기 설정*
- *스위칭 방식 공장 설정값*

7.5 케이블 사양

차폐/보호된 모터 케이블의 최대 길이	150 m
차폐/보호되지 않은 모터 케이블의 최대 길이	300 m
케이블 최대 단면적 (모터, 주전원, 부하 공유 및 제동 장치)1)	
제어 단자(단단한 선)의 최대 단면적	1.5 mm²/16 AWG (2 x 0.75 mm²)
제어 단자(유연한 케이블)의 최대 단면적	1 mm²/18 AWG
코어가 들어 있는 제어 단자의 최대 단면적	0.5 mm²/20 AWG
제어 단자의 최소 단면적	0.25 mm²

1) 자세한 정보는 장을 7.1 전기적 기술 자료의 전기 데이터 표를 참조하십시오.

주파수 변환기의 T95 (PE)를 사용하여 주전원 연결부를 올바르게 접지하는 것이 필수입니다. EN 50178에 의거, 접지 연결 케이블 단면적이 최소 10mm²이거나 각기 종단된 2배 정격 주전원 선이어야 합니다. *장을 3.2.8 접지 누설 전류* 또한 참조하십시오. 비차폐 케이블을 사용합니다.

7.5.1 여러 병렬 모터 연결부의 케이블 길이

외함 용량	출력 용량 [kW]	전압[V]	케이블 1개 [m]	케이블 2개 [m]	케이블 3개 [m]	케이블 4개 [m]
A1, A2, A4, A5	0.37–0.75	400	150	45	8	6
		500	150	7	4	3
A2, A4, A5	1.1–1.5	400	150	45	20	8
		500	150	45	5	4
A2, A4, A5	2.2–4	400	150	45	20	11
		500	150	45	20	6
A3, A4, A5	5.5--7.5	400	150	45	20	11
		500	150	45	20	11
B1, B2, B3, B4, C1, C2, C3, C4	11–75	400	150	75	50	37
		500	150	75	50	37
A3	1.1–7.5	525–690	100	50	33	25
B4	11–30	525–690	150	75	50	37
C3	37–45	525–690	150	75	50	37

7

표 7.18 각 병렬 케이블의 최대 케이블 길이[1)]

1) 자세한 정보는 장을 3.4.6 여러 모터의 연결를 참조하십시오.

7.6 제어 입력/출력 및 제어 데이터

제어카드, RS485 직렬 통신

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

RS485 직렬 통신 회로는 기능적으로 다른 중앙 회로에서 분리되어 있으며 공급장치 전압(PELV)으로부터 갈바닉 절연되어 있습니다.

아날로그 입력

아날로그 입력 개수	2
단자 번호	53, 54
모드	전압 또는 전류
모드 선택	S201 스위치 및 S202 스위치
전압 모드	S201 스위치/S202 스위치 = OFF (U)
전압 범위	0 ~ +10V (범위 조정 가능)
입력 저항, Ri	약 10 kΩ
최대 전압	±20 V
전류 모드	S201 스위치/S202 스위치 = ON (I)
전류 범위	0/4 - 20mA (가변 범위)
입력 저항, Ri	약 200 Ω
최대 전류	30 mA
아날로그 입력의 분해능	10비트 (+ 부호)
아날로그 입력의 정밀도	최대 오류: 전체 측정범위 중 0.5%
대역폭	200 Hz

아날로그 입력은 공급 전압(PELV) 및 다른 고전압 단자로부터 갈바닉 절연되어 있습니다.

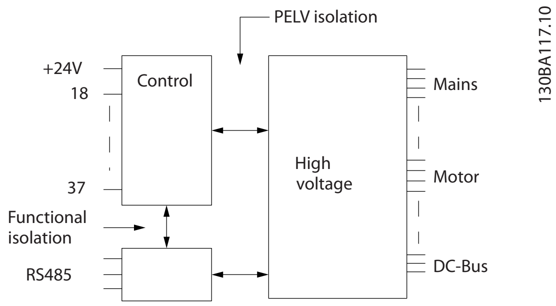


그림 7.1 아날로그 입력의 PELV 절연

아날로그 출력

프로그래밍 가능한 아날로그 출력 개수	1
단자 번호	42
아날로그 출력일 때 전류 범위	0/4-20 mA
아날로그 출력일 때 공통(common)으로의 최대 저항 부하	500 Ω
아날로그 출력의 정밀도	최대 오류: 전체 측정범위 중 0.8%
아날로그 출력의 분해능	8비트

아날로그 출력은 공급 전압 (PELV) 및 다른 고전압 단자로부터 갈바닉 절연되어 있습니다.

디지털 입력

프로그래밍 가능한 디지털 입력 개수	4 (6)
단자 번호	18, 19, 27[1], 29[1], 32, 33,
논리	PNP 또는 NPN
전압 범위	0-24 V DC
전압 범위, 논리 0 PNP	<5 V DC
전압 범위, 논리 1 PNP	>10 V DC
전압 범위, 논리 0 NPN	>19 V DC
전압 범위, 논리 '1' NPN	<14 V DC
최대 입력 전압	28 V DC
입력 저항, R_i	약 4kΩ

모든 디지털 입력은 공급 전압(PELV) 및 다른 고전압 단자로부터 갈바닉 절연되어 있습니다.
1) 단자 27과 29도 출력 단자로 프로그래밍이 가능합니다.

디지털 출력

프로그래밍 가능한 디지털/펄스 출력 개수	2
단자 번호	27, 29 [1]
디지털/주파수 출력의 전압 범위	0-24 V
최대 출력 전류 (싱크 또는 소스)	40 mA
주파수 출력일 때 최대 부하	1 kΩ
주파수 출력일 때 최대 용량형 부하	10 nF
주파수 출력일 때 최소 출력 주파수	0 Hz
주파수 출력일 때 최대 출력 주파수	32 kHz
주파수 출력 정밀도	최대 오류: 전체 측정범위 중 0.1%
주파수 출력의 분해능	12비트

1) 단자 27과 29도 입력 단자로 프로그래밍이 가능합니다.

디지털 출력은 공급 전압(PELV) 및 다른 고전압 단자로부터 갈바닉 절연되어 있습니다.

펄스 입력

프로그래밍 가능한 펄스 입력	2
단자 번호 펄스	29, 33
단자 29, 33의 최대 주파수	110kHz (푸시 풀 구동)
단자 29, 33의 최대 주파수	5kHz (오픈 콜렉터)
단자 29, 33의 최소 주파수	4 Hz
전압 범위	*장을 7.6.1 디지털 입력 참조*

최대 입력 전압	28 V DC
입력 저항, Ri	약 4kΩ
펄스 입력 정밀도 (0.1-1kHz)	최대 오류: 전체 측정범위 중 0.1%

제어카드, 24V DC 출력

단자 번호	12, 13
최대 부하	200 mA

24V DC 공급은 공급 전압(PELV)로부터 갈바닉 절연되어 있지만 아날로그 입출력 및 디지털 입출력과 전위가 같습니다.

릴레이 출력

프로그래밍 가능한 릴레이 출력	2
릴레이 01 단자 번호	1-3 (NC), 1-2 (NO)
단자 1-3 (NC), 1-2 (NO)의 최대 단자 부하 (AC-1)[1] (저항부하)	240V AC, 2A
최대 단자 부하 (AC-15)[1] (유도부하 @ cosφ 0.4)	240V AC, 0.2A
단자 1-2 (NO), 1-3 (NC)의 최대 단자 부하 (DC-1)[1] (저항부하)	60V DC, 1A
최대 단자 부하 (DC-13)[1] (유도부하)	24V DC, 0.1A
릴레이 02 단자 번호	4-6 (차단), 4-5 (개방)
단자 4-5 (NO)의 최대 단자 부하 (AC-1)[1] (저항부하)[2] [3]	400V AC, 2A
단자 4-5 (NO)의 최대 단자 부하 (AC-15)[1] (유도부하 @ cosφ 0.4)	240V AC, 0.2A
단자 4-5 (NO)의 최대 단자 부하 (DC-1)[1] (저항부하)	80V DC, 2A
단자 4-5 (NO)의 최대 단자 부하 (DC-13)[1] (유도부하)	24V DC, 0.1A
단자 4-6 (NC)의 최대 단자 부하 (AC-1)[1] (저항부하)	240V AC, 2A
단자 4-6 (NC)의 최대 단자 부하 (AC-15)[1] (유도부하 @ cosφ 0.4)	240V AC, 0.2A
단자 4-6 (NC)의 최대 단자 부하 (DC-1)[1] (저항부하)	50V DC, 2A
단자 4-6 (NC)의 최대 단자 부하 (DC-13)[1] (유도부하)	24V DC, 0.1A
단자 1-3 (NC), 1-2 (NO), 4-6 (NC), 4-5 (NO)의 최소 단자 부하	24 V DC, 10 mA, 24 V AC, 20 mA
EN 60664-1에 따른 환경 기준	과전압 부문 III/오염 정도 2

1) IEC 60947 4부 및 5부.
릴레이 접점은 절연 보강재(PELV)를 사용하여 회로의 나머지 부분으로부터 갈바닉 절연되어 있습니다.
2) 과전압 부문 II.
3) UL 어플리케이션 300 V AC 2 A.

제어카드, 10V DC 출력

단자 번호	50
출력 전압	10.5 V ±0.5 V
최대 부하	25 mA

10V DC 공급은 공급 전압(PELV) 및 다른 고전압 단자로부터 갈바닉 절연되어 있습니다.

제어 특성

0-590Hz 범위에서의 출력 주파수의 분해능	±0.003 Hz
시스템 반응 시간 (단자 18, 19, 27, 29, 32, 33)	≤2 ms
속도 제어 범위 (개회로)	동기 속도의 1:100
속도 정밀도 (개회로)	30-4000 RPM: 최대 오류 ±8 RPM

모든 제어 특성은 4극 비동기식 모터를 기준으로 하였습니다.

제어카드 성능

스캔 주기	5 ms

제어카드, USB 직렬 통신

USB 표준	1.1 (최대 속도)
USB 플러그	USB 유형 B "장치" 플러그

주의

PC는 표준형 호스트/장치 USB 케이블로 연결됩니다.
USB 연결부는 공급 전압(PELV) 및 다른 고전압 단자로부터 갈바닉 절연되어 있습니다.
USB 연결부는 보호 접지로부터 갈바닉 절연되어 있지 않습니다. 주파수 변환기의 USB 커넥터 또는 절연 USB 케이블/컨버터로는 절연 랩톱/PC만을 사용합니다.

7.7 퓨즈 및 회로 차단기

주파수 변환기 내부의 구성품 고장 (첫 결함) 시 보호할 수 있도록 공급부 측에 권장 퓨즈 및/또는 회로 차단기를 사용합니다.

주의 사항

공급부 측의 퓨즈 사용은 IEC 60364 (CE) 및 NEC 2009 (UL) 호환 설치의 필수 조건입니다.

권장 사항:

- gG형 퓨즈.
- Moeller 유형의 회로 차단기. 기타 회로 차단기 유형의 경우 주파수 변환기에 전달하는 에너지가 Moeller 유형에 비해 낮거나 동일합니다.

권장 퓨즈 및 회로 차단기를 사용하면 주파수 변환기에 손상이 발생하더라도 유닛 내부 손상에 국한됩니다. 자세한 정보는 *적용 지침 퓨즈 및 회로 차단기*를 참조하십시오.

아래 퓨즈는 주파수 변환기 전압 등급에 따라 100,000 A_{rms}(대칭) 용량의 회로에서 사용하기에 적합합니다. 퓨즈가 올바르게 설치된 주파수 변환기 단락 회로 전류 등급(SCCR)은 100000 A_{rms}입니다.

7

7.7.1 CE 준수

200-240 V, 외함 용량 A, B 및 C

외함	출력 [kW]	권장 퓨즈 용량	권장 최대 퓨즈	권장 회로 차단기 Moeller	최대 트립 수준 [A]
A2	0.25-2.2	gG-10 (0.25-1.5) gG-16 (2.2)	gG-25	PKZM0-25	25
A3	3.0-3.7	gG-16 (3) gG-20 (3.7)	gG-32	PKZM0-25	25
A4	0.25-2.2	gG-10 (0.25-1.5) gG-16 (2.2)	gG-32	PKZM0-25	25
A5	0.25-3.7	gG-10 (0.25-1.5) gG-16 (2.2-3) gG-20 (3.7)	gG-32	PKZM0-25	25
B1	5.5-11	gG-25 (5.5) gG-32 (7.5)	gG-80	PKZM4-63	63
B2	15	gG-50	gG-100	NZMB1-A100	100
B3	5.5-11	gG-25	gG-63	PKZM4-50	50
B4	15-18	gG-32 (7.5) gG-50 (11) gG-63 (15)	gG-125	NZMB1-A100	100
C1	18.5-30	gG-63 (15) gG-80 (18.5) gG-100 (22)	gG-160 (15-18.5) aR-160 (22)	NZMB2-A200	160
C2	37-45	aR-160 (30) aR-200 (37)	aR-200 (30) aR-250 (37)	NZMB2-A250	250
C3	22-30	gG-80 (18.5) aR-125 (22)	gG-150 (18.5) aR-160 (22)	NZMB2-A200	150
C4	37-45	aR-160 (30) aR-200 (37)	aR-200 (30) aR-250 (37)	NZMB2-A250	250

표 7.19 200-240 V, 외함 용량 A, B 및 C

38-480 V, 외함 용량 A, B 및 C

외함	출력 [kW]	권장 퓨즈 용량	권장 최대 퓨즈	권장 회로 차단기 Moeller	최대 트립 수준 [A]
A2	1.1-4.0	gG-10 (0.37-3) gG-16 (4)	gG-25	PKZM0-25	25
A3	5.5-7.5	gG-16	gG-32	PKZM0-25	25
A4	1.1-4.0	gG-10 (0.37-3) gG-16 (4)	gG-32	PKZM0-25	25
A5	1.1-7.5	gG-10 (0.37-3) gG-16 (4-7.5)	gG-32	PKZM0-25	25
B1	11-18.5	gG-40	gG-80	PKZM4-63	63
B2	22-30	gG-50 (18.5) gG-63 (22)	gG-100	NZMB1-A100	100
B3	11-18	gG-40	gG-63	PKZM4-50	50
B4	22-37	gG-50 (18.5) gG-63 (22) gG-80 (30)	gG-125	NZMB1-A100	100
C1	37-55	gG-80 (30) gG-100 (37) gG-160 (45)	gG-160	NZMB2-A200	160
C2	75-90	aR-200 (55) aR-250 (75)	aR-250	NZMB2-A250	250
C3	45-55	gG-100 (37) gG-160 (45)	gG-150 (37) gG-160 (45)	NZMB2-A200	150
C4	75-90	aR-200 (55) aR-250 (75)	aR-250	NZMB2-A250	250

표 7.20 380-480 V, 외함 용량 A, B 및 C

7

525–600 V, 외함 용량 A, B 및 C

외함	출력 [kW]	권장 퓨즈 용량	권장 최대 퓨즈	권장 회로 차단기 Moeller	최대 트립 수준 [A]
A2	1.1–4.0	gG-10	gG-25	PKZM0-25	25
A3	5.5–7.5	gG-10 (5.5) gG-16 (7.5)	gG-32	PKZM0-25	25
A5	1.1–7.5	gG-10 (0.75-5.5) gG-16 (7.5)	gG-32	PKZM0-25	25
B1	11–18	gG-25 (11) gG-32 (15) gG-40 (18.5)	gG-80	PKZM4-63	63
B2	22–30	gG-50 (22) gG-63 (30)	gG-100	NZMB1-A100	100
B3	11–18.5	gG-25 (11) gG-32 (15)	gG-63	PKZM4-50	50
B4	22–37	gG-40 (18.5) gG-50 (22) gG-63 (30)	gG-125	NZMB1-A100	100
C1	37–55	gG-63 (37) gG-100 (45) aR-160 (55)	gG-160 (37-45) aR-250 (55)	NZMB2-A200	160
C2	75–90	aR-200 (75)	aR-250	NZMB2-A250	250
C3	45–55	gG-63 (37) gG-100 (45)	gG-150	NZMB2-A200	150
C4	75–90	aR-160 (55) aR-200 (75)	aR-250	NZMB2-A250	250

