ENGINEERING TOMORROW

설계지침서

VLT® AutomationDrive FC 302
315–1200 kW

www.DanfossDrives.com

차례

1 소개 5
1.1 설계지침서의 용도 5
1.2 추가 리소스 5
1.3 문서 및 소프트웨어 버전 5
1.4 규약 5

2 안전 6
2.1 안전 기호 6
2.2 공인 기사 6
2.3 안전 주의사항 6

3 승인 및 인증 8
3.1 규제/준수 인증 8
3.2 외함 보호 등급 9

4 제품 개요 11
4.1 VLT® High-power Drive 11
4.2 전력 등급별 외함 사이즈 11
4.3 외함 개요, 380–500 V 12
4.4 외함 개요, 525–690 V 15
4.5 키트 가용성 18

5 제품 기능 19
5.1 자동 운전 기능 19
5.2 사용자 정의 어플리케이션 기능 21
5.3 다이나믹 제동 개요 25
5.4 기계식 억속 제동 장치 개요 26
5.5 부하 공유 개요 28
5.6 재생 개요 30

6 옵션 및 액세서리 개요 31
6.1 필드버스 장치 31
6.2 기능 확장 옵션 32
6.3 모션컨트롤 및 릴레이 카드 34
6.4 제동 저항 35
6.5 사인파 필터 35
6.6 dU/dt 필터 35
6.7 공통 모드 필터 35
6.8 고조파 필터 35
6.9 외함 내장형 옵션 35
6.10 고출력 키트 37

 Danfoss A/S © 11/2017 All rights reserved.

7 사양 38
7.1 전기적 기술 자료, 380-500 V 38
7.2 전기적 기술 자료, 525-690 V 44
7.3 주전원 공급 50
7.4 모터 출력 및 모터 데이터 50
7.5 주위 조건 50
7.6 케이블 사양 51
7.7 제어 입력/출력 및 제어 데이터 51
7.8 외함 높이 54
7.9 외함 E1-E2 및 F1-F13의 공기 흐름(통풍) 55

8 외부 및 단자 치수 57
8.1 E1 외부 및 단자 치수 57
8.2 E2 외부 및 단자 치수 65
8.3 F1 외부 및 단자 치수 73
8.4 F2 외부 및 단자 치수 80
8.5 F3 외부 및 단자 치수 87
8.6 F4 외부 및 단자 치수 99
8.7 F8 외부 및 단자 치수 110
8.8 F9 외부 및 단자 치수 114
8.9 F10 외부 및 단자 치수 120
8.10 F11 외부 및 단자 치수 126
8.11 F12 외부 및 단자 치수 134
8.12 F13 외부 및 단자 치수 140

9 기계적인 설치 고려사항 148
9.1 보관 148
9.2 유닛 들어 올리기 148
9.3 운전 환경 149
9.4 장착 구성 150
9.5 냉각 151
9.6 용량 감소 152

10 전기적인 설치 고려사항 155
10.1 안전 지침 155
10.2 배선 약도 156
10.3 설치 157
10.4 제어 배선 및 단자 161
10.5 퓨즈 및 회로 차단기 167
10.6 차단기 및 콘택터 172
10.7 모터 173

 Danfoss A/S © 11/2017 All rights reserved.

10.8 제동 176
10.9 잔류 전류 장치(RCD) 및 절연 저항 감시 장치(IRM) 178
10.10 누설 전류 178
10.11 IT 그리드 179
10.12 효율 179
10.13 청각적 소음 180
10.14 dU/dt 조건 180
10.15 전자기 적합성(EMC) 개요 181
10.16 EMC 적합 설치 185
10.17 고조파 개요 187

11 드라이브의 기본 운전 방식 190
11.1 운전 설명 190
11.2 드라이브 제어 190

12 적용 예 199
12.1 폐회로 드라이브 시스템 프로그래밍 199
12.2 자동 모터 최적화(AMA)를 위한 배선 구성 199
12.3 아날로그 속도 지령을 위한 배선 구성 200
12.4 기동/정지를 위한 배선 구성 200
12.5 외부 알람 리셋을 위한 배선 구성 202
12.6 수동 가변 저항을 사용하는 속도 지령의 배선 구성 202
12.7 가속/감속을 위한 배선 구성 202
12.8 RS485 네트워크 연결을 위한 배선 구성 203
12.9 모터 써미스터를 위한 배선 구성 203
12.10 스마트 로직 컨트롤러를 사용하는 릴레이 셋업의 배선 구성 204
12.11 기계식 제동 장치 제어를 위한 배선 구성 204
12.12 엔코더를 위한 배선 구성 205
12.13 토오크 및 정지 한계를 위한 배선 구성 205

13 드라이브 주문 방법 207
13.1 인버터 제품 구성 소프트웨어 207
13.2 옵션/키트의 주문 번호 211
13.3 필터 및 제동 저항의 주문 번호 214
13.4 예비 부품 214

14 부록 215
14.1 약어 및 기호 215
14.2 정의 216
14.3 RS485 설치 및 셋업 217
14.4 RS485: FC 프로토콜 개요 218
14.5 RS485: FC 프로토콜 텔레그램 구조 218

 Danfoss A/S © 11/2017 All rights reserved.

14.6 RS485: FC 프로토콜 파라미터 예시 222
14.7 RS485: Modbus RTU 개요 223
14.8 RS485: Modbus RTU 텔레그램 구조 224
14.9 RS485: Modbus RTU 메시지 기능 코드 227
14.10 RS485: Modbus RTU 파라미터 227
14.11 RS485: FC 제어 프로필 228

인덱스 235

 Danfoss A/S © 11/2017 All rights reserved.

1

1 소개

1.1 설계지침서의 용도

이 설계지침서의 대상은 다음과 같습니다.

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

설계지침서는 모터 제어 및 감시 시스템에 통합할 수 있도록 드라이브 성능에 대한 이해를 돕는 기술 정보를 제공합니다.

VLT®는 등록 상표입니다.

1.2 추가 리소스

기타 리소스는 드라이브의 고급 운전, 프로그래밍 및 규정 준수를 이해할 수 있도록 제공됩니다.

- *운전 지침서*는 드라이브의 설치 및 기동과 관련하여 자세한 정보를 제공합니다.
- *프로그래밍 지침서*는 파라미터 사용 방법 및 각종 어플리케이션 예시와 관련하여 보다 자세한 내용을 제공합니다.
- *VLT® Safe Torque Off 운전 지침서*는 기능 안전 어플리케이션에서 댄포스 드라이브를 사용하는 방법에 관해 설명합니다. 이 설명서는 Safe Torque Off 옵션이 있는 경우 드라이브와 함께 제공됩니다.
- *VLT® Brake Resistor MCE 101 설계지침서*는 최적의 제동 저항을 선정하는 방법을 설명합니다.
- *VLT® Advanced Harmonic Filters AHF 005/AHF 010 설계지침서*는 고조파, 각종 저감 방법 및 고급 고조파 필터의 작동 원리를 설명합니다. 이 지침서는 또한 특정 어플리케이션에 알맞은 고급 고조파 필터를 선정하는 방법을 설명합니다.
- *출력 필터 설계지침서*는 특정 어플리케이션에 출력 필터를 사용해야 하는 이유와 최적의 dU/dt 또는 사인파 필터를 선정하는 방법을 설명합니다.
- 이들 자료에 설명된 정보 중 일부를 변경할 수 있는 옵션 장비가 제공됩니다. 특정 요구사항은 옵션과 함께 제공된 설명서를 참조하십시오.

보충 자료 및 설명서는 댄포스에서 구할 수 있습니다. 관련 목록은 *drives.danfoss.com/downloads/portal/#/* 참조.

1.3 문서 및 소프트웨어 버전

본 설명서는 정기적으로 검토 및 업데이트됩니다. 모든 개선 관련 제안을 환영합니다. *표 1.1*는 문서 버전 및 해당 소프트웨어 버전을 나타냅니다.

버전	비고	소프트웨어 버전
MG34S3xx	D1h–D8h 관련 내용 삭제 및 신규 구조 적용.	8.03

표 1.1 문서 및 소프트웨어 버전

1.4 규약

- 번호 목록은 절차를 의미합니다.
- 글머리 기호(Bullet) 목록은 기타 정보 및 그림 설명을 의미합니다.
- 기울임꼴 텍스트는 다음을 의미합니다.
  - 상호 참조
  - 링크.
  - 각주.
  - 파라미터명, 파라미터 그룹 이름, 파라미터 옵션
- 그림의 모든 치수는 [mm] (in) 단위입니다.
- 별표(*)는 파라미터의 초기 설정을 나타냅니다.

Danfoss A/S © 11/2017 All rights reserved.

2 안전

2

2.1 안전 기호

본 지침서에 사용된 기호는 다음과 같습니다.

⚠경고

사망 또는 중상으로 이어질 수 있는 잠재적으로 위험한 상황을 나타냅니다.

⚠주의

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

주의 사항

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

2.2 공인 기사

본 장비의 설치 또는 운전은 공인 기사에게만 허용됩니다.

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

2.3 안전 주의사항

⚠경고

최고 전압

교류 주전원 입력, 직류 공급, 부하 공유 또는 영구자석에 연결될 때 드라이브에 최고 전압이 발생합니다. 설치, 기동 및 유지보수에 공인 기사를 활용하지 못하면 드라이브로 인해 사망 또는 중상이 발생할 수 있습니다.

- **반드시 공인 기사가 드라이브를 설치, 기동 및 유지보수해야 합니다.**

⚠경고

누설 전류 위험

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

- **공인 전기설치 인력이 장비를 올바르게 접지하게 합니다.**

⚠경고

방전 시간

드라이브에는 드라이브에 전원이 인가되지 않더라도 충전이 유지될 수 있는 DC 링크 컨덴서가 포함되어 있습니다. 경고 LED 표시 램프가 꺼져 있더라도 최고 전압이 남아 있을 수 있습니다. 전원을 분리한 후 서비스 또는 수리 작업을 진행하기 전까지 40분 동안 기다리지 않으면 사망 또는 중상으로 이어질 수 있습니다.

1. **모터를 정지합니다.**
2. **교류 주전원 및 원격 DC 링크 공급(배터리 백업, UPS 및 다른 드라이브에 연결된 DC 링크 연결장치 포함)을 차단합니다.**
3. **모터를 차단하거나 구속시킵니다.**
4. **컨덴서가 완전히 방전될 때까지 40분간 기다립니다.**
5. **서비스 또는 수리 작업을 수행하기 전에 적절한 전압 측정 장치를 사용하여 컨덴서가 완전히 방전되었는지 확인합니다.**

⚠경고

화재 위험

제동 저항은 제동 중 및 제동 후에 뜨거워집니다. 제동 저항을 안전한 장소에 두지 않으면 재산 손실 및/또는 중상으로 이어질 수 있습니다.

- **화재 위험을 피하기 위해 안전한 환경에 제동 저항을 배치해야 합니다.**
- **심각한 화상을 입을 수 있으므로 제동 중 또는 제동 후에 제동 저항을 만지지 마십시오.**

주의 사항

주전원 쉴드 안전 옵션

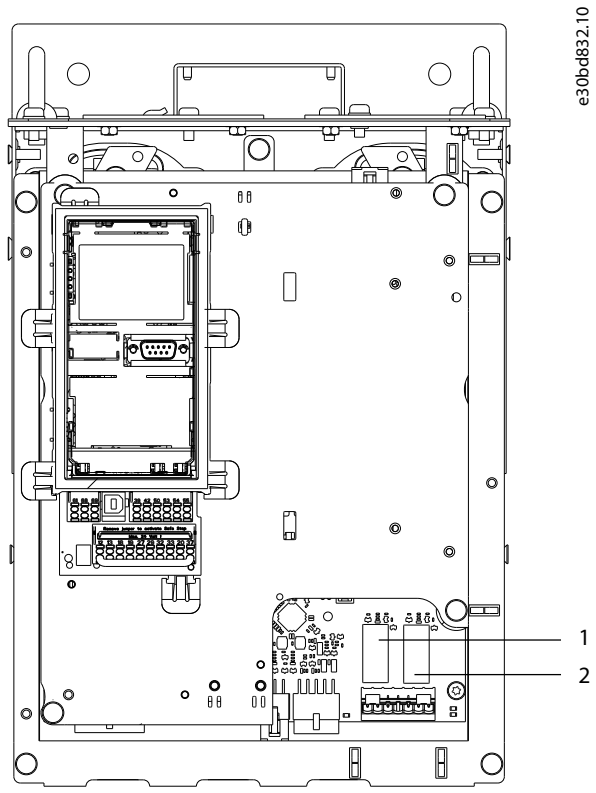
주전원 쉴드 옵션은 보호 등급 IP21/IP 54 (Type 1/ Type 12)의 외함에 사용 가능합니다. 주전원 쉴드는 BGV A2, VBG 4에 따라 전원 단자를 실수로 만지지 않도록 보호하기 위해 외함 내부에 설치된 덮개입니다.

2.3.1 ADN-호환 설치

국제 내륙수로 위험물품 운송에 관한 유럽 협정 (European Agreement concerning International Carriage of Dangerous Goods by Inland Waterways, ADN)에 따라 발화 위험을 차단하기 위해 보호 등급 IP00 (섀시), IP20 (섀시), IP21 (Type 1) 또는 IP54 (Type 12)로 드라이브에 예방 조치를 취합니다.

Danfoss A/S © 11/2017 All rights reserved.

- 주전원 스위치를 설치하지 않습니다.
- *파라미터 14-50 RFI 필터*가 *[1] 켜짐*으로 설정되어 있는지 확인합니다.
- *RELAY(릴레이)*라고 표시된 모든 릴레이 플러그를 제거합니다. *그림 2.1*을(를) 참조하십시오.
- 해당하는 경우 어떤 릴레이 옵션이 설치되어 있는지 확인합니다. 유일하게 허용된 릴레이 옵션은 VLT® Extended Relay CardMCB 113입니다.



1, 2	릴레이 플러그

그림 2.1 릴레이 플러그의 위치

 Danfoss A/S © 11/2017 All rights reserved.

3 승인 및 인증

3

이 섹션은 댄포스 드라이브에서 확인할 수 있는 각종 승인 및 인증에 대한 요약 설명을 제공합니다. 경우에 따라 설명되지 않는 승인 및 인증이 있을 수 있습니다.

3.1 규제/준수 인증

주의 사항

출력 주파수 관련 제한

수출 통제 규정으로 인해 소프트웨어 버전 6.72부터 드라이브의 출력 주파수는 590 Hz로 제한됩니다. 소프트웨어 버전 6.xx 또한 최대 출력 주파수가 590 Hz로 제한되지만 이 버전은 다운그레이드하거나 업그레이드할 수 없습니다.

3.1.1.1 CE 마크

CE 마크(Communauté européenne)는 해당 제품 제조업체가 모든 관련 EU 규정을 준수함을 의미합니다. 드라이브의 설계 및 제조에 적용 가능한 EU 규정은 *표 3.1*에 수록되어 있습니다.

주의 사항

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

EU 규정	버전
최저 전압 규정	2014/35/EU
EMC 규정	2014/30/EU
기기 규정[1)]	2014/32/EU
ErP 규정	2009/125/EC
ATEX 규정	2014/34/EU
RoHS 규정	2002/95/EC

표 3.1 드라이브에 적용 가능한 EU 규정

1) 기기 규정 준수는 안전 기능이 통합된 드라이브에만 필요합니다.

주의 사항

Safe Torque Off (STO)와 같은 안전 기능이 통합된 드라이브는 기기 규정을 준수해야 합니다.

적합성 선언은 요청 시 제공해 드릴 수 있습니다.

최저 전압 규정

드라이브는 2014년 1월 1일자 최저 전압 규정에 따라 CE 인증을 받아야 합니다. 최저 전압 규정은 50–1000 V AC 및 75–1500 V DC 전압 범위의 모든 전기 장비에 적용됩니다.

규정의 목적은 용도에 맞게 설치, 유지보수 및 사용된 전기 장비를 작동할 때 신체 안전을 보장하고 재산 손실을 피하는 데 있습니다.

EMC 규정

EMC(전자기 적합성) 규정의 목적은 전자기 간섭을 줄이고 전기 장비 및 설비의 방지를 강화하는 데 있습니다. 전자기 간섭(EMI)을 발생시키거나 EMI에 의해 작동이 영향을 받는 장치는 전자기 간섭의 발생을 제한하도록 설계되어야 한다는 것이 EMC 규정의 기본 보호 요구사항입니다. 장치는 용도에 맞게 올바르게 설치, 유지보수 및 사용되는 경우, 적절한 EMI 방지 수준을 갖춰야 합니다.

전기 설비 장치는 단독으로 사용하든지 아니면 시스템의 일부로 사용하든지 간에 CE 마크를 고려해야 합니다. 시스템에 CE 마크가 필요한 것은 아니지만 EMC 규정의 기본 보호 요구사항은 반드시 준수해야 합니다.

기기 규정

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

안전 기능이 통합된 드라이브는 기기 규정을 준수해야 합니다. 안전 기능이 없는 드라이브는 기기 규정의 적용을 받지 않습니다. 드라이브가 기계류 시스템에 통합되어 있는 경우 댄포스는 드라이브와 관련한 안전 정보를 제공할 수 있습니다.

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

3.1.1.2 ErP 규정

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

3.1.1.3 UL 인증

UL(Underwriters Laboratory) 마크는 표준화된 시험을 기준으로 제품의 안전성과 환경성을 인증합니다. 전압 등급 T7 (525–690 V)의 드라이브는 525–600 V에 대해서만 UL 인증을 받았습니다.

3.1.1.4 CSA/cUL

CSA/cUL 인증은 정격 전압 600 V 이하의 AC 드라이브에 적용되는 인증입니다. 이 표준은 드라이브가 제공된 운전/설치 지침서에 따라 설치되었을 때 해당 장비의 전기 및 발열 안전 관련 UL 표준 충족을 보장합니다.

Danfoss A/S © 11/2017 All rights reserved.

이 마크는 해당 제품이 필요한 모든 엔지니어링 및 규격 시험을 거쳤음을 인증합니다. 적합성 인증은 요청 시 제공됩니다.

3.1.1.5 EAC

EAC(EurAsian Conformity) 마크는 해당 제품이 유라시아 경제연합(EurAsian Economic Union) 회원국으로 구성된 유라시아 관세동맹(EurAsian Customs Union)에 따라 제품에 적용 가능한 모든 요구사항 및 기술 규정을 준수함을 나타냅니다.

EAC 로고는 제품 라벨과 포장 라벨에 모두 표시되어야 합니다. EAC 지역 내에서 사용된 제품은 모두 EAC 지역 내 댄포스로 보내야 합니다.

3.1.1.6 UKrSEPRO

UKrSEPRO 인증서는 우크라이나 규제 표준에 따라 제품 및 서비스의 품질과 안전성뿐만 아니라 제조 안정성을 보장합니다. UkrSepro 인증서는 우크라이나 영토로 들어오거나 우크라이나 영토 밖으로 나가는 모든 제품의 세관 통과에 필요한 서류입니다.

3.1.1.7 TÜV

TÜV SÜD는 EN/IEC 61800-5-2에 따라 드라이브의 기능 안전을 인증하는 유럽 안전 기관입니다. TÜV SÜD는 제조사의 지속적인 자체 규정 준수를 보장하기 위해 제품을 시험할 뿐만 아니라 생산 공정 또한 감시합니다.

3.1.1.8 RCM

RCM(Regulatory Compliance Mark)은 호주 통신미디어청(Australian Communications and Media Authorities) EMC 라벨 관련 고지에 따라 전기통신 및 EMC/무선 통신 장비에 적합함을 나타냅니다. RCM은 이제 A-Tick 인증 마크와 C-Tick 인증 마크를 모두 포함하는 단일 인증 마크입니다. 전기 및 전자 장치를 호주 및 뉴질랜드에 시판하기 위해서는 RCM 인증이 필요합니다.

3.1.1.9 선박

선박 및 석유/가스 시추 플랫폼이 규제 관련 라이센스 및 보험을 취득하기 위해서는 하나 이상의 선급 연합회에서 이러한 어플리케이션을 인증해야 합니다. 최대 12곳의 각기 다른 선급 연합회에서 댄포스 드라이브 시리즈를 인증했습니다.

선급 승인 및 인증서를 보거나 인쇄하려면 다음 웹사이트의 다운로드 영역으로 이동하십시오.
drives.danfoss.com/industries/marine-and-offshore/marine-type-approvals/#/.

3.1.2 수출 통제 규제

드라이브는 지역별 및/또는 국가별 수출 통제 규제의 적용을 받을 수 있습니다.

ECCN 번호는 수출 통제 규제를 받는 모든 드라이브를 분류하는 데 활용됩니다. ECCN 번호는 드라이브와 동봉된 문서에 기재되어 있습니다.

재수출의 경우, 관련 수출 통제 규정 준수는 수출업자의 책임입니다.

3.2 외함 보호 등급

VLT® 드라이브 시리즈는 어플리케이션의 요구를 최대한 충족하기 위해 다양한 외함 보호 등급으로 제공됩니다. 외함 보호 등급은 다음과 같은 2가지 국제 표준에 따라 제공됩니다.

- UL 유형은 외함이 NEMA(National Electrical Manufacturers Association, 미국전기공업회) 표준을 충족하는지 여부를 검증합니다. 외함의 구성 및 시험 요구사항은 NEMA 표준 250-2003 및 UL 50(11차 개정판)에 수록되어 있습니다.
- 그 외 국가의 경우, IP(Ingress Protection, 방진방수) 등급은 IEC(International Electrotechnical Commission, 국제전기표준회의)에 따라 규정됩니다.

표준 댄포스 VLT® 드라이브 시리즈는 IP00 (섀시), IP20 (보호형 섀시), IP21 (UL Type 1) 또는 IP54 (UL Type 12)의 요구사항을 충족하도록 다양한 외함 보호 등급으로 제공됩니다. 이 설명서에서 UL Type은 Type으로만 표시됩니다. 예를 들면 IP21/Type 1과 같습니다.

UL type 표준

Type 1 – 작업자가 외함 내부 제품에 우발적으로 접촉하지 않을 정도의 보호 수준을 제공하고 먼지 등이 내부에 유입되지 않을 정도의 보호 수준을 제공하기 위해 실내용으로 구성된 외함.

Type 12 – 다음과 같은 물질 등이 외함 내부 제품에 유입되지 않도록 보호하기 위해 실내용으로 설계된 일반용 외함.

- 섬유
- 보풀
- 먼지
- 경미한 액체 튐
- 침윤
- 비부식성 액체의 낙수 및 외부 응결

오일 또는 먼지 방지 구조물을 장착하기 위해 내유성 가스켓과 함께 사용하는 경우를 제외하고 외함에는 구멍이 없으며 도관 녹아웃 뿐만 아니라 도관 개구도 없어야 합니다. 도어는 또한 내유성 가스켓과 함께 제공됩

니다. 또한 컨트롤러 조합을 위한 외함에는 수평으로 움직이고 열 때 공구가 필요한 힌지형 도어가 있습니다.

IP 표준

*표 3.2*는 두 표준 간의 상호 참조를 제공합니다. *표 3.3*는 IP 번호를 읽는 방법을 알려주고 보호 수준을 정의합니다. 드라이브는 두 표준의 요구사항을 모두 충족합니다.

NEMA 및 UL	IP
새시	IP00
보호 새시	IP20
Type 1	IP21
Type 12	IP54

표 3.2 NEMA 및 IP 번호 상호 참조

첫 번째 자릿수	두 번째 자릿수	보호 수준
0	–	보호하지 않음.
1	–	50 mm (2.0 in)까지 보호. 외함 내부에 손을 넣을 수 없음.
2	–	12.5 mm (0.5 in)까지 보호. 외함 내부에 손가락을 넣을 수 없음.
3	–	2.5 mm (0.1 in)까지 보호. 외함 내부에 도구를 넣을 수 없음.
4	–	1.0 mm (0.04 in)까지 보호. 외함 내부에 와이어를 넣을 수 없음.
5	–	먼지 보호 - 유입 제한적.
6	–	먼지 완전 보호.
–	0	보호하지 않음.
–	1	수직 낙수 보호.
–	2	15도 각도 낙수 보호.
–	3	60도 각도 낙수 보호.
–	4	물 튐 보호.
–	5	초고압수 보호.
–	6	강력 초고압수 보호.
–	7	일시적 침수 보호.
–	8	영구 침수 보호.

표 3.3 IP 번호 분류

Danfoss A/S © 11/2017 All rights reserved.

4 제품 개요

4.1 VLT® High-power Drive

이 설명서에서 설명된 댄포스 VLT® 드라이브는 독립형, 벽면 설치형 또는 캐비닛 장착형 제품으로 제공됩니다. 각각의 VLT® 드라이브는 모든 표준 모터 유형에 맞게 구성, 호환 및 효율 최적화할 수 있으며 모터-드라이브 패키지 판매/구매의 제약을 피할 수 있습니다. 이러한 드라이브는 다음과 같이 2가지의 프론트엔드 구성으로 제공됩니다. 6펄스 및 12펄스.

VLT® 6-pulse Drive의 장점

- 다양한 외함 사이즈 및 보호 등급 제공.
- 98%의 효율로 운용 비용 절감.
- 고유한 뒤쪽 채널 냉각 설계로 추가적인 냉각 장비 필요성 감소 및 설치/반복 발생 비용 절감.
- 제어실 냉각 장비에 필요한 전력 소비 감소.
- 소유 비용 절감.
- 댄포스 드라이브 전체 제품군에 걸쳐 일관성 있는 사용자 인터페이스.
- 어플리케이션 지향 시동 마법사.
- 다국어 사용자 인터페이스.

VLT® 12-pulse Drive의 장점

VLT® 12-pulse는 용량형 또는 유도형 구성품 없이 고조파 저감을 제공하는 고효율 AC 드라이브로, 잠재적인 시스템 공진 문제를 피하기 위해 네트워크 분석이 필요할 경우가 있습니다. 12펄스 드라이브는 일반적인 6펄스 VLT® 드라이브와 동일한 모듈형 설계를 기반으로 합니다. 보다 다양한 고조파 저감 방식은 *VLT® Advanced Harmonic Filter AHF 005/AHF 010 설계지침서*를 참조하십시오.

12펄스 드라이브는 6펄스 드라이브와 동일한 장점을 제공할 뿐만 아니라 다음과 같은 장점 또한 제공합니다.

- 견고하면서도 모든 네트워크 및 운전 환경에서 매우 안정적.
- 중간 전압에서 전압 하강이 필요하거나 그리드에서 절연이 필요한 어플리케이션에 적합.
- 우수한 입력 과도 현상 방지.

4.2 전력 등급별 외함 사이즈

		사용 가능한 외함	
kW[1)]	Hp[1)]	6펄스	12펄스
250	350	-	F8-F9
315	450	E1-E2	F8-F9
355	500	E1-E2	F8-F9
400	550	E1-E2	F8-F9
450	600	F1-F3	F10-F11
500	650	F1-F3	F10-F11
560	750	F1-F3	F10-F11
630	900	F1-F3	F10-F11
710	1000	F2-F4	F12-F13
800	1200	F2-F4	F12-F13

표 4.1 외함 전력 등급, 380-500 V

1) 모든 전력 등급은 높은 과부하를 기준으로 결정되었습니다. 출력은 400 V (kW) 및 460 V (hp)를 기준으로 측정되었습니다.

		사용 가능한 외함	
kW[1)]	Hp[1)]	6펄스	12펄스
355	400	E1-E2	F8-F9
400	400	E1-E2	F8-F9
500	500	E1-E2	F8-F9
560	600	E1-E2	F8-F9
630	650	F1-F3	F10-F11
710	750	F1-F3	F10-F11
800	950	F1-F3	F10-F11
900	1050	F2-F4	F12-F13
1000	1150	F2-F4	F12-F13
1200	1350	F2-F4	F12-F13

표 4.2 외함 전력 등급, 525-690 V

1) 모든 전력 등급은 높은 과부하를 기준으로 결정되었습니다. 출력은 690 V (kW) 및 575 V (hp)를 기준으로 측정되었습니다.

Danfoss A/S © 11/2017 All rights reserved.

4.3 외함 개요, 380–500 V

외함 사이즈	E1	E2
전력 등급[1]		
400 V (kW) 기준 출력	315–400	315–400
460 V (hp) 기준 출력	450–550	450–550
프론트엔드 구성		
6펄스	S	S
12펄스	–	–
보호 등급		
IP	IP21/54	IP00
UL 유형	Type 1/12	새시
하드웨어 옵션[3]		
스테인리스 백 채널	–	O
주전원 차폐	O	–
스페이스 히터 및 써모스탯	–	–
전원 콘센트가 있는 캐비닛 조명	–	–
RFI 필터 (클래스 A1)	O	O
NAMUR 단자	–	–
절연 저항 감시장치(IRM)	–	–
잔류 전류 감시장치(RCM)	–	–
제동 초퍼 (IGBT)	O	O
Safe Torque Off	S	S
재생 단자	O	O
공통 모터 단자	–	–
응급 정지 + Pilz 안전 릴레이	–	–
Safe Torque Off + Pilz 안전 릴레이	–	–
LCP 없음	–	–
그래픽 LCP	S	S
숫자 방식의 LCP	O	O
퓨즈	O	O
부하 공유 단자	O	O
퓨즈 + 부하 공유 단자	O	O
차단기	O	O
회로 차단기	–	–
콘택터	–	–
수동 모터 스타터	–	–
30A, 퓨즈 보호 단자	–	–
24VDC 공급 (SMPS, 5 A)	O	O
외부 온도 감시	–	–
치수		
높이, mm (in)	2000 (78.8)	1547 (60.9)
너비, mm (in)	600 (23.6)	585 (23.0)
깊이, mm (in)	494 (19.4)	498 (19.5)
중량, kg (lb)	270–313 (595–690)	234–277 (516–611)

표 4.3 E1–E2 드라이브, 380–500 V

1) 모든 전력 등급은 높은 과부하를 기준으로 결정되었습니다. 출력은 400 V (kW) 및 460 V (hp)를 기준으로 측정되었습니다.
2) 외함에 부하 공유 또는 재생 단자가 구성되어 있는 경우에는 보호 등급이 IP00이며, 그렇지 않은 경우에는 보호 등급이 IP20입니다.
3) S = 기본 사양, O = 옵션 사양, 대시(-)는 사용할 수 있는 옵션이 없음을 나타냅니다.

Danfoss A/S © 11/2017 All rights reserved.

외함 사이즈	F1	F2	F3	F4
전력 등급[1]				
400 V (kW) 기준 출력	315–400	450–500	315–400	450–500
460 V (hp) 기준 출력	450–550	600–650	450–550	600–650
프론트엔드 구성				
6펄스	S	S	S	S
12펄스	–	–	–	–
보호 등급				
IP	IP21/54	IP21/54	IP21/54	IP21/54
UL 유형	Type 1/12	Type 1/12	Type 1/12	Type 1/12
하드웨어 옵션[3]				
스테인리스 백 채널	O	O	O	O
주전원 차폐	–	–	–	–
스페이스 히터 및 써모스탯	O	O	O	O
전원 콘센트가 있는 캐비닛 조명	O	O	O	O
RFI 필터 (클래스 A1)	–	–	O	O
NAMUR 단자	O	O	O	O
절연 저항 감시장치(IRM)	–	–	O	O
잔류 전류 감시장치(RCM)	–	–	O	O
제동 초퍼 (IGBT)	O	O	O	O
Safe Torque Off	S	S	S	S
재생 단자	O	O	O	O
공통 모터 단자	O	O	O	O
응급 정지 + Pilz 안전 릴레이	–	–	O	O
Safe Torque Off + Pilz 안전 릴레이	O	O	O	O
LCP 없음	–	–	–	–
그래픽 LCP	S	S	S	S
숫자 방식의 LCP	–	–	–	–
퓨즈	O	O	O	O
부하 공유 단자	O	O	O	O
퓨즈 + 부하 공유 단자	O	O	O	O
차단기	–	–	O	O
회로 차단기	–	–	O	O
콘택터	–	–	O	O
수동 모터 스타터	O	O	O	O
30A, 퓨즈 보호 단자	O	O	O	O
24VDC 공급 (SMPS, 5 A)	O	O	O	O
외부 온도 감시	O	O	O	O
치수				
높이, mm (in)	2204 (86.8)	2204 (86.8)	2204 (86.8)	2204 (86.8)
너비, mm (in)	1400 (55.1)	1800 (70.9)	2000 (78.7)	2400 (94.5)
깊이, mm (in)	606 (23.9)	606 (23.9)	606 (23.9)	606 (23.9)
중량, kg (lb)	1017 (2242.1)	1260 (2777.9)	1318 (2905.7)	1561 (3441.5)

표 4.4 F1–F4 드라이브, 380–500 V

1) 모든 전력 등급은 높은 과부하를 기준으로 결정되었습니다. 출력은 400 V (kW) 및 460 V (hp)를 기준으로 측정되었습니다.
2) 외함에 부하 공유 또는 재생 단자가 구성되어 있는 경우에는 보호 등급이 IP00이며, 그렇지 않은 경우에는 보호 등급이 IP20입니다.
3) S = 기본 사양, O = 옵션 사양, 대시(–)는 사용할 수 있는 옵션이 없음을 나타냅니다.

 Danfoss A/S © 11/2017 All rights reserved.

4

외함 사이즈	F8	F9	F10	F11	F12	F13
전력 등급[1]						
400 V (kW) 기준 출력	90–132	160–250	450–630	450–630	710–800	710–800
460 V (hp) 기준 출력	125–200	250–350	600–900	600–900	1000–1200	1000–1200
프론트엔드 구성						
6펄스	–	–	–	–	–	–
12펄스	S	S	S	S	S	S
보호 등급						
IP	IP21/54	IP21/54	IP21/54	IP21/54	IP21/54	IP21/54
NEMA	Type 1/12	Type 1/12	Type 1/12	Type 1/12	Type 1/12	Type 1/12
하드웨어 옵션[2]						
스테인리스 백 채널	–	–	–	–	–	–
주전원 차폐	–	–	–	–	–	–
스페이스 히터 및 써모스탯	–	–	O	O	O	O
전원 콘센트가 있는 캐비닛 조명	–	–	O	O	O	O
RFI 필터 (클래스 A1)	–	O	–	–	O	O
NAMUR 단자	O	O	O	O	O	O
절연 저항 감시장치(IRM)	–	O	–	–	O	O
잔류 전류 감시장치(RCM)	–	O	–	–	O	O
제동 초퍼 (IGBT)	O	O	O	O	O	O
Safe Torque Off	S	S	S	S	S	S
재생 단자	–	–	–	–	–	–
공통 모터 단자	–	–	O	O	O	O
응급 정지 + Pilz 안전 릴레이	–	–	–	–	–	–
Safe Torque Off + Pilz 안전 릴레이	O	O	O	O	O	O
LCP 없음	–	–	–	–	–	–
그래픽 LCP	S	S	S	S	S	S
숫자 방식의 LCP	–	–	–	–	–	–
퓨즈	O	O	O	O	O	O
부하 공유 단자	–	–	–	–	–	–
퓨즈 + 부하 공유 단자	–	–	–	–	–	–
차단기	–	O	O	O	O	O
회로 차단기	–	–	–	–	–	–
콘택터	–	–	–	–	–	–
수동 모터 스타터	–	–	O	O	O	O
30A, 퓨즈 보호 단자	–	–	O	O	O	O
24VDC 공급 (SMPS, 5 A)	O	O	O	O	O	O
외부 온도 감시	–	–	O	O	O	O
치수						
높이, mm (in)	2204 (86.8)	2204 (86.8)	2204 (86.8)	2204 (86.8)	2204 (86.8)	2204 (86.8)
너비, mm (in)	800 (31.5)	1400 (55.2)	1600 (63.0)	2400 (94.5)	2000 (78.7)	2800 (110.2)
깊이, mm (in)	606 (23.9)	606 (23.9)	606 (23.9)	606 (23.9)	606 (23.9)	606 (23.9)
중량, kg (lb)	447 (985.5)	669 (1474.9)	893 (1968.8)	1116 (2460.4)	1037 (2286.4)	1259 (2775.7)

표 4.5 F8–F13 드라이브, 380–500 V

1) 모든 전력 등급은 높은 과부하를 기준으로 결정되었습니다. 출력은 400 V (kW) 및 460 V (hp)를 기준으로 측정되었습니다.
2) S = 기본 사양, O = 옵션 사양, 대시(-)는 사용할 수 있는 옵션이 없음을 나타냅니다.

Danfoss A/S © 11/2017 All rights reserved.

4.4 외함 개요, 525-690 V

외함 사이즈	E1	E2
전력 등급[1]		
690 V (kW) 기준 출력	355-560	355-560
575 V (hp) 기준 출력	400-600	400-600
프론트엔드 구성		
6펄스	S	S
12펄스	-	-
보호 등급		
IP	IP21/54	IP00
UL 유형	Type 1/12	새시
하드웨어 옵션[3]		
스테인리스 백 채널	-	O
주전원 차폐	O	-
스페이스 히터 및 써모스탯	-	-
전원 콘센트가 있는 캐비닛 조명	-	-
RFI 필터 (클래스 A1)	O	O
NAMUR 단자	-	-
절연 저항 감시장치(IRM)	-	-
잔류 전류 감시장치(RCM)	-	-
제동 초퍼 (IGBT)	O	O
Safe Torque Off	S	S
재생 단자	O	O
공통 모터 단자	-	-
응급 정지 + Pilz 안전 릴레이	-	-
Safe Torque Off + Pilz 안전 릴레이	-	-
LCP 없음	-	-
그래픽 LCP	S	S
숫자 방식의 LCP	O	O
퓨즈	O	O
부하 공유 단자	O	O
퓨즈 + 부하 공유 단자	O	O
차단기	O	O
회로 차단기	-	-
콘택터	-	-
수동 모터 스타터	-	-
30A, 퓨즈 보호 단자	-	-
24VDC 공급 (SMPS, 5 A)	O	O
외부 온도 감시	-	-
치수		
높이, mm (in)	2000 (78.8)	1547 (60.9)
너비, mm (in)	600 (23.6)	585 (23.0)
깊이, mm (in)	494 (19.4)	498 (19.5)
중량, kg (lb)	263-313 (580-690)	221-277 (487-611)

표 4.6 E1-E2 드라이브, 525-690 V

1) 모든 전력 등급은 높은 과부하를 기준으로 결정되었습니다. 출력은 690 V (kW) 및 575 V (hp)를 기준으로 측정되었습니다.
2) 외함에 부하 공유 또는 재생 단자가 구성되어 있는 경우에는 보호 등급이 IP00이며, 그렇지 않은 경우에는 보호 등급이 IP20입니다.
3) S = 기본 사양, O = 옵션 사양, 대시(-)는 사용할 수 있는 옵션이 없음을 나타냅니다.

 Danfoss A/S © 11/2017 All rights reserved.

4

외함 사이즈	F1	F2	F3	F4
전력 등급[1]				
690 V (kW) 기준 출력	630–800	900–1200	630–800	900–1200
575 V (hp) 기준 출력	650–950	1050–1350	650–950	1050–1350
프론트엔드 구성				
6펄스	S	S	S	S
12펄스	–	–	–	–
보호 등급				
IP	IP21/54	IP21/54	IP21/54	IP21/54
UL 유형	Type 1/12	Type 1/12	Type 1/12	Type 1/12
하드웨어 옵션[3]				
스테인리스 백 채널	O	O	O	O
주전원 차폐	–	–	–	–
스페이스 히터 및 써모스탯	O	O	O	O
전원 콘센트가 있는 캐비닛 조명	O	O	O	O
RFI 필터 (클래스 A1)	–	–	O	O
NAMUR 단자	O	O	O	O
절연 저항 감시장치(IRM)	–	–	O	O
잔류 전류 감시장치(RCM)	–	–	O	O
제동 초퍼 (IGBT)	O	O	O	O
Safe Torque Off	S	S	S	S
재생 단자	O	O	O	O
공통 모터 단자	O	O	O	O
응급 정지 + Pilz 안전 릴레이	–	–	O	O
Safe Torque Off + Pilz 안전 릴레이	O	O	O	O
LCP 없음	–	–	–	–
그래픽 LCP	S	S	S	S
숫자 방식의 LCP	–	–	–	–
퓨즈	O	O	O	O
부하 공유 단자	O	O	O	O
퓨즈 + 부하 공유 단자	O	O	O	O
차단기	–	–	O	O
회로 차단기	–	–	O	O
콘택터	–	–	O	O
수동 모터 스타터	O	O	O	O
30A, 퓨즈 보호 단자	O	O	O	O
24VDC 공급 (SMPS, 5 A)	O	O	O	O
외부 온도 감시	O	O	O	O
치수				
높이, mm (in)	2204 (86.8)	2204 (86.8)	2204 (86.8)	2204 (86.8)
너비, mm (in)	1400 (55.1)	1800 (70.9)	2000 (78.7)	2400 (94.5)
깊이, mm (in)	606 (23.9)	606 (23.9)	606 (23.9)	606 (23.9)
중량, kg (lb)	1017 (2242.1)	1260 (2777.9)	1318 (2905.7)	1561 (3441.5)

표 4.7 F1–F4 드라이브, 525–690 V

1) 모든 전력 등급은 높은 과부하를 기준으로 결정되었습니다. 출력은 690 V (kW) 및 575 V (hp)를 기준으로 측정되었습니다.
2) 외함에 부하 공유 또는 재생 단자가 구성되어 있는 경우에는 보호 등급이 IP00이며, 그렇지 않은 경우에는 보호 등급이 IP20입니다.
3) S = 기본 사양, O = 옵션 사양, 대시(–)는 사용할 수 있는 옵션이 없음을 나타냅니다.

Danfoss A/S © 11/2017 All rights reserved.

외함 사이즈	F8	F9	F10	F11	F12	F13
전력 등급[1]						
690 V (kW) 기준 출력	355–560	355–560	630–800	630–800	900–1200	900–1200
575 V (hp) 기준 출력	400–600	400–600	650–950	650–950	1050–1350	1050–1350
프론트엔드 구성						
6펄스	–	–	–	–	–	–
12펄스	S	S	S	S	S	S
보호 등급						
IP	IP21/54	IP21/54	IP21/54	IP21/54	IP21/54	IP21/54
NEMA	Type 1/12	Type 1/12	Type 1/12	Type 1/12	Type 1/12	Type 1/12
하드웨어 옵션[2]						
스테인리스 백 채널	–	–	–	–	–	–
주전원 차폐	–	–	–	–	–	–
스페이스 히터 및 써모스탯	–	–	O	O	O	O
전원 콘센트가 있는 캐비닛 조명	–	–	O	O	O	O
RFI 필터 (클래스 A1)	–	O	–	–	O	O
NAMUR 단자	O	O	O	O	O	O
절연 저항 감시장치(IRM)	–	O	–	–	O	O
잔류 전류 감시장치(RCM)	–	O	–	–	O	O
제동 초퍼 (IGBT)	O	O	O	O	O	O
Safe Torque Off	S	S	S	S	S	S
재생 단자	–	–	–	–	–	–
공통 모터 단자	–	–	O	O	O	O
응급 정지 + Pilz 안전 릴레이	–	–	–	–	–	–
Safe Torque Off + Pilz 안전 릴레이	O	O	O	O	O	O
LCP 없음	–	–	–	–	–	–
그래픽 LCP	S	S	S	S	S	S
숫자 방식의 LCP	–	–	–	–	–	–
퓨즈	O	O	O	O	O	O
부하 공유 단자	–	–	–	–	–	–
퓨즈 + 부하 공유 단자	–	–	–	–	–	–
차단기	–	O	O	O	O	O
회로 차단기	–	–	–	–	–	–
콘택터	–	–	–	–	–	–
수동 모터 스타터	–	–	O	O	O	O
30A, 퓨즈 보호 단자	–	–	O	O	O	O
24VDC 공급 (SMPS, 5 A)	O	O	O	O	O	O
외부 온도 감시	–	–	O	O	O	O
치수						
높이, mm (in)	2204 (86.8)	2204 (86.8)	2204 (86.8)	2204 (86.8)	2204 (86.8)	2204 (86.8)
너비, mm (in)	800 (31.5)	1400 (55.1)	1600 (63.0)	2400 (94.5)	2000 (78.7)	2800 (110.2)
깊이, mm (in)	606 (23.9)	606 (23.9)	606 (23.9)	606 (23.9)	606 (23.9)	606 (23.9)
중량, kg (lb)	447 (985.5)	669 (1474.9)	893 (1968.8)	1116 (2460.4)	1037 (2286.4)	1259 (2775.7)

표 4.8 F8–F13 드라이브, 525–690 V

1) 모든 전력 등급은 높은 과부하를 기준으로 결정되었습니다. 출력은 690 V (kW) 및 575 V (hp)를 기준으로 측정되었습니다.
2) S = 기본 사양, O = 옵션 사양, 대시(-)는 사용할 수 있는 옵션이 없음을 나타냅니다.

4.5 키트 가용성

키트 설명[1)]	E1	E2	F1	F2	F3	F4	F8	F9	F10	F11	F12	F13
도어에 내장된 USB	O	–	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O
LCP, 숫자 방식	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O
LCP, 그래픽 방식[2)]	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O
LCP 케이블, 3 m (9 ft)	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O
숫자 방식의 LCP용 장착 키트 (LCP, 고정 장치, 가스켓 및 케이블)	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O
그래픽 방식의 LCP용 장착 키트 (LCP, 고정 장치, 가스켓 및 케이블)	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O
모든 LCP용 장착 키트 (LCP, 고정 장치, 가스켓 및 케이블)	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O
모터 케이블의 상단 삽입부	–	–	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O
주전원 케이블의 상단 삽입부	–	–	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O
주전원 케이블(차단기 미포함)의 상단 삽입부	–	–	–	–	O	O	–	–	–	–	–	–
필드버스 케이블의 상단 삽입부	–	O	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
공통 모터 단자	–	–	O	O	O	O	–	–	–	–	–	–
NEMA 3R 외함	–	O	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
페데스탈	O	O	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
입력 옵션 플레이트	O	O	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
IP20 변환	–	O	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
상단부 배출(전용) 냉각	–	O	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
뒤쪽 채널 냉각(뒤쪽 유입/뒤쪽 배출)	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O
뒤쪽 채널 냉각(하단부 유입/상단부 배출)	–	O	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–

표 4.9 외함 E1–E2, F1–F4 및 F8–F13에 사용 가능한 키트

1) S = 기본 사양, O = 옵션 사양, 대시(-)는 해당 키트를 외함에 사용할 수 없음을 나타냅니다. 키트 설명 및 부품 번호는 장을 13.2 옵션/키트의 주문 번호 참조.

2) 그래픽 방식의 LCP는 외함 E1–E2, F1–F4 및 F8–F13에 기본 제공됩니다. 하나 이상의 그래픽 LCP가 필요한 경우, 해당 키트를 구입할 수 있습니다.

Danfoss A/S © 11/2017 All rights reserved.

5 제품 기능

5.1 자동 운전 기능

자동 운전 기능은 드라이브가 운전하자마자 활성화됩니다. 대부분은 프로그래밍하거나 셋업할 필요가 없습니다. 드라이브에는 구동 시 드라이브 자체와 모터를 보호하도록 다양한 내장 보호 기능이 있습니다.

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

5.1.1 단락 회로 보호

모터(상간)
드라이브는 3개의 모터 위상 각각에서 전류를 측정함으로써 모터측에서 단락이 발생하지 않도록 보호됩니다. 출력 2상이 단락되면 인버터에서 과전류가 발생합니다. 단락 회로 전류가 허용 범위를 초과하면 인버터는 동작을 멈춥니다(*Alarm 16, Trip Lock* (*알람 16, 트립 잠김*)).

주전원 측
올바르게 작동하는 드라이브는 공급부에서 전류가 알맞게 흐를 수 있게 전류를 제한할 수 있습니다. 내부의 구성품 고장 (1차 결함) 시 보호할 수 있도록 퓨즈 및/또는 회로 차단기를 공급부 측에 사용할 것을 권장합니다. 주전원 측 퓨즈는 UL 준수에 반드시 필요합니다.

주의 사항

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

제동 저항
드라이브는 제동 저항에서 단락이 발생하지 않도록 보호됩니다.

부하 공유
단락되지 않도록 직류 버스통신을 보호하고 과부하되지 않도록 드라이브를 보호하려면 연결된 모든 제품의 부하 공유 단자에 직류 퓨즈를 직렬로 설치합니다.

5.1.2 과전압 보호

모터에서 발생된 전압에 의한 과전압
DC 링크의 전압은 모터를 발전기로 사용하는 경우에 상승합니다. 이러한 상황은 다음과 같은 경우에 발생합니다.

- 드라이브의 일정 출력 주파수로 부하에 의해 모터가 회전하는 경우, 즉 부하에 의해 에너지가 발생하는 경우.
- 감속 중에 관성 모멘트가 크고 마찰력이 작으며 감속 시간이 너무 짧아 드라이브 시스템 전체에 걸쳐 에너지가 소실될 수 없는 경우.
- 미끄럼 보상을 잘못 설정하여 DC 링크 전압의 상승을 야기하는 경우.
- PM 모터 운전 시 역기전력. 높은 RPM에서 코스팅(프리런)되는 경우, PM 모터 역기진력이 드라이브의 최대 허용 전압 공차를 초과하고 손상을 야기할 가능성이 있습니다. 이러한 상황을 방지하기 위해 *파라미터 1-40 Back EMF at 1000 RPM*, *파라미터 1-25 Motor Nominal Speed* 및 *파라미터 1-39 Motor Poles*의 값을 기준으로 한 내부 계산에 따라 *파라미터 4-19 Max Output Frequency*의 값이 자동으로 제한됩니다.

주의 사항

(예를 들어, 과도한 풍차 효과로 인한) 모터 과속을 피하려면 드라이브에 제동 저항을 설치합니다.

과전압은 제동 기능(*파라미터 2-10 Brake Function*) 및/또는 과전압 제어(*파라미터 2-17 Over-voltage Control*)의 사용을 통해 처리할 수 있습니다.

제동 기능
잉여 제동 에너지를 소실시키기 위해 제동 저항을 연결합니다. 제동 저항을 연결하면 제동 중에 DC 링크 전압이 상승합니다.

교류 제동은 제동 저항을 사용하지 않고 제동 기능을 향상시키고자 할 때 선택할 수 있는 방법입니다. 이 기능은 모터가 발전기의 역할을 할 때 모터의 과여자를 제어합니다. 모터의 전기적 손실이 증가하면 OVC 기능은 과전압 한계를 초과하지 않고도 제동 토오크를 높일 수 있습니다.

주의 사항

교류 제동은 저항을 사용하는 다이나믹 제동만큼 효과적이지 않습니다.

과전압 제어 (OVC)
OVC는 감속 시간을 자동 연장함으로써 DC 링크의 과전압으로 인해 드라이브가 트립될 위험을 감소시킵니다.

주의 사항

모든 PM 모터용 제어 코어, PM VVC+, 플럭스 OL 및 플럭스 CL로 PM 모터에 대해 OVC를 활성화할 수 있습니다.

주의 사항

호이스트 어플리케이션에서는 OVC를 활성화하지 마십시오.

 Danfoss A/S © 11/2017 All rights reserved.

5

5.1.3 모터 결상 감지

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

5.1.4 공급 전압 불균형 감지

심각한 공급 전압 불균형 상태에서 운전을 계속하면 모터 및 드라이브의 수명이 단축됩니다. 정격 부하에 가깝게 계속해서 모터를 운전하는 것은 심각히 고려해야 할 사안입니다. 초기 설정은 공급 전압 불균형이 있는 경우 드라이브를 트립합니다(*파라미터 14-12 공급전원 불균형 시 기능*).

5.1.5 출력(전원) 차단/공급

모터와 드라이브 간 출력에 스위치를 추가할 수 있지만 결함 메시지가 나타날 수 있습니다. 댄포스에서는 IT 주전원 네트워크에 연결된 525–690 V 드라이브에 이 기능의 사용을 권장하지 않습니다.

5.1.6 과부하 보호

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

전류 한계
전류 한계는 *파라미터 4-18 전류 한계*에서 제어되며 드라이브가 트립되기 전까지의 시간은 *파라미터 14-24 전류 한계 시 트립 지연*에서 제어됩니다.

속도 한계
최소 속도 한계: *파라미터 4-11 모터의 저속 한계 [RPM]* 또는 *파라미터 4-12 모터 속도 하한 [Hz]*는 드라이브의 최소 운전 속도 범위를 제한합니다.
최대 속도 한계: *파라미터 4-13 모터의 고속 한계 [RPM]* 또는 *파라미터 4-19 최대 출력 주파수*는 드라이브가 제공할 수 있는 최대 출력 속도를 제한합니다.

전자 써멀 릴레이(ETR)
ETR은 내부 측정값을 기준으로 바이메탈 릴레이를 모의 시험하는 전자 기능입니다. 특성은 *그림 5.1*에 나타나 있습니다.

전압 한계
특정 하드 코드 전압 수준에 이르면 트랜지스터 및 DC 링크 컨덴서를 보호하기 위해 인버터가 꺼집니다.

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

5.1.7 회전자 구속 보호

과도한 부하 또는 기타 요인으로 인해 회전자가 잠기는 상황이 발생할 수 있습니다. 회전자가 잠기면 충분한 냉각을 발생시킬 수 없으므로 모터 권선에 과열이 발생할 수 있습니다. 드라이브는 개회로 PM 플럭스 제어 및 PM VVC+ 제어(*파라미터 30-22 회전자 구속 보호*)로 회전자 잠김 상황을 감지할 수 있습니다.

5.1.8 자동 용량 감소

드라이브는 다음과 같이 중대한 상황이 있는지 지속적으로 확인합니다.

- 제어카드 또는 방열판의 온도가 높은 경우.
- 모터 부하가 매우 큰 경우.
- DC 링크 전압이 매우 높은 경우.
- 모터 회전수가 낮은 경우.

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

주의 사항

파라미터 14-55 출력 필터가 [2] 사인파 필터 고정으로 설정되면 자동 용량 감소가 달라집니다.

5.1.9 Automatic Energy Optimization(자동 에너지 최적화)

자동 에너지 최적화(AEO)는 드라이브가 모터의 부하를 지속적으로 감시하고 효율을 극대화하도록 출력 전압을 조정하게 합니다. 경부하 조건에서 전압은 감소되며 모터 전류는 최소화됩니다. 모터가 얻는 장점은 다음과 같습니다.

- 효율 증가.
- 발열 감소.
- 보다 조용한 운전.

드라이브가 자동으로 모터 전압을 조정하므로 V/Hz 곡선을 선택하지 않아도 됩니다.

5.1.10 자동 스위칭 주파수 변조

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

자동 스위칭 주파수 변조는 이러한 조건을 자동으로 조절하여 드라이브 과열을 야기하지 않고 가장 높은 스위칭 주파수를 제공합니다. 조절된 높은 스위칭 주파수를 제공하면 소음 제어가 매우 중요한 상황에서는 저속으

Danfoss A/S © 11/2017 All rights reserved.

로 모터 운전 소음이 최소화되며 필요한 경우 모터에 최대 출력 전원이 공급됩니다.

5.1.11 높은 스위칭 주파수에 따른 자동 용량 감소

드라이브는 1.5–2 kHz(380–500 V의 경우) 및 1–1.5 kHz(525–690 V의 경우)의 스위칭 주파수에서 지속적인 최대 부하 운전에 적합하도록 설계되어 있습니다. 이러한 주파수 범위는 전력 사이즈 및 전압 등급에 따라 다릅니다. 최대 허용 범위를 초과하는 스위칭 주파수는 드라이브 발열량을 증가시키고 출력 전류의 용량 감소를 필요로 합니다.

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

5.1.12 전력 변동 성능

드라이브는 다음과 같은 주전원 변동을 견딥니다.

- 과도 현상.
- 일시적 저전압.
- 순간적인 전압 강하.
- 서지.

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

5.1.13 공진 감쇄

공진 감쇄는 고주파 모터 공진 노이즈를 제거합니다. 자동 또는 수동으로 선택한 주파수 감쇄를 사용할 수 있습니다.

5.1.14 온도 제어 팬

드라이브의 센서는 내부 냉각 팬의 작동을 조절합니다. 냉각 팬은 저부하 운전 중이나 슬립 모드 또는 대기 상태에서 구동하지 않는 경우가 있습니다. 이러한 센서는 노이즈를 줄이고 효율을 높이며 팬의 작동 수명을 연장합니다.

5.1.15 EMC 준수

전자기 간섭(EMI) 및 무선 주파수 간섭(RFI)은 외부 소스에서의 전자기 유도 또는 방사로 인해 전기 회로에 영향을 줄 수 있는 간섭입니다. 드라이브는 드라이브의 EMC 제품 표준 IEC 61800-3 및 유럽 표준 EN 55011을 준수하도록 설계되어 있습니다. EN 55011의 방사 수준을 준수하기 위해 모터 케이블은 반드시 차폐되어야 하고 올바르게 종단되어야 합니다. EMC 성능에 관한 자세한 정보는 *장을 10.15.1 EMC 시험 결과*를 참조하십시오.

5.1.16 제어 단자의 갈바닉 절연

모든 제어 단자와 출력 릴레이 단자는 주전원으로부터 갈바닉 절연되어 있으며 입력 전류로부터 제어 회로를 완벽히 보호합니다. 출력 릴레이 단자는 자체 접지를 필요로 합니다. 이러한 절연은 절연을 위해 엄격한 방호초저전압(PELV) 요구사항을 충족합니다.

갈바닉 절연을 구성하는 구성품은 다음과 같습니다.

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

5.2 사용자 정의 어플리케이션 기능

사용자 정의 어플리케이션 기능은 보다 향상된 시스템 성능을 위해 드라이브에 프로그래밍된 가장 공통된 기능입니다. 이러한 기능은 최소한의 프로그래밍이나 셋업을 필요로 합니다. 이러한 기능의 활성화에 관한 지침은 *프로그래밍 지침서*를 참조하십시오.

5.2.1 자동 모터 최적화

자동 모터 최적화(AMA)는 모터의 전기적 특성을 측정하는 데 사용하도록 자동화된 시험 절차입니다. AMA는 모터의 정확한 전자 모델을 제공하며 이를 통해 드라이브가 최적 성능 및 효율을 계산할 수 있습니다. AMA 절차를 실행하면 또한 드라이브의 자동 에너지 최적화 기능이 극대화됩니다. AMA는 모터 회전 없이 또한 모터에서 부하를 제거하지 않고 수행됩니다.

5.2.2 내장 PID 제어기

내장된 비례, 적분, 파생(PID) 제어기를 사용하면 보조 제어 장치가 필요 없습니다. PID 제어기는 조절된 압력, 유량, 온도 또는 기타 시스템 요구사항을 유지해야 하는 경우 폐회로 시스템에 대해 일정한 제어를 유지합니다.

드라이브는 각기 다른 2개의 장치에서 전송된 2가지 피드백 신호를 사용할 수 있으며 각기 다른 피드백 요구사항에 따라 시스템을 조절할 수 있습니다. 드라이브는 시스템 성능을 최적화하기 위해 두 신호를 비교하여 제어 방식을 결정합니다.

5

5.2.3 모터 써멀 보호

모터 써멀 보호는 다음을 통해 제공될 수 있습니다.

- 다음을 통한 직접 온도 감지
  - 모터 권선에 있고 표준 AI 또는 DI에 연결된 PTC- 또는 KTY 센서.
  - 모터 권선 및 모터 베어링에 있고 VLT® Sensor Input Card MCB 114에 연결된 PT100 또는 PT1000.
  - VLT® PTC Thermistor Card MCB 112 (ATEX 인증)의 PTC 써미스터 입력.
- DI의 기계식 써멀 스위치(Klixon 유형).
- 내장형 전자 써멀 릴레이(ETR).

ETR은 전류, 주파수 및 운전 시간을 측정하여 모터 온도를 계산합니다. 드라이브는 모터의 써멀 부하를 백분율로 표시하고 프로그래밍 가능한 과부하 설정포인트에서 경고를 발령할 수 있습니다.
과부하 시 프로그래밍 가능한 옵션을 사용하면 드라이브가 모터를 정지하거나 출력을 줄이거나 해당 조건을 무시할 수 있습니다. 심지어 저속에서도 드라이브는 I2t 클래스 20 전자 모터 과부하 표준을 충족합니다.

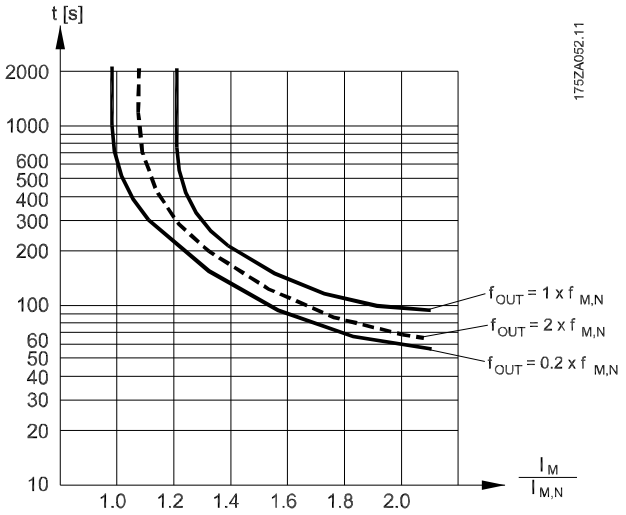


그림 5.1 ETR 특성

X축은 I_{motor}와 정격 I_{motor} 간의 비율을 나타냅니다. Y축은 ETR이 차단되고 드라이브가 트립되기 전의 시간을 초 단위로 나타냅니다. 곡선은 정격 속도 2배와 정격 속도 0.2배 시점의 정격 속도 특성을 나타냅니다.
속도가 낮으면 모터의 냉각 성능이 감소하여 낮은 써멀 조건에서 ETR이 차단됩니다. 이러한 방식으로 낮은 속도에서도 모터가 과부하되지 않도록 보호됩니다. ETR 기능은 실제 전류와 속도를 기준으로 하여 모터 온도를 계산합니다. 계산된 온도는 *파라미터 16-18 모터 과열*의 파라미터 읽기 값으로 확인할 수 있습니다.
ETR의 특수 버전은 ATEX 분야의 EX-e 모터에서도 사용할 수 있습니다. 이 기능을 사용하면 특정 곡선을 입력하여 Ex-e 모터를 보호할 수 있습니다. 셋업 지침은 *프로그래밍 지침서*를 참조하십시오.

5.2.4 Ex-e 모터에 대한 모터 써멀 보호

EN-60079-7에 따라 Ex-e 모터를 운전할 수 있도록 ATEX ETR 써멀 감시 기능이 드라이브에 포함되어 있습니다. VLT® PTC Thermistor Card MCB 112 옵션 또는 외부 장치와 같은 ATEX 인증 PTC 감시 장치와 결합하면 승인 기관으로부터 해당 설비에 대한 개별 인증을 받을 필요가 없습니다.

ATEX ETR 써멀 감시 기능을 활용하면 비용이 많이 들고 크고 무거운 Ex-d 모터 대신 Ex-e 모터를 사용할 수 있습니다. 이 기능은 드라이브가 과열을 방지하기 위해 모터 전류를 제한할 수 있도록 합니다.

Ex-e 모터 관련 요구사항

- Ex-e 모터가 드라이브와 함께 위험 구역(ATEX 구역 1/21, ATEX 구역 2/22)에서 운전하기에 적합하도록 승인되었는지 확인합니다. 모터는 특정 위험 구역에 대한 인증을 받아야 합니다.
- 모터 인증에 따라 위험 구역의 구역 1/21 또는 2/22에 Ex-e 모터를 설치합니다.

주의 사항

위험 구역 밖에 드라이브를 설치합니다.

- Ex-e 모터에 ATEX 인증 모터 과부하 보호 장치가 장착되어 있는지 확인합니다. 이 장치는 모터 권선 시 온도를 감시합니다. 온도가 임계 수준을 넘었거나 고장이 발생한 경우, 이 장치는 모터를 차단합니다.
  - VLT® PTC Thermistor Card MCB 112 옵션은 ATEX 인증 모터 온도 감시 기능을 제공합니다. DIN 44081 또는 44082에 따라 3개에서 6개의 PTC 써미스터를 드라이브에 직렬로 연결하는 것이 선행되어야 합니다.
  - 혹은 ATEX 인증을 받은 외부 PTC 보호 장치를 사용할 수도 있습니다.
- 사인파 필터는 다음과 같은 경우에 필요합니다.
  - 길이가 긴 케이블(전압 피크) 또는 주 전원 전압 상승으로 인해 모터 단자에 최대 허용 전압을 초과하는 전압이 발생하는 경우.
  - 드라이브의 최소 스위칭 주파수가 모터 제조업체에서 명시한 요구사항을 충족하지 않는 경우. 드라이브의 최소 스위칭 주파수는 *파라미터 14-01 스위칭 주파수*의 초기값으로 표시됩니다.

Danfoss A/S © 11/2017 All rights reserved.

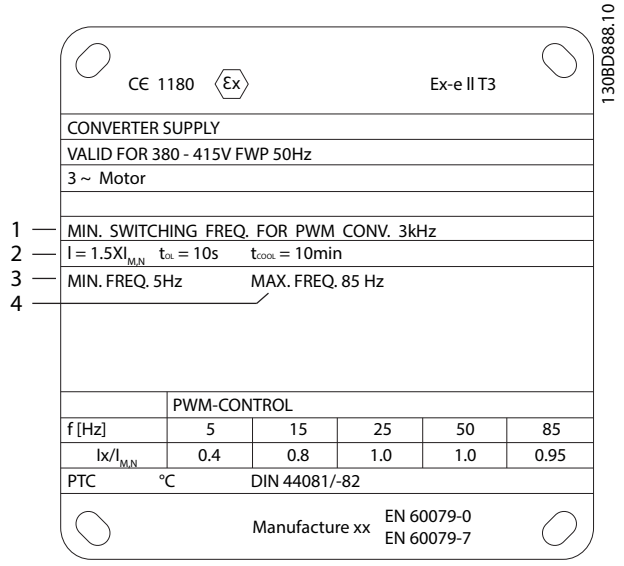
모터 및 드라이브의 호환성
EN-60079-7에 따라 인증된 모터의 경우, 한계 및 규칙을 포함하는 데이터 목록은 모터 제조업체에서 데이터시트 형태로 제공하거나 모터 명판에 제공됩니다. 계획, 설치, 작동, 운전 및 서비스 도중에는 제조업체에서 다음에 대해 제공한 한계 및 규칙을 준수합니다.

- 최소 스위칭 주파수
- 최대 전류
- 최소 모터 주파수
- 최대 모터 주파수

*그림 5.2*은 요구사항이 모터 명판에 표시된 경우를 보여줍니다.

드라이브와 모터를 매칭하는 경우, 댄포스는 다음과 같은 추가 요구사항을 지정하여 적절한 모터 써멀 보호가 가능하게 합니다.

- 드라이브 사이즈와 모터 사이즈 간의 최대 허용 비율을 초과하지 않습니다. 일반적인 값은 $I_{VLT,\ n} \leq 2 \times I_{m,n}$입니다.
- 드라이브에서 모터로의 모든 전압 하락을 고려합니다. U/f 특성에 열거된 전압보다 낮은 전압으로 모터가 작동하는 경우, 전류가 증가하여 알람을 야기할 수 있습니다.



1	최소 스위칭 주파수
2	최대 전류
3	최소 모터 주파수
4	최대 모터 주파수

그림 5.2 드라이브 요구사항이 기재된 모터 명판

자세한 정보는 *장을 12 적용 예*의 어플리케이션 예시를 참조하십시오.

5.2.5 주전원 저전압

주전원 저전압 중에도 드라이브는 직류단 전압이 최소 정지 수준으로 떨어질 때까지 운전을 계속합니다. 최소 정지 수준은 일반적으로 최저 정격 공급 전압보다 15% 정도 낮습니다. 드라이브가 코스팅(프리런)되는데 소요된 시간은 저전압 이전의 주전원 전압 및 모터 부하에 따라 달라질 수 있습니다.

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

- DC 링크가 모두 소모된 후 트립 잠금.
- 주전원이 복구될 때마다 플라잉 기동으로 코스팅(프리런)(*파라미터 1-73 플라잉 기동*).
- 회생동력 백업.
- 감속제어.

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

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

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

5.2.6 자동 재기동

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

5.2.7 감속 시 최대 토오크

드라이브는 가변 V/Hz 곡선을 따라 감속 시에도 최대 모터 토오크를 제공합니다. 최대 출력 토오크는 설계된 모터의 최대 운전 속도와 일치할 수 있습니다. 이 드라이브는 가변 토오크 드라이브 및 일정 토오크 드라이브와 다릅니다. 가변 토오크 드라이브는 저속에서 낮은 모터 토오크를 제공합니다. 일정 토오크 드라이브는 최대 속도 미만에서 과도한 전압, 발열 및 모터 소음을 제공합니다.

 Danfoss A/S © 11/2017 All rights reserved.

5.2.8 주파수 바이패스

일부 어플리케이션의 경우, 기계적인 공진을 발생시키는 운전 속도가 시스템에 있을 수 있습니다. 이러한 기계적 공진은 과도한 노이즈를 발생시키고 시스템 내 기계 구성품을 손상시킬 수 있습니다. 드라이브에는 프로그래밍 가능한 4개의 바이패스 주파수 대역폭이 있습니다. 대역폭을 통해 모터는 시스템 공진을 유발하는 속도를 뛰어넘을 수 있습니다.

5.2.9 모터 예열

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

5.2.10 프로그래밍 가능한 셋업

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

셋업 데이터는 탈착 가능한 LCP에서 정보를 다운로드하여 드라이브에서 다른 드라이브로 복사할 수 있습니다.

5.2.11 스마트 로직 컨트롤러(SLC)

스마트 로직 컨트롤러(SLC)는 기본적으로 관련 사용자 정의 이벤트(*파라미터 13-51 SL 컨트롤러 이벤트* [x] 참조)를 SLC가 TRUE(참)로 연산하였을 때 SLC가 실행한 사용자 정의 동작(*파라미터 13-52 SL 컨트롤러 동작* [x] 참조)의 시퀀스입니다.
이벤트의 조건은 특정 상태이거나 논리 규칙 또는 비교기 피연산자의 출력이 참(TRUE)이 되는 조건일 수 있습니다. 이러한 조건은 *그림 5.3*에서 보는 바와 같은 관련 동작으로 이어집니다.

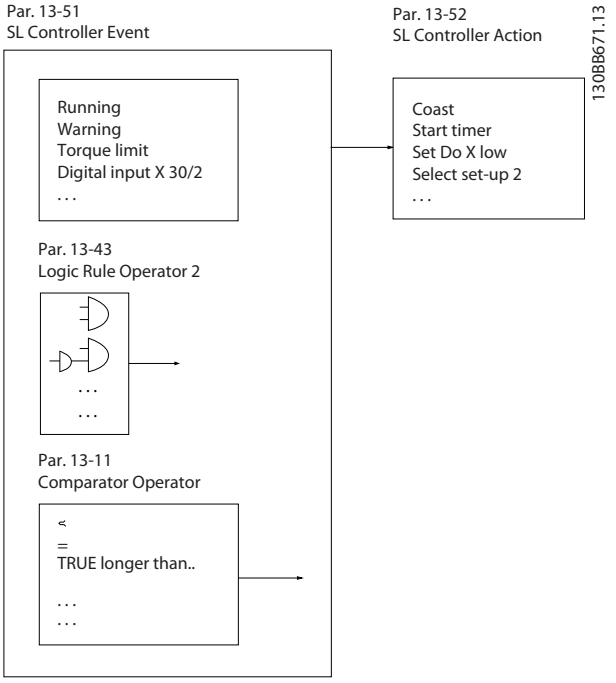


그림 5.3 SLC 이벤트 및 동작

이벤트와 동작은 각각 번호가 매겨지며 각각의 이벤트와 동작이 한 쌍(상태)을 이루어 링크되며, 이는 이벤트 [0]이 완료되면(TRUE(참) 값을 얻으면), 동작 [0]이 실행됨을 의미합니다. 첫 번째 동작이 실행된 후 다음 이벤트의 조건이 연산됩니다. 이 이벤트가 TRUE(참)로 연산되고 나면 해당 동작이 실행됩니다. 한 번에 하나의 이벤트만 연산할 수 있습니다. 만약 이벤트가 FALSE(거짓)로 연산되었다면, 현재 스캐닝 시간 중에는 SLC에서 아무 일도 발생하지 않으며 다른 어떤 이벤트도 연산되지 않습니다. SLC 시작 시, 각 스캐닝 시간마다 오직 이벤트 [0]만이 연산됩니다. 이벤트 [0]이 TRUE(참)로 연산되었을 때만 SLC가 동작 [0]을 실행하고 다음 이벤트의 연산을 시작합니다. 1번부터 20번까지의 이벤트와 동작을 프로그래밍할 수 있습니다. 마지막 이벤트/동작이 실행되면, 이벤트 [0]/동작 [0]에서부터 다시 위 과정을 반복합니다. *그림 5.4*은 4가지 이벤트/동작의 예를 나타냅니다.

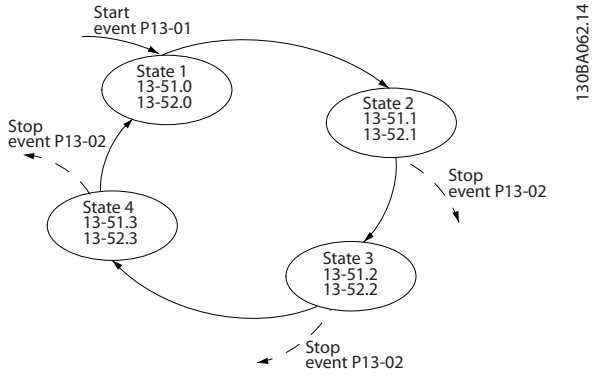


그림 5.4 4가지 이벤트/동작이 프로그래밍될 때의 실행 순서

Danfoss A/S © 11/2017 All rights reserved.

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

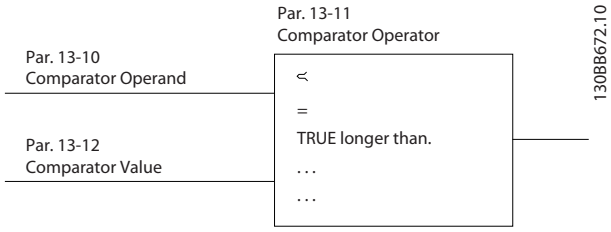


그림 5.5 비교기

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

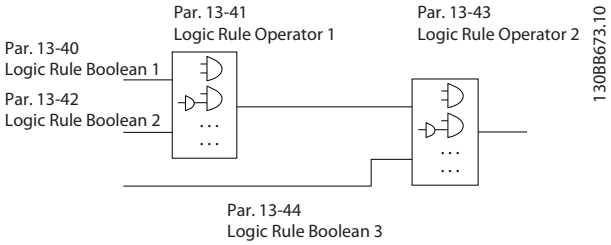


그림 5.6 논리 규칙

5.2.12 Safe Torque Off

Safe Torque Off (STO) 기능은 응급 정지 상황 시 드라이브를 정지하는 데 사용합니다.

설치 및 작동을 포함하여 Safe Torque Off에 관한 자세한 정보는 *Safe Torque Off 운전 지침서*를 참조하십시오.

책임 조건
고객은 기사가 다음 사항에 따라 Safe Torque Off 기능을 설치 및 운전하는 방법을 숙지시켜야 할 책임이 있습니다.

- 건강, 안전 및 사고 방지와 관련된 안전 규정의 숙지 및 이해
- *Safe Torque Off 안전 지침서*에 수록된 일반 지침 및 안전 지침의 이해
- 특정 어플리케이션에 맞는 일반 표준 및 안전 표준의 숙지

5.3 다이나믹 제동 개요

다이나믹 제동은 다음 방법 중 하나를 사용하여 모터를 감속합니다.

- 교류 제동
  모터의 손실 조건을 변경함으로써 제동 에너지가 모터에 전달됩니다(*파라미터 2-10 제동 기능* = [2]). 고주기 주파수가 모터를 과열시키므로 고주기 주파수가 있는 어플리케이션에 교류 제동 기능을 사용할 수 없습니다.
- 직류 제동
  교류 전류에 추가된 과변조 직류 전류는 에디 전류 제동의 역할을 합니다(*파라미터 2-02 직류 제동 시간* ≠ 0 s).
- 저항 제동
  제동 IGBT는 제동 에너지를 모터에서 연결된 제동 저항으로 직접 전달함으로써 특정 임계값 하에서 과전압을 유지합니다(*파라미터 2-10 제동 기능* = [1]). 제동 저항 선정에 관한 자세한 정보는 *VLT® Brake Resistor MCE 101 설계지침서*를 참조하십시오.

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

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

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

제동 IGBT 게이트 신호는 제어 카드에서 시작되며 전원 카드와 게이트드라이브 카드를 통해 제동 IGBT에 전달됩니다. 또한 전원 카드와 제어카드는 단락 여부를 위해 제동 IGBT를 감시합니다. 전원 카드는 또한 과부하 여부를 위해 제동 저항을 감시합니다.

 Danfoss A/S © 11/2017 All rights reserved.

5.4 기계식 억속 제동 장치 개요

기계식 억속 제동 장치는 정적 제동을 수행하는 모터 축에 직접 장착된 외부 장비입니다. 부하가 멈춘 후에 모터를 단속하는 데 사용할 때 제동 장치를 사용할 때 정적 제동이 이루어집니다. 억속 제동 장치는 PLC에 의해 제어되거나 드라이브의 디지털 출력에 의해 직접 제어됩니다.

주의 사항

드라이브는 기계식 제동 장치의 안전 제어 기능을 제공할 수 없습니다. 브레이크 제어용 리던던시 회로는 설비 내에 설치되어 있어야 합니다.

5.4.1 개회로 제어를 이용한 기계식 제동 장치

5

호이스트 어플리케이션의 경우, 일반적으로 전자기식 제동 장치를 제어할 필요가 있습니다. 릴레이 출력(릴레이 1 또는 릴레이 2) 또는 프로그래밍된 디지털 출력(단자 27 또는 29)이 필요합니다. 일반적으로 이 출력은 드라이브가 모터를 제어하지 못하는 경우 닫혀져야 합니다. 전자기식 제동 장치를 사용하는 어플리케이션의 경우, *파라미터 5-40 릴레이 기능*(배열 파라미터), *파라미터 5-30 단자 27 디지털 출력* 또는 *파라미터 5-31 단자29디지털출력*에서 *[32] 기계제동장치제어*를 선택합니다.

*[32] 기계제동장치제어*를 선택하면 기동 시에 출력 전류가 *파라미터 2-20 제동 전류 해제*에서 선택된 수준보다 높아질 때까지 기계식 제동 릴레이가 닫힙니다. 정지 시, 속도가 *파라미터 2-21 브레이크 시작 속도*에서 선택된 수준보다 낮아지면 기계식 제동 장치가 닫힙니다. 드라이브가 과전압 상태와 같은 알람 상태가 되면 기계식 제동 장치가 즉시 차단됩니다. Safe Torque Off 시에도 기계식 제동 장치가 차단됩니다.

전자기식 제동 장치 사용 시 다음과 같은 사항을 고려합니다.

- 릴레이 출력 또는 디지털 출력(단자 27 또는 29)을 사용합니다. 필요하면 콘택터를 사용합니다.
- 드라이브가 모터를 회전시키지 못하는 경우 출력이 꺼져 있어야 합니다. 그 예로는 부하가 너무 큰 경우 또는 모터가 장착되어 있지 않은 경우가 있습니다.
- 기계식 제동 장치를 연결하기 전에 *파라미터 그룹 5-4* 릴레이*(또는 *파라미터 그룹 5-3* 디지털 출력*)에서 *[32] 기계제동장치제어*를 선택합니다.
- 모터 전류가 *파라미터 2-20 제동 전류 해제*에 설정한 값보다 크게 되면 제동 장치가 풀립니다.
- 출력 주파수가 *파라미터 2-21 브레이크 시작 속도* 또는 *파라미터 2-22 제동 동작 속도 [Hz]*에서 설정한 주파수보다 작고 드라이브가 정지 명령을 실행하고 있는 경우에만 제동 장치가 작동합니다.

주의 사항

수직 리프팅 또는 호이스트 어플리케이션의 경우, 고장이나 응급 상황 시 부하를 멈출 수 있는지 확인해야 합니다. 드라이브가 알람 모드 상태에 있거나 과전압 상태에 있을 때는 기계식 제동 장치가 차단됩니다.

호이스트 어플리케이션의 경우에는 *파라미터 4-16 모터 운전의 토오크 한계*과 *파라미터 4-17 재생 운전의 토오크 한계*의 토오크 한계가 *파라미터 4-18 전류 한계*의 전류 한계보다 낮게 설정되어야 합니다. 또한 *파라미터 14-25 토오크 한계 시 트립 지연*를 0으로, *파라미터 14-26 인버터 결함 시 트립 지연*를 0으로, *파라미터 14-10 주전원 결함*를 *[3] 코스팅*으로 설정할 것을 권장합니다.

Danfoss A/S © 11/2017 All rights reserved.

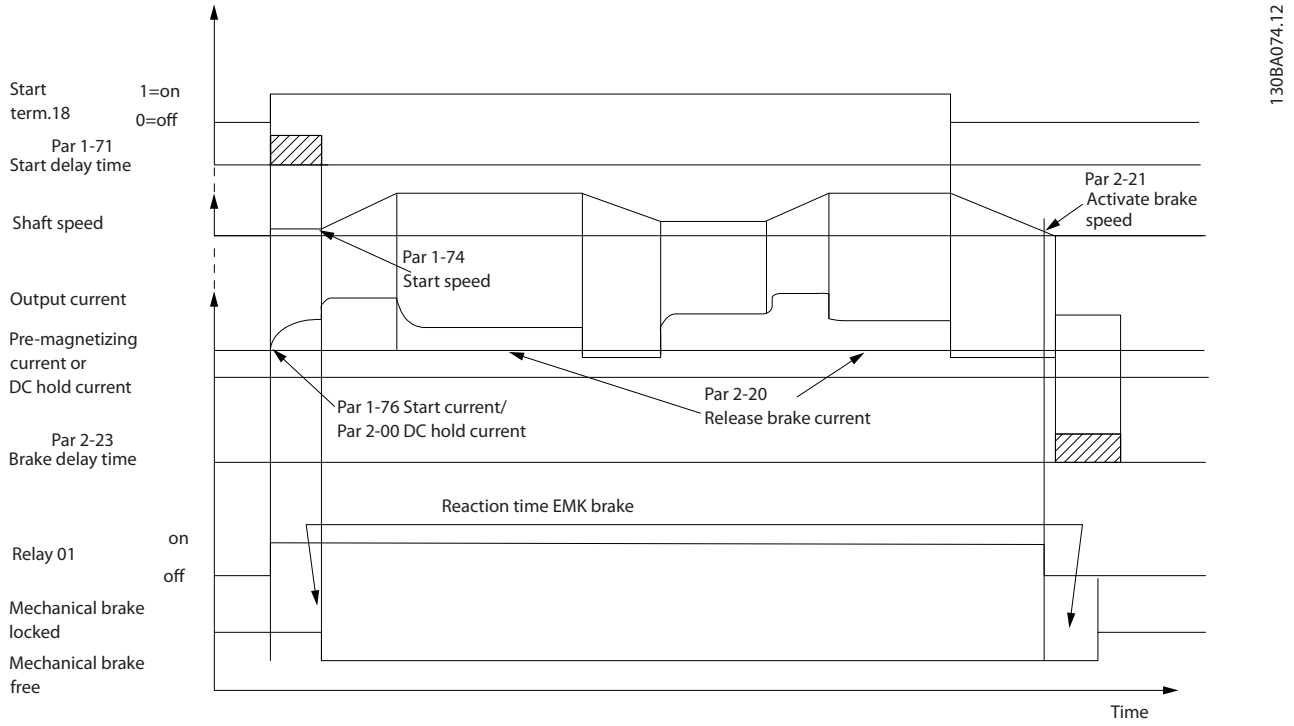


그림 5.7 개회로에서의 기계식 제동 장치 제어

5.4.2 폐회로 제어를 이용한 기계식 제동 장치

VLT® AutomationDrive FC 302에는 호이스트 어플리케이션에 사용할 수 있도록 설계된 기계식 제동 장치 제어가 있으며 다음과 같은 기능을 지원합니다.

- 기계식 제동 장치 피드백용 채널 2개로, 케이블 파손으로 인한 의도하지 않은 동작으로부터 보호 제공.
- 주기 전체에 걸친 기계식 제동 장치 피드백의 감시. 이러한 감시는 특히 동일한 축에 더 많은 드라이브가 연결되어 있는 경우에 기계식 제동 장치를 보호하는 데 도움이 됩니다.
- 피드백에서 기계식 제동 장치의 개방을 확인할 때까지 가속 없음.
- 정지 시 부하 제어 개선.
- 제동 장치에서 모터로 부하가 이동하는 전환 시점을 구성할 수 있습니다.

*파라미터 1-72 기동 기능 [6] 호이스트 기계식 제동 해제*는 호이스트 기계식 제동을 활성화합니다. 일반적인 기계식 제동 장치와 비교해 볼 때 가장 큰 차이점은 호이스트 기계식 제동 장치가 제동 릴레이를 직접 제어한다는 점입니다. 제동 해제 전류를 설정하는 대신 해제가 정의되기 전에 차단된 제동에 토오크가 적용됩니다. 토오크는 직접 정의되므로 호이스트 어플리케이션의 경우, 더욱 쉽고 빠르게 셋업할 수 있습니다.

호이스트 기계식 제동 방식은 최대한 부드럽게 제동 해제하기 위해 모터 제어와 제동 해제가 동기화된 3단계 시퀀스를 바탕으로 합니다.

1. 모터를 선행 자화합니다.
   모터가 억속되고 있는지와 모터가 올바르게 장착되었는지 확인하기 위해 먼저 모터를 선행 자화합니다.
2. 차단된 제동에 토오크를 적용합니다.
   기계식 제동장치에 위해 부하가 발생하면 그 크기는 알 수 없고 단지 방향만 알 수 있습니다. 제동이 개방된 시점에 부하가 모터로 이동해야 합니다. 부하 이동을 더욱 쉽게 하기 위해 사용자 정의 토오크(*파라미터 2-26 토크 지령*)가 호이스트 방향에 적용됩니다. 이 공정은 최종적으로 부하가 이동하는 속도 컨트롤러를 초기화하는 데 사용됩니다. 백래시로 인한 기어박스 마모를 줄이기 위해 토오크가 가속됩니다.

3. 제동을 해제합니다.
토오크가 *파라미터 2-26 토크 지령*에서 설정한 값에 도달하면 제동이 해제됩니다. *파라미터 2-25 브레이크 개방 지연시간*에서 설정한 값은 부하가 해제되기 전의 지연 시간을 결정합니다. 제동 해제 이후의 부하 단계에 최대한 신속히 조치를 취하기 위해 비례 이득을 증가시킴으로써 속도 PID 제어 능력을 배가시킬 수 있습니다.

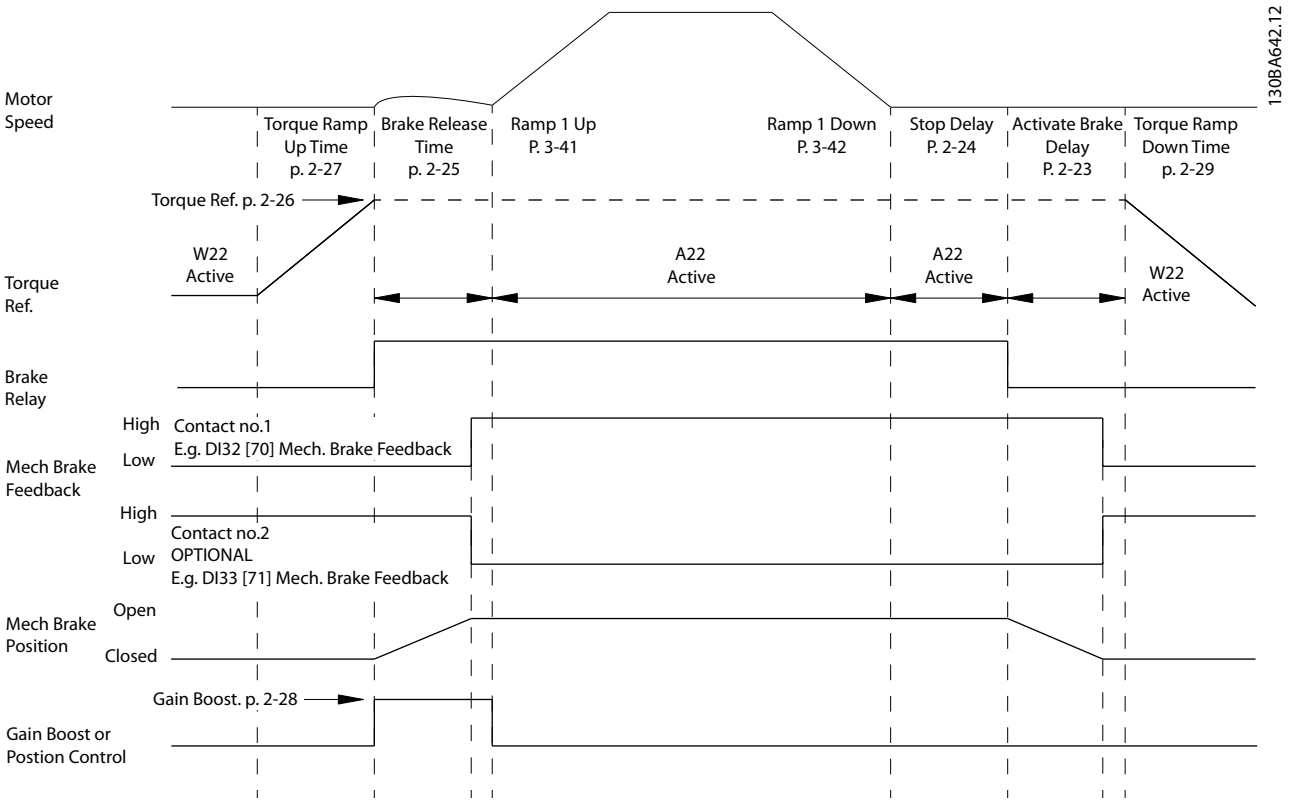


그림 5.8 호이스트 기계식 제동 장치 제어를 위한 제동 해제 시퀀스

파라미터 2-26 토크 지령 ~ *파라미터 2-33 Speed PID Start Lowpass Filter Time*는 호이스트 기계식 제동 장치 제어(모터 피드백이 있는 플럭스)에만 사용할 수 있습니다. *파라미터 2-30 Position P Start Proportional Gain* ~ *파라미터 2-33 Speed PID Start Lowpass Filter Time*는 *파라미터 2-25 브레이크 개방 지연시간*(부하가 기계식 제동 장치에서 드라이브로 이동하는 시간) 도중에 매우 부드러운 전환을 위해 속도 제어에서 위치 제어로 변경하도록 셋업할 수 있습니다.
파라미터 2-30 Position P Start Proportional Gain ~ *파라미터 2-33 Speed PID Start Lowpass Filter Time*은 *파라미터 2-28 게인 부스트*가 0으로 설정될 때 활성화할 수 있습니다. 자세한 정보는 *그림 5.8* 참조.

주의 사항

호이스트 어플리케이션을 위한 고급 기계식 제동 장치 제어의 예는 *장을 12 적용 예*을 참조하십시오.

5.5 부하 공유 개요

부하 공유는 여러 드라이브의 직류 회로를 연결하여 하나의 기계적 부하를 사용하는 다중 드라이브 시스템을 생성하는 기능입니다. 부하 공유는 다음과 같은 장점을 제공합니다.

에너지 절감
재생 모드로 구동 중인 모터는 모터 모드로 구동 중인 드라이브에 전력을 공급할 수 있습니다.

예비 부품 필요성 감소
일반적으로 드라이브당 1개의 제동 저항이 아니라 드라이브 시스템 전체에 단 하나의 제동 저항만 필요합니다.

Danfoss A/S © 11/2017 All rights reserved.

전력 백업
주전원 결함이 발생하는 경우, 예비 전원의 DC 링크를 통해 연결된 모든 드라이브에 전력을 공급할 수 있습니다. 어플리케이션을 계속 구동하거나 제어된 상태로 가동중단 공정을 진행할 수 있습니다.

전제 조건
부하 공유를 고려하기 전에 다음과 같은 전제 조건을 반드시 충족해야 합니다.

- 드라이브에 부하 공유 단자가 장착되어 있어야 합니다.
- 제품 시리즈가 반드시 동일해야 합니다. VLT® AutomationDrive FC 302 드라이브는 반드시 다른 VLT® AutomationDrive FC 302 드라이브만 함께 사용 가능합니다.
- 드라이브는 25 m (82 ft) 미만으로 드라이브간 배선이 가능하도록 물리적으로 서로 가깝게 배치해야 합니다.
- 드라이브의 전압 등급이 동일해야 합니다.
- 부하 공유 구성에 제동 저항을 추가하는 경우, 모든 드라이브에 제동 초퍼가 장착되어 있어야 합니다.
- 부하 공유 단자에 퓨즈를 장착해야 합니다.

최적의 사례가 적용된 부하 공유 어플리케이션의 다이어그램은 *그림 5.9*를 참조하십시오.

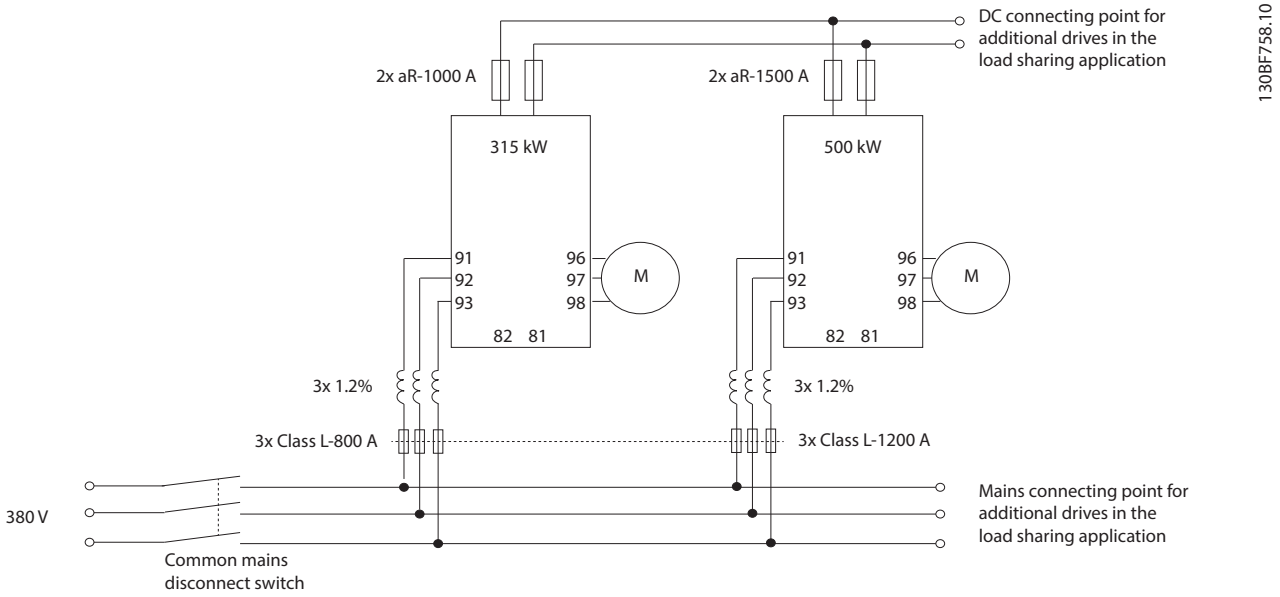


그림 5.9 최적의 사례가 적용된 부하 공유 어플리케이션의 다이어그램

부하 공유
부하 공유 옵션이 내장된 제품에는 단자 (+) 89 DC 및 (–) 88 DC가 포함되어 있습니다. 이러한 단자는 드라이브 내에서 DC 링크 리액터와 버스통신 컨덴서 앞의 직류 버스통신을 연결합니다.

부하 공유 단자는 각기 다른 2가지 구성으로 연결할 수 있습니다.

- 단자는 여러 드라이브의 직류 버스통신 회로를 결합합니다. 이러한 구성을 활용하면 재생 모드 상태인 하나의 제품이 모터를 구동 중인 다른 제품과 과도한 버스통신 전압을 공유합니다. 이러한 방식의 부하 공유는 외부 다이나믹 제동 저항의 필요성을 감소시킬 뿐만 아니라 에너지를 절감할 수 있습니다. 각 제품의 전압 등급이 동일하기만 하면 이러한 방식으로 연결할 수 있는 제품의 개수가 무제한입니다. 또한 제품의 사이즈 및 개수에 따라 주전원의 DC 링크 연결부 및 교류 리액터에 직류 리액터와 직류 퓨즈를 설치해야 할 수도 있습니다. 이러한 구성을 시도하려면 특정 사항을 고려해야 합니다.
- 직류 소스를 통해서만 드라이브에 전원을 공급합니다. 이러한 구성에는 다음이 필요합니다.

 Danfoss A/S © 11/2017 All rights reserved.

- 직류 소스.
- 전원 인가 시 직류 버스통신을 소프트 차지할 방법.

5.6 재생 개요

재생은 일반적으로 감속된 모터에서 에너지가 빠져나오는 크레인/호이스트, 하향식 컨베이어, 원심기와 같이 연속 제동하는 어플리케이션에서 발생합니다.

과도한 에너지는 다음 옵션 중 하나를 사용하여 드라이브에서 제거됩니다.

- 제동 초퍼를 사용하면 제동 저항 코일 내에서 열의 형태로 과도한 에너지를 소실시킬 수 있습니다.
- 재상 단자를 통해 타사 재생 제품을 드라이브에 연결할 수 있으며 과도한 에너지를 전력 그리드에 돌려보낼 수 있습니다.

과도한 에너지를 전력 그리드로 돌려보내는 것이 연속 제동을 사용하는 어플리케이션에서 재생 에너지를 가장 효율적으로 사용하는 방법입니다.

Danfoss A/S © 11/2017 All rights reserved.

6 옵션 및 액세서리 개요

6.1 필드버스 장치

이 섹션에서는 VLT® AutomationDrive FC 302 시리즈에서 사용 가능한 필드버스 장치를 설명합니다. 필드버스 장치를 사용하면 시스템 비용을 줄이고 더 빠르고 효율적으로 통신하며, 간소화된 사용자 인터페이스를 제공할 수 있습니다. 주문 번호는 *장을 13.2 옵션/키트의 주문 번호*를 참조하십시오.

6.1.1 VLT® PROFIBUS DP-V1 MCA 101

VLT® PROFIBUS DP-V1 MCA 101은 다음을 제공합니다.

- 폭넓은 호환성, 높은 수준의 가용성, 모든 주요 PLC 벤더 지원 및 향후 버전과의 호환성.
- GSD 파일을 통한 신속하고 효율적인 통신, 투명성 있는 설치, 고급 진단 및 파라미터화 및 공정 데이터의 자동 구성.
- PROFIBUS DP-V1, 프로피드라이브 또는 댄포스 FC 프로필 상태 장비를 사용한 비주기적 파라미터화.

6.1.2 VLT® DeviceNet MCA 104

VLT® DeviceNet MCA 104는 다음을 제공합니다.

- I/O 인스턴스 20/70 및 21/71를 통한 ODVA AC 드라이브 프로필 지원은 기존 시스템과의 호환성 보장.
- 제품의 상호 호환성을 보장하는 ODVA의 엄격한 적합성 테스트 정책을 통해 혜택 제공.

6.1.3 VLT® CAN Open MCA 105

MCA 105 옵션은 다음을 제공합니다.

- 표준화된 처리.
- 상호 호환성.
- 낮은 비용.

이 옵션은 드라이브를 제어하기 위한 최우선순위 권한(PDO 통신)과 비주기적 데이터를 통해 모든 파라미터에 접근하기 위한 최우선순위 권한(SDO 통신)을 완벽히 갖추고 있습니다.

이 옵션은 상호 호환성을 위해 DSP 402 AC 드라이브 프로필을 사용합니다.

6.1.4 VLT® PROFIBUS Converter MCA 113

MCA 113 옵션은 VLT® AutomationDrive FC 302에서 VLT® 3000 명령을 에뮬레이션하는 프로피버스 옵션의 특수 버전입니다.

VLT® 3000은 VLT® AutomationDrive FC 302로 대체 가능할 수도 있고 비용을 들여 PLC 프로그램을 변경하지 않고도 기존 시스템을 확장할 수 있습니다. 다른 필드버스로 업그레이드하기 위해 설치된 컨버터를 제거하고 새 옵션으로 교체할 수 있습니다. MCA 113 옵션은 유연성 손실 없이 투자 자산을 보호합니다.

6.1.5 VLT® PROFIBUS Converter MCA 114

MCA 114 옵션은 VLT® AutomationDrive FC 302에서 VLT® 5000 명령을 에뮬레이션하는 프로피버스 옵션의 특수 버전입니다. 이 옵션은 DP-V1을 지원합니다.

VLT® 5000은 VLT® AutomationDrive FC 302로 대체 가능할 수도 있고 비용을 들여 PLC 프로그램을 변경하지 않고도 기존 시스템을 확장할 수 있습니다. 다른 필드버스로 업그레이드하기 위해 설치된 컨버터를 제거하고 새 옵션으로 교체할 수 있습니다. MCA 114 옵션은 유연성 손실 없이 투자 자산을 보호합니다.

6.1.6 VLT® PROFINET MCA 120

VLT® PROFINET MCA 120은 최고 성능과 최고 수준의 개방성을 결합합니다. 이 옵션은 VLT® PROFIBUS MCA 101의 수많은 기능을 다시 활용하고 PROFINET을 마이그레이션하는 사용자 노력을 최소화하며 PLC 프로그램의 투자 자산을 보호하도록 설계되어 있습니다.

- PROFINET으로의 손쉬운 마이그레이션을 위해 VLT® PROFIBUS DP V1 MCA 101와 동일한 PPO 유형.
- 원격 진단 및 기본 드라이브 파라미터 읽기를 위한 내장형 웹 서버.
- MRP 지원.
- DP-V1 지원. 진단을 통해 PLC의 경고 및 결함 정보에 대해 쉽고 신속하면서도 표준화된 처리가 가능하며 시스템의 대역폭 향상.
- VLT® Safety Option MCB 152와 결합 시 PROFIsafe 지원.
- 적합성 클래스 B에 따른 구현.

 Danfoss A/S © 11/2017 All rights reserved.

6.1.7 VLT® EtherNet/IP MCA 121

이더넷은 작업 현장의 차세대 통신 표준입니다. VLT® EtherNet/IP MCA 121는 산업용 최신 기술을 기반으로 하며 가장 어려운 요구사항도 처리합니다. EtherNet/IP ™는 표준 상업용 이더넷을 Common Industrial Protocol (CIP™ - DeviceNet과 동일한 상위 프로토콜 및 오브젝트 모델)로 확장합니다.

이 옵션은 다음과 같은 고급 기능을 제공합니다.

- 라인 토폴로지를 활성화하고 외부 스위치의 필요성을 없애는 내장형 고성능 스위치.
- DLR 링 (2015년 10월부터).
- 고급 스위치 및 진단 기능.
- 내장형 웹 서버.
- 서비스 알림을 위한 이메일 클라이언트.
- 유니캐스트 및 멀티캐스트 통신.

6.1.8 VLT® Modbus TCP MCA 122

VLT® Modbus TCP MCA 122는 Modbus TCP 기반 네트워크에 연결합니다. 양방향으로 5 ms까지 연결 간격을 하향 처리하며 업계에서 가장 빠른 성능의 Modbus TCP 장치 중 하나입니다. 마스터 이중화를 위해 두 마스터 간 핫 스와핑이 가능합니다.

그 외 특징은 다음과 같습니다.

- 원격 진단 및 기본 드라이브 파라미터 읽기를 위한 내장형 웹 서버.
- 특정 알람 또는 경고가 발생하거나 이러한 문제가 해결된 경우, 이메일 메시지를 한 명 이상의 수신자에게 전송하도록 구성할 수 있는 이메일 알림.
- 이중화를 위한 이중 마스터 PLC 연결.

6.1.9 VLT® POWERLINK MCA 123

MCA 123 옵션은 2세대 필드버스를 대표합니다. 이제 산업용 이더넷의 높은 비트 전송 속도를 활용하여 자동화 업계에서 사용된 최고 성능의 IT 기술을 산업 현장에서도 사용할 수 있습니다.

이 필드버스 옵션은 고성능, 실시간 및 시간 동기화 기능을 제공합니다. 자체 CANopen 기반 통신 모델, 네트워크 관리 및 장치 설명 모델을 통해 빠른 통신 네트워크뿐만 아니라 다음과 같은 특징을 제공합니다.

- 다이나믹 모션컨트롤 어플리케이션.
- 자재 관리.
- 동기화 및 위치 제어 어플리케이션.

6.1.10 VLT® EtherCAT MCA 124

MCA 124 옵션은 EtherCAT 프로토콜을 통해 EtherCAT® 기반 네트워크 연결성을 제공합니다.

MCA 124 옵션은 EtherCAT 라인 연결을 최고 속도로 처리하고 양방향 4 ms까지의 하향 간격으로 드라이브 지향 연결을 처리하며 저성능 어플리케이션에서 액츄에이터 어플리케이션에 이르기까지 다양한 네트워크에 활용할 수 있습니다.

- EoE (Ethernet over EtherCAT) 지원.
- 내장형 웹 서버를 통한 진단을 위한 HTTP (Hypertext Transfer Protocol).
- 드라이브 파라미터 접근을 위한 CoE (CAN Over Ethernet).
- 이메일 알림을 위한 SMTP (Simple Mail Transfer Protocol).
- MCT 10의 드라이브 구성 데이터에 쉽게 접근하기 위한 TCP/IP.

6.2 기능 확장 옵션

이 섹션에서는 VLT® AutomationDrive FC 302 시리즈에서 사용 가능한 기능 확장 옵션을 설명합니다. 주문 번호는 *장을 13.2 옵션/키트의 주문 번호*를 참조하십시오.

6.2.1 VLT® General Purpose I/O Module MCB 101

VLT® General Purpose I/O Module MCB 101은 다음과 같이 확장된 개수의 제어 입력 및 출력을 제공합니다.

- 3개의 디지털 입력 0–24 V: 논리 0 < 5 V; 논리 1 > 10 V.
- 2개의 아날로그 입력 0–10 V: 분해능 10비트 + 부호.
- 2개의 디지털 출력 NPN/PNP 푸시-풀.
- 1개의 아날로그 출력 0/4–20 mA.
- 스프링 작동 연결부.

