MAKING MODERN LIVING POSSIBLE

설계 지침서

VLT® HVAC FC 102

1.1-90 kW

www.danfoss.com/
drives

VLT®
THE REAL DRIVE

차례

1 본 설계 지침서 이용 방법 6

2 VLT® HVAC Drive 소개 10

2.1 안전 10

2.2 CE 라벨 11

2.3 습도 12

2.4 극한 환경 12

2.5 진동 및 충격 13

2.6 안전 토오크 정지 13

2.7 이점 19

2.8 제어 구조 33

2.9 EMC의 일반적 측면 41

2.10 갈바닉 절연 (PELV) 46

2.11 접지 누설 전류 46

2.12 제동 기능 47

2.13 극한 운전 조건 49

3 선정 52

3.1 옵션 및 액세서리 52

3.1.1 슬롯 B에 옵션 모듈 장착 52

3.1.2 일반용 I/O 모듈 MCB 101 52

3.1.3 디지털 입력 - 단자 X30/1-4 53

3.1.4 아날로그 전압 입력 - 단자 X30/10-12 53

3.1.5 디지털 출력 - 단자 X30/5-7 53

3.1.6 아날로그 출력 - 단자 X30/5+8 53

3.1.7 릴레이 옵션 MCB 105 54

3.1.8 24V 백업 옵션 MCB 107 (옵션 D) 56

3.1.9 아날로그 I/O 옵션 MCB 109 57

3.1.10 PTC 써미스터 카드 MCB 112 59

3.1.11 센서 입력 옵션 MCB 114 61

3.1.11.1 발주 코드 번호 및 배송 부품 61

3.1.11.2 전기적 및 기계적 사양 61

3.1.11.3 전기 배선 62

3.1.12 LCP용 원격 설치 키트 62

3.1.13 IP21/IP41/ TYPE1 외함 키트 63

3.1.14 IP21/Type 1 외함 키트 63

3.1.15 출력 필터 65

4 발주 방법 66

4.1 발주 양식 66

 Danfoss A/S © 개정 06/2014 All rights reserved.

4.2 발주 번호 69

5 기계적인 설치 79

5.1 기계적인 설치 79

5.1.1 기계적인 설치 시 안전 규정 79

5.1.2 외형 치수표 80

5.1.3 액세서리 백 82

5.1.4 기계적인 장착 83

5.1.5 현장 설치 84

6 전기적인 설치 85

6.1 연결부 - 외함 유형 A, B 및 C 85

6.1.1 토오크 85

6.1.2 추가 케이블의 녹아웃 제거 86

6.1.3 주전원 연결 및 접지 86

6.1.4 모터 연결부 88

6.1.5 릴레이 연결 95

6.2 퓨즈 및 회로 차단기 96

6.2.1 퓨즈 96

6.2.2 권장 사항 96

6.2.3 CE 준수 97

6.2.4 퓨즈 표 97

6.3 단로기 및 콘택터 105

6.4 추가 모터 정보 106

6.4.1 모터 케이블 106

6.4.2 모터 써멀 보호 106

6.4.3 모터의 병렬 연결 106

6.4.4 모터 회전 방향 108

6.4.5 모터 절연 108

6.4.6 모터 베어링 전류 109

6.5 제어 케이블 및 단자 109

6.5.1 제어 단자 덮개 109

6.5.2 제어 케이블 배선 109

6.5.3 제어 단자 110

6.5.4 S201, S202 및 S801 스위치 111

6.5.5 전기적인 설치, 제어 단자 111

6.5.6 기본 배선의 예 112

6.5.7 전기적인 설치, 제어 케이블 113

6.5.8 릴레이 출력 114

6.6 추가적인 연결 115

6.6.1 직류 버스통신 연결 115

 Danfoss A/S © 개정 06/2014 All rights reserved.

6.6.2 부하 공유 115
6.6.3 제동 케이블 설치 115
6.6.4 PC를 주파수 변환기에 연결하는 방법 115
6.6.5 PC 소프트웨어 116
6.6.6 MCT 31 116
6.7 안전 116
6.7.1 고전압 시험 116
6.7.2 접지 116
6.7.3 안전 접지 연결 117
6.7.4 ADN-호환 설치 117
6.8 EMC 규정에 따른 설치 117
6.8.1 전기적인 설치 - EMC 주의 사항 117
6.8.2 EMC 규정에 따른 케이블 사용 119
6.8.3 차폐 제어 케이블 접지 120
6.8.4 RFI 스위치 120
6.9 잔류 전류 장치 120
6.10 최종 셋업 및 시험 121
7 적용 예 123
7.1 적용 예 123
7.1.1 기동/정지 123
7.1.2 펄스 기동/정지 123
7.1.3 가변 저항 지령 124
7.1.4 자동 모터 최적화 (AMA) 124
7.1.5 스마트 로직 컨트롤러 124
7.1.6 스마트 로직 컨트롤러 프로그래밍 125
7.1.7 SLC 적용 예 126
7.1.8 캐스케이드 컨트롤러 128
7.1.9 리드 펌프 절체를 통한 펌프 스테이징 129
7.1.10 시스템 상태 및 운전 129
7.1.11 고정 가변 속도 펌프 배선 다이어그램 129
7.1.12 리드 펌프 절체 배선 다이어그램 130
7.1.13 캐스케이드 컨트롤러 배선 다이어그램 131
7.1.14 기동/정지 조건 131
8 설치 및 셋업 132
8.1 설치 및 셋업 132
8.2 FC 프로토콜 개요 134
8.3 네트워크 구성 134
8.4 FC 프로토콜 메시지 프레임 구조 134
8.4.1 문자 용량(바이트) 134

 Danfoss A/S © 개정 06/2014 All rights reserved.

8.4.2 텔레그램 구조 134
8.4.3 텔레그램 길이(LGE) 135
8.4.4 주파수 변환기 주소(ADR) 135
8.4.5 데이터 제어 바이트(BCC) 135
8.4.6 데이터 필드 136
8.4.7 PKE 필드 137
8.4.8 파라미터 번호(PNU) 137
8.4.9 색인(IND) 137
8.4.10 파라미터 값(PWE) 137
8.4.11 주파수 변환기가 지원하는 데이터 유형 138
8.4.12 변환 138
8.4.13 프로세스 워드(PCD) 138
8.5 예시 139
8.5.1 파라미터 값 쓰기 139
8.5.2 파라미터 값 읽기 139
8.6 Modbus RTU 개요 139
8.6.1 가정 139
8.6.2 사용자가 사전에 반드시 알고 있어야 할 사항 139
8.6.3 Modbus RTU 개요 139
8.6.4 Modbus RTU가 있는 주파수 변환기 140
8.7 네트워크 구성 140
8.8 Modbus RTU 메시지 프레임 구조 140
8.8.1 Modbus RTU가 있는 주파수 변환기 140
8.8.2 Modbus RTU 메시지 구조 141
8.8.3 시작/정지 필드 141
8.8.4 주소 필드 141
8.8.5 기능 필드 141
8.8.6 데이터 필드 141
8.8.7 CRC 검사 필드 142
8.8.8 코일 레지스터 주소 지정 142
8.8.9 주파수 변환기 제어 방법 143
8.8.10 Modbus RTU에서 지원하는 기능 코드 143
8.8.11 Modbus 예외 코드 144
8.9 파라미터 액세스 방법 144
8.9.1 파라미터 처리 144
8.9.2 데이터 보관 144
8.9.3 IND 144
8.9.4 텍스트 블록 144
8.9.5 변환 인수 144

 Danfoss A/S © 개정 06/2014 All rights reserved.

8.9.6 파라미터 값 145
8.10 예시 145
8.10.1 코일 상태 읽기(01 HEX) 145
8.10.2 단일 코일 강제/쓰기(05 HEX) 145
8.10.3 다중 코일 강제/쓰기(0F HEX) 146
8.10.4 고정 레지스터 읽기(03 HEX) 146
8.10.5 프리셋 단일 레지스터(06 HEX) 147
8.10.6 다중 레지스터 프리셋(10 HEX) 147
8.11 댄포스 FC 제어 프로필 148
8.11.1 FC 프로필에 따른 제어 워드(*8-10 제어 프로필* = FC 프로필) 148
8.11.2 FC 프로필에 따른 상태 워드(STW) (*8-10 제어 프로필* = FC 프로필) 149
8.11.3 버스통신 속도 지령 값 150
9 일반사양 및 고장수리 151
9.1 주전원 공급표 151
9.2 일반사양 160
9.3 효율 164
9.4 청각적 소음 164
9.5 모터의 피크 전압 165
9.6 특수 조건 169
9.6.1 용량 감소가 필요한 경우 169
9.6.2 주위 온도에 따른 용량 감소 169
9.6.3 주위 온도에 따른 용량 감소, 외함 유형 A 169
9.6.4 주위 온도에 따른 용량 감소, 외함 유형 B 170
9.6.5 주위 온도에 따른 용량 감소, 외함 유형 C 171
9.6.6 성능 보장을 위한 자동 최적화 173
9.6.7 저기압에 따른 용량 감소 173
9.6.8 저속 운전에 따른 용량 감소 173
9.7 고장수리 174
9.7.1 알람 워드 178
9.7.2 경고 워드 179
9.7.3 확장형 상태 워드 180
인덱스 187

 Danfoss A/S © 개정 06/2014 All rights reserved.

1

1 본 설계 지침서 이용 방법

VLT® HVAC Drive
FC 102 시리즈

이 지침서는 소프트웨어 버전 3.9x의 모든 VLT® HVAC Drive 주파수 변환기에 사용할 수 있습니다.
실제 소프트웨어 버전은 다음에서 확인하실 수 있습니다:
15-43 소프트웨어 버전.

표 1.1 소프트웨어 버전

본 인쇄물에는 댄포스의 소유권 정보가 포함되어 있습니다. 본 설명서를 수용하거나 사용함과 동시에 사용자는 여기에 포함된 정보를 댄포스의 운전 장비나 타사의 장비(직렬 통신 링크를 통해 댄포스 장비와 통신하도록 되어 있는 장비에 한함)에만 사용하는 것으로 간주됩니다. 본 인쇄물은 덴마크 및 대부분 기타 국가의 저작권법의 보호를 받습니다.
댄포스는 본 설명서에서 제공된 지침에 따라 생산된 소프트웨어 프로그램이 모든 물리적, 하드웨어 또는 소프트웨어 환경에서 올바르게 작동한다고 보증하지 않습니다.
댄포스에서 본 설명서의 내용을 시험하고 검토하였으나 댄포스는 본 문서(품질, 성능 또는 특정 목적에 대한 적합성이 포함됨)에 대한 어떠한 명시적 또는 묵시적 보증이나 표현을 하지 않습니다.
댄포스는 본 설명서에 포함된 정보의 사용 및 사용할 수 없음으로 인한 직접, 간접, 특별, 부수적 또는 파생적 손해에 대하여 어떠한 경우에도 책임을 지지 않으며, 이는 그와 같은 손해의 가능성을 사전에 알고 있던 경우에도 마찬가지입니다. 특히 댄포스는 어떠한 비용(이익 또는 수익 손실, 장비 손실 또는 손상, 컴퓨터 프로그램 손실, 데이터 손실, 이에 대한 대체 비용 또는 타사에 의한 청구의 결과로 발생한 비용이 포함되며 이에 국한되지 않음)에 대하여 책임을 지지 않습니다.
댄포스는 언제든지 사전 고지 없이 본 인쇄물을 개정하고 본 인쇄물의 내용을 변경할 권리를 소유하고 있으며 사용자에게 이러한 개정 또는 변경을 사전에 고지하거나 표현할 의무가 없습니다.

- *설계 지침서*에는 주파수 변환기와 사용자 설계 및 응용에 관한 모든 기술 정보가 수록되어 있습니다.
- *프로그래밍 지침서*는 프로그래밍 방법에 관한 정보와 자세한 파라미터 설명을 제공합니다.
- *적용 지침, 온도에 따른 용량감소 지침서*
- *MCT 10 셋업 소프트웨어 사용 설명서*를 통해 사용자가 Windows™ 기반 PC 환경에서 주파수 변환기를 구성할 수 있습니다.
- 댄포스 VLT® Energy Box 소프트웨어: *www.danfoss.com/BusinessAreas/DrivesSolutions 방문* 그리고 나서 PC Software Download(PC 소프트웨어 다운로드) 선택.
- *VLT® HVAC Drive BACnet, 사용 설명서.*
- *VLT® HVAC Drive Metasys, 사용 설명서.*
- *VLT® HVAC Drive FLN, 사용 설명서.*

댄포스 기술 자료는 현지 댄포스 영업점 또는 다음 웹사이트에서 구할 수 있습니다.
www.danfoss.com/BusinessAreas/DrivesSolutions/Documentations/Technical+Documentation.htm

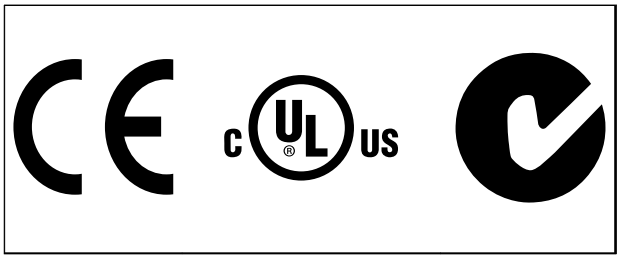


표 1.2

주파수 변환기는 UL508C 써멀 메모리 유지 요구사항을 준수합니다. 자세한 정보는 *장을 6.4.2 모터 써멀 보호*를 참조하십시오.

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.

Alternating current(교류)	AC
American wire gauge(미국 전선 규격)	AWG
Ampere(암페어)/AMP	A
Automatic Motor Adaptation(자동 모터 최적화)	AMA
Current Limit(전류 한계)	I_{LIM}
Degrees Celsius(섭씨도)	°C
Direct current(직류)	DC
Drive Dependent(인버터에 따라 다른 유형)	D-TYPE
Electro Magnetic Compatibility(전자기적합성)	EMC
Electronic Thermal Relay(전자 써멀 릴레이)	ETR
Frequency converter(주파수 변환기)	FC
Gram(그램)	g
Hertz(헤르츠)	Hz
Horsepower(마력)	hp
Kilohertz(킬로헤르츠)	kHz
Local Control Panel(현장 제어 패널)	LCP
Meter(미터)	m
Millihenry Inductance(밀리헨리 인덕턴스)	mH
Milliampere(밀리암페어)	mA
Millisecond(밀리초)	ms
Minute(분)	min
Motion Control Tool(모션컨트롤 소프트웨어)	MCT
Nanofarad(나노패럿)	nF
Newton Meters(뉴튼 미터)	Nm
Nominal motor current(모터 정격 전류)	$I_{M,N}$
Nominal motor frequency(모터 정격 주파수)	$f_{M,N}$
Nominal motor power(모터 정격 출력)	$P_{M,N}$
Nominal motor voltage(모터 정격 전압)	$U_{M,N}$
Permanent Magnet motor(영구 자석 모터)	PM motor
Protective Extra Low Voltage(방호초저전압)	PELV
Printed Circuit Board(인쇄회로기판)	PCB
Rated Inverter Output Current(인버터 정격 출력 전류)	I_{INV}
Revolutions Per Minute(분당 회전수)	RPM
Regenerative terminals(재생 단자)	Regen
Second(초)	s
Synchronous Motor Speed(동기식 모터 속도)	n_s
Torque Limit(토오크 한계)	T_{LIM}
Volts(볼트)	V
The maximum output current(최대 출력 전류)	$I_{VLT,MAX}$
The rated output current supplied by the frequency converter(주파수 변환기가 공급하는 정격 출력 전류)	$I_{VLT,N}$

표 1.3 약어

1.1.1 정의

주파수 변환기:

$I_{VLT,MAX}$
최대 출력 전류입니다.

$I_{VLT,N}$
주파수 변환기가 공급하는 정격 출력 전류입니다.

$U_{VLT,\ MAX}$
최대 출력 전압입니다.

입력:

제어 명령 LCP 또는 디지털 입력으로 연결된 모터를 기동 및 정지합니다. 기능은 두 그룹으로 구분됩니다. 그룹 1의 기능은 그룹 2의 기능에 우선합니다.	그룹 1	리셋, 코스팅 정지, 리셋 및 코스팅 정지, 순간 정지, 직류 제동, 정지 및 "Off" 키
	그룹 2	기동, 펄스 기동, 역회전, 역회전 기동, 조그 및 출력 고정

표 1.4 기능 그룹

모터:

f_{JOG}
(디지털 단자를 통해) 조그 기능이 활성화되었을 때의 모터 주파수입니다.

f_M
모터 주파수입니다.

f_{MAX}
최대 모터 주파수입니다.

f_{MIN}
최소 모터 주파수입니다.

$f_{M,N}$
모터 정격 주파수(모터 명판)입니다.

I_M
모터 전류입니다.

$I_{M,N}$
모터 정격 전류(모터 명판)입니다.

$n_{M,N}$
모터 정격 회전수(모터 명판)입니다.

$P_{M,N}$
모터 정격 출력(모터 명판)입니다.

$T_{M,N}$
모터 정격 토오크입니다.

U_M
순간 모터 전압입니다.

$U_{M,N}$
모터 정격 전압(모터 명판)입니다.

 Danfoss A/S © 개정 06/2014 All rights reserved.

1

기동 토오크

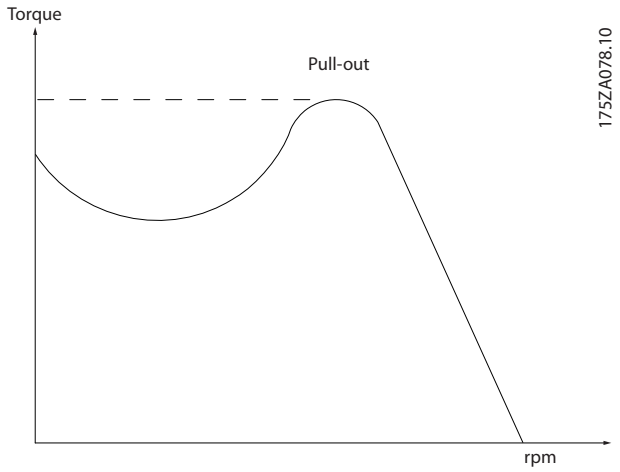


그림 1.1 기동 토오크

η_{VLT}
주파수 변환기 효율은 입력 전원 및 출력 전원 간의 비율로 정의됩니다.

기동 불가 명령
제어 명령 그룹 1에 속하는 정지 명령입니다 (*표 1.4* 참조).

정지 명령
제어 명령을 참조하십시오.

지령:

아날로그 지령
아날로그 입력 단자 53 또는 54에 전달되는 신호이며 전압 또는 전류일 수 있습니다.

버스통신 지령
직렬 통신 포트(FC 포트)에 전달되는 신호입니다.

프리셋 지령
프리셋 지령은 -100%에서 +100% 사이의 지령 범위에서 설정할 수 있는 지령입니다. 디지털 단자를 통해 8개의 프리셋 지령을 선택할 수 있습니다.

펄스 지령
디지털 입력(단자 29 또는 33)에 전달된 펄스 주파수 신호입니다.

Ref_{MAX}
100% 전체 범위 값(일반적으로 10V, 20mA)에서의 지령 입력과 결과 지령 간의 관계를 결정합니다. 최대 지령 값이며 *3-03 최대 지령*에서 설정합니다.

Ref_{MIN}
0% 값(일반적으로 0V, 0mA, 4mA)에서의 지령 입력과 결과 지령 간의 관계를 결정합니다. 최소 지령 값이며 *3-02 최소 지령*에서 설정합니다.

기타:

고급 벡터 제어

아날로그 입력
아날로그 입력은 주파수 변환기의 각종 기능을 제어하는데 사용합니다.
아날로그 입력에는 다음과 같은 두 가지 형태가 있습니다.
전류 입력, 0-20mA 및 4-20mA
전압 입력, 0-10 V DC.

아날로그 출력
아날로그 출력은 0-20mA 신호, 4-20mA 신호 또는 디지털 신호를 공급할 수 있습니다.

자동 모터 최적화, AMA
AMA 알고리즘은 정지 상태에서 연결된 모터의 전기적인 파라미터를 결정합니다.

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.

CT 특성
스크류 및 스크롤 컴프레셔에 사용되는 일정 토오크 특성입니다.

디지털 입력
디지털 입력은 주파수 변환기의 각종 기능을 제어하는데 사용할 수 있습니다.

디지털 출력
주파수 변환기는 24V DC(최대 40mA) 신호를 공급할 수 있는 두 개의 고정 상태 출력을 가지고 있습니다.

DSP
Digital Signal Processor(디지털 신호 처리 장치)의 약자입니다.

릴레이 출력
주파수 변환기는 두 개의 프로그래밍 가능한 릴레이 출력을 가지고 있습니다.

ETR
Electronic Thermal Relay(전자 써멀 릴레이)의 약자이며 실제 부하 및 시간을 기준으로 한 써멀 부하 계산입니다. 모터 온도의 측정을 그 목적으로 합니다.

GLCP
그래픽 현장 제어 패널(LCP102)

초기화
초기화가 수행되면(*14-22 운전 모드*) 주파수 변환기의 프로그래밍 가능한 파라미터가 초기 설정으로 복귀합니다.

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.

 Danfoss A/S © 개정 06/2014 All rights reserved.

LCP
현장 제어 패널(Local Control Panel)는 주파수 변환기를 제어하고 프로그래밍하기에 완벽한 인터페이스로 구성되어 있습니다. LCP는 탈부착이 가능하며 설치 키트 옵션을 사용하여 주파수 변환기에서 최대 3미터 거리(예: 전면 패널)에 설치할 수 있습니다.
LCP는 다음과 같이 2가지 버전으로 제공됩니다.

- 숫자 방식의 LCP101 (NLCP)
- 그래픽 방식의 LCP102 (GLCP)

lsb
Least significant bit(최하위 비트)의 약자입니다.

MCM
미국의 케이블 단면적 측정 단위인 Mille Circular Mil의 약자입니다. 1MCM = 0.5067 mm^2.

msb
Most significant bit(최상위 비트)의 약자입니다.

NLCP
숫자 방식의 현장 제어 패널 LCP 101

온라인/오프라인 파라미터
온라인 파라미터에 대한 변경 사항은 데이터 값이 변경되면 즉시 적용됩니다. [OK]를 눌러 오프라인 파라미터에 대한 변경 사항을 활성화합니다.

PID 제어기
PID 제어기는 변화하는 부하에 따라 출력 주파수를 자동 조정하여 속도, 압력, 온도 등을 원하는 수준으로 유지합니다.

RCD
Residual Current Device(잔류 전류 장치)의 약자입니다.

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

SFAVM
Stator Flux oriented Asynchronous Vector Modulation(고정자속 지향성 비동기식 벡터 변조)라는 스위칭 방식입니다(*14-00 스위칭 방식*).

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.

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 리셋을 실행하거나 자동으로 리셋하도록 프로그래밍하여 트립 상태를 해제할 수 있습니다. 트립은 사용자의 안전을 보장할 수 없습니다.

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 리셋하도록 프로그래밍하여 트립 상태를 해제해야만 재기동할 수 있습니다. 트립 잠금을 사용하더라도 사용자의 안전이 보장되지 않을 수 있습니다.

VT 특성
펌프와 팬에 사용되는 가변 토오크 특성입니다.

VVC^{plus}
표준 V/f(전압/주파수) 비율 제어와 비교했을 때 전압 벡터 제어(VVC^{plus})는 가변되는 속도 지령 및 토오크 부하에서 유동성과 안정성을 향상시킵니다.

60° AVM
60° Asynchronous Vector Modulation(60° 비동기식 벡터 변조)라는 스위칭 방식입니다(*14-00 스위칭 방식* 참조).

1.1.2 역률

역률은 I_1과 I_{RMS}의 관계를 나타냅니다.

$$역률 = \frac{\sqrt{3} \times U \times I1 \times COS\varphi}{\sqrt{3} \times U \times IRMS}$$

3상 제어의 역률:

$$= \frac{I1 \times cos\varphi 1}{IRMS} = \frac{I1}{IRMS} \; since \; cos\varphi 1 = 1$$

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

$$IRMS = \sqrt{I_1^2 + I_5^2 + I_7^2 + \ldots + I_n^2}$$

또한 역률이 높으면 다른 고조파 전류는 낮아집니다.
주파수 변환기의 내장 DC 코일은 역률을 높여 주전원 공급에 가해지는 부하를 최소화합니다.

 Danfoss A/S © 개정 06/2014 All rights reserved.

2 VLT® HVAC Drive 소개

2

2.1 안전

2.1.1 안전 참고사항

⚠경고

주전원이 연결되어 있는 경우 주파수 변환기의 전압은 항상 위험합니다. 모터, 주파수 변환기 또는 필드버스가 올바르게 설치되지 않으면 사망, 심각한 신체 상해 또는 장비 손상의 원인이 될 수 있습니다. 따라서, 이 설명서의 내용 뿐만 아니라 국내 또는 국제 안전 관련 규정을 반드시 준수해야 합니다.

안전 규정

1. 수리 작업을 수행하는 경우에는 그 전에 주파수 변환기를 주전원에서 분리합니다. 모터와 주전원 플러그를 분리하기 전에 주전원 공급이 차단되었는지 또한 충분히 시간이 경과했는지 확인합니다.
2. 주파수 변환기 LCP의 [Stop/Reset] 키로는 장비를 주전원에서 분리할 수 없으므로 안전 스위치로 사용해서는 안됩니다.
3. 관련 국제 및 국내 규정에 의거, 장비를 올바르게 보호 접지하고 공급 전압으로부터 사용자를 보호하며 과부하로부터 모터를 보호합니다.
4. 접지 누설 전류는 3.5mA보다 높습니다.
5. 모터 과부하로부터의 보호는 *1-90 모터 열 보호*에 의해 설정됩니다. 이 기능을 원하는 경우에는 *1-90 모터 열 보호*을 [ETR 트립](초기 설정값) 또는 데이터 값 [ETR 경고]로 설정합니다. 참고: 이 기능은 1.16 x 정격 모터 전류와 정격 모터 주파수에서 초기화됩니다. 북미 시장에서는 ETR 기능이 NEC에 따라 클래스 20 모터 과부하 보호 기능을 제공합니다.
6. 주파수 변환기에 주전원이 연결되어 있는 동안에는 주전원 플러그 또는 모터 플러그를 절대로 분리하지 마십시오. 모터와 주전원 플러그를 분리하기 전에 주전원 공급이 차단되었는지 또한 충분히 시간이 경과했는지 확인합니다.
7. 부하 공유(직류단 매개회로의 링크)와 외부 24V DC가 설치되어 있는 경우에 주파수 변환기에는 L1, L2, L3 이상의 전압 입력이 있다는 점에 유의하시기 바랍니다. 수리 작업을 수행하기 전에 모든 전압 입력이 차단되었는지 또한 충분히 시간이 흘렀는지 확인합니다.

고도가 높은 곳에서의 설치

⚠주의

380-500V, 외함 유형 A, B 및 C: 고도가 2km 이상인 곳에 설치할 경우에는 PELV에 대해 댄포스에 문의하십시오.
525-690V: 고도가 2km 이상인 곳에 설치할 경우에는 PELV에 대해 댄포스에 문의하십시오.

⚠경고

의도하지 않은 기동에 대한 경고

1. **주파수 변환기가 주전원에 연결되어 있는 동안에는 디지털 명령, 버스통신 명령, 지령 또는 현장 정지로 모터가 정지될 수 있습니다. 의도하지 않은 기동이 발생하지 않도록 하는 등 신체 안전을 많이 고려하는 경우에는 이와 같은 정지 기능으로도 부족합니다.**
2. **파라미터가 변경되는 동안 모터가 기동할 수도 있습니다. 결론적으로 [Reset] 키를 활성화해야만 데이터를 수정할 수 있습니다.**
3. **주파수 변환기의 전자부품에 결함이 발생하거나 공급 전원에 일시적인 과부하 또는 결함이 발생하거나 모터 연결이 끊어진 경우에는 정지된 모터가 기동할 수 있습니다.**

⚠경고

주전원으로부터 장치를 차단한 후에라도 절대로 전자부품을 만지지 마십시오. 치명적일 수 있습니다.

또한 외부 24V DC, 부하 공유(직류단) 뿐만 아니라 회생동력 백업용 모터 연결부와 같은 전압 입력이 차단되었는지 점검해야 합니다. 자세한 안전 지침은 *사용 설명서*를 참조하십시오.

 Danfoss A/S © 개정 06/2014 All rights reserved.

2.1.2 주의

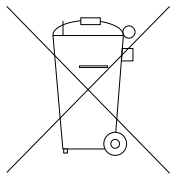
⚠경고

전원을 차단한 후에도 직류단 콘덴서에는 일정량의 전력이 남아 있습니다. 감전 위험을 피하려면 유지보수 작업을 하기 전에 주전원으로부터 를 연결 해제합니다. 주파수 변환기를 유지보수하기 전에 최소한 아래 시간 만큼 기다립니다.

전압[V]	최소 대기 시간(분)	
	4	15
200-240	1.1-3.7 kW	5.5-45 kW
380-480	1.1-7.5 kW	11-90 kW
525-600	1.1-7.5 kW	11-90 kW
525-690		11 - 90 kW
LED가 꺼져 있더라도 직류단에 고압 전력이 남아 있을 수 있으므로 주의합니다.		

표 2.1 방전 시간

2.1.3 폐기물 처리 지침



전기 부품이 포함된 장비를 일반 생활 폐기물과 함께 처리해서는 안됩니다.
해당 지역 법규 및 최신 법규에 따라 전기 및 전자장비 폐기물과 함께 분리 처리해야 합니다.

2.2 CE 라벨

2.2.1 CE 규격 및 라벨

CE 규격 및 라벨이란?
CE 라벨의 목적은 EFTA 및 EU 내에서 기술 무역의 장벽을 없애기 위함입니다. EU는 제품이 관련 EU 지침을 준수하는지 여부를 표시하는 도구로 CE 라벨을 사용하고 있습니다. CE 라벨에는 제품의 규격이나 품질에 관한 내용이 들어 있지 않습니다. 주파수 변환기는 다음과 같은 3가지 EU 규정에 따라 규제됩니다.

기기 규정(2006/42/EC)
통합 안전 기능을 갖춘 주파수 변환기는 이제 기기 규정의 적용을 받습니다. 댄포스는 이 규정에 따라 CE 라벨을 제공하고 요청 시 관련 서류를 발급해 드립니다. 안전 기능이 없는 주파수 변환기는 기기 규정의 적용을 받지 않습니다. 하지만 주파수 변환기를 기기에 사용하는 경우 당사는 주파수 변환기와 관련한 안전 정보를 제공합니다.

저전압 규정(2006/95/EC)
주파수 변환기는 1997년 1월 1일 제정된 저전압 규정에 따라 CE 라벨을 획득해야 합니다. 이 규정은 전압 범위 50-1000V AC 및 75-1500V DC를 사용하는 모든 전기 설비 및 장치에 적용됩니다. 댄포스 는 이 규정에 따라 CE 라벨을 제공하고 요청 시 관련 서류를 발급해 드립니다.

EMC 규정(2004/108/EC)
EMC는 Electromagnetic Compatibility(전자기 호환성)의 약자입니다. 전자기 호환성이 있다는 것은 여러 부품/장치 간의 상호 간섭이 장치의 작동에 영향을 주지 않음을 의미합니다.
EMC 규정은 1996년 1월 1일에 제정되었습니다. 댄포스 는 이 규정에 따라 CE 라벨을 제공하고 요청 시 관련 서류를 발급해 드립니다. EMC 규정에 맞게 설치하려면 본 *설계 지침서*를 참조하십시오. 또한 댄포스는 당사 제품에 적합한 표준을 명시하였습니다. 댄포스는 사양에 기재된 필터 뿐만 아니라 최적의 EMC 결과를 얻을 수 있도록 다양한 지원 서비스를 제공합니다.

주파수 변환기는 주로 전문가에 의해 대형 장비, 시스템 또는 설비의 구성 요소로 사용됩니다. 장비, 시스템 또는 설비의 최종 EMC 결과에 대한 책임은 설치 기술자에게 있습니다.

2.2.2 적용 범위

EU의 "*위원회 규정 2004/108/EC의 적용 지침*"에는 주파수 변환기 사용에 관한 3가지 일반적인 상황이 설명되어 있습니다.

1. 주파수 변환기가 최종 사용자에게 직접 판매된 경우입니다. 이 경우 주파수 변환기는 EMC 규정에 따라 CE 라벨을 획득한 제품이어야 합니다.
2. 주파수 변환기가 시스템의 일부로 판매된 경우입니다. 완성된 시스템(예를 들어, 냉난방 시스템)로 판매된 경우입니다. 완성된 시스템은 EMC 규정에 따라 CE 라벨을 획득해야 합니다. 제조업체는 시스템의 EMC를 시험하여 EMC 규정에 따른 CE 라벨을 획득할 수 있습니다. 시스템의 구성품은 CE 라벨을 획득하지 않아도 됩니다.
3. 주파수 변환기가 공장 설비용으로 판매된 경우입니다. 주파수 변환기는 해당 전문가가 설계 및 설치한 생산 또는 난방/공조 설비에 사용될 수 있습니다. 주파수 변환기는 EMC 규정에 따른 CE 라벨을 획득해야 합니다. 완성된 공장은 CE 라벨을 획득할 필요가 없습니다. 하지만 설비 자체는 규정의 필수 요구 사항을 준수해야 합니다. EMC 규정에 따라 CE 라벨을 획득한 장치 및 시스템을 사용하면 이러한 요구 사항을 준수할 수 있습니다.

2

2.2.3 댄포스 주파수 변환기 및 CE 라벨

CE 라벨의 목적은 EU 및 EFTA 내에서의 거래를 용이하게 하기 위함입니다.

CE 라벨은 다양한 사양에 적용될 수 있습니다. 따라서 사용된 CE 라벨이 어떤 사양을 포함하고 있는지 확인합니다.

CE 라벨에 포함된 사양이 전혀 다르면 주파수 변환기를 시스템이나 장비의 구성 요소로 사용하는 설치 전문가는 불안감을 느낄 수 있습니다.

댄포스는 주파수 변환기에 대해 저전압 규정에 따른 CE 라벨을 획득했습니다. 이는 주파수 변환기를 올바르게 설치하면 댄포스가 저전압 규정 준수를 보장함을 의미합니다. 댄포스는 저전압 규정에 따른 CE 라벨 규격을 확인할 수 있도록 관련 서류를 발급해 드립니다.

EMC 규정에 맞는 설치 및 필터링에 대한 지침을 준수하는 경우 CE 라벨은 EMC 규정에도 적용됩니다. 이에 따라 EMC 규정에 부합하는 관련 서류를 발급해 드립니다.

본 *설계 지침서*는 EMC 규정에 맞게 설치될 수 있도록 설치 지침을 제공합니다. 또한 댄포스는 적용 가능한 다른 제품에 대해서도 명시하고 있습니다.

댄포스는 고객이 최상의 EMC 결과를 얻을 수 있도록 다양한 지원 서비스를 제공합니다.

2.2.4 EMC 규정 2004/108/EC 준수

앞서 언급한 바와 같이, 주파수 변환기는 주로 전문가에 의해 대형 장비, 시스템 또는 설비의 구성 요소로 사용됩니다. 장비, 시스템 또는 설비의 최종 EMC 결과에 대한 책임은 설치 기술자에게 있습니다. 설치 기술자를 위해 댄포스는 Power Drive 시스템의 EMC 설치 지침을 제공합니다. EMC 규정에 맞는 설치 지침을 준수하면 Power Drive 시스템에 맞는 표준 및 테스트 수준도 준수하게 됩니다(참조).

2.3 습도

주파수 변환기는 50°C에서 IEC/EN 60068-2-3 표준, EN 50178 pkt. 9.4.2.2에 부합하도록 설계되었습니다.

2.4 극한 환경

주파수 변환기는 각종 기계부품과 전자부품으로 구성되어 있어 주위 환경에 큰 영향을 받습니다.

⚠주의

공기 중의 수분, 분지 또는 가스가 전자부품에 영향을 주거나 손상시킬 수 있는 장소에 주파수 변환기를 설치하지 마십시오. 필요한 보호 조치를 취하지 않으면 고장이 발생할 가능성이 높아져 주파수 변환기의 수명이 단축됩니다.

IEC 60529에 따른 보호 수준
안전 토오크 정지 기능은 IP54 이상의 보호 수준 (또는 동등한 수준의 환경)을 갖춘 제어 캐비닛에 설치 후 운영되어야 합니다. 이는 이물질로 인한 단자, 커넥터, 트랙 및 안전 관련 회로 간의 교체 결함 및 단락을 방지하기 위해 필요합니다.

수분은 대기를 통하여 주파수 변환기 내부에서 응축될 수 있으며 전자부품과 금속부품을 부식시킬 수 있습니다. 수증기, 유분, 염분 등도 전자부품과 금속부품을 부식시킬 수 있습니다. 이러한 환경에서는 외함 등급 IP 54/55를 갖춘 장비를 사용합니다. 추가 보호 조치로서, 코팅된 회로기판을 옵션으로 주문할 수 있습니다.

먼지와 같은 공기 중의 분진은 주파수 변환기의 기계부품, 전자부품의 결함 또는 과열 등을 유발할 수 있습니다. 공기 중에 분진이 많은 장소에서 주파수 변환기를 사용하면 대체로 팬 주변에 분진이 많이 모여 팬이 고장날 수 있습니다. 분진이 매우 많은 환경에서는 외함 등급 IP 54/55 또는 IP 00/IP 20/TYPE 1 장비용 캐비닛을 갖춘 장비를 사용합니다.

고온다습한 공기 중에 황, 질소, 염소 등의 부식성 가스 성분이 많이 포함되어 있으면 주파수 변환기의 부품에 화학 반응이 일어날 수 있습니다.

이와 같은 화학 반응은 전자부품을 급속히 손상시킵니다. 이런 환경에 주파수 변환기를 설치해야 하는 경우 반드시 외함 내부에 설치하고 주파수 변환기 내부에 신선한 공기를 공급하여 부식성 가스가 침투하는 것을 방지합니다.
또한 추가 보호 조치로서, 코팅된 회로기판을 옵션으로 선택 주문하여 사용할 수 있습니다.

주의 사항

주파수 변환기를 극한 환경에 설치하면 주파수 변환기가 고장날 가능성이 높아지고 수명이 크게 단축됩니다.

 Danfoss A/S © 개정 06/2014 All rights reserved.

주파수 변환기를 설치하기 전에 공기 중에 수분, 분진, 가스 등이 있는지 점검합니다. 이는 해당 환경에 설치되어 있는 기존 장비를 점검하면 쉽게 확인할 수 있습니다. 일반적으로 금속부품에 수분 또는 유분이 많이 묻어 있거나 금속부품이 부식되어 있으면 공기 중에 유해한 수분이 함유되어 있음을 의미합니다.

외함과 기존 전기 설비에 분진이 많이 쌓여 있으면 공기 중에 분진이 많음을 의미합니다. 기존 설비의 동 레일과 케이블 끝이 검게 변해 있으면 공기 중에 부식성 가스가 함유되어 있음을 의미합니다.

D 및 E 외함 유형에는 스테인리스 소재의 백채널 옵션이 있어 열악한 환경에 대비해 추가적인 보호를 제공합니다. 하지만 여전히 주파수 변환기 내부 구성품에는 적절한 공조가 필요합니다. 자세한 정보는 댄포스에 문의하십시오.

2.5 진동 및 충격

주파수 변환기는 우측에 제시된 표준 절차에 따라 검사되었습니다.

- IEC/EN 60068-2-6: 진동(사인 곡선) - 1970
- IEC/EN 60068-2-64: 진동, 광대역 임의

주파수 변환기는 현장의 벽면과 지면에 설치된 장치나 벽면 또는 지면에 볼트로 연결된 패널에 설치할 수 있습니다.

2.6 안전 토오크 정지

FC 102는 안전 토오크 정지(STO, EN IEC 61800-5-2에 규정[1]) 또는 *정지 부문 0*(EN 60204-1에 규정[2])과 같은 안전 기능을 수행할 수 있습니다.
안전 토오크 정지 기능과 안전 수준이 알맞고 충분한지 여부를 판단하기 위해서는 설비에 안전 토오크 정지 기능을 통합하고 사용하기 전에 전반적인 설비의 위험도 분석을 수행해야 합니다. 이는 다음에 의거, 설계되고 인증되었습니다.

- EN ISO 13849-1의 부문 3
- EN ISO 13849-1:2008의 성능 레벨 "d"
- IEC 61508 및 EN 61800-5-2의 SIL 2 성능
- EN 62061의 SILCL 2

1) 안전 토오크 정지(STO) 기능의 세부정보는 EN IEC 61800-5-2를 참조하십시오.
2) 정지 부문 0 및 1의 세부정보는 EN IEC 60204-1을 참조하십시오.

안전 토오크 정지의 활성화 및 종단
안전 토오크 정지(STO) 기능은 안전 인버터의 단자 37에서 전압을 제거하여 활성화됩니다. 안전 인버터를 안전 지연을 제공하는 외부 안전 장치에 연결하여, 안전 토오크 정지 부문 1에 의거, 설치할 수 있습니다. FC 102의 안전 토오크 정지 기능은 비동기식, 동기식 및 영구자석 모터에 모두 사용할 수 있습니다. *장을 2.6.1 단자 37 안전 토오크 정지 기능*의 예를 참조하십시오.

⚠경고

안전 토오크 정지(STO)를 설치한 후에는 *안전 토오크 정지 작동 시험* 편에 명시된 작동 시험을 수행해야 합니다. 작동 시험 통과는 첫 번째 설치 후와 안전 설비를 변경할 때마다 그 후에 필수 조건입니다.

안전 토오크 정지 기술 자료
다음 값은 각기 다른 유형의 안전 수준과 관련되어 있습니다.

T37의 반응 시간
- 최대 반응 시간: 20 ms

반응 시간 = STO 입력 전원 차단과 출력 브릿지 전원 차단 간의 지연

EN ISO 13849-1 관련 데이터
- 성능 수준 "d"
- $MTTF_d$ (평균 고장 간격 시간): 14000년
- DC (진단 범위): 90%
- 부문 3
- 수명 20년

EN IEC 62061, EN IEC 61508, EN IEC 61800-5-2 관련 데이터
- SIL 2 성능, SILCL 2
- PFH (시간당 고장율) = 1E-10/h
- SFF (안전고장분) > 99%
- HFT (하드웨어 결함 허용 오차) = 0 (1001 구조)
- 수명 20년

EN IEC 61508 낮은 요구사항 관련 데이터
- 1년 검증 시험 관련 PFDavg: 1E-10
- 3년 검증 시험 관련 PFDavg: 1E-10
- 5년 검증 시험 관련 PFDavg: 1E-10

STO 기능의 유지보수가 필요 없습니다.

보안 조치를 취합니다. 예를 들어, 숙련된 기사만 밀폐 캐비닛에 접근하여 설치할 수 있게 해야 합니다.

 Danfoss A/S © 개정 06/2014 All rights reserved.

2

SISTEMA 데이터

댄포스는 IFA(Institute for Occupational Safety and Health of the German Social Accident Insurance)의 SISTEMA 계산 도구와 함께 사용할 수 있도록 데이터 라이브러리를 통해 기능 안전 데이터를 제공하며 수동 계산을 위한 데이터 또한 제공합니다. 라이브러리는 지속적으로 업데이트됩니다.

약어	FF	설명
부문	EN ISO 13849-1	부문, "B, 1-4" 수준
FIT		Failure In Time(고장 시간): 1E-9시간
HFT	IEC 61508	Hardware Fault Tolerance(하드웨어 결함 허용 오차): HFT = n은 n+1 결함이 안전 기능 고장을 유발할 수 있음을 의미합니다.
MTTFd	EN ISO 13849-1	Mean Time To Failure - dangerous(평균 고장 간격 시간). 단위: 년
PFH	IEC 61508	Probability of Dangerous Failures per Hour(시간당 고장율). 운전 요구가 많거나 (1년에 1회 이상) 운전 지속 모드에서 안전 장치가 운전되는 경우 이 값을 고려해야 하며 이때 안전 관련 시스템의 운전 요구 주기가 1년에 1회 이상입니다.
PFD	IEC 61508	요구에 따른 평균 고장율, 요구가 적은 운전에 사용된 값
PL	EN ISO 13849-1	예측 가능한 조건 하에서 안전 기능을 수행하도록 제어 시스템의 안전 관련 부품의 성능을 지정하는데 사용되는 이산 수준. a-e 수준
SFF	IEC 61508	안전고장분 [%] ; 안전 기능 또는 모든 고장과 관련된 하위 시스템의 안전 고장 및 위험 감지 고장 백분율.
SIL	IEC 61508	Safety Integrity Level(안전 무결성 수준)
STO	EN 61800-5-2	안전 토오크 정지
SS1	EN 61800 -5-2	안전 정지 1

표 2.2 기능 안전 관련 약어

2.6.1 단자 37 안전 토오크 정지 기능

FC 102는 제어 단자 37을 통해 안전 토오크 정지 기능을 사용할 수 있습니다. 안전 토오크 정지는 주파수 변환기 출력 단계의 전원부 반도체의 제어 전압을 비활성화하여 모터를 회전하는 데 필요한 전압이 생성되는 것을 방지합니다. 안전 토오크 정지(T37)가 활성화되면 주파수 변환기에서 알람이 발생하고 유닛이 트립되며 모터가 코스팅 정지됩니다. 수동 재기동이 필요합니다. 안전 토오크 정지 기능은 비상 정지 상황에서 주파수 변환기를 정지하는 데 사용할 수 있습니다. 안전 토오크 정지가 필요 없는 정상 운전 모드에서는 안전 토오크 정지 대신 주파수 변환기의 일반 정지 기능을 사용합니다. 자동 재기동을 사용하는 경우, ISO 12100-2 5.3.2.5절에 따른 요구사항을 충족해야 합니다.

책임 조건

안전 토오크 정지 기능 설치 및 운전에 있어 다음 사항을 준수하는 것은 사용자의 책임입니다.

- 건강 및 안전/사고 방지와 관련된 안전 규정의 숙지 및 이해
- 본 설명서 및 설계 지침서에 수록된 일반 지침 및 안전 지침의 이해
- 특정 어플리케이션에 적용할 수 있는 일반 표준 및 안전 표준의 숙지

표준

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

IEC 60204-1: 2005 부문 0 - 비제어 정지

IEC 61508: 1998 SIL2

IEC 61800-5-2: 2007 - 안전 토오크 정지 (STO) 기능

IEC 62061: 2005 SIL CL2

ISO 13849-1: 2006 부문 3 PL d

ISO 14118: 2000 (EN 1037) - 예기치 않은 기동 방지

*사용 설명서*의 정보 및 지침만으로는 안전 토오크 정지 기능을 올바르고 안전하게 사용할 수 없습니다. 해당 *설계 지침서*의 관련 정보 및 지침을 반드시 준수해야 합니다.

보호 조치

- 자격이 있고 숙련된 사람만 안전 엔지니어링 시스템을 설치 및 실행할 수 있습니다.
- 유닛은 반드시 IP54 외함 또는 그와 동등한 환경에 설치해야 합니다. 특수 어플리케이션에서는 보다 높은 IP 등급이 필요할 수 있습니다.
- 단자 37과 외부 안전 장치 간의 케이블은 ISO 13849-2 표 D.4에 따라 보호 단락되어야 합니다.
- 외부 힘에 의해 모터 축이 영향을 받는 경우(예컨대, 일시 정지된 부하), 위험 요인을 제거하기 위해 추가적인 조치(예컨대, 안전 유지 제동)가 필요합니다.

 Danfoss A/S © 개정 06/2014 All rights reserved.

안전 토오크 정지 설치 및 셋업

⚠경고

안전 토오크 정지 기능!

안전 토오크 정지 기능은 주파수 변환기 또는 보조 회로에서 주전원 전압을 분리하지 않습니다. 주전원 전압 공급을 분리하고 본 설명서의 안전 관련 절에 수록된 시간 동안 기다린 후에 주파수 변환기나 모터의 전기 부품 관련 작업을 수행해야 합니다. 유닛에서 주전원 전압 공급을 분리하지도 못하고 지정된 시간 동안 기다리지도 못하면 사망 또는 중상으로 이어질 수 있습니다.

- 안전 토오크 정지 기능을 사용한 주파수 변환기 정지는 권장하지 않습니다. 구동 중인 주파수 변환기가 이 기능을 통해 정지되면 유닛이 트립되고 코스팅 정지됩니다. 위험을 야기하는 등 이 기능을 사용할 수 없는 경우에는 이 기능을 사용하기 전에 적절한 정지 모드를 사용하여 주파수 변환기와 장비를 정지시켜야 합니다. 어플리케이션에 따라 기계식 제동 장치가 필요할 수 있습니다.
- 여러 개의 IGBT 전원 반도체에 결함이 있어 동기식 및 영구 자석 모터를 갖춘 주파수 변환기의 사용을 고려하는 경우: 안전 토오크 정지 기능을 활성화하더라도 주파수 변환기 시스템이 최대 180/p도까지 모터 축을 회전시키는 정렬 토오크를 발생시킬 수 있습니다. 여기서 p는 극의 짝수를 의미합니다.
- 이 기능은 주파수 변환기 시스템이나 영향을 받은 장비의 일부에 대해 기계적인 작업을 수행하는 데 적합합니다. 이 기능은 전기적 안전성을 제공하지 않습니다. 이 기능을 주파수 변환기를 기동 및/또는 정지하기 위한 제어부로 사용해서는 안됩니다.

다음과 같은 요구사항을 충족하여 주파수 변환기를 안전하게 설치합니다.

1. 제어 단자 37과 12 또는 13 사이의 점퍼 와이어를 분리합니다. 점퍼를 절단하거나 차단하는 것만으로는 단락을 피할 수 없습니다. (*그림 2.1*의 점퍼 참조)
2. NO 안전 기능(반드시 안전 장치 관련 지침을 준수해야 함)을 통해 외부 안전 감시 릴레이를 단자 37(안전 토오크 정지)과 단자 12 또는 13(24V DC)에 연결합니다. 안전 감시 릴레이는 부문 3 / PL “d” (ISO 13849-1) 또는 SIL 2 (EN 62061)를 준수해야 합니다.

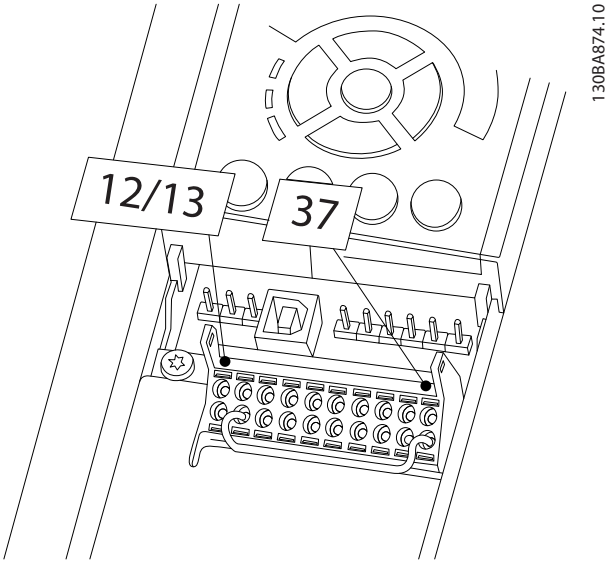


그림 2.1 단자 12/13(24V)과 37 간의 점퍼

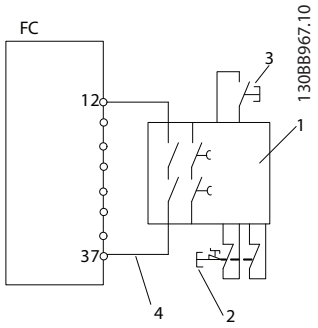


그림 2.2 안전 부문 3/PL “d” (ISO 13849-1) 또는 SIL 2 (EN 62061)에 따라 정지 부문 0 (EN 60204-1)을 준수하는 설치

1	안전 릴레이 (부문 3, PL d 또는 SIL2
2	비상 정지 버튼
3	리셋 버튼
4	단락 보호 케이블(설치 IP54 외함 내부에 있는 경우 제외)

표 2.3 *그림 2.2*에 대한 범례

 Danfoss A/S © 개정 06/2014 All rights reserved.

2

안전 토오크 정지 작동 시험
설치 이후 최초로 운전하기 전에 안전 토오크 정지의 사용이 가능한 설비의 작동 시험을 수행합니다. 그리고 설비가 변경될 때마다 시험을 수행합니다.

STO를 사용하는 예
안전 릴레이는 비상 정지 버튼 신호를 평가하고 비상 정지 버튼이 활성화되는 경우, 주파수 변환기의 STO 기능을 작동합니다(*그림 2.3* 참조). 이 안전 기능은 IEC 60204-1에 따른 부문 0 정지(제어되지 않은 정지)에 해당합니다. 운전하는 동안 이 기능이 작동하면 모터는 제어되지 않는 방식으로 런다운됩니다. 모터에 연결된 전원이 안전하게 제거되어 더 이상 움직일 수 없게 합니다. 정지 시 공장을 감시할 필요는 없습니다. 외부적인 힘의 효과가 적용되는 경우, 잠재적인 움직임을 안전하게 방지하기 위해 추가적인 조치(예를 들어, 기계 제동 장치)를 제공합니다.

주의 사항

안전 토오크 정지 기능이 있는 모든 어플리케이션의 경우 T37에 연결된 배선의 단락 회로를 제외할 수 있다는 점이 중요합니다. 보호 배선(차폐 또는 격리)을 통해 EN ISO 13849-2 D4의 설명에 따라 단락 회로를 제외시킬 수 있습니다.

SS1을 사용하는 예
SS1은 IEC 60204-1에 따른 제어 정지, 정지 부문 1에 해당합니다(*그림 2.4* 참조). 안전 기능을 활성화할 때 정상적인 제어 정지가 수행됩니다. 단자 27을 통해 이러한 활성화가 가능합니다. 외부 안전 모듈의 안전 지연 시간이 만료된 후에 STO가 작동하고 단자 37이 낮음으로 설정됩니다. 주파수 변환기의 구성에 따라 감속이 수행됩니다. 안전 지연 시간 이후에 주파수 변환기가 정지하지 않으면 STO가 활성화되어 주파수 변환기가 코스팅 정지됩니다.

주의 사항

SS1 기능을 사용할 때 안전과 관련하여 주파수 변환기의 제동 가감속이 감시되지 않습니다.

부문 4/PL e 어플리케이션을 사용하는 예
안전 제어 시스템의 설계에 따라 부문 4/PL e를 충족하기 위해서는 STO 기능에 2개의 채널(하나는 안전 토오크 정지 T37 (STO)에 의해 구현되고 다른 하나는 콘택터에 의해 구현됨)이 필요하고 이 두 채널은 주파수 변환기 입력이나 출력 전원 회로에 연결할 수 있으며 안전 릴레이에 의해 제어됩니다(*그림 2.5* 참조). 콘택터는 보조 가이드 접점을 통해 감시되어야 하고 안전 릴레이의 리셋 입력에 연결되어야 합니다.

안전 토오크 정지 입력(하나의 안전 릴레이)의 병렬화
하나의 안전 릴레이를 통해 동일한 제어 라인에서 여러 주파수 변환기를 제어해야 하는 경우, 안전 토오크 정지 입력 T37(STO) 이 직접 연결될 수 있습니다(*그림 2.6* 참조). 입력을 연결하면 주파수 변환기 1대의 고장이 모든 주파수 변환기에 영향을 줄 수 있으므로 안전하지 않은 방향으로 고장이 발생할 확률이 증가합니다. T37의 고장 확률이 매우 낮으므로 결과 확률은 여전히 SIL2의 요구사항을 충족합니다.

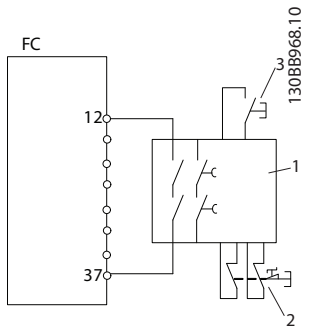


그림 2.3 STO 예

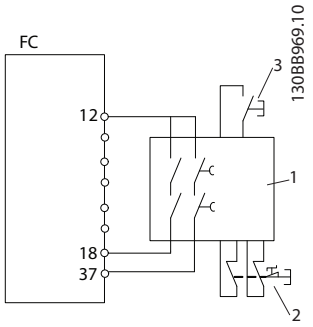


그림 2.4 SS1 예

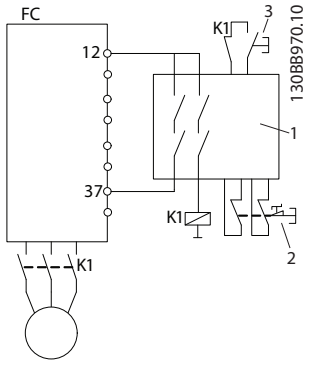


그림 2.5 STO 부문 4 예

 Danfoss A/S © 개정 06/2014 All rights reserved.

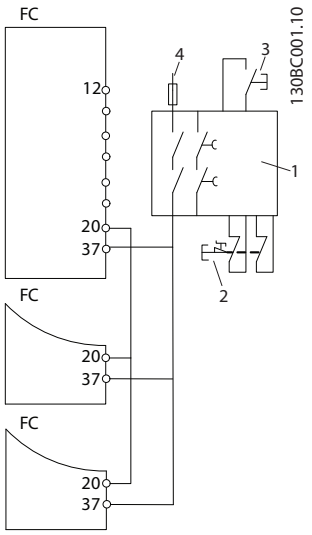


그림 2.6 여러 주파수 변환기의 병렬화 예

1	안전 릴레이
2	비상 정지 버튼
3	리셋 버튼
4	24 V DC

표 2.4 *그림 2.3 ~ 그림 2.6*에 대한 범례

⚠경고

안전 토오크 정지를 활성화(즉, 단자 37에서 24V DC 전압 공급을 차단)하더라도 전기적으로 안전하지는 않습니다. 따라서 안전 토오크 정지 기능 자체는 EN 60204-1에서 규정된 대로 비상 정지 기능을 구현하기에 충분하지 않습니다. 비상 정지에는 추가적인 콘택터로 주전원을 차단하는 등 전기적인 절연 조치가 필요합니다.

1. 단자 37에서 24V DC 전압 공급을 차단하여 안전 토오크 정지 기능을 활성화합니다.
2. 안전 토오크 정지가 활성화(즉, 응답 시간 후)되면 주파수 변환기가 코스팅됩니다(모터의 회전 필드 생성이 중단됩니다). 주파수 변환기가 최적 성능을 발휘하는 경우 응답 시간이 10밀리초 미만입니다.

주파수 변환기는 (EN ISO 13849-1에 따른 부문 3 PL d 및 EN 62061에 따른 SIL 2에 의거) 내부 결함으로 인해 회전 필드 생성이 다시 시작되지 않음을 보증합니다. 안전 토오크 정지 활성화 후 주파수 변환기는 안전 토오크 정지가 활성화되었다는 문자를 표시합니다. 관련 도움말에는 "Safe Torque Off has been activated" (안전 토오크 정지가 활성화되었습니다)라고 나타납니다. 이는 단순히 안전 토오크 정지가 활성화되었음을 의미하거나 안전 토오크 정지 활성화 후 아직 정상 운전이 재개되지 않았음을 의미합니다.

주의 사항

단자 37에 대한 24V DC 공급이 자체적으로 부문 3/PL "d" (ISO 13849-1)를 충족하는 안전 장치에 의해 제거되거나 낮춰져 있는 동안에만 부문 3/PL "d" (ISO 13849-1)의 요구사항이 충족됩니다. 외부의 힘이 모터에 작용하는 경우(예를 들어, 수직 축(부유 부하)이고 중력에 의한 움직임 등 의도하지 않은 움직임이 있는 경우) 위험이 야기될 수 있으므로 낙하 보호를 위한 추가적인 조치 없이 모터를 운전해서는 안됩니다. 예를 들어, 기계 제동 장치를 추가적으로 설치해야 합니다.

안전 토오크 정지를 활성화한 다음 운전을 재개하려면, 우선 24V DC 전압을 단자 37에 다시 공급한 다음 (이때 Safe Stop activated(안전 정지 활성화)는 계속 표시됨), (버스통신, 디지털 입/출력 또는 인버터의 [Reset] 키를 통해) 리셋 신호를 보냅니다.

기본적으로 안전 토오크 정지 기능은 의도하지 않은 재기동 방지 동작으로 설정됩니다. 이는 안전 토오크 정지를 종단하고 정상 운전으로 재개하기 위해서는 우선 24V DC를 단자 37에 다시 공급해야 하며 그런 다음 버스통신, 디지털 입/출력 또는 [Reset] 키를 통해 리셋 신호를 보냄을 의미합니다.

*5-19 단자 37 안전 정지*의 값을 초기 설정값 [1]에서 값 [3]으로 변경 설정하여 안전 토오크 정지 기능을 자동 재기동 동작으로 설정할 수 있습니다. MCB 112 옵션이 주파수 변환기에 연결된 경우, 자동 재기동 동작이 값 [7]과 [8]로 설정됩니다.
자동 재기동은 24V DC가 단자 37에 적용됨과 동시에 안전 토오크 정지가 종단되고 정상 운전이 재개되며 리셋 신호가 필요 없음을 의미합니다.

⚠경고

자동 재기동 동작은 다음 2가지 상황 중 하나에만 허용됩니다:

1. **의도하지 않은 재기동 방지는 안전 토오크 정지 설비의 다른 부품에 의해 구현됩니다.**
2. **안전 토오크 정지가 활성화되지 않으면 위험 영역에 있다는 점이 물리적으로 배제될 수 있습니다. 특히 ISO 12100-2 2003의 5.3.2.5 단락을 준수해야 합니다.**

 Danfoss A/S © 개정 06/2014 All rights reserved.

2

2.6.2 MCB 112와 함께 외부 안전 장치 설치

Ex 인증된 써미스터 모듈 MCB 112(단자 37을 자체 안전 관련 차단 채널로 사용)이 연결된 경우에는 MCB 112의 출력 X44/12를 안전 토오크 정지를 활성화하는 (비상 정지 버튼, 안전 보호 스위치 등과 같은) 안전 관련 센서와 AND 논리로 연결해야 합니다. 이는 MCB 112 출력 X44/12의 신호와 안전 관련 센서의 신호가 모두 높음일 때만 안전 토오크 정지 37에 대한 출력이 높음(24V)을 의미합니다. 두 신호 중 하나 이상이 낮음이면 단자 37에 대한 출력 또한 낮음이어야 합니다. 이 AND 논리를 가진 안전 장치는 IEC 61508, SIL 2를 준수해야 합니다. 안전 AND 논리를 가진 안전 장치의 출력에서 안전 토오크 정지 단자 37까지의 연결은 반드시 단락 보호되어야 합니다. *그림 2.7*을(를) 참조하십시오.

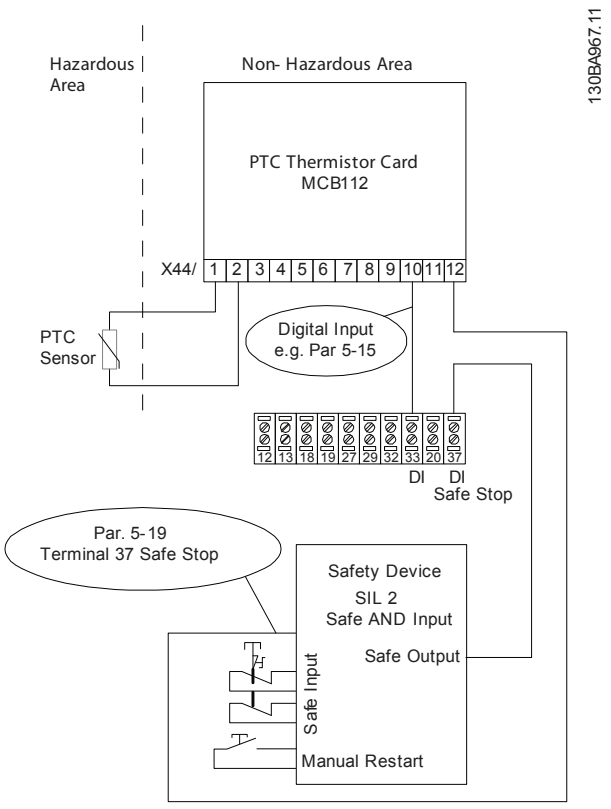


그림 2.7 안전 토오크 정지 어플리케이션과 MCB 112 어플리케이션을 함께 설치하는 데 필수적인 사항에 대한 그림. 다이어그램은 외부 안전 장치의 재기동 입력을 나타냅니다. 이는 *5-19 단자 37 안전 정지*가 이 설치에서 값 *[7] PTC 1 및 릴레이 W* 또는 [8] *[8] PTC 1 및 릴레이 A/W*로 설정되어 있을 수도 있음을 의미합니다. 자세한 세부정보는 MCB 112 *사용 설명서*를 참조하십시오.

MCB 112와 함께 외부 안전 장치를 설치하는 경우의 파라미터 설정

MCB 112가 연결된 경우에는 *5-19 단자 37 안전 정지*를 추가로 설정(*[4] PTC 1 알람 ~ [9] PTC 1 및 릴레이 W/A*)할 수 있습니다. *[1] 안전 토오크 정지 알람*과 *[3] 안전 토오크 정지 경고*로 설정할 수도 있지만 이 두 가지 항목은 MCB 112 또는 외부 안전 장치 없이 설치하는 경우에 사용하지 않습니다. *[1] 안전 토오크 정지 알람* 또는 *[3] 안전 토오크 정지 경고*를 실수로 선택하고 MCB 112를 함께 사용하게 되면 주파수 변환기가 알람 "실패모터사용 [A72]"에 반응하고 자동 재기동 없이 주파수 변환기를 안전하게 코스팅 정지합니다. 외부 안전 장치를 사용하는 경우에는 *[4] PTC 1 알람*과 *[5] PTC 1 경고*를 선택하지 않습니다. 이 두 가지 항목은 MCB 112가 안전 토오크 정지를 사용하는 경우에만 선택합니다. *[4] PTC 1 알람* 또는 *[5] PTC 1 경고*를 실수로 선택하고 외부 안전 장치가 안전 토오크 정지를 활성화하면 주파수 변환기가 알람 "실패모터사용 [A72]"에 반응하고 자동 재기동 없이 주파수 변환기를 안전하게 코스팅 정지합니다.
외부 안전 장치와 MCB 112를 함께 사용하는 경우에는 *[6] PTC 1 및 릴레이 A ~ [9] PTC 1 및 릴레이 W/A*를 선택해야 합니다.

주의 사항

외부 안전 장치가 다시 비활성화되면 자동 재기동을 위해 *[7] PTC 1 및 릴레이 W*와 *[8] PTC 1 및 릴레이 A/W*이 활성화됩니다.

이는 다음과 같은 경우에만 허용됩니다.

- 의도하지 않은 재기동 방지는 안전 토오크 정지 설비의 다른 부품에 의해 구현됩니다.
- 안전 토오크 정지가 활성화되지 않으면 위험 영역에 있다는 점이 물리적으로 배제될 수 있습니다. 특히 ISO 12100-2 2003의 5.3.2.5 단락을 준수해야 합니다.

자세한 정보는 *MCB 112 사용 설명서*를 참조하십시오.

Danfoss A/S © 개정 06/2014 All rights reserved.

2.6.3 안전 토오크 정지 작동 시험

설치 이후 최초로 운전하기 전에 안전 토오크 정지의 사용이 가능한 설비 또는 어플리케이션의 작동 시험을 수행합니다.
그리고 설비 또는 어플리케이션이 변경될 때마다 시험을 수행해야 하는데 안전 토오크 정지 작동 시험이 이 시험에 포함됩니다.

주의 사항

작동 시험 통과는 첫 번째 설치 후와 안전 설비를 변경할 때마다 그 후에 필수 조건입니다.

작동 시험(사례 1 또는 2 중 적용 가능한 사례를 선택합니다):

사례 1: 안전 토오크 정지를 위한 재기동 방지가 필요한 경우(다시 말해, *5-19 단자 37 안전 정지*가 초기 설정값 [1]로 설정되어 안전 토오크 정지만 사용하는 경우 또는 *5-19 단자 37 안전 정지*가 [6]이나 [9]로 설정되어 안전 토오크 정지와 MCB112를 함께 사용하는 경우):

1.1 간섭 장치를 통해 단자 37에 대한 24V DC 전압 공급을 제거하면 모터는 FC 102에 의해 구동됩니다(즉, 주전원 공급은 간섭받지 않습니다). 모터가 코스팅에 반응을 보이고 기계식 제동 장치가 (연결된 경우) 활성화되면 또한 LCP가 장착된 경우 알람 “안전 토오크 정지 [A68]”이 표시되면 시험 단계가 통과됩니다.

1.2 (버스통신, 디지털 입/출력, 또는 [Reset] 키를 통해) 리셋 신호를 보냅니다. 모터가 안전 토오크 정지 상태를 유지하고 기계식 제동 장치가 (연결된 경우) 활성화되면 시험 단계가 통과됩니다.

1.3 단자 37에 24V DC를 다시 공급합니다. 모터가 코스팅 상태를 유지하고 기계식 제동 장치가 (연결된 경우) 활성화되면 시험 단계가 통과됩니다.

1.4 (버스통신, 디지털 입/출력, 또는 [Reset] 키를 통해) 리셋 신호를 보냅니다. 모터를 다시 운전할 수 있으면 시험 단계가 통과됩니다.

4가지 시험 단계(1.1, 1.2, 1.3 및 1.4)를 모두 통과해야 작동 시험이 합격 처리됩니다.

사례 2: 안전 토오크 정지의 자동 재기동이 필요하고 허용되는 경우(다시 말해, *5-19 단자 37 안전 정지*가 [3]으로 설정되어 안전 토오크 정지만 사용하는 경우 또는 *5-19 단자 37 안전 정지*가 [7]이나 [8]로 설정되어 안전 토오크 정지와 MCB112를 함께 사용하는 경우):

2.1 간섭 장치를 통해 단자 37에 대한 24V DC 전압 공급을 제거하면 모터는 FC 102에 의해 구동됩니다(즉, 주전원 공급은 간섭받지 않습니다). 모터가 코스팅에 반응을 보이고 기계식 제동 장치가 (연결된 경우) 활성화되면 또한 LCP가 장착된 경우 경고 “안전 토오크 정지 [W68]”이 표시되면 시험 단계가 통과됩니다.

2.2 단자 37에 24V DC를 다시 공급합니다.

모터를 다시 운전할 수 있으면 시험 단계가 통과됩니다. 2가지 시험 단계(2.1, 2.2)를 모두 통과해야 작동 시험이 합격 처리됩니다.

주의 사항

***장을 2.6.1 단자 37 안전 토오크 정지 기능*에 있는 재기동 동작에 관한 경고를 참조하십시오.**

2.7 이점

2.7.1 팬 및 펌프 제어에 주파수 변환기를 사용하는 이유

주파수 변환기는 원심 팬 및 펌프가 비례의 법칙을 따른다는 이점을 활용합니다. 자세한 정보는 *비례의 법칙* 관련 설명과 그림을 참조하십시오.

2.7.2 명확한 이점 - 에너지 절감

팬 또는 펌프의 속도를 제어하는 데 주파수 변환기를 사용하는 이점은 바로 전기 에너지 절감입니다.
주파수 변환기는 다른 대체 제어 시스템 및 기술과 비교하더라도 팬 및 펌프 시스템을 제어하는 데 가장 적합한 에너지 제어 시스템입니다.

 Danfoss A/S © 개정 06/2014 All rights reserved.

2

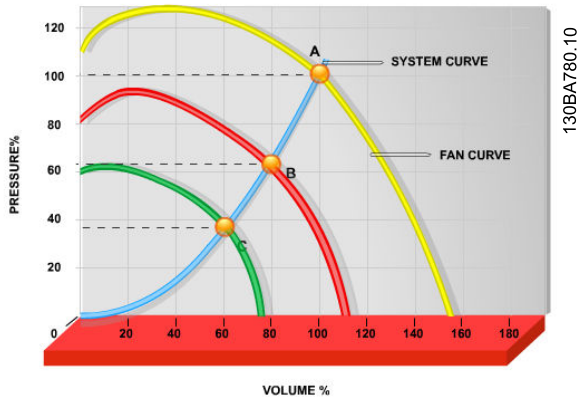


그림 2.8 팬 용적이 감소된 경우의 팬 곡선(A, B 및 C)

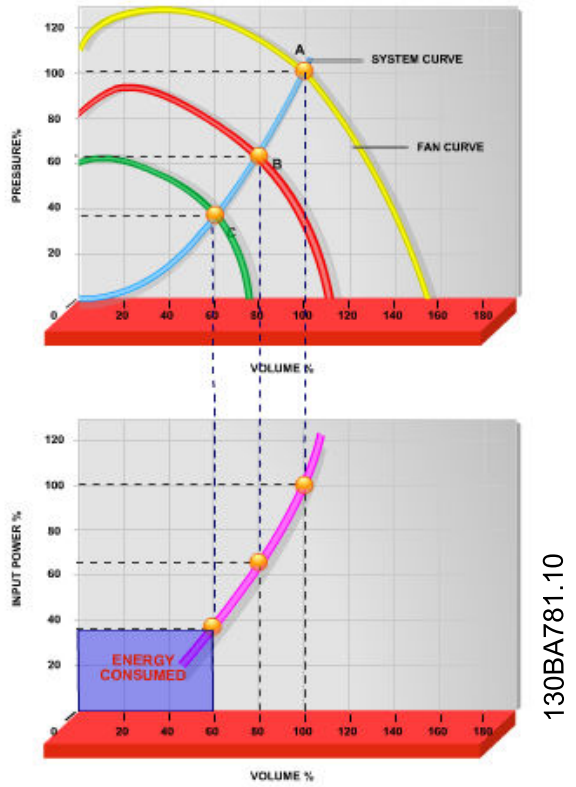


그림 2.9 팬 용량을 60%로 줄이는 데 주파수 변환기를 사용하면 일반적인 어플리케이션에서 50% 이상의 에너지 절감이 가능합니다.

2.7.3 에너지 절감의 예

그림(비례의 법칙)에서 보는 바와 같이 RPM을 변경함으로써 유량이 제어됩니다. 정격 속도에서 20%만 속도를 줄여도 유량 또한 20%까지 감소합니다. 이는 유량이 RPM에 직비례하기 때문입니다. 반대로 전기 소비량은 50%까지 감소합니다.
시스템이 일 년에 몇 일 정도만 100%의 유량을 공급하고 나머지 기간 동안은 평균적으로 정격 유량의 80%를 공급하면 되는 경우, 절감된 에너지량은 50%를 초과합니다.

비례의 법칙	
*그림 2.10*는 RPM에 대한 유량, 압력 및 소비전력의 의존도를 설명합니다.	
Q = 유량	P = 전력
Q_1 = 정격 유량	P_1 = 정격 전력
Q_2 = 감소된 유량	P_2 = 감소된 전력
H = 압력	n = 속도 조절
H_1 = 정격 압력	n_1 = 정격 속도
H_2 = 감소된 압력	n_2 = 감소된 속도

표 2.5 방정식에서 사용된 약어

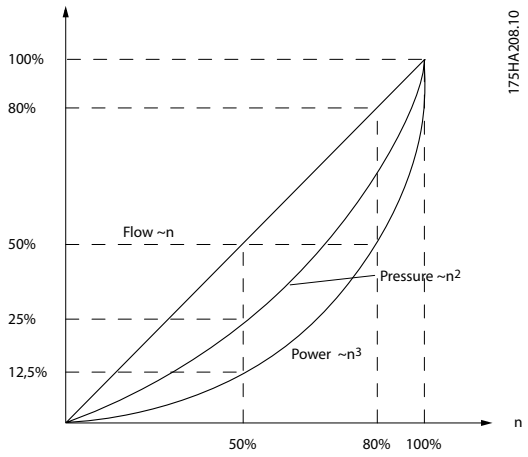


그림 2.10 RPM에 대한 유량, 압력 및 소비전력의 의존도

$$\text{유량}: \frac{Q1}{Q2} = \frac{n1}{n2}$$

$$\text{압력}: \frac{H1}{H2} = \left(\frac{n1}{n2}\right)^2$$

$$\text{출력}: \frac{P1}{P2} = \left(\frac{n1}{n2}\right)^3$$

Danfoss A/S © 개정 06/2014 All rights reserved.