표 7.21 52--600 V, 외함 용량 A, B 및 C

525-690 V, 외함 용량 A, B 및 C

외함	출력 [kW]	권장 퓨즈 용량	권장 최대 퓨즈	권장 회로 차단기 댄포스	최대 트립 수준 [A]
A3	1.1	gG-6	gG-25	CTI25M 10-16	16
	1.5	gG-6	gG-25	CTI25M 10-16	16
	2.2	gG-6	gG-25	CTI25M 10-16	16
	3	gG-10	gG-25	CTI25M 10-16	16
	4	gG-10	gG-25	CTI25M 10-16	16
	5.5	gG-16	gG-25	CTI25M 10-16	16
	7.5	gG-16	gG-25	CTI25M 10-16	16
B2	11	gG-25	gG-63		
	15	gG-25	gG-63		
	18	gG-32			
	22	gG-32			
C2	30	gG-40			
	37	gG-63	gG-80		
	45	gG-63	gG-100		
	55	gG-80	gG-125		
	75	gG-100	gG-160		
C3	37	gG-100	gG-125		
	45	gG-125	gG-160		

표 7.22 525–690 V, 외함 용량 A, B 및 C

7.7.2 UL 준수

1x200-240 V, 외함 용량 A, B 및 C

권장 최대 퓨즈													
Power [kW]	최대 전단 퓨즈 용량 [A]	Buss-mann JFHR2	Buss-mann RK1	Buss-mann J	Buss-mann T	Buss-mann CC	Buss-mann CC	Buss-mann CC	SIBA RK1	Littel 퓨즈 RK1	Ferraz-Shawmut CC	Ferraz-Shawmut RK1	Ferraz-Shawmut J
1.1	15	FWX-15	KTN-R15	JKS-15	JJN-15	FNQ-R-15	KTK-R-15	LP-CC-15	5017906-016	KLN-R15	ATM-R15	A2K-15R	HSJ15
1.5	20	FWX-20	KTN-R20	JKS-20	JJN-20	FNQ-R-20	KTK-R-20	LP-CC-20	5017906-020	KLN-R20	ATM-R20	A2K-20R	HSJ20
2.2	30[1]	FWX-30	KTN-R30	JKS-30	JJN-30	FNQ-R-30	KTK-R-30	LP-CC-30	5012406-032	KLN-R30	ATM-R30	A2K-30R	HSJ30
3.0	35	FWX-35	KTN-R35	JKS-35	JJN-35	---	---	---	---	KLN-R35	---	A2K-35R	HSJ35
3.7	50	FWX-50	KTN-R50	JKS-50	JJN-50	---	---	---	5014006-050	KLN-R50	---	A2K-50R	HSJ50
5.5	60[2]	FWX-60	KTN-R60	JKS-60	JJN-60	---	---	---	5014006-063	KLN-R60	---	A2K-60R	HSJ60
7.5	80	FWX-80	KTN-R80	JKS-80	JJN-80	---	---	---	5014006-080	KLN-R80	---	A2K-80R	HSJ80
15	150	FWX-150	KTN-R150	JKS-150	JJN-150	---	---	---	2028220-150	KLN-R150	---	A2K-150R	HSJ150
22	200	FWX-200	KTN-R200	JKS-200	JJN-200	---	---	---	2028220-200	KLN-R200	---	A2K-200R	HSJ200

표 7.23 1x200-240 V, 외함 용량 A, B 및 C

1) Siba 최대 32 A 허용.
2) Siba 최대 63 A 허용.

7

1x380-500 V, 외함 용량 B 및 C

권장 최대 퓨즈													
Power [kW]	최대 전단 퓨즈 용량 [A]	Buss-mann JFHR2	Buss-mann RK1	Buss-mann J	Buss-mann T	Buss-mann CC	Buss-mann CC	Buss-mann CC	SIBA RK1	Littel 퓨즈 RK1	Ferraz-Shawmut CC	Ferraz-Shawmut RK1	Ferraz-Shawmut J
7.5	60	FWH-60	KTS-R60	JKS-60	JJS-60				5014006-063	KLS-R60	-	A6K-60R	HSJ60
11	80	FWH-80	KTS-R80	JKS-80	JJS-80				2028220-100	KLS-R80	-	A6K-80R	HSJ80
22	150	FWH-150	KTS-R150	JKS-150	JJS-150				2028220-160	KLS-R150	-	A6K-150R	HSJ150
37	200	FWH-200	KTS-R200	JKS-200	JJS-200				2028220-200	KLS-200		A6K-200R	HSJ200

표 7.24 1x380-500 V, 외함 용량 B 및 C

- *Bussmann의 KTS 퓨즈는 240V 주파수 변환기용 KTN 대신 사용할 수 있습니다.*
- *Bussmann의 FWH 퓨즈는 240V 주파수 변환기용 FWX 대신 사용할 수 있습니다.*
- *Bussmann의 JJS 퓨즈는 240V 주파수 변환기용 JJN 대신 사용할 수 있습니다.*
- *Littel 퓨즈의 KLSR 퓨즈는 240V 주파수 변환기용 KLNR 퓨즈 대신 사용할 수 있습니다.*
- *Ferraz-Shawmut의 A6KR 퓨즈는 240V 주파수 변환기용 A2KR 대신 사용할 수 있습니다.*

3x200-240 V, 외함 용량 A, B 및 C

	권장 최대 퓨즈					
출력 [kW]	Bussmann 유형 RK1 1)	Bussmann 유형 J	Bussmann 유형 T	Bussmann 유형 CC	Bussmann	Bussmann 유형 CC
0.25-0.37	KTN-R-05	JKS-05	JJN-05	FNQ-R-5	KTK-R-5	LP-CC-5
0.55-1.1	KTN-R-10	JKS-10	JJN-10	FNQ-R-10	KTK-R-10	LP-CC-10
1.5	KTN-R-15	JKS-15	JJN-15	FNQ-R-15	KTK-R-15	LP-CC-15
2.2	KTN-R-20	JKS-20	JJN-20	FNQ-R-20	KTK-R-20	LP-CC-20
3.0	KTN-R-25	JKS-25	JJN-25	FNQ-R-25	KTK-R-25	LP-CC-25
3.7	KTN-R-30	JKS-30	JJN-30	FNQ-R-30	KTK-R-30	LP-CC-30
5.5-7.5	KTN-R-50	JKS-50	JJN-50	-	-	-
11	KTN-R-60	JKS-60	JJN-60	-	-	-
15	KTN-R-80	JKS-80	JJN-80	-	-	-
18.5-22	KTN-R-125	JKS-125	JJN-125	-	-	-
30	KTN-R-150	JKS-150	JJN-150	-	-	-
37	KTN-R-200	JKS-200	JJN-200	-	-	-
45	KTN-R-250	JKS-250	JJN-250	-	-	-

표 7.25 3x200-240 V, 외함 용량 A, B 및 C

	권장 최대 퓨즈							
출력 [kW]	SIBA 유형 RK1	Littel 퓨즈 유형 RK1	Ferraz-Shawmut 유형 CC	Ferraz-Shawmut 유형 RK1[2]	Bussmann 유형 JFHR2[3]	Littel 퓨즈 JFHR2	Ferraz-Shawmut JFHR2[4]	Ferraz-Shawmut J
0.25-0.37	5017906-005	KLN-R-05	ATM-R-05	A2K-05-R	FWX-5	-	-	HSJ-6
0.55-1.1	5017906-010	KLN-R-10	ATM-R-10	A2K-10-R	FWX-10	-	-	HSJ-10
1.5	5017906-016	KLN-R-15	ATM-R-15	A2K-15-R	FWX-15	-	-	HSJ-15
2.2	5017906-020	KLN-R-20	ATM-R-20	A2K-20-R	FWX-20	-	-	HSJ-20
3.0	5017906-025	KLN-R-25	ATM-R-25	A2K-25-R	FWX-25	-	-	HSJ-25
3.7	5012406-032	KLN-R-30	ATM-R-30	A2K-30-R	FWX-30	-	-	HSJ-30
5.5-7.5	5014006-050	KLN-R-50	-	A2K-50-R	FWX-50	-	-	HSJ-50
11	5014006-063	KLN-R-60	-	A2K-60-R	FWX-60	-	-	HSJ-60
15	5014006-080	KLN-R-80	-	A2K-80-R	FWX-80	-	-	HSJ-80
18.5-22	2028220-125	KLN-R-125	-	A2K-125-R	FWX-125	-	-	HSJ-125
30	2028220-150	KLN-R-150	-	A2K-150-R	FWX-150	L25S-150	A25X-150	HSJ-150
37	2028220-200	KLN-R-200	-	A2K-200-R	FWX-200	L25S-200	A25X-200	HSJ-200
45	2028220-250	KLN-R-250	-	A2K-250-R	FWX-250	L25S-250	A25X-250	HSJ-250

표 7.26 3x200-240 V, 외함 용량 A, B 및 C

1) Bussmann의 KTS 퓨즈는 240V 주파수 변환기용 KTN 대신 사용할 수 있습니다.
2) Ferraz-Shawmut의 A6KR 퓨즈는 240V 주파수 변환기용 A2KR 대신 사용할 수 있습니다.
3) Bussmann의 FWH 퓨즈는 240V 주파수 변환기용 FWX 대신 사용할 수 있습니다.
4) Ferraz-Shawmut의 A50X 퓨즈는 240V 주파수 변환기용 A25X 대신 사용할 수 있습니다.

3x380-480 V, 외함 용량 A, B 및 C

	권장 최대 퓨즈					
Power [kW]	Bussmann 유형 RK1	Bussmann 유형 J	Bussmann 유형 T	Bussmann 유형 CC	Bussmann 유형 CC	Bussmann 유형 CC
-	KTS-R-6	JKS-6	JJS-6	FNQ-R-6	KTK-R-6	LP-CC-6
1.1-2.2	KTS-R-10	JKS-10	JJS-10	FNQ-R-10	KTK-R-10	LP-CC-10
3	KTS-R-15	JKS-15	JJS-15	FNQ-R-15	KTK-R-15	LP-CC-15
4	KTS-R-20	JKS-20	JJS-20	FNQ-R-20	KTK-R-20	LP-CC-20
5.5	KTS-R-25	JKS-25	JJS-25	FNQ-R-25	KTK-R-25	LP-CC-25
7.5	KTS-R-30	JKS-30	JJS-30	FNQ-R-30	KTK-R-30	LP-CC-30
11	KTS-R-40	JKS-40	JJS-40	-	-	-
15	KTS-R-50	JKS-50	JJS-50	-	-	-
22	KTS-R-60	JKS-60	JJS-60	-	-	-
30	KTS-R-80	JKS-80	JJS-80	-	-	-
37	KTS-R-100	JKS-100	JJS-100	-	-	-
45	KTS-R-125	JKS-125	JJS-125	-	-	-
55	KTS-R-150	JKS-150	JJS-150	-	-	-
75	KTS-R-200	JKS-200	JJS-200	-	-	-
90	KTS-R-250	JKS-250	JJS-250	-	-	-

표 7.27 3x380-480 V, 외함 용량 A, B 및 C

	권장 최대 퓨즈							
출력 [kW]	SIBA 유형 RK1	Littel 퓨즈 유형 RK1	Ferraz-Shawmut 유형 CC	Ferraz-Shawmut 유형 RK1	Bussmann JFHR2	Ferraz-Shawmut J	Ferraz-Shawmut JFHR2[1)]	Littel 퓨즈 JFHR2
-	5017906-006	KLS-R-6	ATM-R-6	A6K-6-R	FWH-6	HSJ-6	-	-
1.1-2.2	5017906-010	KLS-R-10	ATM-R-10	A6K-10-R	FWH-10	HSJ-10	-	-
3	5017906-016	KLS-R-15	ATM-R-15	A6K-15-R	FWH-15	HSJ-15	-	-
4	5017906-020	KLS-R-20	ATM-R-20	A6K-20-R	FWH-20	HSJ-20	-	-
5.5	5017906-025	KLS-R-25	ATM-R-25	A6K-25-R	FWH-25	HSJ-25	-	-
7.5	5012406-032	KLS-R-30	ATM-R-30	A6K-30-R	FWH-30	HSJ-30	-	-
11	5014006-040	KLS-R-40	-	A6K-40-R	FWH-40	HSJ-40	-	-
15	5014006-050	KLS-R-50	-	A6K-50-R	FWH-50	HSJ-50	-	-
22	5014006-063	KLS-R-60	-	A6K-60-R	FWH-60	HSJ-60	-	-
30	2028220-100	KLS-R-80	-	A6K-80-R	FWH-80	HSJ-80	-	-
37	2028220-125	KLS-R-100	-	A6K-100-R	FWH-100	HSJ-100	-	-
45	2028220-125	KLS-R-125	-	A6K-125-R	FWH-125	HSJ-125	-	-
55	2028220-160	KLS-R-150	-	A6K-150-R	FWH-150	HSJ-150	-	-
75	2028220-200	KLS-R-200	-	A6K-200-R	FWH-200	HSJ-200	A50-P-225	L50-S-225
90	2028220-250	KLS-R-250	-	A6K-250-R	FWH-250	HSJ-250	A50-P-250	L50-S-250

표 7.28 3x380–480 V, 외함 용량 A, B 및 C

1) Ferraz-Shawmut A50QS 퓨즈를 A50P 퓨즈 대신 사용할 수도 있습니다.