6.2.2 VLT® Encoder Input MCB 102

MCB 102 옵션은 다양한 유형의 인크리멘탈 및 앱솔루트 엔코더 연결 가능성을 제공합니다. 연결된 엔코더는 폐회로 속도 제어와 폐회로 플럭스 모터 제어에 사용할 수 있습니다.

다음과 같은 엔코더 유형이 지원됨:

- 5 V TTL (RS 422)
- 1VPP SinCos

Danfoss A/S © 11/2017 All rights reserved.

- SSI
- HIPERFACE
- EnDat

6.2.3 VLT® Resolver Option MCB 103

MCB 103 옵션은 리졸버의 연결을 가능하게 하여 모터의 속도 피드백을 제공합니다.

- 1차 전압: 2-8 V_{rms}
- 1차 주파수: 2.0-15 kHz
- 1차 최대 전류: 50mA rms
- 2차 입력 전압: 4 V_{rms}
- 스프링 작동 연결부

6.2.4 VLT® Relay Card MCB 105

VLT® Relay Card MCB 105는 3개의 추가 릴레이 출력으로 릴레이 기능을 확장합니다.

- 제어 케이블 연결 보호.
- 스프링 작동 제어 와이어 연결부.

최대 스위칭율(정격 부하/최소 부하)
6분$^{-1}$/20초$^{-1}$.

최대 단자 부하
AC-1 저항 부하: 240V AC, 2A.

6.2.5 VLT® Safe PLC Interface Option MCB 108

MCB 108 옵션은 단극 24VDC 입력을 기반으로 안전 입력을 제공합니다. 대부분 어플리케이션의 경우, 이 입력은 비용 효율적인 안전 구현 방식을 제공합니다.

안전 PLC 및 라이트 커튼과 같은 고급 제품을 활용하는 어플리케이션의 경우, 고장 안전 PLC 인터페이스를 통해 2와이어 안전 링크를 연결할 수 있습니다. PLC 인터페이스를 사용하면 고장 안전 PLC의 감지 신호를 간섭하지 않고도 고장 안전 PLC가 (+) 또는 (-) 링크를 차단할 수 있습니다.

6.2.6 VLT® PTC Thermistor Card MCB 112

MCB 112 옵션은 내장된 ETR 기능과 써미스터 단자에 비해 향상된 모터 감시 기능을 제공합니다.

- 과열로부터 모터를 보호합니다.
- Ex-d 및 Ex-e 모터에 사용할 수 있는 ATEX 인증(EX e는 FC 302에만 해당).
- Safe Torque Off(SIL 2 IEC 61508에 따라 승인) 사용.

6.2.7 VLT® Sensor Input Option MCB 114

VLT® Sensor Input Option MCB 114는 모터 베어링 및 권선의 온도를 감시함으로써 모터가 과열되지 않게 보호합니다.

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

6.2.8 VLT® 안전 옵션 MCB 150 및 MCB 151

MCB 150 및 MCB 151 옵션은 Safe Torque Off 기능을 확장하며 표준 VLT® AutomationDrive FC 302에 통합되어 있습니다. 안전 정지 1 (SS1) 기능을 사용하여 토오크를 제거하기 전에 감속 정지를 수행합니다. 안전 제한 속도 (SLS) 기능을 사용하여 지정된 속도의 초과 여부를 감시합니다.

이러한 옵션은 ISO 13849-1에 따라 최대 PL d까지, 또한 IEC 61508에 따라 최대 SIL 2까지 사용할 수 있습니다.

- 추가적인 표준 호환 안전 기능.
- 외부 안전 장비의 대체.
- 공간 요건 축소.
- 2개의 프로그래밍 가능한 안전 입력.
- 1개의 안전 출력(T37용).
- 보다 쉬운 장비 인증.
- 드라이브에 지속 전원 공급 가능.
- 안전한 LCP 복사.
- 다이나믹 작동 보고서.
- 속도 피드백 역할을 하는 TTL (MCB 150) 또는 HTL (MCB 151) 엔코더.

6.2.9 VLT® Safety Option MCB 152

MCB 152 옵션은 VLT® PROFINET MCA 120 필드버스 옵션과 함께 PROFIsafe 필드버스를 통해 Safe Torque Off를 활성화합니다. 이는 현장 내 안전 장치 연결을 통해 유연성을 개선합니다.

MCB 152의 안전 기능은 EN IEC 61800-5-2에 따라 구현됩니다. MCB 152는 EN IEC 61508 및 EN IEC 62061에 따른 최대 Safety Integrity Level(안전 무결성 수준) SIL 2와 EN ISO 13849-1에 따른 Performance Level(성능 수준) PL d, Category 3을

만족하는 PROFIsafe 호스트에서 VLT® AutomationDrive FC 302의 통합 안전 기능 활성화가 가능한 PROFIsafe 기능을 지원합니다.

- PROFIsafe 장치 (MCA 120과 함께 사용).
- 외부 안전 장비의 대체.
- 2개의 프로그래밍 가능한 안전 입력.
- 안전한 LCP 복사.
- 다이나믹 작동 보고서.

6.3 모션컨트롤 및 릴레이 카드

이 섹션에서는 VLT® AutomationDrive FC 302 시리즈에서 사용 가능한 모션컨트롤 및 릴레이 카드 옵션을 설명합니다. 주문 번호는 *장을 13.2 옵션/키트의 주문 번호*를 참조하십시오.

6.3.1 VLT® Motion Control Option MCO 305

MCO 305 옵션은 VLT® AutomationDrive FC 302에 추가적인 기능을 더하는 프로그래밍 가능한 통합 모션 컨트롤러입니다.

MCO 305 옵션은 프로그래밍 기능과 함께 사용이 용이한 모션 기능을 제공하며 위치 제어 및 동기화 어플리케이션에 적합한 솔루션입니다.

- 동기화(전자 샤프트), 위치 제어 및 전자 캠 제어.
- 인크리멘탈 엔코더와 앱솔루트 엔코더를 모두 지원하는 2개의 별도 인터페이스.
- 1개의 엔코더 출력(가상 마스터 기능).
- 10개의 디지털 입력.
- 8개의 디지털 출력.
- CANopen 모션 버스통신, 엔코더 및 I/O 모듈 지원.
- 필드버스 인터페이스를 통한 데이터 송수신(필드버스 옵션 필요).
- 디버깅 및 작동을 위한 PC 소프트웨어 도구: 프로그래밍 및 캠 편집기.
- 주기적 실행 기능과 이벤트 구동식 실행 기능을 갖춘 구조화된 프로그래밍 언어.

6.3.2 VLT® Synchronizing Controller MCO 350

VLT® AutomationDrive FC 302용 MCO 350 옵션은 동기화 어플리케이션에서 AC 드라이브의 기능 속성을 확장하고 기존의 기계식 솔루션을 대체합니다.

- 속도 동기화.
- 마커 보정을 통하거나 마커 보정 없이 위치(각도) 동기화.
- 온라인 조정 가능 기어 비.
- 온라인 조정 가능 위치(각도) 오프셋.
- 다수의 슬레이브 동기화를 위해 가상 마스터 기능을 갖춘 엔코더 출력
- I/O 또는 필드버스를 통한 제어.
- 홈 기능.
- LCP를 통한 상태 및 데이터의 구성 및 읽기.

6.3.3 VLT® Positioning Controller MCO 351

MCO 351 옵션은 수많은 업계의 위치 제어 어플리케이션에 다양한 사용자 친화적인 혜택을 제공합니다.

- 상대 위치 제어.
- 절대 위치 제어.
- 터치 프로브 위치 제어.
- End 리미트 처리(소프트웨어 및 하드웨어).
- I/O 또는 필드버스를 통한 제어.
- 기계식 제동 처리(프로그래밍 가능한 유지 지연).
- 오류 처리.
- 조그 속도/수동 운전.
- 마커 관련 위치 제어.
- 홈 기능.
- LCP를 통한 상태 및 데이터의 구성 및 읽기.

6.3.4 VLT® Extended Relay Card MCB 113

VLT® Extended Relay Card MCB 113은 유연성 증대를 위해 입력/출력을 추가합니다.

- 7개의 디지털 입력.
- 2개의 아날로그 출력.
- 4개의 SPDT 릴레이.
- NAMUR 권장사항 충족.
- 갈바닉 절연 성능.

Danfoss A/S © 11/2017 All rights reserved.

6.4 제동 저항

모터가 제동 장치로 사용되는 어플리케이션의 경우, 에너지가 모터에서 발생하며 드라이브로 재전송됩니다. 에너지가 모터로 재전송되지 못하면 드라이브 직류라인의 전압이 상승합니다. 제동이 빈번하고/하거나 관성 부하가 높은 어플리케이션의 경우, 이러한 전압 상승으로 인해 드라이브에 과전압 트립이 발생하며 결국 셧다운 될 수 있습니다. 제동 저항은 재생 제동으로 인해 너무 많이 발생한 에너지를 소모하는 데 사용됩니다. 저항은 저항 값, 전력 소모율 및 물리적 사이즈를 기준으로 선정됩니다. 댄포스는 댄포스 드라이브에 알맞게 특별히 설계된 다양한 저항을 제공합니다. 주문 번호 및 제동 저항 치수 결정 방법에 관한 자세한 정보는 *VLT® Brake Resistor MCE 101 설계지침서*를 참조하십시오.

6.5 사인파 필터

드라이브가 모터를 제어하는 경우, 모터에서 공진 소음이 납니다. 모터 설계에 의한 이 소음은 드라이브의 인버터 스위치를 켜고 끌 때마다 발생합니다. 따라서 공진 소음의 주파수는 드라이브의 스위칭 주파수에 해당합니다.

댄포스는 청각적인 모터 소음을 줄이기 위해 사인파 필터를 제공할 수 있습니다. 필터는 전압의 가속 시간, 피크 부하 전압(U_{PEAK})와 모터의 리플 전류(ΔI)를 감소시키며, 이는 전류와 전압이 거의 사인 곡선임을 의미합니다. 청각적인 모터 소음은 최소화됩니다.

사인파 필터 코일의 리플 전류도 소음을 약간 발생시킵니다. 캐비닛 또는 외함에 필터를 통합하여 문제를 해결합니다.

주문 번호 및 사인파 필터에 관한 자세한 정보는 *출력 필터 설계지침서*를 참조하십시오.

6.6 dU/dt 필터

댄포스는 모터 단자 상간 피크 전압을 줄이고 모터 권선의 절연체에 가해지는 스트레스를 줄이는 수준까지 증가 시간을 낮추는 차동 모드 저주파 통과 필터인 dU/dt 필터를 제공합니다. 이는 길이가 짧은 모터 케이블을 사용하는 셋업에서 일반적으로 발생하는 문제입니다.

dU/dt 필터에는 사인파 필터에 비해 스위칭 주파수보다 높은 차단 주파수가 있습니다.

주문 번호 및 dU/dt 필터에 관한 자세한 정보는 *출력 필터 설계지침서*를 참조하십시오.

6.7 공통 모드 필터

고주파 공통 모드 코어(HF-CM 코어)는 전자기 간섭을 줄이고 전기 방전을 통해 베어링 손상 가능성을 제거합니다. 이 코어는 일반 페라이트 코어에 비해 탁월한 필터링 성능을 갖고 있는 특수 나노결정질 자석 코어입니다. HF-CM 코어는 위상과 접지 간 공통 모드 인덕터 역할을 합니다.

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

주문 번호는 *출력 필터 설계지침서*를 참조하십시오.

6.8 고조파 필터

*VLT® Advanced Harmonic Filters AHF 005 & AHF 010*은 기존의 고조파 트랩 필터와 비교도 안 됩니다. 댄포스 고조파 필터는 댄포스 드라이브에 맞게 특별히 설계되었습니다.

댄포스 드라이브 전면에 AHF 005 또는 AHF 010을 연결하면 주전원에 다시 생성되는 총 고조파 전류 왜곡은 각각 5% 및 10%까지 감소합니다.

주문 번호 및 제동 저항 치수 결정 방법에 관한 자세한 정보는 *VLT® Advanced Harmonic Filters AHF 005/AHF 010 설계지침서*를 참조하십시오.

6.9 외함 내장형 옵션

드라이브 주문 시 다음의 내장형 옵션이 유형 코드에 명시되어 있습니다.

내부식성 후면 채널 포함 외함
극한 환경에서의 부식으로부터 추가 보호하기 위해 사용자는 스테인리스 소재의 후면 채널, 보다 강력한 방열판 및 업그레이드된 팬이 포함된 외함으로 주문할 수 있습니다. 이 옵션은 바다 근처와 같은 염기 환경에 권장됩니다.

주전원 차폐
Lexan® 차폐선은 입력 전원 단자 및 입력 플레이트 전면에 장착되어 외함 도어가 열릴 때 물리적인 접촉을 방지할 수 있습니다.

스페이스 히터 및 써모스탯
외함 사이즈 F 드라이브의 캐비닛 안쪽에 장착되어 자동 써모스탯을 통해 제어되는 스페이스 히터는 외함 내부의 응결을 방지합니다.

써모스탯 초기 설정값에 따라 히터는 10°C(50°F)에서 켜지고 15.6°C(60°F)에서 꺼집니다.

전원 콘센트가 있는 캐비닛 조명
서비스 및 유지보수하는 동안 가시성을 증대시키기 위해 조명을 외함 F 드라이브의 캐비닛 내부에 장착할 수 있습니다. 조명 하우징에는 노트북 컴퓨터 또는 기타 장치의 임시 전원 공급으로 사용할 수 있는 전원 콘센트가 포함되어 있습니다.

다음과 같이 2가지 전압으로 제공됩니다.

- 230 V, 50 Hz, 2.5 A, CE/ENEC
- 120 V, 60 Hz, 5 A, UL/cUL

RFI 필터
VLT® 드라이브 시리즈는 통합형 클래스 A2 RFI 필터를 표준으로 갖추고 있습니다. 추가적인 RFI/EMC 보호 수준이 필요한 경우, 옵션인 클래스 A1 RFI 필터를 사용하면 해결할 수 있으며 이 필터는 EN 55011에 따라 무선 주파수 간섭 및 전자기 복사 저감을 제공합니다. 선박용 RFI 필터 또한 제공됩니다.

외함 사이즈 F 드라이브의 경우, 클래스 A1 RFI 필터에 옵션 캐비닛이 추가로 필요합니다.

NAMUR 단자
이 옵션을 선택하면 NAMUR NE37의 규정에 따라 표준화된 단자 연결 및 관련 기능을 제공 받을 수 있습니다. NAMUR는 독일 내 공정 업계, 1차 화학 및 의약품 업계의 자동화 기술 사용자들이 모여서 만든 국제 협회입니다.

6

VLT® Extended Relay Card MCB 113 및 VLT® PTC Thermistor CardMCB 112를 선택해야 합니다.

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

- 안전 정지 회로에 내장.
- 절연 저항을 표시하는 LCD 표시창.
- 메모리 오류.
- INFO, TEST 및 RESET 키.

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

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

Safe Torque Off + Pilz 안전 릴레이
외함 사이즈 F 드라이브에 사용 가능합니다. 옵션 캐비닛 없이 Pilz 릴레이를 외함에 장착할 수 있습니다. 릴레이는 외부 온도 감시 옵션에 사용됩니다. PTC 감시가 필요한 경우, VLT® PTC Thermistor CardMCB 112를 주문해야 합니다.

응급 정지 + Pilz 안전 릴레이
외함 전면에 장착된 리던던트 4선 응급 정지 푸시 버튼과 안전 정지 회로와 콘택터에 연결된 부분을 감시하는 Pilz 릴레이가 포함되어 있습니다. 외함 사이즈 F 드라이브의 경우, 콘택터 및 옵션 캐비닛이 필요합니다.

제동 초퍼 (IGBT)
IGBT 제동 초퍼 회로가 있는 제동 단자에는 외부 제동 저항의 연결이 허용됩니다. 제동 저항에 관한 자세한 자료는 다음 주소에 있는 VLT® Brake Resistor MCE 101 설계지침서를 참조하시기 바랍니다.
drives.danfoss.com/downloads/portal/#/.

재생 단자
재생 제동을 위해 DC 링크 리액터의 컨덴서 뱅크 측에 있는 직류 버스통신에 재생 유닛의 연결을 허용합니다. 외함 사이즈 F 재생 단자는 드라이브 전력 등급의 약 50%에 맞게 용량이 결정되어 있습니다. 특정 드라이브 사이즈 및 전압을 기준으로 한 재생 전력 한계는 공장에 문의하십시오.

부하 공유 단자
이러한 단자는 DC 링크 리액터의 정류기 측에 있는 직류단 버스에 연결하고 다수 드라이브 간의 직류단 전력의 공유를 허용합니다. 외함 사이즈 F 드라이브의 경우, 부하 공유 단자는 드라이브 전력 등급의 약 33%에 맞게 용량이 결정되어 있습니다. 특정 드라이브 사이즈 및 전압을 기준으로 한 부하 공유 한계는 공장에 문의하십시오.

차단기
도어에 장착된 핸들은 전원 차단 스위치의 수동 작동을 가능하게 하여 드라이브의 전력을 활성화 및 비활성화할 수 있으며 서비스를 받는 동안 안전성이 증가합니다. 차단기는 전원이 인가되어 있는 동안 개방되지 않도록 캐비닛 도어에 인터록되어 있습니다.

회로 차단기
회로 차단기는 원격으로 트립시킬 수 있지만 수동으로 리셋해야 합니다. 회로 차단기는 전원이 인가되어 있는 동안 개방되지 않도록 캐비닛 도어에 인터록되어 있습니다. 회로 차단기를 옵션으로 주문한 경우 AC 드라이브의 신속한 전류 과부하 보호를 위해 퓨즈가 포함되어 있습니다.

콘택터
전기적으로 제어되는 콘택터 스위치는 드라이브의 전력을 원격으로 활성화 및 비활성화할 수 있습니다. IEC 응급 정지 옵션을 주문한 경우, Pilz 릴레이가 콘택터의 보조 접점을 감시합니다.

수동 모터 스타터
대형 모터에 주로 필요한 전기 냉풍기를 위해 3상 전원을 제공합니다. 스타터용 전원은 제공된 콘택터, 회로 차단기 또는 차단 스위치의 부하 측에서 제공됩니다. 클래스 1 RFI 필터 옵션을 주문한 경우, RFI의 입력 측에서 스타터에 전원을 공급합니다. 전원은 각 모터 스타터 이전에 퓨즈 처리되어 있으며 드라이브에 입력되는 전원이 꺼질 때 전원이 꺼집니다. 최대 2개의 스타터가 허용됩니다. 30 A 퓨즈 보호 회로를 주문한 경우, 스타터가 1개만 허용됩니다. 스타터는 안전 정지 회로에 내장되어 있습니다.

Danfoss A/S © 11/2017 All rights reserved.

포함된 기능은 다음과 같습니다.

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

30A, 퓨즈 보호 단자

- 고객의 보조 장비의 전원 공급을 위해 입력되는 주전원 전압과 일치하는 3상 전원.
- 2개의 수동 모터 스타터가 선택된 경우에는 사용할 수 없습니다.
- 드라이브에 입력되는 전원이 꺼질 때 단자가 꺼집니다.
- 단자용 전원은 제공된 콘택터, 회로 차단기 또는 차단 스위치의 부하 측에서 제공됩니다. 클래스 1 RFI 필터 옵션을 주문한 경우, RFI의 입력 측에서 스타터에 전원을 공급합니다.

공통 모터 단자

공통 모터 단자 옵션은 모터 측 상단 삽입부 키트의 설치를 용이하게 하기 위해 병렬 연결된 인버터에서 (위상별) 단일 단자로 모터 단자를 연결하는데 필요한 버스통신 바와 하드웨어를 제공합니다.

이 옵션은 또한 드라이브의 출력을 출력 필터 또는 출력 콘택터에 연결하는 용도로 권장됩니다. 공통 모터 단자를 사용하면 각각의 인버터에서 출력 필터 (또는 모터)의 공통 지점까지 케이블 길이가 동일할 필요가 없습니다.

24VDC 공급

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

외부 온도 감시

모터 와인딩 및/또는 베어링과 같이 외부 시스템 구성 요소의 온도를 감시하도록 설계되어 있습니다. 8개의 범용 입력 모듈과 2개의 정밀 써미스터 입력 모듈이 포함되어 있습니다. 모듈 10개가 모두 안전 정지 회로에 내장되어 있고 필드버스 네트워크를 통해 감시할 수 있으며 별도의 모듈/버스통신 커플러를 구매해야 합니다. 외부 온도 감시를 선택한 경우에는 Safe Torque Off 제동 옵션을 주문해야 합니다.

신호 유형:

- RTD 입력(Pt100 포함) – 3선 또는 4선.
- 써모커플(Thermocouple).
- 아날로그 전류 또는 아날로그 전압.

다양한 특징:

- 범용 출력 1개 – 아날로그 전압 또는 아날로그 전류를 위해 구성 가능.
- 2개의 출력 릴레이(NO).
- 2줄 LC 디스플레이 및 LED 진단.
- 센서 리드선 차단, 단락 및 잘못된 극성 감지.
- 센서 리드선 차단, 단락 및 잘못된 극성 감지.
- 인터페이스 셋업 소프트웨어.
- PTC가 3개 필요한 경우, VLT® PTC Thermistor Card MCB 112 옵션을 추가해야 합니다.

외함 내장형 옵션의 주문 번호는 *장을 13.1 인버터 제품 구성 소프트웨어*를 참조하십시오.

6.10 고출력 키트

뒤쪽 벽면 냉각, 스페이스 히터, 주전원 쉴드와 같은 고출력 키트가 제공됩니다. 사용 가능한 모든 키트의 요약 설명 및 주문 번호는 *장을 13.2 옵션/키트의 주문 번호*를 참조하십시오.

 Danfoss A/S © 11/2017 All rights reserved.

7 사양

7.1 전기적 기술 자료, 380-500 V

VLT® AutomationDrive FC 302	P315		P355		P400	
고부하/정상 과부하 (높은 과부하=60초간 150% 전류, 정상 과부하=60초간 110% 전류)	HO	NO	HO	NO	HO	NO
적용가능 축동력(400V 기준) [kW]	315	355	355	400	400	450
적용가능 축동력(460V 기준) [HP]	450	500	500	600	550	600
적용가능 축동력(500V 기준) [kW]	355	400	400	500	500	530
외함 사이즈	E1/E2		E1/E2		E1/E2	
출력 전류(3상)						
지속적(400V 기준) [A]	600	658	658	745	695	800
단속적 (60초 과부하) (400V 기준)[A]	900	724	987	820	1043	880
지속적 (460/ 500V 기준) [A]	540	590	590	678	678	730
단속적(60초 과부하)(460/500V 기준) [A]	810	649	885	746	1017	803
지속적 KVA(400V 기준) [KVA]	416	456	456	516	482	554
지속적 KVA(460V 기준) [KVA]	430	470	470	540	540	582
지속적 KVA(500V 기준) [KVA]	468	511	511	587	587	632
최대 입력 전류						
지속적(400V 기준) [A]	578	634	634	718	670	771
지속적 (460/ 500V 기준) [A]	520	569	569	653	653	704
위상당 케이블 최대 개수 및 최대 규격						
주전원 및 모터 [mm^2 (AWG)]	4x240 (4x500 mcm)		4x240 (4x500 mcm)		4x240 (4x500 mcm)	
제동 장치 [mm^2 (AWG)]	2x185 (2x350 mcm)		2x185 (2x350 mcm)		2x185 (2x350 mcm)	
부하 공유 [mm^2 (AWG)]	4x240 (4x500 mcm)		4x240 (4x500 mcm)		4x240 (4x500 mcm)	
최대 외부 주전원 퓨즈 [A][1)]	900		900		900	
추정 전력 손실(400V 기준) [W][2), 3)]	6794	7532	7498	8677	7976	9473
추정 전력 손실(460V 기준) [W][2), 3)]	6118	6724	6672	7819	7814	8527
효율[3)]	0.98		0.98		0.98	
출력 주파수 [Hz]	0–590		0–590		0–590	
제어카드 과열 트립 [°C (°F)]	85 (185)		85 (185)		85 (185)	

표 7.1 외함 E1/E2, 주전원 공급 3x380–500 V AC의 전기적 기술 자료

1) 퓨즈 등급은 장을 10.5 퓨즈 및 회로 차단기 참조.

2) 대표적인 전력 손실은 정상 조건 시에 발생하며 그 허용 한계는±15% 내로 예상됩니다(허용 한계는 전압 및 케이블 조건에 따라 다릅니다). 이들 값은 대표적인 모터 효율(IE/IE3 경계선)을 기준으로 합니다. 저효율 모터는 드라이브에서 전력 손실을 발생시킵니다. 드라이브 냉각 용량 선정에 적용합니다. 스위칭 주파수가 초기 설정보다 커지면 전력 손실이 증가할 수 있습니다. LCP와 대표적인 제어카드의 전력 소비도 포함됩니다. EN 50598-2에 따른 전력 손실 데이터는 다음을 참조하십시오. drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/. 손실된 부분에 옵션과 고객의 임의 부하를 최대 30W까지 추가할 수도 있습니다(완전히 로드된 제어 카드와 슬롯 A 및 B의 옵션의 경우 일반적으로 각각 4W만 추가할 수 있습니다).

3) 정격 부하 및 정격 주파수에서 차폐된 모터 케이블 5 m (16.5 ft)을 사용하여 측정. 정격 전류에서 측정된 효율. 에너지 효율 클래스는 장을 10.12 효율 참조. 부분 부하 손실은 다음 참조. drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/.

Danfoss A/S © 11/2017 All rights reserved.

VLT® AutomationDrive FC 302	P450		P500		P560		P630	
고부하/정상 과부하 (높은 과부하=60초간 150% 전류, 정상 과부하 =60초간 110% 전류)	HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO
적용가능 축동력(400V 기준) [kW]	450	500	500	560	560	630	630	710
적용가능 축동력(460V 기준) [HP]	600	650	650	750	750	900	1000	1000
적용가능 축동력(500V 기준) [kW]	530	560	560	630	630	710	800	800
외함 사이즈	F1/F3		F1/F3		F1/F3		F1/F3	
출력 전류(3상)								
지속적(400V 기준) [A]	800	880	880	990	990	1120	1120	1260
단속적(60초 과부하) (400V 기준) [A]	1200	968	1320	1089	1485	1680	1386	1890
지속적 (460/ 500V 기준) [A]	730	780	780	890	890	1050	1050	1160
단속적(60초 과부하) (460/500V 기준) [A]	1095	858	1170	979	1335	1155	1575	1276
지속적 KVA(400V 기준) [KVA]	554	610	610	686	686	776	776	873
지속적 KVA(460V 기준) [KVA]	582	621	621	709	709	837	837	924
지속적 KVA(500V 기준) [KVA]	632	675	675	771	771	909	909	1005
최대 입력 전류								
지속적(400V 기준) [A]	771	848	848	954	954	1079	1079	1214
지속적 (460/ 500V 기준) [A]	704	752	752	858	858	1012	1012	1118
위상당 케이블 최대 개수 및 최대 규격								
- 모터 [mm^2 (AWG)]	8x150 (8x300 mcm)		8x150 (8x300 mcm)		8x150 (8x300 mcm)		8x150 (8x300 mcm)	
- 주전원 [mm^2 (AWG)] (F1)	8x240 (8x500 mcm)		8x240 (8x500 mcm)		8x240 (8x500 mcm)		8x240 (8x500 mcm)	
- 주전원 [mm^2 (AWG)] (F3)	8x456 (8x900 mcm)		8x456 (8x900 mcm)		8x456 (8x900 mcm)		8x456 (8x900 mcm)	
- 부하 공유 [mm^2 (AWG)]	4x120 (4x250 mcm)		4x120 (4x250 mcm)		4x120 (4x250 mcm)		4x120 (4x250 mcm)	
- 제동 장치 [mm^2 (AWG)]	4x185 (4x350 mcm)		4x185 (4x350 mcm)		4x185 (4x350 mcm)		4x185 (4x350 mcm)	
최대 외부 주전원 퓨즈 [A][1)]	1600		1600		2000		2000	
추정 전력 손실(400V 기준) [W][2), 3)]	9031	10162	10146	11822	10649	12512	12490	14674
추정 전력 손실(460V 기준) [W][2), 3)]	8212	8876	8860	10424	9414	11595	11581	13213
A1 RFI, 회로 차단기 또는 차단기 및 콘택터의 최대 추가 손실 [W], (F3만 해당)	893	963	951	1054	978	1093	1092	1230
최대 패널 옵션 손실 [W]	400	400	400	400	400	400	400	400
효율[3)]	0.98		0.98		0.98		0.98	
출력 주파수 [Hz]	0-590		0-590		0-590		0-590	
제어카드 과열 트립 [°C (°F)]	85 (185)		85 (185)		85 (185)		85 (185)	

표 7.2 외함 F1/F3, 주전원 공급 3x380-500 V AC의 전기적 기술 자료

1) 퓨즈 등급은 장을 10.5 퓨즈 및 회로 차단기 참조.

2) 대표적인 전력 손실은 정상 조건 시에 발생하며 그 허용 한계는±15% 내로 예상됩니다(허용 한계는 전압 및 케이블 조건에 따라 다릅니다). 이들 값은 대표적인 모터 효율(IE/IE3 경계선)을 기준으로 합니다. 저효율 모터는 드라이브에서 전력 손실을 발생시킵니다. 드라이브 냉각 용량 선정에 적용합니다. 스위칭 주파수가 초기 설정보다 커지면 전력 손실이 증가할 수 있습니다. LCP와 대표적인 제어카드의 전력 소비도 포함됩니다. EN 50598-2에 따른 전력 손실 데이터는 다음을 참조하십시오. drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/. 손실된 부분에 옵션과 고객의 임의 부하를 최대 30W까지 추가할 수도 있습니다(완전히 로드된 제어 카드와 슬롯 A 및 B의 옵션의 경우 일반적으로 각각 4W만 추가할 수 있습니다).

3) 정격 부하 및 정격 주파수에서 차폐된 모터 케이블 5 m (16.5 ft)을 사용하여 측정. 정격 전류에서 측정된 효율. 에너지 효율 클래스는 장을 10.12 효율 참조. 부분 부하 손실은 다음 참조. drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/.

 Danfoss A/S © 11/2017 All rights reserved.

VLT® AutomationDrive FC 302	P710		P800	
고부하/정상 과부하 (높은 과부하=60초간 150% 전류, 정상 과부하=60초간 110% 전류)	HO	NO	HO	NO
적용가능 축동력(400V 기준) [kW]	710	800	800	1000
적용가능 축동력(460V 기준) [HP]	1000	1200	1200	1350
적용가능 축동력(500V 기준) [kW]	800	1000	1000	1100
외함 사이즈	**F2/F4**		**F2/F4**	
출력 전류(3상)				
지속적(400V 기준) [A]	1260	1460	1460	1720
단속적(60초 과부하) (400V 기준) [A]	1890	1606	2190	1892
지속적 (460/ 500V 기준) [A]	1160	1380	1380	1530
단속적(60초 과부하)(460/500V 기준) [A]	1740	1518	2070	1683
지속적 KVA(400V 기준) [KVA]	873	1012	1012	1192
지속적 KVA(460V 기준) [KVA]	924	1100	1100	1219
지속적 KVA(500V 기준) [KVA]	1005	1195	1195	1325
최대 입력 전류				
지속적(400V 기준) [A]	1214	1407	1407	1658
지속적 (460/ 500V 기준) [A]	1118	1330	1330	1474
위상당 케이블 최대 개수 및 최대 규격				
- 모터 [mm^2 (AWG)]	12x150 (12x300 mcm)		12x150 (12x300 mcm)	
- 주전원 [mm^2 (AWG)] (F2)	8x240 (8x500 mcm)		8x240 (8x500 mcm)	
- 주전원 [mm^2 (AWG)] (F4)	8x456 (8x900 mcm)		8x456 (8x900 mcm)	
- 부하 공유 [mm^2 (AWG)]	4x120 (4x250 mcm)		4x120 (4x250 mcm)	
- 제동 장치 [mm^2 (AWG)]	6x185 (6x350 mcm)		6x185 (6x350 mcm)	
최대 외부 주전원 퓨즈 [A][1)]	2500		2500	
추정 전력 손실(400V 기준) [W][2), 3)]	14244	17293	15466	19278
추정 전력 손실(460V 기준) [W][2), 3)]	13005	16229	14556	16624
A1 RFI, 회로 차단기 또는 차단기 및 콘택터의 최대 추가 손실 [W], (F4만 해당)	2067	2280	2236	2541
최대 패널 옵션 손실 [W]	400	400	400	400
효율[3)]	0.98		0.98	
출력 주파수 [Hz]	0–590		0–590	
제어카드 과열 트립 [°C (°F)]	85 (185)		85 (185)	

표 7.3 외함 F2/F4, 주전원 공급 3x380–500 V AC의 전기적 기술 자료

1) 퓨즈 등급은 장을 10.5 퓨즈 및 회로 차단기 참조.

2) 대표적인 전력 손실은 정상 조건 시에 발생하며 그 허용 한계는±15% 내로 예상됩니다(허용 한계는 전압 및 케이블 조건에 따라 다릅니다). 이들 값은 대표적인 모터 효율(IE/IE3 경계선)을 기준으로 합니다. 저효율 모터는 드라이브에서 전력 손실을 발생시킵니다. 드라이브 냉각 용량 선정에 적용합니다. 스위칭 주파수가 초기 설정보다 커지면 전력 손실이 증가할 수 있습니다. LCP와 대표적인 제어카드의 전력 소비도 포함됩니다. EN 50598-2에 따른 전력 손실 데이터는 다음을 참조하십시오. drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/. 손실된 부분에 옵션과 고객의 임의 부하를 최대 30W까지 추가할 수도 있습니다(완전히 로드된 제어 카드와 슬롯 A 및 B의 옵션의 경우 일반적으로 각각 4W만 추가할 수 있습니다).

3) 정격 부하 및 정격 주파수에서 차폐된 모터 케이블 5 m (16.5 ft)을 사용하여 측정. 정격 전류에서 측정된 효율. 에너지 효율 클래스는 장을 10.12 효율 참조. 부분 부하 손실은 다음 참조. drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/.

Danfoss A/S © 11/2017 All rights reserved.

VLT® AutomationDrive FC 302	P250		P315		P355		P400	
고부하/정상 과부하 (높은 과부하=60초간 150% 전류, 정상 과부하 =60초간 110% 전류)	HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO
적용가능 축동력(400V 기준) [kW]	250	315	315	355	355	400	400	450
적용가능 축동력(460V 기준) [HP]	350	450	450	500	500	600	550	600
적용가능 축동력(500V 기준) [kW]	315	355	355	400	400	500	500	530
외함 사이즈	F8/F9		F8/F9		F8/F9		F8/F9	
출력 전류(3상)								
지속적(400V 기준) [A]	480	600	600	658	658	745	695	800
단속적(60초 과부하) (400V 기준) [A]	720	660	900	724	987	820	1043	880
지속적 (460/ 500V 기준) [A]	443	540	540	590	590	678	678	730
단속적(60초 과부하) (460/500V 기준) [A]	665	594	810	649	885	746	1017	803
지속적 KVA(400V 기준) [KVA]	333	416	416	456	456	516	482	554
지속적 KVA(460V 기준) [KVA]	353	430	430	470	470	540	540	582
지속적 KVA(500V 기준) [KVA]	384	468	468	511	511	587	587	632
최대 입력 전류								
지속적(400V 기준) [A]	463	578	578	634	634	718	670	771
지속적 (460/ 500V 기준) [A]	427	520	520	569	569	653	653	704
위상당 케이블 최대 개수 및 최대 규격								
- 모터 [mm^2 (AWG)]	4x240 (4x500 mcm)		4x240 (4x500 mcm)		4x240 (4x500 mcm)		4x240 (4x500 mcm)	
- 주전원 [mm^2 (AWG)]	4x90 (4x3/0 mcm)		4x90 (4x3/0 mcm)		4x240 (4x500 mcm)		4x240 (4x500 mcm)	
- 제동 장치 [mm^2 (AWG)]	2x185 (2x350 mcm)		2x185 (2x350 mcm)		2x185 (2x350 mcm)		2x185 (2x350 mcm)	
최대 외부 주전원 퓨즈 [A][1]	700		700		700		700	
추정 전력 손실(400V 기준) [W][2), 3)]	5164	6790	6960	7701	7691	8879	8178	9670
추정 전력 손실(460V 기준) [W][2), 3)]	4822	6082	6345	6953	6944	8089	8085	8803
효율[3)]	0.98		0.98		0.98		0.98	
출력 주파수 [Hz]	0-590		0-590		0-590		0-590	
제어카드 과열 트립 [°C (°F)]	85 (185)		85 (185)		85 (185)		85 (185)	

표 7.4 외함 F8/F9, 주전원 공급 6x380-500 V AC의 전기적 기술 자료

1) 퓨즈 등급은 장을 10.5 퓨즈 및 회로 차단기 참조.

2) 대표적인 전력 손실은 정상 조건 시에 발생하며 그 허용 한계는±15% 내로 예상됩니다(허용 한계는 전압 및 케이블 조건에 따라 다릅니다). 이들 값은 대표적인 모터 효율(IE/IE3 경계선)을 기준으로 합니다. 저효율 모터는 드라이브에서 전력 손실을 발생시킵니다. 드라이브 냉각 용량 선정에 적용합니다. 스위칭 주파수가 초기 설정보다 커지면 전력 손실이 증가할 수 있습니다. LCP와 대표적인 제어카드의 전력 소비도 포함됩니다. EN 50598-2에 따른 전력 손실 데이터는 다음을 참조하십시오. drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/. 손실된 부분에 옵션과 고객의 임의 부하를 최대 30W까지 추가할 수도 있습니다(완전히 로드된 제어 카드와 슬롯 A 및 B의 옵션의 경우 일반적으로 각각 4W만 추가할 수 있습니다).

3) 정격 부하 및 정격 주파수에서 차폐된 모터 케이블 5 m (16.5 ft)을 사용하여 측정. 정격 전류에서 측정된 효율. 에너지 효율 클래스는 장을 10.12 효율 참조. 부분 부하 손실은 다음 참조. drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/.

 Danfoss A/S © 11/2017 All rights reserved.

VLT® AutomationDrive FC 302	P450		P500		P560		P630	
고부하/정상 과부하 (높은 과부하=60초간 150% 전류, 정상 과부하 =60초간 110% 전류)	HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO
적용가능 축동력(400V 기준) [kW]	450	500	500	560	560	630	630	710
적용가능 축동력(460V 기준) [HP]	600	650	650	750	750	900	900	1000
적용가능 축동력(500V 기준) [kW]	530	560	560	630	630	710	710	800
외함 사이즈	F10/F11		F10/F11		F10/F11		F10/F11	
출력 전류(3상)								
지속적(400V 기준) [A]	800	880	880	990	990	1120	1120	1260
단속적(60초 과부하) (400V 기준) [A]	1200	968	1320	1089	1485	1232	1680	1386
지속적 (460/ 500V 기준) [A]	730	780	780	890	890	1050	1050	1160
단속적(60초 과부하) (460/500V 기준) [A]	1095	858	1170	979	1335	1155	1575	1276
지속적 KVA(400V 기준) [KVA]	554	610	610	686	686	776	776	873
지속적 KVA(460V 기준) [KVA]	582	621	621	709	709	837	837	924
지속적 KVA(500V 기준) [KVA]	632	675	675	771	771	909	909	1005
최대 입력 전류								
지속적(400V 기준) [A]	771	848	848	954	954	1079	1079	1214
지속적 (460/ 500V 기준) [A]	704	752	752	858	858	1012	1012	1118
위상당 케이블 최대 개수 및 최대 규격								
- 모터 [mm^2 (AWG)]	8x150 (8x300 mcm)		8x150 (8x300 mcm)		8x150 (8x300 mcm)		8x150 (8x300 mcm)	
- 주전원 [mm^2 (AWG)]	6x120 (6x250 mcm)		6x120 (6x250 mcm)		6x120 (6x250 mcm)		6x120 (6x250 mcm)	
- 제동 장치 [mm^2 (AWG)]	4x185 (4x350 mcm)		4x185 (4x350 mcm)		4x185 (4x350 mcm)		4x185 (4x350 mcm)	
최대 외부 주전원 퓨즈 [A][1)]	900		900		900		1500	
추정 전력 손실(400V 기준) [W][2), 3)]	9492	10647	10631	12338	11263	13201	13172	15436
추정 전력 손실(460V 기준) [W][2), 3)]	8730	9414	9398	11006	10063	12353	12332	14041
A1 RFI, 회로 차단기 또는 차단기 및 콘택터의 최대 추가 손실 [W], (F11만 해당)	893	963	951	1054	978	1093	1092	1230
최대 패널 옵션 손실 [W]	400	400	400	400	400	400	400	400
효율[3)]	0.98		0.98		0.98		0.98	
출력 주파수 [Hz]	0–590		0–590		0–590		0–590	
제어카드 과열 트립 [°C (°F)]	85 (185)		85 (185)		85 (185)		85 (185)	

표 7.5 외함 F10/F11, 주전원 공급 6x380–500 V AC의 전기적 기술 자료

1) 퓨즈 등급은 장을 10.5 퓨즈 및 회로 차단기 참조.

2) 대표적인 전력 손실은 정상 조건 시에 발생하며 그 허용 한계는±15% 내로 예상됩니다(허용 한계는 전압 및 케이블 조건에 따라 다릅니다). 이들 값은 대표적인 모터 효율(IE/IE3 경계선)을 기준으로 합니다. 저효율 모터는 드라이브에서 전력 손실을 발생시킵니다. 드라이브 냉각 용량 선정에 적용합니다. 스위칭 주파수가 초기 설정보다 커지면 전력 손실이 증가할 수 있습니다. LCP와 대표적인 제어카드의 전력 소비도 포함됩니다. EN 50598-2에 따른 전력 손실 데이터는 다음을 참조하십시오. drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/. 손실된 부분에 옵션과 고객의 임의 부하를 최대 30W까지 추가할 수도 있습니다(완전히 로드된 제어 카드와 슬롯 A 및 B의 옵션의 경우 일반적으로 각각 4W만 추가할 수 있습니다).

3) 정격 부하 및 정격 주파수에서 차폐된 모터 케이블 5 m (16.5 ft)을 사용하여 측정. 정격 전류에서 측정된 효율. 에너지 효율 클래스는 장을 10.12 효율 참조. 부분 부하 손실은 다음 참조. drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/.

Danfoss A/S © 11/2017 All rights reserved.

VLT® AutomationDrive FC 302	P710		P800	
고부하/정상 과부하 (높은 과부하=60초간 150% 전류, 정상 과부하=60초간 110% 전류)	HO	NO	HO	NO
적용가능 축동력(400V 기준) [kW]	710	800	800	1000
적용가능 축동력(460V 기준) [HP]	1000	1200	1200	1350
적용가능 축동력(500V 기준) [kW]	800	1000	1000	1100
외함 사이즈	F12/F13		F12/F13	
출력 전류(3상)				
지속적(400V 기준) [A]	1260	1460	1460	1720
단속적(60초 과부하) (400V 기준) [A]	1890	1606	2190	1892
지속적 (460/ 500V 기준) [A]	1160	1380	1380	1530
단속적(60초 과부하)(460/500V 기준) [A]	1740	1518	2070	1683
지속적 KVA(400V 기준) [KVA]	873	1012	1012	1192
지속적 KVA(460V 기준) [KVA]	924	1100	1100	1219
지속적 KVA(500V 기준) [KVA]	1005	1195	1195	1325
최대 입력 전류				
지속적(400V 기준) [A]	1214	1407	1407	1658
지속적 (460/ 500V 기준) [A]	1118	1330	1330	1474
위상당 케이블 최대 개수 및 최대 규격				
- 모터 [mm^2 (AWG)]	12x150 (12x300 mcm)		12x150 (12x300 mcm)	
- 주전원 [mm^2 (AWG)]	6x120 (6x250 mcm)		6x120 (6x250 mcm)	
- 제동 장치 [mm^2 (AWG)]	6x185 (6x350 mcm)		6x185 (6x350 mcm)	
최대 외부 주전원 퓨즈 [A][1)]	1500		1500	
추정 전력 손실(400V 기준) [W][2), 3)]	14967	18084	16392	20358
추정 전력 손실(460V 기준) [W][2), 3)]	13819	17137	15577	17752
A1 RFI, 회로 차단기 또는 차단기 및 콘택터의 최대 추가 손실 [W], (F13만 해당)	2067	2280	2236	2541
최대 패널 옵션 손실 [W]	400	400	400	400
효율[3)]	0.98		0.98	
출력 주파수 [Hz]	0-590		0-590	
제어카드 과열 트립 [°C (°F)]	85 (185)		85 (185)	

표 7.6 외함 F12/F13, 주전원 공급 6x380-500 V AC의 전기적 기술 자료

1) 퓨즈 등급은 장을 10.5 퓨즈 및 회로 차단기 참조.

2) 대표적인 전력 손실은 정상 조건 시에 발생하며 그 허용 한계는±15% 내로 예상됩니다(허용 한계는 전압 및 케이블 조건에 따라 다릅니다). 이들 값은 대표적인 모터 효율(IE/IE3 경계선)을 기준으로 합니다. 저효율 모터는 드라이브에서 전력 손실을 발생시킵니다. 드라이브 냉각 용량 선정에 적용합니다. 스위칭 주파수가 초기 설정보다 커지면 전력 손실이 증가할 수 있습니다. LCP와 대표적인 제어카드의 전력 소비도 포함됩니다. EN 50598-2에 따른 전력 손실 데이터는 다음을 참조하십시오. drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/. 손실된 부분에 옵션과 고객의 임의 부하를 최대 30W까지 추가할 수도 있습니다(완전히 로드된 제어 카드와 슬롯 A 및 B의 옵션의 경우 일반적으로 각각 4W만 추가할 수 있습니다).

3) 정격 부하 및 정격 주파수에서 차폐된 모터 케이블 5 m (16.5 ft)을 사용하여 측정. 정격 전류에서 측정된 효율. 에너지 효율 클래스는 장을 10.12 효율 참조. 부분 부하 손실은 다음 참조. drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/.

 Danfoss A/S © 11/2017 All rights reserved.

7.2 전기적 기술 자료, 525-690 V

VLT® AutomationDrive FC 302	P355		P400		P500		P560	
고부하/정상 과부하 (높은 과부하=60초간 150% 전류, 정상 과부하 =60초간 110% 전류)	HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO
적용가능 축동력(550V 기준) [kW]	315	355	315	400	400	450	450	500
적용가능 축동력(575V 기준) [HP]	400	450	400	500	500	600	600	650
적용가능 축동력(690V 기준) [kW]	355	450	400	500	500	560	560	630
외함 사이즈	E1/E2		E1/E2		E1/E2		E1/E2	
출력 전류(3상)								
지속적(550V 기준) [A]	395	470	429	523	523	596	596	630
단속적 (60초 과부하) (550 V 기준) [A]	593	517	644	575	785	656	894	693
지속적 (575/690V 기준) [A]	380	450	410	500	500	570	570	630
단속적 (60초 과부하) (575/690 V 기준) [A]	570	495	615	550	750	627	855	693
지속적 KVA(550V 기준) [KVA]	376	448	409	498	498	568	568	600
지속적 KVA(575V 기준) [KVA]	378	448	408	498	498	568	568	627
지속적 KVA(690V 기준) [KVA]	454	538	490	598	598	681	681	753
최대 입력 전류								
지속적(550V 기준) [A]	381	453	413	504	504	574	574	607
지속적(575V 기준) [A]	366	434	395	482	482	549	549	607
지속적(690V 기준)	366	434	395	482	482	549	549	607
위상당 케이블 최대 개수 및 최대 규격								
- 주전원, 모터 및 부하 공유 [mm^2 (AWG)]	4x240 (4x500 mcm)		4x240 (4x500 mcm)		4x240 (4x500 mcm)		4x240 (4x500 mcm)	
- 제동 장치 [mm^2 (AWG)]	2x185 (2x350 mcm)		2x185 (2x350 mcm)		2x185 (2x350 mcm)		2x185 (2x350 mcm)	
최대 외부 주전원 퓨즈 [A][1]	700		700		900		900	
추정 전력 손실(600V 기준) [W][2, 3]	4424	5323	4795	6010	6493	7395	7383	8209
추정 전력 손실(690V 기준) [W][2, 3]	4589	5529	4970	6239	6707	7653	7633	8495
효율[3]	0.98		0.98		0.98		0.98	
출력 주파수 [Hz]	0–500		0–500		0–500		0–500	
제어카드 과열 트립 [°C (°F)]	85 (185)		85 (185)		85 (185)		85 (185)	

표 7.7 외함 E1/E2, 주전원 공급 3x525–690 V AC의 전기적 기술 자료

1) 퓨즈 등급은 장을 10.5 퓨즈 및 회로 차단기 참조.

2) 대표적인 전력 손실은 정상 조건 시에 발생하며 그 허용 한계는±15% 내로 예상됩니다(허용 한계는 전압 및 케이블 조건에 따라 다릅니다). 이들 값은 대표적인 모터 효율(IE/IE3 경계선)을 기준으로 합니다. 저효율 모터는 드라이브에서 전력 손실을 발생시킵니다. 드라이브 냉각 용량 선정에 적용합니다. 스위칭 주파수가 초기 설정보다 커지면 전력 손실이 증가할 수 있습니다. LCP와 대표적인 제어카드의 전력 소비도 포함됩니다. EN 50598-2에 따른 전력 손실 데이터는 다음을 참조하십시오. drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/. 손실된 부분에 옵션과 고객의 임의 부하를 최대 30W까지 추가할 수도 있습니다(완전히 로드된 제어 카드와 슬롯 A 및 B의 옵션의 경우 일반적으로 각각 4W만 추가할 수 있습니다).

3) 정격 부하 및 정격 주파수에서 차폐된 모터 케이블 5 m (16.5 ft)을 사용하여 측정. 정격 전류에서 측정된 효율. 에너지 효율 클래스는 장을 10.12 효율 참조. 부분 부하 손실은 다음 참조. drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/.

Danfoss A/S © 11/2017 All rights reserved.

VLT® AutomationDrive FC 302	P630		P710		P800	
고부하/정상 과부하 (높은 과부하=60초간 150% 전류, 정상 과부하=60초간 110% 전류)	HO	NO	HO	NO	HO	NO
적용가능 축동력(550V 기준) [kW]	500	560	560	670	670	750
적용가능 축동력(575V 기준) [HP]	650	750	750	950	950	1050
적용가능 축동력(690V 기준) [kW]	630	710	710	800	800	900
외함 사이즈	F1/F3		F1/F3		F1/F3	
출력 전류(3상)						
지속적(550V 기준) [A]	659	763	763	889	889	988
단속적 (60초 과부하) (550 V 기준) [A]	989	839	1145	978	1334	1087
지속적 (575/690V 기준) [A]	630	730	730	850	850	945
단속적 (60초 과부하) (575/690 V 기준) [A]	945	803	1095	935	1275	1040
지속적 KVA(550V 기준) [KVA]	628	727	727	847	847	941
지속적 KVA(575V 기준) [KVA]	627	727	727	847	847	941
지속적 KVA(690V 기준) [KVA]	753	872	872	1016	1016	1129
최대 입력 전류						
지속적(550V 기준) [A]	635	735	735	857	857	952
지속적(575V 기준) [A]	607	704	704	819	819	911
지속적(690V 기준) [A]	607	704	704	819	819	911
위상당 케이블 최대 개수 및 최대 규격						
- 모터 [mm^2 (AWG)]	8x150 (8x300 mcm)		8x150 (8x300 mcm)		8x150 (8x300 mcm)	
- 주전원 [mm^2 (AWG)] (F1)	8x240 (8x500 mcm)		8x240 (8x500 mcm)		8x240 (8x500 mcm)	
- 주전원 [mm^2 (AWG)] (F3)	8x456 (4x900 mcm)		8x456 (4x900 mcm)		8x456 (4x900 mcm)	
- 부하 공유 [mm^2 (AWG)]	4x120 (4x250 mcm)		4x120 (4x250 mcm)		4x120 (4x250 mcm)	
- 제동 장치 [mm^2 (AWG)]	4x185 (4x350 mcm)		4x185 (4x350 mcm)		4x185 (4x350 mcm)	
최대 외부 주전원 퓨즈 [A][12)]	1600		1600		1600	
추정 전력 손실(600V 기준) [W][2), 3)]	8075	9500	9165	10872	10860	12316
추정 전력 손실(690V 기준) [W][2), 3)]	8388	9863	9537	11304	11291	12798
회로 차단기 또는 차단기 및 콘택터의 최대 추가 손실 [W], (F3만 해당)	342	427	419	532	519	615
최대 패널 옵션 손실 [W]	400	400	400	400	400	400
효율[3)]	0.98		0.98		0.98	
출력 주파수 [Hz]	0-500		0-500		0-500	
제어카드 과열 트립 [°C (°F)]	85 (185)		85 (185)		85 (185)	

표 7.8 외함 F1/F3, 주전원 공급 3x525-690 V AC의 전기적 기술 자료

1) 퓨즈 등급은 장을 10.5 퓨즈 및 회로 차단기 참조.

2) 대표적인 전력 손실은 정상 조건 시에 발생하며 그 허용 한계는±15% 내로 예상됩니다(허용 한계는 전압 및 케이블 조건에 따라 다릅니다). 이들 값은 대표적인 모터 효율(IE/IE3 경계선)을 기준으로 합니다. 저효율 모터는 드라이브에서 전력 손실을 발생시킵니다. 드라이브 냉각 용량 선정에 적용합니다. 스위칭 주파수가 초기 설정보다 커지면 전력 손실이 증가할 수 있습니다. LCP와 대표적인 제어카드의 전력 소비도 포함됩니다. EN 50598-2에 따른 전력 손실 데이터는 다음을 참조하십시오. drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/. 손실된 부분에 옵션과 고객의 임의 부하를 최대 30W까지 추가할 수도 있습니다(완전히 로드된 제어 카드와 슬롯 A 및 B의 옵션의 경우 일반적으로 각각 4W만 추가할 수 있습니다).

3) 정격 부하 및 정격 주파수에서 차폐된 모터 케이블 5 m (16.5 ft)을 사용하여 측정. 정격 전류에서 측정된 효율. 에너지 효율 클래스는 장을 10.12 효율 참조. 부분 부하 손실은 다음 참조. drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/.

 Danfoss A/S © 11/2017 All rights reserved.

VLT® AutomationDrive FC 302	P900		P1M0		P1M2	
고부하/정상 과부하 (높은 과부하=60초간 150% 전류, 정상 과부하=60초간 110% 전류)	HO	NO	HO	NO	HO	NO
적용가능 축동력(550V 기준) [kW]	750	850	850	1000	1000	1100
적용가능 축동력(575V 기준) [HP]	1050	1150	1150	1350	1350	1550
적용가능 축동력(690V 기준) [kW]	900	1000	1000	1200	1200	1400
외함 사이즈	F2/F4		F2/F4		F2/F4	
출력 전류(3상)						
지속적(550V 기준) [A]	988	1108	1108	1317	1317	1479
단속적 (60초 과부하) (550 V 기준) [A]	1482	1219	1662	1449	1976	1627
지속적 (575/690V 기준) [A]	945	1060	1060	1260	1260	1415
단속적 (60초 과부하) (575/690 V 기준) [A]	1418	1166	1590	1386	1890	1557
지속적 KVA(550V 기준) [KVA]	941	1056	1056	1255	1255	1409
지속적 KVA(575V 기준) [KVA]	941	1056	1056	1255	1255	1409
지속적 KVA(690V 기준) [KVA]	1129	1267	1267	1506	1506	1691
최대 입력 전류						
지속적(550V 기준) [A]	952	1068	1068	1269	1269	1425
지속적(575V 기준) [A]	911	1022	1022	1214	1214	1364
지속적(690V 기준) [A]	911	1022	1022	1214	1214	1364
위상당 케이블 최대 개수 및 최대 규격						
- 모터 [mm^2 (AWG)]	12x150 (12x300 mcm)		12x150 (12x300 mcm)		12x150 (12x300 mcm)	
- 주전원 [mm^2 (AWG)] (F2)	8x240 (8x500 mcm)		8x240 (8x500 mcm)		8x240 (8x500 mcm)	
- 주전원 [mm^2 (AWG)] (F4)	8x456 (8x900 mcm)		8x456 (8x900 mcm)		8x456 (8x900 mcm)	
- 부하 공유 [mm^2 (AWG)]	4x120 (4x250 mcm)		4x120 (4x250 mcm)		4x120 (4x250 mcm)	
- 제동 장치 [mm^2 (AWG)]	6x185 (6x350 mcm)		6x185 (6x350 mcm)		6x185 (6x350 mcm)	
최대 외부 주전원 퓨즈 [A][1)]	1600		2000		2500	
추정 전력 손실(600V 기준) [W][2), 3)]	12062	13731	13269	16190	16089	18536
추정 전력 손실(690V 기준) [W][2), 3)]	12524	14250	13801	16821	16719	19247
회로 차단기 또는 차단기 및 콘택터의 최대 추가 손실 [W], (F4만 해당)	556	665	634	863	861	1044
최대 패널 옵션 손실 [W]	400	400	400	400	400	400
효율[3)]	0.98		0.98		0.98	
출력 주파수 [Hz]	0–500		0–500		0–500	
제어카드 과열 트립 [°C (°F)]	85 (185)		85 (185)		85 (185)	

표 7.9 외함 F2/F4, 주전원 공급 3x525–690 V AC의 전기적 기술 자료

1) 퓨즈 등급은 장을 10.5 퓨즈 및 회로 차단기 참조.

2) 대표적인 전력 손실은 정상 조건 시에 발생하며 그 허용 한계는±15% 내로 예상됩니다(허용 한계는 전압 및 케이블 조건에 따라 다릅니다). 이들 값은 대표적인 모터 효율(IE/IE3 경계선)을 기준으로 합니다. 저효율 모터는 드라이브에서 전력 손실을 발생시킵니다. 드라이브 냉각 용량 선정에 적용합니다. 스위칭 주파수가 초기 설정보다 커지면 전력 손실이 증가할 수 있습니다. LCP와 대표적인 제어카드의 전력 소비도 포함됩니다. EN 50598-2에 따른 전력 손실 데이터는 다음을 참조하십시오. drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/. 손실된 부분에 옵션과 고객의 임의 부하를 최대 30W까지 추가할 수도 있습니다(완전히 로드된 제어 카드와 슬롯 A 및 B의 옵션의 경우 일반적으로 각각 4W만 추가할 수 있습니다).

3) 정격 부하 및 정격 주파수에서 차폐된 모터 케이블 5 m (16.5 ft)을 사용하여 측정. 정격 전류에서 측정된 효율. 에너지 효율 클래스는 장을 10.12 효율 참조. 부분 부하 손실은 다음 참조. drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/.

Danfoss A/S © 11/2017 All rights reserved.

VLT® AutomationDrive FC 302	P355		P400		P500		P560	
고부하/정상 과부하 (높은 과부하=60초간 150% 전류, 정상 과부하 =60초간 110% 전류)	HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO
적용가능 축동력(550V 기준) [kW]	315	355	315	400	400	450	450	500
적용가능 축동력(575V 기준) [HP]	400	450	400	500	500	600	600	650
적용가능 축동력(690V 기준) [kW]	355	450	400	500	500	560	560	630
외함 사이즈	F8/F9		F8/F9		F8/F9		F8/F9	
출력 전류(3상)								
지속적(550V 기준) [A]	395	470	429	523	523	596	596	630
단속적 (60초 과부하) (550 V 기준) [A]	593	517	644	575	785	656	894	693
지속적 (575/690V 기준) [A]	380	450	410	500	500	570	570	630
단속적 (60초 과부하) (575/690 V 기준) [A]	570	495	615	550	750	627	855	693
지속적 KVA(550V 기준) [KVA]	376	448	409	498	498	568	568	600
지속적 KVA(575V 기준) [KVA]	378	448	408	498	498	568	568	627
지속적 KVA(690V 기준) [KVA]	454	538	490	598	598	681	681	753
최대 입력 전류								
지속적(550V 기준) [A]	381	453	413	504	504	574	574	607
지속적(575V 기준) [A]	366	434	395	482	482	549	549	607
지속적(690V 기준)	366	434	395	482	482	549	549	607
위상당 케이블 최대 개수 및 최대 규격								
- 모터 [mm^2 (AWG)]	4x240 (4x500 mcm)		4x240 (4x500 mcm)		4x240 (4x500 mcm)		4x240 (4x500 mcm)	
- 주전원 [mm^2 (AWG)]	4x85 (4x3/0 mcm)		4x85 (4x3/0 mcm)		4x85 (4x3/0 mcm)		4x85 (4x3/0 mcm)	
- 제동 장치 [mm^2 (AWG)]	2x185 (2x350 mcm)		2x185 (2x350 mcm)		2x185 (2x350 mcm)		2x185 (2x350 mcm)	
최대 외부 주전원 퓨즈 [A][1)]	630		630		630		630	
추정 전력 손실(600V 기준) [W][2), 3)]	4424	5323	4795	6010	6493	7395	7383	8209
추정 전력 손실(690V 기준) [W][2), 3)]	4589	5529	4970	6239	6707	7653	7633	8495
효율[3)]	0.98		0.98		0.98		0.98	
출력 주파수 [Hz]	0–500		0–500		0–500		0–500	
제어카드 과열 트립 [°C (°F)]	85 (185)		85 (185)		85 (185)		85 (185)	

표 7.10 외함 F8/F9, 주전원 공급 6x525–690 V AC의 전기적 기술 자료

1) 퓨즈 등급은 장을 10.5 퓨즈 및 회로 차단기 참조.

2) 대표적인 전력 손실은 정상 조건 시에 발생하며 그 허용 한계는±15% 내로 예상됩니다(허용 한계는 전압 및 케이블 조건에 따라 다릅니다). 이들 값은 대표적인 모터 효율(IE/IE3 경계선)을 기준으로 합니다. 저효율 모터는 드라이브에서 전력 손실을 발생시킵니다. 드라이브 냉각 용량 선정에 적용합니다. 스위칭 주파수가 초기 설정보다 커지면 전력 손실이 증가할 수 있습니다. LCP와 대표적인 제어카드의 전력 소비도 포함됩니다. EN 50598-2에 따른 전력 손실 데이터는 다음을 참조하십시오. drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/. 손실된 부분에 옵션과 고객의 임의 부하를 최대 30W까지 추가할 수도 있습니다(완전히 로드된 제어 카드와 슬롯 A 및 B의 옵션의 경우 일반적으로 각각 4W만 추가할 수 있습니다).

3) 정격 부하 및 정격 주파수에서 차폐된 모터 케이블 5 m (16.5 ft)을 사용하여 측정. 정격 전류에서 측정된 효율. 에너지 효율 클래스는 장을 10.12 효율 참조. 부분 부하 손실은 다음 참조. drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/.

VLT® AutomationDrive FC 302	P630		P710		P800	
고부하/정상 과부하 (높은 과부하=60초간 150% 전류, 정상 과부하=60초간 110% 전류)	HO	NO	HO	NO	HO	NO
적용가능 축동력(550V 기준) [kW]	500	560	560	670	670	750
적용가능 축동력(575V 기준) [HP]	650	750	750	950	950	1050
적용가능 축동력(690V 기준) [kW]	630	710	710	800	800	900
외함 사이즈	F10/F11		F10/F11		F10/F11	
출력 전류(3상)						
지속적(550V 기준) [A]	659	763	763	889	889	988
단속적 (60초 과부하) (550 V 기준) [A]	989	839	1145	978	1334	1087
지속적 (575/690V 기준) [A]	630	730	730	850	850	945
단속적 (60초 과부하) (575/690 V 기준) [A]	945	803	1095	935	1275	1040
지속적 KVA(550V 기준) [KVA]	628	727	727	847	847	941
지속적 KVA(575V 기준) [KVA]	627	727	727	847	847	941
지속적 KVA(690V 기준) [KVA]	753	872	872	1016	1016	1129
최대 입력 전류						
지속적(550V 기준) [A]	635	735	735	857	857	952
지속적(575V 기준) [A]	607	704	704	819	819	911
지속적(690V 기준) [A]	607	704	704	819	819	911
위상당 케이블 최대 개수 및 최대 규격						
- 모터 [mm^2 (AWG)]	8x150 (8x300 mcm)		8x150 (8x300 mcm)		8x150 (8x300 mcm)	
- 주전원 [mm^2 (AWG)]	6x120 (4x900 mcm)		6x120 (4x900 mcm)		6x120 (4x900 mcm)	
- 제동 장치 [mm^2 (AWG)]	4x185 (4x350 mcm)		4x185 (4x350 mcm)		4x185 (4x350 mcm)	
최대 외부 주전원 퓨즈 [A][1)]	900		900		900	
추정 전력 손실(600V 기준) [W][2), 3)]	8075	9500	9165	10872	10860	12316
추정 전력 손실(690V 기준) [W][2), 3)]	8388	9863	9537	11304	11291	12798
회로 차단기 또는 차단기 및 콘택터의 최대 추가 손실 [W], (F11만 해당)	342	427	419	532	519	615
최대 패널 옵션 손실 [W]	400	400	400	400	400	400
효율[3)]	0.98		0.98		0.98	
출력 주파수 [Hz]	0–500		0–500		0–500	
제어카드 과열 트립 [°C (°F)]	85 (185)		85 (185)		85 (185)	

표 7.11 외함 F10/F11, 주전원 공급 6x525–690 V AC의 전기적 기술 자료

1) 퓨즈 등급은 장을 10.5 퓨즈 및 회로 차단기 참조.

2) 대표적인 전력 손실은 정상 조건 시에 발생하며 그 허용 한계는±15% 내로 예상됩니다(허용 한계는 전압 및 케이블 조건에 따라 다릅니다). 이들 값은 대표적인 모터 효율(IE/IE3 경계선)을 기준으로 합니다. 저효율 모터는 드라이브에서 전력 손실을 발생시킵니다. 드라이브 냉각 용량 선정에 적용합니다. 스위칭 주파수가 초기 설정보다 커지면 전력 손실이 증가할 수 있습니다. LCP와 대표적인 제어카드의 전력 소비도 포함됩니다. EN 50598-2에 따른 전력 손실 데이터는 다음을 참조하십시오. drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/. 손실된 부분에 옵션과 고객의 임의 부하를 최대 30W까지 추가할 수도 있습니다(완전히 로드된 제어 카드와 슬롯 A 및 B의 옵션의 경우 일반적으로 각각 4W만 추가할 수 있습니다).

3) 정격 부하 및 정격 주파수에서 차폐된 모터 케이블 5 m (16.5 ft)을 사용하여 측정. 정격 전류에서 측정된 효율. 에너지 효율 클래스는 장을 10.12 효율 참조. 부분 부하 손실은 다음 참조. drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/.

Danfoss A/S © 11/2017 All rights reserved.

VLT® AutomationDrive FC 302	P900		P1M0		P1M2	
고부하/정상 과부하 (높은 과부하=60초간 150% 전류, 정상 과부하=60초간 110% 전류)	HO	NO	HO	NO	HO	NO
적용가능 축동력(550V 기준) [kW]	750	850	850	1000	1000	1100
적용가능 축동력(575V 기준) [HP]	1050	1150	1150	1350	1350	1550
적용가능 축동력(690V 기준) [kW]	900	1000	1000	1200	1200	1400
외함 사이즈	F12/F13		F12/F13		F12/F13	
출력 전류(3상)						
지속적(550V 기준) [A]	988	1108	1108	1317	1317	1479
단속적 (60초 과부하) (550 V 기준) [A]	1482	1219	1219	1449	1976	1627
지속적 (575/690V 기준) [A]	945	1060	1060	1260	1260	1415
단속적 (60초 과부하) (575/690 V 기준) [A]	1418	1166	1590	1386	1890	1557
지속적 KVA(550V 기준) [KVA]	941	1056	1056	1255	1255	1409
지속적 KVA(575V 기준) [KVA]	941	1056	1056	1255	1255	1409
지속적 KVA(690V 기준) [KVA]	1129	1267	1267	1506	1506	1691
최대 입력 전류						
지속적(550V 기준) [A]	952	1068	1068	1269	1269	1425
지속적(575V 기준) [A]	911	1022	1022	1214	1214	1364
지속적(690V 기준) [A]	911	1022	1022	1214	1214	1364
위상당 케이블 최대 개수 및 최대 규격						
- 모터 [mm^2 (AWG)]	12x150 (12x300 mcm)		12x150 (12x300 mcm)		12x150 (12x300 mcm)	
- 주전원 [mm^2 (AWG)] (F12)	8x240 (8x500 mcm)		8x240 (8x500 mcm)		8x240 (8x500 mcm)	
- 주전원 [mm^2 (AWG)] (F13)	8x456 (8x900 mcm)		8x456 (8x900 mcm)		8x456 (8x900 mcm)	
- 제동 장치 [mm^2 (AWG)]	6x185 (6x350 mcm)		6x185 (6x350 mcm)		6x185 (6x350 mcm)	
최대 외부 주전원 퓨즈 [A][1]	1600		2000		2500	
추정 전력 손실(600V 기준) [W][2), 3)]	12062	13731	13269	16190	16089	18536
추정 전력 손실(690V 기준) [W][2), 3)]	12524	14250	13801	16821	16719	19247
회로 차단기 또는 차단기 및 콘택터의 최대 추가 손실 [W], (F13만 해당)	556	665	634	863	861	1044
최대 패널 옵션 손실 [W]	400	400	400	400	400	400
효율[3)]	0.98		0.98		0.98	
출력 주파수 [Hz]	0-500		0-500		0-500	
제어카드 과열 트립 [°C (°F)]	85 (185)		85 (185)		85 (185)	

표 7.12 외함 F12/F13, 주전원 공급 6x525-690 V AC의 전기적 기술 자료

1) 퓨즈 등급은 장을 10.5 퓨즈 및 회로 차단기 참조.

2) 대표적인 전력 손실은 정상 조건 시에 발생하며 그 허용 한계는±15% 내로 예상됩니다(허용 한계는 전압 및 케이블 조건에 따라 다릅니다). 이들 값은 대표적인 모터 효율(IE/IE3 경계선)을 기준으로 합니다. 저효율 모터는 드라이브에서 전력 손실을 발생시킵니다. 드라이브 냉각 용량 선정에 적용합니다. 스위칭 주파수가 초기 설정보다 커지면 전력 손실이 증가할 수 있습니다. LCP와 대표적인 제어카드의 전력 소비도 포함됩니다. EN 50598-2에 따른 전력 손실 데이터는 다음을 참조하십시오. drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/. 손실된 부분에 옵션과 고객의 임의 부하를 최대 30W까지 추가할 수도 있습니다(완전히 로드된 제어 카드와 슬롯 A 및 B의 옵션의 경우 일반적으로 각각 4W만 추가할 수 있습니다).

3) 정격 부하 및 정격 주파수에서 차폐된 모터 케이블 5 m (16.5 ft)을 사용하여 측정. 정격 전류에서 측정된 효율. 에너지 효율 클래스는 장을 10.12 효율 참조. 부분 부하 손실은 다음 참조. drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/.

 Danfoss A/S © 11/2017 All rights reserved.

7.3 주전원 공급

주전원 공급	
공급 단자(6펄스)	L1, L2, L3
공급 단자(12펄스)	L1-1, L2-1, L3-1, L1-2, L2-2, L3-2
공급 전압	380–480 V ±10%, 525–690 V ±10%

주전원 전압 낮음/주전원 저전압:
주전원 전압이 낮거나 주전원 저전압 중에도 드라이브는 직류단 전압이 최소 정지 수준으로 떨어질 때까지 운전을 계속합니다. 최소 정지 수준은 일반적으로 드라이브의 최저 정격 공급 전압보다 15% 정도 낮습니다. 주전원 전압이 드라이브의 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%[1)]
실제 역률 (λ)	정격 부하 시 정격 ≥0.9
1에 가까운 변위 역률 (코사인 Φ)	(>0.98)
입력 전원 L1, L2, L3의 차단/공급 (전원 인가)	최대 1회/2분
EN60664-1에 따른 환경 기준	과전압 부문 III/오염 정도 2

드라이브는 최대 100kA 단락 회로 전류 정격(SCCR), 480/600 V 용량의 회로에서 사용하기에 적합합니다.
1) UL/IEC61800-3을 기초로 한 계산.

7.4 모터 출력 및 모터 데이터

모터 출력 (U, V, W)	
출력 전압	공급 전압의 0–100%
출력 주파수	0–590 Hz[1)]
플럭스 모드에서의 출력 주파수	0–300 Hz
출력 전원 차단/공급	무제한
가감속 시간	0.01–3600 s

1) 전압 및 용량에 따라 다름.

토오크 특성	
기동 토오크 (일정 토오크)	60초간 최대 150%[1), 2)]
과부하 토오크 (일정 토오크)	60초간 최대 150%[1), 2)]

1) 백분율은 드라이브의 정격 전류와 관련됩니다.
2) 10분마다 한 번.

7.5 주위 조건

환경	
E1/F1/F2/F3/F4/F8/F9/F10/F11/F12/F13 외함	IP21/Type 1, IP54/Type 12
E2 외함	IP00/섀시
진동 시험	1.0 g
상대 습도	5% - 95%((IEC 721-3-3); 운전하는 동안 클래스 3K3 (비응축))
극한 환경 (IEC 60068-2-43) H_2S 시험	클래스 Kd
공격성 기체 (IEC 60721-3-3)	클래스 3C3
IEC 60068-2-43에 따른 시험 방식	H2S (10일)
주위 온도 (SFAVM 스위칭 모드 기준)	
- 용량 감소 허용시	최대 55 °C (131 °F)[1)]
- 일반적인 EFF2 모터의 최대 출력(90%의 출력 전류)을 사용하는 경우	최대 50 °C (122 °F)[1)]
- FC 최대 출력 전류(지속적) 기준	최대 45 °C (113 °F)[1)]
최소 주위 온도(최대 운전 상태일 때)	0 °C (32 °F)
최소 주위 온도(성능 저감 시)	-10 °C (14 °F)
보관/운반 시 온도	-25 ~ +65/70 °C (13 ~ 149/158 °F)
최대 해발 고도(용량 감소 없음)	1000 m (3281 ft)

Danfoss A/S © 11/2017 All rights reserved.

최대 해발 고도(용량 감소)	3000 m (9842 ft)

1) 용량 감소에 관한 자세한 정보는 장을 9.6 용량 감소 참조.

EMC 표준 규격, 방사	EN 61800-3
EMC 표준 규격, 방지	EN 61800-3
에너지 효율 클래스[1)]	IE2

1) EN 50598-2에 따른 판단 기준:

- *정격 부하.*
- *90% 정격 주파수.*
- *스위칭 주파수 공장 설정값.*
- *스위칭 방식 공장 설정값.*

7.6 케이블 사양

제어 케이블의 케이블 길이와 단면적	
차폐 모터 케이블의 최대 길이	150 m (492 ft)
비차폐 모터 케이블의 최대 길이	300 m (984 ft)
케이블 최대 단면적 (모터, 주전원, 부하 공유 및 제동 장치)	*장을 7 사양* 참조[1)]
제어 단자(단단한 선)의 최대 단면적	1.5 mm^2/16 AWG (2x0.75 mm^2)
제어 단자(유연한 케이블)의 최대 단면적	1 mm^2/18 AWG
케이블 코어가 들어 있는 제어 단자 연결 케이블의 최대 단면적	0.5 mm^2/20 AWG
제어 단자의 최소 단면적	0.25 mm^2/23 AWG

1) 전력 케이블은 장을 7.1 전기적 기술 자료, 380-500 V 및 장을 7.2 전기적 기술 자료, 525-690 V의 전기적 기술 자료 참조.

7.7 제어 입력/출력 및 제어 데이터

디지털 입력	
프로그래밍 가능한 디지털 입력 개수	4 (6)
단자 번호	18, 19, 27[1)], 29[1)], 32, 33
논리	PNP 또는 NPN
전압 수준	0–24 V DC
전압 수준, 논리 0 PNP	<5 V DC
전압 수준, 논리 1 PNP	>10 V DC
전압 수준, 논리 0 NPN	>19 V DC
전압 수준, 논리 1 NPN	<14 V DC
최대 입력 전압	28 V DC
입력 저항, R_i	약 4 kΩ

모든 디지털 입력은 공급 전압(PELV) 및 다른 최고 전압 단자로부터 갈바닉 절연되어 있습니다.
1) 단자 27과 29도 출력 단자로 프로그래밍이 가능합니다.

아날로그 입력	
아날로그 입력 개수	2
단자 번호	53, 54
모드	전압 또는 전류
모드 선택	스위치 A53 및 A54
전압 모드	스위치 A53/A54=(U)
전압 수준	-10v ~ +10v (가변 범위)
입력 저항, R_i	약 10 kΩ
최대 전압	±20 V
전류 모드	스위치 A53/A54=(I)
전류 범위	0/4 - 20mA (조정 가능)
입력 저항, R_i	약 200 Ω
최대 전류	30 mA

 Danfoss A/S © 11/2017 All rights reserved.

아날로그 입력의 분해능	10비트 (+ 부호)
아날로그 입력의 정밀도	최대 오류: 전체 측정범위 중 0.5%
대역폭	100 Hz

아날로그 입력은 공급 전압으로부터 갈바닉 절연(PELV)되어 있으며, 다른 높은 전압을 사용하는 단자와도 절연되어 있습니다.

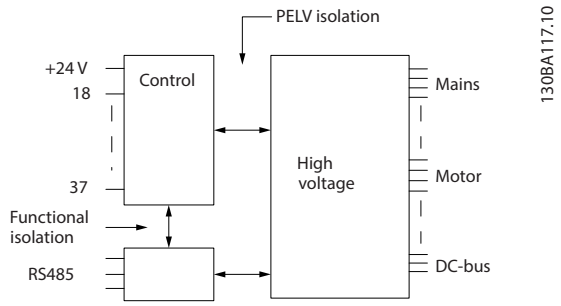


그림 7.1 PELV 절연

7

펄스 입력

프로그래밍 가능한 펄스 입력	2
단자 번호 펄스	29, 33
단자 29, 33의 최대 주파수(푸시풀 구동)	110 kHz
단자 29, 33의 최대 주파수(오픈 콜렉터)	5kHz
단자 29, 33의 최소 주파수	4 Hz
전압 수준	*장을 7.7 제어 입력/출력 및 제어 데이터의 디지털 입력 참조*
최대 입력 전압	28 V DC
입력 저항, R_i	약 4 kΩ
펄스 입력 정밀도 (0.1-1kHz)	최대 오차: 전체 범위 중 0.1%

아날로그 출력

프로그래밍 가능한 아날로그 출력 개수	1
단자 번호	42
아날로그 출력의 전류 범위	0/4–20mA
아날로그 출력의 최대 저항 부하	500 Ω
아날로그 출력의 정밀도	최대 오차: 전체 범위의 0.8%
아날로그 출력의 분해능	8비트

아날로그 출력은 공급 전압으로부터 갈바닉 절연(PELV)되어 있으며, 다른 최고 전압을 사용하는 단자와도 절연되어 있습니다.

제어카드, RS485 직렬 통신

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

RS485 직렬 통신 회로는 기능적으로 다른 중앙 회로에서 분리되어 있으며 공급장치 전압(PELV)으로부터 갈바닉 절연되어 있습니다.

디지털 출력

프로그래밍 가능한 디지털/펄스 출력 개수	2
단자 번호	27, 29[1)]
디지털/주파수 출력의 전압 수준	0–24V
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 오차: 전체 범위 중 0.1%

Danfoss A/S © 11/2017 All rights reserved.

주파수 출력의 분해능	12비트

1) 단자 27과 29도 입력 단자로 프로그래밍이 가능합니다.

디지털 출력은 공급 전압으로부터 갈바닉 절연(PELV)되어 있으며, 다른 높은 전압을 사용하는 단자와도 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 단자 연결 케이블 최대 단면적	2.5 mm^2 (12 AWG)
릴레이 단자 연결 케이블 최소 단면적	0.2 mm^2 (30 AWG)
피복을 벗긴 와이어의 길이	8 mm (0.3 in)
릴레이 01 단자 번호	1-3 (NC), 1-2 (NO)
단자 1-2 (NO)의 최대 단자 부하 (AC-1)[1] (저항부하)[2), 3)]	400V AC, 2A
단자 1-2 (NO)의 최대 단자 부하 (AC-15)[1] (유도부하 @ cosφ 0.4)	240V AC, 0.2A
단자 1-2 (NO)의 최대 단자 부하 (DC-1)[1] (저항부하)	80V DC, 2A
단자 1-2 (NO)의 최대 단자 부하 (DC-13)[1] (유도부하)	24VDC, 0.1A
단자 1-3 (NC)의 최대 단자 부하 (AC-1)[1] (저항부하)	240V AC, 2A
단자 1-3 (NC)의 최대 단자 부하 (AC-15)[1] (유도부하 @ cosφ 0.4)	240V AC, 0.2A
단자 1-3 (NC)의 최대 부하 (DC-1)[1] (저항부하)	50V DC, 2A
단자 1-3 (NC)의 최대 부하 (DC-13)[1] (유도부하)	24VDC, 0.1A
1-3 (NC), 1-2 (NO)의 최소 단자 부하	24VDC 10 mA, 24VAC 2 mA
EN 60664-1에 따른 환경 기준	과전압 부문 III/오염 정도 2
릴레이 02 단자 번호	4-6 (NC), 4-5 (NO)
단자 4-5 (NO)의 최대 단자 부하 (AC-1)[1] (저항부하)[2), 3)]	400V AC, 2A
단자 4-5 (NO)의 최대 부하 (AC-15)[1] (유도부하 @ cosφ 0.4)	240V AC, 0.2A
단자 4-5 (NO)의 최대 부하 (DC-1)[1] (저항부하)	80V DC, 2A
단자 4-5 (NO)의 최대 부하 (DC-13)[1] (유도부하)	24VDC, 0.1A
단자 4-6 (NC)의 최대 부하 (AC-1)[1] (저항부하)	240V AC, 2A
단자 4-6 (NC)의 최대 부하 (AC-15)[1] (유도부하 @ cosφ 0.4)	240V AC, 0.2A
단자 4-6 (NC)의 최대 부하 (DC-1)[1] (저항부하)	50V DC, 2A
단자 4-6 (NC)의 최대 부하 (DC-13)[1] (유도부하)	24VDC, 0.1A
4-6 (NC), 4-5 (NO)의 최대 부하	24VDC 10 mA, 24VAC 2 mA
EN 60664-1에 따른 환경 기준	과전압 부문 III/오염 정도 2

릴레이 접점은 절연 보강재(PELV)를 사용하여 회로의 나머지 부분으로부터 갈바닉 절연되어 있습니다.
1) IEC 60947 제4부 및 제5부.
2) 과전압 부문 II.
3) UL 어플리케이션 300 V AC 2 A.

제어카드, +10V DC 출력

단자 번호	50
출력 전압	10.5V ±0.5V
최대 부하	25 mA

10V DC 공급은 공급 전압(PELV) 및 다른 최고 전압 단자로부터 갈바닉 절연되어 있습니다.

제어 특성

0-1000 Hz 범위에서의 출력 주파수의 분해능	±0.003 Hz
시스템 응답 시간 (단자 18, 19, 27, 29, 32, 33)	≤2 m/s
속도 제어 범위 (개회로)	동기 속도의 1:100

속도 정밀도 (개회로)	30–4000 RPM: 최대 오류 ±8 RPM

모든 제어 특성은 4극 비동기식 모터를 기준으로 하였습니다.

제어카드 성능	
스캔 시간	5 M/S

제어카드, USB 직렬 통신	
USB 표준	1.1 (최대 속도)
USB 플러그	USB 유형 B 장치 플러그

주의 사항

PC는 표준형 호스트/장치 USB 케이블로 연결됩니다.
USB 연결부는 공급 전압(PELV) 및 다른 최고 전압 단자로부터 갈바닉 절연되어 있습니다.
USB 연결부는 접지로부터 갈바닉 절연되어 있지 않습니다. 드라이브의 USB 커넥터와 연결하려면 절연된 랩톱/PC를 사용하거나, 또는 절연된 USB 케이블이나 컨버터를 사용합니다.

7.8 외함 높이

7

외함	380–480/500 V	525–690 V
E1	270–313 kg (595–690 lb)	263–313 kg (580–690 lb)
E2	234–277 kg (516–611 lb)	221–277 kg (487–611 lb)

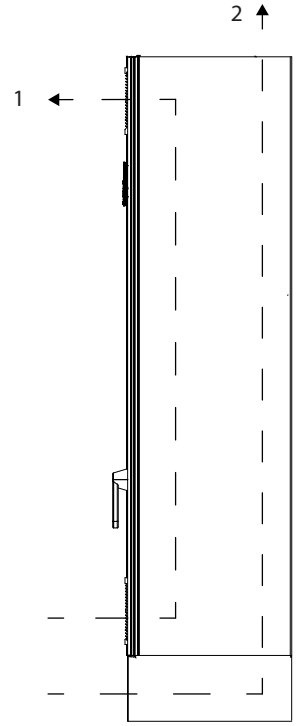
표 7.13 외함 E1–E2 중량, kg (lb)

외함	380–480/500 V	525–690 V
F1	1017 kg (2242.1 lb)	1017 kg (2242.1 lb)
F2	1260 kg (2777.9 lb)	1260 kg (2777.9 lb)
F3	1318 kg (2905.7 lb)	1318 kg (2905.7 lb)
F4	1561 kg (3441.5 lb)	1561 kg (3441.5 lb)
F8	447 kg (985.5 lb)	447 kg (985.5 lb)
F9	669 kg (1474.9 lb)	669 kg (1474.9 lb)
F10	893 kg (1968.8 lb)	893 kg (1968.8 lb)
F11	1116 kg (2460.4 lb)	1116 kg (2460.4 lb)
F12	1037 kg (2286.4 lb)	1037 kg (2286.4 lb)
F13	1259 kg (2775.7 lb)	1259 kg (2775.7 lb)

표 7.14 외함 F1–F13 중량, kg (lb)

Danfoss A/S © 11/2017 All rights reserved.

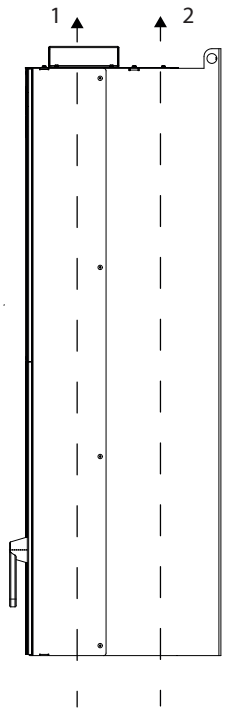
7.9 외함 E1–E2 및 F1–F13의 공기 흐름(통풍)



e30bg051.10

1	전면 채널 통풍, 340 m^3/hr (200 cfm)
2	뒤쪽 채널 통풍, 1105 m^3/hr (650 cfm) 또는 1444 m^3/hr (850 cfm)

그림 7.2 외함 E1의 공기 흐름(통풍)

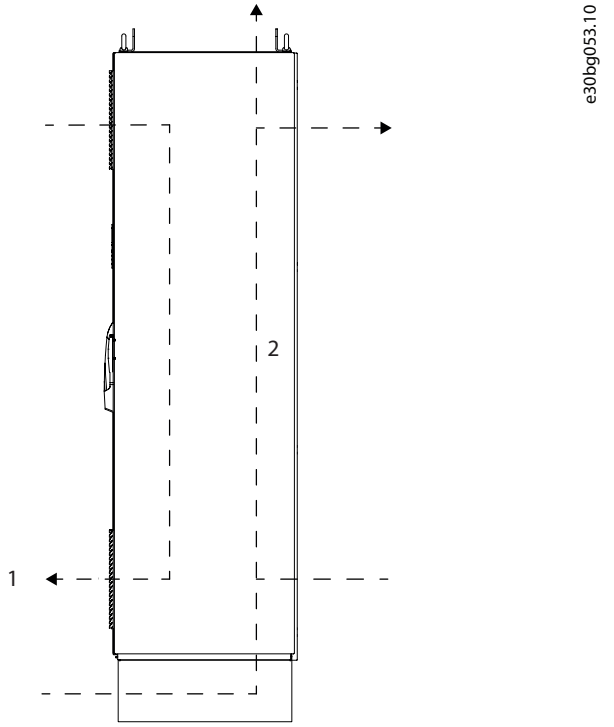


e30bg052.10

1	전면 채널 통풍, 255 m^3/hr (150 cfm)
2	뒤쪽 채널 통풍, 1105 m^3/hr (650 cfm) 또는 1444 m^3/hr (850 cfm)

그림 7.3 외함 E2의 공기 흐름(통풍)

 Danfoss A/S © 11/2017 All rights reserved.



1	전면 채널 통풍 - IP21/Type 1, 700 m^3/hr (412 cfm) - IP54/Type 12, 525 m^3/hr (309 cfm)
2	뒤쪽 채널 통풍, 985 m^3/hr (580 cfm)

그림 7.4 외함 F1–13의 공기 흐름(통풍)

Danfoss A/S © 11/2017 All rights reserved.

8 외부 및 단자 치수

8.1 E1 외부 및 단자 치수

8.1.1 E1 외부 치수

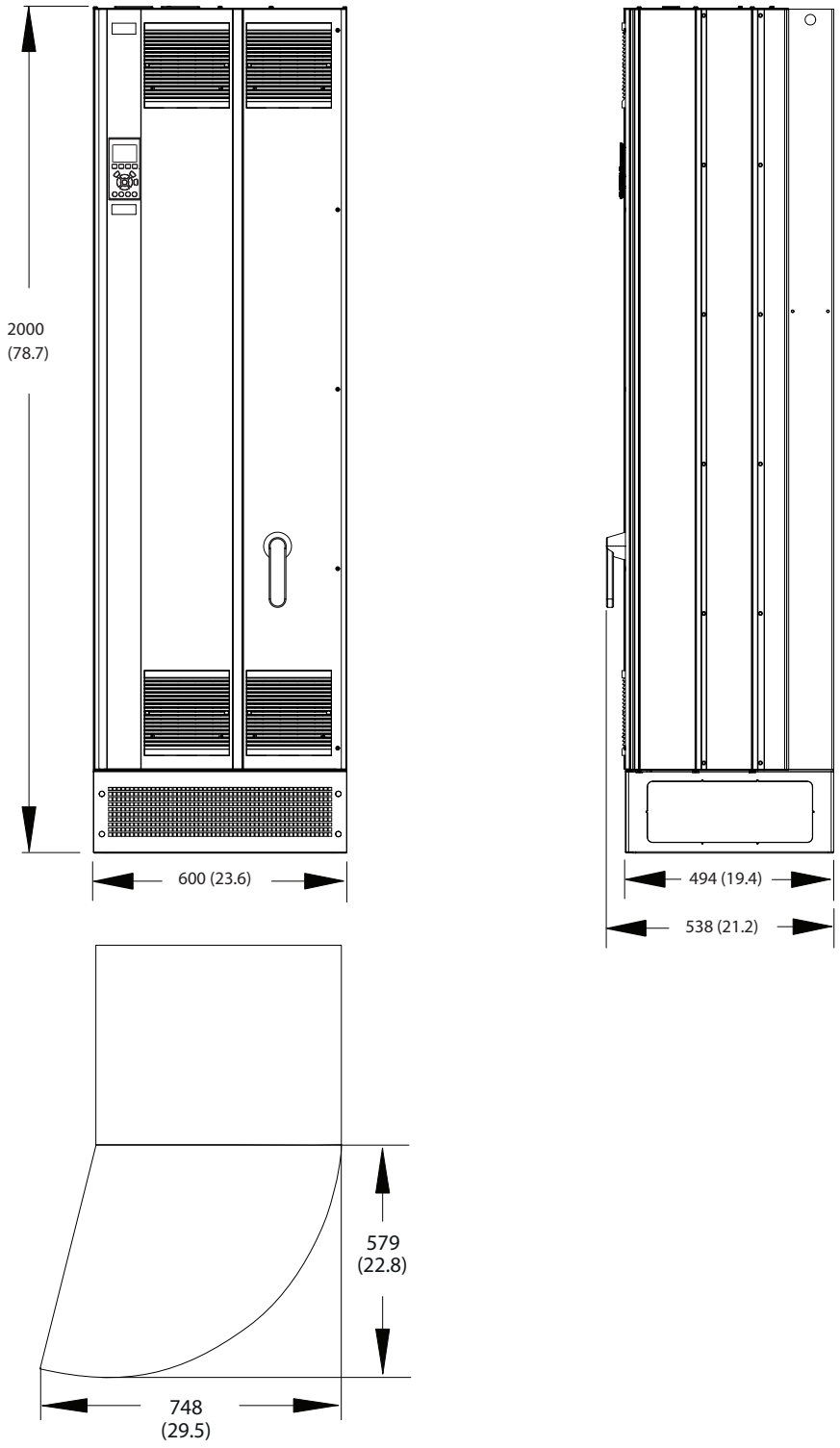
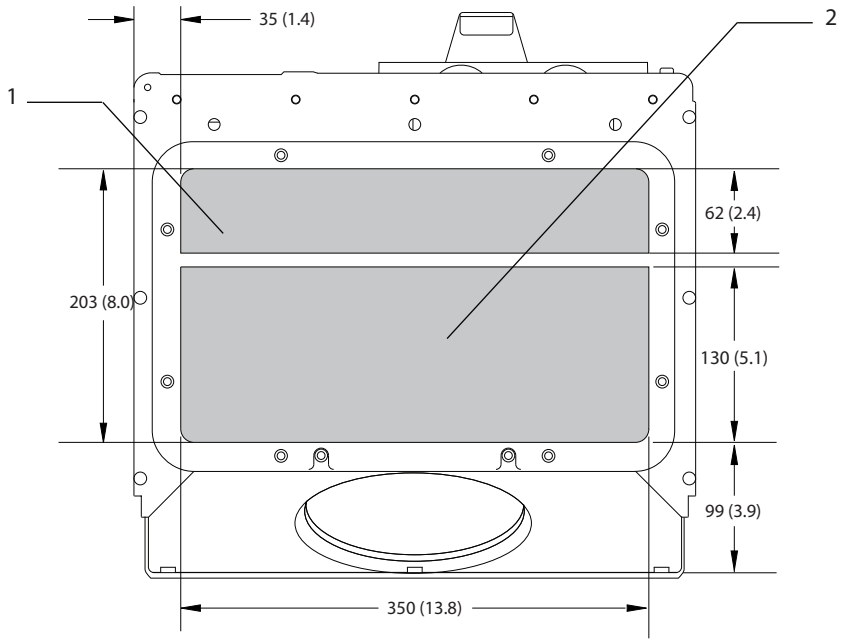


그림 8.1 E1의 전면, 측면 및 도어 여유 공간 치수

 Danfoss A/S © 11/2017 All rights reserved.



1	주전원 측	2	모터 측

그림 8.2 E1/E2의 글랜드 플레이트 치수

8.1.2 E1 단자 치수

전력 케이블은 무겁고 잘 구부러지지 않습니다. 용이한 케이블 설치를 위해 드라이브의 최적 배치를 고려합니다. 각 단자마다 최대 4개의 케이블(케이블 러그 포함) 또는 표준형 박스 러그를 사용할 수 있습니다. 접지는 드라이브의 해당 종단점에 연결됩니다.

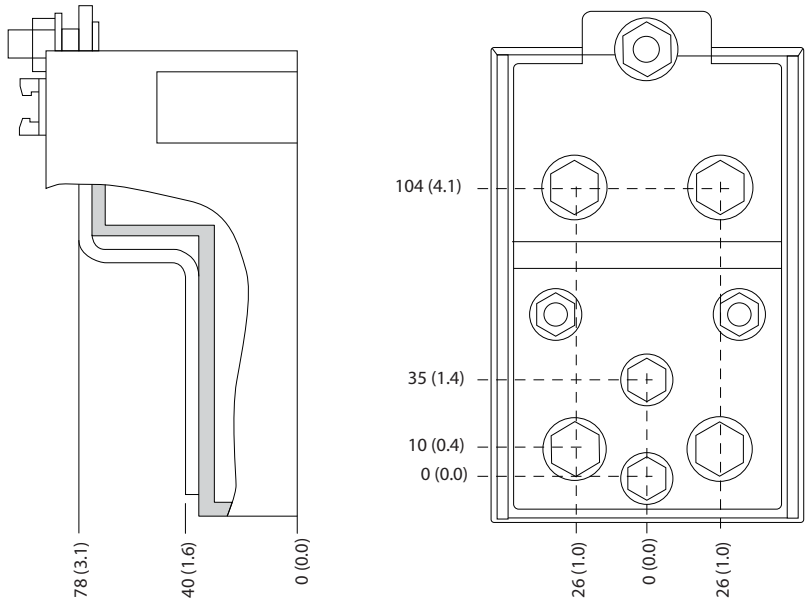
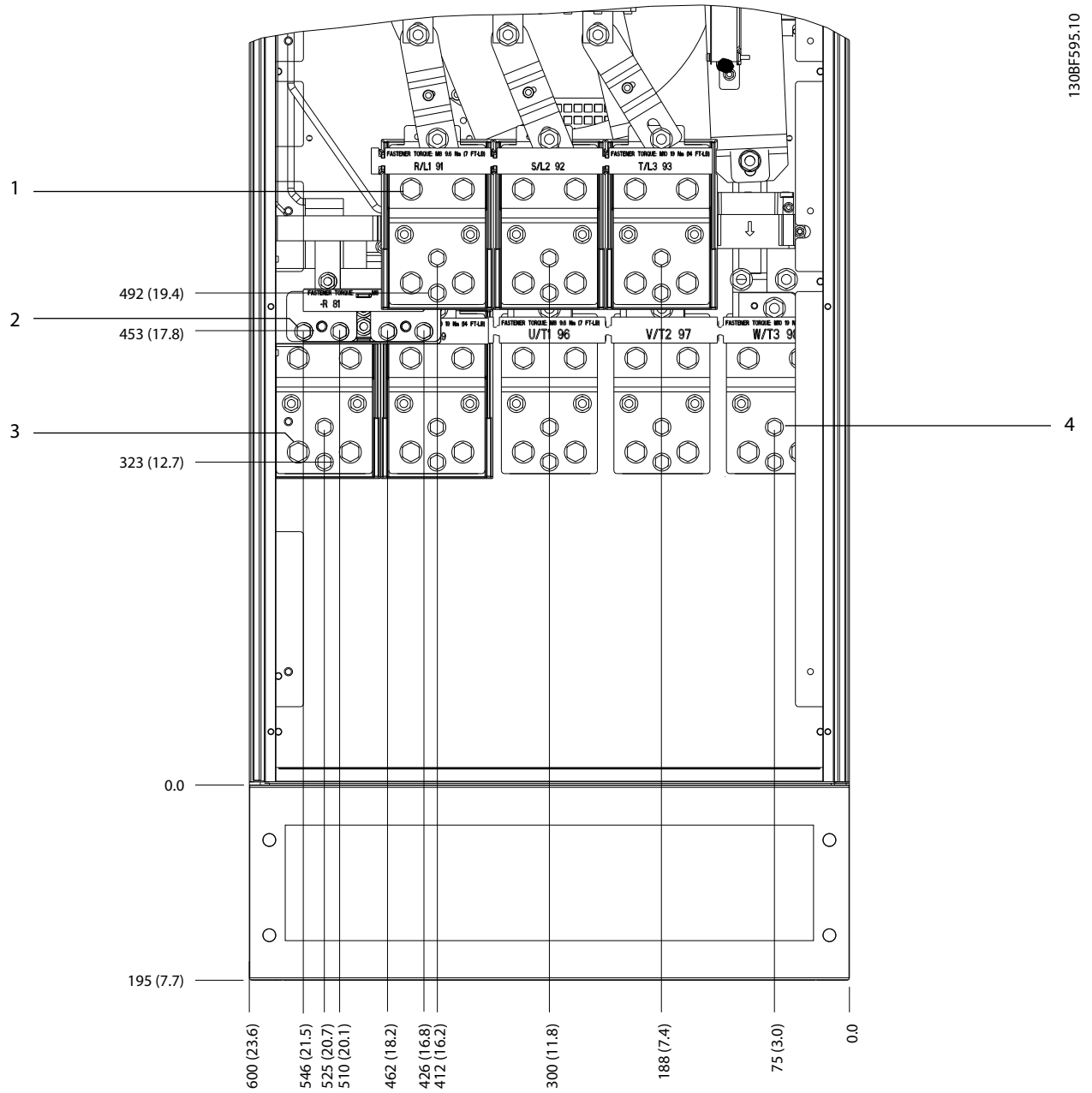


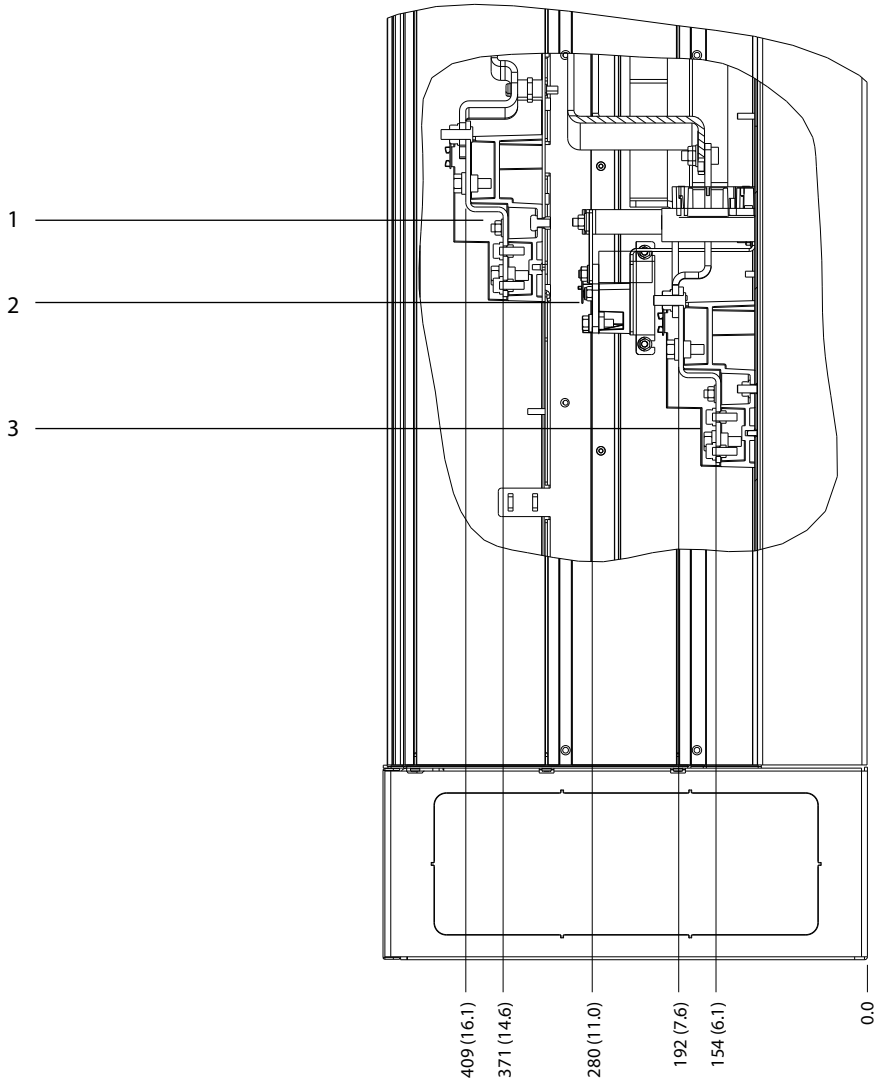
그림 8.3 E1/E2의 단자 세부 치수

Danfoss A/S © 11/2017 All rights reserved.