2.7.4 에너지 절감량 비교

댄포스 주파수 변환기 솔루션은 기존의 에너지 절감 솔루션에 비해 큰 절감량을 제공합니다. 이는 주파수 변환기가 시스템의 써멀 부하에 따라 팬 속도를 제어할 수 있으며 주파수 변환기에 주파수 변환기가 건물 관리 시스템, BMS로서 작동할 수 있게 하는 내장 설비가 있기 때문입니다.

*그림 2.12*는 팬 용적이 60%까지 줄었을 때 잘 알려진 세 가지 솔루션으로 얻을 수 있는 일반적인 에너지 절감량을 보여줍니다.
*그림 2.12*는 일반적인 어플리케이션에서 50% 이상의 에너지 절감을 달성할 수 있음을 보여줍니다.

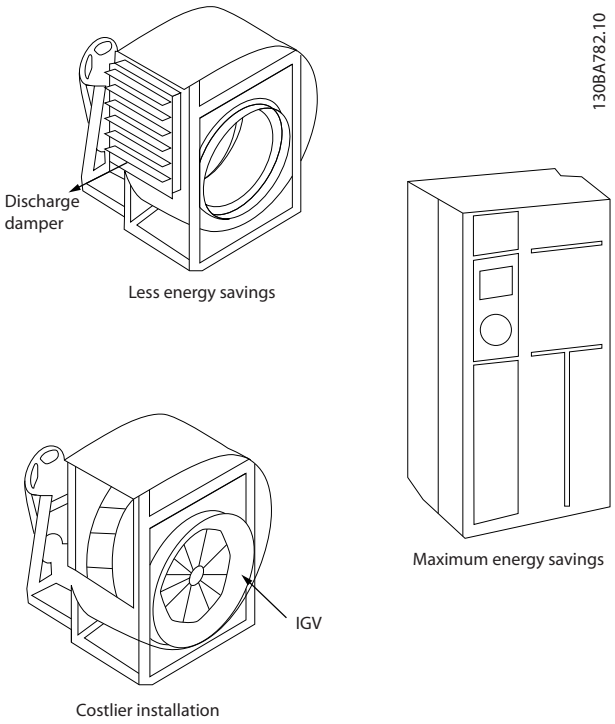


그림 2.11 흔히 사용되는 3가지 에너지 절감 시스템

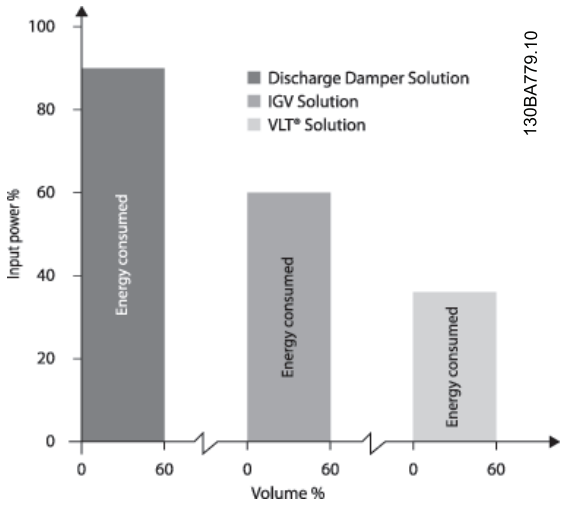


그림 2.12 방전 댐퍼는 소비전력을 다소 줄입니다. 흡입 가이드 밴은 40%의 절감을 제공하지만 설치하기에 비쌉니다. 댄포스 주파수 변환기 솔루션은 에너지 소비량을 50% 이상 줄이며 설치가 용이합니다.

2.7.5 1년 동안 다양한 유량을 필요로 하는 경우의 예

아래 예는 펌프 데이터시트에서 얻은 펌프 특성을 기준으로 계산됩니다.
그 결과, 주어진 유량 분포를 기준으로 1년 동안 50%를 초과하는 에너지 절감을 보여줍니다. 페이백 기간은 kWh당 가격과 주파수 변환기의 가격에 따라 다릅니다. 이 예에서는 밸브 및 일정 속도와 비교했을 때 페이백 기간이 1년 미만입니다.

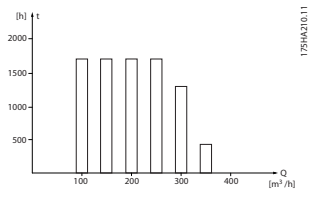
1년 동안의 유량 분포
$P_{shaft}=P_{shaft\ output}$


표 2.6 에너지 절감

2

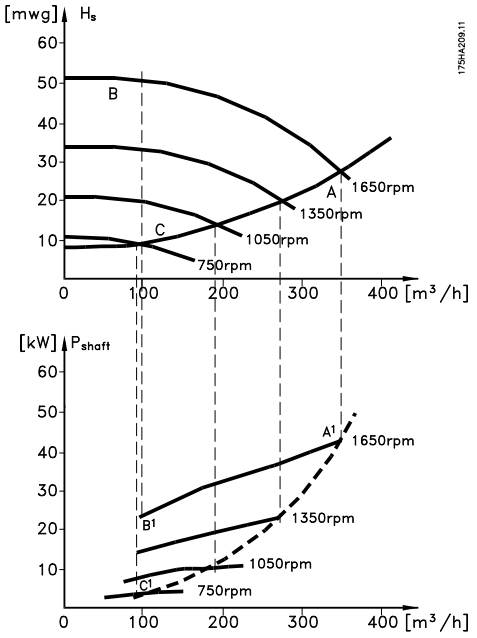


그림 2.13 다양한 유량을 필요로 하는 경우의 예

m³/h	분포		밸브 조절		주파수 변환기 제어	
	%	시간	출력	소모	출력	소모
			A_1-B_1	kWh	A_1-C_1	kWh
350	5	438	42,5	18.615	42,5	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	40.296	3,5	6.132
Σ	100	8760		275.064		26.801

표 2.7 소모

2.7.6 향상된 제어 성능

주파수 변환기가 시스템의 유량이나 압력을 제어하는 데 사용되는 경우, 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 PID 제어 기능을 활용하여 공정(유량, 레벨 또는 압력)을 쉽게 제어할 수 있습니다.

2.7.7 코사인 φ 보상

일반적으로 VLT® HVAC Drive에는 1의 코사인 φ이 있으며 모터의 코사인 φ 에 대해 역률 보정을 제공하며 이는 역률 보정 단위를 조정할 때 모터의 코사인 φ을 위해 허용하지 않아도 됨을 의미합니다.

2.7.8 스타/델타 스타터 또는 소프트 스타터 필요 없음

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

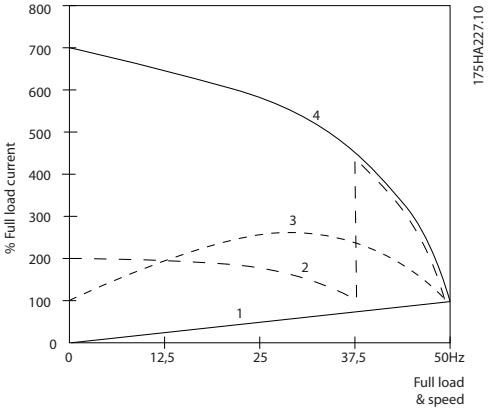


그림 2.14 주파수 변환기는 정격 전류보다 전류를 많이 소모하지 않음

1 VLT® HVAC Drive
2 스타/델타 스타터
3 소프트 스타터
4 주전원 직기동

표 2.8 *그림 2.14*에 대한 범례

2.7.9 주파수 변환기를 통한 비용 절감

다음 페이지의 예는 주파수 변환기를 사용할 때 장비가 많이 필요하지 않음을 보여줍니다. 각기 다른 시스템 2개의 설치 비용을 계산할 수 있습니다. 다음 페이지의 예에서 2개의 시스템을 대략 동일한 가격으로 설치할 수 있습니다.

 Danfoss A/S © 개정 06/2014 All rights reserved.

2.7.10 주파수 변환기가 없는 경우

D.D.C.	=	Direct Digital Control(디지털 직제어)	E.M.S.	=	Energy Management system(에너지 관리 시스템)
V.A.V.	=	Variable Air Volume(변풍량)			
Sensor P	=	Pressure(압력)	Sensor T	=	Temperature(온도)

표 2.9 *그림 2.15* 및 *그림 2.16*에 사용된 약어

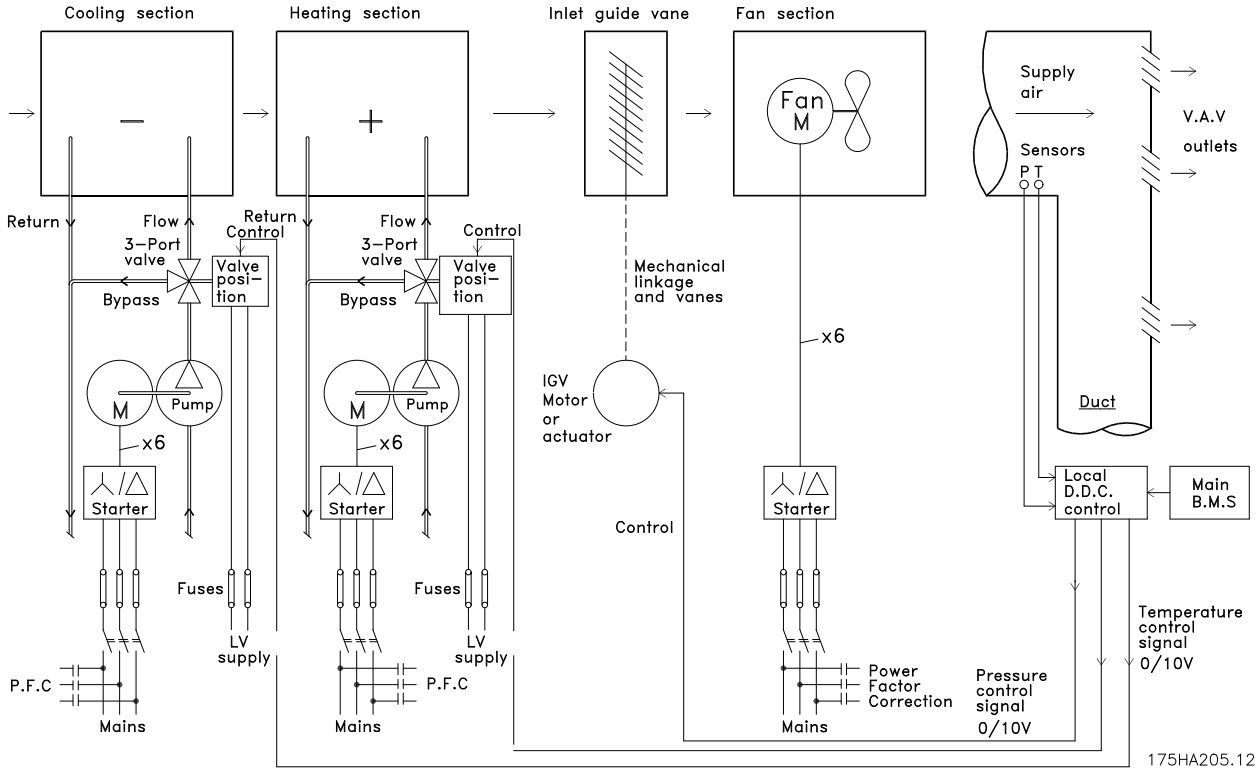


그림 2.15 기존 팬 시스템

2

2.7.11 주파수 변환기가 있는 경우

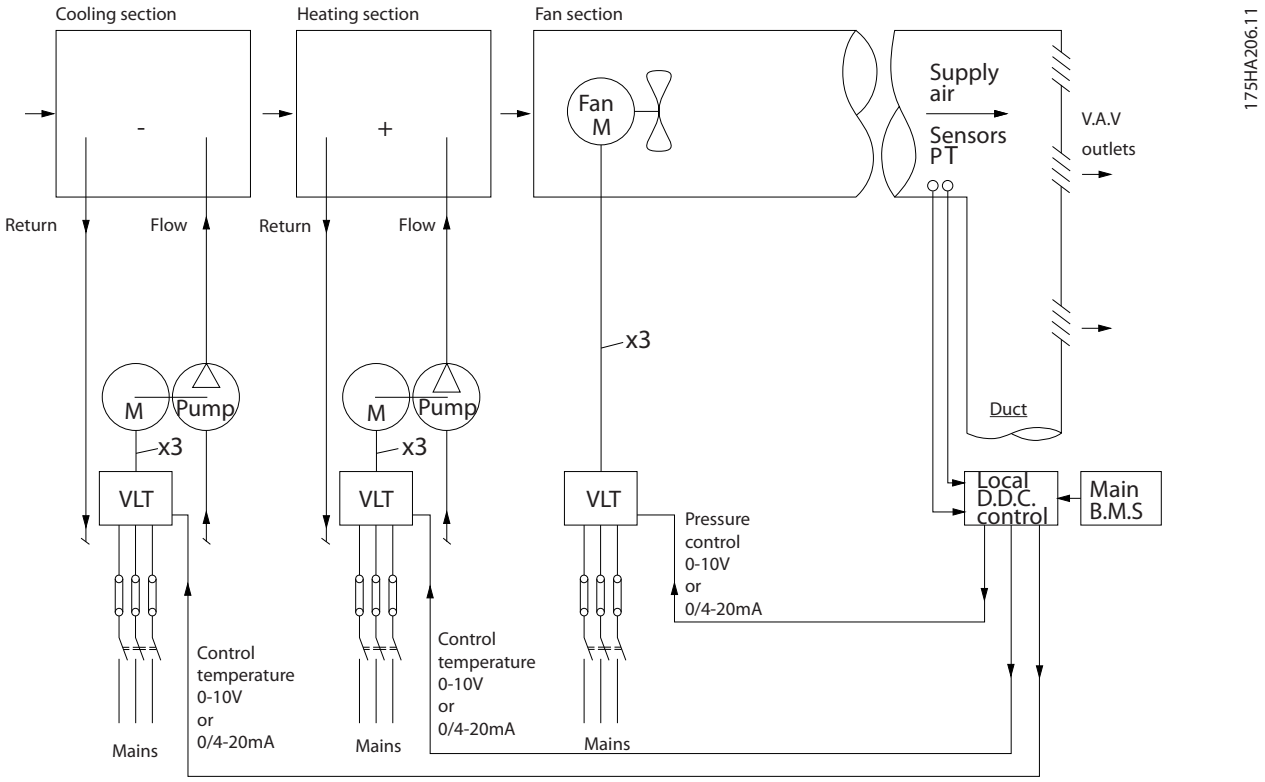


그림 2.16 주파수 변환기에 의해 제어된 팬 시스템.

2.7.12 적용 예

다음 몇 페이지에서는 HVAC 어플리케이션의 일반적인 예를 보여줍니다.
주어진 어플리케이션에 관한 자세한 정보를 원하는 경우, 댄포스 공급업체에 문의하여 어플리케이션에 관한 전체적인 설명이 수록된 정보 시트를 받아 보시기 바랍니다.

변풍량

인버터로 변풍량 공조 시스템 개선 MN.60.A1.02 참조

정풍량

인버터로 정풍량 공조 시스템 개선 MN.60.B1.02 참조

냉각 타워 팬

인버터로 냉각 타워의 팬 제어 개선 MN.60.C1.02 참조

콘덴서 펌프

인버터로 콘덴서 워터 펌프 시스템 개선 MN.60.F1.02 참조

1차 펌프

인버터로 1차/2차 펌프 시스템의 1차 펌프 개선 MN.60.D1.02 참조

2차 펌프

인버터로 1차/2차 펌프 시스템의 2차 펌프 개선 MN.60.E1.02 참조

 Danfoss A/S © 개정 06/2014 All rights reserved.

2.7.13 변풍량

VAV 또는 변풍량 시스템은 건물의 요구사항을 충족하기 위해 공조와 온도를 둘 다 제어하는 데 사용됩니다. 중앙 VAV 시스템은 건물 공조에 있어 가장 에너지 효율적인 방법으로 간주됩니다. 분산 시스템 대신 중앙 시스템을 설계하면 보다 높은 효율을 얻을 수 있습니다.
소형 모터와 분산형 공냉식 냉각기보다 효율이 높은 대형 팬과 대형 냉각기를 사용하면 보다 높은 효율을 얻을 수 있습니다. 유지보수 요구사항도 줄어들어 여기에서도 절감할 수 있습니다.

2.7.14 VLT 솔루션

댐퍼와 IGV가 덕트 작동 시 일정한 압력을 유지하는 데 사용되는 반면 솔루션은 에너지를 훨씬 많이 절감하고 설치 복잡성을 낮춥니다. 는 일부러 압력을 감소시키거나 팬 효율 감소를 야기하는 대신 팬의 속도를 낮춰 시스템에 필요한 유량과 압력을 제공합니다.
팬과 같은 원심 장치는 원심 법칙에 따라 동작합니다. 이는 팬의 속도가 감소함에 따라 팬에서 생성되는 압력과 유량이 감소됨을 의미합니다. 따라서 팬의 소비전력은 크게 감소합니다.
환기팬 은 취출부와 흡입부 사이의 고정적인 풍량 차이를 유지하기 위해 제어되는 경우가 있습니다. HVAC 의 고급 PID 제어기를 사용하면 컨트롤러를 추가할 필요가 없습니다.

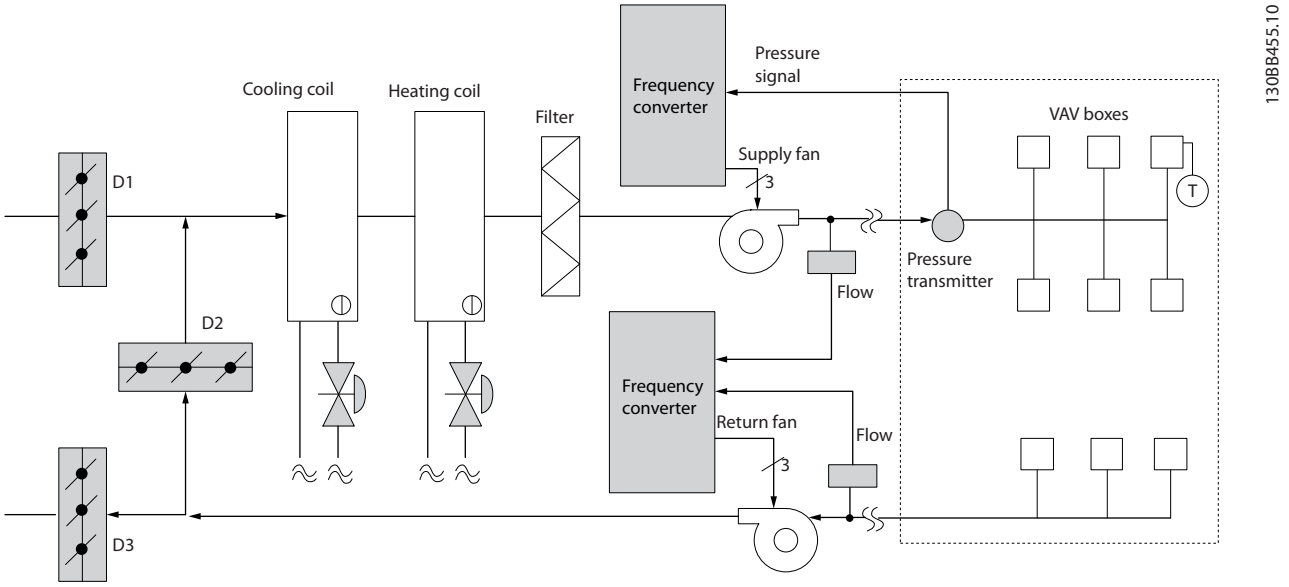


그림 2.17 VLT 솔루션

2

2.7.15 정풍량

CAV 또는 정풍량 시스템은 넓은 공용 구역에 최소한의 신선한 공기를 공급하는 데 주로 사용되는 중앙 공조 시스템입니다. 이 시스템은 VAV 시스템보다 먼저 활용되었으므로 다중 구역으로 구성된 구형 상용 건물에서도 찾을 수 있습니다. 이 시스템은 가열 코일과 함께 공기 처리 장치(AHU)를 활용하여 신선한 공기를 예열하며 건물 공조에 사용되는 경우가 많고 냉각 코일도 포함되어 있습니다. 팬 코일 장치는 개별 구역의 가열 및 냉각 요구사항을 지원하는 데 사용되는 경우가 많습니다.

2.7.16 VLT 솔루션

주파수 변환기를 사용하면 에너지를 크게 절감하면서도 건물을 안정적으로 제어할 수 있습니다. 온도 센서 또는 CO_2 센서는 주파수 변환기에 대한 피드백 신호로 사용할 수 있습니다. 온도나 공기질을 제어하거나 아니면 둘 다를 제어하든지 간에 CAV 시스템은 실제 건물 조건을 기준으로 작동하도록 제어할 수 있습니다. 제어 구역 내 인원 수가 감소하므로 신선한 공기의 필요성도 감소합니다. CO_2 센서는 낮은 수준을 감지하고 공급 팬 속도를 낮춥니다. 환기팬은 취출 풍량과 흡입 풍량 사이의 정적 압력 설정포인트 또는 고정 차이를 유지하도록 조정합니다.

온도 제어, 특히 공조 시스템에서 사용되는 온도 제어 기능을 사용하면 외부 온도가 다양할 뿐만 아니라 제어 구역 내 인원 수가 변경되므로 냉각 요구사항이 각기 다릅니다. 온도가 설정포인트보다 낮아지므로 취출팬은 팬 속도를 낮출 수 있습니다. 환기팬은 정적 압력 설정포인트를 유지하도록 조정합니다. 풍량이 감소함으로써 신선한 공기를 가열 또는 냉각하는 데 사용된 에너지 또한 감소하므로 추가적인 절감이 가능합니다.
댄포스 HVAC 전용 주파수 변환기의 일부 기능은 CAV 시스템의 성능을 개선하는 데 활용할 수 있습니다. 공조 시스템 제어의 문제점 중 하나가 바로 낮은 공기질입니다. 피드백 또는 지령 신호와 관계 없이 취출 공기를 최소한으로 유지하도록 프로그래밍 가능한 최소 주파수를 설정할 수 있습니다. 주파수 변환기에는 또한 온도와 공기질을 둘 다 감시할 수 있는 3구역, 3설정포인트 PID 제어기가 포함되어 있습니다. 온도 요구사항이 충족되더라도 주파수 변환기는 공기질 센서를 충족시키기에 충분한 취출 공기를 유지합니다. 주파수 변환기는 취출 덕트와 흡입 덕트 사이의 고정적인 차동 풍량을 유지함으로써 2개의 피드백 신호를 감시 및 비교하여 환기팬을 제어할 수 있습니다.

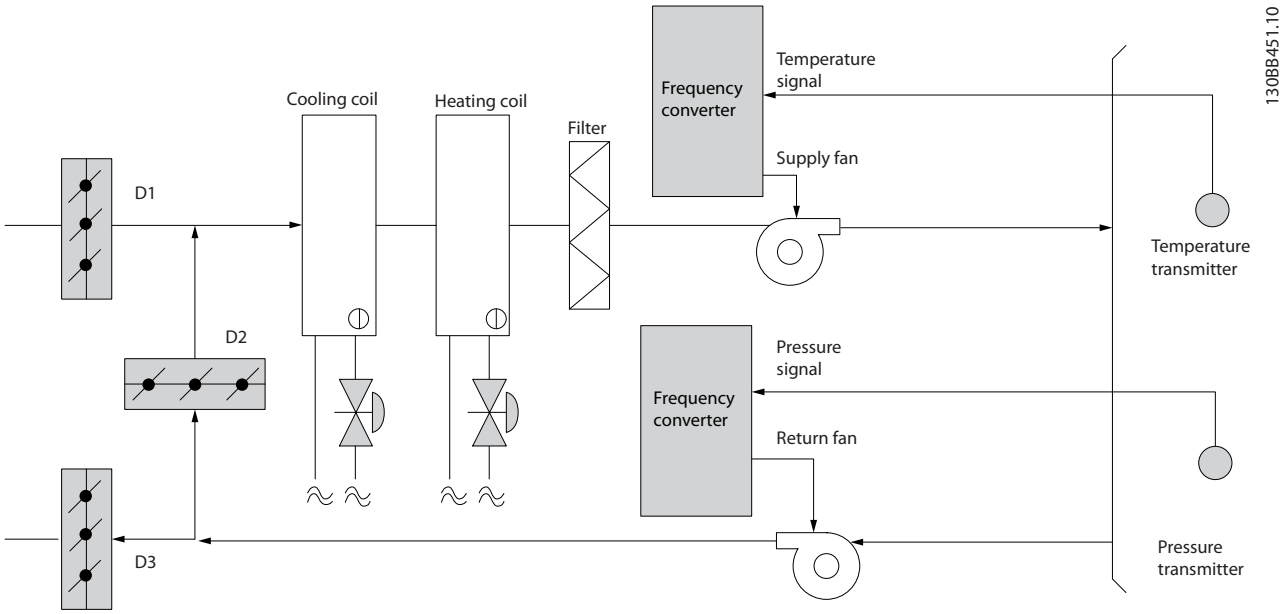


그림 2.18 VLT 솔루션

 Danfoss A/S © 개정 06/2014 All rights reserved.

2.7.17 냉각 타워 팬

냉각 타워 팬은 수냉식 냉각기 시스템의 콘덴서 용수를 냉각하는 데 사용됩니다. 수냉식 냉각기는 가장 효율적으로 냉각수를 만드는 방식을 제공합니다. 공냉식 냉각기에 비해 20% 이상 효율이 높습니다. 냉각 타워는 기후에 따라 냉각기에서 콘덴서 용수를 냉각하는 데 가장 에너지 효율적인 방식인 경우가 많습니다.
냉각 타워는 증발을 통해 콘덴서 용수를 냉각합니다.
콘덴서 용수는 표면적을 넓히기 위해 냉각 타워 "충진물"에 분사됩니다. 타워 팬은 증발을 돕기 위해 충진물과 분사된 용수를 통해 공기를 내보냅니다. 증발은 용수에서 에너지를 빼앗아 온도를 낮춥니다. 냉각된 용수는 냉각기 콘덴서에 다시 펌핑되어 주기가 반복되는 냉각 타워 수조에 집수됩니다.

2.7.18 VLT 솔루션

주파수 변환기를 사용하면 콘덴서 용수 온도를 유지하는 데 필요한 속도로 냉각 타워 팬을 제어할 수 있습니다. 주파수 변환기는 또한 필요에 따라 팬 전원을 켜고 끄는 데 사용할 수 있습니다.

댄포스 HVAC 전용 주파수 변환기, HVAC 주파수 변환기의 일부 기능을 활용하여 냉각 타워 팬 어플리케이션의 성능을 개선할 수 있습니다. 냉각 타워 팬의 속도가 특정 속도 미만으로 낮아지므로 용수 냉각에 대한 팬의 효과가 감소합니다. 또한 타워 팬의 주파수를 제어하기 위해 기어박스를 활용하는 경우, 40-50%의 최소 속도가 필요할 수 있습니다.
피드백이나 속도 지령에 보다 낮은 속도가 필요하더라도 최소 주파수를 유지하기 위해 사용자가 프로그래밍 가능한 최소 주파수 설정을 사용할 수 있습니다.

또한 기본 기능으로서, 주파수 변환기를 프로그래밍하여 높은 속도가 필요할 때까지 "슬립" 모드로 전환하고 팬을 정지할 수 있습니다. 또한 일부 냉각 타워 팬에는 진동을 야기할 수 있는 원치 않는 주파수가 있습니다. 주파수 변환기에서 바이패스 주파수 범위를 프로그래밍함으로써 이러한 주파수를 쉽게 피할 수 있습니다.

 Danfoss A/S © 개정 06/2014 All rights reserved.

2

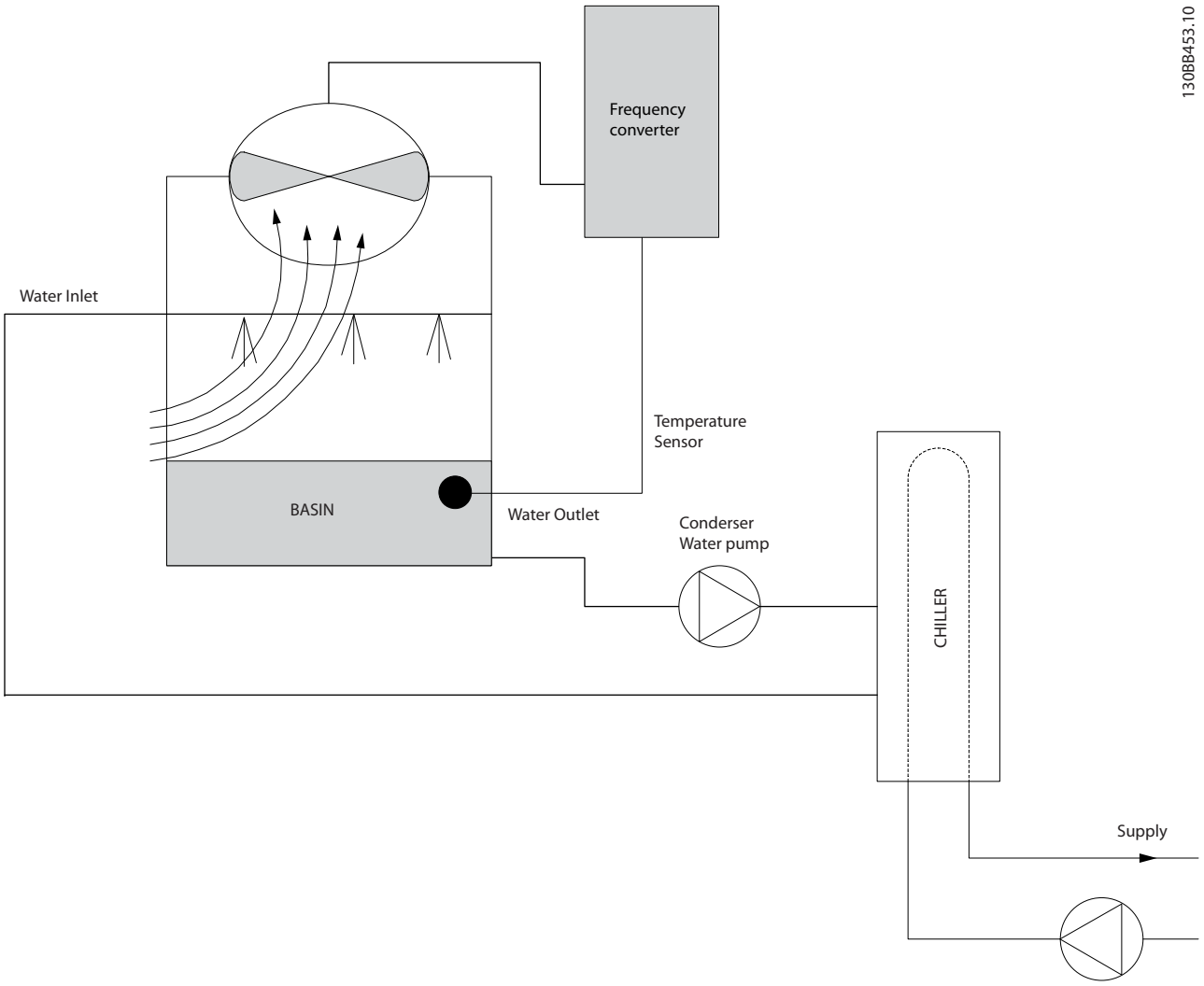


그림 2.19 VLT 솔루션

2.7.19 콘덴서 펌프

콘덴서 워터 펌프는 일차적으로 수냉식 냉각기와 관련 냉각 타워의 콘덴서부를 통해 용수를 순환시키는 데 사용됩니다. 콘덴서 용수는 냉각기의 콘덴서부에서 열을 흡수하고 그 열을 냉각 타워 주변에 발산합니다. 이러한 시스템은 냉각수를 만드는 데 가장 효율적인 방법을 제공하는 데 사용되며 공냉식 냉각기에 비해 20% 이상 효율이 높습니다.

2.7.20 VLT 솔루션

교축 밸브로 펌프 균형을 맞추거나 펌프 임펠러를 조정하는 대신 콘덴서 워터 펌프에 주파수 변환기를 추가할 수 있습니다.

교축 밸브 대신 주파수 변환기를 사용하면 밸브에 의해 흡수되는 에너지를 절감할 수 있습니다. 이렇게 하면 15-20% 이상의 에너지를 절감할 수 있습니다. 펌프 임펠러 조정은 피할 수 없습니다. 따라서 조건이 바뀌고 보다 높은 유량이 요구되는 경우, 반드시 임펠러를 교체해야 합니다.

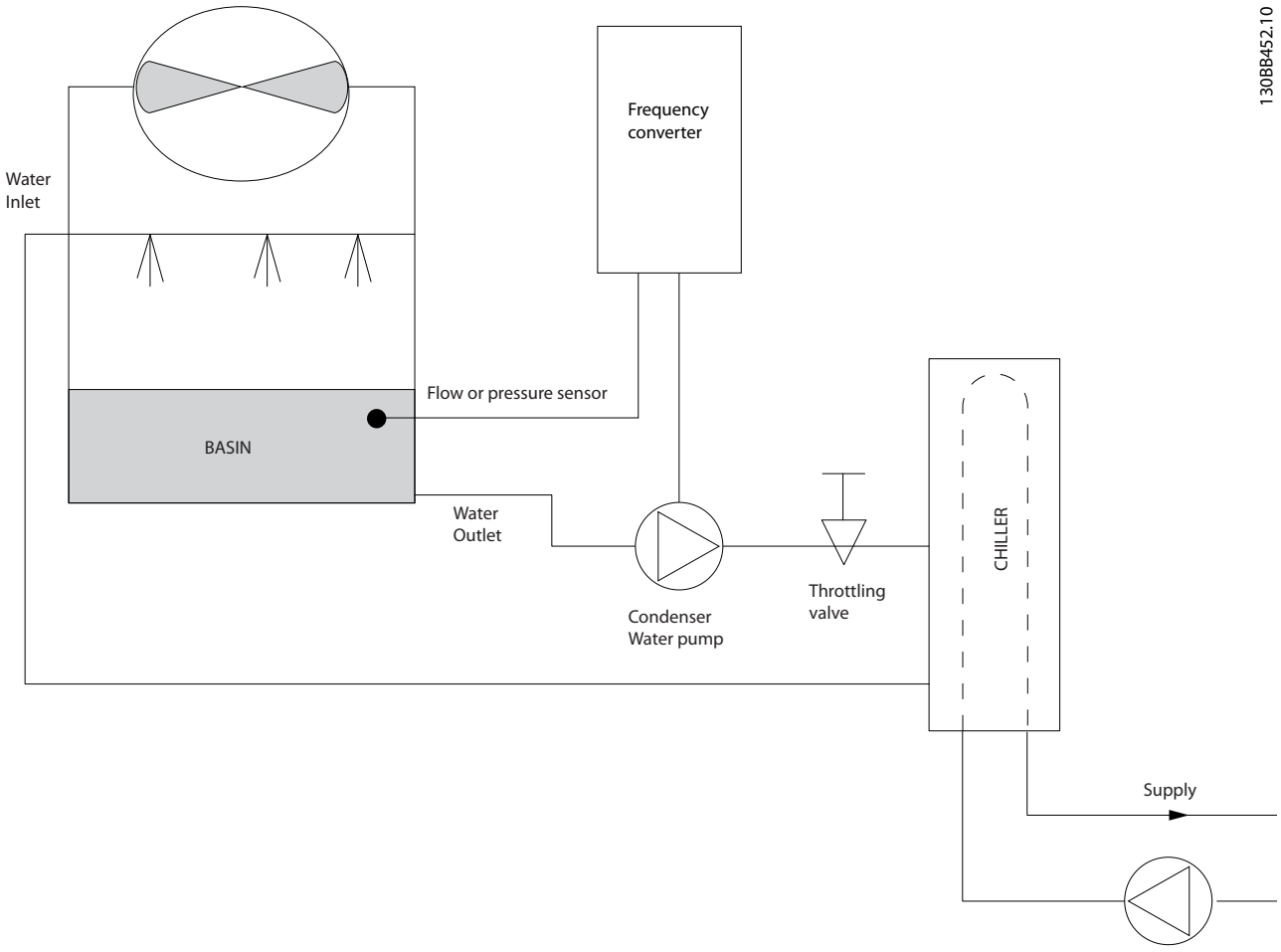


그림 2.20 VLT 솔루션

 Danfoss A/S © 개정 06/2014 All rights reserved.

2

2.7.21 1차 펌프

1차/2차 펌프 시스템의 1차 펌프는 가변 유량에 노출되었을 때 운전 또는 제어가 어려운 장치를 통해 일정한 유량을 유지하는 데 사용할 수 있습니다. 1차/2차 펌핑 기술은 "2차" 분산 회로에서 "1차" 산출 회로를 분리합니다. 이렇게 하면 냉각기와 같은 장치가 일정한 설계 유량을 유지할 수 있고 올바르게 운전할 수 있는 반면 시스템의 다른 부분은 다양한 유량을 감당할 수 있게 됩니다.

냉각기에서 증발기 유량이 감소하므로 냉각된 용수의 온도가 더 낮아지기 시작합니다. 이러한 상황이 발생하면 냉각기는 냉각 용량 감소를 시도합니다. 유량이 많이 낮아지거나 너무 빨리 낮아지면 냉각기가 부하를 충분히 분산시킬 수 없게 되고 냉각기의 증발기 저온 안전 기능으로 인해 냉각기가 트립되고 수동으로 리셋해야 합니다. 이는 대형 설비에서, 특히 1차/2차 펌프가 활용되지 않는 경우에 2개 이상의 냉각기가 병렬로 설치될 때 흔히 나타나는 상황입니다.

2.7.22 VLT 솔루션

시스템 용량과 1차 회로의 용량에 따라 1차 회로의 에너지 소비량이 크게 증가할 수 있습니다.
교축 밸브 및/또는 임펠러를 조정하는 대신 1차 시스템에 주파수 변환기를 추가할 수 있으며 이렇게 하면 운영 비용이 절감됩니다. 다음과 같은 2가지 제어 방법이 흔히 사용됩니다.

첫 번째 방법은 유량계를 사용하는 방법입니다. 원하는 유량을 알 수 있거나 일정하기 때문에 각 냉각기의 방전 시 설치된 유량계는 펌프를 직접 제어하는 데 사용할 수 있습니다. 내장 PID 제어기를 사용하면 냉각기와 펌프가 스테이징되고 디스테이징됨에 따라 1차 배관 회로의 저항 변경을 보상하는 경우에도 주파수 변환기는 항상 적절한 유량을 유지합니다.

또 하나의 방법은 현장 속도 결정입니다. 작업자는 설계 유량에 도달할 때까지 출력 주파수를 낮추기만 하면 됩니다. 주파수 변환기를 사용하여 펌프 속도를 낮추는 것은 노동력이 필요하지 않다는 점과 펌프 효율이 더 높다는 것을 제외하고는 펌프 임펠러의 조정과 매우 유사합니다. 균형 조정 콘택터는 적절한 유량에 도달할 때까지 펌프의 속도를 낮추고 속도를 고정 상태로 유지합니다. 펌프는 냉각기가 스테이징될 때마다 이 속도로 운전합니다. 1차 회로에는 시스템 곡선의 변경을 야기할 수 있는 제어 밸브나 기타 장치가 없고 펌프 및 냉각기의 스테이징/디스테이징으로 인한 변동폭이 주로 작기 때문에 이 고정 속도가 적절히 유지됩니다. 시스템 수명 기간 중에 유량을 증가시킬 필요가 있는 경우, 주파수 변환기는 새 펌프 임펠러로 교체하는 대신 펌프 속도를 증가시키기만 하면 됩니다.

 Danfoss A/S © 개정 06/2014 All rights reserved.

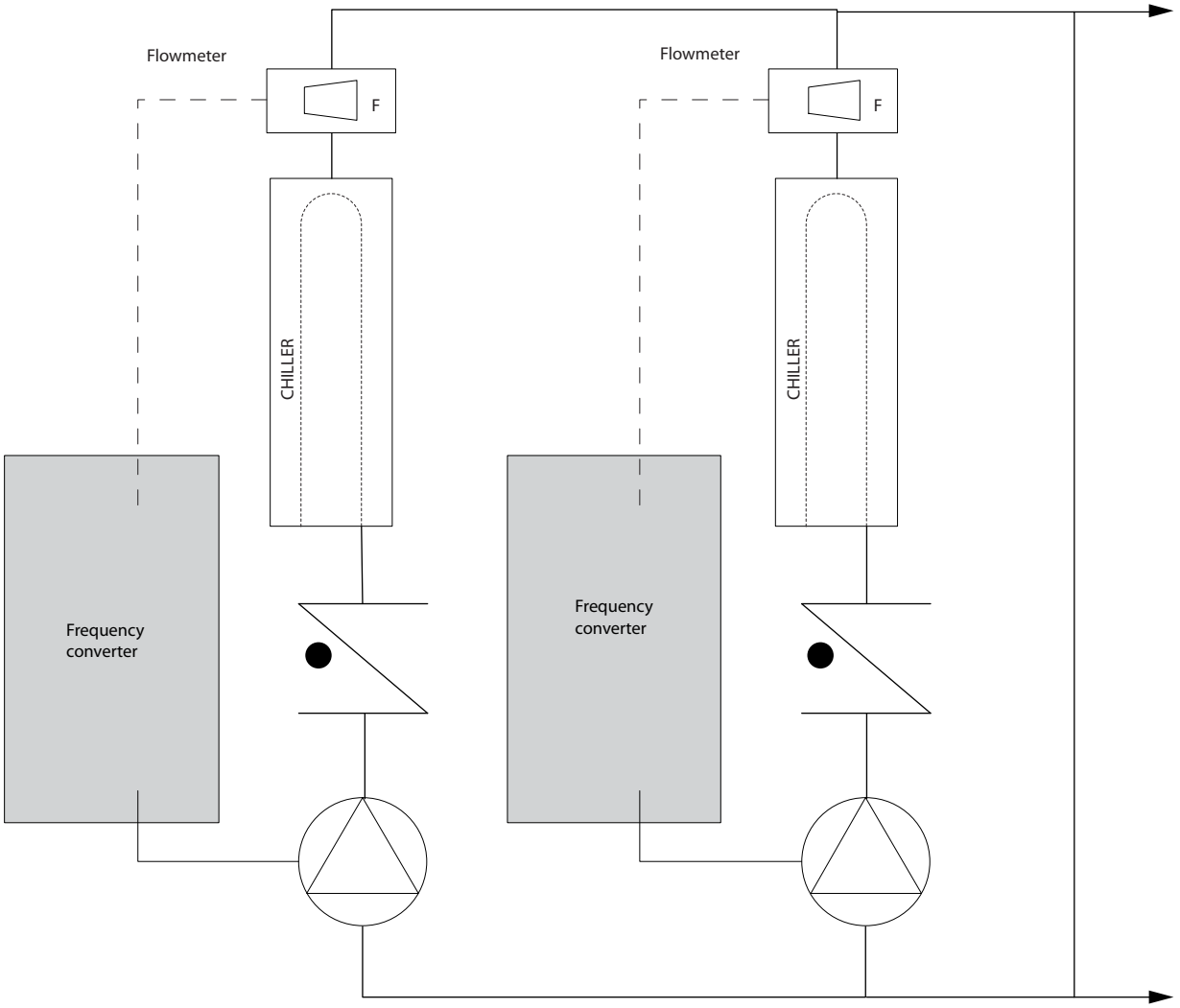


그림 2.21 VLT 솔루션

 Danfoss A/S © 개정 06/2014 All rights reserved.

2

2.7.23 2차 펌프

1차/2차 냉각수 펌프 시스템의 2차 펌프는 냉각된 용수를 1차 산출 회로의 부하로 분산하는 데 사용됩니다. 1차/2차 펌프 시스템은 하나의 배관 회로를 다른 배관 회로에서 순환수식으로 분리하는 데 사용됩니다. 이 경우에 1차 펌프는 냉각기를 통해 일정한 유량을 유지하는 데 사용하는 반면 2차 펌프는 유량을 다양하게 하고 제어 성능을 증대시키며 에너지를 절감하는 데 사용합니다.
1차/2차 설계 컨셉트가 사용되지 않고 가변 유량 시스템이 설계되는 경우, 유량이 많이 낮아지거나 너무 빨리 낮아지면 냉각기가 부하를 올바르게 분산할 수 없습니다. 냉각기의 증발기 저온 안전 기능으로 인해 냉각기가 트립되고 수동으로 리셋해야 합니다. 이는 대형 설비에서, 특히 2개 이상의 냉각기가 병렬로 설치될 때 흔히 나타나는 상황입니다.

2.7.24 VLT 솔루션

2방향 밸브를 갖춘 1차-2차 시스템은 에너지 절감을 증대시키고 시스템 제어 문제를 보다 용이하게 하지만 실제 에너지 절감 및 제어 가능성은 주파수 변환기를 추가함으로써 현실화됩니다.
센서 위치가 올바른 상태에서 주파수 변환기를 추가하면 펌프가 속도를 다양하게 하여 펌프 곡선 대신 시스템 곡선을 따르게 됩니다.
그 결과, 에너지가 버려지거나 과도한 가압이 대부분 발생하지 않게 하며 2방향 밸브 또한 영향을 받을 수 있습니다. 감시된 부하에 도달하면 2방향 밸브는 닫힙니다. 이렇게 되면 부하와 2방향 밸브에 걸쳐 측정된 차동 압력이 증가합니다. 이 차동 압력이 증가하기 시작하면 설정포인트 값이라고도 하는 제어 헤드를 유지하기 위해 펌프 속도가 낮아집니다. 이 설정포인트 값은 설계 조건 하에서 부하와 2방향 밸브의 압력 감소분을 합하여 계산됩니다.

여러 개의 펌프를 병렬로 구동할 때는 에너지 절감을 극대화하기 위해 개별 전용 인버터 또는 하나의 와 함께 동일한 속도로 구동해야 합니다.

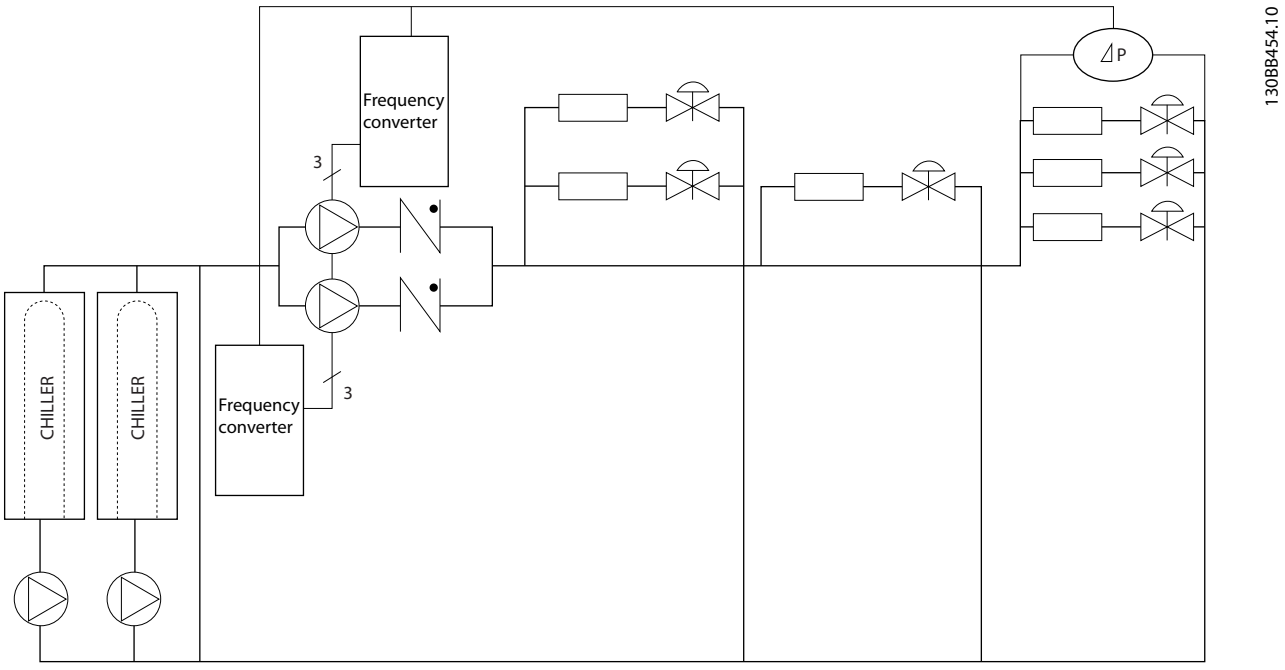


그림 2.22 VLT 솔루션

 Danfoss A/S © 개정 06/2014 All rights reserved.

2.8 제어 구조

2.8.1 제어 방식

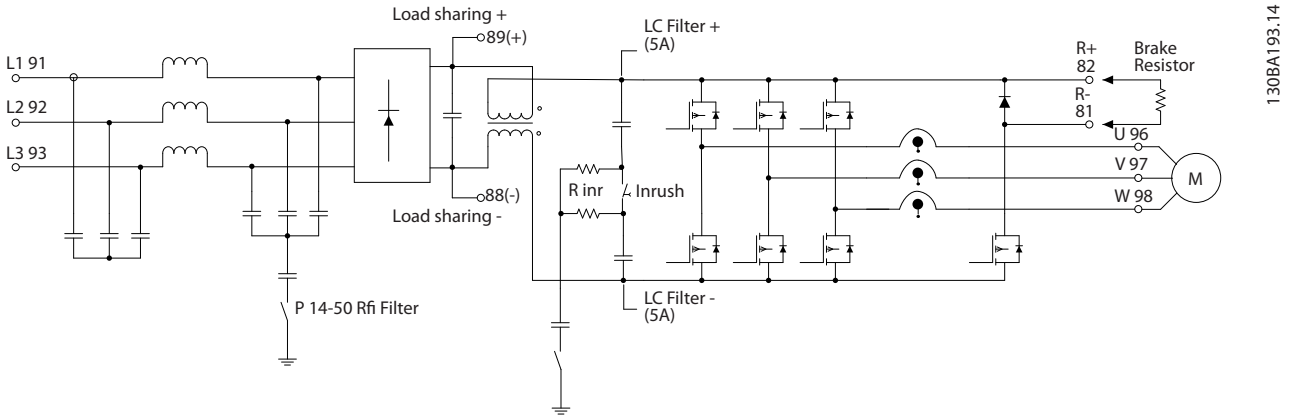


그림 2.23 제어 구조

주파수 변환기는 다양한 용도로 사용되는 고성능 유닛입니다. 이는 U/f 특수 모터 모드 및 VVC^{plus} 등과 같이 다양한 모터 제어 방식을 취급할 수 있으며 일반적인 다람쥐장 모양의 비동기형 모터를 취급할 수 있습니다.
이 주파수 변환기에서의 단락 동작은 모터 위상의 전류 변환기 3개에 따라 다릅니다.

*1-00 구성 모드*에서 개회로와 폐회로 중 하나를 선택합니다.

2.8.2 제어 구조 개회로

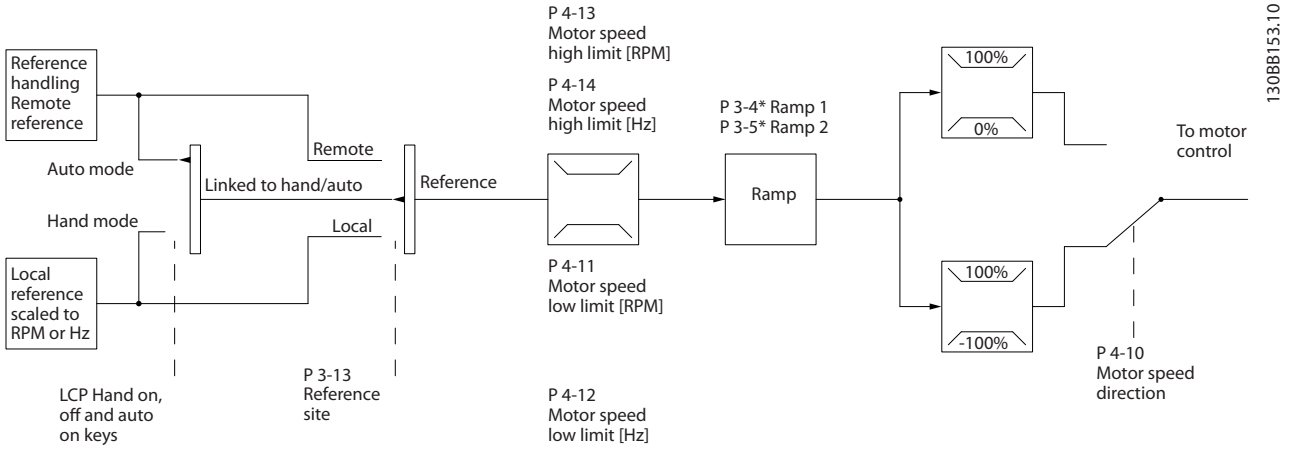


그림 2.24 개회로 구조

*그림 2.24*에 나타난 구성에서 *1-00 구성 모드*는 *[0] 개회로*로 설정됩니다. 모터 제어기로 전달되기 전에 가감속 한계 및 속도 한계를 통해 지령 처리 시스템의 결과 지령 또는 현장 지령이 수신되고 보내집니다.
그러면 모터 제어기의 출력이 최대 주파수 한계로 제한됩니다.

 Danfoss A/S © 개정 06/2014 All rights reserved.

2

2.8.3 PM/EC+ 모터 제어

댄포스 EC+ 컨셉트는 댄포스 주파수 변환기가 운전하는 IEC 표준 외함 유형에서 고효율 PM 모터를 사용할 수 있게 합니다.
작동 절차는 댄포스 VVC^{plus} PM 제어 방식을 활용하여 기존의 비동기식 (유도) 모터를 사용하는 경우와 유사합니다.

고객 이점:

- 모터 기술의 자유로운 선택(영구 자석 또는 유도 모터)
- 유도 모터의 경우와 동일한 설치 및 운전
- 시스템 구성품(예: 모터) 선정 시 제조업체 별도 선택 가능
- 최상의 구성품 선정을 통한 최상의 시스템 효율
- 기존 설비의 개장 가능
- 고출력 제품군: 1.1–22 kW

전류 한계:

- 현재 최대 22 kW까지만 지원
- 현재 비돌극 유형의 PM 모터로 제한
- PM 모터로는 LC 필터를 지원하지 않음
- PM 모터로는 과전압 제어 알고리즘을 지원하지 않음
- PM 모터로는 회생동력 백업 알고리즘을 지원하지 않음
- PM 모터로는 AMA 알고리즘을 지원하지 않음
- 모터 결상 감지 없음
- 스톨 감지 없음
- ETR 기능 없음

2.8.4 주파수 변환기와 PM 모터의 용량 선택

PM 모터의 낮은 모터 인덕턴스는 주파수 변환기의 전류 리플을 야기할 수 있습니다.

지정된 PM 모터에 알맞은 주파수 변환기를 선택하려면 다음 사항을 확인합니다.

- 주파수 변환기가 모든 운전 조건에서 필요한 출력 및 전류를 전달할 수 있어야 합니다.
- 주파수 변환기의 출력 등급이 모터의 출력 등급 이상이어야 합니다.
- 충분한 안전성의 여유가 있는 일정한 100% 운전 부하에 맞게 주파수 변환기 용량을 선택합니다.

각기 다른 전압에 대한 PM 모터의 전류(A)와 대표적인 출력 등급(kW)은 *장을 9.1 주전원 공급표*에서 확인할 수 있습니다.

정격 출력 등급에 맞는 용량 선택의 예
예 1

- PM 모터 용량: 1.5 kW / 2.9 A
- 주전원: 3 x 400 V

주파수 변환기	대표적 [kW]	대표적 [hp] (460V 기준)	지속적 [A] (3x380-440 V)	단속적 [A] (3x380-440V)	지속적 [A] (3x441-480 V)	단속적 [A] (3x441-480V)
P1K1	1.1	1.5	3.0	3.3	2.7	3.0
P1K5	1.5	2.0	4.1	4.5	3.4	3.7

표 2.10 1.1 kW 및 1.5 kW 주파수 변환기의 용량 선택 자료

PM 모터의 전류 등급(2.9 A)은 1.1 kW 주파수 변환기(3 A @ 400 V)와 1.5 kW 주파수 변환기(4.1 A @ 400 V)의 전류 등급과 일치합니다. 하지만 모터의 출력 등급이 1.5 kW이기 때문에 1.5 kW 주파수 변환기가 올바른 선택입니다.

	모터	주파수 변환기 1.5 kW
출력	1.5 kW	1.5 kW
전류	2.9 A	4.1 A @ 400V

표 2.11 올바르게 선택한 용량의 주파수 변환기

예 2

- PM 모터 용량: 5.5 kW / 12.5 A
- 주전원: 3 x 400 V

주파수 변환기	대표적 [kW]	대표적 [hp] (460V 기준)	지속적 [A] (3x380-440 V)	단속적 [A] (3x380-440V)	지속적 [A] (3x441-480 V)	단속적 [A] (3x441-480V)
P4K0	4.0	5.0	10.0	11.0	8.2	9.0
P5K5	5.5	7.5	13.0	14.3	11.0	12.1

표 2.12 4.0 kW 및 5.5 kW 주파수 변환기의 용량 선택 자료

PM 모터의 전류 등급(12.5 A)은 4.0 kW 주파수 변환기의 전류 등급(10 A @ 400 V)이 아닌 5.5 kW 주파수 변환기의 전류 등급(13 A @ 400 V)과 일치합니다. 모터의 출력 등급은 5.5 kW이기 때문에 5.5 kW 주파수 변환기는 올바른 선택입니다.

	모터	주파수 변환기 5.5 kW
출력	5.5 kW	5.5 kW
전류	12.5 A	13 A @ 400V

표 2.13 올바르게 선택한 용량의 주파수 변환기

 Danfoss A/S © 개정 06/2014 All rights reserved.

2.8.5 현장(수동 운전) 및 원격(자동 운전) 제어

주파수 변환기는 현장 제어 패널(LCP)을 통해 수동으로 작동하거나 아날로그/디지털 입력 또는 직렬 버스통신을 통해 원격으로 작동할 수 있습니다.
0-40 LCP의 [수동 운전] 키, *0-41 LCP의 [꺼짐] 키*, *0-42 LCP의 [자동 운전] 키* 및 *0-43 LCP의 [리셋] 키*에서 해당 모드가 설정된 경우 LCP에서 [Hand On] 및 [Off] 키를 사용하여 주파수 변환기를 기동 또는 정지시킬 수 있습니다. [Reset] 키를 통해 알람을 리셋할 수 있습니다. [Hand On] 을 누르면 주파수 변환기가 수동 모드로 전환되고 (초기 설정에 따라) [▲] 및 [▼]를 사용하여 설정한 현장 지령을 수행합니다.

[Auto On]을 누르면 주파수 변환기가 자동 모드로 전환되고 (초기 설정에 따라) 원격 지령을 수행합니다. 자동 모드에서는 디지털 입력 및 다양한 직렬 인터페이스(RS-485, USB 또는 선택사양인 필드버스)를 통해 주파수 변환기를 제어할 수 있습니다. 파라미터 그룹 *5-1* 디지털 입력* 또는 파라미터 그룹 *8-5* 직렬 통신*에서 기동, 정지, 가감속 변경 및 파라미터 셋업 변경 등에 대해 살펴보시기 바랍니다.

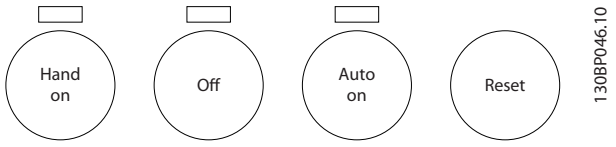


그림 2.25 운전 키

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

표 2.14 현장 또는 원격 지령 조건

*표 2.14*는 각기 다른 조건 하에서 현장 지령 또는 원격 지령이 활성화됨을 나타냅니다. 현장 지령이나 원격 지령 중 하나를 항상 활성화하도록 설정할 수 있으나 동시에 두 지령을 모두 활성화할 수는 없습니다.

현장 지령은 *1-00 구성 모드*의 설정과 관계 없이 구성 모드를 개회로로 강제 전환합니다.

현장 지령은 전원 차단 시 복원됩니다.

2.8.6 제어 구조 폐회로

내부 컨트롤러를 사용하면 주파수 변환기가 제어되는 시스템의 적분 부분이 될 수 있습니다. 주파수 변환기는 시스템의 센서에서 피드백 신호를 수신합니다. 그리고 나서 이 피드백을 설정포인트 지령 값과 비교하고 이러한 두 신호 사이에 오류가 있는지 판단합니다. 그리고 나서 모터의 속도를 조정하여 이 오류를 수정합니다.

예를 들어, 펌프 속도가 제어되어 배관 내 정적 압력이 일정한 펌프 어플리케이션을 고려해 보겠습니다. 원하는 정적 압력 값은 설정포인트 지령으로서 주파수 변환기에 공급됩니다. 정적 압력 센서는 배관의 실제 정적 압력을 측정하고 이를 피드백 신호로서 주파수 변환기에 공급합니다. 피드백 신호가 설정포인트 지령보다 큰 경우, 압력을 줄이기 위해 주파수 변환기가 감속합니다. 그와 유사한 방식으로 배관 압력이 설정포인트 지령보다 낮은 경우, 펌프에 의해 제공된 압력을 증가시키기 위해 주파수 변환기가 자동으로 가속합니다.

 Danfoss A/S © 개정 06/2014 All rights reserved.

2

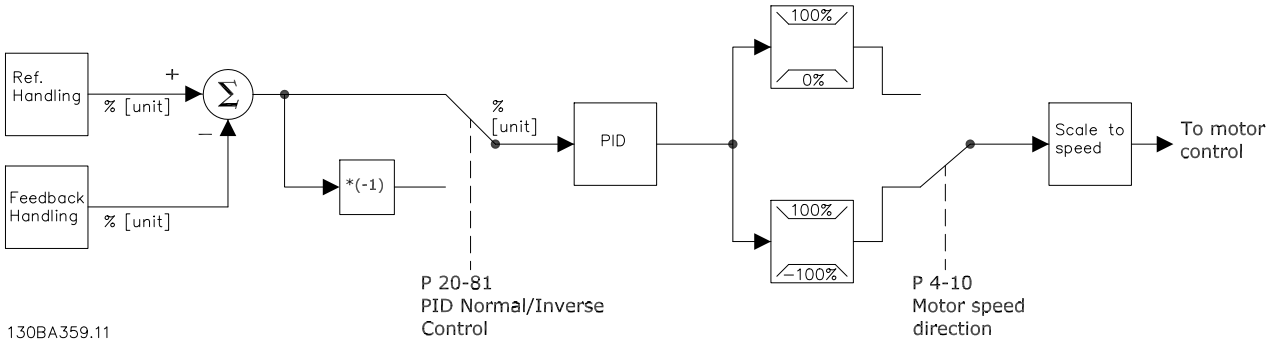


그림 2.26 폐회로 제어기의 블록 다이어그램

주파수 변환기의 폐회로 제어기 초기 값이 만족할 만한 성능을 제공하는 경우가 많기는 하지만 폐회로 제어기의 파라미터 중 일부를 조정함으로써 시스템 제어를 최적화할 수 있는 경우도 많습니다. 또한 PI 상수를 자동 튜닝할 수 있습니다.

2.8.7 피드백 처리

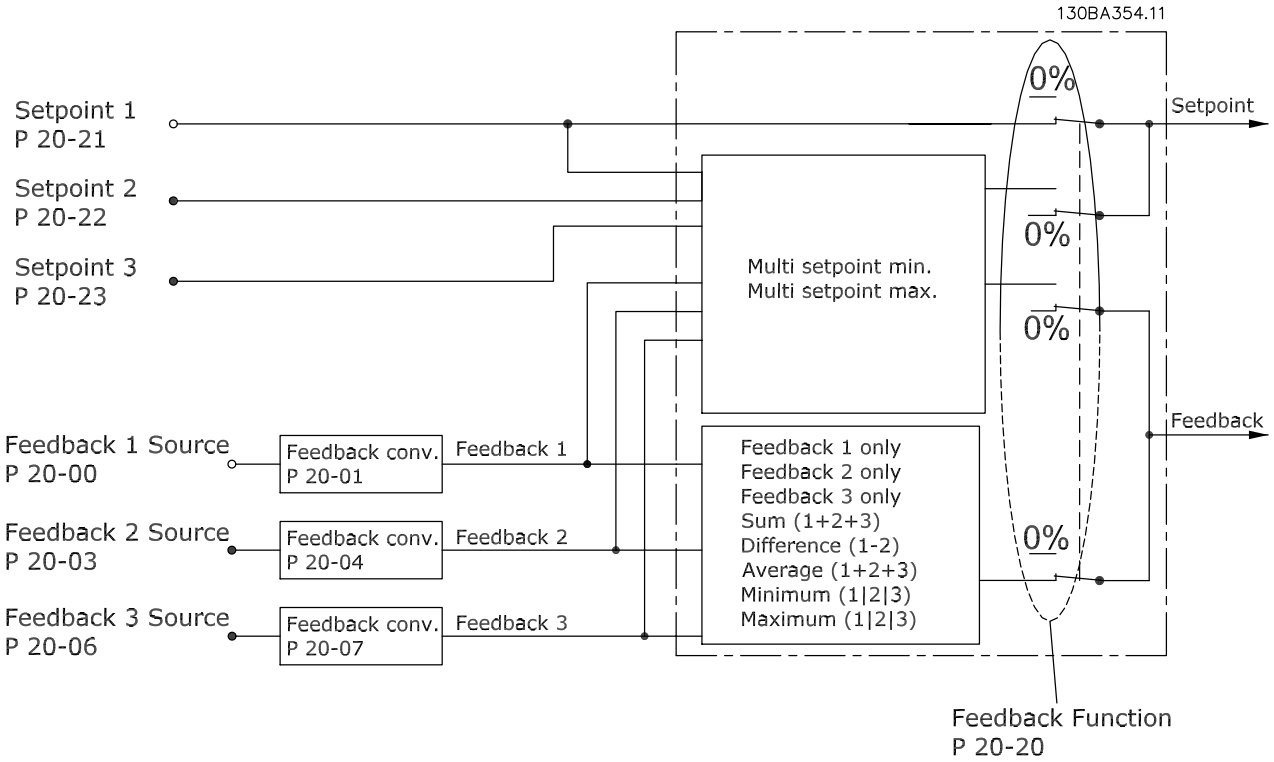


그림 2.27 피드백 신호 공정의 블록 다이어그램

다중 설정포인트, 다중 피드백과 같은 고급 제어가 필요한 어플리케이션에서 사용할 수 있도록 피드백 처리를 구성할 수 있습니다. 다음과 같이 세 가지 종류의 제어가 통상적입니다.

 Danfoss A/S © 개정 06/2014 All rights reserved.

단일 영역, 단일 설정포인트
단일 영역 단일 설정포인트는 기본적인 구성입니다. 설정포인트 1은 다른 지령(필요한 경우, 지령 처리 참조)에 추가되고 피드백 신호는 *20-20 피드백 기능*를 사용하여 선택됩니다.

다중 영역, 단일 설정포인트
다중 영역 단일 설정포인트는 2개나 3개의 피드백 센서를 사용하고 설정포인트는 하나만 사용합니다. 피드백을 추가 또는 추출(피드백 1과 2만)하거나 평균화할 수 있습니다. 또한 최대 또는 최소 값을 사용할 수도 있습니다. 설정포인트 1는 이 구성에서만 사용됩니다.

*[13] 다중 설정포인트 최소*가 선택되면 차이가 가장 큰 설정포인트/피드백 쌍이 주파수 변환기의 속도를 제어합니다. *[14] 다중 설정포인트 최대*는 각 설정포인트 이하에서 모든 영역을 유지하려고 하는 반면 *[13] 다중 설정포인트 최소*는 각 설정포인트 이상에서 모든 영역을 유지하려고 합니다.

예
2영역 2설정포인트 어플리케이션. 영역 1 설정포인트는 15 bar이며 피드백은 5.5 bar입니다. 영역 2 설정포인트는 4.4 bar이며 피드백은 4.6 bar입니다. *[14] 다중 설정포인트 최대*가 선택되면 그 차이가 적기 때문에 영역 1의 설정포인트와 피드백이 PID 제어기에 전송됩니다(피드백이 설정포인트보다 높으므로 결과는 음의 차이입니다). *[13] 다중 설정포인트 최소*가 선택되면 그 차이가 크기 때문에 영역 2의 설정포인트와 피드백이 PID 제어기에 전송됩니다(피드백이 설정포인트보다 낮으므로 결과는 양의 차이입니다).

2.8.8 피드백 변환

일부 어플리케이션의 경우 피드백 신호를 변환하는 것이 유용할 수 있습니다. 그 예 중 하나가 압력 신호를 사용하여 유량 피드백을 제공하는 것입니다. 압력의 제곱근이 유량에 비례하므로 압력 신호의 제곱근은 유량에 비례하는 값을 산출합니다. 이는 *그림 2.28*에서 보는 바와 같습니다.

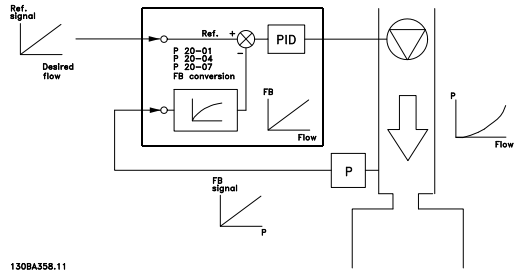


그림 2.28 피드백 변환

2.8.9 지령 처리

2

개회로 및 폐회로 운전의 세부 내용

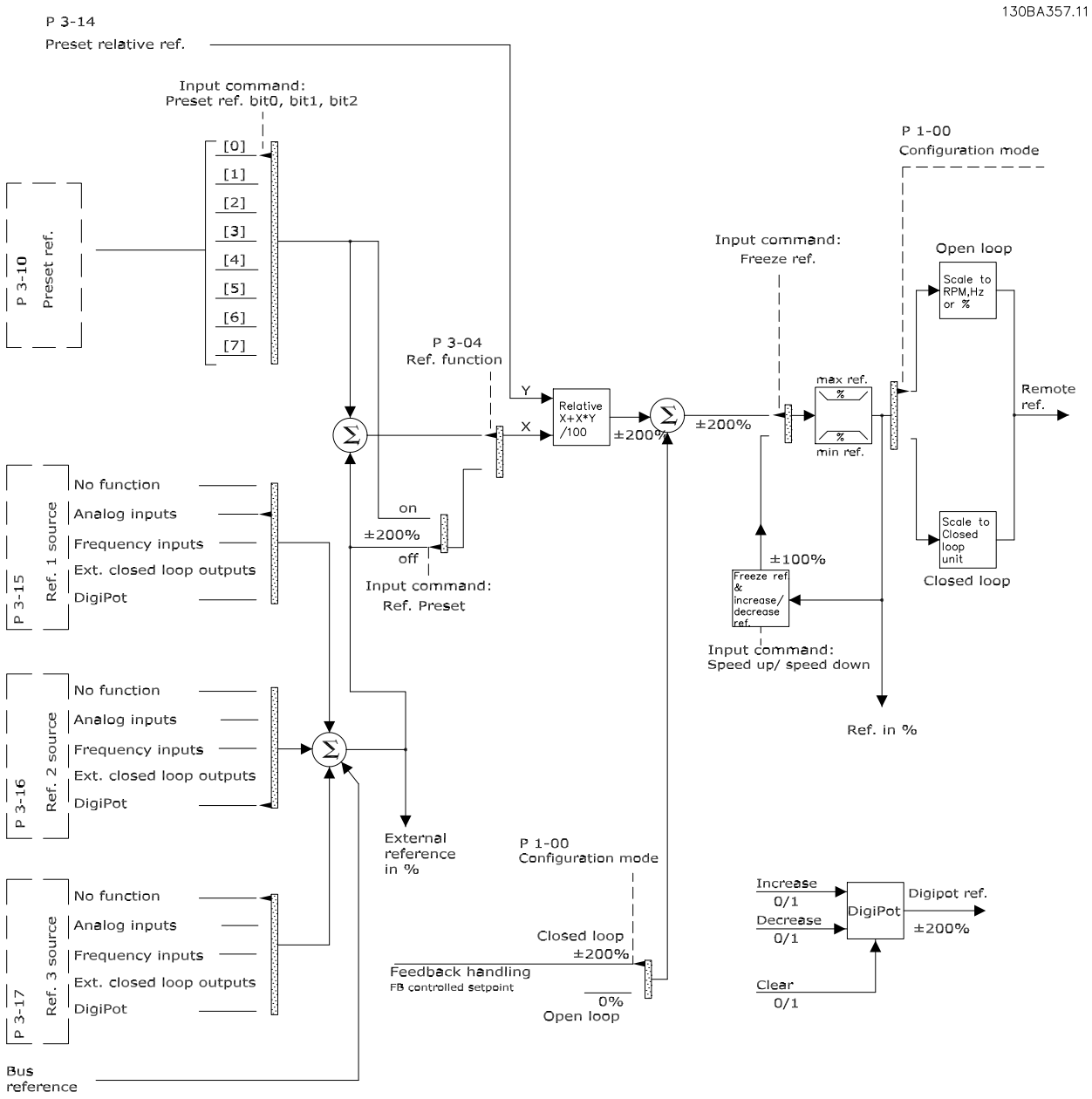


그림 2.29 원격 지령을 보여주는 블록 다이어그램

원격 지령은 다음으로 구성되어 있습니다.

- 프리셋 지령.
- 외부 지령(아날로그 입력, 펄스 주파수 입력, 디지털 가변 저항 입력 및 직렬 통신 버스통신 지령).
- 프리셋 상대 지령.
- 피드백으로 제어된 설정포인트.

주파수 변환기에서 최대 8개의 프리셋 지령을 프로그래밍할 수 있습니다. 활성 프리셋 지령은 디지털 입력 또는 직렬 통신 버스통신을 사용하여 선택할 수 있습니다. 지령은 또한 외부, 대부분의 경우, 아날로그 입력에서 제공될 수 있습니다. 이 외부 소스는 3가지 지령 소스 파라미터(*3-15 지령 1 소스*, *3-16 지령 2 소스* 및 *3-17 지령 3 소스*) 중 하나에 의해 선택됩니다. Digipot은 디지털 가변 저항입니다. 이는 또한 통상적으로 가속/감속 제어 또는 부동 포인트 제어라고도 합니다. 이를 셋업하려면 디지털 입력 중 하나는 지령을 증가시키도록 프로그래밍하고 다른 하나는 지령을 감소시키도록 프로그래밍합니다. 세 번째 디지털 입력은 Digipot 지령을 리셋하는 데 사용할 수 있습니다. 모든 지령 소스와 버스통신 지령은 총 외부 지령을 산출하기 위해 추가됩니다. 외부 지령, 프리셋 지령 또는 외부 지령과 프리셋 지령의 합은 활성 지령이 되도록 선택할 수 있습니다. 마지막으로 이 지령은 *3-14 프리셋 상대 지령*를 사용하여 범위를 설정할 수 있습니다.