3x525-600 V, 외함 용량 A, B 및 C

	권장 최대 퓨즈									
출력 [kW]	Bussmann 유형 RK1	Bussmann 유형 J	Bussmann 유형 T	Bussmann 유형 CC	Bussmann 유형 CC	Bussmann 유형 CC	SIBA 유형 RK1	Littel 퓨즈 유형 RK1	Ferraz-Shawmut 유형 RK1	Ferraz-Shawmut J
0.75-1.1	KTS-R-5	JKS-5	JJS-6	FNQ-R-5	KTK-R-5	LP-CC-5	5017906-005	KLS-R-005	A6K-5-R	HSJ-6
1.5-2.2	KTS-R-10	JKS-10	JJS-10	FNQ-R-10	KTK-R-10	LP-CC-10	5017906-010	KLS-R-010	A6K-10-R	HSJ-10
3	KTS-R15	JKS-15	JJS-15	FNQ-R-15	KTK-R-15	LP-CC-15	5017906-016	KLS-R-015	A6K-15-R	HSJ-15
4	KTS-R20	JKS-20	JJS-20	FNQ-R-20	KTK-R-20	LP-CC-20	5017906-020	KLS-R-020	A6K-20-R	HSJ-20
5.5	KTS-R-25	JKS-25	JJS-25	FNQ-R-25	KTK-R-25	LP-CC-25	5017906-025	KLS-R-025	A6K-25-R	HSJ-25
7.5	KTS-R-30	JKS-30	JJS-30	FNQ-R-30	KTK-R-30	LP-CC-30	5017906-030	KLS-R-030	A6K-30-R	HSJ-30
11-15	KTS-R-35	JKS-35	JJS-35	-	-	-	5014006-040	KLS-R-035	A6K-35-R	HSJ-35
18	KTS-R-45	JKS-45	JJS-45	-	-	-	5014006-050	KLS-R-045	A6K-45-R	HSJ-45
22	KTS-R-50	JKS-50	JJS-50	-	-	-	5014006-050	KLS-R-050	A6K-50-R	HSJ-50
30	KTS-R-60	JKS-60	JJS-60	-	-	-	5014006-063	KLS-R-060	A6K-60-R	HSJ-60
37	KTS-R-80	JKS-80	JJS-80	-	-	-	5014006-080	KLS-R-075	A6K-80-R	HSJ-80
45	KTS-R-100	JKS-100	JJS-100	-	-	-	5014006-100	KLS-R-100	A6K-100-R	HSJ-100
55	KTS-R-125	JKS-125	JJS-125	-	-	-	2028220-125	KLS-R-125	A6K-125-R	HSJ-125
75	KTS-R-150	JKS-150	JJS-150	-	-	-	2028220-150	KLS-R-150	A6K-150-R	HSJ-150
90	KTS-R-175	JKS-175	JJS-175	-	-	-	2028220-200	KLS-R-175	A6K-175-R	HSJ-175

표 7.29 3x525-600 V, 외함 용량 A, B 및 C

3x525–690 V, 외함 용량 B 및 C

	권장 최대 퓨즈							
출력 [kW]	최대 전단퓨즈 [A]	Bussmann E52273 RK1/JDDZ	Bussmann E4273 J/JDDZ	Bussmann E4273 T/JDDZ	SIBA E180276 RK1/JDDZ	LittelFuse E81895 RK1/JDDZ	Ferraz-Shawmut E163267/E2137 RK1/JDDZ	Ferraz-Shawmut E2137 J/HSJ
11-15	30	KTS-R-30	JKS-30	JJS-30	5017906-030	KLS-R-030	A6K-30-R	HST-30
22	45	KTS-R-45	JKS-45	JJS-45	5014006-050	KLS-R-045	A6K-45-R	HST-45
30	60	KTS-R-60	JKS-60	JJS-60	5014006-063	KLS-R-060	A6K-60-R	HST-60
37	80	KTS-R-80	JKS-80	JJS-80	5014006-080	KLS-R-075	A6K-80-R	HST-80
45	90	KTS-R-90	JKS-90	JJS-90	5014006-100	KLS-R-090	A6K-90-R	HST-90
55	100	KTS-R-100	JKS-100	JJS-100	5014006-100	KLS-R-100	A6K-100-R	HST-100
75	125	KTS-R-125	JKS-125	JJS-125	2028220-125	KLS-150	A6K-125-R	HST-125
90	150	KTS-R-150	JKS-150	JJS-150	2028220-150	KLS-175	A6K-150-R	HST-150

표 7.30 3x525–690 V, 외함 용량 B 및 C

7.8 전원 등급, 중량 및 치수

외함 용량 [kW]		A2		A3		A4	A5	B1	B2	B3	B4	C1	C2	C3	C4
1x200-240 V	S2	–		1.1		1.1–2.2	1.1	1.5–3.7	7.5	–	–	15	22	–	–
3x200-240 V	T2	0.25–3.0		3.7		0.25–2.2	0.25–3.7	5.5–11	15	5.5–11	15–18.5	18.5–30	37–45	22–30	37–45
1x380-480 V	S4	–		–		1.1–4.0	–	7.5	11	–	–	18	37	–	–
3x380-480 V	T4	0.37–4.0		5.5–7.5		0.37–4.0	0.37–7.5	11–18.5	22–30	11–18.5	22–37	37–55	75–90	45–55	75–90
3x525-600 V	T6	–		0.75–7.5		–	0.75–7.5	11–18.5	22–30	11–18.5	22–37	37–55	75–90	45–55	75–90
3x525-690 V	T7	–		–		–	–	–	11–30	–	–	–	37–90	–	–
IP NEMA		20 섀시	21 Type 1	20 섀시	21 Type 1	55/66 Type 12/4X	55/66 Type 12/4X	21/55/66 Type 1/12/4X	21/55/66 Type 1/12/4X	20 섀시	20 섀시	21/55/66 Type 1/12/4X	21/55/66 Type 1/12/4X	20 섀시	20 섀시
높이[mm]															
백플레이트의 높이	A	268	375	268	375	390	420	480	650	399	520	680	770	550	660
필드버스 케이블용 디커플링 플레이트의 높이	A	374	–	374	–	–	–	–	–	419	595	–	–	630	800
나사 구멍 간격	a	257	350	257	350	401	402	454	624	380	495	648	739	521	631
너비[mm]															
백플레이트의 너비	B	90	90	130	130	200	242	242	242	165	231	308	370	308	370
옵션 C 1개 포함 백플레이트의 너비	B	130	130	170	170	–	242	242	242	205	231	308	370	308	370
옵션 C 2개 포함 백플레이트의 너비	B	90	90	130	130	–	242	242	242	165	231	308	370	308	370
나사 구멍 간격	b	70	70	110	110	171	215	210	210	140	200	272	334	270	330
깊이[1] [mm]															
옵션 A/B가 없는 경우	C	205	205	205	205	175	200	260	260	248	242	310	335	333	333
옵션 A/B가 있는 경우	C	220	220	220	220	175	200	260	260	262	242	310	335	333	333
나사 구멍 [mm]															
	c	8.0	8.0	8.0	8.0	8.25	8.2	12	12	8	–	12	12	–	–
	d	ø11	ø11	ø11	ø11	ø12	ø12	ø19	ø19	12	–	ø19	ø19	–	–
	e	ø5.5	ø5.5	ø5.5	ø5.5	ø6.5	ø6.5	ø9	ø9	6.8	8.5	ø9.0	ø9.0	8.5	8.5
	f	9	9	9	9	6	9	9	9	7.9	15	9.8	9.8	17	17
최대 중량 [kg]		4.9	5.3	6.6	7.0	9.7	14	23	27	12	23.5	45	65	35	50

1) 외함의 깊이는 설치된 옵션에 따라 다릅니다.

표 7.31 전원 등급, 중량 및 치수

7

7.9 dU/dt 시험

주파수 변환기 운전에 적합하도록 설계된 상간 절연지 또는 기타 절연 보강재가 없는 모터의 손상을 피하기 위해 주파수 변환기의 출력에 dU/dt 필터나 LC 필터를 설치합니다.

인버터의 트랜지스터가 브리지 스위칭되면 다음 요인에 따라 다르지만 모터의 전압이 du/dt 비로 증가합니다.

- 모터 인덕턴스
- 모터 케이블 (유형, 단면적, 길이, 차폐 또는 비차폐)

자연적인 유도는 모터 전압이 특정 수준으로 안정되기 전에 UPEAK 전압의 과도 현상을 발생시킵니다. 이러한 수준은 직류단의 전압에 따라 다릅니다.

모터 단자의 피크 전압은 IGBT의 스위칭에 의해 발생합니다. 증가 시간 및 피크 전압은 모터의 수명에 영향을 미칩니다. 피크 전압이 너무 높으면 위상 코일 절연이 없는 모터가 시간이 지남에 따라 악영향을 받을 수 있습니다.

모터 케이블 길이가 짧은 경우(몇 미터 정도)에는 증가 시간과 피크 전압이 낮습니다. 케이블 길이에 따라 증가 시간과 피크 전압이 증가합니다.

주파수 변환기는 모터 설계에 대하여 IEC 60034-25 및 IEC 60034-17을 준수합니다.

7.9.1 모터의 피크 전압

아래에 언급되지 않은 케이블 길이와 전압에 대한 대략적인 값을 얻으려면 다음과 같이 "경험에 의한 상식"을 활용합니다.

1. 증가 시간을 케이블 길이와 비례하여 늘리거나 줄입니다.
2. UPEAK = 직류단 전압 x 1.9
   (직류단 전압 = 주전원 전압 x 1.35).
3. $dU/dt = \frac{0.8 \times U_{PEAK}}{증가시간}$

데이터는 IEC 60034-17에 따라 측정됩니다.
케이블 길이는 미터 단위입니다.

200-240 V (T2)

케이블 길이 [m]	주전원 전압 [V]	증가 시간 [μ초]	UPEAK [kV]	dU/dt [kV/μ초]
36	240	0.226	0.616	2.142
50	240	0.262	0.626	1.908
100	240	0.650	0.614	0.757
150	240	0.745	0.612	0.655

표 7.32 주파수 변환기, P5K5, T2

케이블 길이 [m]	주전원 전압 [V]	증가 시간 [μ초]	UPEAK [kV]	dU/dt [kV/μ초]
5	230	0.13	0.510	3.090
50	230	0.23	0.590	2.034
100	230	0.54	0.580	0.865
150	230	0.66	0.560	0.674

표 7.33 주파수 변환기, P7K5, T2

케이블 길이 [m]		증가 시간 [μ초]	UPEAK [kV]	dU/dt [kV/μ초]
36	240	0.264	0.624	1.894
136	240	0.536	0.596	0.896
150	240	0.568	0.568	0.806

표 7.34 주파수 변환기, P11K, T2

케이블 길이 [m]	주전원 전압 [V]	증가 시간 [μ초]	UPEAK [kV]	dU/dt [kV/μ초]
30	240	0.556	0.650	0.935
100	240	0.592	0.594	0.807
150	240	0.708	0.575	0.669

표 7.35 주파수 변환기, P15K, T2

케이블 길이 [m]	주전원 전압 [V]	증가 시간 [μ초]	UPEAK [kV]	dU/dt [kV/μ초]
36	240	0.244	0.608	1.993
136	240	0.568	0.580	0.832
150	240	0.720	0.574	0.661

표 7.36 주파수 변환기, P18K, T2

케이블 길이 [m]	주전원 전압 [V]	증가 시간 [μ초]	UPEAK [kV]	dU/dt [kV/μ초]
36	240	0.244	0.608	1.993
136	240	0.560	0.580	0.832
150	240	0.720	0.574	0.661

표 7.37 주파수 변환기, P22K, T2

케이블 길이 [m]	주전원 전압 [V]	증가 시간 [μ초]	UPEAK [kV]	dU/dt [kV/μ초]
15	240	0.194	0.626	2.581
50	240	0.252	0.574	1.929
150	240	0.444	0.538	0.977

표 7.38 주파수 변환기, P30K, T2

케이블 길이 [m]	주전원 전압 [V]	증가 시간 [μ초]	UPEAK [kV]	dU/dt [kV/μ초]
30	240	0.300	0.598	1.593
100	240	0.536	0.566	0.843
150	240	0.776	0.546	0.559

표 7.39 주파수 변환기, P37K, T2

케이블 길이 [m]	주전원 전압 [V]	증가 시간 [μ초]	UPEAK [kV]	dU/dt [kV/μ초]
30	240	0.300	0.598	1.593
100	240	0.536	0.566	0.843
150	240	0.776	0.546	0.559

표 7.40 주파수 변환기, P45K, T2

380-480 V (T4)

케이블 길이 [m]	주전원 전압 [V]	증가 시간 [μ초]	UPEAK [kV]	dU/dt [kV/μ초]
5	400	0.640	0.690	0.862
50	400	0.470	0.985	0.985
150	400	0.760	1.045	0.947

표 7.41 주파수 변환기, P1K5, T4

케이블 길이 [m]	주전원 전압 [V]	증가 시간 [μ초]	UPEAK [kV]	dU/dt [kV/μ초]
5	400	0.172	0.890	4.156
50	400	0.310		2.564
150	400	0.370	1.190	1.770

표 7.42 주파수 변환기, P4K0, T4

케이블 길이 [m]	주전원 전압 [V]	증가 시간 [μ초]	UPEAK [kV]	dU/dt [kV/μ초]
5	400	0.04755	0.739	8.035
50	400	0.207	1.040	4.548
150	400	0.6742	1.030	2.828

표 7.43 주파수 변환기, P7K5, T4

케이블 길이 [m]	주전원 전압 [V]	증가 시간 [μ초]	UPEAK [kV]	dU/dt [kV/μ초]
15	400	0.408	0.718	1.402
100	400	0.364	1.050	2.376
150	400	0.400	0.980	2.000

표 7.44 주파수 변환기, P11K, T4

케이블 길이 [m]	주전원 전압 [V]	증가 시간 [μ초]	UPEAK [kV]	dU/dt [kV/μ초]
36	400	0.422	1.060	2.014
100	400	0.464	0.900	1.616
150	400	0.896	1.000	0.915

표 7.45 주파수 변환기, P15K, T4

케이블 길이 [m]	주전원 전압 [V]	증가 시간 [μ초]	UPEAK [kV]	dU/dt [kV/μ초]
36	400	0.344	1.040	2.442
100	400	1.000	1.190	0.950
150	400	1.400	1.040	0.596

표 7.46 주파수 변환기, P18K, T4

케이블 길이 [m]	주전원 전압 [V]	증가 시간 [μ초]	UPEAK [kV]	dU/dt [kV/μ초]
36	400	0.232	0.950	3.534
100	400	0.410	0.980	1.927
150	400	0.430	0.970	1.860

표 7.47 주파수 변환기, P22K, T4

케이블 길이 [m]	주전원 전압 [V]	증가 시간 [μ초]	UPEAK [kV]	dU/dt [kV/μ초]
15	400	0.271	1.000	3.100
100	400	0.440	1.000	1.818
150	400	0.520	0.990	1.510

표 7.48 주파수 변환기, P30K, T4

케이블 길이 [m]	주전원 전압 [V]	증가 시간 [μ초]	UPEAK [kV]	dU/dt [kV/μ초]
5	480	0.270	1.276	3.781
50	480	0.435	1.184	2.177
100	480	0.840	1.188	1.131
150	480	0.940	1.212	1.031

표 7.49 주파수 변환기, P37K, T4

케이블 길이 [m]	주전원 전압 [V]	증가 시간 [μ초]	UPEAK [kV]	dU/dt [kV/μ초]
36	400	0.254	1.056	3.326
50	400	0.465	1.048	1.803
100	400	0.815	1.032	1.013
150	400	0.890	1.016	0.913

표 7.50 주파수 변환기, P45K, T4

케이블 길이 [m]	주전원 전압 [V]	증가 시간 [μ초]	UPEAK [kV]	dU/dt [kV/μ초]
10	400	0.350	0.932	2.130

표 7.51 주파수 변환기, P55K, T4

케이블 길이 [m]	주전원 전압 [V]	증가 시간 [μ초]	UPEAK [kV]	dU/dt [kV/μ초]
5	480	0.371	1.170	2.466

표 7.52 주파수 변환기, P75K, T4

케이블 길이 [m]	주전원 전압 [V]	증가 시간 [μ초]	UPEAK [kV]	dU/dt [kV/μ초]
5	400	0.364	1.030	2.264

표 7.53 주파수 변환기, P90K, T4

525-600V (T6)

케이블 길이 [m]	주전원 전압 [V]	증가 시간 [μ초]	UPEAK [kV]	dU/dt [kV/μ초]
36	600	0.304	1.560	4.105
50	600	0.300	1.550	4.133
100	600	0.536	1.640	2.448
150	600	0.576	1.640	2.278

표 7.54 주파수 변환기, P11K, T6

케이블 길이 [m]	주전원 전압 [V]	증가 시간 [μ초]	UPEAK [kV]	dU/dt [kV/μ초]
36	600	0.084	1.560	7.962
50	600	0.120	1.540	5.467
100	600	0.165	1.472	3.976
150	600	0.190	1.530	3.432

표 7.55 주파수 변환기, P22K, T6

케이블 길이 [m]	주전원 전압 [V]	증가 시간 [μ초]	UPEAK [kV]	dU/dt [kV/μ초]
15	600	0.276	1.184	4.290

표 7.56 주파수 변환기, P55K, T6

525-690V (T7)

케이블 길이 [m]	주전원 전압 [V]	증가 시간 [μ초]	UPEAK [kV]	dU/dt [kV/μ초]
80	690	0.580	1.728	2.369
130	690	0.930	1.824	1.569
180	690	0.925	1.818	1.570

표 7.57 주파수 변환기, P7K5, T7

케이블 길이 [m]	주전원 전압 [V]	증가 시간 [μ초]	UPEAK [kV]	dU/dt [kV/μ초]
5	690	0.250	1.440	4.608
105	690	0.570	1.800	2.526
180	690	0.982	1.840	1.499

표 7.58 주파수 변환기, P45K, T7

케이블 길이 [m]	주전원 전압 [V]	증가 시간 [μ초]	UPEAK [kV]	dU/dt [kV/μ초]
6	690	0.238	1.416	4.739
50	690	0.358	1.764	3.922
150	690	0.465	1.872	3.252

표 7.59 주파수 변환기, P55K, T7

7.10 청각적 소음 등급

외함 용량	50% 팬 회전수 [dBA]	팬 회전수 최대 [dBA]
A1	51	60
A2	51	60
A3	51	60
A4	51	60
A5	54	63
B1	61	67
B2	58	70
B4	52	62
C1	52	62
C2	55	65
C4	56	71
D3h	58	71

표 7.60 청각적 소음 등급

값은 유닛으로부터 1 m 떨어진 지점에서 측정됩니다.