1	주전원 단자	3	재생/부하 공유 단자
2	제동 단자	4	모터 단자

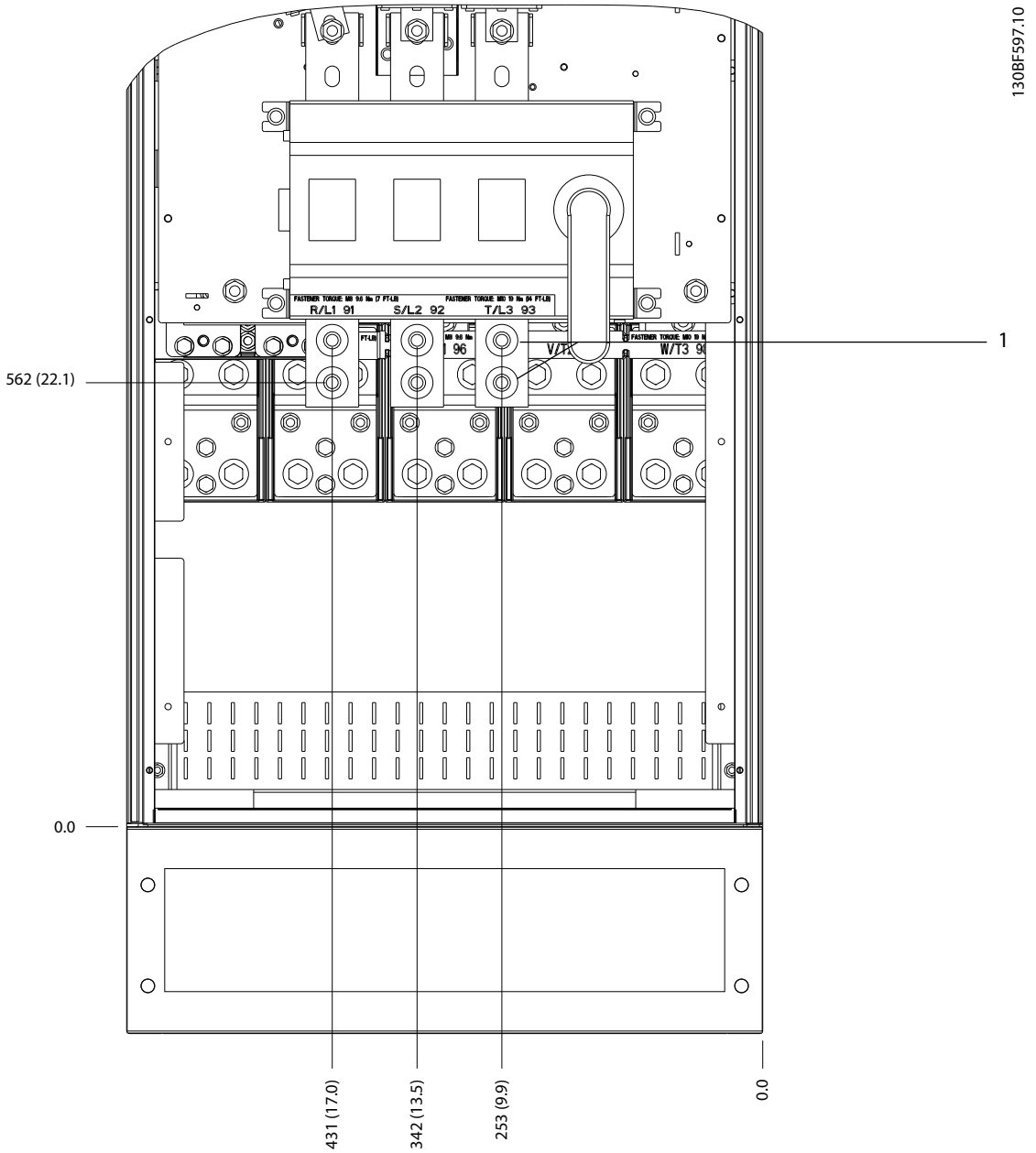
그림 8.4 E1의 단자 치수, 전면 보기



1	주전원 단자	2	제동 단자
3	모터 단자	–	–

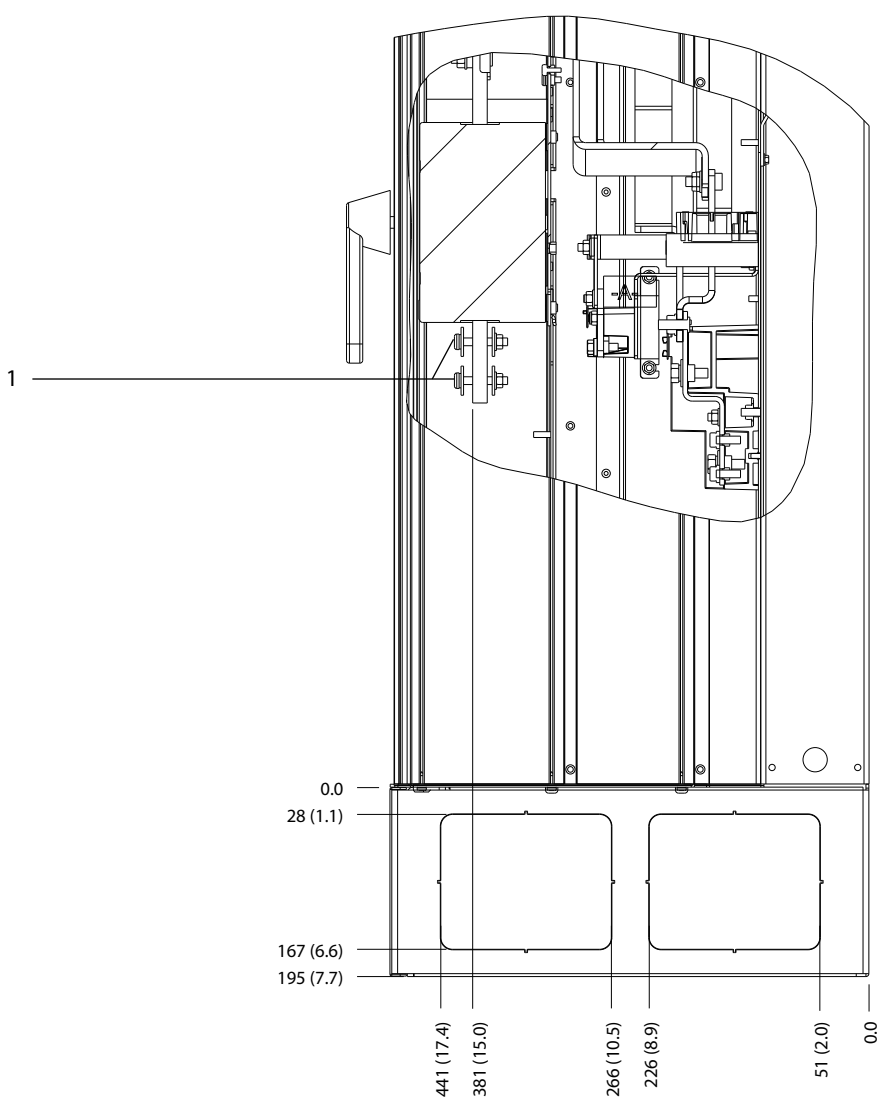
그림 8.5 E1의 단자 치수, 측면 보기

Danfoss A/S © 11/2017 All rights reserved.



1	주전원 단자	–	–

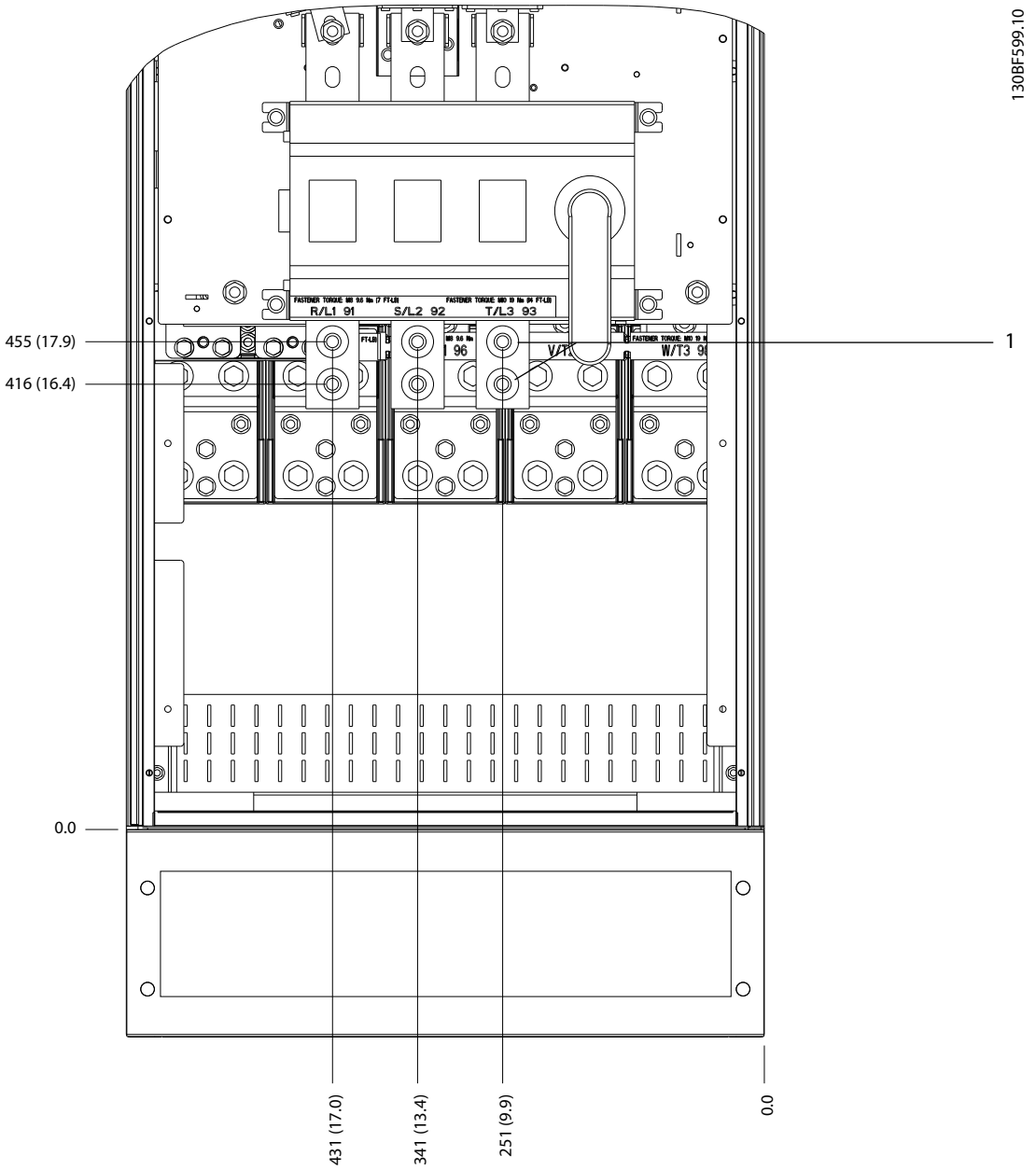
그림 8.6 차단기가 있는 E1의 단자 치수(380–480/500 V 모델: P315; 525–690 V 모델: P355–P560), 전면 보기



1	주전원 단자	–	–

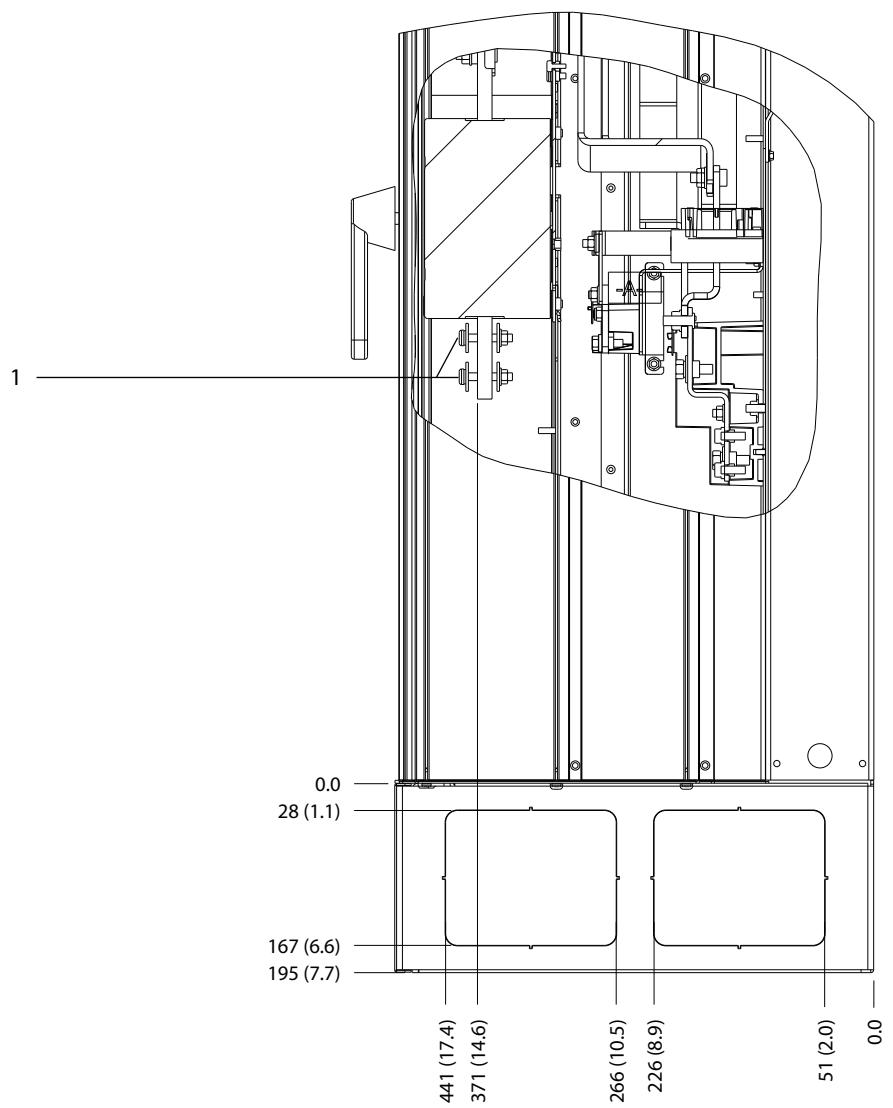
그림 8.7 차단기가 있는 E1의 단자 치수(380–480/500 V 모델: P315; 525–690 V 모델: P355–P560), 측면 보기

Danfoss A/S © 11/2017 All rights reserved.



1	주전원 단자	–	–

그림 8.8 차단기가 있는 E1의 단자 치수(380–480/500 V 모델: P355–P400), 전면 보기



1	주전원 단자	–	–

그림 8.9 차단기가 있는 E1의 단자 치수(380–480/500 V 모델: P355–P400), 측면 보기

Danfoss A/S © 11/2017 All rights reserved.

8.2 E2 외부 및 단자 치수

8.2.1 E2 외부 치수

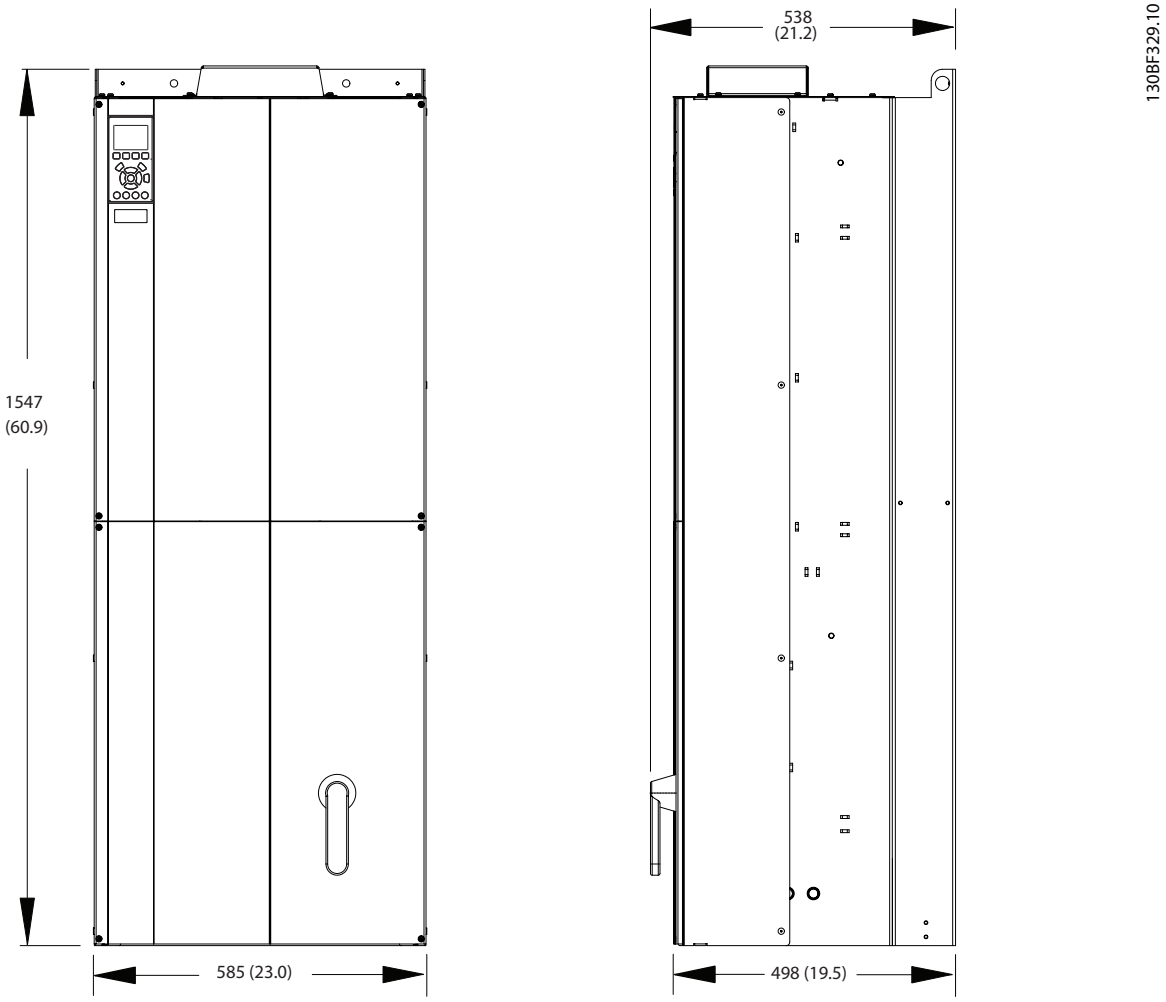
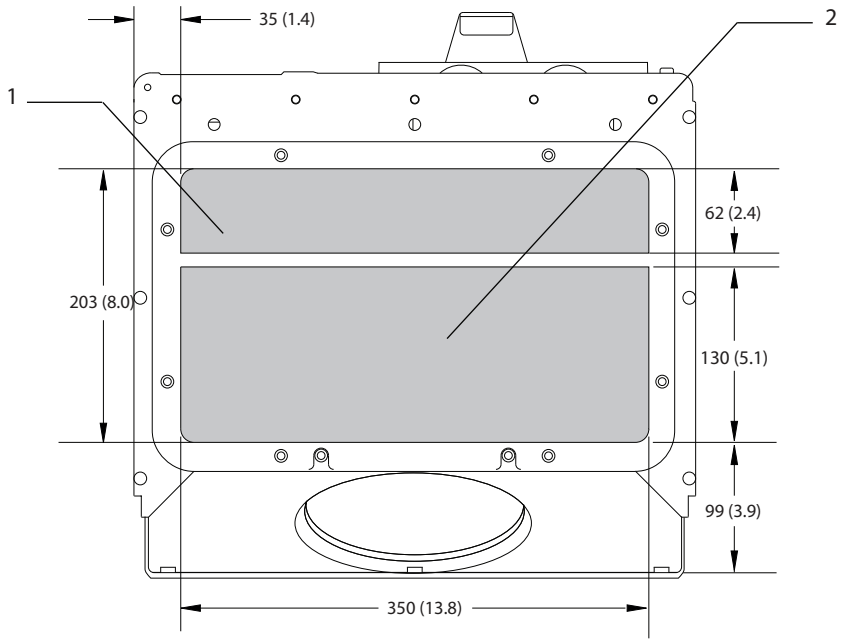


그림 8.10 E2의 전면, 측면 및 도어 여유 공간 치수

 Danfoss A/S © 11/2017 All rights reserved.



1	주전원 측	2	모터 측

그림 8.11 E1/E2의 글랜드 플레이트 치수

8.2.2 E2 단자 치수

전력 케이블은 무겁고 잘 구부러지지 않습니다. 용이한 케이블 설치를 위해 드라이브의 최적 배치를 고려합니다. 각 단자마다 최대 4개의 케이블(케이블 러그 포함) 또는 표준형 박스 러그를 사용할 수 있습니다. 접지는 드라이브의 해당 종단점에 연결됩니다.

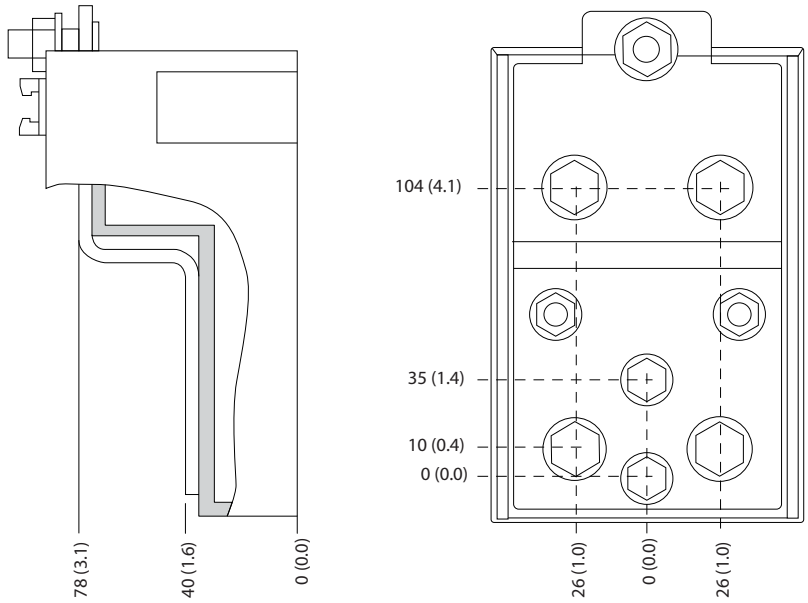
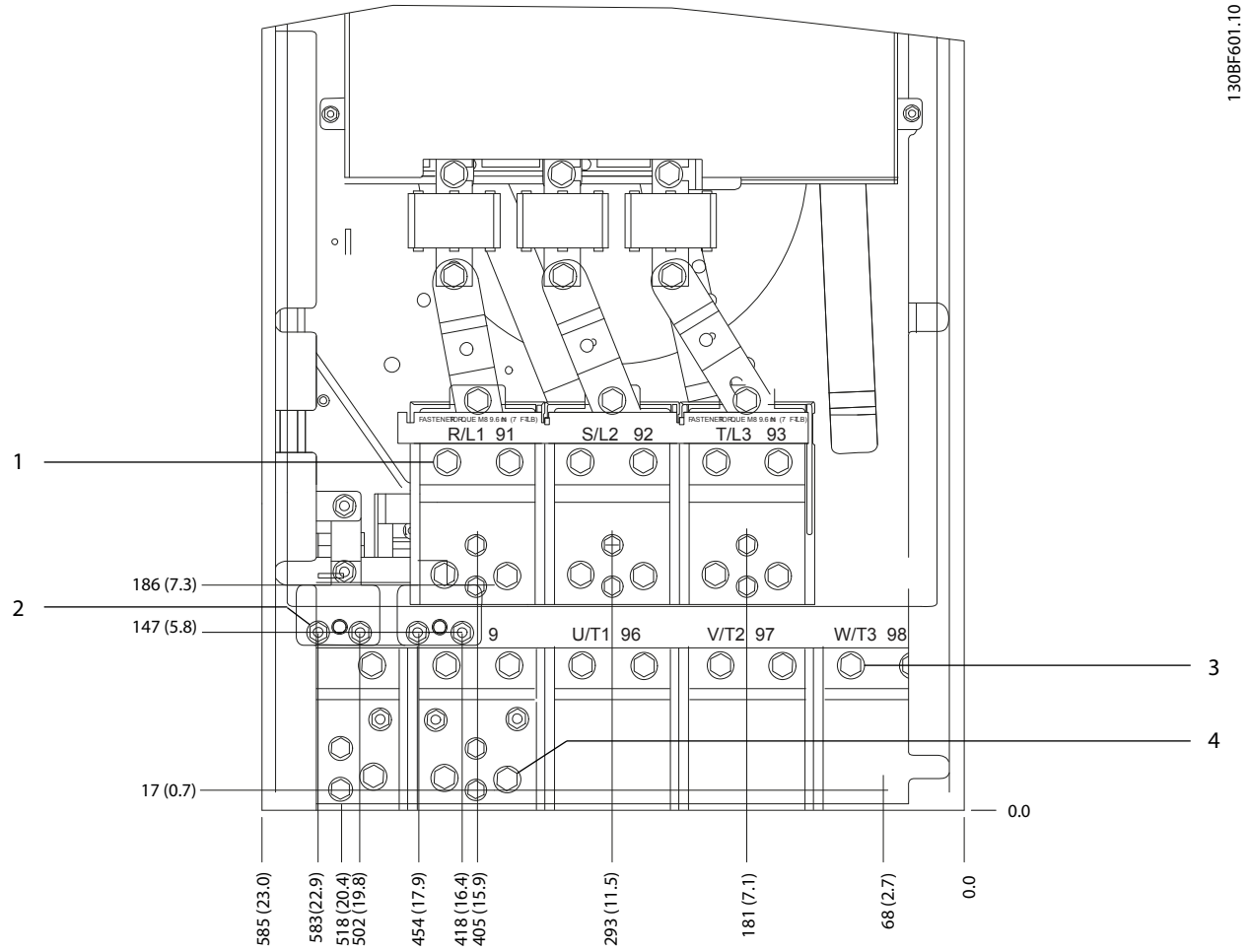


그림 8.12 E1/E2의 단자 세부 치수

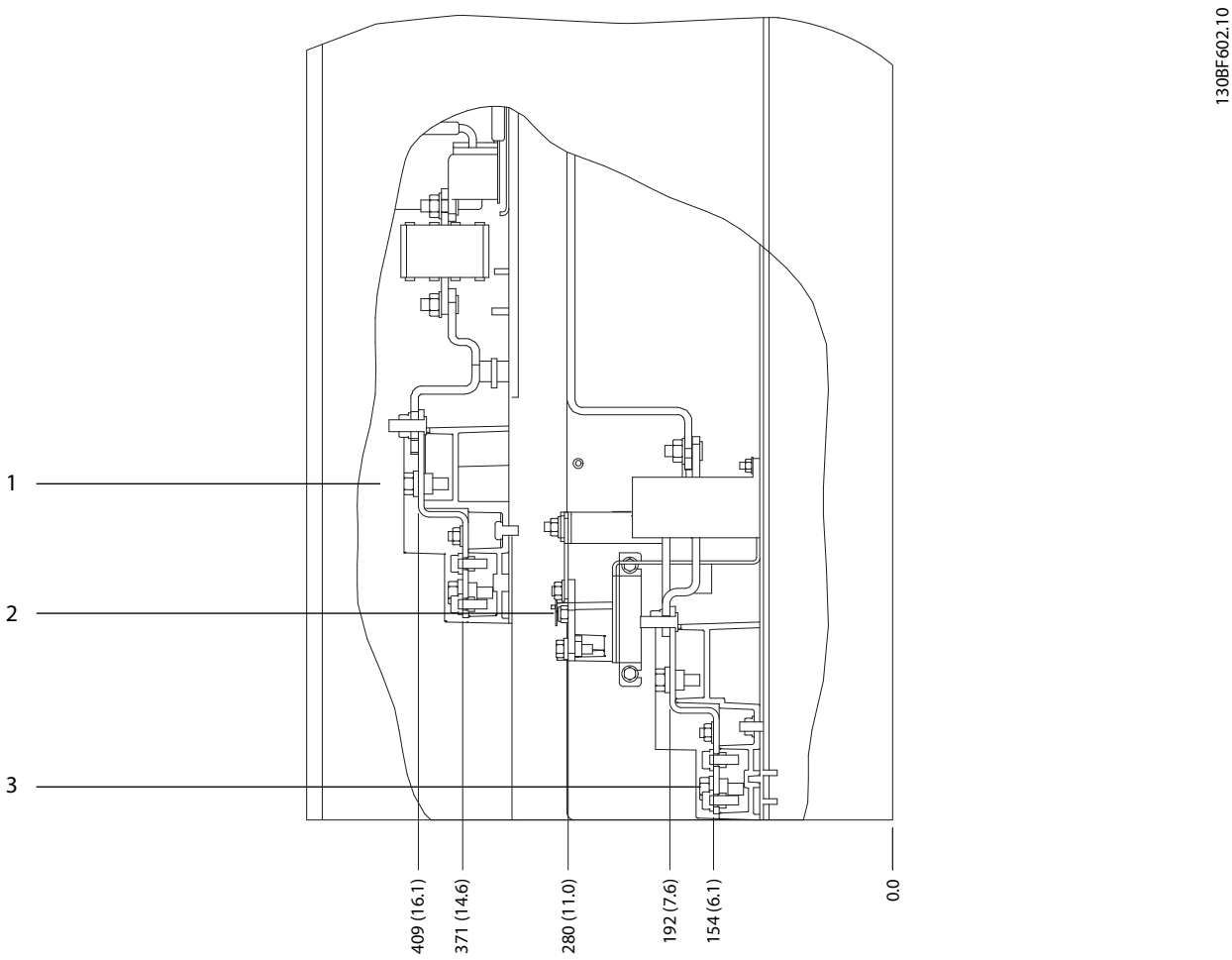
Danfoss A/S © 11/2017 All rights reserved.



1	주전원 단자	3	모터 단자
2	제동 단자	4	재생/부하 공유 단자

그림 8.13 E2의 단자 치수, 전면 보기

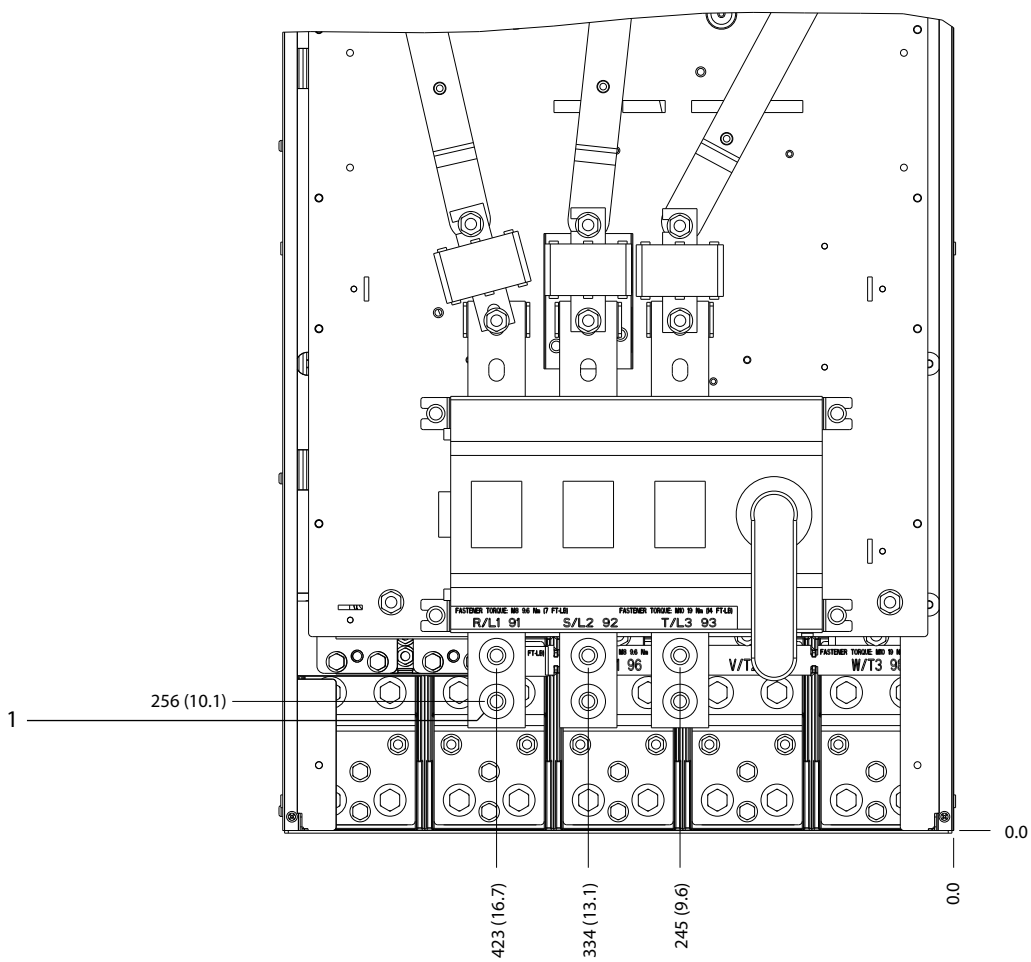
Danfoss A/S © 11/2017 All rights reserved.



1	주전원 단자	2	제동 단자
3	모터 단자	–	–

그림 8.14 E2의 단자 치수, 측면 보기

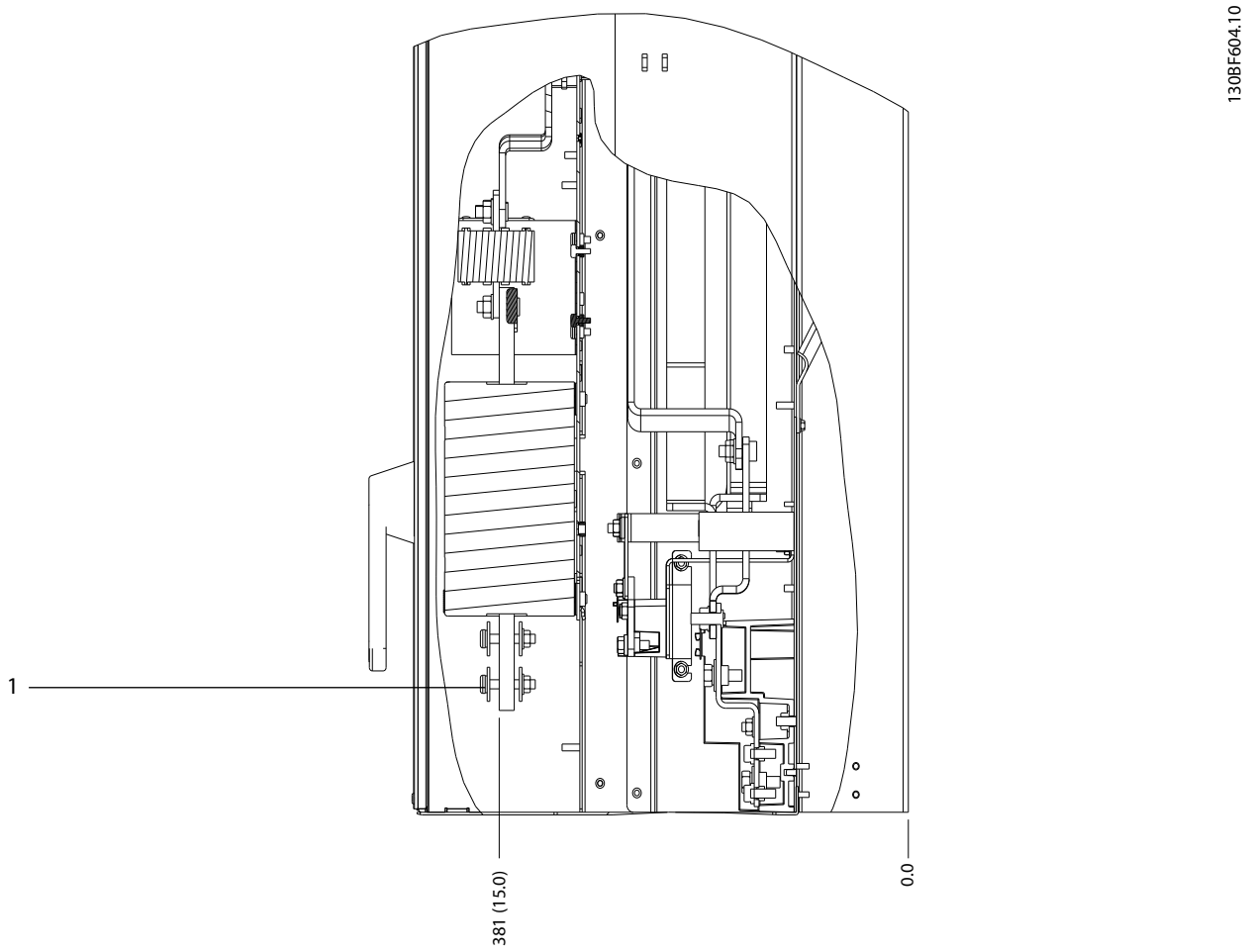
Danfoss A/S © 11/2017 All rights reserved.



1	주전원 단자	–	–

그림 8.15 차단기가 있는 E2의 단자 치수(380–480/500 V 모델: P315; 525–690 V 모델: P355–P560), 전면 보기

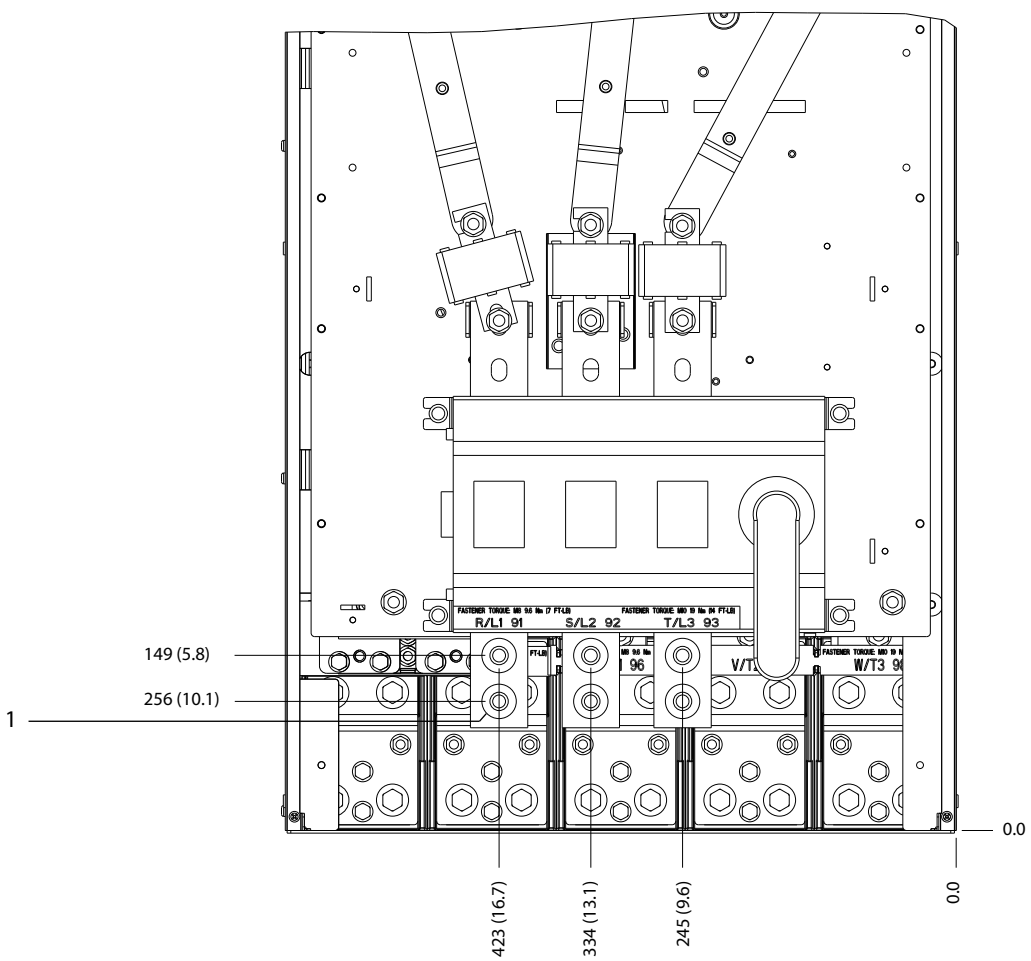
Danfoss A/S © 11/2017 All rights reserved.



1	주전원 단자	–	–

그림 8.16 차단기가 있는 E2의 단자 치수(380–480/500 V 모델: P315; 525–690 V 모델: P355–P560), 측면 보기

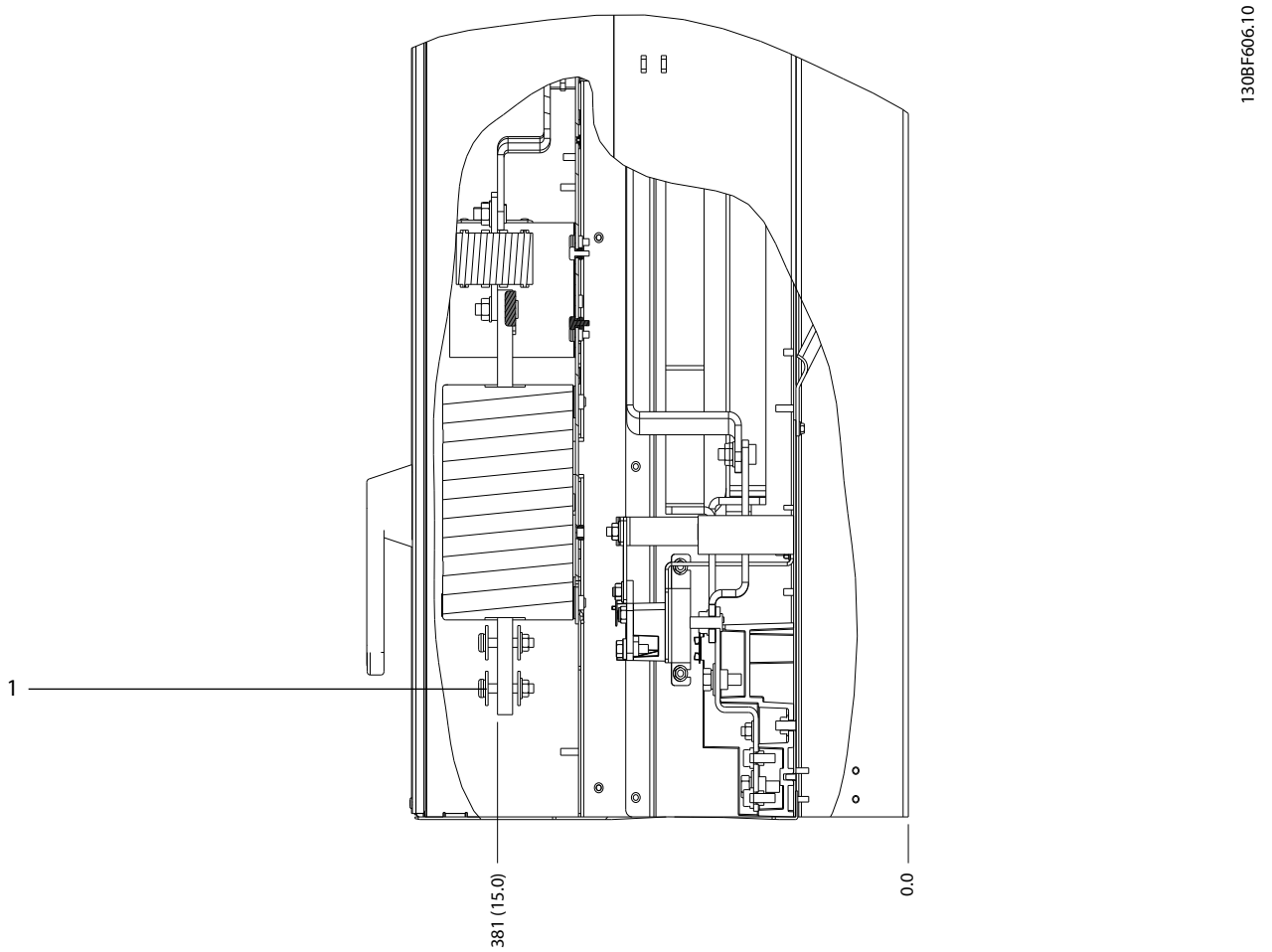
Danfoss A/S © 11/2017 All rights reserved.



1	주전원 단자	–	–

그림 8.17 차단기가 있는 E2의 단자 치수(380–480/500 V 모델: P355–P400), 전면 보기

 Danfoss A/S © 11/2017 All rights reserved.



1	주전원 단자	–	–

그림 8.18 차단기가 있는 E2의 단자 치수(380–480/500 V 모델: P355–P400), 측면 보기

Danfoss A/S © 11/2017 All rights reserved.

8.3 F1 외부 및 단자 치수

8.3.1 F1 외부 치수

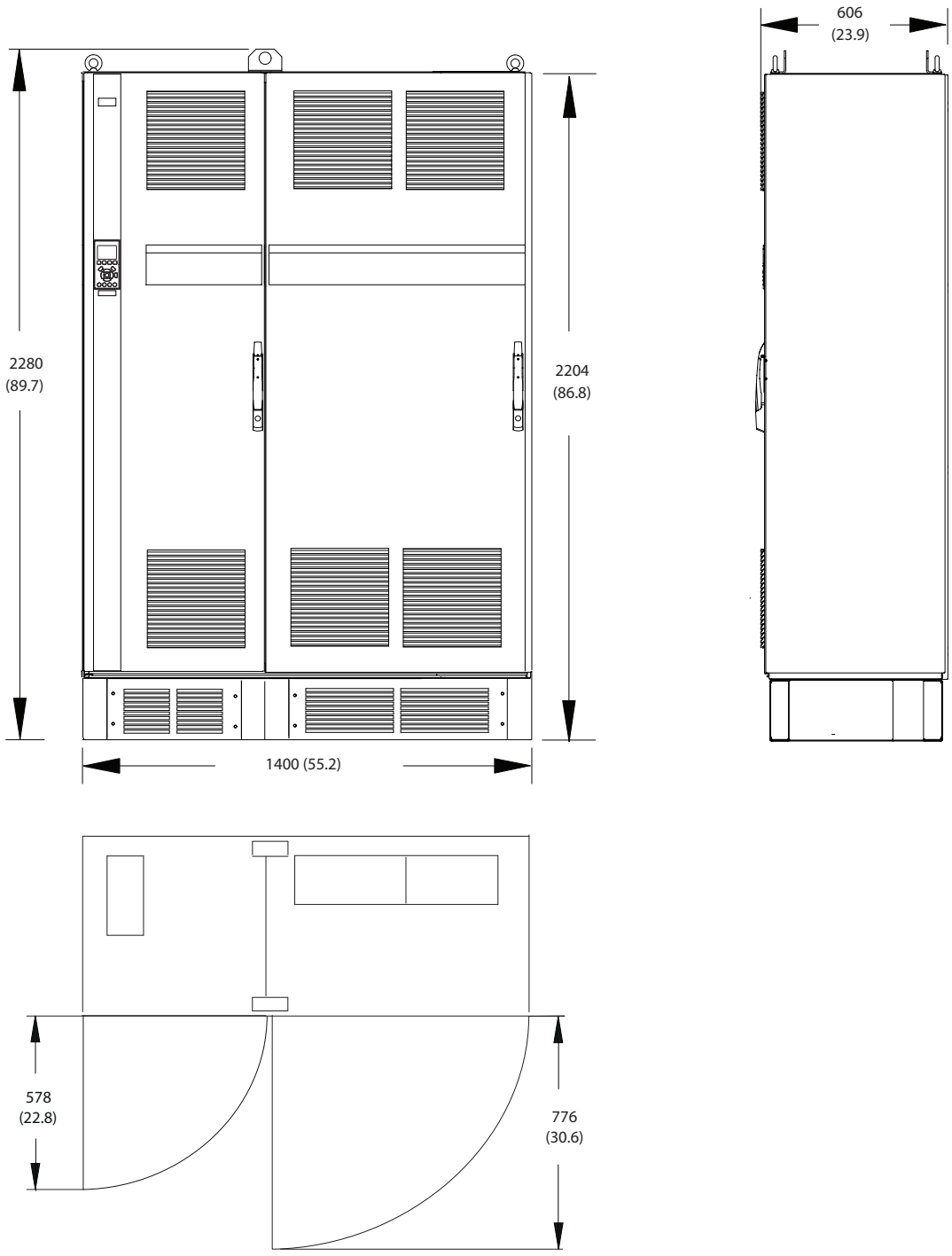
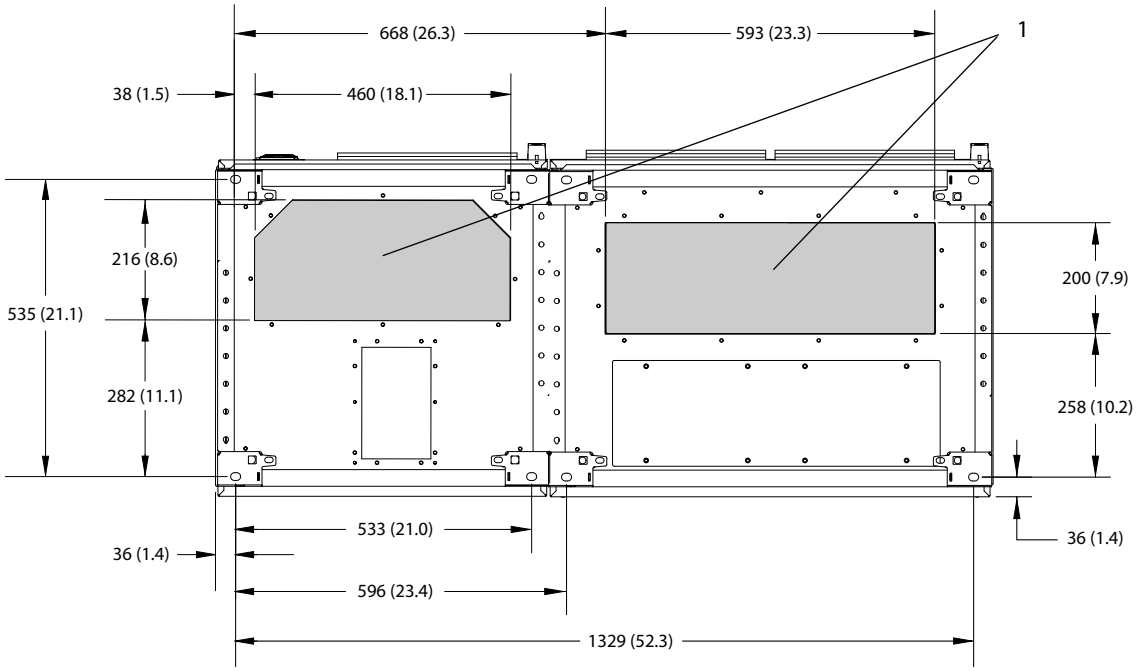


그림 8.19 F1의 전면, 측면 및 도어 여유 공간 치수

 Danfoss A/S © 11/2017 All rights reserved.



1	주전원 측	2	모터 측

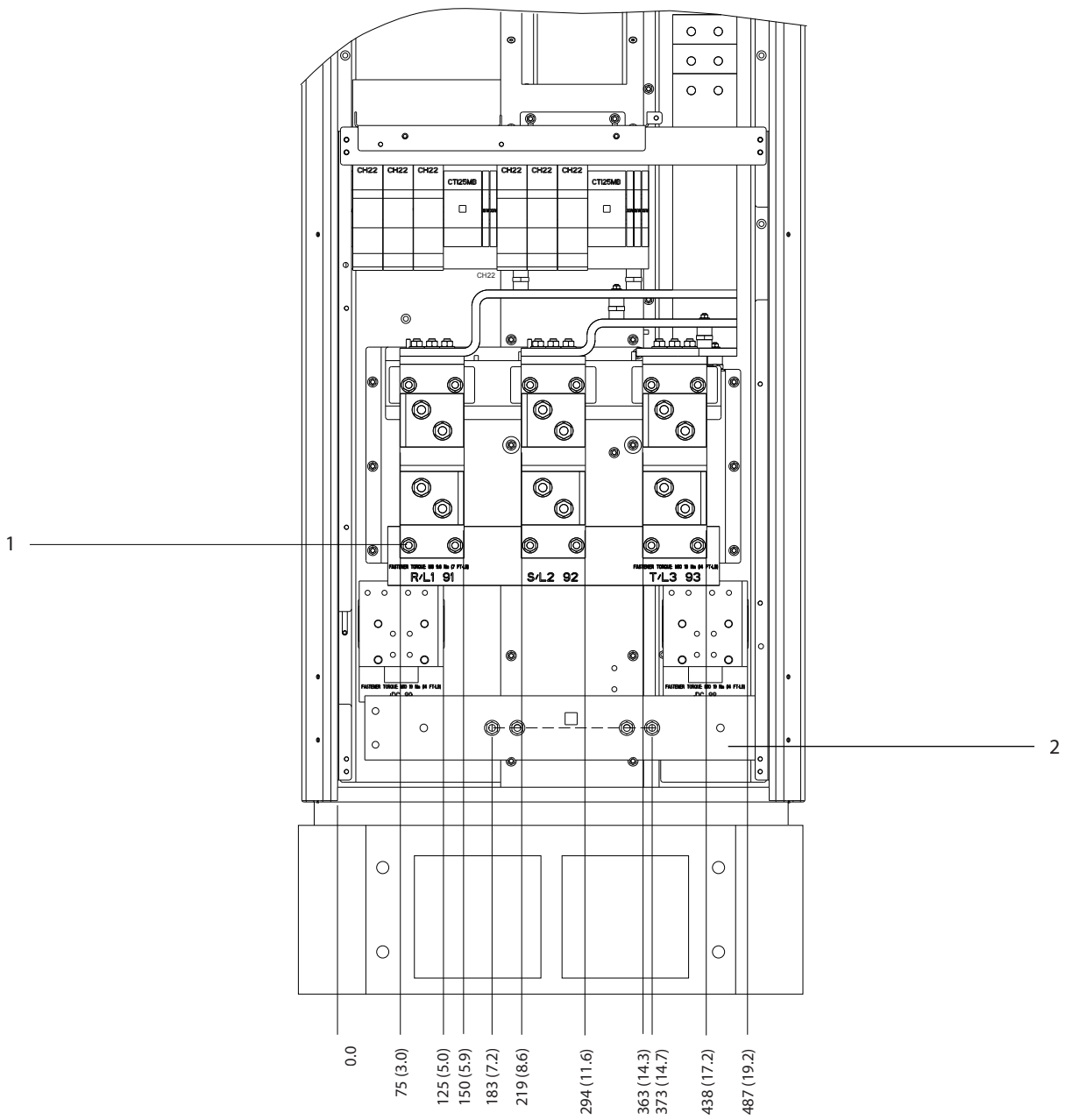
그림 8.20 F1의 글랜드 플레이트 치수

8

Danfoss A/S © 11/2017 All rights reserved.

8.3.2 F1 단자 치수

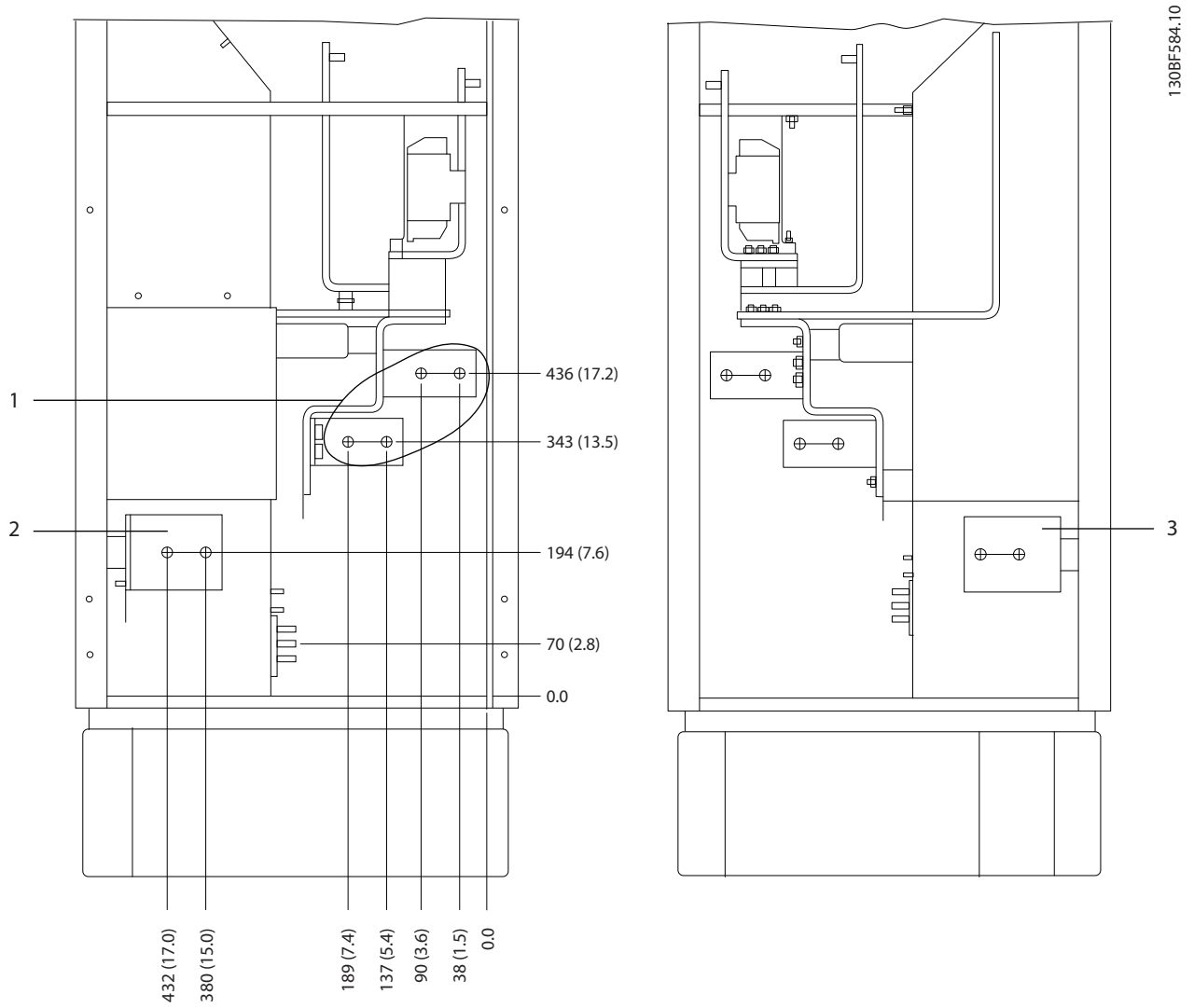
전력 케이블은 무겁고 잘 구부러지지 않습니다. 용이한 케이블 설치를 위해 드라이브의 최적 배치를 고려합니다. 각 단자마다 최대 4개의 케이블(케이블 러그 포함) 또는 표준형 박스 러그를 사용할 수 있습니다. 접지는 드라이브의 해당 종단점에 연결됩니다.



1	주전원 단자	2	접지 바

그림 8.21 F1-F4 정류기 캐비닛의 단자 치수, 전면 보기

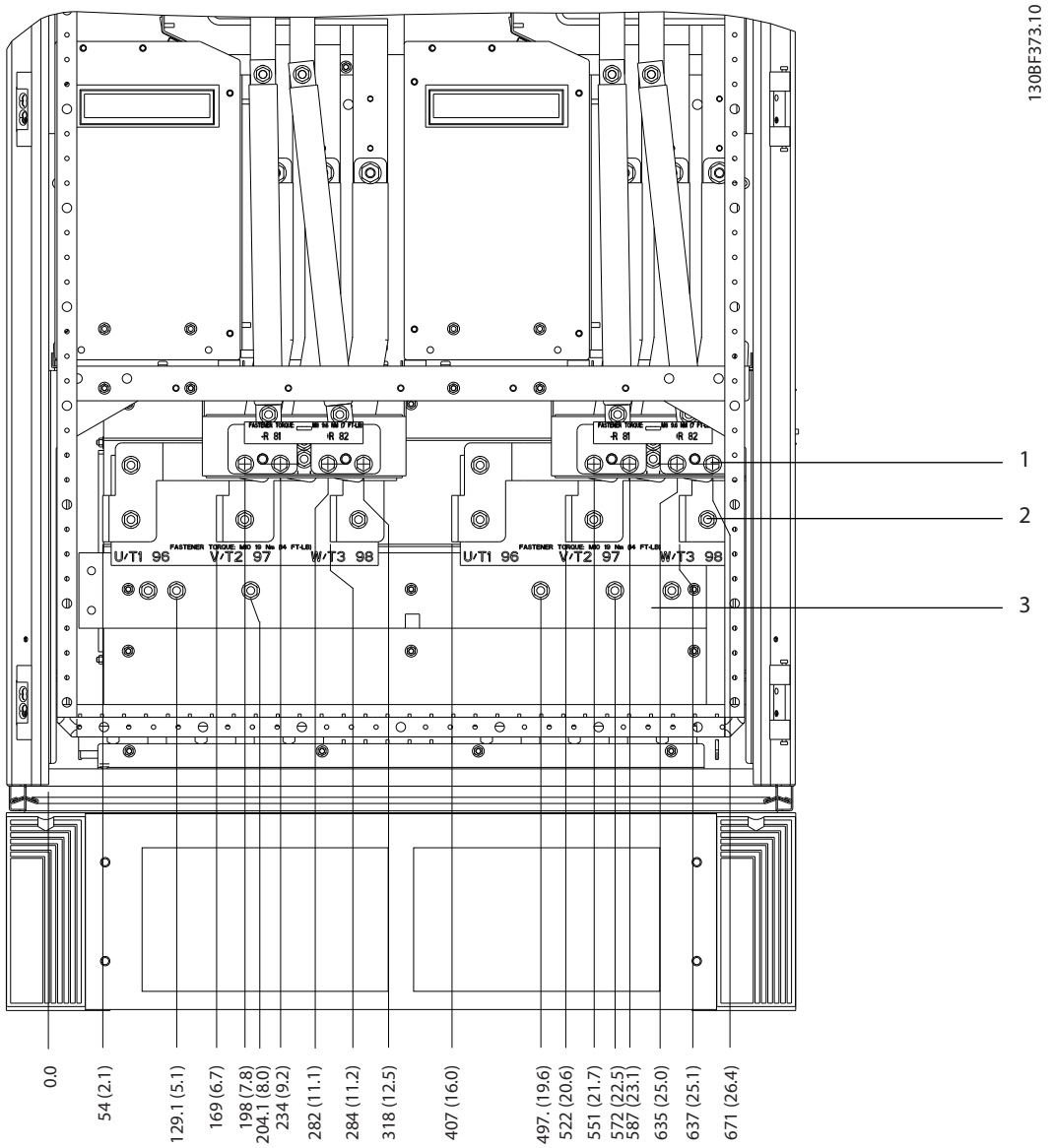
 Danfoss A/S © 11/2017 All rights reserved.



1	주전원 단자	3	부하 공유 단자 (–)
2	부하 공유 단자 (+)	–	–

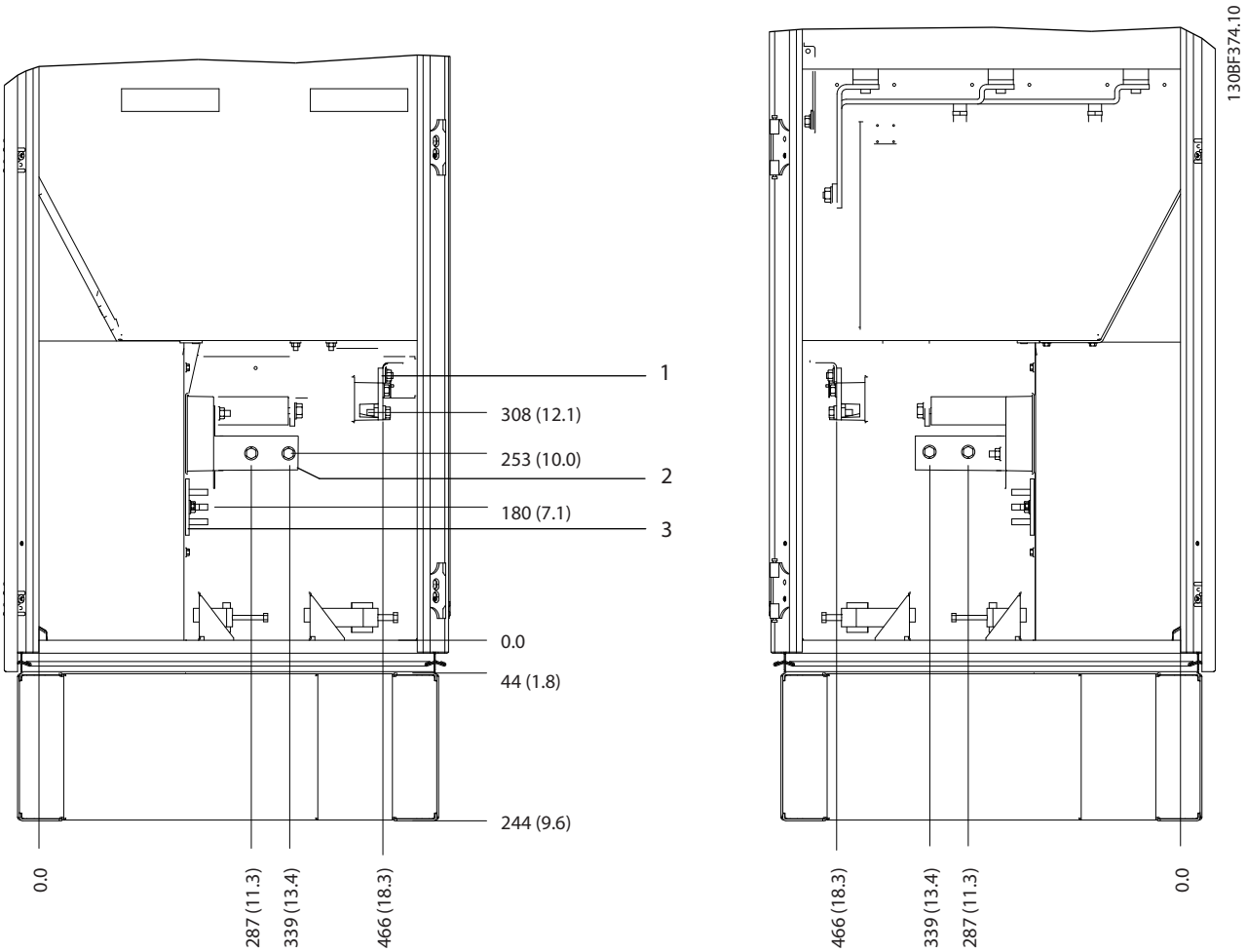
그림 8.22 F1–F2 정류기 캐비닛의 단자 치수, 측면 보기

Danfoss A/S © 11/2017 All rights reserved.



1	제동 단자	3	접지 바
2	모터 단자	–	–

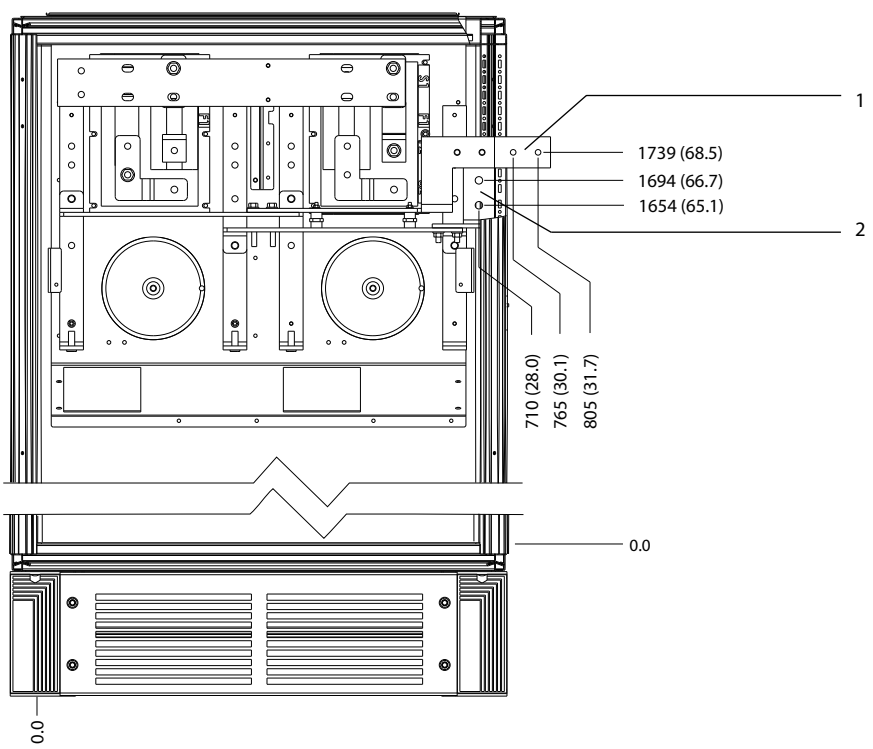
그림 8.23 F1/F3 인버터 캐비닛의 단자 치수, 전면 보기



1	제동 단자	3	접지 바
2	모터 단자	–	–

그림 8.24 F1/F3 인버터 캐비닛의 단자 치수, 측면 보기

Danfoss A/S © 11/2017 All rights reserved.



1	DC -	2	DC +

그림 8.25 F1/F3 재생 단자의 단자 치수, 전면 보기

 Danfoss A/S © 11/2017 All rights reserved.

8.4 F2 외부 및 단자 치수

8.4.1 F2 외부 치수

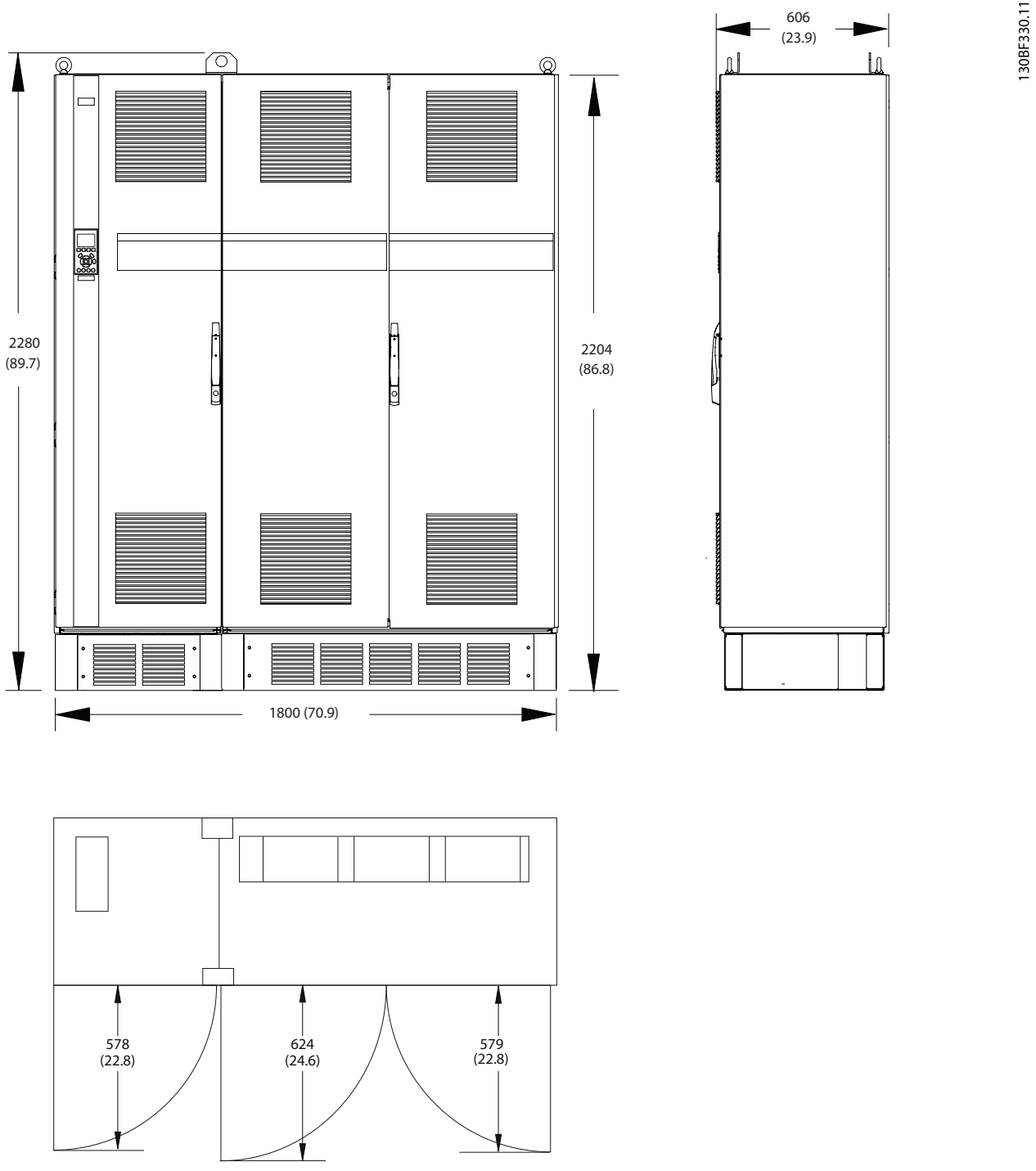
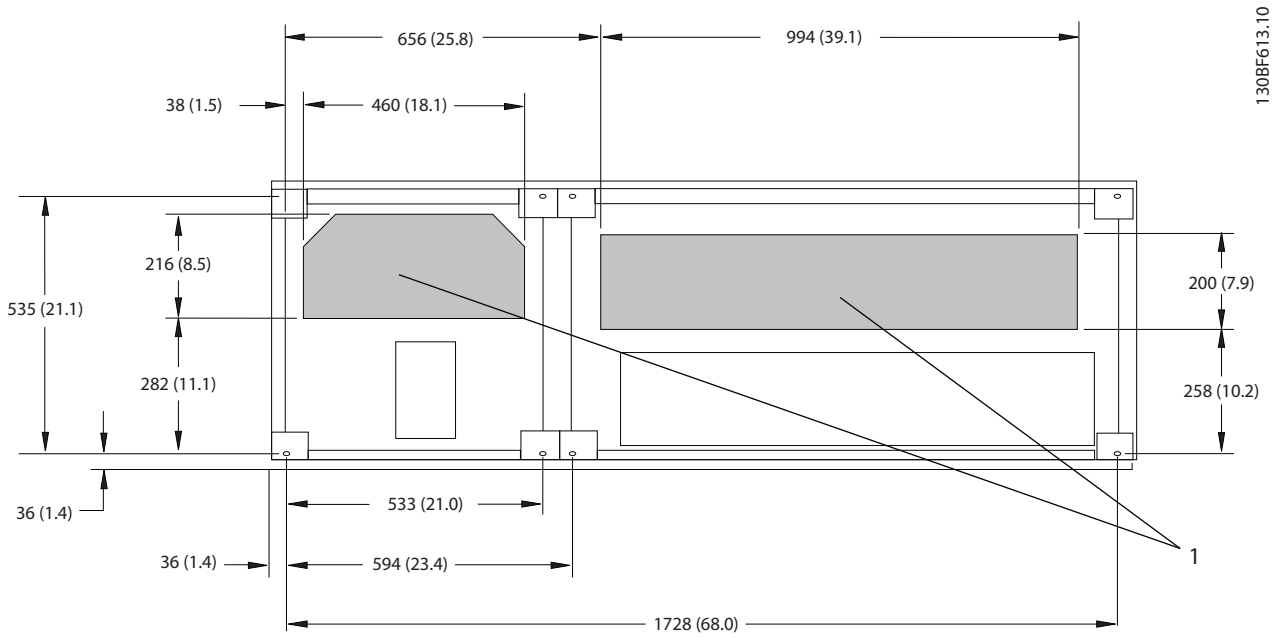


그림 8.26 F2의 전면, 측면 및 도어 여유 공간 치수

Danfoss A/S © 11/2017 All rights reserved.



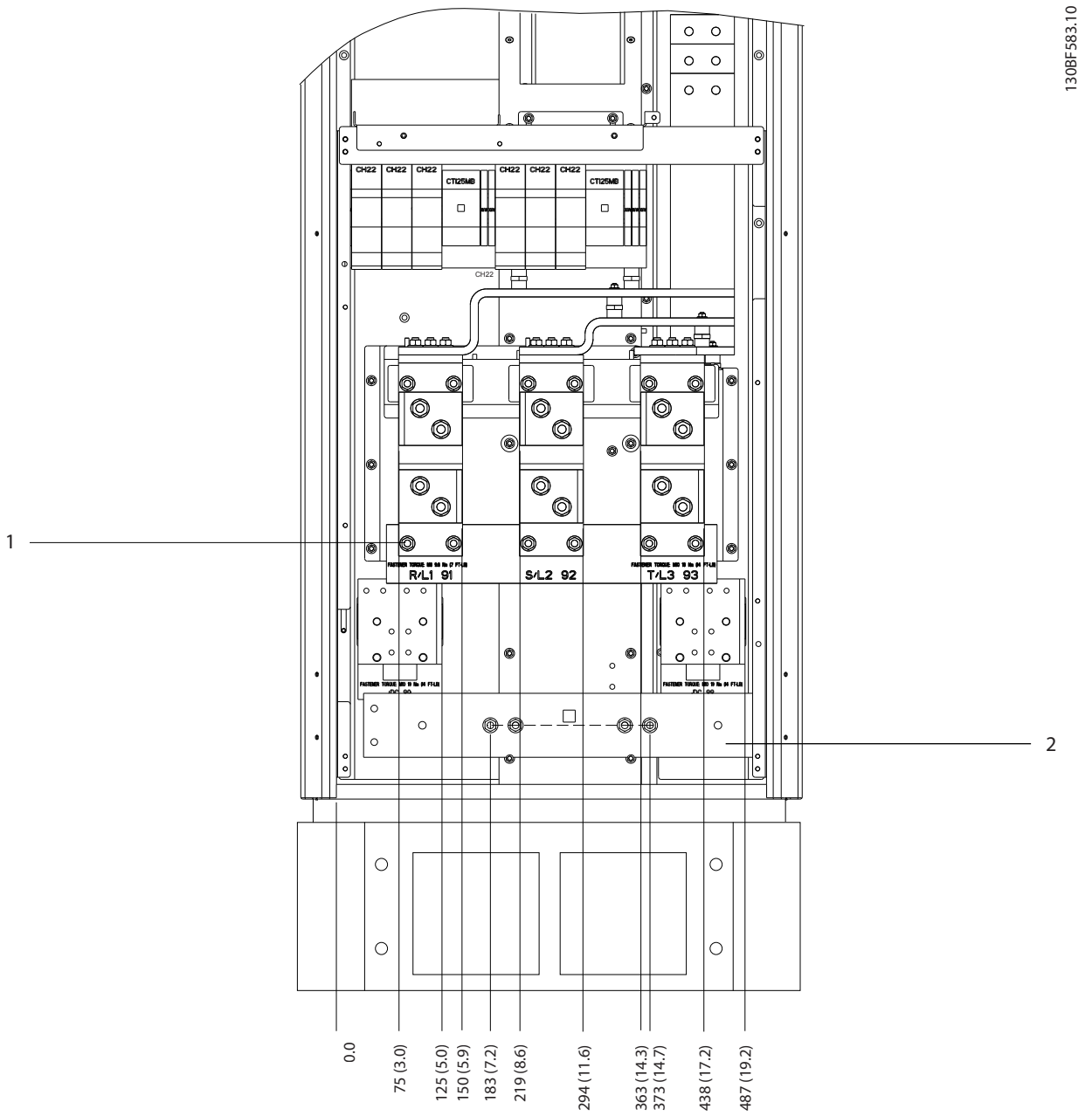
1	주전원 측	2	모터 측

그림 8.27 F2의 글랜드 플레이트 치수

8

8.4.2 F2 단자 치수

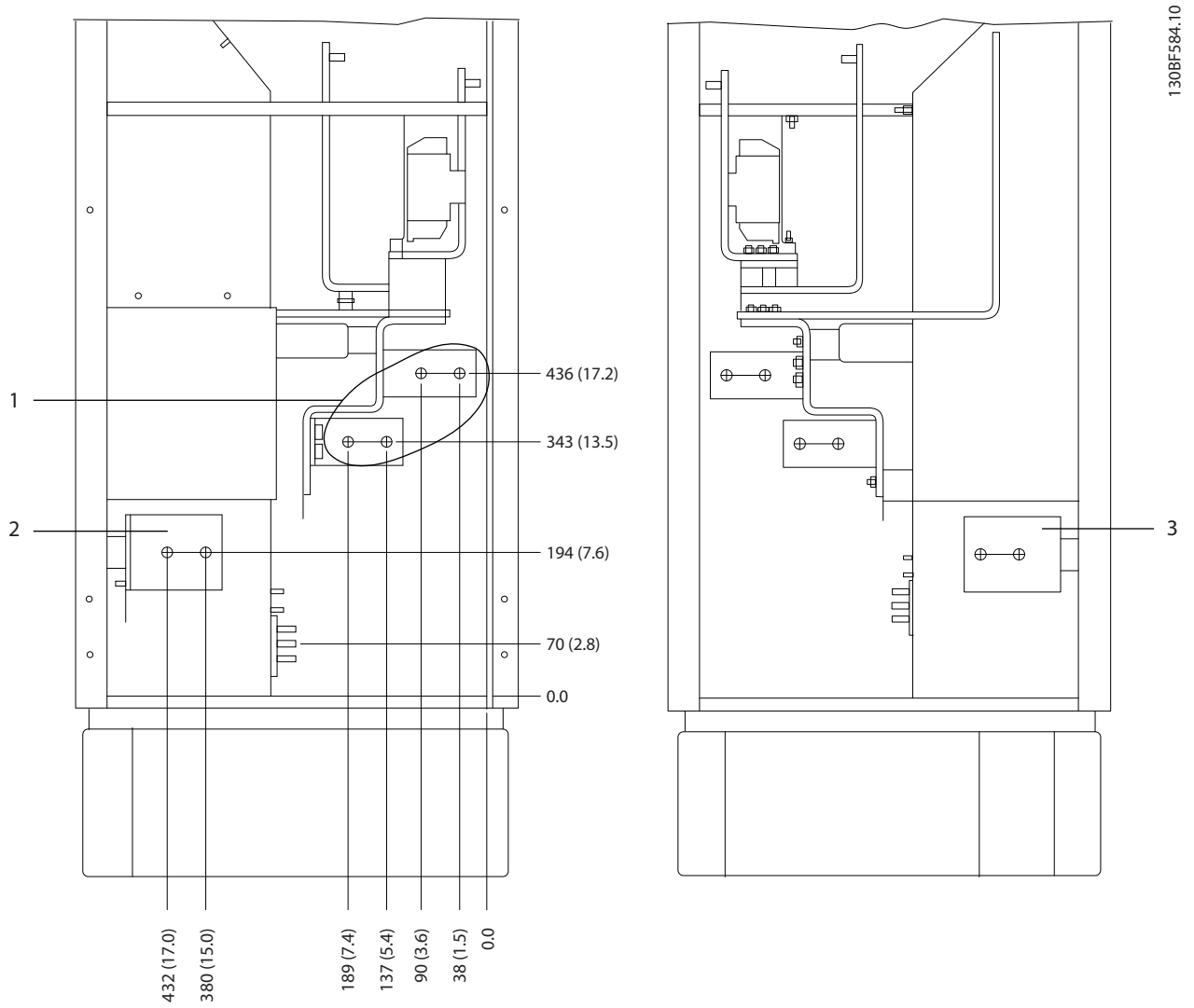
전력 케이블은 무겁고 잘 구부러지지 않습니다. 용이한 케이블 설치를 위해 드라이브의 최적 배치를 고려합니다. 각 단자마다 최대 4개의 케이블(케이블 러그 포함) 또는 표준형 박스 러그를 사용할 수 있습니다. 접지는 드라이브의 해당 종단점에 연결됩니다.



1	주전원 단자	2	접지 바

그림 8.28 F1–F4 정류기 캐비닛의 단자 치수, 전면 보기

Danfoss A/S © 11/2017 All rights reserved.

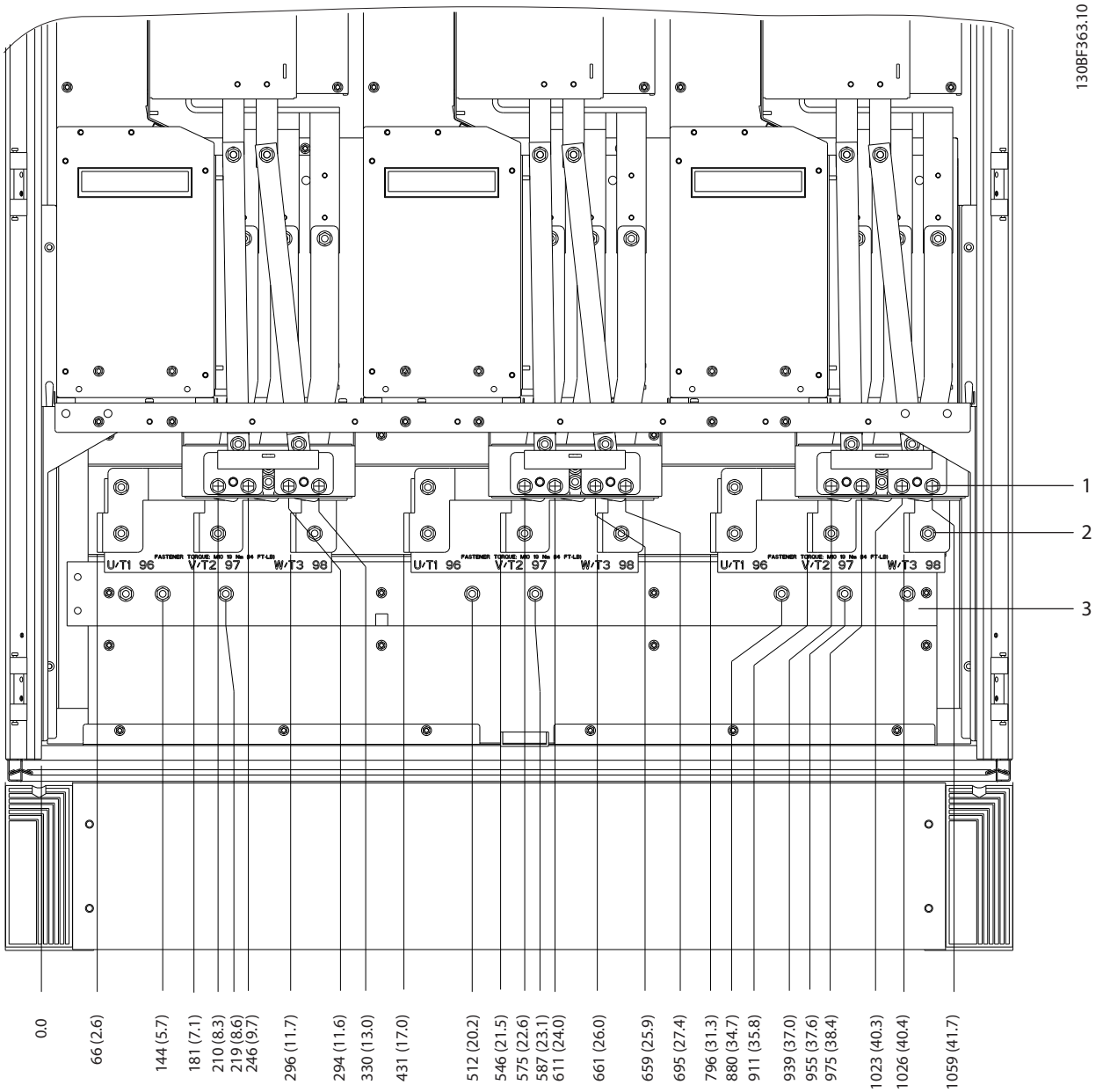


1	주전원 단자	3	부하 공유 단자 (–)
2	부하 공유 단자 (+)	–	–

그림 8.29 F1–F2 정류기 캐비닛의 단자 치수, 측면 보기

8

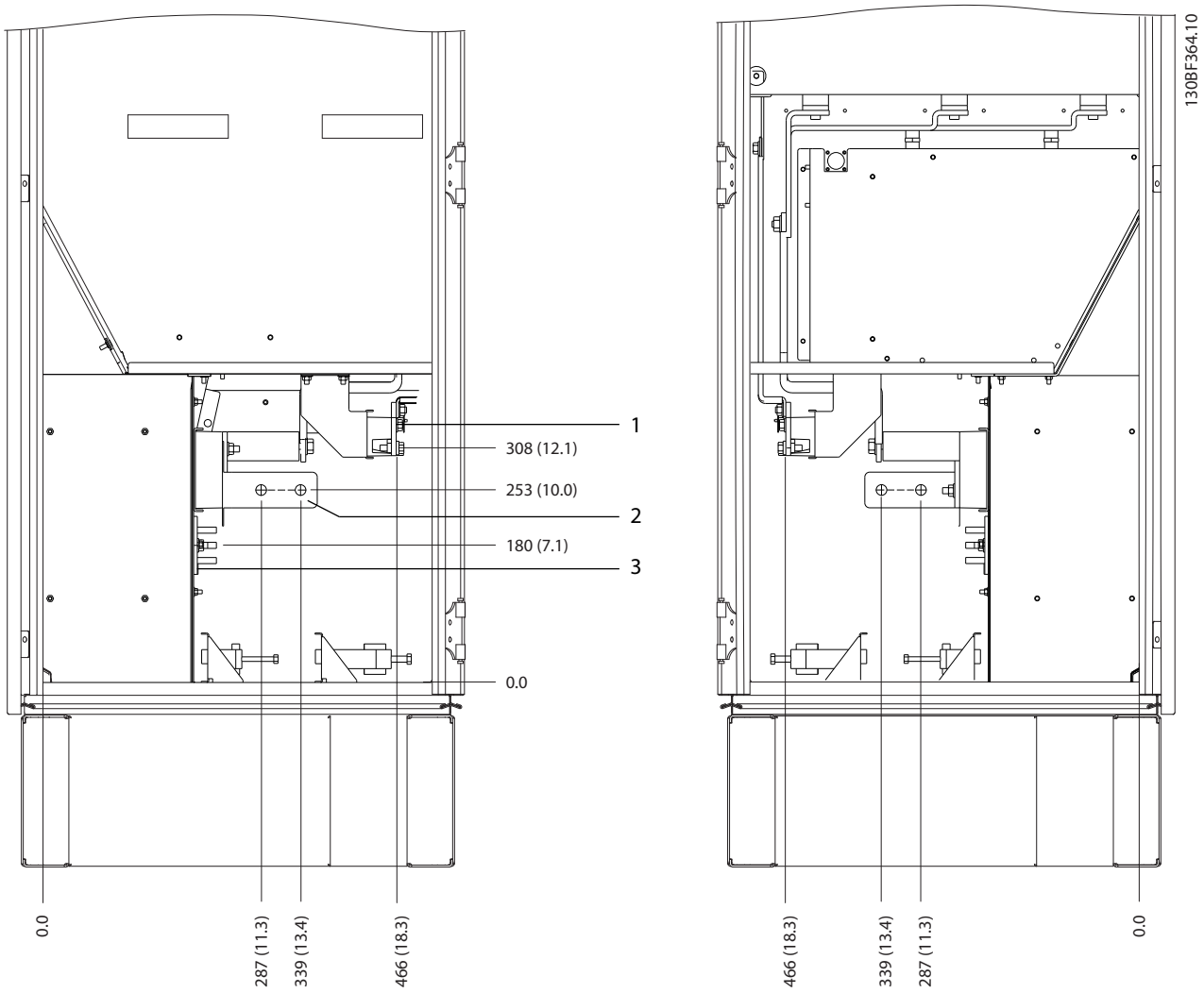
 Danfoss A/S © 11/2017 All rights reserved.



1	제동 단자	3	접지 바
2	모터 단자	–	–

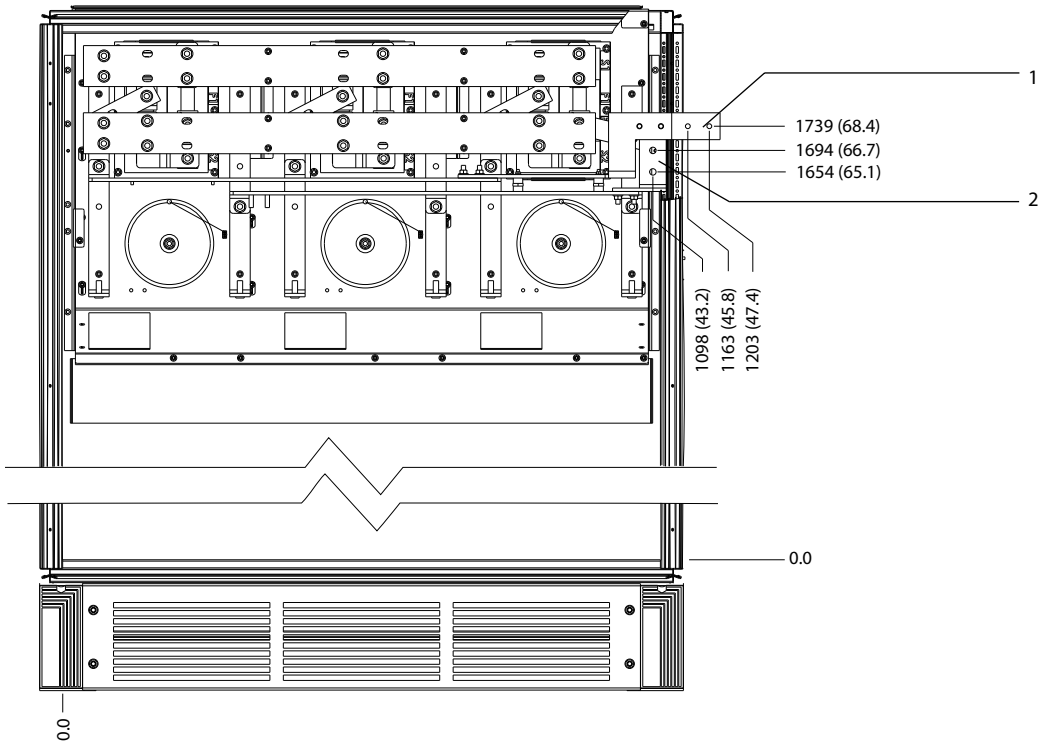
그림 8.30 F2/F4 인버터 캐비닛의 단자 치수, 전면 보기

Danfoss A/S © 11/2017 All rights reserved.



1	제동 단자	3	접지 바
2	모터 단자	–	–

그림 8.31 F2/F4 인버터 캐비닛의 단자 치수, 측면 보기



1	DC –	2	DC +

그림 8.32 F2/F4 재생 단자의 단자 치수, 전면 보기

Danfoss A/S © 11/2017 All rights reserved.

8.5 F3 외부 및 단자 치수

8.5.1 F3 외부 치수

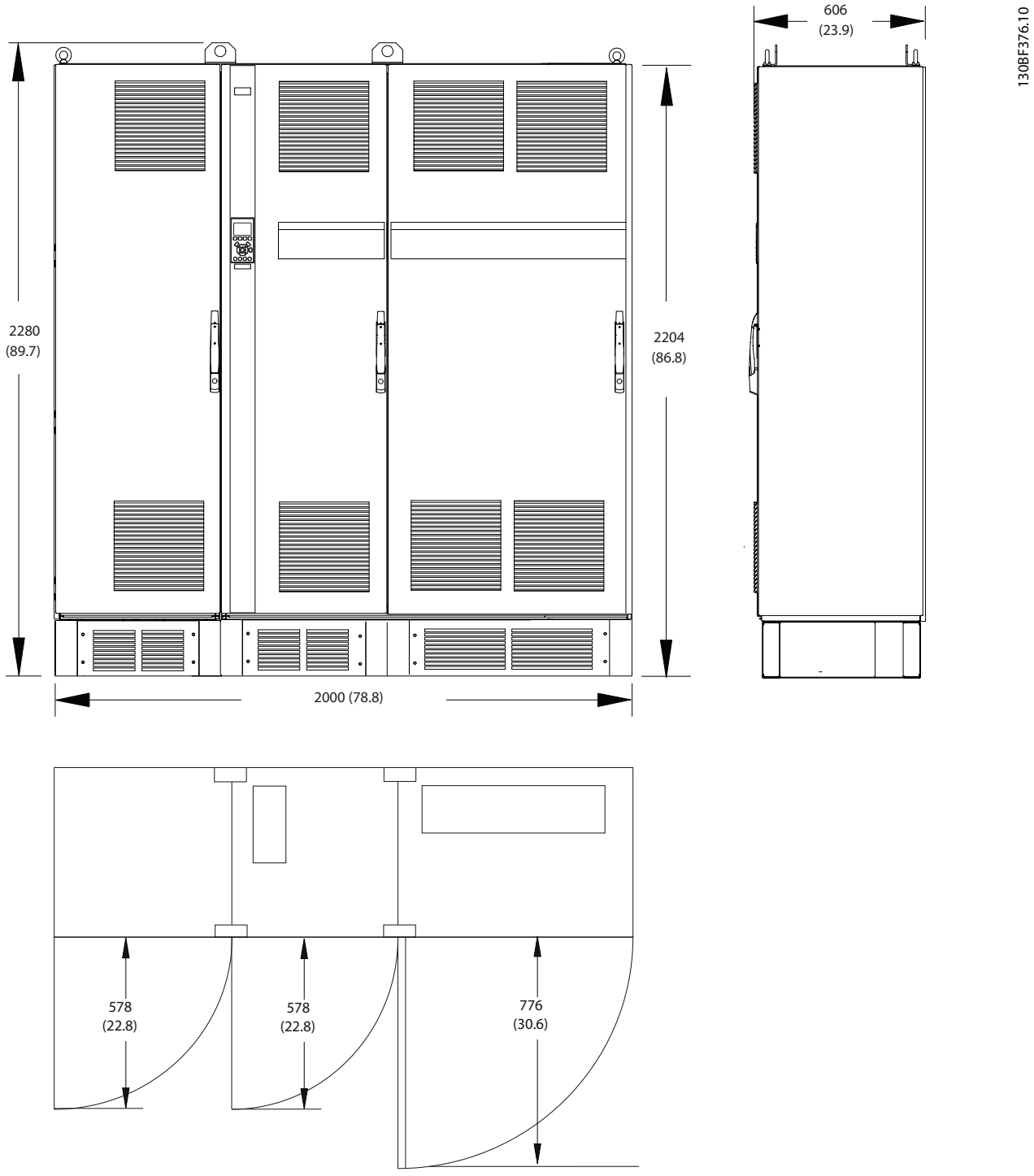
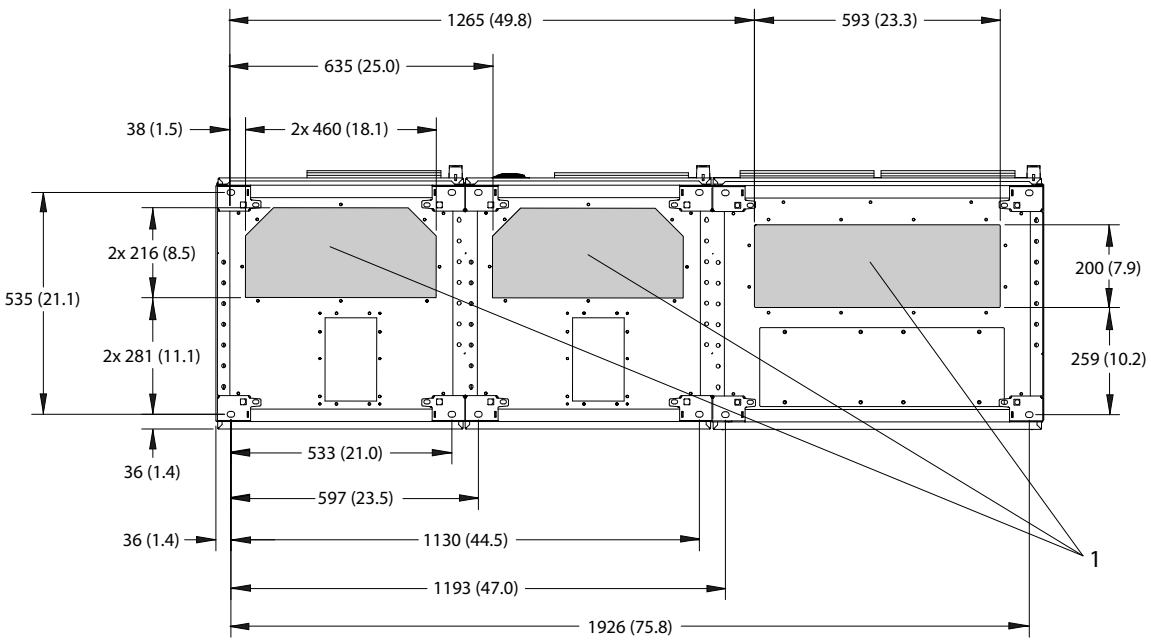


그림 8.33 F3의 전면, 측면 및 도어 여유 공간 치수

 Danfoss A/S © 11/2017 All rights reserved.



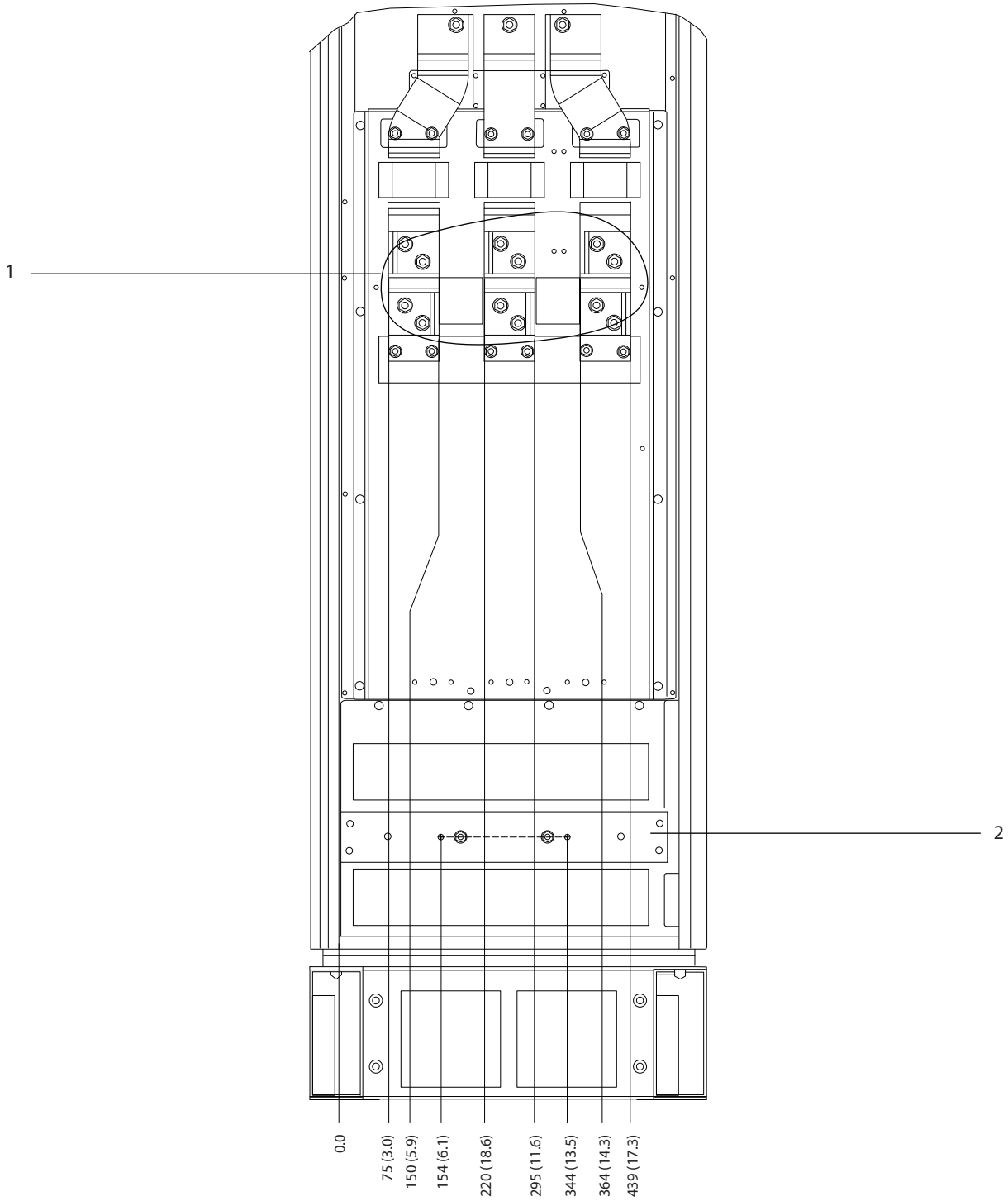
1	주전원 측	2	모터 측

그림 8.34 F3의 글랜드 플레이트 치수

Danfoss A/S © 11/2017 All rights reserved.

8.5.2 F3 단자 치수

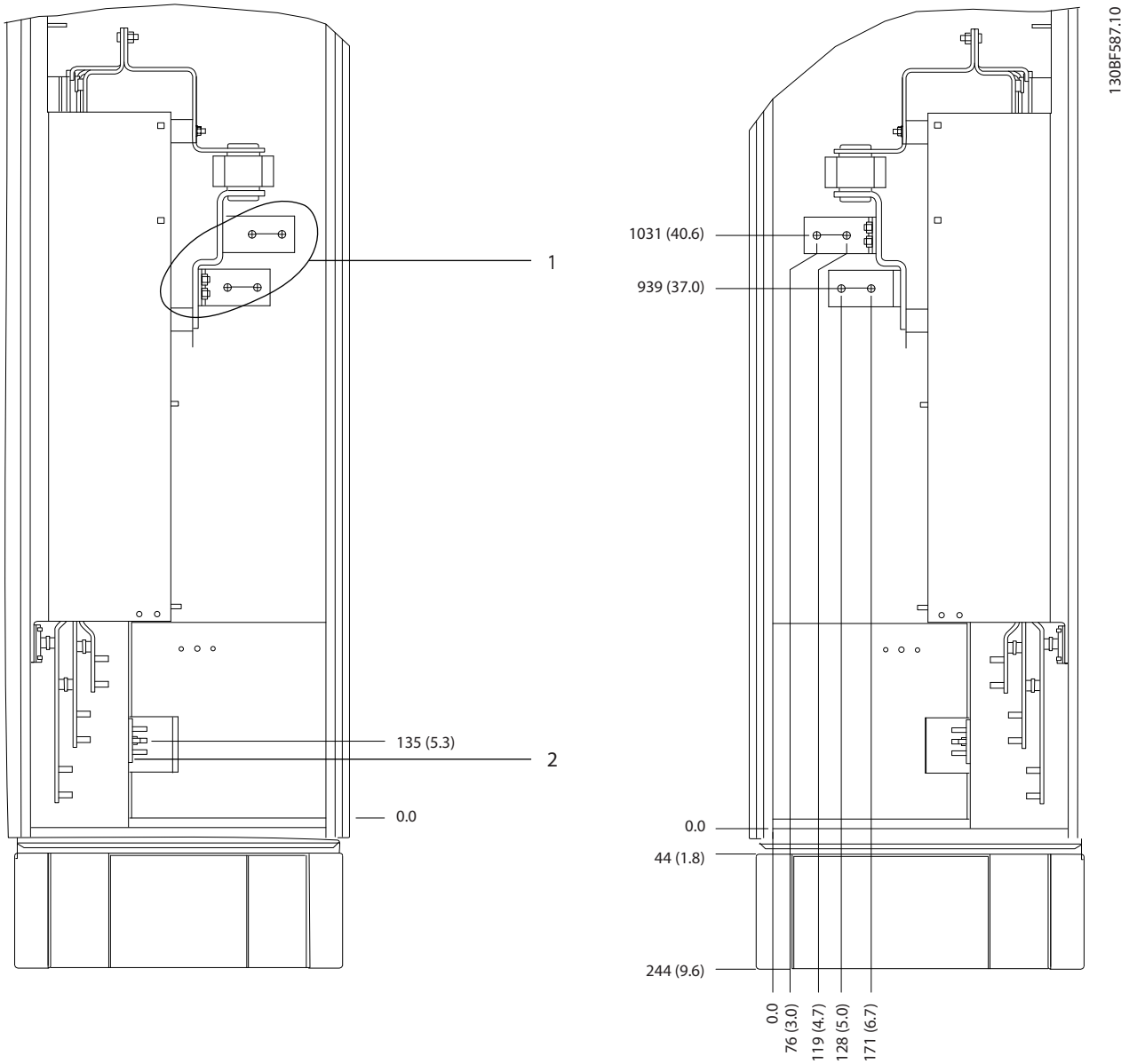
전력 케이블은 무겁고 잘 구부러지지 않습니다. 용이한 케이블 설치를 위해 드라이브의 최적 배치를 고려합니다. 각 단자마다 최대 4개의 케이블(케이블 러그 포함) 또는 표준형 박스 러그를 사용할 수 있습니다. 접지는 드라이브의 해당 종단점에 연결됩니다.