범위가 설정된 지령은 다음과 같이 계산됩니다.

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

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 설정되면 범위 설정에 의해 지령이 영향을 받습니다.

2.8.10 폐회로 PID 제어의 예

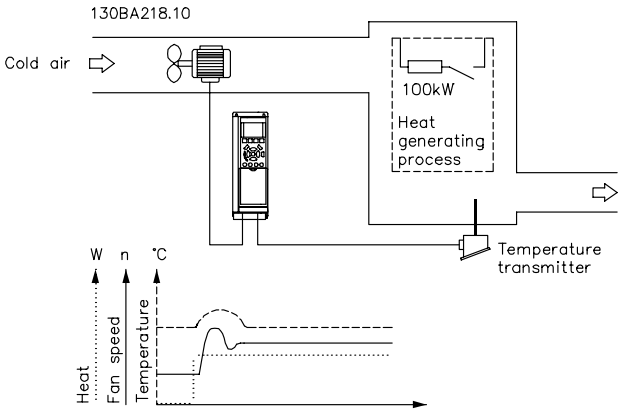


그림 2.30 공조 시스템의 폐회로 제어

공조 시스템의 경우, 온도가 일정한 값에서 유지되어야 합니다. 원하는 온도는 0-10V 가변 저항을 사용하여 -5°C와 +35°C 사이에서 설정됩니다. 냉각 어플리케이션이므로 온도가 설정포인트 값을 초과하면 더 많은 냉각 풍량을 제공하도록 팬 속도를 증가시켜야 합니다. 온도 센서는 -10°C에서 +40°C의 범위를 갖고 있으며 2선 트랜스미터를 사용하여 4-20mA 신호를 제공합니다. 주파수 변환기의 출력 주파수 범위는 10-50 Hz입니다.

1. 단자 12(+24 V)와 18 사이에 연결된 스위치를 통한 기동/정지.
2. 단자 50(+10V), 53(입력) 및 55(공통)에 연결된 가변 저항(-5 ~ +35°C, 0-10V DC)을 통한 온도 지령.
3. 단자 54에 연결된 트랜스미터(-10-40°C, 4-20 mA)를 통한 온도 피드백. LCP 뒤의 스위치 S202는 켜짐(전류 입력)으로 설정.

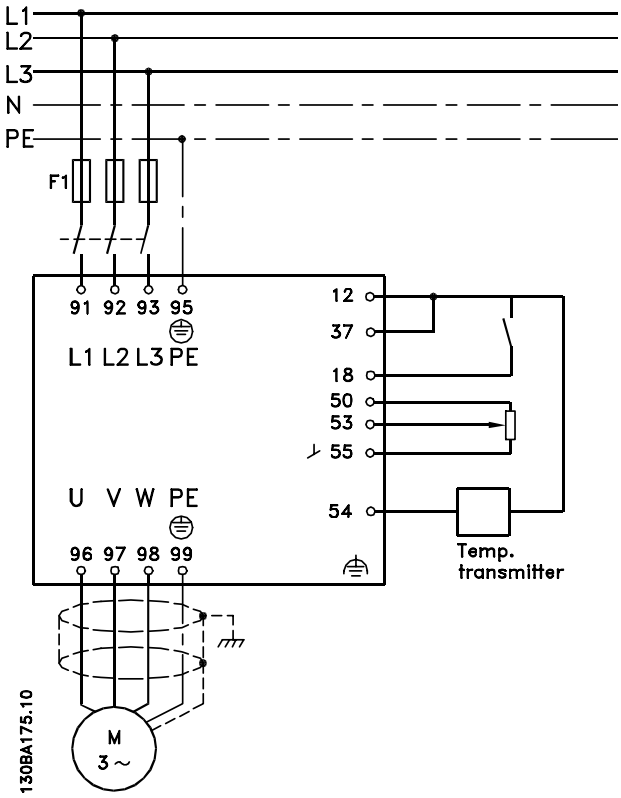


그림 2.31 폐회로 PID 제어의 예

2.8.11 프로그래밍 순서

주의 사항

이 예에서는 유도 모터를 사용하는 것으로 간주합니다. 다시 말해, *1-10 모터 구조* = [0] 비동기화.

기능	파라미터	설정
1) 모터가 정상적으로 운전하는지 확인하려면 다음 사항을 확인합니다.		
명판 데이터에 따라 모터 파라미터를 설정합니다.	1-2*	모터 명판에 기재된 내용과 동일하게 설정합니다.
자동 모터 최적화를 실행합니다.	1-29	*[1] 완전 AMA*를 활성화한 다음 AMA 기능을 실행합니다.
2) 모터의 회전 방향이 올바른지 점검합니다.		
모터 회전 점검 실행.	1-28	모터가 잘못된 방향으로 구동하는 경우, 잠시 전원을 분리하고 모터 위상 2개를 반대로 전환합니다.

 Danfoss A/S © 개정 06/2014 All rights reserved.

2

기능	파라미터	설정
3) 주파수 변환기 한계를 안전한 값으로 설정합니다.		
가감속 설정값이 주파수 변환기 용량과 운전 사양에 알맞는지 확인합니다.	3-41 3-42	60초 60초 모터/부하 용량에 따라 다름. 또한 수동 모드에서도 활성화됨.
(필요한 경우) 모터의 방향이 바뀌지 않도록 합니다.	4-10	*[0] 시계 방향*
모터 회전수에 대한 허용 한계를 설정합니다.	4-12 4-14 4-19	10 Hz, 모터 최저 속도 50 Hz, 모터 최대 속도 50 Hz, 인버터 최대 출력 주파수
개회로에서 폐회로로 전환합니다.	1-00	*[3] 폐회로*
4) PID 제어기에 대한 피드백을 구성합니다.		
알맞은 지령/피드백 단위를 선택합니다.	20-12	*[71] bar*
5) PID 제어기에 대한 설정포인트 지령을 구성합니다.		
설정포인트 지령에 대한 허용 한계를 설정합니다.	20-13 20-14	0 Bar 10 Bar
스위치 S201 / S202로 전류 또는 전압을 선택합니다.		
6) 설정포인트 지령 및 피드백에 사용되는 아날로그 입력의 범위를 설정합니다.		
가변 저항의 압력 범위에 대한 아날로그 입력 53의 범위를 설정합니다(0 - 10 Bar, 0 - 10V).	6-10 6-11 6-14 6-15	0 V 10V (초기값) 0 Bar 10 Bar
압력 센서에 대한 아날로그 입력 54의 범위를 설정합니다(0 - 10 Bar, 4 - 20mA).	6-22 6-23 6-24 6-25	4mA 20mA (초기값) 0 Bar 10 Bar
7) PID 제어기 파라미터를 튜닝합니다.		
필요한 경우, 주파수 변환기의 폐회로 제어기를 조정합니다.	20-93 20-94	아래의 PID 제어기 최적화를 참조하십시오.
8) 저장하고 종료합니다.		
안전을 위해 파라미터 설정값을 LCP에 저장합니다.	0-50	*[1] 모두 업로드*

표 2.15 프로그래밍 순서

2.8.12 주파수 변환기 폐회로 제어기 튜닝

주파수 변환기의 폐회로 제어기가 셋업되고 나면 제어기의 성능을 시험해야 합니다. *20-93 PID 비례 이득*과 *20-94 PID 적분 시간*의 초기 값을 사용해도 그 성능이 양호한 경우가 많습니다. 하지만 일부의 경우, 이러한 파라미터 값을 최적화하여 보다 빠른 시스템 응답을 제공하면서도 속도의 과도 현상을 제어하는 것이 유용합니다.

2.8.13 수동 PID 조정

1. 모터를 기동합니다.
2. *20-93 PID 비례 이득*을 0.3으로 설정하고 피드백 신호가 공진을 시작할 때까지 값을 늘립니다. 필요한 경우, 주파수 변환기를 기동 및 정지하거나 설정포인트 지령을 단계적으로 변경하여 공진을 야기하게 합니다. 그리고 나서 피드백 신호가 안정화될 때까지 PID 비례 이득을 줄입니다. 그리고 나서 비례 이득을 40-60%까지 줄입니다.
3. *20-94 PID 적분 시간*을 20초로 설정하고 피드백 신호가 공진을 시작할 때까지 값을 줄입니다. 필요한 경우, 주파수 변환기를 기동 및 정지하거나 설정포인트 지령을 단계적으로 변경하여 공진을 야기하게 합니다. 그리고 나서 피드백 신호가 안정화될 때까지 PID 적분 시간을 늘립니다. 그리고 나서 적분 시간을 15-50%까지 늘립니다.
4. *20-95 PID 미분 시간*는 동작 속도가 매우 빠른 시스템에만 사용해야 합니다. 일반적인 값은 *20-94 PID 적분 시간*의 25%입니다. 비례 이득과 적분 시간이 완전히 최적화된 경우에만 미분 기능을 사용해야 합니다. 저주파 통과 필터로 피드백 신호의 공진을 충분히 감소시켜야 합니다(필요한 경우 파라미터 6-16, 6-26, 5-54 또는 5-59).

 Danfoss A/S © 개정 06/2014 All rights reserved.

2.9 EMC의 일반적 측면

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 2.32*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 2.32* 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 2.32*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.

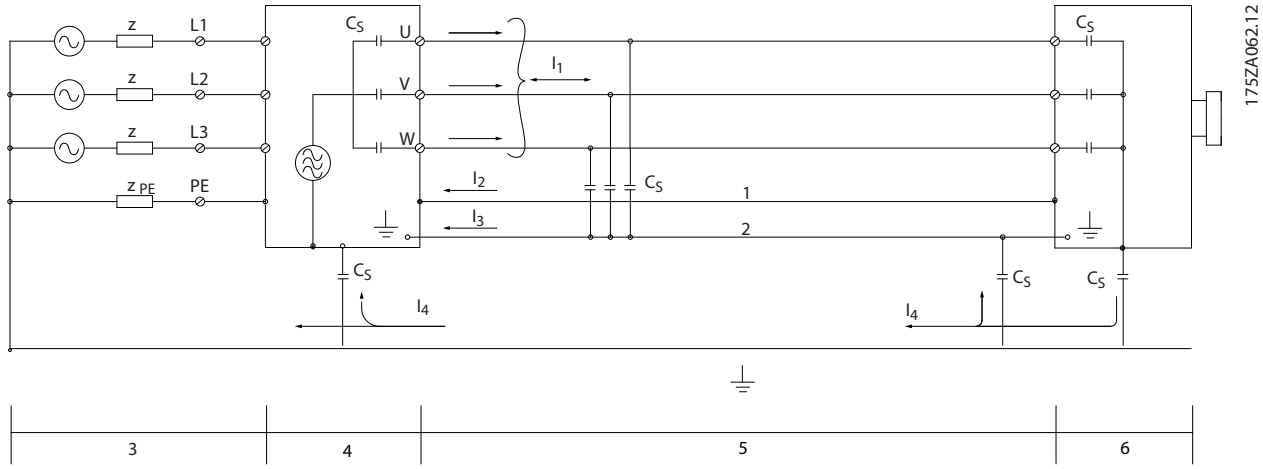


그림 2.32 누설 전류를 생성하는 상황

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

표 2.16 *그림 2.32*에 대한 범례

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. EMC에 관한 자세한 정보는 를 참조하십시오.

2

2.9.1 방사 요구사항

속도 조절이 가능한 주파수 변환기의 EMC 제품 표준 EN/IEC 61800-3:2004에 따른 EMC 요구사항은 주파수 변환기의 용도에 따라 다릅니다. EMC 제품 표준에 4가지 범주가 정의되어 있습니다. 방사를 실시한 공급 전원 전압의 요구사항과 함께 4가지 범주의 정의가 *표 2.17*에 명시되어 있습니다.

부문	정의	EN 55011에서 지정된 한계에 따라 실시된 방사 요구사항
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 계획을 만들어야 합니다.

표 2.17 방사 요구사항

일반적인(전도) 방사 표준이 사용되는 경우, 주파수 변환기는 다음과 같은 한계를 준수해야 합니다.

환경	일반 표준	EN 55011에서 지정된 한계에 따라 실시된 방사 요구사항
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 2.18 일반적인 방사 표준의 한계

2.9.2 EMC 시험 결과

다음은 정격 스위칭 주파수를 기준으로 하여 주파수 변환기, 차폐된 제어 케이블, 가변 저항기 및 제어 박스, 모터 차폐 케이블을 사용한 시스템의 시험 결과입니다. *표 2.19*에는 적합성을 위한 최대 모터 케이블 길이가 명시되어 있습니다.

RFI 필터 유형		전도			방사		
		케이블 길이 [m]			케이블 길이 [m]		
표준 및 요구사항	EN 55011	클래스 B 주택, 상업 및 경공업 지역	클래스 A 그룹 1 산업 환경	클래스 A 그룹 2 산업 환경	클래스 B 주택, 상업 및 경공업 지역	클래스 A 그룹 1 공업지역	클래스 A 그룹 2 공업지역
	EN/IEC 61800-3	부문 C1 1차 환경 가정 및 사무실	부문 C2 1차 환경 가정 및 사무실	부문 C3 2차 환경 산업	부문 C1 1차 환경 가정 및 사무실	부문 C2 1차 환경 가정 및 사무실	부문 C3 2차 환경 산업
H1							
FC 102	1.1-45 kW 200-240 V	50	150	150	아니오	예	예
	1.1-90 kW 380-480 V	50	150	150	아니오	예	예
H2							
FC 102	1.1-3.7 kW 200-240 V	아니오	아니오	5	아니오	아니오	아니오
	5.5-45 kW 200-240 V	아니오	아니오	25	아니오	아니오	아니오
	1.1-7.5 kW 380-500 V	아니오	아니오	5	아니오	아니오	아니오
	11-90 kW 380-500 V[4]	아니오	아니오	25	아니오	아니오	아니오
	11-22 kW 525-690 V [1, 4]	아니오	아니오	25	아니오	아니오	아니오
	30-90 kW 525-690 V [2, 4]	아니오	아니오	25	아니오	아니오	아니오
H3							
FC 102	1.1-45 kW 200-240V	10	50	75	아니오	예	예
	1.1-90 kW 380-480V	10	50	75	아니오	예	예
H4							
FC 102	11-30 kW 525-690 V [1]	아니오	100	100	아니오	예	예
	37-90 kW 525-690 V[2]	아니오	150	150	아니오	예	예
Hx[3]							
FC 102	1.1-90kW 525-600V	아니오	아니오	아니오	아니오	아니오	아니오

표 2.19 EMC 시험 결과 (방사)

1) 외함 유형 B
2) 외함 유형 C
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)
HX, H1, H2, H3, H4 또는 H5는 EMC 필터의 유형 코드 위치 16-17에서 정의
HX - 주파수 변환기에 EMC 필터가 내장되지 않습니다(600V 유닛에만 해당)
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

2

2.9.3 고조파 방사의 일반적 측면

주파수 변환기는 주전원에서 입력된 사인 곡선이 아닌 전류 (즉 고조파 전류)를 포함하고 있으며 이는 입력 전류I_{RMS}를 증가시킵니다. 이 고조파 전류는 푸리에 분석으로 변형되고 다른 주파수의 사인 곡선 전류가 분리됩니다. 즉, 기본 주파수 50Hz에서 고조파 전류 I_n가 분리됩니다.

	I_1	I_5	I_7
Hz	50	250	350

표 2.20 고조파 전류

이 고조파 전류는 전력 소비에 직접적으로 영향을 미치지는 않지만 설비(트랜스포머, 케이블)의 열 손실을 증가시킵니다. 따라서 정류기 부하가 큰 현장에서는 고조파 전류를 낮게 유지하여 트랜스포머의 과부하와 케이블 과열을 방지해야 합니다.

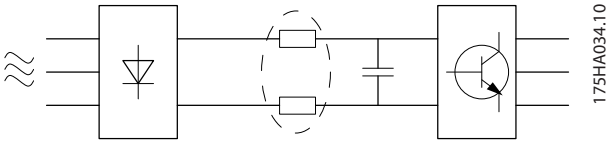


그림 2.33 고조파 전류

주의 사항

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

고조파 전류를 낮추기 위해 주파수 변환기에는 매개회로 코일이 기본 장착되어 있습니다. 이 매개회로 코일은 일반적으로 입력 전류 I_{RMS}를 약 40% 감소시킵니다.

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.

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

(U의 U_N%)

2.9.4 고조파 방사 요구사항

공공 공급망에 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 2.21 연결된 장비

2.9.5 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.

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

표 2.22 고조파 시험 결과 (방사)

공급부 S_{sc}의 단락 회로 출력이 다음 이상이라고 가정하겠습니다.

$$SSC = \sqrt{3} \times RSCE \times Umains \times Iequ = \sqrt{3} \times 120 \times 400 \times Iequ$$

사용자의 공급부와 공공 시스템 간의 인터페이스 지점 (R_{sce}) 기준.

단락 회로 출력 S_{sc}가 위에 지정된 값 이상인 공급부에만 장비를 연결해야 하며 이는 장비 설치자 또는 장비 사용자의 책임입니다. 필요한 경우 분산 네트워크 작업자에게 자문을 구합니다.
기타 출력 용량은 분산 네트워크 작업자의 자문을 구해 공공 공급 네트워크에 연결할 수 있습니다.

다양한 시스템 수준과의 적합성 지침:
*표 2.22*에 있는 고조파 전류 데이터는 Power Drive Systems 제품 표준을 참고하여 IEC/EN 61000-3-12에 따라 주어집니다. 이 데이터는 전원 공급 시스템에 대한 고조파 전류의 영향을 계산하는 데 사용될 수 있으며 다음과 같은 관련 지역 지침과의 적합성을 문서화하는 데 사용될 수 있습니다: IEEE 519 -1992; G5/4.

2.9.6 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 현상으로 인한 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 2.23*을(를) 참조하십시오.

적용 기준	**과도** IEC 61000-4-4	**서지** IEC 61000-4-5	ESD 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 Ω [1]	—	—	10 V_{RMS}
제동 장치	4 kV CM	4 kV/2 Ω[1]	—	—	10 V_{RMS}
부하 공유	4 kV CM	4 kV/2 Ω [1]	—	—	10 V_{RMS}
제어선	2 kV CM	2 kV/2 Ω[1]	—	—	10 V_{RMS}
표준 버스통신	2 kV CM	2 kV/2 Ω[1]	—	—	10 V_{RMS}
릴레이선	2 kV CM	2 kV/2 Ω [1]	—	—	10 V_{RMS}
어플리케이션 및 필드버스 옵션	2 kV CM	2 kV/2 Ω [1]	—	—	10 V_{RMS}
LCP 케이블	2 kV CM	2 kV/2 Ω [1]	—	—	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 2.23 EMC 방지 자료

1) 케이블의 차폐선에 방출
AD: Air Discharge(대기 중 방전)
CD: Contact Discharge(접촉 방전)
CM: Common mode(공통 모드)
DM: Differential mode(차동 모드)

 Danfoss A/S © 개정 06/2014 All rights reserved.

2

2.10 갈바닉 절연 (PELV)

2.10.1 PELV - Protective Extra Low Voltage(방호초저전압)

PELV는 초저전압을 이용한 보호 기능을 제공합니다. PELV 종류의 전기가 공급되는 경우에는 전기적 충격에 대해 충분히 고려해야 하며, 이 때 설치는 PELV 공급 업체의 국내 또는 국제 규정에 의해 설치해야 합니다.

모든 제어 단자 및 릴레이 단자(01-03/04-06)는 PELV(방호초저전압)가 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.

가장 높은 등급의 절연과 EN 61800-5-1 규정에 의거한 테스트를 통과한 전기적 갈바닉 절연이 이루어진 부품은 다음과 같습니다.
PELV 갈바닉 절연은 다음과 같이 여섯 곳에 적용되었습니다(*그림 2.34* 참조).

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

1. 직류단 회로의 전압을 나타내는 U_{DC}의 신호 절연을 포함한 전원 공급부(SMPS).
2. IGBT(트리거 트랜스포머/옵토커플러)를 제어하는 게이트 드라이브.
3. 전류 변환기.
4. 옵토커플러, 제동 모듈.
5. 잦은 내부적 기동, RFI 및 온도를 측정하는 회로.
6. 주문형 릴레이.
7. 기계식 제동 장치.

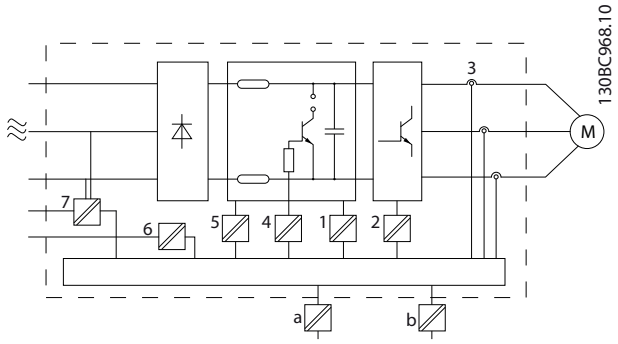


그림 2.34 갈바닉 절연

기능 위주의 갈바닉 절연(그림의 a 및 b)은 24V 백업 옵션 및 RS 485 표준 버스통신 인터페이스용입니다.

⚠경고

고도가 높은 곳에서의 설치:
380-500V, 외함 유형 A, B 및 C: 고도가 2km 이상인 곳에 설치할 경우에는 PELV에 대해 댄포스에 문의하십시오.
525-690V: 고도가 2km 이상인 곳에 설치할 경우에는 PELV에 대해 댄포스에 문의하십시오.

⚠경고

주전원으로부터 장치를 차단한 후에라도 절대로 전자부품을 만지지 마십시오. 치명적일 수 있습니다.
또한 부하 공유(직류단) 뿐만 아니라 역학적 백업용 모터 연결부와 같은 전압 입력이 차단되었는지 점검해야 합니다.
전기 부품을 만지기 전에 최소한 *표 2.19*에 표시된 시간만큼 기다립니다.
특정 유닛의 명판에 명시되어 있는 경우에 한해 대기 시간을 단축할 수 있습니다.

2.11 접지 누설 전류

누설 전류가 > 3.5 mA인 장비의 보호 접지는 국내 및 현지 규정을 준수합니다.
주파수 변환기 기술은 높은 출력에서의 높은 주파수 스위칭을 의미합니다. 이는 접지 연결부에 누설 전류를 발생시킵니다. 주파수 변환기의 출력 단자에 잘못된 전류가 흐르면 직류 구성품이 필터 커패시터를 충전하고 과도한 접지 전류를 야기할 수 있습니다.
접지 누설 전류는 몇 가지의 기여도로 구성되며 RFI 필터링, 차폐 모터 케이블 및 주파수 변환기 출력 등 시스템 구성에 따라 다릅니다.

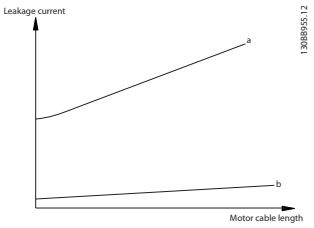


그림 2.35 케이블 길이와 출력 용량에 따른 누설 전류의 영향. Pa > Pb

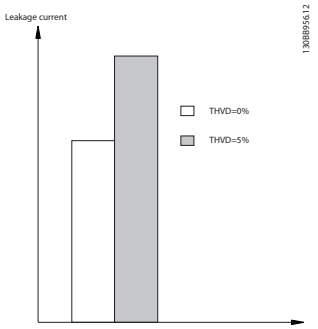


그림 2.36 라인 왜곡에 따른 누설 전류의 영향

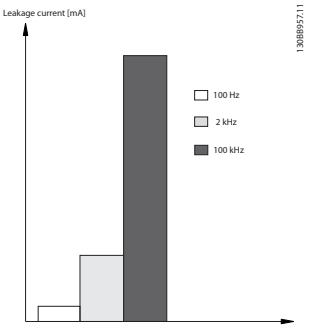


그림 2.38 RCD의 차단 주파수가 응답/측정에 미치는 영향

주의 사항

필터를 사용하는 경우, 필터를 충전할 때 *14-50 RFI 필터*의 전원을 꺼서 높은 누설 전류로 인해 RCD 스위치가 발생하지 않게 합니다.

EN/IEC61800-5-1(Power Drive 시스템 제품 표준)은 누설 전류가 3.5mA를 초과하는 경우 특별한 주의를 요구합니다. 접지는 다음과 같은 방법 중 하나로 보강해야 합니다.

- 최소 10 mm^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 유입 지연 기능이 있는 RCD를 사용합니다.
- 시스템 구성 및 환경적 고려사항에 따라 RCD 치수를 정합니다.

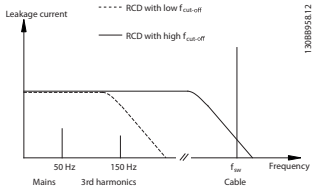


그림 2.37 누설 전류에 대한 주요 기여도

RCD 적용 지침, MN90G 또한 참조하십시오.

2.12 제동 기능

2.12.1 제동 저항 선택

특정 어플리케이션, 예를 들어, 터널 또는 지하철역 공조 시스템에서는 감속을 통한 제어 또는 프리런을 통한 속도보다 빠르게 모터를 정지하는 것이 바람직합니다. 이러한 어플리케이션에서는 제동 저항을 이용한 다이내믹 제동을 활용할 수도 있습니다. 제동 저항을 사용하면 주파수 변환기가 아닌 제동 저항에 에너지가 흡수됩니다.

각각의 제동 기간 중에 저항으로 전달된 역학 에너지량을 알 수 없는 경우, 단속적 듀티 사이클이라고도 하는 주기 시간 및 제동 시간을 기준으로 하여 평균 전력을 계산할 수 있습니다. 저항 단속적 듀티 사이클은 저항이 동작하는 시점의 듀티 사이클을 나타냅니다. *그림 2.39*은 일반적인 제동 사이클을 보여줍니다.

저항에 대한 단속적 듀티 사이클은 다음과 같이 계산됩니다.

듀티 사이클 = t_b / T

T = 초 단위 주기 시간
t_b는 (총 주기 시간의 일부로서의) 초 단위 제동 시간입니다.

 Danfoss A/S © 개정 06/2014 All rights reserved.

2

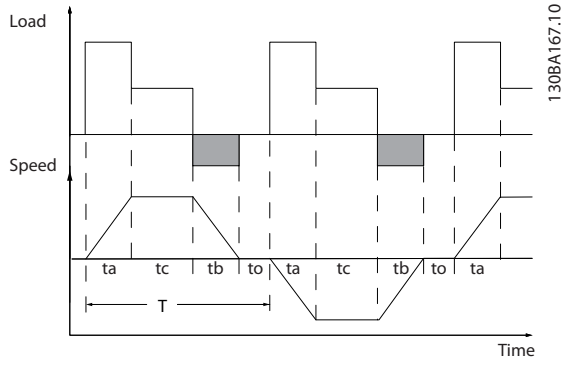


그림 2.39 저항에 대한 단속적 듀티 사이클

댄포스는 VLT® HVAC Drive 주파수 변환기 시리즈와 함께 사용하기에 적합한 듀티 사이클 10%와 40%를 가진 제동 저항을 제공합니다. 듀티 사이클이 10%인 저항이 적용되면 이는 주기 시간 중 최대 10%가 제동 동력을 흡수하고 나머지 90%가 저항에서 열을 소실하는 데 사용됨을 의미합니다.

자세한 선정 관련 내용은 댄포스에 문의하십시오.

2.12.2 제동 저항 계산

제동 저항은 다음과 같이 계산됩니다.

$Rbr\,[\Omega] = \frac{U_{dc}^2}{Ppeak}$
여기서,
$P_{peak} = P_{motor} \times M_{br} \times \eta_{motor} \times \eta [W]$

표 2.24 제동 저항 계산

보는 바와 같이 제동 저항은 매개회로 전압(UDC)에 따라 다릅니다.
주파수 변환기의 제동 기능은 다음과 같이 세 가지 주 전원 공급 영역에서 결정됩니다.

용량 [V]	제동 활성화 [V]	정지 전 경고 [V]	정지 (트립) [V]
3x200-240	390 (U_{DC})	405	410
3x380-480	778	810	820
3x525-600	943	965	975
3x525-690	1084	1109	1130

표 2.25 3가지 주전원 공급 영역에서 결정된 제동 기능

주의 사항

댄포스 제동 저항이 아닌 타사 제동 저항을 사용하는 경우 410 V, 820 V 또는 975 V의 전압에서 작동이 가능한지 점검합니다.

댄포스는 가장 높은 제동 토오크($M_{br(\%)}$) 110%에서 제동이 가능한 제동 저항 R_{rec}이 설치된 를 사용하라고 권장합니다. 식은 다음과 같습니다.

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

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

200V, 480V 및 600V 주파수 변환기의 경우 제동 토오크 160%에서의 R_{rec} 값은 다음과 같습니다.

$200\,V: Rrec = \frac{107780}{Pmotor}[\Omega]$

$480\,V: Rrec = \frac{375300}{Pmotor}[\Omega]$ 1)

$480\,V: Rrec = \frac{428914}{Pmotor}[\Omega]$ 2)

$600\,V: Rrec = \frac{630137}{Pmotor}[\Omega]$

$690\,V: Rrec = \frac{832664}{Pmotor}[\Omega]$

1) 주파수 변환기 ≤ 7.5 kW 축 출력인 경우
2) 주파수 변환기 > 7.5 kW 축 출력인 경우

주의 사항

선택한 제동 저항 회로의 저항이 댄포스에서 권장하는 값보다 낮아야 합니다. 저항 값이 높은 제동 저항을 선정하면 안전상의 이유로 주파수 변환기가 차단되어 제동 토오크에 도달하지 않습니다.

주의 사항

제동 트랜지스터에 단락이 발생하면 주전원 스위치 또는 콘택터를 통해 주파수 변환기에서 주전원을 차단해야만 제동 저항의 전력 손실을 방지할 수 있습니다. (콘택터는 주파수 변환기로 제어할 수 있습니다.)

⚠경고

제동 저항은 제동 중/제동 후에 매우 뜨거울 수 있으므로 만지지 마십시오.

2.12.3 제동 기능의 제어

제동 장치는 제동 저항의 단락으로부터 보호되고 제동 트랜지스터는 트랜지스터의 단락을 감지하기 위해 감시를 받습니다. 릴레이/디지털 출력은 주파수 변환기의 결함에 따른 과부하로부터 제동 저항을 보호하는 데 사용됩니다.
또한 제동 장치의 순간 동력 및 마지막 120초 간의 평균 동력이 표시됩니다. 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 기능이 아니며 안전 기능으로 사용하기 위해서는 써멀 스위치가 필요합니다. 제동 저항 회로는 접지 누설을 방지할 수 없습니다.

과전압 제어 (OVC) (제동 저항 제외)는 *2-17 과전압 제어*에서 선택할 수 있는 기능이며 제동 기능 대신 사용할 수 있습니다. 이 기능은 모든 장치에서 작동합니다. 이 기능은 직류단 전압이 증가하는 경우 트립되지 않도록 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.

주의 사항

PM 모터를 구동하는 경우(*1-10 모터 구조*가 *[1] PM, 비돌극SPM*으로 설정되어 있는 경우) OVC를 활성화할 수 없습니다.

2.12.4 제동 저항 배선

EMC (꼬여 있는 케이블/차폐)
케이블을 꼬아서 제동 저항과 주파수 변환기 사이 케이블의 전기적 노이즈를 줄입니다.

EMC 성능을 향상시키기 위해 금속 차폐선을 사용합니다.

2.13 극한 운전 조건

단락(모터 상간)
주파수 변환기는 모터의 3상 또는 직류단에서 각각 전류를 측정하여 단락으로부터 보호됩니다. 출력 2상이 단락되면 인버터에서 과전류가 발생합니다. 단락 회로 전류가 허용 범위를 초과하면 인버터는 개별적으로 동작을 멈춥니다(알람 16 트립 잠김).
부하 공유 및 제동 출력 시에 주파수 변환기를 단락으로부터 보호하려면 설계 지침을 참조하십시오.

출력(전원) 차단/공급
모터 및 주파수 변환기 간의 출력(전원) 차단/공급은 허용됩니다. 결함 메시지가 표시될 수 있습니다. 플라잉 기동을 사용함으로 설정하여 회전하는 모터를 정지하게 합니다.

모터에서 발생된 전압에 의한 과전압
매개회로의 전압은 모터를 발전기로 사용하는 경우에 상승합니다. 이는 다음과 같은 경우에 발생합니다.

- 주파수 변환기는 일정 출력 주파수로 운전되지만 부하가 모터를 작동시키는 경우, 즉 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..
  (예를 들어, 과도한 풍차 효과로 인해) 모터가 과속할 가능성이 있는 경우 댄포스는 제동 저항의 사용을 권장합니다.

⚠경고

주파수 변환기에는 제동 초퍼가 장착되어 있어야 합니다.

이 때 제어 유닛은 가능한 범위에서 가감속 교정을 시도할 수 있습니다(*2-17 과전압 제어*).
특정 전압 수준에 이르면 트랜지스터 및 매개회로 콘덴서를 보호하기 위해 인버터가 꺼집니다.
매개 회로 전압 수준을 제어하는 데 사용되는 방법을 선택하려면 *2-10 제동 기능*과 *2-17 과전압 제어*를 참조하십시오.

 Danfoss A/S © 개정 06/2014 All rights reserved.

2

주의 사항

PM 모터를 구동하는 경우(*1-10 모터 구조*가 [1] PM, 비돌극SPM으로 설정되어 있는 경우) OVC를 활성화할 수 없습니다.

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

VVC^{plus} 모드에서의 정적 과부하
주파수 변환기에 과부하가 발생(*4-16 모터 운전의 토오크 한계*/*4-17 재생 운전의 토오크 한계*의 토오크 한계에 도달)하면 주파수 변환기는 출력 주파수를 감소시켜 부하를 줄입니다.
지나친 과부하가 발생할 경우에는 전류에 의해 약 5-10초 후에 주파수 변환기가 차단될 수 있습니다.

토오크 한계 내에서 운전할 수 있는 시간(0-60초)은 *14-25 토오크 한계 시 트립 지연*에서 제한됩니다.

2.13.1 모터 써멀 보호

이것이 댄포스에서 모터의 과부하를 보호하는 방법입니다. 내부 측정값을 기준으로 바이메탈 릴레이를 모의 시험하는 전자 기능입니다. 특성은 *그림 2.40*에 나타나 있습니다.

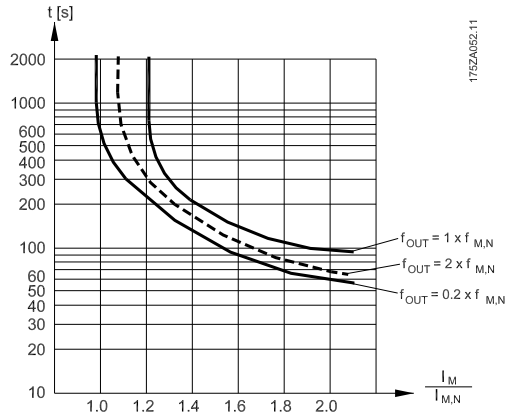


그림 2.40 X축은 I_{motor}와 정격 I_{motor} 간의 비율을 나타냅니다. Y축은 ETR이 차단되고 주파수 변환기가 트립되기 전의 시간을 초 단위로 나타냅니다. 곡선은 정격 속도 2배와 정격 속도 0.2배 시점의 정격 속도 특성을 나타냅니다.

속도가 낮으면 모터의 냉각 성능이 감소하여 낮은 써멀 조건에서 ETR이 차단됩니다. 이러한 방식으로 낮은 속도에서도 모터가 과부하되지 않도록 보호됩니다. ETRE 기능은 실제 전류와 속도를 기준으로 하여 모터 온도를 계산합니다. 계산된 온도는 주파수 변환기에서 *16-18 모터 과열*의 파라미터 읽기 값으로 확인할 수 있습니다.

써미스터 정지 값은 > 3kΩ입니다.

와인드업 방지를 위해 써미스터(PTC 센서)를 모터에 설치합니다.

다음과 같이 다양한 방식으로 모터를 보호할 수 있습니다: 모터 와인드업 방지를 위한 PTC 센서, 기계식 써멀 스위치(Klixon 유형) 또는 전자 써멀 릴레이(ETR).

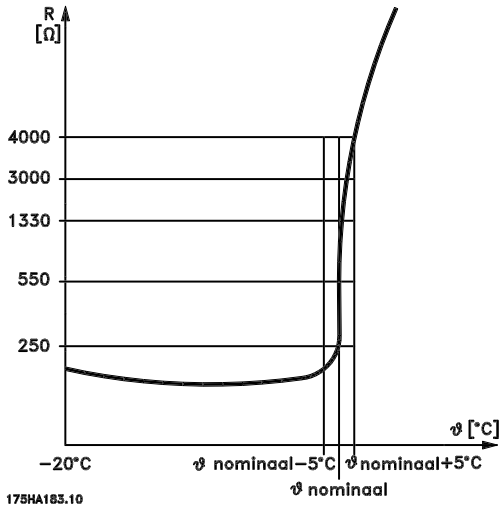


그림 2.41 써미스터 정지

디지털 입력과 24V를 전원 공급으로 사용하는 경우:
예: 모터 온도가 지나치게 상승하면 주파수 변환기가 트립됩니다.
파라미터 셋업:
*1-90 모터 열 보호*를 *[2] 써미스터 트립*으로 설정
*1-93 써미스터 소스*를 *[6] 디지털 입력 33*으로 설정

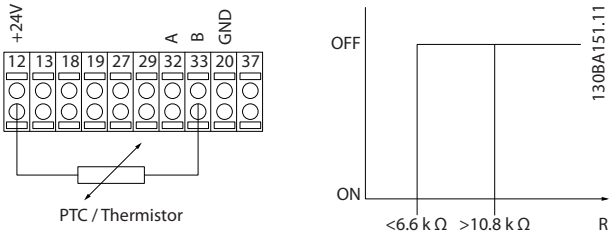


그림 2.42 디지털 입력과 24V를 전원 공급으로 사용하는 경우

디지털 입력과 10V를 전원 공급으로 사용하는 경우:
예: 모터 온도가 지나치게 상승하면 주파수 변환기가 트립됩니다.
파라미터 셋업:
*1-90 모터 열 보호*를 *[2] 써미스터 트립*으로 설정
*1-93 써미스터 소스*를 *[6] 디지털 입력 33*으로 설정

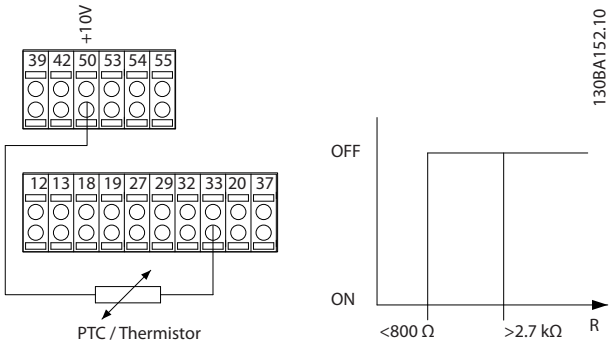


그림 2.43 디지털 입력과 10V를 전원 공급으로 사용하는 경우

아날로그 입력과 10V를 전원 공급으로 사용하는 경우:
예: 모터 온도가 지나치게 상승하면 주파수 변환기가 트립됩니다.
파라미터 셋업:
*1-90 모터 열 보호*를 *[2] 써미스터 트립*으로 설정
*1-93 써미스터 소스*를 *[2] 아날로그 입력 54*로 설정
지령 리소스를 선택하지 마십시오.

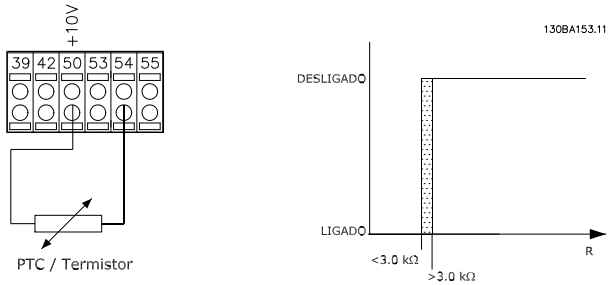


그림 2.44 아날로그 입력과 10V를 전원 공급으로 사용하는 경우

아날로그/디지털 입력	공급 전압 V 정지 값	임계 정지 값
디지털	24	< 6.6 kΩ - > 10.8 kΩ
디지털	10	< 800 Ω - > 2.7 kΩ
아날로그	10	< 3.0 kΩ - > 3.0 kΩ

표 2.26 임계 정지 값

주의 사항

선택한 공급 전압이 사용된 써미스터의 사양과 일치하는지 확인합니다.

요약
토오크 제한 기능으로 모터는 속도와 관계 없이 과부하되지 않게 보호됩니다. ETR로 모터는 과열되지 않게 보호되며 추가적인 모터 보호가 필요하지 않습니다. 이는 모터가 가열될 때 모터가 과열을 방지하기 위해 정지되기 전까지 얼마나 오랜 시간 동안 높은 온도에서 구동할 수 있는지 ETR이 제어합니다. ETR을 차단하는 온도에 도달하지 않고 모터가 과부하되면 토오크 한계가 모터와 어플리케이션의 과부하를 보호합니다.

ETR은 *1-90 모터 열 보호*에서 활성화되고 *4-16 모터 운전의 토오크 한계*에서 제어됩니다. 토오크 한계로 인해 주파수 변환기가 트립되기 전까지의 시간은 *14-25 토오크 한계 시 트립 지연*에서 설정됩니다.

 Danfoss A/S © 개정 06/2014 All rights reserved.

3 선정

3.1 옵션 및 액세서리

3

댄포스는 주파수 변환기를 위해 다양한 옵션 및 액세서리를 제공합니다.

3.1.1 슬롯 B에 옵션 모듈 장착

주파수 변환기에서 전원을 차단합니다.

A2 및 A3 외함 유형의 경우:

1. LCP, 단자 덮개 및 LCP 프레임을 주파수 변환기에서 분리합니다.
2. MCB1xx 옵션 카드를 슬롯 B에 설치합니다.
3. 제어 케이블을 연결한 다음 함께 제공된 케이블 스트립을 사용하여 고정된 케이블을 해제합니다.
   옵션 세트에 포함된 확장형 LCP 프레임의 녹아웃을 제거하여 옵션을 확장형 LCP 프레임 하단에 장착할 수 있게 합니다.
4. 확장형 LCP 프레임과 단자 덮개를 설치합니다.
5. 확장형 LCP 프레임에 LCP 또는 블라인드 덮개를 끼웁니다.
6. 주파수 변환기의 전원을 다시 연결합니다.
7. *장을 9.2 일반사양*에 언급된 대로 해당 파라미터에서 입/출력 기능을 설정합니다.

B1, B2, C1 및 C2 외함 유형의 경우:

1. LCP와 LCP 받침대를 분리합니다.
2. MCB 1xx 옵션 카드를 슬롯 B에 설치합니다.
3. 제어 케이블을 연결한 다음 함께 제공된 케이블 스트립을 사용하여 고정된 케이블을 해제합니다.
4. 받침대를 장착합니다.
5. LCP를 장착합니다.

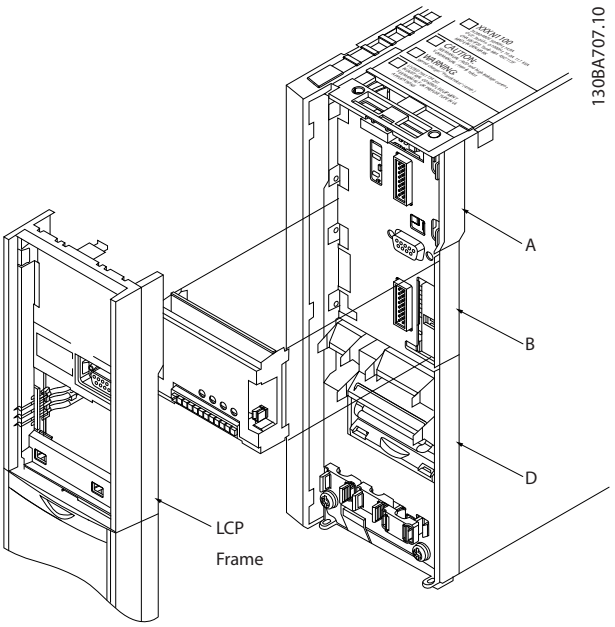


그림 3.1 A2, A3 및 B3 외함 유형

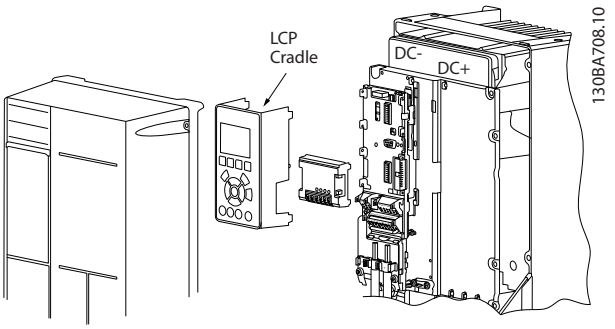


그림 3.2 A5, B1, B2, B4, C1, C2, C3 및 C4 외함 유형

3.1.2 일반용 I/O 모듈 MCB 101

MCB 101은 주파수 변환기의 디지털 및 아날로그 입력/출력 개수를 확장하는 데 사용됩니다.

MCB 101은 반드시 주파수 변환기의 슬롯 B에 장착해야 합니다. 제품 구성:

- MCB 101 옵션 모듈
- 확장형 LCP 프레임
- 단자 덮개

 Danfoss A/S © 개정 06/2014 All rights reserved.

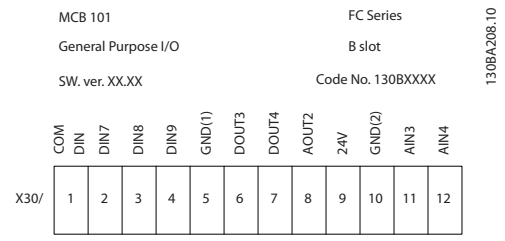


그림 3.3

MCB 101의 갈바닉 절연

디지털/아날로그 입력은 MCB 101과 주파수 변환기 제어카드의 다른 입력/출력으로부터 갈바닉 절연되어 있습니다. MCB 101의 디지털/아날로그 출력은 MCB 101의 다른 입력/출력으로부터 갈바닉 절연되어 있지만 주파수 변환기 제어 카드의 다른 입력/출력으로부터는 갈바닉 절연되어 있지 않습니다.

내부 24V 전원 공급(단자 9)을 통해 디지털 입력 7, 8 또는 9가 전환된 경우에는 *그림 3.4*에서와 같이 단자 1과 단자 5를 서로 연결해야 합니다.

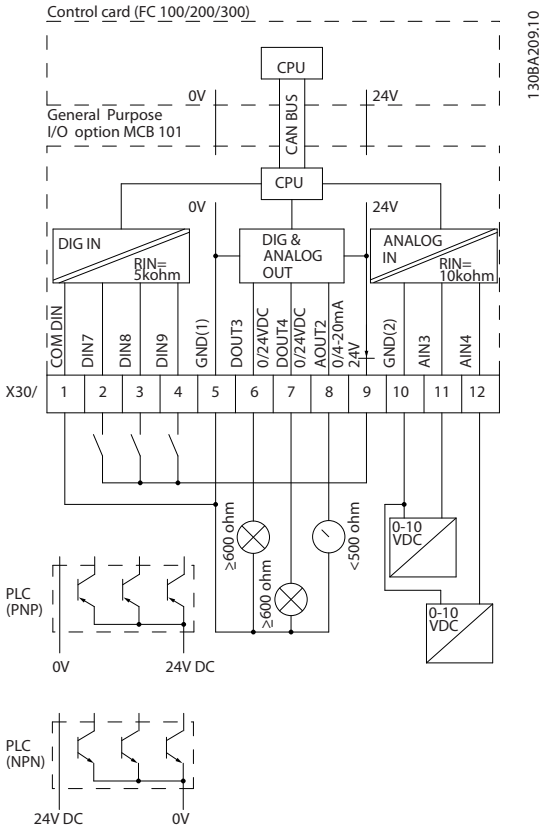


그림 3.4 방식 예시 다이어그램

3.1.3 디지털 입력 - 단자 X30/1-4

디지털 입력 개수	전압 범위	전압 범위	허용 오차	최대 입력 임피던스
3	0 - 24V DC	PNP 유형: 공통 = 0V 논리 "0": 입력 < 5 V DC 논리 "0": 입력 > 10 V DC NPN 유형: 공통 = 24V 논리 "0": 입력 > 19V DC 논리 "0": 입력 < 14V DC	± 28 V 지속적 ± 37 V (최소 10초 내)	약 5 kΩ

표 3.1 셋업을 위한 파라미터: 5-16, 5-17 및 5-18

3.1.4 아날로그 전압 입력 - 단자 X30/10-12

아날로그 전압 입력 개수	표준화된 입력 신호	허용 오차	분해능	최대 입력 임피던스
2	0-10 V DC	± 20 V 지속적	10비트	약 5 KΩ

표 3.2 셋업을 위한 파라미터: 6-3*, 6-4* 및 16-76

3.1.5 디지털 출력 - 단자 X30/5-7

디지털 출력 개수	출력 수준	허용 오차	최대 임피던스
2	0 또는 2V DC	± 4 V	≥ 600 Ω

표 3.3 셋업을 위한 파라미터: 5-32 및 5-33

3.1.6 아날로그 출력 - 단자 X30/5+ 8

아날로그 출력 개수	출력 신호 수준	허용 오차	최대 임피던스
1	0/4 - 20 mA	±0.1 mA	< 500 Ω

표 3.4 셋업을 위한 파라미터: 6-6* 및 16-77

3.1.7 릴레이 옵션 MCB 105

MCB 105 옵션에는 SPDT 접점이 3개 있으며 반드시 옵션 슬롯 B에 설치해야 합니다.

3

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	6분$^{-1}$/20초$^{-1}$

1) IEC 947 제4부 및 제5부

릴레이 옵션 키트를 별도로 주문한 경우, 키트 구성은 다음과 같습니다.

- 릴레이 모듈 MCB 105
- 확장형 LCP 프레임 및 대형 단자 덮개
- S201, S202 및 S801 스위치 덮개 라벨
- 케이블을 릴레이 모듈에 고정하기 위한 케이블 스트립

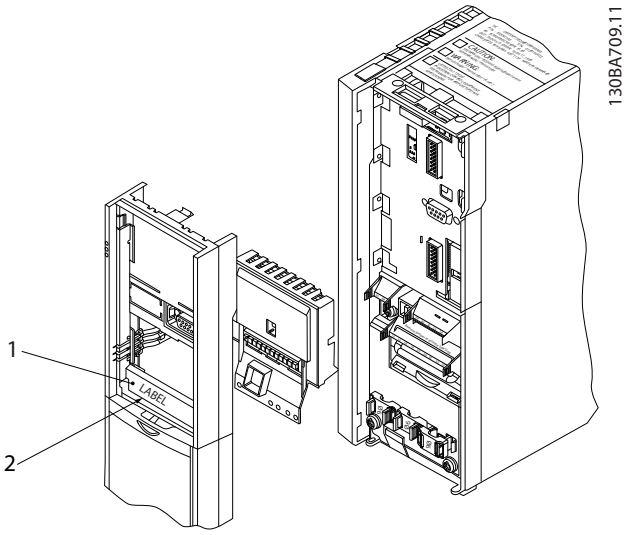


그림 3.5 릴레이 옵션 MCB 105

A2-A3-A4-B3	A5-B1-B2-B4-C1-C2-C3-C4

주의 사항

[1] 중요! 위 그림과 같이 반드시 LCP 프레임에 라벨이 있어야 합니다(UL 인증 사항).

표 3.5 *그림 3.5* 및 *그림 3.6*에 대한 범례

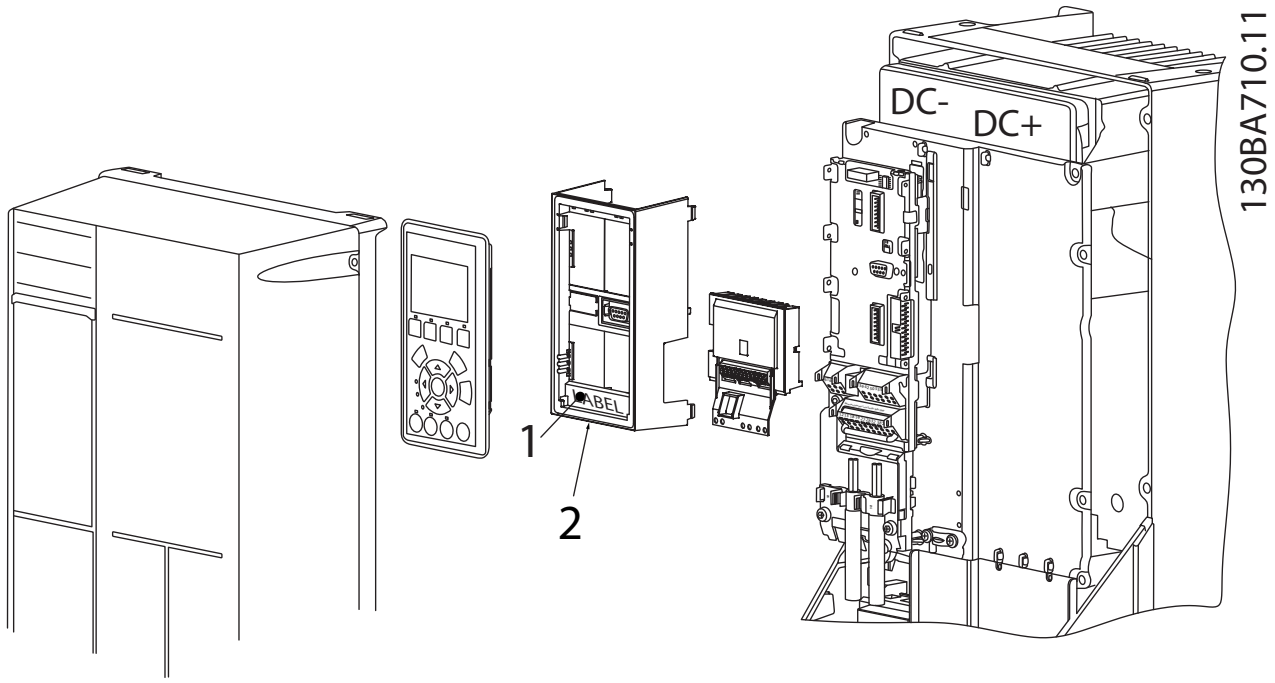


그림 3.6 릴레이 옵션 키트

⚠경고

이중 공급 경고

MCB 105 옵션을 추가하는 방법:

- 옵션 및 액세서리 편 도입부의 장착 지침 참조
- 릴레이 단자의 통전부에 연결된 전원을 차단합니다.
- 통전부를 제어 신호(PELV)에 닿지 않도록 합니다.
- *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

색인 [6]은 릴레이 7, 색인 [7]은 릴레이 8, 색인 [8]은 릴레이 9입니다.

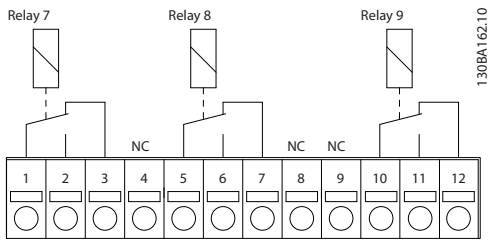


그림 3.7 릴레이 7, 릴레이 8 및 릴레이 9

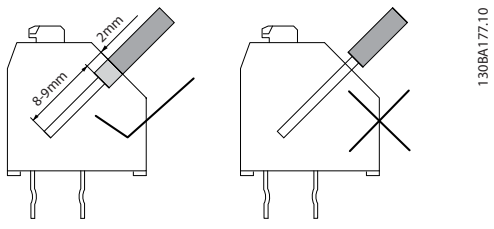


그림 3.8 장착

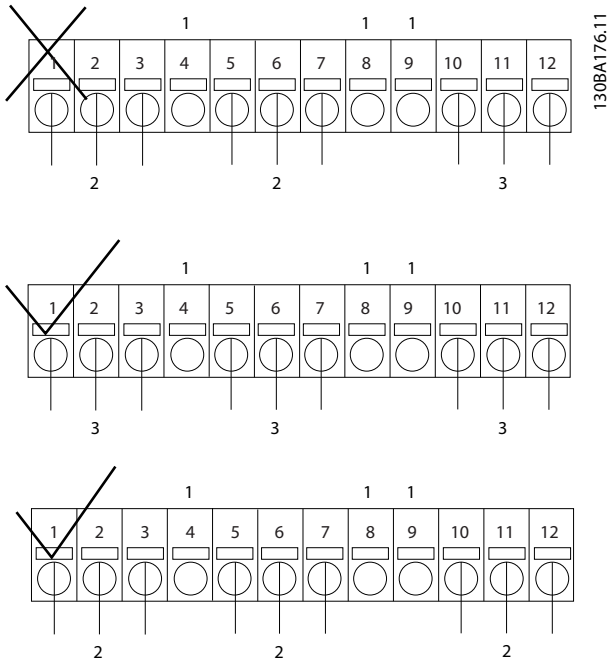


그림 3.9 연결

1	NC
2	통전 부품
3	PELV

표 3.6 *그림 3.9*에 대한 범례

⚠경고

저전압부와 PELV 시스템을 함께 연결하지 마십시오. 한 번의 결함으로 시스템 전체가 만지기에 위험할 수 있으며 사망이나 중상으로 이어질 수 있습니다.

3.1.8 24V 백업 옵션 MCB 107 (옵션 D)

외부 24V DC 공급

제어카드 및 기타 설치된 옵션 카드의 저전압 공급을 위해 외부 24V DC 공급을 설치할 수 있습니다. 이렇게 하면 전원부에 공급된 주전원 없이도 LCP(파라미터 설정 포함) 및 필드버스를 완벽히 작동할 수 있습니다.

입력 전압 범위	24 V DC ±15% (10초 내 최대 37 V)
최대 입력 전류	2.2 A
주파수 변환기의 평균 입력 전류	0.9 A
최대 케이블 길이	75 m
입력 용량 부하	<10 uF
전원인가 지연	<0.6초

표 3.7 외부 24V DC 공급 사양

입력은 보호됩니다.

단자 번호:

단자 35: - 외부 24 V DC 공급.

단자 36: + 외부 24V DC 공급.

다음 단계를 따릅니다.

1. LCP 또는 블라인드 덮개를 분리합니다.
2. 단자 덮개를 분리합니다.
3. 케이블 디커플링 플레이트와 하단의 플라스틱 덮개를 분리합니다.
4. 24 V DC 백업 외부 공급 옵션을 옵션 슬롯에 삽입합니다.
5. 케이블 디커플링 플레이트를 장착합니다.
6. 단자 덮개와 LCP 또는 블라인드 덮개를 부착합니다.

24V 백업 옵션 MCB 107에서 제어 회로를 공급하는 경우에는 내부 24V 공급이 자동으로 차단됩니다.

 Danfoss A/S © 개정 06/2014 All rights reserved.

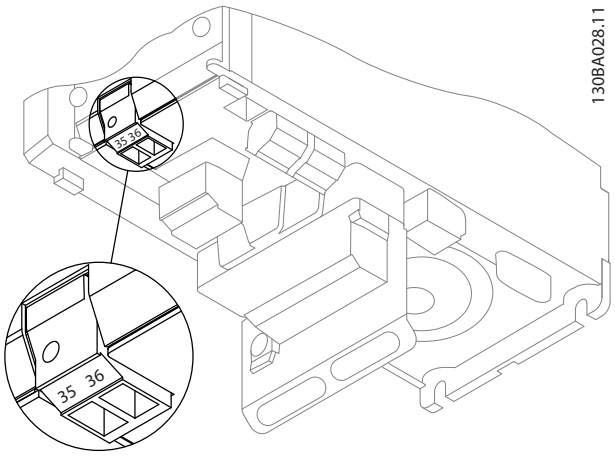


그림 3.10 24V 백업 공급 장치에 연결(A2-A3).

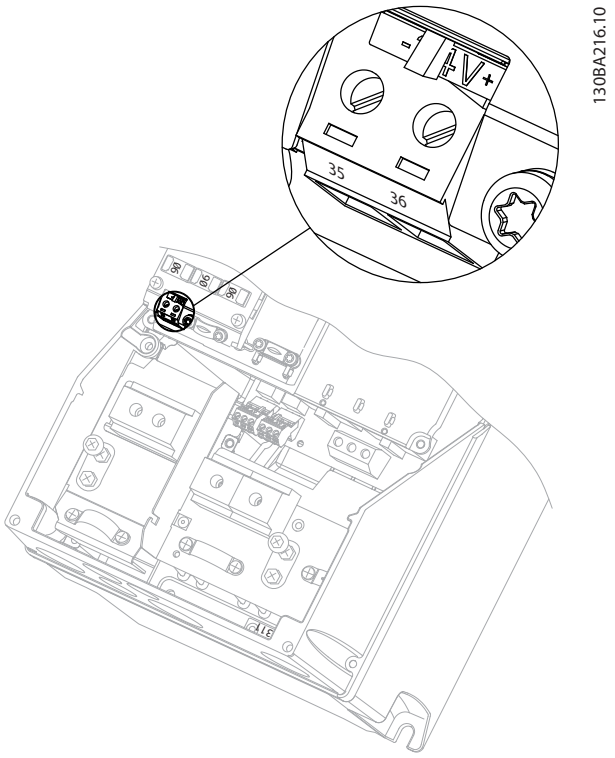


그림 3.11 24V 백업 공급 장치에 연결(A5-C2).

3.1.9 아날로그 I/O 옵션 MCB 109

아날로그 I/O 카드는 예를 들어, 다음과 같은 경우에 사용하도록 되어 있습니다.

- 제어 카드에 클럭 기능의 배터리 백업 제공
- 제어 카드에서 사용할 수 있는 아날로그 I/O 선택의 일반적인 확대, 다시 말해, 압력 트랜스미터 3개가 있는 다중 영역 제어의 경우
- 센서를 위한 입력과 댐퍼 및 밸브 액츄에이터 작동을 위한 출력이 있는 건물 관리 시스템을 지원하는 분산 I/O 블록으로 주파수 변환기 전환
- 설정 포인트 입력을 위한 I/O, 트랜스미터/센서 입력 및 액츄에이터를 위한 출력이 있는 확장형 PID 제어기 지원.

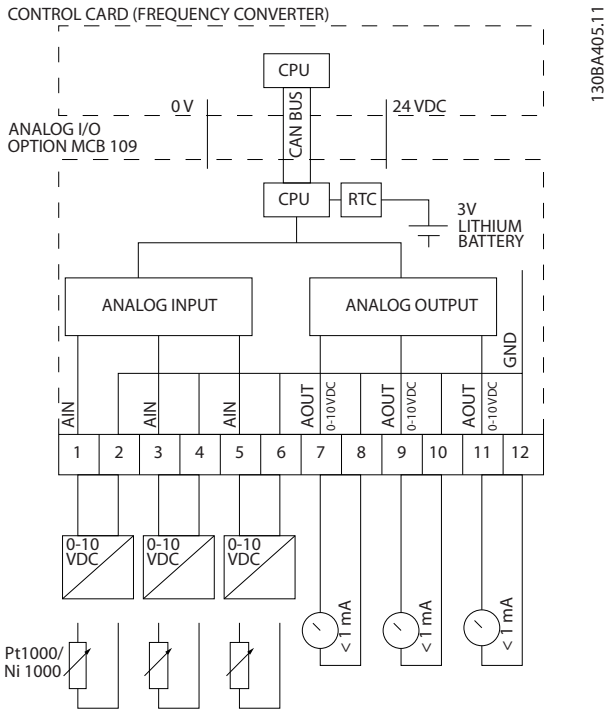


그림 3.12 주파수 변환기에 장착된 아날로그 I/O의 기본 다이어그램

3

아날로그 I/O 구성
3 x 아날로그 입력, 다음을 처리할 수 있습니다.

- 0-10 V DC

또는

- 0-20 mA (전압 입력 0-10 V) (단자에 510 Ω 저항 장착(**참고** 참조))
- 4-20 mA (전압 입력 2-10 V) (단자에 510 Ω 저항 장착(**참고** 참조))
- 1000 Ω의 Ni1000 온도 센서(0°C 기준). DIN43760에 따른 사양
- 1000 Ω의 Pt1000 온도 센서(0°C 기준). IEC 60751에 따른 사양

0-10 V DC를 공급하는 3 x 아날로그 출력.

수의 사항

값은 다음과 같이 각기 다른 표준 저항 그룹 내에 있습니다.
E12: 가장 근접한 표준값은 470Ω, 449.9Ω 및 8.997 V의 입력 발생.
E24: 가장 근접한 표준값은 510Ω, 486.4Ω 및 9.728V의 입력 발생.
E48: 가장 근접한 표준값은 511Ω, 487.3Ω 및 9.746 V의 입력 발생.
E96: 가장 근접한 표준값은 523Ω, 498.2Ω 및 9.964 V의 입력 발생.

아날로그 입력 - 단자 X42/1-6
파라미터 그룹: 18-3*. *VLT® HVAC Drive 프로그래밍 지침서* 또한 참조하십시오.

셋업용 파라미터 그룹: 26-0*, 26-1*, 26-2* 및 26-3*. *VLT® HVAC Drive 프로그래밍 지침서* 또한 참조하십시오.

3 x 아날로그 입력	온도 센서 입력으로 사용	전압 입력으로 사용
운전 범위	-50 ~ +150 °C	0 - 10 V DC
분해능	11비트	10비트
정확도	-50 °C ±1 Kelvin +150 °C ±2 Kelvin	전체 측정범위 중 0.2%(계산된 온도 기준)
샘플링	3 Hz	2.4 Hz
최대 부하	-	± 20 V 지속적
임피던스	-	약 5 kΩ

표 3.8 아날로그 입력 - 단자 X42/1-6

전압에 사용되는 경우 각 입력을 위한 파라미터에 의해 아날로그 입력의 범위를 설정할 수 있습니다.

온도 센서에 사용되는 경우 아날로그 입력 범위가 지정된 온도 스팬에 대해 필요한 신호 수준으로 사전 설정됩니다.

아날로그 입력이 온도 센서에 사용되는 경우 °C와 °F 단위로 피드백 값을 읽을 수 있습니다.

온도 센서와 함께 운전하는 경우 센서를 연결하는 최대 케이블 길이는 80m이며 비차폐/꼬이지 않은 와이어입니다.

아날로그 출력 - 단자 X42/7-12
파라미터 그룹: 18-3*. *VLT® HVAC Drive 프로그래밍 지침서* 또한 참조하십시오.
셋업용 파라미터 그룹: 26-4*, 26-5* 및 26-6*. *VLT® HVAC Drive 프로그래밍 지침서* 또한 참조하십시오.

3 x 아날로그 출력	출력 신호 수준	분해능	선형성	최대 부하
V	0-10 V DC	11비트	전체 측정범위 중 1%	1 mA

표 3.9 아날로그 출력 - 단자 X42/7-12

각 출력을 위한 파라미터에 의해 아날로그 출력의 범위를 설정할 수 있습니다.

파라미터를 통해 할당된 기능을 선택할 수 있으며 제어 카드의 아날로그 출력과 동일한 옵션을 갖고 있습니다.

자세한 파라미터 설명은 *VLT® HVAC Drive 프로그래밍 지침서*를 참조하십시오.

실시간 클럭(RTC) (백업 포함)
RTC의 데이터 형식에는 연도, 월, 날짜, 시, 분 및 주중이 포함되어 있습니다.

클럭의 정확도는 ± 20 ppm (25 °C 기준)보다 높습니다.

내장된 리튬 백업 배터리는 주파수 변환기가 40 °C의 주위 온도에서 운전할 때 평균적으로 최소 10년 동안 지속됩니다. 배터리 팩 백업이 실패하면 반드시 아날로그 I/O 옵션을 교체해야 합니다.

 Danfoss A/S © 개정 06/2014 All rights reserved.

3.1.10 PTC 써미스터 카드 MCB 112

MCB 112 옵션은 갈바닉 절연된 PTC 써미스터 입력을 통해 전기 모터의 온도를 감시하게 할 수 있습니다. 이는 안전 토오크 정지 기능이 있는 주파수 변환기를 위한 B 옵션입니다.

옵션의 장착 및 설치에 관한 정보는 *장을 3.1.1 슬롯 B에 옵션 모듈 장착*를 참조하십시오. 다른 어플리케이션에도 사용할 수 있는지 확인하려면 *장을 7 적용 예* 또한 참조하십시오.

X44/1과 X44/2는 써미스터 입력입니다. X44/12는 써미스터 값에 따라 필요한 경우에 주파수 변환기(T-37)의 안전 토오크 정지를 활성화하며 X44/10은 적합한 알람을 처리하기 위해 MCB 112의 안전 토오크 정지 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 단자 37 안전 정지*을 원하는 안전 토오크 정지 기능으로 구성합니다(기본값은 안전 정지 알람).

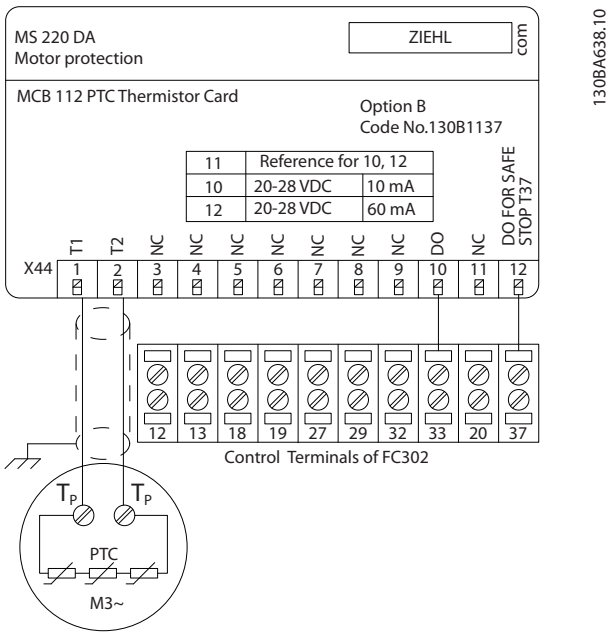


그림 3.13 MCB 112의 설치

FC 102의 ATEX 인증

MCB 112가 방폭(ATEX) 인증을 받았다는 것은 폭발 가능성이 있는 환경에서 MCB 112와 주파수 변환기를 모터와 사용할 수 있음을 의미합니다. 자세한 정보는 MCB 112의 사용 설명서를 참조하십시오.

그림 3.14 방폭(ATEX; ATmosphère Explosive)

3

3

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
영구적인 주위 온도	-20 °C ... +60 °C
	EN 60068-2-1 건열
습도	5-95%, 응축 비허용
EMC 저항	EN61000-6-2
EMC 방사	EN61000-6-4
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)	$4.10 * 10^{-3}$
SFF	78%
$\lambda_S + \lambda_{DD}$	8494 FIT
λ_{DU}	934 FIT
발주 번호 130B1137	

3.1.11 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 장착됩니다... 하나는 전면에, 또 하나는 후면 끝 베어링에, 그리고 마지막 하나는 모터 와인딩에 장착됩니다. 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.

측정된 온도가 사용자가 지정한 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-**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 오류입니다. 경고나 알람이 나타나는 경우 현재 출력을 활성화하도록 프로그래밍할 수 있습니다.

3.1.11.1 발주 코드 번호 및 배송 부품

기본 버전 코드 번호: 130B1172.
코팅 버전 코드 번호: 130B1272.

3.1.11.2 전기적 및 기계적 사양

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 24V 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	1Hz (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

 Danfoss A/S © 개정 06/2014 All rights reserved.

3

3.1.11.3 전기 배선

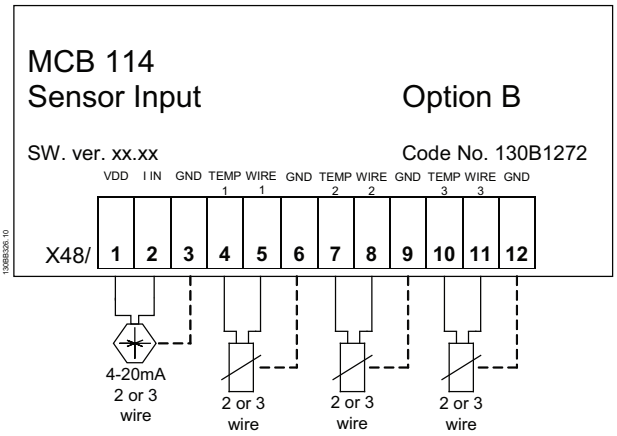


그림 3.15 전기 배선

단자	이름	기능
1	VDD	24V DC - 공급 4-20mA 센서
2	I 입력	4-20mA 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

표 3.10 단자

3.1.12 LCP용 원격 설치 키트

원격 내장 키트를 사용하여 LCP를 외함의 전면으로 이동시킬 수 있습니다. 이 때 외함은 IP66입니다. 나사는 최대 1Nm의 토오크로 조여야 합니다.

외함	IP66 전면
및 유닛 간의 최대 케이블 길이	3미터
통신 표준	RS-485

표 3.11 기술 자료

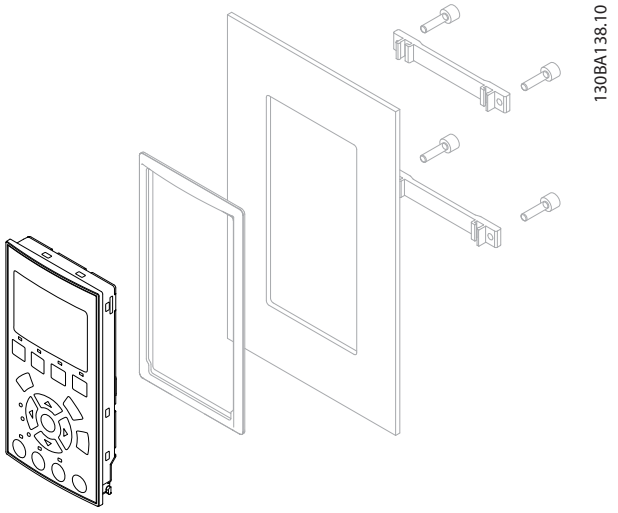


그림 3.16 그래픽 LCP, 고정 장치, 3m 케이블 및 가스켓이 포함된 LCP 키트
발주 번호 130B1113

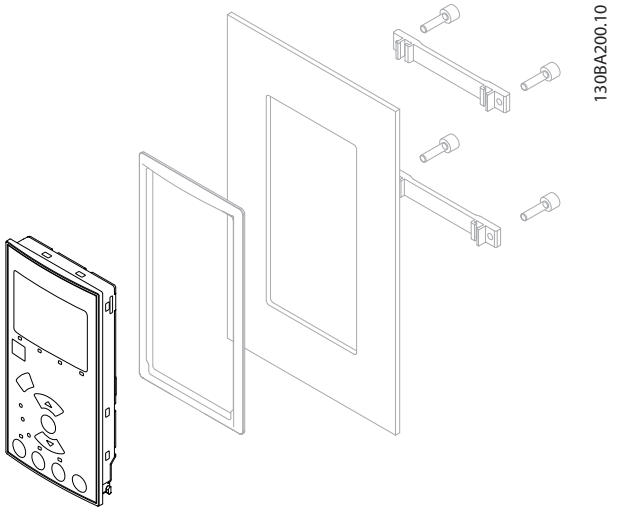


그림 3.17 숫자 방식의 LCP, 고정 장치 및 가스켓이 포함된 LCP 키트
발주 번호 130B1114

 Danfoss A/S © 개정 06/2014 All rights reserved.