7.11 엄선된 옵션

7.11.1 VLT® 일반용 I/O 모듈 MCB 101

MCB 101은 디지털 입/출력과 아날로그 입/출력을 확장하는 데 사용합니다.

MCB 101을 주파수 변환기의 슬롯 B에 장착합니다.

제품 구성:

- MCB 101 옵션 모듈
- 확장형 LCP 고정장치
- 단자 덮개

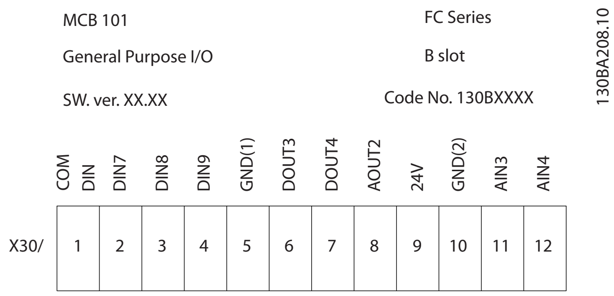


그림 7.2 MCB 101 옵션

7.11.2 VLT® 릴레이 카드 MCB 105

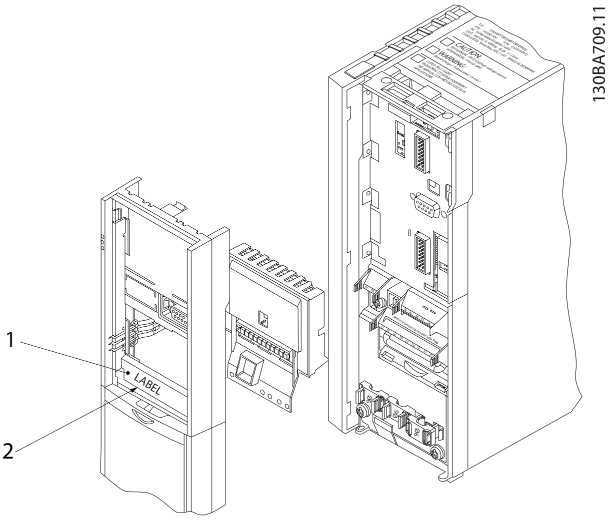
릴레이 옵션 MCB 105에는 SPDT 접점이 3개 있으며 반드시 옵션 슬롯 B에 설치해야 합니다.

전기적 기술 자료	
최대 단자 부하 (AC-1) 1) (저항부하)	240V AC 2A
최대 단자 부하 (AC-15)1) (유도부하 @ cosφ 0.4)	240V AC 0.2A
최대 단자 부하 (DC-1) 1) (저항부하)	24V DC 1A
최대 단자 부하 (DC-13)1) (유도부하)	24V DC 0.1A
최소 단자 부하(직류)	5V 10mA
정격 부하/최소 부하 시 최대 스위칭율	6 분$^{-1}$/20 초$^{-1}$

1) IEC 947 제4부 및 제5부

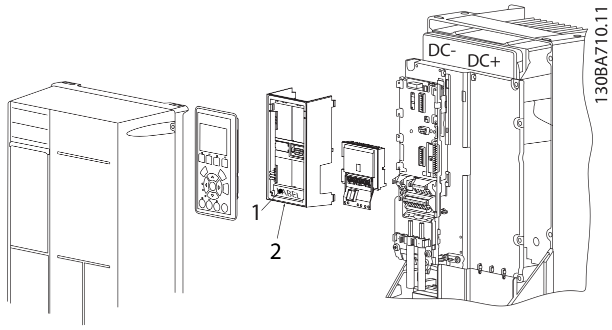
릴레이 옵션 키트를 별도로 주문한 경우, 키트 구성은 다음과 같습니다.

- 릴레이 모듈 MCB 105
- 대형 LCP 고정장치 및 대형 단자 덮개
- S201, S202 및 S801 스위치 덮개 라벨
- 케이블을 릴레이 모듈에 고정하기 위한 케이블 스트립



1	**경고!** 위 그림과 같이 반드시 LCP 프레임에 라벨이 있어야 합니다(UL 인증 사항).
2	릴레이 카드

그림 7.3 외함 용량 A2-A3-B3



1	**경고!** 위 그림과 같이 반드시 LCP 프레임에 라벨이 있어야 합니다(UL 인증 사항).
2	릴레이 카드

그림 7.4 외함 용량 A5-B1-B2-B4-C1-C2-C3-C4

그림 7.5 옵션에 부착된 경고 라벨

릴레이 카드 MCB 105 옵션을 추가하는 방법:

1. 주파수 변환기에서 전원을 차단합니다.
2. 릴레이 단자의 통전부에 연결된 전원을 차단합니다.
3. LCP, 단자 덮개 및 LCP 고정장치를 주파수 변환기에서 분리합니다.
4. MCB 105 옵션을 슬롯 B에 설치합니다.
5. 제어 케이블을 연결한 다음 함께 제공된 케이블 스트립으로 케이블을 고정시킵니다.
6. 피복을 벗긴 와이어의 길이가 적당한지 확인합니다(*그림 7.7* 참조).
7. 통전부(고압)를 제어 신호(PELV)에 닿지 않도록 합니다.
8. 대형 LCP 고정장치 및 대형 단자 덮개를 장착합니다.
9. LCP를 다시 설치합니다.

10. 주파수 변환기의 전원을 다시 연결합니다.
11. *5-40 릴레이 기능* [6-8], *5-41 작동 지연, 릴레이* [6-8] 및 *5-42 차단 지연, 릴레이* [6-8]에서 릴레이 기능을 선택합니다.

주의 사항

배열 [6]은 릴레이 7, 배열 [7]은 릴레이 8, 배열 [8]은 릴레이 9입니다.

주의 사항

RS485 종단 스위치 S801 또는 전류/전압 스위치 S201/S202에 접근하려면 릴레이 카드를 분리합니다(위치 2, *그림 7.3* 및 *그림 7.4* 참조).

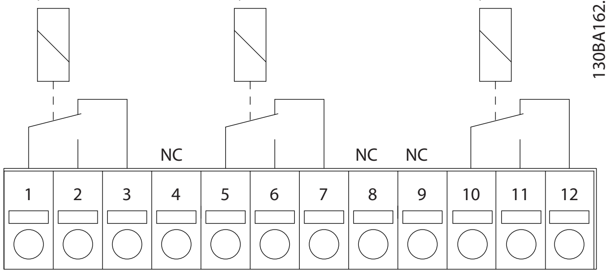


그림 7.6 릴레이

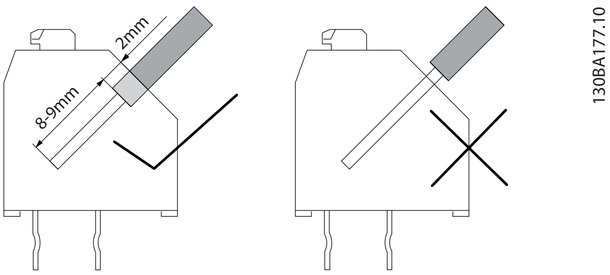
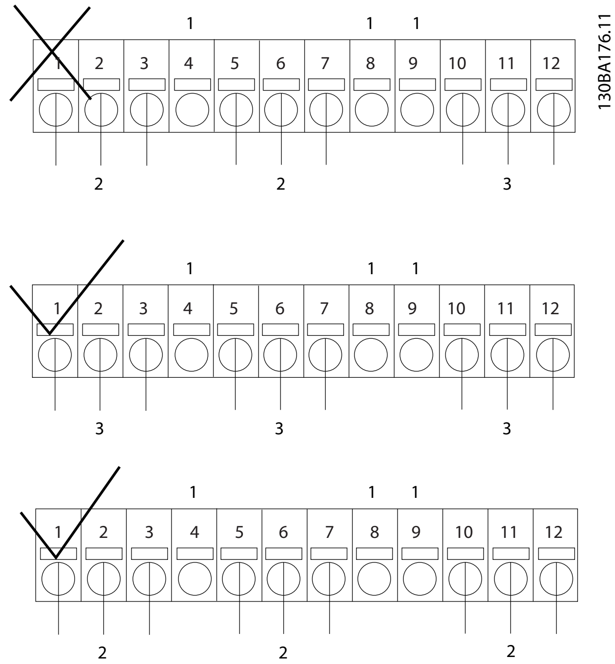


그림 7.7 올바른 와이어 배선



1	NC
2	통전 부품
3	PELV

그림 7.8 올바른 릴레이 배선

주의 사항

24/ 48V 시스템과 고전압 시스템을 함께 연결하지 마십시오.

7.11.3 VLT® PTC 써미스터 카드 MCB 112

MCB 112 옵션은 갈바닉 절연된 PTC 써미스터 입력을 통해 전기 모터의 온도를 감시하게 할 수 있습니다. 이는 STO가 있는 주파수 변환기를 위한 B 옵션입니다.

다른 어플리케이션에도 사용할 수 있는지 확인하려면 *장을 4 적용 예*를 참조하십시오.

X44/1과 X44/2는 써미스터 입력입니다. X44/12는 써미스터 값에 따라 필요한 경우에 주파수 변환기(T37)의 STO를 활성화하며 X44/10은 적합한 알람을 처리하기 위해 MCB 112의 STO 요청을 주파수 변환기에 알립니다. X44/10으로부터의 정보를 사용하기 위해서는 디지털 입력 파라미터 (또는 장착된 옵션의 디지털 입력) 중 하나를 *[80] PTC 카드 1*로 설정해야 합니다.
*5-19 Terminal 37 Safe Stop*을 원하는 STO 기능으로 구성합니다(기본값은 안전 정지 알람).

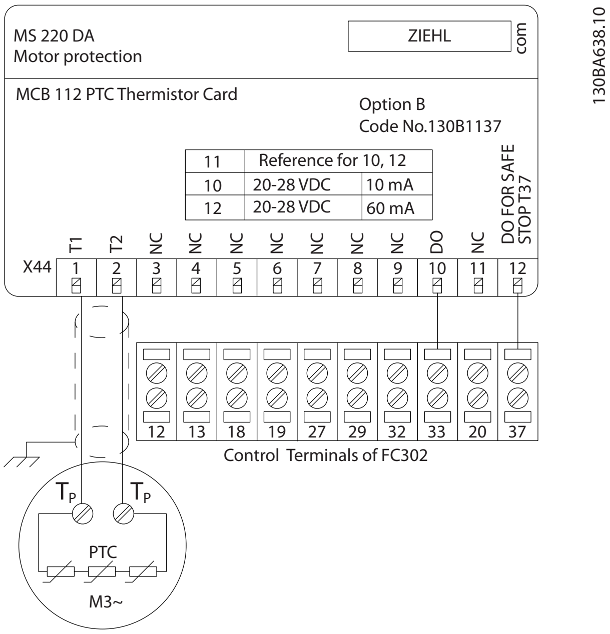


그림 7.9 MCB 112의 설치

FC 102, FC 103, FC 202 및 FC 302와 관련된 방폭 (ATEX) 인증

MCB 112가 방폭(ATEX) 인증을 받았다는 것은 폭발성 대기환경에서 MCB 112와 주파수 변환기를 모터와 사용할 수 있음을 의미합니다. 자세한 정보는 *VLT® PTC 써미스터 카드 MCB 112 사용 설명서*를 참조하십시오.

그림 7.10 방폭(ATEX; ATmosphère Explosive)

7

전기적 기술 자료

저항 연결	
DIN 44081 및 DIN 44082의 PTC 준수	
번호	일련으로 1..6개의 저항
차단 값	3.3 Ω.... 3.65 Ω ... 3.85 Ω
리셋 값	1.7 Ω .... 1.8 Ω ... 1.95 Ω
트리거 허용치	± 6 °C
센서 회로의 집단 저항	< 1.65 Ω
단자 전압	≤ 2.5 V(R ≤ 3.65 Ω의 경우), ≤ 9 V(R = ∞의 경우)
센서 전류	≤ 1 mA
단락	20 Ω ≤ R ≤ 40 Ω
소비 전력	60mA

시험 조건	
EN 60 947-8	
전압 서지 저항 측정값	6000V
과전압 부문	III
오염 정도	2
절연 전압 Vbis 측정값	690V
Vi까지 신뢰할 수 있는 갈바닉 절연	500V
정격 주위 온도 범위	-20 °C - +60 °C
	EN 60068-2-1 건열
습도	5-95%, 응축 비허용
진동 저항	10 - 1000 Hz 1.14 g
충격 저항	50 g

안전 시스템 값	
EN 61508(Tu = 75°C 진행 중인 경우)	
SIL	2(2년간 유지보수 주기의 경우)
	1(3년간 유지보수 주기의 경우)
HFT	0
PFD (연례 기능 시험의 경우)	$4.10x10^{-3}$

SFF	78%
$\lambda_S + \lambda_{DD}$	8494 FIT
λ_{DU}	934 FIT
발주 번호 130B1137	

7.11.4 VLT® 확장형 릴레이 카드 MCB 113

MCB 113은 디지털 입력 7개, 아날로그 출력 2개 및 SPDT 릴레이 4개까지 주파수 변환기의 표준 I/O를 확장합니다. 확장된 I/O는 유연성을 높이고 독일 NAMUR NE37 권장사항의 준수를 가능하게 합니다.
MCB 113은 표준 C1 옵션이며 장착 후 자동으로 감지됩니다.

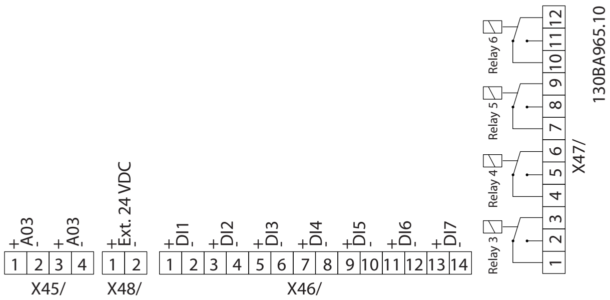


그림 7.11 MCB 113의 전기적 연결

주파수 변환기와 옵션 카드 간의 갈바닉 절연을 보장하기 위해 MCB 113을 X48의 외부 24 V에 연결합니다. 갈바닉 절연이 필요하지 않은 경우, 주파수 변환기의 내부 24V를 통해 옵션 카드에 전원을 공급할 수 있습니다.

주의 사항

릴레이의 24 V 신호와 고전압 신호를 둘 다 연결하려면 24 V 신호와 고전압 신호 사이에 사용하지 않은 릴레이가 하나 있는지 확인합니다.

MCB 113을 셋업하려면 다음의 파라미터 그룹을 사용합니다.