1	주전원 단자	2	접지 바

그림 8.35 F3-F4 옵션 캐비닛의 단자 치수, 전면 보기

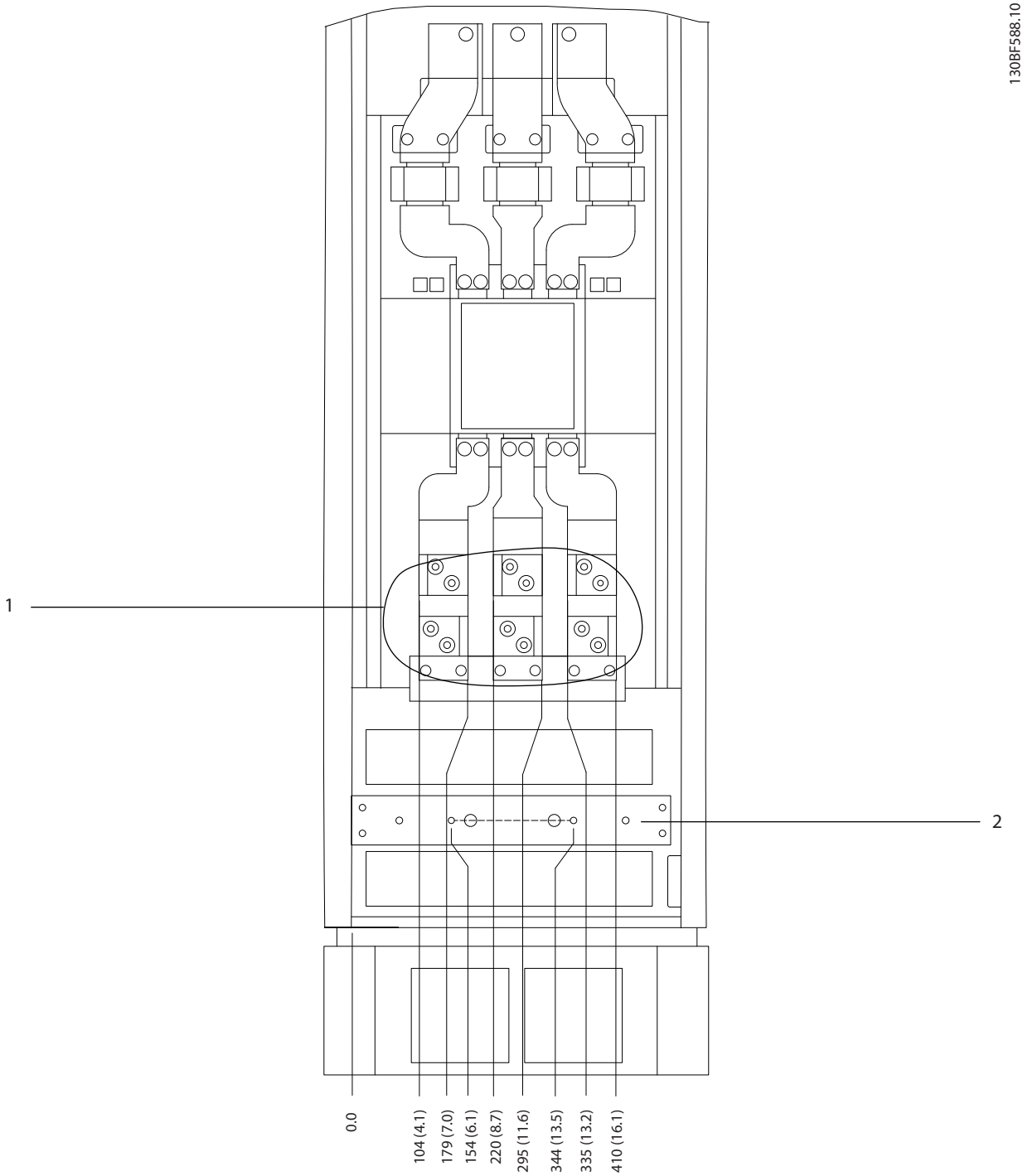
 Danfoss A/S © 11/2017 All rights reserved.



1	주전원 단자	2	접지 바

그림 8.36 F3–F4 옵션 캐비닛의 단자 치수, 측면 보기

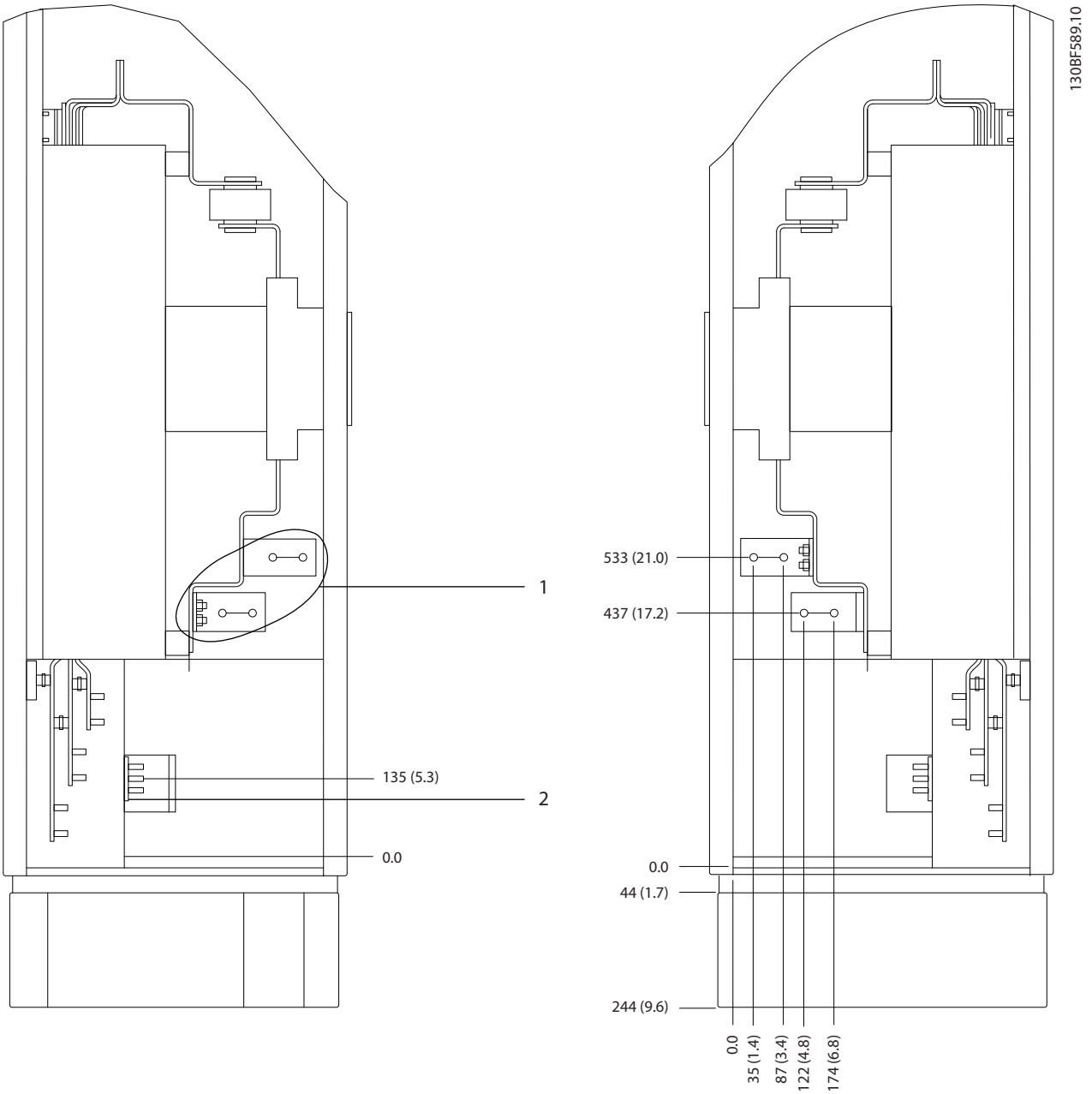
Danfoss A/S © 11/2017 All rights reserved.



1	주전원 단자	2	접지 바

그림 8.37 F3-F4 회로 차단기/일체형 스위치가 있는 옵션 캐비닛의 단자 치수, 전면 보기

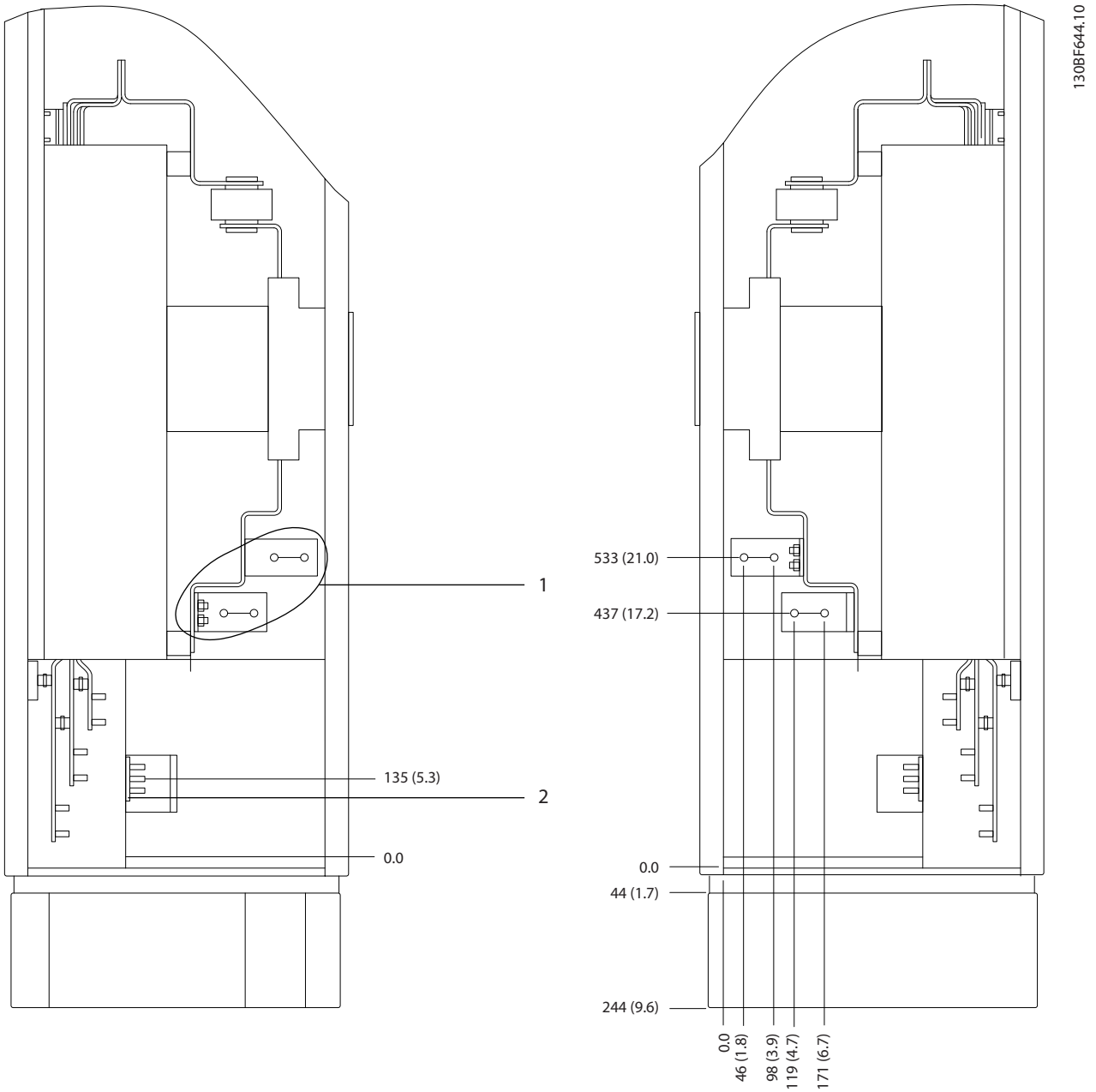
Danfoss A/S © 11/2017 All rights reserved.



1	주전원 단자	2	접지 바

그림 8.38 F3–F4 회로 차단기/일체형 스위치가 있는 옵션 캐비닛의 단자 치수(380–480/500 V 모델: P450; 525–690 V 모델: P630–P710), 측면 보기

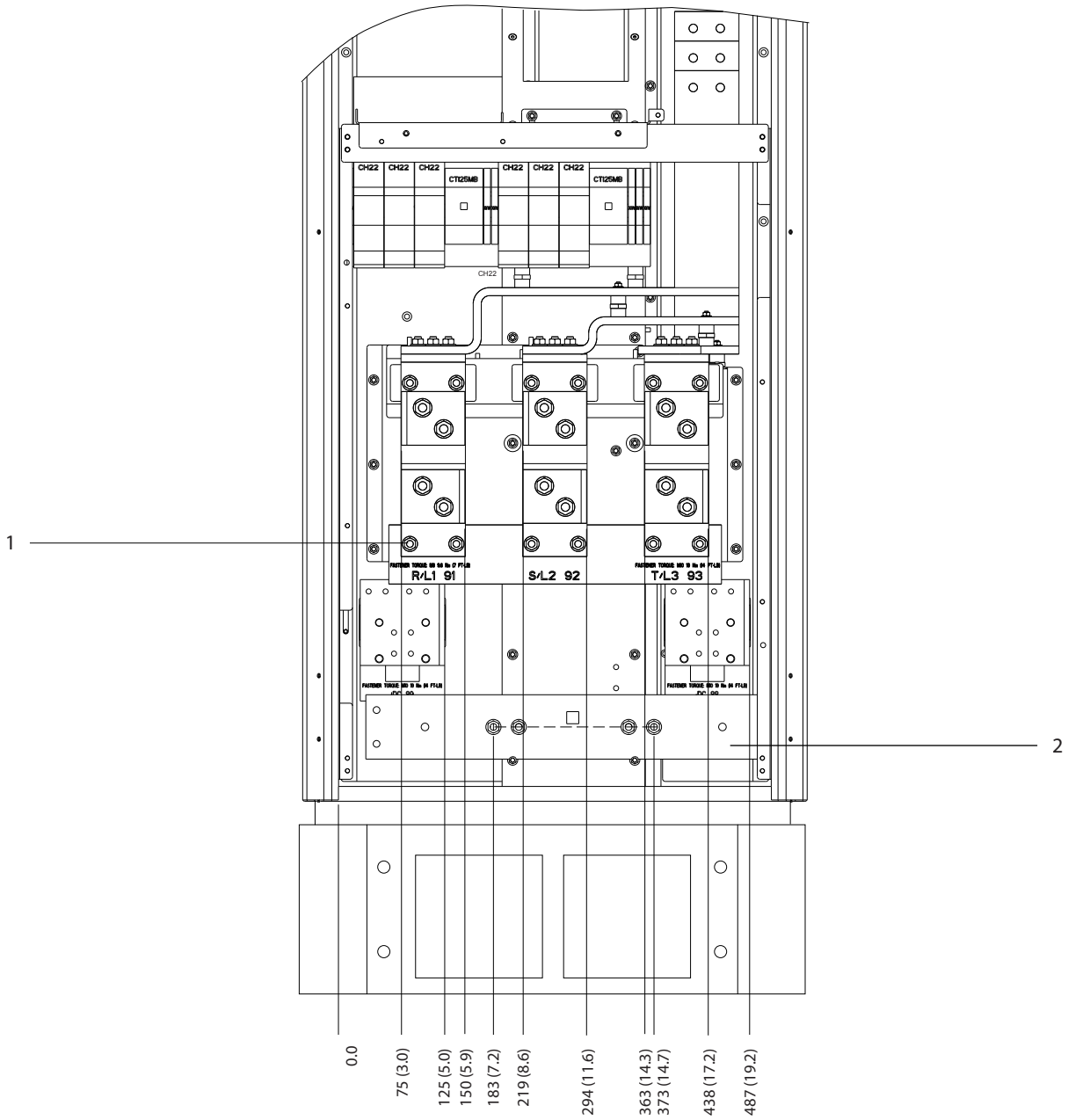
Danfoss A/S © 11/2017 All rights reserved.



1	주전원 단자	2	접지 바

그림 8.39 F3–F4 회로 차단기/일체형 스위치가 있는 옵션 캐비닛의 단자 치수(380–480/500 V 모델: P500–P630; 525–690 V 모델: P800), 측면 보기

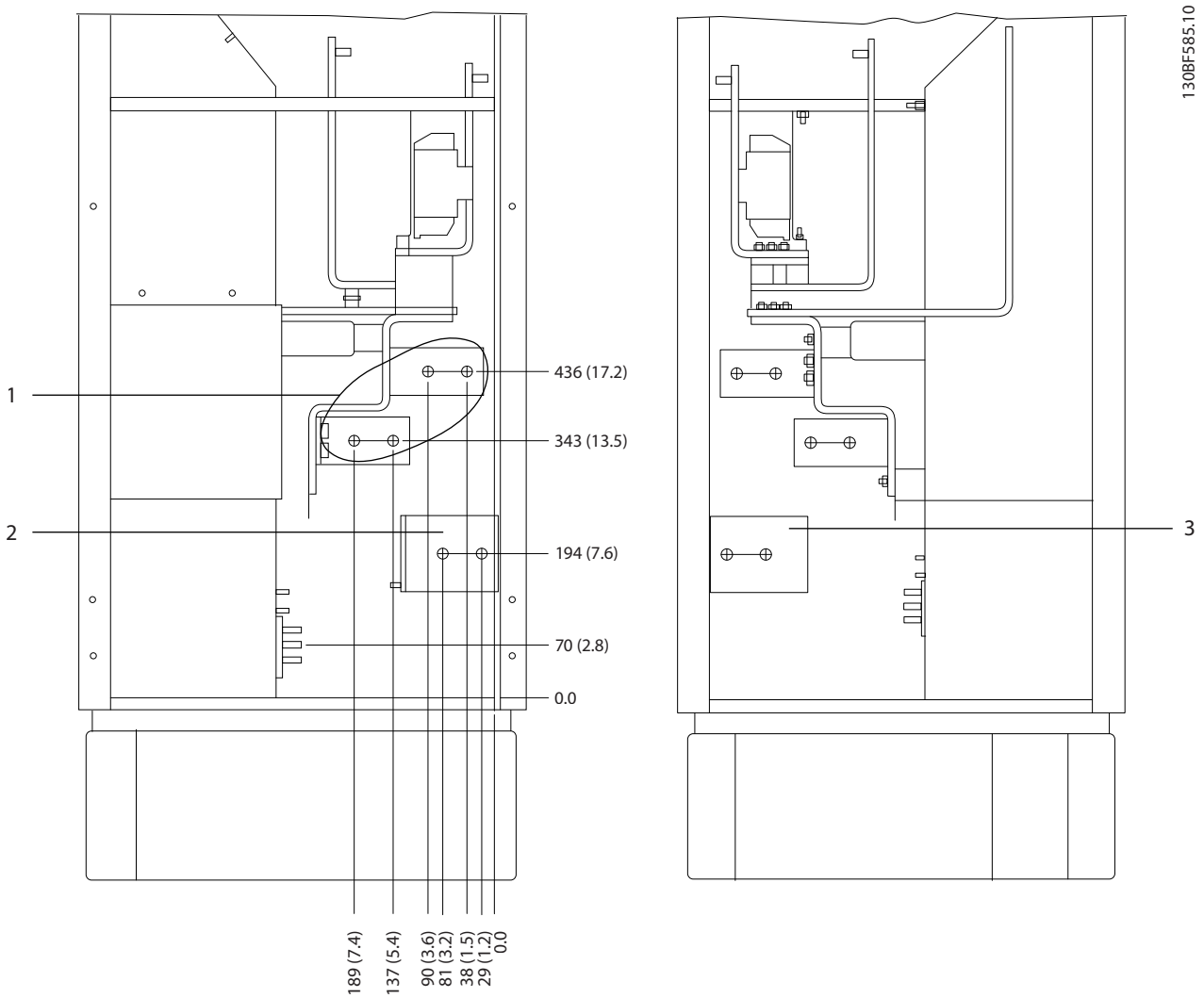
 Danfoss A/S © 11/2017 All rights reserved.



1	주전원 단자	2	접지 바

그림 8.40 F1–F4 정류기 캐비닛의 단자 치수, 전면 보기

Danfoss A/S © 11/2017 All rights reserved.

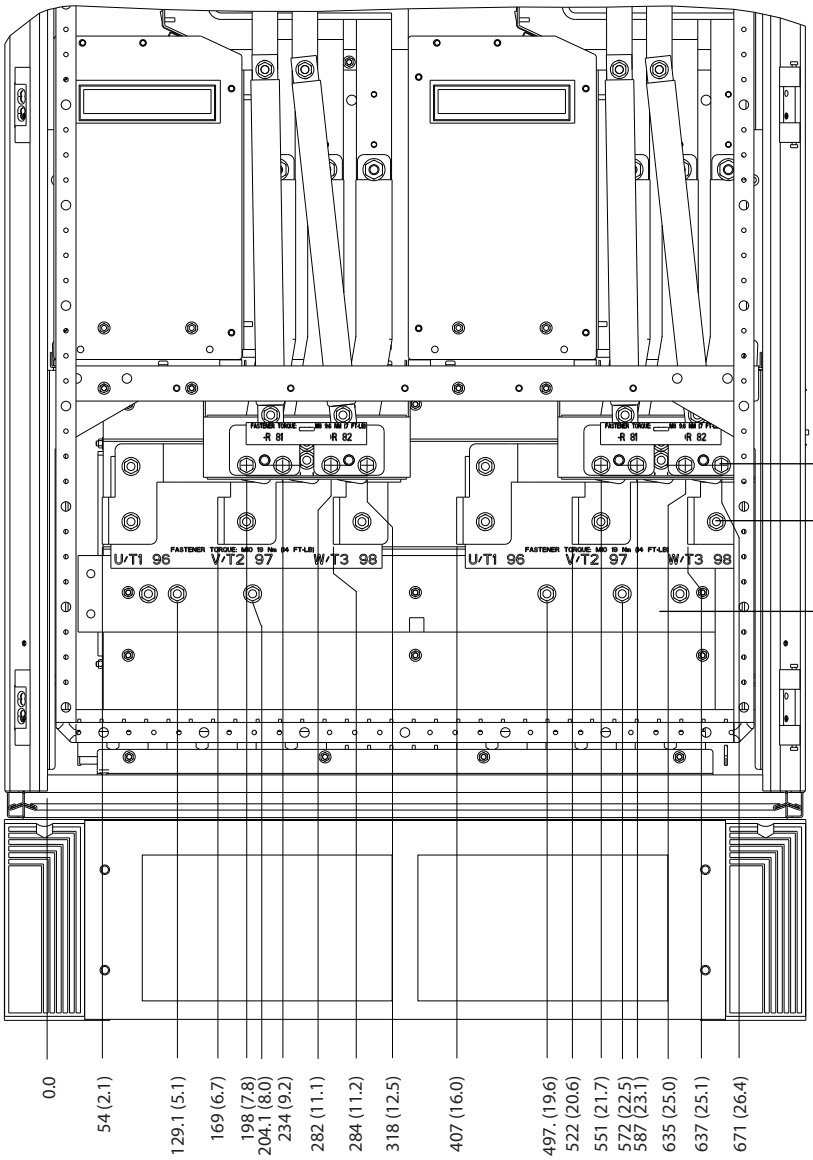


1	주전원 단자	3	부하 공유 단자 (–)
2	부하 공유 단자 (+)	–	–

그림 8.41 F3-F4 정류기 캐비닛의 단자 치수, 측면 보기

8

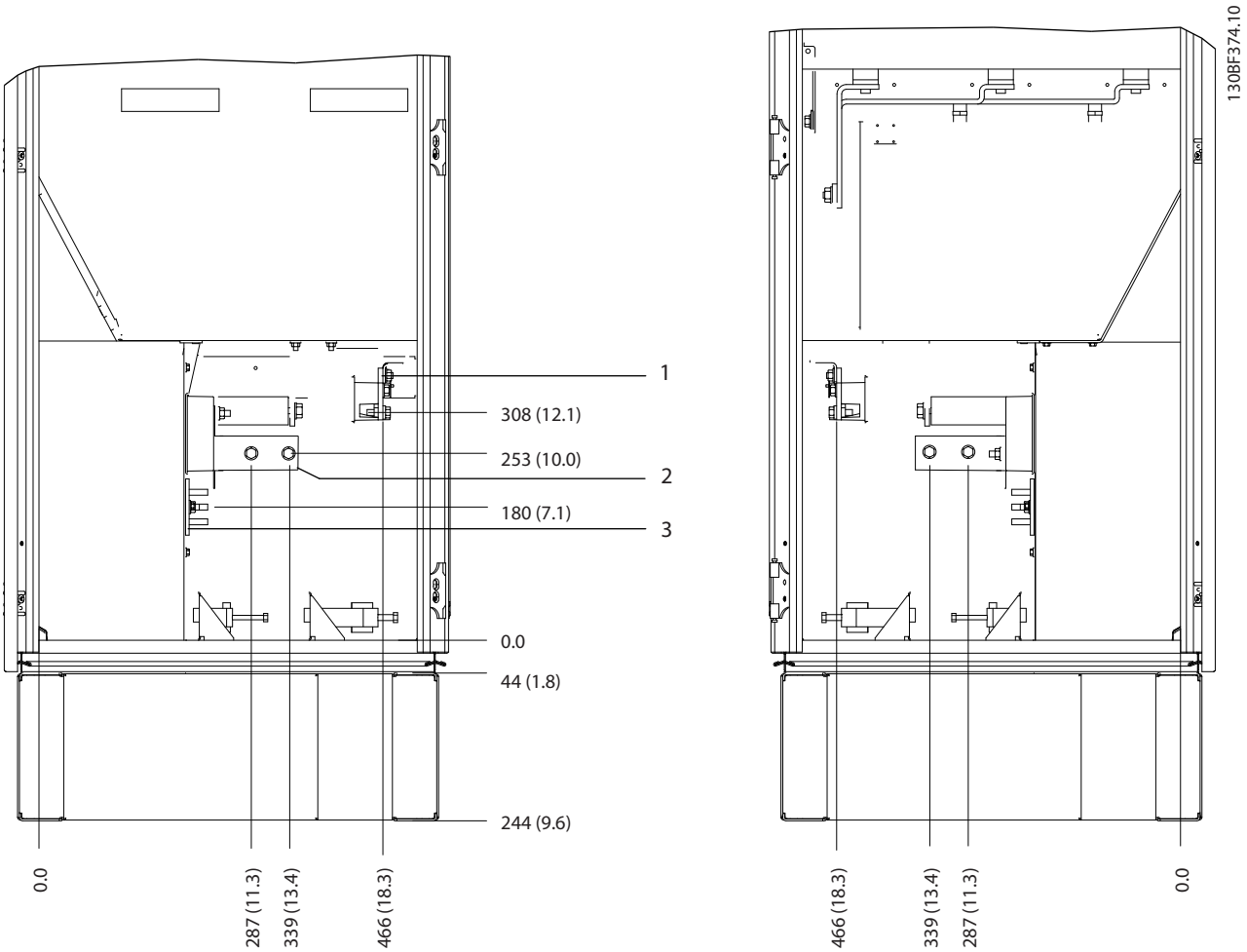
 Danfoss A/S © 11/2017 All rights reserved.



1	제동 단자	3	접지 바
2	모터 단자	–	–

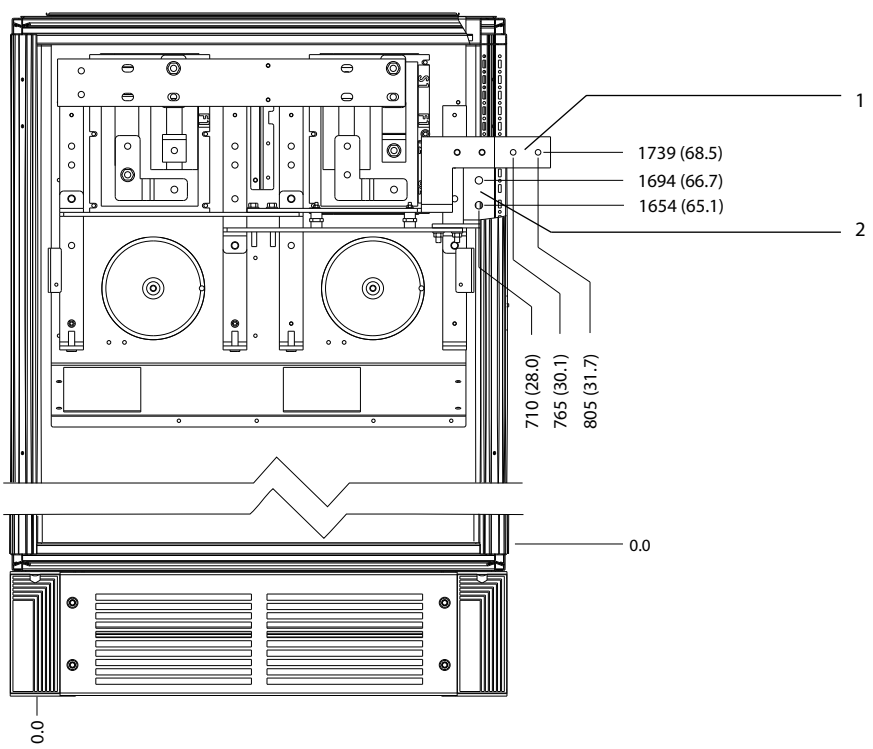
그림 8.42 F1/F3 인버터 캐비닛의 단자 치수, 전면 보기

Danfoss A/S © 11/2017 All rights reserved.



1	제동 단자	3	접지 바
2	모터 단자	–	–

그림 8.43 F1/F3 인버터 캐비닛의 단자 치수, 측면 보기



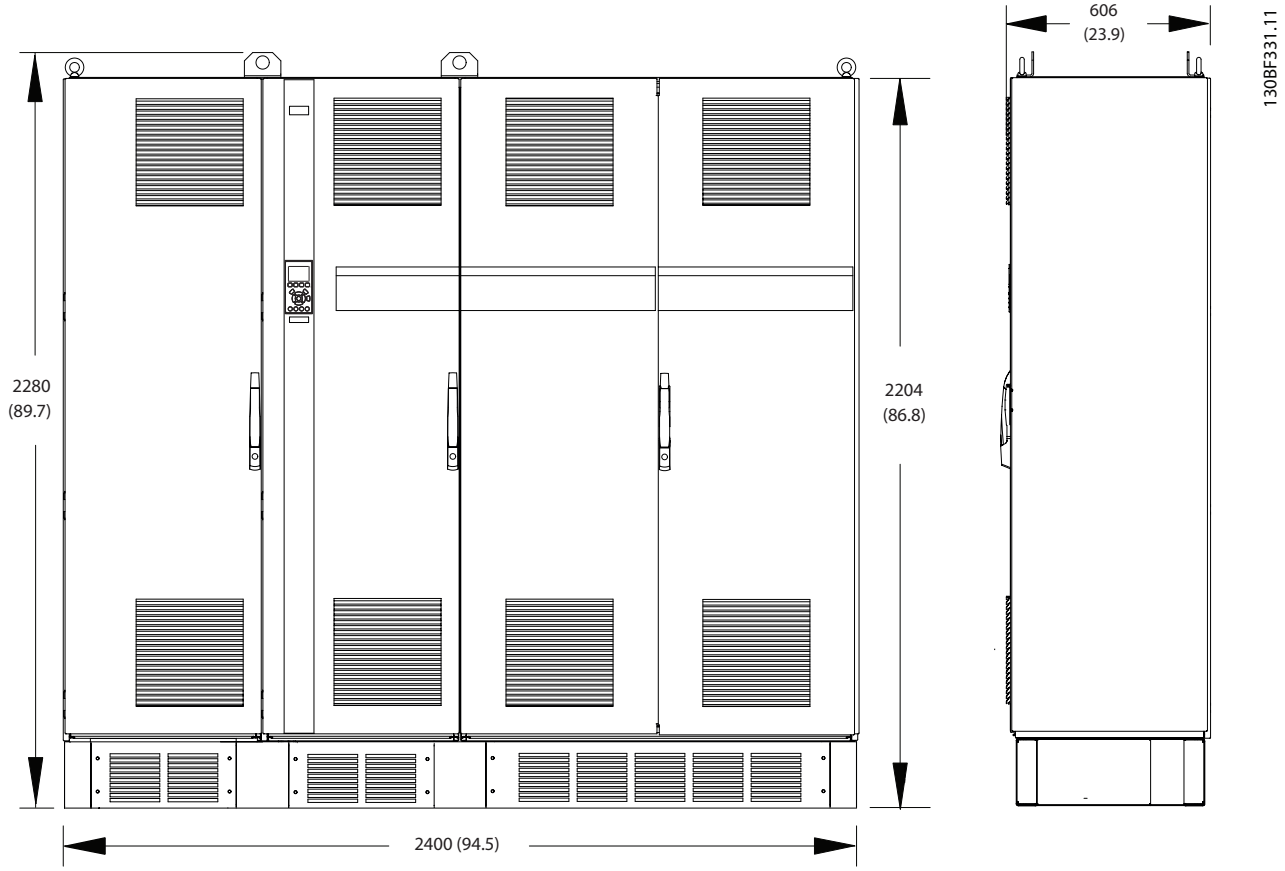
1	DC –	2	DC +

그림 8.44 F1/F3 재생 단자의 단자 치수, 전면 보기

Danfoss A/S © 11/2017 All rights reserved.

8.6 F4 외부 및 단자 치수

8.6.1 F4 외부 치수



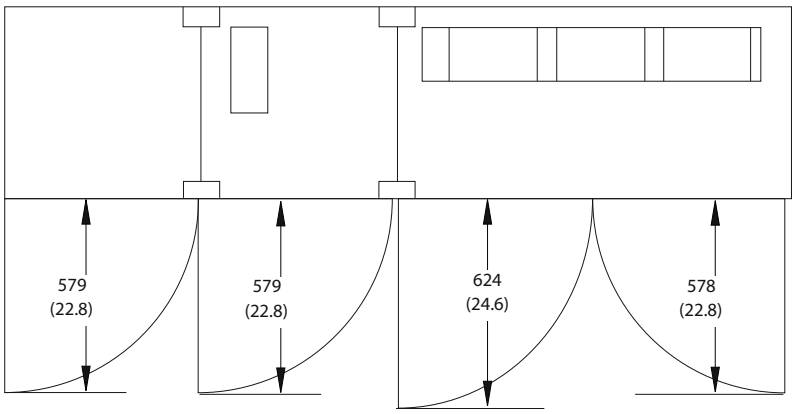
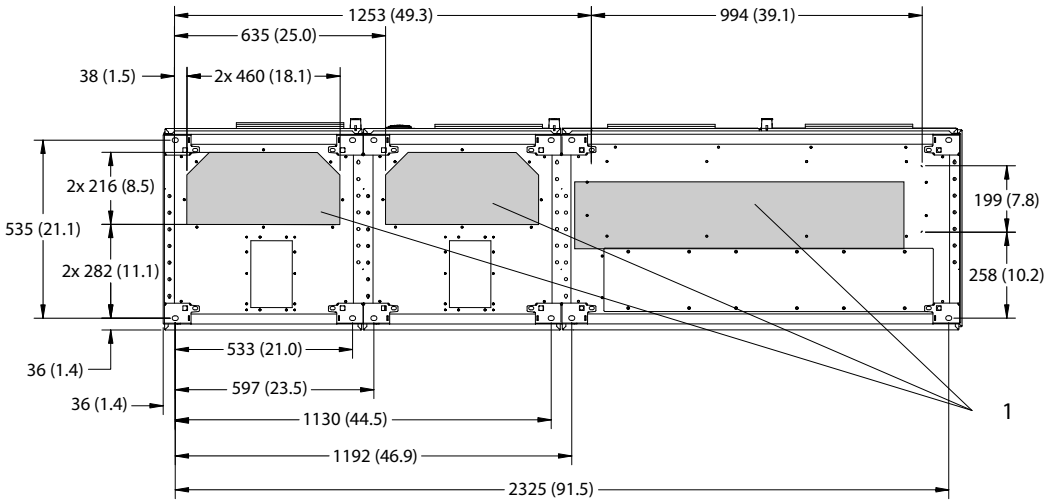


그림 8.45 F4의 전면, 측면 및 도어 여유 공간 치수

 Danfoss A/S © 11/2017 All rights reserved.



1	주전원 측	2	모터 측

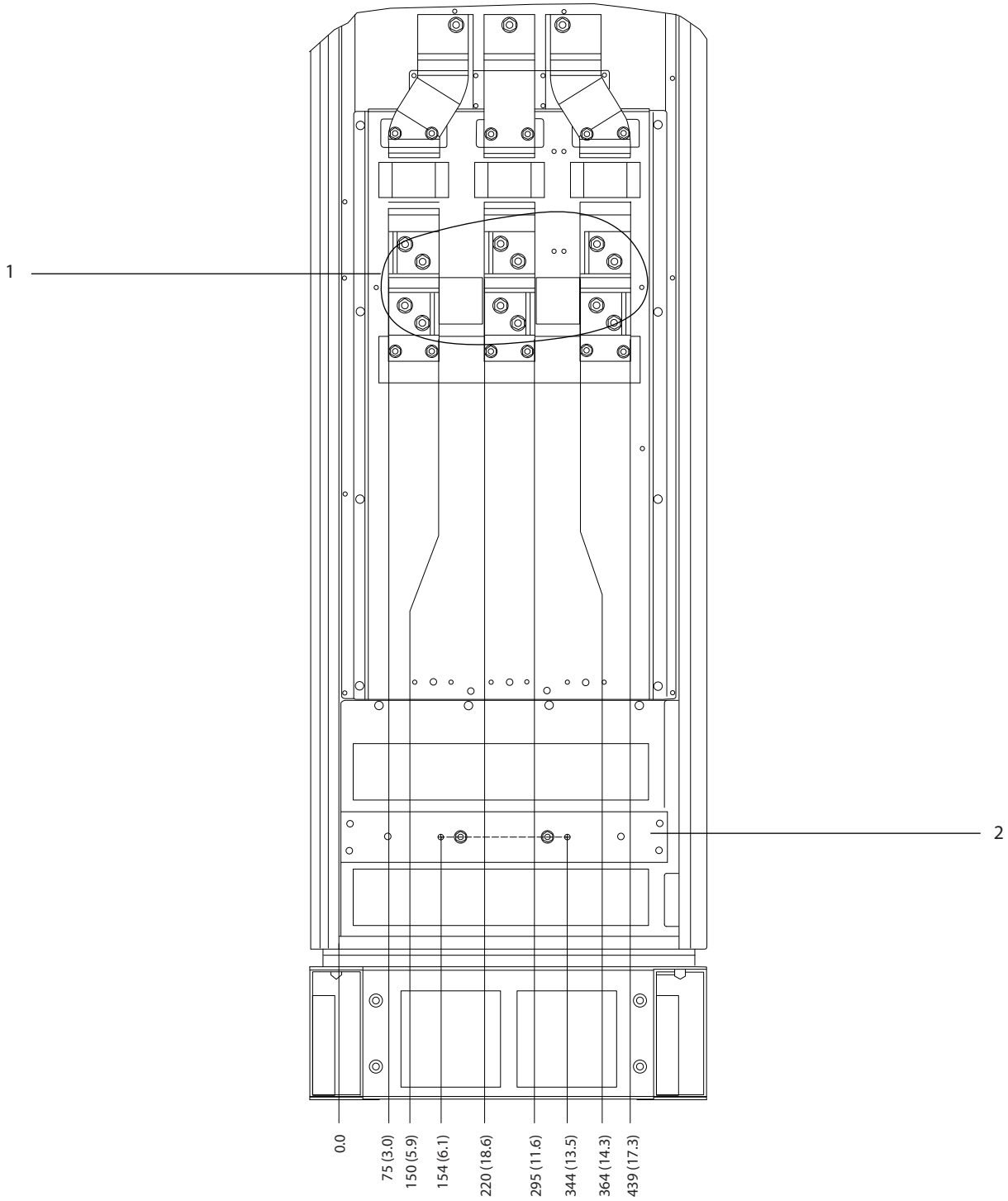
그림 8.46 F4의 글랜드 플레이트 치수

8

Danfoss A/S © 11/2017 All rights reserved.

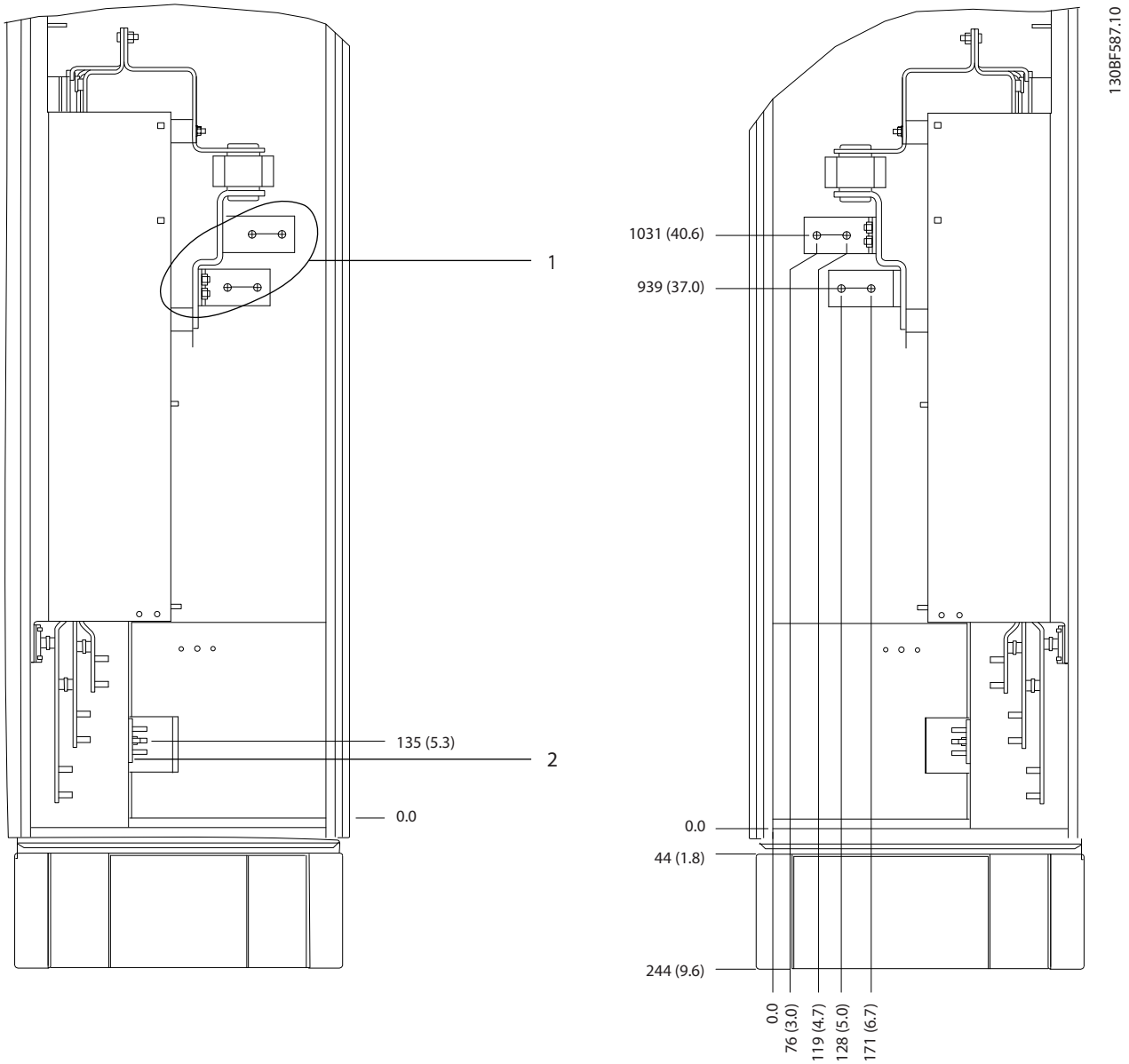
8.6.2 F4 단자 치수

전력 케이블은 무겁고 잘 구부러지지 않습니다. 용이한 케이블 설치를 위해 드라이브의 최적 배치를 고려합니다. 각 단자마다 최대 4개의 케이블(케이블 러그 포함) 또는 표준형 박스 러그를 사용할 수 있습니다. 접지는 드라이브의 해당 종단점에 연결됩니다.



1	주전원 단자	2	접지 바

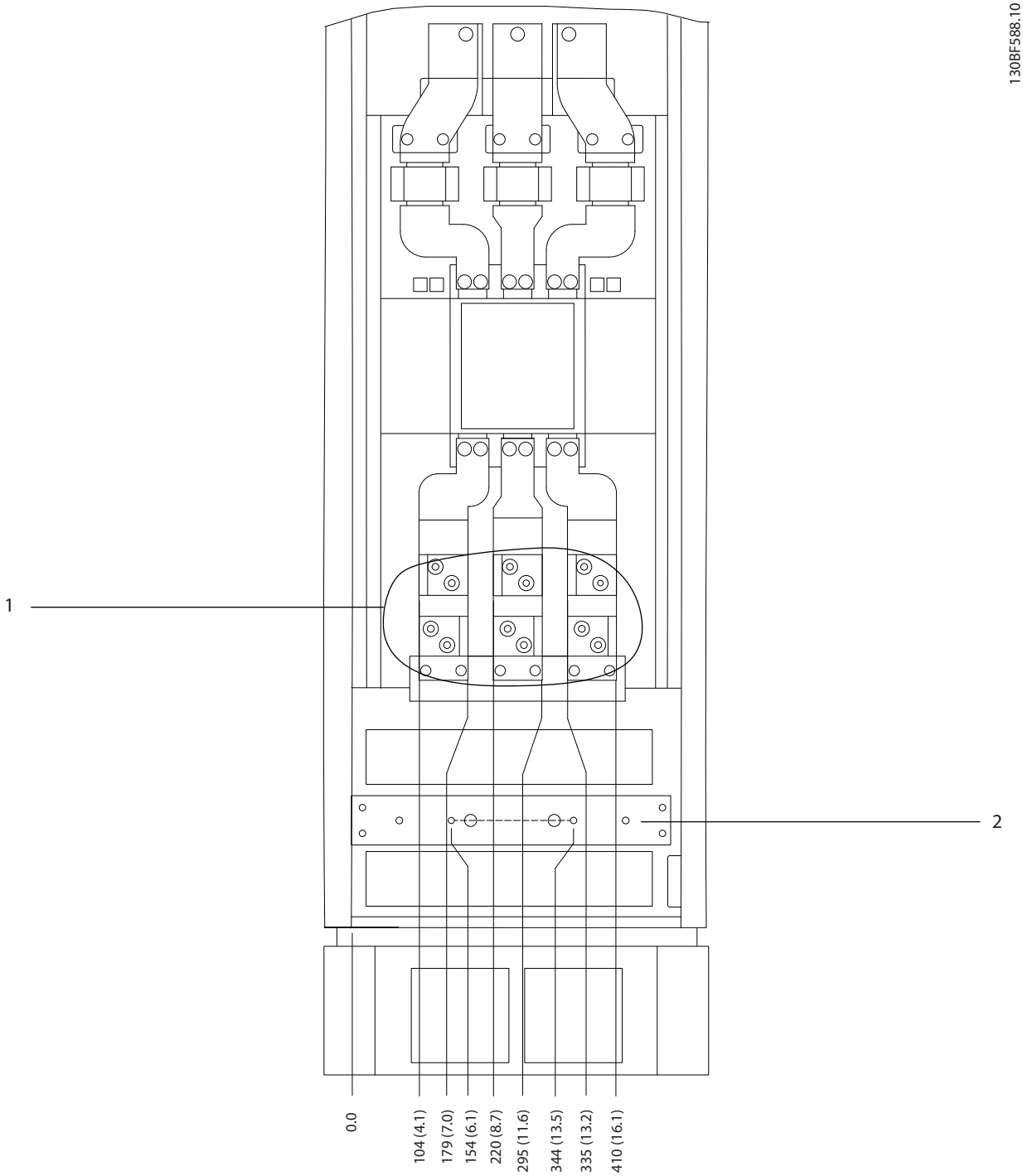
그림 8.47 F3-F4 옵션 캐비닛의 단자 치수, 전면 보기



1	주전원 단자	2	접지 바

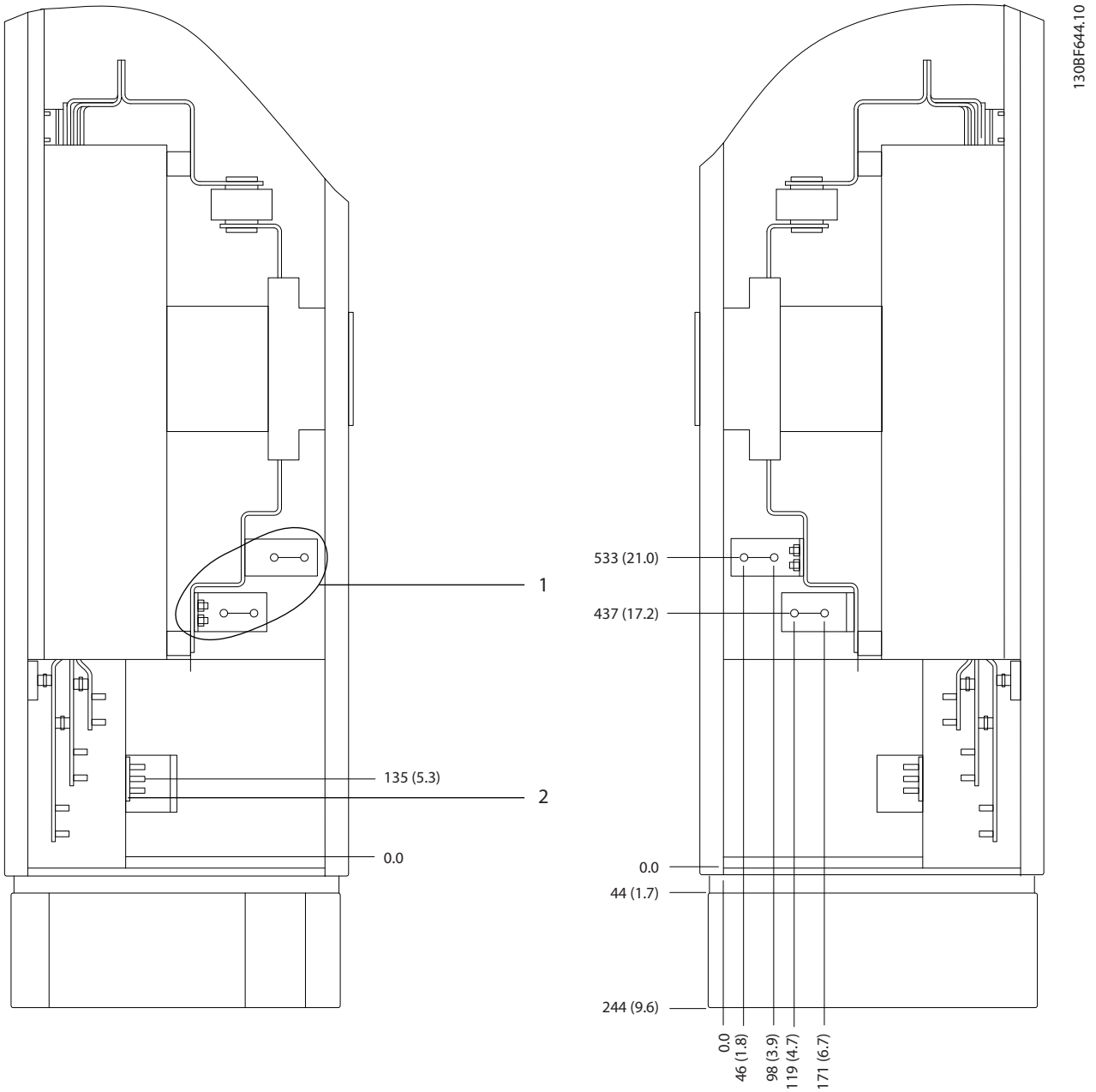
그림 8.48 F3–F4 옵션 캐비닛의 단자 치수, 측면 보기

Danfoss A/S © 11/2017 All rights reserved.



1	주전원 단자	2	접지 바

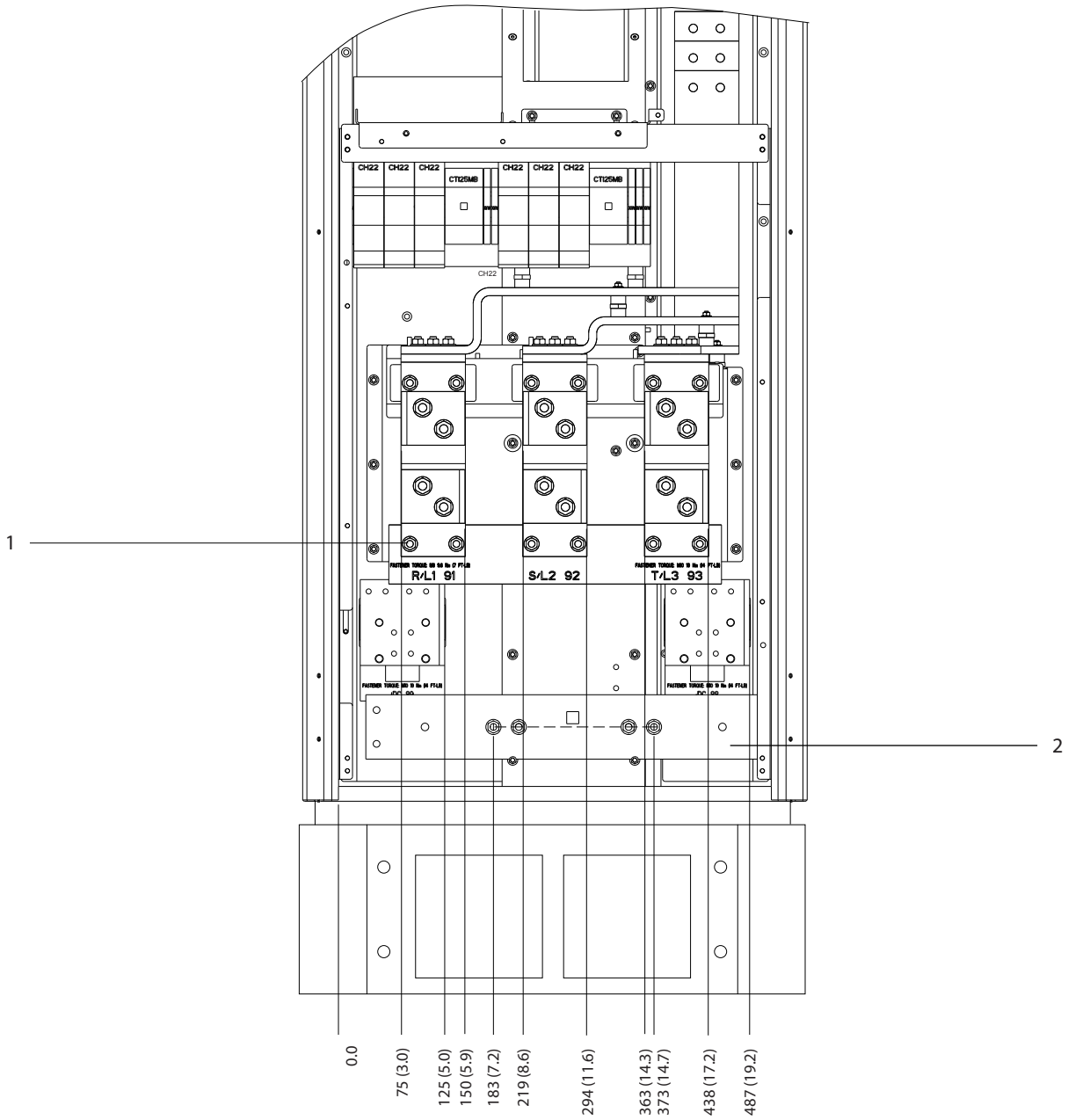
그림 8.49 F3-F4 회로 차단기/일체형 스위치가 있는 옵션 캐비닛의 단자 치수, 전면 보기



1	주전원 단자	2	접지 바

그림 8.50 F3–F4 회로 차단기/일체형 스위치가 있는 옵션 캐비닛의 단자 치수, 측면 보기

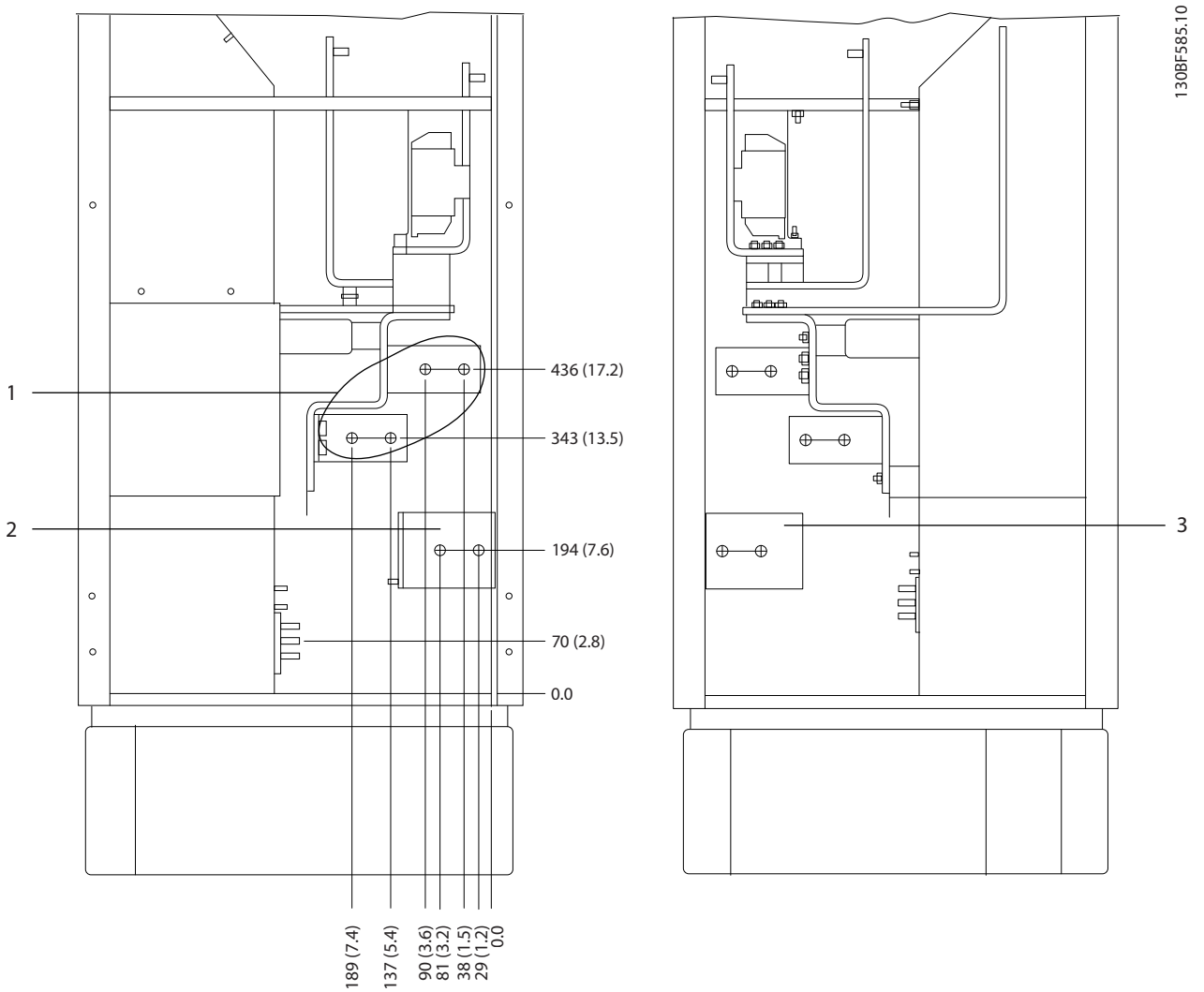
Danfoss A/S © 11/2017 All rights reserved.



1	주전원 단자	2	접지 바

그림 8.51 F1-F4 정류기 캐비닛의 단자 치수, 전면 보기

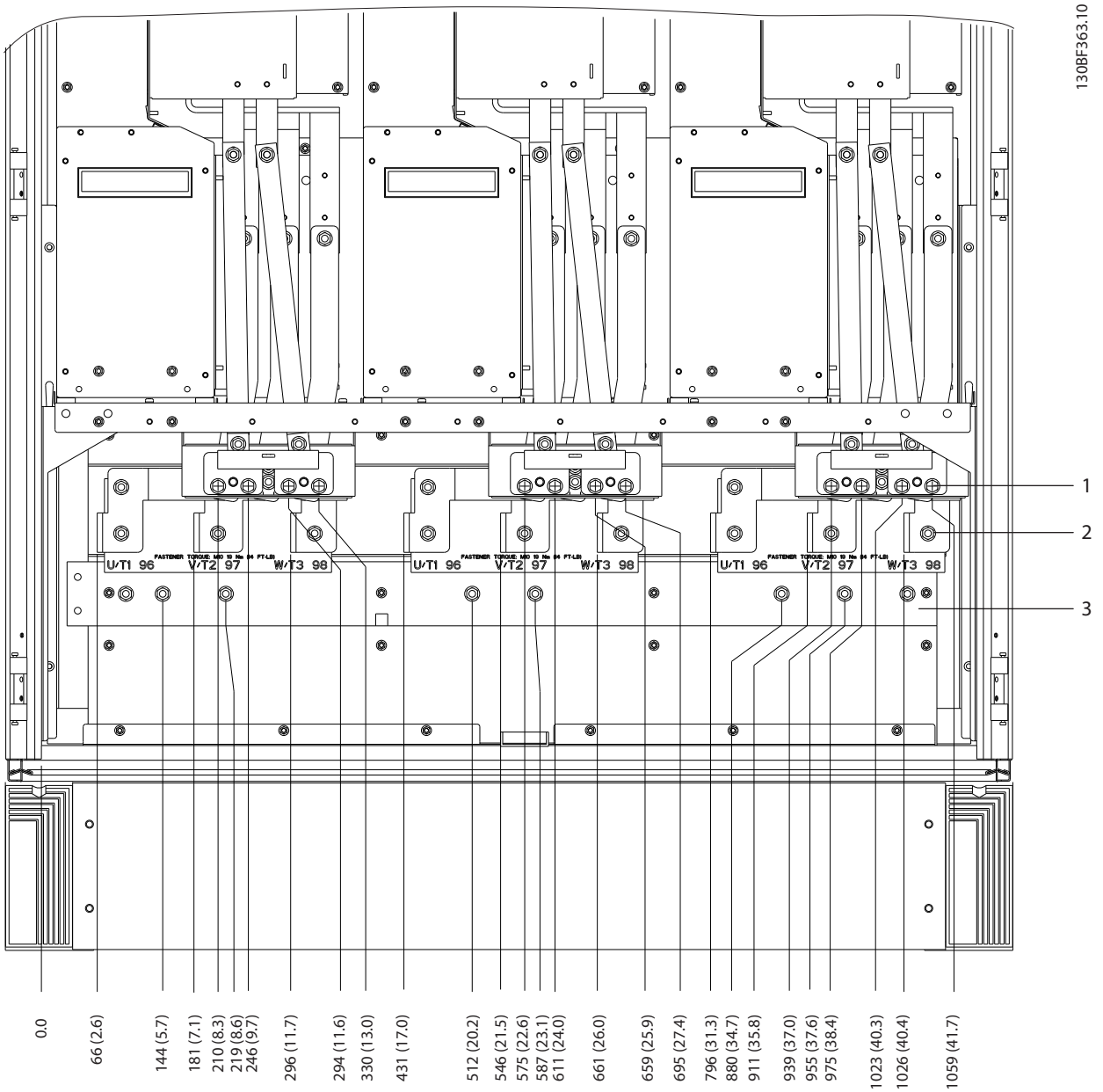
 Danfoss A/S © 11/2017 All rights reserved.



1	주전원 단자	3	부하 공유 단자 (–)
2	부하 공유 단자 (+)	–	–

그림 8.52 F3–F4 정류기 캐비닛의 단자 치수, 측면 보기

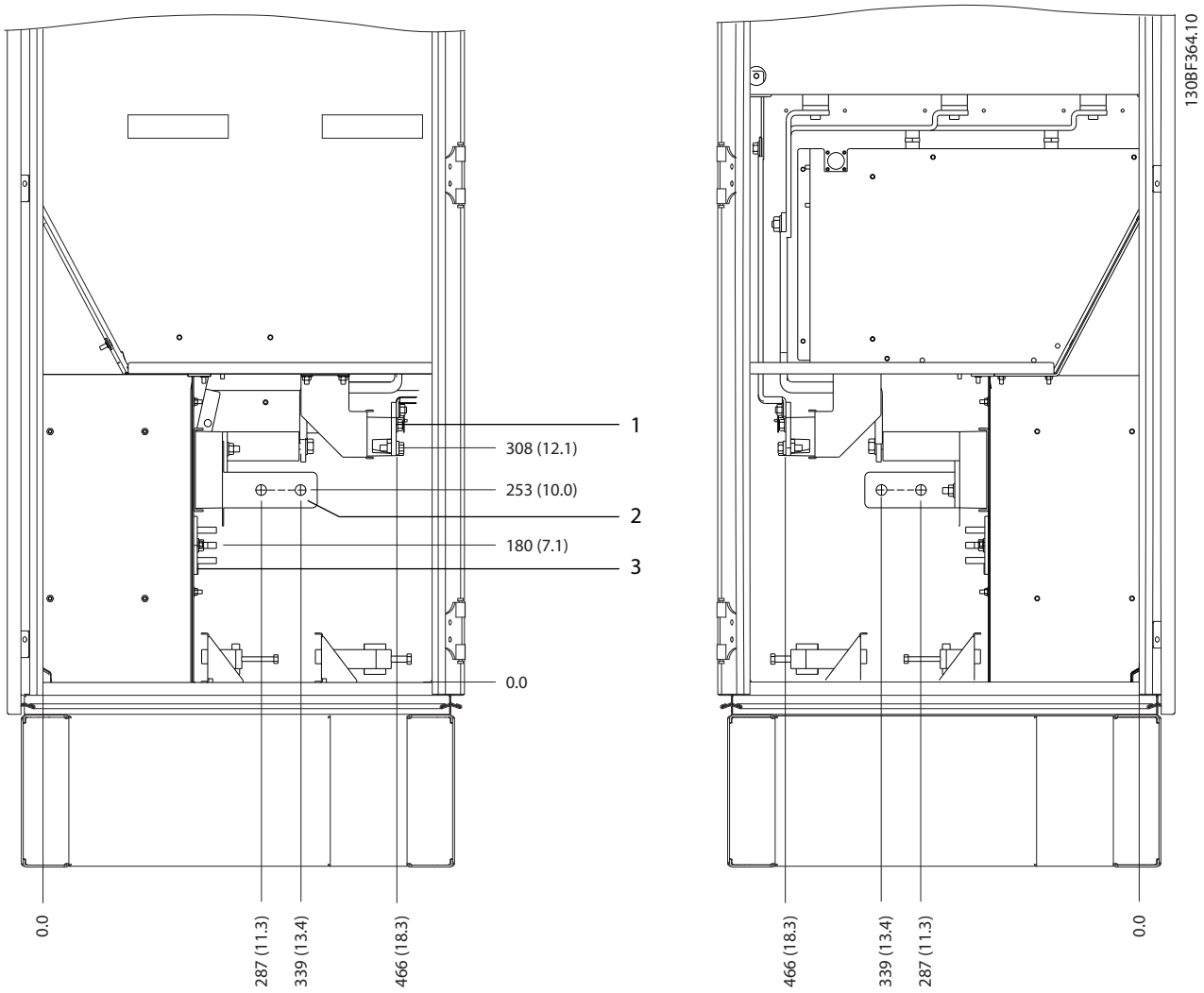
Danfoss A/S © 11/2017 All rights reserved.



1	제동 단자	3	접지 바
2	모터 단자	–	–

그림 8.53 F2/F4 인버터 캐비닛의 단자 치수, 전면 보기

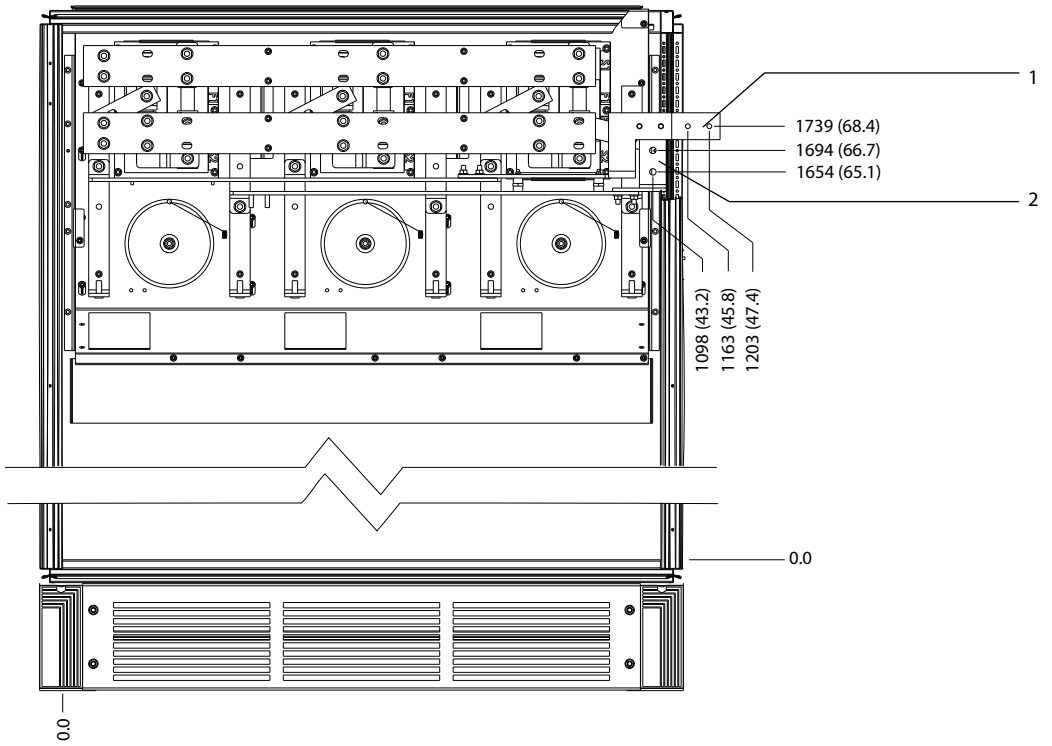
Danfoss A/S © 11/2017 All rights reserved.



1	제동 단자	3	접지 바
2	모터 단자	–	–

그림 8.54 F2/F4 인버터 캐비닛의 단자 치수, 측면 보기

Danfoss A/S © 11/2017 All rights reserved.



1	DC -	2	DC +

그림 8.55 F2/F4 재생 단자의 단자 치수, 전면 보기

 Danfoss A/S © 11/2017 All rights reserved.

8.7 F8 외부 및 단자 치수

8.7.1 F8 외부 치수

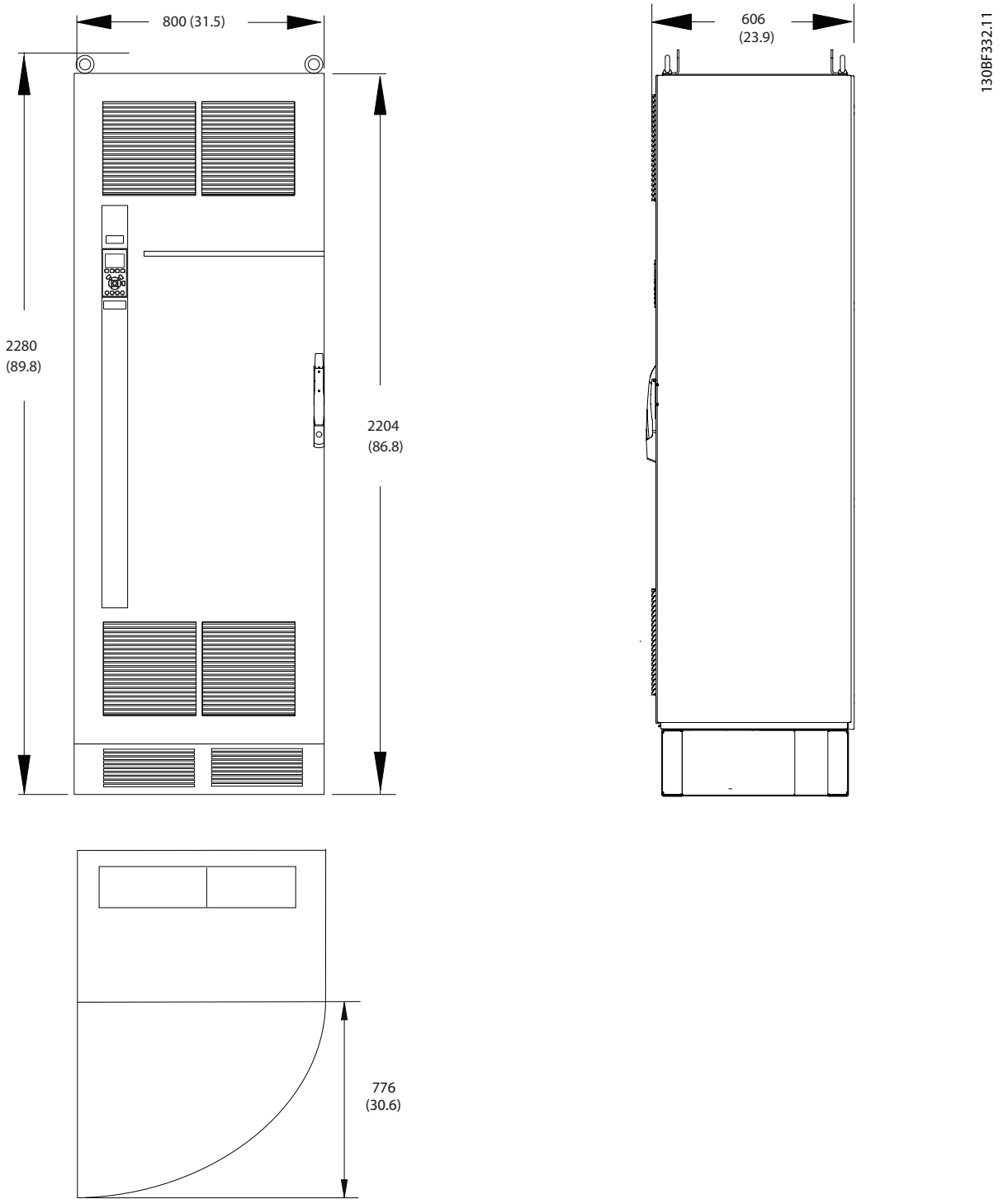
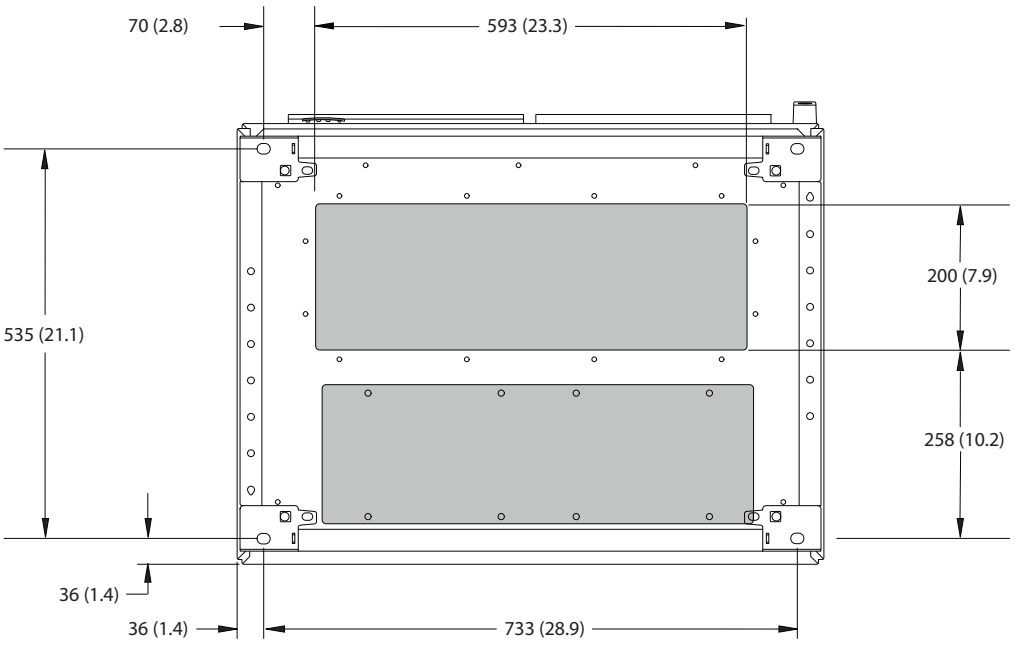


그림 8.56 F8의 전면, 측면 및 도어 여유 공간 치수

Danfoss A/S © 11/2017 All rights reserved.



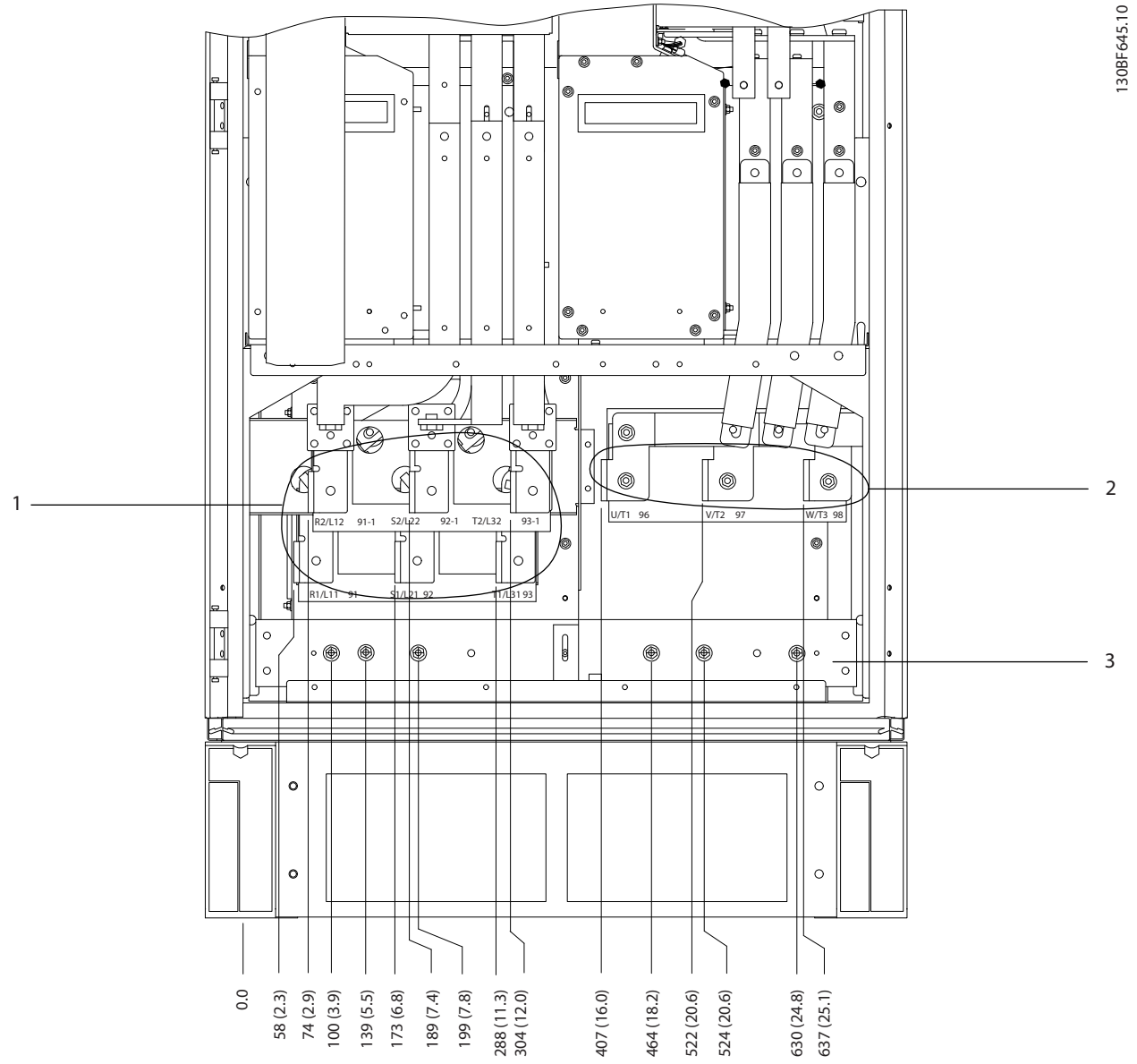
1	주전원 측	2	모터 측

그림 8.57 F8의 글랜드 플레이트 치수

 Danfoss A/S © 11/2017 All rights reserved.

8.7.2 F8 단자 치수

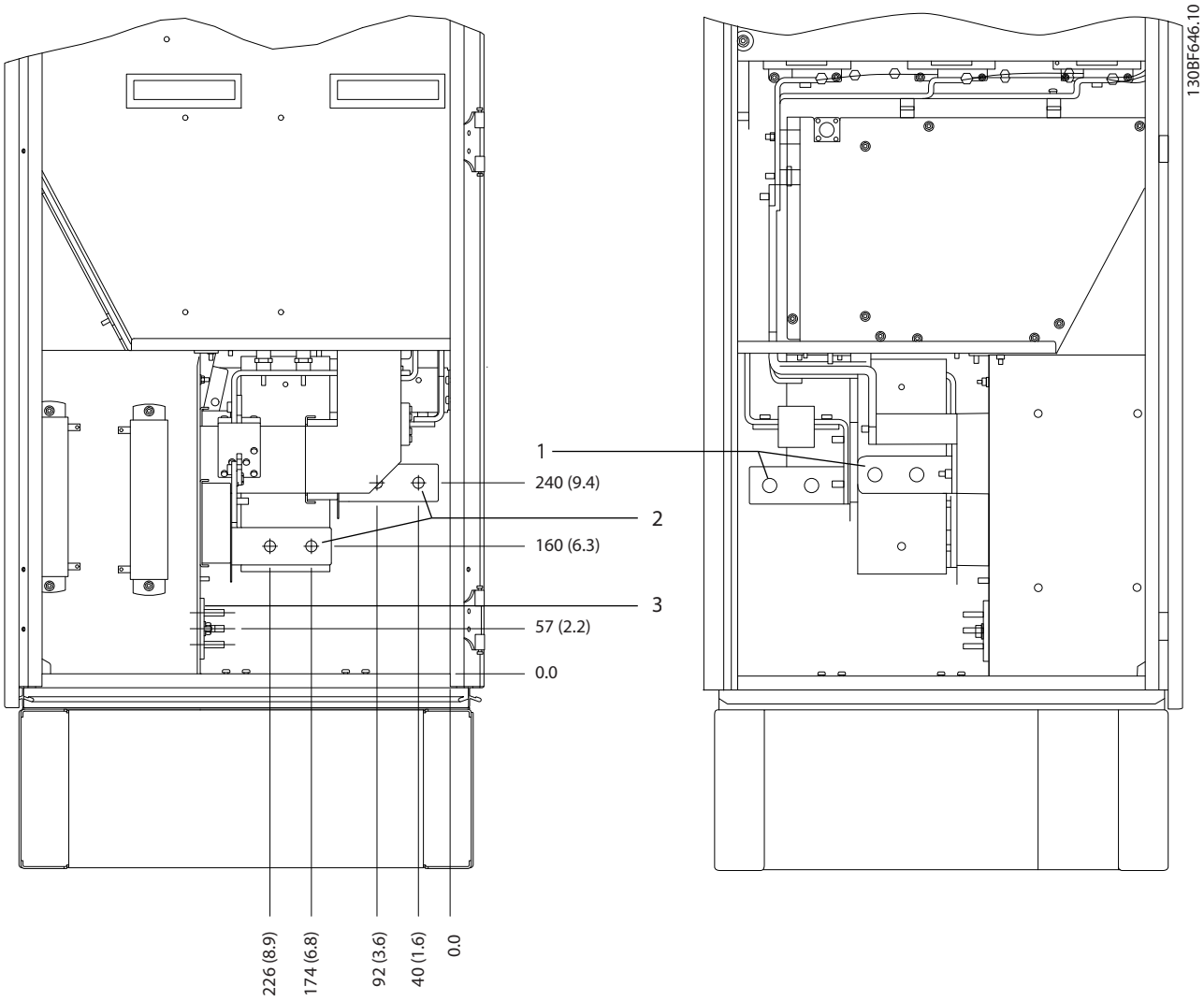
전력 케이블은 무겁고 잘 구부러지지 않습니다. 용이한 케이블 설치를 위해 드라이브의 최적 배치를 고려합니다. 각 단자마다 최대 4개의 케이블(케이블 러그 포함) 또는 표준형 박스 러그를 사용할 수 있습니다. 접지는 드라이브의 해당 종단점에 연결됩니다.



1	주전원 단자	3	접지 바
2	모터 단자	–	–

그림 8.58 F8–F9 정류기/인버터 캐비닛의 단자 치수, 전면 보기

Danfoss A/S © 11/2017 All rights reserved.



1	주전원 단자	3	접지 바
2	모터 단자	–	–

그림 8.59 F8–F9 정류기/인버터 캐비닛의 단자 치수, 측면 보기

 Danfoss A/S © 11/2017 All rights reserved.

8.8 F9 외부 및 단자 치수

8.8.1 F9 외부 치수

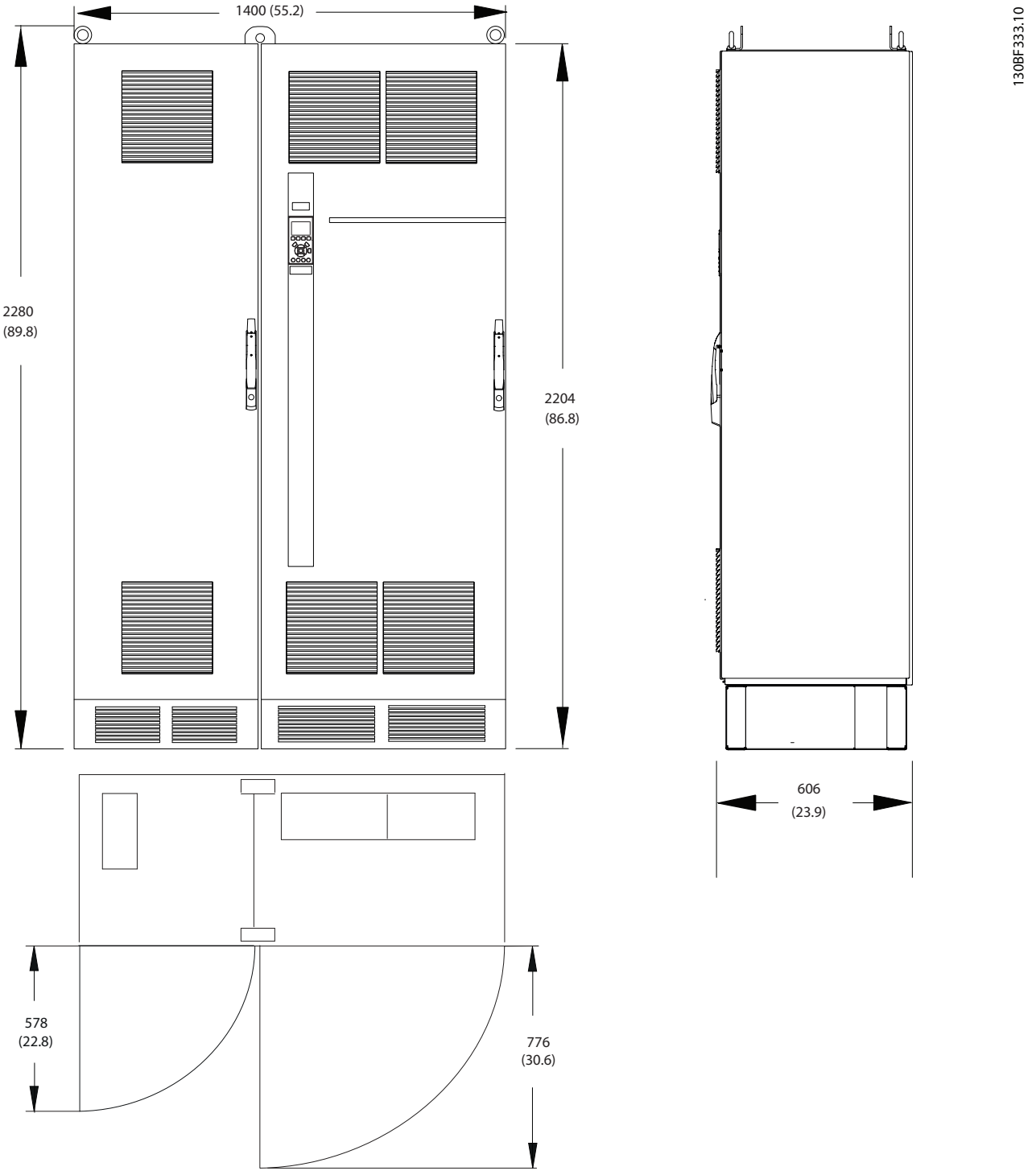
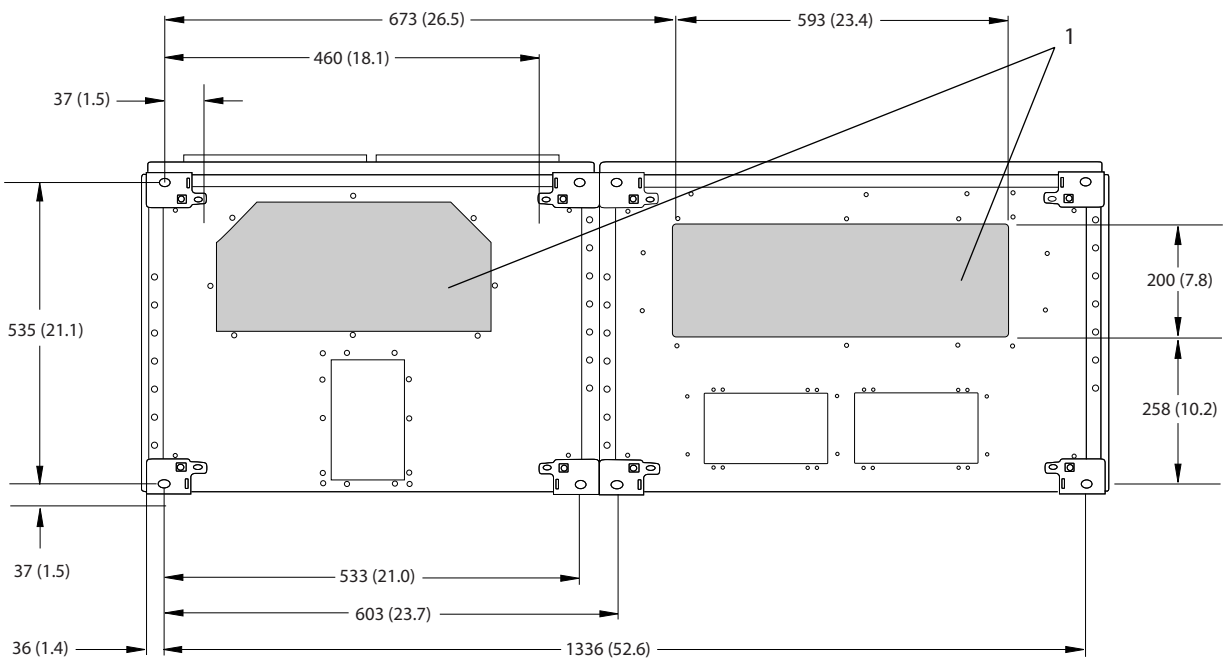


그림 8.60 F9의 전면, 측면 및 도어 여유 공간 치수

Danfoss A/S © 11/2017 All rights reserved.



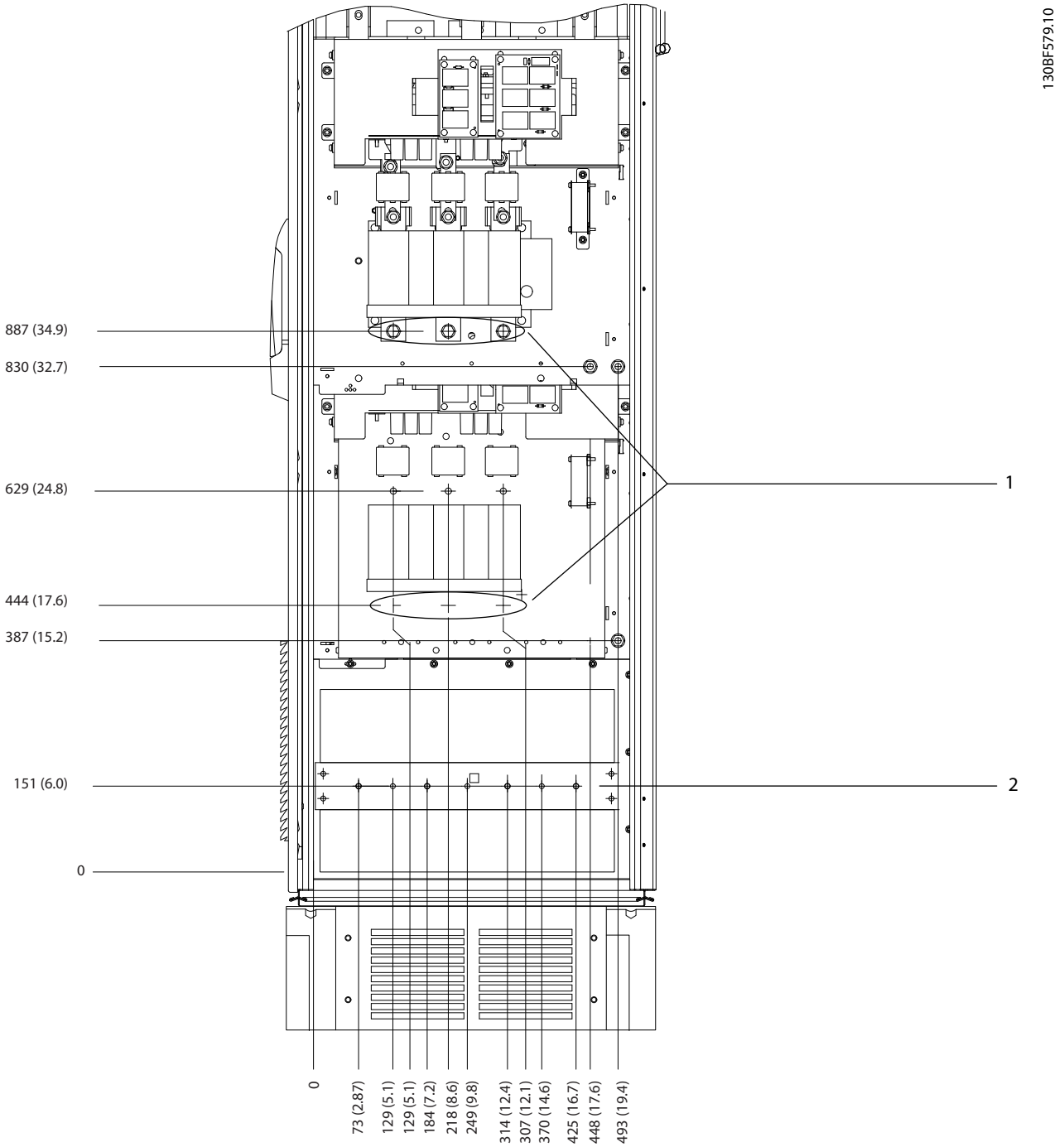
1	주전원 측	2	모터 측

그림 8.61 F9의 글랜드 플레이트 치수

 Danfoss A/S © 11/2017 All rights reserved.

8.8.2 F9 단자 치수

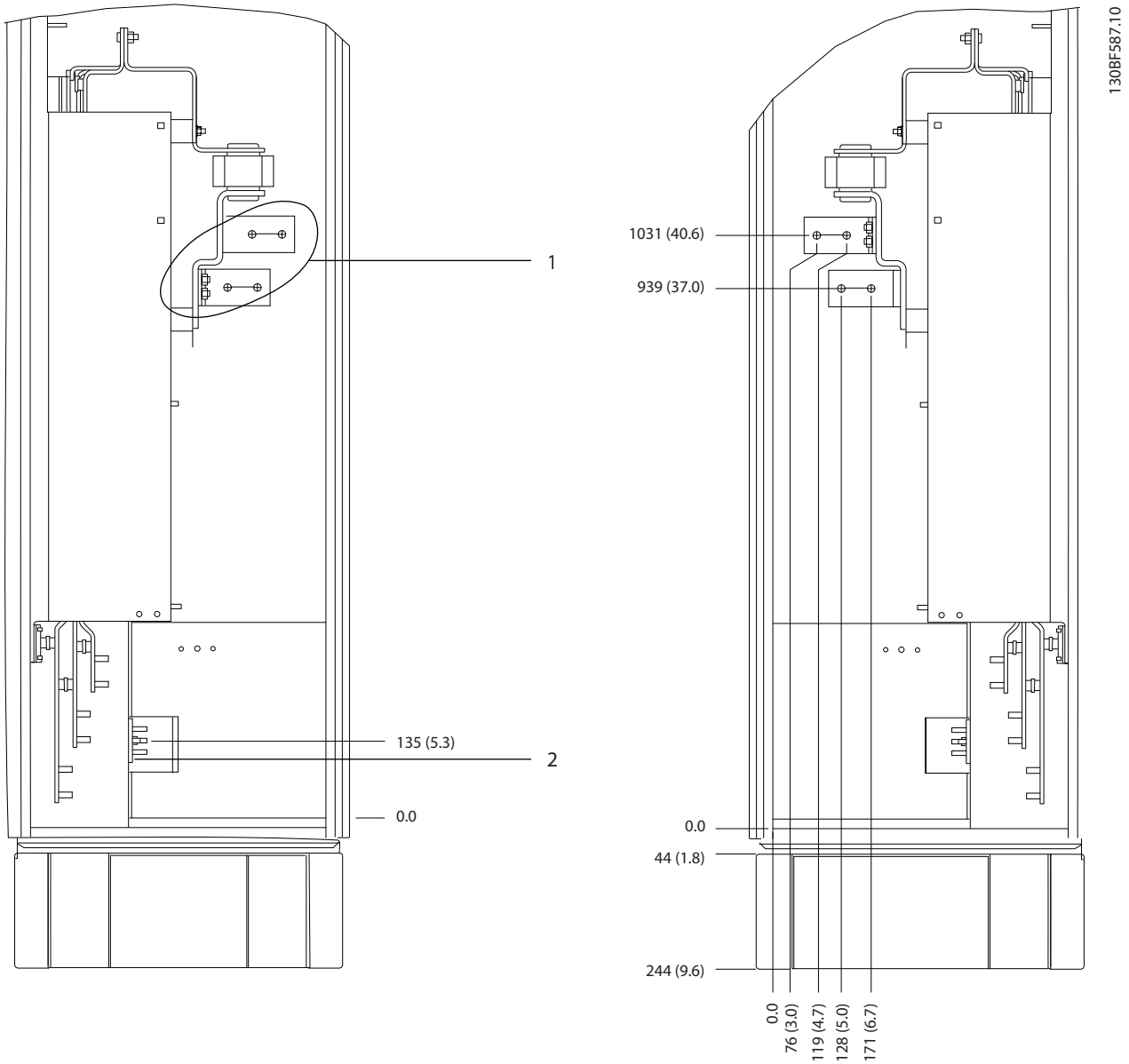
전력 케이블은 무겁고 잘 구부러지지 않습니다. 용이한 케이블 설치를 위해 드라이브의 최적 배치를 고려합니다. 각 단자마다 최대 4개의 케이블(케이블 러그 포함) 또는 표준형 박스 러그를 사용할 수 있습니다. 접지는 드라이브의 해당 종단점에 연결됩니다.



1	주전원 단자	2	접지 바

그림 8.62 F9 옵션 캐비닛의 단자 치수, 전면 보기

Danfoss A/S © 11/2017 All rights reserved.

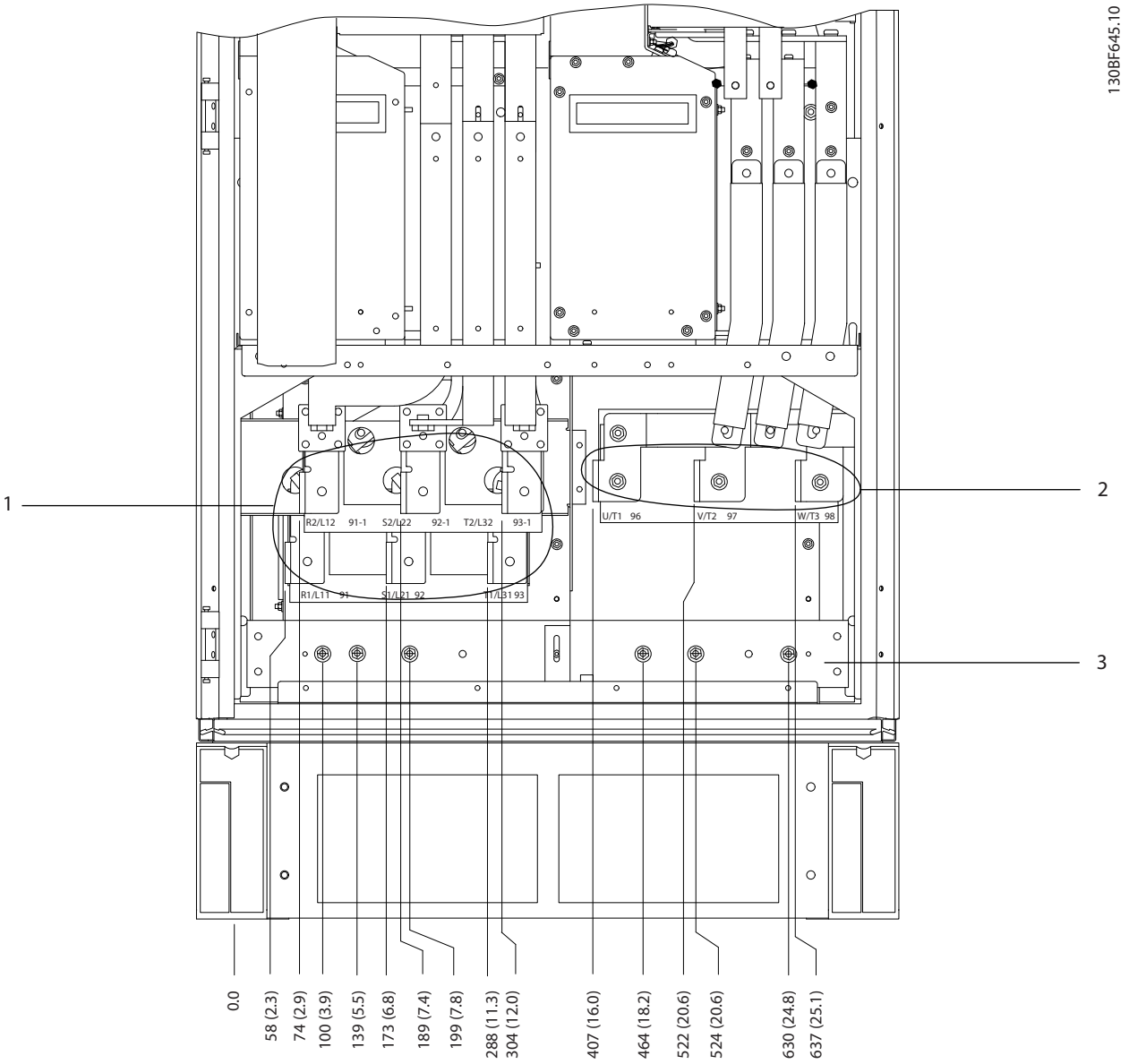


1	주전원 단자	2	접지 바

그림 8.63 F9 옵션 캐비닛의 단자 치수, 측면 보기

8

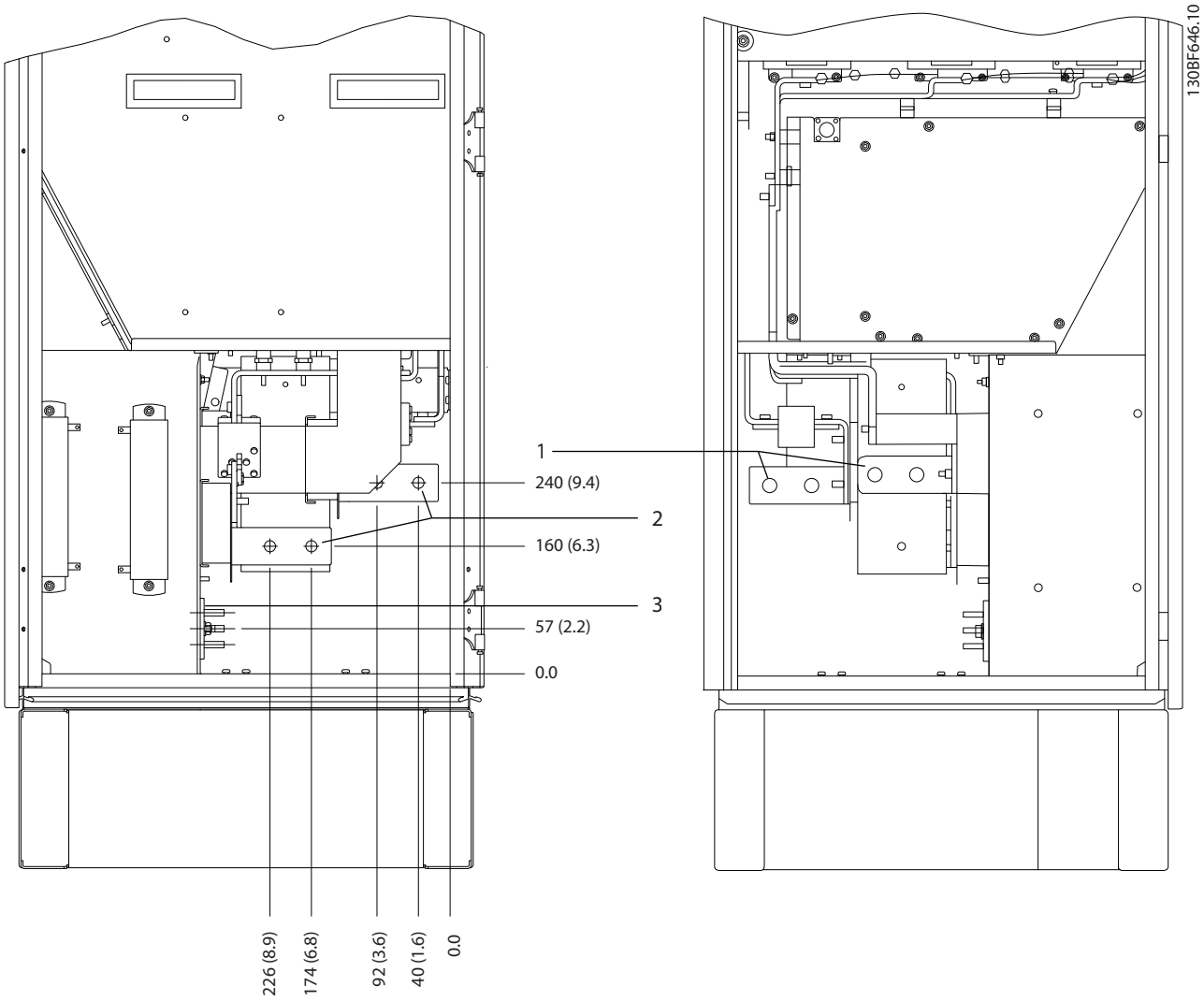
Danfoss A/S © 11/2017 All rights reserved.