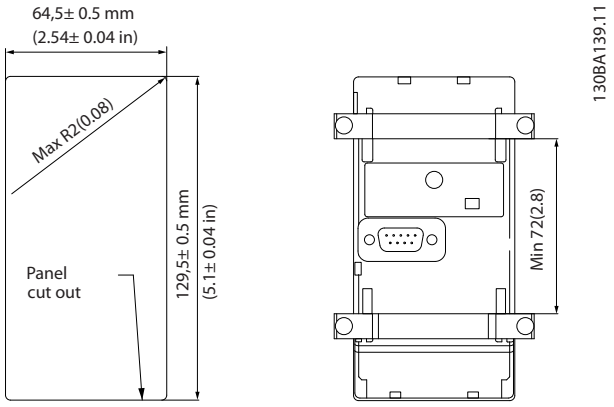


그림 3.18 치수

3.1.13 IP21/IP41/ TYPE1 외함 키트

IP21/IP41 top/ TYPE 1은 IP20 컴팩트 유닛에 사용할 수 있는 외함 요소(옵션)입니다(외함 용량 A2-A3, B3+B4 및 C3+C4).
외함 키트를 사용하는 경우 IP 21/41 top/TYPE 1에 부합하도록 IP20 유닛을 업그레이드할 수 있습니다.

IP 41 top은 모든 표준 IP20 VLT® HVAC Drive 제품에 적용할 수 있습니다.

3.1.14 IP21/Type 1 외함 키트

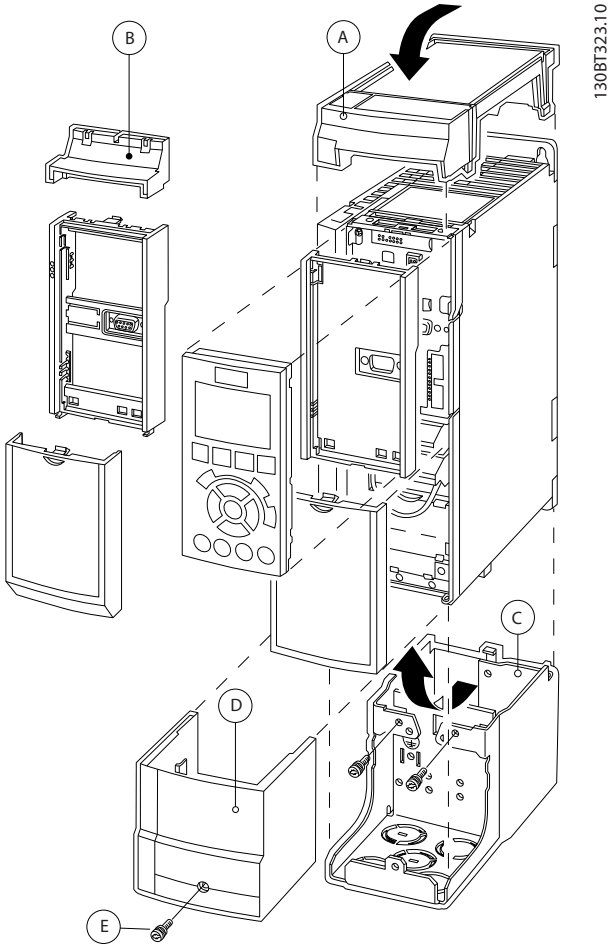


그림 3.19 외함 유형 A2

3

3

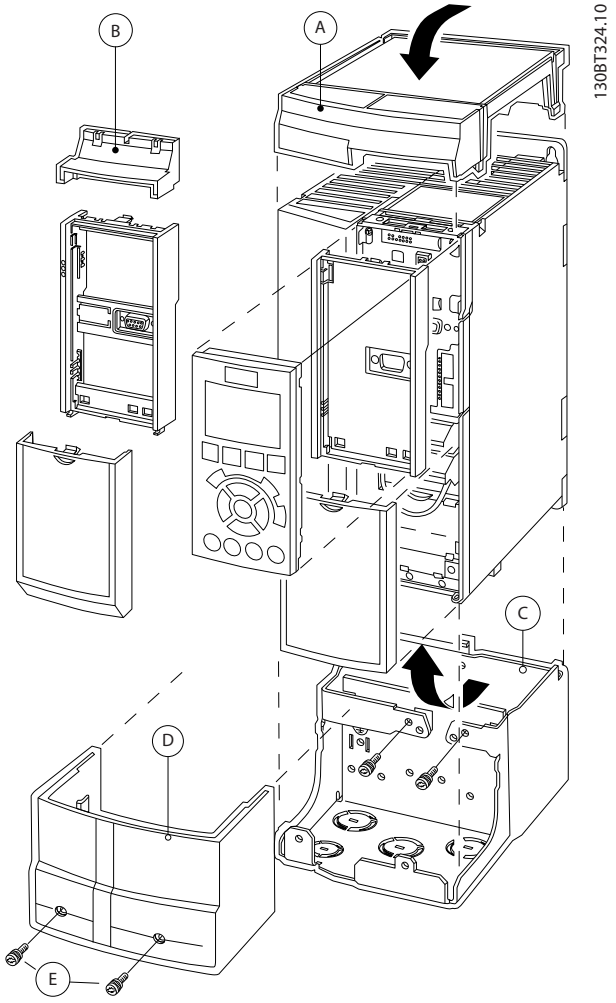


그림 3.20 외함 유형 A3

A	상부 덮개
B	모서리 덮개
C	하부
D	하부 덮개
E	나사

표 3.12 *그림 3.19* 및 *그림 3.20*에 대한 범례

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:
크기 A2: 2x M25 및 3xM32
크기 A3: 3xM25 및 3xM32

외함 종류	높이 A [mm]	너비 B [mm]	깊이 C* [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 3.13 치수

** 옵션 A/B가 사용되는 경우, 깊이가 증가합니다(자세한 내용은 장을 5.1.2 외형 치수표 참조).*

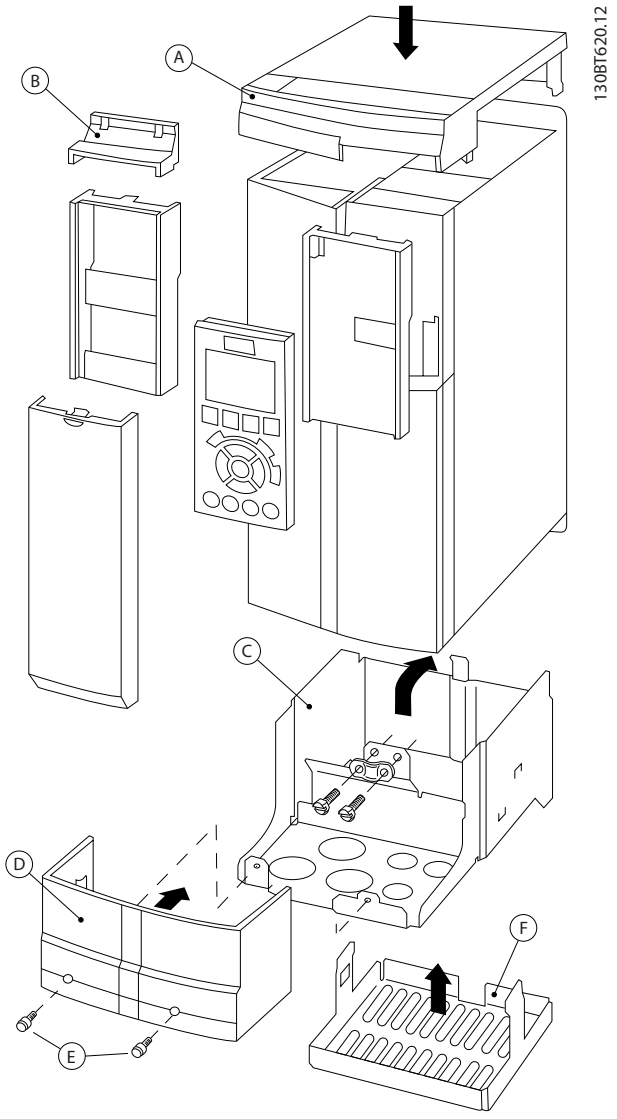


그림 3.21 외함 유형 B3

 Danfoss A/S © 개정 06/2014 All rights reserved.

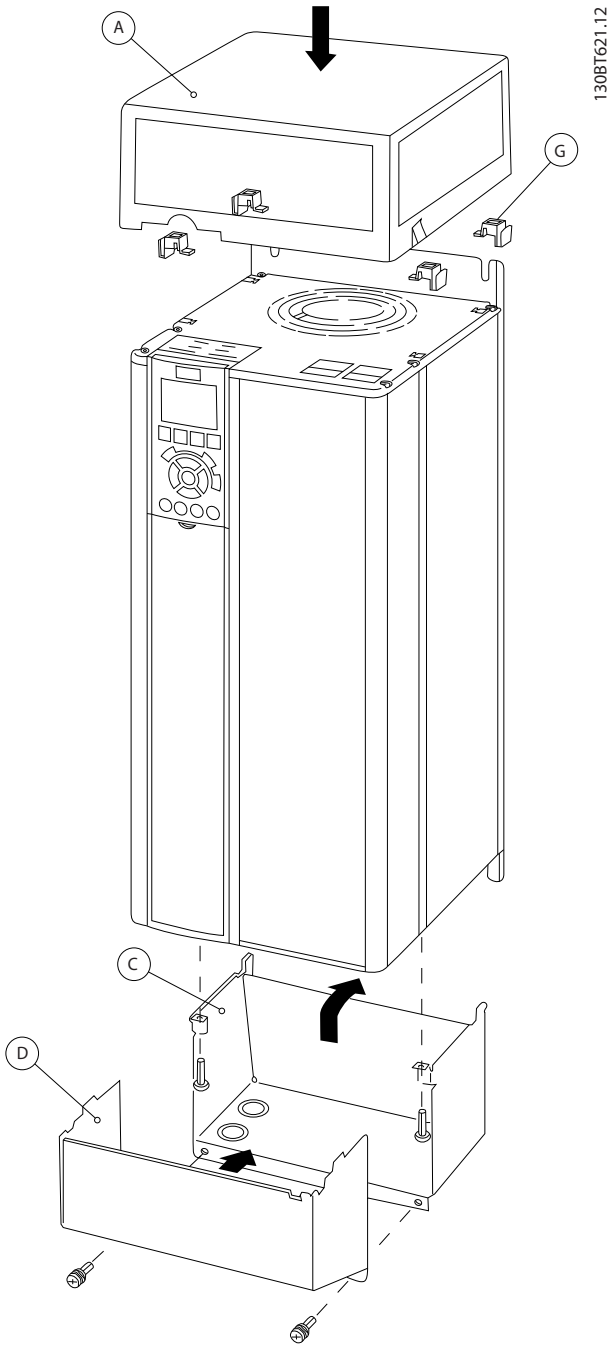


그림 3.22 외함 유형 B4 - C3 - C4

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

표 3.14 *그림 3.21* 및 *그림 3.21*에 대한 범례

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

주의 사항

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

3.1.15 출력 필터

주파수 변환기의 고속 스위칭은 일부 2차적인 영향을 초래하여 모터와 내부 환경에 영향을 줍니다. 이러한 부작용은 각기 다른 2가지 유형의 필터(dU/dt 필터 및 사인파 필터)로 해결됩니다.

dU/dt 필터
전압과 전류의 빠른 상승 조합에 의해 모터 절연 스트레스가 발생하는 경우가 많습니다. 급속한 에너지 변화는 또한 인버터의 직류 라인에 다시 영향을 주어 차단으로 이어질 수 있습니다. du/dt 필터는 전압 상승 시간과 모터의 급속한 에너지 변화를 줄이고 이러한 간섭을 통해 모터 절연의 조기 노후화 및 섬락을 방지하도록 설계되어 있습니다. du/dt 필터는 자성 노이즈의 방사와 관련하여 모터에 주파수 변환기를 연결하는 케이블에 긍정적인 영향을 줍니다. 전압 파형은 여전히 펄스 모양이지만 필터 없이 설치된 경우와 비교했을 때 du/dt 비율이 감소합니다.

사인파 필터
사인파 필터는 저주파만 통과하도록 설계되어 있습니다. 따라서 고주파가 제외되어 결과적으로 사인파 상간 전압 파형과 사인파 전류 파형이 됩니다.
사인파 파형이므로 더 이상 절연이 보강된 특수 주파수 변환기 모터를 사용할 필요가 없습니다. 모터의 청각적 소음 또한 파형 조건으로 인해 줄어듭니다.
du/dt 필터의 특징 뿐만 아니라 사인파 필터 또한 절연 스트레스와 모터의 베어링 전류를 감소시키므로 모터 수명 및 서비스 간격이 길어집니다. 사인파 필터는 설치된 모터와 주파수 변환기 사이의 거리가 먼 어플리케이션에서 길이가 모터 케이블을 사용할 수 있게 합니다. 하지만 필터가 케이블의 누설 전류를 줄여주지는 않기 때문에 그 길이는 제한적입니다.

4 발주 방법

4.1 발주 양식

4.1.1 인버터 제품 번호 관리 소프트웨어

4

용도에 따라 발주 번호 시스템을 사용하여 주파수 변환기를 설계할 수 있습니다.

제품별 유형 코드 문자열을 현지 댄포스 영업점에 보내 표준 제품 및 옵션 통합 제품을 발주합니다. 다시 말해,

FC-102P18KT4E21H1XGCXXXSXXXXAGBKCXXXX DX

문자열에서 문자의 의미는 *장을 3 선정*의 발주 번호가 포함된 관련 페이지에 수록되어 있습니다. 위의 예에서 프로피버스 LON works 옵션과 일반용 I/O 옵션은 주파수 변환기에 포함되어 있습니다.

주파수 변환기 표준 제품의 발주 번호 또한 *장을 4 발주 방법*에 수록되어 있습니다.

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 판매 번호를 자동으로 생성합니다.
또한, 일부 제품이 포함된 프로젝트 목록을 작성하여 댄포스 영업 담당자에게 보냅니다.

인버터 제품 번호 관리 소프트웨어는 인터넷 사이트: *www.danfoss.com/drives*에서 찾을 수 있습니다.

인버터 제품 번호 관리 소프트웨어 인터페이스 셋업의 예:
상자에 표시된 숫자는 유형 코드 문자열의 문자/그림 번호를 의미하며 왼쪽에서 오른쪽으로 읽습니다.

제품군	1-3	
주파수 변환기 시리즈	4-6	
전력 등급	8-10	
상	11	
주전원 전압	12	
외함	13-15	
외함 종류		
외함 클래스		
공급 전압 제어		
하드웨어 구성		
RFI 필터	16-17	
제동 장치	18	
표시창(LCP)	19	
코팅 PCB	20	
주전원 옵션	21	
최적화 A	22	
최적화 B	23	
소프트웨어 출시	24-27	
소프트웨어 언어	28	
A 옵션	29-30	
B 옵션	31-32	
C0 옵션, MCO	33-34	
C1 옵션	35	
C 옵션 소프트웨어	36-37	
D 옵션	38-39	

표 4.1 인버터 제품 번호 관리 소프트웨어 인터페이스 셋업의 예

 Danfoss A/S © 개정 06/2014 All rights reserved.

4.1.2 유형 코드 문자열 저출력 및 중간 출력

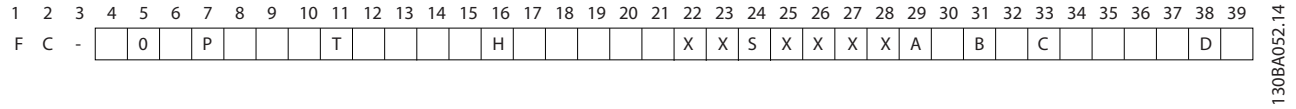


그림 4.1 유형 코드 문자열

설명	위치	가능한 선택 사항
제품군 및 FC 시리즈	1-6	FC 102
전력 등급	8-10	1.1- 90 kW (P1K1 - P90K)
위상 개수	11	3상 (T)
주전원 전압	11-12	T 2: 200-240V AC T 4: 380-480V AC T 6: 525-600V AC T 7: 525-690 V AC
외함	13-15	E20: IP20 E21: IP21/NEMA Type 1 E55: IP55/NEMA Type 12 E66: IP66 P21: IP21/NEMA Type 1(백플레이트 있음) P55: IP55/NEMA Type 12(백플레이트 있음) Z55: A4 프레임 IP55 Z66: A4 프레임 IP66
RFI 필터	16-17	H1: RFI 필터 클래스 A1/B H2: RFI 필터 클래스 A2 H3: RFI 필터 클래스 A1/B (케이블 길이 감소) Hx: RFI 필터 없음
제동 장치	18	X: 제동 초퍼 없음 B: 제동 초퍼 포함 T: 안전 정지 U: 안전 정지 + 제동 장치
표시창	19	G: 그래픽 방식의 현장 제어 패널(GLCP) N: 숫자 방식의 현장 제어 패널(NLCP) X: 현장 제어 패널 없음
코팅 PCB	20	X: 비코팅 PCB C: 코팅 PCB
주전원 옵션	21	X: 주전원 차단 스위치 및 부하공유 없음 1: 주전원 차단 스위치 있음 (IP55에만 해당) 8: 주전원 차단 및 부하공유 D: 부하 공유 케이블 최대 용량은 9장 참조.
최적화	22	X: 표준 케이블 삽입부 O: 케이블 삽입부 내 유럽 표준 메트릭 스레드(A4, A5, B1, B2만 해당) S: 미국/영국 표준 케이블 삽입부(A5, B1, B2만 해당)
최적화	23	예비
소프트웨어 출시	24-27	실제 소프트웨어
소프트웨어 언어	28	

설명	위치	가능한 선택 사항
A 옵션	29-30	AX: 옵션 없음 A0: MCA 101 프로피버스 DP V1 A4: MCA 104 DeviceNet AG: MCA 108 Lonworks AJ: MCA 109 BACnet 게이트웨이 AL: MCA 120 Profinet AN: MCA 121 이더넷/IP AQ: MCA 122 Modbus TCP
B 옵션	31-32	BX: 옵션 없음 BK: MCB 101 일반용 I/O 옵션 BP: MCB 105 릴레이 옵션 BO: MCB 109 아날로그 I/O 옵션 B2: MCB 112 PTC 써미스터 카드 B4: MCB 114 센서 입력 옵션
C0 옵션 MCO	33-34	CX: 옵션 없음
C1 옵션	35	X: 옵션 없음
C 옵션 소프트웨어	36-37	XX: 표준 소프트웨어
D 옵션	38-39	DX: 옵션 없음 D0: 24V 백업

표 4.2 유형 코드 설명

 Danfoss A/S © 개정 06/2014 All rights reserved.

4.2 발주 번호

4.2.1 발주 번호: 옵션 및 액세서리

유형	설명	발주 번호
기타 하드웨어 I		
직류단 커넥터	A2/A3의 직류단 연결용 단자 블록	130B1064
IP 21/4X top/TYPE 1 키트	IP21/NEMA1 상단 + 하단 A2	130B1122
IP 21/4X top/TYPE 1 키트	IP21/NEMA1 상단 + 하단 A3	130B1123
IP 21/4X top/TYPE 1 키트	IP21/NEMA1 상단 + 하단 B3	130B1187
IP 21/4X top/TYPE 1 키트	IP21/NEMA1 상단 + 하단 B4	130B1189
IP 21/4X top/TYPE 1 키트	IP21/NEMA1 상단 + 하단 C3	130B1191
IP 21/4X top/TYPE 1 키트	IP21/NEMA1 상단 + 하단 C4	130B1193
IP21/4X 상단	IP21 상단 덮개 A2	130B1132
IP21/4X 상단	IP21 상단 덮개 A3	130B1133
IP 21/4X 상단	IP21 상단 덮개 B3	130B1188
IP 21/4X 상단	IP21 상단 덮개 B4	130B1190
IP 21/4X 상단	IP21 상단 덮개 C3	130B1192
IP 21/4X 상단	IP21 상단 덮개 C4	130B1194
패널 개방형 장착 키트	외함, 외함 유형 A5	130B1028
패널 개방형 장착 키트	외함, 외함 유형 B1	130B1046
패널 개방형 장착 키트	외함, 외함 유형 B2	130B1047
패널 개방형 장착 키트	외함, 외함 유형 C1	130B1048
패널 개방형 장착 키트	외함, 외함 유형 C2	130B1049
프로피버스 D-서브 9	IP 20용 커넥터 키트	130B1112
프로피버스 상단식 키트	프로피버스 연결용 상단식 키트 - D + E 외함 유형	176F1742
단자 블록	스프링 부하 단자 교체용 나사 단자 블록 1피스 10핀, 1피스 6핀 및 1피스 3핀 커넥터	130B1116
백플레이트	A5 IP55/NEMA 12	130B1098
백플레이트	B1 IP21/IP55 / NEMA 12	130B3383
백플레이트	B2 IP21/IP55 / NEMA 12	130B3397
백플레이트	C1 IP21/IP55 / NEMA 12	130B3910
백플레이트	C2 IP21/IP55 / NEMA 12	130B3911
백플레이트	A5 IP66	130B3242
백플레이트	B1 IP66	130B3434
백플레이트	B2 IP66	130B3465
백플레이트	C1 IP66	130B3468
백플레이트	C2 IP66	130B3491
LCP 및 키트		
LCP 101	숫자 방식의 현장 제어 패널(NLCP)	130B1124
102	그래픽 방식의 현장 제어 패널(GLCP)	130B1107
케이블	별도의 케이블, 3 m	175Z0929
키트	그래픽 LCP, 고정 장치, 3m 케이블 및 가스켓이 포함된 패널 설치 키트	130B1113
LCP 키트	숫자 방식의 LCP, 고정 장치 및 가스켓이 포함된 패널 장착 키트	130B1114
키트	고정 장치, 3m 케이블 및 가스켓이 포함된 모든 LCP용 패널 설치 키트	130B1117
키트	전면 장착 키트, IP55 외함	130B1129
키트	고정 장치 및 가스켓이 포함된 모든 LCP용 패널 장착 키트 - 케이블 미포함	130B1170

표 4.3 제품 출하 시 기본 제공 옵션으로 주문할 수 있습니다. 발주 정보를 참조하십시오.

유형	설명	비고
슬롯 A 옵션		**발주 번호 코팅**
MCA 101	프로피버스 옵션 DP V0/V1	130B1200
MCA 104	DeviceNet 옵션	130B1202
MCA 108	Lonworks	130B1206
MCA 109	내장용 BACnet 게이트웨이. 릴레이 옵션 MCB 105 카드와 함께 사용하지 않음	130B1244
MCA 120	Profinet	130B1135
MCA 121	이더넷	130B1219
슬롯 B 옵션		
MCB 101	일반용 입력 출력 옵션	
MCB 105	릴레이 옵션	
MCB 109	아날로그 I/O 옵션 및 실시간 클럭을 위한 배터리 백업	130B1243
MCB 112	ATEX PTC	130B1137
MCB 114	센서 입력 - 비코팅	130B1172
	센서 입력 - 코팅	130B1272
슬롯 D 옵션		
MCB 107	24V DC 백업	130B1208
외장 옵션		
이더넷 IP	이더넷 마스터	

표 4.4 옵션 발주 정보

이전 소프트웨어 버전과 필드버스 및 어플리케이션 옵션 간의 호환성은 댄포스 공급업체에 문의하십시오.

 Danfoss A/S © 개정 06/2014 All rights reserved.

유형	설명		
예비 부품		**발주 번호**	**비고**
제어반 FC	안전 정지 기능 포함	130B1150	
제어반 FC	안전 정지 기능 미포함	130B1151	
팬 A2	팬, 외함 유형 A2	130B1009	
팬 A3	팬, 외함 유형 A3	130B1010	
팬 A5	팬, 외함 유형 A5	130B1017	
팬 B1	팬 외부, 외함 유형 B1	130B3407	
팬 B2	팬 외부, 외함 유형 B2	130B3406	
팬 B3	팬 외부, 외함 유형 B3	130B3563	
팬 B4	팬 외부, 18.5/22kW	130B3699	
팬 B4	팬 외부 22/30kW	130B3701	
팬 C1	팬 외부, 외함 유형 C1	130B3865	
팬 C2	팬 외부, 외함 유형 C2	130B3867	
팬 C3	팬 외부, 외함 유형 C3	130B4292	
팬 C4	팬 외부, 외함 유형 C4	130B4294	
기타 하드웨어 II			
액세서리 백 A2	액세서리 백, 외함 유형 A2	130B1022	
액세서리 백 A3	액세서리 백, 외함 유형 A3	130B1022	
액세서리 백 A4	프레임 A4용 액세서리 백(스레드 없음)	130B0536	
액세서리 백 A5	액세서리 백, 외함 유형 A5	130B1023	
액세서리 백 B1	액세서리 백, 외함 유형 B1	130B2060	
액세서리 백 B2	액세서리 백, 외함 유형 B2	130B2061	
액세서리 백 B3	액세서리 백, 외함 유형 B3	130B0980	
액세서리 백 B4	액세서리 백, 외함 유형 B4	130B1300	소형
액세서리 백 B4	액세서리 백, 외함 유형 B4	130B1301	대형
액세서리 백 C1	액세서리 백, 외함 유형 C1	130B0046	
액세서리 백 C2	액세서리 백, 외함 유형 C2	130B0047	
액세서리 백 C3	액세서리 백, 외함 유형 C3	130B0981	
액세서리 백 C4	액세서리 백, 외함 유형 C4	130B0982	소형
액세서리 백 C4	액세서리 백, 외함 유형 C4	130B0983	대형

표 4.5 액세서리 발주 정보

 Danfoss A/S © 개정 06/2014 All rights reserved.

4.2.2 발주 번호: 고조파 필터

고조파 필터는 주전원 고조파를 줄이는데 사용됩니다.

- AHF 010: 10% 전류 왜곡
- AHF 005: 5% 전류 왜곡

4

$I_{AHF,N}$ [A]	사용된 대표적 모터 [kW]	댄포스 발주 번호		주파수 변환기 용량
		AHF 005	AHF 010	
10	1.1-4	175G6600	175G6622	P1K1, P4K0
19	5.5-7.5	175G6601	175G6623	P5K5-P7K5
26	11	175G6602	175G6624	P11K
35	15-18.5	175G6603	175G6625	P15K-P18K
43	22	175G6604	175G6626	P22K
72	30-37	175G6605	175G6627	P30K-P37K
101	45-55	175G6606	175G6628	P45K-P55K
144	75	175G6607	175G6629	P75K
180	90	175G6608	175G6630	P90K
217	110	175G6609	175G6631	P110
289	132	175G6610	175G6632	P132-P160
324	160	175G6611	175G6633	
370	200	175G6688	175G6691	P200
506	250	175G6609 + 175G6610	175G6631 + 175G6632	P250
578	315	2x 175G6610	2x 175G6632	P315
648	355	2x175G6611	2x175G6633	P355
694	400	175G6611 + 175G6688	175G6633 + 175G6691	P400
740	450	2x175G6688	2x175G6691	P450

표 4.6 380-415 V AC, 50 Hz

Danfoss A/S © 개정 06/2014 All rights reserved.

$I_{AHF,N}$ [A]	사용된 대표적 모터 [hp]	댄포스 발주 번호		주파수 변환기 용량
		AHF 005	AHF 010	
10	1.1-4	130B2540	130B2541	P1K1-P4K0
19	5.5-7.5	130B2460	130B2472	P5K5-P7K5
26	11	130B2461	130B2473	P11K
35	15-18.5	130B2462	130B2474	P15K, P18K
43	22	130B2463	130B2475	P22K
72	30-37	130B2464	130B2476	P30K-P37K
101	45-55	130B2465	130B2477	P45K-P55K
144	75	130B2466	130B2478	P75K
180	90	130B2467	130B2479	P90K
217	110	130B2468	130B2480	P110
289	132	130B2469	130B2481	P132
324	160	130B2470	130B2482	P160
370	200	130B2471	130B2483	P200
506	250	130B2468 + 130B2469	130B2480 + 130B2481	P250
578	315	2x 130B2469	2x 130B2481	P315
648	355	2x130B2470	2x130B2482	P355
694	400	130B2470 + 130B2471	130B2482 + 130B2483	P400
740	450	2x130B2471	130B2483	P450

표 4.7 380-415 V AC, 60 Hz

$I_{AHF,N}$ [A]	사용된 대표적 모터 [hp]	댄포스 발주 번호		주파수 변환기 용량
		AHF 005	AHF 010	
10	1.5-7.5	130B2538	130B2539	P1K1-P5K5
19	10-15	175G6612	175G6634	P7K5-P11K
26	20	175G6613	175G6635	P15K
35	25-30	175G6614	175G6636	P18K-P22K
43	40	175G6615	175G6637	P30K
72	50-60	175G6616	175G6638	P37K-P45K
101	75	175G6617	175G6639	P55K
144	100-125	175G6618	175G6640	P75K-P90K
180	150	175G6619	175G6641	P110
217	200	175G6620	175G6642	P132
289	250	175G6621	175G6643	P160
370	350	175G6690	175G6693	P200
434	350	2x175G6620	2x175G6642	P250
506	450	175G6620 + 175G6621	175G6642 + 175G6643	P315
578	500	2x 175G6621	2x 175G6643	P355
648	550-600	2x175G6689	2x175G6692	P400
694	600	175G6689 + 175G6690	175G6692 + 175G6693	P450
740	650	2x175G6690	2x175G6693	P500

표 4.8 440-480 V AC, 60 Hz

Danfoss A/S © 개정 06/2014 All rights reserved.

주파수 변환기와 필터 간의 호환성은 400V/480V, 대표적 모터 부하(4극) 및 토오크 110%를 기준으로 미리 계산되었습니다.

$I_{AHF,N}$ [A]	사용된 대표적 모터 [kW]	댄포스 발주 번호		주파수 변환기 용량
		AHF 005	AHF 010	
10	1.1-7.5	175G6644	175G6656	P1K1-P7K5
19	11	175G6645	175G6657	P11K
26	15-18.5	175G6646	175G6658	P15K-P18K
35	22	175G6647	175G6659	P22K
43	30	175G6648	175G6660	P30K
72	37-45	175G6649	175G6661	P45K-P55K
101	55	175G6650	175G6662	P75K
144	75-90	175G6651	175G6663	P90K-P110
180	110	175G6652	175G6664	P132
217	132	175G6653	175G6665	P160
289	160-200	175G6654	175G6666	P200-P250
324	250	175G6655	175G6667	P315
397	315	175G6652 + 175G6653	175G6641 + 175G6665	P400
434	355	2x175G6653	2x175G6665	P450
506	400	175G6653 + 175G6654	175G6665 + 175G6666	P500
578	450	2X 175G6654	2X 175G6666	P560
613	500	175G6654 + 175G6655	175G6666 + 175G6667	P630

표 4.9 500-525 V AC, 50 Hz

$I_{AHF,N}$ [A]	사용된 대표적 모터 [kW]	댄포스 발주 번호		주파수 변환기 용량
		AHF 005	AHF 010	
43	45	130B2328	130B2293	
72	45-55	130B2330	130B2295	P37K-P45K
101	75-90	130B2331	130B2296	P55K-P75K
144	110	130B2333	130B2298	P90K-P110
180	132	130B2334	130B2299	P132
217	160	130B2335	130B2300	P160
288	200-250	2x130B2333	130B2301	P200-P250
324	315	130B2334 + 130B2335	130B2302	P315
397	400	130B2334 + 130B2335	130B2299 + 130B2300	P400
434	450	2x130B2335	2x130B2300	P450
505	500	*	130B2300 + 130B2301	P500
576	560	*	2x130B2301	P560
612	630	*	130B2301 + 130B2300	P630
730	710	*	2x130B2302	P710

표 4.10 690V AC, 50 Hz

** 보다 높은 전류는 댄포스에 문의하십시오.*

 Danfoss A/S © 개정 06/2014 All rights reserved.

4.2.3 발주 번호: 사인파 필터 모듈, 200-500 V AC

주파수 변환기 용량			최소 스위칭 주파수 [kHz]	최대 출력 주파수 [Hz]	부품 번호 IP20	부품 번호 IP00	50Hz에서의 필터 정격 전류 [A]
200-240 [V AC]	380-440 [V AC]	440-480 [V AC]					
	P1K1	P1K1	5	120	130B2441	130B2406	4.5
	P1K5	P1K5	5	120	130B2441	130B2406	4.5
	P2K2	P2K2	5	120	130B2443	130B2408	8
P1K5	P3K0	P3K0	5	120	130B2443	130B2408	8
	P4K0	P4K0	5	120	130B2444	130B2409	10
P2K2	P5K5	P5K5	5	120	130B2446	130B2411	17
P3K0	P7K5	P7K5	5	120	130B2446	130B2411	17
P4K0			5	120	130B2446	130B2411	17
P5K5	P11K	P11K	4	100	130B2447	130B2412	24
P7K5	P15K	P15K	4	100	130B2448	130B2413	38
	P18K	P18K	4	100	130B2448	130B2413	38
P11K	P22K	P22K	4	100	130B2307	130B2281	48
P15K	P30K	P30K	3	100	130B2308	130B2282	62
P18K	P37K	P37K	3	100	130B2309	130B2283	75
P22K	P45K	P55K	3	100	130B2310	130B2284	115
P30K	P55K	P75K	3	100	130B2310	130B2284	115
P37K	P75K	P90K	3	100	130B2311	130B2285	180
P45K	P90K	P110	3	100	130B2311	130B2285	180
	P110	P132	3	100	130B2312	130B2286	260
	P132	P160	3	100	130B2313	130B2287	260
	P160	P200	3	100	130B2313	130B2287	410
	P200	P250	3	100	130B2314	130B2288	410
	P250	P315	3	100	130B2314	130B2288	480
	P315	P315	2	100	130B2315	130B2289	660
	P355	P355	2	100	130B2315	130B2289	660
	P400	P400	2	100	130B2316	130B2290	750
		P450	2	100	130B2316	130B2290	750
	P450	P500	2	100	130B2317	130B2291	880
	P500	P560	2	100	130B2317	130B2291	880
	P560	P630	2	100	130B2318	130B2292	1200
	P630	P710	2	100	130B2318	130B2292	1200
	P710	P800	2	100	2x130B2317	2x130B2291	1500
	P800	P1M0	2	100	2x130B2317	2x130B2291	1500
	P1M0		2	100	2x130B2318	2x130B2292	1700

표 4.11 주전원 공급 3x200 - 480 V AC

사인파 필터 사용 시, 스위칭 주파수는 *14-01 스위칭 주파수*의 필터 사양을 준수해야 합니다.

주의 사항

***출력 필터 설계 지침서* 또한 참조.**

4.2.4 발주 번호: 사인파 필터 모듈, 525-600/690 V AC

주파수 변환기 용량		최소 스위칭 주파수 [kHz]	최대 출력 주파수 [Hz]	부품 번호 IP20	부품 번호 IP00	50Hz에서의 필터 정격 전류 [A]
525-600 [V AC]	690 [V AC]					
P1K1		2	100	130B2341	130B2321	13
P1K5		2	100	130B2341	130B2321	13
P2k2		2	100	130B2341	130B2321	13
P3K0		2	100	130B2341	130B2321	13
P4K0		2	100	130B2341	130B2321	13
P5K5		2	100	130B2341	130B2321	13
P7K5		2	100	130B2341	130B2321	13
P11K		2	100	130B2342	130B2322	28
P15K		2	100	130B2342	130B2322	28
P18K		2	100	130B2342	130B2322	28
P22K		2	100	130B2342	130B2322	28
P30K		2	100	130B2343	130B2323	45
P37K	P45K	2	100	130B2344	130B2324	76
P45K	P55K	2	100	130B2344	130B2324	76
P55K	P75K	2	100	130B2345	130B2325	115
P75K	P90K	2	100	130B2345	130B2325	115
P90K	P110	2	100	130B2346	130B2326	165
	P132	2	100	130B2346	130B2326	165
	P160	2	100	130B2347	130B2327	260
	P200	2	100	130B2347	130B2327	260
	P250	2	100	130B2348	130B2329	303
	P315	2	100	130B2370	130B2341	430
	P355	1.5	100	130B2370	130B2341	430
	P400	1.5	100	130B2370	130B2341	430
	P450	1.5	100	130B2371	130B2342	530
	P500	1.5	100	130B2371	130B2342	530
	P560	1.5	100	130B2381	130B2337	660
	P630	1.5	100	130B2381	130B2337	660
	P710	1.5	100	130B2382	130B2338	765
	P800	1.5	100	130B2383	130B2339	940
	P900	1.5	100	130B2383	130B2339	940
	P1M0	1.5	100	130B2384	130B2340	1320
	P1M2	1.5	100	130B2384	130B2340	1320
	P1M4	1.5	100	2x130B2382	2x130B2338	1479

표 4.12 주전원 공급 3x525-690V AC

주의 사항

사인파 필터 사용 시, 스위칭 주파수는 *14-01 스위칭 주파수*의 필터 사양을 준수해야 합니다.

주의 사항

출력 필터 설계 지침서 또한 참조.

4.2.5 발주 번호: dU/dt 필터, 380-480V AC

주파수 변환기 용량		최소 스위칭 주파수	최대 출력 주파수	부품 번호 IP20	부품 번호 IP00	50Hz에서의 필터 정격
380-439 [V AC]	440-480 [V AC]	[kHz]	[Hz]			전류 [A]
P11K	P11K	4	100	130B2396	130B2385	24
P15K	P15K	4	100	130B2397	130B2386	45
P18K	P18K	4	100	130B2397	130B2386	45
P22K	P22K	4	100	130B2397	130B2386	45
P30K	P30K	3	100	130B2398	130B2387	75
P37K	P37K	3	100	130B2398	130B2387	75
P45K	P45K	3	100	130B2399	130B2388	110
P55K	P55K	3	100	130B2399	130B2388	110
P75K	P75K	3	100	130B2400	130B2389	182
P90K	P90K	3	100	130B2400	130B2389	182
P110	P110	3	100	130B2401	130B2390	280
P132	P132	3	100	130B2401	130B2390	280
P160	P160	3	100	130B2402	130B2391	400
P200	P200	3	100	130B2402	130B2391	400
P250	P250	3	100	130B2277	130B2275	500
P315	P315	2	100	130B2278	130B2276	750
P355	P355	2	100	130B2278	130B2276	750
P400	P400	2	100	130B2278	130B2276	750
	P450	2	100	130B2278	130B2276	750
P450	P500	2	100	130B2405	130B2393	910
P500	P560	2	100	130B2405	130B2393	910
P560	P630	2	100	130B2407	130B2394	1500
P630	P710	2	100	130B2407	130B2394	1500
P710	P800	2	100	130B2407	130B2394	1500
P800	P1M0	2	100	130B2407	130B2394	1500
P1M0		2	100	130B2410	130B2395	2300

표 4.13 주전원 공급 3x380 - 3x480V AC

주의 사항

출력 필터 설계 지침서 또한 참조.

4.2.6 발주 번호: dU/dt 필터, 525-600/690V AC

주파수 변환기 용량		최소 스위칭 주파수 [kHz]	최대 출력 주파수 [Hz]	부품 번호 IP20	부품 번호 IP00	50Hz에서의 필터 정격 전류 [A]
525-600 [V AC]	690 [V AC]					
P1K1		4	100	130B2423	130B2414	28
P1K5		4	100	130B2423	130B2414	28
P2K2		4	100	130B2423	130B2414	28
P3K0		4	100	130B2423	130B2414	28
P4K0		4	100	130B2424	130B2415	45
P5K5		4	100	130B2424	130B2415	45
P7K5		3	100	130B2425	130B2416	75
P11K		3	100	130B2425	130B2416	75
P15K		3	100	130B2426	130B2417	115
P18K		3	100	130B2426	130B2417	115
P22K		3	100	130B2427	130B2418	165
P30K		3	100	130B2427	130B2418	165
P37K	P45K	3	100	130B2425	130B2416	75
P45K	P55K	3	100	130B2425	130B2416	75
P55K	P75K	3	100	130B2426	130B2417	115
P75K	P90K	3	100	130B2426	130B2417	115
P90K	P110	3	100	130B2427	130B2418	165
	P132	2	100	130B2427	130B2418	165
	P160	2	100	130B2428	130B2419	260
	P200	2	100	130B2428	130B2419	260
	P250	2	100	130B2429	130B2420	310
	P315	2	100	130B2238	130B2235	430
	P400	2	100	130B2238	130B2235	430
	P450	2	100	130B2239	130B2236	530
	P500	2	100	130B2239	130B2236	530
	P560	2	100	130B2274	130B2280	630
	P630	2	100	130B2274	130B2280	630
	P710	2	100	130B2430	130B2421	765
	P800	2	100	130B2431	130B2422	1350
	P900	2	100	130B2431	130B2422	1350
	P1M0	2	100	130B2431	130B2422	1350
	P1M2	2	100	130B2431	130B2422	1350
	P1M4	2	100	2x130B2430	2x130B2421	1530

표 4.14 주전원 공급 3x525 - 3x690V AC

주의 사항

출력 필터 설계 지침서 **또한 참조.**

4.2.7 발주 번호: 제동 저항

주의 사항

제동 저항 설계 지침서 **참조.**

Danfoss A/S © 개정 06/2014 All rights reserved.

5 기계적인 설치

5.1 기계적인 설치

5.1.1 기계적인 설치 시 안전 규정

⚠경고

통합 및 현장 장착 키트에 적용되는 규정에 각별히 유의합니다. 목록에 있는 정보에 주의를 기울여 심각한 신체 상해 또는 장비 손상을 방지합니다. 특히 대형 유닛 설치 시에 주의합니다.

주의

주파수 변환기의 냉각 방식은 공냉식입니다.
과열로부터 유닛을 보호하려면 주위 온도가 *주파수 변환기의 최고 허용 온도를 넘지 않도록 하고* 24시간 평균 온도를 *초과하지 않도록 합니다. 장을 9.6.2 주위 온도에 따른 용량 감소*에서 최대 온도 및 24시간 평균 온도를 확인합니다.
주위 온도가 45°C - 55°C인 경우에는 주파수 변환기의 용량 감소가 필요합니다. *장을 9.6.2 주위 온도에 따른 용량 감소*를 참조하십시오.
주위 온도에 따른 용량 감소가 이루어지지 않으면 주파수 변환기의 수명이 단축됩니다.

 Danfoss A/S © 개정 06/2014 All rights reserved.

5.1.2 외형 치수표

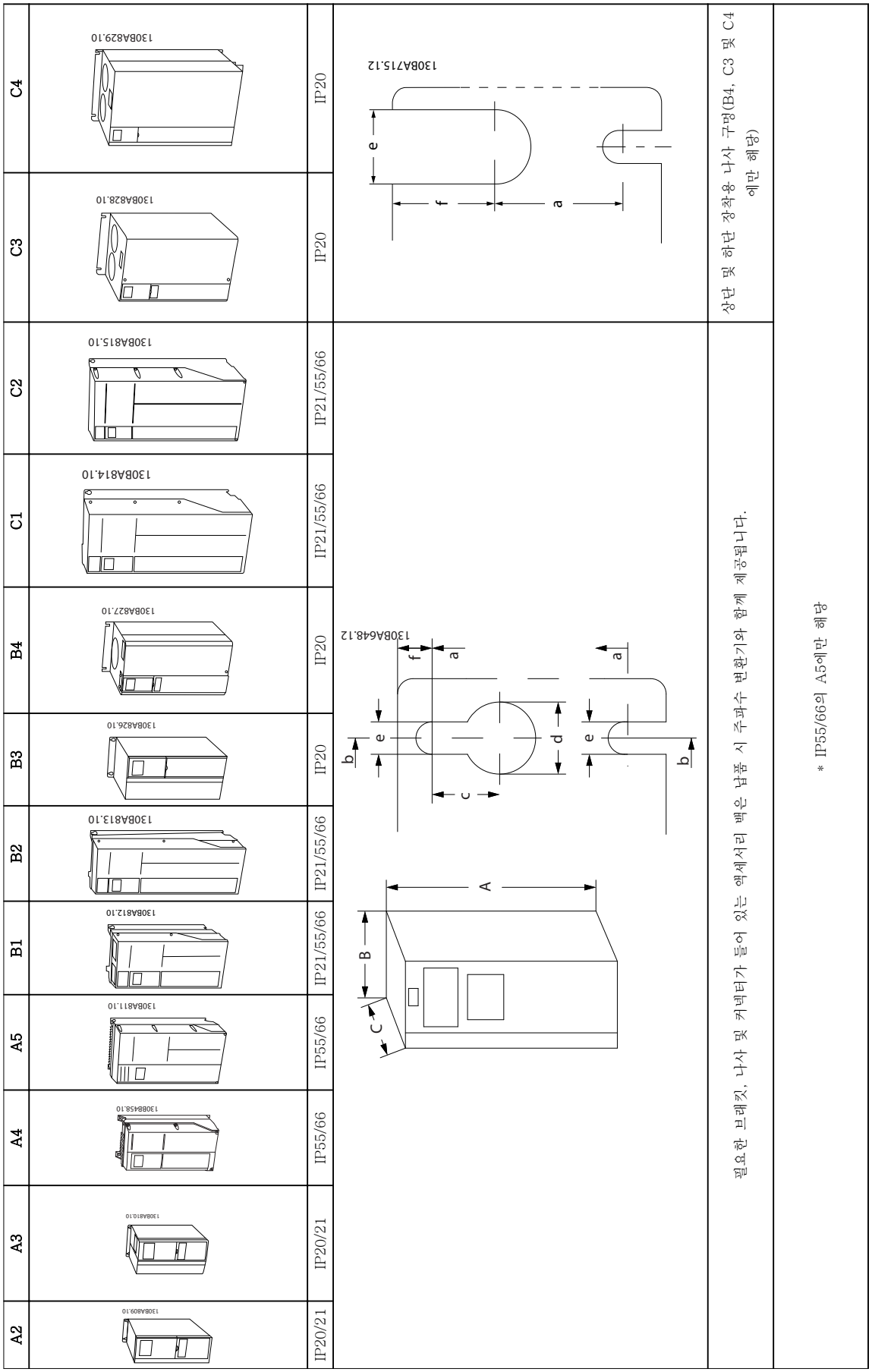


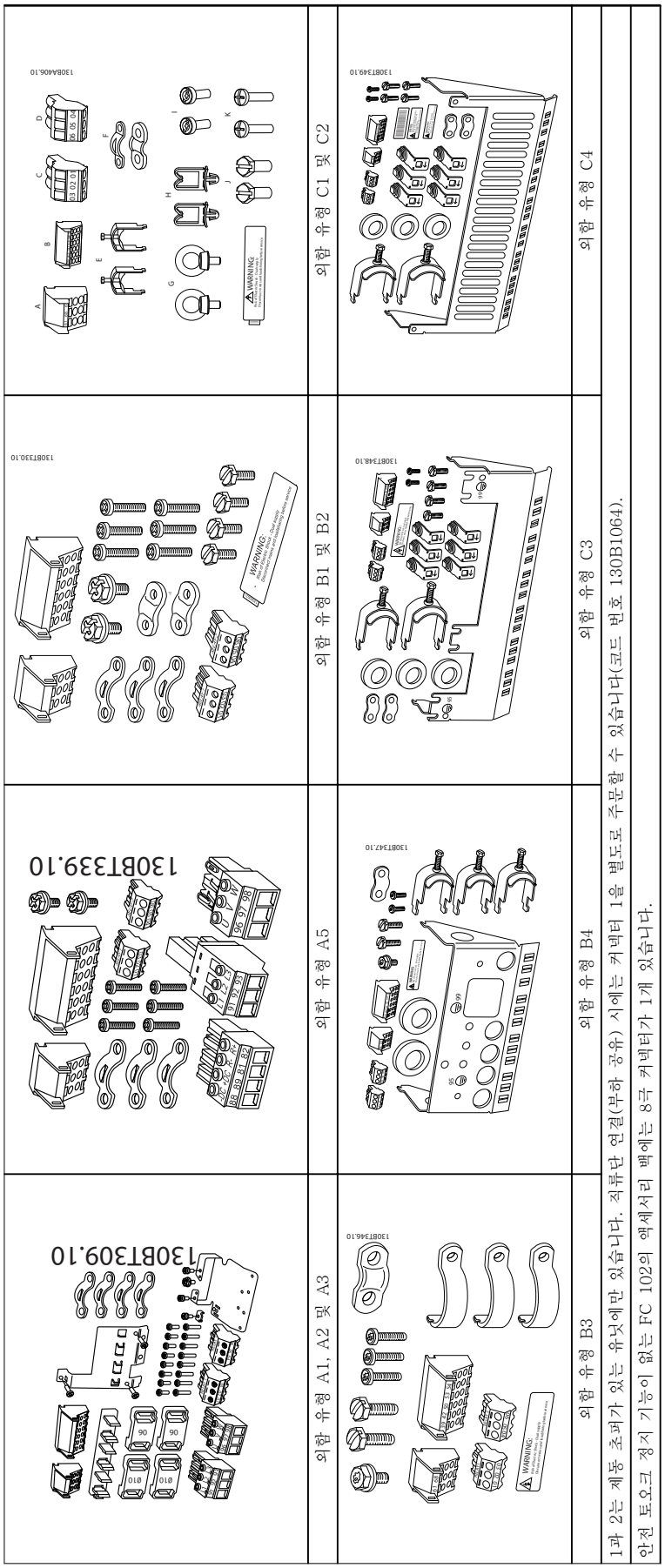
표 5.1 외형 치수표

외함 유형			A2		A3		A4	A5	B1	B2	B3	B4	C1	C2	C3	C4
정격 출력 [kW]	200-240 V		1.1-2.2		3-3.7		1.1-2.2	1.1-3.7	5.5-11	15	5.5-11	15-18	18-30	37-45	22-30	37-45
	380-480/500 V		1.1-4.0		5.5-7.5		1.1-4	1.1-7.5	11-18	22-30	11-18	22-37	37-55	75-90	45-55	75-90
	525-600 V				1.1-7.5			1.1-7.5	11-18	22-30	11-18	22-37	37-55	75-90	45-55	75-90
	525-690 V									11-30				37-90		
IP NEMA			20 새시	21 Type 1	20 새시	21 Type 1	55/66 Type 12	55/66 Type 12	21/ 55/66 Type 1/ Type 12	21/55/66 Type 1/ Type 12	20 새시	20 새시	21/55/66 Type 1/ Type 12	21/55/66 Type 1/ Type 12	20 새시	20 새시
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	-	-	-	-	-	420	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	230	308	370	308	370
옵션 C 1개 포함 백플레이트의 너비		B	130	130	170	170		242	242	242	205	230	308	370	308	370
옵션 C 2개 포함 백플레이트의 너비		B	150	150	190	190		242	242	242	225	230	308	370	308	370
나사 구멍 간격		b	70	70	110	110	171	215	210	210	140	200	272	334	270	330
깊이[mm]																
깊이(옵션 A/B 제외)		C	205	207	205	207	175	200	260	260	249	242	310	335	333	333
옵션 A/B가 있는 경우		C	220	222	220	222	175	200	260	260	262	242	310	335	333	333
나사 구멍 [mm]																
		c	8.0	8.0	8.0	8.0	8.25	8.25	12	12	8		12.5	12.5		
		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	ø9	8.5	8.5
		f	9	9	6.5	6.5	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	13.5/14.2	23	27	12	23.5	45	65	35	50
전면 덮개의 조임강도 [Nm]																
플라스틱 덮개(낮은 IP)			딸깍		딸깍		-	-	딸깍	딸깍	딸깍	딸깍	딸깍	딸깍	2.0	2.0
금속 덮개 (IP55/66)			-		-		1.5	1.5	2.2	2.2	-	-	2.2	2.2	2.0	2.0

표 5.2 중량 및 치수

MG11BC39 Danfoss A/S © 개정 06/2014 All rights reserved.

5.1.3 액세서리 백



1과 2는 제동 초퍼가 있는 유닛에만 있습니다. 직류단 연결(부하 공유) 시에는 커넥터 1을 별도로 주문할 수 있습니다(코드 번호 130B1064).

안전 토오크 정지 기능이 없는 FC 102의 액세서리 백에는 8극 커넥터가 1개 있습니다.

표 5.3 액세서리 백에 포함된 부품

5.1.4 기계적인 장착

모든 외함 유형의 경우에는 옆면끼리 여유 공간 없이 바로 붙여서 설치할 수 있습니다(*IP21/IP4X/TYPE 1 외함 키트* 제외)(*장을 3.1 옵션 및 액세서리* 참조).

옆면끼리 여유 공간 없이 바로 붙여서 장착
IP20 A 및 B 외함은 서로 옆면끼리 여유 공간 없이 바로 붙여서 설치할 수 있으며 이 때 장착 순서가 중요합니다. *그림 5.1*는 프레임을 올바르게 장착하는 방법을 보여줍니다.

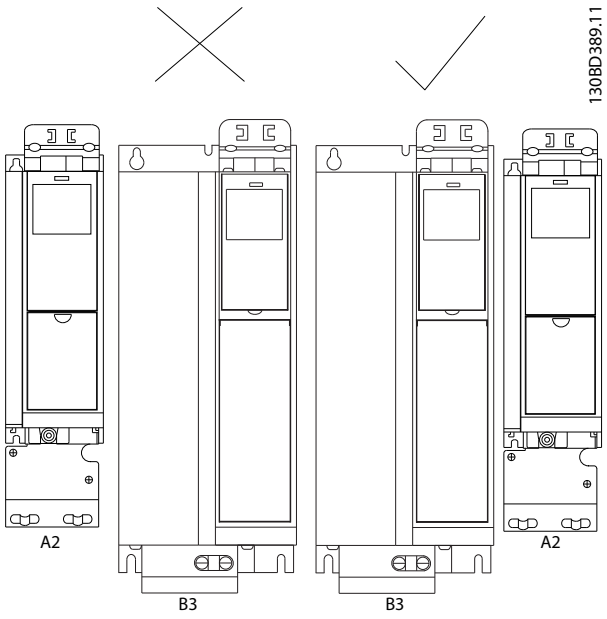


그림 5.1 옆면끼리 여유 공간 없이 바로 붙여서 장착하는 방식의 올바른 예

외함 A2 또는 A3에서 IP 21 외함 키트를 사용하는 경우에는 주파수 변환기 사이에 최소 50mm의 여유 공간이 있어야 합니다.

최적의 냉각 조건을 위해 주파수 변환기의 상/하부에 충분한 여유 공간을 유지합니다. *표 5.4*을 참조하십시오.

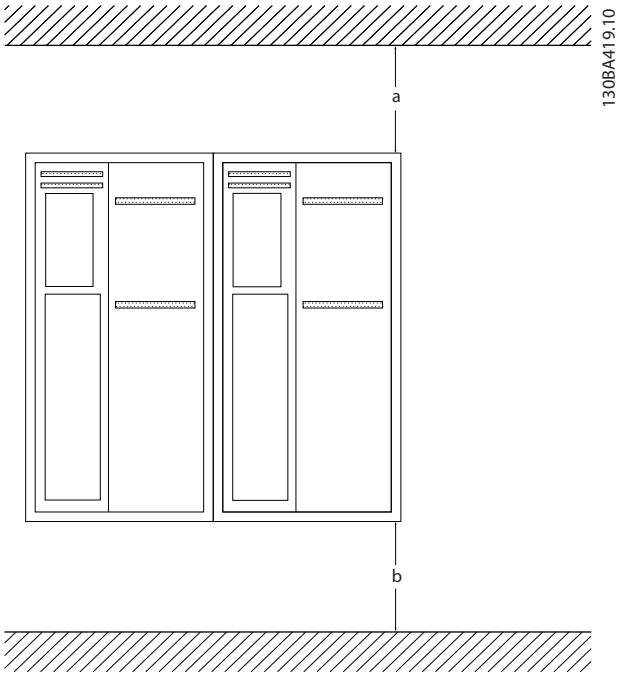


그림 5.2 여유 공간

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

표 5.4 외함 유형별 여유 공간

1. 표시된 크기에 알맞은 나사 구멍을 만듭니다.
2. 주파수 변환기를 장착할 표면에 적합한 나사를 사용합니다. 나사 4개를 모두 조입니다.

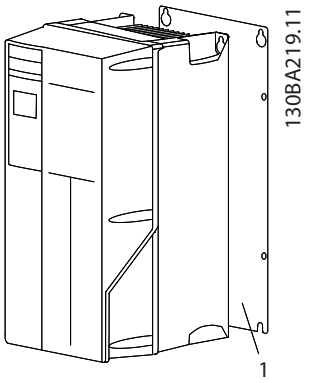


그림 5.3 백플레이트를 사용한 올바른 장착

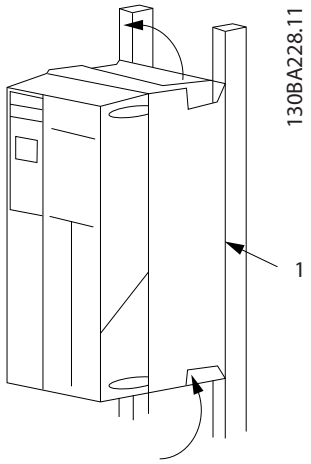


그림 5.4 레일링을 사용한 올바른 장착

항목	설명
1	백플레이트

표 5.5 *그림 5.4*에 대한 범례

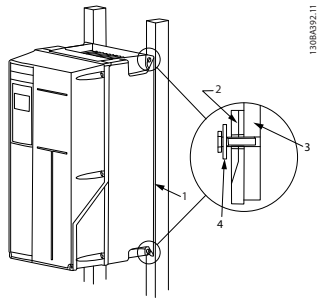


그림 5.5 안쪽이 단단하지 않은 벽에서의 장착

안쪽이 단단하지 않은 벽에 외함 유형 A4, A5, B1, B2, C1 및 C2를 장착하는 경우에는 방열판 주위에 냉각된 공기가 충분하지 않기 때문에 주파수 변환기에 백플레이트 "1"을 설치해야 합니다.

외함	IP20	IP21	IP55	IP66
A2	*	*	-	-
A3	*	*	-	-
A4/A5	-	-	2	2
B1	-	*	2.2	2.2
B2	-	*	2.2	2.2
B3	*	-	-	-
B4	2	-	-	-
C1	-	*	2.2	2.2
C2	-	*	2.2	2.2
C3	2	-	-	-
C4	2	-	-	-
* = 조일 나사가 없음 - = 존재하지 않음				

표 5.6 덮개의 조임 강도 (Nm)

5.1.5 현장 설치

IP21/IP4X top/TYPE 1 키트 또는 IP54/55 유닛을 현장 설치에 사용하는 것이 좋습니다.

 Danfoss A/S © 개정 06/2014 All rights reserved.

6 전기적인 설치

6.1 연결부 - 외함 유형 A, B 및 C

6.1.1 토오크

주의 사항

케이블 일반 사항
모든 배선은 케이블 단면적과 주위 온도에 관한 국제 및 국내 관련 규정을 준수해야 합니다. 구리(75°C) 도체를 사용하는 것이 좋습니다.

알루미늄 도체
알루미늄 도체에 단자를 연결할 수 있지만 연결하기 전에 도체 표면을 닦아 산화된 부분을 제거하고 중성 바셀린 수지를 입혀야 합니다.
또한 알루미늄은 연성이므로 2일 후에 단자의 나사를 다시 조여야 합니다. 가스 조임부를 올바르게 연결해야 하며 만일 올바르게 연결하지 않으면 알루미늄 표면이 다시 산화됩니다.

외함 종류	200-240 V [kW]	380-480 V [kW]	525-690 V [kW]	해당 케이블	조임 강도 [Nm]
A2	1.1-2.2	1.1-4	-		
A3	3-3.7	5.5-7.5	-		
A4	1.1-2.2	1.1-4			
A5	1.1-3.7	1.1-7.5	-		
B1	5.5-11	11-18	-	주전원, 제동 저항, 부하 공유, 모터 케이블	1.8
				릴레이	0.5-0.6
				접지	2-3
B2	15	22-30	11-30	주전원, 제동 저항, 부하 공유 케이블	4.5
				모터 케이블	4.5
				릴레이	0.5-0.6
				접지	2-3
B3	5.5-11	11-18	-	주전원, 제동 저항, 부하 공유, 모터 케이블	1.8
				릴레이	0.5-0.6
				접지	2-3
B4	15-18	22-37	-	주전원, 제동 저항, 부하 공유, 모터 케이블	4.5
				릴레이	0.5-0.6
				접지	2-3
C1	18-30	37-55	-	주전원, 제동 저항, 부하 공유 케이블	10
				모터 케이블	10
				릴레이	0.5-0.6
				접지	2-3
C2	37-45	75-90	37-90	주전원, 모터 케이블	14 (최대 95mm^2) 24 (95 mm^2 초과)
				부하 공유, 제동 케이블	14
				릴레이	0.5-0.6
				접지	2-3
C3	22-30	45-55	-	주전원, 제동 저항, 부하 공유, 모터 케이블	10
				릴레이	0.5-0.6
				접지	2-3
C4	37-45	75-90	-	주전원, 모터 케이블	14 (최대 95 mm^2) 24 (95 mm^2 초과)
				부하 공유, 제동 케이블	14
				릴레이	0.5-0.6
				접지	2-3

표 6.1 조임 강도

Danfoss A/S © 개정 06/2014 All rights reserved.

6.1.2 추가 케이블의 녹아웃 제거

1. 주파수 변환기에서 케이블 삽입부를 분리합니다(녹아웃을 제거할 때 주파수 변환기에 이물질이 들어가지 않도록 합니다).
2. 제거할 녹아웃 주변의 케이블 삽입부를 각종 방법으로 고정시켜야 합니다.
3. 이제 맨드릴과 망치로 녹아웃을 제거할 수 있습니다.
4. 구멍에 남아 있는 파편을 제거합니다.
5. 주파수 변환기에 케이블 삽입부를 장착합니다.

6.1.3 주전원 연결 및 접지

6

주의 사항

전원 플러그 커넥터는 최대 7.5kW의 주파수 변환기에 연결할 수 있습니다.

1. 디커플링 플레이트에 나사 2개를 끼워서 밀고 조입니다.
2. 주파수 변환기를 접지에 올바르게 연결해야 합니다. 접지 연결부(단자 95)에 연결합니다. 액세서리 백에 있는 나사를 사용합니다.
3. 액세서리 백에 있는 플러그 커넥터 91(L1), 92(L2), 93(L3)을 주파수 변환기 하단의 MAINS(주전원)라고 표시된 단자에 연결합니다.
4. 주전원 선을 주전원 플러그 커넥터에 연결합니다.
5. 동봉된 지지용 브래킷으로 케이블을 받칩니다.

주의 사항

주전원 전압이 주파수 변환기 명판에 표시된 주전원 전압과 일치하는지 확인합니다.

⚠주의

IT 주전원
RFI 필터가 장착된 400V 주파수 변환기를 위상과 접지 간의 전압이 440V 이상 인가되는 주전원 공급장치에 연결하지 마십시오.

⚠주의

EN 50178에 의거, 접지 연결 케이블 단면적이 최소 10mm²이거나 각기 종단된 2배 정격 주전원 선이어야 합니다.

주전원 스위치가 제품 내에 포함되어 있는 경우, 주전원 스위치는 주전원 연결부에 장착됩니다.

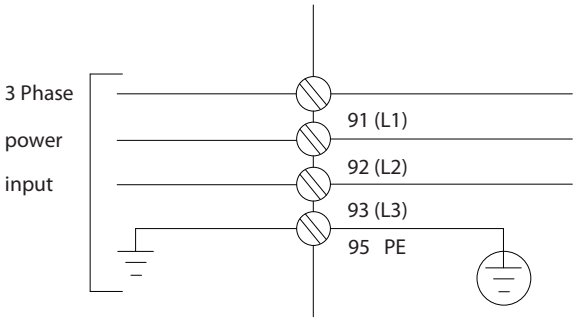


그림 6.1 주전원 연결부

외함 유형 A1, A2 및 A3의 주전원 연결부:

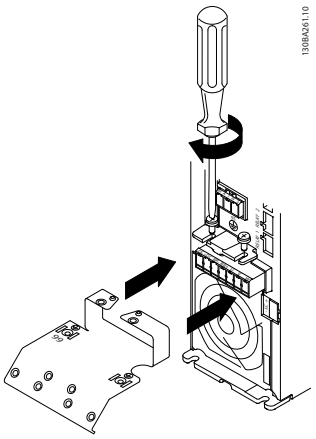


그림 6.2 마운팅 플레이트 장착

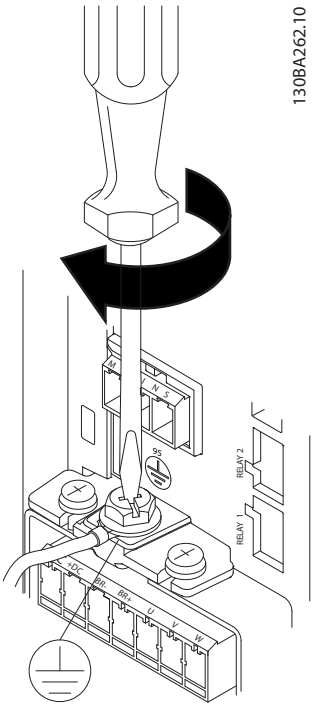


그림 6.3 접지 케이블 조임

Danfoss A/S © 개정 06/2014 All rights reserved.

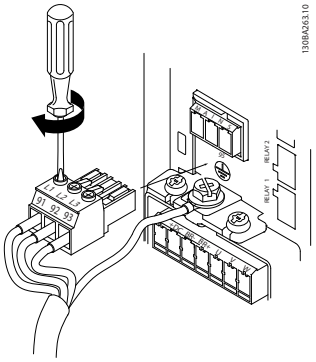


그림 6.4 주전원 플러그 장착 및 와이어 조임

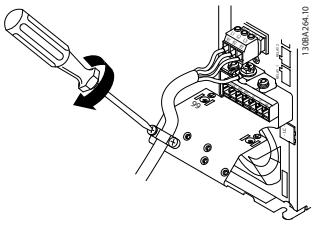


그림 6.5 지지용 브래킷 조임

주전원 커넥터 외함 유형 A4/A5 (IP55/66)

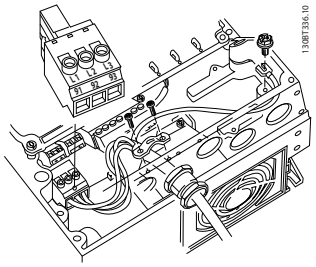


그림 6.6 단로기가 없는 경우 주전원 및 접지 연결

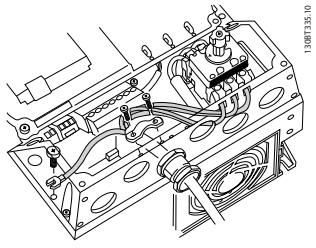


그림 6.7 단로기가 있는 경우 주전원 및 접지 연결

(외함 유형 A4/A5에서) 단로기를 사용하는 경우에는 PE를 주파수 변환기의 왼쪽에 장착해야 합니다.

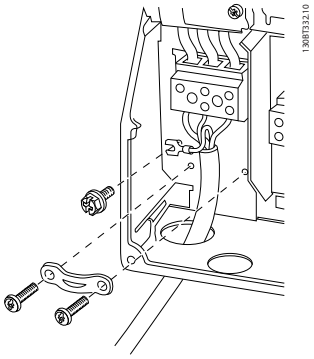


그림 6.8 주전원 연결부 외함 유형 B1 및 B2 (IP21/NEMA Type 1 및 IP55/66/ NEMA Type 12)

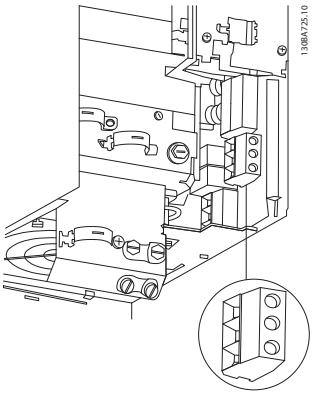


그림 6.9 주전원 연결부 외함 유형 B3 (IP20)

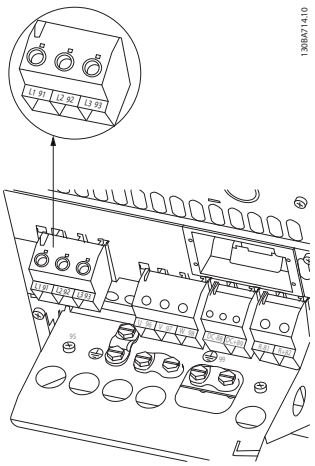


그림 6.10 주전원 연결부 외함 유형 B4 (IP20)

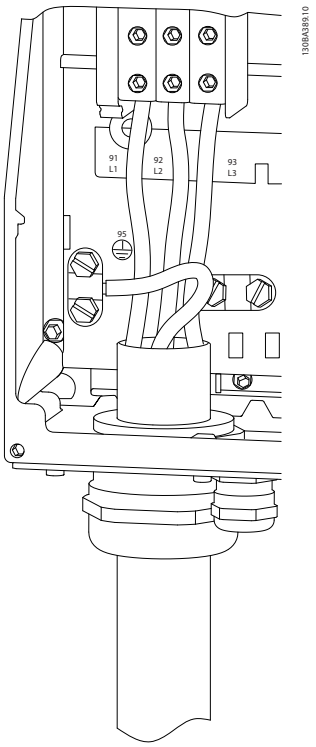


그림 6.11 주전원 연결부 외함 유형 C1 및 C2 (IP21/NEMA Type 1 및 IP55/66/NEMA Type 12).

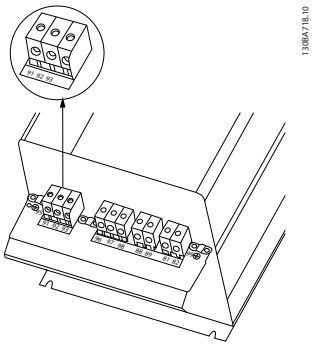


그림 6.12 주전원 연결부 외함 유형 C3 (IP20).

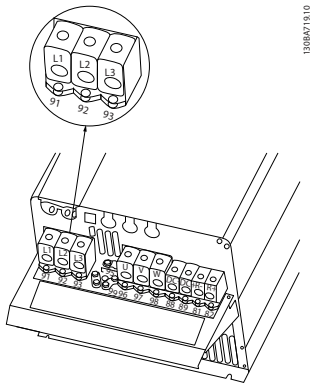


그림 6.13 주전원 연결부 외함 유형 C4 (IP20).

주로 주전원용 전원 케이블은 비차폐 케이블입니다.

6.1.4 모터 연결부

주의 사항

EMC 방사 사양을 준수하려면 차폐/보호된 모터 케이블이 필요합니다. 자세한 정보는 *장을 2.9.2 EMC 시험 결과*를 참조하십시오.

모터 케이블의 단면적과 길이를 올바르게 선정하려면 *장을 9 일반사양 및 고장수리*을(를) 참조하십시오.

케이블 차폐:
차폐선 끝부분을 (돼지꼬리 모양으로) 꼬아서 설치하는 것을 절대 피합니다. 이는 높은 주파수 대역에서 차폐 효과를 감소시킵니다. 모터 절연체 또는 모터 컨택터를 설치하기 위해 차폐선을 끊을 필요가 있을 때에도 차폐선이 가능한 가장 낮은 HF 임피던스로 계속 연결되어 있도록 해야 합니다..
모터 케이블의 차폐선을 주파수 변환기의 디커플링 플레이트 및 모터의 금속 외함에 모두 연결합니다.
이 때, 차폐선을 가능한 가장 넓은 면적(케이블 클램프)에 연결합니다. 주파수 변환기에 제공된 설치 도구를 사용하여 이와 같이 연결할 수 있습니다.
모터 절연체 또는 모터 릴레이를 설치하기 위해 차폐선을 끊을 필요가 있을 때에도 차폐선을 가능한 가장 낮은 HF 임피던스로 계속 연결합니다.

 Danfoss A/S © 개정 06/2014 All rights reserved.

케이블 길이 및 단면적
주파수 변환기는 주어진 케이블 길이와 단면적으로 실험되었습니다. 단면적이 증가하면 케이블의 전기 용량, 즉 누설 전류량이 증가할 수 있으므로 케이블 길이를 이에 맞게 줄여야 합니다. 모터 케이블의 길이를 가능한 짧게 하여 소음 수준과 누설 전류량을 최소화합니다.

스위칭 주파수
모터의 청각적 소음을 줄이기 위해 주파수 변환기를 사인파 필터와 사용하는 경우 *14-01 스위칭 주파수*의 사인파 필터 지침에 따라 스위칭 주파수를 설정해야 합니다.

1. 액세서리 백에 있는 나사와 와셔를 사용하여 디커플링 플레이트를 주파수 변환기 하단에 고정합니다.
2. 모터 케이블을 단자 96 (U), 97 (V) 및 98 (W)에 연결합니다.
3. 액세서리 백에 있는 나사를 사용하여 디커플링 플레이트에 있는 접지 연결부(단자 99)에 연결합니다.
4. 단자 96 (U), 97 (V), 98 (W)(최대 7.5kW) 및 모터 케이블을 MOTOR(모터)라고 표시된 단자에 연결합니다.
5. 액세서리 백에 있는 나사와 와셔를 사용하여 차폐된 케이블을 디커플링 플레이트에 고정합니다.

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.

절차

1. 케이블 절연 피복을 벗깁니다.
2. 피복을 봇긴 와이어를 케이블 클램프 아래에 배치하여 케이블 차폐션과 접지 간의 기계적 고정 및 전기적 접촉이 이루어지게 합니다.
3. 접지 지침에 따라 접지 와이어를 가장 가까운 접지 단자에 연결합니다.
4. 3상 모터 배선을 단자 96(U), 97(V) 및 98(W)에 연결합니다(*그림 6.14* 참조).
5. *장을 6.1.1 토오크*에 제공된 정보에 따라 단자를 조입니다.