- *5-1* 디지털 입력*
- *6-7* 아날로그 출력 3*
- *6-8* 아날로그 출력 4*
- *14-8* 옵션*
- *5-4* 릴레이*
- *16-6* 입력 및 출력*

주의 사항

파라미터 그룹 *5-4* 릴레이*,

- **배열 [2]는 릴레이 3.**
- **배열 [3]은 릴레이 4.**
- **배열 [4]는 릴레이 5.**
- **배열 [5]는 릴레이 6.**

전기적 기술 자료

릴레이	
개수	4 SPDT
250V AC/30V DC 기준 부하	8 A
250V AC/ 30V DC, cosφ = 0.4 기준 부하	3.5 A
과전압 부문(접점-접지)	III
과전압 부문(접점-접점)	II
250V 신호와 24V 신호의 조합	사용하지 않은 릴레이가 하나 있으면 가능
최대 스루풋 지연	10 ms
IT 주전원 시스템에 사용하도록 접지/섀시에서 절연	

디지털 입력	
개수	7
범위	0–24V
모드	PNP/NPN
입력 임피던스	4 kW
낮은 트리거 수준	6.4 V
높은 트리거 수준	17 V
최대 스루풋 지연	10 ms

아날로그 출력	
개수	2
범위	0/4 -20 mA
분해능	11비트
선형성	<0.2%

7.11.5 VLT® 센서 입력 옵션 MCB 114

센서 입력 옵션 카드 MCB 114는 다음과 같은 경우에 사용할 수 있습니다.

- 베어링 온도를 감시하기 위한 온도 트랜스미터 PT100 및 PT1000의 센서 입력.
- 다중 영역 제어 또는 차동 압력 측정을 위해 하나의 입력을 추가하는 아날로그 입력의 일반적인 확장.
- 설정포인트, 트랜스미터/센서 입력을 위한 I/O로 확장형 PID 제어기 지원.

베어링이 과부하되지 않게 보호하도록 온도 센서와 함께 설계된 일반 모터가 PT100/1000 온도 센서 3개와 함께 다음과 같이 장착됩니다. 하나는 전면에, 또 하나는 후면 끝 베어링에, 그리고 마지막 하나는 모터 와인딩에 장착됩니다. VLT® 센서 입력 옵션 MCB 114는 저온/과열에 대해 개별 온도 한계가 있는 2선식 또는 3선식 센서를 지원합니다. 센서 유형 PT100 또는 PT1000의 자동 감지 기능은 전원 인가 시 활성화됩니다.

7

측정된 온도가 지정된 하한 미만이거나 상한 이상인 경우 옵션에서 알람이 발생합니다. 각 센서 입력의 개별 측정 온도는 표시창이나 읽기 파라미터에서 읽을 수 있습니다. 알람이 발생하면 파라미터 그룹 *5-** 디지털 입력/출력*에서 *[21] 써멀 경고*를 선택하여 릴레이 또는 디지털 출력을 활성화하도록 프로그래밍할 수 있습니다.

결함 조건에는 그와 관련된 공통 경고/알람 번호가 있으며 이는 *알람/경고 20, 온도 입력 오류*입니다. 경고나 알람이 나타나는 경우 현재 출력을 활성화하도록 프로그래밍할 수 있습니다.

7.11.5.1 전기적 및 기계적 사양

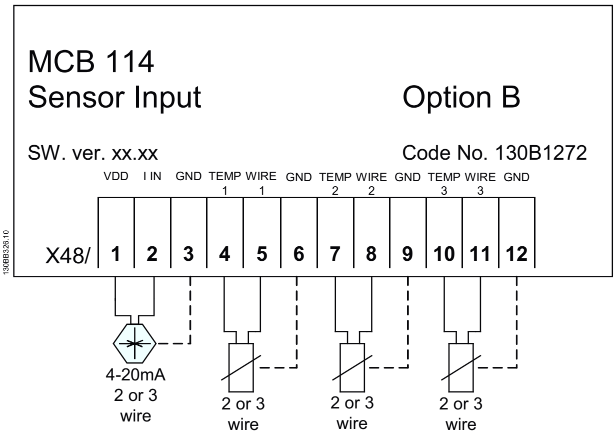
Analog Input(아날로그 입력)	
아날로그 입력 개수	1
형식	0-20 mA 또는 4-20 mA
와이어	2
입력 임피던스	<200 Ω
샘플 속도	1 kHz
세 번째 필터	100Hz(3dB 기준)
옵션은 아날로그 센서에 24 V DC(단자 1)을 공급할 수 있습니다.	

온도 센서 입력	
PT100/1000를 지원하는 아날로그 입력 개수	3
신호 유형	PT100/1000
연결	PT 100 2선 또는 3선/PT1000 2선 또는 3선
주파수 PT100 및 PT1000 입력	1 Hz(각 채널)
분해능	10비트
온도 범위	-50-204 °C -58-399 °F

갈바닉 절연	
연결할 센서는 주전원 전압 수준으로부터 갈바닉 절연되어 있어야 합니다.	IEC 61800-5-1 및 UL508C

배선	
최대 신호 케이블 길이	500 m

7.11.5.2 전기 배선



단자	이름	기능
1	VDD	24 V DC - 공급 4-20 mA 센서
2	I in	4-20 mA 입력
3	접지	아날로그 입력 접지
4, 7, 10	온도 1, 2, 3	온도 입력
5, 8, 11	와이어 1, 2, 3	세 번째 와이어(3선식 센서가 사용되는 경우)
6, 9, 12	접지	온도 입력 접지

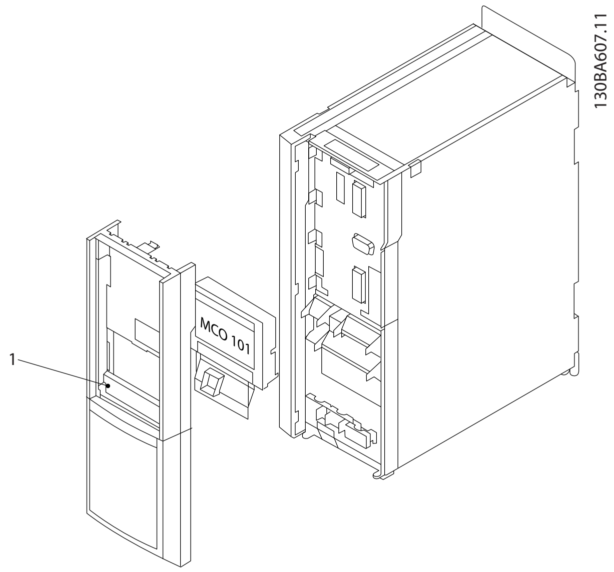
그림 7.12 MCB 114 전기 배선

7.11.6 VLT® 확장형 캐스케이드 컨트롤러 MCO 101

MCO 101 옵션에는 전환 접점이 3개 있으며 옵션을 슬롯 B에 설치할 수 있습니다.

최대 단자 부하(교류)	240V AC 2A
최대 단자 부하(직류)	24V DC 1A
최소 단자 부하(직류)	5V 10mA
정격 부하/최소 부하 시 최대 스위칭율	6분$^{-1}$/20초$^{-1}$

표 7.61 MCO 101 전기적 기술 자료



1	MCO 101 옵션을 탈착하여 RS485 종단 스위치 (S801) 또는 전류/전압 스위치 (S201/S202)에 접근합니다.

그림 7.13 B 옵션의 장착

MCO 101 옵션을 추가 설치하는 방법:

1. 주파수 변환기에서 전원을 차단합니다.
2. 릴레이 단자의 통전부에 연결된 전원을 차단합니다.
3. LCP, 단자 덮개 및 받침대를 FC 202에서 분리합니다.
4. MCO 101 옵션을 슬롯 B에 설치합니다.
5. 제어 케이블을 연결한 다음 함께 제공된 케이블 스트립을 사용하여 고정된 케이블을 해제합니다.
6. 확장형 받침대와 단자 덮개를 설치합니다.
7. LCP를 다시 장착합니다.
8. 주파수 변환기의 전원을 다시 연결합니다.

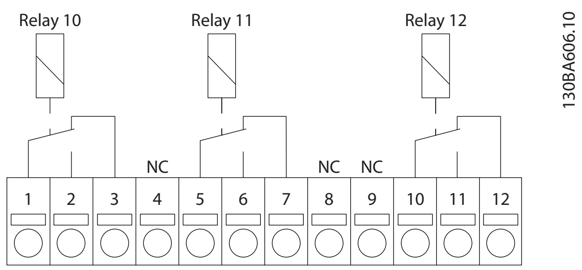


그림 7.14 연결부 사용

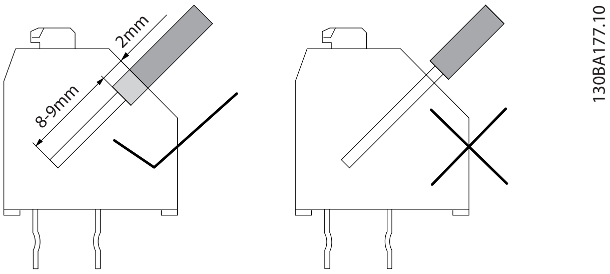
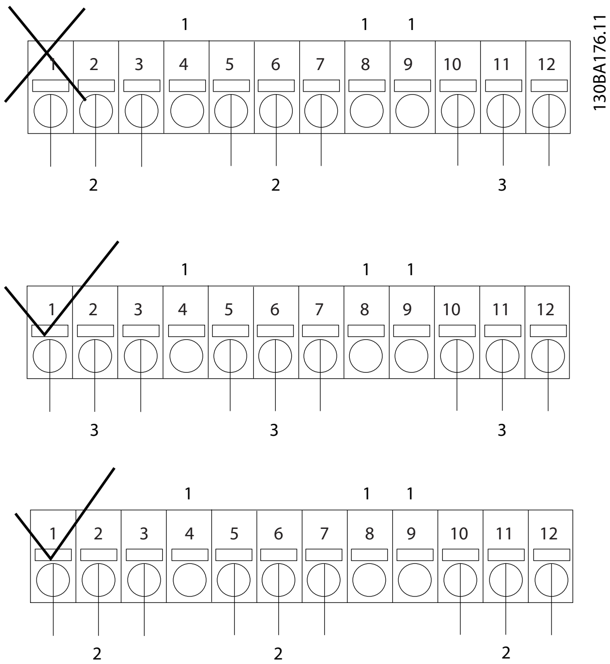


그림 7.15 케이블 장착

⚠경고

저전압부와 PELV 시스템을 함께 연결하지 마십시오(*그림 7.16* 참조).



1	NC
2	통전 부품
3	PELV

그림 7.16 릴레이 배선의 잘못된 예와 올바른 예

7.11.7 VLT® 고급형 캐스케이드 컨트롤러 MCO 102

VLT 고급형 캐스케이드 제어 카드 MCO 102 옵션은 옵션 슬롯 C1 전용입니다. C1 옵션의 장착 위치는 *그림 7.17*에서와 같습니다.

최대 단자 부하(교류)	240V AC 2A
최대 단자 부하(직류)	24V DC 1A
최소 단자 부하(직류)	5V 10mA
정격 부하/최소 부하 시 최대 스위칭율	6분$^{-1}$/20초$^{-1}$

표 7.62 전기적 기술 자료, MCO 102

필요한 공구

(외함에 따라) C 옵션 장착 키트를 설치하는 데 다음과 같이 일부 품목이 필요합니다:

유형	설명	발주 번호
옵션		
MCF 105	장착 키트 프레임 용량 A2 및 A3 (C 옵션 하나 당 40 mm)	130B7530
MCF 105	장착 키트 프레임 용량 A5	130B7532
MCF 105	장착 키트 프레임 용량 B, C, D, E, F1 및 F3(B3 제외)	130B7533
MCF 105	장착 키트 프레임 용량 B3(C 옵션 하나 당 40 mm)	130B1413
액세서리 백		
MCO 102	액세서리 백	130B0152

표 7.63 장착 키트와 액세서리의 발주 번호 백

7

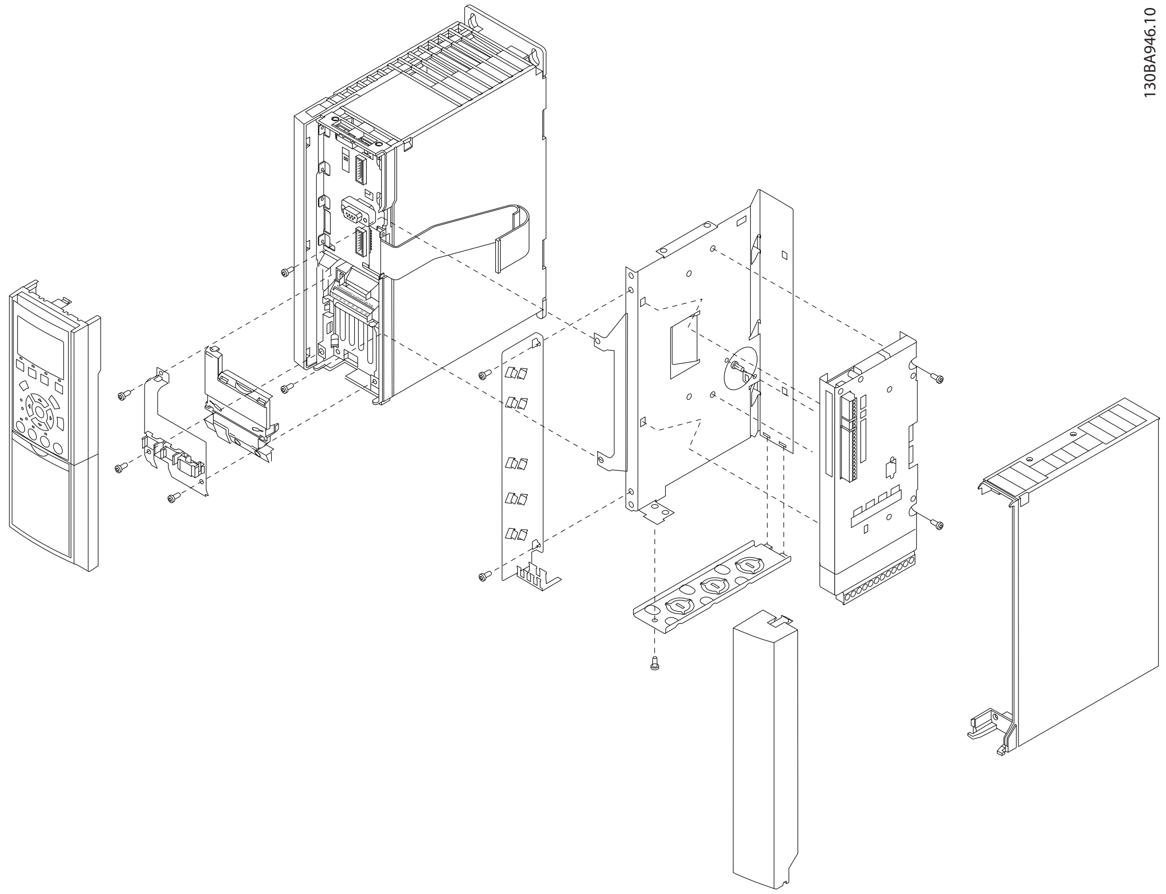


그림 7.17 외함 A2, A3 (및 B3) 40 mm (C 옵션 1개만)

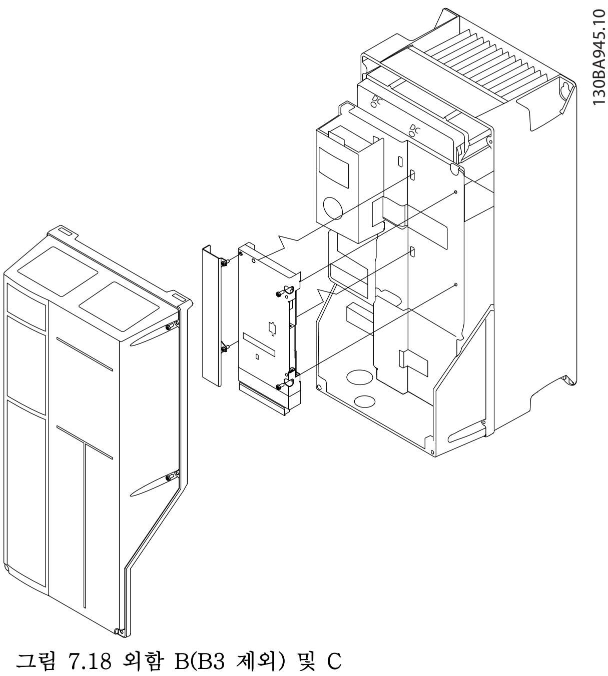


그림 7.18 외함 B(B3 제외) 및 C

MCO 102 옵션을 추가 설치하는 방법

1. 전원을 차단합니다.
2. 릴레이 단자의 통전부에 연결된 전원을 차단합니다.
3. LCP, 단자 덮개 및 받침대를 FC 202에서 분리합니다.
4. MCO 102 옵션을 슬롯 C1에 설치합니다.
5. 제어 케이블을 연결한 다음 함께 제공된 케이블 스트립을 사용하여 고정된 케이블을 해제합니다.
6. 확장형 받침대와 단자 덮개를 설치합니다.
7. LCP를 다시 장착합니다.
8. 주파수 변환기의 전원을 다시 연결합니다.