1	주전원 단자	3	접지 바
2	모터 단자	–	–

그림 8.64 F8–F9 정류기/인버터 캐비닛의 단자 치수, 전면 보기

Danfoss A/S © 11/2017 All rights reserved.



1	주전원 단자	3	접지 바
2	모터 단자	–	–

그림 8.65 F8–F9 정류기/인버터 캐비닛의 단자 치수, 측면 보기

 Danfoss A/S © 11/2017 All rights reserved.

8.9 F10 외부 및 단자 치수

8.9.1 F10 외부 치수

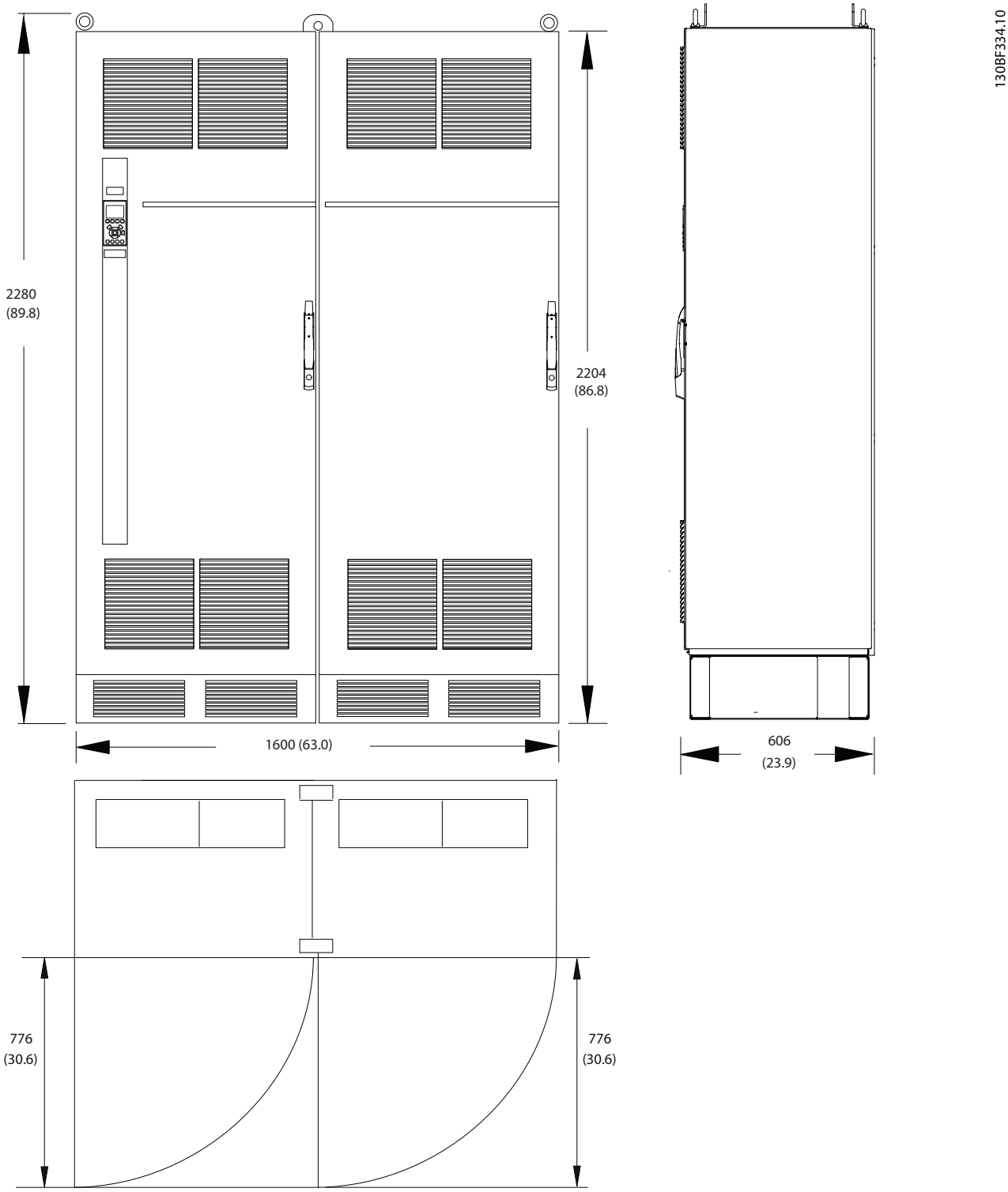
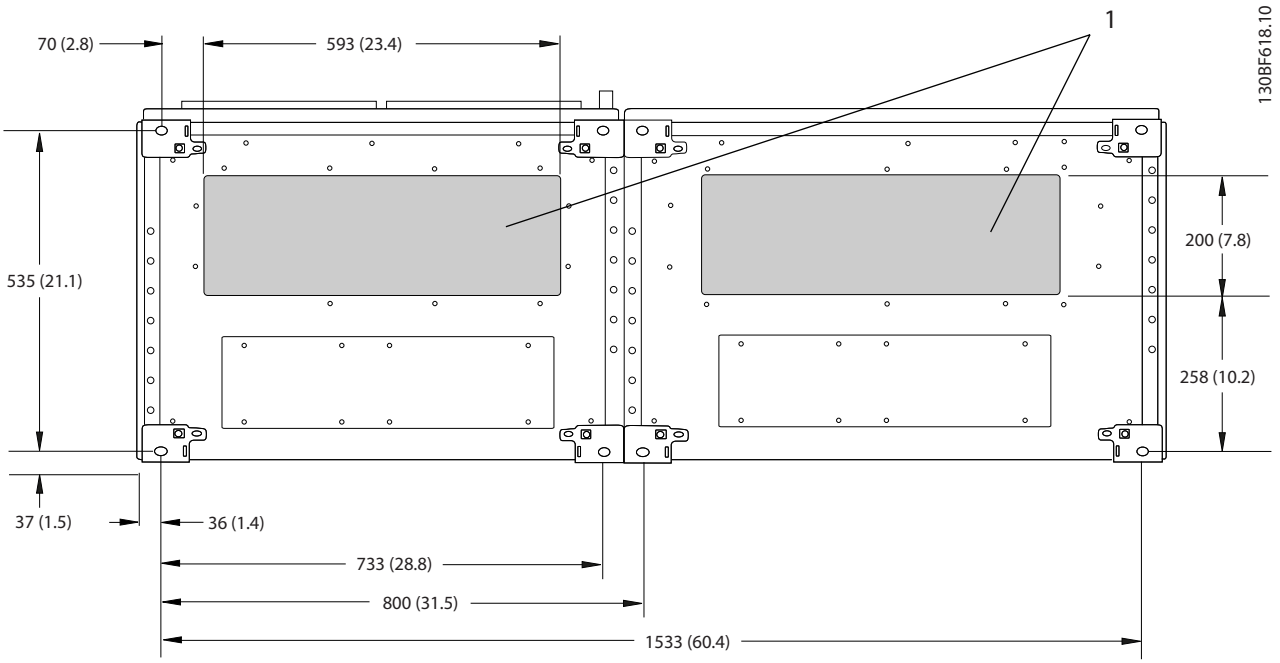


그림 8.66 F10의 전면, 측면 및 도어 여유 공간 치수

Danfoss A/S © 11/2017 All rights reserved.



1	주전원 측	2	모터 측

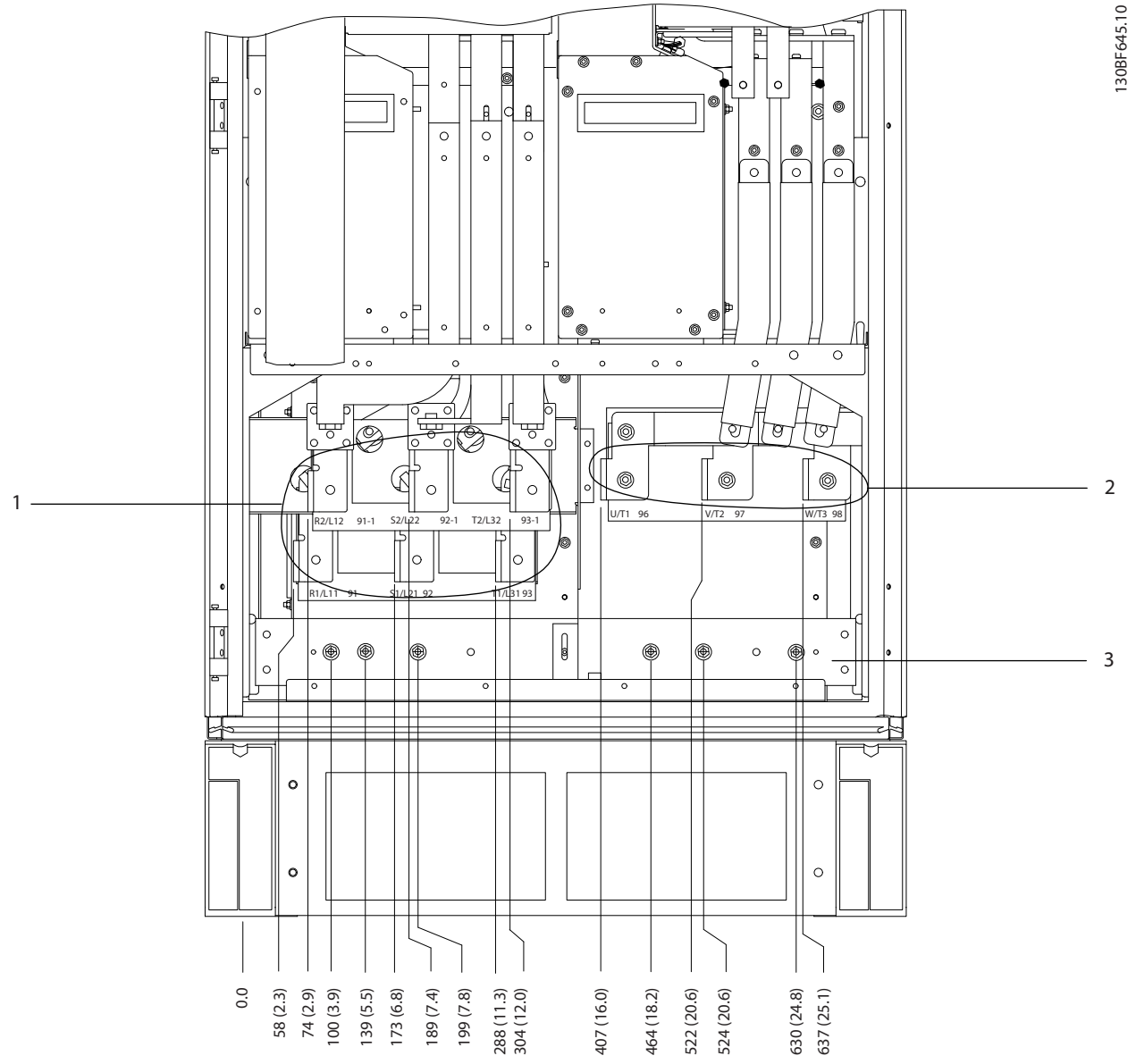
그림 8.67 F10의 글랜드 플레이트 치수

8

Danfoss A/S © 11/2017 All rights reserved.

8.9.2 F10 단자 치수

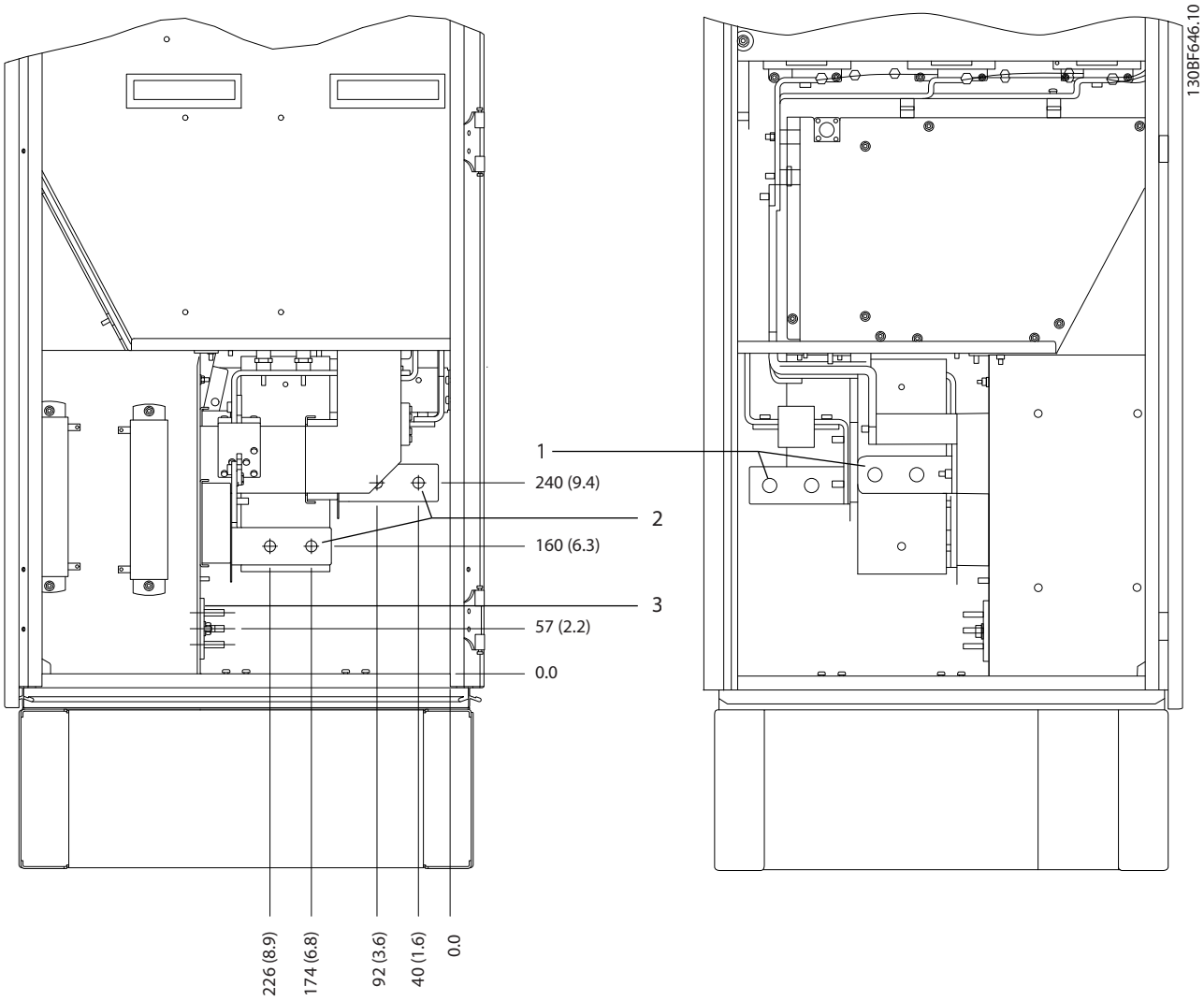
전력 케이블은 무겁고 잘 구부러지지 않습니다. 용이한 케이블 설치를 위해 드라이브의 최적 배치를 고려합니다. 각 단자마다 최대 4개의 케이블(케이블 러그 포함) 또는 표준형 박스 러그를 사용할 수 있습니다. 접지는 드라이브의 해당 종단점에 연결됩니다.



1	주전원 단자	2	접지 바

그림 8.68 F10–F13 정류기 캐비닛의 단자 치수, 전면 보기

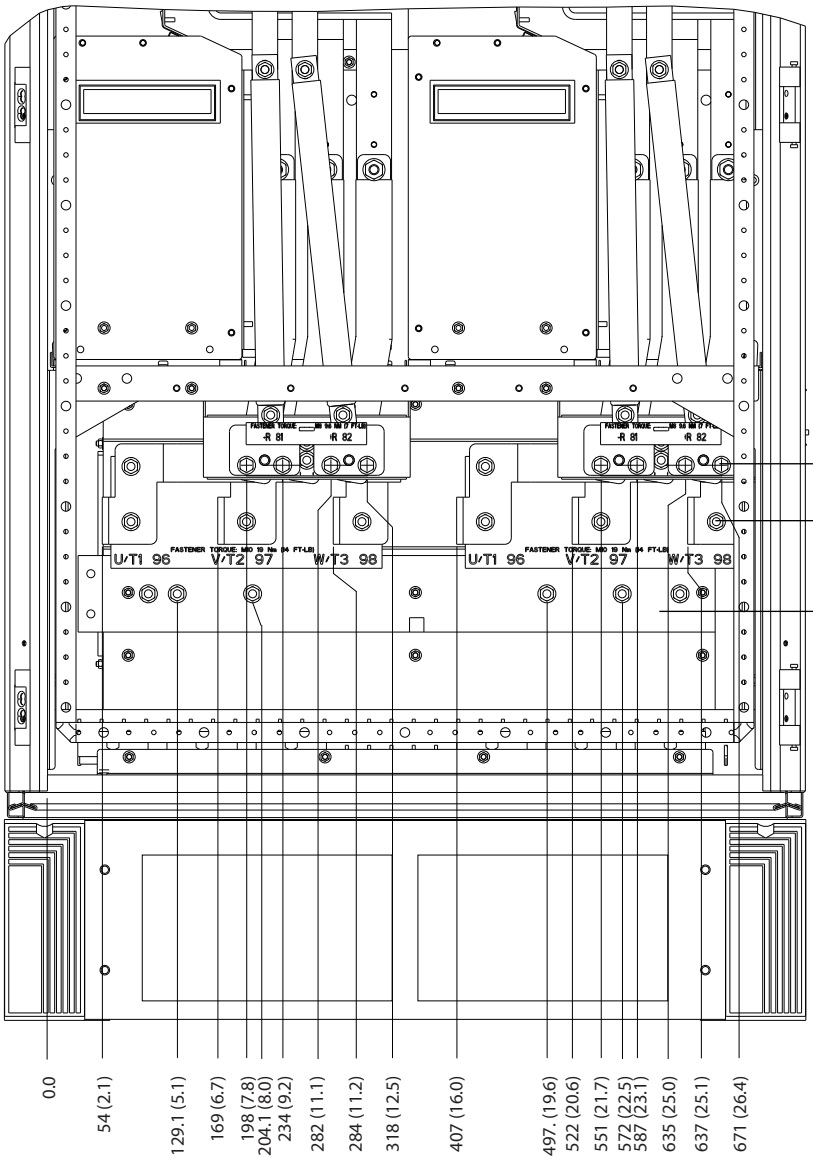
Danfoss A/S © 11/2017 All rights reserved.



1	주전원 단자	2	접지 바

그림 8.69 F10–F13 정류기 캐비닛의 단자 치수, 측면 보기

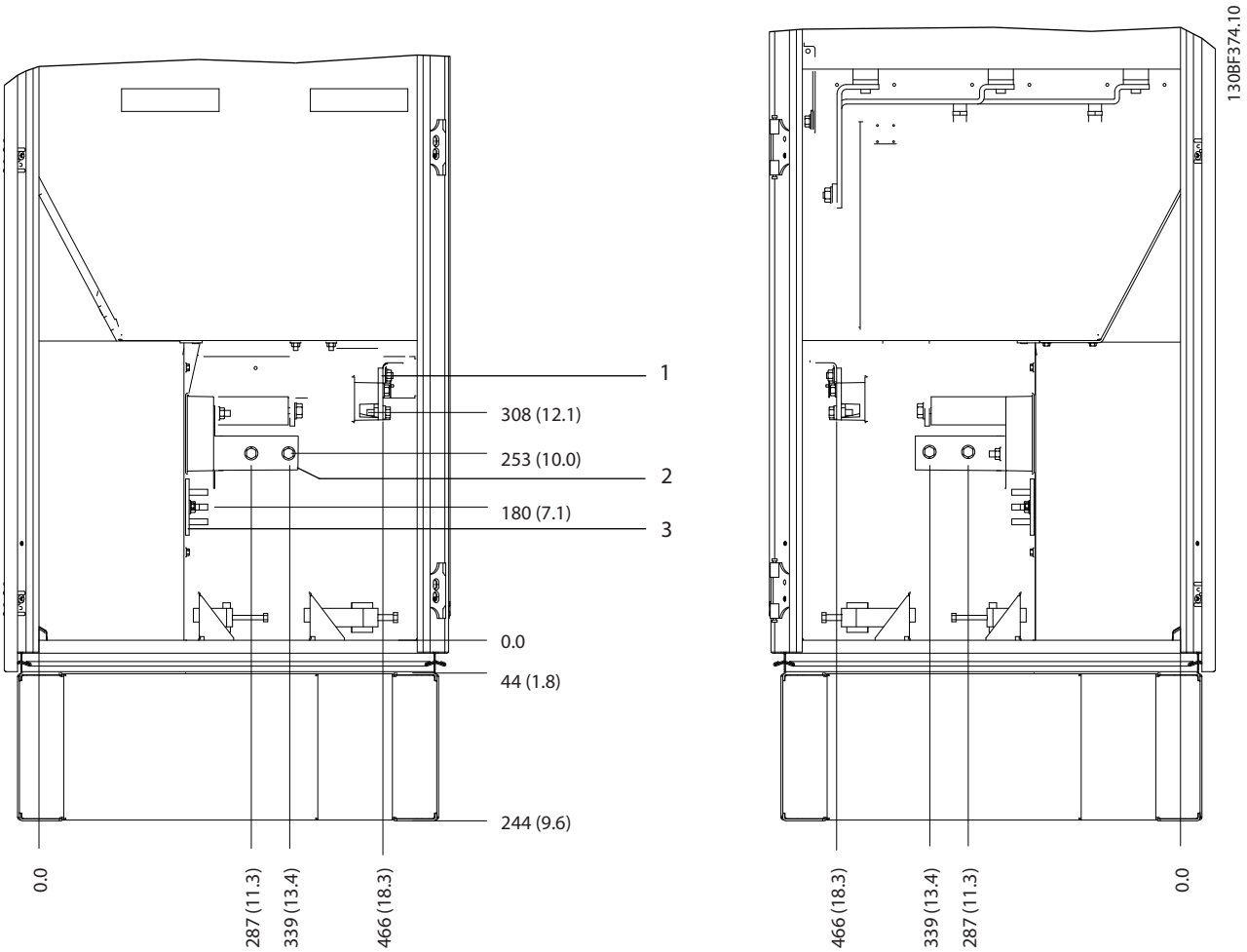
 Danfoss A/S © 11/2017 All rights reserved.



1	제동 단자	3	접지 바
2	모터 단자	–	–

그림 8.70 F10/F11 인버터 캐비닛의 단자 치수, 전면 보기

Danfoss A/S © 11/2017 All rights reserved.



1	제동 단자	3	접지 바
2	모터 단자	–	–

그림 8.71 F10/F11 인버터 캐비닛의 단자 치수, 측면 보기

8.10 F11 외부 및 단자 치수

8.10.1 F11 외부 치수

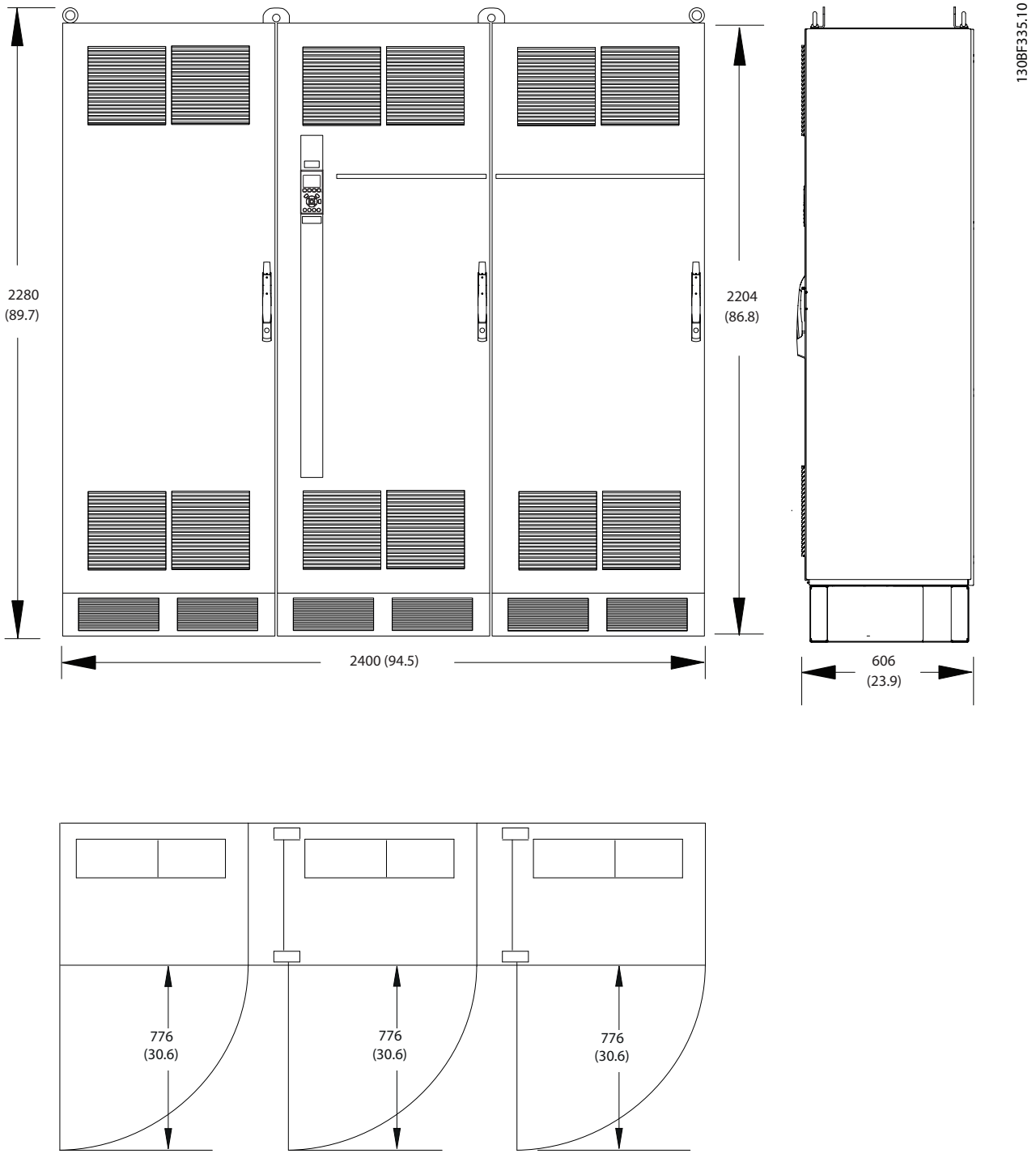
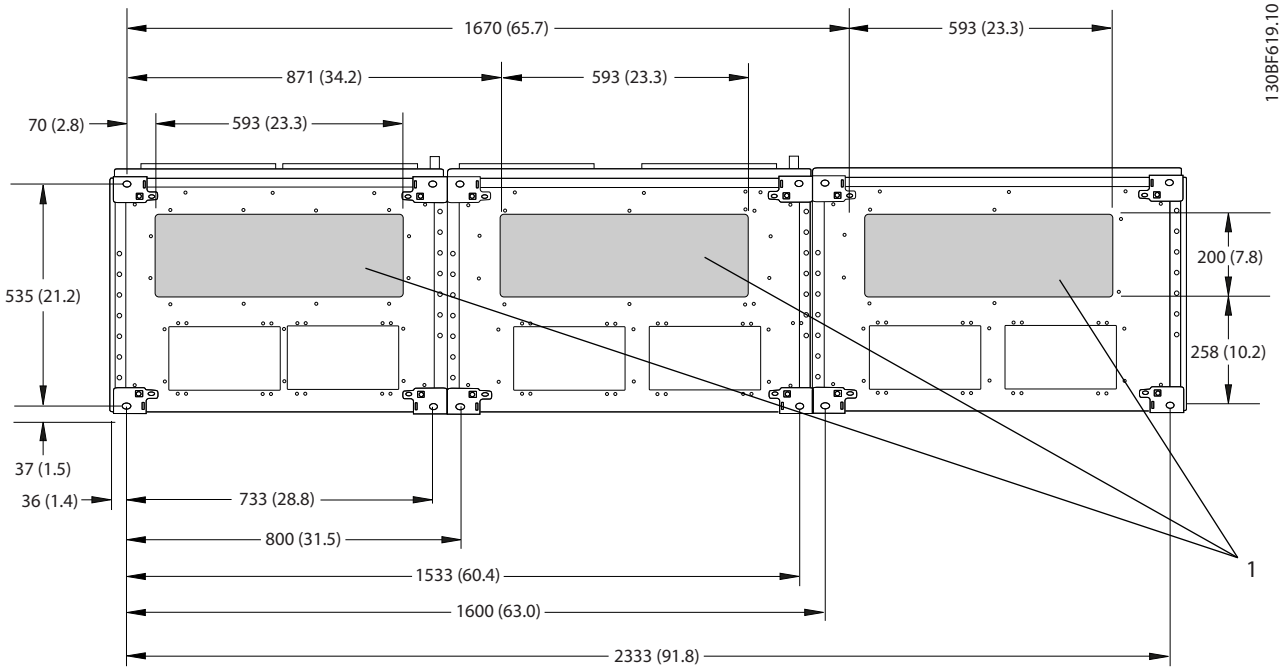


그림 8.72 F11의 전면, 측면 및 도어 여유 공간 치수

Danfoss A/S © 11/2017 All rights reserved.



1	주전원 측	2	모터 측

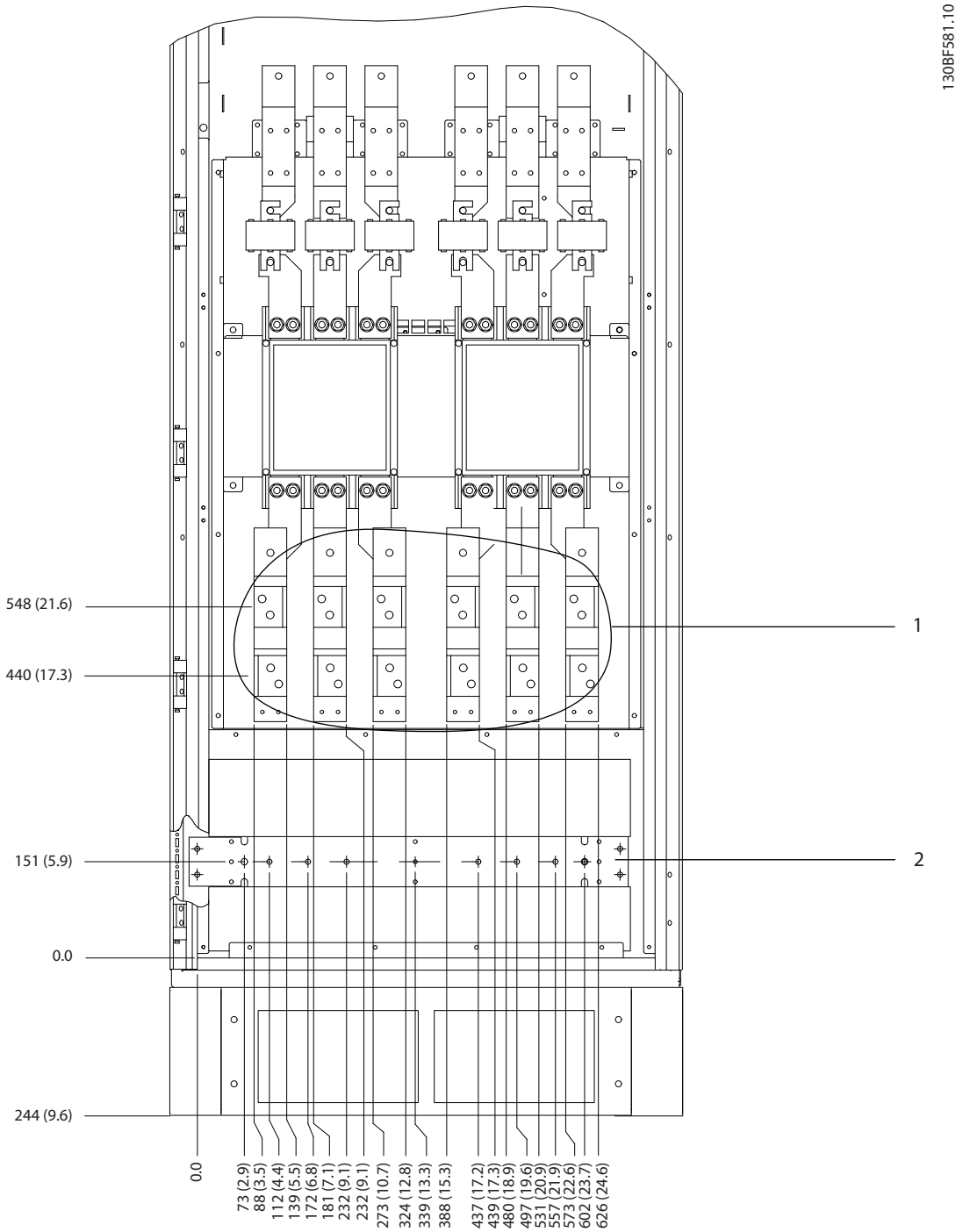
그림 8.73 F11의 글랜드 플레이트 치수

8

Danfoss A/S © 11/2017 All rights reserved.

8.10.2 F11 단자 치수

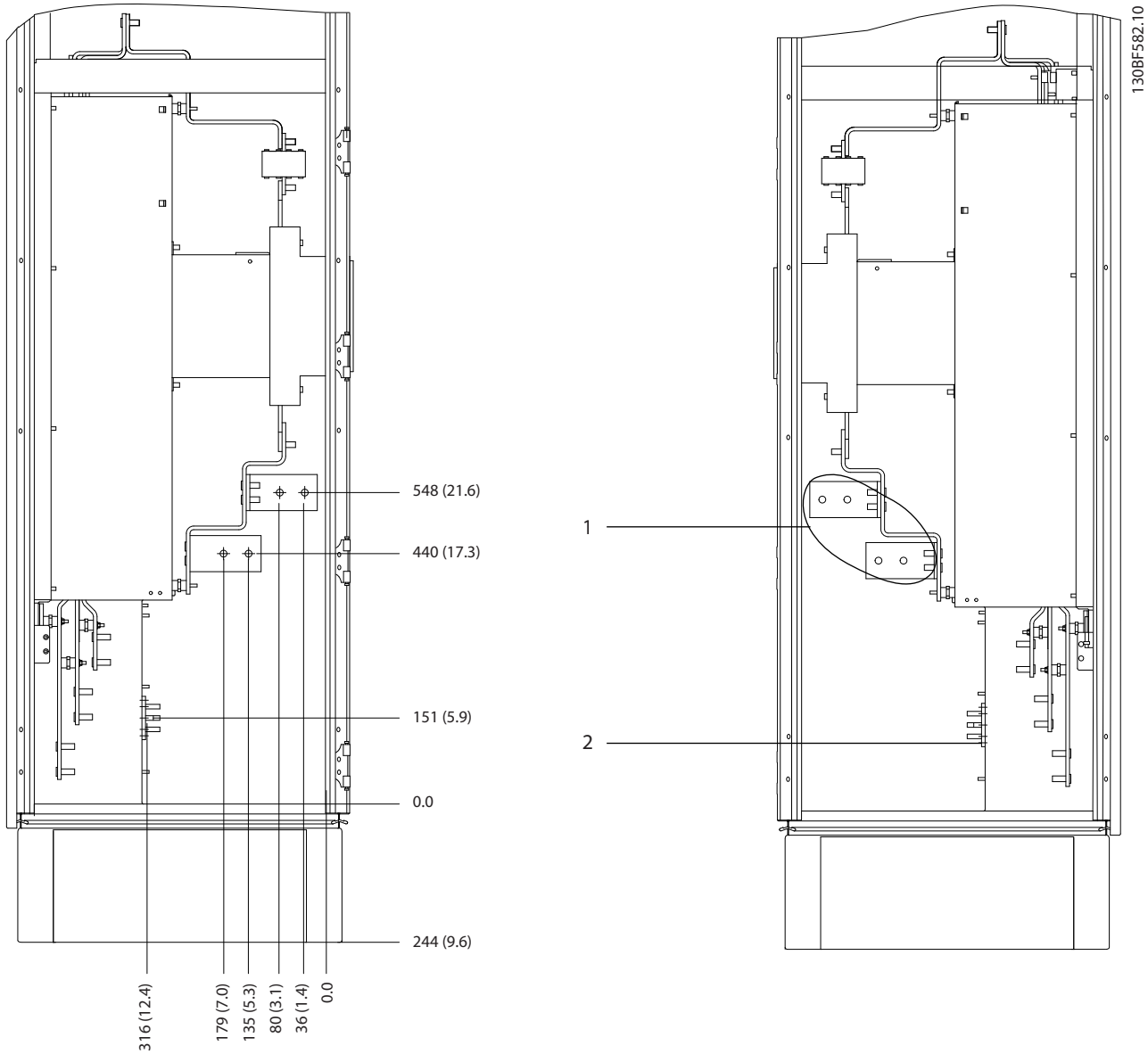
전력 케이블은 무겁고 잘 구부러지지 않습니다. 용이한 케이블 설치를 위해 드라이브의 최적 배치를 고려합니다. 각 단자마다 최대 4개의 케이블(케이블 러그 포함) 또는 표준형 박스 러그를 사용할 수 있습니다. 접지는 드라이브의 해당 종단점에 연결됩니다.



1	주전원 단자	2	접지 바

그림 8.74 F11/F13 옵션 캐비닛의 단자 치수, 전면 보기

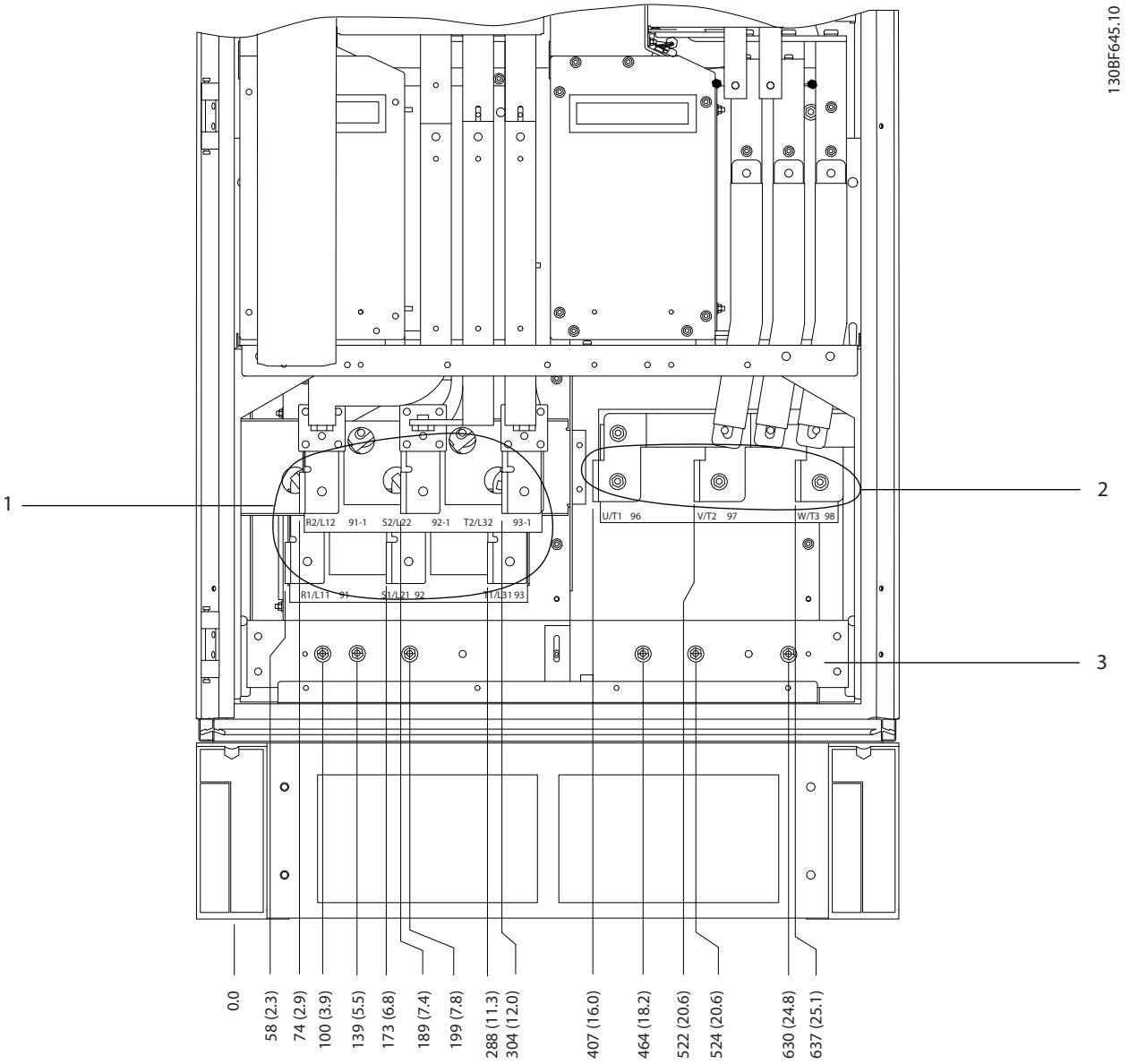
Danfoss A/S © 11/2017 All rights reserved.



1	주전원 단자	2	접지 바

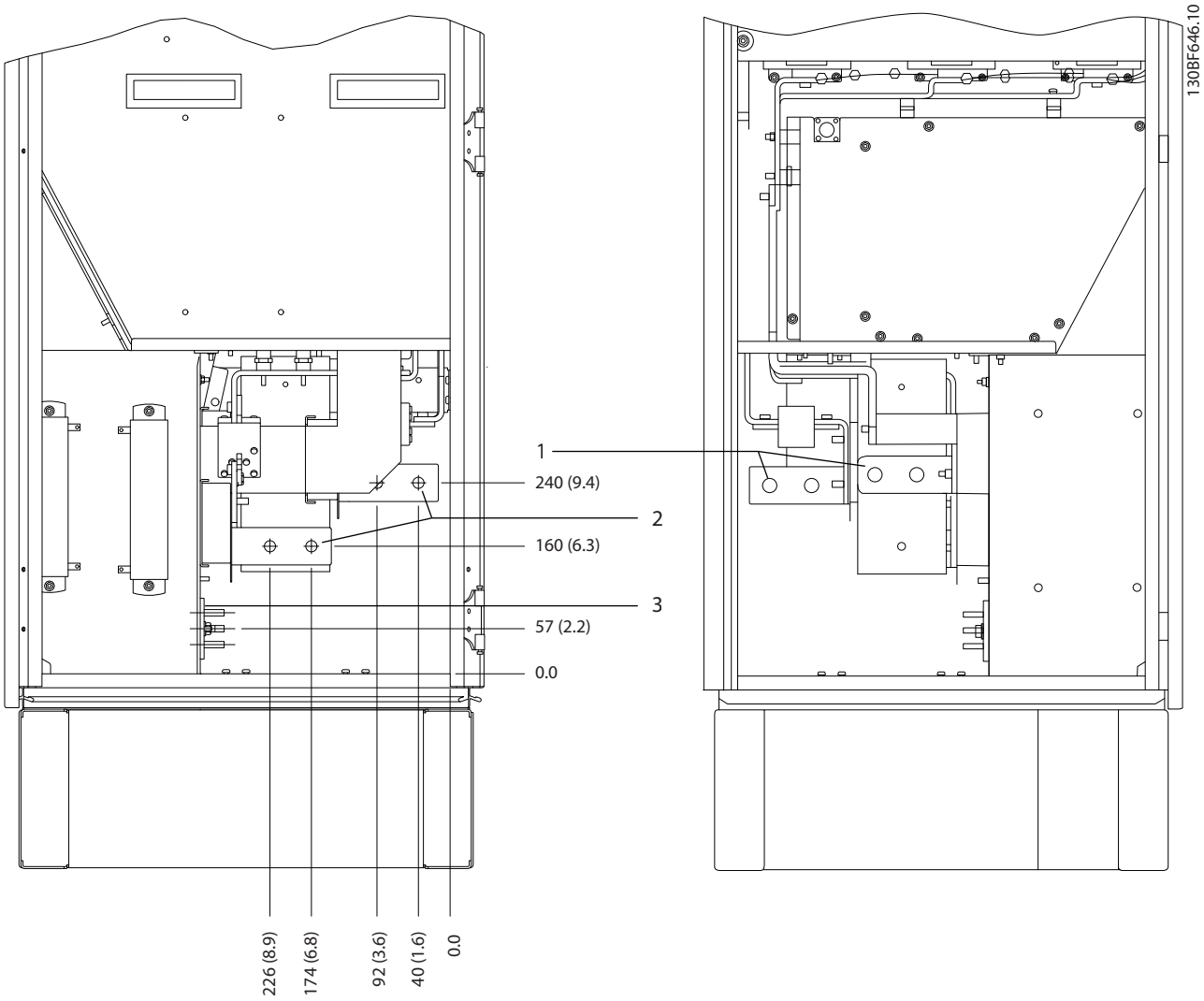
그림 8.75 F11/F13 옵션 캐비닛의 단자 치수, 측면 보기

 Danfoss A/S © 11/2017 All rights reserved.



1	주전원 단자	2	접지 바

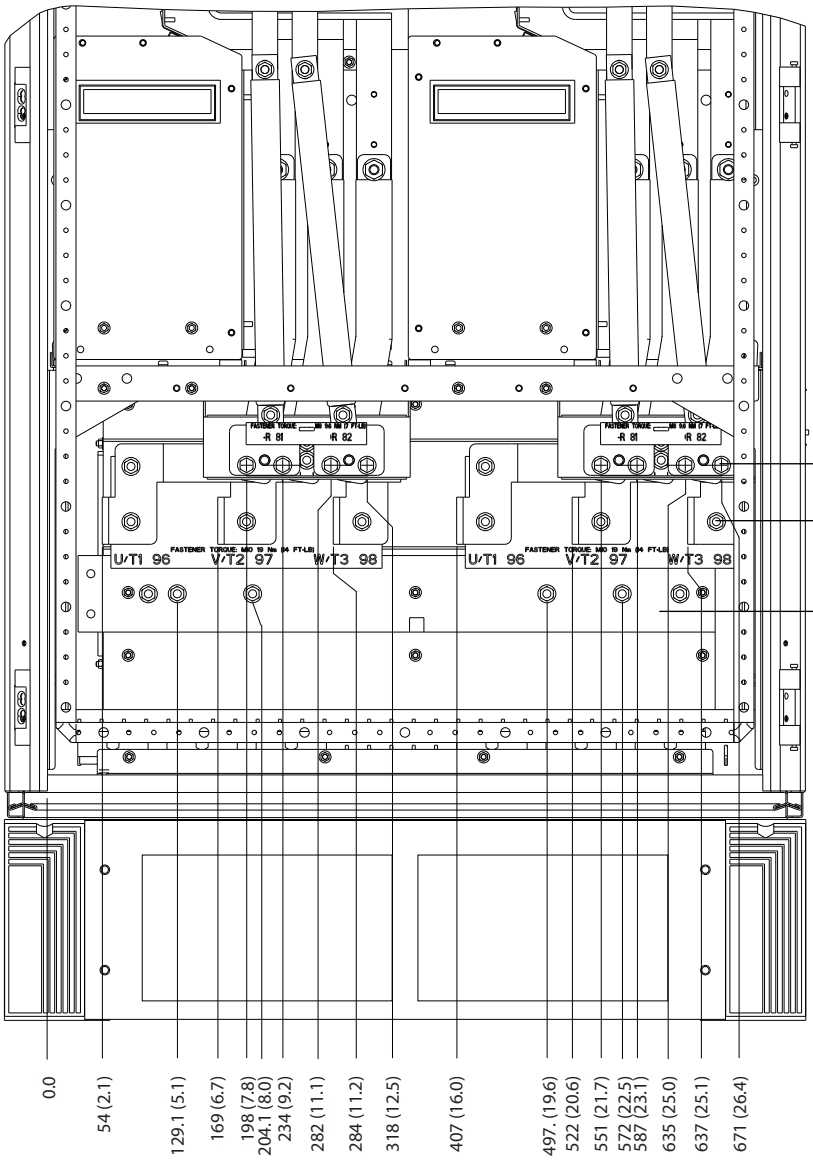
그림 8.76 F10–F13 정류기 캐비닛의 단자 치수, 전면 보기



1	주전원 단자	2	접지 바

그림 8.77 F10–F13 정류기 캐비닛의 단자 치수, 측면 보기

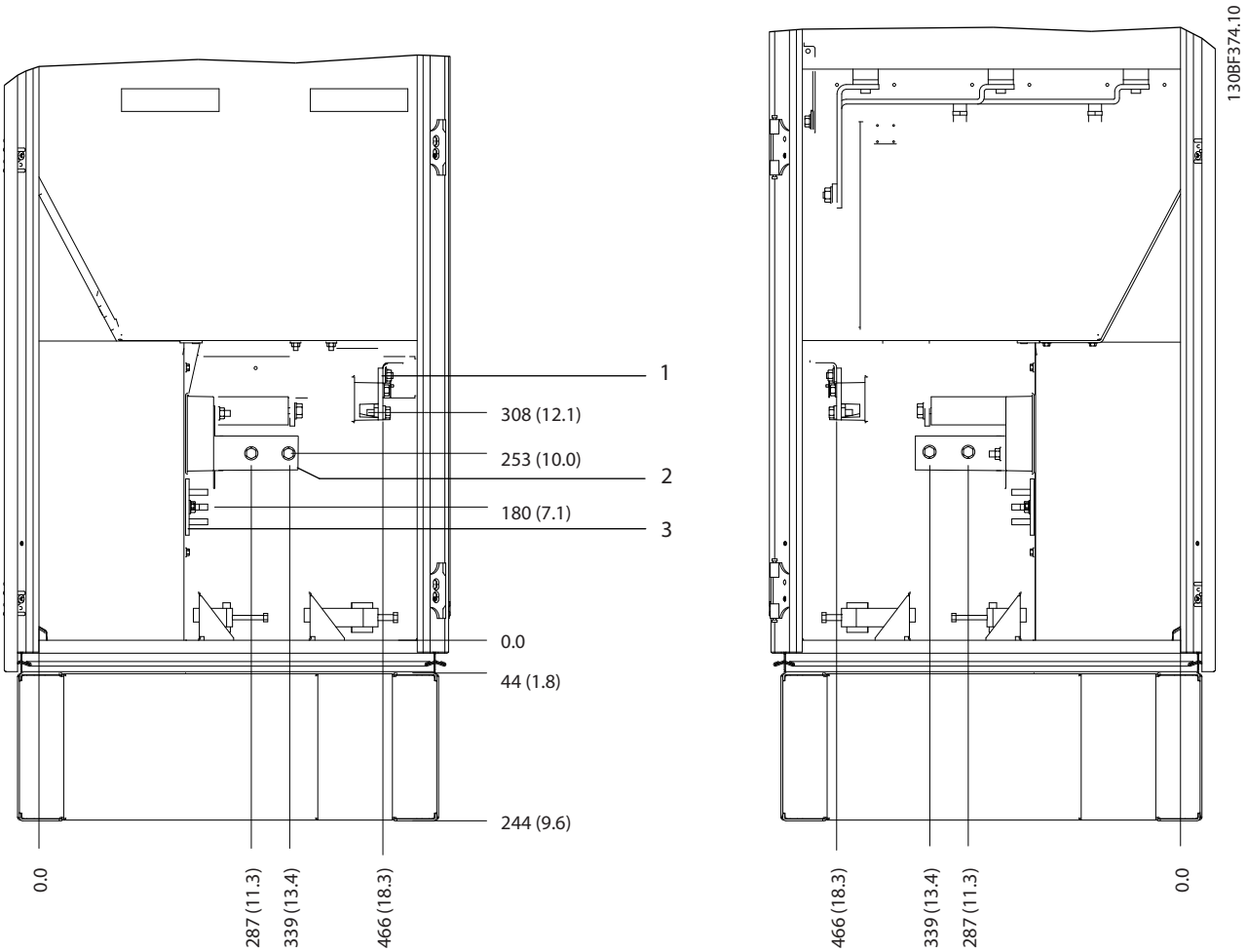
 Danfoss A/S © 11/2017 All rights reserved.



1	제동 단자	3	접지 바
2	모터 단자	–	–

그림 8.78 F10/F11 인버터 캐비닛의 단자 치수, 전면 보기

Danfoss A/S © 11/2017 All rights reserved.



1	제동 단자	3	접지 바
2	모터 단자	–	–

그림 8.79 F10/F11 인버터 캐비닛의 단자 치수, 측면 보기

 Danfoss A/S © 11/2017 All rights reserved.

8.11 F12 외부 및 단자 치수

8.11.1 F12 외부 치수

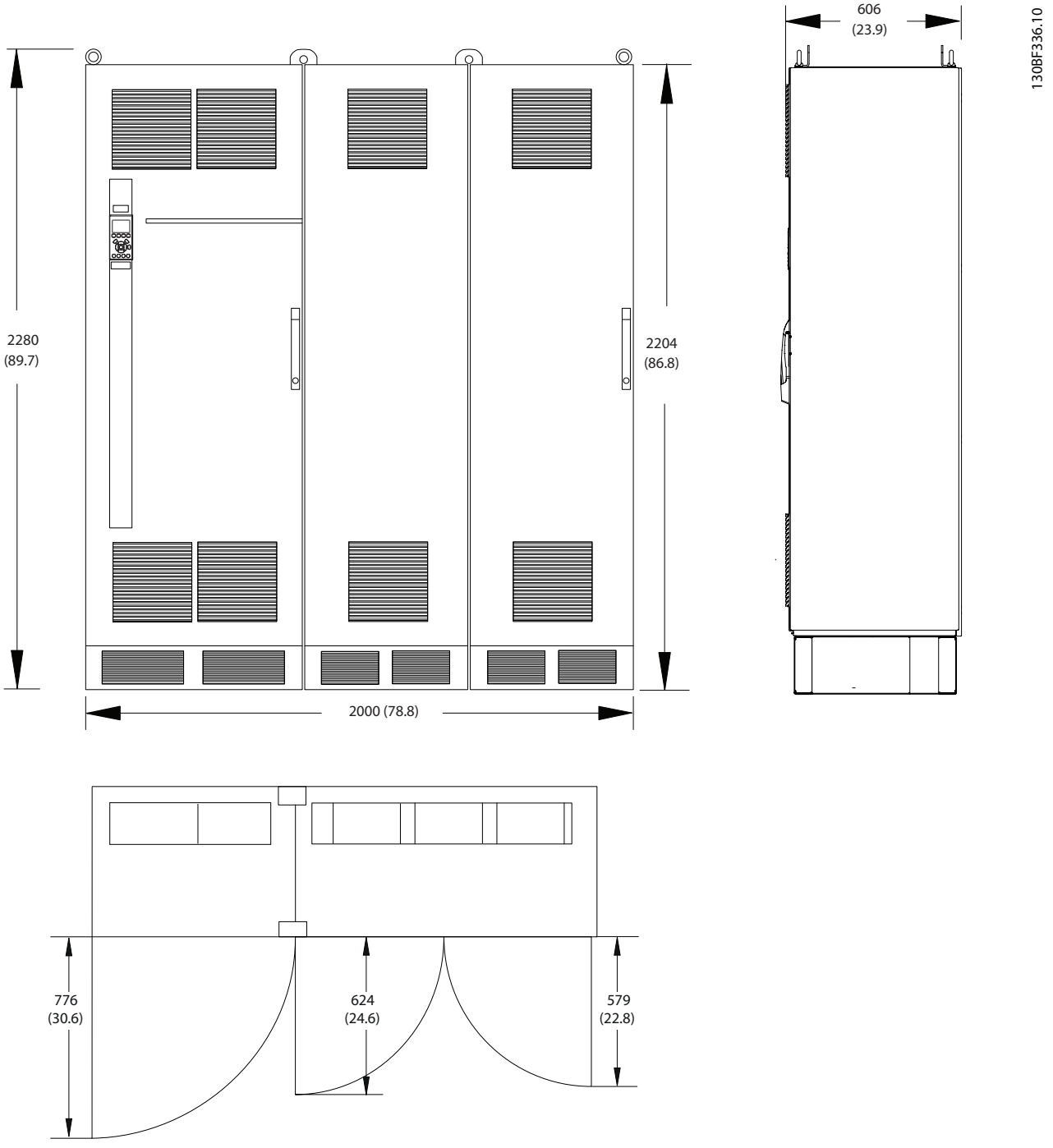
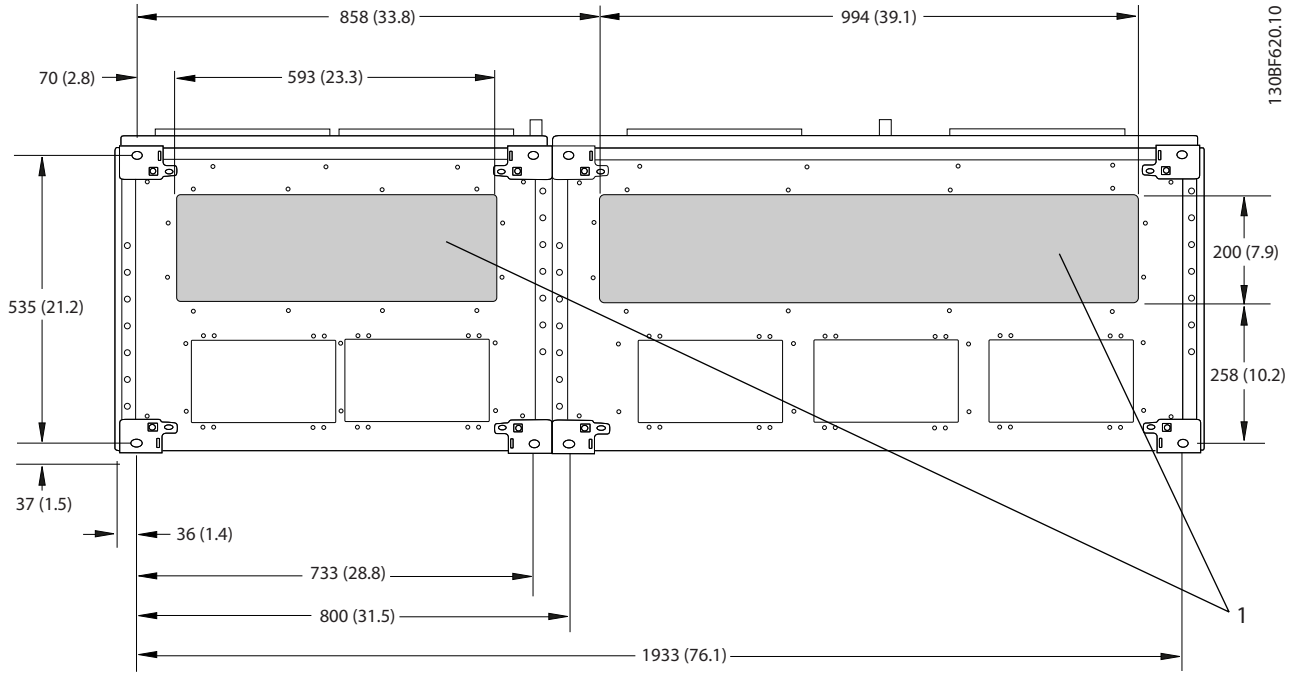


그림 8.80 F12의 전면, 측면 및 도어 여유 공간 치수

Danfoss A/S © 11/2017 All rights reserved.



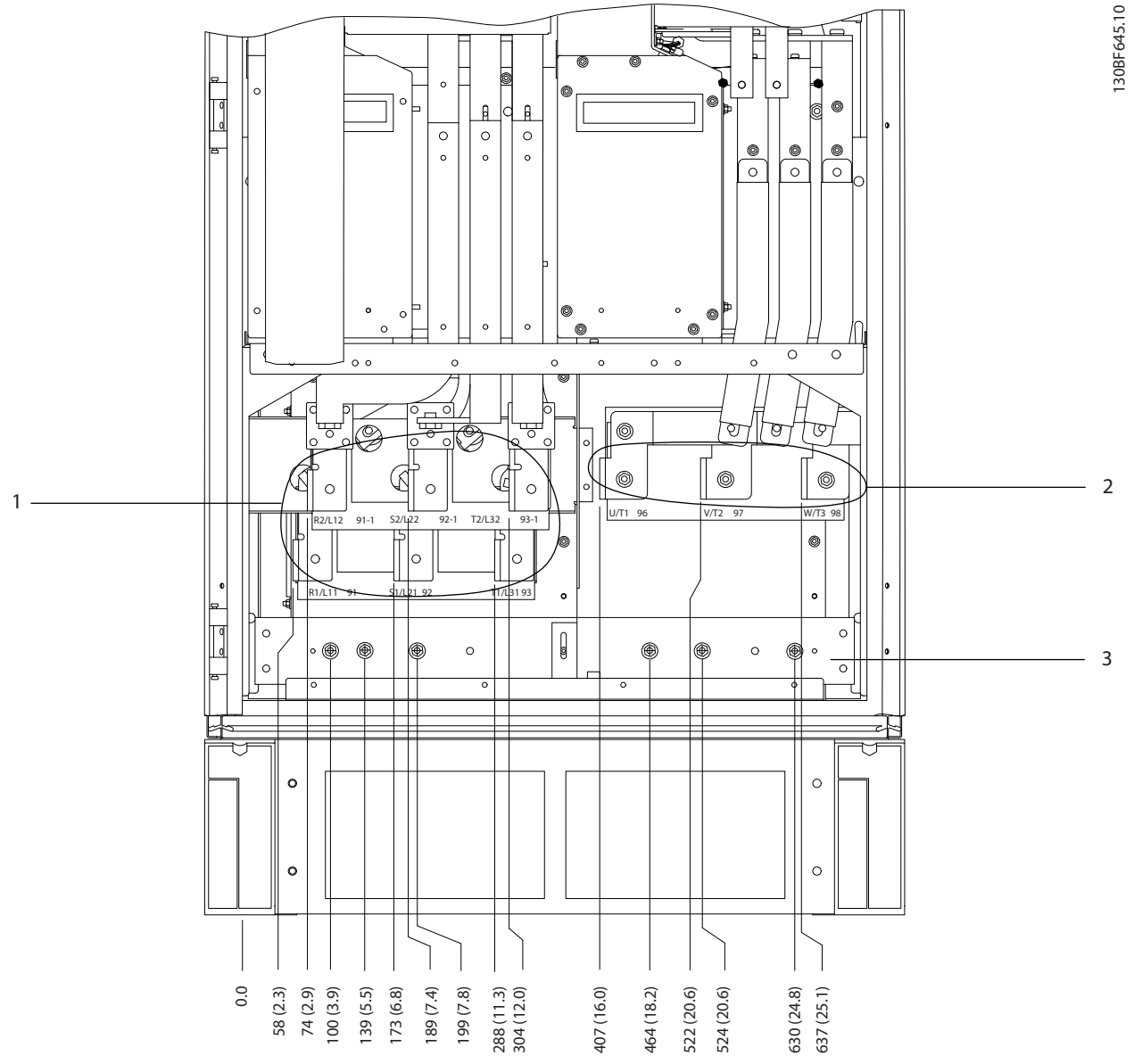
1	주전원 측	2	모터 측

그림 8.81 F12의 글랜드 플레이트 치수

8

8.11.2 F12 단자 치수

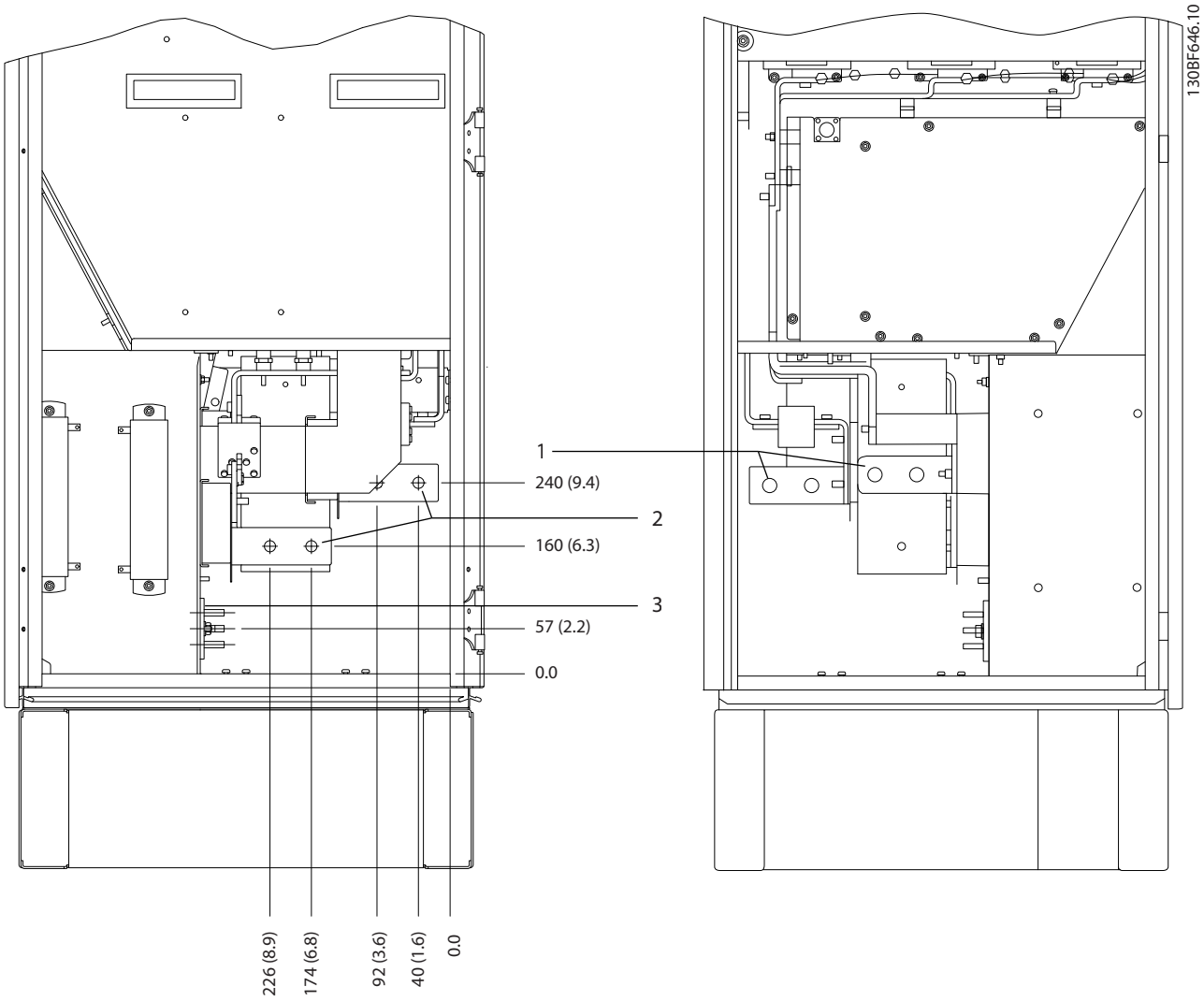
전력 케이블은 무겁고 잘 구부러지지 않습니다. 용이한 케이블 설치를 위해 드라이브의 최적 배치를 고려합니다. 각 단자마다 최대 4개의 케이블(케이블 러그 포함) 또는 표준형 박스 러그를 사용할 수 있습니다. 접지는 드라이브의 해당 종단점에 연결됩니다.



1	주전원 단자	2	접지 바

그림 8.82 F10–F13 정류기 캐비닛의 단자 치수, 전면 보기

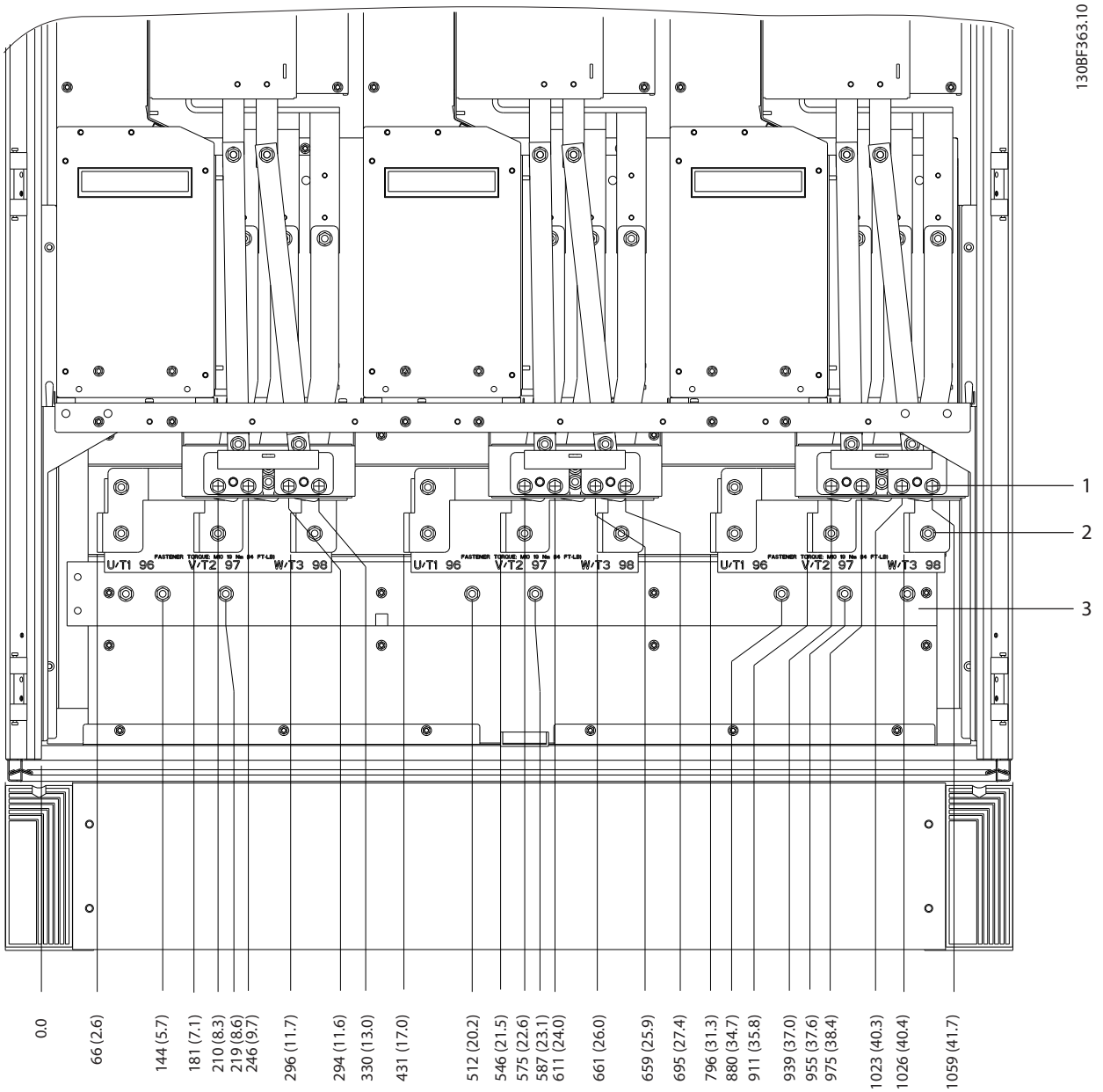
Danfoss A/S © 11/2017 All rights reserved.



1	주전원 단자	2	접지 바

그림 8.83 F10–F13 정류기 캐비닛의 단자 치수, 측면 보기

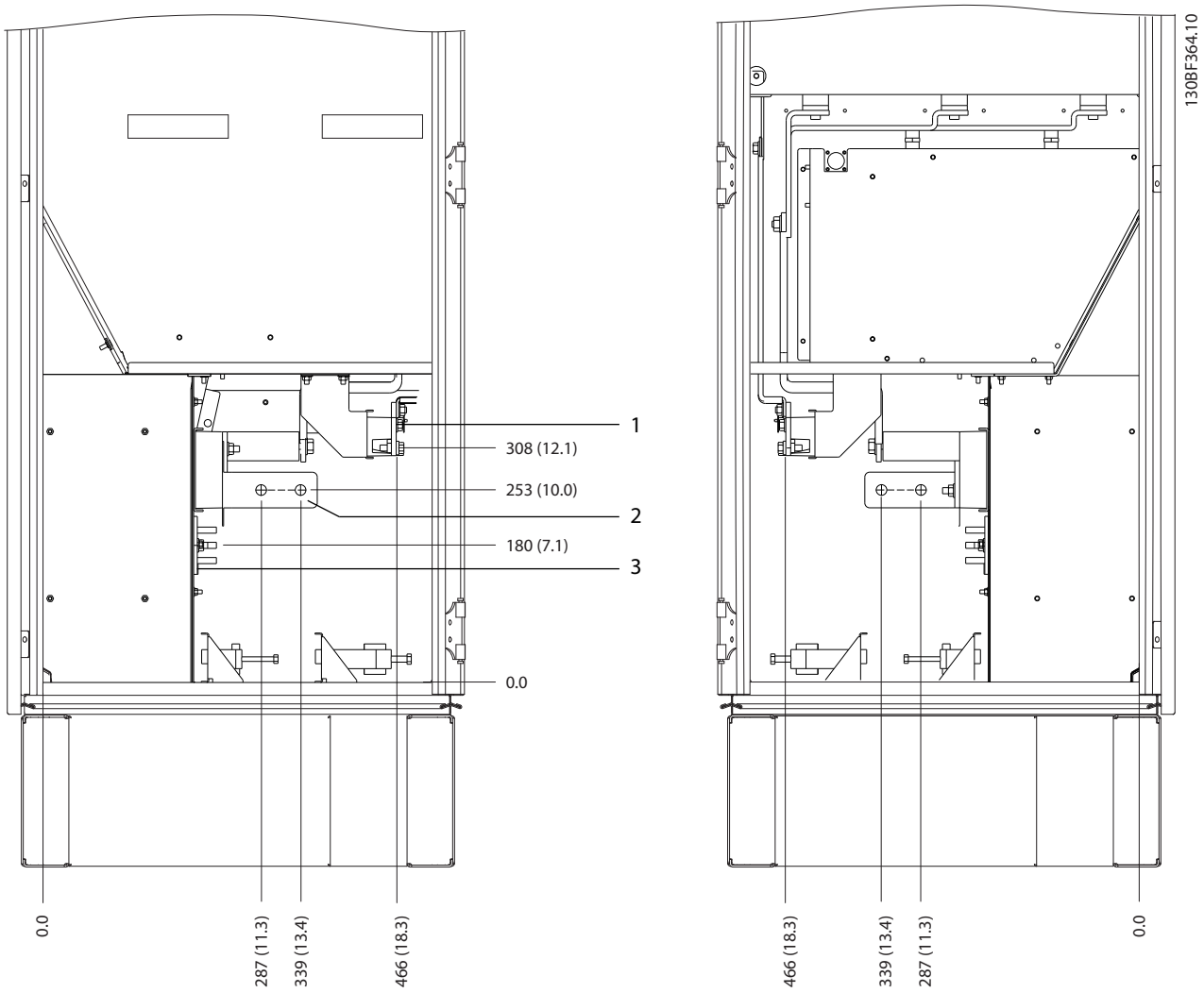
 Danfoss A/S © 11/2017 All rights reserved.



1	제동 단자	3	접지 바
2	모터 단자	–	–

그림 8.84 F12–F13 인버터 캐비닛의 단자 치수, 전면 보기

Danfoss A/S © 11/2017 All rights reserved.



1	제동 단자	3	접지 바
2	모터 단자	–	–

그림 8.85 F12–F13 인버터 캐비닛의 단자 치수, 측면 보기

8.12 F13 외부 및 단자 치수

8.12.1 F13 외부 치수

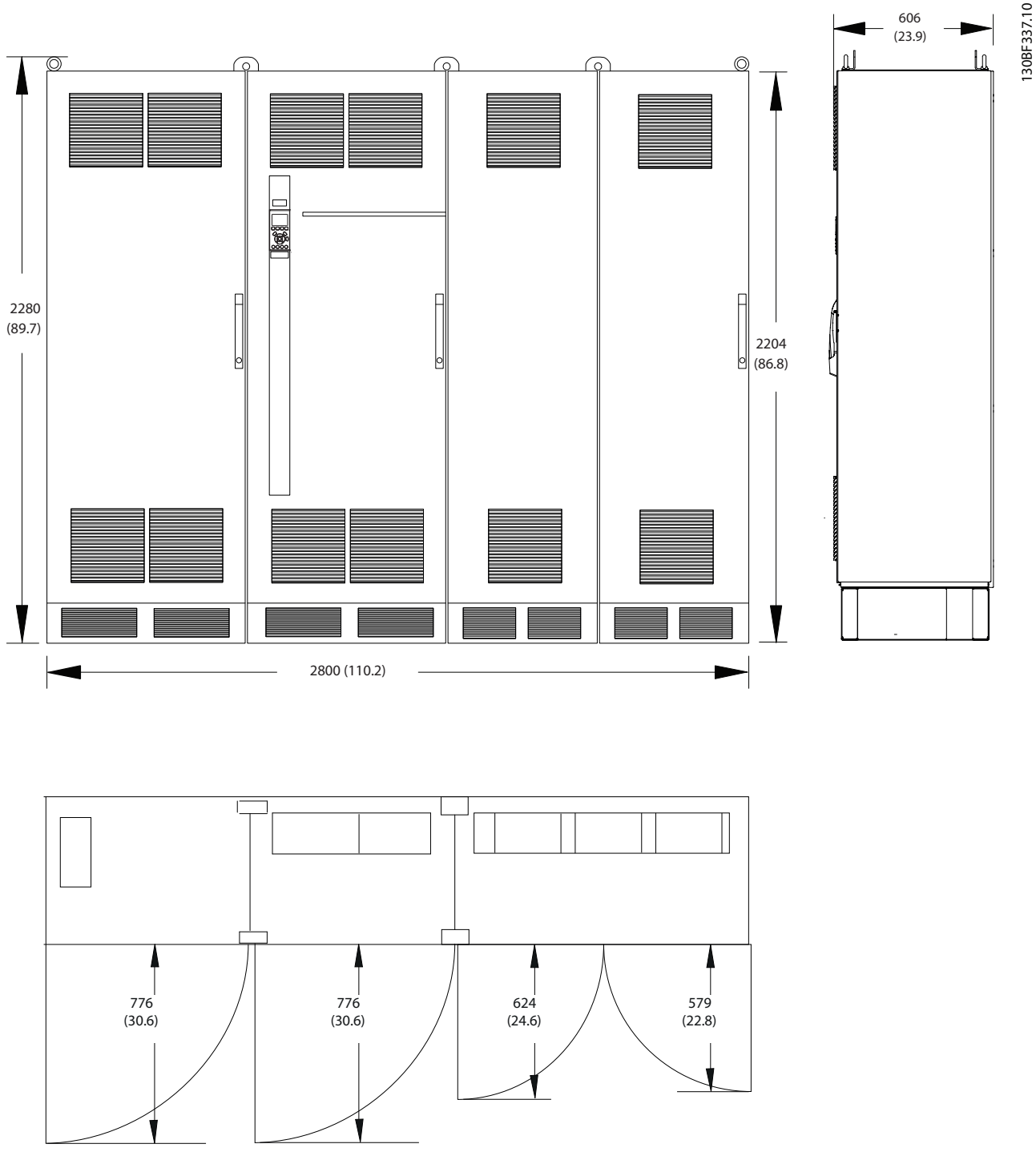
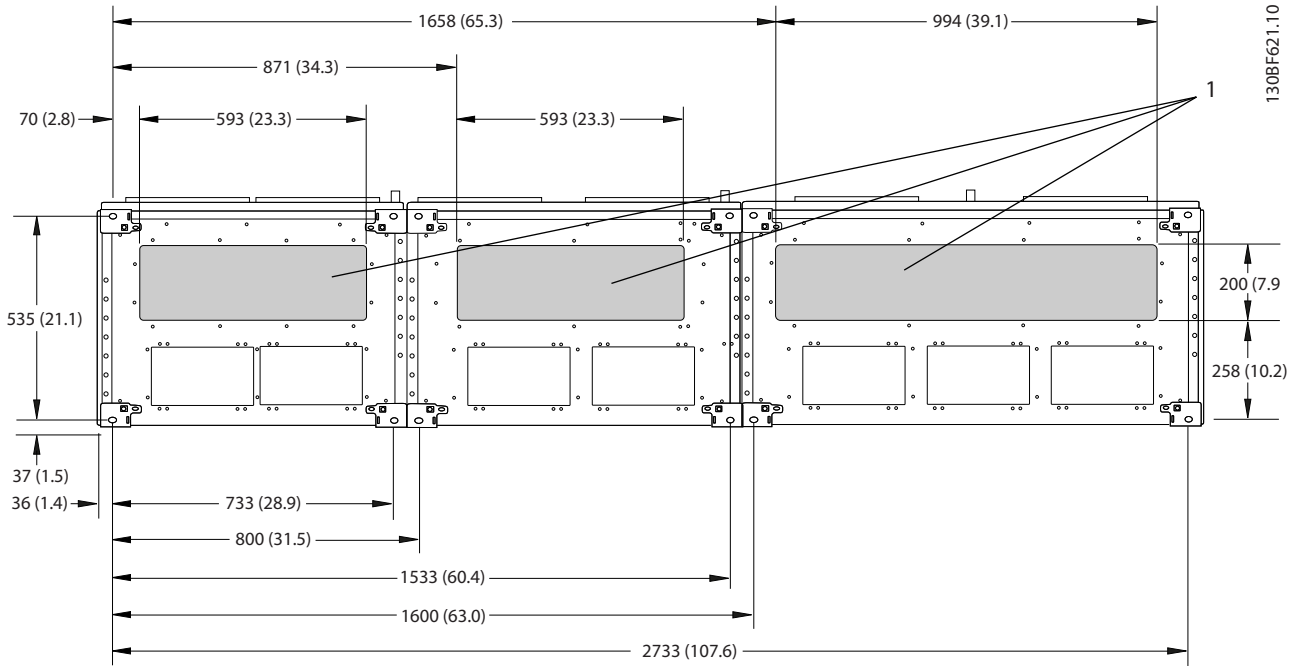


그림 8.86 F13의 전면, 측면 및 도어 여유 공간 치수

Danfoss A/S © 11/2017 All rights reserved.



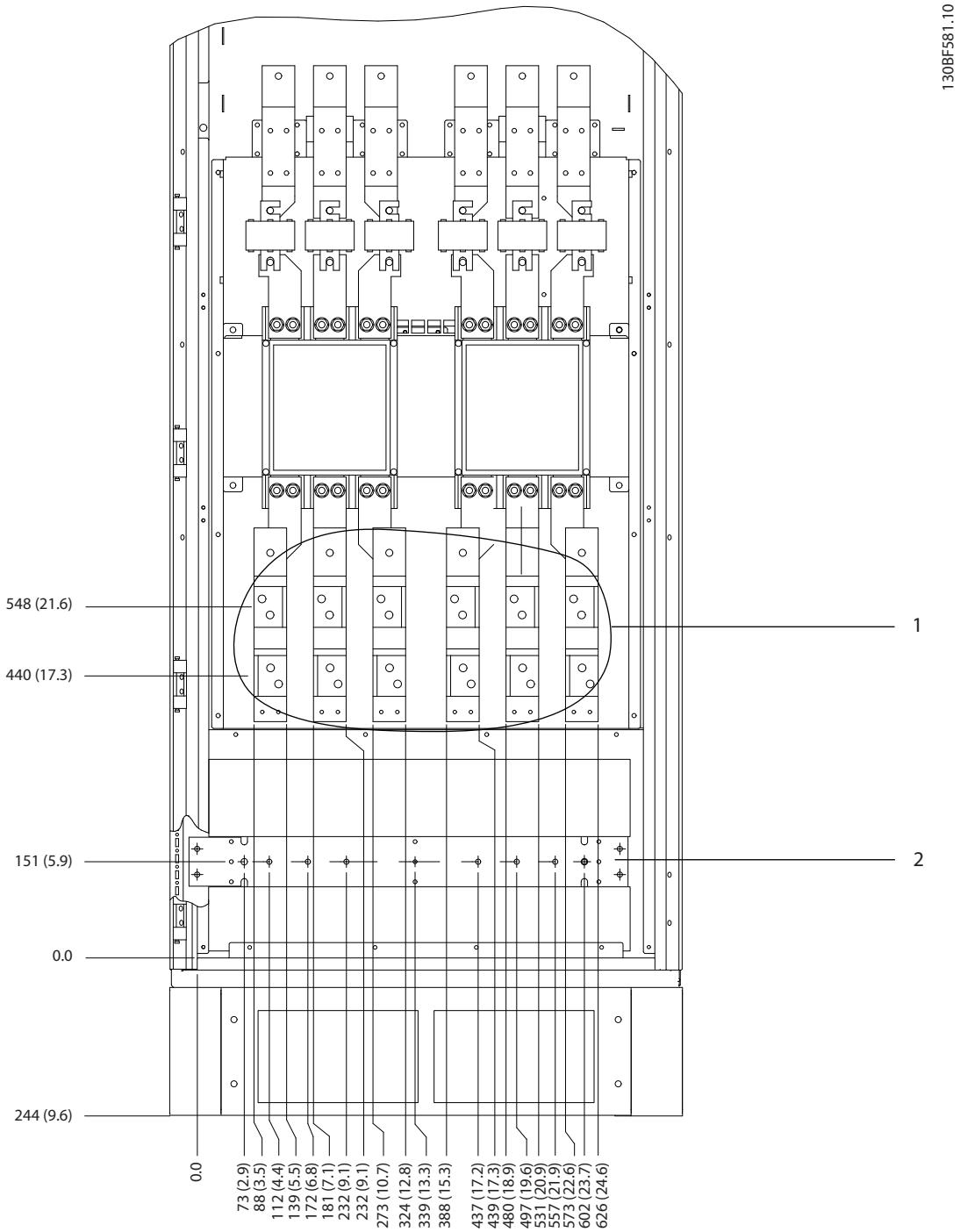
1	주전원 측	2	모터 측

그림 8.87 F13의 글랜드 플레이트 치수

8

8.12.2 F13 단자 치수

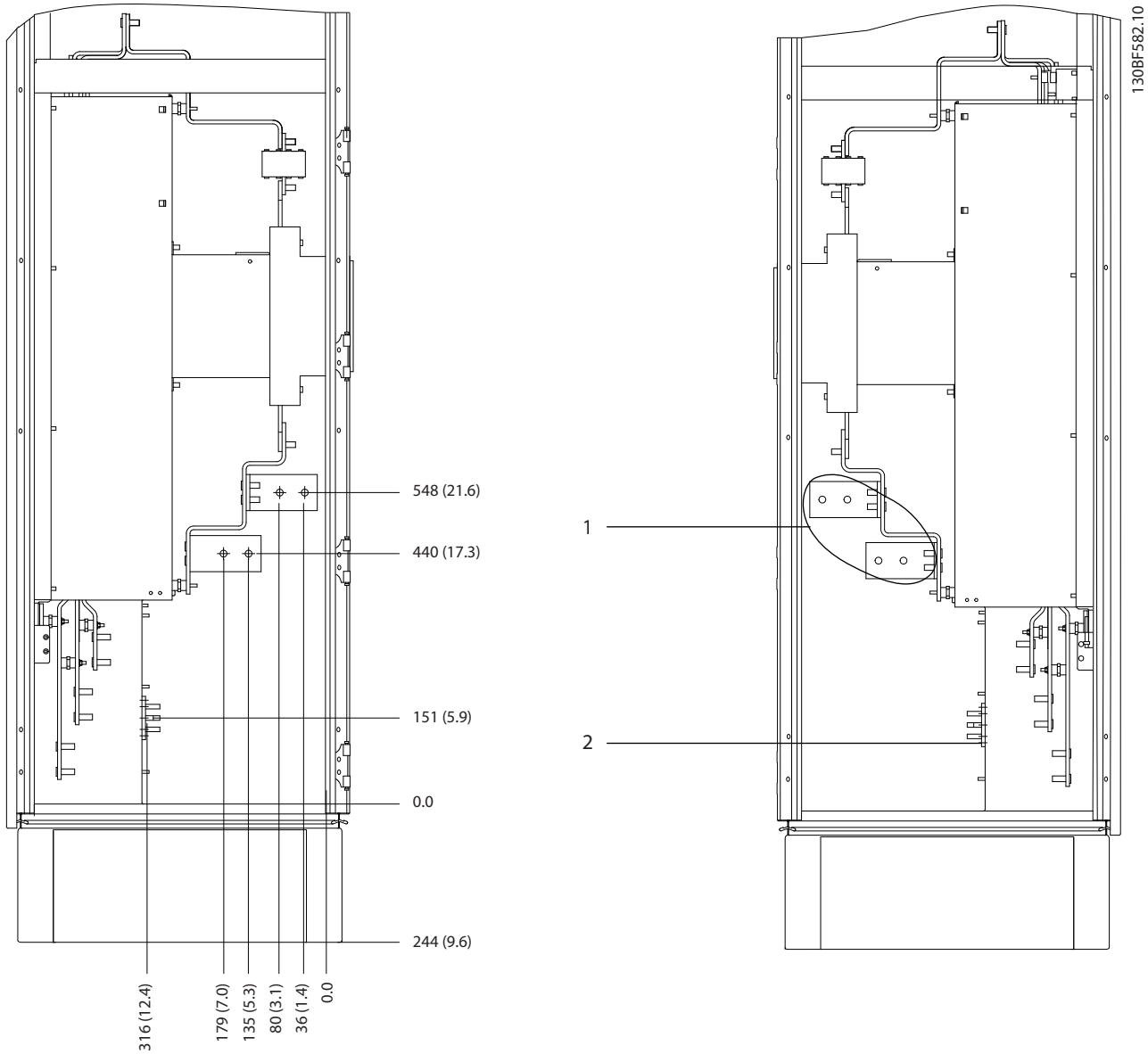
전력 케이블은 무겁고 잘 구부러지지 않습니다. 용이한 케이블 설치를 위해 드라이브의 최적 배치를 고려합니다. 각 단자마다 최대 4개의 케이블(케이블 러그 포함) 또는 표준형 박스 러그를 사용할 수 있습니다. 접지는 드라이브의 해당 종단점에 연결됩니다.



1	주전원 단자	2	접지 바

그림 8.88 F11/F13 옵션 캐비닛의 단자 치수, 전면 보기

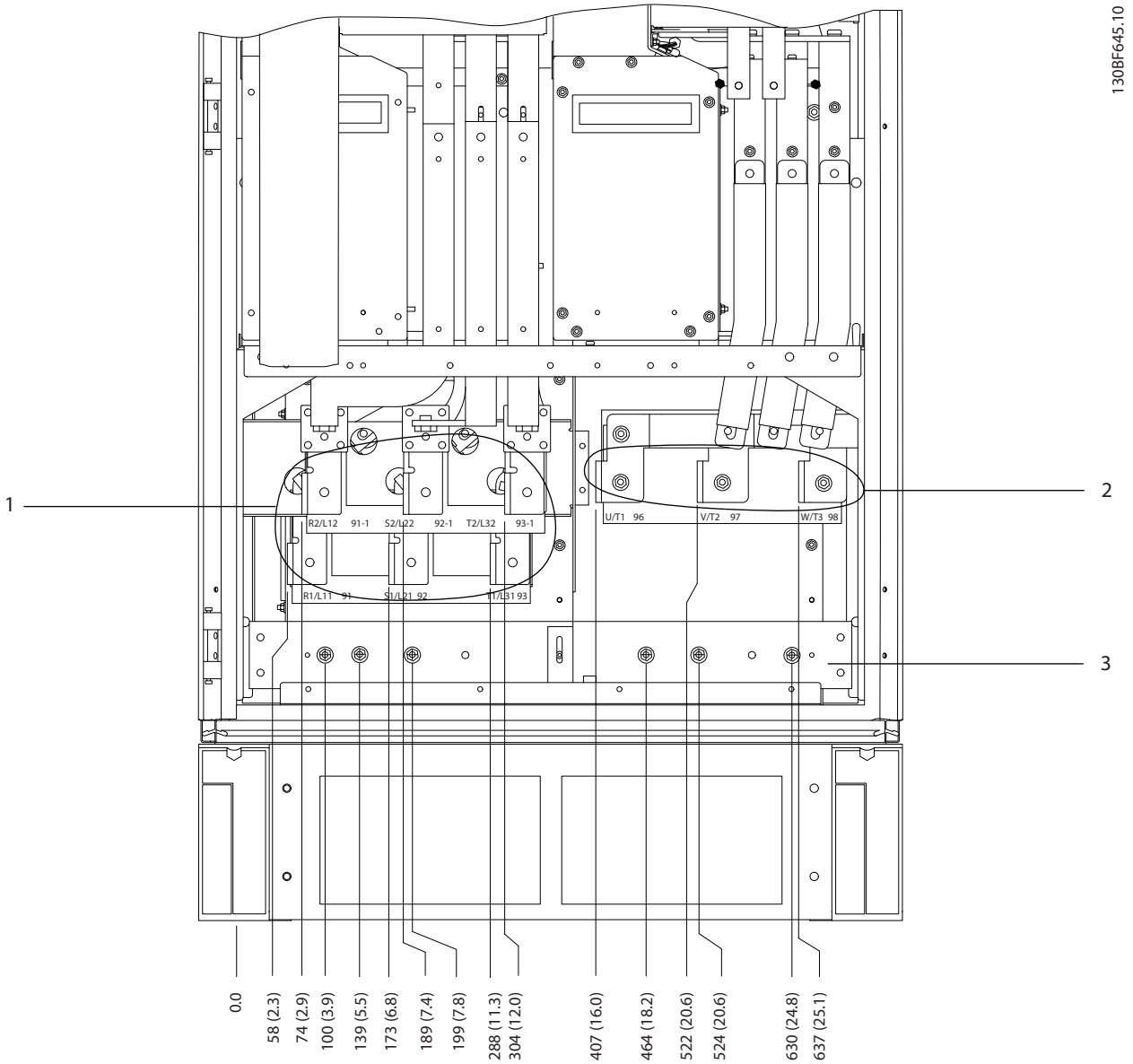
Danfoss A/S © 11/2017 All rights reserved.



1	주전원 단자	2	접지 바

그림 8.89 F11/F13 옵션 캐비닛의 단자 치수, 측면 보기

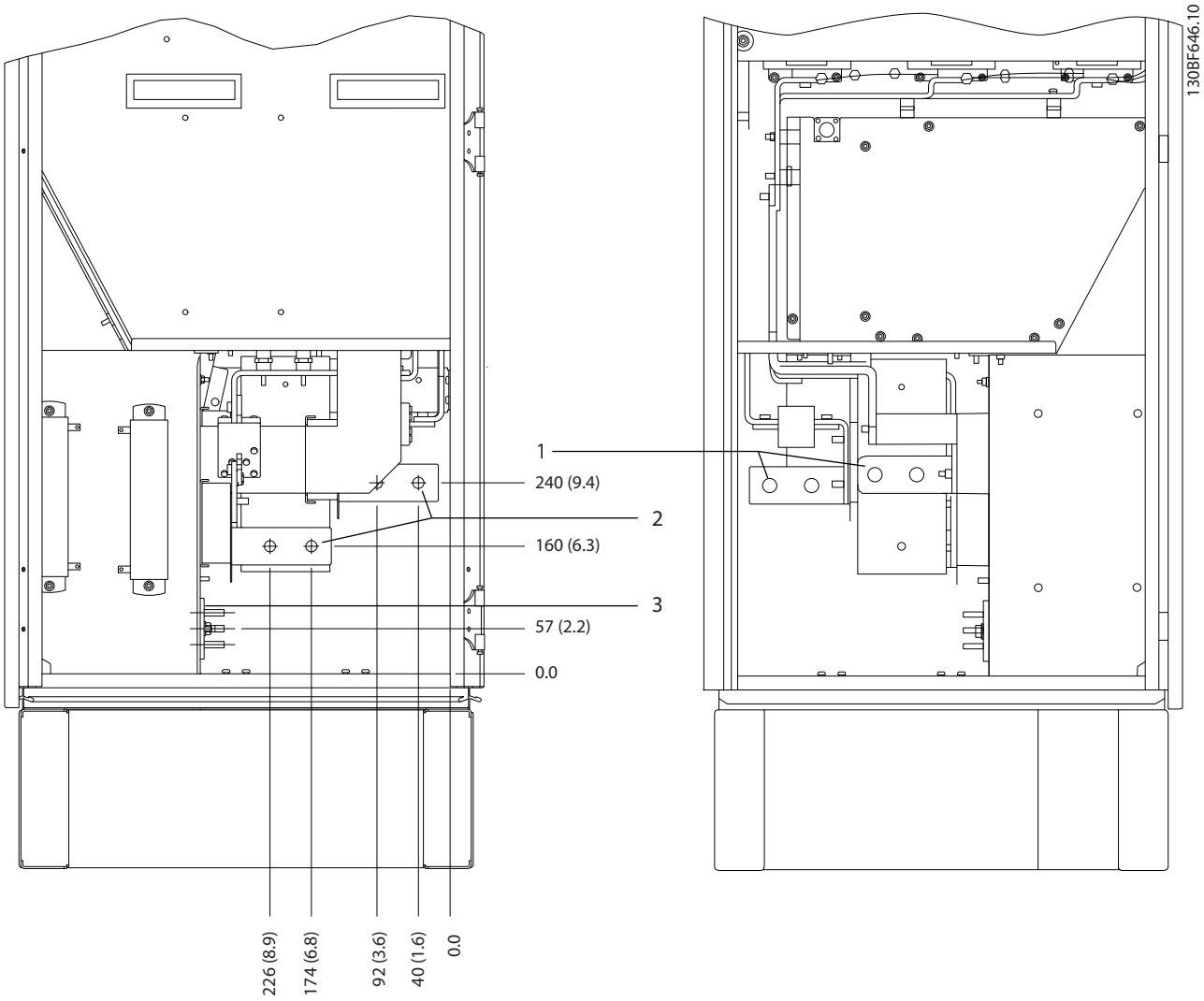
 Danfoss A/S © 11/2017 All rights reserved.



1	주전원 단자	2	접지 바

그림 8.90 F10–F13 정류기 캐비닛의 단자 치수, 전면 보기

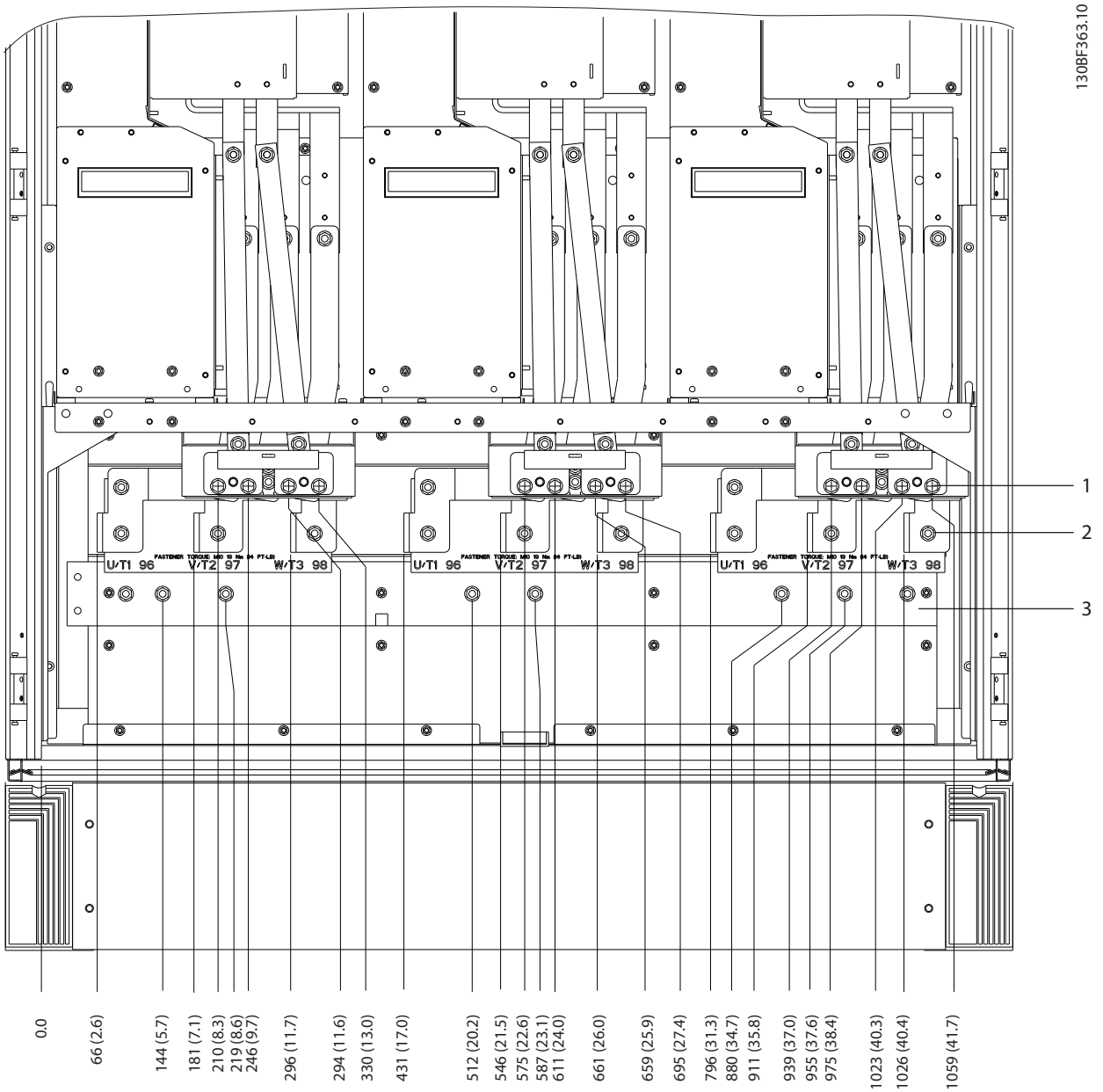
Danfoss A/S © 11/2017 All rights reserved.



1	주전원 단자	2	접지 바

그림 8.91 F10–F13 정류기 캐비닛의 단자 치수, 측면 보기

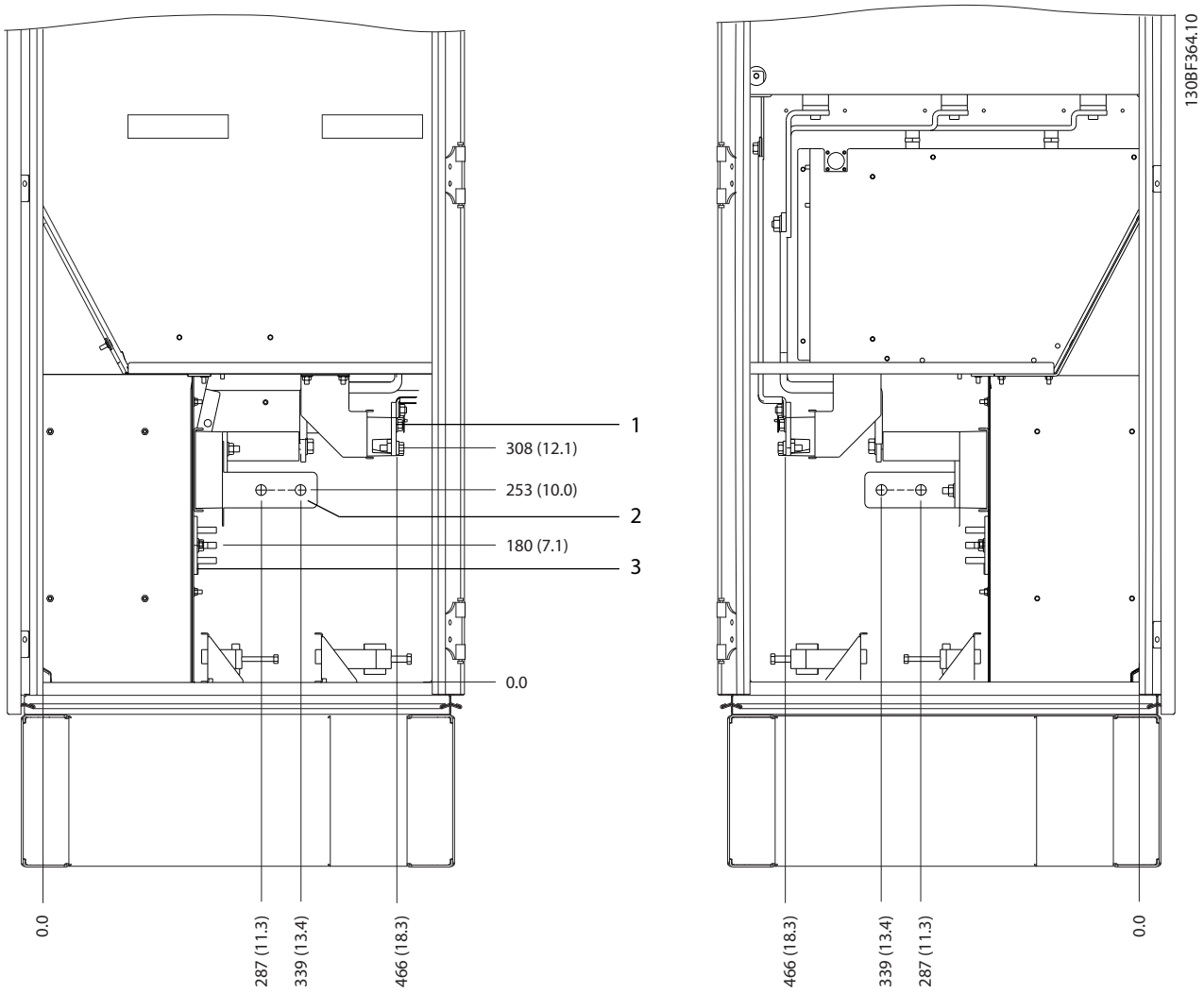
 Danfoss A/S © 11/2017 All rights reserved.