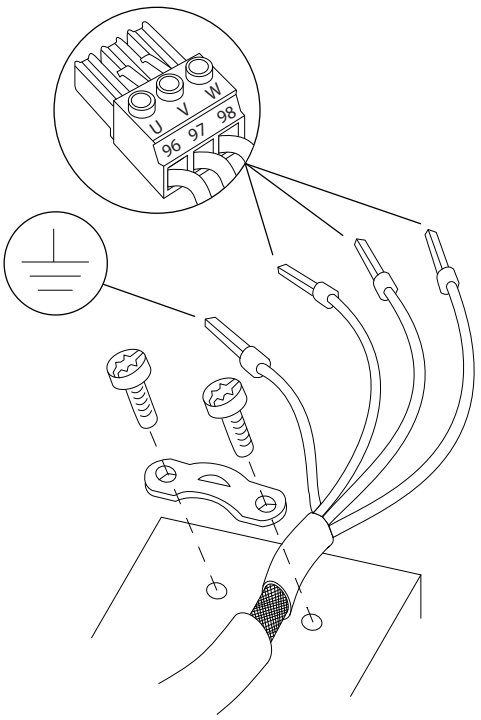


그림 6.14 모터 연결부

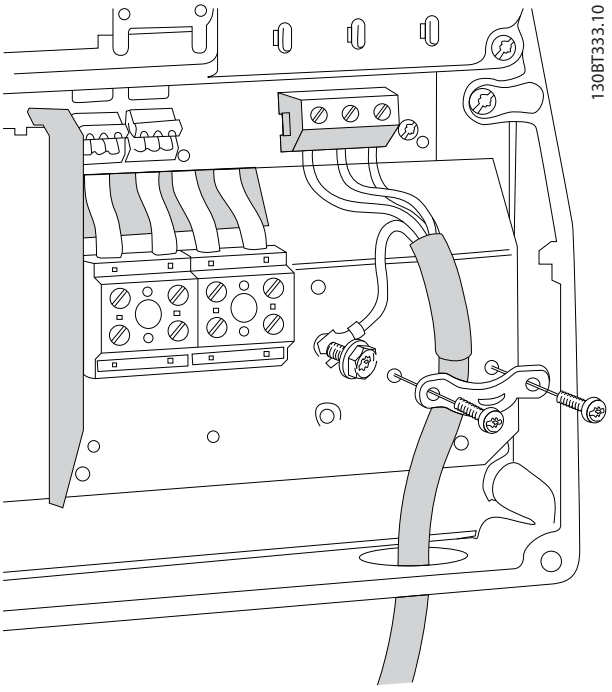


그림 6.15 외함 유형 B1 및 B2 (IP21/NEMA Type 1, IP55/NEMA Type 12 및 IP66/NEMA Type 4X)의 모터 연결부

6

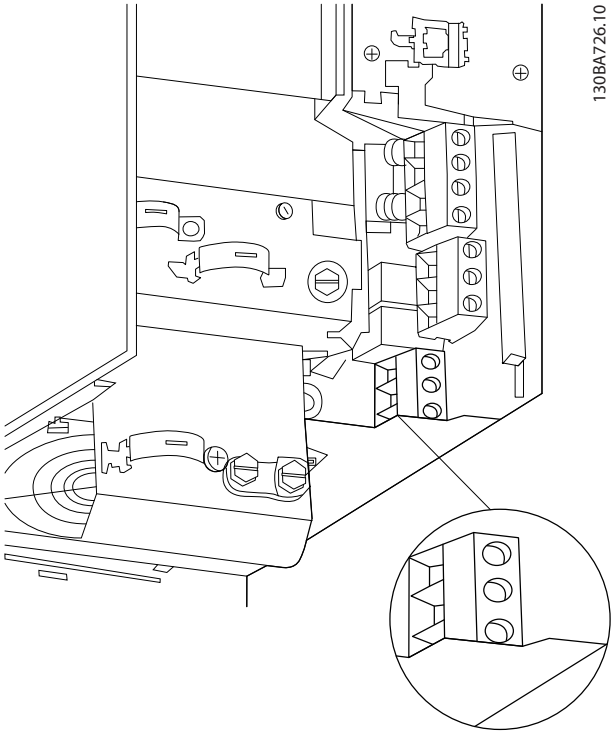


그림 6.16 외함 유형 B3의 모터 연결부

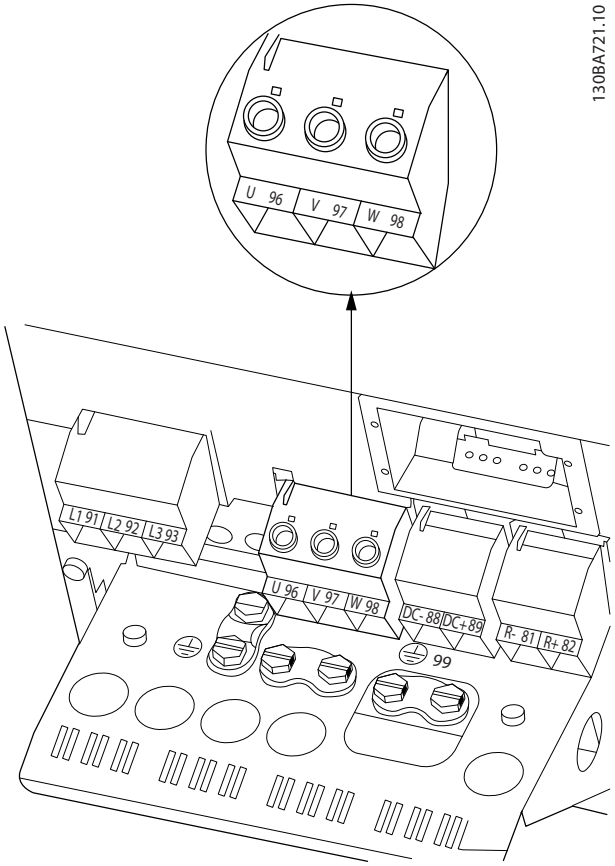


그림 6.17 외함 유형 B4의 모터 연결부

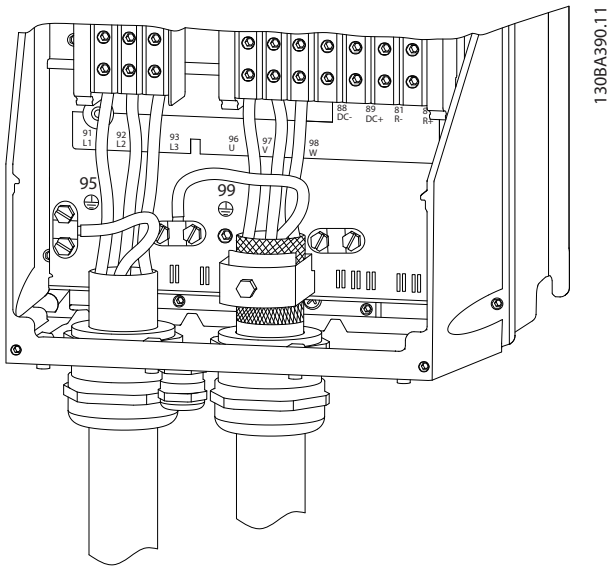


그림 6.18 모터 연결부 외함 유형 C1 및 C2 (IP21/NEMA Type 1 및 IP55/66/NEMA Type 12)

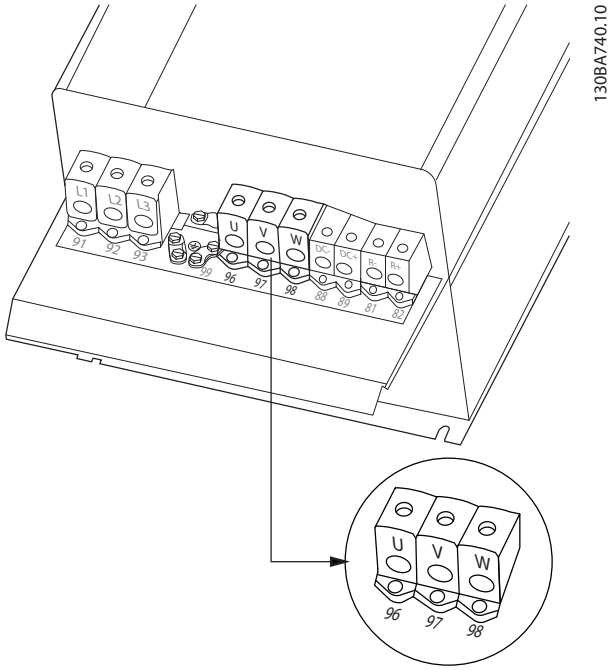


그림 6.19 외함 유형 C3 및 C4의 모터 연결부

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 6.2 단자 설명

1) 접지 보호 연결

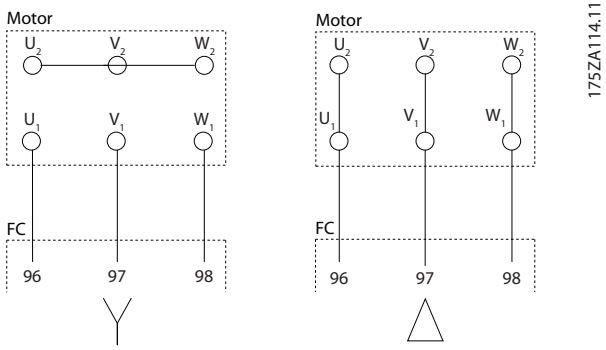


그림 6.20 스타 연결형 및 델타 연결형 연결 방법

주의 사항

주파수 변환기와 같이 전압공급장치 작동에 적합한 상간 절연지 또는 기타 절연 보강재가 없는 모터인 경우에는 주파수 변환기의 출력 단에 사인파 필터를 설치합니다.

케이블 입구

케이블 입구 사용은 권장 사항일 뿐이므로 다른 방법을 사용해도 무방합니다. (IP 21의 경우) 사용하지 않은 케이블 삽입부 구멍은 고무 그로밋으로 밀폐할 수 있습니다.

* 오차 ± 0.2 mm

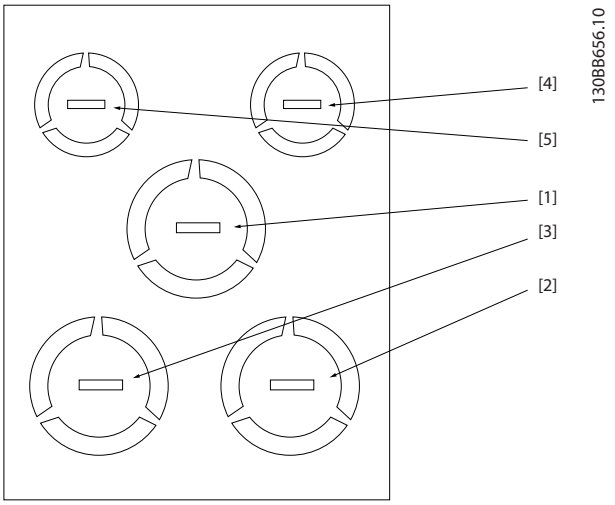


그림 6.21 A2 - IP21

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 S	3/4	28.4	M25
4) 제어 케이블	1/2	22.5	M20
5) 제어 케이블	1/2	22.5	M20

표 6.3 *그림 6.21*에 대한 범례

1) 오차 ± 0.2 mm

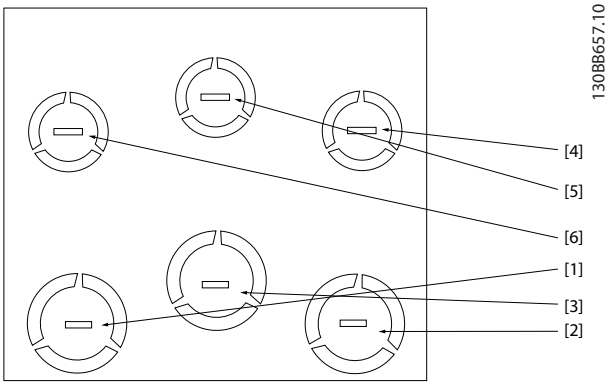


그림 6.22 A3 - IP21

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) 제어 케이블	1/2	22.5	M20
6) 제어 케이블	1/2	22.5	M20

표 6.4 *그림 6.22*에 대한 범례

1) 오차 ± 0.2 mm

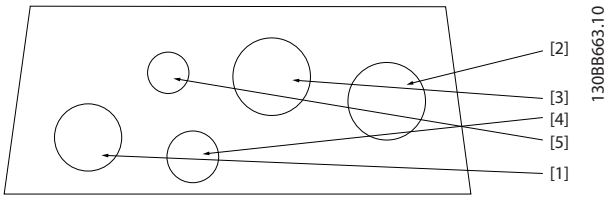


그림 6.23 A4 - IP55

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	-	-	-

표 6.5 *그림 6.23*에 대한 범례

1) 오차 ± 0.2 mm

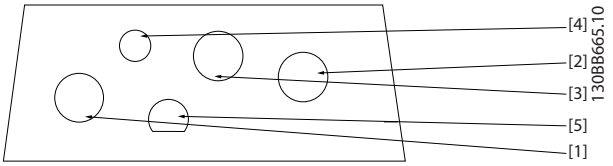


그림 6.24 A4 - IP55 스레드 글랜드 구멍

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

표 6.6 *그림 6.24*에 대한 범례

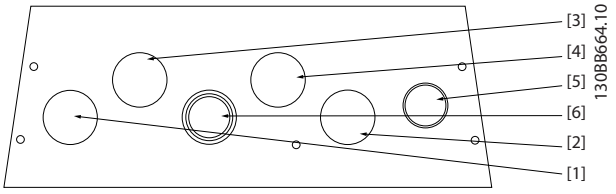


그림 6.25 A5 - IP55

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	3/4	28.4	M25
5) 제어 케이블2)	3/4	28.4	M25
6) 제어 케이블 2)	3/4	28.4	M25

표 6.7 *그림 6.25*에 대한 범례

1) 오차 ± 0.2 mm

2) 녹아웃 구멍

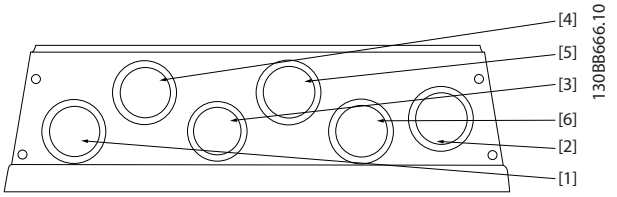


그림 6.26 A5- IP55 스레드 글랜드 구멍

구멍 개수 및 권장 용도	최근접 미터법 단위
1) 주전원	M25
2) 모터	M25
3) 제동/부하 S	28.4 mm1)
4) 제어 케이블	M25
5) 제어 케이블	M25
6) 제어 케이블	M25

표 6.8 *그림 6.26*에 대한 범례

1) 녹아웃 구멍

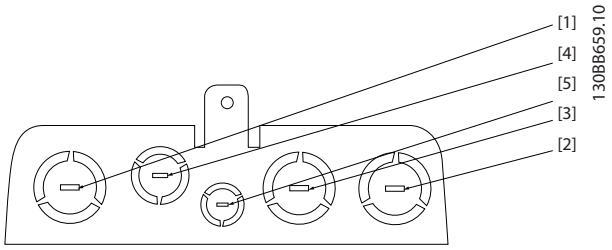


그림 6.27 B1 - IP21

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	1	34.7	M32
5) 제어 케이블	1/2	22.5	M20

표 6.9 *그림 6.27*에 대한 범례

1) 오차 ± 0.2 mm

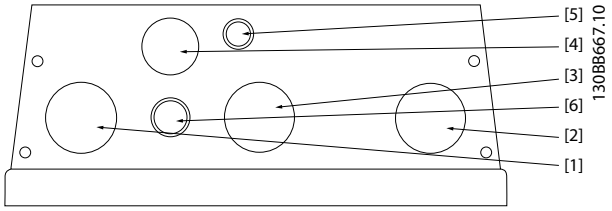


그림 6.28 B1 - IP55

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

표 6.10 *그림 6.28*에 대한 범례

1) 오차 ± 0.2 mm
2) 녹아웃 구멍

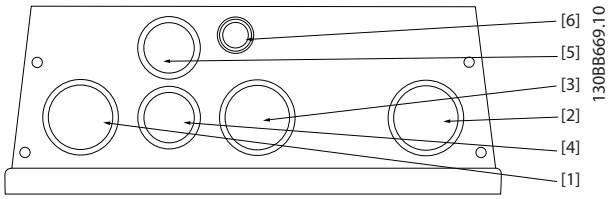


그림 6.29 B1 - IP55 스레드 글랜드 구멍

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 mm [1]

표 6.11 *그림 6.29*에 대한 범례

1) 녹아웃 구멍

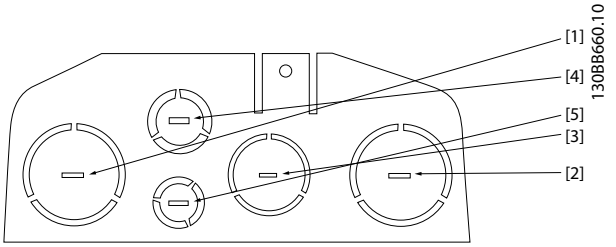


그림 6.30 B2 - IP21

구멍 개수 및 권장 용도	치수[1]		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	1	34.7	M32
4) 제어 케이블	3/4	28.4	M25
5) 제어 케이블	1/2	22.5	M20

표 6.12 *그림 6.30*에 대한 범례

1) 오차 ± 0.2 mm

6

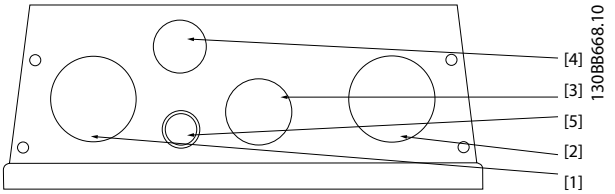


그림 6.31 B2 - IP55

구멍 개수 및 권장 용도	치수[1]		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	1	34.7	M32
4) 제어 케이블	3/4	28.4	M25
5) 제어 케이블[2]	1/2	22.5	M20

표 6.13 *그림 6.31*에 대한 범례

1) 오차 ± 0.2 mm
2) 녹아웃 구멍

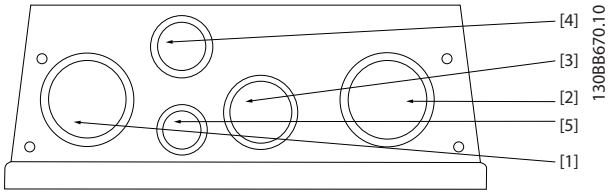


그림 6.32 B2 - IP55 스레드 글랜드 구멍

구멍 개수 및 권장 용도	최근접 미터법 단위
1) 주전원	M40
2) 모터	M40
3) 제동/부하 공유	M32
4) 제어 케이블	M25
5) 제어 케이블	M20

표 6.14 *그림 6.32*에 대한 범례

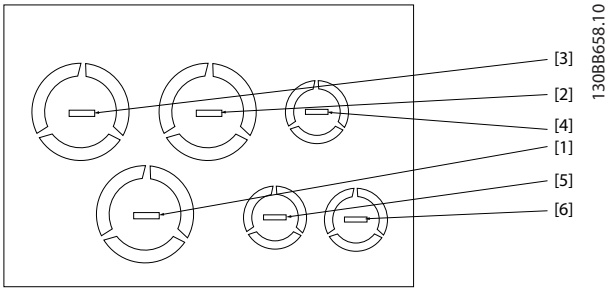


그림 6.33 B3 - IP21

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	1/2	22.5	M20
5) 제어 케이블	1/2	22.5	M20
6) 제어 케이블	1/2	22.5	M20

표 6.15 *그림 6.33*에 대한 범례

1) 오차 ± 0.2 mm

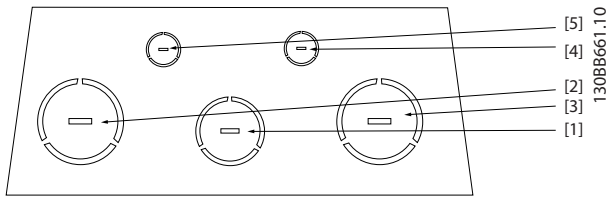


그림 6.34 C1 - IP21

구멍 개수 및 권장 용도	치수[1]		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

표 6.16 *그림 6.34*에 대한 범례

1) 오차 ± 0.2 mm

 Danfoss A/S © 개정 06/2014 All rights reserved.

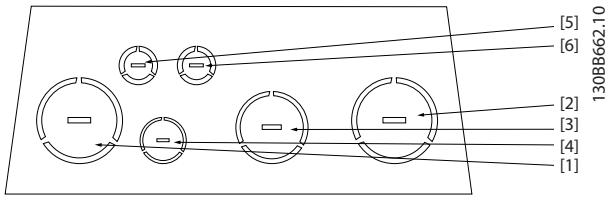


그림 6.35 C2 - IP21

구멍 개수 및 권장 용도	치수[1]		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

표 6.17 *그림 6.35*에 대한 범례

1) 오차 ± 0.2 mm

6.1.5 릴레이 연결

릴레이 출력을 설정하려면 파라미터 그룹 *5-4* 릴레이*를 참조하십시오.

번호		
	01 - 02	운전 (NO)
	01 - 03	제동 (NC)
	04 - 05	운전 (NO)
	04 - 06	제동 (NC)

표 6.18 릴레이 설명

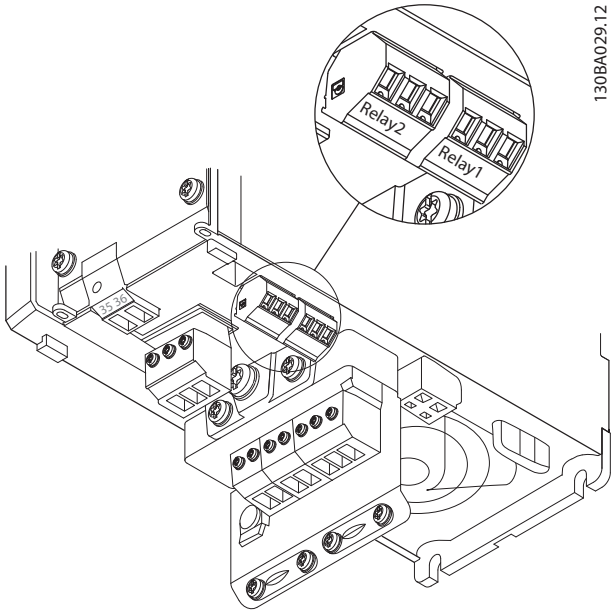


그림 6.36 릴레이 연결용 단자 (외함 유형 A1, A2 및 A3)

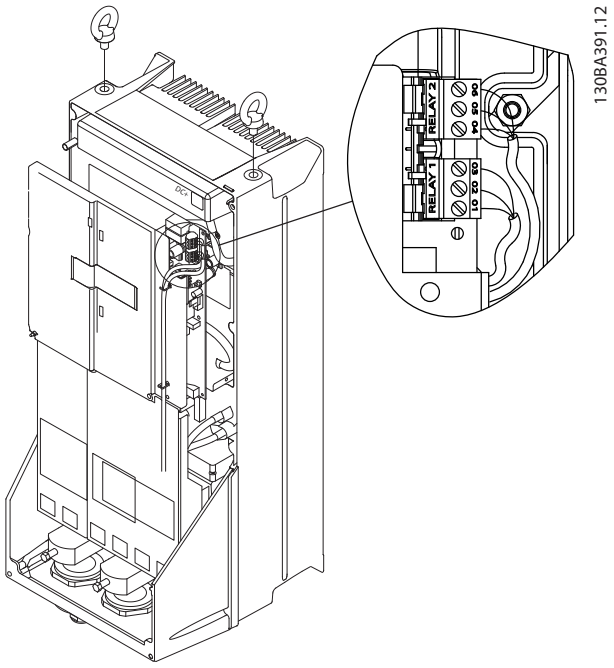


그림 6.37 릴레이 연결용 단자 (외함 유형 C1 및 C2).

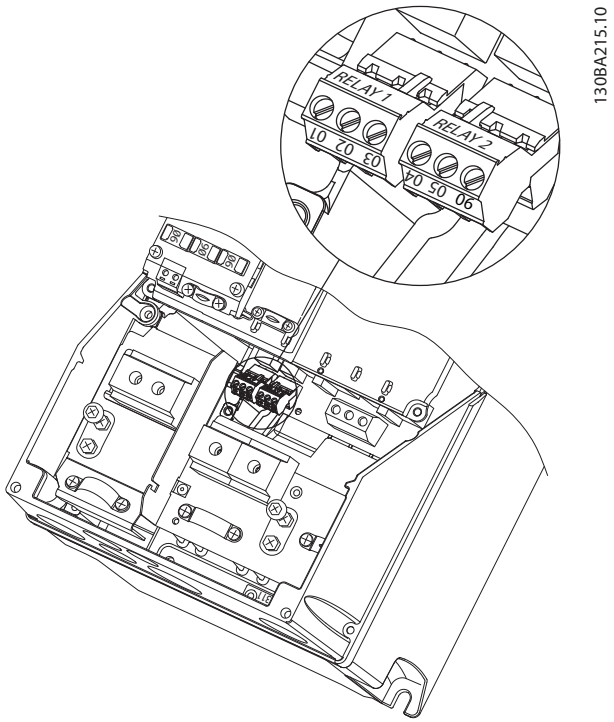


그림 6.38 릴레이 연결용 단자 (외함 유형 A5, B1 및 B2).

6.2 퓨즈 및 회로 차단기

6.2.1 퓨즈

주파수 변환기 내부의 구성품 고장 (첫 결함) 시 보호할 수 있도록 퓨즈 및/또는 회로 차단기를 공급부 측에 사용할 것을 권장합니다.

주의 사항

공급부 측의 퓨즈 및/또는 회로 차단기 사용은 IEC 60364 (CE) 또는 NEC 2009 (UL) 준수를 위한 필수 조건입니다.

6

⚠경고

주파수 변환기 내부의 구성품 고장으로 인한 위험으로부터 서비스 기사 및 자산을 보호합니다.

분기 회로 보호
전기 및 화재의 위험으로부터 설비를 보호하기 위해 설비, 개폐기, 기계류 등의 모든 분기 회로는 국내/국제 규정에 따라 단락 및 과전류로부터 보호되어야 합니다.

주의 사항

제시된 권장 사항은 UL에 대한 분기 회로 보호에는 해당하지 않습니다.

단락 보호
댄포스는 주파수 변환기 내부의 구성품이 고장난 경우 아래에 언급된 퓨즈/회로 차단기를 사용하여 서비스 기사 또는 자산을 보호할 것을 권장합니다.

6.2.2 권장 사항

⚠경고

권장 사항을 준수하지 않으면 고장이 발생한 경우 신체적인 위험이나 주파수 변환기 및 기타 장비가 손상될 수 있습니다.

*장을 6.2.4 퓨즈 표*의 표에는 권장 정격 전류가 수록되어 있습니다. 권장 퓨즈는 작은 출력 용량에서 중간 출력 용량에 사용되는 유형 gG 퓨즈입니다. 큰 출력의 경우, aR 퓨즈가 권장됩니다. 회로 차단기의 경우, Moeller 유형이 권장됩니다. 기타 유형의 회로 차단기도 사용할 수는 있지만 주파수 변환기에 전달하는 에너지가 Moeller 유형에 비해 낮거나 동일한 수준으로 제한됩니다.

권장 사항에 따라 퓨즈/회로 차단기를 선정하면 주파수 변환기에 손상이 발생하더라도 대부분 유닛 내부 손상에 국한됩니다.

자세한 정보는 *적용 지침 퓨즈 및 회로 차단기*를 참조하십시오.

 Danfoss A/S © 개정 06/2014 All rights reserved.

6.2.3 CE 준수

퓨즈 또는 회로 차단기는 반드시 IEC 60364에 적합해야 합니다. 댄포스는 다음 제품의 사용을 권장합니다.

아래 퓨즈는 100,000 Arms(대칭), (주파수 변환기 전압 등급에 따라) 240V, 480V, 600V 또는 690V 용량의 회로에서 사용하기에 적합합니다. 퓨즈가 올바르게 설치된 주파수 변환기 단락 회로 전류 등급(SCCR)은 100,000 Arms입니다.

다음의 UL 준수 퓨즈가 적합합니다.

- UL248-4 클래스 CC 퓨즈
- UL248-8 클래스 J 퓨즈
- UL248-12 클래스 R 퓨즈 (RK1)
- UL248-15 클래스 T 퓨즈

다음과 같은 최대 퓨즈 규격과 유형이 테스트되었습니다.

6.2.4 퓨즈 표

외함 종류	출력 [kW]	권장 퓨즈 용량	권장 최대 퓨즈	권장 회로 차단기 Moeller	최대 트립 수준 [A]
A2	1.1-2.2	gG-10 (1.1-1.5) 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
B3	5.5-11	gG-25 (5.5-7.5) gG-32 (11)	gG-63	PKZM4-50	50
B4	15-18	gG-50 (15) gG-63 (18)	gG-125	NZMB1-A100	100
C3	22-30	gG-80 (22) aR-125 (30)	gG-150 (22) aR-160 (30)	NZMB2-A200	150
C4	37-45	aR-160 (37) aR-200 (45)	aR-200 (37) aR-250 (45)	NZMB2-A250	250
A4	1.1-2.2	gG-10 (1.1-1.5) 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 (7.5-11)	gG-80	PKZM4-63	63
B2	15	gG-50	gG-100	NZMB1-A100	100
C1	18-30	gG-63 (18.5) gG-80 (22) gG-100 (30)	gG-160 (18.5-22) aR-160 (30)	NZMB2-A200	160
C2	37-45	aR-160 (37) aR-200 (45)	aR-200 (37) aR-250 (45)	NZMB2-A250	250

표 6.19 200-240 V, 외함 유형 A, B 및 C

외함 종류	출력 [kW]	권장 퓨즈 용량	권장 최대 퓨즈	권장 회로 차단기 Moeller	최대 트립 수준 [A]
A2	1.1-4.0	gG-10 (1.1-3) gG-16 (4)	gG-25	PKZM0-25	25
A3	5.5-7.5	gG-16	gG-32	PKZM0-25	25
B3	11-18	gG-40	gG-63	PKZM4-50	50
B4	22-37	gG-50 (22) gG-63 (30) gG-80 (37)	gG-125	NZMB1-A100	100
C3	45-55	gG-100 (45) gG-160 (55)	gG-150 (45) gG-160 (55)	NZMB2-A200	150
C4	75-90	aR-200 (75) aR-250 (90)	aR-250	NZMB2-A250	250
A4	1.1-4	gG-10 (1.1-3) gG-16 (4)	gG-32	PKZM0-25	25
A5	1.1-7.5	gG-10 (1.1-3) 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 (22) gG-63 (30)	gG-100	NZMB1-A100	100
C1	37-55	gG-80 (37) gG-100 (45) gG-160 (55)	gG-160	NZMB2-A200	160
C2	75-90	aR-200 (75) aR-250 (90)	aR-250	NZMB2-A250	250

표 6.20 380-480 V, 외함 유형 A, B 및 C

외함 종류	출력 [kW]	권장 퓨즈 용량	권장 최대 퓨즈	권장 회로 차단기 Moeller	최대 트립 수준 [A]
A3	5.5-7.5	gG-10 (5.5) gG-16 (7.5)	gG-32	PKZM0-25	25
B3	11-18	gG-25 (11) gG-32 (15-18)	gG-63	PKZM4-50	50
B4	22-37	gG-40 (22) gG-50 (30) gG-63 (37)	gG-125	NZMB1-A100	100
C3	45-55	gG-63 (45) gG-100 (55)	gG-150	NZMB2-A200	150
C4	75-90	aR-160 (75) aR-200 (90)	aR-250	NZMB2-A250	250
A5	1.1-7.5	gG-10 (1.1-5.5) 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
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 (75-90)	aR-250	NZMB2-A250	250

표 6.21 525-600 V, 외함 유형 A, B 및 C

Danfoss A/S © 개정 06/2014 All rights reserved.

외함 종류	출력 [kW]	권장 퓨즈 용량	권장 최대 퓨즈	권장 회로 차단기 Moeller	최대 트립 수준 [A]
A3	1.1	gG-6	gG-25	-	-
	1.5	gG-6	gG-25		
	2.2	gG-6	gG-25		
	3	gG-10	gG-25		
	4	gG-10	gG-25		
	5.5	gG-16	gG-25		
	7.5	gG-16	gG-25		
B2	11	gG-25 (11)	gG-63	-	-
	15	gG-32 (15)	gG-80 (30)		
	18	gG-32 (18)			
	22	gG-40 (22)			
	30	gG-63 (30)			
C2	37	gG-63 (37)	gG-100 (37)	-	-
	45	gG-80 (45)	gG-125 (45)		
	55	gG-100 (55)	gG-160 (55-75)		
	75	gG-125 (75)			
C3	45	gG-80	gG-100	-	-
	55	gG-100	gG-125		

표 6.22 525-690 V, 외함 유형 A, B 및 C

6

Danfoss A/S © 개정 06/2014 All rights reserved.

UL 준수

퓨즈 또는 회로 차단기는 반드시 NEC 2009에 적합해야 합니다. 댄포스는 다음과 같은 제품의 사용을 권장합니다.

아래 퓨즈는 100,000 Arms(대칭), (주파수 변환기 전압 등급에 따라) 240 V, 480 V 또는 500 V 또는 600 V 용량의 회로에서 사용하기에 적합합니다. 퓨즈가 올바르게 설치된 주파수 변환기 단락 회로 전류 등급(SCCR)은 100,000 Arms입니다.

	권장 최대 퓨즈					
출력 [kW]	Bussmann 유형 RK1[1)]	Bussmann 유형 J	Bussmann 유형 T	Bussmann 유형 CC	Bussmann 유형 CC	Bussmann 유형 CC
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	KS-50	JJN-50	-	-	-
11	KTN-R-60	JKS-60	JJN-60	-	-	-
15-18.5	KTN-R-80	JKS-80	JJN-80	-	-	-
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 6.23 200-240 V, 외함 유형 A, B 및 C

	권장 최대 퓨즈			
출력 [kW]	SIBA 유형 RK1	Littel 퓨즈 유형 RK1	Ferraz-Shawmut 유형 CC	Ferraz-Shawmut 유형 RK1[3)]
1.1	5017906-010	KLN-R-10	ATM-R-10	A2K-10-R
1.5	5017906-016	KLN-R-15	ATM-R-15	A2K-15-R
2.2	5017906-020	KLN-R-20	ATM-R-20	A2K-20-R
3.0	5017906-025	KLN-R-25	ATM-R-25	A2K-25-R
3.7	5012406-032	KLN-R-30	ATM-R-30	A2K-30-R
5.5-7.5	5014006-050	KLN-R-50	-	A2K-50-R
11	5014006-063	KLN-R-60	-	A2K-60-R
15-18.5	5014006-080	KLN-R-80	-	A2K-80-R
22	2028220-125	KLN-R-125	-	A2K-125-R
30	2028220-150	KLN-R-150	-	A2K-150-R
37	2028220-200	KLN-R-200	-	A2K-200-R
45	2028220-250	KLN-R-250	-	A2K-250-R

표 6.24 200-240 V, 외함 유형 A, B 및 C

Danfoss A/S © 개정 06/2014 All rights reserved.

	권장 최대 퓨즈			
출력 [kW]	Bussmann 유형 JFHR2[2)]	Littel 퓨즈 JFHR2	Ferraz-Shawmut JFHR2[4)]	Ferraz-Shawmut J
1.1	FWX-10	-	-	HSJ-10
1.5	FWX-15	-	-	HSJ-15
2.2	FWX-20	-	-	HSJ-20
3.0	FWX-25	-	-	HSJ-25
3.7	FWX-30	-	-	HSJ-30
5.5-7.5	FWX-50	-	-	HSJ-50
11	FWX-60	-	-	HSJ-60
15-18.5	FWX-80	-	-	HSJ-80
22	FWX-125	-	-	HSJ-125
30	FWX-150	L25S-150	A25X-150	HSJ-150
37	FWX-200	L25S-200	A25X-200	HSJ-200
45	FWX-250	L25S-250	A25X-250	HSJ-250

6

표 6.25 200-240 V, 외함 유형 A, B 및 C

1) Bussmann의 KTS 퓨즈는 240V 주파수 변환기용 KTN 대신 사용할 수 있습니다.

2) Bussmann의 FWH 퓨즈는 240V 주파수 변환기용 FWX 대신 사용할 수 있습니다.

3) FERRAZ SHAWMUT의 A6KR 퓨즈는 240V 주파수 변환기용 A2KR 대신 사용할 수 있습니다.

4) FERRAZ SHAWMUT의 A50X 퓨즈는 240V 주파수 변환기용 A25X 대신 사용할 수 있습니다.

	권장 최대 퓨즈					
출력 [kW]	Bussmann 유형 RK1	Bussmann 유형 J	Bussmann 유형 T	Bussmann 유형 CC	Bussmann 유형 CC	Bussmann 유형 CC
1.1	KTS-R-6	JKS-6	JJS-6	FNQ-R-6	KTK-R-6	LP-CC-6
1.5-2.2	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
11-15	KTS-R-40	JKS-40	JJS-40	-	-	-
18	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 6.26 380-480 V, 외함 유형 A, B 및 C

	권장 최대 퓨즈			
출력 [kW]	SIBA 유형 RK1	Littel 퓨즈 유형 RK1	Ferraz-Shawmut 유형 CC	Ferraz-Shawmut 유형 RK1
1.1-2.2	5017906-010	KLS-R-10	ATM-R-10	A6K-10-R
3	5017906-016	KLS-R-15	ATM-R-15	A6K-15-R
4	5017906-020	KLS-R-20	ATM-R-20	A6K-20-R
5.5	5017906-025	KLS-R-25	ATM-R-25	A6K-25-R
7.5	5012406-032	KLS-R-30	ATM-R-30	A6K-30-R
11-15	5014006-040	KLS-R-40	-	A6K-40-R
18	5014006-050	KLS-R-50	-	A6K-50-R
22	5014006-063	KLS-R-60	-	A6K-60-R
30	2028220-100	KLS-R-80	-	A6K-80-R
37	2028220-125	KLS-R-100	-	A6K-100-R
45	2028220-125	KLS-R-125	-	A6K-125-R
55	2028220-160	KLS-R-150	-	A6K-150-R
75	2028220-200	KLS-R-200	-	A6K-200-R
90	2028220-250	KLS-R-250	-	A6K-250-R

표 6.27 380-500 V, 외함 유형 A, B 및 C

	권장 최대 퓨즈			
출력 [kW]	Bussmann JFHR2	Ferraz- Shawmut J	Ferraz- Shawmut JFHR2[1)]	Littel 퓨즈 JFHR2
1.1-2.2	FWH-10	HSJ-10	-	-
3	FWH-15	HSJ-15	-	-
4	FWH-20	HSJ-20	-	-
5.5	FWH-25	HSJ-25	-	-
7.5	FWH-30	HSJ-30	-	-
11-15	FWH-40	HSJ-40	-	-
18	FWH-50	HSJ-50	-	-
22	FWH-60	HSJ-60	-	-
30	FWH-80	HSJ-80	-	-
37	FWH-100	HSJ-100	-	-
45	FWH-125	HSJ-125	-	-
55	FWH-150	HSJ-150	-	-
75	FWH-200	HSJ-200	A50-P-225	L50-S-225
90	FWH-250	HSJ-250	A50-P-250	L50-S-250

표 6.28 380-480 V, 외함 유형 A, B 및 C

1) Ferraz-Shawmut A50QS 퓨즈를 A50P 퓨즈 대신 사용할 수도 있습니다.

Danfoss A/S © 개정 06/2014 All rights reserved.

	권장 최대 퓨즈					
출력 [kW]	Bussmann 유형 RK1	Bussmann 유형 J	Bussmann 유형 T	Bussmann 유형 CC	Bussmann 유형 CC	Bussmann 유형 CC
1.1	KTS-R-5	JKS-5	JJS-6	FNQ-R-5	KTK-R-5	LP-CC-5
1.5-2.2	KTS-R-10	JKS-10	JJS-10	FNQ-R-10	KTK-R-10	LP-CC-10
3	KTS-R15	JKS-15	JJS-15	FNQ-R-15	KTK-R-15	LP-CC-15
4	KTS-R20	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
11-15	KTS-R-35	JKS-35	JJS-35	-	-	-
18	KTS-R-45	JKS-45	JJS-45	-	-	-
22	KTS-R-50	JKS-50	JJS-50	-	-	-
30	KTS-R-60	JKS-60	JJS-60	-	-	-
37	KTS-R-80	JKS-80	JJS-80	-	-	-
45	KTS-R-100	JKS-100	JJS-100	-	-	-
55	KTS-R-125	JKS-125	JJS-125	-	-	-
75	KTS-R-150	JKS-150	JJS-150	-	-	-
90	KTS-R-175	JKS-175	JJS-175	-	-	-

표 6.29 525-600 V, 외함 유형 A, B 및 C

	권장 최대 퓨즈			
출력 [kW]	SIBA 유형 RK1	Littel 퓨즈 유형 RK1	Ferraz-Shawmut 유형 RK1	Ferraz-Shawmut J
1.1	5017906-005	KLS-R-005	A6K-5-R	HSJ-6
1.5-2.2	5017906-010	KLS-R-010	A6K-10-R	HSJ-10
3	5017906-016	KLS-R-015	A6K-15-R	HSJ-15
4	5017906-020	KLS-R-020	A6K-20-R	HSJ-20
5.5	5017906-025	KLS-R-025	A6K-25-R	HSJ-25
7.5	5017906-030	KLS-R-030	A6K-30-R	HSJ-30
11-15	5014006-040	KLS-R-035	A6K-35-R	HSJ-35
18	5014006-050	KLS-R-045	A6K-45-R	HSJ-45
22	5014006-050	KLS-R-050	A6K-50-R	HSJ-50
30	5014006-063	KLS-R-060	A6K-60-R	HSJ-60
37	5014006-080	KLS-R-075	A6K-80-R	HSJ-80
45	5014006-100	KLS-R-100	A6K-100-R	HSJ-100
55	2028220-125	KLS-R-125	A6K-125-R	HSJ-125
75	2028220-150	KLS-R-150	A6K-150-R	HSJ-150
90	2028220-200	KLS-R-175	A6K-175-R	HSJ-175

표 6.30 525-600 V, 외함 유형 A, B 및 C

1) Bussmann 170M 퓨즈는 -/80 시각 표시기, -TN/80 유형 T, -/110 또는 TN/110 유형 T 표시기 퓨즈를 사용하며 그와 용량 및 암페어수가 동일한 퓨즈로 대체될 수 있습니다.

	권장 최대 퓨즈					
출력 [kW]	Bussmann 유형 RK1	Bussmann 유형 J	Bussmann 유형 T	Bussmann 유형 CC	Bussmann 유형 CC	Bussmann 유형 CC
1.1	KTS-R-5	JKS-5	JJS-6	FNQ-R-5	KTK-R-5	LP-CC-5
1.5-2.2	KTS-R-10	JKS-10	JJS-10	FNQ-R-10	KTK-R-10	LP-CC-10
3	KTS-R15	JKS-15	JJS-15	FNQ-R-15	KTK-R-15	LP-CC-15
4	KTS-R20	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
11-15	KTS-R-35	JKS-35	JJS-35	-	-	-
18	KTS-R-45	JKS-45	JJS-45	-	-	-
22	KTS-R-50	JKS-50	JJS-50	-	-	-
30	KTS-R-60	JKS-60	JJS-60	-	-	-
37	KTS-R-80	JKS-80	JJS-80	-	-	-
45	KTS-R-100	JKS-100	JJS-100	-	-	-
55	KTS-R-125	JKS-125	JJS-125	-	-	-
75	KTS-R-150	JKS-150	JJS-150	-	-	-
90	KTS-R-175	JKS-175	JJS-175	-	-	-

6

표 6.31 525-690 V, 외함 유형 A, B 및 C

	권장 최대 퓨즈							
출력 [kW]	최대 프리퓨즈	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 A	KTS-R-30	JKS-30	JKJS-30	5017906-030	KLS-R-030	A6K-30-R	HST-30
18.5	45 A	KTS-R-45	JKS-45	JJS-45	5014006-050	KLS-R-045	A6K-45-R	HST-45
30	60 A	KTS-R-60	JKS-60	JJS-60	5014006-063	KLS-R-060	A6K-60-R	HST-60
37	80 A	KTS-R-80	JKS-80	JJS-80	5014006-080	KLS-R-075	A6K-80-R	HST-80
45	90 A	KTS-R-90	JKS-90	JJS-90	5014006-100	KLS-R-090	A6K-90-R	HST-90
55	100 A	KTS-R-100	JKS-100	JJS-100	5014006-100	KLS-R-100	A6K-100-R	HST-100
75	125 A	KTS-R-125	JKS-125	JJS-125	2028220-125	KLS-150	A6K-125-R	HST-125
90	150 A	KTS-R-150	JKS-150	JJS-150	2028220-150	KLS-175	A6K-150-R	HST-150

표 6.32 *525-690 V, 외함 유형 B 및 C

** UL 준수만 해당 525-600V*

Danfoss A/S © 개정 06/2014 All rights reserved.

6.3 단로기 및 콘택터

6.3.1 주전원 단로기

주전원 단로기가 있는 IP55/NEMA Type 12(외함 유형 A5)의 조립

주전원 스위치는 외함 유형 B1, B2, C1 및 C2의 왼쪽에 있습니다. A5 외함의 주전원 스위치는 오른쪽에 있습니다.

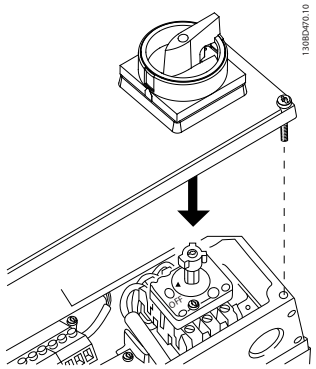


그림 6.39 주전원 스위치의 위치

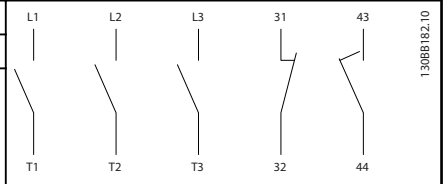
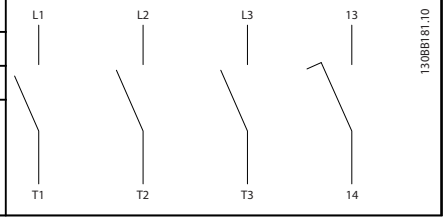
외함 종류	유형	단자 연결
A5	Kraus&Naimer KG20A T303	
B1	Kraus&Naimer KG64 T303	
B2	Kraus&Naimer KG64 T303	
C1 37 kW	Kraus&Naimer KG100 T303	
C1 45-55 kW	Kraus&Naimer KG105 T303	
C2 75 kW	Kraus&Naimer KG160 T303	
C2 90 kW	Kraus&Naimer KG250 T303	

표 6.33 다양한 외함 유형의 단자 연결

 Danfoss A/S © 개정 06/2014 All rights reserved.

6.4 추가 모터 정보

6.4.1 모터 케이블

모터는 반드시 단자 U/T1/96, V/T2/97, W/T3/98에 연결해야 하고 단자 99에 대해 접지합니다. 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.

단자 번호	기능
96, 97, 98, 99	주전원 U/T1, V/T2, W/T3 접지

표 6.34 단자 기능

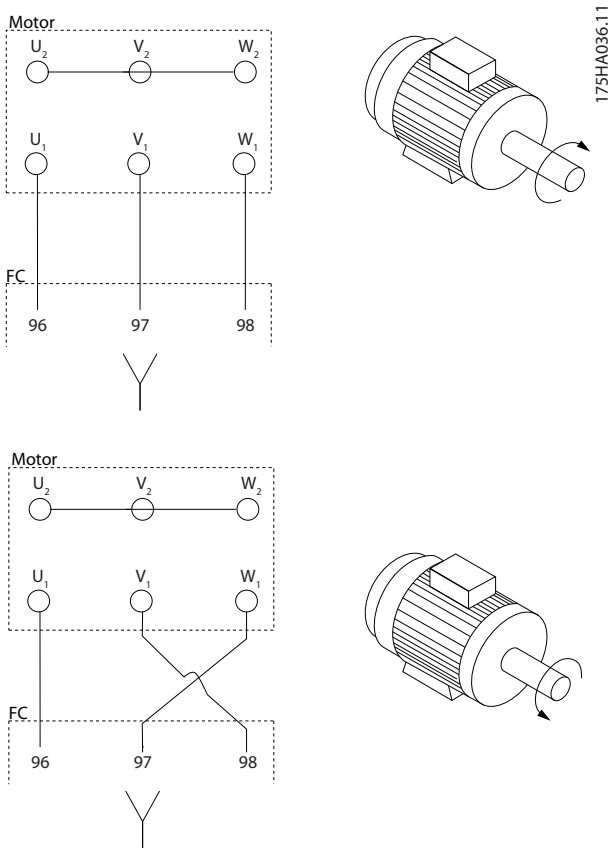


그림 6.40 시계 방향 및 반 시계 방향 회전을 위한 단자 연결

- U상에 연결된 단자 U/T1/96
- V상에 연결된 단자 V/T2/97
- W상에 연결된 단자 W/T3/98

모터 케이블의 2상을 전환하거나 *4-10 모터 속도 방향*의 설정을 변경하여 모터 회전 방향을 변경할 수 있습니다.
*1-28 모터 회전 점검*을(를) 사용하여 표시창에 표시된 단계에 따라 모터 회전 검사를 실시할 수 있습니다.

주의 사항

개장 어플리케이션에서 위상당 와이어 개수를 각기 다르게 요구하는 경우, 공장에 자세한 요구사항 또는 자료를 문의하시거나 상단/하단 삽입부 캐비닛 옵션을 활용합니다.

6.4.2 모터 써멀 보호

주파수 변환기의 전자 써멀 릴레이는 모터와 일대일 대응 시의 모터 써멀 보호 기능에 대해 UL 인증을 획득하였습니다. 이를 위해서는 *1-90 모터 열 보호*를 *ETR 트립*으로 설정하고 *1-24 모터 전류*을 모터 정격 전류(모터 명판 참조)로 설정해야 합니다.
써멀 모터 보호를 위해 PTC 써미스터 카드 옵션 MCB 112도 사용할 수 있습니다. 이 카드는 폭발 위험 지역, 구역 1/21 및 구역 2/22에서의 모터 보호를 인증하는 ATEX 인증서를 제공합니다. *1-90 모터 열 보호*이 MCB 112를 함께 사용하도록 [20] ATEX ETR로 설정되어 있으면 폭발 위험 구역에서 Ex-e 모터를 제어할 수 있습니다. Ex-e 모터의 안전한 운전을 위해 주파수 변환기를 셋업하는 방법에 관한 세부 사항은 *프로그래밍 지침서*를 참조하십시오.

6.4.3 모터의 병렬 연결

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

- *1-01 모터 제어 방식*의 U/F 모드로 병렬 모터와 함께 어플리케이션을 구동할 것을 권장합니다. *1-55 U/f 특성 - U* 및 *1-56 U/f 특성 - F*에서 U/F 그래프를 설정합니다.
- 일부 어플리케이션에서는 VCC^{plus} 모드를 사용할 수도 있습니다.
- 모터의 총 전류 소모량은 주파수 변환기의 정격 출력 전류 I_{INV}를 초과하지 않아야 합니다.
- 모터 용량이 와인딩 저항과 크게 다르면 저속에서 모터 전압이 너무 낮아 기동 문제가 발생할 수 있습니다.
- 주파수 변환기의 전자 써멀 릴레이(ETR)를 각각의 모터 보호용으로 사용할 수 없습니다. 또한, 각각의 모터 와인딩이나 각각의 써멀 릴레이에 써미스터 등을 장착하여 추가적인 모터 보호를 제공합니다. (회로 차단기는 모터 보호 장치로 적합하지 않습니다).

주의 사항

케이블 길이가 짧은 경우에만 그림의 첫 번째 예에서와 같이 공통 조인트에 연결된 케이블을 사용하여 설치하는 것이 좋습니다.

주의 사항

모터를 병렬로 연결할 때는 *1-02 플럭스 모터 피드백 소스*를 사용할 수 없으며 *1-01 모터 제어 방식*을 *특수 모터 특성(U/f)*으로 설정해야 합니다.

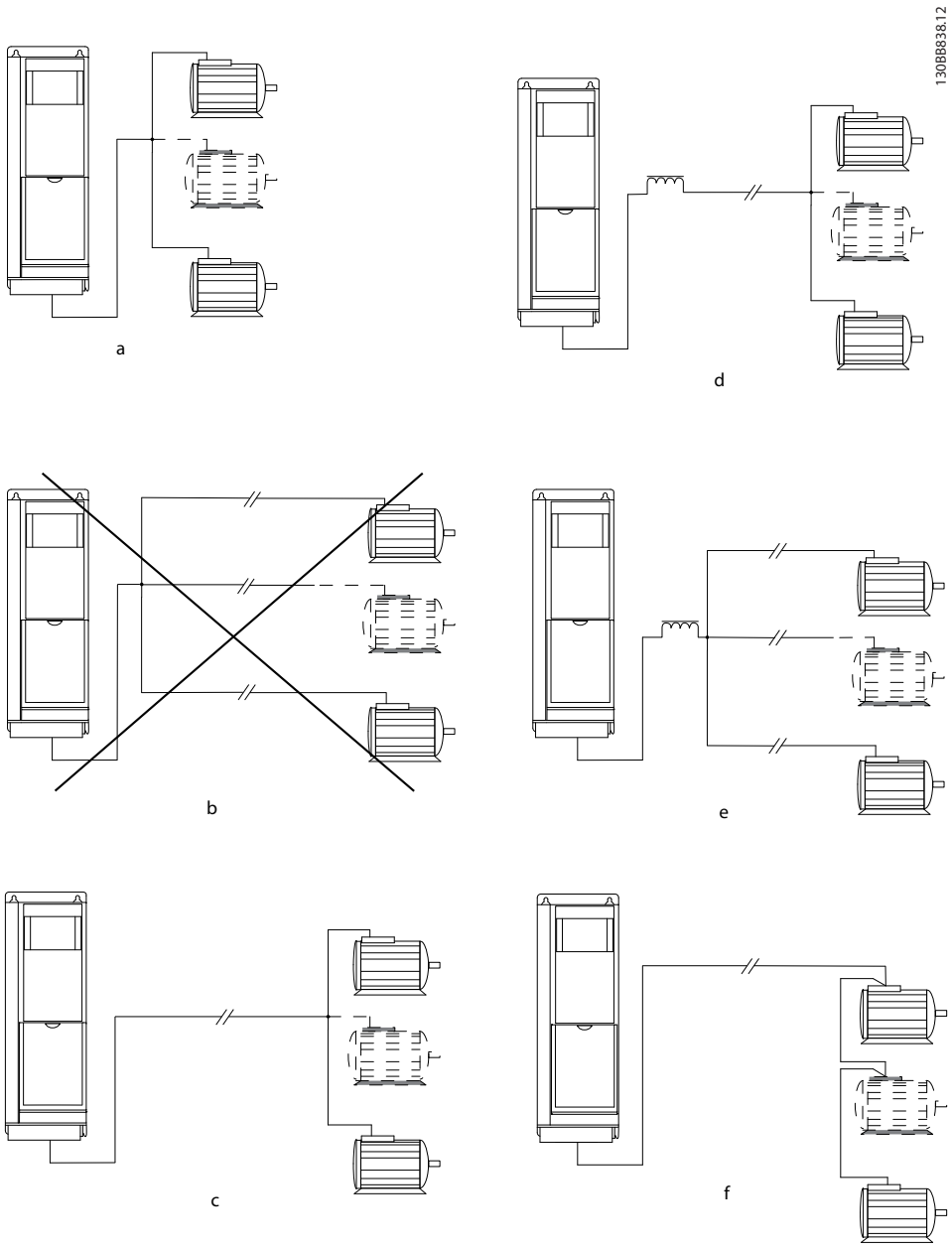


그림 6.41 병렬 모터 연결

c, d) 4.5절, *일반 사양*에 명시된 모터 케이블 총 길이는 병렬 케이블이 짧게(각각 10m 미만) 유지되는 한 유효합니다.
d, e) 모터 케이블 전체에 걸쳐 전압 하락을 고려합니다.
e) *표 6.35*에 명시된 모터 케이블 최대 길이에 유의합니다.
e) 길이가 긴 케이블에는 LC 필터를 사용합니다.

외함 유형	출력 용량 [kW]	전압[V]	케이블 1개 [m]	케이블 2개 [m]	케이블 3개 [m]	케이블 4개 [m]
A5	5	400	150	45	8	6
		500	150	7	4	3
A2, A5	1.1-1.5	400	150	45	20	8
		500	150	45	5	4
A2, A5	2.2-4	400	150	45	20	11
		500	150	45	20	6
A3, 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

표 6.35 병렬 케이블 개수에 따른 각 병렬 케이블의 최대 케이블 길이

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 변환기의 전자 써멀 릴레이(ETR)를 병렬로 연결된 모터 시스템에서 각각의 모터 보호용으로 사용할 수 없습니다. 또한, 모터나 각각의 열동 계전기에 써미스터 등을 장착하여 추가적인 모터 보호를 제공합니다. (회로 차단기는 모터 보호 장치로 적합하지 않습니다).

6.4.4 모터 회전 방향

초기 설정은 다음과 같이 주파수 변환기 출력이 연결된 시계 방향 회전입니다.

U상에 연결된 단자 96
V상에 연결된 단자 97
W상에 연결된 단자 98

모터 2상을 전환하여 모터 회전 방향을 변경할 수 있습니다.

*1-28 모터 회전 점검*을(를) 사용하여 표시창에 표시된 단계에 따라 모터 회전 검사를 실시할 수 있습니다.

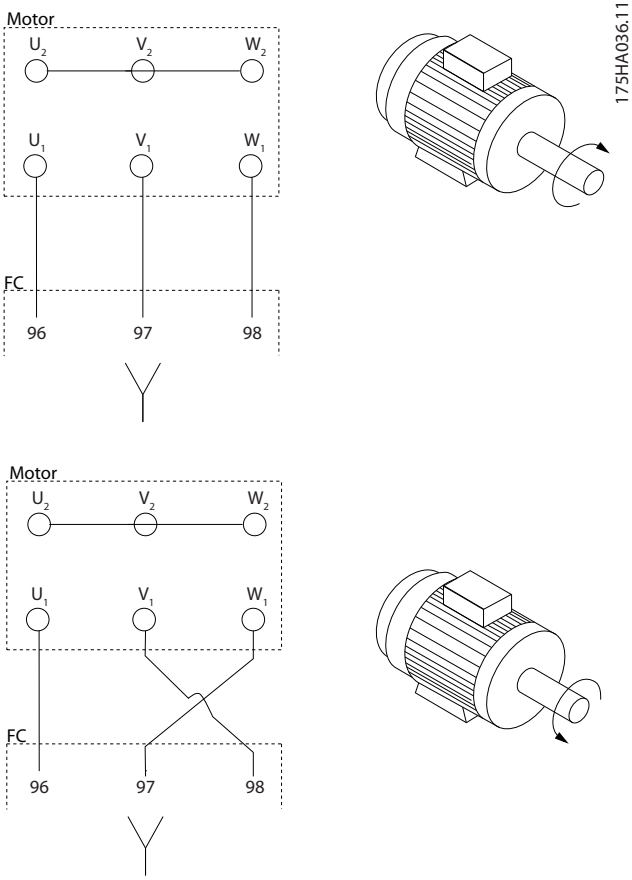


그림 6.42 모터 회전 점검 단계

6.4.5 모터 절연

모터 케이블 길이 **≤** *장을 9 일반사양 및 고장수리*에 수록된 최대 케이블 길이인 경우, *표 6.36*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 6.36 모터 절연

Danfoss A/S © 개정 06/2014 All rights reserved.

6.4.6 모터 베어링 전류

FC 102 90kW 이상의 고출력 주파수 변환기와 함께 설치된 모든 모터에는 베어링 전류 순환을 제거하기 위해 설치된 NDE(Non-Drive End) 절연 베어링이 있어야 합니다. DE(Drive End) 베어링 및 축 전류를 최소화하기 위해서는 주파수 변환기, 모터, 운전 설비 및 운전 설비에 대한 모터의 올바른 접지가 필요합니다.

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 sinus 필터를 사용합니다.

6.5 제어 케이블 및 단자

6.5.1 제어 단자 덮개

제어 케이블에 연결된 모든 단자는 주파수 변환기 전면의 단자 덮개 아래에 있습니다. 드라이버를 이용해서 단자 덮개를 분리합니다(*그림 6.43* 참조).

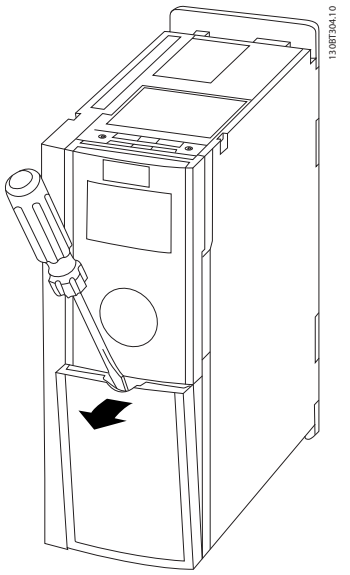


그림 6.43 외함 유형 A1, A2, A3, B3, B4, C3 및 C4

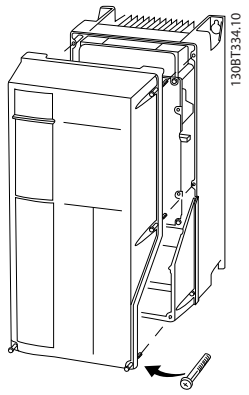


그림 6.44 외함 유형 A5, B1, B2, C1 및 C2

6.5.2 제어 케이블 배선

그림에서와 같이 모든 제어선을 지정된 제어 케이블 배선에 따라 고정합니다. 최적의 전기적 방지를 위해서는 올바른 방법으로 차폐선을 연결해야 한다는 점을 명심합니다.

필드버스 연결

제어카드의 관련 옵션에 따라 연결됩니다. 자세한 내용은 관련 필드버스 지침을 참조하십시오. 케이블은 반드시 주파수 변환기 안쪽에 있는 통로에 위치해야 하며 다른 제어선과 함께 고정되어야 합니다(*그림 6.45* 참조).

섀시 (IP00) 및 NEMA 1 유닛의 경우, *그림 6.46* 및 *그림 6.47*에서와 같이 필드버스를 유닛 상단에 연결할 수도 있습니다. NEMA 1 유닛의 경우, 덮개 플레이트를 제거합니다.
필드버스 상단 연결용 키트 번호: 176F1742

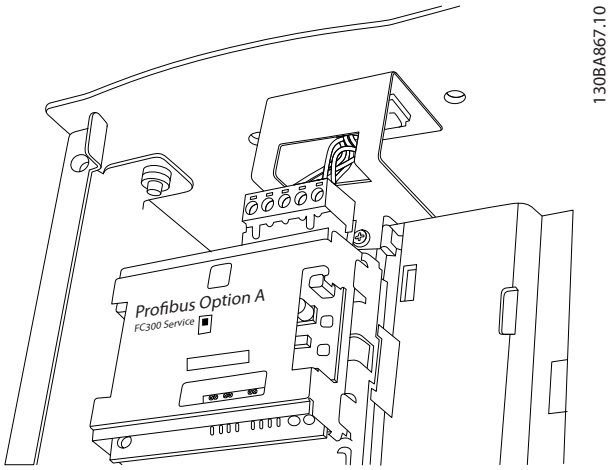


그림 6.45 필드버스 내부 위치

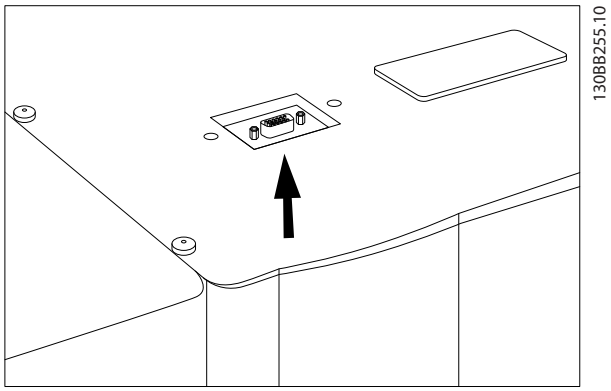


그림 6.46 IP00의 필드버스 상단 연결

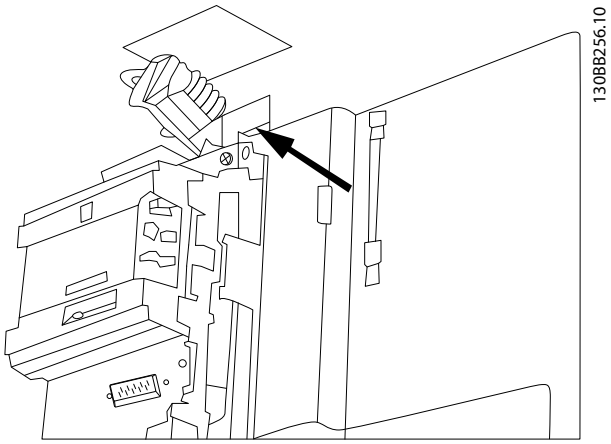


그림 6.47 NEMA 1 유닛의 필드버스 상단 연결

24V 외부 DC 공급장치 설치
토오크: 0.5 - 0.6 Nm (5 in-lbs)
나사 크기: M3

번호	기능
35 (-), 36 (+)	24V 외부 DC 공급

표 6.37 24V 외부 DC 공급장치

제어카드 및 기타 설치된 옵션 카드의 저전압 공급용으로 24V DC 외부 공급을 사용할 수 있습니다. 이를 통해 주전원에 연결하지 않고도 LCP의 모든 동작(파라미터 설정 포함)을 실행할 수 있습니다.

수의 사항

24V DC가 연결되면 저전압 경고는 발생하지만 트립은 발생하지 않습니다.

⚠경고

PELV 유형의 24V DC 공급을 사용하여 주파수 변환기의 제어 단자에 올바른 갈바닉 절연(PELV 유형)을 제공합니다.

6.5.3 제어 단자

항목	설명
1	8극 플러그 디지털 I/O
2	3극 플러그 RS-485 버스통신
3	6극 아날로그 I/O
4	USB 연결

표 6.38 *그림 6.48*에 대한 범례 표, FC 102

항목	설명
1	10극 플러그 디지털 I/O
2	3극 플러그 RS-485 버스통신
3	6극 아날로그 I/O
4	SB 연결

표 6.39 *그림 6.48*에 대한 범례 표, FC 102

 Danfoss A/S © 개정 06/2014 All rights reserved.

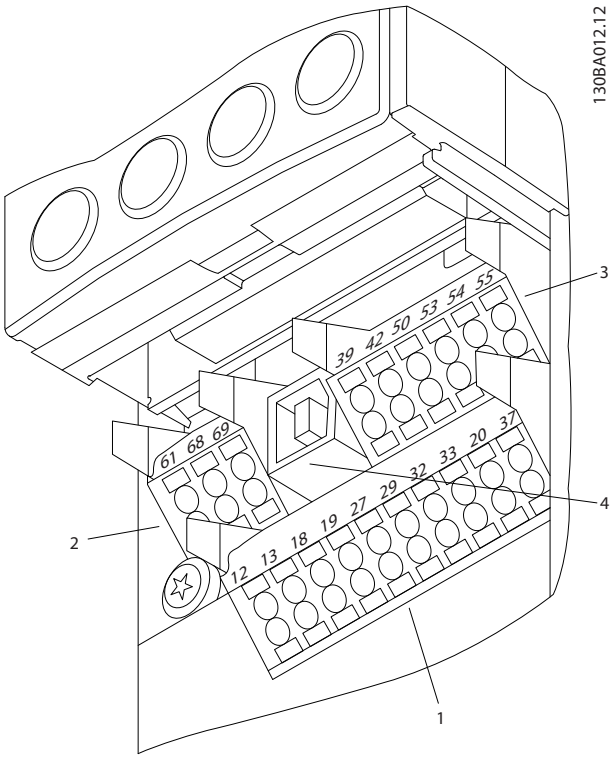


그림 6.48 제어 단자 (모든 외함 유형)

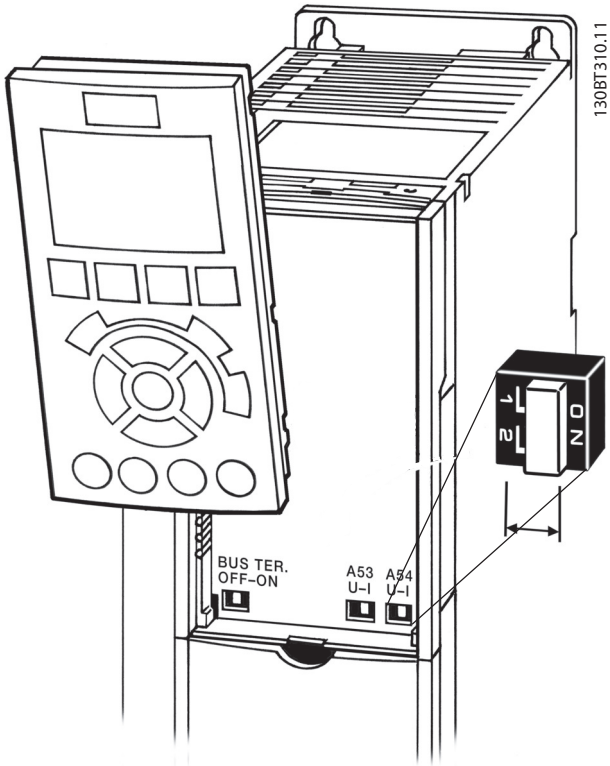


그림 6.49 S201, S202 및 S801 스위치의 위치

6.5.4 S201, S202 및 S801 스위치

S201(A53) 스위치는 아날로그 입력 단자 53의 전류(0~20mA) 또는 전압(-10~10V) 구성을 선택할 때 사용되며 S202(A54) 스위치는 아날로그 입력 단자 54의 전류(0~20mA) 또는 전압(-10~10V) 구성을 선택할 때 사용됩니다.

S801 스위치(버스 종단 스위치)는 RS-485 포트(단자 68 및 69)를 종단하는데 사용할 수 있습니다.

초기 설정

S201(A53) = 꺼짐(전압 입력)

S202(A54) = 꺼짐(전압 입력)

S801(버스 종단) = 꺼짐

주의 사항

S201, S202 또는 S801의 기능을 변경할 때는 스위치에 너무 무리한 힘을 가하지 않도록 주의합니다. 스위치를 작동할 때는 LCP 고정장치(받침대)를 분리하는 것이 좋습니다. 주파수 변환기에 전원이 인가된 상태에서 스위치를 작동해서는 안됩니다.

6.5.5 전기적인 설치, 제어 단자

케이블을 단자에 고정시키는 방법

1. 절연체를 9~10mm 정도 벗겨냅니다.

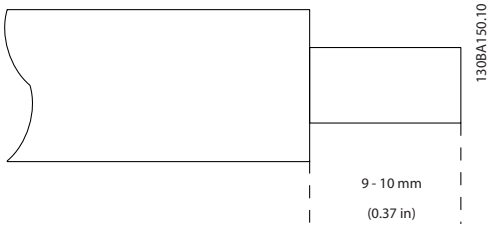


그림 6.50 케이블 절연체 제거

2. 사각형 구멍에 드라이버[1)]를 넣습니다.

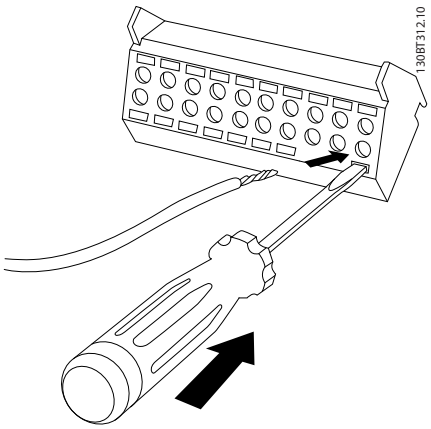


그림 6.51 드라이버 삽입

3. 바로 위나 아래의 원형 구멍에 케이블을 넣습니다.

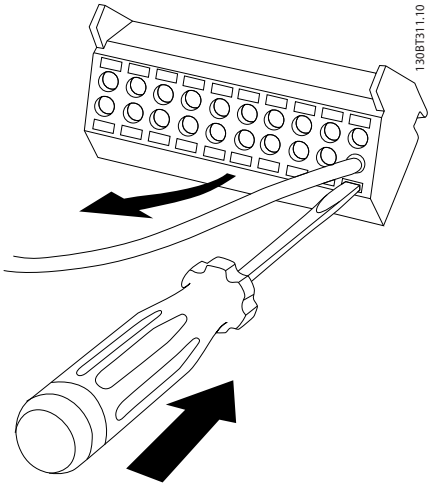


그림 6.52 케이블 삽입

4. 드라이브를 제거합니다. 케이블이 단자에 고정됩니다.

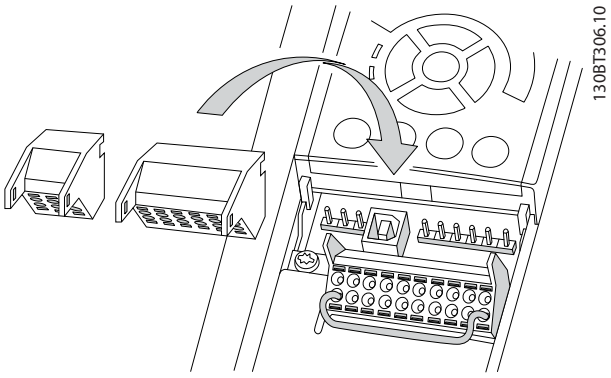


그림 6.53 드라이버 제거

케이블을 단자에서 분리하는 방법

1. 사각형 구멍에 드라이버[1)]를 넣습니다.
2. 케이블을 당깁니다.

[1)] 최대 0.4 x 2.5mm

6.5.6 기본 배선의 예

1. 액세서리 백에 있는 단자를 주파수 변환기 전면에 장착합니다.
2. 단자 18 및 27을 +24V(단자 12/13)에 연결합니다.