단자 배선

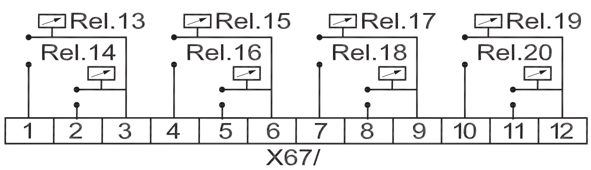


그림 7.19 고급형 캐스케이드 컨트롤러 MCO 102 단자 연결부, 릴레이 8개

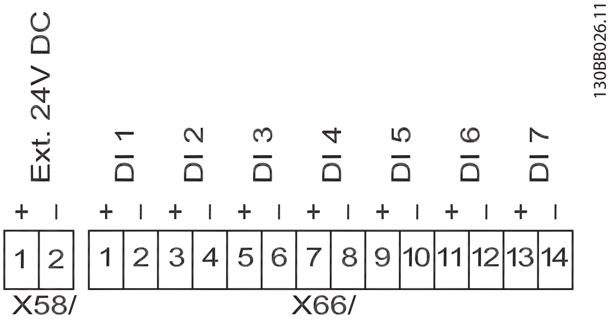


그림 7.20 고급형 캐스케이드 컨트롤러 MCO 102에서 디지털 입력 7개의 단자 연결 방법 및 내부 24 V DC 접근 방법

8 부록 - 엄선된 그림

8.1 주전원 연결 그림(3상)

이 그림들은 위상 설계 시 접근을 계획하는 데 도움을 주기 위한 것입니다.
다음을 포함한 설치 절차는 *사용 설명서*를 참조하십시오.

- 안전 요구사항.
- 단계별 설치 절차.
- 대체 구성.
- 추가적인 그림.

외함 A1, A2 및 A3의 주전원 연결부:

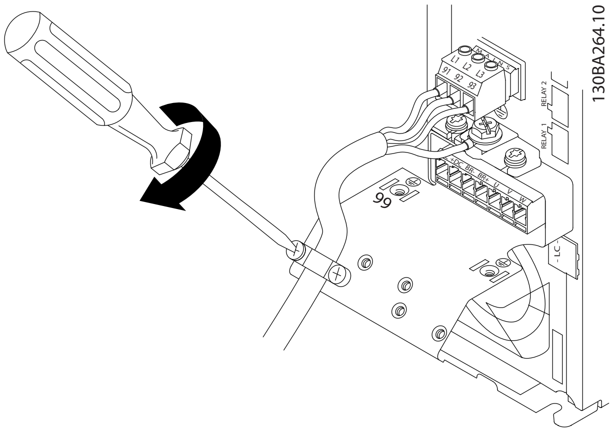


그림 8.1 지지용 브래킷

외함 A4/A5의 주전원 연결부

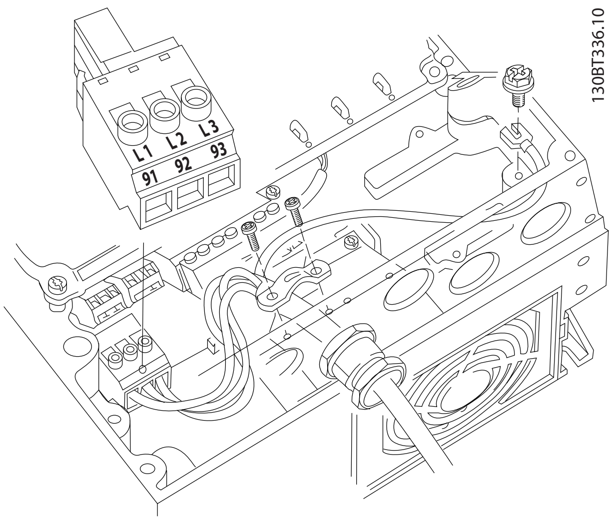


그림 8.2 단로기가 없는 경우의 주전원 및 접지

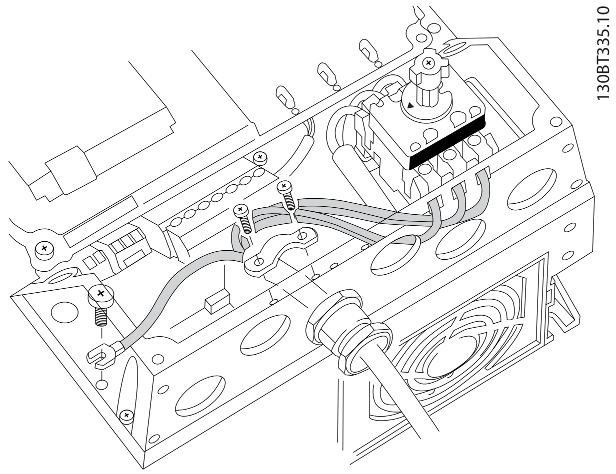


그림 8.3 단로기가 있는 경우의 주전원 및 접지(외함 유형 B2의 S2 제품은 주전원 연결 시 추가적인 단자 블록을 사용해야 합니다.)

(외함 A4/A5에서) 단로기를 사용하는 경우에는 PE를 주파수 변환기의 왼쪽에 장착합니다.

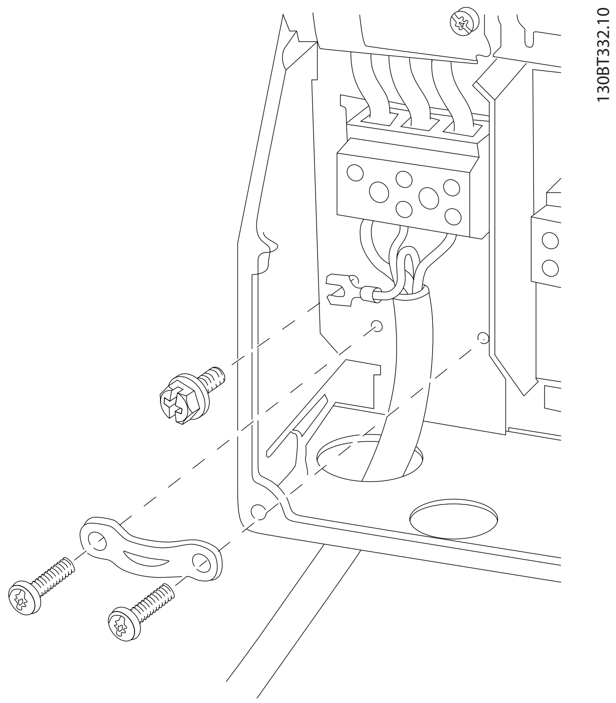


그림 8.4 주전원 연결부, 외함 B1 및 B2

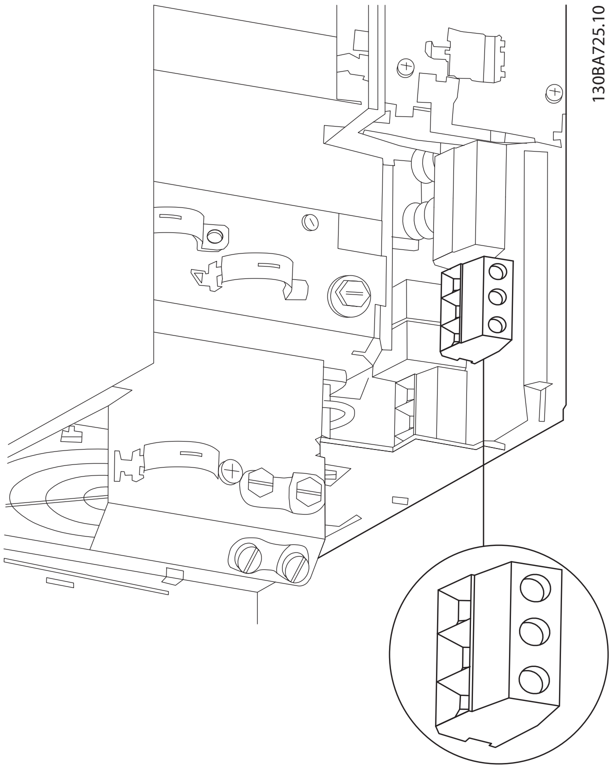


그림 8.5 주전원 연결부, 외함 B3

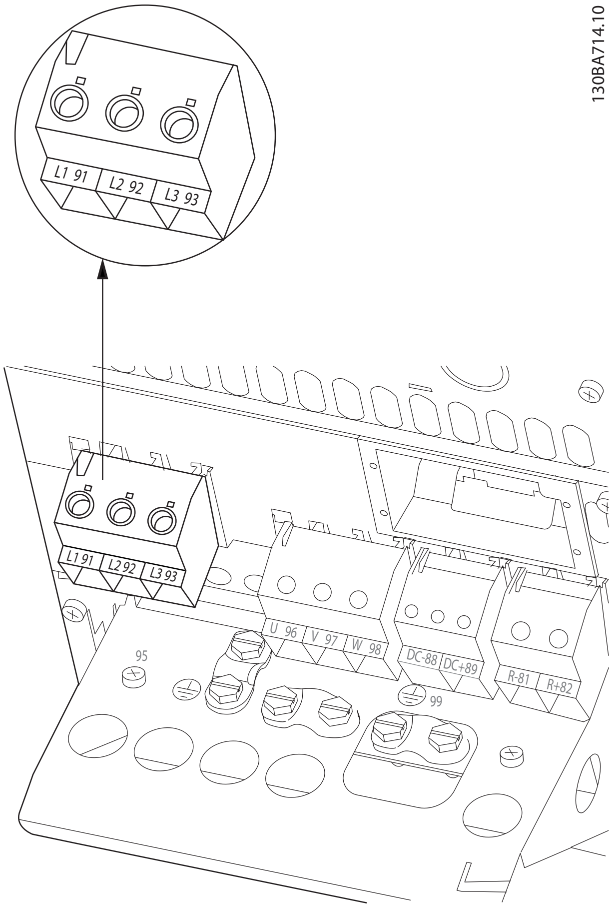


그림 8.6 주전원 연결부, 외함 B4

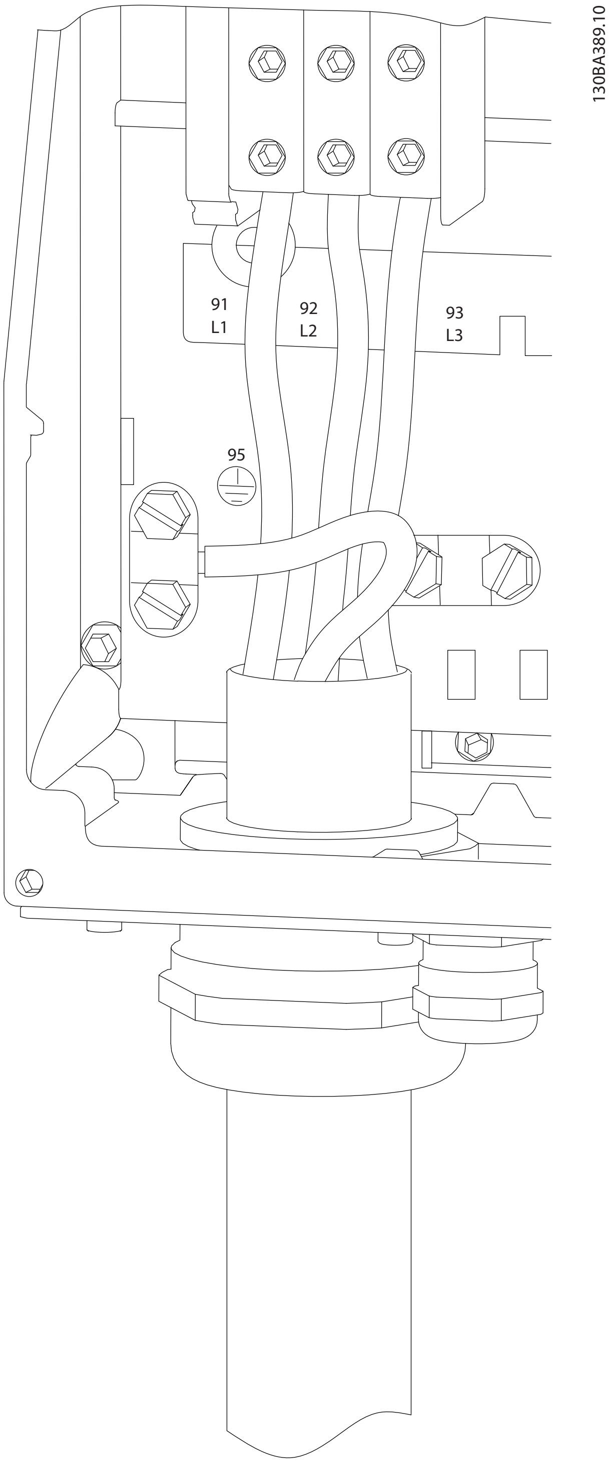


그림 8.7 주전원 연결부, 외함 C1 및 C2 (IP21/NEMA Type 1 및 IP55/66/NEMA Type 12).

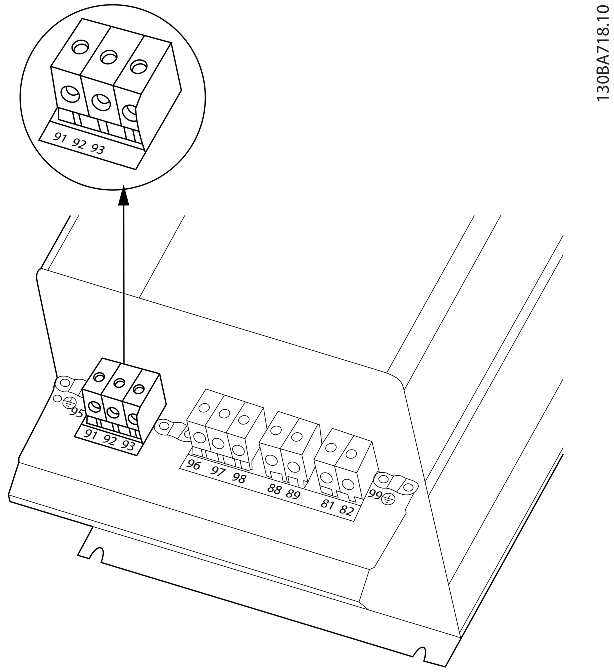


그림 8.8 주전원 연결부, 외함 C3 (IP20).