1	제동 단자	3	접지 바
2	모터 단자	–	–

그림 8.92 F12–F13 인버터 캐비닛의 단자 치수, 전면 보기

Danfoss A/S © 11/2017 All rights reserved.



1	제동 단자	3	접지 바
2	모터 단자	–	–

그림 8.93 F12–F13 인버터 캐비닛의 단자 치수, 측면 보기

Danfoss A/S © 11/2017 All rights reserved.

9 기계적인 설치 고려사항

9.1 보관

건조한 장소에 드라이브를 보관합니다. 설치할 때까지 장비를 해당 패키지 내에 밀폐된 상태로 유지합니다. 권장 주위 온도는 *장을 7.5.1 주위 조건*를 참조하십시오.

보관 기간이 12개월을 초과하지 않는 한 보관 중에는 정기적인 충전(컨덴서 충전)이 필요 없습니다.

9.2 유닛 들어 올리기

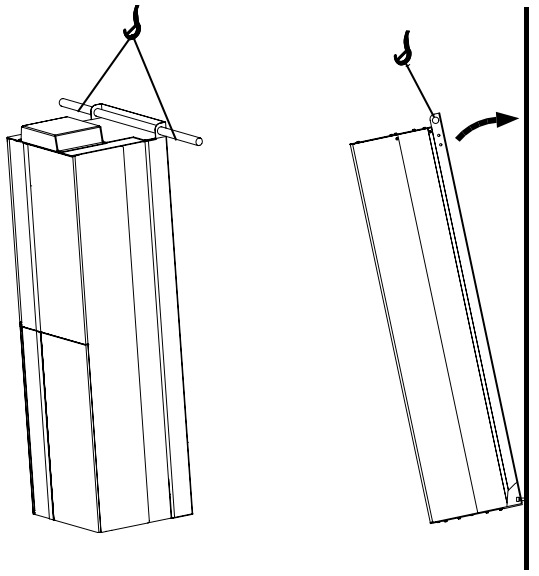
드라이브를 들어 올릴 때는 제품에서 눈을 떼지 마십시오. 리프팅용 구멍이 구부러지지 않게 하려면 리프팅 바를 사용합니다.

⚠경고

상해 또는 사망의 위험

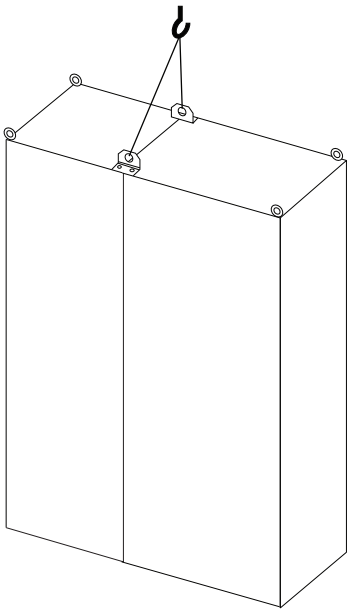
무거운 중량을 들어 올릴 때는 현지 안전 규정을 준수합니다. 권장사항 및 현지 안전 규정을 준수하지 못하면 사망 또는 중상이 발생할 수 있습니다.

- **리프팅 장비가 올바른 작동 상태인지 확인합니다.**
- **각기 다른 외함 사이즈의 중량은 *장을 4 제품 개요*를 참조하십시오.**
- **바의 최대 직경: 20 mm (0.8 in).**
- **드라이브 상단과 리프팅 케이블 사이의 각도: 60° 이상.**



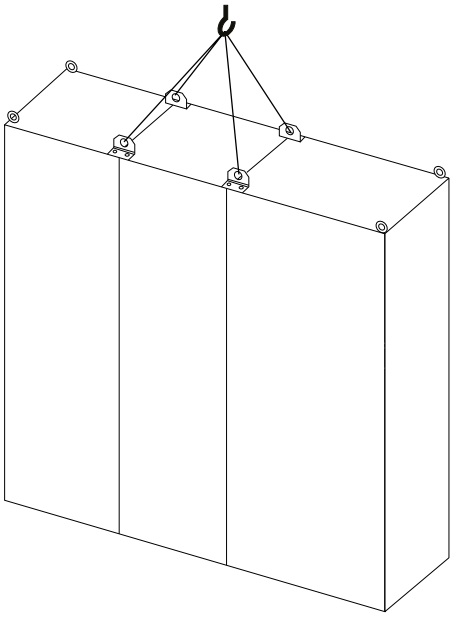
130BF990.10

그림 9.1 E1–E2 외함을 들어 올리는 방법(권장)



130BF991.10

그림 9.2 F1/F2/F9/F10 외함을 들어 올리는 방법(권장)



130BF992.10

그림 9.3 F3/F4/F11/F12/F13 외함을 들어 올리는 방법(권장)

Danfoss A/S © 11/2017 All rights reserved.

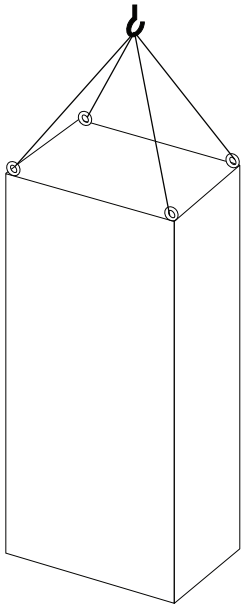


그림 9.4 F8 외함을 들어 올리는 방법(권장)

9.3 운전 환경

공기 중의 수분, 입자 또는 부식성 가스가 있는 환경에서는 장비의 IP/유형 등급이 설치 환경에 일치하는지 확인합니다. 주위 조건에 관한 사양은 *장을 7.5 주위 조건*를 참조하십시오.

주의 사항

응결

수분은 전자 부품에 응결되어 단락을 야기할 수 있습니다. 성에가 생길 수 있는 곳에 설치하지 마십시오. 드라이브가 주위 공기에 비해 차가운 경우에는 옵션인 스페이스 히터를 설치합니다. 대기 모드에서 운전하면 전력 소실 덕분에 회로가 습기 없이 유지되므로 응결 위험이 감소합니다.

주의 사항

극한 주위 조건

너무 높거나 낮은 온도는 제품 성능 및 수명을 약화시킵니다.

- **주위 온도가 55 °C (131 °F)를 초과하는 환경에서는 운전하지 마십시오.**
- **드라이브는 최대 -10 °C (14 °F)의 온도에서 운전이 가능합니다. 하지만 정격 부하 시 올바른 운전은 0 °C (32 °F) 이상에서만 보장됩니다.**
- **온도가 주위 온도 한계를 초과하는 경우, 캐비닛이나 설치 현장에 추가적인 공조가 필요합니다.**

9.3.1 기체

황화수소, 염소 또는 암모니아와 같은 공격성 기체는 전기 및 기계 부품을 손상시킬 수 있습니다. 제품은 컨포멀 코팅 처리 회로기판을 활용하여 공격성 기체의 영향을 최소화합니다. 컨포멀 코팅 클래스 사양 및 등급은 *장을 7.5 주위 조건*를 참조하십시오.

9.3.2 먼지

먼지가 많은 환경에 드라이브를 설치할 때는 다음 사항에 유의해야 합니다.

정기적인 유지보수

전자 부품에 먼지가 쌓이면 절연층과 같은 역할을 합니다. 이러한 절연층은 구성품의 냉각 성능을 약화시키며 구성품이 뜨거워집니다. 온도가 높은 환경일수록 전자 부품의 수명이 감소합니다.

방열판 및 팬에 먼지가 쌓이지 않게 합니다. 자세한 서비스 및 유지보수 정보는 *운전 지침서*를 참조하십시오.

냉각 팬

팬은 드라이브 냉각에 필요한 통풍을 제공합니다. 먼지가 많은 환경에 팬이 노출되면 먼지가 팬 베어링을 손상시킬 수 있으며 팬이 예상보다 일찍 고장날 수 있습니다. 또한 먼지는 팬 블레이드에 쌓여 팬이 제품을 올바르게 냉각하지 못하는 불균형을 야기할 수 있습니다.

9.3.3 폭발성 대기환경

⚠경고

폭발 대기환경

폭발성 대기환경에 드라이브를 설치하지 마십시오. 이러한 폭발성 대기환경을 벗어나 캐비닛 내에 제품을 설치합니다. 이러한 지침을 준수하지 못하면 사망 또는 중상 위험이 증가합니다.

폭발성 대기환경에서 작동되는 시스템은 특수 조건을 충족해야 합니다. EU 규정 94/9/EC(ATEX 95)는 폭발성 대기환경에서의 전자 장치 작동을 규정합니다.

- 클래스 d는 불꽃이 발생하는 경우 보호된 영역 내에 머물게 하도록 규정합니다.
- 클래스 e는 불꽃 발생 자체를 금지합니다.

클래스 d 보호 기능을 갖춘 모터

승인은 필요 없습니다. 하지만 특수 배선 및 격납 조치는 필요합니다.

클래스 e 보호 기능을 갖춘 모터

VLT® PTC Thermistor Card MCB 112와 같이 ATEX 인증 PTC 감시 장치와 결합하면 승인 기관으로부터 해당 설비에 대해 개별 인증을 받을 필요가 없습니다.

9

 Danfoss A/S © 11/2017 All rights reserved.

클래스 d/e 보호 기능을 갖춘 모터
모터 자체에는 e 점화 보호 등급이 있으며 모터 배선 및 연결 환경은 e 클래스를 준수합니다. 높은 피크 전압을 감쇠하려면 드라이브 출력에 사인파 필터를 사용합니다.

폭발성 대기환경에서 드라이브를 사용할 때는 다음을 사용합니다.

- 점화 보호 등급 d 또는 e를 갖춘 모터.
- 모터 온도를 감시하기 위한 PTC 온도 센서.
- 짧은 모터 케이블.
- 사인파 출력 필터(차폐형 모터 케이블이 사용되지 않는 경우).

주의 사항

모터 써미스터 센서 감시

VLT® PTC Thermistor Card MCB 112 옵션을 갖춘 드라이브는 폭발성 대기환경에 대한 PTB 인증을 획득했습니다.

9.4 장착 구성

*표 9.1*에는 각 외함에 사용 가능한 장착 구성이 수록되어 있습니다. 특정 패널/벽면 설치 또는 페데스탈 장착 설치 지침은 *운전 지침서*를 참조하십시오. *장을 8 외부 및 단자 치수* 또한 참조하십시오.

주의 사항

올바르게 장착하지 않으면 과열되거나 성능이 저하될 수 있습니다.

외함	패널/벽면 설치	페데스탈 장착 (독립형)
E1	–	X
E2	X	–
F1	–	X
F2	–	X
F3	–	X
F4	–	X
F8	–	X
F9	–	X
F10	–	X
F11	–	X
F12	–	X
F13	–	X

표 9.1 장착 구성

장착 관련 고려사항:[1)]

- 제품을 모터와 최대한 가까이 배치합니다. 모터 케이블 최대 길이는 *장을 7.6 케이블 사양*를 참조하십시오.
- 제품을 단단한 표면에 장착하여 제품 안정성을 확보합니다.
- 장착 지점의 강도가 제품 중량을 지탱하기에 충분한지 확인합니다.
- 적절히 냉각하기에 제품 주변 공간이 충분한지 확인합니다. *장을 9.5 냉각*를 참조하십시오.
- 도어 개폐 시 필요한 여유 공간이 충분한지 확인합니다.
- 바닥에 케이블이 들어갈 수 있는 여유 공간이 있는지 확인합니다.

1) 일반적이지 않은 설치의 경우, 제조사에 문의합니다.

Danfoss A/S © 11/2017 All rights reserved.

9.5 냉각

주의 사항

올바르게 장착하지 않으면 과열되거나 성능이 저하될 수 있습니다. 올바른 장착은 *장을 9.4 장착 구성*을 참조하십시오.

- 상단과 하단에 공기 냉각을 위한 여유 공간이 있는지 확인합니다. 여유 공간 요구사항: 225 mm (9 in).
- 충분한 통풍량을 제공합니다. *표 9.2*을(를) 참조하십시오.
- 45 °C (113 °F)와 50 °C (122 °F) 사이에서 시작하는 온도 및 해발 1000m(3300피트) 이상의 경우 용량 감소를 고려합니다. 용량 감소에 관한 자세한 정보는 *장을 9.6 용량 감소*을 참조하십시오.

드라이브는 방열판 냉각 공기를 제거하는 뒤쪽 채널 냉각 컨셉트를 활용합니다. 방열판 냉각 공기는 드라이브 뒤쪽 채널에서 약 90%의 열을 제거합니다. 다음을 사용하여 뒤쪽 채널 공기를 패널 또는 실내에서 다시 흐르게 합니다.

- **덕트를 이용한 냉각**
  IP20/섀시 드라이브가 Rittal 외함에 설치되어 있는 경우, 패널 밖으로 방열판 냉각 공기를 흐르게 하는데 뒤쪽 채널 냉각 키트를 사용할 수 있습니다. 이러한 키트를 사용하면 패널 내의 열이 감소하며 보다 작은 도어 팬을 지정할 수 있습니다.
- **뒤쪽 벽면을 이용한 냉각**
  상단 및 하단 덮개를 제품에 설치하면 뒤쪽 채널 냉각 공기가 실외로 환기될 수 있습니다.

주의 사항

드라이브의 뒤쪽 채널에 남아있지 않은 열 손실과 외함 내부에 설치된 기타 구성품에서 생성된 열 손실을 제거하기 위해서는 외함에 도어 팬이 필요합니다. 필요한 총 통풍량을 계산해야만 알맞은 팬을 선택할 수 있습니다. 일부 외함 제조업체는 통풍량 계산용 소프트웨어를 제공합니다.

9

방열판에 필요한 만큼 공기가 통풍되게 합니다.

외함	모델		도어 팬/상단 팬 [m^3/hr (cfm)]	방열판 팬 [m^3/hr (cfm)]
	380–500 V	525–690 V		
E1	–	P450–P500	340 (200)	1105 (650)
E2			255 (150)	1105 (650)
E1	P355–P450	P560–P630	340 (200)	1445 (850)
E2			255 (150)	1445 (850)

표 9.2 E1–E2 통풍량

외함	보호 유형	도어 팬/상단 팬 [m^3/hr (cfm)]	방열판 팬 [m^3/hr (cfm)]
F1–F4	IP21/ Type 1	700 (412)	985 (580)
	IP54/Type 12	525 (309)	985 (580)
F8–F13	IP21/ Type 1	700 (412)	985 (580)
	IP54/Type 12	525 (309)	985 (580)

표 9.3 F1–F4 및 F8–F13 통풍량

Danfoss A/S © 11/2017 All rights reserved.

9.5.1 외부 덕트 및 용량 감소

Rittal 캐비닛 외부에 덕트를 추가하는 경우, *그림 9.5 – 그림 9.7*를 사용하여 덕트 내의 압력 감소를 계산해야 합니다.

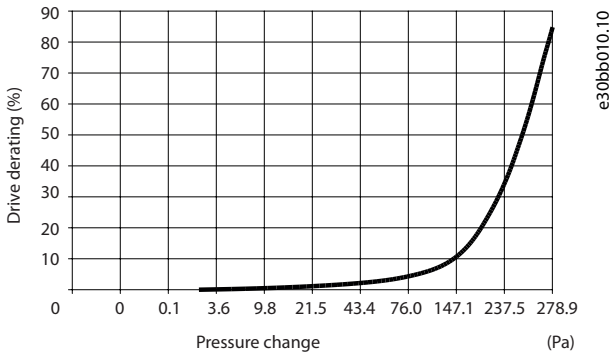


그림 9.5 용량 감소와 압력 변화(E1–E2 외함, 380–500 V 모델): P250 및 525–690 V 모델: P355–P400. 통풍량: 650 cfm (1105 m³/h)

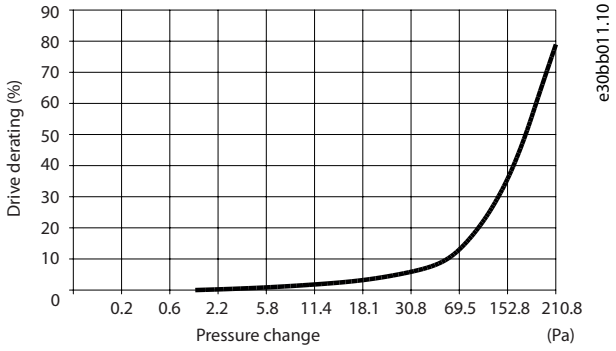


그림 9.6 용량 감소와 압력 변화(E1–E2 외함, 380–500 V 모델): P315–P400 및 525–690 V 모델: P500–P560. 통풍량: 850 cfm (1445 m³/h)

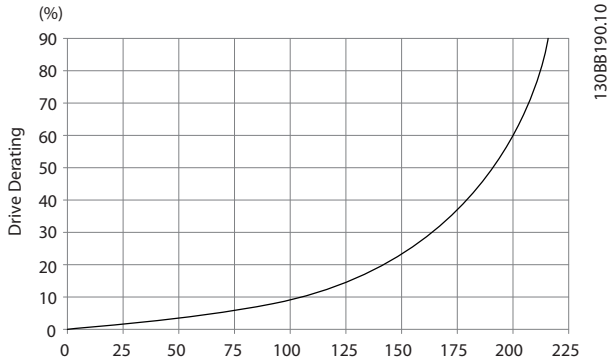


그림 9.7 용량 감소와 압력 변화(외함 F1–F4). 통풍량: 580 cfm (985 m³/h)

9.6 용량 감소

용량 감소는 외함 내부가 과열되었을 때 드라이브의 트립을 피하기 위해 출력 전류를 줄이는 데 사용되는 방식 중 하나입니다. 만일 극한의 운전 조건을 기대하는 경우, 용량 감소를 고민할 필요도 없게 하는 고출력 드라이브를 선정할 수 있습니다. 이는 수동 용량 감소라고 합니다. 그렇지 않은 경우, 드라이브는 극한 조건에 의해 생성된 과도한 열을 제거하기 위해 출력 전류를 자동으로 용량 감소합니다.

수동 용량 감소

다음과 같은 조건이 존재하는 경우, 댄포스에서는 전력 사이즈가 한 등급 더 높은 드라이브의 선정을 권장합니다(예를 들어, P630 대신 P710):

- 저속 – 토오크가 일정한 어플리케이션에서 낮은 RPM으로 지속적인 운전을 하는 경우.
- 저기압 – 1000 m (3281 ft) 이상의 고도에서 운전하는 경우.
- 높은 주위 온도 – 10 °C (50 °F)의 주위 온도에서 운전하는 경우.
- 높은 스위칭 주파수.
- 길이가 긴 모터 케이블.
- 단면적이 큰 케이블.

자동 용량 감소

다음과 같은 운전 조건이 발견되는 경우, 드라이브는 외함 내부의 과도한 열을 감소시키기 위해 스위칭 주파수 또는 스위칭 방식(PWM에서 SFAVM으로)을 자동으로 변경합니다:

- 제어카드 또는 방열판의 온도가 높은 경우.
- 모터 부하가 높거나 모터 회전수가 낮은 경우.
- DC 링크 전압이 매우 높은 경우.

주의 사항

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

9.6.1 저속 운전의 용량 감소

모터가 드라이브에 연결된 경우, 모터의 냉각이 적절한지 확인해야 합니다. 필요한 냉각 수준은 다음에 따라 다릅니다.

- 모터의 부하.
- 운전 속도.
- 운전 시간 길이.

일정 토오크 어플리케이션

일정 토오크 어플리케이션에서 낮은 RPM 값은 문제를 일으킬 수 있습니다. 일정 토오크 어플리케이션에서 모터 내부 팬에 의해 덜 냉각된 공기가 공급되기 때문에 저속에서 모터가 과열될 수 있습니다.

정격 값 절반 미만의 RPM 값으로 모터가 지속적으로 구동하는 경우, 모터에 추가적인 공기 냉각이 공급되어야 합니다. 추가적인 공기 냉각을 공급할 수 없는 경우

Danfoss A/S © 11/2017 All rights reserved.

에는 낮은 RPM/일정 토오크 어플리케이션 용도로 지정된 모터를 대신 사용할 수 있습니다.

가변(2차) 토오크 어플리케이션
토오크가 속도의 제곱에 비례하고 출력이 속도의 3제곱에 비례하는 가변 토오크 어플리케이션에서는 모터를 추가로 냉각하거나 모터 용량을 감소할 필요가 없습니다. 바로 원심 펌프 및 팬이 흔히 볼 수 있는 가변 토오크 어플리케이션입니다.

9.6.2 고도에 따른 용량 감소

저기압 상태에서는 공기의 냉각 능력이 떨어집니다. 1000 m (3281 ft) 이하의 고도에서는 용량 감소가 필요 없습니다. 1000 m (3281 ft)보다 높은 고도에서는 주위 온도(T_{AMB}) 또는 최대 출력 전류(I_{MAX})를 용량 감소해야 합니다. *그림 9.8*를 참조하십시오.

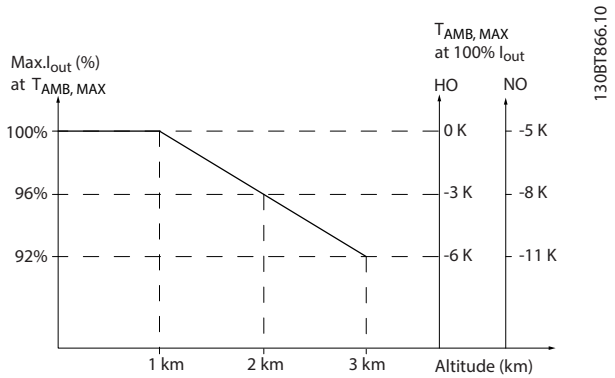


그림 9.8 $T_{AMB,MAX}$에서의 고도를 기준으로 한 출력 전류의 용량 감소

*그림 9.8*은 41.7 °C (107 °F)에서 정격 출력 전류의 100%가 가능함을 보여줍니다. 45 °C (113 °F) (T_{AMB}, MAX-3 K)에서는 정격 출력 전류의 91%가 가능합니다.

9

Danfoss A/S © 11/2017 All rights reserved.

9.6.3 주위 온도에 따른 용량 감소

그래프는 60° AVM과 SFAVM에 대해 개별적으로 표시됩니다. 60° AVM은 지정 시간의 2/3 동안 스위칭하는 반면 SFAVM은 전체 시간에 걸쳐 스위칭합니다. 최대 스위칭 주파수는 60° AVM의 경우, 16 kHz이고 SFAVM의 경우, 10 kHz입니다. 이산 스위칭 주파수는 *표 9.4* 및 *표 9.5*에 제시됩니다.

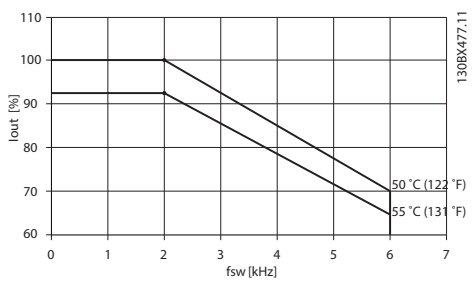
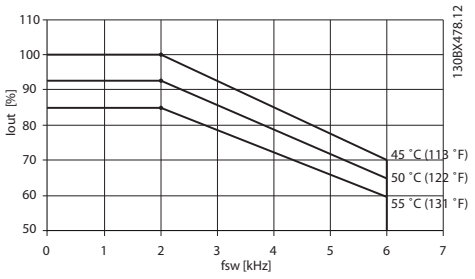
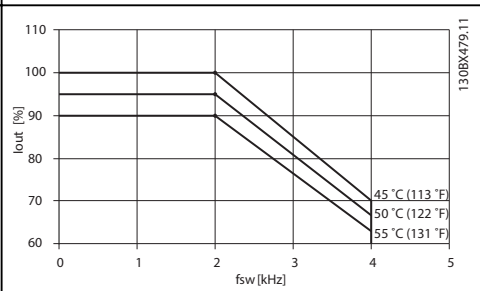
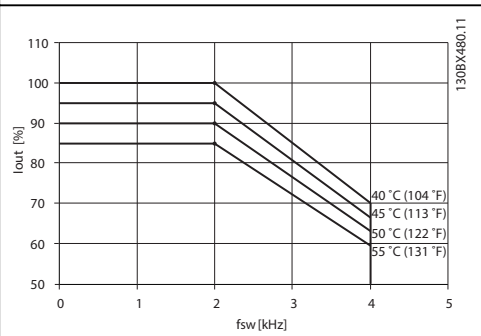
모델	스위칭 방식	높은 과부하 HO, 150%	정상 과부하 NO, 110%
P315 - P1M2 380–500 V	60 AVM		
	SFAVM		

표 9.4 E1–E2, F1–F4 및 F8–F13 외함, 380–500 V의 주위 온도 용량 감소표

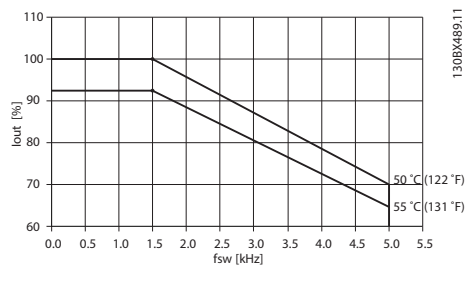
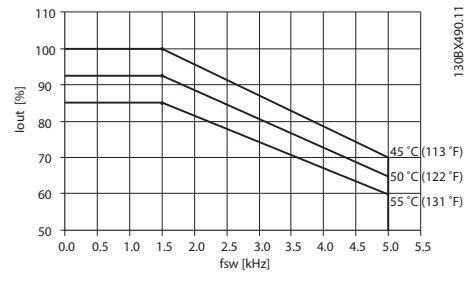
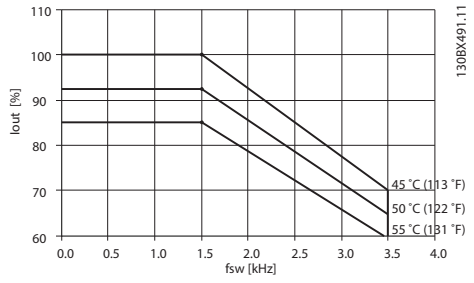
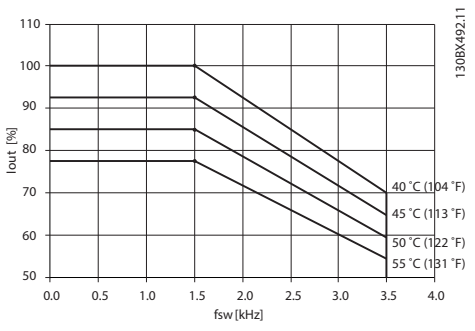
모델	스위칭 방식	높은 과부하 HO, 150%	정상 과부하 NO, 110%
P355 - P1M2 525–690 V	60 AVM		
	SFAVM		

표 9.5 E1–E2, F1–F4 및 F8–F13 외함, 525–690 V의 주위 온도 용량 감소표

Danfoss A/S © 11/2017 All rights reserved.

10 전기적인 설치 고려사항

10.1 안전 지침

일반 안전 지침은 *장을 2 안전*를 참조하십시오.

⚠경고

유도 전압

함께 구동하는 각기 다른 드라이브의 출력 모터 케이블의 유도 전압은 장비가 꺼져 있거나 잠겨 있어도 장비 컨덴서를 충전할 수 있습니다. 출력 모터 케이블을 별도로 분리하여 배선하지 않거나 차폐 케이블을 사용하지 않으면 사망 또는 중상으로 이어질 수 있습니다.

- **출력 모터 케이블을 별도로 분리하여 설치하거나 차폐 케이블을 사용합니다.**
- **동시에 모든 드라이브를 잠급니다.**

⚠경고

감전 위험

드라이브는 접지 도체에서 직류 전류를 발생시킬 수 있으며 그로 인해 사망 또는 중상으로 이어질 수 있습니다.

- **잔류 전류 방식 보호 장치(RCD)가 감전 보호 용도로 사용되는 경우 공급 측에는 유형 B의 RCD만 허용됩니다.**

권장사항을 준수하지 않으면 RCD가 본래의 보호 기능을 제공하지 못할 수 있습니다.

과전류 보호

- 모터를 여러 개 사용하는 어플리케이션의 경우 드라이브와 모터 사이에 단락 회로 보호 또는 모터 써멀 보호와 같은 보호 장비가 추가로 필요합니다.
- 입력 퓨즈는 단락 회로 및 과전류 보호 기능을 제공하는 데 필요합니다. 퓨즈가 출고 시 설치되어 있지 않은 경우 반드시 설치업자가 퓨즈를 설치해야 합니다. *장을 10.5 퓨즈 및 회로 차단기*에서 최대 퓨즈 등급을 참조하십시오.

와이어 유형 및 등급

- 모든 배선은 단면적 및 주위 온도 요구사항과 관련하여 지역 및 국가 규정을 준수해야 합니다.
- 전원 연결부 와이어 권장사항: 최소 75 °C (167 °F) 정격의 구리 와이어.

권장 와이어 사이즈 및 유형은 *장을 7.6 케이블 사양*를 참조하십시오.

⚠주의

재산 손실

모터 과부하 보호 기능은 초기 설정에 포함되어 있지 않습니다. 이 기능을 추가하려면 *파라미터 1-90 모터 열 보호*을 *[ETR trip] ([ETR 트립])*또는*[ETR warning] ([ETR 경고])*로 설정합니다. 북미 시장에서는 ETR 기능이 NEC에 따라 클래스 20 모터 과부하 보호 기능을 제공합니다. *파라미터 1-90 모터 열 보호*을 *[ETR trip] ([ETR 트립])* 또는 *[ETR warning] ([ETR 경고])*로 설정하지 못하면 모터 과부하 보호가 제공되지 않으며 모터가 과열되는 경우, 재산 손실이 발생할 수 있습니다.

 Danfoss A/S © 11/2017 All rights reserved.

10.2 배선 약도

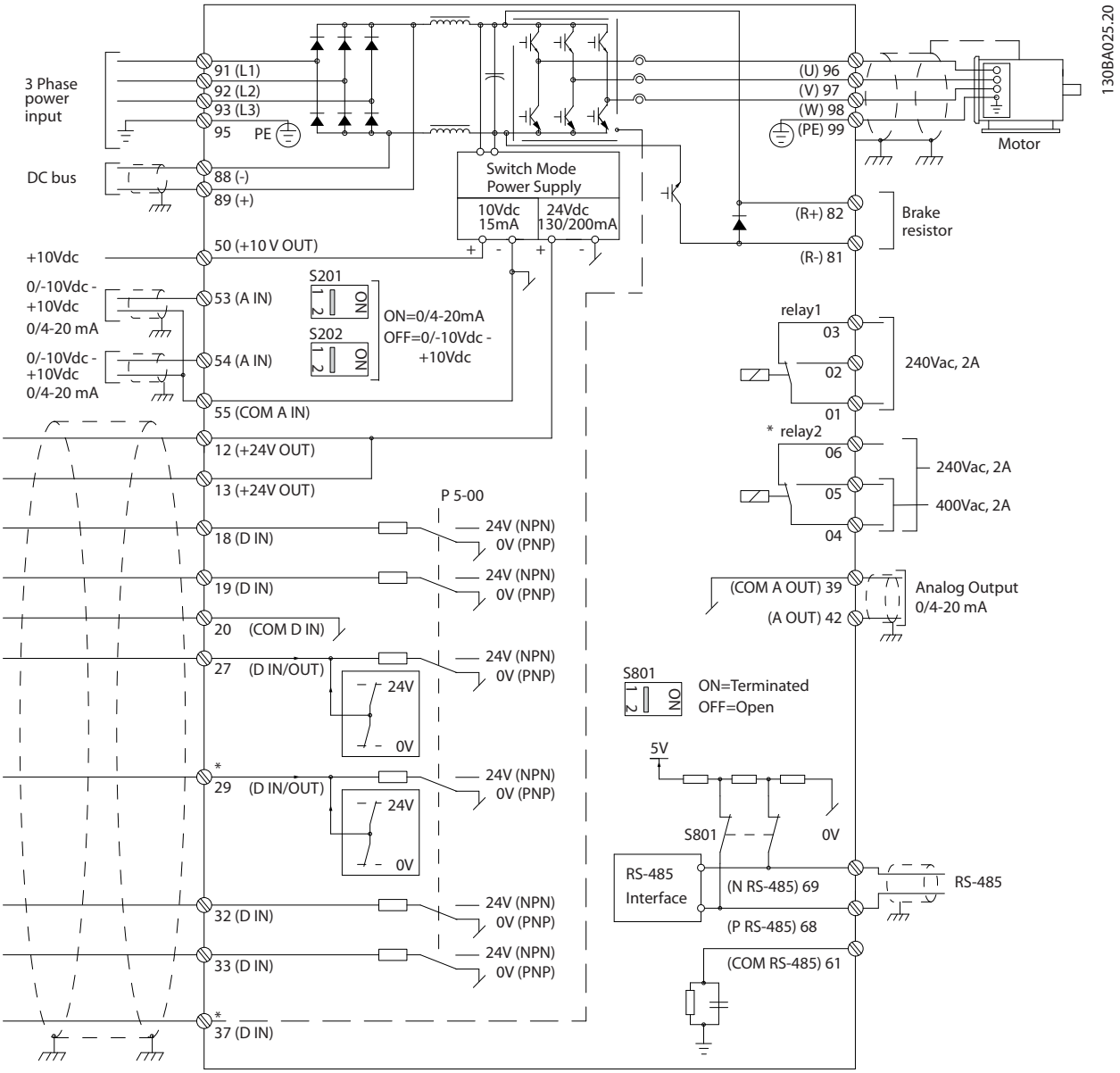


그림 10.1 기본 배선 약도

A=아날로그, D=디지털

1) 단자 37(옵션)은 Safe Torque Off에 사용합니다. Safe Torque Off 설치 지침은 Safe Torque Off 운전 지침서를 참조하십시오.

Danfoss A/S © 11/2017 All rights reserved.

10.3 설치

10.3.1 전원 연결

주의 사항

모든 배선은 케이블 단면적과 주위 온도에 관한 국제 및 국내 관련 규정을 준수해야 합니다. UL 어플리케이션에는 75 °C (167 °F) 구리 도체가 필요합니다. 비UL 어플리케이션은 75 °C (167 °F) 및 90 °C (194 °F) 구리 도체를 사용할 수 있습니다.

전력 케이블은 *그림 10.2*에서와 같이 연결됩니다. 모터 케이블의 단면적과 길이를 올바르게 선정하려면 *장을 7.6 케이블 사양*을(를) 참조하십시오.

드라이브의 보호를 위해서는 제품에 내장된 퓨즈가 없는 한 권장 퓨즈를 사용합니다. 권장 퓨즈는 *장을 10.5 퓨즈 및 회로 차단기*에 수록되어 있습니다. 국내 규정에 따라 퓨즈를 올바르게 선정해야 합니다.

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

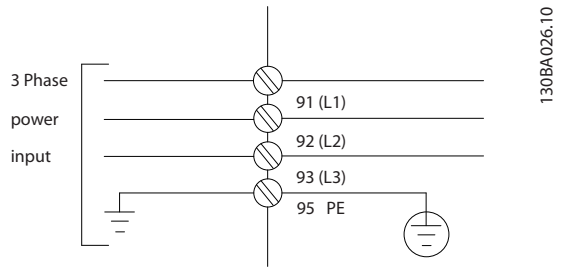


그림 10.2 주전원 연결, 외함 E1-E2 및 F1-F4

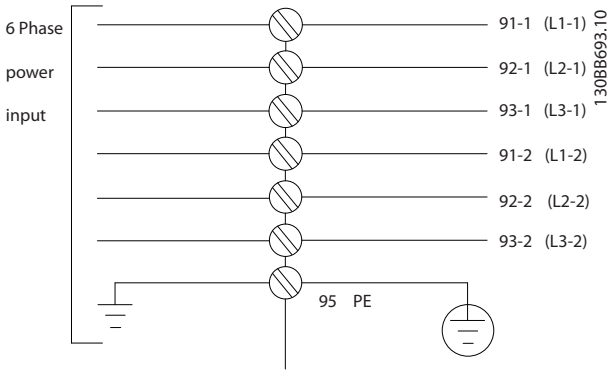
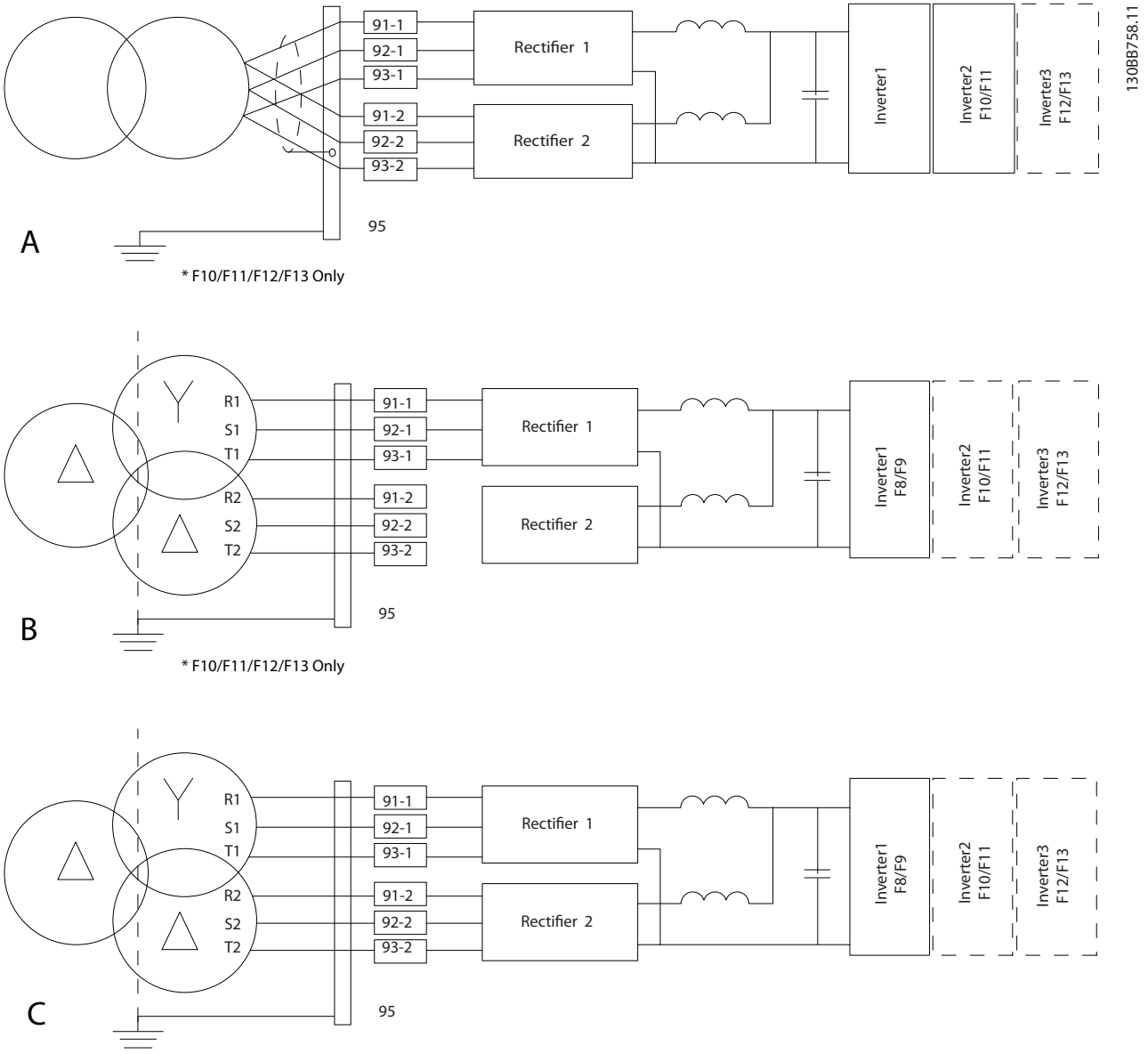


그림 10.3 주전원 연결, 외함 E8-E13

 Danfoss A/S © 11/2017 All rights reserved.



A	6펄스 연결[1), 2), 3)]
B	수정된 6펄스 연결[2), 3), 4)]
C	12펄스 연결[3), 5)]

그림 10.4 12펄스 드라이브의 주전원 옵션 연결

1) 병렬 연결을 나타냅니다. 하나의 3상 케이블은 반송량이 충분할 때 사용할 수 있습니다. 단락 버스통신 바를 설치합니다.
2) 6펄스를 연결하면 12펄스 정류기의 고조파 감소 효과가 사라집니다.
3) IT 및 TN 주전원 연결에 적합.
4) 만일 6펄스 모듈형 정류기 중 하나가 작동할 수 없게 되면 6펄스 정류기 하나로도 낮은 부하에서 드라이브를 운전할 수 있습니다. 재연결 세부사항은 댄포스에 문의하십시오.
5) 여기서는 주전원 병렬 배선에 대한 언급은 없습니다. 6펄스로 사용된 12펄스 드라이브의 주전원 케이블의 개수와 길이가 동일해야 합니다.

Danfoss A/S © 11/2017 All rights reserved.

케이블의 차폐

주의 사항

모터 케이블은 반드시 차폐되어야 합니다. 비차폐 케이블을 사용하면 일부 EMC 규정을 준수하지 않을 수 있습니다. 차폐형 모터 케이블을 사용하여 EMC 방사 사양을 준수합니다. 자세한 정보는 *장을 10.16 EMC 적합 설치*를 참조하십시오.

차폐선 끝부분을 (돼지꼬리 모양으로) 꼬아서 설치하는 것을 절대 피합니다. 이는 높은 주파수 대역에서 차폐 효과를 감소시킵니다. 차폐 효과를 없앨 필요가 있는 경우에는 가장 낮은 HF 임피던스로 차폐선을 운용합니다.

모터 케이블 차폐선을 드라이브의 디커플링 플레이트와 모터의 금속 하우징에 연결합니다. 드라이브에 있는 설치 장치를 사용하여 차폐 연결부의 단면적이 가능한 최대(케이블 클램프)가 되도록 합니다.

케이블 길이 및 단면적

드라이브는 주어진 케이블 길이로 EMC 테스트를 거쳤습니다. 모터 케이블의 길이를 가능한 짧게 하여 소음 수준과 누설 전류량을 최소화합니다.

스위칭 주파수

모터의 청각적 소음을 줄이기 위해 드라이브를 사인파 필터와 함께 사용하는 경우, *파라미터 14-01 스위칭 주파수*의 지침에 따라 스위칭 주파수를 설정해야 합니다.

단자				연결 유형
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 10.1 모터 케이블 연결, 외함 E1-E2 및 F1-F4

1) 접지 보호 연결

단자				연결 유형
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 10.2 모터 케이블 연결, 외함 E8-E13

1) 보호 접지 연결

주의 사항

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

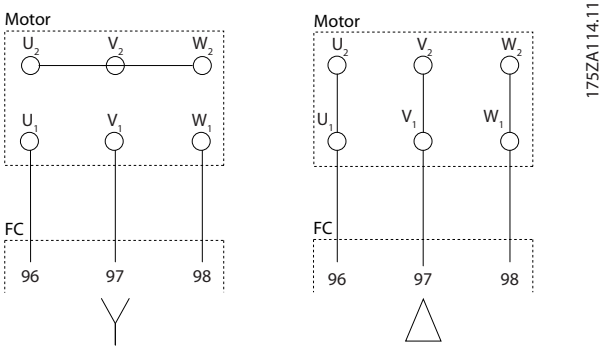


그림 10.5 모터 케이블 연결

10.3.2 직류 버스통신 연결

직류 버스통신 단자는 외부 소스로부터 전원을 공급 받는 DC 링크와 함께 직류 백업에 사용됩니다.

단자	기능
88, 89	직류 버스통신

표 10.3 직류 버스통신 단자

10.3.3 부하 공유 연결

부하 공유는 여러 드라이브의 DC 매개 회로를 연결합니다. 개요는 *장을 5.5 부하 공유 개요*를 참조하십시오.

부하 공유 기능에는 추가 장비 및 안전 관련 고려가 필요합니다. 주문 및 설치 권장사항은 댄포스에 문의하십시오.

단자	기능
88, 89	부하 공유

표 10.4 부하 공유 단자

연결 케이블은 차폐되어야 하며 드라이브와 직류 바 간의 최대 케이블 길이는 25미터(82피트)입니다.

10

 Danfoss A/S © 11/2017 All rights reserved.

10.3.4 제동저항 연결 케이블 연결

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

- 케이블 클램프를 사용하여 드라이브의 전도성 백플레이트와 제동 저항의 금속 외함에 차폐선을 연결합니다.
- 제동 토오크에 맞도록 제동저항 연결 케이블 단면적을 측정합니다.

단자	기능
81, 82	제동 저항 단자

표 10.5 제동 저항 단자

자세한 내용은 *VLT® Brake Resistor MCE 101 설계지침서*를 참조하십시오.

주의 사항

제동 모듈에서 단락이 발생하면 주전원 스위치나 콘택터로 드라이브의 주전원을 차단하여 제동 저항의 전력 소실을 방지합니다.

10.3.5 변압기 연결

12펄스 드라이브(F8-F13)와 함께 사용된 변압기는 다음 사양을 준수해야 합니다.
부하는 0.5% 전압과 이차 권선 간 임피던스 밸런스가 있는 12-펄스 K-4 정격 변압기를 기준으로 합니다. 변압기에서 입력 단자까지의 드라이브 리드선은 10% 내에서 길이가 동일해야 합니다.

10

연결	Dy11 d0 또는 Dyn 11d0
이차 간 위상 이동	30°
이차 간 전압 차	<0.5%
이차의 단락 임피던스	>5%
이차 간 단락 임피던스 차	단락 임피던스의 <5%
기타	이차 접지 허용 안됨. 정적 차폐선 권장

10.3.6 외부 팬 공급 연결

드라이브에 직류 전원이 공급되거나 주전원 공급과는 별개로 팬을 구동해야 하는 경우에는 전원 카드를 통해 외부 공급을 연결할 수 있습니다.

전원 카드의 커넥터는 주전원 전압을 냉각 팬에 연결합니다. 팬은 출고 시 공통 교류 라인에 연결하도록 구성되어 있습니다. 단자 100-102와 101-103 사이에 점퍼를 사용합니다. 외부 공급이 필요한 경우에는 점퍼를 제거하고 공급장치를 단자 100과 101에 연결하며 보호를 위해 5 A 퓨즈를 사용합니다. UL 어플리케이션의 경우, LittelFuse KLK-5 또는 그와 동등한 퓨즈를 사용합니다.

단자	기능
100, 101	보조 공급 S, T
102, 103	내부 공급 S, T

표 10.6 외부 공급

Danfoss A/S © 11/2017 All rights reserved.

10.3.7 PC 연결

PC에서 드라이브를 제어하려면 MCT 10 셋업 소프트웨어를 설치합니다. *프로그래밍 지침서*의 *버스통신 연결* 편에 있는 그림에서와 같이 PC는 표준 (호스트/장치) USB 케이블 또는 RS485 인터페이스를 통해 연결됩니다.

USB는 PC USB 포트의 차폐선에 연결된 접지 핀 4가 있는 차폐 와이어 4개를 활용하는 직렬 버스통신입니다. 모든 표준 PC의 USB는 USB 포트에 갈바닉 절연이 없는 상태로 제조됩니다.
USB 케이블의 차폐선을 통해 USB 호스트 컨트롤러의 손상을 방지하려면 *운전 지침서*에 설명된 접지 권장사항을 준수합니다.
USB 케이블을 통해 드라이브에 PC를 연결하는 경우, 댄포스에서는 PC USB 호스트 컨트롤러에 접지 전위차가 발생하지 않게 하기 위해 갈바닉 절연과 함께 USB 절연자의 사용을 권장합니다. 또한 USB 케이블을 통해 드라이브에 PC를 연결하는 경우, 접지 플러그가 있는 PC 전력 케이블을 사용하지 말 것을 권장합니다. 이러한 권장사항 덕분에 접지 전위차가 감소하기는 하지만 PC USB 포트에 연결된 접지 및 차폐선으로 인해 모든 전위차가 없어지지는 않습니다.

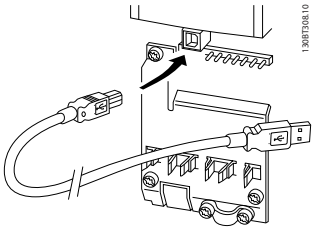
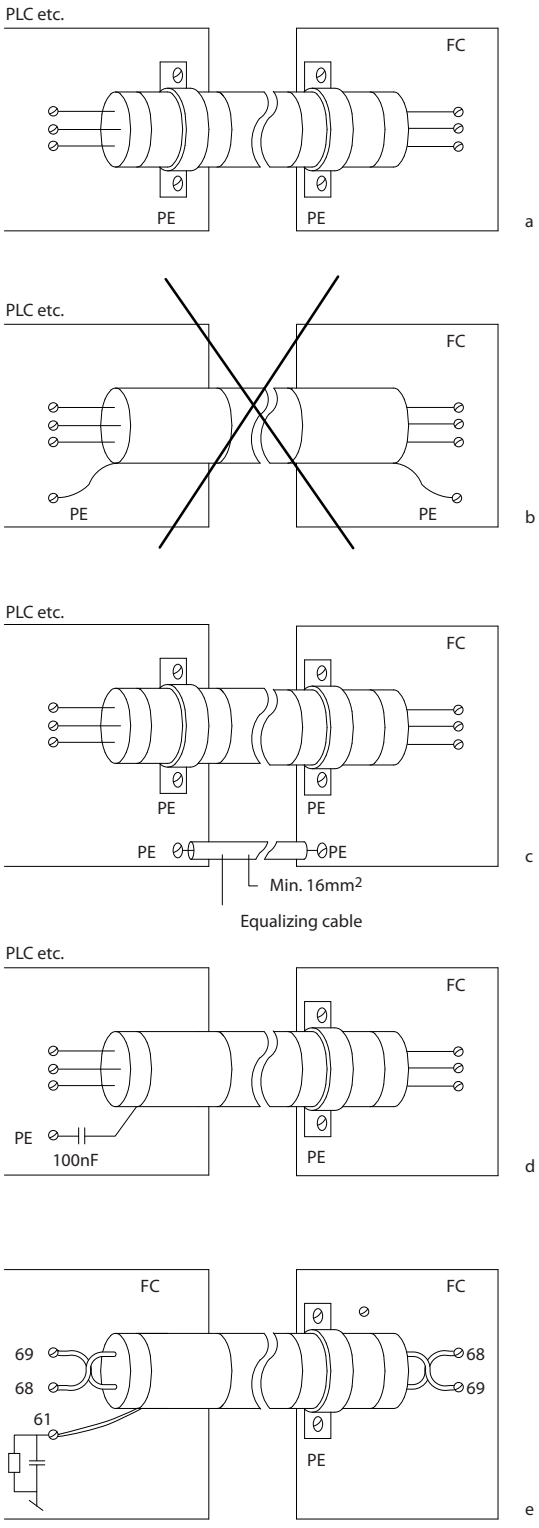


그림 10.6 USB 연결

10.4 제어 배선 및 단자

제어 케이블은 차폐되어야 하며 제품의 금속 외함 양쪽 끝에 있는 케이블 클램프에 차폐선이 연결되어야 합니다.

제어 케이블의 올바른 접지는 *그림 10.7*을 참조하십시오.



a	최적의 전기적 접촉을 얻기 위해서는 케이블 클램프를 사용하여 제어 케이블 및 직렬 통신용 케이블의 양단을 고정해야 합니다.
b	차폐선의 양단을 (돼지꼬리 모양으로) 꼬아서 연결하지 마십시오. 이는 고주파수 대역에서 차폐선의 임피던스를 증가시킵니다.

10

Danfoss A/S © 11/2017 All rights reserved.

c	드라이브와 PLC 간의 접지 전위가 다를 경우에는 전기적 노이즈가 발생하여 전체 시스템에 문제가 발생할 수 있습니다. 이럴 경우, 제어 케이블 옆에 등화 케이블을 연결합니다. 이 때, 등화 케이블의 최소 단면적은 16 mm^2 (6 AWG)입니다.
d	제어 케이블의 길이가 긴 경우에는 50/60Hz 접지 루프가 발생할 수 있습니다. 100 nF 컨덴서를 통해 차폐선의 한쪽 끝을 접지에 연결합니다. 이 때, 리드선을 가능한 짧게 합니다.
e	직렬 통신용 케이블 사용 시 차폐선의 한쪽 끝을 단자 61에 연결하여 두 드라이브 간에 발생할 수 있는 저주파수 노이즈 전류를 제거합니다. 이 단자는 내부 RC 링크를 통해 접지에 연결됩니다. 도체 간의 차동 모드 간섭을 줄이려면 꼬여 있는 케이블을 사용합니다.

그림 10.7 접지 예시

10.4.1 제어 케이블 배선

그림 10.8 및 *그림 10.9*에서와 같이 모든 제어선을 배선 경로에 따라 고정합니다. 최적의 전기적 간섭 방지를 위해서는 올바른 방법으로 차폐선을 연결해야 한다는 점을 명심합니다.

- 고출력 케이블에서 제어 배선을 절연합니다.
- 드라이브가 써미스터에 연결되어 있는 경우, 써미스터 제어 배선이 차폐되어 있고 보강/이중 절연되어 있는지 확인합니다. 24VDC 공급 전압이 권장됩니다.

필드버스 연결
제어카드의 관련 옵션에 따라 연결됩니다. 관련 필드버스 지침을 참조하십시오. 케이블은 반드시 제품 내부의 다른 제어 와이어와 함께 배선 및 고정되어야 합니다. *그림 10.8* 및 *그림 10.9*를 참조하십시오.

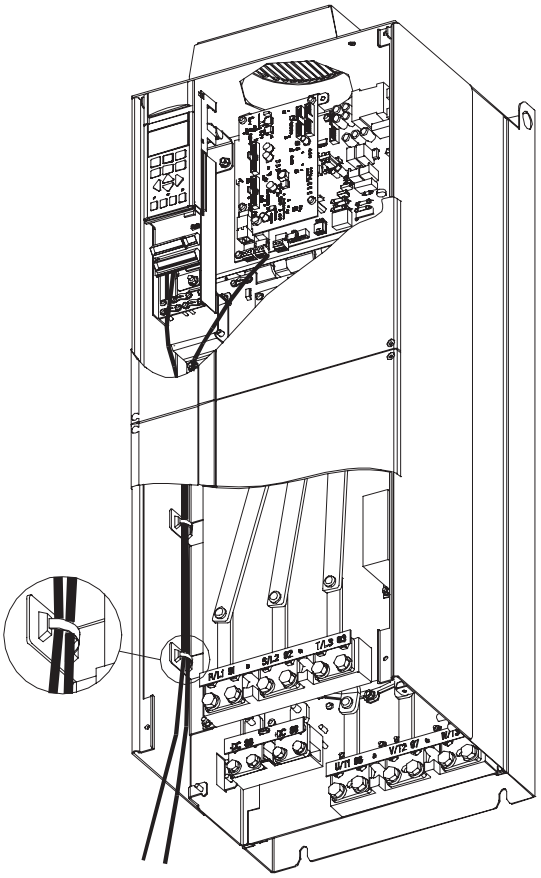
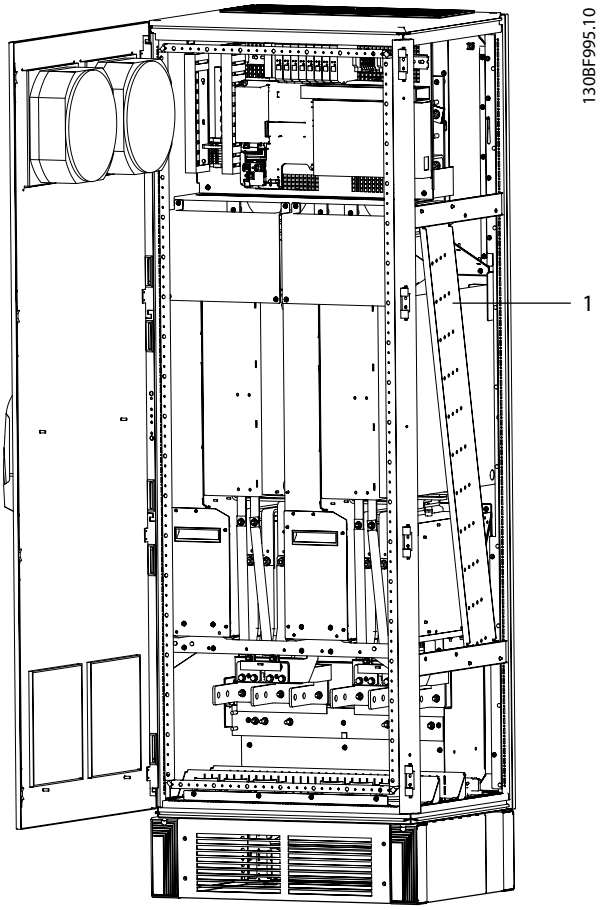


그림 10.8 E1 및 E2 외함의 제어카드 배선 경로

10

Danfoss A/S © 11/2017 All rights reserved.



1	F1–F13 외함의 제어 케이블 배선 경로를 위한 케이블 트레이

그림 10.9 F1/F3의 제어카드 배선 경로. F2/F4와 F8–F13의 제어카드 배선은 동일한 경로 사용

외함 E 드라이브의 경우, 다음 그림에서와 같이 제품의 상단에서 필드버스를 연결할 수 있습니다. IP21/54 (NEMA-1/NEMA-12) 제품의 경우, 덮개 플레이트를 반드시 제거해야 합니다.
필드버스 상단 연결용 키트 번호는 176F1742입니다.

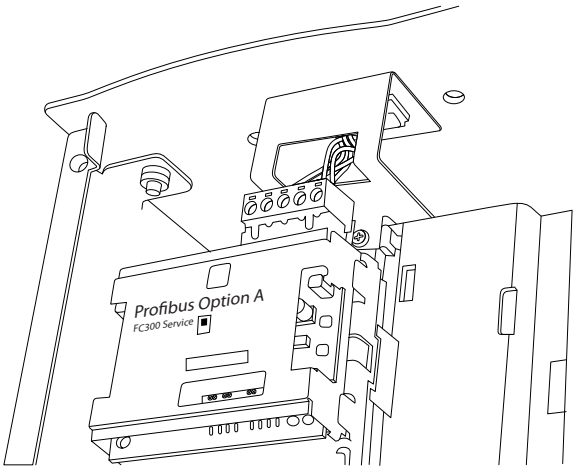


그림 10.10 필드버스 상단 연결

10.4.2 제어 단자

*그림 10.11*는 탈부착이 가능한 드라이브 커넥터를 보여줍니다. 단자 기능 및 초기 설정은 *표 10.7 – 표 10.9*에 요약되어 있습니다.

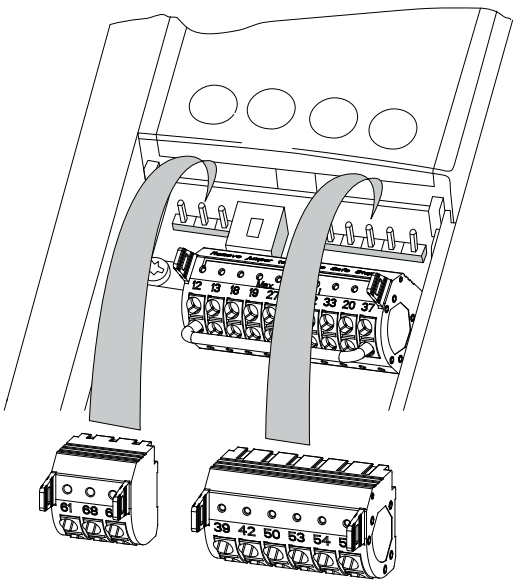
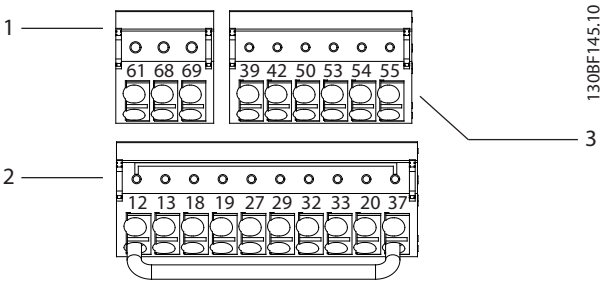


그림 10.11 제어 단자 위치

 Danfoss A/S © 11/2017 All rights reserved.



1	직렬 통신 단자
2	디지털 입력/출력 단자
3	아날로그 입력/출력 단자

그림 10.12 커넥터에 위치한 단자 번호

단자	파라미터	초기 설정	설명
61	–	–	케이블 차폐를 위한 통합형 RC 필터. EMC 문제가 있을 때 차폐를 연결하는 용도로만 사용.
68 (+)	*파라미터 그룹 8-3* FC 포트 설정*	–	RS485 인터페이스. 스위치(버스 종단)는 버스 통신 종단 저항을 위해 제어카드에 제공됩니다.
69 (-)	*파라미터 그룹 8-3* FC 포트 설정*	–	
릴레이			
01, 02, 03	*파라미터 5-40 릴레이 기능* [0]	*[0] 운전하지 않음*	C형 릴레이 출력. AC 또는 DC 전압, 저항 부하 또는 유도 부하용.
04, 05, 06	*파라미터 5-40 릴레이 기능* [1]	*[0] 운전하지 않음*	

표 10.7 직렬 통신 단자 설명

단자	파라미터	초기 설정	설명
12, 13	–	+24VDC	디지털 입력 및 외부 변환기용 24VDC 공급 전압. 모든 24V 부하에 대해 최대 출력 전류 200mA.
18	*파라미터 5-10 단자 18 디지털 입력*	*[8] 기동*	디지털 입력.
19	*파라미터 5-11 단자 19 디지털 입력*	*[10] 역회전*	
32	*파라미터 5-14 단자 32 디지털 입력*	*[0] 운전하지 않음*	
33	*파라미터 5-15 단자 33 디지털 입력*	*[0] 운전하지 않음*	
27	*파라미터 5-12 단자 27 디지털 입력*	*[2] 코스팅 인버스*	디지털 입력 또는 출력용. 초기 설정은 입력입니다.
29	*파라미터 5-13 단자 29 디지털 입력*	*[14] 조그*	
20	–	–	디지털 입력용 공통 및 24V 공급에 대한 0V.
37	–	STO	STO 기능(옵션)을 사용하지 않는 경우, 단자 12(또는 13)와 단자 37 사이에 점퍼 와이어가 필요합니다. 이 셋업을 사용하면 드라이브가 공장 초기 프로그래밍 값으로 운전할 수 있습니다.

표 10.8 디지털 입력/출력 단자 설명

단자	파라미터	초기 설정	설명
39	–	–	아날로그 출력용 공통.
42	*파라미터 6-50 단자 42 출력*	*[0] 운전하지 않음*	프로그래밍 가능한 아날로그 출력. 최대 500 Ω에서 0-20mA 또는 4-20mA.
50	–	+10 V DC	가변 저항기 또는 써미스터용 10 V DC 아날로그 공급 전압. 최대 15mA.
53	*파라미터 그룹 6-1* 아날로그 입력 1*	지령	아날로그 입력. 전압 또는 전류용. 스위치 A53 및 A54는 mA 또는 V를 선택합니다.
54	*파라미터 그룹 6-2* 아날로그 입력 2*	피드백	
55	–	–	아날로그 입력용 공통.

표 10.9 아날로그 입력/출력 단자 설명

Danfoss A/S © 11/2017 All rights reserved.

릴레이 단자

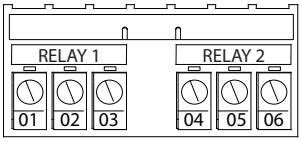


그림 10.13 릴레이 1 및 릴레이 2 단자

- 릴레이 1 및 릴레이 2. 출력 단자의 위치는 드라이브 구성에 따라 다릅니다. *운전 지침서* 참조.
- 내장 옵션 장비의 단자. 장비 옵션과 함께 제공된 지침을 참조하십시오.

10.4.3 제어 케이블의 입력 극성

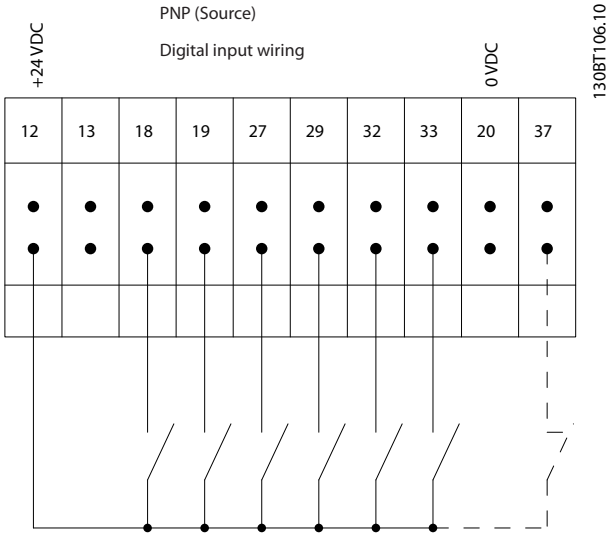


그림 10.14 제어 단자의 입력 극성 (PNP 소스)

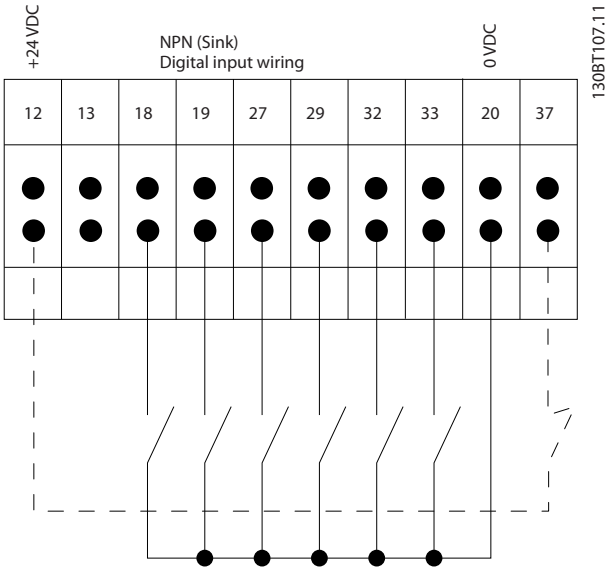


그림 10.15 제어 단자의 입력 극성 (NPN 싱크)

주의 사항

차폐 케이블을 사용하여 EMC 방사 사양을 준수합니다. 자세한 정보는 *장을 10.16 EMC 적합 설치*를 참조하십시오.

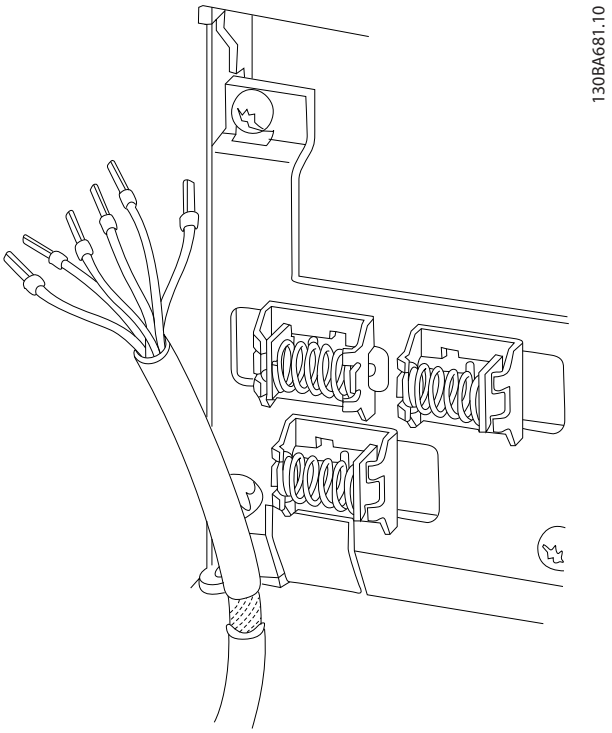


그림 10.16 제어 케이블의 차폐 종단부 및 스트레인 릴리프

10

10.4.4 12펄스 제어 단자

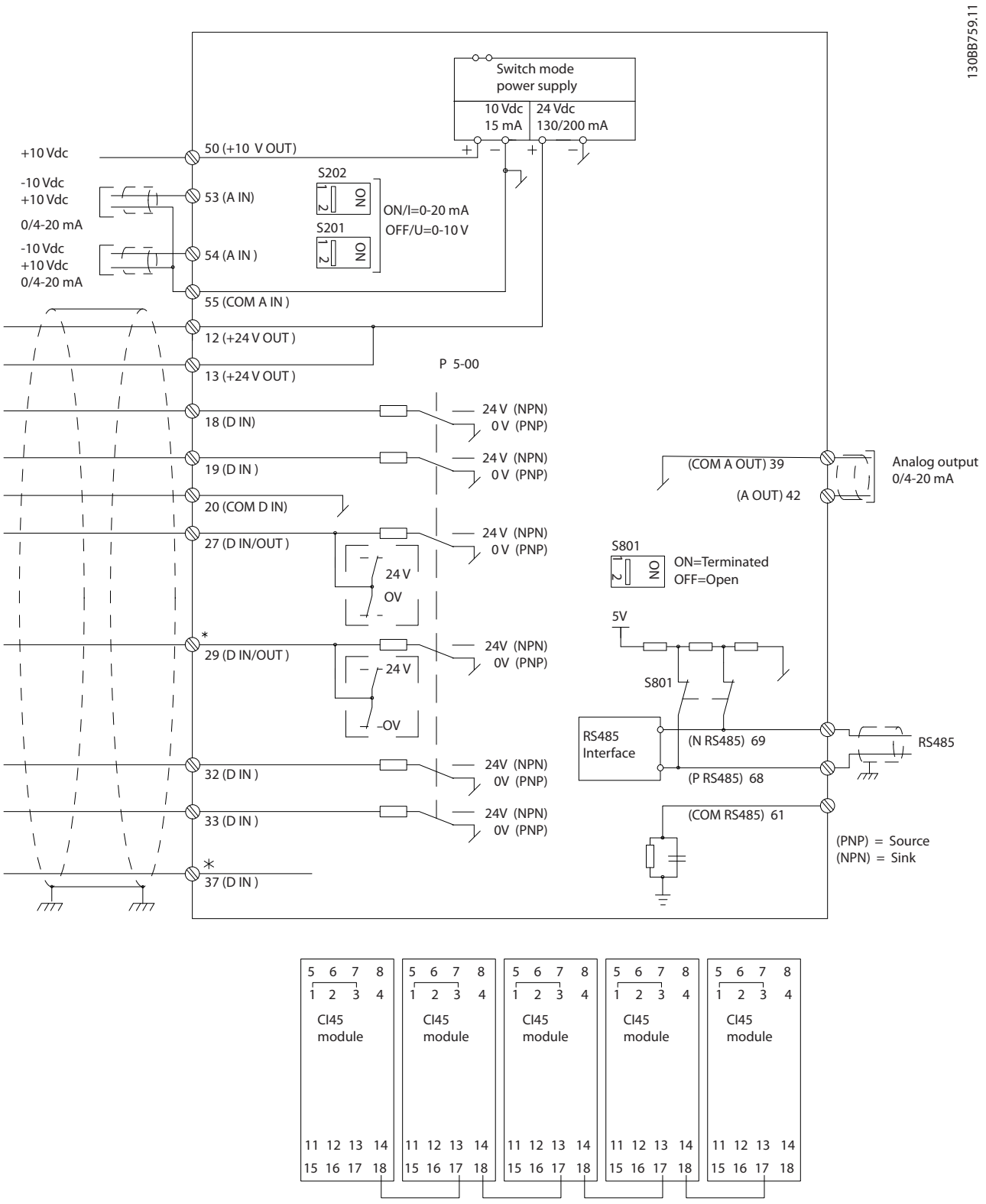


그림 10.17 12펄스 제어 단자

Danfoss A/S © 11/2017 All rights reserved.

10.4.5 NAMUR 제어 단자

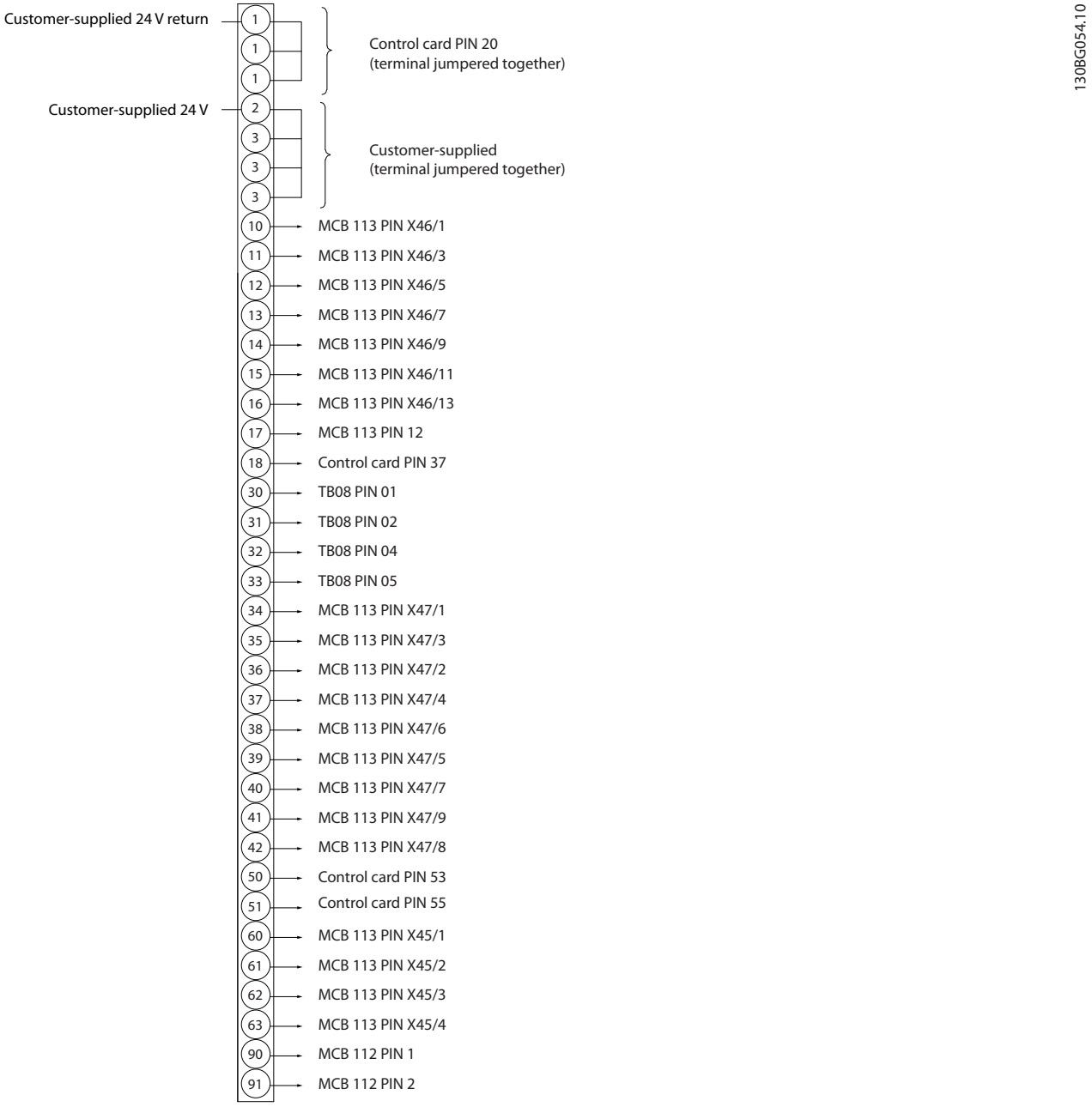


그림 10.18 NAMUR 제어 단자

10.5 퓨즈 및 회로 차단기

퓨즈를 사용하면 드라이브의 손상 가능성이 드라이브 내부 손상으로 국한됩니다. EN 50178 준수를 보장하기 위해 권장 퓨즈를 교체 부품으로 사용합니다. 공급부 측의 퓨즈 사용은 IEC 60364 (EC) 및 NEC 2009 (UL) 준수 설치의 필수 조건입니다.

분기 회로 보호

전기 및 화재의 위험으로부터 설비를 보호하기 위해 개폐기, 기계류 등에 있는 것과 같은 설비 내 모든 분기 회로는 국내/국제 규정에 따라 단락 및 과전류로부터 보호되어야 합니다.

퓨즈 또는 회로 차단기는 반드시 IEC 60364에 적합해야 합니다.

 Danfoss A/S © 11/2017 All rights reserved.

외함	FC 300 모델	권장 퓨즈 용량	권장 최대 퓨즈
E	P315	aR-900	aR-900
	P355	aR-900	aR-900
	P400	aR-900	aR-900
F	P450	aR-1600	aR-1600
	P500	aR-2000	aR-2000
	P560	aR-2500	aR-2500
	P630	aR-2500	aR-2500
	P710	aR-2500	aR-2500
	P800	aR-2500	aR-2500

표 10.10 CE 준수를 위한 권장 퓨즈, 380–500 V

외함	FC 300 모델	권장 퓨즈 용량	권장 최대 퓨즈
E	P355	aR-700	aR-700
	P400	aR-900	aR-900
	P500		
	P560		
F	P630	aR-1600	aR-1600
	P710	aR-2000	aR-2000
	P800	aR-2500	aR-2500
	P900		
	P1M0		

표 10.11 CE 준수를 위한 권장 퓨즈, 525–690 V

10

10.5.1 전원/반도체 퓨즈 옵션

모델	권장 드라이브 외부 퓨즈 Bussmann PN	등급	드라이브 내부 옵션 Bussmann PN	대체 외부 Siba PN	대체 외부 Ferraz Shawmut PN
P315	170M6013	900A, 700V	170M6013	22 610 32.900	6.9URD33D08A0900
P355	170M6013	900A, 700V	170M6013	22 610 32.900	6.9URD33D08A0900
P400	170M6013	900A, 700V	170M6013	22 610 32.900	6.9URD33D08A0900

표 10.12 380–480/500 V, 외함 E, UL 준수를 위한 주전원 퓨즈 옵션

모델	권장 드라이브 외부 퓨즈 Bussmann PN	등급	드라이브 내부 옵션 Bussmann PN	대체 Siba PN
P450	170M7081	1600A, 700V	170M7082	20 695 32.1600
P500	170M7081	1600A, 700V	170M7082	20 695 32.1600
P560	170M7082	2000A, 700V	170M7082	20 695 32.2000
P630	170M7082	2000A, 700V	170M7082	20 695 32.2000
P710	170M7083	2500A, 700V	170M7083	20 695 32.2500
P800	170M7083	2500A, 700V	170M7083	20 695 32.2500

표 10.13 380–480/500 V, 외함 F, UL 준수를 위한 주전원 퓨즈 옵션

Danfoss A/S © 11/2017 All rights reserved.

모델	드라이브 내부 Bussmann PN	등급	대체 Siba PN
P450	170M8611	1100A, 1000V	20 781 32.1000
P500	170M8611	1100A, 1000V	20 781 32.1000
P560	170M6467	1400A, 700V	20 681 32.1400
P630	170M6467	1400A, 700V	20 681 32.1400
P710	170M8611	1100A, 1000V	20 781 32.1000
P800	170M6467	1400A, 700V	20 681 32.1400

표 10.14 380-480/500 V, 외함 F, 인버터 모듈 DC 링크 퓨즈

주의 사항

UL 준수를 위해 콘택터 전용 옵션 없이 공급된 유닛의 경우, Bussmann 170M 시리즈 퓨즈를 사용해야 합니다. 콘택터 전용 옵션이 함께 제공된 유닛의 경우 SCCR 등급 및 UL 퓨즈 기준은 *표 10.32*를 참조하십시오.

모델	권장 드라이브 외부 퓨즈 Bussmann PN	등급	드라이브 내부 옵션 Bussmann PN	대체 외부 Siba PN	대체 외부 Ferraz Shawmut PN
P355	170M4017	700A, 700V	170M4017	20 610 32.700	6.9URD31D08A0700
P400	170M4017	700A, 700V	170M4017	20 610 32.700	6.9URD31D08A0700
P500	170M6013	900A, 700V	170M6013	22 610 32.900	6.9URD33D08A0900
P560	170M6013	900A, 700V	170M6013	22 610 32.900	6.9URD33D08A0900

표 10.15 525-690 V, 외함 E, UL 준수를 위한 주전원 퓨즈 옵션

모델	권장 드라이브 외부 퓨즈 Bussmann PN	등급	드라이브 내부 옵션 Bussmann PN	대체 Siba PN
P630	170M7081	1600A, 700V	170M7082	20 695 32.1600
P710	170M7081	1600A, 700V	170M7082	20 695 32.1600
P800	170M7081	1600A, 700V	170M7082	20 695 32.1600
P900	170M7081	1600A, 700V	170M7082	20 695 32.1600
P1000	170M7082	2000A, 700V	170M7082	20 695 32.2000
P1200	170M7083	2500A, 700V	170M7083	20 695 32.2500

표 10.16 525-690 V, 외함 F, UL 준수를 위한 주전원 퓨즈 옵션

모델	드라이브 내부 Bussmann PN	등급	대체 Siba PN
P630	170M8611	1100A, 1000V	20 781 32.1000
P710	170M8611	1100A, 1000V	20 781 32.1000
P800	170M8611	1100A, 1000V	20 781 32.1000
P900	170M8611	1100A, 1000V	20 781 32.1000
P1000	170M8611	1100A, 1000V	20 781 32.1000
P1200	170M8611	1100A, 1000V	20 781 32.1000

표 10.17 525-690 V, 외함 F, 인버터 모듈 DC 링크 퓨즈

Bussmann 170M 퓨즈는 -/80 시각 표시기를 사용하며 외부 용도로 사용하는 경우, 사이즈와 암페어가 동일한 - TN/80 Type T, -/110 또는 TN/110 Type T 표시기 퓨즈로 대체될 수 있습니다. UL 요구사항을 충족하려면 관련 전류 정격의 최소 500 V UL 준수 퓨즈를 사용합니다.

 Danfoss A/S © 11/2017 All rights reserved.

10.5.2 보조 퓨즈

보조 퓨즈

외함	Bussmann PN	등급
E 및 F	KTK-4	4A, 600V

표 10.18 SMPS 퓨즈

용량/종류	Bussmann PN	Littelfuse	등급
P355–P400, 525–690 V	KTK-4	–	4A, 600V
P315–P800, 380–500 V	–	KLK-15	15A, 600V
P500–P1M2, 525–690 V	–	KLK-15	15A, 600V

표 10.19 팬 퓨즈

퓨즈	용량/종류	Bussmann PN	등급	대체 퓨즈
2.5–4.0 A	P450–P800, 380–500 V	LPJ-6 SP 또는 SPI	6A, 600V	목록에 있는 클래스 J 듀얼 요소, 시간 지연, 6A
	P630–P1M2, 525–690 V	LPJ-10 SP 또는 SPI	10A, 600V	목록에 있는 클래스 J 듀얼 요소, 시간 지연, 10A
4.0–6.3 A	P450–P800, 380–500 V	LPJ-10 SP 또는 SPI	10A, 600V	목록에 있는 클래스 J 듀얼 요소, 시간 지연, 10A
	P630–P1M2, 525–690 V	LPJ-15 SP 또는 SPI	15A, 600V	목록에 있는 클래스 J 듀얼 요소, 시간 지연, 15A
6.3–10 A	P450–P800, 380–500 V	LPJ-15 SP 또는 SPI	15A, 600V	목록에 있는 클래스 J 듀얼 요소, 시간 지연, 15A
	P630–P1M2, 525–690 V	LPJ-20 SP 또는 SPI	20A, 600V	목록에 있는 클래스 J 듀얼 요소, 시간 지연, 20A
10–16 A	P450–P800, 380–500 V	LPJ-25 SP 또는 SPI	25A, 600V	목록에 있는 클래스 J 듀얼 요소, 시간 지연, 25A
	P630–P1M2, 525–690 V	LPJ-20 SP 또는 SPI	20A, 600V	목록에 있는 클래스 J 듀얼 요소, 시간 지연, 20A

표 10.20 수동 모터 제어기 퓨즈

외함	Bussmann PN	등급	대체 퓨즈
F	LPJ-30 SP 또는 SPI	30A, 600V	목록에 있는 클래스 J 듀얼 요소, 시간 지연, 30A

표 10.21 30 A 보호 단자 퓨즈

외함	Bussmann PN	등급	대체 퓨즈
F	LPJ-6 SP 또는 SPI	6A, 600V	목록에 있는 클래스 J 듀얼 요소, 시간 지연, 6A

표 10.22 제어 변압기 퓨즈

외함	Bussmann PN	등급
F	GMC-800 mA	800mA, 250V

표 10.23 NAMUR 퓨즈

외함	Bussmann PN	등급	대체 퓨즈
F	LP-CC-6	6A, 600V	목록에 있는 클래스 CC, 6A

표 10.24 Pilz 릴레이가 있는 안전 릴레이 코일 퓨즈

Danfoss A/S © 11/2017 All rights reserved.

10.5.3 주전원 퓨즈, F8-F13

다음의 퓨즈는 100,000 A_{rms}(대칭), (드라이브 전압 등급에 따라) 240V, 480V, 500V 또는 600V 용량의 회로에서 사용하기에 적합합니다. 퓨즈가 올바르게 설치된 드라이브 단락 회로 전류 정격(SCCR)은 100,000 A_{rms}입니다.

모델	외함 사이즈	등급		Bussmann P/N	예비 Bussmann P/N	추정 퓨즈 전력 손실 [W]	
		[V] (UL)	[A]			400 V	460 V
P250	F8-F9	700	700	170M4017	176F8591	25	19
P315	F8-F9	700	700	170M4017	176F8591	30	22
P355	F8-F9	700	700	170M4017	176F8591	38	29
P400	F8-F9	700	700	170M4017	176F8591	3500	2800
P450	F10-F11	700	900	170M6013	176F8592	3940	4925
P500	F10-F11	700	900	170M6013	176F8592	2625	2100
P560	F10-F11	700	900	170M6013	176F8592	3940	4925
P630	F10-F11	700	1500	170M6018	176F8592	45	34
P710	F12-F13	700	1500	170M6018	176F9181	60	45
P800	F12-F13	700	1500	170M6018	176F9181	83	63

표 10.25 주전원 퓨즈, 380-500 V

모델	외함 사이즈	등급		Bussmann P/N	예비 Bussmann P/N	추정 퓨즈 전력 손실 [W]	
		[V] (UL)	[A]			600V	690V
P355	F8-F9	700	630	170M4016	176F8335	13	10
P400	F8-F9	700	630	170M4016	176F8335	17	13
P500	F8-F9	700	630	170M4016	176F8335	22	16
P560	F8-F9	700	630	170M4016	176F8335	24	18
P630	F10-F11	700	900	170M6013	176F8592	26	20
P710	F10-F11	700	900	170M6013	176F8592	35	27
P800	F10-F11	700	900	170M6013	176F8592	44	33
P900	F12-F13	700	1500	170M6018	176F9181	26	20
P1M0	F12-F13	700	1500	170M6018	176F9181	37	28
P1M2	F12-F13	700	1500	170M6018	176F9181	47	36

표 10.26 주전원 퓨즈, 525-690 V

모델	Bussmann PN[1)]	등급	Siba
P450	170M8611	1100A, 1000V	20 781 32.1000
P500	170M8611	1100A, 1000V	20 781 32.1000
P560	170M6467	1400A, 700V	20 681 32.1400
P630	170M6467	1400A, 700V	20 681 32.1400
P710	170M8611	1100A, 1000V	20 781 32.1000
P800	170M6467	1400A, 700V	20 681 32.1400

표 10.27 인버터 모듈 DC 링크 퓨즈, 380-500 V

 Danfoss A/S © 11/2017 All rights reserved.

모델	Bussmann PN[1)]	등급	Siba
P630	170M8611	1100A, 1000V	20 781 32.1000
P710	170M8611	1100A, 1000V	20 781 32.1000
P800	170M8611	1100A, 1000V	20 781 32.1000
P900	170M8611	1100A, 1000V	20 781 32.1000
P1M0	170M8611	1100A, 1000V	20 781 32.1000
P1M2	170M8611	1100A, 1000V	20 781 32.1000

표 10.28 인버터 모듈 DC 링크 퓨즈, 525–690 V

1) Bussmann 170M 퓨즈는 -/80 시각 표시기를 사용하며 외부 용도로 사용하는 경우, 사이즈와 암페어가 동일한 -TN/80 Type T, -/110 또는 TN/110 Type T 표시기 퓨즈로 대체될 수 있습니다. UL 요구사항을 충족하려면 관련 전류 정격의 최소 500 V UL 준수 퓨즈를 사용합니다.

외함	모델	유형	초기 차단기 설정	
			트립 수준 [A]	시간 [s]
F3	380–500 V, 모델: P450 525–690 V, 모델: P630–P710	Merlin Gerin NPJF36120U31AABSCYP	1200	0.5
F3	380–500 V, 모델: P500–P630 525–690 V, 모델: P800	Merlin Gerin NRJF36200U31AABSCYP	2000	0.5
F4	380–500 V, 모델: P710 525–690 V, 모델: P900–P1M2	Merlin Gerin NRJF36200U31AABSCYP	2000	0.5
F4	380–500 V, 모델: P800	Merlin Gerin NRJF36250U31AABSCYP	2500	0.5

표 10.29 회로 차단기, F3–F4

10

10.6 차단기 및 콘택터

10.6.1 주전원 차단기, E1–E2 및 F3–F4

외함 사이즈	모델	유형
380–500 V		
E1–E2	P315–P400	ABB OETL-NF800A
F3	P450	Merlin Gerin NPJF36000S12AAYP
F3	P500–P630	Merlin Gerin NRKF36000S20AAYP
F4	P710–P800	Merlin Gerin NRKF36000S20AAYP
525–690 V		
E1–E2	P355–P560	ABB OETL-NF600A
F3	P630–P710	Merlin Gerin NPJF36000S12AAYP
F3	P800	Merlin Gerin NRKF36000S20AAYP
F4	P900–P1M2	Merlin Gerin NRKF36000S20AAYP

표 10.30 주전원 차단기, 외함 E1–E2 및 F3–F4

Danfoss A/S © 11/2017 All rights reserved.

10.6.2 주전원 차단기, F9/F11/F13

외함 사이즈	모델	유형
380–500 V		
F9	P250	ABB OETL-NF600A
F9	P315	ABB OETL-NF600A
F9	P355	ABB OETL-NF600A
F9	P400	ABB OETL-NF600A
F11	P450	ABB OETL-NF800A
F11	P500	ABB OETL-NF800A
F11	P560	ABB OETL-NF800A
F11	P630	ABB OT800U21
F13	P710	Merlin Gerin NPJF36000S12AAYP
F13	P800	Merlin Gerin NPJF36000S12AAYP
525–690 V		
F9	P355	ABB OT400U12-121
F9	P400	ABB OT400U12-121
F9	P500	ABB OT400U12-121
F9	P560	ABB OT400U12-121
F11	P630	ABB OETL-NF600A
F11	P710	ABB OETL-NF600A
F11	P800	ABB OT800U21
F13	P900	ABB OT800U21
F13	P1M0	Merlin Gerin NPJF36000S12AAYP
F13	P1M2	Merlin Gerin NPJF36000S12AAYP

표 10.31 주전원 차단기, 외함 F9/F11/F13

10.6.3 주전원 콘택터, F3–F4

외함 사이즈	모델 및 전압	콘택터
F3	P450–P500, 380–500 V P630–P800, 525–690 V	Eaton XTCE650N22A
F3	P560, 380–500 V	Eaton XTCE820N22A
F3	P630. 380–500 V	Eaton XTCEC14P22B
F4	P900. 525–690 V	Eaton XTCE820N22A
F4	P710–P800. 380–500 V P1M2, 525–690 V	Eaton XTCEC14P22B

표 10.32 주전원 콘택터, 외함 F3–F4

주의 사항

주전원 콘택터에는 고객이 제공한 230 V 공급이 필요합니다.

10.7 모터

모든 유형의 3상 비동기 표준 모터는 드라이브와 함께 사용할 수 있습니다.

단자	기능
96	U/T1
97	V/T2
98	W/T3
99	접지

표 10.33 시계방향 회전을 제공하는 모터 케이블 단자(공장 초기 설정)

 Danfoss A/S © 11/2017 All rights reserved.

모터 케이블의 2상을 전환하거나 *파라미터 4-10 모터 속도 방향*의 설정을 변경하여 모터 회전 방향을 변경할 수 있습니다.

*파라미터 1-28 Motor Rotation Check*을 사용하여 *그림 10.19*에 나타난 구성에 따라 모터 회전 점검을 실시할 수 있습니다.

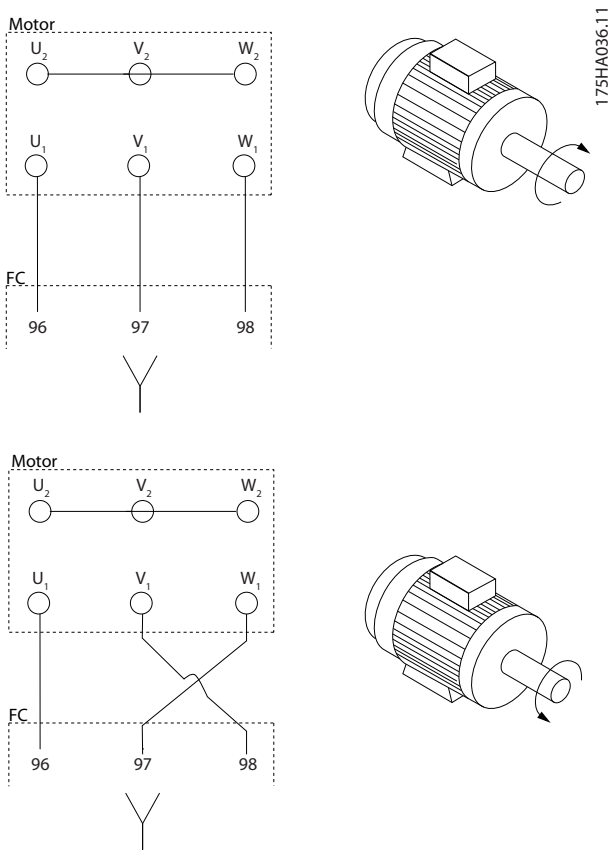


그림 10.19 모터 회전 변경

외함 F1/F3의 요구사항
각 인버터 모듈에는 동일한 개수의 모터 위상 케이블이 있어야 하고 그 개수가 반드시 2의 배수(예를 들어, 2, 4, 6 또는 8)이어야 하며 케이블 1개는 허용되지 않습니다. 케이블의 길이는 인버터 모듈 단자와 위상의 첫 번째 공통 지점 간 10% 이내이거나 동일해야 합니다. 권장되는 공통 지점은 모터 단자입니다. 예를 들어, 인버터 모듈 A에 100 m (328 ft) 케이블을 사용했다면 그 다음 인버터 모듈에는 길이가 90–110 m (295–360 ft)인 케이블을 사용할 수 있습니다.

외함 F2/F4의 요구사항
각 인버터 모듈에는 동일한 개수의 모터 위상 케이블이 있어야 하고 그 개수가 반드시 3의 배수(예를 들어, 3, 6, 9, 또는 12)이어야 하며 케이블 1개 또는 2개는 허용되지 않습니다. 케이블의 길이는 인버터 모듈 단자와 위상의 첫 번째 공통 지점 간 10% 이내이거나 동일해야 합니다. 권장되는 공통 지점은 모터 단자입니다. 예를 들어, 인버터 모듈 A에 100 m (328 ft) 케이블을 사용했다면 그 다음 인버터 모듈에는 길이가 90–110 m (295–360 ft)인 케이블을 사용할 수 있습니다.

10.7.1 모터 써멀 보호

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

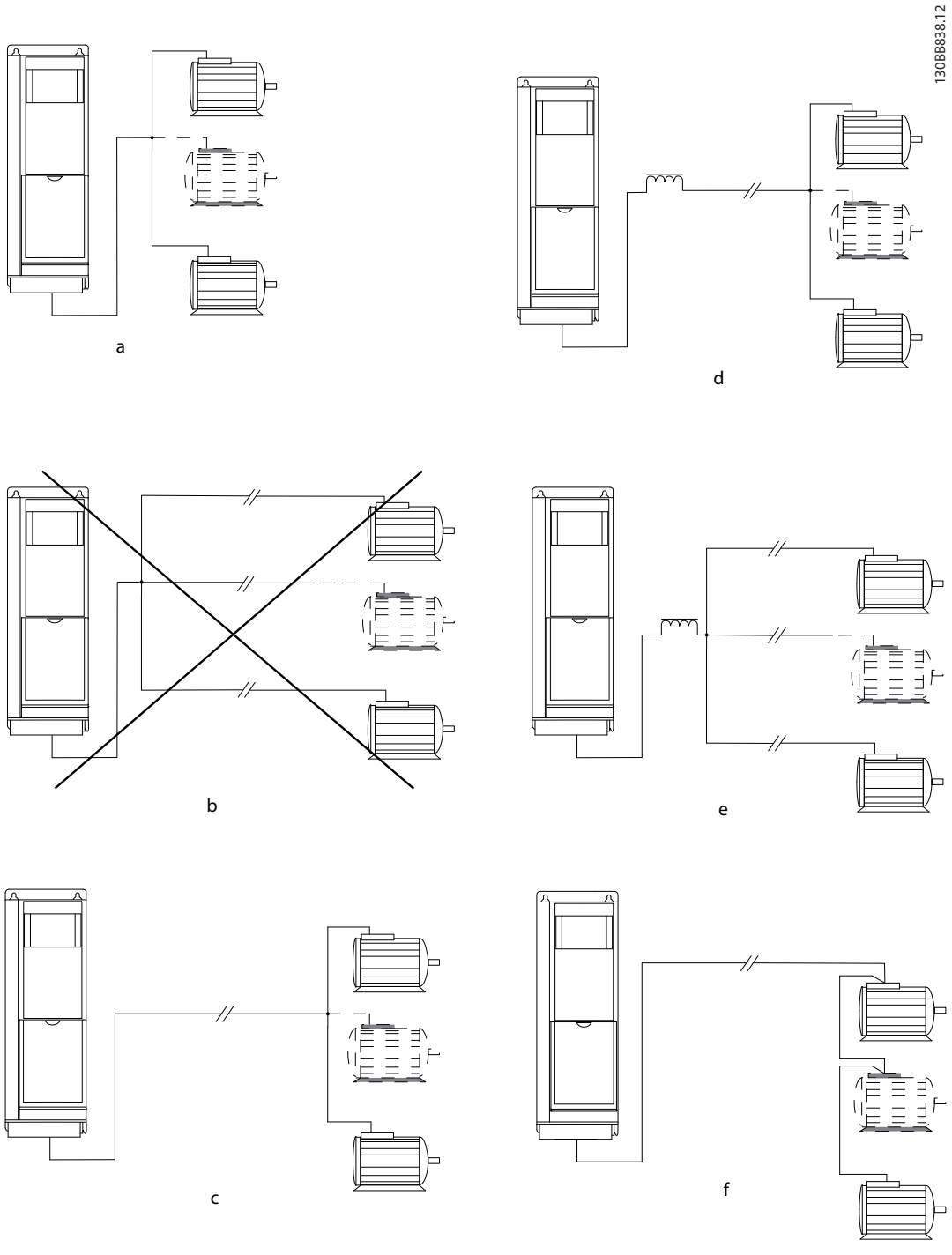
10.7.2 모터의 병렬 연결

드라이브는 여러 대의 모터를 병렬로 연결하여 제어할 수 있습니다. 병렬로 연결된 모터의 각기 다른 구성은 *그림 10.20*을 참조하십시오.

모터를 병렬로 연결할 때는 다음 사항을 준수해야 합니다.

- U/F 모드(볼트/헤르츠)로 병렬 모터와 함께 어플리케이션을 구동합니다.
- 일부 어플리케이션에서는 VCC+ 모드를 사용할 수도 있습니다.
- 병렬로 연결된 각 모터의 전류 소비량 합이 드라이브의 정격 출력 전류 I_{INV}를 초과해서는 안 됩니다.
- 모터 사이즈가 현저하게 차이가 날 경우에는 기동 시와 낮은 RPM에서 문제가 발생할 수 있습니다. 이는 기동 시와 낮은 RPM에서 상대적으로 큰 저항을 가진 소형 모터의 고정자에 큰 전압이 필요하기 때문입니다.
- 드라이브의 전자 써멀 릴레이(ETR)는 모터 과부하 보호 기능으로 사용할 수 없습니다. 또한, 각각의 모터 권선이나 각각의 써멀 릴레이에 써미스터 등을 장착하여 추가적인 모터 과부하 보호를 제공합니다.
- 모터를 병렬로 연결할 때는 *파라미터 1-02 플럭스 모터 피드백 소스*를 사용할 수 없으며 *파라미터 1-01 모터 제어 방식*을 *[0] U/f*로 설정해야 합니다.

Danfoss A/S © 11/2017 All rights reserved.



A	케이블 길이가 짧은 경우에만 A와 B에서와 같이 공통 조인트에 연결된 케이블을 사용하여 설치하는 것이 좋습니다.
B	*장을 7.6 케이블 사양*에 명시된 모터 케이블 최대 길이에 유의합니다.
C	*장을 7.6 케이블 사양*에 명시된 모터 케이블 총 길이는 각 병렬 케이블 길이가 10 m (32 ft) 미만으로 짧은 한 유효합니다.
D	모터 케이블 전체에 걸쳐 전압 하락을 고려합니다.
E	모터 케이블 전체에 걸쳐 전압 하락을 고려합니다.
F	*장을 7.6 케이블 사양*에 명시된 모터 케이블 총 길이는 각 병렬 케이블 길이가 10 m (32 ft) 미만으로 유지되는 한 유효합니다.

그림 10.20 모터의 다른 병렬 연결

 Danfoss A/S © 11/2017 All rights reserved.

10.7.3 모터 절연

*장을 7.6 케이블 사양*에 수록된 최대 케이블 길이와 동일하거나 그보다 짧은 모터 케이블 길이의 경우, *표 10.34*에서와 같은 모터 절연 등급을 사용합니다. 절연 등급이 낮은 모터의 경우, 댄포스는 dU/dt 또는 사인파 필터의 사용을 권장합니다.

주전원 정격 전압	모터 절연
$U_N \leq 420$ V	표준 U_{LL}=1300V
420 V<$U_N \leq 500$ V	보강 U_{LL}=1600 V
500 V<$U_N \leq 600$ V	보강 U_{LL}=1800 V
600 V<$U_N \leq 690$ V	보강 U_{LL}=2000 V

표 10.34 모터 절연 등급

10.7.4 모터 베어링 전류

드라이브에 설치된 모든 모터의 베어링 전류 순환을 제거하려면 NDE(Non-Drive End, 비구동측) 절연 베어링을 설치합니다. DE(Drive End, 구동측) 베어링 및 축 전류를 최소화하기 위해서는 드라이브, 모터, 운전 설비 및 모터-운전 설비를 올바르게 접지해야 합니다.

표준 완화 전략:

- 절연 베어링을 사용합니다.
- 올바른 설치 절차를 준수합니다.
  - 모터와 부하 모터가 올바르게 정렬되었는지 확인합니다.
  - EMC 설치 지침을 준수합니다.
  - PE를 보강하여 PE에서 고주파수 임피던스가 입력 전원 리드보다 낮아지게 합니다.
  - 모터와 드라이브 간에 양호한 고주파 연결을 제공합니다. 모터와 드라이브 간 360° 연결을 갖춘 차폐 케이블을 사용합니다.
  - 드라이브에서 건물 접지까지의 임피던스가 설비의 접지 임피던스보다 낮아야 합니다. 펌프의 경우에는 이러한 절차가 어려울 수 있습니다.
  - 모터와 부하 모터 간에 직접 접지 연결을 합니다.
- IGBT 스위칭 주파수를 낮춥니다.
- 인버터 파형(60° AVM 또는 SFAVM)을 수정합니다.
- 축 접지 시스템을 설치하거나 절연 커플링을 사용합니다.
- 전도성 윤활제를 바릅니다.
- 가능하면 최소 속도 설정을 사용합니다.
- 주전원 전압이 접지에 대해 균형을 이루는지 확인합니다. IT, TT, TN-CS 또는 접지된 레그 시스템의 경우에는 이러한 절차가 어려울 수 있습니다.
- dU/dt 또는 사인파 필터를 사용합니다.

10.8 제동

10.8.1 제동 저항 선정

증가하는 저항 제동의 요구를 처리하려면 제동 저항이 필요합니다. 제동 저항은 드라이브 대신 에너지를 흡수합니다. 자세한 정보는 *VLT® Brake Resistor MCE 101 설계지침서*를 참조하십시오.

각각의 제동 기간 중에 저항으로 전달된 역학 에너지량을 알 수 없는 경우, 주기 시간 및 제동 시간(단속적 듀티 사이클)을 기준으로 하여 평균 전력을 계산할 수 있습니다. 저항 단속적 듀티 사이클은 저항이 동작하는 시점의 듀티 사이클을 나타냅니다. *그림 10.21*은 일반적인 제동 사이클을 보여줍니다.

모터 공급업체는 주로 단속적 듀티 사이클을 나타내는 허용 부하를 기동할 때 S5를 사용합니다. 저항에 대한 단속적 듀티 사이클은 다음과 같이 계산됩니다.

듀티 사이클=t_b/T

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

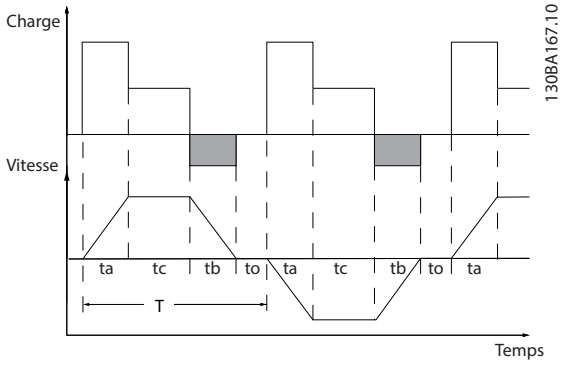


그림 10.21 일반적인 제동 사이클

Danfoss A/S © 11/2017 All rights reserved.