초기 설정
18 = 기동, *5-10 단자 18 디지털 입력* [9]
27 = 정지 인버스, *5-12 단자 27 디지털 입력* [6]
37 = 안전 토오크 정지 인버스

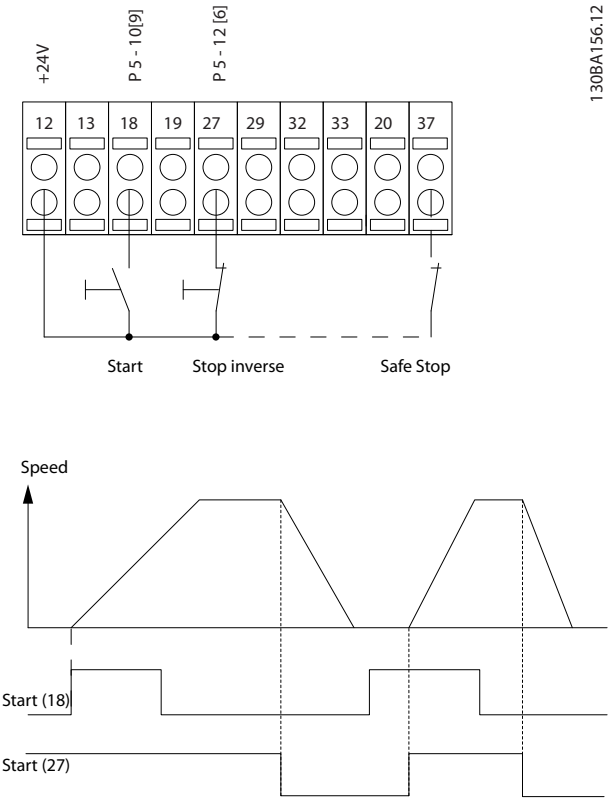


그림 6.54 기본 배선

6.5.7 전기적인 설치, 제어 케이블

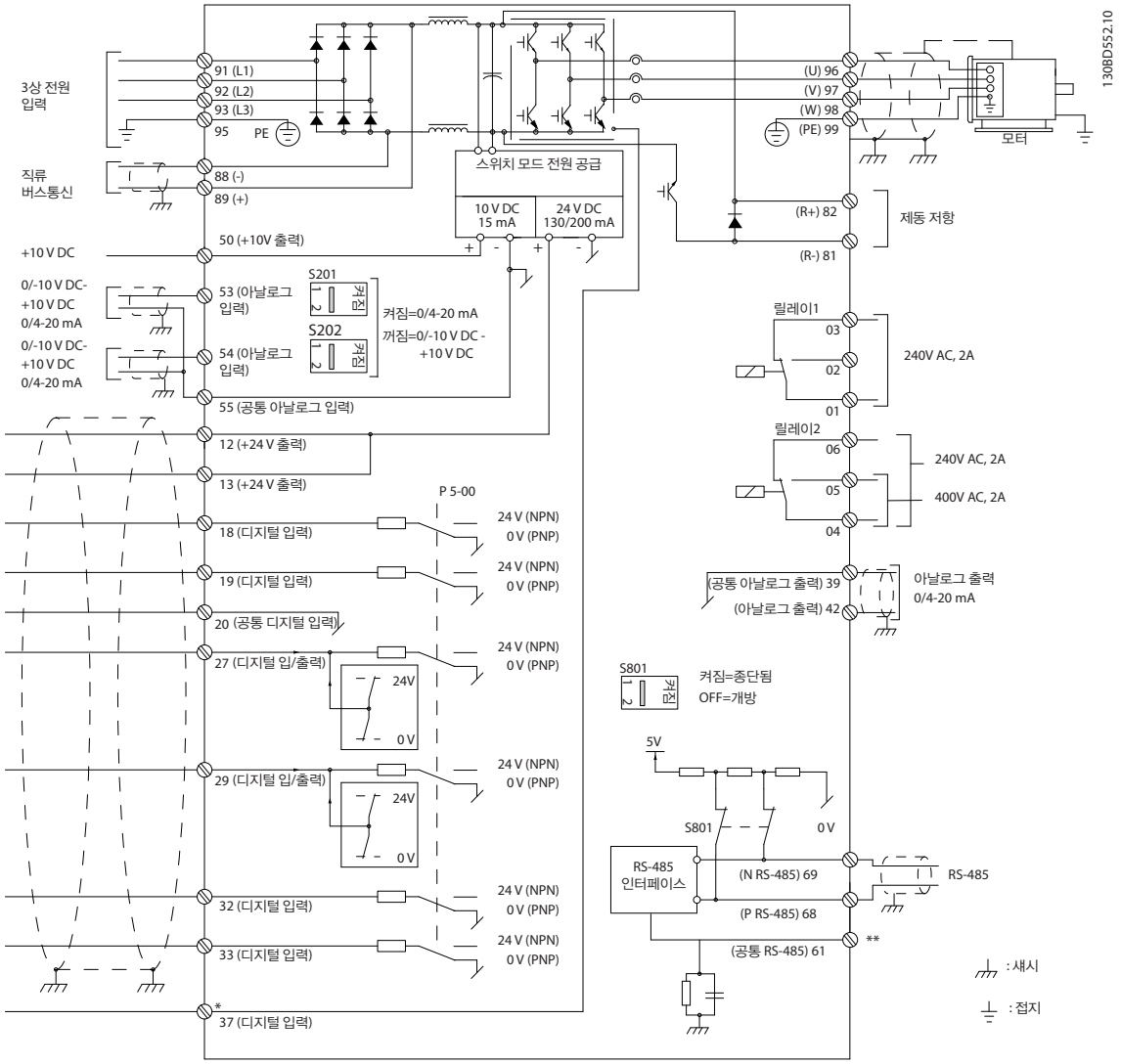


그림 6.55 기본 배선 약도

A=아날로그, D=디지털
*단자 37(옵션)은 안전 토오크 정지에 사용합니다. 안전 토오크 정지 설치 지침은 댄포스 *VLT® 주파수 변환기용 안전 토오크 정지 사용 설명서*를 참조하십시오.
**케이블 차폐선을 연결하지 마십시오.

제어 케이블과 아날로그 신호용 케이블의 길이가 긴 경우에 설치 방식에 따라 주전원 공급 케이블로부터 전달된 소음으로 인해 50/60Hz 접지 루프가 발생할 수 있습니다. 이와 같은 경우에는 차폐선을 차단하거나 차폐선과 섀시 사이에 100nF 콘덴서를 설치해야 할 수도 있습니다. 디지털 및 아날로그 입출력은 양쪽에 서로 영향을 미칠 수 있는 접지전류를 피하기 위해 주파수 변환기의 공통 입력(단자 20, 55, 39)에 각각 분리해서 연결해야 합니다. 예를 들어, 디지털 입력의 전원 공급/차단은 아날로그 입력 신호에 영향을 미칠 수 있습니다.

제어 단자의 입력 극성

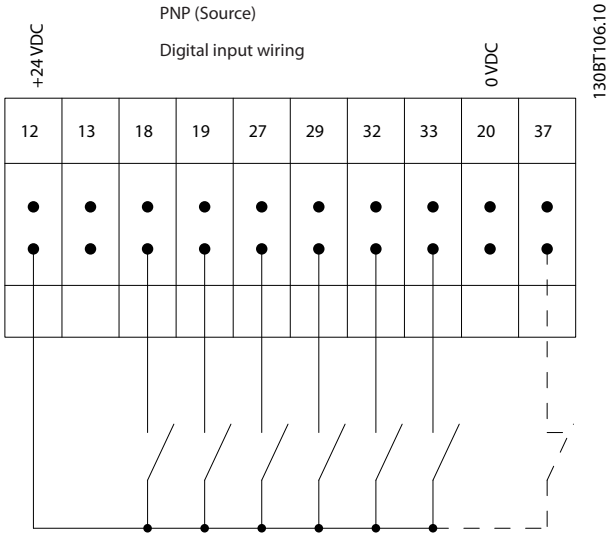


그림 6.56 입력 극성 PNP (소스)

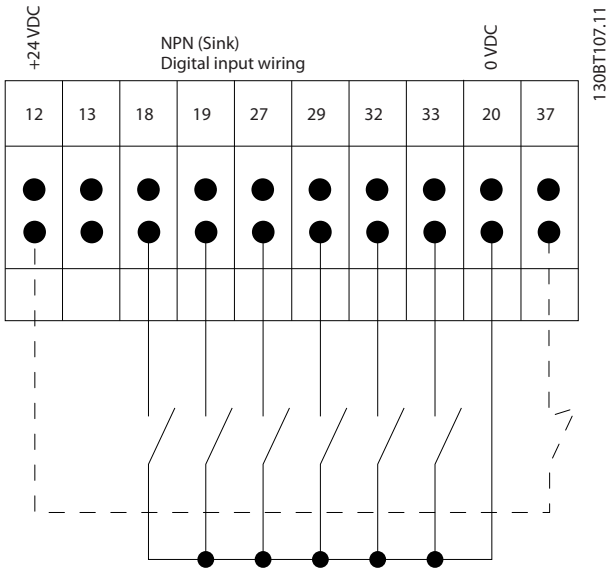


그림 6.57 입력 극성 NPN (싱크)

수의 사항

EMC 방사 사양을 준수하려면 차폐/보호된 모터 케이블이 좋습니다. 차폐/보호되지 않은 케이블을 사용하는 경우, *장을 2.9.2 EMC 시험 결과*를 참조하십시오.

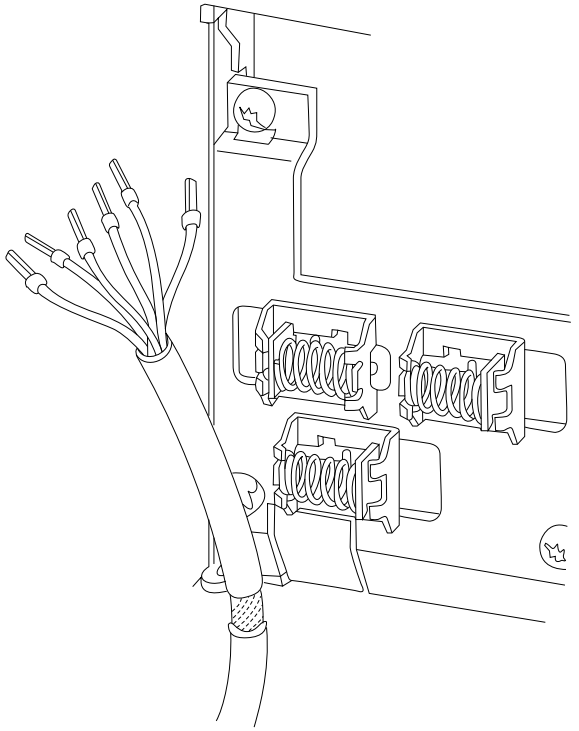


그림 6.58 차폐/보호된 제어 케이블의 접지

6.5.8 릴레이 출력

릴레이 1

- 단자 01: 공통
- 단자 02: 운전(NO) 240V AC
- 단자 03: 제동(NC) 240V AC

릴레이 2 (FC 301 제외)

- 단자 04: 공통
- 단자 05: 운전(NO) 400V AC
- 단자 06: 제동(NC) 240V AC

릴레이 1과 릴레이 2는 *5-40 릴레이 기능*, *5-41 작동 지연, 릴레이* 및 *5-42 차단 지연, 릴레이*에 프로그래밍 되어 있습니다.

릴레이 옵션 모듈 MCB 105를 사용하여 릴레이 옵션을 추가할 수 있습니다.

 Danfoss A/S © 개정 06/2014 All rights reserved.

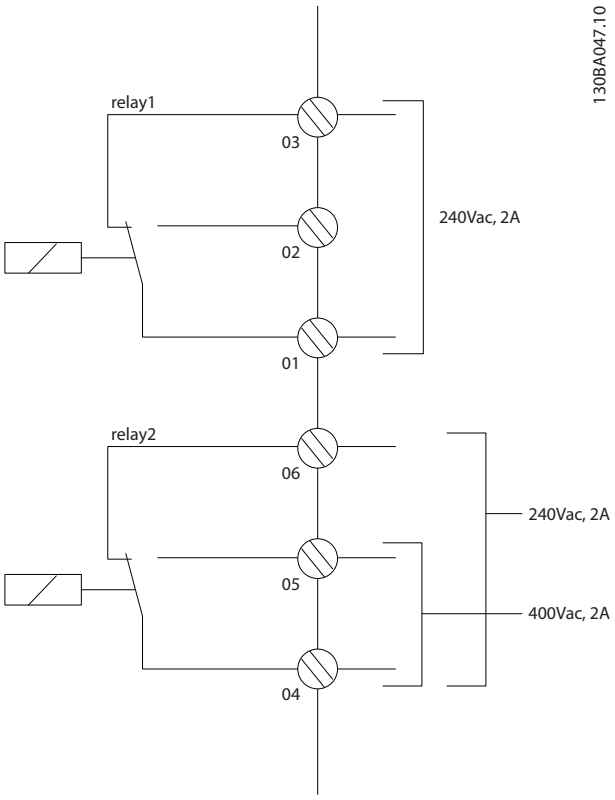


그림 6.59 릴레이 출력 1 및 2

6.6 추가적인 연결

6.6.1 직류 버스통신 연결

직류 버스통신 단자는 외부 소스로부터 전원을 공급 받는 매개회로와 함께 직류 백업에 사용됩니다. 이는 단자 88과 89를 사용합니다.

자세한 내용은 댄포스에 문의하십시오.

6.6.2 부하 공유

부하 공유에는 단자 88과 89를 사용합니다.

연결 케이블은 차폐되어야 하며 주파수 변환기와 직류 바 간의 최대 케이블 길이는 25미터(82피트)입니다.
부하 공유는 여러 주파수 변환기의 직류 매개회로를 연결할 수 있게 합니다.

⚠경고

단자에 최대 1099V DC의 전압이 발생할 수 있다는 점에 유의합니다.
추가 장비에는 안전을 위해 부하 공유가 필요합니다. 자세한 내용은 부하 공유 지침을 참조하십시오.

⚠경고

주전원이 차단되더라도 직류단 연결로 인해 주파수 변환기가 분리되지 않을 수 있습니다.

6.6.3 제동 케이블 설치

제동 저항 연결 케이블은 차폐되어야 하며 주파수 변환기와 직류 바 간의 최대 케이블 길이는 25미터(82피트)입니다.

1. 케이블 클램프를 이용하여 차폐선을 주파수 변환기의 전도성 백플레이트와 제동 저항의 금속 외함에 연결합니다.
2. 제동 토오크에 맞도록 제동 케이블 단면적을 측정합니다.

단자 81과 82는 제동 저항 단자입니다.

안전한 설치에 관한 자세한 정보는 제동 지침을 참조하십시오.

주의 사항

제동 IGBT에서 단락이 발생하면 주전원 스위치나 콘택터로 주파수 변환기의 주전원을 차단하여 제동 저항의 전력 손실을 방지합니다. 주파수 변환기로만 콘택터를 제어해야 합니다.

⚠주의

공급 전압에 따라 단자에 최고 1099V DC의 전압이 발생할 수 있다는 점에 유의합니다.

6.6.4 PC를 주파수 변환기에 연결하는 방법

PC에서 주파수 변환기를 제어하려면 MCT 10 설정 소프트웨어를 설치합니다.
PC는 표준(호스트/장치) USB 케이블 또는 RS-485 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*의 *AC 주전원 연결*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 말 것을 권장합니다. 이 케이블을 사용하면 접지 전위차가 감소하기는 하지만 PC USB 포트에 연결된 접지 및 차폐선으로 인해 모든 전위차가 없어지지는 않습니다.

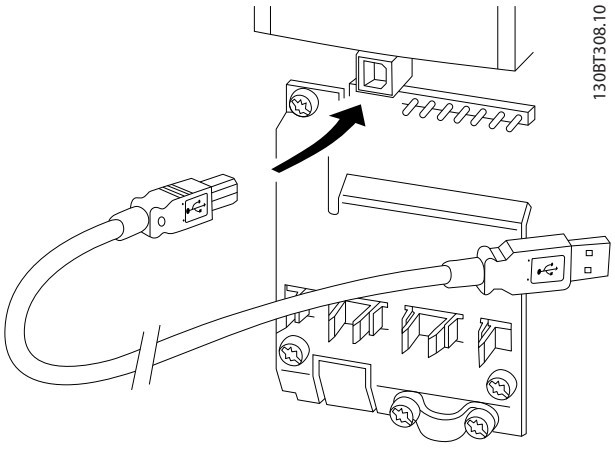


그림 6.60 USB 연결

6.6.5 PC 소프트웨어

MCT 10 셋업 소프트웨어를 통한 PC의 데이터 저장

1. USB com 포트를 통해 PC를 장치에 연결합니다.
2. MCT 10 셋업 소프트웨어을 엽니다.
3. *network(네트워크)* 섹션에서 USB 포트를 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.

MCT 10 셋업 소프트웨어를 통한 PC에서 주파수 변환기로 데이터 전송

1. USB com 포트를 통해 PC를 장치에 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.

6.6.6 MCT 31

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

주문 번호:
코드 번호 130B1031을 사용하여 MCT 31 PC 도구가 포함된 CD를 주문합니다.

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

6.7 안전

6.7.1 고전압 시험

단자 U, V, W, L_1, L_2 및 L_3을 단락시켜 고전압 시험을 실시합니다. 이 단락회로와 섀시 간에 최대 2.15kV DC(380-500V 주파수 변환기)와 2.525 kV DC(525-690V 주파수 변환기)의 전류를 1초 동안 공급합니다.

⚠경고

전체 설비에 대한 고전압 시험을 실시할 때 누설 전류가 너무 많으면 주전원 및 모터 연결을 차단합니다.

6.7.2 접지

주파수 변환기 설치 시 다음과 같은 기본 사항을 고려하여 전자기 호환성(EMC)을 확보합니다.

- 안전 접지: 주파수 변환기는 누설 전류량이 많기 때문에 알맞은 방법으로 접지해야 안전합니다. 국내 안전 규정을 적용합니다.
- 고주파 접지: 접지 와이어를 가능한 짧게 연결합니다.

가장 낮은 도체 임피던스에서 각기 다른 접지 시스템을 연결합니다. 도체를 최대한 짧게 연결하고 최대한 넓게 표면적을 사용하면 도체 임피던스가 최대한 낮아집니다.
가장 낮은 HF 임피던스를 사용하여 외함 백플레이트에 각기 다른 장치의 금속 외함이 장착됩니다. 이렇게 하면 개별 장치가 서로 다른 HF 전압을 갖지 않게 할 수 있으며 장치 간 연결에 사용될 수 있는 연결 케이블에 무선 간섭 전류가 흐르는 위험을 피할 수 있습니다. 또한 이렇게 하면 무선 간섭이 줄어듭니다.
낮은 HF 임피던스를 얻으려면 장치의 고정 볼트를 백플레이트에 대한 HF 연결로 사용합니다. 고정 볼트 주변의 절연용 페인트 또는 그와 유사한 물질을 제거할 필요가 있습니다.

 Danfoss A/S © 개정 06/2014 All rights reserved.

6.7.3 안전 접지 연결

주파수 변환기는 누설 전류량이 많기 때문에 EN 50178에 의거, 알맞은 방법으로 접지해야 안전합니다.

⚠경고

주파수 변환기의 접지 누설 전류는 3.5mA를 초과합니다. 접지 케이블에서 접지 연결부(단자 95)까지 기계적으로 올바르게 연결하려면 케이블 단면적이 최소한 10 mm^2 또는 각각 종단된 2 정격 접지선이어야 합니다.

6.7.4 ADN-호환 설치

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.

인입 보호 등급 IP20, IP21 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 6.61*을(를) 참조하십시오.
- 해당하는 경우 어떤 릴레이 옵션이 설치되어 있는지 확인합니다. 유일하게 허용된 릴레이 옵션은 확장형 릴레이 카드 MCB 113입니다.

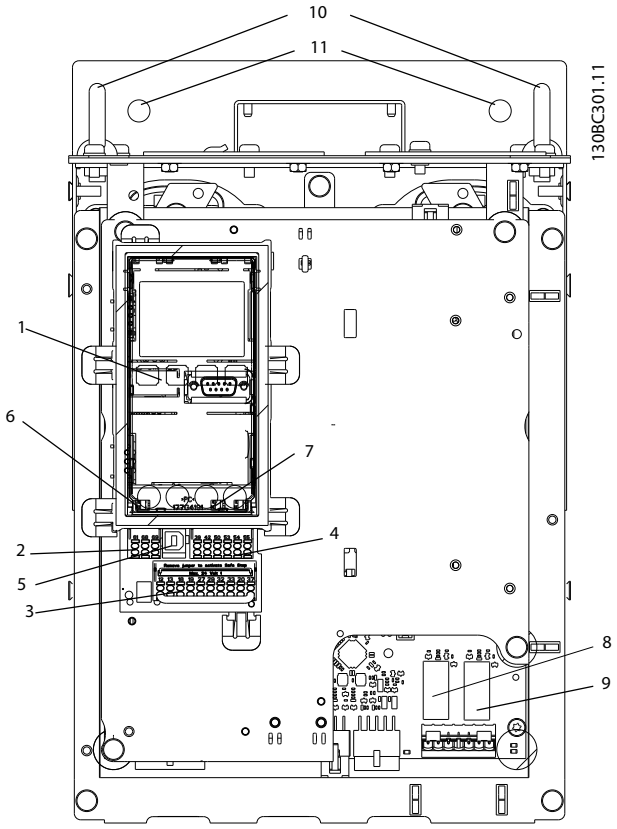


그림 6.61 릴레이 플러그의 위치, 위치 8 및 9

제조업체 관련 서류는 요청 시 제공해 드릴 수 있습니다.

6.8 EMC 규정에 따른 설치

6.8.1 전기적인 설치 - EMC 주의 사항

다음은 주파수 변환기 설치 시의 올바른 엔지니어링을 위한 지침입니다. EN 61800-3 *초기 환경*에 적용하는 경우에는 이 지침을 준수합니다. EN 61800-3 *이차 환경*, 즉, 산업 네트워크에 설치하거나 자체 변압기와 함께 설치하는 경우 이 지침과 다르게 설치할 수 있으나 권장 사항은 아닙니다. *장을 2.2 CE 라벨*, *장을 2.9 EMC의 일반적 측면* 및 *장을 2.9.2 EMC 시험 결과*편 또한 참조하십시오.

EMC 규정에 따른 전기적인 설치를 위해 바람직한 엔지니어링:

- 편복 차폐/보호된 모터 케이블 과 편복 차폐/보호된 제어 케이블만 사용합니다. 차폐선은 시스템에서 발생할 수 있는 소음을 최소 80% 감소시켜 줍니다. 차폐선은 반드시 구리, 알루미늄, 철, 납 등과 같은 금속 종류여야 합니다. 주전원 케이블은 차폐선이 아니어도 무관합니다.

- 차폐된 케이블을 사용하기 위해 단단한 금속재료의 도관을 사용하여 설치할 필요는 없지만 모터 케이블은 제어 케이블 및 주전원 케이블과는 별도로 도관에 설치해야 합니다. 주파수 변환기에서 모터로 연결된 케이블은 반드시 도관 안에 설치해야 합니다. 플렉시블 도관의 EMC 성능은 제조업체에 따라 많은 차이가 있으므로 해당 제조업체에 문의하십시오.
- 모터 케이블과 제어 케이블에 연결된 차폐선/도관의 양단은 반드시 접지에 연결합니다. 하지만 차폐선의 양단을 접지에 연결시킬 수 없는 경우도 있습니다. 이런 경우에는 차폐선을 주파수 변환기에 연결합니다. *장을 6.8.3 차폐 제어 케이블 접지* 또한 참조하십시오.
- 차폐선의 끝부분을 (돼지꼬리 모양으로) 꼬아서 연결하지 마십시오. 이럴 경우 차폐선의 고주파수 임피던스가 증가하여 고주파수 대역에서 차폐선의 효율이 감소합니다. 대신 임피던스가 낮은 케이블 클램프 또는 EMC 케이블 그랜드를 사용합니다.
- 비차폐/비보호 케이블을 주파수 변환기가 설치된 외함 내부의 모터 케이블 또는 제어 케이블로 사용하지 마십시오.

6

차폐선과 커넥터 간의 간격을 최소화합니다.

*그림 6.62*은 IP20 주파수 변환기를 EMC 규정에 따라 전기적으로 설치한 예를 나타냅니다. 여기서 주파수 변환기는 출력 콘택터가 있는 외함 내부에 설치되고 별도의 외함 내부에 PLC가 설치되어 있습니다. 위의 지침에 따라 설치할 경우 확실한 EMC 성능을 얻을 수 있으므로 좋은 실례가 될 수 있습니다.

지침에 따라 설치하지 않고 차폐되지 않은 모터 케이블과 제어 케이블을 사용하면 방사 규정은 준수하더라도 일부 방지 규정을 준수하지 않을 수 있습니다. *장을 2.9.2 EMC 시험 결과*을(를) 참조하십시오.

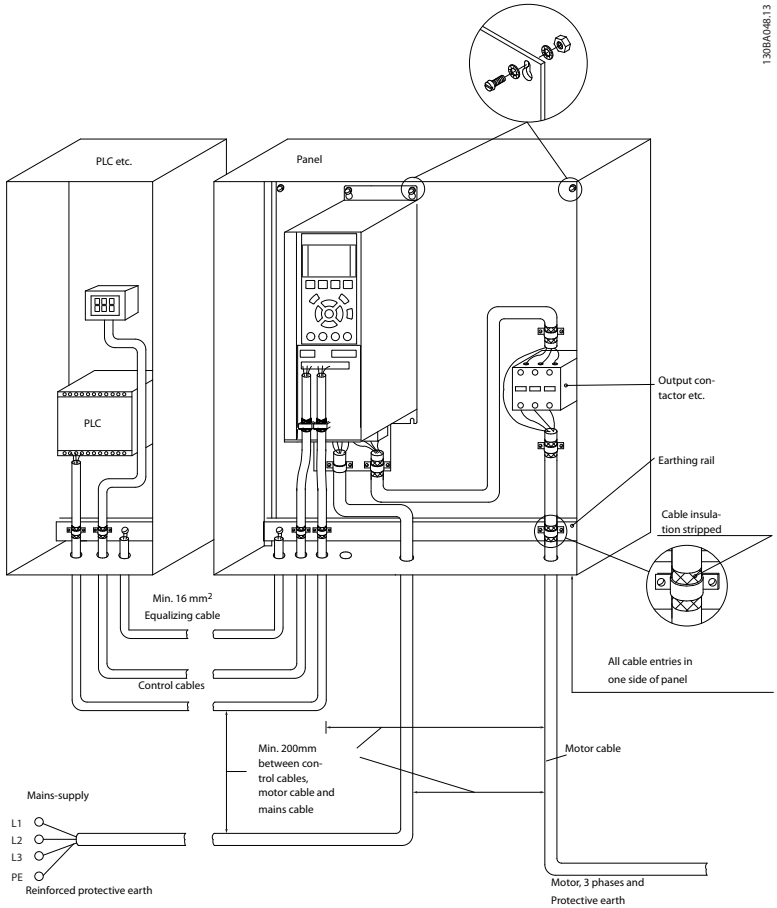


그림 6.62 EMC 규정에 따른 외함 내 주파수 변환기의 전기적인 설치

 Danfoss A/S © 개정 06/2014 All rights reserved.

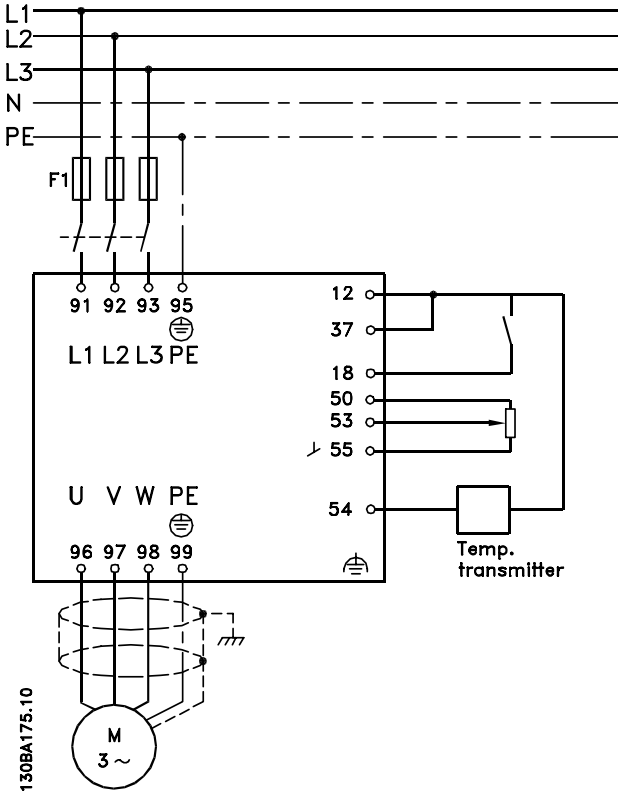


그림 6.63 전기적 연결 다이어그램

6.8.2 EMC 규정에 따른 케이블 사용

댄포스는 제어 케이블의 EMC 방지와 모터 케이블의 EMC 방사를 최적화하기 위해 편복 차폐/보호된 케이블의 사용을 권장합니다.

전기적 소음의 방사를 줄이기 위한 케이블의 성능은 전달 임피던스 (Z_T)에 따라 다릅니다. 케이블 차폐선은 일반적으로 전기적 소음의 전도를 줄일 수 있도록 설계되지만 전달 임피던스(Z_T) 값이 낮은 차폐선이 전달 임피던스(Z_T)가 높은 차폐선에 비해 효율이 좋습니다.

케이블 제조업체에서 전달 임피던스(Z_T)를 표시하는 경우는 거의 없지만 케이블의 실제 모양을 보고 전달 임피던스(Z_T)를 짐작할 수 있습니다.

전달 임피던스(Z_T)는 다음 요인을 기준으로 짐작할 수 있습니다.

- 차폐선의 전도성
- 개별 차폐선 도체 간의 접촉 저항
- 차폐선의 차폐율 (차폐선에 의해 덮여있는 케이블의 실제 면적) - 대체로 %로 표시됩니다.
- 차폐선의 종류 (예를 들어, 편복 또는 꼬여 있는 형식)

a. 구리선에 알루미늄 피복

b. 꼬인 구리선 또는 보호된 금속선

c. 낮은 차폐율을 가진 한 겹의 편복 구리선 이 케이블이 일반적인 댄포스 지령 케이블입니다.

d. 두 겹의 편복 구리선

e. 내부가 마그네틱, 차폐/보호된 이중 편복 구리선

f. 구리 또는 금속 도관 내부에 위치한 케이블

g. 1.1mm 두께로 완전히 덮인 납 케이블

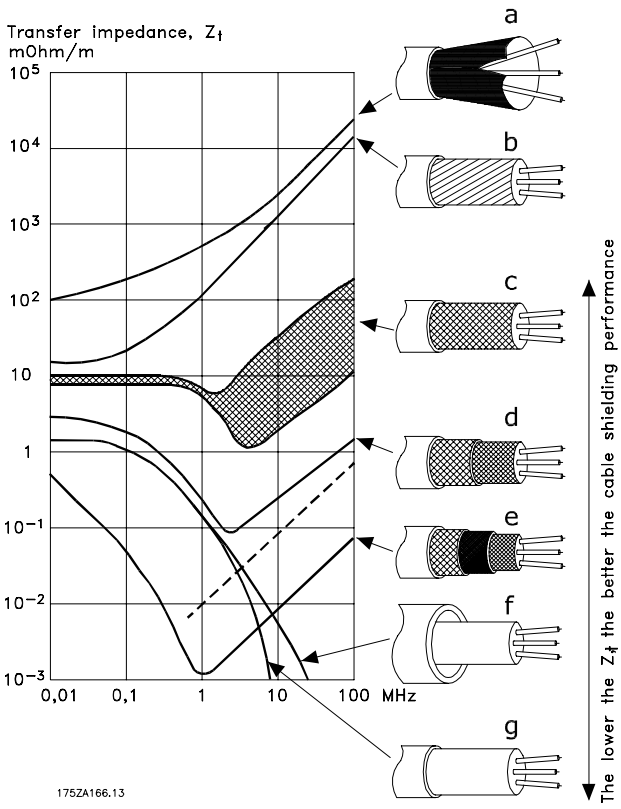


그림 6.64 전달 임피던스

6

6.8.3 차폐 제어 케이블 접지

올바른 차폐
대부분의 경우, 선호하는 방법은 제공된 차폐 클램프로 제어부 및 케이블의 양쪽 끝을 고정하여 최대 주파수 케이블 접점이 되게 하는 방법입니다.
주파수 변환기와 PLC 간의 접지 전위가 다를 경우에는 전기적 소음이 발생하여 전체 시스템에 문제가 발생할 수 있습니다. 이럴 경우 제어 케이블 옆에 등화 케이블을 연결하여 이 문제를 해결합니다. 이 때, 등화 케이블의 최소 단면적은 16 mm^2입니다.

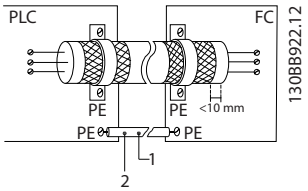


그림 6.65 등화 케이블이 있는 제어 케이블

1	최소 16 mm^2 의
2	등화 케이블

표 6.40 *그림 6.65*에 대한 범례

50/60Hz 접지 루프
매우 긴 제어 케이블을 사용하면 접지 루프가 발생할 수 있습니다. 접지 루프를 없애려면 차폐-접지선의 한 쪽 끝과 100 nF 커패시터를 연결합니다. 이 때, 리드선을 가능한 짧게 합니다.

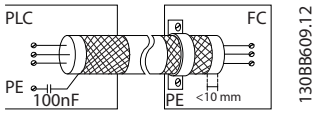


그림 6.66 100 nF 커패시터에 차폐선-접지 연결

직렬 통신에 EMC 노이즈가 생기지 않게 하는 방법
이 단자는 내부 RC 링크를 통해 접지에 연결됩니다. 꼬여 있는 케이블을 사용하여 도체 간의 간섭을 줄입니다.

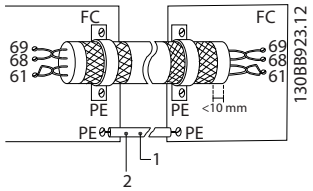


그림 6.67 꼬여 있는 케이블

1	최소 16 mm^2 의
2	등화 케이블

표 6.41 *그림 6.67*에 대한 범례

혹은 단자 61 연결을 생략할 수 있습니다.

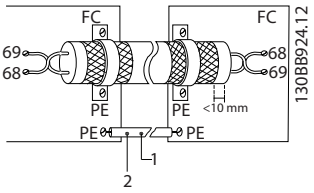


그림 6.68 단자 61 연결 안됨

1	최소 16 mm^2 의
2	등화 케이블

표 6.42 *그림 6.68*에 대한 범례

6.8.4 RFI 스위치

접지로부터 절연된 주전원 공급장치
주파수 변환기가 절연된 주전원 소스(IT 주전원, 부동형 델타) 또는 접지된 레그가 있는 TT/TN-S 주전원(접지형 델타)에서 전원을 공급 받는 경우, *14-50 RFI 필터*을 통해 RFI 스위치를 끕니다.
꺼짐 상태에서 섀시(접지) 사이의 내부 커패시터, 입력 RFI 필터 및 매개회로는 차단됩니다. RFI 스위치가 꺼져 있으므로 주파수 변환기는 최적의 EMC 성능을 충족할 수 없습니다.
RFI 필터 스위치를 개방하면 접지 누설 전류 또한 감소하지만 인버터의 스위칭으로 인한 고주파 누설 전류는 감소하지 않습니다. Deif type SIM-Q, Bender type IRDH 275/375 또는 그와 유사한 전력전자기기(파워 일렉트로닉스 기기)(IEC61557-8)와 함께 사용할 수 있는 절연 모니터를 사용하는 것이 중요합니다.
적용 지침 *IT 주전원의 VLT* 또한 참조하십시오.

주의 사항

RFI 스위치가 꺼져 있지 않고 주파수 변환기가 절연된 그리드에서 구동 중인 경우 접지 결함으로 인해 매개회로의 차지업(charge-up)이 발생하고 직류 커패시터 손상 또는 제품 수명 단축으로 이어질 수 있습니다.

6.9 잔류 전류 장치

국내 안전 규정에 적용하는 경우에는 RCD 릴레이, 추가 보호 조치로서의 다중 보호 접지를 사용합니다.
접지 오류가 발생하면 직류 용량으로 인해 잘못된 전류가 발생할 수 있습니다.
RCD 릴레이를 사용하는 경우 국내 규정을 준수합니다. 릴레이는 브리지 정류기가 장착된 3상 장비를 보호하는 데 적합해야 합니다. 시운전 시 순간 방전에 대한 자세한 내용은 *장을 2.11 접지 누설 전류* 를 참조하십시오.

Danfoss A/S © 개정 06/2014 All rights reserved.

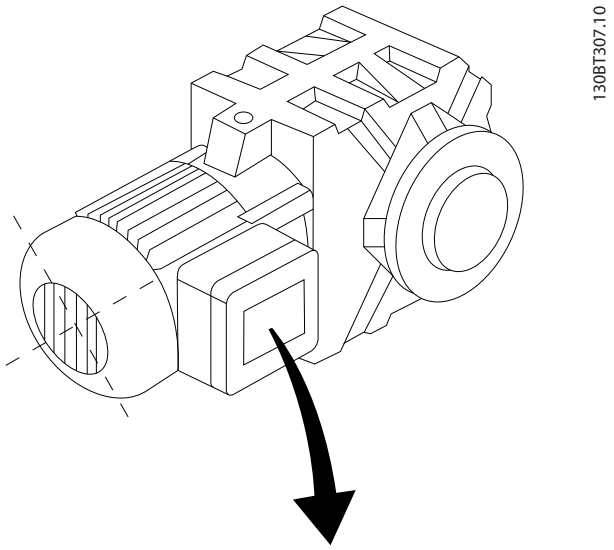
6.10 최종 셋업 및 시험

다음과 같은 절차에 따라 셋업을 시험하고 주파수 변환기 작동을 확인합니다.

1단계. 모터 명판 확인

주의 사항

모터는 스타 연결형(Y) 또는 델타 연결형(Δ)입니다. 이 정보는 모터 명판에서 확인할 수 있습니다.



BAUER D-7 3734 ESLINGEN				
3~ MOTOR NR. 1827421 2003				
S/E005A9				
	1,5	KW		
n2 31,5	/MIN.	400	Y	V
n1 1400	/MIN.		50	Hz
cos 0,80			3,6	A
1,7L				
B	IP 65	H1/1A		

그림 6.69 모터 명판

2단계. 이 파라미터 목록의 모터 명판 데이터 입력.

이 목록에 액세스하려면 [Quick Menu]를 누른 다음 "Q2 단축 설정"을 선택합니다.

1. *1-20 모터 출력[kW].*
   1-21 모터 동력 [HP].
2. *1-22 모터 전압.*
3. *1-23 모터 주파수.*
4. *1-24 모터 전류.*
5. *1-25 모터 정격 회전수.*

3단계. 자동 모터 최적화 (AMA) 실행

AMA를 실행하면 최적 성능을 발휘할 수 있습니다. AMA는 모터 모델에 따른 다이어그램의 값을 측정합니다.

1. 단자 37을 단자 12에 연결합니다(단자 37이 있는 경우에 한함).
2. 단자 27을 단자 12에 연결하거나 *5-12 단자 27 디지털 입력*를 *[0] 기능 없음*으로 설정합니다.
3. AMA *1-29 자동 모터 최적화 (AMA)*를 실행합니다.
4. 완전 또는 축소 AMA 중 하나를 선택합니다. 사인파 필터가 설치되어 있는 경우에는 축소 AMA만 실행하거나 AMA 실행 중에만 사인파 필터를 분리합니다.
5. [OK]를 누릅니다. 표시창에 *기동하려면 [Hand on]을 누릅니다*가 표시됩니다.
6. [Hand On]을 누릅니다. 진행 표시줄에 AMA의 실행 여부가 표시됩니다.

운전 중 AMA 정지

1. [Off]를 누르면 주파수 변환기가 알람 모드로 전환되고 표시창에는 사용자에 의해 AMA가 종료되었음이 표시됩니다.

AMA 실행 완료

1. 표시창에 *[OK]를 눌러 AMA를 종료합니다*가 표시됩니다.
2. [OK]를 눌러 AMA 상태를 종료합니다.

AMA 실행 실패

1. 주파수 변환기가 알람 모드로 전환됩니다. 알람에 관한 설명은 제품 관련 *사용 설명서*의 *경고 및 알람* 장에 있습니다.
2. [알람 기록]의 *보고 값*에는 주파수 변환기가 알람 모드로 전환되기 전에 AMA에 의해 실행된 마지막 측정 단계가 표시됩니다. 알람 설명과 함께 표시되는 이 숫자는 고장수리하는 데 도움이 됩니다. 서비스를 받기 위해 댄포스에 문의할 경우에는 숫자와 알람 내용을 언급하시기 바랍니다.

6

주의 사항

잘못 등록된 모터 명판 데이터 또는 모터 전력 크기와 주파수 변환기의 전력 크기 간의 차이가 너무 크기 때문에 AMA가 올바로 완료되지 않는 경우가 있습니다.

4단계. 속도 한계 및 가감속 시간 설정

원하는 속도 및 가감속 시간 한계 값을 설정합니다.

3-02 최소 지령.

3-03 최대 지령.

4-11 모터의 저속 한계 [RPM] 또는 *4-12 모터 속도 하한 [Hz].*

4-13 모터의 고속 한계 [RPM] 또는 *4-14 모터 속도 상한 [Hz].*

3-41 1 가속 시간.

3-42 1 감속 시간.

6

Danfoss A/S © 개정 06/2014 All rights reserved.

7 적용 예

7.1 적용 예

7.1.1 기동/정지

단자 18 = 기동/정지 *5-10 단자 18 디지털 입력* [8] *기동*
단자 27 = 운전하지 않음 *5-12 단자 27 디지털 입력* [0] *운전하지 않음*(기본적으로 *코스팅 인버스*)

5-10 단자 18 디지털 입력 = 기동 (초기 설정)

5-12 단자 27 디지털 입력 = 코스팅 인버스 (초기 설정)

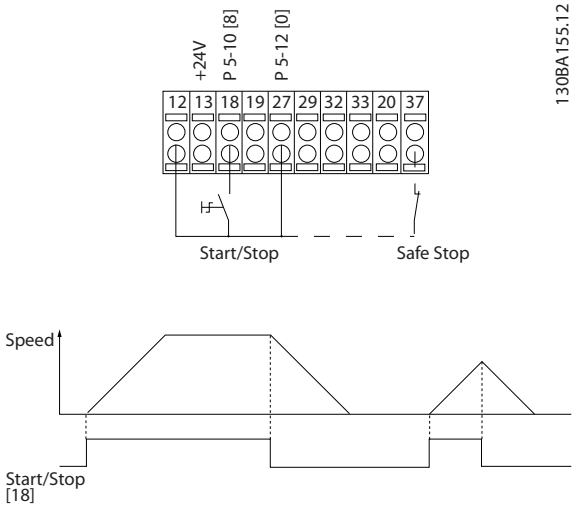


그림 7.1 단자 37: 안전 정지 기능이 있는 경우에만 해당

7.1.2 펄스 기동/정지

단자 18 = 기동/정지 *5-10 단자 18 디지털 입력 [9] 펄스 기동*
단자 27 = 정지 *5-12 단자 27 디지털 입력 [6] 정지 인버스*

5-10 단자 18 디지털 입력 = 펄스 기동

5-12 단자 27 디지털 입력 = 정지 인버스

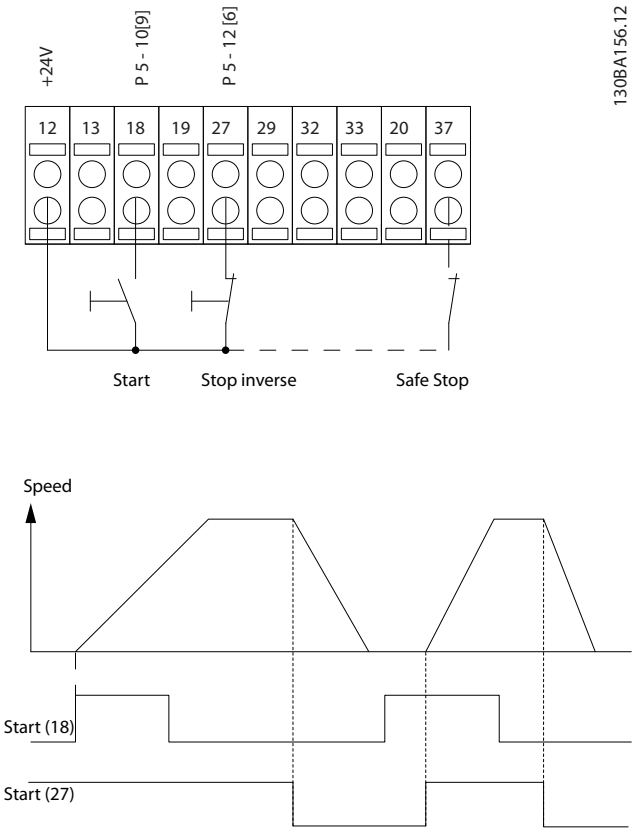


그림 7.2 단자 37: 안전 토오크 정지 기능이 있는 경우에만 해당

7.1.3 가변 저항 지령

가변 저항기를 통한 전압 지령.

3-15 지령 1 소스 [1] = 아날로그 입력 53

6-10 단자 53 최저 전압 = 0 V

6-11 단자 53 최고 전압 = 10 V

6-14 단자 53 최저 지령/피드백 값 = 0 RPM

6-15 단자 53 최고 지령/피드백 값 = 1.500 RPM

S201 스위치 = OFF (U)

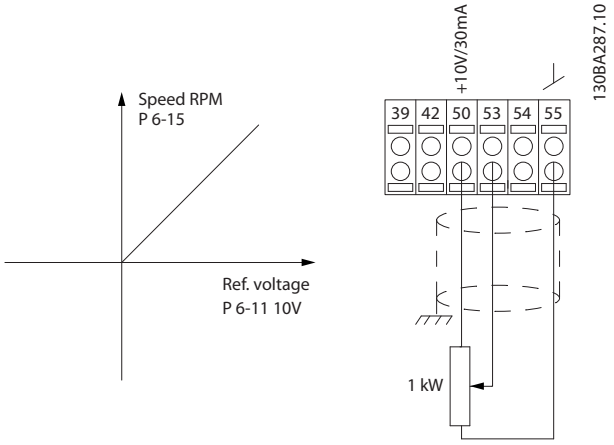


그림 7.3 가변 저항을 통한 전압 지령

7.1.4 자동 모터 최적화 (AMA)

AMA는 모터가 정지 상태일 때 전기적인 모터 파라미터를 측정하는 과정입니다. 이는 AMA 자체가 토오크를 공급하지 않음을 의미합니다.
AMA은(는) 적용된 모터에 대해 주파수 변환기에 의한 제어를 최적화해야 하는 시스템에 설치할 경우 유용합니다. 이 기능은 특히 초기 설정이 연결된 모터에 적용되지 않을 경우에 사용됩니다.
*1-29 자동 모터 최적화 (AMA)*를 통해 모든 전기적인 모터 파라미터를 측정하는 완전 AMA를 선택하거나 고정자 저항 Rs만 측정하는 축소 AMA를 선택할 수 있습니다.
총 AMA의 소요시간은 소형 모터의 경우 몇 분에서 대형 모터의 경우 15분 이상에 이르기까지 다양합니다.

한계 및 전제 조건:

- AMA가 최적의 모터 파라미터를 측정하려면 *1-20 모터 출력[kW]*에서 *1-28 모터 회전 점검*에 올바른 모터 명판 데이터를 입력해야 합니다.
- 주파수 변환기를 최적화하려면 모터가 차가운 상태에서 AMA를 실행해야 합니다. AMA를 반복적으로 실행하면 모터가 뜨거워져 고정자 저항 Rs가 증가합니다. 일반적으로 이는 크게 문제되지 않습니다.
- AMA는 모터 정격 전류가 주파수 변환기 정격 출력 전류의 35% 이상일 경우에만 실행할 수 있습니다. AMA는 한 단계 큰 모터까지 실행할 수 있습니다.
- 사인파 필터가 설치된 경우 축소 AMA 시험을 실행할 수 있습니다. 사인파 필터를 사용하여 완전 AMA를 실행하지 마십시오. 전체 설정이 필요한 경우 완전 AMA를 실행하려면 사인파 필터를 제거한 후 AMA가 완료된 다음 사인파 필터를 다시 삽입합니다.
- 모터가 병렬로 연결된 경우 축소 AMA만 실행합니다.
- 동기식 모터를 사용하는 경우 완전 AMA를 실행하지 말고 축소 AMA를 실행하고 확장형 모터 데이터를 직접 설정합니다. 영구 자석 (PM) 모터의 경우에는 AMA를 실행할 수 없습니다.
- 주파수 변환기는 AMA를 실행하는 동안 모터 토오크를 발생시키지 않습니다. AMA를 실행하는 동안 공조기 팬과 같이 바람의 영향으로 모터 축이 회전해서는 안됩니다. 이와 같은 경우 AMA이 올바르게 실행되지 않습니다.
- PM 모터를 구동하는 경우(*1-10 모터 구조*가 *[1] PM,비돌극SPM*으로 설정되어 있는 경우) AMA를 활성화할 수 없습니다.

7.1.5 스마트 로직 컨트롤러

주파수 변환기에서 유용한 설비는 Smart Logic Control(스마트 로직 컨트롤러, SLC)입니다.
PLC가 단순 과정에만 적용되는 어플리케이션의 경우에는 SLC가 주 컨트롤러부터 기초 작업을 수행할 수도 있습니다.
SLC는 주파수 변환기로 전달되었거나 주파수 변환기에서 생성된 이벤트부터 동작하도록 설계되었습니다. 그런 다음 주파수 변환기는 사전에 프로그래밍된 동작을 실행합니다.

7.1.6 스마트 로직 컨트롤러 프로그래밍

스마트 로직 컨트롤러(SLC)는 기본적으로 관련 사용자 정의 *이벤트*(*13-51 SL 컨트롤러 이벤트* 참조)를 SLC가 TRUE(참)로 연산하였을 때 SLC가 실행한 사용자 정의 동작(*13-52 SL 컨트롤러 동작* 참조)의 시퀀스입니다.
*이벤트*와 *동작*은 각각 번호가 매겨지며 각각의 이벤트와 동작이 한 쌍을 이루어 링크됩니다. 이는 *이벤트 [1]*이 완료되면(TRUE (참) 값을 얻으면), *동작 [1]*이 실행됨을 의미합니다. 이후, *이벤트 [2]*의 조건이 연산되고 그 결과, *TRUE (참)*로 연산되면 *동작 [2]*가 실행되는 식으로 반복됩니다. 이벤트와 동작은 배열 파라미터에 있습니다.

한 번에 하나의 *이벤트*만 연산할 수 있습니다. 만약 *이벤트*가 FALSE (거짓)로 평가되었다면, 현재 스캔 간격 중에는 (SLC에서) 아무 일도 일어나지 않으며 어떤 다른 *이벤트*도 평가되지 않습니다. 이는 SLC 시작 시, 각 스캔 간격마다 *이벤트 [1]*(그리고 오직 *이벤트 [1]*만)이 연산되는 것을 의미합니다. *이벤트 [1]*이 TRUE (참)로 연산되었을 때만 SLC가 *동작 [1]*을 실행하고 *이벤트 [2]*의 연산을 시작합니다.

0번부터 20번까지의 *이벤트*와 *동작*을 프로그래밍할 수 있습니다. 마지막 *이벤트/동작*이 실행되면, *이벤트 [1]/동작 [1]*에서부터 다시 위 과정을 반복합니다. *그림 7.4*은 세 가지 *이벤트/동작*의 예를 나타냅니다.

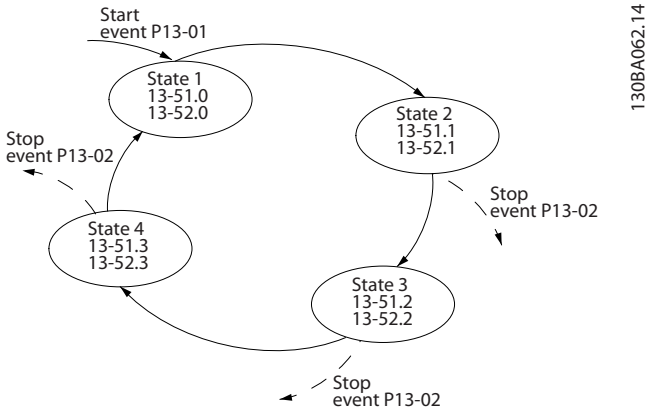


그림 7.4 세 가지 이벤트/동작의 예

7.1.7 SLC 적용 예

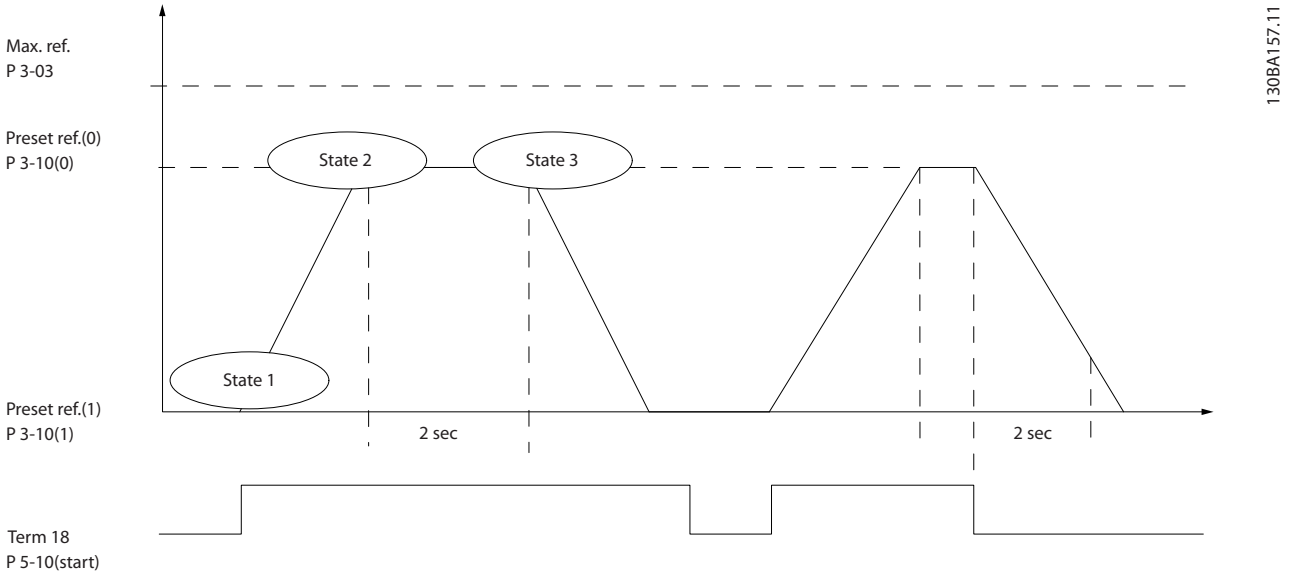


그림 7.5 과정 1: 기동 – 가속 – 지령 속도에서 2초간 운전 – 감속 및 정지 시까지 제동.

*3-41 1 가속 시간*과 *3-42 1 감속 시간*에서 원하는 시간으로 가감속 시간을 설정합니다.

$$tramp = \frac{tacc \times nnorm\,(par.\ 1-25)}{ref\,[RPM]}$$

단자 27을 *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: 2초

13-51 SL 컨트롤러 이벤트 [1]의 이벤트 1을 *참* [1]로 설정합니다.
13-51 SL 컨트롤러 이벤트 [2]의 이벤트 2를 *지령 시* [4]로 설정합니다.
13-51 SL 컨트롤러 이벤트 [3]의 이벤트 3을 *타임아웃 0* [30]으로 설정합니다.
13-51 SL 컨트롤러 이벤트 [4]의 이벤트 4를 *거짓* [0]으로 설정합니다.

13-52 SL 컨트롤러 동작 [1]의 동작 1을 *프리셋 0 선택* [10]로 설정합니다.
13-52 SL 컨트롤러 동작 [2]의 동작 2를 *타이머 0 기동* [29]로 설정합니다.
13-52 SL 컨트롤러 동작 [3]의 동작 3을 *프리셋 1 선택* [11]로 설정합니다.
13-52 SL 컨트롤러 동작 [4]의 동작 4를 *동작하지 않음* [1]로 설정합니다.

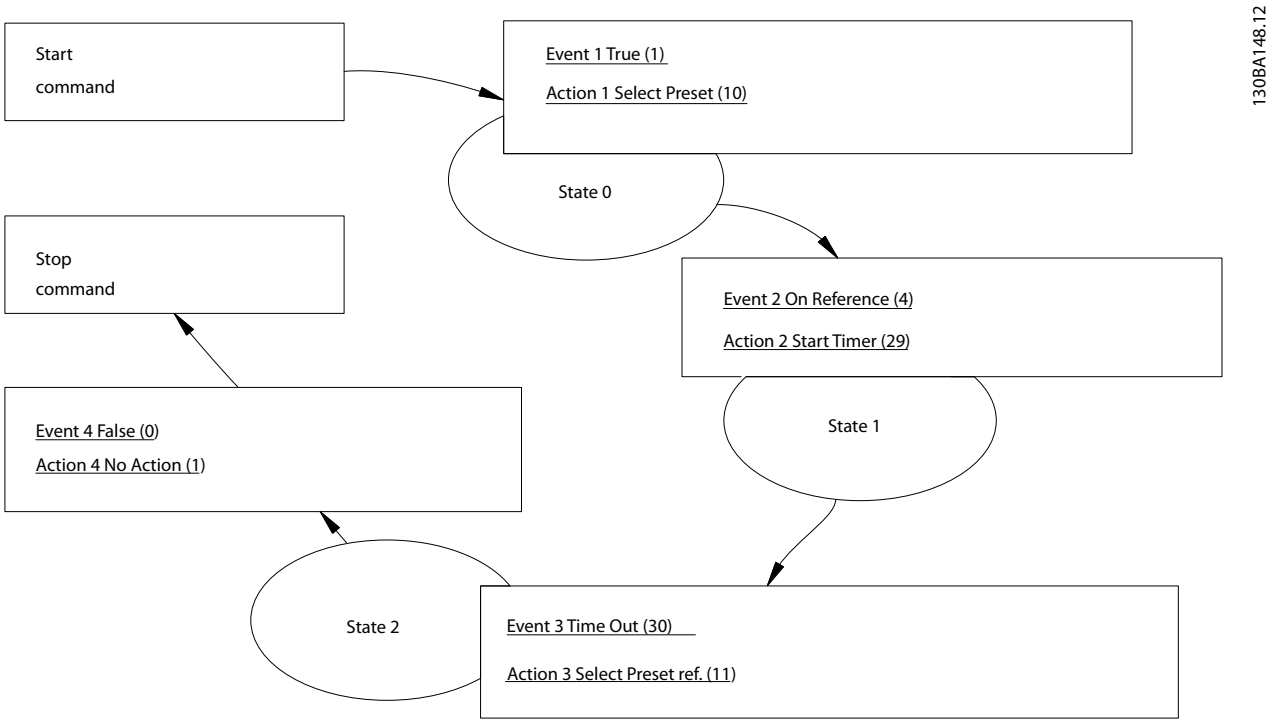


그림 7.6 이벤트 및 동작 설정

*13-00 SL 컨트롤러 모드*의 SL 컨트롤러 모드를 켜짐으로 설정합니다.

기동/정지 명령이 단자 18에 적용됩니다. 만일 정지 신호가 적용되면 주파수 변환기는 감속하다가 코스팅 정지 모드로 전환됩니다.

7.1.8 캐스케이드 컨트롤러

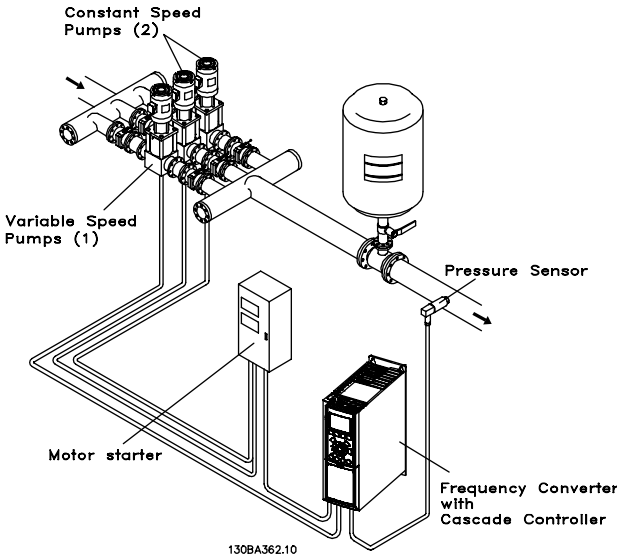


그림 7.7 펌프 어플리케이션

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 낮을 뿐만 아니라 펌프를 구동하는 데 있어 정격 최대 부하 속도의 약 25%라는 실제적인 한계가 있기 때문에 적합한 해결책이 아닙니다.

캐스케이드 컨트롤러에서는 가변 속도 모터를 가변 속도 펌프(리드)로 제어하고 최대 2개의 추가적인 일정 속도 펌프를 스테이징 및 디스테이징할 수 있습니다. 초기 펌프의 속도를 다양하게 함으로써 전체 시스템의 가변 속도 제어가 제공됩니다. 이는 일정 압력을 유지하는 반면 압력 서지를 제거하여 시스템 스트레스가 줄어들고 펌프 시스템의 운전 소음 또한 줄어듭니다.

고정 리드 펌프

모터는 반드시 용량이 동일해야 합니다. 캐스케이드 컨트롤러를 사용하면 주파수 변환기가 주파수 변환기에 내장된 릴레이 2개와 단자 27, 29(DI/DO)를 사용하여 동일 용량의 펌프를 최대 5개까지 제어할 수 있습니다. 가변 펌프(리드)가 주파수 변환기에 직접 연결되면 내장된 릴레이 2개와 단자 27, 29(DI/DO)가 다른 4개의 펌프를 제어합니다. 리드 펌프가 고정되면 리드 펌프 절체를 선택할 수 없습니다.

리드 펌프 절체

모터는 반드시 용량이 동일해야 합니다. 이 기능을 사용하면 시스템 내 펌프(*25-57 펌프 당 릴레이* =1인 경우 최대 4개의 펌프. *25-57 펌프 당 릴레이* =2인 경우 최대 3개의 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(래그 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. 선택사항으로는 절체 타이머가 만료될 때마다, 리드 펌프가 슬립 모드로 전환될 때 등이 있습니다. 스테이징은 실제 시스템 부하에 의해 결정됩니다.....

25-55 부하 <= 50%= 1 시 절체, 부하 >50%인 경우 절체가 발생하지 않습니다. 부하 <=50%인 경우 절체가 발생합니다. *25-55 부하 <= 50% = 0 시 절체*, 부하와 관계 없이 절체가 발생합니다. 총 펌프 용량은 리드 펌프와 래그 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 정상적으로 구동하며 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.

 Danfoss A/S © 개정 06/2014 All rights reserved.

7.1.9 리드 펌프 절체를 통한 펌프 스테이징

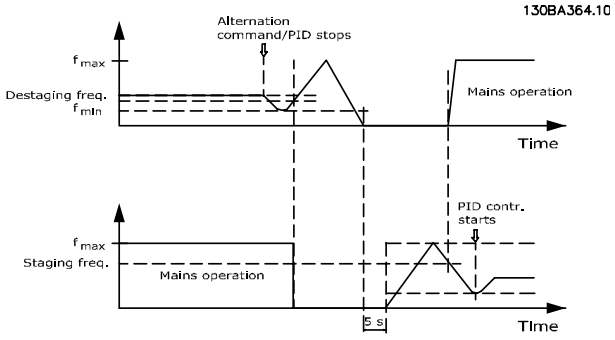


그림 7.8 리드 펌프 절체를 통한 펌프 스테이징

리드 펌프 절체가 활성화되면 최대 2개의 펌프가 제어됩니다. 절체 명령 시 리드 펌프는 최소 주파수(f_{min})로 감속하고 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.

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 순환 문제가 사라집니다.

7.1.10 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 상태, 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 상태, 캐스케이드 컨트롤러의 상태를 나타냅니다. 표시창에는 캐스케이드 컨트롤러가 비활성화되었는지, 모든 펌프가 꺼졌는지, 비상 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.

7.1.11 고정 가변 속도 펌프 배선 다이어그램

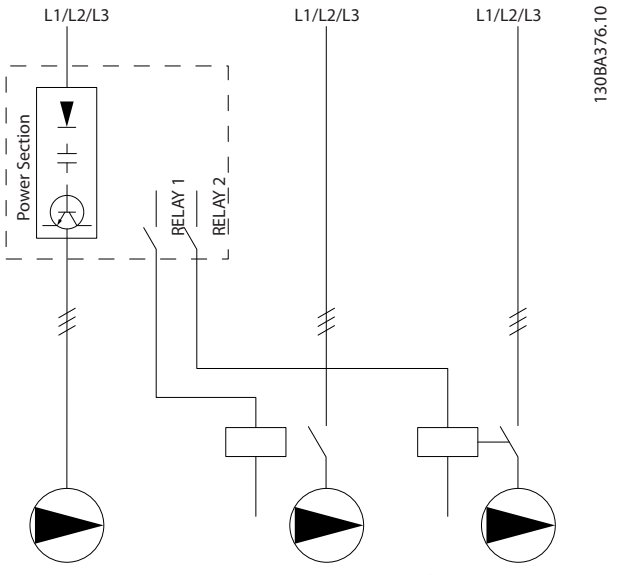


그림 7.9 고정 가변 속도 펌프 배선 다이어그램

7

7.1.12 리드 펌프 절체 배선 다이어그램

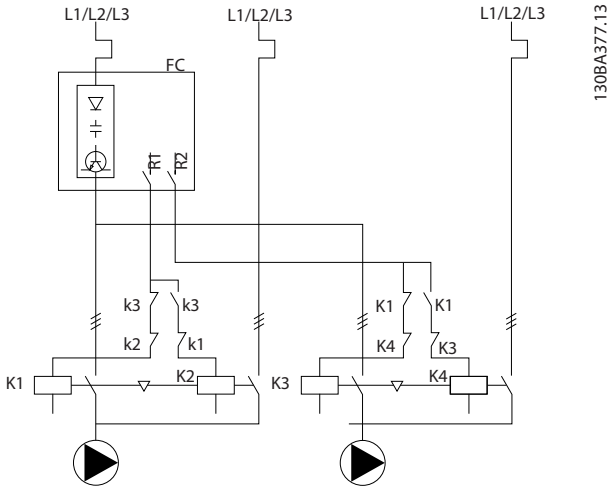


그림 7.10 리드 펌프 절체 배선 다이어그램

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 에주파수 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.

Danfoss A/S © 개정 06/2014 All rights reserved.

7.1.13 캐스케이드 컨트롤러 배선 다이어그램

배선 다이어그램은 가변 속도 펌프(리드) 1개와 고정 속도 펌프 2개로 내장된 기본형 캐스케이드 컨트롤러, 4-20 mA 트랜스미터 및 시스템 안전 인터록의 예를 보여줍니다.

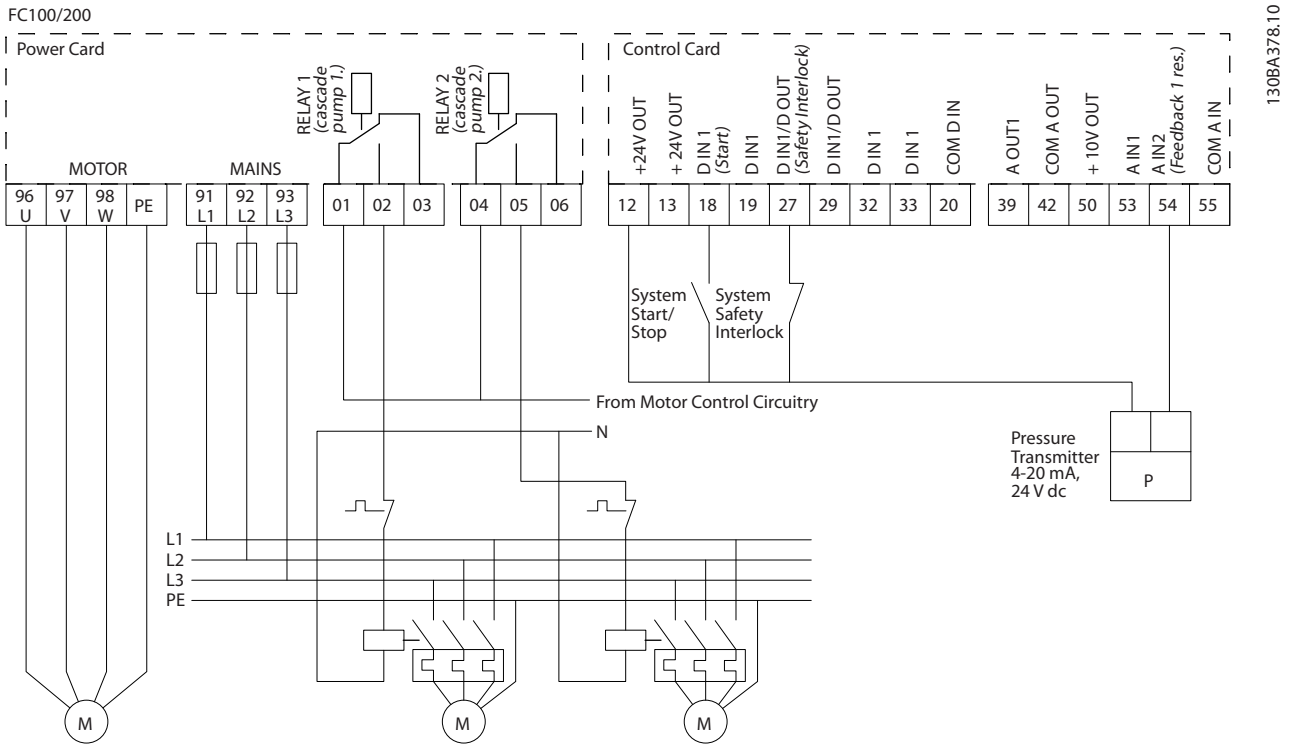


그림 7.11 캐스케이드 컨트롤러 배선 다이어그램

7.1.14 기동/정지 조건

5-1 디지털 입력*을 참조하십시오.

디지털 입력 명령	가변 속도 펌프(리드)	고정 속도 펌프(래그)
기동(시스템 기동/정지)	가속 (정지되고 필요한 경우)	스테이징 (정지되고 필요한 경우)
리드 펌프 기동	가속 (시스템 기동이 활성화된 경우)	영향 없음
코스팅(비상 정지)	코스팅 정지	차단 (해당 릴레이, 단자 27/29 및 42/45)
외부 인터록	코스팅 정지	차단(내장 릴레이의 전원이 차단됨)

표 7.1 디지털 입력에 할당된 명령

LCP 키	가변 속도 펌프(리드)	고정 속도 펌프(래그)
[Hand On]	가속 (정상 정지 명령으로 정지된 경우) 또는 계속 운전 (이미 구동 중인 경우)	디스테이징(구동 중인 경우)
[Off]	감속	디스테이징
[Auto On]	단자 또는 직렬 버스통신 캐스케이드 컨트롤러를 통한 명령에 따른 기동 및 정지(주파수 변환기가 "Auto ON" 모드일 때만 가능)	스테이징/디스테이징

표 7.2 LCP 키 기능

8 설치 및 셋업

8.1 설치 및 셋업

8.1.1 개요

RS-485는 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.

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.

8

주파수 변환기의 종단 스위치(S801)나 편조 종단 저항 네트워크를 이용하여 각 세그먼틀의 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 8.1 케이블 사양

RS-485 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 6.8.3 차폐 제어 케이블 접지*의 그림 참조.

마스터에 연결된 주파수 변환기가 두 대 이상인 경우 병렬로 연결합니다.

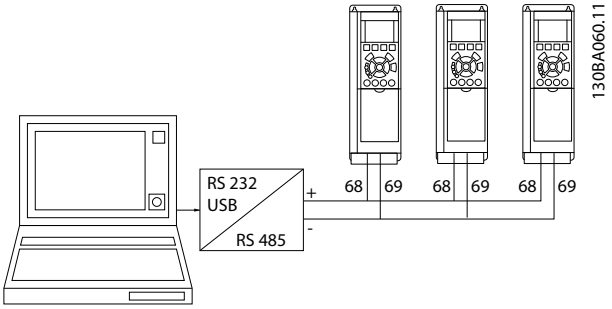


그림 8.1 병렬 연결

차폐선에서 전위 등화 전류가 발생하지 않도록 하려면 RC 링크를 통해 프레임에 연결된 단자 61을 통해 케이블 차폐선을 접지해야 합니다.

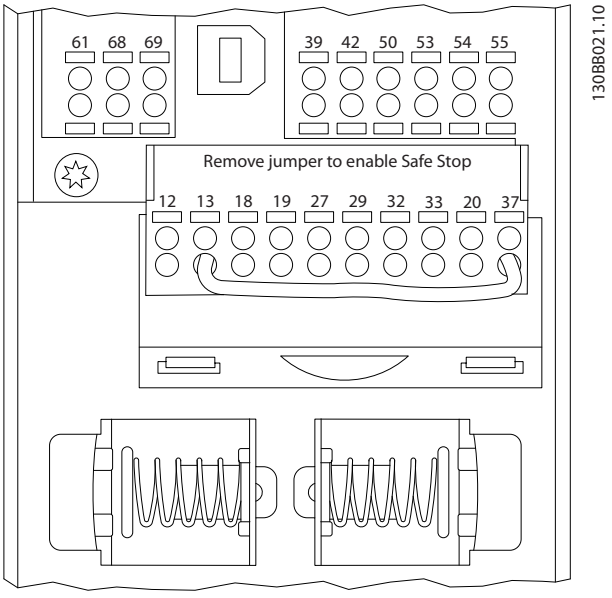


그림 8.2 제어카드 단자

8.1.2 주파수 변환기 하드웨어 셋업

주파수 변환기 주 제어반의 종단 딥 스위치를 사용하여 RS-485 버스통신을 종단합니다.

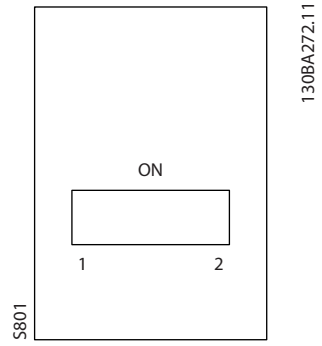


그림 8.3 종단 스위치 초기 설정

딥 스위치의 초기 설정은 꺼짐입니다.

8.1.3 Modbus 통신을 위한 주파수 변환기 파라미터 설정

다음 파라미터가 RS-485 인터페이스(FC 포트)에 적용됩니다:

파라미터	기능
8-30 프로토콜	RS-485 인터페이스에서 사용할 어플리케이션 프로토콜을 선택합니다.
8-31 주소	노드 주소를 설정합니다. 참고: 주소 범위는 *8-30 프로토콜*에서 선택한 프로토콜에 따라 다릅니다.
8-32 통신 속도	통신 속도를 설정합니다. 참고: 초기 통신 속도는 *8-30 프로토콜*에서 선택한 프로토콜에 따라 다릅니다.
8-33 패리티/정지 비트	패리티 및 정지 비트 개수를 설정합니다. 참고: 초기 선택 사항은 *8-30 프로토콜*에서 선택한 프로토콜에 따라 다릅니다.
8-35 최소 응답 지연	요청 수신에서 응답 전송까지의 최소 지연 시간을 지정합니다. 이 설정은 모뎀 송수신 지연을 극복하는데 사용할 수 있습니다.
8-36 최대 응답 지연	요청 전송에서 응답 수신까지의 최대 지연 시간을 지정합니다.
8-37 최대 특성간 지연	전송이 중단된 경우 타임아웃하기 위한 수신 바이트 간 최대 지연 시간을 지정합니다.

표 8.2 RS-485 인터페이스(FC 포트)에 적용되는 파라미터

8.1.4 EMC 주의사항

RS-485 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 RS-485 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 RS-485 케이블을 모터 케이블 및 제동 저항 케이블과 90° 수직으로 교차하게 해야 합니다.

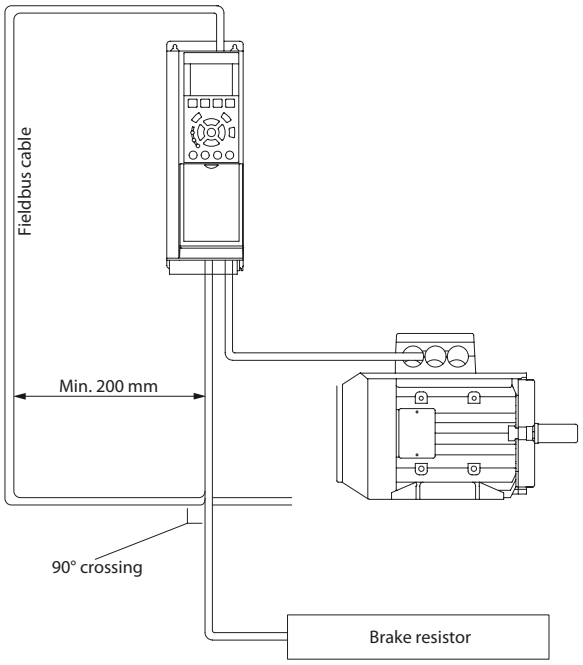


그림 8.4 케이블 배선

8

8.2 FC 프로토콜 개요

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

물리적 레이어는 RS-485이므로 RS-485 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

8

8.2.1 Modbus RTU가 있는 FC

FC 프로토콜은 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
- 활성 셋업 변경
- 주파수 변환기에 내장된 2개의 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.

8.3 네트워크 구성

8.3.1 주파수 변환기 셋업

주파수 변환기의 FC 프로토콜을 사용 가능하게 하려면 다음 파라미터를 설정합니다.

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

표 8.3 FC 프로토콜을 활성화하는 파라미터

8.4 FC 프로토콜 메시지 프레임 구조

8.4.1 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 "1"에서 설정됩니다. 패리티는 8 데이터 비트와 패리티 비트의 합에서 1의 개수가 동일할 때를 의미합니다. 하나의 정지 비트로 하나의 문자가 완성하므로 총 11비트로 구성됩니다.