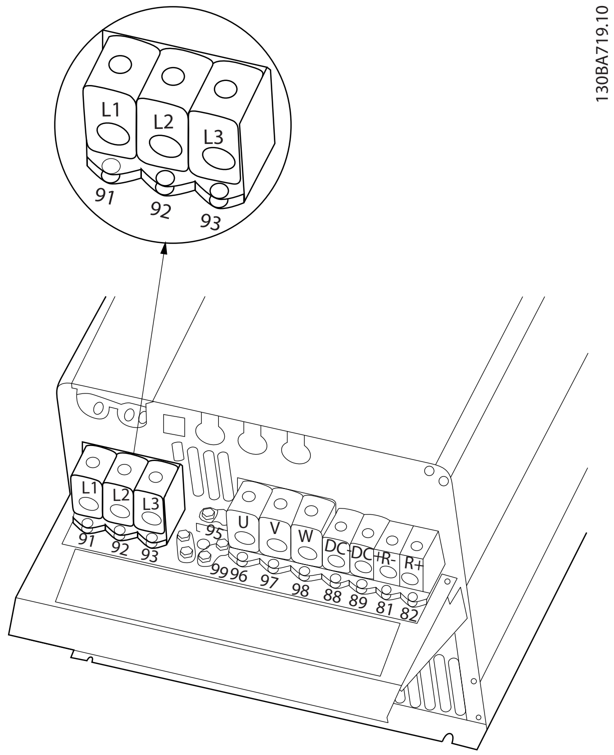


그림 8.9 주전원 연결부, 외함 C4 (IP20).

8.2 모터 연결부 그림

모터 연결부
이 그림들은 위상 설계 시 접근을 계획하는 데 도움을 주기 위한 것입니다.
다음을 포함한 설치 절차는 *사용 설명서*를 참조하십시오.

- 안전 요구사항.
- 단계별 설치 절차.
- 단자 설명.
- 대체 구성.
- 추가적인 그림.

단자 번호	96	97	98	99	
	U	V	W	PE[1]	모터 전압 (주전원 전압의 0-100%)
					3선식
	U1	V1	W1	PE[1]	델타 연결형
	W2	U2	V2		6선식
	U1	V1	W1	PE[1]	스타 연결형 U2, V2, W2 U2, V2 및 W2(각기 서로 연결).

표 8.1 단자 설명

1) 접지 보호 연결

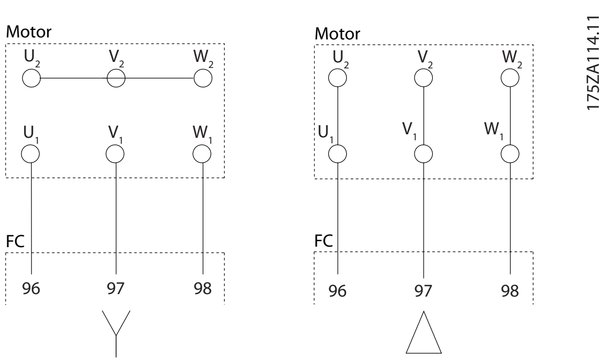


그림 8.10 스타 연결형 및 델타 연결형 연결 방법

3상 비동기 표준 모터 유형은 모두 주파수 변환기에 연결할 수 있습니다. 일반적으로, 소형 모터는 스타 연결형입니다(230/400V, Y). 대형 모터는 일반적으로 델타 연결형입니다(400/690V, Δ). 올바른 연결 방식 및 전압은 모터의 명판을 참조하십시오.

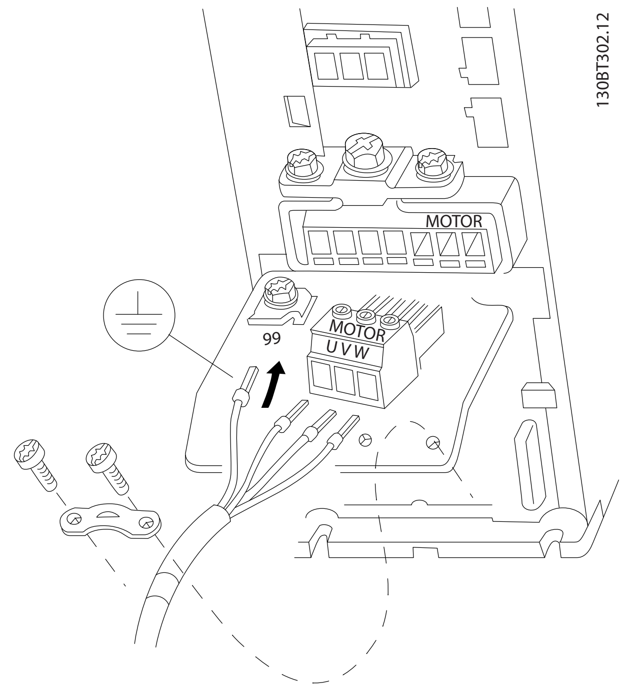


그림 8.11 외함 A1, A2 및 A3의 모터 연결부

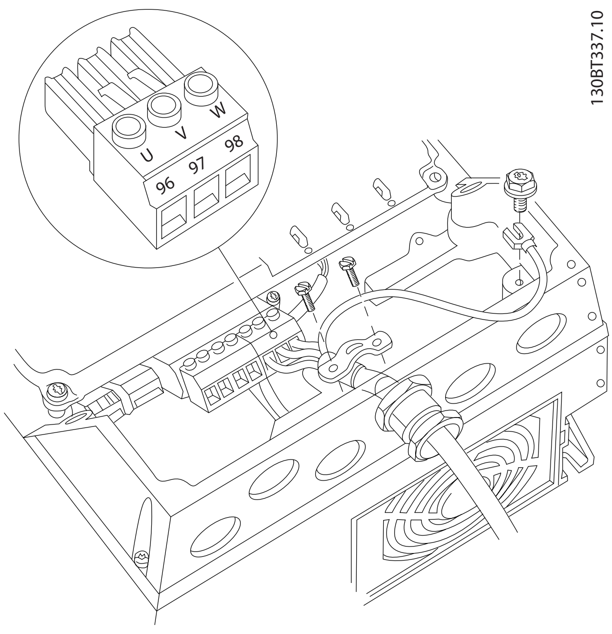


그림 8.12 외함 A4/A5의 모터 연결부

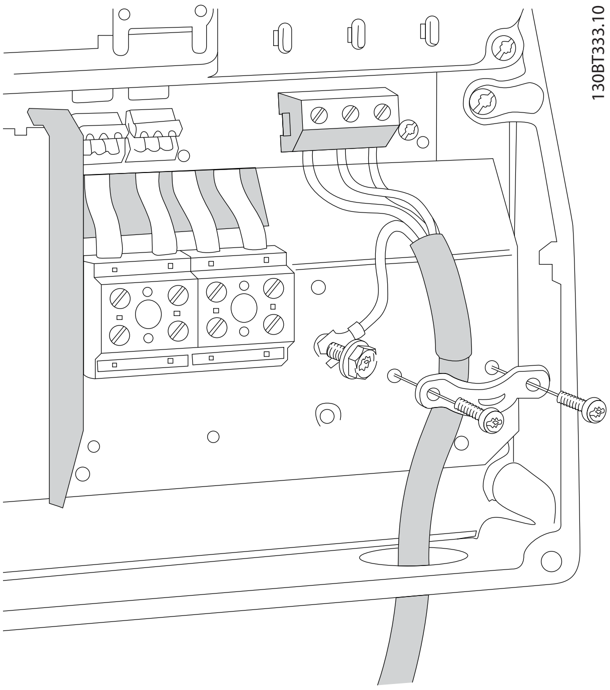


그림 8.13 외함 B1및 B2의 모터 연결부

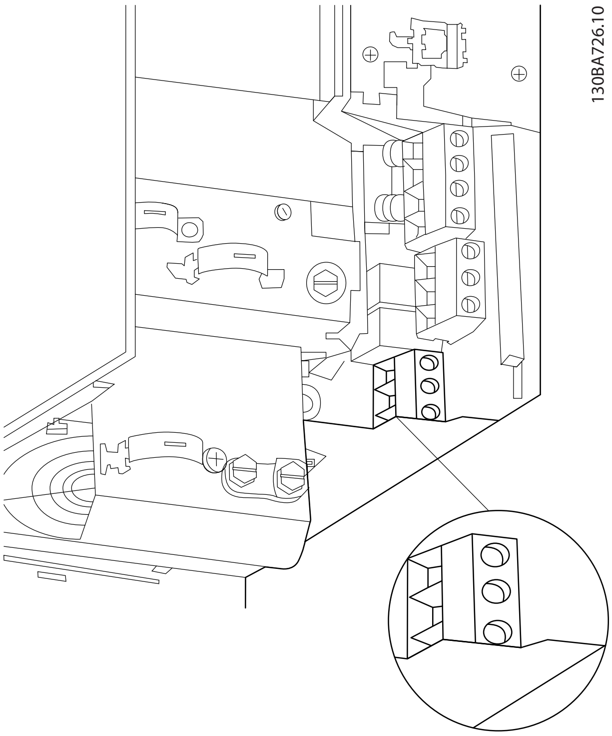


그림 8.14 외함 B3의 모터 연결부

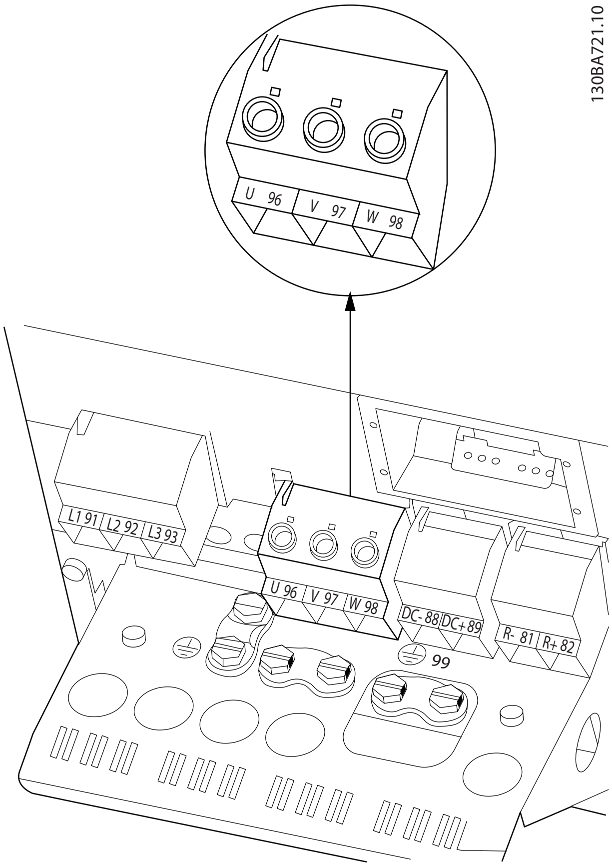


그림 8.15 외함 B4의 모터 연결부

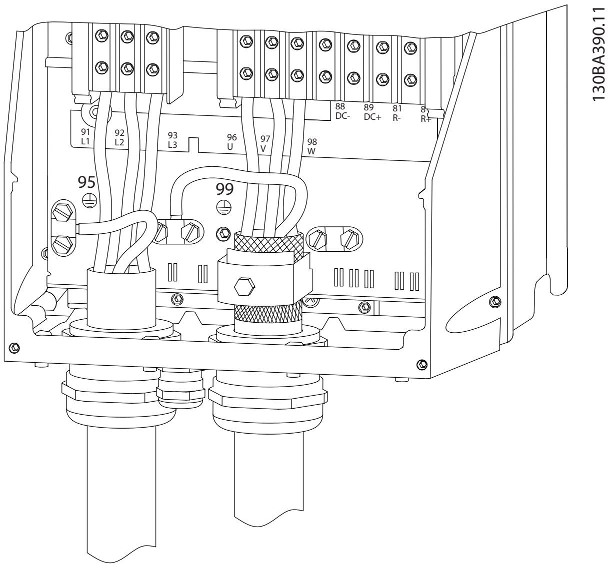


그림 8.16 모터 연결부, 외함 C1 및 C2 (IP21/NEMA Type 1 및 IP55/66/NEMA Type 12)

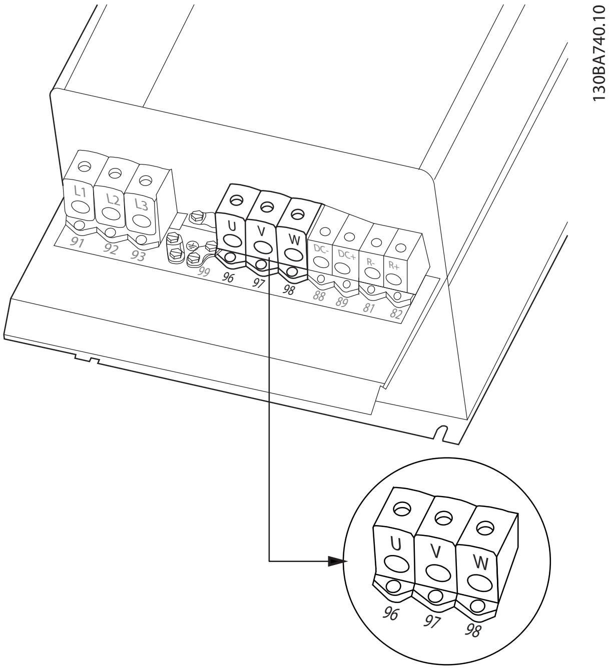


그림 8.17 외함 C3 및 C4의 모터 연결부

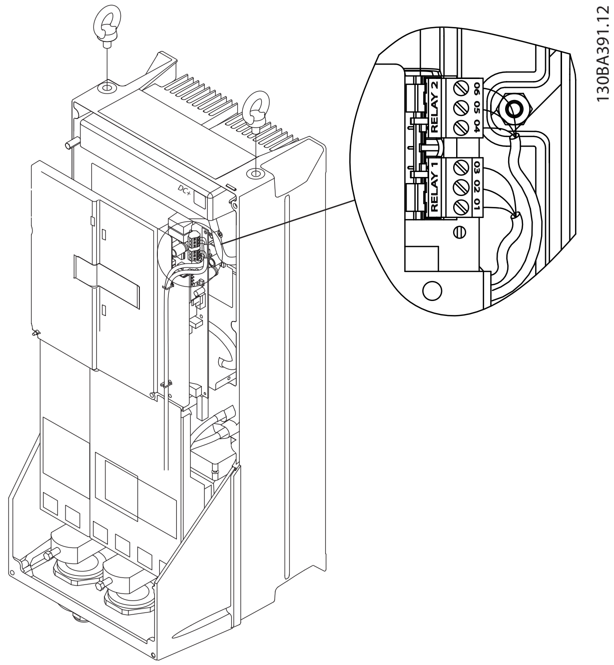


그림 8.19 릴레이 연결용 단자
(외함 용량 C1 및 C2).

8.3 릴레이 단자 그림

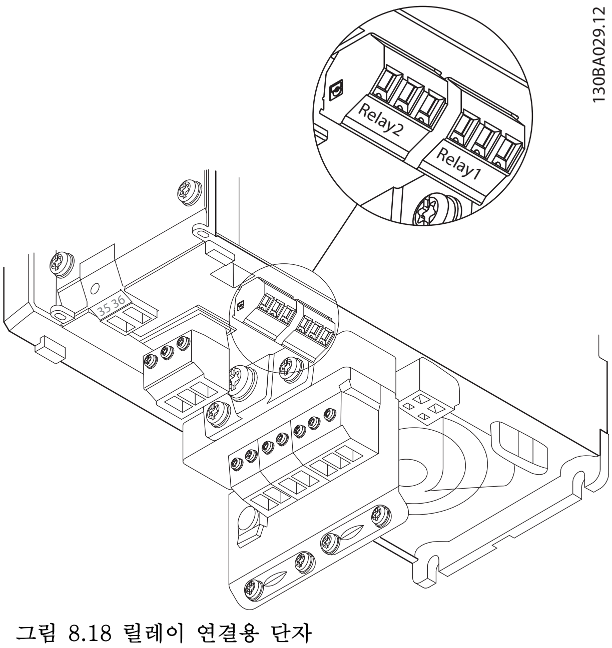


그림 8.18 릴레이 연결용 단자
(외함 용량 A1, A2 및 A3).