380–500 V 모델	주기 시간 (초)	100% 토오크 시 제동 듀티 사이클	과도 토오크 (150/160%) 시 제동 듀티 사이클
P315–P800	600	40%	10%
525–690 모델	주기 시간 (초)	100% 토오크 시 제동 듀티 사이클	과도 토오크 (150/160%) 시 제동 듀티 사이클
P500–P560	600	40%	10%
P630–P1M2	600	40%	10%

표 10.35 높은 과부하 토오크 수준에서의 제동

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

주의 사항

필요한 제동 시간을 처리하도록 저항이 설계되었는지 확인합니다.

제동 저항의 최대 허용 부하는 단속적 듀티 사이클에 따른 피크 전력으로 표시됩니다. 제동 저항은 다음과 같이 계산됩니다.

$$R_{br}\,[\Omega] = \frac{U_{dc}^2}{P_{peak}}$$

여기서,

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

보는 바와 같이 제동 저항은 DC 링크 전압(U_{dc})에 따라 다릅니다.

사이즈	제동 활성화	정지 전 경고	정지 (트립)
380–500 V[1)]	810V	828V	855V
525–690 V	1084V	1109V	1130V

표 10.36 FC 302 제동 한계

1) 출력 용량에 따라 다름

주의 사항

제동 저항이 410 V, 820 V, 850 V, 975 V 또는 1130 V의 전압을 처리할 수 있는지 확인합니다. 댄포스 제동 저항은 모든 댄포스 드라이브에 적합합니다.

댄포스는 제동 저항 R_{rec}를 권장합니다. 이러한 계산은 드라이브가 가장 높은 제동 동력($M_{br(\%)}$) 150%에서 제동할 수 있도록 보장합니다. 식은 다음과 같습니다.

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

η_{motor} 값은 일반적으로 0.90이고

η_{VLT} 값은 일반적으로 0.98입니다.

200V, 480V, 500V 및 600V 드라이브의 경우, 제동 동력 160%에서의 R_{rec} 값은 다음과 같습니다.

$$200V: R_{rec} = \frac{107780}{P_{motor}}\,[\Omega]$$

$$500V: R_{rec} = \frac{464923}{P_{motor}}\,[\Omega]$$

$$600V: R_{rec} = \frac{630137}{P_{motor}}\,[\Omega]$$

$$690V: R_{rec} = \frac{832664}{P_{motor}}\,[\Omega]$$

주의 사항

선택한 저항 제동 회로 저항이 댄포스에서 권장하는 값보다 낮아야 합니다.

주의 사항

제동 트랜지스터에 단락이 발생하면 주전원 스위치 또는 콘택터를 통해 드라이브에서 주전원을 차단해야만 제동 저항의 전력 소실을 방지할 수 있습니다. 제동 저항에서 전력 소실이 지속되면 과열, 손상 또는 화재로 이어질 수 있습니다.

⚠경고

화재 위험

제동 저항은 제동 중 및 제동 후에 뜨거워집니다. 제동 저항을 안전한 장소에 두지 않으면 재산 손실 및/또는 중상으로 이어질 수 있습니다.

- **화재 위험을 피하기 위해 안전한 환경에 제동 저항을 배치해야 합니다.**
- **심각한 화상을 입을 수 있으므로 제동 중 또는 제동 후에 제동 저항을 만지지 마십시오.**

10.8.2 제동 기능의 제어

릴레이/디지털 출력은 드라이브의 결함에 따른 과부하 또는 과열로부터 제동 저항을 보호하는데 사용할 수 있습니다. 제동 IGBT가 과부하 또는 과열되는 경우, 제동 장치에서 드라이브로의 릴레이/디지털 신호가 제동 IGBT를 차단합니다. 이 릴레이/디지털 신호는 제동 IGBT의 단락이나 제동 모듈 또는 배선의 접지 결함으로부터 보호하지 않습니다. 제동 IGBT에 단락이 발생하는 경우, 댄포스에서는 제동 장치를 차단하는 방법을 권장합니다.

또한 제동 장치의 순간 동력 및 마지막 120초 간의 평균 동력이 표시됩니다. 제동 장치는 동력의 에너지화를 감시할 수 있으며 *파라미터 2-12 Brake Power Limit (kW)*에서 선택한 한계를 초과해서는 안됩니다. *파라미터 2-13 Brake Power Monitoring*는 제동 저항에 전달된 동력이 *파라미터 2-12 Brake Power Limit (kW)*에서 설정한 한계를 초과할 때 수행할 기능을 선택합니다.

 Danfoss A/S © 11/2017 All rights reserved.

주의 사항

제동 동력 감시는 안전 기능이 아니며 안전 기능으로 사용하기 위해서는 외부 콘택터에 연결된 써멀 스위치가 필요합니다. 제동 저항 회로는 접지 누설이 보호되어 있지 않습니다.

*과전압 제어 (OVC)*는 *파라미터 2-17 Over-voltage Control*에서 제동 기능 대신 선택할 수 있습니다. 이 기능은 모든 제품에서 작동하며 직류단 전압이 증가한 경우, DC 링크의 전압을 제한하도록 출력 주파수를 증가시켜 트립되지 않도록 합니다.

주의 사항

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

10.9 잔류 전류 장치(RCD) 및 절연 저항 감시 장치(IRM)

국내 안전 규정을 준수하기 위한 추가 보호 수단으로 RCD 릴레이, 다중 보호 접지 또는 추가 보호 접지 등을 사용합니다.
접지 결함이 발생하면 직류 전류로 인해 잘못된 전류가 발생할 수 있습니다. RCD 릴레이를 사용하는 경우, 반드시 국내 규정을 준수해야 합니다. 릴레이는 브리지 정류기가 장착된 3상 장비를 보호하는 데 적합해야 하며 전원 인가 시 순간 방전에 적합해야 합니다. 자세한 내용은 *장을 10.10 누설 전류*를 참조하십시오.

10.10 누설 전류

누설 전류가 3.5 mA를 초과하는 장비의 보호 접지는 국내 및 현지 규정을 준수합니다.
드라이브 기술은 고출력에서의 고주파 스위칭을 의미합니다. 이 고주파 스위칭은 접지 연결부에 누설 전류를 발생시킵니다.

접지 누설 전류는 몇 가지의 기여도로 구성되며 다음과 같이 다양한 시스템 구성에 따라 다릅니다.

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

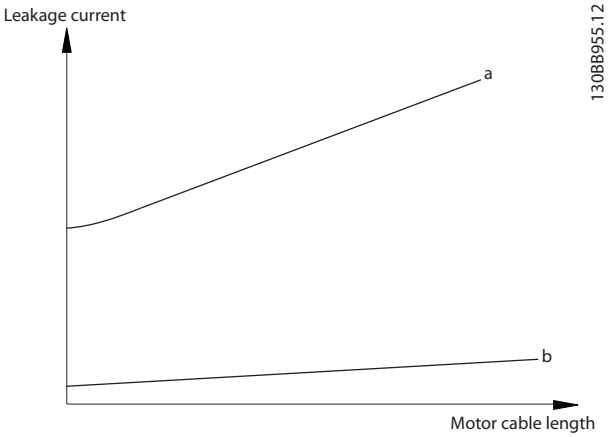


그림 10.22 모터 케이블 길이와 전력 용량에 따른 누설 전류의 영향. 전력 용량 a > 전력 용량 b.

누설 전류는 또한 라인 왜곡에 따라 다릅니다.

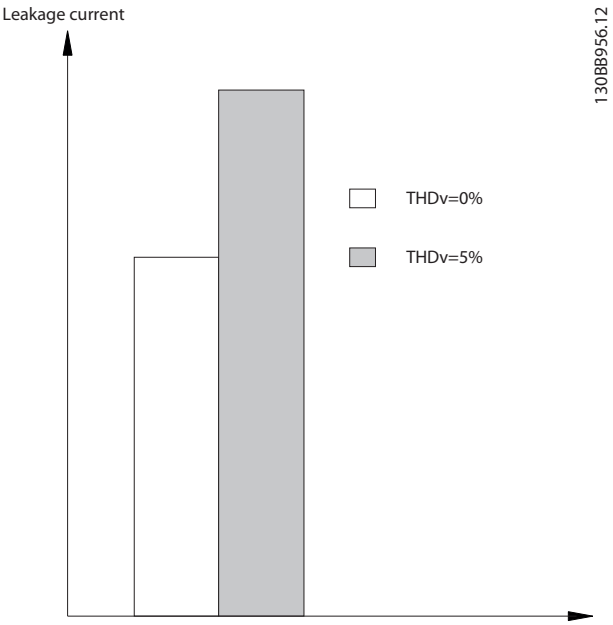


그림 10.23 라인 왜곡에 따른 누설 전류의 영향

누설 전류가 3.5mA를 초과하는 경우, EN/IEC61800-5-1(Power Drive 시스템 제품 표준) 준수와 관련하여 특별한 주의가 필요합니다.

다음의 보호 접지 연결 요구사항으로 접지를 보강합니다.

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

자세한 정보는 EN/IEC61800-5-1 및 EN 50178을 참조하십시오.

Danfoss A/S © 11/2017 All rights reserved.

RCD 사용

접지 누설 회로 차단기라고도 하는 잔류 전류 장치(RCD)를 사용하는 경우에는 다음 사항을 준수해야 합니다.

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

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

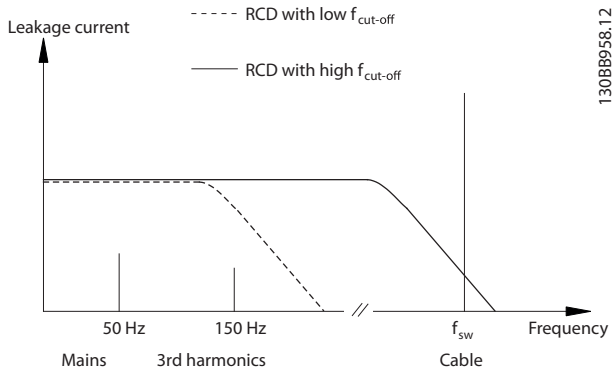


그림 10.24 누설 전류에 대한 주요 기여도

RCD에 의해 감지된 누설 전류량은 RCD의 차단 주파수에 따라 다릅니다.

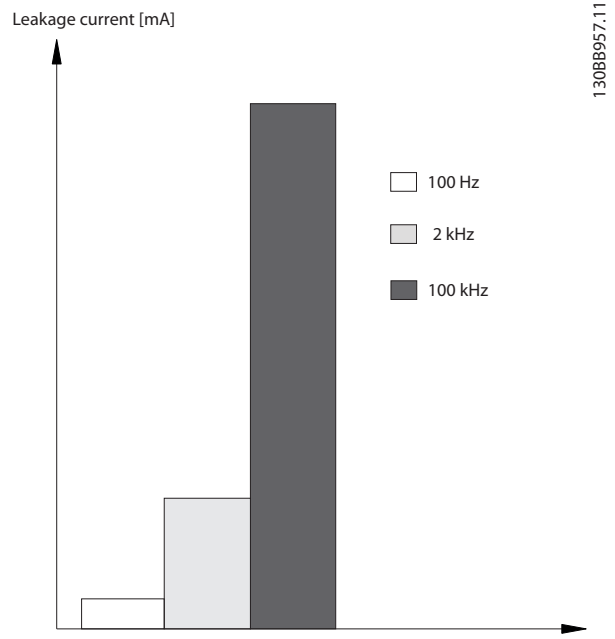


그림 10.25 누설 전류에 대한 RCD 차단 주파수의 영향

10.11 IT 그리드

접지로부터 절연된 주전원 공급장치

드라이브가 절연된 주전원 소스(IT 주전원, 부동형 델타 또는 접지형 델타) 또는 접지된 레그가 있는 TT/TN-S 주전원에서 전원을 공급 받는 경우, 드라이브의 *파라미터 14-50 RFI 필터*과 필터의 *파라미터 14-50 RFI 필터*를 통해 RFI 스위치를 끄는 것이 좋습니다. 자세한 내용은 IEC 364-3을 참조하십시오. 꺼짐(OFF) 위치에서 섀시와 DC 링크 간의 필터 컨덴서를 차단하여 DC 링크의 손상을 방지하고 IEC 61800-3에 따라 접지 용량형 전류를 줄입니다.
최적의 EMC 성능이 필요하거나 모터가 병렬로 연결되어 있거나 모터 케이블 길이가 25 m (82 ft) 이상인 경우, 댄포스에서는 *파라미터 14-50 RFI 필터*을 [ON]([켜짐])으로 설정할 것을 권장합니다. *어플리케이션 지침서, IT 주전원의 VLT®* 또한 참조하십시오. 전력전자기기(IEC 61557-8)에 함께 사용하기에 적합한 절연 모니터를 사용하는 것이 중요합니다.

댄포스에서는 IT 주전원 네트워크에 연결된 525-690 V 드라이브에 출력 콘택터의 사용을 권장하지 않습니다.

10.12 효율

드라이브의 효율(η_{VLT})

드라이브의 부하는 효율에 거의 영향을 미치지 않습니다. 일반적으로 모터가 정격 축 토오크의 100%를 공급하거나 부분 부하 상황에서 75%만 공급하더라도 모터 정격 주파수 $f_{M,N}$에서 효율은 동일합니다.

다른 U/f 특성을 선택해도 드라이브의 효율은 변하지 않습니다. 하지만 U/f 특성은 모터의 효율에는 영향을 미칩니다.

스위칭 주파수가 5kHz 이상으로 설정된 경우 효율이 약간 떨어집니다. 또한 주전원 전압이 480 V이거나 모터 케이블의 길이가 30 m (98 ft) 이상인 경우에 효율이 약간 떨어집니다.

드라이브 효율 계산

*그림 10.26*를 기준으로 각각 다른 속도와 부하에서 드라이브의 효율을 계산합니다. 이 그래프의 계수는 *장을 7.1 전기적 기술 자료, 380-500 V* 및 *장을 7.2 전기적 기술 자료, 525-690 V*의 사양표에 수록된 특정 효율 계수를 곱해야 합니다.

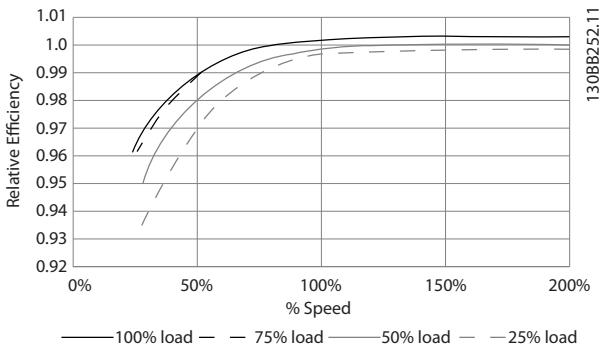


그림 10.26 일반적인 효율 곡선

10

 Danfoss A/S © 11/2017 All rights reserved.

예: 160 kW, 380–480/500 V AC 드라이브(25% 부하, 50% 속도 기준)를 가정하겠습니다. *그림 10.26*에 0.97이 표시되는데 160 kW 드라이브의 정격 효율은 0.98입니다. 실제 효율은 다음과 같습니다: 0.97x 0.98=0.95.

모터의 효율 (η_{MOTOR})
드라이브에 연결된 모터의 효율은 여자 수준에 따라 달라집니다. 일반적으로 효율은 주전원으로 기동하여 운전했을 때와 거의 동일합니다. 모터 효율은 모터 종류에 따라 달라집니다.

정격 토오크의 75–100% 범위에서 드라이브에 의해 제어되거나 주전원에서 직접 구동되는 경우에도 실제 모터 효율은 일정합니다.

소형 모터에서 U/f 특성은 효율에 거의 영향을 주지 않습니다. 하지만 11 kW (15 hp) 이상의 대형 모터에서는 U/f 특성이 효율에 큰 영향을 미칩니다.

일반적으로 스위칭 주파수는 소형 모터의 효율에는 영향을 미치지 않습니다. 11 kW (15 hp) 이상의 모터는 높은 스위칭 주파수에서 모터 전류 사인 곡선의 모양이 거의 완벽하므로 약 1-2% 정도 효율이 증가합니다.

시스템의 효율(η_{SYSTEM})
시스템 효율을 계산하려면, 다음과 같이 드라이브의 효율 (η_{VLT})에 모터의 효율 (η_{MOTOR})을 곱합니다:

$\eta_{SYSTEM} = \eta_{VLT} \times \eta_{MOTOR}$

10.13 청각적 소음

10

다음 3가지 원인에 의해 드라이브에 청각적 소음이 발생합니다.

- DC 링크 코일.
- 내부 팬.
- RFI 필터 초크.

*표 10.37*은 유닛으로부터 1 m (9 ft) 떨어진 지점에서 측정된 일반적인 청각적 소음 값의 목록입니다.

외함 사이즈	dBA(최대 팬 회전수 기준)
E1–E2[1)]	74
E1–E2[2)]	83
F1–F4 및 F8–F13	80

표 10.37 청각적 소음

1) P355–P400, 525–690 V만 해당.
2) 다른 모든 외함 E 모델.

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

10.14 dU/dt 조건

주의 사항

상간 절연지 또는 기타 절연 보강재가 없는 모터와 같이 드라이브와 함께 사용하도록 설계되어 있지 않은 모터의 조기 노후화를 피하기 위해 댄포스에서는 드라이브의 출력에 dU/dt 필터 또는 사인파 필터의 장착을 적극 권장합니다. dU/dt 및 사인파 필터에 관한 자세한 정보는 *출력 필터 설계지침서*를 참조하십시오.

인버터의 트랜지스터가 브리지 스위칭되면 다음 요인에 따라 다르지만 모터의 전압이 du/dt 비로 증가합니다.

- 모터 케이블(종류, 단면적, 차폐 또는 비차폐 길이)
- 인덕턴스

자연적인 유도는 DC 링크의 전압에 따라 모터 전압이 특정 수준으로 안정되기 전에 U_{PEAK} 전압의 과도 현상을 발생시킵니다. 증가 시간 및 피크 전압 U_{PEAK}는 모터의 수명에 영향을 미칩니다. 피크 전압이 너무 높으면 특히 위상 코일 절연이 없는 모터가 영향을 많이 받습니다. 모터 케이블 길이는 증가 시간 및 피크 전압에 영향을 줍니다. 예를 들어, 모터 케이블 길이가 짧은 경우(몇 미터 정도)에는 증가 시간과 피크 전압이 낮습니다. 모터 케이블 길이가 긴 경우(100 m (328 ft))에는 증가 시간과 피크 전압이 증가합니다.

IGBT를 스위칭하면 모터 단자의 피크 전압이 야기됩니다. 드라이브는 드라이브에 의해 제어되도록 설계된 모터에 대하여 IEC 60034-25의 요구사항을 준수합니다. 드라이브는 또한 드라이브에 의해 제어되도록 설계된 정격 모터에 대하여 IEC 60034-17을 준수합니다.

고출력 범위
주전원 전압이 적절한 *표 10.38* 및 *표 10.39*의 전력 용량은 드라이브에서 제어하는 일반 모터의 경우, IEC 60034-17의 요구사항을, 드라이브에서 제어하도록 설계된 모터의 경우, IEC 60034-25의 요구사항을, 인버터 구동 모터의 경우, NEMA MG 1-1998 Part 31.4.4.2의 요구사항을 충족합니다. *표 10.38* 및 *표 10.39*의 전력 용량은 일반 용도 모터의 경우, NEMA MG 1-1998 Part 30.2.2.8을 준수하지 않습니다.

Danfoss A/S © 11/2017 All rights reserved.

380–500 V

모델	케이블 길이 [m (ft)]	주전원 전압 [V]	증가 시간 [µs]	피크 전압 [V]	dU/dt [V/µs]
P250–P800 (380–500 V)	30 (98.5)	500	0.71	1165	1389
	30 (98.5)	500[1)]	0.80	906	904
	30 (98.5)	400	0.61	942	1233
	30 (98.5)	400[1)]	0.82	760	743

표 10.38 dU/dt 외함 E1–E2 및 F1–F13, 380–500 V

1) 댄포스 dU/dt 필터 포함

525–690 V

모델	케이블 길이 [m (ft)]	주전원 전압 [V]	증가 시간 [µs]	피크 전압 [V]	dU/dt [V/µs]
P355–P1M2 (525–690 V)	30 (98.5)	690	0.57	1611	2261
	30 (98.5)	575	0.25	–	2510
	30 (98.5)	690[1)]	1.13	1629	1150

표 10.39 dU/dt 외함 E1–E2 및 F1–F13, 525–690 V

1) 댄포스 dU/dt 필터 포함.

10.15 전자기 적합성(EMC) 개요

전기 장치는 간섭을 발생시킬 뿐만 아니라 발생된 다른 소스로부터도 간섭을 받습니다. 이러한 현상에 따른 전자기 호환성(EMC)은 전력 및 장치의 고조파 특성에 따라 다릅니다.

10

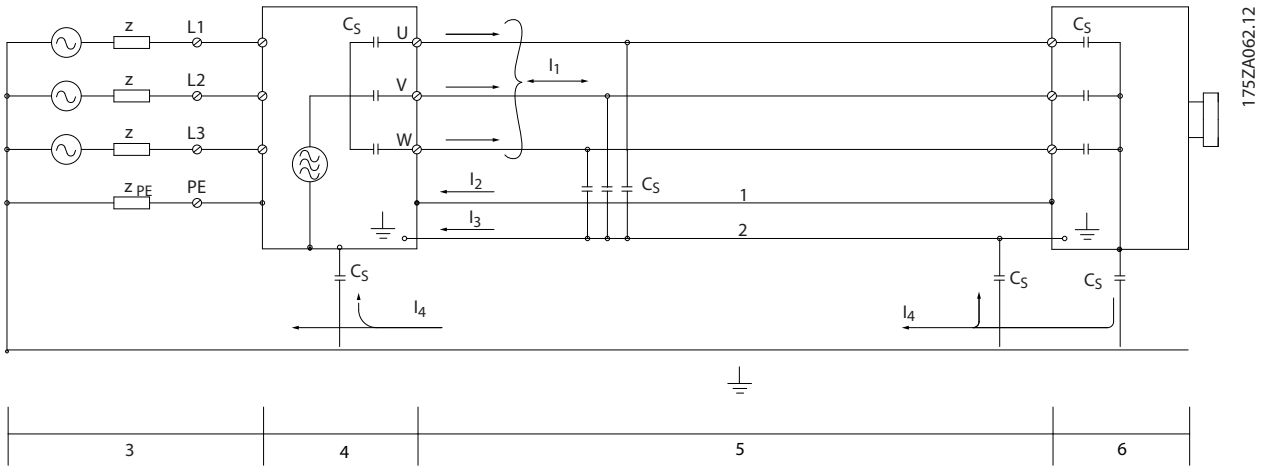
시스템 내 전기 장치 간의 비제어 상호작용은 호환성을 떨어뜨릴 수 있으며 안정적인 운전을 방해할 수 있습니다. 간섭은 다음과 같은 형태를 취합니다.

- 정전기 방전
- 급속한 전압 변화
- 고주파 간섭

전기적인 간섭은 150kHz에서 30MHz 범위 내의 주파수에서 가장 흔히 발생합니다. 30MHz에서 1GHz 범위에 있는 드라이브 시스템의 부유물에 의한 간섭은 인버터, 모터 케이블, 모터 등에서 발생합니다.

모터 전압에서 높은 dU/dt가 모터 케이블의 용량형 전류와 결합하면 누설 전류의 원인이 됩니다. *그림 10.27*을(를) 참조하십시오. 차폐형 모터 케이블은 위상 와이어와 차폐선 간 커패시턴스, 그리고 차폐선과 접지 간 커패시턴스가 더 높습니다. 이렇게 추가된 케이블 커패시턴스는 다른 기생 커패시턴스 및 모터 인덕턴스와 함께 제품에 의해 생성된 전자기 방사 신호를 변경합니다. 전자기 방사 신호의 변경은 5 MHz 미만의 방사에서 주로 발생합니다. 대부분의 누설 전류(I1)가 PE (I3)를 통해 제품으로 다시 반송되며 차폐형 모터 케이블의 작은 전자기장(I4)만 남습니다. 차폐선은 방사 간섭을 감소시키지만 주전원에 대한 저주파수 간섭을 증가시킵니다.

 Danfoss A/S © 11/2017 All rights reserved.



1	접지 와이어	C_S	가능한 션트 기생 커패시턴스 경로(설비에 따라 다름)
2	쉴드	I_1	공통 모드 누설 전류
3	교류 주전원 공급	I_2	차폐형 모터 케이블
4	드라이브	I_3	안전 접지(모터 케이블의 네 번째 도체)
5	차폐형 모터 케이블	I_4	의도하지 않은 공통 모드 전류
6	모터	–	–

그림 10.27 가능한 누설 전류를 보여주는 전기 모델

10

10.15.1 EMC 시험 결과

다음은 드라이브(관련 옵션 포함), 차폐된 제어 케이블, 가변 저항기 및 제어 박스, 모터 및 모터 차폐 케이블의 시험 결과입니다.

RFI 필터 유형		전도 방사			복사 방사		
표준 및 요구사항	**EN 55011**	**클래스 B** 주택, 상업 및 경공업 지역	**클래스 A 그룹 1** 공업지역	**클래스 A 그룹 2** 공업지역	**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** 1차 환경 - 가정 및 사무실
H2							
FC 302	90–500 kW 380–500 V	아니오	아니오	150 m (492 ft)	아니오	아니오	예
	90–710 kW 525–690 V	아니오	아니오	150 m (492 ft)	아니오	아니오	예
H4							
FC 302	90–500 kW 380–500 V	아니오	150 m (492 ft)	150 m (492 ft)	아니오	예	예
	90–710 kW 525–690 V	–	–	–	–	–	–

표 10.40 EMC 시험 결과 (방사 및 방지)

Danfoss A/S © 11/2017 All rights reserved.

10.15.2 방사 요구사항

속도 조절이 가능한 드라이브의 EMC 제품 표준 EN/IEC 61800-3:2004에 따른 EMC 요구사항은 드라이브가 설치된 환경에 따라 다릅니다. 이러한 환경은 주전원 전압 공급 요구사항과 함께 *표 10.41*에 정의되어 있습니다.

드라이브는 IEC/EN 61800-3 (2004)+ AM1 (2011), 부문 C3에서 설명된 이차 환경에 설치되어 있고 상간 전류가 100 A를 초과하는 장비에 대한 EMC 요구사항을 준수합니다. 적합성 시험은 150 m (492 ft) 차폐형 모터 케이블로 수행합니다.

부문 (EN 61800-3)	정의	전도 방사 (EN 55011)
C1	공급 전압이 1000 V 미만인 일차 환경(가정 및 사무실).	클래스 B
C2	공급 전압이 1000 V 미만인 일차 환경(가정 및 사무실)으로, 플러그인 또는 이동이 가능하지 않고 전문가가 시스템을 설치 및 작동하는데 사용하도록 되어 있는 환경.	클래스 A 그룹 1
C3	공급 전압이 1000 V 미만인 이차 환경(산업).	클래스 A 그룹 2
C4	다음과 같은 이차 환경: • 공급 전압이 1000 V 이상인 환경. • 정격 전류가 400 A 이상인 환경. • 복잡한 시스템에 사용하도록 되어 있는 환경.	라인 한계가 없습니다. EMC 계획을 만들어야 합니다.

표 10.41 방사 요구사항

일반적인 방사 표준이 사용되는 경우, 드라이브는 *표 10.42*를 준수해야 합니다.

환경	일반 표준	EN 55011 한계에 따른 전도성 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 10.42 일반적인 방사 표준 한계

10.15.3 방지 요구사항

드라이브의 방지 요구사항은 설치 환경에 따라 다릅니다. 산업 환경은 가정 및 사무실 환경보다 높은 요구사항을 필요로 합니다. 모든 댄포스 드라이브는 산업 환경뿐만 아니라 가정/사무실 환경의 요구사항을 충족합니다.

다음은 과도 현상에 대한 방지를 측정하기 위해 드라이브(관련 옵션 포함), 차폐형 제어 케이블, 제어 박스 및 가변 저항기, 모터 케이블 및 모터의 방지 시험 결과입니다. 시험은 다음 적용 기준에 따라 이루어졌습니다. 자세한 내용은 *표 10.43*를 참조하십시오.

- **EN 61000-4-2 (IEC 61000-4-2):** 정전기 방전 (ESD): 사용자로부터의 정전기 방전 실험.
- **EN 61000-4-3 (IEC 61000-4-3):** 유입 전자기장 복사가 레이더, 무선 통신 장비 및 이동 통신 장비에 미치는 영향에 대한 진폭 변조 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 트랜지언트 실험.
- **EN 61000-4-6 (IEC 61000-4-6):** RF 공통 모드: 연결 케이블에 의해 연결된 무선전송 장비의 영향 실험.

 Danfoss A/S © 11/2017 All rights reserved.

적용 기준	과도 IEC 61000-4-4	서지 IEC 61000-4-5	ESD IEC 61000-4-2	복사 전자기장 IEC 61000-4-3	RF 공통 모드 전압 IEC 61000-4-6
허용 기준	B	B	B	A	A
라인	4 kV CM	2 kV/2Ω DM 4 kV/12Ω CM	–	–	10 V_{RMS}
모터	4 kV CM	4 kV/2Ω[1)]	–	–	10 V_{RMS}
제동 장치	4 kV CM	4 kV/2Ω[1)]	–	–	10 V_{RMS}
부하 공유	4 kV CM	4 kV/2Ω[1)]	–	–	10 V_{RMS}
제어선	2kV CM	2 kV/2Ω[1)]	–	–	10 V_{RMS}
표준 버스통신	2kV CM	2 kV/2Ω[1)]	–	–	10 V_{RMS}
릴레이선	2kV CM	2 kV/2Ω[1)]	–	–	10 V_{RMS}
어플리케이션/필드버스 옵션	2kV CM	2 kV/2Ω[1)]	–	–	10 V_{RMS}
LCP 케이블	2kV CM	2 kV/2Ω[1)]	–	–	10 V_{RMS}
외부 24VDC	2 V CM	0.5 kV/2Ω DM 1 kV/12 Ω CM	–	–	10 V_{RMS}
외함	–	–	8 kV AD 6 kV CD	10V/m	–

표 10.43 EMC 방지 자료, 전압 범위: 380–480/500 V, 525–600 V, 525–690 V

1) 케이블 차폐에 방출.

AD: Air Discharge(대기 중 방전), CD: Contact Discharge(접촉 방전), CM: Common mode(공통 모드), DM: Differential mode(차동 모드).

10.15.4 EMC 적합성

10

주의 사항

작업자 책임

가변 속도 드라이브 시스템을 위한 EN 61800-3 표준에 따라 작업자는 EMC 준수를 보장할 책임이 있습니다. 제조업체는 표준을 준수하는 운전에 알맞는 솔루션을 제공할 수 있습니다. 작업자는 이러한 솔루션을 적용하고 관련 비용을 지불할 책임이 있습니다.

전자기적 적합성 보장을 위한 옵션은 2가지 있습니다.

- 간섭 방사원에서 간섭을 제거 또는 최소화합니다.
- 장치의 수신 상태에 의해 장치에 영향을 미치는 간섭에 대한 방지를 증가시킵니다.

RFI 필터

목표는 구성품 간 무선 주파수 간섭 없이 안정적으로 운전하는 시스템을 확보하는 것입니다. 높은 수준의 방지를 달성하기 위해서는 고품질의 RFI 필터를 갖춘 드라이브를 사용합니다.

주의 사항

무선 간섭

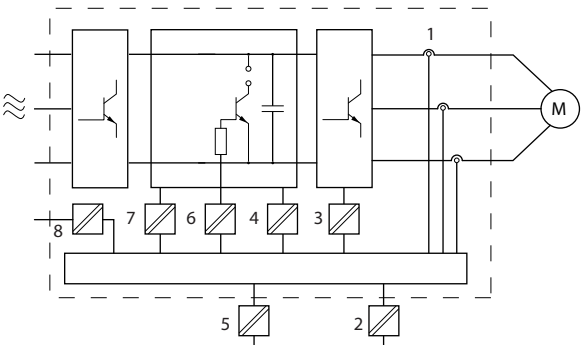
가정 환경에서 이 제품은 무선 간섭을 야기할 수 있으며 이러한 경우, 보조 저감 조치가 필요할 수 있습니다.

PELV 및 갈바닉 절연 준수

모든 E1h–E4h 드라이브의 제어 및 릴레이 단자는 PELV가 적용되어 공급됩니다(400 V 이상에서 접지된 델타형 편선은 예외).

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

전기 절연은 그림에서와 같이 제공됩니다(*그림 10.28* 참조). 설명된 구성품은 PELV 요구사항과 갈바닉 절연 요구사항을 모두 준수합니다.



1	전류 변환기
2	RS485 표준 버스통신 인터페이스용 갈바닉 절연
3	IGBT용 게이트 드라이브
4	직류단 전류 전압을 나타내는 V DC의 신호 절연을 포함한 공급(SMPS)
5	24 V 백업 옵션용 갈바닉 절연
6	옵토커플러, 제동 모듈(옵션 사양)
7	잦은 내부적 기동, RFI 및 온도를 측정하는 회로.
8	외부 릴레이

그림 10.28 갈바닉 절연

Danfoss A/S © 11/2017 All rights reserved.

10.16 EMC 적합 설치

EMC 적합 설치를 수행하려면 *운전 지침서*에 수록된 지침을 따릅니다. EMC 규정에 따른 설치의 예는 *그림 10.29*를 참조하십시오.

주의 사항

(돼지꼬리 모양으로) 꼬인 차폐선 끝부분

차폐선의 양쪽 끝이 꼬이면 높은 주파수 대역에서 차폐선의 임피던스를 증가시켜 차폐 효과를 감소시키고 누설 전류를 증가시킵니다. 내장된 차폐 클램프를 사용하여 차폐선의 양쪽 끝이 꼬이지 않게 합니다.

- 릴레이, 제어 케이블, 신호 인터페이스, 필드버스 또는 제동 장치와 함께 사용하는 경우, 차폐선의 양쪽 끝을 외함에 연결합니다. 접지 경로에 임피던스가 높거나 노이즈가 심하거나 전류가 흐르고 있을 때는 접지 전류 루프를 피하기 위해 한쪽 끝의 차폐선 연결을 차단합니다.
- 금속 마운팅 플레이트를 사용하여 전류를 제품에 다시 돌려보냅니다. 마운팅 플레이트에서 드라이브 섀시까지 가능한 높은 전기적 접촉을 얻기 위해 클램프와 나사로 차폐선을 고정시켜야 합니다.
- 모터 출력 케이블용 차폐 케이블을 사용합니다. 혹은 금속 도관 내의 비차폐 모터 케이블을 사용합니다.

주의 사항

차폐 케이블

차폐 케이블 또는 금속 도관이 사용되지 않는 경우, 해당 제품과 설비는 무선 주파수(RF) 방사 수준에 대한 법적 제한사항을 충족하지 않습니다.

- 모터 및 제동저항 연결 케이블을 가능한 짧게 하여 전체 시스템의 간섭 수준을 낮춰야 합니다.
- 민감한 신호선들을 모터 및 제동저항 연결 케이블과 나란하게 배선하지 마십시오.
- 통신 및 명령/제어 배선의 경우, 특정한 통신 프로토콜 표준을 준수해야 합니다. 예를 들어, USB는 반드시 차폐 케이블을 사용해야 하지만 RS485/이더넷은 차폐 UTP 또는 비차폐 UTP 케이블을 사용할 수 있습니다.
- 모든 제어 단자 연결부가 PELV인지 확인합니다.

주의 사항

EMC 간섭

모터 및 제어 배선에 차폐 케이블을 사용합니다. 주전원 입력, 모터 및 제어 케이블을 각각 절연해야 합니다. 이러한 케이블을 절연하지 못하면 의도하지 않은 동작이나 성능 감소로 이어질 수 있습니다. 주전원 입력, 모터 및 제어 케이블 간에는 최소 200 mm (7.9 in)의 여유 공간이 필요합니다.

주의 사항

고도가 높은 곳에서의 설치

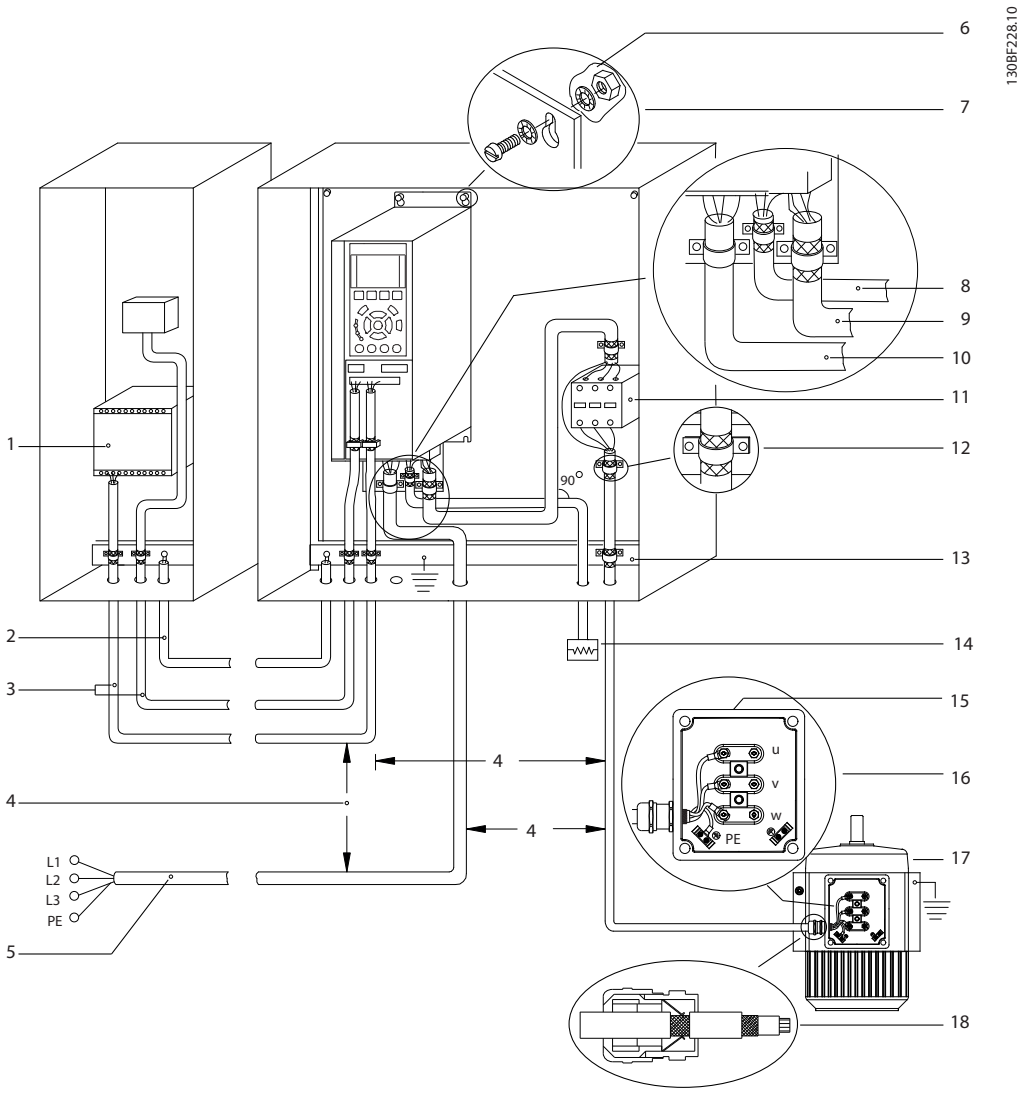
과전압 위험이 있습니다. 구성품과 주요 부품 간의 절연이 충분하지 않을 수 있으며 PELV 요구사항을 충족하지 않을 수 있습니다. 외부 보호 장치 또는 갈바닉 절연을 통해 과전압 위험을 줄입니다.
고도가 2000 m (6500 ft)를 초과하는 곳에 설치할 경우 PELV 준수에 대해 댄포스에 문의하십시오.

 Danfoss A/S © 11/2017 All rights reserved.

주의 사항

PELV 준수

방호초저전압(PELV) 전기 공급을 사용하고 국내 및 국제 PELV 규정을 준수하여 감전에 대비합니다.



1	PLC	10	주전원 케이블(비차폐)
2	최소 16 mm² (6 AWG)의 등화 케이블	11	출력 콘택터
3	제어 케이블	12	절연 피복 벗긴 케이블
4	제어 케이블, 모터 케이블 및 주전원 케이블 간 최소 200 mm (7.9 in).	13	공통 접지 버스바. 캐비닛 접지는 국내 및 국제 요구사항을 준수합니다.
5	주전원 공급	14	제동 저항
6	기본(비착색) 표면	15	금속 박스
7	스타 와셔	16	모터 연결부
8	제동저항 연결 케이블(차폐)	17	모터
9	모터 케이블(차폐)	18	EMC 케이블 글랜드

그림 10.29 EMC 규정에 따른 설치의 예

Danfoss A/S © 11/2017 All rights reserved.

10.17 고조파 개요

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

10.17.1 고조파 분석

고조파가 열 손실을 증가시키기 때문에 변압기, 인덕터 및 배선의 과부하를 방지하기 위해서는 고조파를 염두에 두고 시스템을 설계하는 것이 중요합니다. 필요한 경우 시스템 고조파의 분석을 수행하여 장비에 미치는 영향을 판단합니다.

비정현 전류는 푸리에 급수 분석을 통해 각기 다른 주파수에서 사인파 전류로 변형됩니다. 즉, 기본 주파수 50 Hz 또는 60 Hz에서 다른 고조파 전류 I_N로 변형됩니다.

약어	설명
f_1	기본 주파수 (50 Hz 또는 60 Hz)
I_1	기본 주파수에서의 전류
U_1	기본 주파수에서의 전압
I_n	n번째 고조파 주파수에서의 전류
U_n	n번째 고조파 주파수에서의 전압
n	고조파 순서

표 10.44 고조파 관련 약어

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

표 10.45 기본 전류 및 고조파 전류

전류	고조파 전류				
	I_{RMS}	I_1	I_5	I_7	I_{11-49}
입력 전류	1.0	0.9	0.5	0.2	<0.1

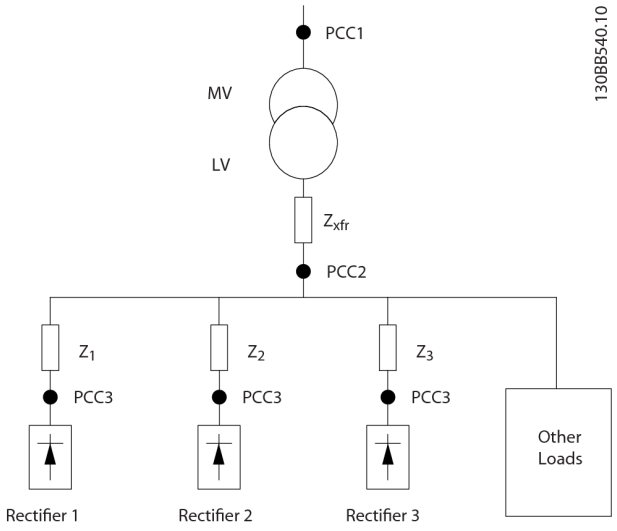
표 10.46 고조파 전류와 RMS 입력 전류 비교

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

$$THDi = \frac{\sqrt{U25 + U27 + \ldots + U2n}}{U}$$

10.17.2 배전 시스템 내 고조파의 영향

*그림 10.30*에서 변압기는 중간 전압 공급의 공통 커플링 지점 PCC1에 대한 1차 측에 연결되어 있습니다. 변압기에는 임피던스 Z_{xfr}가 있으며 여러 부하를 전달합니다. 모든 부하가 연결된 공통 커플링 지점은 PCC2입니다. 각각의 부하는 임피던스가 Z_1, Z_2, Z_3인 케이블을 통해 연결합니다.



PCC	공통 커플링 지점
MV	고압
LV	최저 전압
Z_{xfr}	변압기 임피던스
$Z_{\#}$	배선 내 모델링 저항 및 인덕턴스

그림 10.30 소형 배전 시스템

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

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

 Danfoss A/S © 11/2017 All rights reserved.

그리드의 임피던스를 설명하는 데 공통적으로 사용되는 용어는 단락비 R_{sce}이며 여기서, R_{sce}는 PCC에서의 기준 공급의 단락 피상 전력(S_{sc})과 부하의 정격 피상 전력 (S_{equ}) 간의 비율로 정의됩니다.$R_{sce} = \frac{S_{sc}}{S_{equ}}$

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

고조파의 부정적인 영향

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

10.17.3 IEC 고조파 표준

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

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

표 10.47 주전원 전력 품질의 EN 설계 표준

0 Hz - 9 kHz의 주파수 범위에서 고조파를 해결하는 유럽 표준은 다음과 같이 2가지입니다.

EN 61000-2-2 (공공 최저 전압 전원 공급 시스템에서 저주파수 전도성 간섭 및 신호의 적합성 수준)
EN 61000-2-2 표준은 공공 공급 네트워크에 있는 최저 전압 교류 시스템의 PCC(공통 커플링 지점)의 적합성 수준에 대한 요구사항을 명시합니다. 한계는 고조파 전압과 전압의 총 고조파 왜곡에 대해서만 지정됩니다. EN 61000-2-2는 고조파 전류에 대한 한계는 정의하지 않습니다. 총 고조파 왜곡 THD(V)=8%인 상황에서 PCC 한계는 EN 61000-2-4 클래스 2에 명시된 한계와 동일합니다.

EN 61000-2-4 (산업 공장에서 저주파수 전도성 간섭 및 신호의 적합성 수준)
EN 61000-2-4 표준은 산업 및 민간 네트워크의 적합성 수준에 대한 요구사항을 명시합니다. 이 표준은 또한 다음과 같이 3가지 클래스의 전자기적 환경을 정의합니다.

- 클래스 1은 공공 공급 네트워크보다 낮은 적합성 수준과 관련이 있으며 간섭에 민감한 장비 (실험실 장비, 일부 자동화 장비 및 특정 보호 장치)가 해당됩니다.
- 클래스 2는 공공 공급 네트워크와 동등한 적합성 수준과 관련이 있습니다. 이 클래스는 공공 공급 네트워크의 PCC와 산업 또는 기타 민간 공급 네트워크의 IPC(내부 커플링 지점)에 적용됩니다. 공공 공급 네트워크에서 작동하도록 설계된 모든 장비는 이 클래스에 해당될 수 있습니다.
- 클래스 3은 공공 공급 네트워크보다 높은 적합성 수준과 관련이 있습니다. 이 클래스는 산업 환경의 IPC에만 적용됩니다. 다음과 같은 장비가 있는 환경에서 이 클래스를 사용합니다.
  - 대형 드라이브.
  - 용접 장비.
  - 자주 기동하는 대형 모터.
  - 빠르게 변하는 부하.

일반적으로 해당 환경에서 사용할 장비 및 공정을 고려하지 않고 사전에 클래스를 정의할 수는 없습니다. VLT® High-power Drive는 일반적인 공급 시스템 조건(R_{SC}>10 또는 $V_{k\ Line}$<10%)에서 클래스 3의 한계를 준수합니다.

고조파 순서 (h)	클래스 1 (V_h %)	클래스 2 (V_h %)	클래스 3 (V_h %)
5	3	6	8
7	3	5	7
11	3	3.5	5
13	3	3	4.5
17	2	2	4
17<h≤49	2.27 x (17/h) - 0.27	2.27 x (17/h) - 0.27	4.5 x (17/h) - 0.5

표 10.48 고조파의 적합성 수준

	클래스 1	클래스 2	클래스 3
THDv	5%	8%	10%

표 10.49 총 고조파 전압 왜곡 THDv의 적합성 수준

10.17.4 고조파 준수

댄포스 드라이브는 다음 표준을 준수합니다.

- IEC61000-2-4
- IEC61000-3-4
- G5/4

Danfoss A/S © 11/2017 All rights reserved.

10.17.5 고조파 저감

추가적인 고조파 저감이 필요한 경우를 위해 댄포스는 다음과 같은 저감 장비를 제공합니다.

- VLT® 12-pulse Drive
- VLT® Low Harmonic Drive
- VLT® Advanced Harmonic Filter
- VLT® Advanced Active Filter

다음과 같은 몇 가지 요소에 따라 적절한 솔루션을 선정합니다.

- 그리드(배경 왜곡, 주전원 불균형, 공진 및 공급 유형(변압기/발전기)).
- 어플리케이션(부하 프로필, 부하 개수 및 부하 용량).
- 국내/국제 요구사항/규정(IEEE 519, IEC, G5/4 등).
- 총 소유 비용(초기 비용, 효율, 유지보수).

10.17.6 고조파 계산

무료로 제공되는 댄포스 MCT 31 계산 소프트웨어를 사용하여 그리드의 전압 오염 정도를 판단하고 주의를 기울입니다. *VLT® Harmonic Calculation MCT 31*은 다음 사이트에서 확인할 수 있습니다. *www.danfoss.com*.

 Danfoss A/S © 11/2017 All rights reserved.

11 드라이브의 기본 운전 방식

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

11.1 운전 설명

드라이브는 조절된 교류 전력량을 3상 유도 모터에 공급하는 전자식 컨트롤러입니다. 드라이브는 모터에 가변 주파수 및 전압을 공급함으로써 모터 회전수를 다양하게 하거나 모터 부하의 변화에 따라 일정 속도를 유지합니다. 또한 드라이브는 라인 기동과 관련된 기계적 스트레스 없이 모터를 정지 및 기동할 수 있습니다.

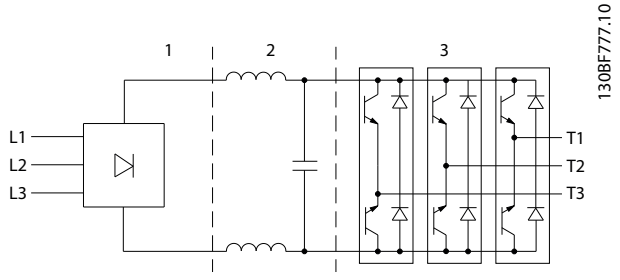
드라이브는 기본적으로 다음과 같이 4가지 주요 영역으로 구분할 수 있습니다.

정류기
정류기는 SCR 또는 3상 교류 전압을 맥동 직류 전압으로 변환하는 다이오드로 구성됩니다.

DC 링크 (직류 버스통신)
DC 링크는 인덕터와 맥동 직류 전압을 안정화하는 컨덴서 뱅크로 구성됩니다.

인버터
인버터는 IGBT를 사용하여 직류 전압을 가변 전압 및 가변 주파수 교류로 변환합니다.

제어
제어 영역은 교류 모터를 제어 및 조절하는 가변 전압을 생성하기 위해 하드웨어를 구동하는 소프트웨어로 구성됩니다.



1	정류기 (SCR/다이오드)
2	DC 링크 (직류 버스통신)
3	인버터 (IGBT)

그림 11.1 내부 처리

11.2 드라이브 제어

다음 공정은 모터를 제어 및 조절하는데 사용됩니다.

- 사용자 입력/지령.
- 피드백 처리.
- 사용자 정의 제어 구조.
  - 개회로/폐회로 모드.
  - 모터 제어(속도, 토오크 또는 공정).
- 제어 알고리즘(VVC+, 플럭스 센서리스, 모터 피드백을 사용하는 플럭스 및 내부 전류 제어 VVC+).

11.2.1 사용자 입력/지령

드라이브는 입력 소스(지령이라고도 함)를 사용하여 모터를 제어 및 조절합니다. 드라이브는 다음 방법 중 하나를 통해 이 입력을 수신합니다.

- LCP를 통한 수동 방법. 이 방법은 현장(Hand On, 수동 켜짐)이라고 합니다.
- 아날로그/디지털 입력 및 다양한 직렬 인터페이스(RS485, USB 또는 옵션인 필드버스)를 통한 원격 방법. 이 방법은 원격(Auto On, 자동 켜짐)이라고 하며 초기 입력 설정입니다.

활성 지령
활성 지령이라는 용어는 활성 입력 소스를 의미합니다. 활성 지령은 *파라미터 3-13 지령 위치*에서 구성됩니다. *그림 11.2* 및 *표 11.1*를 참조하십시오.

자세한 정보는 *프로그래밍 지침서*를 참조하십시오.

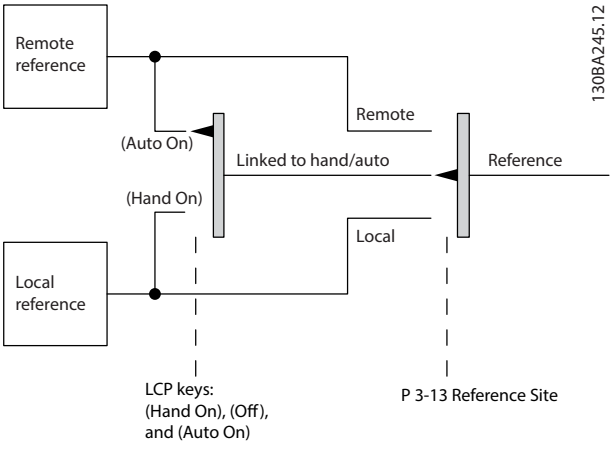


그림 11.2 활성 지령 선택

Danfoss A/S © 11/2017 All rights reserved.

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

표 11.1 현장 및 원격 지령 구성

11.2.2 지령의 원격 처리

지령의 원격 처리는 개회로 운전과 폐회로 운전에 모두 적용됩니다. *그림 11.3*을(를) 참조하십시오.

최대 8개의 내부 프리셋 지령을 드라이브에 프로그래밍할 수 있습니다. 활성 내부 프리셋 지령은 디지털 입력 또는 직렬 통신 버스통신을 통해 외부에서 선택할 수 있습니다.

외부 지령은 드라이브에도 공급할 수 있으며 대부분 아날로그 제어 입력을 통해 공급됩니다. 모든 지령 소스와 버스통신 지령은 총 외부 지령을 산출하기 위해 추가됩니다.

활성 지령은 다음에서 선택할 수 있습니다.

- 외부 지령
- 프리셋 지령
- 설정포인트
- 외부 지령, 프리셋 지령 및 설정포인트의 합

활성 지령은 범위를 설정할 수 있습니다. 범위가 설정된 지령은 다음과 같이 계산됩니다.

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

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

Y, *파라미터 3-14 Preset Relative Reference*가 0%로 설정되더라도 범위 설정이 지령에 영향을 주지 않습니다.

 Danfoss A/S © 11/2017 All rights reserved.

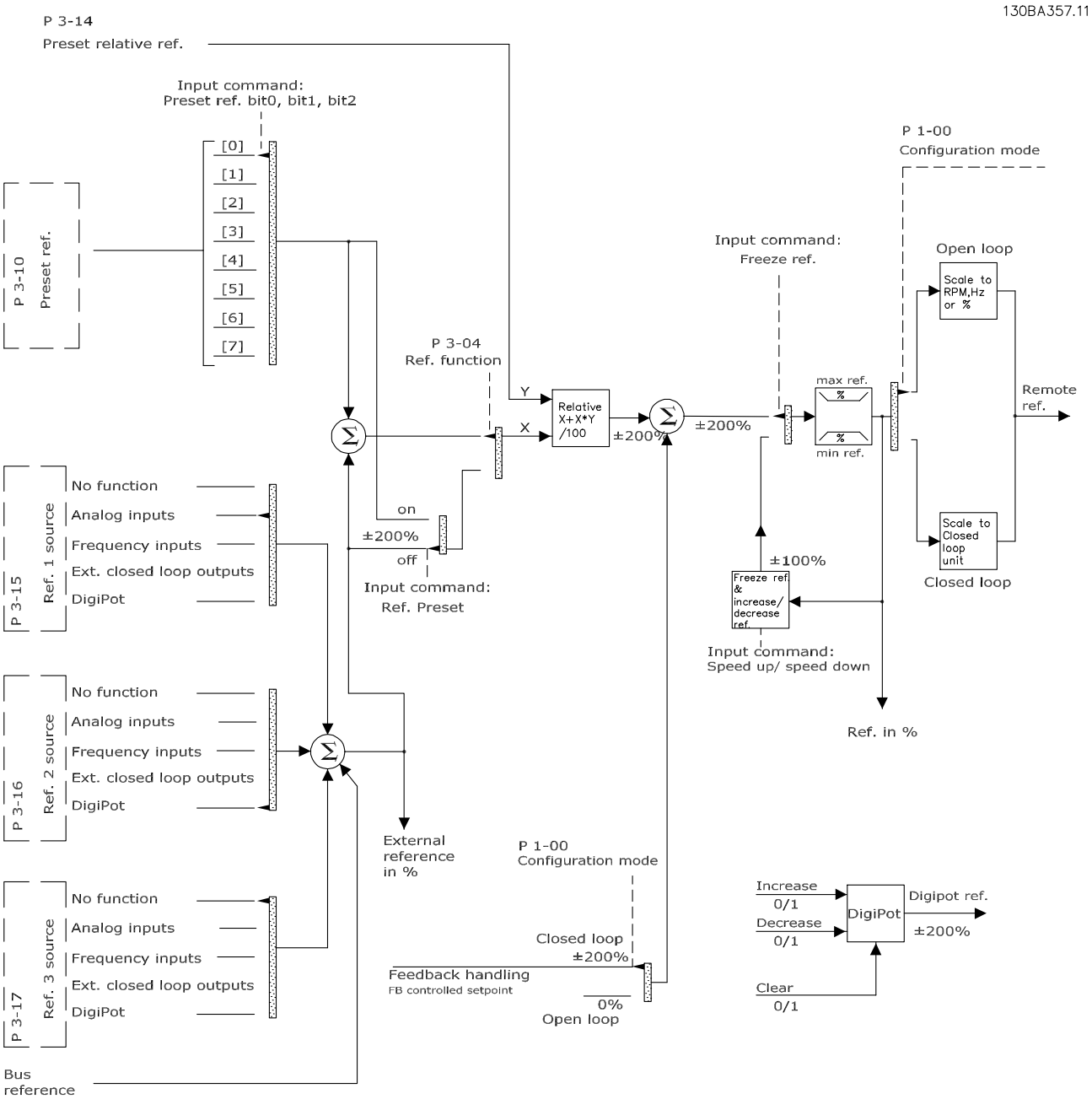


그림 11.3 지령의 원격 처리

11.2.3 피드백 처리

다중 설정포인트, 여러 유형의 피드백과 같은 고급 제어가 필요한 어플리케이션에서 사용할 수 있도록 피드백 처리를 구성할 수 있습니다. *그림 11.4*을(를) 참조하십시오. 다음과 같이 세 가지 종류의 제어가 통상적입니다.

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

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

Danfoss A/S © 11/2017 All rights reserved.

다중 구역 (설정포인트/피드백)
차이가 가장 큰 설정포인트/피드백 쌍은 드라이브의 속도를 제어합니다. 최대값은 각 설정포인트 이하에서 모든 구역을 유지하려고 하는 반면 최소값은 각 설정포인트 이상에서 모든 구역을 유지하려고 합니다.

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

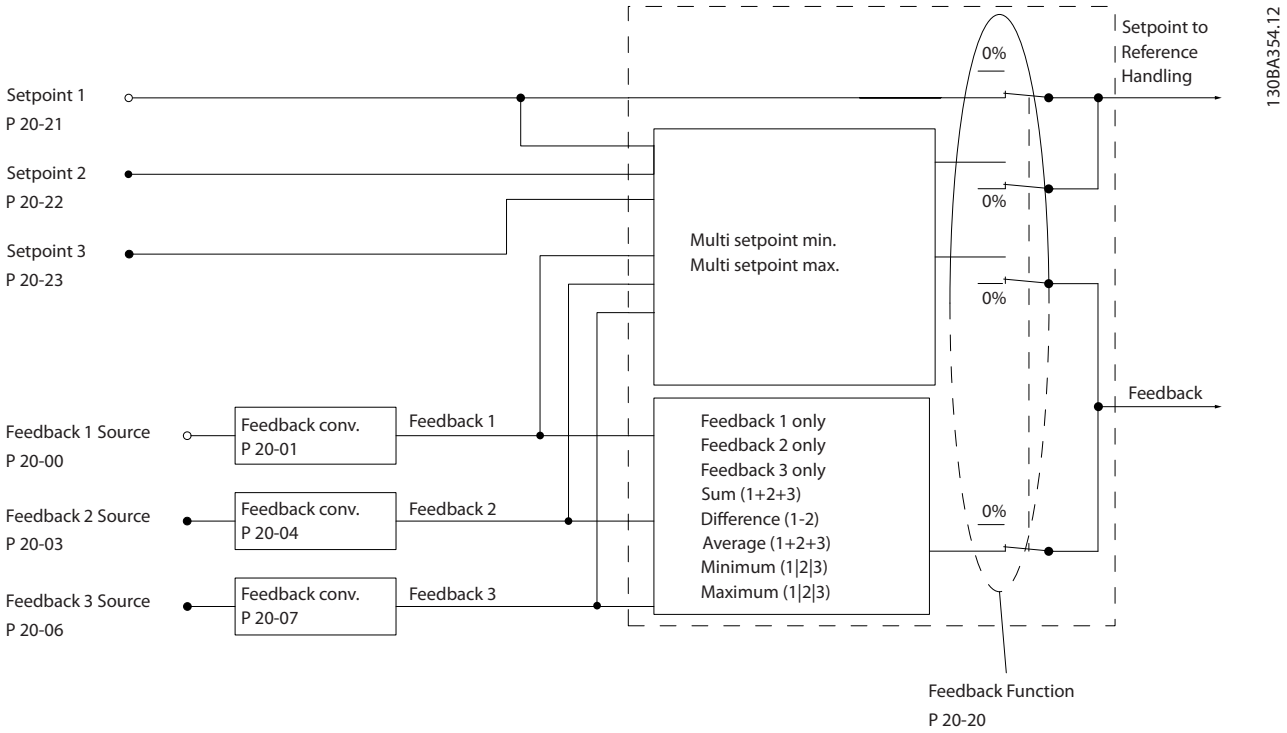


그림 11.4 피드백 신호 공정의 블록 다이어그램

피드백 변환
일부 어플리케이션의 경우 피드백 신호를 변환하는 것이 유용합니다. 하나의 예가 압력 신호를 사용하여 유량 피드백을 제공하는 것입니다. 압력의 제곱근이 유량에 비례하므로 압력 신호의 제곱근은 유량에 비례하는 값을 산출합니다 (*그림 11.5* 참조).

11

 Danfoss A/S © 11/2017 All rights reserved.

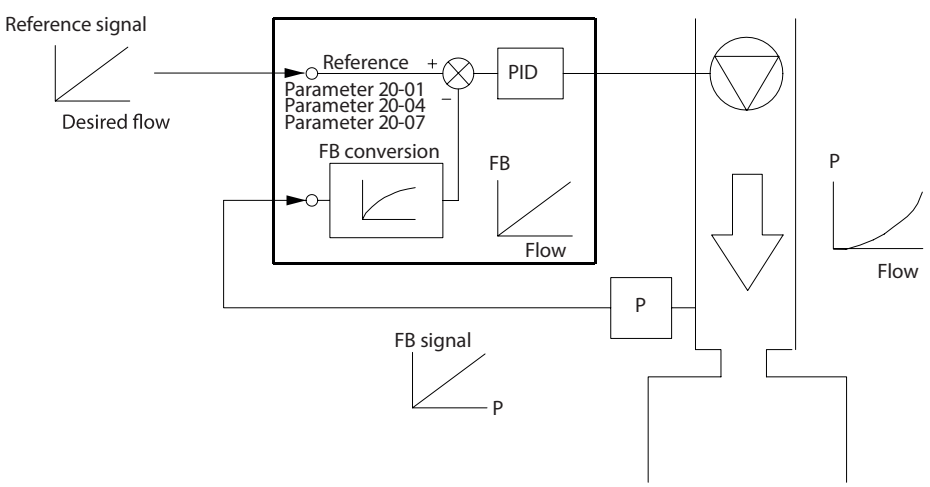


그림 11.5 피드백 변환

11.2.4 제어 구조 개요

제어 구조는 사용자 정의 지령(예를 들어, RPM)과 피드백의 사용 여부(폐회로/개회로)를 기초로 하여 모터를 제어하는 소프트웨어 공정입니다. 작업자는 *파라미터 1-00 구성 모드*에서 제어를 정의합니다.

제어 구조는 다음과 같습니다.

개회로 제어 구조
- 속도 (RPM)
- 강도(Nm)

폐회로 제어 구조
- 속도 (RPM)
- 강도(Nm)
- 공정 (사용자 정의 단위, 예를 들어, feet, lpm, psi, %, bar)

11.2.5 개회로 제어 구조

개회로 모드에서 드라이브는 하나 이상의 지령(현장 또는 원격)을 사용하여 모터의 속도 또는 토오크를 제어합니다. 개회로 제어 유형은 다음과 같이 2가지입니다.

- 속도 제어. 모터에서 피드뱍이 없습니다.
- 토오크 제어. VVC+ 모드에서 사용됩니다. 이 기능은 기계적으로 견고한 어플리케이션에 사용되지만 그 정확도는 제한적입니다. 개회로 토오크 기능은 하나의 속도 방향에서만 작동합니다. 토오크는 드라이브 내 전류 측정을 기준으로 계산됩니다. *장을 12 적용 예*을(를) 참조하십시오.

*그림 11.6*에 나타난 구성에서 드라이브는 개회로 모드로 운전합니다. 그리고 LCP(hand-on 모드) 또는 원격 신호(auto-on 모드)를 통해 입력을 수신합니다.

신호(속도 지령)가 수신되고 다음에 따라 조정됩니다.
- 프로그래밍된 최소 및 최대 모터 회전수 한계(RPM 및 Hz 단위).
- 가속 및 감속 시간.
- 모터 회전 방향.

Danfoss A/S © 11/2017 All rights reserved.

그리고 나서 지령은 모터를 제어하도록 전달됩니다.

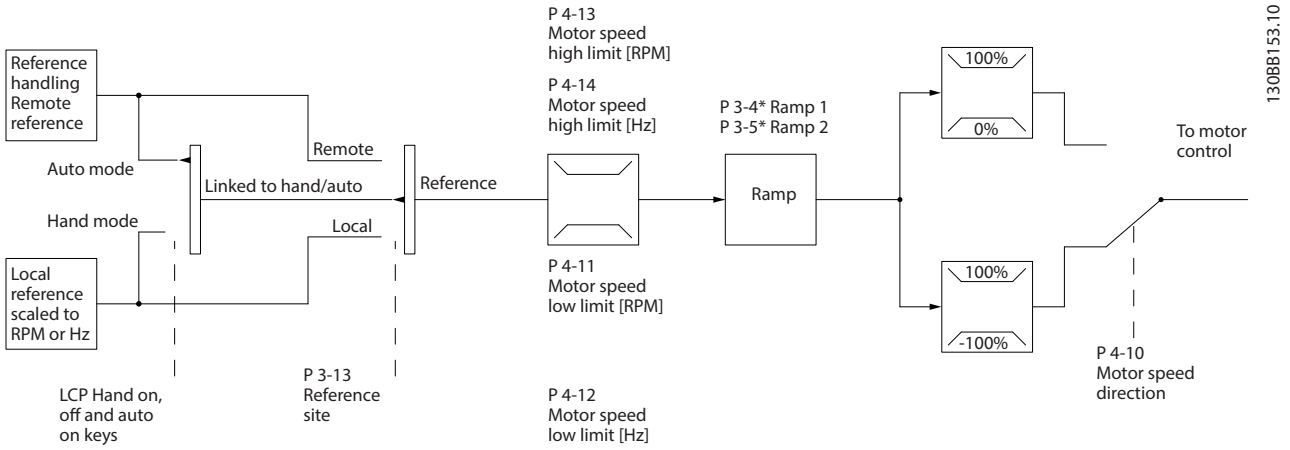


그림 11.6 개회로 제어 구조의 블록 다이어그램

11.2.6 폐회로 제어 구조

폐회로 모드에서 드라이브는 하나 이상의 지령(현장 또는 원격)과 피드백 센서를 사용하여 모터를 제어합니다. 드라이브는 시스템의 센서에서 피드백 신호를 수신합니다. 그리고 나서 이 피드백을 설정포인트 지령 값과 비교하고 이러한 두 신호 사이에 차이가 있는지 판단합니다. 그리고 나서 드라이브는 모터의 속도를 조정하여 그 차이를 보정합니다.

예를 들어, 펌프 속도가 제어되어 배관 내 정적 압력이 일정한 펌프 어플리케이션을 고려해 보겠습니다(*그림 11.7* 참조). 드라이브는 시스템의 센서에서 피드백 신호를 수신합니다. 이 피드백을 설정포인트 지령 값과 비교하고 이러한 두 신호 사이에 차이가 있는지 판단합니다. 그리고 나서 모터의 속도를 조정하여 그 차이를 보상합니다.

정적 압력 설정포인트는 드라이브로의 지령 신호입니다. 정적 압력 센서는 배관의 실제 정적 압력을 측정하고 이 정보를 피드백 신호로서 드라이브에 제공합니다. 피드백 신호가 설정포인트 지령을 초과하는 경우, 압력을 줄이기 위해 드라이브가 감속합니다. 그와 유사한 방식으로 배관 압력이 설정포인트 지령보다 낮은 경우, 펌프 압력을 증가시키기 위해 드라이브가 가속합니다.

폐회로 제어 유형은 다음과 같이 3가지입니다.

- 속도 제어. 이 제어 유형은 입력에 속도 PID 피드백이 필요합니다. 최적화된 폐회로 속도 제어를 사용하면 개회로 속도 제어를 사용할 때에 비해 정밀도가 높아집니다. 속도 제어는 VLT® AutomationDrive FC 302에서만 사용됩니다.
- 토오크 제어. 엔코더 피드백을 사용하는 플럭스 모드에서 사되는 이 제어 유형은 모든 사분면과 모든 모터 회전수에서 우수한 성능을 발휘합니다. 토오크 제어는 VLT® AutomationDrive FC 302에서만 사용됩니다. 토오크 제어 기능은 모터 출력 축의 토오크가 인장 제어로서 어플리케이션을 제어하고 있는 어플리케이션에 사용됩니다. 아날로그, 디지털 또는 버스통신 제어 지령을 설정하면 토오크가 설정됩니다. 토오크 제어를 구동할 때는 최적 성능을 위해 올바른 모터 데이터를 사용하는 것이 필수이므로 완전 AMA 절차를 이용할 것을 권장합니다.
- 공정 제어. 각기 다른 센서(압력, 온도 및 유량)에 의해 측정되고 펌프 또는팬을 통해 연결된 모터에 의해 영향을 받는 어플리케이션 파라미터를 제어하는데 사용됩니다.

 Danfoss A/S © 11/2017 All rights reserved.

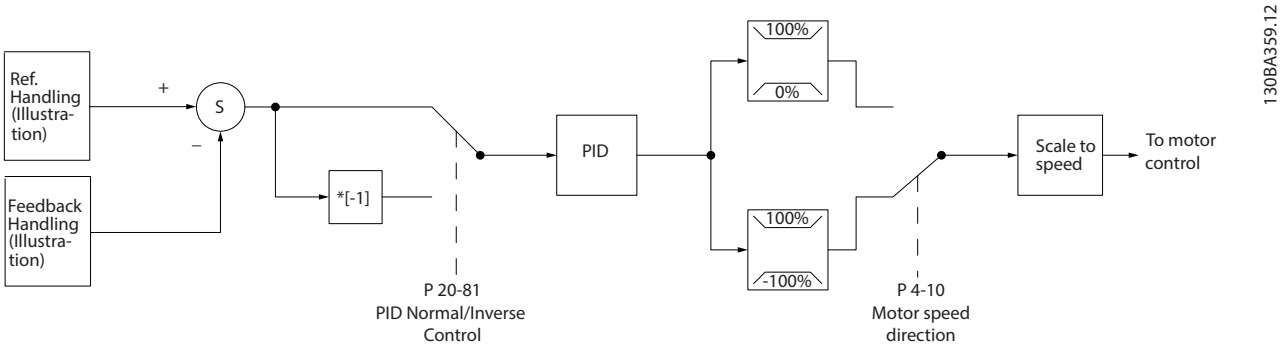


그림 11.7 폐회로 제어기의 블록 다이어그램

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

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

11.2.7 제어 처리

교류 모터 또는 PM 비돌극 모터의 선택에 따라 해당 어플리케이션에 사용 가능한 제어 구성의 개요는 *프로그래밍 지침서*에 있는 *각기 다른 드라이브 제어 모드의 활성/비활성 파라미터*를 참조하십시오.

11.2.7.1 VVC+의 제어 구조

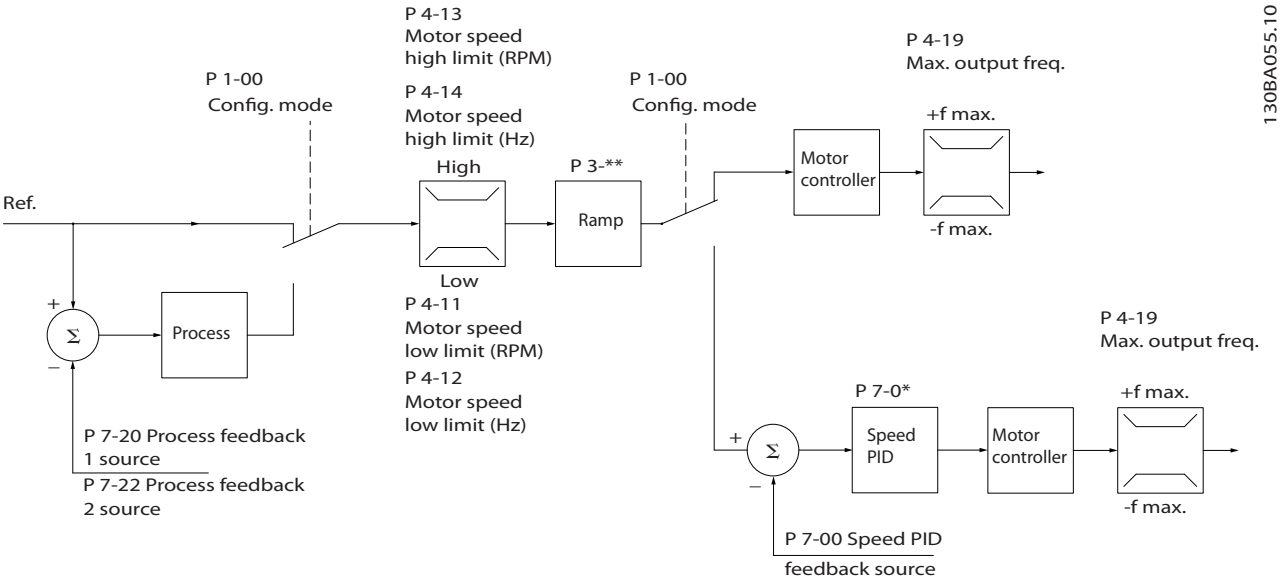


그림 11.8 VVC+ 개회로 및 폐회로 구성의 제어 구조

*그림 11.8*에서는 모터 제어로 전달되기 전에 가감속 한계 및 속도 한계를 통해 지령 처리 시스템에서 결과 지령이 수신되고 보내집니다. 그러면 모터 제어의 출력이 최대 주파수 한계로 제한됩니다.

*파라미터 1-01 모터 제어 방식*은 *[1] VVC+*로 설정되어 있고 *파라미터 1-00 구성 모드*는 *[0] 속도 개회로*로 설정되어 있습니다. *파라미터 1-00 구성 모드*가 *[1] 속도 폐회로*로 설정되면 결과 지령이 가감속 한계와 속도 한계를 통

Danfoss A/S © 11/2017 All rights reserved.

해 속도 PID 제어로 전달됩니다. 속도 PID 제어 파라미터는 *파라미터 그룹 7-0* 속도 PID 제어*에 있습니다. 속도 PID 제어에서의 결과 지령은 최대 주파수 한계에 의해 제한된 모터 제어로 전달됩니다.

*파라미터 1-00 구성 모드*에서 *[3] 공정*을 선택하여 예를 들어, 제어가 요구되는 어플리케이션에서 속도 또는 압력의 폐회로 제어를 위해 공정 PID 제어를 사용합니다. 공정 PID 파라미터는 *파라미터 그룹7-2* 공정 제어 피드백* 및 *7-3* 공정 PID 제어*에 있습니다.

11.2.7.2 플럭스 센서리스 제어 구조

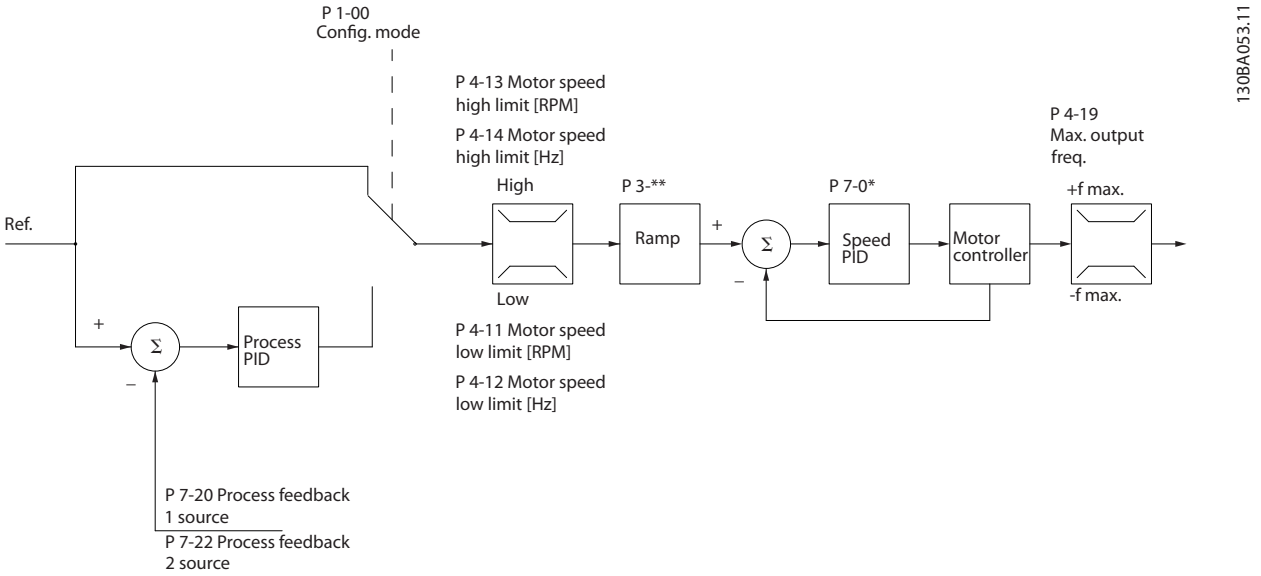


그림 11.9 플럭스 센서리스 개회로 및 폐회로 구성의 제어 구조

*그림 11.9*에서는 지령 처리 시스템으로부터 결과 지령이 지정된 파라미터 설정에 따라 가감속 및 속도 한계를 통해 전달됩니다.

*파라미터 1-01 모터 제어 방식*는 *[2] 플럭스 센서리스*로 설정되어 있고 *파라미터 1-00 구성 모드*는 *[0] 속도 개회로*로 설정되어 있습니다. 속도 PID에 추정 속도 피드백이 생성되어 출력 주파수를 제어합니다. 속도 PID는 P, I 및 D 파라미터(*파라미터 그룹 7-0* 속도 PID 제어*)에서 설정해야 합니다.

*파라미터 1-00 구성 모드*에서 *[3] 공정*을 선택하여 제어가 요구되는 어플리케이션의 폐회로 제어를 위해 공정 PID 제어를 사용합니다. 공정 PID 파라미터는 *파라미터 그룹7-2* 공정 제어 피드백* 및 *7-3* 공정 PID 제어*에 있습니다.

11

 Danfoss A/S © 11/2017 All rights reserved.

11.2.7.3 모터 피드백을 사용하는 플럭스 제어 구조

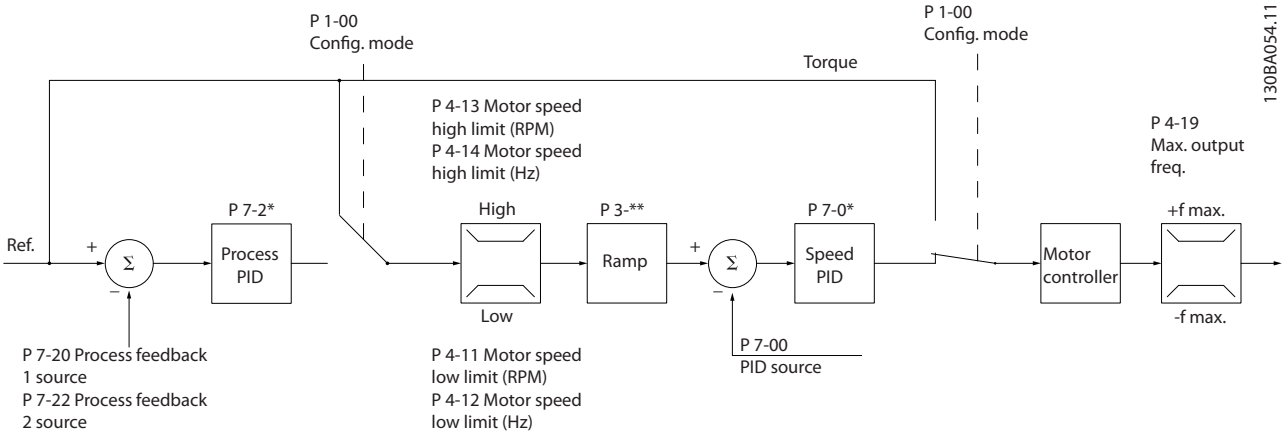


그림 11.10 모터 피드백을 사용하는 플럭스 구성의 제어 구조

*그림 11.10*에서는 이 구성의 모터 제어가 모터에 직접 장착된 엔코더 또는 리졸버로부터의 피드백 신호에 따라 작동합니다(*파라미터 1-02 플럭스 모터 피드백 소스*에서 설정). 결과 지령은 속도 PID 제어의 입력으로 사용하거나 토오크 지령으로 직접 사용할 수 있습니다.

*파라미터 1-01 모터 제어 방식*는 *[3] 모터FB사용플럭스*로 설정되어 있고 *파라미터 1-00 구성 모드*는 *[1] 속도 폐회로*로 설정되어 있습니다. 속도 PID 제어 파라미터는 *파라미터 그룹 7-0* 속도 PID 제어*에 있습니다.

토오크 제어는 *모터 피드백을 사용하는 플럭스*(*파라미터 1-01 모터 제어 방식*)구성에서만 선택할 수 있습니다. 이 모드를 선택하면 지령은 Nm 단위를 사용합니다. 이 경우 실제 토오크가 드라이브의 전류 측정값을 기준으로 계산되므로 토오크 피드백이 필요하지 않습니다.

공정 PID 제어는 제어가 요구되는 어플리케이션에서 속도 또는 압력의 폐회로 제어에 사용할 수 있습니다. 공정 PID 파라미터는 *파라미터 그룹 7-2* 공정 제어 피드백* 및 *7-3* 공정 PID 제어*에 있습니다.

11

11.2.7.4 VVC+ 모드에서의 내부 전류 제어

모터 토오크가 *파라미터 4-16 모터 운전의 토오크 한계*, *파라미터 4-17 재생 운전의 토오크 한계* 및 *파라미터 4-18 전류 한계*에서 설정한 토오크 한계를 초과하면 적분 전류 한계 제어 기능이 활성화됩니다.
모터 운전 또는 재생 운전 시 드라이브가 전류 한계에 도달했을 때, 드라이브는 모터 제어의 손실 없이 가능한 한 빨리 프리셋 토오크 한계 아래로 낮추려고 합니다.

Danfoss A/S © 11/2017 All rights reserved.

12 적용 예

본 절에서의 예는 공통 어플리케이션에 대한 요약 참고 자료입니다.

- 파라미터 설정은 별도의 언급이 없는 한 지역별 초기 값입니다(*파라미터 0-03 Regional Settings*에서 선택).
- 단자와 연결된 파라미터와 그 설정은 그림 옆에 표시됩니다.
- 필요한 경우 아날로그 단자 A53 또는 A54에 대한 스위치 설정이 표시됩니다.
- STO의 경우, 공장 초기 프로그래밍 값 사용 시 단자 12와 단자 37 사이에 점퍼 와이어가 필요할 수 있습니다.

12.1 폐회로 드라이브 시스템 프로그래밍

폐회로 드라이브 시스템은 일반적으로 다음과 같이 구성됩니다.

- 모터
- 드라이브
- 피드백 시스템 역할을 하는 엔코더
- 기계식 제동 장치
- 다이나믹 제동을 위한 제동 저항
- 트랜스미션
- 기어 박스
- 로드

기계식 제동 장치 제어가 필요한 어플리케이션에는 주로 제동 저항이 필요합니다.

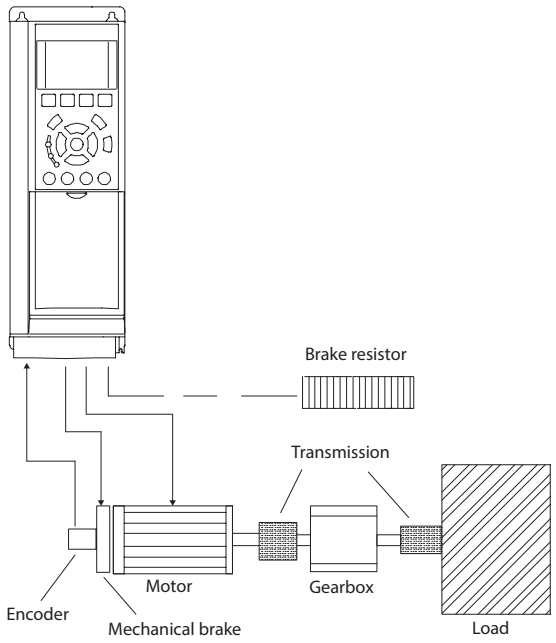
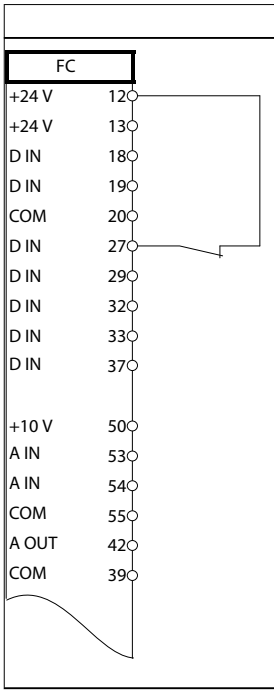


그림 12.1 FC 302 폐회로 속도 제어를 위한 기본 셋업

12.2 자동 모터 최적화(AMA)를 위한 배선 구성

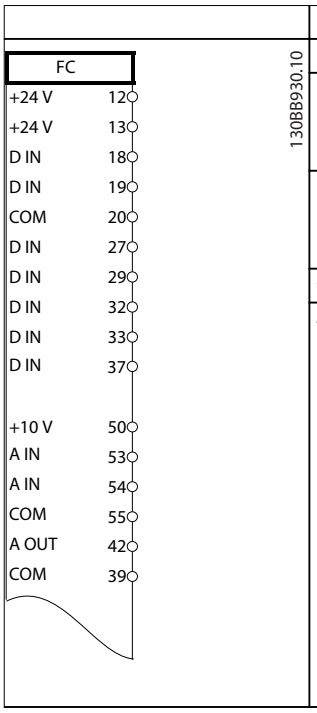


파라미터	
기능	**설정**
파라미터 1-29 자동 모터 최적화 (AMA)	*[1] 완전 AMA 사용함*
파라미터 5-12 단자 27 디지털 입력	*[2]* 코스팅 인버스*
*=초기 값	
참고/설명: 모터 명판에 따라 *파라미터 그룹 1-2* 모터 데이터*를 설정합니다.	

표 12.1 T27이 연결된 AMA의 배선 구성

12

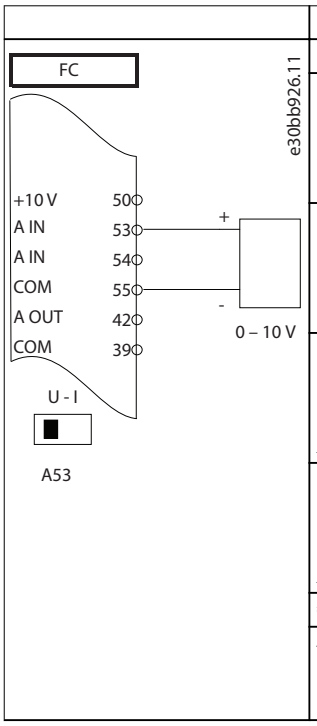
 Danfoss A/S © 11/2017 All rights reserved.



파라미터	
기능	설정
파라미터 1-29 자동 모터 최적화 (AMA)	*[1] 완전 AMA 사용함*
파라미터 5-12 단자 27 디지털 입력	*[0] 운전하지 않음*
*=초기 값	
참고/설명: 모터 명판에 따라 *파라미터 그룹 1-2* 모터 데이터*를 설정합니다.	

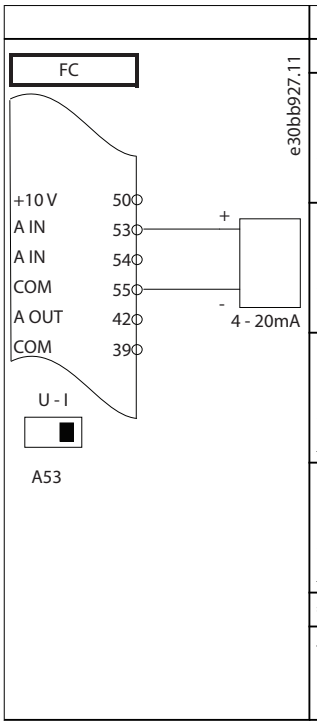
표 12.2 T27이 연결되지 않은 AMA의 배선 구성

12.3 아날로그 속도 지령을 위한 배선 구성



파라미터	
기능	설정
파라미터 6-10 Terminal 53 Low Voltage	0.07 V*
파라미터 6-11 Terminal 53 High Voltage	10 V*
파라미터 6-14 Terminal 53 Low Ref./Feedb. Value	0 RPM
파라미터 6-15 Terminal 53 High Ref./Feedb. Value	1500 RPM
*=초기 값	
참고/설명:	

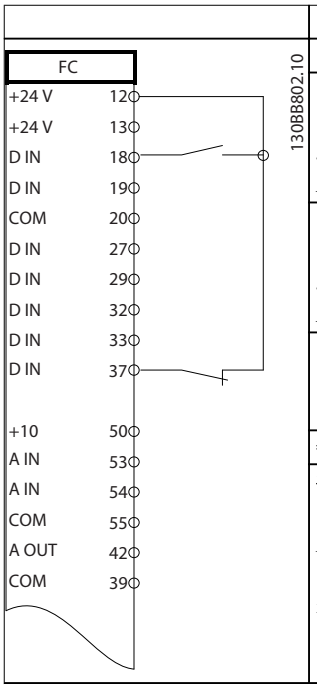
표 12.3 아날로그 속도 지령의 배선 구성 (전압)



파라미터	
기능	설정
파라미터 6-12 Terminal 53 Low Current	4 mA*
파라미터 6-13 Terminal 53 High Current	20 mA*
파라미터 6-14 Terminal 53 Low Ref./Feedb. Value	0 RPM
파라미터 6-15 Terminal 53 High Ref./Feedb. Value	1500 RPM
*=초기 값	
참고/설명:	

표 12.4 아날로그 속도 지령의 배선 구성 (전류)

12.4 기동/정지를 위한 배선 구성



파라미터	
기능	설정
파라미터 5-10 Terminal 18 Digital Input	*[8] 기동**
파라미터 5-12 Terminal 27 Digital Input	*[0] 운전하지 않음*
파라미터 5-19 단자 37 안전 정지	*[1] 안전 정지 알람*
*=초기 값	
참고/설명: *파라미터 5-12 Terminal 27 Digital Input*이 *[0] 운전하지 않음*으로 설정되면 단자 27로의 점퍼 와이어가 필요 없습니다.	

표 12.5 Safe Torque Off를 사용하는 기동/정지 명령의 배선 구성

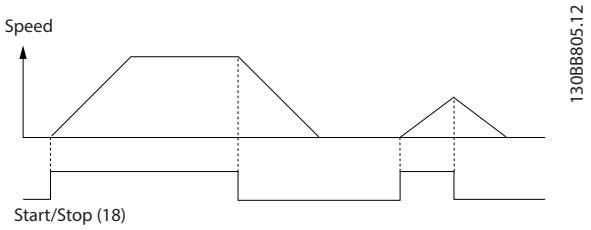
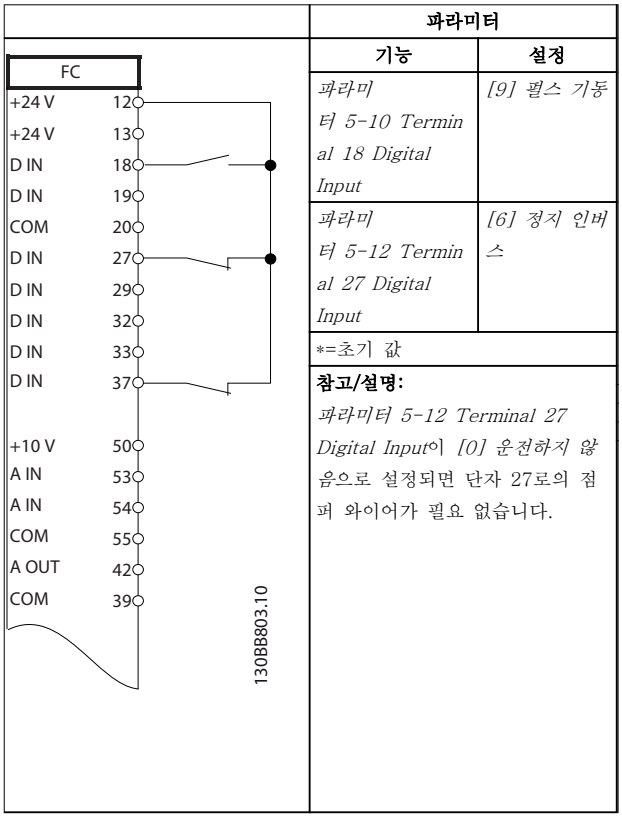


그림 12.2 Safe Torque Off 기능이 있는 기동/정지



	파라미터	
	기능	설정
	파라미터 5-10 Terminal 18 Digital Input	*[9] 펄스 기동*
	파라미터 5-12 Terminal 27 Digital Input	*[6] 정지 인버스*
	*=초기 값	
	참고/설명: *파라미터 5-12 Terminal 27 Digital Input*이 *[0] 운전하지 않음*으로 설정되면 단자 27로의 점퍼 와이어가 필요 없습니다.	

표 12.6 펄스 기동/정지의 배선 구성

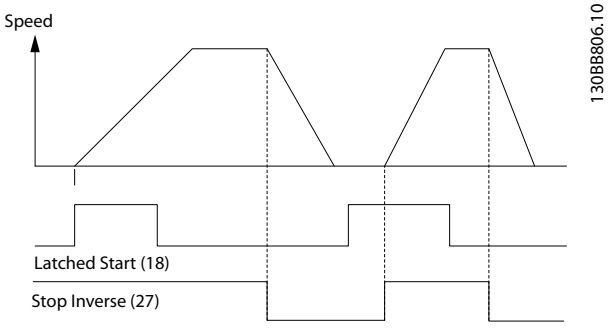
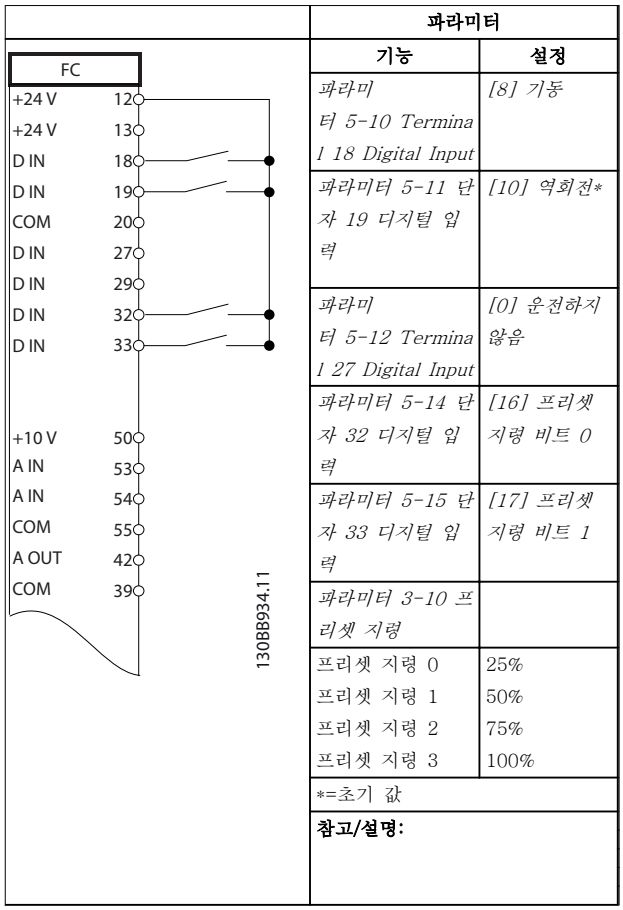


그림 12.3 펄스 기동/정지 인버스



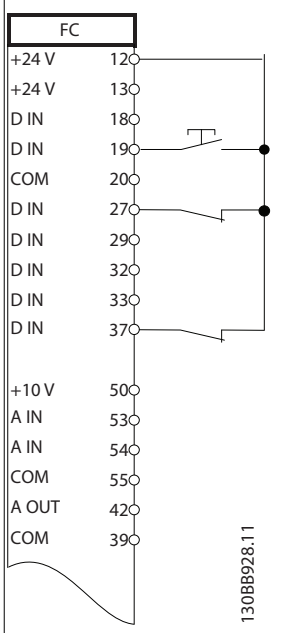
	파라미터	
	기능	설정
	파라미터 5-10 Terminal 18 Digital Input	*[8] 기동*
	파라미터 5-11 단자 19 디지털 입력	*[10] 역회전**
	파라미터 5-12 Terminal 27 Digital Input	*[0] 운전하지 않음*
	파라미터 5-14 단자 32 디지털 입력	*[16] 프리셋 지령 비트 0*
	파라미터 5-15 단자 33 디지털 입력	*[17] 프리셋 지령 비트 1*
	파라미터 3-10 프리셋 지령	
	프리셋 지령 0	25%
	프리셋 지령 1	50%
	프리셋 지령 2	75%
	프리셋 지령 3	100%
	*=초기 값	
	참고/설명:	

표 12.7 역회전 및 4가지 프리셋 속도가 있는 기동/정지의 배선 구성

12

 Danfoss A/S © 11/2017 All rights reserved.

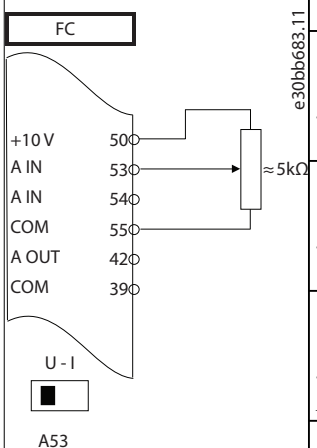
12.5 외부 알람 리셋을 위한 배선 구성



파라미터	
기능	설정
파라미터 5-11 Terminal 19 Digital Input	*[1] 리셋*
*=초기 값	
참고/설명:	

표 12.8 외부 알람 리셋의 배선 구성

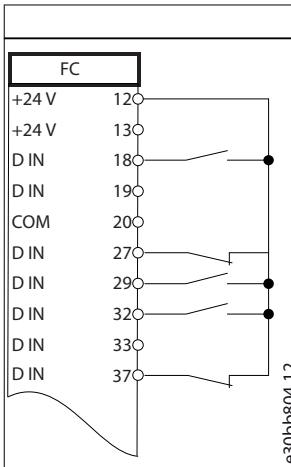
12.6 수동 가변 저항을 사용하는 속도 지령의 배선 구성



파라미터	
기능	설정
파라미터 6-10 Terminal 53 Low Voltage	0.07 V*
파라미터 6-11 Terminal 53 High Voltage	10 V*
파라미터 6-14 Terminal 53 Low Ref./Feedb. Value	0 RPM
파라미터 6-15 Terminal 53 High Ref./Feedb. Value	1500 RPM
*=초기 값	
참고/설명:	

표 12.9 속도 지령의 배선 구성
(수동 가변 저항 사용)

12.7 가속/감속을 위한 배선 구성



파라미터	
기능	설정
파라미터 5-10 Terminal 18 Digital Input	*[8] 기동**
파라미터 5-12 Terminal 27 Digital Input	*[19] 지령 고정*
파라미터 5-13 단자 29 디지털 입력	*[21] 가속*
파라미터 5-14 단자 32 디지털 입력	*[22] 감속*
*=초기 값	
참고/설명:	

표 12.10 가속/감속의 배선 구성

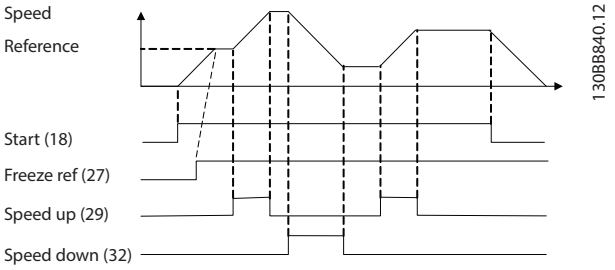
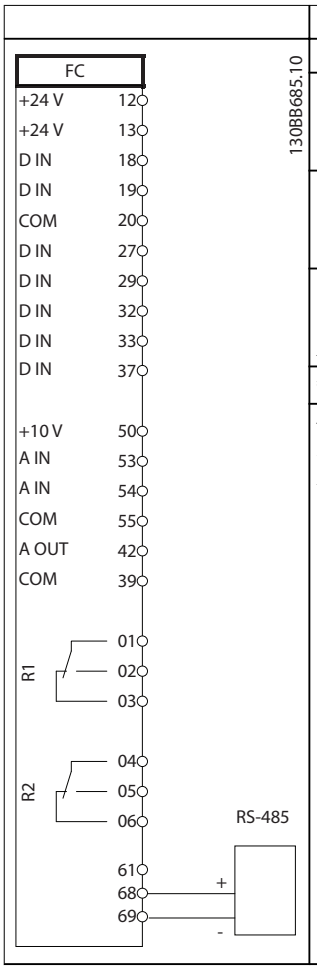


그림 12.4 가속/감속

Danfoss A/S © 11/2017 All rights reserved.

12.8 RS485 네트워크 연결을 위한 배선 구성



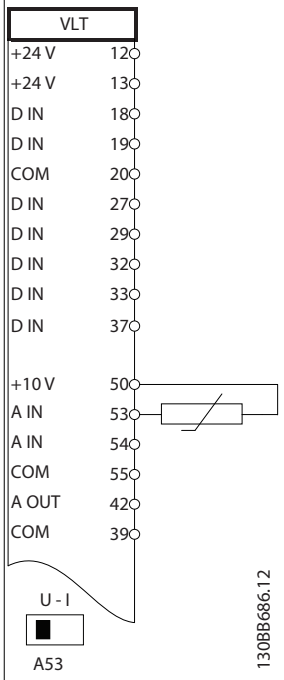
	파라미터	
	기능	설정
	파라미터 8-30 Protocol	FC*
	파라미터 8-31 Address	1*
	파라미터 8-32 Baud Rate	9600*
*=초기 값		
참고/설명: 파라미터에서 프로토콜, 주소 및 통신 속도를 선택합니다.		

표 12.11 RS485 네트워크 연결의 배선 구성

12.9 모터 써미스터를 위한 배선 구성

주의 사항

써미스터는 PELV 절연 요구사항을 충족하기 위해 보강 또는 이중 절연되어야 합니다.



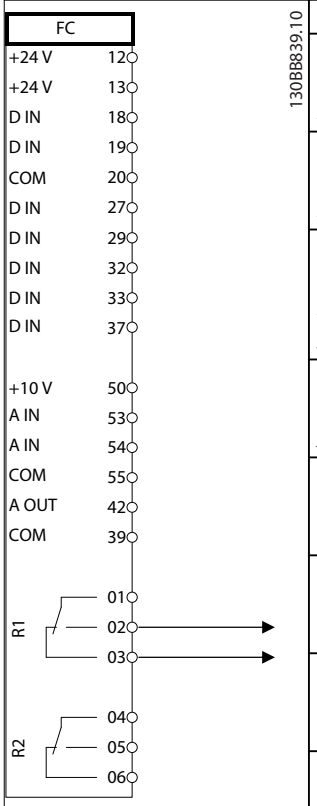
	파라미터	
	기능	설정
	파라미터 1-90 Motor Thermal Protection	*[2] 써미스터 트립*
	파라미터 1-93 Thermistor Source	*[1] 아날로그 입력 53*
*=초기 값		
참고/설명: 경고만 원하는 경우에는 *파라미터 1-90 Motor Thermal Protection*를 *[1] 써미스터 경고*로 설정합니다.		

표 12.12 모터 써미스터의 배선 구성

12

Danfoss A/S © 11/2017 All rights reserved.

12.10 스마트 로직 컨트롤러를 사용하는 릴레이 셋업의 배선 구성



	파라미터	
	기능	설정
	파라미터 4-30 모터 피드백 손실 기능	*[1] 경고*
	파라미터 4-31 모터 피드백 속도 오류	100 RPM
	파라미터 4-32 모터 피드백 손실 시간 초과	5 s
	파라미터 7-00 속도 PID 피드백 소스	*[2] MCB 102*
	파라미터 17-11 분해능 (PPR)	1024*
	파라미터 13-00 SL Controller Mode	*[1] 켜짐*
	파라미터 13-01 이벤트 시작	*[19] 경고*
	파라미터 13-02 이벤트 정지	*[44] 리셋 키*
	파라미터 13-10 비교기 피연산자	*[21] 경고 번호*
	파라미터 13-11 비교기 연산자	*[1] ≈ (같다)**
	파라미터 13-12 Comparator Value	90
	파라미터 13-51 SL 컨트롤러 이벤트	*[22] 비교기 0*
	파라미터 13-52 SL 컨트롤러 동작	*[32] 디지출력 A최저설정*
	파라미터 5-40 릴레이 기능	*[80] SL 디지털 출력 A*
	*=초기 값	

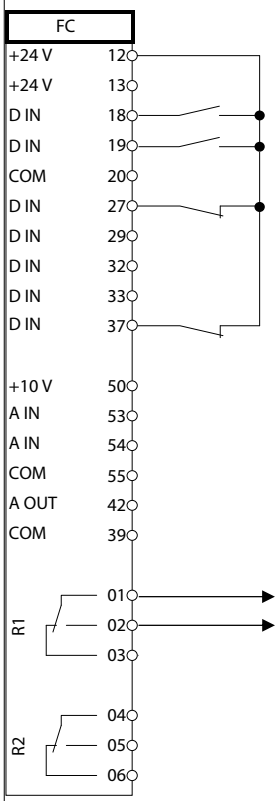
참고/설명:

피드백 모니터의 한계를 초과하면 *경고 90, 피드백 모니터*가 발생합니다. SLC는 *경고 90, 피드백 모니터*를 감시하고 경고가 TRUE가 되면 릴레이 1을 트리거합니다.