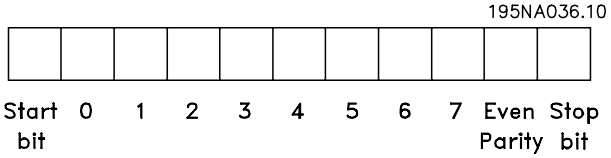


그림 8.5 문자 용량

8.4.2 텔레그램 구조

각 텔레그램에는 다음과 같은 구조가 있습니다.

1. 시작 문자(STX)=02 Hex
2. 텔레그램 길이(LGE)를 나타내는 바이트
3. 주파수 변환기 주소(ADR)를 나타내는 바이트

그 뒤에 텔레그램의 종류에 따라 가변 데이터 바이트가 붙습니다.

데이터 제어 바이트(BCC)로 텔레그램이 완성됩니다.

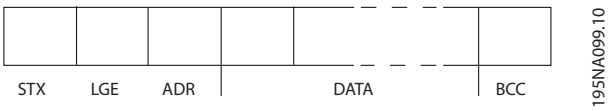


그림 8.6 텔레그램 구조

Danfoss A/S © 개정 06/2014 All rights reserved.

8.4.3 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 8.4 텔레그램 길이

[1)] 10은 고정 문자를 나타내고 뱁붎?(텍스트의 길이에 따른) 변수입니다.

8.4.4 주파수 변환기 주소(ADR)

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

1. 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

2. 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

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

8.4.5 데이터 제어 바이트(BCC)

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

 Danfoss A/S © 개정 06/2014 All rights reserved.

8.4.6 데이터 필드

데이터 블록의 구조는 텔레그램의 구조에 따라 다릅니다. 텔레그램의 종류에는 세 가지가 있으며 제어 텔레그램(마스터⇒종동) 및 응답 텔레그램(종동⇒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 종동으로)
- 상태 워드 및 현재 출력 주파수(종동에서 마스터로)

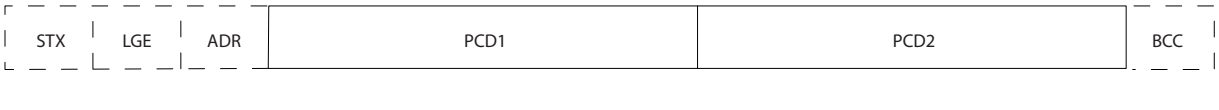


그림 8.7 공정 블록

8

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

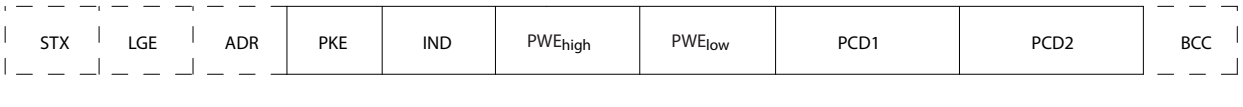


그림 8.8 파라미터 블록

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

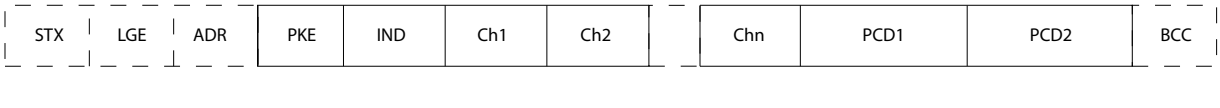


그림 8.9 텍스트 블록

 Danfoss A/S © 개정 06/2014 All rights reserved.

8.4.7 PKE 필드

PKE 필드에는 다음과 같이 2개의 하위 필드가 있습니다. 파라미터 명령 및 응답 AK, 파라미터 번호 PNU:

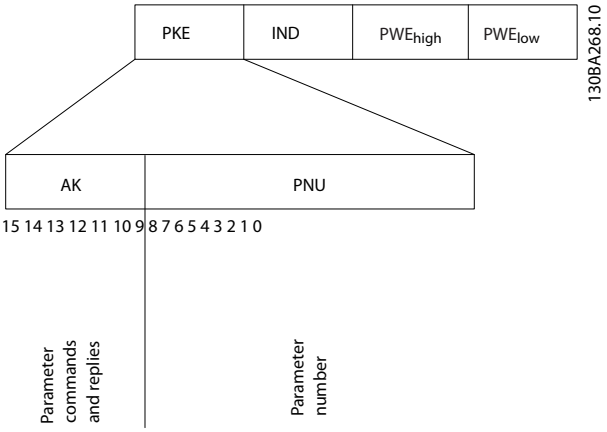


그림 8.10 PKE 필드

비트 번호 12-15는 마스터에서 종동으로 파라미터 명령을 전송하고 처리된 종동 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 8.5 파라미터 명령 마스터 ⇒ 종동

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 8.6 응답 종동⇒ 마스터

명령을 수행할 수 없는 경우에 종동은
*0111 명령을 수행할 수 없음*이라는 응답을 보내고
- 파라미터 값(PWE)에 다음 오류 보고를 전송합니다.

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 8.7 파라미터 값 오류 보고

8.4.8 파라미터 번호(PNU)

비트 번호 0-11은 파라미터 번호를 전송합니다. 관련 파라미터의 기능은 *장을 8.11.1 FC 프로필에 따른 제어 워드(8-10 제어 프로필 = FC 프로필)*의 파라미터 설명에서 확인할 수 있습니다.

8.4.9 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.

8.4.10 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 종동으로 보냅니다.

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

8

 Danfoss A/S © 개정 06/2014 All rights reserved.

*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 “4”여야 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 “5”여야 합니다.

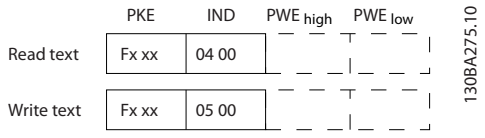


그림 8.11 PWE 블록을 통한 텍스트

8.4.11 주파수 변환기가 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 8.8 데이터 유형 및 설명

8.4.12 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

변환 지수	변환 인수
100	
75	
74	
67	
6	1000000
5	100000
4	10000
3	1000
2	100
1	10
0	1
-1	0.1
-2	0.01
-3	0.001
-4	0.0001
-5	0.00001
-6	0.000001
-7	0.0000001

표 8.9 변환표

8.4.13 프로세스 워드(PCD)

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

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

표 8.10 프로세스 워드(PCD)

Danfoss A/S © 개정 06/2014 All rights reserved.

8.5 예시

8.5.1 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 8.4.12 변환* 참조.

따라서 텔레그램은 다음과 같습니다:

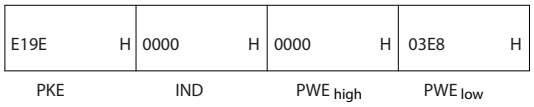


그림 8.12 EEPROM에 데이터 쓰기

주의 사항

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

종동에서 마스터로 전송되는 응답:

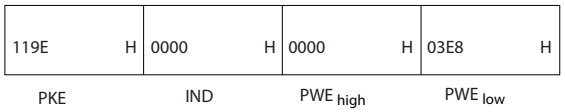


그림 8.13 종동으로부터의 응답

8.5.2 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

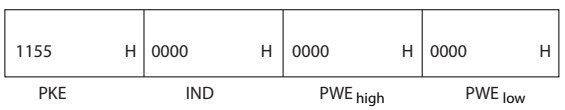


그림 8.14 파라미터 값

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

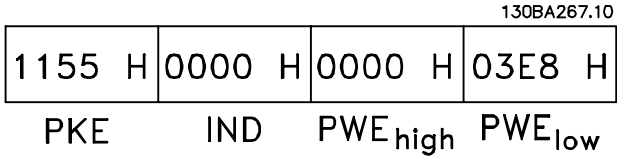


그림 8.15 종동으로부터의 응답

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.

8.6 Modbus RTU 개요

8.6.1 가정

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

8.6.2 사용자가 사전에 반드시 알고 있어야 할 사항

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

8.6.3 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.

8

 Danfoss A/S © 개정 06/2014 All rights reserved.

답신이 필요한 경우, 컨트롤러는 답신 메시지를 구성하고 전송합니다.
컨트롤러는 트랜잭션(쿼리라고 함)을 시작할 수 있는 마스터-종동 방식을 사용하여 통신합니다. 종동은 마스터에 요청된 데이터를 제공하거나 쿼리에 요청된 동작을 수행함으로써 응답합니다.
마스터는 개별 종동에 주소를 지정하거나 모든 종동에 브로드캐스트 메시지를 전달할 수 있습니다. 종동은 개별적으로 주소가 지정된 쿼리에 대한 응답을 돌려보냅니다. 마스터의 브로드캐스트 쿼리에는 응답이 돌아오지 않습니다. Modbus RTU 프로토콜은 장치(또는 브로드캐스트) 주소, 요청된 동작을 정의하는 기능 코드, 전송할 데이터 및 오류 검사 필드를 제공함으로써 마스터의 쿼리에 대한 형식을 규정합니다. 종동의 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 종동이 요청된 동작을 수행할 수 없는 경우에는 종동이 오류 메시지를 구성하고 이를 응답으로 전송하거나 타임아웃이 발생합니다.

8

8.6.4 Modbus RTU가 있는 주파수 변환기

주파수 변환기는 내장된 RS-485 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
- 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.

8.7 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 8.11 Modbus RTU 파라미터

8.8 Modbus RTU 메시지 프레임 구조

8.8.1 Modbus RTU가 있는 주파수 변환기

컨트롤러는 RTU (원격 단말 장치) 모드를 사용하여 Modbus 네트워크에서 통신하도록 셋업되며 메시지의 각 바이트에는 4비트 16진수 문자 2개가 포함되어 있습니다. 각 바이트의 형식은 *표 8.12*에서 보는 바와 같습니다.

시작 비트	데이터 바이트								정지/ 패리티	정지

표 8.12 각 바이트의 형식

코딩 시스템	8비트 이진수, 16진수 0-9, A-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)

 Danfoss A/S © 개정 06/2014 All rights reserved.

8.8.2 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 8.13*와 같습니다.

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

표 8.13 일반적인 Modbus RTU 메시지 구조

8.8.3 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(종동에서 응답 없음)이 발생합니다.

8.8.4 주소 필드

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

8.8.5 기능 필드

메시지 프레임의 기능 필드에는 8비트가 포함되어 있습니다. 유효한 코드는 1-FF의 범위 내에 있습니다. 기능 필드는 마스터와 종동 간의 메시지 전송에 사용됩니다. 마스터에서 종동 장치로 메시지가 전송될 때 기능 코드 필드는 어떤 종류의 동작을 수행하는지 종동에 알려줍니다. 종동이 마스터에 응답할 때 기능 코드 필드를 사용하여 (오류가 없는) 정상 응답인지 아니면 (예외 응답이라고 하는) 오류가 발생하는지 여부를 표시합니다. 정상 응답의 경우, 종동은 원래의 기능 코드를 그대로 돌려보냅니다. 예외 응답의 경우, 종동은 논리 1에 설정된 가장 큰 비트와 함께 원래의 기능 코드에 상당하는 코드를 돌려보냅니다. 또한 종동은 응답 메시지의 데이터 필드에 고유 코드를 배치합니다. 이는 발생한 오류 종류나 예외 이유를 마스터에 알려줍니다. 또한 *장을 8.8.10 Modbus RTU에서 지원하는 기능 코드* 및 *장을 8.8.11 Modbus 예외 코드*를 참조하십시오.

8.8.6 데이터 필드

데이터 필드는 16진수 00 ~ FF의 범위 내에 있는 2자리의 16진수 세트를 사용하여 구성됩니다. 이는 하나의 RTU 문자로 구성됩니다. 마스터에서 종동 장치로 전송된 메시지의 데이터 필드에는 종동이 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.

 Danfoss A/S © 개정 06/2014 All rights reserved.

8.8.7 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.

8.8.8 코일 레지스터 주소 지정

Modbus에서 모든 데이터는 코일과 고정 레지스터에 구성됩니다. 코일은 단일 비트를 갖고 있는 반면 고정 레지스터는 2바이트 워드(예: 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 필드에서 코일 0000으로 주소가 지정됩니다. 코일 127 십진수는 코일 007EHEX(126 십진수)로 주소가 지정됩니다.
고정 레지스터 40001은 메시지의 데이터 주소 필드에서 레지스터 0000으로 주소가 지정됩니다. 기능 코드 필드는 이미 '고정 레지스터' 동작을 지정합니다. 따라서 '4XXXX' 지령은 암묵적인 지령입니다. 고정 레지스터 40108은 레지스터 006BHEX(107 십진수)로 주소가 지정됩니다.

코일 번호	설명	신호 방향
1-16	주파수 변환기 제어 워드	마스터 ⇒ 종동
17-32	주파수 변환기 속도 또는 설정포인트 지령 범위 0x0 - 0xFFFF (-200% ... ~200%)	마스터 ⇒ 종동
33-48	주파수 변환기 상태 워드(*표 8.16* 참조)	종동 ⇒ 마스터
49-64	개회로 모드: 주파수 변환기 출력 주파수 폐회로 모드: 주파수 변환기 피드백 신호	종동 ⇒ 마스터
65	파라미터 쓰기 제어(마스터 ⇒ 종동)	마스터 ⇒ 종동
	0 = 파라미터 변경사항은 주파수 변환기의 RAM에 씌여집니다.	
	1 = 파라미터 변경사항은 주파수 변환기의 RAM 및 EEPROM에 씌여집니다.	
66-65536	예비	

표 8.14 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 8.15 주파수 변환기 제어 워드(FC 프로필)

Danfoss A/S © 개정 06/2014 All rights reserved.

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 이탈	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 8.16 주파수 변환기 상태 워드(FC 프로필)

레지스터 번호	설명
00001-00006	예비
00007	FC 데이터 개체 인터페이스의 마지막 오류 코드
00008	예비
00009	파라미터 색인*
00010-00990	000 파라미터 그룹 (파라미터 001 - 099)
01000-01990	100 파라미터 그룹 (파라미터 100 - 199)
02000-02990	200 파라미터 그룹 (파라미터 200 - 299)
03000-03990	300 파라미터 그룹 (파라미터 300 - 399)
04000-04990	400 파라미터 그룹 (파라미터 400 - 499)
...	...
49000-49990	4900 파라미터 그룹 (파라미터 4900 - 4999)
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 8.17 고정 레지스터

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

8.8.9 주파수 변환기 제어 방법

이 섹션에서는 Modbus RTU 메시지의 기능과 데이터 필드에서 사용할 수 있는 코드를 설명합니다.

8.8.10 Modbus RTU에서 지원하는 기능 코드

Modbus RTU는 메시지의 기능 필드에서 다음과 같은 기능 코드의 사용을 지원합니다.

기능	기능 코드
코일 읽기	1 Hex
고정 레지스터 읽기	3 Hex
단일 코일 쓰기	5 Hex
단일 레지스터 쓰기	6 Hex
다중 코일 쓰기	F Hex
다중 레지스터 쓰기	10 Hex
통신 이벤트 카운터 얻기	B Hex
보고서 종동 ID	11 Hex

표 8.18 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	버스통신 예외 오류 카운트로 돌아가기
		14	종동 메시지 카운트로 돌아가기

표 8.19 기능 코드

8

Danfoss A/S © 개정 06/2014 All rights reserved.

8.8.11 Modbus 예외 코드

예외 코드 응답 구조에 관한 전체 설명은 *장을 8.8.5 기능 필드*를 참조하십시오.

코드	이름	의미
1	잘못된 기능	쿼리에 수신된 기능 코드가 서버 (또는 종동)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 종동)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.
2	잘못된 데이터 주소	쿼리에 수신된 데이터 주소가 서버 (또는 종동)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 종동)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	종동 장치 실패	서버 (또는 종동)가 요청한 동작의 수행을 시도하는 도중에 복구할 수 없는 오류가 발생한 경우입니다.

표 8.20 Modbus 예외 코드

8.9 파라미터 액세스 방법

8.9.1 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 13.52%로 설정되어 있음을 의미합니다.

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

파라미터, 용량 및 변환 지수에 관한 정보는 제품 관련 프로그래밍 지침서를 참조하십시오.

8.9.2 데이터 보관

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

8.9.3 IND

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.

8.9.4 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.

8.9.5 변환 인수

각 파라미터의 다른 속성은 초기 설정 편에서 볼 수 있습니다. 파라미터 값은 정수로만 전송될 수 있기 때문에 변환 인수는 십진수를 전송하는 데만 사용되어야 합니다.

8.9.6 파라미터 값

표준 데이터 유형
표준 데이터 유형에는 int16, int32, uint8, uint16 및 uint32가 있습니다. 이들은 4x 레지스터(40001–4FFFF)로 저장됩니다. 기능 03HEX "고정 레지스터 판독"을 사용하여 파라미터를 판독합니다. 파라미터는 1 레지스터(16비트)를 위한 6HEX "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 03HEX "고정 레지스터 판독" 기능을 사용하여 판독되며 10HEX "다중 레지스터 프리셋" 기능을 사용하여 기록됩니다. 판독 가능한 길이는 레지스터 1개(문자 2개)부터 최대 레지스터 10개(문자 20개)까지입니다.

8.10 예시

다음의 예는 다양한 Modbus RTU 명령을 보여줍니다.

8.10.1 코일 상태 읽기(01 HEX)

설명
이 기능은 주파수 변환기에 있는 개별 출력(코일)의 켜짐/꺼짐 상태를 읽습니다. 브로드캐스트는 읽기가 지원되지 않습니다.

쿼리
쿼리 메시지는 시작 코일과 읽을 코일의 수량을 지정합니다. 코일 주소는 0부터 시작합니다. 다시 말해, 코일 33은 32로 주소가 지정됩니다.

종동 장치 01에서 코일 33-48(상태 워드)을 읽기 위한 요청의 예.

필드 이름	예(HEX)
종동 주소	01(주파수 변환기 주소)
기능	01(코일 읽기)
시작 주소 HI	00
시작 주소 LO	20 (32 십진수) 코일 33
지점 수 HI	00
지점 수 LO	10 (16 십진수)
오류 검사(CRC)	-

표 8.21 쿼리

응답
응답 메시지의 코일 상태는 데이터 필드의 비트당 하나의 코일로 구성됩니다. 상태는 다음과 같이 나타납니다. 1=켜짐; 0=꺼짐. 첫 번째 데이터 바이트의 LSB에는 쿼리에서 주소가 지정된 코일이 포함되어 있습니다. 다른 코일은 이 바이트의 높은 순서 방향으로 따르며 다음 바이트에서는 '낮은 순서에서 높은 순서로' 따릅니다. 돌아온 코일 수량이 8의 배수가 아닌 경우, 마지막 데이터 바이트의 나머지 비트는 0(바이트의 높은 순서 방향)으로 채워집니다. 바이트 카운트 필드는 데이터의 완료 바이트 개수를 지정합니다.

필드 이름	예(HEX)
종동 주소	01(주파수 변환기 주소)
기능	01(코일 읽기)
바이트 카운트	02(데이터의 2바이트)
데이터(코일 40-33)	07
데이터(코일 48-41)	06 (STW=0607hex)
오류 검사(CRC)	-

표 8.22 응답

주의 사항

코일과 레지스터는 Modbus에서 -1의 오프셋과 함께 암묵적으로 주소가 지정됩니다.
예를 들어, 코일 33은 코일 32로 주소가 지정됩니다.

8.10.2 단일 코일 강제/쓰기(05 HEX)

설명
이 기능은 코일을 강제로 켜거나 끕니다. 브로드캐스트의 경우 이 기능은 연결된 모든 종동에 동일한 코일 지령을 강제합니다.

쿼리
쿼리 메시지는 강제할 코일 65(파라미터 쓰기 제어)를 지정합니다. 코일 주소는 0부터 시작합니다. 다시 말해, 코일 65는 64로 주소가 지정됩니다. 데이터 강제=00 00HEX(꺼짐) 또는 FF 00HEX(켜짐).

필드 이름	예(HEX)
종동 주소	01 (주파수 변환기 주소)
기능	05(단일 코일 쓰기)
코일 주소 HI	00
코일 주소 LO	40 (64 십진수) 코일 65
데이터 강제 HI	FF
데이터 강제 LO	00(FF 00=켜짐)
오류 검사(CRC)	-

표 8.23 쿼리

 Danfoss A/S © 개정 06/2014 All rights reserved.

응답
정상 응답은 쿼리와 동일하며 코일 상태가 강제된 후에 돌아옵니다.

필드 이름	예(HEX)
종동 주소	01
기능	05
데이터 강제 HI	FF
데이터 강제 LO	00
코일 수량 HI	00
코일 수량 LO	01
오류 검사(CRC)	-

표 8.24 응답

8.10.3 다중 코일 강제/쓰기(0F HEX)

설명
이 기능은 켜짐 또는 꺼짐으로 코일 집합의 각 코일을 강제합니다. 브로드캐스트의 경우 이 기능은 연결된 모든 종동에 동일한 코일 지령을 강제합니다.

쿼리
쿼리 메시지는 강제할 코일 17 ~ 32(속도 설정포인트)를 지정합니다.

필드 이름	예(HEX)
종동 주소	01(주파수 변환기 주소)
기능	0F(다중 코일 쓰기)
코일 주소 HI	00
코일 주소 LO	10(코일 주소 17)
코일 수량 HI	00
코일 수량 LO	10 (코일 16개)
바이트 카운트	02
데이터 강제 HI (코일 8-1)	20
데이터 강제 LO (코일 16-9)	00 (지령=2000 hex)
오류 검사(CRC)	-

표 8.25 쿼리

응답
정상 응답은 종동 주소, 기능 코드, 시작 주소 및 강제된 코일 수량을 돌려보냅니다.

필드 이름	예(HEX)
종동 주소	01(주파수 변환기 주소)
기능	0F(다중 코일 쓰기)
코일 주소 HI	00
코일 주소 LO	10(코일 주소 17)
코일 수량 HI	00
코일 수량 LO	10 (코일 16개)
오류 검사(CRC)	-

표 8.26 응답

8.10.4 고정 레지스터 읽기(03 HEX)

설명
이 기능은 종동에 있는 고정 레지스터의 내용을 읽습니다.

쿼리
쿼리 메시지는 시작 레지스터와 읽을 레지스터 수량을 지정합니다. 레지스터 주소는 0부터 시작합니다. 예를 들어, 레지스터 1-4는 0-3으로 주소가 지정됩니다.

필드 이름	예(HEX)
슬레이브 주소	01
기능	03(고정 레지스터 읽기)
시작 주소 HI	0B (레지스터 주소 3029)
시작 주소 LO	D5 (레지스터 주소 3029)
지점 수 HI	00
지점 수 LO	02 - (파라미터 3-03은 32비트 길이, 즉 레지스터 2개입니다).
오류 검사(CRC)	-

표 8.27 예: *3-03 최대 지령* 읽기, 레지스터 03030

응답
응답 메시지의 레지스터 데이터는 각 바이트 내에 올바르게 정의된 이진수 내용과 함께 레지스터당 바이트 2개로 구성됩니다. 각 레지스터의 경우, 첫 번째 바이트에 높은 순서 비트가 포함되고 두 번째 바이트에 낮은 순서 비트가 포함됩니다.

필드 이름	예(HEX)
슬레이브 주소	01
기능	03
바이트 카운트	04
데이터 HI (레지스터 3030)	00
데이터 LO (레지스터 3030)	16
데이터 HI (레지스터 3031)	E3
데이터 LO (레지스터 3031)	60
오류 검사 (CRC)	-

표 8.28 예: Hex 0016E360=1.500.000=1500 RPM

Danfoss A/S © 개정 06/2014 All rights reserved.

8.10.5 프리셋 단일 레지스터(06 HEX)

설명
이 기능은 단일 고정 레지스터에 값을 사전 설정합니다.

쿼리
쿼리 메시지는 사전 설정할 레지스터 지령을 지정합니다. 레지스터 주소는 0부터 시작합니다. 다시 말해, 레지스터 1은 0으로 주소가 지정됩니다.

예: *1-00 Configuration Mode*에 쓰기, 레지스터 1000.

필드 이름	예(HEX)
종동 주소	01
기능	06
레지스터 주소 HI	03 (레지스터 주소 999)
레지스터 주소 LO	E7 (레지스터 주소 999)
데이터 프리셋 HI	00
데이터 프리셋 LO	01
오류 검사(CRC)	-

표 8.29 쿼리

응답
정상 응답은 쿼리와 동일하며 레지스터 내용이 통과된 후에 돌아옵니다.

필드 이름	예(HEX)
종동 주소	01
기능	06
레지스터 주소 HI	03
레지스터 주소 LO	E7
데이터 프리셋 HI	00
데이터 프리셋 LO	01
오류 검사(CRC)	-

표 8.30 응답

8.10.6 다중 레지스터 프리셋(10 HEX)

설명
이 기능은 일련의 고정 레지스터에 값을 사전 설정합니다.

쿼리
쿼리 메시지는 사전 설정한 레지스터 지령을 지정합니다. 레지스터 주소는 0부터 시작합니다. 예를 들어, 레지스터 1은 0으로 주소가 지정됩니다. 레지스터 2개를 사전 설정하는 요청의 예(파라미터 1-24 = 738 (7.38 A) 설정)

필드 이름	예(HEX)
슬레이브 주소	01
기능	10
시작 주소 HI	04
시작 주소 LO	D7
레지스터 개수 HI	00
레지스터 개수 LO	02
바이트 카운트	04
데이터 쓰기 HI (레지스터 4: 1049)	00
데이터 쓰기 LO (레지스터 4: 1049)	00
데이터 쓰기 HI (레지스터 4: 1050)	02
데이터 쓰기 LO (레지스터 4: 1050)	E2
오류 검사(CRC)	-

표 8.31 쿼리

응답
정상 응답은 슬레이브 주소, 기능 코드, 시작 주소 및 사전 설정할 레지스터 수량을 돌려보냅니다.

필드 이름	예(HEX)
슬레이브 주소	01
기능	10
시작 주소 HI	04
시작 주소 LO	D7
레지스터 개수 HI	00
레지스터 개수 LO	02
오류 검사(CRC)	-

표 8.32 응답

 Danfoss A/S © 개정 06/2014 All rights reserved.

8.11 댄포스 FC 제어 프로필

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

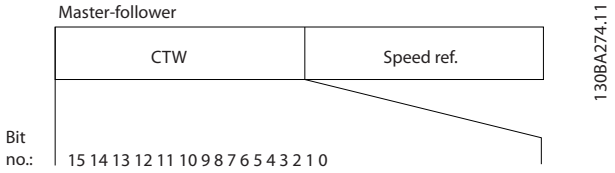


그림 8.16 제어 워드

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 8.33 제어 워드 비트

제어 비트 설명

비트 00/01
비트 00과 01은 *표 8.34*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 8.34 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 = '0'일 때 직류 제동 및 정지됩니다. *2-01 직류 제동 전류*과 *2-02 직류 제동 시간*에서 제동 전류 및 시간을 설정합니다. 비트 02 = '1'일 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, 즉, 논리 '0'에서 논리 '1'로 변경할 때 리셋이 활성화됩니다.

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

Danfoss A/S © 개정 06/2014 All rights reserved.

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 8.35*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 8.35 4개의 메뉴 셋업

이 기능은 *0-10 셋업 활성화*에서 *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 통신이나 논리 OR 또는 논리 AND가 선택되었을 경우에만 비트 15가 역회전됩니다.

8.11.2 FC 프로필에 따른 상태 워드 (STW) (*8-10 제어 프로필* = FC 프로필)

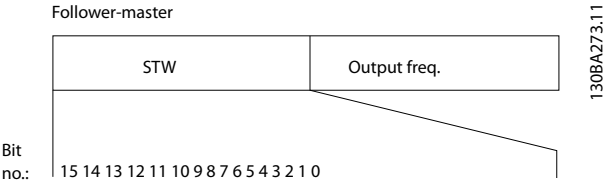


그림 8.17 상태 워드

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	동작 안함	운전 중
12	인버터 정상	정지, 자동 기동
13	전압 정상	전압 초과
14	토오크 정상	토오크 초과
15	타이머 정상	타이머 초과

표 8.36 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.

 Danfoss A/S © 개정 06/2014 All rights reserved.

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 유닛* 또는 *현장 제어*가 선택되어 있을 경우에 활성화됩니다. 직렬 통신을 통해 제어할 수 없습니다. 비트 09 = '1': 필드 버스 또는 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 초과합니다.

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

8.11.3 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.

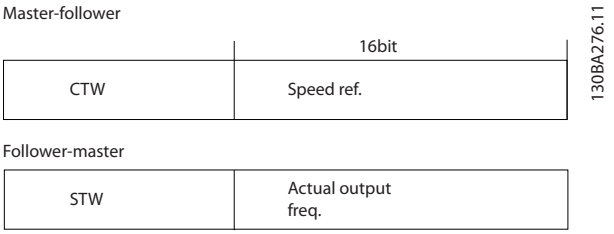


그림 8.18 실제 출력 주파수(MAV)

지령과 MAV는 다음과 같이 범위가 설정됩니다:

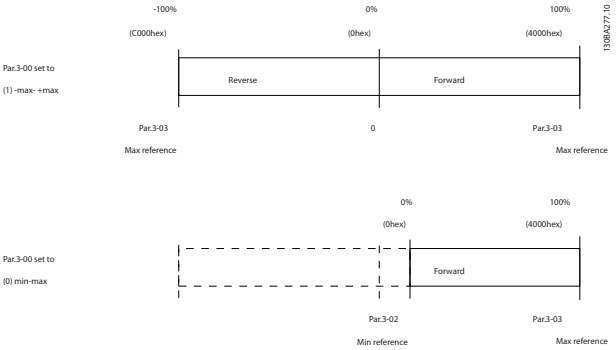


그림 8.19 지령 및 MAV

9 일반사양 및 고장수리

9.1 주전원 공급표

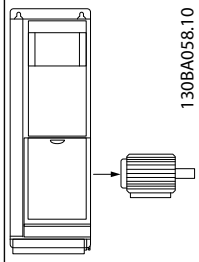
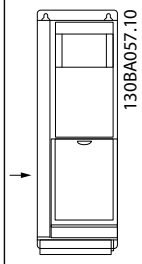
주전원 공급 3x200-240V AC - 1분간 정상 과부하 110%						
주파수 변환기 **대표적 축 출력 [kW]**		**P1K1** **1.1**	**P1K5** **1.5**	**P2K2** **2.2**	**P3K0** **3**	**P3K7** **3.7**
IP20/섀시 (A2+ A3은 변환 키트를 사용하여 IP21로 변환할 수 있습니다)		A2	A2	A2	A3	A3
IP55/NEMA 12		A4/A5	A4/A5	A4/A5	A5	A5
IP66/NEMA 12		A5	A5	A5	A5	A5
대표적 축 출력 [HP](208V 기준)		1.5	2.0	2.9	4.0	4.9
출력 전류						
	지속적 (3x200-240V) [A]	6.6	7.5	10.6	12.5	16.7
	단속적 (3x200-240V) [A]	7.3	8.3	11.7	13.8	18.4
	지속적 kVA (208V AC) [kVA]	2.38	2.70	3.82	4.50	6.00
	최대 케이블 용량:					
	(주전원, 모터, 제동장치) [mm²/AWG][2)]	4/10				
최대 입력 전류						
	지속적 (3x200-240V) [A]	5.9	6.8	9.5	11.3	15.0
	단속적 (3x200-240V) [A]	6.5	7.5	10.5	12.4	16.5
	최대 전단 퓨즈[1)] [A]	20	20	20	32	32
	환경					
	정격 최대 부하 시 추정 전력 손실 [W][4)]	63	82	116	155	185
	중량 외함 IP20 [kg]	4.9	4.9	4.9	6.6	6.6
	중량 외함 IP21 [kg]	5.5	5.5	5.5	7.5	7.5
	중량 외함 IP55 [kg]	9.7/13.5	9.7/13.5	9.7/13.5	13.5	13.5
	중량 외함 IP66 [kg]	9.7/13.5	9.7/13.5	9.7/13.5	13.5	13.5
	효율 [3)]	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96

표 9.1 주전원 공급 3x200-240V AC

9

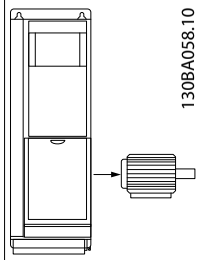
주전원 공급 3x200-240V AC - 1분간 정상 과부하 110%										
IP20/섀시 (B3+4 및 C3+4는 변환 키트를 사용하여 IP21로 변환할 수 있습니다)		B3	B3	B3	B4	B4	C3	C3	C4	C4
IP21/NEMA 1		B1	B1	B1	B2	C1	C1	C1	C2	C2
IP55/NEMA 12		B1	B1	B1	B2	C1	C1	C1	C2	C2
IP66/NEMA 12		B1	B1	B1	B2	C1	C1	C1	C2	C2
대표적 축 출력 [kW]		P5K5 5.5	P7K5 7.5	P11K 11	P15K 15	P18K 18.5	P22K 22	P30K 30	P37K 37	P45K 45
대표적 축 출력 [HP](208V 기준)		7.5	10	15	20	25	30	40	50	60
출력 전류										
	지속적 (3x200-240V) [A]	24.2	30.8	46.2	59.4	74.8	88.0	115	143	170
		16/6			35/2	35/2			70/3/0	185/ kcmil350
	지속적 (3x200-240V) [A]	22.0	28.0	42.0	54.0	68.0	80.0	104.0	130.0	154.0
	단속적 (3x200-240V) [A]	24.2	30.8	46.2	59.4	74.8	88.0	114.0	143.0	169.0
	최대 전단 퓨즈[1] [A]	63	63	63	80	125	125	160	200	250
	주변환경:									
	정격 최대 부하 시 추정 전력 손실 [W][4]	269	310	447	602	737	845	1140	1353	1636
	중량 외함 IP20 [kg]	12	12	12	23.5	23.5	35	35	50	50
	중량 외함 IP21 [kg]	23	23	23	27	45	45	45	65	65
	중량 외함 IP55 [kg]	23	23	23	27	45	45	45	65	65
	중량 외함 IP66 [kg]	23	23	23	27	45	45	45	65	65
	효율 [3]	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.97	0.97	0.97	0.97
	단속적 (3x200-240V) [A]	26.6	33.9	50.8	65.3	82.3	96.8	127	157	187
	지속적 kVA (208V AC) [kVA]	8.7	11.1	16.6	21.4	26.9	31.7	41.4	51.5	61.2
	최대 케이블 용량:									
	(주전원, 모터, 제동장치) [mm^2/AWG][2]	10/7			35/2	50/1/0 (B4=35/2)			95/4/0	120/250 MCM

표 9.2 주전원 공급 3x200-240V AC

Danfoss A/S © 개정 06/2014 All rights reserved.

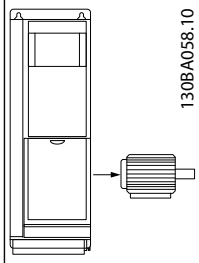
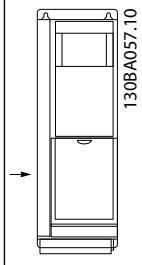
주전원 공급 3x380-480V AC - 1분간 정상 과부하 110%								
주파수 변환기		**P1K1**	**P1K5**	**P2K2**	**P3K0**	**P4K0**	**P5K5**	**P7K5**
대표적 축 출력 [kW]		**1.1**	**1.5**	**2.2**	**3**	**4**	**5.5**	**7.5**
대표적 축 출력 [hp](460V 기준)		1.5	2.0	2.9	4.0	5.0	7.5	10
IP20/새시 (A2+A3은 변환 키트를 사용하여 IP21로 변환할 수 있습니다)		A2	A2	A2	A2	A2	A3	A3
IP55/NEMA 12		A4/A5	A4/A5	A4/A5	A4/A5	A4/A5	A5	A5
IP66/NEMA 12		A4/A5	A4/A5	A4/A5	A4/A5	A4/A5	A5	A5
출력 전류								
	지속적 (3x380-440V) [A]	3	4.1	5.6	7.2	10	13	16
	단속적 (3x380-440V) [A]	3.3	4.5	6.2	7.9	11	14.3	17.6
	지속적(3x441-480V) [A]	2.7	3.4	4.8	6.3	8.2	11	14.5
	단속적(3x441-480V) [A]	3.0	3.7	5.3	6.9	9.0	12.1	15.4
	지속적 kVA (400V AC) [kVA]	2.1	2.8	3.9	5.0	6.9	9.0	11.0
	지속적 kVA (460V AC) [kVA]	2.4	2.7	3.8	5.0	6.5	8.8	11.6
	최대 케이블 용량							
	(주전원, 모터, 제동장치) [[mm^2/AWG][2)]	4/10						
최대 입력 전류								
	지속적 (3x380-440V) [A]	2.7	3.7	5.0	6.5	9.0	11.7	14.4
	단속적 (3x380-440V) [A]	3.0	4.1	5.5	7.2	9.9	12.9	15.8
	지속적 (3x441-480V) [A]	2.7	3.1	4.3	5.7	7.4	9.9	13.0
	단속적 (3x441-480V) [A]	3.0	3.4	4.7	6.3	8.1	10.9	14.3
	최대 전단 퓨즈[1)] [A]	10	10	20	20	20	32	32
	환경							
	정격 최대 부하 시 추정 전력 손실 [W][4)]	58	62	88	116	124	187	255
	중량 외함 IP20 [kg]	4.8	4.9	4.9	4.9	4.9	6.6	6.6
	중량 외함 IP21 [kg]							
	중량 외함 IP55 [kg]	9.7/13.5	9.7/13.5	9.7/13.5	9.7/13.5	9.7/13.5	14.2	14.2
	중량 외함 IP66 [kg]	9.7/13.5	9.7/13.5	9.7/13.5	9.7/13.5	9.7/13.5	14.2	14.2
	효율[3)]	0.96	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97

표 9.3 주전원 공급 3x380-480V AC

9

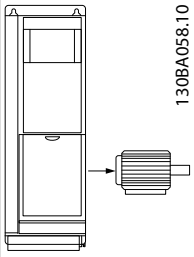
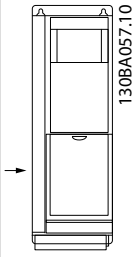
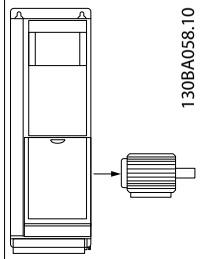
주전원 공급 3x380-480V AC - 1분간 정상 과부하 110%											
주파수 변환기		**P11K**	**P15K**	**P18K**	**P22K**	**P30K**	**P37K**	**P45K**	**P55K**	**P75K**	**P90K**
대표적 축 출력 [kW]		**11**	**15**	**18.5**	**22**	**30**	**37**	**45**	**55**	**75**	**90**
대표적 축 출력 [hp](460V 기준)		15	20	25	30	40	50	60	75	100	125
IP20/새시 (변환 키트를 사용하여 B3+4 및 C3+4를 IP21로 변환할 수 있습니다(댄포스에 문의하십시오).		B3	B3	B3	B4	B4	B4	C3	C3	C4	C4
IP21/NEMA 1		B1	B1	B1	B2	B2	C1	C1	C1	C2	C2
IP55/NEMA 12		B1	B1	B1	B2	B2	C1	C1	C1	C2	C2
IP66/NEMA 12		B1	B1	B1	B2	B2	C1	C1	C1	C2	C2
출력 전류											
	지속적(3x380-439 V) [A]	24	32	37.5	44	61	73	90	106	147	177
	단속적(3x380-439 V) [A]	26.4	35.2	41.3	48.4	67.1	80.3	99	117	162	195
	지속적(3x440-480 V) [A]	21	27	34	40	52	65	80	105	130	160
	단속적(3x440-480 V) [A]	23.1	29.7	37.4	44	61.6	71.5	88	116	143	176
	지속적 kVA (400V AC) [kVA]	16.6	22.2	26	30.5	42.3	50.6	62.4	73.4	102	123
	지속적 kVA (460V AC) [kVA]	16.7	21.5	27.1	31.9	41.4	51.8	63.7	83.7	104	128
	최대 케이블 용량										
	(주전원, 모터, 제동장치) [[mm²/ AWG][2)]	10/7			35/2		50/1/0 (B4=35/2)			95/ 4/0	120/ MCM 250
	주전원 차단 스위치가 포함된 경우	16/6					35/2	35/2		70/3/0	185/ kcmil 350
최대 입력 전류											
	지속적(3x380-439 V) [A]	22	29	34	40	55	66	82	96	133	161
	단속적(3x380-439 V) [A]	24.2	31.9	37.4	44	60.5	72.6	90.2	106	146	177
	지속적(3x440-480 V) [A]	19	25	31	36	47	59	73	95	118	145
	단속적(3x440-480 V) [A]	20.9	27.5	34.1	39.6	51.7	64.9	80.3	105	130	160
	최대 전단 퓨즈[1)] [A]	63	63	63	63	80	100	125	160	250	250
	환경										
	정격 최대 부하 시 추정 전력 손실 [W][4)]	278	392	465	525	698	739	843	1083	1384	1474
	중량 외함 IP20 [kg]	12	12	12	23.5	23.5	23.5	35	35	50	50
	중량 외함 IP21 [kg]	23	23	23	27	27	45	45	45	65	65
	중량 외함 IP55 [kg]	23	23	23	27	27	45	45	45	65	65
	중량 외함 IP66 [kg]	23	23	23	27	27	45	45	45	65	65
	효율[3)]	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.99

표 9.4 주전원 공급 3x380-480V AC

주전원 공급 3x525 - 600V AC 1분간 정상 과부하 110%																			
용량		**P1K1**	**P1K5**	**P2K2**	**P3K0**	**P3K7**	**P4K0**	**P5K5**	**P7K5**	**P11K**	**P15K**	**P18K**	**P22K**	**P30K**	**P37K**	**P45K**	**P55K**	**P75K**	**P90K**
대표적 축 출력 [kW]		1.1	1.5	2.2	3	3.7	4	5.5	7.5	11	15	18.5	22	30	37	45	55	75	90
IP20 / 섀시		A3	A3	A3	A3	A2	A3	A3	A3	B3	B3	B3	B4	B4	B4	C3	C3	C4	C4
IP21 / NEMA 1		A3	A3	A3	A3	A2	A3	A3	A3	B1	B1	B1	B2	B2	C1	C1	C1	C2	C2
IP55 / NEMA 12		A5	A5	A5	A5	A5	A5	A5	A5	B1	B1	B1	B2	B2	C1	C1	C1	C2	C2
IP66 / NEMA 12		A5	A5	A5	A5	A5	A5	A5	A5	B1	B1	B1	B2	B2	C1	C1	C1	C2	C2
출력 전류																			
	지속적 (3x525-550 V) [A]	2.6	2.9	4.1	5.2	-	6.4	9.5	11.5	19	23	28	36	43	54	65	87	105	137
	단속적 (3x525-550 V) [A]	2.9	3.2	4.5	5.7	-	7.0	10.5	12.7	21	25	31	40	47	59	72	96	116	151
	지속적 (3x525-600 V) [A]	2.4	2.7	3.9	4.9	-	6.1	9.0	11.0	18	22	27	34	41	52	62	83	100	131
	단속적 (3x525-600 V) [A]	2.6	3.0	4.3	5.4	-	6.7	9.9	12.1	20	24	30	37	45	57	68	91	110	144
	지속적 kVA (525V AC) [kVA]	2.5	2.8	3.9	5.0	-	6.1	9.0	11.0	18.1	21.9	26.7	34.3	41	51.4	61.9	82.9	100	130.5
	지속적 kVA (575V AC) [kVA]	2.4	2.7	3.9	4.9	-	6.1	9.0	11.0	17.9	21.9	26.9	33.9	40.8	51.8	61.7	82.7	99.6	130.5
	최대 케이블 용량, IP21/55/66 (주전원, 모터, 제동 장치) [mm^2]/[AWG][2)]	4/ 10								10/ 7			25/ 4		50/ 1/0			95/ 4/0	120/MCM 250
	최대 케이블 용량, IP20 (주전원, 모터, 제동 장치) [mm^2]/[AWG][2)]	4/ 10								16/ 6			35/ 2		50/ 1/0			95/ 4/0	150/MCM 250 [5)]
	주전원 차단 스위치가 포함된 경우:	4/10								16/6					35/2			70/3/0	185/ kcmil 350

MG11BC39 Danfoss A/S © 개정 06/2014 All rights reserved.

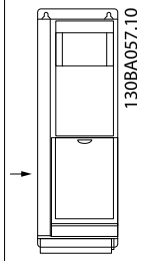
주전원 공급 3x525-600V AC 1분간 정상 과부하 110% - 계속																			
용량:		P1K1	P1K5	P2K2	P3K0	P3K7	P4K0	P5K5	P7K5	P11K	P15K	P18K	P22K	P30K	P37K	P45K	P55K	P75K	P90K
최대 입력 전류																			
	지속적 (3x525-600 V) [A]	2.4	2.7	4.1	5.2	-	5.8	8.6	10.4	17.2	20.9	25.4	32.7	39	49	59	78.9	95.3	124.3
	단속적 (3x525-600 V) [A]	2.7	3.0	4.5	5.7	-	6.4	9.5	11.5	19	23	28	36	43	54	65	87	105	137
	최대 전단 퓨즈[1] [A]	10	10	20	20	-	20	32	32	63	63	63	63	80	100	125	160	250	250
	주변환경:																		
	정격 최대 부하 시 추정 전력 손실 [W][4]	50	65	92	122	-	145	195	261	300	400	475	525	700	750	850	1100	1400	1500
	중량, 외함 IP20 [kg]	6.5	6.5	6.5	6.5	-	6.5	6.6	6.6	12	12	12	23.5	23.5	23.5	35	35	50	50
	중량, 외함 IP21/55 [kg]	13.5	13.5	13.5	13.5	13.5	13.5	14.2	14.2	23	23	23	27	27	27	45	45	65	65
	효율[4]	0.97	0.97	0.97	0.97	-	0.97	0.97	0.97	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98

표 9.5 [5] 제동 및 부하 공유 95/ 4/0 포함

Danfoss A/S © 개정 06/2014 All rights reserved.

주전원 공급 3x525-690V AC							
주파수 변환기	**P1K1**	**P1K5**	**P2K2**	**P3K0**	**P4K0**	**P5K5**	**P7K5**
대표적 축 출력 [kW]	**1.1**	**1.5**	**2.2**	**3**	**4**	**5.5**	**7.5**
외함 IP20(전용)	A3	A3	A3	A3	A3	A3	A3
출력 전류 1분간 높은 과부하 110%							
지속적(3x525-550V) [A]	2.1	2.7	3.9	4.9	6.1	9	11
단속적(3x525-550V) [A]	2.3	3.0	4.3	5.4	6.7	9.9	12.1
지속적 kVA(3x551-690V) [A]	1.6	2.2	3.2	4.5	5.5	7.5	10
단속적 kVA(3x551-690V) [A]	1.8	2.4	3.5	4.9	6.0	8.2	11
지속적 kVA 525V AC	1.9	2.6	3.8	5.4	6.6	9	12
지속적 kVA 690V AC	1.9	2.6	3.8	5.4	6.6	9	12
최대 입력 전류							
지속적(3x525-550V) [A]	1.9	2.4	3.5	4.4	5.5	8	10
단속적(3x525-550V) [A]	2.1	2.6	3.8	8.4	6.0	8.8	11
지속적 kVA(3x551-690V) [A]	1.4	2.0	2.9	4.0	4.9	6.7	9
단속적 kVA(3x551-690V) [A]	1.5	2.2	3.2	4.4	5.4	7.4	9.9
추가 사양							
IP20 케이블 최대 단면적[5] (주전원, 모터, 제동 장치 및 부하 공유) [mm^2]/(AWG)	[0.2-4]/(24-10)						
정격 최대 부하 시 추정 전력 손실 [W][4]	44	60	88	120	160	220	300
중량, 외함 IP20 [kg]	6.6	6.6	6.6	6.6	6.6	6.6	6.6
효율[4]	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96

표 9.6 주전원 공급 3x525-690 V AC IP20

9

1분간 정상 과부하 110%										
주파수 변환기	**P11K**	**P15K**	**P18K**	**P22K**	**P30K**	**P37K**	**P45K**	**P55K**	**P75K**	**P90K**
대표적 축동력 [kW]	**11**	**15**	**18.5**	**22**	**30**	**37**	**45**	**55**	**75**	**90**
대표적 축 출력 [HP](575V 기준)	10	16.4	20.1	24	33	40	50	60	75	100
IP21/NEMA 1	B2	B2	B2	B2	B2	C2	C2	C2	C2	C2
IP55/NEMA 12	B2	B2	B2	B2	B2	C2	C2	C2	C2	C2
출력 전류										
지속적(3x525-550V) [A]	14	19	23	28	36	43	54	65	87	105
단속적(3x525-550V) [A]	15.4	20.9	25.3	30.8	39.6	47.3	59.4	71.5	95.7	115.5
지속적(3x551-690 V) [A]	13	18	22	27	34	41	52	62	83	100
단속적(3x551-690 V) [A]	14.3	19.8	24.2	29.7	37.4	45.1	57.2	68.2	91.3	110
지속적 kVA (550V AC) [kVA]	13.3	18.1	21.9	26.7	34.3	41	51.4	61.9	82.9	100
지속적 kVA (575V AC) [kVA]	12.9	17.9	21.9	26.9	33.8	40.8	51.8	61.7	82.7	99.6
지속적 kVA (690V AC) [kVA]	15.5	21.5	26.3	32.3	40.6	49	62.1	74.1	99.2	119.5
최대 입력 전류										
지속적(3x525-690 V) [A]	15	19.5	24	29	36	49	59	71	87	99
단속적(3x525-690 V) [A]	16.5	21.5	26.4	31.9	39.6	53.9	64.9	78.1	95.7	108.9
최대 전단 퓨즈[1] [A]	63	63	63	63	80	100	125	160	160	160
추가 사양										
정격 최대 부하 시 추정 전력 손실 [W][4]	201	285	335	375	430	592	720	880	1200	1440
최대 케이블 용량 (주전원, 모터, 제동 장치) [mm^2]/(AWG)[2]	[35]/(1/0)				[95]/(4/0)					
중량 IP21 [kg]	27	27	27	27	27	65	65	65	65	65
중량 IP55 [kg]	27	27	27	27	27	65	65	65	65	65
효율[4]	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98

표 9.7 주전원 공급 3x525-690 V AC IP21-IP55/NEMA 1-NEMA 12

9

 Danfoss A/S © 개정 06/2014 All rights reserved.

1분간 정상 과부하 110%		
주파수 변환기	**P45K**	**P55K**
대표적 축 출력 [kW]	**45**	**55**
대표적 축 출력 [HP](575V 기준)	60	75
IP20/새시	C3	C3
출력 전류		
지속적(3x525-550V) [A]	54	65
단속적(3x525-550V) [A]	59.4	71.5
지속적(3x551-690 V) [A]	52	62
단속적(3x551-690 V) [A]	57.2	68.2
지속적 kVA (550V AC) [kVA]	51.4	62
지속적 kVA (575V AC) [kVA]	62.2	74.1
지속적 kVA (690V AC) [kVA]	62.2	74.1
최대 입력 전류		
지속적(3x525-550V) [A]	52	63
단속적(3x525-550V) [A]	57.2	69.3
지속적(3x551-690 V) [A]	50	60
단속적(3x551-690 V) [A]	55	66
최대 전단 퓨즈[1] [A]	100	125
추가 사양		
정격 최대 부하 시 추정 전력 손실 [W][4]	592	720
최대 케이블 사이즈 (주전원, 모터, 제동 장치) [mm2]/(AWG)[2]	50 (1)	
중량 IP20 [kg]	35	35
효율[4]	0.98	0.98

표 9.8 주전원 공급 3x525-690 V IP20

1) 퓨즈 종류는 장을 6.2 퓨즈 및 회로 차단기.
참조
2) 미국 전선 규격.
3) 정격 부하 및 정격 주파수에서 차폐된 모터 케이블(5m)을 사용하여 측정.
4) 대표적인 전력 손실은 정상 부하 시에 발생하며 그 허용 한계는 ±15% 내로 예상됩니다(허용 한계는 전압 및 케이블 조건에 따라 다릅니다).
값은 대표적인 모터 효율 (IE1/IE2 경계선)을 기준으로 합니다. 저효율 모터도 주파수 변환기에서 전력 손실을 발생시키며, 그 역도 성립합니다.
스위칭 주파수가 정격으로부터 높아지면 전력 손실이 매우 커질 수 있습니다.
LCP와 대표적인 제어반의 전력 소비도 포함됩니다. 손실된 부분에 추가 옵션과 고객의 임의 부하를 최대 30W까지 추가할 수도 있습니다. (완전히 로드된 제어 카드 또는 슬롯 A나 B의 옵션의 경우 일반적으로 각각 4W만 추가할 수 있습니다).
정밀 장비로 측정하더라도 측정 오차 (±5%)가 발생할 수 있습니다.
5) 모터 및 주전원 케이블: 300 MCM/150 mm²

9

 Danfoss A/S © 개정 06/2014 All rights reserved.

9.2 일반사양

주전원 공급 (L1, L2, L3)	
공급 전압	200-240 V ±10%, 380-480 V ±10%, 525-690 V ±10%

주전원 전압 낮음 / 주전원 저전압:
주전원 전압이 낮거나 주전원 저전압 중에도 FC는 매개회로 전압이 최소 정지 수준으로 떨어질 때까지 운전을 계속합니다. 최소 정지 수준은 일반적으로 FC의 최저 정격 공급 전압보다 15% 정도 낮습니다. 주전원 전압이 FC의 최저 정격 공급 전압보다 10% 이상 낮으면 전원 인가 및 최대 토오크를 기대할 수 없습니다.

공급 주파수	50/60 Hz ±5%
주전원 상간 일시 불균형 최대 허용값	정격 공급 전압의 3.0%
실제 역률 ()	정격 부하 시 정격 ≥ 0.9
단일성 근접 변위 역률 (코사인)	(> 0.98)
L1, L2, L3의 전원 차단/공급 허용횟수(전원인가) ≤ 외함 유형 A	최대 2회/분
L1, L2, L3의 전원 차단/공급 허용횟수(전원인가) ≥ 외함 유형 B, C	최대 1회/분
입력 전원 L1, L2, L3의 차단/공급 (전원인가) ≥ 외함 유형 D, E, F	최대 1회/2분
EN60664-1에 따른 환경 기준	과전압 부문 III / 오염 정도 2

이 유닛은 100,000 RMS 대칭 암페어, 480/600V(최대)보다 작은 용량의 회로에서 사용하기에 적합합니다.

모터 출력(U, V, W)	
출력 전압	공급 전압의 0 - 100%
출력 주파수	0 - 590 Hz*
출력 전원 차단/공급	무제한
가감속 시간	1 - 3600초

** 출력 용량에 따라 다름.*

토오크 특성	
기동 토오크 (일정 토오크)	1분간 최대 110%*
기동 토오크	최대 0.5초간 최대 135%*
과부하 토오크 (일정 토오크)	1분간 최대 110%*

**퍼센트는 주파수 변환기의 정격 토오크와 관련됩니다.*

케이블 길이 및 단면적	
차폐/보호된 모터 케이블의 최대 길이	VLT® HVAC Drive: 150 m
차폐/보호되지 않은 모터 케이블의 최대 길이	VLT® HVAC Drive: 300 m
모터, 주전원, 부하 공유 및 제동장치 연결 케이블 최대 단면적 *	
제어 단자(단단한 선)의 최대 단면적	1.5 mm^2/16 AWG (2 x 0.75 mm^2)
제어 단자(유연한 케이블)의 최대 단면적	1 mm^2/18 AWG
코어가 들어 있는 제어 단자의 최대 단면적	0.5 mm^2/20 AWG
제어 단자의 최소 단면적	0.25 mm^2

** 자세한 정보는 주전원 공급표를 참조하십시오!*

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 - 24V 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, Ri	약 4kΩ

모든 디지털 입력은 공급 전압(PELV) 및 다른 고전압 단자로부터 갈바닉 절연되어 있습니다.
1) 단자 27과 29도 출력 단자로 프로그래밍이 가능합니다.

 Danfoss A/S © 개정 06/2014 All rights reserved.

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.

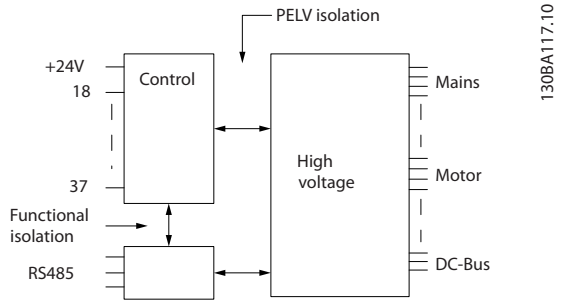


그림 9.1 아날로그 입력의 PELV 절연

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 9.2.1* 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%
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.

제어카드, RS-485 직렬 통신	
단자 번호	68 (P,TX+, RX+), 69 (N,TX-, RX-)
단자 번호 61	단자 68과 69의 공통

RS-485 직렬 통신 회로는 기능적으로 다른 중앙 회로에서 안착되어 있으며 공급장치 전압(PELV)으로부터 갈바닉 절연되어 있습니다.

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.

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
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
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	24V DC 10mA, 24V AC 20mA
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 300V AC 2A

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 ±8rpm

모든 제어 특성은 4극 비동기식 모터를 기준으로 하였습니다.

외부조건	
외함 유형 A	IP 20/섀시, IP 21키트/Type 1, IP55/Type12, IP 66/Type12
외함 유형 B1/B2	IP 21/Type 1, IP55/Type12, IP 66/12
외함 유형 B3/B4	IP20/섀시
외함 유형 C1/C2	IP 21/Type 1, IP55/Type 12, IP66/12
외함 유형 C3/C4	IP20/섀시
사용 가능한 외함 키트	IP21/NEMA 1/IP 4x (외함 상단)
진동 시험 외함 A, B, C	1.0 g
상대 습도	운전하는 동안 5% - 95%(IEC 721-3-3; 클래스 3K3 (비응축))
열악한 환경 (IEC 60068-2-43) H_2S 시험	클래스 Kd
IEC 60068-2-43 H2S에 따른 시험 방식 (10일)	
주위 온도 (60 AVM 스위칭 모드 기준)	
- 용량 감소가 있는 경우	최대 55°C[1)]
- 일반적인 IE2 모터의 최대 출력(90%의 출력 전류)을 사용하는 경우	최대 50 ° C[1)]
- FC 최대 출력 전류(지속적) 기준	최대 45 ° C[1)]

1) 용량 감소에 관한 자세한 정보는 장을 9.6 특수 조건 참조

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 9.6 특수 조건을 참조하십시오.

EMC 표준 규격, 방사	EN 61800-3, EN 61000-6-3/4, EN 55011, IEC 61800-3
EMC 표준 규격, 방지	EN 61800-3, EN 61000-6-1/2, EN 61000-4-2, EN 61000-4-3, EN 61000-4-4, EN 61000-4-5, EN 61000-4-6

장을 9.6 특수 조건을(를) 참조하십시오.

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. 의 USB 커넥터나 절연된 USB 케이블/변환기에 랩톱/PC를 연결하려면 절연된 랩톱/PC만 사용합니다.

9

보호 기능

- 과부하에 대한 전자 써멀 모터 보호
- 방열판의 온도를 감시하여 온도가 95°C ± 5°C에 도달하면 주파수 변환기가 트립됩니다. 이와 같은 과열 현상은 방열판의 온도가 70°C ± 5°C 이하로 떨어질 경우에만 리셋됩니다(참고 – 이 온도는 전력 용량, 외함 등에 따라 다를 수 있습니다). 에는 자동 용량감소 기능이 있어 방열판이 95°C에 도달하지 않도록 방지합니다.
- 인버터의 모터 단자 U, V, W는 단락으로부터 보호됩니다.
- 주전원 결상이 발생하면 주파수 변환기가 트립되거나 경고가 발생합니다(부하에 따라 다름).
- 매개회로 전압을 감시하여 전압이 너무 높거나 너무 낮으면 주파수 변환기가 트립됩니다.
- 인버터의 모터 단자 U, V, W는 접지 결함으로부터 보호됩니다.

9.3 효율

주파수 변환기의 효율(η_{VLT})

주파수 변환기의 부하는 효율에 거의 영향을 미치지 않습니다. 일반적으로 모터가 정격 축 토오크의 100%를 공급하거나 부분적으로 75%만 공급하더라도 모터 정격 주파수 $f_{M,N}$에서 효율은 동일합니다.
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 주전원 전압이 480V인 경우에도 효율이 약간 떨어집니다.

주파수 변환기의 효율 계산

*그림 9.2*를 기준으로 각각 다른 부하에서 주파수 변환기의 효율을 계산합니다. 이 그래프의 계수는 사양표에 수록된 특정 효율 계수를 곱해야 합니다.

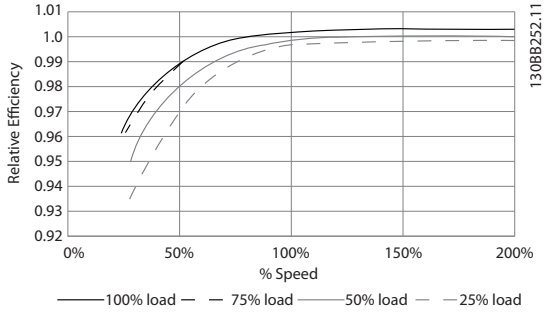


그림 9.2 일반적인 효율 곡선

예: 22 kW, 380-480V AC 주파수 변환기(25% 부하, 50% 속도 기준)를 가정하겠습니다. 그래프에 따르면 0.97입니다. 22 kW FC의 정격 효율은 0.98입니다. 실제 효율은 다음과 같습니다: 0.97x0.98=0.95.

모터의 효율

주파수 변환기에 연결된 모터의 효율은 자화 수준에 따라 달라집니다. 일반적으로 효율은 주전원으로 기동하여 운전했을 때와 거의 동일합니다. 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.

일반적으로 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.

시스템의 효율(η_{SYSTEM})

시스템 효율을 계산하려면, 다음과 같이 주파수 변환기의 효율 (ηVLT)에 모터의 효율 (η_{MOTOR})을 곱합니다:

$\eta_{SYSTEM} = \eta_{VLT} \times \eta_{MOTOR}$

9.4 청각적 소음

다음 세 가지 원인에 의해 주파수 변환기에 청각적 소음이 발생합니다.

- 직류 매개회로 코일.
- 환기 팬.
- RFI 필터 초크.

다음의 값은 대체로 주파수 변환기로부터 1m 떨어진 지점에서 측정된 값입니다.

외함 종류	팬 회전수 감소 (50%) [dBA] 시	팬 회전수 최대 [dBA]
A2	51	60
A3	51	60
A4	50	55
A5	54	63
B1	61	67
B2	58	70
B3	59.4	70.5
B4	53	62.8
C1	52	62
C2	55	65
C3	56.4	67.3
C4	-	-

표 9.9 측정된 값

Danfoss A/S © 개정 06/2014 All rights reserved.

9.5 모터의 피크 전압

인버터의 트랜지스터가 브리지 스위칭되면 다음 요인에 따라 다르지만 모터의 전압이 du/dt 비로 증가합니다.

- 모터 케이블(종류, 단면적, 차폐 또는 보호된 길이)
- 인덕턴스

자연적인 유도는 매개 회로의 전압에 따라 모터 전압이 특정 수준으로 안정되기 전에 U_{PEAK} 전압의 과도 현상을 발생시킵니다. 증가 시간 및 피크 전압 U_{PEAK}는 모터의 수명에 영향을 미칩니다. 피크 전압이 너무 높으면 특히 상 코일 절연이 없는 모터가 영향을 많이 받습니다. 모터 케이블 길이가 짧은 경우(몇 미터 정도)에는 증가 시간과 피크 전압이 낮습니다.
모터 케이블 길이가 긴 경우(100미터)에는 증가 시간과 피크 전압이 증가합니다.

주파수 변환기와 같이 전압공급장치 작동에 적합한 상간 절연지 또는 기타 절연 보강재가 없는 모터인 경우에는 주파수 변환기의 출력 단에 사인파 필터를 설치합니다.

아래에 언급되지 않은 케이블 길이와 전압에 대한 대략적인 값을 얻으려면 다음과 같이 경험에 의한 상식을 활용합니다.

1. 증가 시간을 케이블 길이와 비례하여 늘리거나 줄입니다.
2. U_{PEAK} = 직류단 전압 x 1.9
   (직류단 전압 = 주전원 전압 x 1.35)
3. $dU/dt = \frac{0.8 \times UPEAK}{\text{증가시간}}$

데이터는 IEC 60034-17에 따라 측정됩니다.
케이블 길이는 미터 단위입니다.

케이블 길이 [m]	주전원 전압 [V]	증가 시간 [µ초]	Vpeak [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 9.10 주파수 변환기, P5K5, T2

케이블 길이 [m]	주전원 전압 [V]	증가 시간 [µ초]	Vpeak [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 9.11 주파수 변환기, P7K5, T2

9

 Danfoss A/S © 개정 06/2014 All rights reserved.

케이블 길이 [m]		증가 시간 [µ초]	Vpeak [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 9.12 주파수 변환기, P11K, T2

케이블 길이 [m]	주전원 전압 [V]	증가 시간 [µ초]	Vpeak [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 9.13 주파수 변환기, P15K, T2

케이블 길이 [m]	주전원 전압 [V]	증가 시간 [µ초]	Vpeak [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 9.14 주파수 변환기, P18K, T2

케이블 길이 [m]	주전원 전압 [V]	증가 시간 [µ초]	Vpeak [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 9.15 주파수 변환기, P22K, T2

케이블 길이 [m]	주전원 전압 [V]	증가 시간 [µ초]	Vpeak [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 9.16 주파수 변환기, P30K, T2

케이블 길이 [m]	주전원 전압 [V]	증가 시간 [µ초]	Vpeak [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 9.17 주파수 변환기, P37K, T2

케이블 길이 [m]	주전원 전압 [V]	증가 시간 [µ초]	Vpeak [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 9.18 주파수 변환기, P45K, T2

 Danfoss A/S © 개정 06/2014 All rights reserved.

케이블 길이 [m]	주전원 전압 [V]	증가 시간 [μ초]	Vpeak [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 9.19 주파수 변환기, P1K5, T4

케이블 길이 [m]	주전원 전압 [V]	증가 시간 [μ초]	Vpeak [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 9.20 주파수 변환기, P4K0, T4

케이블 길이 [m]	주전원 전압 [V]	증가 시간 [μ초]	Vpeak [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 9.21 주파수 변환기, P7K5, T4

케이블 길이 [m]	주전원 전압 [V]	증가 시간 [μ초]	Vpeak [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 9.22 주파수 변환기, P11K, T4

케이블 길이 [m]	주전원 전압 [V]	증가 시간 [μ초]	Vpeak [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 9.23 주파수 변환기, P15K, T4

케이블 길이 [m]	주전원 전압 [V]	증가 시간 [μ초]	Vpeak [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 9.24 주파수 변환기, P18K, T4

케이블 길이 [m]	주전원 전압 [V]	증가 시간 [μ초]	Vpeak [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 9.25 주파수 변환기, P22K, T4

 Danfoss A/S © 개정 06/2014 All rights reserved.

케이블 길이 [m]	주전원 전압 [V]	증가 시간 [µ초]	Vpeak [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 9.26 주파수 변환기, P30K, T4

케이블 길이 [m]	주전원 전압	증가 시간 [µ초]	Vpeak [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 9.27 주파수 변환기, P37K, T4

케이블 길이 [m]	주전원 전압 [V]	증가 시간 [µ초]	Vpeak [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

9

표 9.28 주파수 변환기, P45K, T4

케이블 길이 [m]	주전원 전압 [V]	증가 시간 [µ초]	Vpeak [kV]	dU/dt [kV/µ초]
10	400	0.350	0.932	2.130

표 9.29 주파수 변환기, P55K, T4

케이블 길이 [m]	주전원 전압 [V]	증가 시간 [µ초]	Vpeak [kV]	dU/dt [kV/µ초]
5	480	0.371	1.170	2.466

표 9.30 주파수 변환기, P75K, T4

케이블 길이 [m]	주전원 전압 [V]	증가 시간 [µ초]	Vpeak [kV]	dU/dt [kV/µ초]
5	400	0.364	1.030	2.264

표 9.31 주파수 변환기, P90K, T4

Danfoss A/S © 개정 06/2014 All rights reserved.

9.6 특수 조건

9.6.1 용량 감소가 필요한 경우

대기압이 낮고(고도가 높고) 속도가 낮으며 모터 케이블이 길고 케이블의 단면적이 넓거나 주위 온도가 높은 상태에서 주파수 변환기를 사용하는 경우 반드시 용량 감소를 고려합니다. 이 절에는 필요한 동작이 설명되어 있습니다.

9.6.2 주위 온도에 따른 용량 감소

최대 °C 의 주위 온도에서 주파수 변환기 출력 전류의 90%를 유지할 수 있습니다.

최대 50 °C 의 주위 온도에서 IE2 모터의 일반적인 최대 부하 전류를 사용하여 최대 축 출력을 유지할 수 있습니다.
더 자세한 다른 모터 또는 조건의 데이터 및/또는 용량 감소 정보는 댄포스에 문의하십시오.

9.6.3 주위 온도에 따른 용량 감소, 외함 유형 A

60° AVM - 펄스 폭 변조

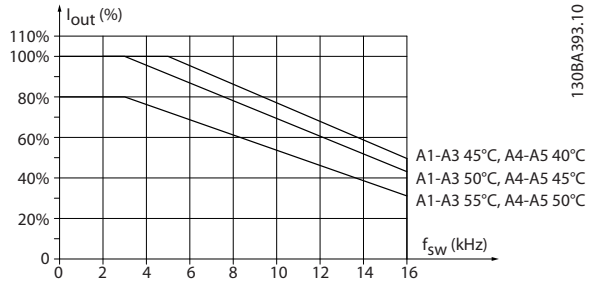


그림 9.3 60° AVM을 사용할 때 외함 유형 A의 각기 다른 $T_{AMB, MAX}$에 대하여 I_{out}의 용량 감소

SFAVM - 고정자 주파수 비동기 벡터 변조

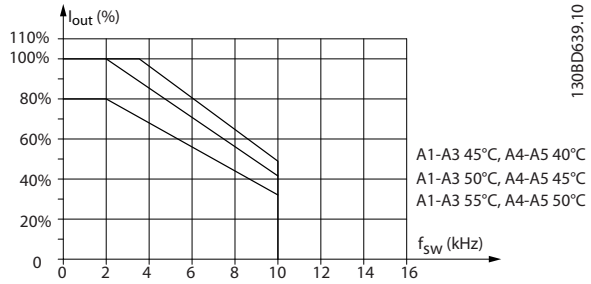


그림 9.4 SFAVM을 사용할 때 외함 유형 A의 각기 다른 $T_{AMB, MAX}$에 대하여 I_{out}의 용량 감소

외함 유형 A에서 10 m 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

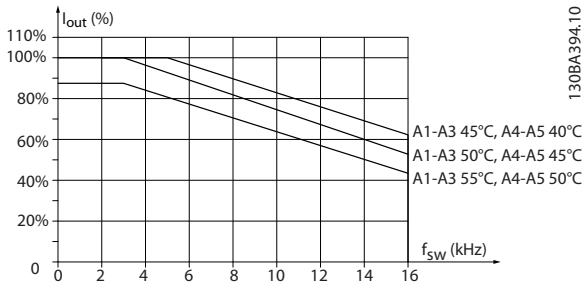


그림 9.5 60° AVM 및 최대 10m 모터 케이블을 사용할 때, 외함 유형 A의 각기 다른 $T_{AMB, MAX}$에 대하여 I_{out}의 용량 감소

SFAVM

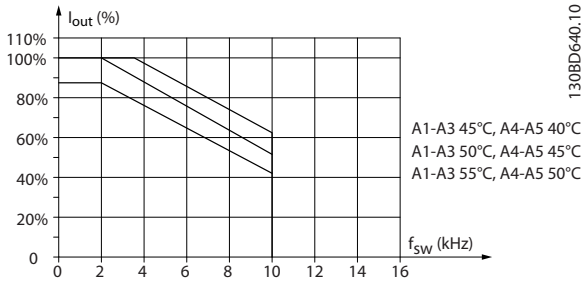


그림 9.6 SFAVM 및 최대 10m 모터 케이블을 사용할 때, 외함 유형 A의 각기 다른 $T_{AMB, MAX}$에 대하여 I_{out}의 용량 감소

9.6.3.1 외함 유형 A3, T7

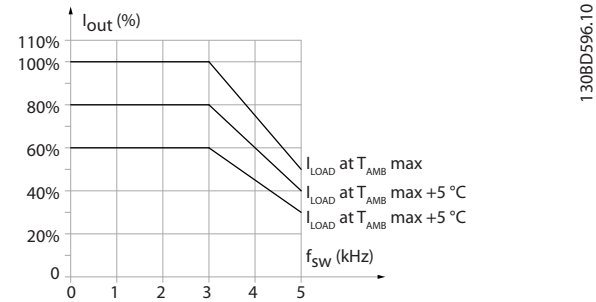


그림 9.7 외함 유형 A3의 각기 다른 $T_{AMB, MAX}$에 대하여 I_{out}의 용량 감소

9.6.4 주위 온도에 따른 용량 감소, 외함 유형 B

9.6.4.1 외함 유형 B, T2, T4 및 T5

B 외함과 C 외함의 용량 감소 또한 *1-04 과부하 모드* 에서 선택한 과부하 모드에 따라 다릅니다.