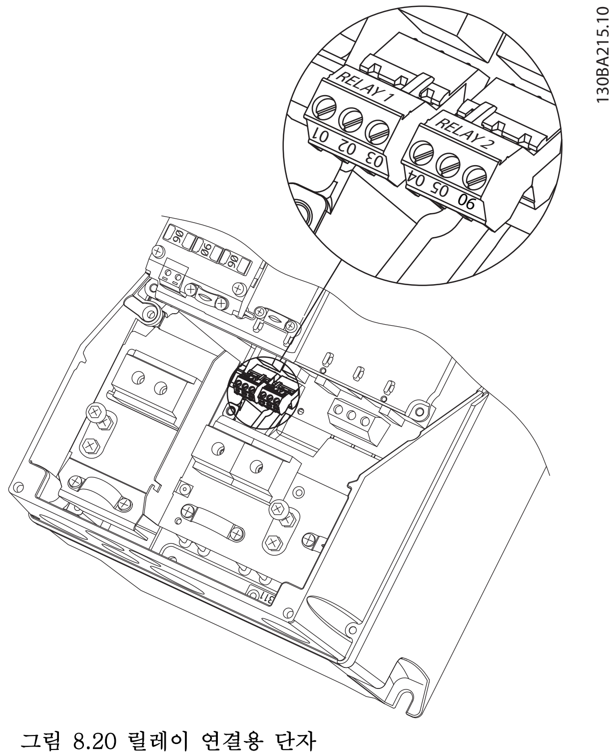
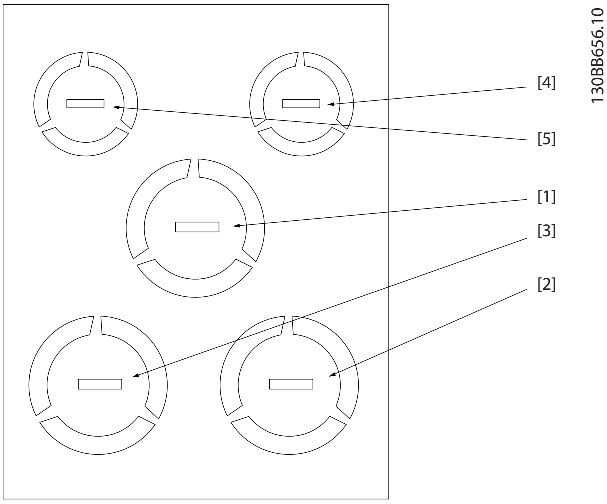


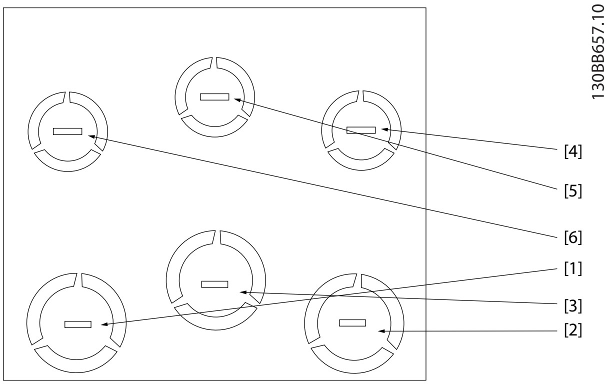
그림 8.20 릴레이 연결용 단자
(외함 용량 A5, B1 및 B2).

8.4 케이블 입구



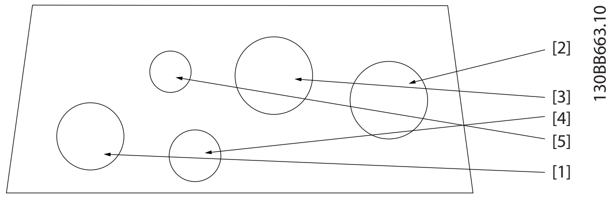
구멍 개수 및 권장 용도		치수1)		최근접 미터법 단위
		UL [in]	[mm]	
1	주전원	3/4	28.4	M25
2	모터	3/4	28.4	M25
3	제동/부하 공유	3/4	28.4	M25
4	제어 케이블	1/2	22.5	M20
5	제어 케이블	1/2	22.5	M20
1) 오차 ±0.2 mm				

그림 8.21 외함 용량 A2, IP21



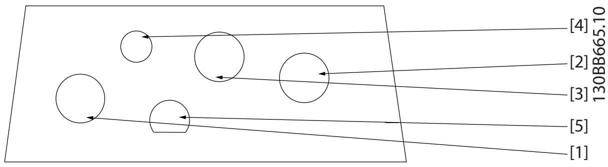
구멍 개수 및 권장 용도		치수1)		최근접 미터법 단위
		UL [in]	[mm]	
1	주전원	3/4	28.4	M25
2	모터	3/4	28.4	M25
3	제동/부하 공유	3/4	28.4	M25
4	제어 케이블	1/2	22.5	M20
5	제어 케이블	1/2	22.5	M20
6	제어 케이블	1/2	22.5	M20
1) 오차 ±0.2 mm				

그림 8.22 외함 용량 A3, IP21



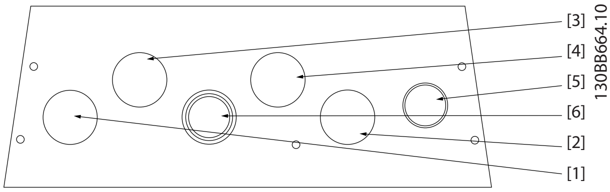
구멍 개수 및 권장 용도		치수1)		최근접 미터법 단위
		UL [in]	[mm]	
1	주전원	3/4	28.4	M25
2	모터	3/4	28.4	M25
3	제동/부하 공유	3/4	28.4	M25
4	제어 케이블	1/2	22.5	M20
5	제거	-	-	-
1) 오차 ±0.2 mm				

그림 8.23 외함 용량 A4, IP55



구멍 개수 및 권장 용도		최근접 미터법 단위
1	주전원	M25
2	모터	M25
3	제동/부하 공유	M25
4	제어 케이블	M16
5	제어 케이블	M20

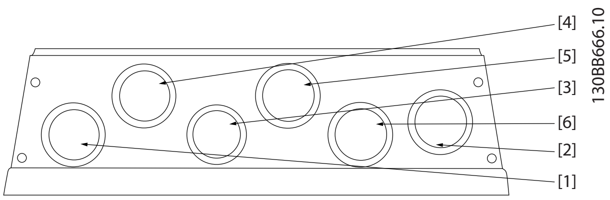
그림 8.24 외함 용량 A4, IP55 스레드 글랜드 구멍



구멍 개수 및 권장 용도		치수[1]		최근접 미터법 단위
		UL [in]	[mm]	
1	주전원	3/4	28.4	M25
2	모터	3/4	28.4	M25
3	제동/부하 공유	3/4	28.4	M25
4	제어 케이블	3/4	28.4	M25
5	제어 케이블[2]	3/4	28.4	M25
6	제어 케이블[2]	3/4	28.4	M25

1) 오차 ±0.2 mm
2) 녹아웃 구멍

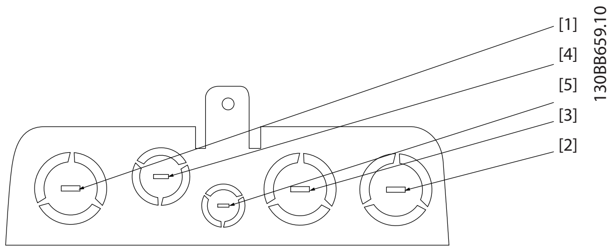
그림 8.25 외함 용량 A5, IP55



구멍 개수 및 권장 용도		최근접 미터법 단위
1	주전원	M25
2	모터	M25
3	제동/부하 공유	28.4 mm[1]
4	제어 케이블	M25
5	제어 케이블	M25
6	제어 케이블	M25

1) 녹아웃 구멍

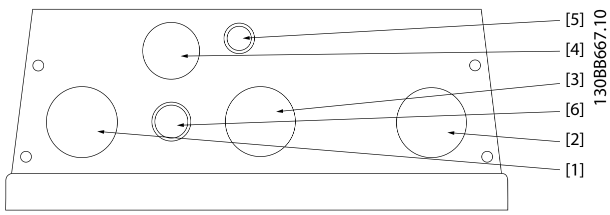
그림 8.26 외함 용량 A5, IP55 스레드 글랜드 구멍



구멍 개수 및 권장 용도		치수[1]		최근접 미터법 단위
		UL [in]	[mm]	
1	주전원	1	34.7	M32
2	모터	1	34.7	M32
3	제동/부하 공유	1	34.7	M32
4	제어 케이블	1	34.7	M32
5	제어 케이블	1/2	22.5	M20

1) 오차 ±0.2 mm

그림 8.27 외함 용량 B1, IP21

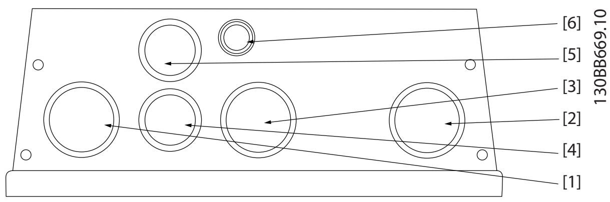


구멍 개수 및 권장 용도		치수[1]		최근접 미터법 단위
		UL [in]	[mm]	
1	주전원	1	34.7	M32
2	모터	1	34.7	M32
3	제동/부하 공유	1	34.7	M32
4	제어 케이블	3/4	28.4	M25
5	제어 케이블	1/2	22.5	M20
5	제어 케이블[2]	1/2	22.5	M20

1) 오차 ±0.2 mm
2) 녹아웃 구멍

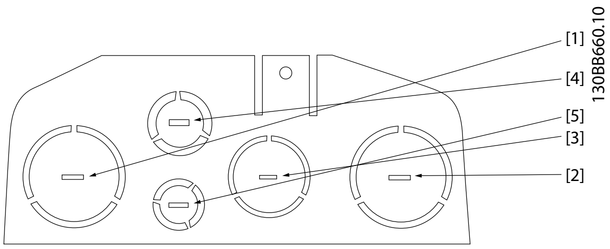
그림 8.28 외함 용량 B1, IP55

8



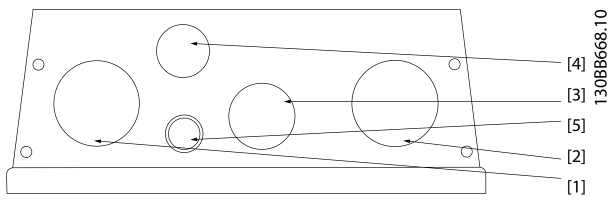
구멍 개수 및 권장 용도		최근접 미터법 단위
1	주전원	M32
2	모터	M32
3	제동/부하 공유	M32
4	제어 케이블	M25
5	제어 케이블	M25
6	제어 케이블	22.5 mm1)
1) 녹아웃 구멍		

그림 8.29 외함 용량 B1, IP55 스레드 글랜드 구멍



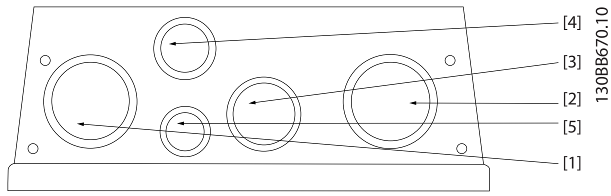
구멍 개수 및 권장 용도		치수1)		최근접 미터법 단위
		UL [in]	[mm]	
1	주전원	1 1/4	44.2	M40
2	모터	1 1/4	44.2	M40
3	제동/부하 공유 2)	1	34.7	M32
4	제어 케이블	3/4	28.4	M25
5	제어 케이블	1/2	22.5	M20
1) 오차 ±0.2 mm 2) 주전원 차단부가 있는 S2 제품의 주전원.				

그림 8.30 외함 용량 B2, IP21



구멍 개수 및 권장 용도		치수1)		최근접 미터법 단위
		UL [in]	[mm]	
1	주전원	1 1/4	44.2	M40
2	모터	1 1/4	44.2	M40
3	제동/부하공유3)	1	34.7	M32
4	제어 케이블	3/4	28.4	M25
5	제어 케이블2)	1/2	22.5	M20
1) 오차 ±0.2 mm 2) 녹아웃 구멍 3) 주전원 차단부가 있는 S2 제품의 주전원.				

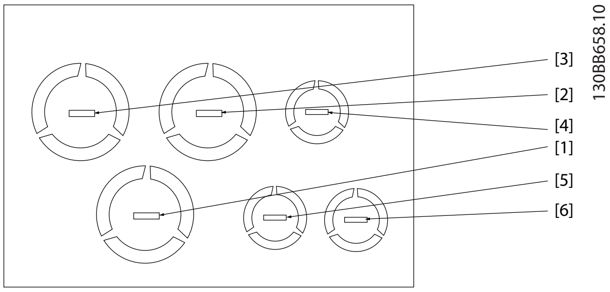
그림 8.31 외함 용량 B2, IP55



구멍 개수 및 권장 용도		최근접 미터법 단위
1)	주전원	M40
2)	모터	M40
3)	제동/부하 공유1)	M32
4)	제어 케이블	M25
5)	제어 케이블	M20
1) 주전원 차단부가 있는 S2 제품의 주전원.		

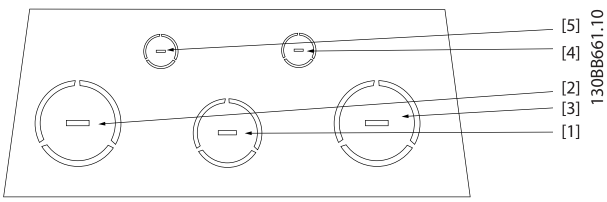
그림 8.32 외함 용량 B2, IP55 스레드 글랜드 구멍

8



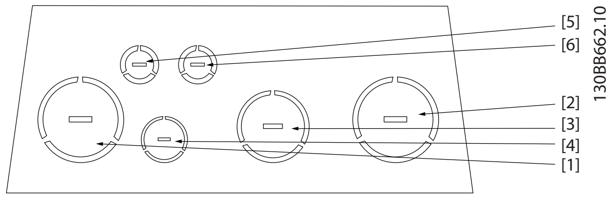
구멍 개수 및 권장 용도		치수1)		최근접 미터법 단위
		UL [in]	[mm]	
1	주전원	1	34.7	M32
2	모터	1	34.7	M32
3	제동/부하 공유	1	34.7	M32
4	제어 케이블	1/2	22.5	M20
5	제어 케이블	1/2	22.5	M20
6	제어 케이블	1/2	22.5	M20
1) 오차 ±0.2 mm				

그림 8.33 외함 용량 B3, IP21



구멍 개수 및 권장 용도		치수1)		최근접 미터법 단위
		UL [in]	[mm]	
1	주전원	2	63.3	M63
2	모터	2	63.3	M63
3	제동/부하 공유	1 1/2	50.2	M50
4	제어 케이블	3/4	28.4	M25
5	제어 케이블	1/2	22.5	M20
1) 오차 ±0.2 mm				

그림 8.34 외함 용량 C1, IP21



구멍 개수 및 권장 용도		치수1)		최근접 미터법 단위
		UL [in]	[mm]	
1	주전원	2	63.3	M63
2	모터	2	63.3	M63
3	제동/부하 공유	1 1/2	50.2	M50
4	제어 케이블	3/4	28.4	M25
5	제어 케이블	1/2	22.5	M20
6	제어 케이블	1/2	22.5	M20
1) 오차 ±0.2 mm				

그림 8.35 외함 용량 C2, IP21

8

인덱스

R

S

U

V

가

강

개

고

공

과

관

구

규

모

무

발

방

배

백

밸

벽

변

보

부

비

사

상

색

설

센

소

속

수

스

슬

습

시

실

써

아

안

알

약

어

에

여

역

옆

예

온

옵

외

용

원

위

유

응

의

인

입

자

장

재

저

전

절

접

정

제

조

주

준

중

증

지

직

진

차

청

초

출

충

치

캐

케

코

콘

텍

텔

토

통

트

파

팬

펄

펌

페

폐

폭

풍

퓨

프

플

피

필

현

환

회

효

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

130R0337 MG20N639 09/2014