외부 장비를 서비스 받아야 할 수도 있습니다. 피드백 오류가 5초 내에 다시 한계 밑으로 내려가면 드라이브는 운전을 계속하고 경고가 사라집니다. LCP의 [Reset]을 눌러 릴레이 1을 리셋합니다.

표 12.13 스마트 로직 컨트롤러를 사용하는 릴레이 셋업의 배선 구성

12.11 기계식 제동 장치 제어를 위한 배선 구성



	파라미터	
	기능	설정
	파라미터 5-40 릴레이 기능	*[32] 기계식 제동장치 제어*
	파라미터 5-10 Terminal 18 Digital Input	*[8] 기동**
	파라미터 5-11 단자 19 디지털 입력	*[11] 역회전 기동*
	파라미터 1-71 기동 지연	0.2
	파라미터 1-72 기동 기능	*[5] VVC+/ 플럭스시계*
	파라미터 1-76 기동 전류	IM,N
	파라미터 2-20 제동 전류 해제	어플리케이션에 따라 다름
	파라미터 2-21 브레이크 시작 속도	모터의 정격 미끄럼 중 절반
	*=초기 값	
	참고/설명:	

표 12.14 기계식 제동 장치 제어를 위한 배선 구성

Danfoss A/S © 11/2017 All rights reserved.

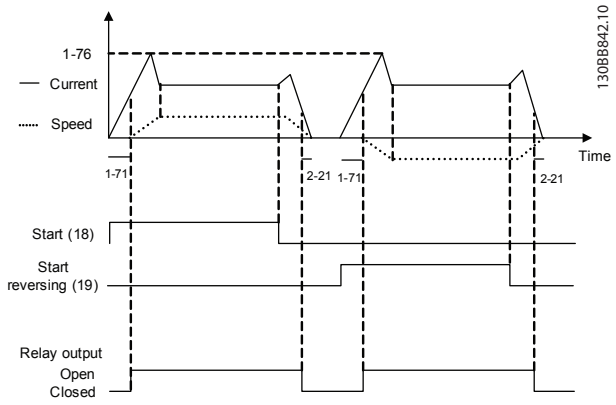


그림 12.5 기계식 제동 장치 제어

12.12 엔코더를 위한 배선 구성

축 끝을 확인하면 알 수 있는 엔코더의 방향은 펄스가 드라이브에 들어가는 순서에 따라 결정됩니다. *그림 12.6*을(를) 참조하십시오.

- 시계방향(CW)은 채널 A가 채널 B에 대해 전기적으로 90도 앞에 있음을 의미합니다.
- 반시계방향(CCW)은 채널 B가 채널 A에 대해 전기적으로 90도 앞에 있음을 의미합니다.

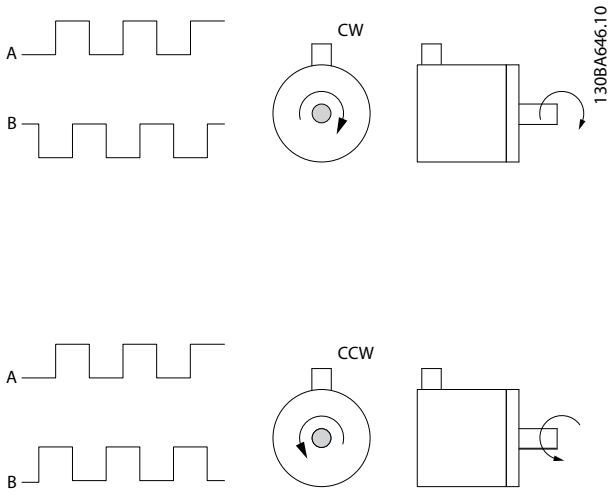


그림 12.6 엔코더 방향 결정

주의 사항

최대 케이블 길이 5 m (16 ft).

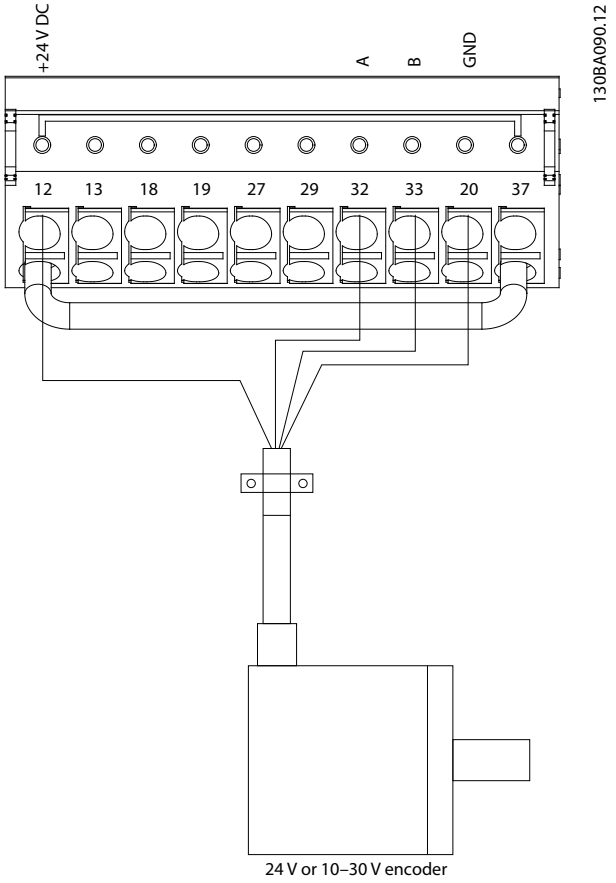


그림 12.7 엔코더를 위한 배선 구성

12.13 토오크 및 정지 한계를 위한 배선 구성

호이스트 어플리케이션과 같이 외부 전자기계식 제동 장치를 사용하는 어플리케이션의 경우, 표준 정지 명령을 통해 드라이브를 정지하는 동시에 외부 전자기계식 제동 장치를 활성화할 수 있습니다.
*그림 12.8*는 이러한 드라이브 연결의 프로그래밍을 나타냅니다.

단자 18을 통해 정지 명령을 활성화하고 드라이브가 토오크 한계에 도달하지 않은 경우, 모터는 0Hz로 감속됩니다.
드라이브가 토오크 한계에 도달했으며 정지 명령이 활성화되었으면, (*[27] 토오크 한계 및 정지*로 프로그래밍된) 단자 29의 출력이 활성화됩니다. 단자 27로의 신호는 논리 1에서 논리 0으로 변경되고 모터가 코스팅(프리런)을 시작합니다. 이 공정은 예를 들어, 과도한 과부하로 인해 드라이브 자체에서 필요한 토오크를 처리할 수 없는 경우, 호이스트가 정지하도록 합니다.

12

정지 및 토오크 한계를 프로그래밍하려면 다음 단자에 연결합니다.

- 단자 18을 통한 기동/정지 (*파라미터 5-10 단자 18 디지털 입력 [8] 기동*).
- 단자 27을 통한 순간 정지 (*파라미터 5-12 단자 27 디지털 입력 [2] 코스팅 정지, 인버스*).
- 단자 29 출력 (*파라미터 5-02 단자 29 모드 [1] 단자 29 모드 출력* 및 *파라미터 5-31 단자29디지털출력 [27] 토오크 한계 및 정지*).
- 릴레이 출력 [0] (릴레이 1) (*파라미터 5-40 릴레이 기능 [32] 기계제동장치제어*).

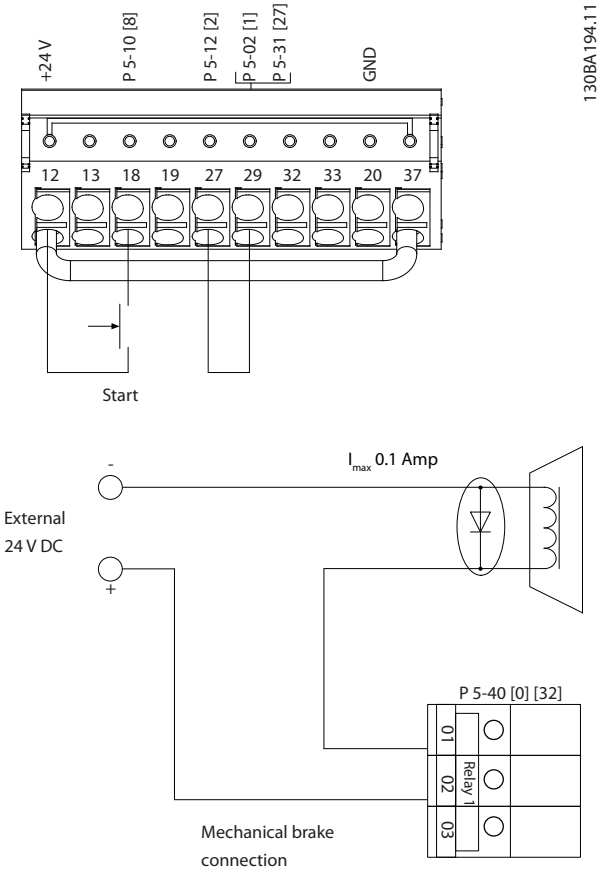


그림 12.8 토오크 및 정지 한계를 위한 배선 구성

12

Danfoss A/S © 11/2017 All rights reserved.

13 드라이브 주문 방법

13.1 인버터 제품 구성 소프트웨어

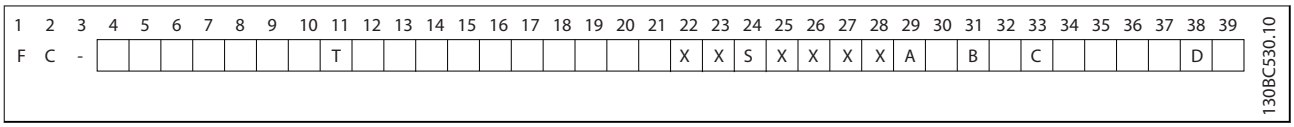


표 13.1 유형 코드 문자열

제품군	1-6	
모델	7-10	
주전원 전압	11-12	
외함	13-15	
하드웨어 구성	16-23	
RFI 필터/저고조파 드라이브/12펄스	16-17	
제동 장치	18	
표시창(LCP)	19	
PCB 코팅	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 13.2 드라이브 주문 유형 코드 예시

인터넷 기반 인버터 제품 구성 소프트웨어를 사용하여 해당 어플리케이션에 알맞은 드라이브를 구성합니다. 인버터 제품 구성 소프트웨어는 다음의 글로벌 인터넷 사이트에서 찾을 수 있습니다. *www.danfoss.com/drives*. 제품 구성 소프트웨어는 유형 코드 문자열과 8자리 판매 번호를 생성하고 이를 현지 영업점으로 보낼 수있습니다. 또한, 일부 제품이 포함된 프로젝트 목록을 작성하여 댄포스 영업 담당자에게 보낼 수 있습니다.

유형 코드 문자열의 예시는 다음과 같습니다.

FC-302P450T5E54H4CGCXXXSXXXXA0BXCXXXXD0

문자열에서 문자의 의미는 이 장에 정의되어 있습니다. 위의 예시에서 F3 드라이브는 다음과 같은 옵션으로 구성되어 있습니다.

- RFI 필터
- Safe Torque Off + Pilz 릴레이
- 코팅 처리 PCB
- PROFIBUS DP-V1

주문한 지역에 해당하는 언어 패키지가 드라이브에 자동 설치되어 배송됩니다. 4가지의 지역별 언어 패키지에는 다음과 같은 언어가 포함됩니다.

언어 패키지 1
영어, 독어, 불어, 덴마크어, 네덜란드어, 스페인어, 스웨덴어, 이태리어 및 핀란드어.

언어 패키지 2
영어, 독어, 중국어, 한국어, 일본어, 태국어, 대만어 및 인도네시아어.

언어 패키지 3
영어, 독어, 슬로베니아어, 불가리아어, 세르비아어, 루마니아어, 헝가리어, 체코어 및 러시아어.

언어 패키지 4
영어, 독어, 스페인어, 미국 영어, 그리스어, 브라질 포르투갈어, 터키어 및 폴란드어.

다른 언어 패키지가 설치된 드라이브를 주문하려면 현지 댄포스 영업점에 문의하시기 바랍니다.

 Danfoss A/S © 11/2017 All rights reserved.

13.1.1 외함 E1–E2의 주문 유형 코드

설명	위치	가능한 옵션
제품군	1–6	FC-302
모델	7–10	P315–P560
주전원 전압	11–12	T5: 380–500 V AC T7: 525–690 V AC
외함	13–15	E00: IP00 (섀시 – 외부 외함에 설치하기 위한 용도) C00: IP00/섀시 (스테인리스 백 채널 포함) E21: IP21 (NEMA 1) E54: IP54 (NEMA 12) E2M: IP21 (NEMA 1) (주전원 쉴드 포함) E5M: IP54 (NEMA 12) (주전원 쉴드 포함)
RFI 필터	16–17	H2: RFI 필터, 클래스 A2 (표준) H4: RFI 필터 클래스 A1[1)] B2: RFI 필터, 클래스 A2가 있는 12펄스 드라이브 B4: RFI 필터, 클래스 A1이 있는 12펄스 드라이브 N2: RFI 필터, 클래스 A2가 있는 LHD N4: RFI 필터, 클래스 A1이 있는 LHD
제동 장치	18	B: 제동 IGBT 장착 X: 제동 IGBT 없음 R: 재생 단자 S: 제동 + 재생
표시창	19	G: 그래픽 현장 제어 패널(LCP) N: 숫자 방식의 현장 제어 패널(LCP) X: 현장 제어 패널 없음
PCB 코팅	20	C: 코팅 처리 PCB
주전원 옵션	21	X: 주전원 옵션 없음 3: 주전원 차단 및 퓨즈 5: 주전원 차단부, 퓨즈 및 부하 공유 7: 퓨즈 A: 퓨즈 및 부하 공유 D: 부하 공유
최적화	22	X: 표준 케이블 삽입부
최적화	23	X: 최적화 안됨
소프트웨어 출시	24–27	실제 소프트웨어
소프트웨어 언어	28	X: 표준 언어 팩

표 13.3 외함 E1–E2의 주문 유형 코드[2)]

1) 380–500 V에만 사용 가능.
2) 해사 인증을 필요로 하는 어플리케이션은 공장에 문의하십시오.

13.1.2 외함 F1–F4 및 F8–F13의 주문 유형 코드

설명	위치	가능한 옵션
제품군	1–6	FC-302
전력 등급	7–10	P250–P1200 kW
주전원 전압	11–12	T5: 380–500 V AC T7: 525–690 V AC

Danfoss A/S © 11/2017 All rights reserved.

설명	위치	가능한 옵션
외함	13–15	C21: IP21/NEMA Type 1 (스테인리스 백 채널 포함) C54: IP54/Type 12 (스테인리스 백 채널 포함) E21: IP 21/ NEMA Type 1 E54: IP 54/ NEMA Type 12 L2X: IP21/NEMA 1 (캐비닛 조명 및 IEC 230V 전원 콘센트 포함) L5X: IP54/NEMA 12 (캐비닛 조명 및 IEC 230V 전원 콘센트 포함) L2A: IP21/NEMA 1 (캐비닛 조명 및 NAM 115V 전원 콘센트 포함) L5A: IP54/NEMA 12 (캐비닛 조명 및 NAM 115V 전원 콘센트 포함) H21: IP21 (스페이스 히터 및 써모스탯 포함) H54: IP54 (스페이스 히터 및 써모스탯 포함) R2X: IP21/NEMA1 (스페이스 히터, 써모스탯, 조명 및 IEC 230V 콘센트 포함) R5X: IP54/NEMA12 (스페이스 히터, 써모스탯, 조명 및 IEC 230V 콘센트 포함) R2A: IP21/NEMA1 (스페이스 히터, 써모스탯, 조명 및 NAM 115V 콘센트 포함) R5A: IP54/NEMA12 (스페이스 히터, 써모스탯, 조명 및 NAM 115V 콘센트 포함)
RFI 필터	16–17	H2: RFI 필터, 클래스 A2 (표준) H4: RFI 필터, 클래스 A1 HE: RCD (클래스 A2 RFI 필터 포함) HF: RCD (클래스 A1 RFI 필터 포함) HG: IRM (클래스 A2 RFI 필터 포함) HH: IRM (클래스 A1 RFI 필터 포함) HJ: NAMUR 단자 및 클래스 A2 RFI 필터 HK: NAMUR 단자 (클래스 A1 RFI 필터 포함) HL: RCD (NAMUR 단자 및 클래스 A2 RFI 필터 포함) HM: RCD (NAMUR 단자 및 클래스 A1 RFI 필터 포함) HN: IRM (NAMUR 단자 및 클래스 A2 RFI 필터 포함) HP: IRM (NAMUR 단자 및 클래스 A1 RFI 필터 포함) N2: RFI 필터, 클래스 A2가 있는 저고조파 드라이브 N4: RFI 필터, 클래스 A1이 있는 저고조파 드라이브 B2: RFI 필터, 클래스 A2가 있는 12펄스 드라이브 B4: RFI 필터, 클래스 A1이 있는 12펄스 드라이브 BE: 12펄스 + TN/TT 주전원용 RCD + 클래스 A2 RFI BF: 12펄스 + TN/TT 주전원용 RCD + 클래스 A1 RFI BG: 12펄스 + IT 주전원용 IRM + 클래스 A2 RFI BH: 12펄스 + IT 주전원용 IRM + 클래스 A1 RFI BM: 12펄스 + TN/TT 주전원용 RCD + NAMUR 단자 + 클래스 A1 RFI[1)]
제동 장치	18	B: 제동 IGBT 장착 X: 제동 IGBT 없음 C: Safe Torque Off + Pilz 안전 릴레이 D: Safe Torque Off (Pilz 안전 릴레이 및 제동 IGBT 포함) R: 재생 단자 M: IEC 응급 정지 푸시 버튼 (Pilz 안전 릴레이 포함) N: IEC 응급 정지 푸시 버튼 (제동 IGBT 및 제동 단자 포함) P: IEC 응급 정지 푸시 버튼(재생 단자 포함)
표시창	19	G: 그래픽 현장 제어 패널(LCP)
PCB 코팅	20	C: 코팅 처리 PCB

 Danfoss A/S © 11/2017 All rights reserved.

설명	위치	가능한 옵션
주전원 옵션	21	X: 주전원 옵션 없음 3: 주전원 차단 및 퓨즈 5: 주전원 차단부, 퓨즈 및 부하 공유 7: 퓨즈 A: 퓨즈 및 부하 공유 D: 부하 공유 E: 주전원 차단기, 콘택터 및 퓨즈 F: 주전원 회로 차단기, 콘택터 및 퓨즈 G: 주전원 차단기, 콘택터, 부하 공유 단자 및 퓨즈 H: 주전원 회로 차단기, 콘택터, 부하 공유 단자 및 퓨즈 J: 주전원 회로 차단기 및 퓨즈 K: 주전원 회로 차단기, 부하 공유 단자 및 퓨즈
전원 단자 및 모터 스타터	22	X: 옵션 없음 E 30A, 퓨즈 보호 전원 단자 F: 30 A, 퓨즈 보호 전원 단자 및 2.5-4 A 수동 모터 스타터 G: 30 A, 퓨즈 보호 전원 단자 및 4-6.3 A 수동 모터 스타터 H: 30 A, 퓨즈 보호 전원 단자 및 6.3-10 A 수동 모터 스타터 J: 30 A ,퓨즈 보호 전원 단자 및 10-16 A 수동 모터 스타터 K: 2개의 2.5-4 A 수동 모터 스타터 L: 2개의 4-6.3 A 수동 모터 스타터 M: 2개의 6.3-10 A 수동 모터 스타터 N: 2개의 10-16 A 수동 모터 스타터
보조 24V 공급 및 외부 온도 감시	23	X: 옵션 없음 H: 5 A, 24V 공급 (고객용) J: 외부 온도 감시 G: 5A, 24V 공급 (고객용) 및 외부 온도 감시
소프트웨어 출시	24-27	실제 소프트웨어
소프트웨어 언어	28	X: 표준 언어 팩

표 13.4 외함 F1-F4 및 F8-F13의 주문 유형 코드[2)]

1) VLT® PTC Thermistor Card MCB 112 및 VLT® Extended Relay CardMCB 113가 필요합니다.

13

13.1.3 모든 VLT® AutomationDrive FC 302 외함의 주문 옵션

설명	위치	가능한 옵션
A 옵션	29-30	AX: A 옵션 없음 A0: VLT® PROFIBUS DP MCA 101 (표준) A4: VLT® DeviceNet MCA 104 (표준) A6: VLT® CANopen MCA 105 (표준) A8: VLT® EtherCAT MCA 124 AT: VLT® PROFIBUS Converter MCA 113 AU: VLT® PROFIBUS Converter MCA 114 AL: VLT® PROFINET MCA 120 AN: VLT® EtherNet/IP MCA 121 AQ: VLT® Modbus TCP MCA 122 AY: VLT® Powerlink MCA 123

Danfoss A/S © 11/2017 All rights reserved.

설명	위치	가능한 옵션
B 옵션	31–32	BX: 옵션 없음 B2: VLT® PTC Thermistor Card MCB 112 B4: VLT® Sensor Input MCB 114 B6: VLT® Safety Option MCB 150 B7: VLT® Safety Option MCB 151 B8: VLT® Safety Option MCB 152 BK: VLT® General Purpose I/O MCB 101 BP: VLT® Relay Card MCB 105 BR: VLT® Encoder Input MCB 102 MCB 102 BU: VLT® Resolver Input MCB 103 BZ: VLT® Safe PLC I/O MCB 108
C 옵션	33–34	CX: 옵션 없음 C4: VLT® Motion Control Option MCO 305
C1 옵션	35	X: 옵션 없음 R: VLT® Extended Relay Card MCB 113
C 옵션 소프트웨어	36–37	XX: 표준 컨트롤러 10: VLT® Synchronizing Controller MCO 350 (C4 옵션 필요) 11: VLT® Position Controller MCO 351 (C4 필요)
D 옵션	38–39	DX: 옵션 없음 D0: VLT® 24 V DC Supply MCB 107

표 13.5 FC 302 옵션의 주문 유형 코드

13.2 옵션/키트의 주문 번호

13.2.1 A 옵션의 주문 번호: 필드버스

설명	주문 번호	
	비코팅	코팅 처리
VLT® PROFIBUS DP MCA 101	130B1100	130B1200
VLT® DeviceNet MCA 104	130B1102	130B1202
VLT® CANopen MCA 105	130B1103	130B1205
VLT® PROFIBUS Converter MCA 113	–	130B1245
VLT® PROFIBUS Converter MCA 114	–	130B1246
VLT® PROFINET MCA 120	130B1135	130B1235
VLT® EtherNet/IP MCA 121	130B1119	130B1219
VLT® Modbus TCP MCA 122	130B1196	130B1296
VLT® Powerlink MCA 123	130B1489	130B1490
VLT® EtherCAT MCA 124	130B5546	130B5646

표 13.6 A 옵션의 주문 번호

이전 소프트웨어 버전과 필드버스 및 어플리케이션 옵션 간의 호환성은 댄포스에 문의하십시오.

13

 Danfoss A/S © 11/2017 All rights reserved.

13.2.2 B 옵션의 주문 번호: 기능 확장 옵션

설명	주문 번호	
	비코팅	코팅 처리
VLT® General Purpose I/O MCB 101	130B1125	130B1212
VLT® Encoder Input MCB 102	130B1115	130B1203
VLT® Resolver Input MCB 103	130B1127	130B1227
VLT® Relay Card MCB 105	130B1110	130B1210
VLT® Safe PLC I/O MCB 108	130B1120	130B1220
VLT® PTC Thermistor Card MCB 112	–	130B1137
VLT® Sensor Input MCB 114	130B1172	130B1272
VLT® Safety Option MCB 150	–	130B3280
VLT® Safety Option MCB 151	–	130B3290
VLT® Safety Option MCB 152	–	130B9860

표 13.7 B 옵션의 주문 번호

13.2.3 C 옵션의 주문 번호: 모션컨트롤 및 릴레이 카드

설명	주문 번호	
	비코팅	코팅 처리
VLT® Motion Control Option MCO 305	130B1134	130B1234
VLT® Synchronizing Controller MCO 350	130B1152	130B1252
VLT® Position Controller MCO 351	130B1153	120B1253
VLT® Center Winder MCO 352	130B1165	130B1166
VLT® Extended Relay Card MCB 113	130B1164	130B1264

표 13.8 C 옵션의 주문 번호

13.2.4 D 옵션의 주문 번호: 24V 예비 전원 공급

설명	주문 번호	
	비코팅	코팅 처리
VLT® 24 V DC Supply MCB 107	130B1108	130B1208

표 13.9 D 옵션의 주문 번호

13.2.5 소프트웨어 옵션의 주문 번호

설명	주문 번호
VLT® MCT 10 셋업 소프트웨어 - 사용자 1인용.	130B1000
VLT® MCT 10 셋업 소프트웨어 - 사용자 5인용.	130B1001
VLT® MCT 10 셋업 소프트웨어 - 사용자 10인용.	130B1002
VLT® MCT 10 셋업 소프트웨어 - 사용자 25인용.	130B1003
VLT® MCT 10 셋업 소프트웨어 - 사용자 50인용.	130B1004
VLT® MCT 10 셋업 소프트웨어 - 사용자 100인용.	130B1005
VLT® MCT 10 셋업 소프트웨어 - 사용자 무제한.	130B1006

표 13.10 소프트웨어 옵션의 주문 번호

 Danfoss A/S © 11/2017 All rights reserved.

13.2.6 키트의 주문 번호

유형	설명	주문 번호
기타 하드웨어		
도어 내장형 USB, E1 및 F1–F13	드라이브를 개방하지 않고도 노트북 컴퓨터를 통해 드라이브 제어부에 접근할 수 있는 USB 연장 코드 키트.	E1–E2 – 130B1156 F1–F13 – 176F1784
상단 삽입부 – 모터 케이블, F1/F3	모터 측 캐비닛의 상단부를 통해 모터 케이블의 설치가 가능합니다. 반드시 공통 모터 단자 키트를 함께 사용해야 합니다. 외함 F1/F3에만 해당합니다.	400 mm (15.7 in) 캐비닛 – 176F1838 600 mm (23.6 in) 캐비닛 – 176F1839
상단 삽입부 – 모터 케이블, F2/F4	모터 측 캐비닛의 상단부를 통해 모터 케이블의 설치가 가능합니다. 반드시 공통 모터 단자 키트를 함께 사용해야 합니다. 외함 F2/F4에만 해당합니다.	400 mm (15.7 in) 캐비닛 – 176F1840 600 mm (23.6 in) 캐비닛 – 176F1841
상단 삽입부 – 모터 케이블, F8–F13	모터 측 캐비닛의 상단부를 통해 모터 케이블의 설치가 가능합니다. 반드시 공통 모터 단자 키트를 함께 사용해야 합니다. 외함 F8–F13에만 해당합니다.	공장에 문의
상단 삽입부 – 주전원 케이블, F1–F2	주전원 측 캐비닛의 상단부를 통해 주전원 케이블의 설치가 가능합니다. 해당 키트는 반드시 공통 모터 단자 키트와 함께 주문해야 합니다. 외함 F1–F2에만 해당합니다.	400 mm (15.7 in) 캐비닛 – 176F1832 600 mm (23.6 in) 캐비닛 – 176F1833
상단 삽입부 – 주전원 케이블, F3–F4(차단기 포함)	주전원 측 캐비닛의 상단부를 통해 주전원 케이블의 설치가 가능합니다. 해당 키트는 반드시 공통 모터 단자 키트와 함께 주문해야 합니다. 외함 F3–F4(차단기 포함)에만 해당합니다.	400 mm (15.7 in) 캐비닛 – 176F1834 600 mm (23.6 in) 캐비닛 – 176F1835
상단 삽입부 – 주전원 케이블, F3–F4	주전원 측 캐비닛의 상단부를 통해 주전원 케이블의 설치가 가능합니다. 해당 키트는 반드시 공통 모터 단자 키트와 함께 주문해야 합니다. 외함 F3–F4에만 해당합니다.	400 mm (15.7 in) 캐비닛 – 176F1836 600 mm (23.6 in) 캐비닛 – 176F1837
상단 삽입부 – 주전원 케이블, F8–F13	주전원 측 캐비닛의 상단부를 통해 주전원 케이블의 설치가 가능합니다. 해당 키트는 반드시 공통 모터 단자 키트와 함께 주문해야 합니다. 외함 F8–F13에만 해당합니다.	공장에 문의
상단 삽입부 – 필드버스 케이블, E2	드라이브의 상단부를 통해 필드버스 케이블의 설치가 가능합니다. 설치된 키트는 IP20/섀시이지만 보호 등급을 높이기 위해 각기 다른 쌍의 커넥터를 사용할 수 있습니다. 외함 E2에만 해당합니다.	176F1742
공통 모터 단자, F1–F4	모터 측 상단 삽입부 키트의 설치를 용이하게 하기 위해 병렬 연결된 인버터에서 (위상별) 단일 단자로 모터 단자를 연결하는데 필요한 버스통신 바와 하드웨어를 제공합니다. 이 키트는 드라이브의 공통 모터 단자 옵션과 동등합니다. 드라이브 주문 시 공통 모터 단자 옵션을 지정하지 않은 경우, 모터 측 상단 삽입부 키트를 설치하는데 이 키트가 필요하지 않습니다. 또한 드라이브의 출력을 출력 필터 또는 출력 콘택터에 연결하는 용도로 권장됩니다. 공통 모터 단자를 사용하면 각각의 인버터에서 출력 필터 (또는 모터)의 공통 지점까지 케이블 길이가 동일할 필요가 없습니다.	400 mm (15.7 in) 캐비닛 – 176F1845 600 mm (23.6 in) 캐비닛 – 176F1846
NEMA 3R 외함, E2	NEMA 3R 또는 NEMA 4의 분진 및 수분 보호 등급을 충족하기 위해 IP00/IP20/섀시 드라이브와 함께 사용하도록 설계되어 있습니다. 이러한 외함은 악천후에 대한 보호 수준을 제공하는 옥외용 외함입니다. 외함 E2에만 해당합니다.	용접형 외함 – 176F0298 Rittal 외함 – 176F1852
페데스탈, E1–E2	페데스탈 키트는 400 mm (15.8 in) 높이의 페데스탈로, 드라이브를 바닥에 설치할 수 있습니다. 페데스탈의 전면에는 각종 전원 구성품의 냉각을 위해 공기가 유입되는 통풍구가 있습니다. 외함 E1–E2에만 해당합니다.	176F6739
입력 옵션 플레이트, E1–E2	퓨즈, 차단기/퓨즈, RFI, RFI/퓨즈 및 FRI/차단기/퓨즈를 추가할 수 있습니다. 외함 E1–E2에만 해당합니다.	공장에 문의
IP20 변환, E2	드라이브에 IP20/보호 섀시 수준의 분진 및 수분 보호 등급을 제공합니다. E2 외함에만 해당합니다.	176F1884
뒤쪽 채널 냉각 키트		

13

 Danfoss A/S © 11/2017 All rights reserved.

유형	설명	주문 번호
뒤쪽 유입/뒤쪽 배출, E1	냉각 공기가 드라이브의 뒤쪽을 통해 유입 및 배출되게 할 수 있습니다. 키트에는 보호 등급 IP21/54 (Type 1/12)의 E1용 상단 및 하단 덮개가 포함되어 있습니다.	176F1946
뒤쪽 유입/뒤쪽 배출, E2	냉각 공기가 드라이브의 뒤쪽을 통해 유입 및 배출되게 할 수 있습니다. 키트에는 보호 등급 IP00 (새시)의 E2용 상단 및 하단 덮개가 포함되어 있습니다.	용접형 외함 – 176F1861 Rittal 외함 – 176F1783
뒤쪽 유입/뒤쪽 배출, F1–F13	냉각 공기가 드라이브의 뒤쪽을 통해 유입 및 배출되게 할 수 있습니다. 플레이트는 드라이브에 이미 포함되어 있습니다. 설치 지침은 공장에 문의하십시오.	공장에 문의
하단 유입/상단 배출, E2	냉각 공기가 드라이브의 하단을 통해 유입되고 상단을 통해 배출되게 할 수 있습니다. 이 키트는 외함 E2에만 사용됩니다.	2000 mm (78.7 in) 캐비닛 – 176F1850 2200 mm (86.6 in) 캐비닛 – 176F0299
상단 배출, E2	냉각 공기가 드라이브의 상단을 통해 배출되게 할 수 있습니다. 이 키트는 외함 E2에만 사용됩니다.	176F1776
LCP		
LCP 101	숫자 방식의 현장 제어 패널(NLCP)	130B1124
LCP 102	그래픽 방식의 현장 제어 패널(GLCP)	130B1107
LCP 케이블	별도의 LCP 케이블, 3 m (9 ft)	175Z0929
LCP 키트, IP21	그래픽 LCP, 고정 장치, 3 m (9 ft) 케이블 및 가스켓이 포함된 패널 장착 키트	130B1113
LCP 키트, IP21	숫자 방식의 LCP, 고정 장치 및 가스켓이 포함된 패널 장착 키트	130B1114
LCP 키트, IP21	고정 장치, 3 m (9 ft) 케이블 및 가스켓이 포함된 모든 LCP용 패널 장착 키트	130B1117

표 13.11 외함 E1–E2 및 F1–F13에 사용 가능한 키트

13.3 필터 및 제동 저항의 주문 번호

필터 및 제동 저항의 치수 지정 사양 및 주문 번호는 다음의 설계지침서를 참조하십시오.

- *VLT® Brake Resistor MCE 101 설계지침서.*
- *VLT® Advanced Harmonic Filters AHF 005/AHF 010 설계지침서.*
- *출력 필터 설계지침서.*

13

13.4 예비 부품

해당 어플리케이션에 사용 가능한 예비 부품은 VLT® Shop 또는 인버터 제품 구성 소프트웨어 (*www.danfoss.com/drives*)를 확인합니다.

Danfoss A/S © 11/2017 All rights reserved.

14 부록

14.1 약어 및 기호

60° AVM	60° Asynchronous Vector Modulation(60° 비동기식 벡터 변조)
A	Ampere(암페어)/AMP
AC	Alternating current(교류)
AD	Air Discharge(대기 중 방전)
AEO	Automatic Energy Optimization(자동 에너지 최적화)
AI	아날로그 입력
AIC	Ampere interrupting current(암페어 간섭 전류)
AMA	Automatic motor adaptation(자동 모터 최적화)
AWG	American wire gauge(미국 전선 규격)
°C	Degrees Celsius(섭씨도)
CB	Circuit breaker(회로 차단기)
CD	Constant discharge(일정 방전)
CDM	Complete drive module(드라이브 모듈 완제품): 드라이브, 공급 섹션 및 보조 부품
CE	European Conformity(유럽 적합성) (유럽 안전 표준)
CM	Common mode(공통 모드)
CT	Constant torque(일정 토오크)
DC	Direct current(직류)
DI	Digital input(디지털 입력)
DM	Differential mode(차동 모드)
D-TYPE	Drive dependent(드라이브 의존적)
EMC	Electromagnetic Compatibility(전자기 적합성)
EMF	Electromotive force(기전력)
ETR	Electronic Thermal Relay(전자 써멀 릴레이)
°F	Degrees fahrenheit(화씨도)
f_{JOG}	조그 기능이 활성화되었을 때의 모터 주파수
f_M	Motor frequency(모터 주파수)
f_{MAX}	드라이브가 자체 출력에 적용하는 최대 출력 주파수
f_{MIN}	드라이브의 최소 모터 주파수
$f_{M,N}$	Nominal motor frequency(모터 정격 주파수)
FC	Frequency converter(AC 드라이브)
HIPERFACE®	HIPERFACE®는 Stegmann의 등록 상표입니다.
HO	High overload(높은 과부하)
Hp	Horse power(마력)
HTL	HTL 엔코더(10-30 V) 펄스 - High-voltage Transistor Logic(최고 전압 트랜지스터 논리)
Hz	Hertz(헤르츠)
I_{INV}	Rated Inverter Output Current(인버터 정격 출력 전류)
I_{LIM}	Current limit(전류 한계)
$I_{M,N}$	Nominal motor current(모터 정격 전류)
$I_{VLT,MAX}$	Maximum output current(최대 출력 전류)
$I_{VLT,N}$	드라이브에서 공급하는 정격 출력 전류
kHz	Kilohertz(킬로헤르츠)
LCP	Local Control Panel(현장 제어 패널)
Lsb	Least significant bit(최하위 비트)
m	Meter(미터)
mA	Milliampere(밀리암페어)
MCM	Mille Circular Mil(1000 서큘러 밀)
MCT	Motion Control Tool(모션컨트롤 소프트웨어)
mH	Inductance in milli Henry(밀리 헨리 단위의 인덕턴스)
mm	Millimeter(밀리미터)
ms	Millisecond(밀리초)
Msb	Most significant bit(최상위 비트)
η_{VLT}	전원 입력과 전원 출력 간의 비율로 정의된 드라이브의 효율
nF	Capacitance in nano Farad(나노패럿 단위의 커패시턴스)
NLCP	Numerical Local Control Panel(숫자 방식의 현장 제어 패널)
Nm	Newton meter(뉴튼 미터)
NO	Normal overload(정상 과부하)
n_s	동기식 모터 회전수
온라인/오프라인 파라미터	온라인 파라미터에 대한 변경 사항은 데이터 값이 변경되면 즉시 적용
$P_{br,cont.}$	제동 저항의 정격 출력(연속 제동 중 평균 출력)
PCB	Printed Circuit Board(인쇄회로기판)
PCD	Process data(공정 데이터)
PDS	Power drive system(고출력 드라이브 시스템): CDM 및 모터
PELV	Protective Extra Low Voltage(방호초저전압)
P_m	드라이브 정격 출력(높은 과부하(HO) 기준)
$P_{M,N}$	Nominal motor power(모터 정격 출력)
PM motor	Permanent magnet motor(영구 자석 모터)
공정 PID	속도, 압력, 온도 등을 유지하는 PID (비례 적분 미분) 조절기
$R_{br,nom}$	모터축의 제동 동력이 1분간 150/160%가 되게 하는 정격 저항 값
RCD	Residual Current Device(잔류 전류 장치)
재생	Regenerative terminals(재생 단자)
R_{min}	드라이브에서 허용 가능한 최소 제동 저항
RMS	평균평방근
RPM	Revolutions Per Minute(분당 회전수)
R_{rec}	제동 저항의 권장 제동 저항 값댄포스
s	Second(초)
SCCR	Short-circuit current rating(단락 회로 전류 정격)
SFAVM	Stator Flux oriented Asynchronous Vector Modulation(고정자속 지향성 비동기식 벡터 변조)
STW	Status word(상태 워드)
SMPS	Switch Mode Power Supply(스위치 모드 전원 공급)
THD	Total Harmonic Distortion(총 고조파 왜곡)
T_{LIM}	Torque limit(토오크 한계)
TTL	TTL 엔코더(5 V) 펄스 - 트랜지스터 논리
$U_{M,N}$	Nominal motor voltage(모터 정격 전압)
UL	Underwriters Laboratories(미국 보험협회 안전시험소) (안전 인증을 위한 미국 기관)

14

 Danfoss A/S © 11/2017 All rights reserved.

V	Volts(전압)
VT	Variable Torque(가변 토오크)
VVC+	Voltage vector control plus(전압 벡터 제어 플러스)

표 14.1 약어 및 기호

14.2 정의

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

브레이크어웨이 토오크

$$n_s = \frac{2 \times par.\ 1-23 \times 60\ s}{par.\ 1-39}$$

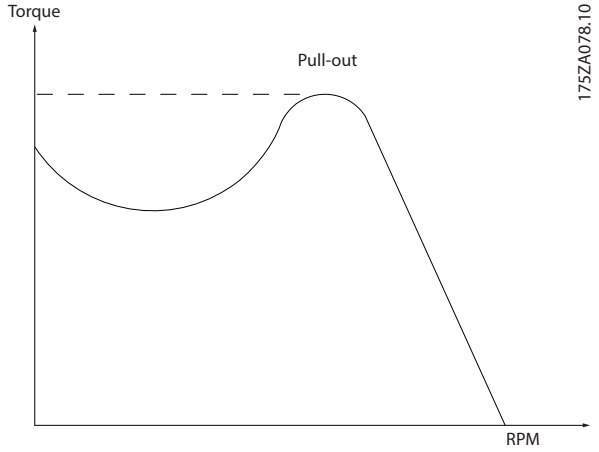


그림 14.1 브레이크어웨이 토오크 도표

코스팅(프리런)
모터축이 코스팅(프리런) 상태입니다. 모터에 토오크가 없습니다.

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

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

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

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

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

코사인 파이는 변위 역률이라고도 합니다.

댄포스 VLT® 드라이브와 관련된 람다와 코사인 파이는 *장을 7.3 주전원 공급*에 언급되어 있습니다.

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

또한 역률이 높으면 고조파 전류는 낮아집니다.
모든 댄포스 드라이브의 DC 링크에는 역률을 생성하고 주전원 공급의 THD를 줄이기 위해 내장된 DC 코일이 있습니다.

펄스 입력/인크리멘탈 엔코더
모터 회전수 및 방향에 대한 정보를 피드백하는 외부 디지털 센서입니다. 엔코더는 고속 정밀 피드백 및 매우 다이나믹한 어플리케이션에 사용됩니다.

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

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

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

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

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

트립
드라이브의 온도가 너무 높거나 드라이브가 모터, 공정 또는 기계장치의 작동을 방해하는 경우 등 결함이 발생한 상태입니다. 결함의 원인이 사라져야 재기동할 수 있으며 트립 상태를 해제할 수 있습니다.

트립 잠김
드라이브에 결함이 발생하여 사용자의 개입이 필요한 상태입니다. 주전원을 차단하고 결함의 원인을 제거한 다음 드라이브를 다시 연결해야만 잠긴 트립을 해제할 수 있습니다. 리셋을 실행하여 트립 상태를 해제해야만 재기동할 수 있습니다.

VT 특성
펌프와 팬을 위한 가변 토오크 특성입니다.

Danfoss A/S © 11/2017 All rights reserved.

14.3 RS485 설치 및 셋업

RS485는 멀티드롭 네트워크 토폴로지와 호환되는 2선식 버스통신 인터페이스입니다. 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. 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.
드라이브의 종단 스위치(S801)나 편조 종단 저항 네트워크를 이용하여 각 세그먼트의 양쪽 끝을 종단합니다.
버스통신 배선에는 반드시 꼬여 있는 차폐 케이블(STP)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. 필요한 경우, 특히 길이가 긴 케이블로 설치하는 경우, 전체 네트워크에 걸쳐 동일한 접지 전위를 유지할 수 있도록 전위 등화 케이블을 적용합니다.
임피던스 불일치를 방지하려면 전체 네트워크에 걸쳐 동일한 유형의 케이블을 사용합니다. 모터를 드라이브에 연결할 때는 반드시 차폐된 모터 케이블을 사용합니다.

케이블	꼬여 있는 차폐 케이블(STP)
임피던스	120 Ω
케이블 길이	최대 1200 m (3937 ft) (드롭 라인 포함). 최대 500 m (1640.5 ft) (국간)

표 14.2 모터 케이블

RS485 표준 인터페이스를 사용하여 제어기 (또는 마스터)에 하나 이상의 드라이브를 연결할 수 있습니다. 단자 68은 P 신호(TX+, RX+)에 연결되며 단자 69는 N 신호(TX-, RX-)에 연결됩니다. *장을 10.16 EMC 적합 설치*의 그림을 참조하십시오.

마스터에 연결된 드라이브가 두 대 이상인 경우 병렬로 연결합니다.

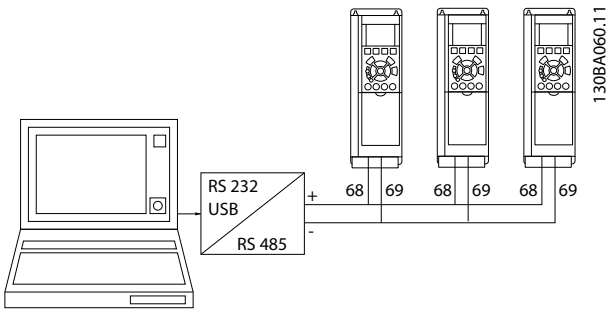


그림 14.2 병렬 연결

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

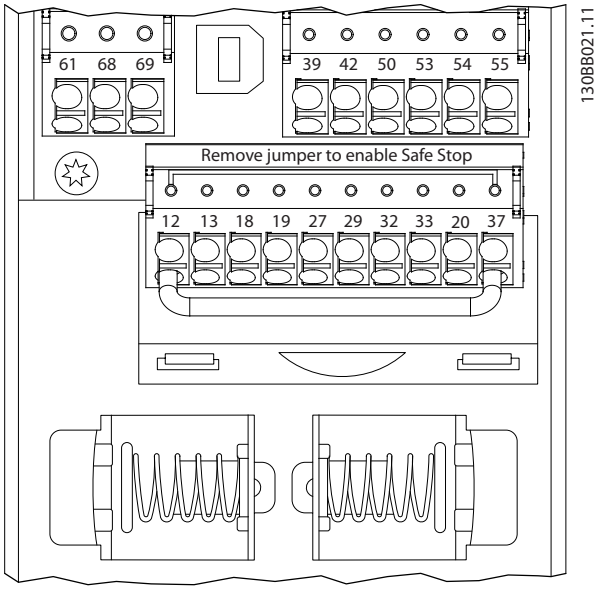


그림 14.3 제어 카드 단자

RS485 버스통신의 양단을 저항 네트워크로 종단해야 합니다. 이렇게 하려면 제어카드의 S801 스위치를 "켜짐"으로 설정합니다.
자세한 정보는 *장을 10.2 배선 약도*를 참조하십시오.

통신 프로토콜은 *파라미터 8-30 프로토콜*로 설정해야 합니다.

14

Danfoss A/S © 11/2017 All rights reserved.

14.3.1 EMC 주의사항

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

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

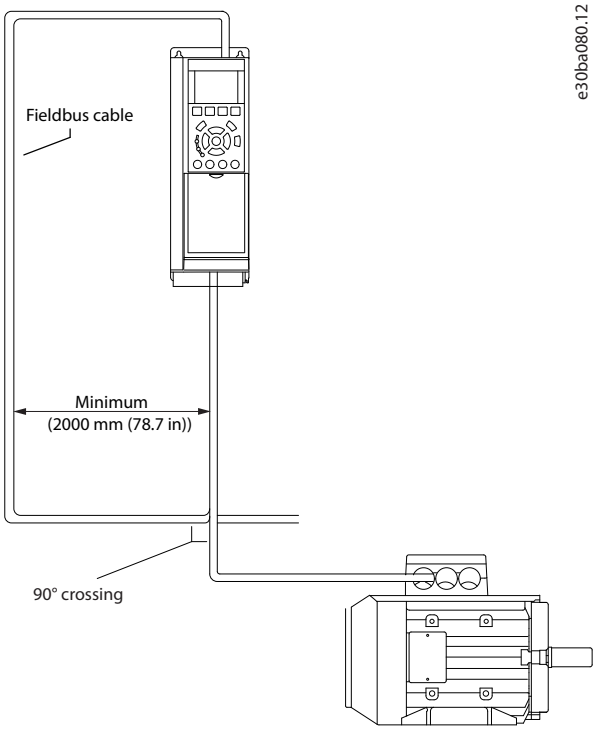


그림 14.4 EMC 주의사항

14.4 RS485: FC 프로토콜 개요

14.4.1 FC 프로토콜 개요

FC 버스통신이나 표준 버스통신이라고도 하는 FC 프로토콜은 댄포스의 표준 필드버스입니다. 이는 필드버스를 통한 통신 마스터/슬레이브 방식에 따른 접근 기법을 정의합니다.
버스통신에 1개의 마스터와 최대 126개의 슬레이브를 연결할 수 있습니다. 마스터는 텔레그램의 주소 문자를 통해 개별 슬레이브를 선택합니다. 슬레이브 자체는 전송 요청 없이 전송할 수 없으며 개별 슬레이브 간의 직접 메시지 전송이 불가능합니다. 통신은 반이중 모드에서 이루어집니다.

마스터 기능을 다른 노드(단일 마스터 시스템)에 전송할 수 없습니다.

물리적 레이어는 RS485이므로 RS485 포트를 활용하여 드라이브에 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.

14.4.2 드라이브 셋업

드라이브에서 FC 프로토콜을 사용 가능하게 하려면 다음 파라미터를 설정합니다.

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

표 14.3 FC 프로토콜 파라미터

14.5 RS485: FC 프로토콜 텔레그램 구조

14.5.1 문자 용량(바이트)

전송되는 각 문자는 시작 비트로 시작됩니다. 그리고 1 바이트에 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 1 문자의 개수가 동일할 때를 의미합니다. 하나의 정지 비트로 하나의 문자가 완성하므로 총 11비트로 구성됩니다.

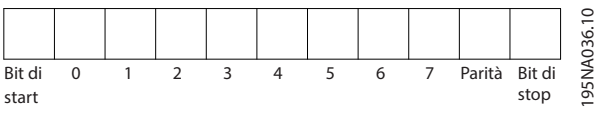


그림 14.5 문자(바이트)

Danfoss A/S © 11/2017 All rights reserved.

14.5.2 텔레그램 구조

각 텔레그램에는 다음과 같은 구조가 있습니다.

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

그 뒤에 텔레그램의 종류에 따라 가변 데이터 바이트가 붙습니다.

데이터 제어 바이트(BCC)로 텔레그램이 완성됩니다.

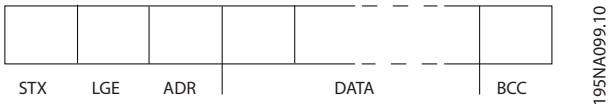


그림 14.6 텔레그램 구조

14.5.3 텔레그램 길이 (LGE)

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

- 4데이터 바이트를 가진 텔레그램의 길이는 LGE=4+ 1+ 1=6바이트입니다.
- 12데이터 바이트를 가진 텔레그램의 길이는 LGE=12+ 1+ 1=14바이트입니다.
- 텍스트를 포함한 텔레그램의 길이는 10[1)]+ n바이트입니다.

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

14.5.4 드라이브 주소(ADR)

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

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

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

14.5.5 데이터 제어 바이트 (BCC)

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

 Danfoss A/S © 11/2017 All rights reserved.

14.5.6 데이터 필드

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

텔레그램의 종류에는 다음과 같이 세 가지가 있습니다.

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

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

그림 14.7 PCD

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

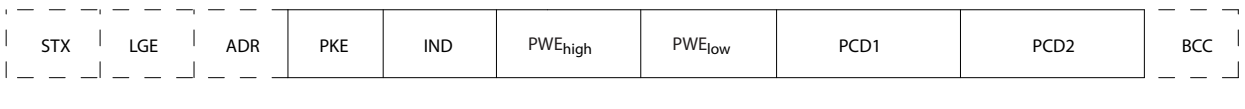


그림 14.8 파라미터 블록

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

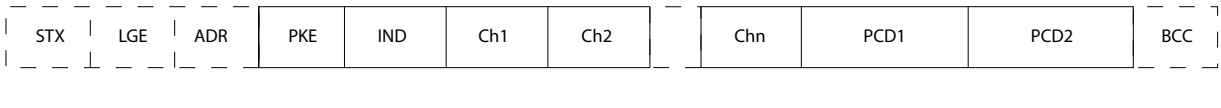


그림 14.9 텍스트 블록

14

Danfoss A/S © 11/2017 All rights reserved.

14.5.7 PKE 필드

PKE 필드에는 다음과 같이 2개의 하위 필드가 있습니다.

- 파라미터 명령 및 응답 AK.
- 파라미터 번호 PNU.

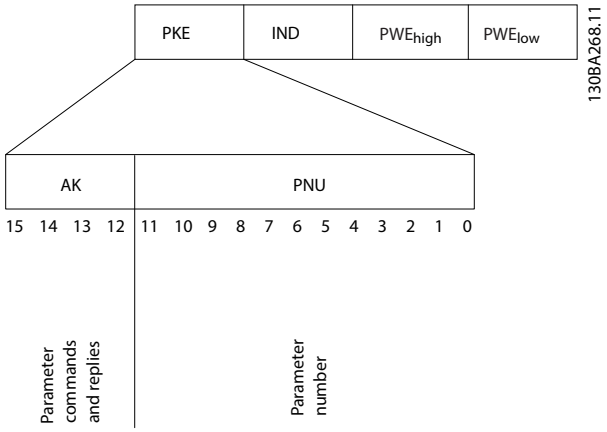


그림 14.10 PKE 필드

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

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

표 14.4 파라미터 명령 마스터⇒슬레이브

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

표 14.5 응답 슬레이브⇒마스터

명령을 수행할 수 없는 경우에 슬레이브는 응답:
0111 명령을 수행할 수 없음을 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 파라미터 한계를 초과했습니다.
3	사용된 하위 색인이 존재하지 않습니다.
4	파라미터가 배열 형식이 아닙니다.
5	데이터 유형이 정의된 파라미터와 일치하지 않습니다.
11	드라이브의 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	공장 셋업이 선택되어 있으므로 데이터를 변경할 수 없습니다.

표 14.6 오류 보고

14.5.8 파라미터 번호(PNU)

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

14.5.9 색인(IND)

색인은 파라미터 번호와 함께 색인이 붙은 파라미터에 읽기/쓰기 접근하는데 사용됩니다(예: *파라미터 15-30 Alarm Log: Error Code*). 색인은 하위 바이트 및 상위 바이트로 구성됩니다.

하위 바이트만 색인으로 사용됩니다.

14.5.10 파라미터 값(PWE)

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

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

파라미터 15-40 FC Type – *파라미터 15-53 Power Card Serial Number*은(는) 데이터 유형 9를 포함합니다.

 Danfoss A/S © 11/2017 All rights reserved.

예를 들어, *파라미터 15-40 FC Type*에서 단위 크기와 주전원 전압 범위를 읽을 수 있습니다. 텍스트 문자열이 전송되는 경우(읽기의 경우) 텔레그램의 길이는 가변적이며 다양한 길이의 텍스트가 전송될 수 있습니다. 텔레그램 길이는 텔레그램의 두 번째 바이트(LGE)에서 정의됩니다. 텍스트 전송을 사용하는 경우에는 색인 문자가 읽기 명령인지 아니면 쓰기 명령인지를 나타냅니다.

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

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

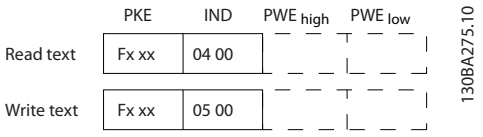


그림 14.11 PWE

14.5.11 지원하는 데이터 유형

'부호없는'은 텔레그램에 연산 부호가 없음을 의미합니다.

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

표 14.7 지원하는 데이터 유형

14.5.12 변환

각 파라미터의 여러 속성은 공장 설정 섹션에 수록되어 있습니다. 파라미터 값은 정수로만 전송됩니다. 따라서 변환 계수는 소수를 전송하는 데 사용합니다.

*파라미터 4-12 Motor Speed Low Limit [Hz]*에는 변환 계수 0.1이 있습니다.
최소 주파수를 10Hz로 프리셋하려면 값 100을 전송합니다. 변환 계수 0.1은 전송된 값에 0.1을 곱한다는 의미입니다. 따라서 값 100은 10.0으로 인식됩니다.

예시:
0초⇒변환 인덱스 0
0.00초⇒변환 인덱스 -2
0 M/S⇒변환 인덱스 -3
0.00 M/S⇒변환 인덱스 -5

변환 인덱스	변환 계수
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 14.8 변환표

14.5.13 공정 워드(PCD)

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

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

표 14.9 PCD 시퀀스

14.6 RS485: FC 프로토콜 파라미터 예시

14.6.1 파라미터 값 쓰기

*파라미터 4-14 Motor Speed High Limit [Hz]*을(를) 100 Hz로 변경합니다.
EEPROM에 데이터를 씁니다.

PKE=E19E hex - *파라미터 4-14 Motor Speed High Limit [Hz]*에 단일 워드 쓰기.
IND=0000 hex
PWE_{high}=0000 hex
PWE_{low}=03E8 hex - 100Hz에 해당하는 데이터 값(1000), *장을 14.5.12 변환* 참조.

Danfoss A/S © 11/2017 All rights reserved.

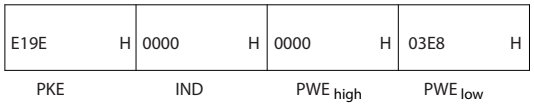


그림 14.12 텔레그램

주의 사항

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

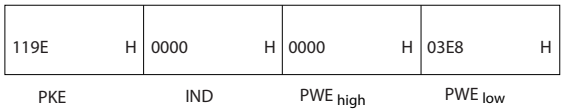


그림 14.13 마스터에서슬레이브로응답

14.6.2 파라미터 값 읽기

*파라미터 3-41 Ramp 1 Ramp Up Time*의 값 읽기.

PKE=1155 Hex - *파라미터 3-41 Ramp 1 Ramp Up Time*의 파라미터 값 읽기
IND=0000 hex
PWE_{high}=0000 hex
PWE_{low}=0000 hex

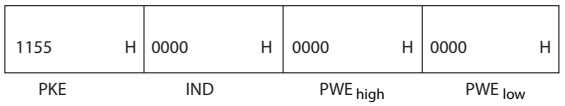


그림 14.14 파라미터 값

*파라미터 3-41 Ramp 1 Ramp Up Time*의 값이 10초인 경우에 슬레이브에서 마스터로 전송되는 응답:

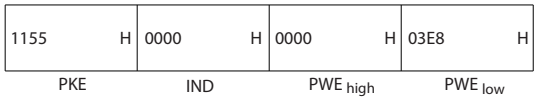


그림 14.15 슬레이브에서마스터로응답

3E8 Hex는 10진수로 1000에 해당합니다. *파라미터 3-41 Ramp 1 Ramp Up Time*의 변환 인덱스는 -2입니다.
*파라미터 3-41 Ramp 1 Ramp Up Time*는 *부호없는 32* 유형입니다.

14.7 RS485: Modbus RTU 개요

14.7.1 가정

댄포스는 설치된 컨트롤러가 이 설명서의 인터페이스를 지원하고 컨트롤러 및 드라이브에 규정된 모든 요구사항 및 제한사항을 엄격히 준수한다고 가정합니다.

14.7.2 필수 지식

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

14.7.3 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.

답신이 필요한 경우, 컨트롤러는 답신 메시지를 구성하고 전송합니다.
컨트롤러는 하나의 장치(마스터)만으로 트랜잭션(쿼리라고 함)을 시작할 수 있는 마스터-슬레이브 방식을 사용하여 통신합니다. 다른 장치(슬레이브)는 마스터에 요청된 데이터를 제공하거나 쿼리에 응답함으로써 응답합니다.
마스터는 개별 슬레이브에 주소를 지정하거나 모든 슬레이브에 브로드캐스트 메시지를 전달할 수 있습니다. 슬레이브는 개별적으로 주소가 지정된 쿼리에 대한 메시지(응답이라고 함)를 돌려보냅니다. 마스터의 브로드캐스트 쿼리에는 응답이 돌아오지 않습니다. Modbus RTU 프로토콜은 장치(또는 브로드캐스트) 주소, 요청된 동작을 정의하는 기능 코드, 전송할 데이터 및 오류 검사 필드에 배치함으로써 마스터의 쿼리에 대한 형식을 규정합니다. 슬레이브의 응답 메시지 또한 Modbus 프로토콜을 사용하여 구성됩니다. 여기에는 수행할 동작, 돌려보낼 데이터 및 오류 검사 필드를 확정하는 필드가 포함되어 있습니다. 메시지 수신 도중에 오류가 발생하거나 슬레이브가 요청된 동작을 수행할 수 없는 경우에는 슬레이브가 오류 메시지를 구성하고 이를 응답으로 전송하거나 타임아웃이 발생합니다.

 Danfoss A/S © 11/2017 All rights reserved.

14.7.4 Modbus RTU가 있는 드라이브

드라이브는 내장된 RS485 인터페이스를 통해 Modbus RTU 형식으로 통신합니다. Modbus RTU는 드라이브의 제어 워드 및 버스통신 지령에 대한 접근 권한을 제공합니다.

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

- 기동
- 다양한 방식으로 드라이브 정지:
  코스팅(프리런) 정지
  순간 정지
  직류 제동 정지
  정상(가감속) 정지
- 결함 트립 후 리셋.
- 다양한 프리셋 속도로 구동.
- 역회전 구동.
- 활성 셋업 변경.
- 드라이브의 내장 릴레이 제어.

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

14.7.5 Modbus RTU가 있는 드라이브

드라이브에서 Modbus RTU를 활성화하려면 다음 파라미터를 설정합니다.

파라미터	설정
파라미터 8-30 Protocol	Modbus RTU
파라미터 8-31 Address	1-247
파라미터 8-32 Baud Rate	2400-115200
파라미터 8-33 Parity / Stop Bits	짝수 패리티, 1 정지 비트 (초기 설정값)

14.7.6 Modbus RTU가 있는 드라이브

컨트롤러는 RTU 모드를 사용하여 Modbus 네트워크에서 통신하도록 셋업되며 메시지의 각 바이트에는 4비트 16진수 문자 2개가 포함되어 있습니다. 각 바이트의 형식은 *표 14.10*에서 보는 바와 같습니다.

시작 비트	데이터 바이트								정지/ 패리티	정지

표 14.10 예시 형식

코딩 시스템	8비트 이진수, 16진수 0-9, A-F. 2 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	CRC (주기적 잉여 검사)

표 14.11 비트 세부 설명

14.8 RS485: Modbus RTU 텔레그램 구조

14.8.1 Modbus RTU 텔레그램 구조

전송 장치는 시작 및 종료 지점이 알려진 프레임에 Modbus RTU 메시지를 배치합니다. 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. 드라이브는 유휴 기간 도중에도 계속해서 네트워크 버스통신을 감시합니다. 첫 번째 필드(주소 필드)가 수신되면 각 드라이브 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 14.12*와 같습니다.

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

표 14.12 일반적인 Modbus RTU 텔레그램 구조

14.8.2 시작/정지 필드

메시지는 최소 3.5자 간격의 유휴 기간으로 시작하며 선택한 네트워크 통신 속도에서 여러 문자 간격으로 구현됩니다(T1-T2-T3-T4 시작과 같이 나타남). 전송된 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 간주하며, 결합된 메시지에 대해 마지막 CRC (주기적 잉여 검사) 필드의 값이 유효

Danfoss A/S © 11/2017 All rights reserved.

하지 않기 때문에 타임아웃(슬레이브에서 응답 없음)이 발생합니다.

14.8.3 주소 필드

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

14.8.4 기능 필드

메시지 프레임의 기능 필드에는 8비트가 포함되어 있습니다. 유효한 코드는 1-FF의 범위 내에 있습니다. 기능 필드는 마스터와 슬레이브 간의 메시지 전송에 사용됩니다. 마스터에서 슬레이브 장치로 메시지가 전송될 때 기능 코드 필드는 어떤 동작을 수행하는지 슬레이브에 알려줍니다. 슬레이브가 마스터에 응답할 때 기능 코드 필드를 사용하여 (오류가 없는) 정상 응답인지 아니면 (예외 응답이라고 하는) 오류가 발생하는지 여부를 표시합니다. 정상 응답의 경우, 슬레이브는 원래의 기능 코드를 그대로 돌려보냅니다. 예외 응답의 경우, 슬레이브는 논리 1에 설정된 가장 큰 비트와 함께 원래의 기능 코드에 상당하는 코드를 돌려보냅니다. 또한 슬레이브는 응답 메시지의 데이터 필드에 고유 코드를 배치합니다. 이 코드는 발생한 오류와 예외 이유를 마스터에 알려줍니다. *장을 14.9.1 Modbus RTU에서 지원하는 기능 코드*를 참조하십시오.

14.8.5 데이터 필드

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

14.8.6 CRC 검사 필드

메시지에는 오류 검사 필드가 포함되며 오류 검사 필드는 CRC (주기적 잉여 검사) 방식을 기준으로 작동합니다. CRC 필드는 전체 메시지의 내용을 검사합니다. 이는 메시지의 개별 문자에 사용된 패리티 검사 방식과 관계 없이 적용됩니다. 전송 장치가 CRC 값을 계산하며 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 시간 초과가 결과로 발생합니다. 오류 검사 필드에는 2개의 8비트 바이트로 구현된 16비트 이진수 값이 포함되어 있습니다. 오류 검사 후에 필드의 낮은 순서 바이트가 먼저 붙고 높은 순서 바이트가 그 다음에 붙습니다. CRC 높은 순서 바이트는 메시지에서 마지막으로 전송된 바이트입니다.

14.8.7 코일 레지스터 주소 지정

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

14

 Danfoss A/S © 11/2017 All rights reserved.

코일 번호	설명	신호 방향
1–16	드라이브 제어 워드(*표 14.14* 참조).	마스터에서 슬레이브로
17–32	드라이브 속도 또는 설정포인트 지령 범위 0x0–0xFFFF (–200% ... ~200%).	마스터에서 슬레이브로
33–48	드라이브 상태 워드 (*표 14.14* 참조).	마스터에서 슬레이브로
49–64	개회로– 모드: 드라이브 출력 주파수. 폐회로 모드: 드라이브 피드백 신호.	슬레이브에서 마스터로
65	파라미터 쓰기 제어(마스터에서 슬레이브로).	마스터에서 슬레이브로
	0 = 파라미터 변경사항은 드라이브의 RAM에 씌여집니다.	
	1 =파라미터 변경사항은 드라이브의 RAM 및 EEPROM에 씌여집니다.	
66–65536	예비.	

표 14.13 코일 홀딩 레지스터

코일	0	1
01	프리셋 지령 LSB	
02	프리셋 지령 MSB	
03	직류 제동	직류 제동 안함
04	코스팅(프리런) 정지	코스팅(프리런) 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

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

표 14.14 드라이브 제어 워드(FC 프로필)

표 14.15 드라이브 상태 워드(FC 프로필)

레지스터 번호	설명
00001–00006	예비.
00007	FC 데이터 개체 인터페이스의 마지막 결함 코드.
00008	예비.
00009	파라미터 인덱스[1].
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: 드라이브 제어 워드 레지스터(CTW).
50010	입력 데이터: 버스통신 지령 레지스터(REF).
...	...
50200	출력 데이터: 드라이브 상태 워드 레지스터(STW).
50210	출력 데이터: 드라이브 주요 실제 값 레지스터(MAV).

표 14.16 홀딩 레지스터

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

14

Danfoss A/S © 11/2017 All rights reserved.

14.9 RS485: Modbus RTU 메시지 기능 코드

14.9.1 Modbus RTU에서 지원하는 기능 코드

Modbus RTU는 메시지의 기능 필드에서 *표 14.17*에 있는 기능 코드의 사용을 지원합니다.

기능	기능 코드
코일 읽기	1 hex
홀딩 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
슬레이브 ID 보고	11 hex

표 14.17 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	슬레이브 메시지 카운트로 돌아가기.

표 14.18 기능 코드

14.9.2 Modbus 예외 코드

예외 코드 응답 구조에 관한 전체 설명은 *장을 14.8 RS485: Modbus RTU 텔레그램 구조*를 참조하십시오.

코드	이름	의미
1	잘못된 기능	쿼리에 수신된 기능 코드가 서버 (또는 슬레이브)에 허용할 수 있는 동작이 아닌 경우입니다. 이는 기능 코드가 보다 새로운 장치에만 적용되기 때문일 수 있으며 선택한 제품에 구현되지 않았습니다. 이는 또한 서버 (또는 슬레이브)가 잘못된 상태에 있어 이러한 유형의 요청을 처리할 수 없음을 의미하는 데, 예를 들어, 구성되어 있지 않고 레지스터 값을 돌려보내도록 요청하는 중이기 때문에 요청을 처리할 수 없습니다.
2	잘못된 데이터 주소	쿼리에 수신된 데이터 주소가 서버 (또는 슬레이브)에 허용할 수 있는 동작이 아닌 경우입니다. 보다 자세히 말하면, 지령 번호와 전달 길이의 조합이 유효하지 않습니다. 100개의 레지스터를 가진 컨트롤러의 경우, 오프셋 96과 길이 4로 요청하면 성공하지만 오프셋 96과 길이 5로 요청하면 예외 02가 발생합니다.
3	잘못된 데이터 값	쿼리 데이터 필드에 포함된 값이 서버 (또는 슬레이브)에 허용할 수 있는 값이 아닌 경우입니다. 이는 암시적 길이가 올바르지 않은 등 복잡한 요청의 나머지 부분의 구조에 결함이 있음을 의미합니다. 하지만 이는 Modbus 프로토콜이 특정 레지스터의 특정 값의 중요성을 인식하지 못하기 때문에 레지스터에 저장하기 위해 제출된 데이터 항목에 어플리케이션 프로그램의 예상을 벗어난 값이 있다는 의미는 아닙니다.
4	슬레이브 장치 실패	서버 (또는 슬레이브))가 요청한 동작의 수행을 시도하는 도중에 복구할 수 없는 오류가 발생한 경우입니다.

표 14.19 Modbus 예외 코드

14.10 RS485: Modbus RTU 파라미터

14.10.1 파라미터 처리

PNU(파라미터 번호)는 Modbus 읽기 또는 메시지 읽기에 포함된 레지스터 주소로부터 번역됩니다. 파라미터 번호는 (10 x 파라미터 번호) 십진법으로 Modbus에 번역됩니다.

14.10.2 데이터 보관

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

14.10.3 IND

배열 인덱스는 홀딩 레지스터 9에 설정되어 있으며 배열 파라미터에 액세스할 때 사용됩니다.

14.10.4 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.

 Danfoss A/S © 11/2017 All rights reserved.

14.10.5 변환 계수

파라미터 값은 정수로만 전송될 수 있기 때문에 변환 계수는 십진수를 전송하는 데만 사용되어야 합니다. *장을 14.6 RS485: FC 프로토콜 파라미터 예시*를 참조하십시오.

14.10.6 파라미터 값

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

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

14.11 RS485: FC 제어 프로필

14.11.1 FC 프로필에 따른 제어 워드

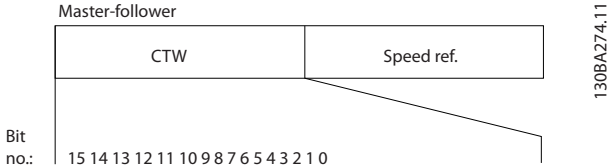


그림 14.16 CW 마스터에서 슬레이브로

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 셋업	선택 lsb
14	파라미터 셋업	선택 msb
15	기능 없음	역회전

제어 비트 설명
비트 00/01
비트 00과 01은 - *표 14.20*에 따라 *파라미터 3-10 Preset Reference*에 미리 프로그래밍되어 있는 4개의 지령 값 중에서 선택하는 데 사용됩니다.

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

표 14.20 제어 비트

주의 사항

비트 00/01이 디지털 입력의 해당 기능을 계산하는 방법을 정의하려면 *파라미터 8-56 Preset Reference Select*에서 지령을 선택합니다.

비트 02, 직류 제동
비트 02=0일 때 직류 제동 및 정지됩니다. *파라미터 2-01 DC Brake Current*과 *파라미터 2-02 DC Braking Time*에서 제동 전류 및 시간을 설정합니다.
비트 02=1일 때 가감속됩니다.

비트 03, 코스팅
비트 03=0: 드라이브가 출력 트랜지스터를 즉시 차단하고 모터가 코스팅(프리런) 정지됩니다.
비트 03=1: 기타 기동 조건을 만족하는 경우 드라이브가 모터를 기동합니다.

비트 03이 디지털 입력의 해당 기능을 계산하는 방법을 정의하려면 *파라미터 8-50 Coasting Select*에서 항목을 선택합니다.

비트 04, 순간 정지
비트 04=0: 정지할 때까지 모터를 감속합니다(*파라미터 3-81 Quick Stop Ramp Time*에서 설정).

비트 05, 출력 주파수 고정
비트 05=0: 현재 출력 주파수(Hz)가 고정됩니다. *파라미터 5-10 Terminal 18 Digital Input* – *파라미터 5-15 Terminal 33 Digital Input*에서 확인된 디지털 입력으로만 고정된 출력 주파수를 변경할 수 있습니다.

Danfoss A/S © 11/2017 All rights reserved.

주의 사항

출력 고정이 활성화되면 다음 조건으로만 드라이브를 정지할 수 있습니다.

- **비트 03 코스팅 정지.**
- **비트 02 직류 제동.**
- ***직류 제동*으로 프로그래밍된 디지털 입력 (*파라미터 5-10 Terminal 18 Digital Input* – *파라미터 5-15 Terminal 33 Digital Input*) *코스팅 정지*, 또는 *리셋* 및 *코스팅(프리런) 정지*.**

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 드라이브는 모터를 기동할 수 있습니다.

비트 06 가감속 정지/기동이 디지털 입력의 해당 기능을 계산하는 방법을 정의하려면 *파라미터 8-53 Start Select*에서 항목을 선택합니다.

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

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

비트 09, 가감속 1/2 선택
비트 09=0: 가감속 1이 활성화됩니다(*파라미터 3-41 Ramp 1 Ramp Up Time* – *파라미터 3-42 Ramp 1 Ramp Down Time*).
비트 09=1: 가감속 2(*파라미터 3-51 Ramp 2 Ramp Up Time* – *파라미터 3-52 Ramp 2 Ramp Down Time*)가 활성화됩니다.

비트 10, 유효하지 않은 데이터/유효한 데이터
제어 워드를 사용할지 아니면 무시할지를 드라이브에 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. 따라서 파라미터를 업데이트하거나 읽을 때 제어 워드를 사용하지 않도록 끌 수 있습니다.

비트 11, 릴레이 01
비트 11=0: 릴레이는 활성화되지 않습니다.
비트 11=1: *파라미터 5-40 Function Relay*에 *[36] 제어 워드 비트 11*이 선택되어 있으면 릴레이 01이 활성화됩니다.

비트 12, 릴레이 04
비트 12=0: 릴레이 04는 활성화되지 않습니다.
비트 12=1: *파라미터 5-40 Function Relay*에 *[37] 제어 워드 비트 12*가 선택되어 있으면 릴레이 04가 활성화됩니다.

비트 13/14, 셋업선택
*표 14.21*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 14.21 셋업선택

이 기능은 *파라미터 0-10 Active Set-up*에서 *[9] 다중 설정*이 선택되었을 경우에만 사용할 수 있습니다.

비트 13/14가 디지털 입력의 해당 기능을 계산하는 방법을 정의하려면 *파라미터 8-55 Set-up Select*에서 항목을 선택합니다.

비트 15 역회전
비트 15=0: 역회전 안함
비트 15=1: 역회전 *파라미터 8-54 Reversing Select*에서 역회전이 *[0] 디지털 입력*으로 초기 설정되어 있습니다. 다음이 선택되었을 경우에만 비트 15가 역회전합니다.

- 직렬 통신
- 논리 OR
- 논리 AND

14.11.2 FC 프로필에 따른 상태 워드

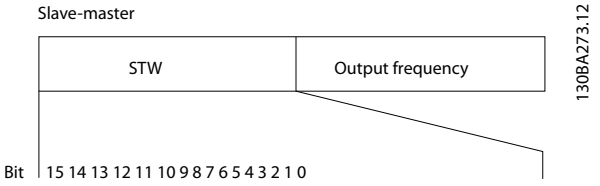


그림 14.17 STW 슬레이브에서 마스터로

비트	비트=0	비트=1
00	제어 준비 안됨	제어 준비
01	드라이브준비X	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	운전하지 않음	운전 중
12	드라이브 정상	정지, 자동 운전
13	전압 정상	전압 초과
14	토오크 정상	토오크 초과
15	타이머 정상	타이머 초과

비트 00, 제어 준비 안됨/준비됨
비트 00=0: 드라이브가 트립됩니다.

 Danfoss A/S © 11/2017 All rights reserved.

비트 00=1: 드라이브 제어는 준비되지만, 외부 24V가 제어부에 공급되는 경우 반드시 전원 부품이 전원 공급을 받는 것은 아닙니다.

비트 01, 드라이브 준비
비트 01=1: 드라이브는 운전 준비되지만 코스팅 명령은 디지털 입력이나 직렬 통신을 통해서만 활성화됩니다.

비트 02, 코스팅 정지
비트 02=0: 드라이브가 모터를 코스팅 정지합니다.
비트 02=1: 드라이브가 기동 명령을 사용하여 모터를 기동합니다.

비트 03, 오류 없음/트립
비트 03=0: 드라이브는 결함 모드가 아닙니다.
비트 03=1: 드라이브가 트립됩니다. 운전을 다시 시작하려면 [Reset]을 누릅니다.

비트 04, 오류 없음/오류(트립 안됨)
비트 04=0: 드라이브는 결함 모드가 아닙니다.
비트 04=1: 드라이브에 오류가 있지만 트립하지는 않습니다.

비트 05, 사용안함
비트 05는 상태 워드에서 사용되지 않습니다.

비트 06, 오류 없음/트립 잠금
비트 06=0: 드라이브는 결함 모드가 아닙니다.
비트 06=1: 드라이브가 트립되고 잠깁니다.

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. 예를 들어, 기동 또는 정지 시 가속 또는 감속되는 경우가 여기에 해당합니다.
비트 08=1: 모터 회전수가 프리셋 속도 지령과 일치합니다.

비트 09, 현장 운전/버스통신 제어
비트 09=0: [Stop/Reset]은 제어 장치에서나 *파라미터 3-13 Reference Site*에 *[2] 현장*이 선택되어 있을 경우에 활성화됩니다. 드라이브는 직렬 통신을 통해 제어할 수 없습니다.
비트 09=1 필드버스/직렬 통신을 이용하여 드라이브를 제어할 수 있습니다.

비트 10, 주파수 한계 초과
비트 10=0: 출력 주파수가 *파라미터 4-11 Motor Speed Low Limit [RPM]* 또는 *파라미터 4-13 Motor Speed High Limit [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: 드라이브가 기동 신호를 받았거나 출력 주파수가 0Hz 보다 큽니다.

비트 12, 드라이브 정상/정지, 자동기동
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: DC 링크의 직류 전압이 너무 낮거나 높습니다.

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

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

InterBus 옵션과 드라이브 간의 연결이 끊어졌거나 내부 통신 문제가 발생한 경우에는 STW의 모든 비트가 0으로 설정됩니다.

 Danfoss A/S © 11/2017 All rights reserved.

14.11.3 버스통신 속도 지령 값

속도 지령 값은 상대적인 값(%)으로 드라이브에 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.

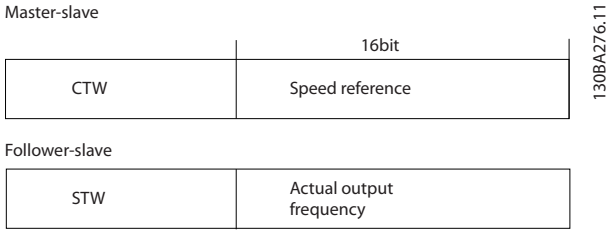


그림 14.18 버스통신 속도 지령 값

지령과 MAV는 *그림 14.19*에서와 같은 범위가 설정됩니다.

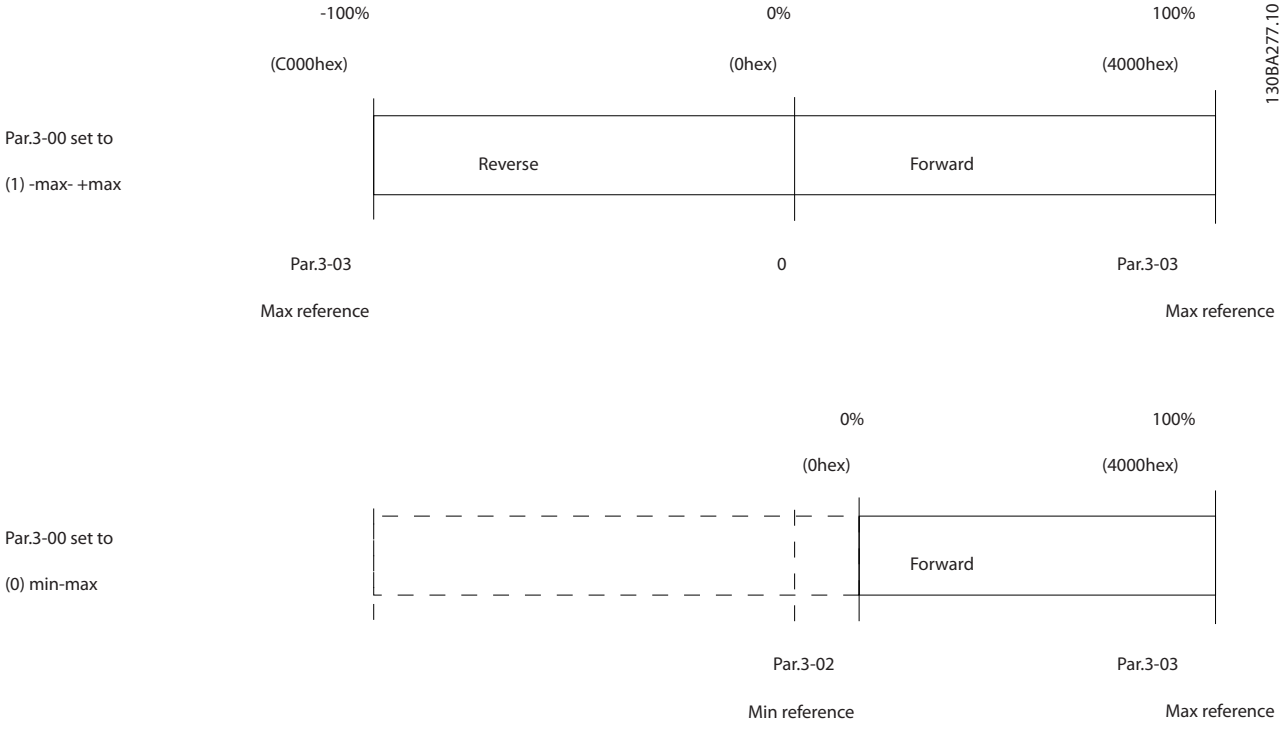


그림 14.19 지령 및 MAV

 Danfoss A/S © 11/2017 All rights reserved.

14.11.4 프로피드라이브 프로필(CTW)에 따른 제어 워드

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

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

표 14.22 제어 워드, 프로피드라이브 프로필의 비트 값

제어 비트 설명

비트 00, 꺼짐 1/켜짐 1
일반적인 가감속 정지는 실제 설정된 가감속 기능의 가감속 시간을 사용합니다.
출력 주파수가 0Hz이고 *[31] 릴레이 123*이 *파라미터 5-40 릴레이 기능*에서 선택되었다면, 비트 00=0일 때 출력 릴레이 1 또는 2가 정지 및 활성화합니다.
비트 00=1일 때는 드라이브가 상태 1: 입력 전원 공급 중지입니다.

비트 01, 꺼짐 2/켜짐 2
코스팅 정지
출력 주파수가 0Hz이고 *[31] 릴레이 123*이 *파라미터 5-40 릴레이 기능*에서 선택되었다면, 비트 01=0일 때, 출력 릴레이 1 또는 2가 코스팅 정지 및 활성화됩니다.
비트 01=1일 때는 드라이브가 상태 1: 입력 전원 공급 중지입니다. 본 절 마지막 부분에 있는*표 14.23*,을 참조하십시오.

비트 02, 꺼짐 3/켜짐 3
*파라미터 3-81 순간 정지 가감속 시간*의 가감속 시간을 사용한 순간 정지.
출력 주파수가 0Hz이고 *[31] 릴레이 123*이 *파라미터 5-40 릴레이 기능*에서 선택되었다면, 비트 02=0일 때, 출력 릴레이 1 또는 2가 순간 정지 및 활성화됩니다.
비트 02=1일 때는 드라이브가 상태 1: 입력 전원 공급 중지입니다.

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

주의 사항

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

비트 04, 순간 정지/가감속
*파라미터 3-81 순간 정지 가감속 시간*의 가감속 시간을 사용한 순간 정지.
비트 04=0일 때 순간 정지가 발생합니다.
기타 기동 조건을 만족하는 경우 비트 04=1일 때 드라이브가 기동할 수 있습니다.

주의 사항

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

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

비트 06, 가감속 정지/기동
일반적인 가감속 정지는 실제 설정된 가감속 기능의 가감속 시간을 사용합니다. 또한 출력 주파수가 0Hz이고 *[31] 릴레이 123*이 *파라미터 5-40 릴레이 기능*에서 선택되었다면, 출력 릴레이 01 또는 04가 활성화됩니다.
비트 06=0일 때 정지됩니다.
기타 기동 조건을 만족하는 경우 비트 06=1일 때 드라이브가 기동할 수 있습니다.

주의 사항

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

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

비트 08, 조그 1 꺼짐/켜짐
*파라미터 8-90 통신 조그 1속*에서 미리 프로그래밍된 속도를 활성화합니다. 조그 1은 비트 04=0이고 비트 00–03=1일 때만 가능합니다.

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

비트 10, 유효하지 않은/유효한 데이터
제어 워드를 사용해야 하는지 아니면 무시해야 하는지를 드라이브에 알립니다.

Danfoss A/S © 11/2017 All rights reserved.

비트 10=0일 때 제어 워드가 무시됩니다 .
비트 10=1일 때 제어 워드가 사용됩니다 . 사용되는 텔레그램의 종류와 관계 없이 제어 워드가 항상 텔레그램에 포함되어 있으므로 이 기능이 사용됩니다. 예를 들어, 파라미터를 업데이트하거나 읽을 때 사용할 의도가 없는 경우 제어 워드를 끌 수 있습니다.

비트 11, 기능 없음/슬로우 다운
파라미터 3-12 캐치업/슬로우다운 값 값에 주어진 크기만큼 속도 지령 값을 감소시킵니다.
비트 11=0일 때, 지령 값이 변경되지 않습니다. 비트 11=1일 때, 지령 값이 감소합니다.

비트 12, 기능 없음/캐치업
파라미터 3-12 캐치업/슬로우다운 값 값에 주어진 크기만큼 속도 지령 값을 증가시킵니다.
비트 12=0일 때, 지령 값이 변경되지 않습니다.
비트 12=1일 때, 지령 값이 증가합니다.
만약 슬로우 다운과 가속이 동시에 활성화되면(비트 11 및 12=1), 슬로우다운이 우선순위를 가지므로 속도 지령 값이 감소합니다.

비트 13/14, 셋업 선택
*표 14.23*를 기준으로 하여 4개의 파라미터 셋업 중 하나를 선택합니다.

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

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

표 14.23 비트 13/14 셋업 옵션

비트 15, 기능 없음/역회전
비트 15=0일 때, 역회전이 발생하지 않습니다.
비트 15=1일 때, 역회전이 발생합니다.
참고: 공장 설정값에서 역회전은 *파라미터 8-54 역회전 선택*에서 *[0] 디지털 입력*으로 설정되어 있습니다.

주의 사항

다음이 선택되었을 경우에만 비트 15가 역회전합니다.

- **직렬 통신**
- **논리 OR**
- **논리 AND**

14.11.5 프로피드라이브 프로필(STW)에 따른 상태 워드

상태 워드는 슬레이브의 상태에 관해 마스터에 알립니다.

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

표 14.24 상태 워드, 프로피드라이브 프로필의 비트 값

상태 비트 설명

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

비트 01, VLT® 준비 안됨/준비됨
전원부 공급이 있다는 점을 제외하면 비트 00과 동일합니다. 필요한 기동 신호를 받으면 드라이브가 준비됩니다.

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

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

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

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

 Danfoss A/S © 11/2017 All rights reserved.

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

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

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

비트 09, 현장 운전/버스통신 제어
비트 09=0은 LCP의 [Stop] 키나 *파라미터 3-13 지령 위치*에서 선택된 옵션 *[0] 자동/수동에 링크* 또는 *[2] 현장*을 통해 드라이브가 정지되었음을 의미합니다.
비트 09=1일 때, 직렬 인터페이스를 통해 드라이브를 제어할 수 있습니다.

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

비트 11, 운전하지 않음/운전 중
비트 11=0일 때, 모터가 작동하지 않습니다.
비트 11=1일 때, 드라이브가 기동 신호를 받았거나 출력 주파수가 0Hz보다 큽니다.

비트 12, 드라이브 정상/정지, 자동 기동
비트 12=0일 때, 인버터에 일시적인 과부하가 걸리지 않습니다.
비트 12=1일 때, 과부하로 인해 인버터가 정지됩니다. 하지만 드라이브가 꺼지지(트립되지) 않았고, 과부하가 멈추면 다시 기동합니다.

비트 13, 전압 정상/한계 초과
비트 13=0일 때, 드라이브의 전압 한계가 초과되지 않습니다.
비트 13=1일 때, 드라이브 매개회로의 직류 전압이 너무 낮거나 높습니다.

비트 14, 토오크 정상/한계 초과
비트 14=0일 때, 모터 토오크는 *파라미터 4-16 모터 운전의 토오크 한계* 및 *파라미터 4-17 재생 운전의 토오크 한계*에서 선택된 한계보다 낮습니다.
비트 14=1일 때, *파라미터 4-16 모터 운전의 토오크 한계* 또는 *파라미터 4-17 재생 운전의 토오크 한계*에서 선택된 한계를 초과합니다.

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

 Danfoss A/S © 11/2017 All rights reserved.

인덱스

A

ATEX 감시..... 22, 149
Auto on (자동 켜짐)..... 190

C

CANOpen..... 31
CE 마크..... 8
CSA/cUL 인증..... 9

D

DeviceNet..... 31, 211
DU/dt..... 180

E

E1 외함
  글랜드 플레이트..... 58
  단자 치수..... 59
  외부 치수..... 57
E2 외함
  글랜드 플레이트..... 66
  단자 치수..... 66
  외부 치수..... 65
EAC 마크..... 9
EMC
  RS485 설치 주의사항..... 218
  간섭..... 185
  규정..... 8
  설치..... 186
  시험 결과..... 182
  일반적 측면..... 181
  적합성..... 184
ErP 규정..... 8
EtherCAT..... 32
EtherNet/IP..... 32

F

F1 외함
  글랜드 플레이트..... 74
  단자 치수..... 75
  외부 치수..... 73
F10 외함
  글랜드 플레이트..... 121
  단자 치수..... 122
  외부 치수..... 120
F11 외함
  글랜드 플레이트..... 127
  단자 치수..... 128
  외부 치수..... 126
F12 외함
  글랜드 플레이트..... 135
  단자 치수..... 136
  외부 치수..... 134
F13 외함
  글랜드 플레이트..... 141
  단자 치수..... 142
  외부 치수..... 140
F2 외함
  글랜드 플레이트..... 81
  단자 치수..... 82
  외부 치수..... 80
F3 외함
  글랜드 플레이트..... 88
  단자 치수..... 89
  외부 치수..... 87
F4 외함
  글랜드 플레이트..... 100
  단자 치수..... 101
  외부 치수..... 99
F8 외함
  글랜드 플레이트..... 111
  단자 치수..... 112
  외부 치수..... 110
F9 외함
  글랜드 플레이트..... 115
  단자 치수..... 116
  외부 치수..... 114
FC 프로필..... 228

H

Hand on (수동 켜짐)..... 190

I

IP 등급..... 9
IT 그리드..... 179

M

Modbus
  RTU 개요..... 223
  RTU 메시지 기능 코드..... 227
  메시지 구조..... 224
  옵션..... 32
Motion control option..... 34

N

NAMUR 단자..... 167
NEMA 보호 등급..... 9

P

PC..... 161
PC 연결..... 161
PELV..... 21, 52, 184

 Danfoss A/S © 11/2017 All rights reserved.

PID
제어기..... 21, 193, 196
PLC..... 162
Positioning controller..... 34
POWERLINK..... 32
PROFINET..... 31
PTC thermistor card..... 33

R

RCM 마크..... 9
Residual Current Device(잔류 전류 장치)..... 178, 179
Resolver option..... 33
RFI
IT 그리드와 함께 스위치 사용..... 179
필터..... 184
RS485
개요..... 217
단자..... 164
배선 구성..... 203
배선 약도..... 156
설치..... 217
파라미터 값..... 228

S

Safe PLC interface option..... 33
Safe Torque Off
개요..... 25
기기 규정 준수..... 8
단자 위치..... 164
배선 구성..... 200
배선 약도..... 156
운전 지침서..... 5
STO..... 5
또한 참조하십시오 *Safe Torque Off*
Synchronizing controller..... 34

T

TÜV 인증서..... 9

U

UKrSEPRO 인증서..... 9
UL
외함 보호 등급..... 9
인증 마크..... 8
USB 사양..... 54

V

VVC+ 196, 198

가

가변 저항기..... 164, 202

갈

갈바닉 절연..... 21, 52, 184

개

개회로..... 194

경

경고..... 6, 155

계

계산
THDi..... 187
고조파 소프트웨어..... 189
단락비..... 188
범위 설정된 지령..... 191
저항 듀티 사이클..... 176
제동 저항..... 177
제동 토오크..... 177

고

고도..... 153
고조파
EN 표준..... 188
IEC 표준..... 188
개요..... 187
역률의 정의..... 216
저감..... 189
필터..... 35

공

공인 기사..... 6
공정 제어..... 195
공진 감쇄..... 21
공통 모드 필터..... 35
공통 커플링 지점..... 187

과

과부하
고조파 관련 문제..... 187
전자 써멀 과부하..... 22
한계..... 20
과열..... 216
과전류 보호..... 155
과전압
대체 제동 기능..... 178
보호..... 19
제동..... 35

교

교류 제동..... 25

 Danfoss A/S © 11/2017 All rights reserved.

규

규약..... 5

글

글랜드 플레이트..... 57

기

기계식 제동 장치
- 개회로 제어 이용..... 26
- 배선 구성..... 204
- 폐회로 제어 이용..... 27

기기 규정..... 8

기동/정지 배선 구성..... 200, 201

기체..... 149

냉

냉각
- 뒤쪽 채널 냉각 개요..... 151
- 먼지 경고..... 149
- 외함 통풍량..... 151
- 요구사항..... 151

네

네트워크 연결..... 217

높

높은 고도에서의 설치..... 185

누

누설 전류..... 6, 178

단

단락
- SCCR 등급..... 169
- 보호..... 19, 167
- 비율 계산..... 188
- 정의..... 216
- 제동..... 25, 177

단자
- E1 외함의 치수..... 59
- E2 외함의 치수..... 66
- F1 외함의 치수..... 75
- F10 외함의 치수..... 122
- F11 외함의 치수..... 128
- F12 외함의 치수..... 136
- F13 외함의 치수..... 142
- F2 외함의 치수..... 82
- F3 외함의 치수..... 89
- F4 외함의 치수..... 101
- F8 외함의 치수..... 112
- F9 외함의 치수..... 116
- NAMUR..... 167
- RS485..... 164
- 37..... 164
- 디지털 입력/출력..... 164
- 릴레이 단자..... 165
- 부하 공유..... 159
- 아날로그 입력/출력..... 164
- 제동 저항..... 160
- 제어 설명 및 초기 설정..... 163
- 직렬 통신..... 164

덕

덕트를 이용한 냉각..... 151

도

도어 여유 공간..... 57

돼

돼지꼬리 모양..... 185

듀

듀티 사이클
- 계산..... 176
- 정의..... 216

드

드라이브
- 개요..... 12, 13
- 번호 관리 프로그램..... 207
- 여유 공간 요구사항..... 151
- 전력 등급..... 12, 13
- 주문..... 207

들

들어 올리기..... 148

디

디지털
- 입력 사양..... 51
- 입력/출력 설명 및 초기 설정..... 164
- 출력 사양..... 52

 Danfoss A/S © 11/2017 All rights reserved.

리

리프트..... 26
또한 참조하십시오 *호이스트*

릴

릴레이
ADN-호환 설치..... 7
단자..... 165
사양..... 53
옵션..... 33
카드..... 34
확장형 릴레이 카드 옵션..... 34

모

모터
Ex-e..... 22, 33
결상 감지..... 20
누설 전류..... 178
명판..... 23
배선 약도..... 156
베어링 전류 저감..... 176
병렬 연결..... 174
브레이크어웨이 토오크..... 216
써멀 보호..... 22, 174
써미스터 배선 구성..... 203
절연..... 176
최대 토오크..... 23
출력 사양..... 50
케이블..... 159, 173, 178
클래스 보호..... 149
피드백..... 198
회전..... 174

무

무선 주파수 간섭..... 21

미

미끄럼 보상..... 216

방

방사 요구사항..... 183
방열판
과열 트립 포인트..... 38, 44
청소..... 149
필요한 통풍..... 151
방전 시간..... 6
방지 요구사항..... 183

배

배선 약도
NAMUR 단자..... 167
드라이브..... 156
일반적인 어플리케이션 예시..... 199
전원 연결..... 157

범

범위 설정된 지령..... 191

변

변압기
고조파의 영향..... 187
연결..... 160
변조..... 20, 215
변환기..... 164

보

보관..... 148
보호
공급 전압 불균형..... 20
과부하..... 20
과전류..... 155
과전압..... 19
단락..... 19
등급..... 9
모터 과열..... 22
외함 등급..... 12, 13
제동 기능..... 19

복

복사 방사..... 182

부

부하 공유
개요..... 28
경고..... 6
단락 회로 보호..... 19
단자..... 29, 159
배선 약도..... 156

분

분기 회로 보호..... 167

브

브레이크어웨이 토오크..... 216

사

사용자 입력..... 190
사인파 필터..... 35, 159

상

상업 환경..... 183

선

선급 인증..... 9

Danfoss A/S © 11/2017 All rights reserved.

설

설치
공인 기사..... 6
요구사항..... 150
전기적..... 155

센

센서 입력 옵션..... 33

소

소프트웨어 버전..... 211

속

속도
PID 피드백..... 195
가속/감속의 배선 구성..... 202
지령의 배선 구성..... 202
제어..... 195

수

수출 통제 규제..... 9

스

스마트 로직 컨트롤러
개요..... 24
배선 구성..... 0 , 204
스위치
A53 및 A54..... 51, 164
차단기..... 36
스위칭 주파수
RCD 사용..... 179
사인파 필터..... 35, 159
용량 감소..... 20
전원 연결..... 159

습

습도..... 149

식

식
드라이브 효율..... 215
전류 한계..... 215
제동 저항의 정격 전력..... 215
출력 전류..... 215

써

써미스터
단자 위치..... 164
배선 구성..... 203
정의..... 216
케이블 배선..... 162

아

아날로그
속도 지령의 배선 구성..... 200
입력 사양..... 51
입력/출력 설명 및 초기 설정..... 164
출력 사양..... 52

안

안전
설명서..... 6, 155
옵션..... 33

알

알람 리셋..... 202

약

약어..... 216

언

언어 패키지..... 207

에

에너지
효율 등급..... 50

엔

엔코더
VLT® Encoder Input MCB 102..... 32
구성..... 205
방향 결정..... 205
정의..... 216

예

예비 부품..... 214
예열..... 24

온

온도..... 149

옵

옵션
기능 확장 옵션..... 32
릴레이 카드..... 34
모션컨트롤..... 34
외함 가용성..... 12, 13
주문..... 35, 211, 212
퓨즈..... 168
필드버스..... 31

와

와이어..... 155

 Danfoss A/S © 11/2017 All rights reserved.

또한 참조하십시오 *케이블*

외

외부 알람 리셋 배선 구성 202
외부 치수(그림) 57
외함 보호 9

용

용량 감소
  개요 및 원인 152
  고도 153
  사양 51, 151
  외부 덕트 152
  자동 기능 20
  저속 운전 152
  표 154

운

운전 지침서 5

원

원격 지령 191

유

유지보수 149
유형 코드 207

응

응결 149

인

인버터 190

일

일반용 I/O 모듈 32

입

입력 사양 51

자

자동 모터 최적화 (AMA)
  개요 21
  배선 구성 199
자동 스위칭 주파수 변조 20
자동 에너지 최적화(AEO) 20

장

장착 구성 150

재

재기동 23
재생
  가용성 12, 13
  개요 30
  단자 79, 86, 98, 109, 208

저

저속 운전 152
저항 제동 25

전

전기적인 설치 165
전도 방사 182
전력
  계수 216
  등급 11, 38, 44
  설치 157
  손실 38, 44
전류
  Rated output current(정격 출력 전류) 215
  고조파 전류 187
  과도 접지 179
  기본 전류 187
  내부 전류 제어 198
  누설 전류 178
  모터 저감 176
  왜곡 187
  한계의 식 215
전압 불균형 20
전자 써멀 과부하 22
전자 써멀 릴레이(ETR) 155
전자기 간섭 21
전자기계식 제동 장치 205

절

절연 176

접

접지 21, 161, 178

정

정기적인 충전 148
정류기 190

 Danfoss A/S © 11/2017 All rights reserved.

제

제동
기계식 억속 제동 장치 ... 26
기계식 제동을 위한 배선 구성 ... 204
다이나믹 제동 ... 25
대체 제동 기능으로 사용 ... 178
전자기계식 제동 장치 ... 205
전자기식 제동 장치 ... 26
정적 제동 ... 26
기능의 제어 ... 177
한계 ... 177

제동 저항
개요 ... 35
단자 ... 160
배선 약도 ... 156
선정 ... 176
설계지침서 ... 5
안전 ... 6, 177
정격 전력의 식 ... 215
정의 ... 216
주문 ... 214

제어
구조 ... 194
운전 설명 ... 190
유형 ... 195
특성 ... 53

제어 단자 ... 163

제어 케이블 ... 161, 165

제어기 ... 34

제어카드
RS485 사양 ... 52
과열 트립 포인트 ... 38, 44
사양 ... 54

주

주거 환경 ... 183

주문 양식 유형 코드 ... 207

주위 조건
개요 ... 149
사양 ... 50

주전원
변동 ... 21
사양 ... 50
쉴드 ... 6
저전압 ... 23
차단기 ... 172
콘택터 ... 173

주파수 바이패스 ... 24

준

준수
ADN ... 6
규정 ... 8

증

증가 시간 ... 180

지

지령
속도 입력 ... 200
원격 지령 ... 191
원격 처리 ... 191
활성 지령 ... 190

직

직렬 통신 ... 164

직류 버스통신
단자 ... 159
운전 설명 ... 190

직류 제동 ... 25, 228

차

차폐
꼬인 끝부분 ... 185
주전원 ... 6
케이블 ... 159, 161

차폐 ... 165

청

청각적 소음 ... 180

최

최고 전압 경고 ... 6

최저 전압
규정 ... 8

출

출력
사양 ... 52
스위치 ... 20
콘택터 ... 179, 186

치

치수
E1 외함 ... 57
E2 외함 ... 65
F1 외함 ... 73
F10 외함 ... 120
F11 외함 ... 126
F12 외함 ... 134
F13 외함 ... 140
F2 외함 ... 80
F3 외함 ... 87
F4 외함 ... 99
F8 외함 ... 110
F9 외함 ... 114
표 ... 12, 13

 Danfoss A/S © 11/2017 All rights reserved.

컨

컨덴서 보관..... 148

케

케이블
  개방부..... 57
  등화..... 162
  모터 케이블..... 173
  배선..... 162
  사양..... 38, 44, 51
  위상당 최대 개수 및 최대 규격..... 38, 44
  유형 및 등급..... 155
  전원 연결..... 157
  제동 장치..... 160
  제어..... 161
  차폐..... 159, 185
케이블 클램프..... 161

코

코스팅..... 228

키

키트
  설명..... 214
  외함 가용성..... 18
  주문 번호..... 214

텔

텔레그램 길이 (LGE)..... 219

토

토오크
  제어..... 195
  및 정지 한계를 위한 배선 구성..... 205
  특성..... 50

통

통풍
  뒤쪽 채널..... 55, 56
  외부 덕트..... 152
  외함..... 55, 56
  필수..... 151

트

트립
  정의..... 216

팬

팬
  온도 제어 팬..... 21
  외부 공급..... 160
  필요한 통풍..... 151

펄

펄스
  기동/정지의 배선 구성..... 201
  입력 사양..... 52

폐

폐 회로..... 194, 195, 199

폭

폭발 대기환경..... 149

푸

푸리에 급수 분석..... 187

퓨

퓨즈
  NAMUR..... 170
  Pilz 릴레이..... 170
  과전류 보호 경고..... 155
  보조..... 170
  수동 모터 컨트롤러..... 170
  옵션..... 168
  전원 연결과 함께 사용..... 157
  전원/반도체..... 167
  제어 변압기..... 170
  주전원..... 171
  주전원 차단..... 172
  주전원 콘택터..... 173
  준수..... 167
  퓐..... 170

프

프로그래밍 지침서..... 5
프로토콜 개요..... 218
프로피버스..... 31, 211

플

플라잉 기동..... 23
플럭스
  모터 피드백을 사용하는 플럭스 제어 구조..... 198
  센서리스 플럭스 제어 구조..... 197

피

피드백
  변환..... 193
  신호..... 195
  처리..... 192

필

필드버스..... 31, 162

 Danfoss A/S © 11/2017 All rights reserved.

필터
DU/dt 필터..... 35
RFI 필터..... 184
고조파 필터..... 35
공통 모드 필터..... 35
사인파 필터..... 35, 159
주문..... 214

호

호이스트..... 26, 27

확

확장형 릴레이 카드..... 34

환

환경..... 50, 149

활

활성 지령..... 190

회

회로 차단기..... 167, 172, 179
회생동력 백업..... 23
회전자..... 20

효

효율
AMA 사용..... 21
계산..... 179
드라이브 효율의 식..... 215
사양..... 38, 44

후

후면 채널 냉각..... 151

히

히터
배선 약도..... 156
사용률..... 149

 Danfoss A/S © 11/2017 All rights reserved.

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
vlt-drives.danfoss.com

130R0280 MG34S339 11/2017