60° AVM - 펄스 폭 변조

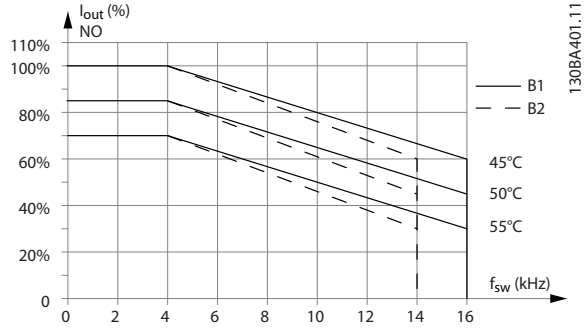


그림 9.8 정상 과부하 모드(110% 초과 토오크)에서 60° AVM을 사용할 때, 외함 B1과 B2의 각기 다른 $T_{AMB, MAX}$에 대하여 I_{out}의 용량 감소

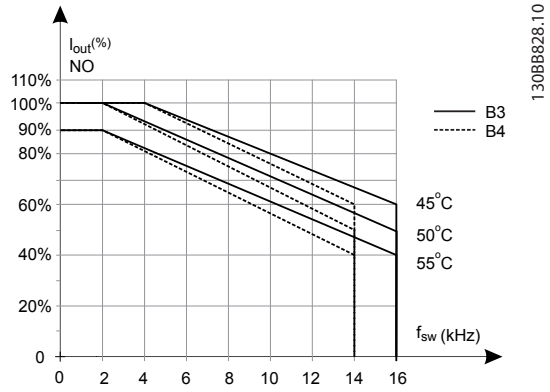


그림 9.9 정상 과부하 모드(110% 초과 토오크)에서 60° AVM을 사용할 때, 외함 B3과 B4의 각기 다른 $T_{AMB, MAX}$에 대하여 I_{out}의 용량 감소

SFAVM - 고정자 주파수 비동기 벡터 변조

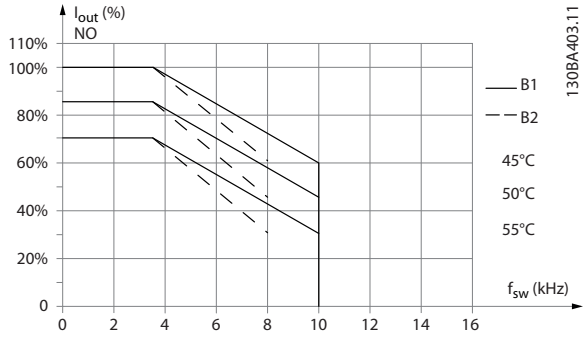


그림 9.10 정상 과부하 모드(110% 초과 토오크)에서 SFAVM을 사용할 때, 외함 B1과 B2의 각기 다른 $T_{AMB, MAX}$에 대하여 I_{out}의 용량 감소

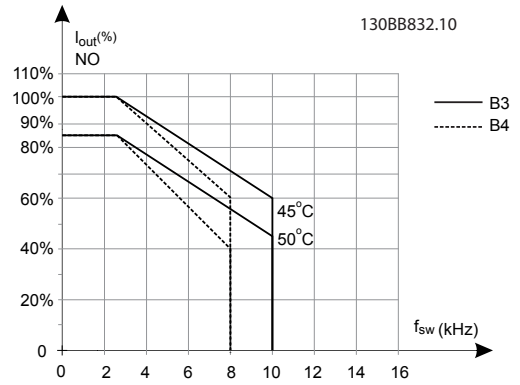


그림 9.11 정상 과부하 모드(110% 초과 토오크)에서 SFAVM을 사용할 때, 외함 B3과 B4의 각기 다른 $T_{AMB, MAX}$에 대하여 I_{out}의 용량 감소

9.6.4.2 외함 유형 B, T6

60° AVM - 펄스 폭 변조

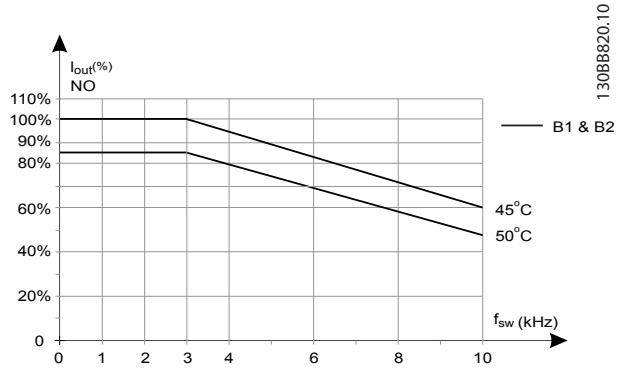


그림 9.12 600 V 주파수 변환기, 외함 유형 B, 60 AVM, NO의 스위칭 주파수 및 주위 온도에 따른 출력 전류 용량 감소

Danfoss A/S © 개정 06/2014 All rights reserved.

SFAVM - 고정자 주파수 비동기 벡터 변조

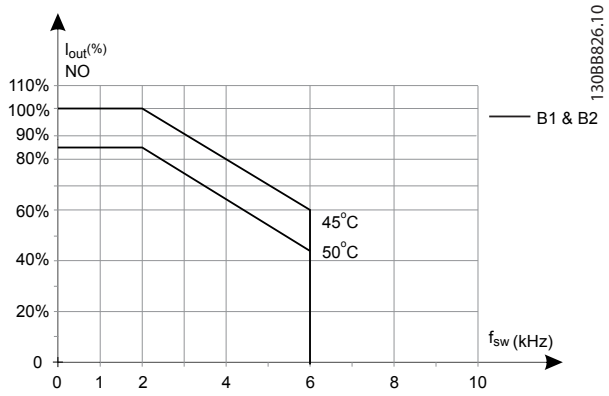


그림 9.13 600 V 주파수 변환기, 외함 유형 B, SFAVM, NO의 스위칭 주파수 및 주위 온도에 따른 출력 전류 용량 감소

9.6.4.3 외함 유형 B, T7

외함 유형 B2, 525-690 V
60° AVM - 펄스 폭 변조

그림 9.14 외함 유형 B2, 60° AVM의 스위칭 주파수 및 주위 온도에 따른 출력 전류 용량 감소 참고: 절대값인 전류와 함께 그래프가 나타나며 높은 과부하와 정상 과부하에 모두 유효합니다.

SFAVM - 고정자 주파수 비동기 벡터 변조

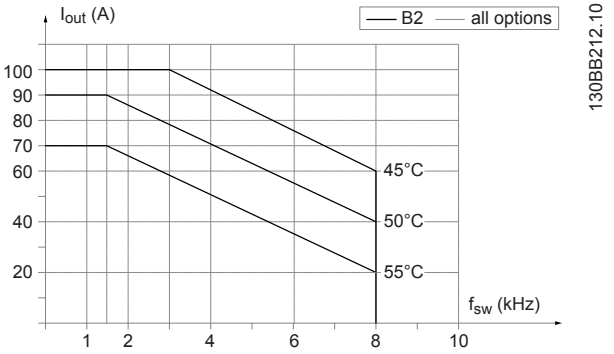


그림 9.15 외함 유형 B2, SFAVM의 스위칭 주파수 및 주위 온도에 따른 출력 전류 용량 감소 참고: 절대값인 전류와 함께 그래프가 나타나며 높은 과부하와 정상 과부하에 모두 유효합니다.

9.6.5 주위 온도에 따른 용량 감소, 외함 유형 C

9.6.5.1 외함 유형 C, T2, T4 및 T5

60° AVM - 펄스 폭 변조

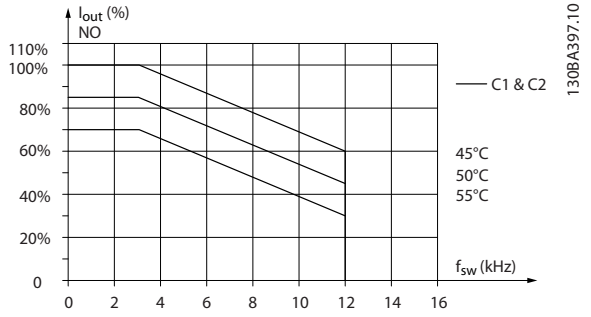


그림 9.16 정상 과부하 모드(110% 초과 토오크)에서 60° AVM을 사용할 때, 외함 C1과 C2의 각기 다른 $T_{AMB, MAX}$에 대하여 I_{out}의 용량 감소

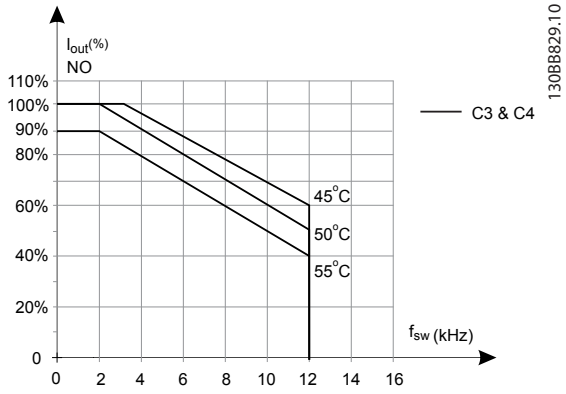


그림 9.17 정상 과부하 모드(110% 초과 토오크)에서 60° AVM을 사용할 때, 외함 C3과 C4의 각기 다른 $T_{AMB, MAX}$에 대하여 I_{out}의 용량 감소

9

 Danfoss A/S © 개정 06/2014 All rights reserved.

SFAVM - 고정자 주파수 비동기 벡터 변조

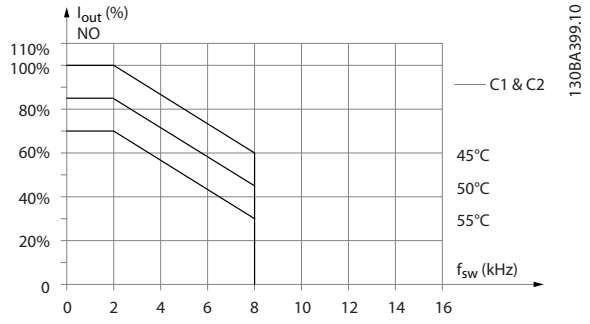


그림 9.18 정상 과부하 모드(110% 초과 토오크)에서 SFAVM을 사용할 때, 외함 C1과 C2의 각기 다른 $T_{AMB, MAX}$에 대하여 I_{out}의 용량 감소

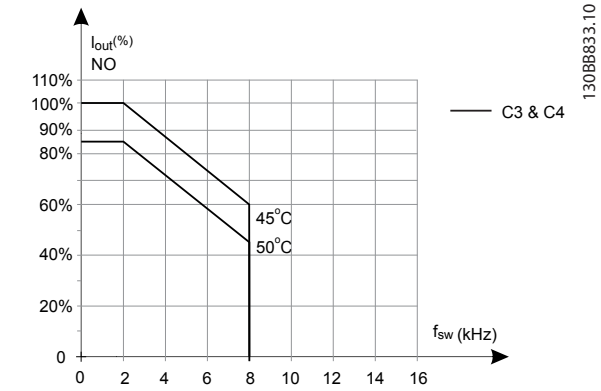


그림 9.19 정상 과부하 모드(110% 초과 토오크)에서 SFAVM을 사용할 때, 외함 C3과 C4의 각기 다른 $T_{AMB, MAX}$에 대하여 I_{out}의 용량 감소

9.6.5.2 외함 유형 C, T6

60° AVM - 펄스 폭 변조

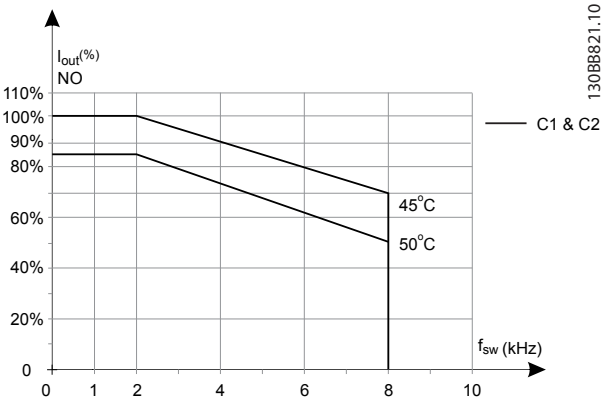


그림 9.20 600 V 주파수 변환기, 외함 유형 C, 60 AVM, NO의 스위칭 주파수 및 주위 온도에 따른 출력 전류 용량 감소

SFAVM - 고정자 주파수 비동기 벡터 변조

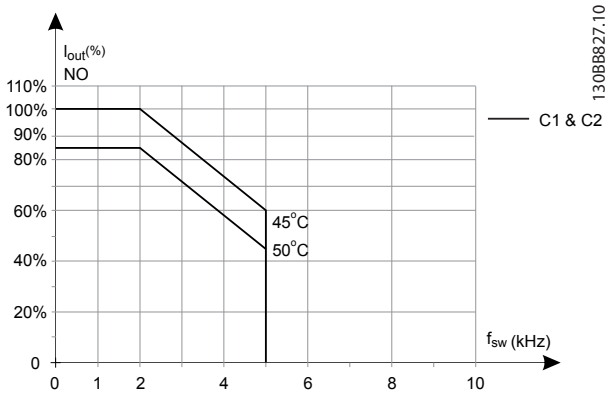


그림 9.21 600 V 주파수 변환기, 외함 유형 C, SFAVM, NO의 스위칭 주파수 및 주위 온도에 따른 출력 전류 용량 감소

9.6.5.3 외함 유형 C, T7

60° AVM - 펄스 폭 변조

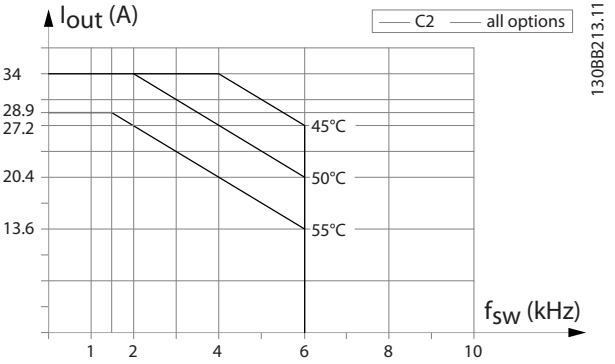


그림 9.22 외함 유형 C2, 60° AVM의 스위칭 주파수 및 주위 온도에 따른 출력 전류 용량 감소 참고: 절대값인 전류와 함께 그래프가 나타나며 높은 과부하와 정상 과부하에 모두 유효합니다.

SFAVM - 고정자 주파수 비동기 벡터 변조

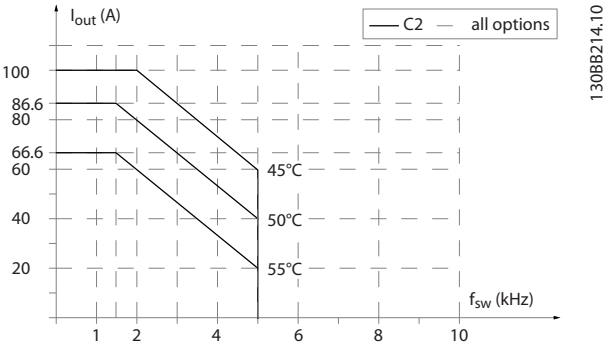


그림 9.23 외함 유형 C2, SFAVM의 스위칭 주파수 및 주위 온도에 따른 출력 전류 용량 감소 참고: 절대값인 전류와 함께 그래프가 나타나며 높은 과부하와 정상 과부하에 모두 유효합니다.

Danfoss A/S © 개정 06/2014 All rights reserved.

9.6.6 성능 보장을 위한 자동 최적화

주파수 변환기는 내부 온도, 부하 전류, 매개 회로의 높은 전압 및 낮은 모터 회전수의 위험 수준을 지속적으로 점검합니다. 주파수 변환기는 위험 수준에 대한 반응으로서 주파수 변환기의 성능을 보장하기 위해 스위칭 주파수를 조정하고/하거나 스위칭 패턴을 변경할 수 있습니다. 출력 전류를 자동으로 줄일 수 있으므로 허용 가능한 작동 조건이 더욱 확대됩니다.

9.6.7 저기압에 따른 용량 감소

저기압 상태에서는 공기의 냉각 능력이 떨어집니다.

해발 1000미터 미만에서는 고도에 따라 감소할 필요가 없지만 해발 1000미터 이상에서는 주위 온도(T_{AMB}) 또는 최대 출력 전류(I_{out})를 다음 그림에서 보는 바와 같이 감소시켜야 합니다.

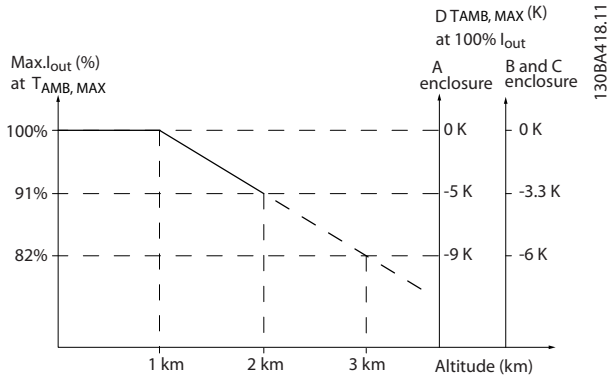


그림 9.24 외함 유형 A, B 및 C의 출력 전류 용량 감소와 $T_{AMB, MAX}$에서의 고도. 고도가 2000 m 이상인 곳에 설치할 경우에는 PELV에 대해 댄포스에 문의하십시오.

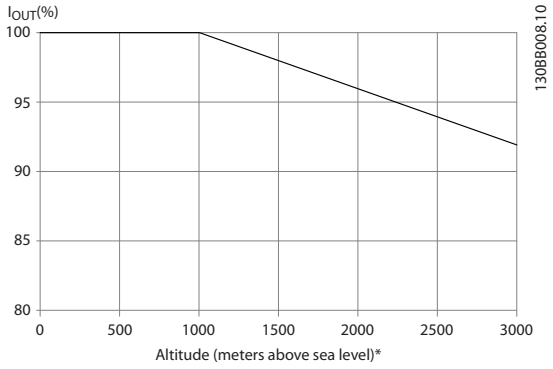


그림 9.25 다른 대안으로는 높은 고도에서 주위 온도를 낮춰 100% 출력 전류를 확보하는 것입니다.

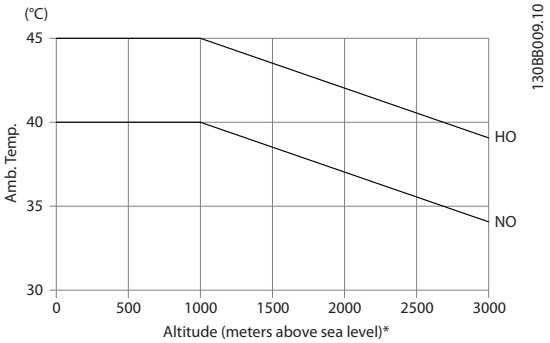


그림 9.26 예: 고도가 2000 m이고 온도가 45 °C ($T_{AMB, MAX}$ - 3.3 K)인 경우, 정격 출력 전류의 91%에 도달합니다. 온도가 41.7°C인 경우, 정격 출력 전류의 100%에 도달합니다.

외함 유형 D, E 및 F의 출력 전류 용량 감소와 $T_{AMB, MAX}$에서의 고도.

9.6.8 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.

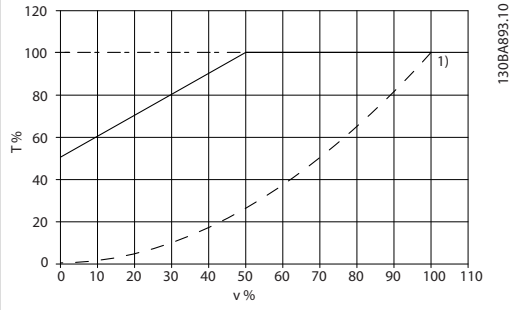
가변(2차) 토오크 어플리케이션(VT)

원심 펌프 및 팬과 같은 VT 어플리케이션에서 토오크가 속도의 제곱에 비례하고 출력이 속도의 3제곱에 비례하는 경우, 모터를 추가로 냉각하거나 모터 용량을 감소할 필요가 없습니다.

아래 그래프에서와 같이 일반적인 VT 곡선은 용량 감소가 있는 최대 토오크 및 최대 속도 시 강제 냉각되는 최대 토오크 아래에 있습니다.

9

Danfoss A/S © 개정 06/2014 All rights reserved.



범례: – – – –VT 부하 시 일반적인 토오크 —•—•— 강제 냉각 시 최대 토오크 ——최대 토오크

참고 1) 과동기화 속도 운전은 속도 증가와 반비례로 사용 가능한 모터 토오크를 감소시킵니다. 모터의 과부하를 피하기 위해서는 설계 단계 시 이 점을 고려해야 합니다.

표 9.32 표준 모터의 최대 부하(40°C 기준)

9.7 고장수리

경고나 알람은 전면의 해당 LED에 신호를 보내고 표시창에 코드로 표시됩니다.

경고 발생 원인이 해결되기 전까지 경고가 계속 표시되어 있습니다. 특정 조건 하에서 모터가 계속 운전될 수도 있습니다. 경고 메시지가 심각하더라도 반드시 모터를 정지시켜야 하는 것은 아닙니다.

알람이 발생하면 가 트립됩니다. 알람의 경우 발생 원인을 해결한 다음 리셋하여 운전을 다시 시작해야 합니다.

리셋 방법은 다음과 같이 4가지입니다.

1. LCP의 [RESET]을 이용한 리셋.
2. "리셋" 기능과 디지털 입력을 이용한 리셋.
3. 직렬 통신/선택사양 필드버스를 이용한 리셋.
4. VLT® HVAC Drive의 초기 설정인 자동 리셋 기능을 사용하여 자동으로 리셋합니다. *FC 102 프로그래밍 지침서*에서 *14-20 리셋 모드*를 참조하십시오.

주의 사항

LCP의 [RESET]을 눌러 직접 리셋한 후 [Auto On] 또는 [Hand On]을 눌러 모터를 재기동합니다.

주로 발생 원인이 해결되지 않았거나 알람이 트립 잠김(*표 9.33* 또한 참조) 설정되어 있는 경우에 알람을 리셋할 수 없습니다.

⚠주의

트립 잠김 설정되어 있는 알람에는 알람을 리셋하기 전에 주전원 공급 스위치를 차단해야 하는 추가 보호 기능이 설정되어 있습니다. 발생 원인을 해결한 다음 주전원을 다시 공급하면 가 더 이상 차단되지 않고 위에서 설명한 바와 같이 리셋할 수 있습니다.
트립 잠김 설정되어 있는 알람은 또한 *14-20 리셋 모드*의 자동 리셋 기능을 이용하여 리셋할 수도 있습니다. (경고: 자동 기상 기능이 활성화될 수도 있습니다!)
다음 페이지의 표에 있는 경고 및 알람 코드에 X 표시가 되어 있으면 이는 알람이 발생하기 전에 경고가 발생하였거나 발생된 결함에 대해 경고나 알람이 표시되도록 사용자가 지정할 수 있음을 의미합니다.
예를 들어, 이는 *1-90 모터 열 보호*에서 발생할 가능성이 있습니다. 알람 또는 트립 후에 모터는 코스팅 상태가 되고 의 알람과 경고가 깜박입니다. 일단 문제가 시정되면 알람만 계속 깜박입니다.

주의 사항

모터 결상 감시 없음(번호 30-32)과 스톨 감지 없음은 *1-10 모터 구조*가 [1] PM,비돌극SPM로 설정되어 있는 경우에 활성화됩니다.

 Danfoss A/S © 개정 06/2014 All rights reserved.

번호	설명	경고	알람/트립	알람/트립 잠김	파라미터 지령
1	10V 낮음	X			
2	외부지령 결함	(X)	(X)		6-01
3	모터 없음	(X)			1-80
4	공급전원 결상	(X)	(X)	(X)	14-12
5	직류단 전압 높음	X			
6	직류전압 낮음	X			
7	직류 과전압	X	X		
8	직류단 저전압	X	X		
9	인버터 과부하	X	X		
10	모터 ETR 과열	(X)	(X)		1-90
11	모터 써미스터 과열	(X)	(X)		1-90
12	토오크 한계	X	X		
13	과전류	X	X	X	
14	접지 결함	X	X	X	
15	하드웨어 불일치		X	X	
16	단락		X	X	
17	제어 워드 타임아웃	(X)	(X)		8-04
18	기동 실패		X		
23	내부 팬 결함	X			
24	외부 팬 결함	X			14-53
25	제동 저항 단락	X			
26	제동 저항 과부하	(X)	(X)		2-13
27	제동 IGBT	X	X		
28	제동 검사	(X)	(X)		2-15
29	인버터 온도 초과	X	X	X	
30	모터 U상 결상	(X)	(X)	(X)	4-58
31	모터 V상 결상	(X)	(X)	(X)	4-58
32	모터 W상 결상	(X)	(X)	(X)	4-58
33	돌입전류 결함		X	X	
34	필드버스 결함	X	X		
35	주파수 범위 초과	X	X		
36	공급전원 결함	X	X		
37	위상 불균형	X	X		
38	내부 결함		X	X	
39	방열판 센서		X	X	
40	디지털 출력 단자 27 과부하	(X)			5-00, 5-01
41	디지털 출력 단자 29 과부하	(X)			5-00, 5-02
42	디지털 출력 X30/6 과부하	(X)			5-32
42	디지털 출력 X30/7 과부하	(X)			5-33
46	전력 카드 공급		X	X	
47	24V 공급 낮음	X	X	X	
48	1.8V 공급 낮음		X	X	
49	속도 한계	X	(X)		1-86
50	AMA 교정 결함		X		
51	AMA 검사 U_{nom} 및 I_{nom}		X		
52	AMA Inom 낮음		X		
53	AMA 모터 너무 큼		X		
54	AMA 모터 너무 작음		X		
55	AMA 파라미터 범위 이탈		X		
56	사용자에 의한 AMA 간섭		X		
57	AMA 타임아웃		X		
58	AMA 내부 결함	X	X		
59	전류 한계	X			

 Danfoss A/S © 개정 06/2014 All rights reserved.

번호	설명	경고	알람/트립	알람/트립 잠김	파라미터 지령
60	외부 인터록	X			
62	출력 주파수 최대 한계 초과	X			
64	전압 한계	X			
65	cc온도	X	X	X	
66	방열판 저온	X			
67	옵션 변경		X		
68	안전 정지	(X)	X[1)]		5-19
69	전원 카드 온도		X	X	
70	잘못된 FC 구성			X	
71	PTC 1 안전 정지	X	X[1)]		
72	실패모터사용			X[1)]	
73	SS자동재기동				
76	전원부 셋업	X			
79	잘못된PS구성		X	X	
80	인버터 초기 설정값으로 초기화 완료		X		
91	아날로그 입력 54 설정 오류			X	
92	비유량	X	X		22-2*
93	드라이 펌프	X	X		22-2*
94	유량 과다	X	X		22-5*
95	벨트 파손	X	X		22-6*
96	기동 지연	X			22-7*
97	정지 지연	X			22-7*
98	클럭 결함	X			0-7*
201	화재 모드 활성화 이력 있음				
202	화재 모드 제한 초과				
203	모터 없음				
204	회전자 잠김				
243	제동 IGBT	X	X		
244	방열판 온도	X	X	X	
245	방열판 센서		X	X	
246	PC전원공급		X	X	
247	전력 카드 온도		X	X	
248	잘못된PS구성		X	X	
250	새 예비 부품			X	
251	새 유형 코드		X	X	

표 9.33 알람/경고 코드 목록

(X) 는 파라미터에 따라 다름
1) 14-20 리셋 모드을 통해 자동 리셋할 수 없음

트립은 알람이 발생했을 때 나타나는 동작입니다. 트립은 모터를 코스팅하며 [Reset]을 누르거나 디지털 입력(파라미터 그룹 5-1* [1])을 통해 리셋할 수 있습니다. 알람 발생 원인 이벤트는 를 손상시키거나 위험한 조건을 유발할 수 없습니다. 트립 잠금은 나 연결된 부품에 손상을 줄 가능성이 있는 알람이 발생했을 때 나타나는 동작입니다. 트립 잠금은 전원 ON/OFF로만 리셋할 수 있습니다.

경고	황색
알람	적색 깜박임
트립 잠김	황색 및 적색

표 9.34 LED 표시

 Danfoss A/S © 개정 06/2014 All rights reserved.

알람 워드 및 확장형 상태 워드					
비트	Hex	이진수	알람 워드	경고 워드	확장형 상태 워드
0	00000001	1	제동 검사	제동 검사	가감속
1	00000002	2	전원 카드 온도	전원 카드 온도	AMA 구동
2	00000004	4	지락	지락	정역기동
3	00000008	8	cc온도	cc온도	슬로우다운
4	00000010	16	제어 워드 TO	제어 워드 TO	캐치업
5	00000020	32	과전류	과전류	피드백 상한
6	00000040	64	토오크 한계	토오크 한계	피드백 하한
7	00000080	128	모터th.초과	모터th.초과	과전류
8	00000100	256	모터 ETR 초과	모터 ETR 초과	저전류
9	00000200	512	인버터 과부하	인버터 과부하	주파높음
10	00000400	1024	직류전압 부족	직류전압 부족	주파낮음
11	00000800	2048	직류 과전압	직류 과전압	제동 점검 양호
12	00001000	4096	단락	직류전압 낮음	최대 제동
13	00002000	8192	유입 결함	직류전압 높음	제동
14	00004000	16384	공급전원 결상	공급전원 결상	속도 범위 초과
15	00008000	32768	AMA 실패	모터 없음	OVC 활성
16	00010000	65536	외부지령 결함	외부지령 결함	
17	00020000	131072	내부 결함	10V 낮음	
18	00040000	262144	제동 과부하	제동 과부하	
19	00080000	524288	U상 결상	제동 저항	
20	00100000	1048576	V상 결상	제동 IGBT	
21	00200000	2097152	W상 결상	속도 한계	
22	00400000	4194304	필드버스 결함	필드버스 결함	
23	00800000	8388608	24V 공급 낮음	24V 공급 낮음	
24	01000000	16777216	주전원 결함	주전원 결함	
25	02000000	33554432	1.8V 공급 낮음	전류 한계	
26	04000000	67108864	제동 저항	저온	
27	08000000	134217728	제동 IGBT	전압 한계	
28	10000000	268435456	옵션 변경	사용안함	
29	20000000	536870912	인버터 초기화 완료	사용안함	
30	40000000	1073741824	안전 정지	사용안함	
31	80000000	2147483648	기계제동낮음 (A63)	확장형 상태 워드	

표 9.35 알람 워드, 경고 워드 및 확장형 상태 워드의 설명

알람 워드, 경고 워드 및 확장형 상태 워드는 직렬 버스통신이나 선택사양인 필드버스를 통해 읽어 진단할 수 있습니다. *16-90 알람 워드*, *16-92 경고 워드* 및 *16-94 확장 상태 워드* 또한 참조하십시오.

 Danfoss A/S © 개정 06/2014 All rights reserved.

9.7.1 알람 워드

비트 (Hex)	알람 워드 (16-90 알람 워드)
00000001	
00000002	전원 카드 과열
00000004	접지 결함
00000008	
00000010	제어 워드 타임아웃
00000020	과전류
00000040	
00000080	모터 써미스터 과열
00000100	모터 ETR 과열
00000200	인버터 과부하
00000400	직류단 저전압
00000800	직류단 과전압
00001000	단락
00002000	
00004000	공급전원 결상
00008000	AMA 실패
00010000	외부지령 결함
00020000	내부 결함
00040000	
00080000	모터 U상 결상
00100000	모터 V상 결상
00200000	모터 W상 결상
00800000	제어 전압 결함
01000000	
02000000	VDD, 공급 낮음
04000000	제동 저항 단락
08000000	제동 초퍼 결함
10000000	접지 결함 DESAT
20000000	인버터초기화
40000000	안전 정지 [A68]
80000000	

표 9.36 16-90 알람 워드

비트 (Hex)	알람 워드 2 (16-91 알람 워드 2)
00000001	
00000002	예비
00000004	서비스 트립, 유형코드 / 예비부품
00000008	예비
00000010	예비
00000020	
00000040	
00000080	
00000100	벨트 파손
00000200	사용안함
00000400	사용안함
00000800	예비
00001000	예비
00002000	예비
00004000	예비
00008000	예비
00010000	예비
00020000	사용안함
00040000	팬 오류
00080000	ECB 오류
00100000	예비
00200000	예비
00400000	예비
00800000	예비
01000000	예비
02000000	예비
04000000	예비
08000000	예비
10000000	예비
20000000	예비
40000000	PTC 1 안전 정지 [A71]
80000000	실패모터사용 [A72]

표 9.37 16-91 알람 워드 2

9.7.2 경고 워드

비트 (Hex)	경고 워드 (16-92 경고 워드)
00000001	
00000002	전원 카드 과열
00000004	접지 결함
00000008	
00000010	제어 워드 타임아웃
00000020	과전류
00000040	
00000080	모터 써미스터 과열
00000100	모터 ETR 과열
00000200	인버터 과부하
00000400	직류단 저전압
00000800	직류단 과전압
00001000	
00002000	
00004000	공급전원 결상
00008000	모터 없음
00010000	외부지령 결함
00020000	
00040000	
00080000	
00100000	
00200000	
00400000	
00800000	
01000000	
02000000	전류 한계
04000000	
08000000	
10000000	
20000000	
40000000	안전 정지 [W68]
80000000	사용안함

표 9.38 16-92 경고 워드

비트 (Hex)	경고 워드 2 (16-93 경고 워드 2)
00000001	
00000002	
00000004	클럭 결함
00000008	예비
00000010	예비
00000020	
00000040	
00000080	유량 과다
00000100	벨트 파손
00000200	사용안함
00000400	예비
00000800	예비
00001000	예비
00002000	예비
00004000	예비
00008000	예비
00010000	예비
00020000	사용안함
00040000	팬 경고
00080000	
00100000	예비
00200000	예비
00400000	예비
00800000	예비
01000000	예비
02000000	예비
04000000	예비
08000000	예비
10000000	예비
20000000	예비
40000000	PTC 1 안전 정지 [W71]
80000000	예비

표 9.39 16-93 경고 워드 2

 Danfoss A/S © 개정 06/2014 All rights reserved.

9.7.3 확장형 상태 워드

비트 (Hex)	확장형 상태 워드 (16-94 확장 상태 워드)
00000001	가감속
00000002	AMA 튜닝
00000004	정역기동
00000008	사용안함
00000010	사용안함
00000020	피드백 상한
00000040	피드백 하한
00000080	출력 전류 높음
00000100	출력 전류 낮음
00000200	출력 주파수 높음
00000400	출력 주파수 낮음
00000800	제동 검사 결과는 성공입니다.
00001000	최대 제동
00002000	제동
00004000	속도 범위 초과
00008000	과전압 제어 활성화
00010000	교류 제동
00020000	비밀번호 타임록
00040000	비밀번호 보호
00080000	지령 높음
00100000	지령 낮음
00200000	현장 지령/원격 지령
00400000	예비
00800000	예비
01000000	예비
02000000	예비
04000000	예비
08000000	예비
10000000	예비
20000000	예비
40000000	예비
80000000	예비

표 9.40 확장형 상태 워드, 16-94 확장 상태 워드

비트 (Hex)	확장형 상태 워드 2 (16-95 확장형 상태 워드 2)
00000001	꺼짐
00000002	수동 / 자동
00000004	사용안함
00000008	사용안함
00000010	사용안함
00000020	릴레이 123 동작
00000040	기동 차단
00000080	제어 준비
00000100	운전 준비
00000200	순간 정지
00000400	직류 제동
00000800	정지
00001000	대기
00002000	출력 고정 요청
00004000	출력 고정
00008000	조그 요청
00010000	조그
00020000	기동 요청
00040000	기동
00080000	기동 적용
00100000	기동 지연
00200000	슬립
00400000	슬립 부스트
00800000	구동
01000000	바이패스
02000000	화재 모드
04000000	예비
08000000	예비
10000000	예비
20000000	예비
40000000	예비
80000000	예비

표 9.41 확장형 상태 워드 2, 16-95 확장형 상태 워드 2

Danfoss A/S © 개정 06/2014 All rights reserved.

아래의 경고/알람 정보는 각각의 경고/알람 조건을 정의하고 조건에 대해 발생 가능한 원인을 제공하며 해결책 또는 고장수리 절차 세부 내용을 안내합니다.

경고 1, 10V 낮음
단자 50의 제어카드 전압이 10V보다 낮습니다.
단자 50(10V 공급)에서 과부하가 발생한 경우 과부하 원인을 제거합니다. 이 단자 용량은 최대 15 mA 또는 최소 590Ω입니다.

연결된 가변 저항기의 단락 또는 가변 저항기의 잘못된 배선에 의해 이 조건이 발생할 수 있습니다.

고장수리

단자 50에서 배선을 제거합니다. 경고가 사라지면 이는 배선 문제입니다. 경고가 사라지지 않으면 제어카드를 교체합니다.

경고/알람 2, 외부지령 결함
이 경고 또는 알람은 *6-01 외부 지령 보호 기능*을 프로그래밍한 경우에만 나타납니다. 아날로그 입력 중 하나의 신호가 해당 입력에 대해 프로그래밍된 최소값의 50% 미만입니다. 파손된 배선 또는 고장난 장치가 신호를 전송하는 경우에 이 조건이 발생할 수 있습니다.

고장수리

모든 아날로그 입력 단자의 연결부를 점검합니다. 제어 카드 단자 53과 54는 신호용이고 단자 55는 공통입니다. MCB 101 단자 11과 12는 신호용이고 단자 10은 공통입니다. MCB 109 단자 1, 3, 5는 신호용이고 단자 2, 4, 6은 공통입니다.

주파수 변환기 프로그래밍 내용과 스위치 설정이 아날로그 신호 유형과 일치하는지 확인합니다.

입력 단자 신호 시험을 실시합니다.

경고/알람 4, 공급전원 결상
전원 공급 측에 결상이 발생하거나 주전원 전압의 불균형이 심한 경우에 발생합니다. 이 메시지는 주파수 변환기의 입력 정류기에 결함이 있는 경우에도 나타납니다. 옵션은 *14-12 공급전원 불균형 시 기능*에서 프로그래밍됩니다.

고장수리

주파수 변환기의 입력 전압과 입력 전류를 점검합니다.

경고 5, 직류단 전압 높음
직류단 전압(DC)이 고전압 경고 한계 값보다 높습니다. 한계는 주파수 변환기 전압 등급에 따라 다릅니다. 유닛은 계속 작동 중입니다.

경고 6, 직류전압 낮음
직류단 전압(DC)이 저전압 경고 한계 값보다 낮습니다. 한계는 주파수 변환기 전압 등급에 따라 다릅니다. 유닛은 계속 작동 중입니다.

경고/알람 7, 직류단 과전압
매개회로 전압이 한계 값보다 높은 경우로서, 일정 시간 경과 후 주파수 변환기가 트립됩니다.

고장수리

제동 저항을 연결합니다.

가감속 시간을 늘립니다.

가감속 유형을 변경합니다.

*2-10 제동 기능*의 기능을 활성화합니다.

*14-26 인버터 결함 시 트립 지연*을(를) 늘립니다.

전원 새그 시 알람/경고가 발생하는 경우 회생 동력 백업을 사용합니다(*14-10 주전원 결함*).

경고/알람 8, 직류단 저전압
직류단 전압이 저전압 한계 이하로 떨어지면 주파수 변환기는 24V DC 백업 전원이 연결되어 있는지 확인합니다. 24V DC 백업 전원이 연결되어 있지 않으면 주파수 변환기는 고정된 지연 시간 후에 트립됩니다. 시간 지연은 유닛 용량에 따라 다릅니다.

고장수리

공급 전압이 주파수 변환기 전압과 일치하는지 확인합니다.

입력 전압 시험을 실시합니다.

소프트 차지 회로 테스트를 실시합니다.

경고/알람 9, 인버터 과부하
주파수 변환기에 과부하(높은 전류로 장시간 운전)가 발생할 경우 주파수 변환기가 정지됩니다. 인버터의 전자식 써멀 보호 기능 카운터는 98%에서 경고가 발생하고 100%가 되면 알람 발생과 함께 트립됩니다. 이 때, 카운터의 과부하율이 90% 이하로 떨어지기 전에는 주파수 변환기를 리셋할 수 없습니다.
주파수 변환기를 100% 이상의 과부하 상태에서 장시간 구동할 경우 결함이 발생합니다.

고장수리

LCP에 표시된 출력 전류와 주파수 변환기 정격 전류를 비교합니다.

LCP에 표시된 출력 전류와 측정된 모터 전류를 비교합니다.

LCP에 써멀 인버터 부하를 표시하고 값을 감시합니다. 주파수 변환기의 지속적 전류 등급 이상으로 운전하는 경우에는 카운터가 증가합니다. 주파수 변환기의 지속적 전류 등급 이하로 운전하는 경우에는 카운터가 감소합니다.

경고/알람 10, 모터 과열
전자식 써멀 보호(ETR) 기능이 모터의 과열을 감지한 경우입니다. *1-90 모터 열 보호*에서 카운터가 100%에 도달했을 때 주파수 변환기가 경고 또는 알람을 표시하도록 설정합니다. 너무 오랜시간 모터가 100% 이상 과부하 상태로 구동할 때 결함이 발생합니다.

9

고장수리

모터가 과열되었는지 확인합니다.

모터가 기계적으로 과부하되었는지 확인합니다.

*1-24 모터 전류*에서 설정한 모터 전류가 올바른지 확인합니다.

파라미터 1-20 ~ 1-25의 모터 데이터가 올바르게 설정되어 있는지 확인합니다.

외부 팬을 사용하는 경우에는 *1-91 모터 외부 팬*에서 외부 팬이 선택되었는지 확인합니다.

*1-29 자동 모터 최적화 (AMA)*에서 AMA를 구동하면 주파수 변환기가 모터를 보다 정밀하게 튜닝하고 써멀 부하를 줄일 수 있습니다.

경고/알람 11, 모터 써미스터 과열

써미스터가 연결 해제되어 있는지 확인합니다. *1-90 모터 열 보호*에서 주파수 변환기가 경고 또는 알람을 표시할지 여부를 설정합니다.

고장수리

모터가 과열되었는지 확인합니다.

모터가 기계적으로 과부하되었는지 확인합니다.

단자 53 또는 54를 사용하는 경우에는 써미스터가 단자 53 또는 54 (아날로그 전압 입력)과 단자 50 (+10V 전압 공급)에 올바르게 연결되어 있는지 확인합니다. 또한 53 또는 54용 단자 스위치가 전압에 맞게 설정되어 있는지도 확인합니다. *1-93 써미스터 소스*에서 단자 53 또는 54가 선택되었는지 확인합니다.

디지털 입력 18 또는 19를 사용하는 경우에는 써미스터가 단자 18 또는 19 (디지털 입력 PNP만 해당)와 단자 50에 올바르게 연결되어 있는지 확인합니다. *1-93 써미스터 소스*에서 단자 18 또는 19가 선택되었는지 확인합니다.

경고/알람 12, 토오크 한계

토오크 값이 *4-16 모터 운전의 토오크 한계*의 값 또는 *4-17 재생 운전의 토오크 한계*의 값을 초과합니다. *14-25 토오크 한계 시 트립 지연*은 경고만 발생하는 조건을 경고 후 알람 발생 조건으로 변경하는 데 사용할 수 있습니다.

고장수리

가속하는 동안 모터 토오크 한계가 초과되면 가속 시간을 늘립니다.

감속하는 동안 발전기 토오크 한계가 초과되면 감속 시간을 늘립니다.

구동하는 동안 토오크 한계에 도달하면 토오크 한계를 늘려야 할 수도 있습니다. 시스템이 높은 토오크에서도 안전하게 운전할 수 있는지 확인합니다.

모터에 과도한 전류가 흐르는지 어플리케이션을 확인합니다.

경고/알람 13, 과전류

인버터 피크 전류 한계(정격 전류의 약 200%)가 초과되었습니다. 약 1.5초 동안 경고가 지속된 후, 주파수 변환기가 트립하고 알람이 표시됩니다. 충격 부하 또는 높은 관성 부하로 인한 급가속에 의해 이 결함이 발생할 수 있습니다. 결함은 또한 급가속이 발생할 때 회생동력 백업이 이루어진 후에도 나타날 수 있습니다. 확장형 기계식 제동 장치 제어를 선택하면 외부에서 트립을 리셋할 수 있습니다.

고장수리

전원을 분리하고 모터축의 회전이 가능한지 확인합니다.

모터 용량이 주파수 변환기와 일치하는지 확인합니다.

모터 데이터가 올바른지 파라미터 1-20 ~ 1-25를 확인합니다.

알람 14, 접지 결함

주파수 변환기와 모터 사이의 케이블이나 모터 자체의 출력 위상에서 접지 쪽으로 전류가 있는 경우입니다.

고장수리

주파수 변환기의 전원을 분리하고 접지 결함을 수리합니다.

절연 저항계로 모터 리드선과 모터의 접지에 대한 저항을 측정하여 모터에 접지 결함이 있는지 확인합니다.

알람 15, 하드웨어 불일치

장착된 옵션은 현재 제어보드 하드웨어 또는 소프트웨어에 의해 운전되지 않습니다.

다음 파라미터의 값을 기록하고 댄포스 공급업체에 문의하십시오.

15-40 FC 유형

15-41 전원 부

15-42 전압

15-43 소프트웨어 버전

15-45 실제 유형 코드 문자열

15-49 소프트웨어 ID 컨트롤카드

15-50 소프트웨어 ID 전원 카드

15-60 옵션 장착

15-61 옵션 소프트웨어 버전 (각 슬롯 옵션)

알람 16, 단락

모터 자체나 모터 배선에 단락이 발생한 경우입니다.

주파수 변환기의 전원을 분리하고 단락을 수리합니다.

경고/알람 17, 제어 워드 타임아웃

주파수 변환기의 통신이 끊긴 경우입니다.
*8-04 제어워드 타임아웃 기능*가 *[0] 꺼짐*이 아닌 다른 값으로 설정되어 있는 경우에만 경고가 발생합니다.
*8-04 제어워드 타임아웃 기능*가 *[5] 정지와 트립*으로 설정되면 주파수 변환기는 우선 경고를 발생시키고 정지할 때까지 감속시키다가 알람을 표시합니다.

 Danfoss A/S © 개정 06/2014 All rights reserved.

고장수리

직렬 통신 케이블의 연결부를 점검합니다.

*8-03 제어워드 타임아웃 시간*을(를) 늘립니다.

통신 장비의 운전을 점검합니다.

EMC 요구사항을 기초로 하여 올바르게 설치되었는지 확인합니다.

알람 18, 기동 실패

허용 시간 내에서 기동하는 동안 속도가 (*1-77 압축기 기동 최대 속도[RPM]*)를 초과하지 못했습니다 (*1-79 압축기 기동 후 트립 시까지 최대시간*에서 설정). 이는 차단된 모터 때문일 수 있습니다.

경고 23, 내부 팬 결함

팬 경고 기능은 팬이 구동 중인지와 장착되었는지 여부를 검사하는 추가 보호 기능입니다. 팬 경고는 *14-53 팬 모니터*(*[0] 사용안함*)에서 비활성화할 수 있습니다.

D, E 및 F 프레임 필터의 경우, 팬에 대해 조절된 전압이 감시됩니다.

고장수리

팬 운전이 올바른지 확인합니다.

주파수 변환기의 전원을 리셋하고 기동 시 팬이 순간적으로 운전하는지 확인합니다.

방열판과 제어카드의 센서를 확인합니다.

경고 24, 외부 팬 결함

팬 경고 기능은 팬이 구동 중인지와 장착되었는지 여부를 검사하는 추가 보호 기능입니다. 팬 경고는 *14-53 팬 모니터*(*[0] 사용안함*)에서 비활성화할 수 있습니다.

고장수리

팬 운전이 올바른지 확인합니다.

주파수 변환기의 전원을 리셋하고 기동 시 팬이 순간적으로 운전하는지 확인합니다.

방열판과 제어카드의 센서를 확인합니다.

경고 25, 제동 저항 단락

운전 중에 제동 저항을 계속 감시하는데, 만약 단락이 발생하면 제동 기능이 비활성화되고 경고가 발생합니다. 주파수 변환기는 계속 운전이 가능하지만 제동 기능은 작동하지 않습니다. 주파수 변환기의 전원을 분리하고 제동 저항을 교체합니다(*2-15 제동 검사* 참조).

경고/알람 26, 제동 저항 과부하

제동 저항에 전달된 출력은 구동 시간 마지막 120초 동안의 평균 값으로 계산됩니다. 계산은 *2-16 교류 제동 최대 전류*에서 설정된 매개회로 전압 및 제동 저항 값을 기준으로 합니다. 소모된 제동 동력이 제동 저항 출력의 90% 이상일 때 경고가 발생합니다. *2-13 제동 동력 감시*에서 *[2] 트립*을 선택한 경우에는 소모된 제동 동력이 100%에 도달할 때 주파수 변환기가 트립됩니다.

경고/알람 27, 제동 초퍼 결함

작동하는 동안 제동 트랜지스터가 감시되며 단락된 경우 제동 기능이 비활성화되고 경고가 발생합니다. 주파수 변환기는 계속 작동이 가능하지만 제동 트랜지스터가 단락되었으므로 전원이 차단된 상태에서도 제동 저항에 실제 동력이 인가됩니다.
주파수 변환기의 전원을 분리하고 제동 저항을 분리합니다.

경고/알람 28, 제동 검사 실패

제동 저항 연결이 끊어졌거나 작동하지 않는 경우입니다.
*2-15 제동 검사*를 점검합니다.

알람 29, 방열판 온도

방열판의 최대 온도를 초과했습니다. 정의된 방열판 온도 아래로 떨어질 때까지 온도 결함이 리셋되지 않습니다. 트립 및 리셋 지점은 주파수 변환기 출력 용량을 기준으로 합니다.

고장수리

다음 조건이 있는지 확인합니다.

주위 온도가 너무 높은 경우.

모터 케이블의 길이가 너무 긴 경우.

주파수 변환기 상단과 하단의 통풍 여유 공간이 잘못된 경우.

주파수 변환기 주변의 통풍이 차단된 경우.

방열판 팬이 손상된 경우.

방열판이 오염된 경우.

알람 30, 모터 U상 결상

주파수 변환기와 모터 사이의 모터 U상이 결상입니다.

주파수 변환기의 전원을 분리하고 모터 U상을 확인합니다.

알람 31, 모터 V상 결상

주파수 변환기와 모터 사이의 모터 V상이 결상입니다.

주파수 변환기의 전원을 분리하고 모터 V상을 점검합니다.

알람 32, 모터 W상 결상

주파수 변환기와 모터 사이의 모터 W상이 결상입니다.

주파수 변환기의 전원을 분리하고 모터 W상을 점검합니다.

알람 33, 돌입전류 결함

단시간 내에 너무 잦은 전원 인가가 발생했습니다. 유닛이 운전 온도까지 내려가도록 식힙니다.

경고/알람 34, 필드버스 결함

통신 옵션 카드의 필드버스가 작동하지 않습니다.

경고/알람 36, 공급전원 결함

이 경고/알람은 주파수 변환기에 공급되는 전압에 손실이 있고 *14-10 주전원 결함*이 *[0] 기능 없음*으로 설정되어 있지 않은 경우에만 발생합니다. 주파수 변환기에 대한 퓨즈와 유닛에 대한 주전원 공급을 확인합니다.

9

 Danfoss A/S © 개정 06/2014 All rights reserved.

알람 38, 내부 결함
내부 결함이 발생하면 *표 9.42*에서 정의된 코드 번호가 표시됩니다.

고장수리

전원을 리셋합니다.

옵션이 올바르게 설치되어 있는지 확인합니다.

배선이 느슨하거나 누락된 곳이 있는지 확인합니다.

댄포스 공급업체 또는 서비스 부서에 문의해야 할 수도 있습니다. 자세한 고장수리 지침은 코드 번호를 참조하십시오.

번호	텍스트
0	직렬 포트를 초기화할 수 없습니다. 댄포스 공급업체 또는 댄포스 서비스 부서에 문의하십시오.
256-258	전원 EEPROM 데이터가 손실되었거나 너무 오래된 데이터입니다. 전원 카드를 교체합니다.
512-519	내부 결함. 댄포스 공급업체 또는 댄포스 서비스 부서에 문의하십시오.
783	파라미터 값이 최소/최대 한계를 벗어났습니다.
1024-1284	내부 결함. 댄포스 공급업체 또는 댄포스 서비스 부서에 문의하십시오.
1299	슬롯 A의 옵션 소프트웨어 버전이 너무 낮습니다.
1300	슬롯 B의 옵션 소프트웨어 버전이 너무 낮습니다.
1302	슬롯 C1의 옵션 소프트웨어 버전이 너무 낮습니다.
1315	슬롯 A의 옵션 소프트웨어는 지원되지 않는 소프트웨어입니다.
1316	슬롯 B의 옵션 소프트웨어는 지원되지 않는 소프트웨어입니다.
1318	슬롯 C1의 옵션 소프트웨어는 지원되지 않는 소프트웨어입니다.
1379-2819	내부 결함. 댄포스 공급업체 또는 댄포스 서비스 부서에 문의하십시오.
1792	DSP의 하드웨어 리셋
1793	모터 관련 파라미터가 DSP에 올바르게 전송되지 않았습니다.
1794	전원 인가 시 전원 데이터가 DSP에 올바르게 전송되지 않았습니다.
1795	DSP에 알 수 없는 SPI 프로그램이 너무 많이 수신되었습니다.
1796	RAM 복사 오류
2561	제어 카드를 교체합니다.
2820	LCP 스택이 넘칩니다.
2821	직렬 포트가 넘칩니다.
2822	USB 포트가 넘칩니다.
3072-5122	파라미터 값이 한계를 벗어났습니다.
5123	슬롯 A의 옵션: 하드웨어가 제어 보드 하드웨어와 호환되지 않습니다.
5124	슬롯 B의 옵션: 하드웨어가 제어 보드 하드웨어와 호환되지 않습니다.
5125	슬롯 C0의 옵션: 하드웨어가 제어 보드 하드웨어와 호환되지 않습니다.
5126	슬롯 C1의 옵션: 하드웨어가 제어 보드 하드웨어와 호환되지 않습니다.
5376-6231	내부 결함. 댄포스 공급업체 또는 댄포스 서비스 부서에 문의하십시오.

표 9.42 내부 결함 코드

알람 39, 방열판 센서
방열판 온도 센서로부터 피드백이 없습니다.

전원 카드에 IGBT 써멀 센서로부터의 신호가 없습니다. 전원 카드, 게이트 인버터 카드 또는 전원 카드와 게이트 인버터 카드 간의 리본 케이블의 문제일 수 있습니다.

경고 40, 디지털 출력 단자 27 과부하
단자 27에 연결된 부하를 확인하거나 단락된 연결부를 분리합니다. *5-00 디지털 I/O 모드* 및 *5-01 단자 27 모드*를 점검합니다.

경고 41, 디지털 출력 단자 29 과부하
단자 29에 연결된 부하를 확인하거나 단락된 연결부를 분리합니다. *5-00 디지털 I/O 모드* 및 *5-02 단자 29 모드*를 점검합니다.

경고 42, 과부하 X30/6 또는 과부하 X30/7
X30/6의 경우, X30/6에 연결된 부하를 확인하거나 단락된 연결부를 분리합니다. *5-32 단자 X30/6 디지털 출력(MCB 101)*를 점검합니다.

X30/7의 경우, X30/7에 연결된 부하를 확인하거나 단락된 연결부를 분리합니다. *5-33 단자 X30/7 디지털 출력(MCB 101)*를 점검합니다.

알람 45, 접지 결함 2
접지 결함

고장수리

올바르게 접지되었는지 또한 연결부가 느슨한지 확인합니다.

와이어 용량이 올바른지 확인합니다.

모터 케이블이 단락되었거나 전류가 누설되는지 확인합니다.

알람 46, 전원 카드 공급
전원 카드 공급이 범위를 벗어납니다.

전원 카드에는 스위치 모드 전원 공급(SMPS)에 의해 생성된 전원 공급이 3가지(24V, 5V, ±18V) 있습니다. MCB 107 옵션과 24V DC로 전원이 공급되면 24V와 5V 공급만 감시됩니다. 3상 주전원 전압으로 전원이 공급되면 3가지 공급이 모두 감시됩니다.

고장수리

전원 카드에 결함이 있는지 확인합니다.

제어카드에 결함이 있는지 확인합니다.

옵션 카드에 결함이 있는지 확인합니다.

24V DC 전원 공급을 사용하는 경우에는 공급 전원이 올바른지 확인합니다.

 Danfoss A/S © 개정 06/2014 All rights reserved.

경고 47, 24V 공급 낮음
24V DC가 제어카드에서 측정됩니다. 외부 24V 직류 예비 전원공급장치가 과부하 상태일 수 있습니다. 그 이외의 경우에는 댄포스 공급업체에 문의하십시오.

경고 48, 1.8V 공급 낮음
제어카드에 사용된 1.8V DC 공급이 허용 한계를 벗어납니다. 전원공급이 제어카드에서 측정됩니다. 제어카드에 결함이 있는지 확인합니다. 옵션 카드가 있는 경우, 과전압 조건이 있는지 확인합니다.

경고 49, 속도 한계
속도가 *4-11 모터의 저속 한계 [RPM]*과 *4-13 모터의 고속 한계 [RPM]*에서 설정한 범위 내에서 있지 않을 때 주파수 변환기는 경고를 표시합니다. 속도가 *1-86 트립 속도 하한 [RPM]*(기동 또는 정지 시 제외)에서 지정된 한계보다 낮을 때 주파수 변환기는 트립됩니다.

알람 50, AMA 교정 결함
댄포스 공급업체 또는 댄포스 서비스 부서에 문의하십시오.

알람 51, AMA 검사 U_{nom} 및 I_{nom}
모터 전압, 모터 전류 및 모터 출력이 잘못 설정된 경우입니다. 파라미터 1-20 ~ 1-25의 설정을 확인합니다.

알람 52, AMA Inom 낮음
모터 전류가 너무 낮은 경우입니다. 설정 내용을 확인합니다.

알람 53, AMA 모터 너무 큼
기동할 AMA용 모터가 너무 큽니다.

알람 54, AMA 모터 너무 작음
기동할 AMA용 모터가 너무 작은 경우입니다.

알람 55, AMA 파라미터 범위 이탈
모터의 파라미터 값이 허용 범위를 초과한 경우입니다. AMA를 실행할 수 없습니다.

알람 56, 사용자에 의한 AMA 간섭
사용자에 의해 AMA가 중단된 경우입니다.

알람 57, AMA 내부 결함
AMA를 다시 시작하십시오. 재기동을 반복하면 모터가 과열될 수 있습니다.

알람 58, AMA 내부 결함
댄포스에 문의하십시오.

경고 59, 전류 한계
모터 전류가 *4-18 전류 한계*에서 설정된 값보다 높습니다. 파라미터 1-20 ~ 1-25의 모터 데이터가 올바르게 설정되어 있는지 확인합니다. 전류 한계를 늘려야 할 수도 있습니다. 시스템이 높은 한계에서 안전하게 운전할 수 있게 해야 합니다.

경고 60, 외부 인터록
디지털 입력 신호가 주파수 변환기 외부에 결함 조건이 있음을 알려줍니다. 외부 인터록이 주파수 변환기가 트립되도록 명령했습니다. 외부 결함 조건을 해결합니다. 정상 운전으로 전환하려면, 외부 인터록용으로 프로그래밍된 단자에 24V DC를 공급합니다. 주파수 변환기를 리셋합니다.

경고 62, 출력 주파수 최대 한계 초과
출력 주파수가 *4-19 최대 출력 주파수*에서 설정된 값에 도달했습니다. 어플리케이션을 확인하여 원인을 파악합니다. 출력 주파수 한계를 늘려야 할 수도 있습니다. 시스템이 높은 출력 주파수에서 안전하게 운전할 수 있게 해야 합니다. 출력이 최대 한계 아래로 떨어지면 경고가 해제됩니다.

경고/알람 65, 제어카드가 과열하는 경우
제어카드의 정지 온도는 80°C입니다.

고장수리

- 주위 사용 온도가 한계 내에 있는지 확인합니다.
- 필터가 막혔는지 확인합니다.
- 팬 운전을 확인합니다.
- 제어카드를 확인합니다.

경고 66, 방열판 저온
주파수 변환기의 온도가 너무 낮아 운전할 수 없습니다. 이 경고는 IGBT 모듈의 온도 센서를 기준으로 합니다. 유닛 주위 온도를 높입니다. 또한 *2-00 직류 유지/예열 전류*(5% 기준)와 *1-80 정지 시 기능*을 설정하여 모터가 정지될 때마다 소량의 전류를 주파수 변환기에 공급할 수 있습니다.

알람 67, 옵션 모듈 구성 변경
마지막으로 전원을 차단한 다음에 하나 이상의 옵션이 추가되었거나 제거된 경우입니다. 구성을 일부러 변경한 경우인지 확인하고 유닛을 리셋합니다.

알람 68, 안전 정지 활성화
안전 토오크 정지가 활성화된 경우입니다. 정상 운전으로 전환하려면, 단자 37에 24V DC를 공급한 다음, 버스통신, 디지털 입/출력 또는 [Reset] 키를 통해 리셋 신호를 보내야 합니다.

알람 69, 전원 카드 과열
전원 카드의 온도 센서가 너무 뜨겁거나 너무 차갑습니다.

고장수리

주위 사용 온도가 한계 내에 있는지 확인합니다.

필터가 막혔는지 확인합니다.

팬 운전을 확인합니다.

전원 카드를 확인합니다.

9

Danfoss A/S © 개정 06/2014 All rights reserved.

알람 70, 잘못된 FC 구성
제어카드와 전원 카드가 호환되지 않습니다. 호환성을 확인하려면 명판에 있는 유닛의 유형 코드와 카드의 부품 번호를 공급업체에 문의합니다.

알람 71, PTC 1 안전 정지
안전 토오크 정지가 PTC 써미스터 카드 MCB 112에서 활성화되었습니다(모터가 너무 뜨거움). (모터 온도가 허용 수준에 도달했을 때) MCB 112가 단자 37에 24V DC를 다시 적용하고 MCB 112로부터의 디지털 입력이 비활성화되면 정상 운전을 재개할 수 있습니다. 그리고 나서 (버스통신, 디지털 입/출력, 또는 [Reset] 키를 통해) 리셋 신호가 전송되어야 합니다.

알람 72, 실패모터사용
안전 토오크 정지와 함께 트립 잠김된 경우입니다. 다음과 같이 예기치 않은 안전 토오크 정지 명령 조합이 발생한 경우입니다.

- VLT PTC 써미스터 카드가 X44/10을 활성화하지만 안전 정지가 활성화되지 않은 경우.
- MCB 112가 (*5-19 단자 37 안전 정지*의 선택 항목 [4] 또는 [5]를 통해 지정된) 안전 토오크 정지를 사용하는 유일한 장치인 경우, 안전 토오크 정지는 활성화되지만 X44/10은 활성화되지 않습니다.

알람 80, 인버터 초기 설정값으로 초기화 완료
수동 리셋 후에 파라미터 설정이 초기 설정값으로 초기화됩니다. 알람을 제거하려면 유닛을 리셋합니다.

알람 92, 비유량
시스템에서 비유량 조건이 감지되었습니다. 알람은 *22-23 유량없음 감지 기능*에서 설정합니다. 시스템을 고장수리하고 결함이 해결된 후에 주파수 변환기를 리셋합니다.

알람 93, 드라이 펌프
주파수 변환기가 고속으로 운전하는 상태에서 시스템에 비유량 조건이 발생하면 이는 드라이 펌프를 의미할 수 있습니다. 알람은 *22-26 드라이 펌프 감지시 동작 설정*에서 설정합니다. 시스템을 고장수리하고 결함이 해결된 후에 주파수 변환기를 리셋합니다.

알람 94, 유량 과다
피드백이 설정 포인트보다 낮습니다. 이는 시스템에 누수가 있음을 의미할 수도 있습니다. 알람은 *22-50 유량 과다 감지시 동작 설정*에서 설정합니다. 시스템을 고장수리하고 결함이 해결된 후에 주파수 변환기를 리셋합니다.

알람 95, 벨트 파손
무부하에 맞게 설정된 토오크 수준보다 토오크가 낮으며 이는 벨트 파손을 의미합니다. 알람은 *22-60 벨트 파손시 동작설정*에서 설정합니다. 시스템을 고장수리하고 결함이 해결된 후에 주파수 변환기를 리셋합니다.

알람 96, 기동 지연
단주기 과다 운전 보호 기능으로 인해 모터 기동이 지연되었습니다. *22-76 기동 간 간격*이 활성화됩니다. 시스템을 고장수리하고 결함이 해결된 후에 주파수 변환기를 리셋합니다.

경고 97, 정지 지연
단주기 과다 운전 보호 기능으로 인해 모터 정지가 지연되었습니다. *22-76 기동 간 간격*이 활성화됩니다. 시스템을 고장수리하고 결함이 해결된 후에 주파수 변환기를 리셋합니다.

경고 98, 클럭 결함
시간이 설정되어 있지 않거나 RTC 클럭이 고장난 경우입니다. *0-70 날짜 및 시간*에서 클럭을 리셋합니다.

경고 200, 화재 모드
이 경고는 주파수 변환기가 화재 모드에서 운전 중임을 의미합니다. 화재 모드가 해제되면 경고가 해제됩니다. 알람 기록의 화재 모드 데이터를 참조하십시오.

경고 201, 화재 모드 활성화 이력 있음
이는 주파수 변환기가 화재 모드로 전환되었음을 의미합니다. 유닛의 전원을 리셋하여 경고를 제거합니다. 알람 기록의 화재 모드 데이터를 참조하십시오.

경고 202, 화재 모드 제한 초과
화재 모드에서 운전하는 동안 일반적으로 유닛을 트립시키는 하나 이상의 알람 조건이 무시되었습니다. 이 조건에서 운전하면 유닛의 보증이 무효화됩니다. 유닛의 전원을 리셋하여 경고를 제거합니다. 알람 기록의 화재 모드 데이터를 참조하십시오.

경고 203, 모터 없음
여러 모터를 운전하는 주파수 변환기에 저부하 조건이 감지되었습니다. 이는 모터가 없음을 의미할 수 있습니다. 올바른 운전을 위해 시스템을 점검합니다.

경고 204, 회전자 잠김
여러 모터를 운전하는 주파수 변환기에 과부하 조건이 감지되었습니다. 이는 잠긴 회전자를 의미할 수 있습니다. 올바른 운전을 위해 모터를 점검합니다.

경고 250, 새 예비 부품
주파수 변환기의 구성품이 교체되었습니다. 정상 운전을 하려면 주파수 변환기를 리셋합니다.

경고 251, 신규 유형코드
전원 카드 또는 기타 구성품이 교체되었으며 유형 코드가 변경되었습니다. 리셋하여 경고를 제거하고 정상 운전을 재개합니다.

 Danfoss A/S © 개정 06/2014 All rights reserved.

인덱스

A

AMA..... 121, 124, 182, 185
AWG..... 151

B

BACnet..... 70

C

CAV 시스템..... 26
CE 규격 및 라벨..... 11
CE 규격 및 라벨이란?..... 11
CO2 센서..... 26

D

DeviceNet..... 70
DU/dt 필터..... 65

E

EMC 규정 2004/108/EC..... 12
EMC 규정(2004/108/EC)..... 11
EMC 규정에 따른 케이블..... 119
EMC 방사..... 41
EMC 시험 결과..... 43
EMC 주의사항..... 133
ETR..... 108

I

IGV..... 25
IP21/IP41/ TYPE1 외함 키트..... 63
IP21/Type 1 외함 키트..... 63
IT 주전원..... 120

L

LCP..... 7, 9, 35, 62

M

MCT 31..... 116
Modbus RTU..... 140
Modbus RTU가 있는 FC..... 134
Modbus 예외 코드..... 144
Modbus 통신..... 133

N

Ni1000 온도 센서..... 58

P

Pt1000 온도 센서..... 58

R

RCD..... 9
RFI 스위치..... 120
RS-485..... 132

U

USB 연결..... 110

V

VAV..... 25
VVCplus 모드에서의 정적 과부하..... 50
VVCplus)..... 9

가

가변 저항 지령..... 124
가변(2차) 토오크 어플리케이션(VT)..... 173

건

건물 관리 시스템..... 57
건물 관리 시스템, BMS..... 21

결

결상..... 181

경

경고 워드..... 179

고

고급 벡터 제어..... 8
고도가 높은 곳에서의 설치..... 10
고장수리..... 174
고전압 시험..... 116
고정 레지스터 읽기(03 HEX)..... 146
고조파 방사 요구사항..... 44
고조파 방사의 일반적 측면..... 44
고조파 시험 결과 (방사)..... 44
고조파 필터..... 72

공

공공 공급망..... 44
공급 전압..... 183
공조 시스템의 폐회로 제어..... 39

 Danfoss A/S © 개정 06/2014 All rights reserved.

관

관성 모멘트..... 49

교

교축 밸브..... 29

균

균형 조정 콘택터..... 30

극

극한 운전 조건..... 49
극한 환경..... 12

기

기계적인 장착..... 83
기기 규정(2006/42/EC)..... 11
기능 코드..... 143
기동 토오크..... 8
기동/정지..... 123
기동/정지 조건..... 131
기본 다이어그램..... 57
기본 배선의 예..... 112

냉

냉각..... 173
냉각 조건..... 83
냉각 타워 팬..... 27

네

네트워크 연결..... 132

녹

녹아웃..... 86

다

다중 영역 제어..... 57

단

단락..... 182
단락(모터 상간)..... 49

댐

댐퍼..... 25

디

디지털 입력..... 160, 182
디지털 입력 - 단자 X30/1-4..... 53
디지털 출력..... 162
디지털 출력 - 단자 X30/5-7..... 53
디커플링 플레이트..... 89

리

리드 펌프 절체 배선 다이어그램..... 130
리셋..... 181, 186

릴

릴레이 연결..... 95
릴레이 옵션..... 54
릴레이 출력..... 162

매

매개 회로..... 49, 165
매개회로..... 164

명

명판 데이터..... 121
명확한 이점 - 에너지 절감..... 19

모

모터 데이터..... 182, 185
모터 명판..... 121
모터 보호..... 108, 164
모터 써멀 보호..... 50, 106, 150
모터 연결부..... 88
모터 위상..... 49
모터 전류..... 185
모터 전압..... 165
모터 정격 회전수..... 7
모터 출력..... 160, 185
모터 케이블..... 106, 117
모터 파라미터..... 124
모터 회전..... 108
모터 회전 방향..... 108
모터에서 생성된 과전압..... 49
모터의 피크 전압..... 165

바

바이패스 주파수 범위..... 27

발

발주 번호..... 66
발주 번호:..... 75, 76, 77, 78

 Danfoss A/S © 개정 06/2014 All rights reserved.

발주 번호: 고조파 필터..... 72
발주 번호: 옵션 및 액세서리..... 69

방

방사..... 0 , 43
방사 요구사항..... 42
방전 시간..... 11
방지 요구사항..... 45

변

변풍량..... 25

보

보호..... 12, 46
보호 기능..... 164

부

부하 공유..... 115

분

분기 회로 보호..... 96

비

비례의 법칙..... 20

사

사인파 필터..... 65, 91

상

상태 워드..... 149

색

색인(IND)..... 137

설

설정 포인트 입력을 위한 I/O..... 57

성

성능 보장을 위한 자동 최적화..... 173

소

소프트 스타터..... 22
소프트웨어 버전..... 6, 70

수

수동 PID 조정..... 40

스

스마트 로직 컨트롤러..... 124
스마트 로직 컨트롤러 프로그래밍..... 125
스위치 S201, S202 및 S801..... 111
스타/델타 스타터..... 22

습

습도..... 12

시

시계 방향 회전..... 108
시스템 상태 및 운전..... 129

실

실시간 클럭(RTC)..... 58

써

써멀 보호..... 6
써미스터..... 9

아

아날로그 I/O 선택..... 57
아날로그 I/O 옵션 MCB 109..... 57
아날로그 신호..... 181
아날로그 입력..... 8, 161, 181
아날로그 전압 입력 - 단자 X30/10-12..... 53
아날로그 출력..... 161
아날로그 출력 - 단자 X30/5+8..... 53

안

안전 규정..... 10
안전 요구사항..... 79
안전 접지 연결..... 117
안전 참고사항..... 10
안전 토오크 정지..... 13

알

알람 및 경고..... 174
알람 워드..... 178
알람/경고 코드 목록..... 176

액

액세서리 백..... 82
액츄에이터를 위한 출력..... 57

 Danfoss A/S © 개정 06/2014 All rights reserved.

약
약어..... 7

에
에너지 절감..... 20, 21
에너지 절감량 비교..... 21

여
여러 개의 펌프..... 32

역
역률..... 9
역률 보정..... 22

옆
옆면끼리 여유 공간 없이 바로 붙여서 설치..... 83

옵
옵션..... 54
옵션 및 액세서리..... 52

외
외부 24 V DC 공급..... 56
외부조건:..... 163
외형 치수표..... 80

유
유량 및 압력을 다양하게 제어..... 22
유량계..... 30
유형 코드 문자열 저출력 및 중간 출력..... 67

의
의도하지 않은 기동에 대한 경고..... 10

인
인버터 제품 번호 관리 소프트웨어..... 66

일
일반사양..... 160
일정 토오크 어플리케이션(CT 모드)..... 173

입
입력 단자..... 181

자
자동 모터 최적화..... 3
자동 모터 최적화 (AMA)..... 121
자료..... 6

잔
잔류 전류 장치..... 120

저
저기압에 따른 용량 감소..... 173
저속 운전에 따른 용량 감소..... 173
저작권, 책임의 한계 및 개정 권리..... 6
저전압 규정(2006/95/EC)..... 11

적
적용 예..... 24

전
전기적인 설치..... 111, 113
전기적인 설치 - EMC 주의 사항..... 117
전도..... 0 , 43
전류 등급..... 181
전면 덮개의 조임강도..... 81
전압 불균형..... 181
전압 수준..... 160

접
접지..... 89, 116
접지 누설 전류..... 117
접지 루프..... 120

정
정의..... 7
정풍량..... 26

제
제동..... 183
제동 기능..... 49
제동 동력..... 8, 49
제동 저항..... 47, 78
제동 저항 계산..... 48
제동 저항 배선..... 49
제어 가능성..... 32
제어 구조 개회로..... 33
제어 구조 폐회로..... 35
제어 단자..... 110, 111
제어 단자 덮개..... 109
제어 워드..... 148

 Danfoss A/S © 개정 06/2014 All rights reserved.

제어 카드..... 181
제어 케이블..... 113, 117, 120
제어 특성..... 163
제어카드 성능..... 163
제어카드, 10V DC 출력..... 162
제어카드, 24V DC 출력..... 162
제어카드, RS-485 직렬 통신..... 161
제어카드, USB 직렬 통신..... 163

조
조그..... 7, 148

주
주위 온도에 따른 용량 감소..... 169
주의..... 11
주전원 공급..... 9, 151, 155
주전원 단로기..... 105
주전원 저전압..... 50
주파수 변환기 셋업..... 134
주파수 변환기 폐회로 제어기 튜닝..... 40
주파수 변환기 하드웨어 셋업..... 133
주파수 변환기가 지원하는 데이터 유형..... 138
주파수 변환기에 의해 제어된 팬 시스템..... 24

중
중앙 VAV 시스템..... 25

증
증가 시간..... 165
증발기 유량..... 30
증발기 저온..... 30

지
지령 처리..... 38

직
직렬 통신..... 120, 163
직렬 통신 포트..... 8
직류 버스통신 연결..... 115
직류 제동..... 148
직류단..... 181

진
진동..... 13, 27

차
차동 압력..... 32
차폐 제어 케이블..... 120
차폐/보호..... 88, 114

청
청각적 소음..... 164

출
출력 고정..... 7
출력 성능 (U, V, W)..... 160
출력 전류..... 181
출력 주파수 고정..... 148
출력 필터..... 65
출력(전원) 차단/공급..... 49

충
충격..... 13

케
케이블 길이 및 단면적..... 160
케이블 클램프..... 118

코
코사인 ϕ 보상..... 22
코스팅..... 7, 148, 149

콘
콘덴서 펌프..... 29

클
클럭 기능의 배터리 백업..... 57

텔
텔레그램 길이(LGE)..... 135

토
토오크 특성..... 160

통
통신 옵션..... 183

트
트랜스미터/센서 입력..... 57

파
파라미터 값..... 145
파라미터 번호(PNU)..... 137

 Danfoss A/S © 개정 06/2014 All rights reserved.

펄

펄스 기동/정지..... 123
펄스 입력..... 161

펌

펌프 임펠러..... 29

페

페이백 기간..... 21

폐

폐기물 처리 지침..... 11
폐회로 PID 제어의 예..... 39

퓨

퓨즈..... 96, 183

프

프로그래밍..... 181
프로그래밍 가능한 최소 주파수 설정..... 27
프로그래밍 순서..... 39
프로토콜 개요..... 134
프로피버스..... 70

피

피드백..... 184, 186

필

필드버스 연결..... 109

향

향상된 제어 성능..... 22

현

현장 속도 결정..... 30
현장(수동 운전) 및 원격(자동 운전) 제어..... 35

확

확장형 상태 워드..... 180
확장형 상태 워드 2..... 180

환

환기팬..... 25

효

효율..... 164

 Danfoss A/S © 개정 06/2014 All rights reserved.

 Danfoss A/S © 개정 06/2014 All rights reserved.

www.danfoss.com/drives

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

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

130R0084 MG11BC39 개정 06/2014