



설계 지침서  
VLT® HVAC 기본형 인버터 FC 101



## 차례

<b>1 본 설계 지침서 이용 방법</b>	4
1.1.1 법적 정보	4
1.1.2 VLT® HVAC Basic Drive 관련 인쇄물	4
1.1.3 기호	5
1.1.4 약어	5
1.1.5 정의	6
1.1.6 역률	8
<b>2 VLT® HVAC Basic Drive 소개</b>	9
2.1 안전	9
2.1.2 안전	9
2.2 CE 라벨	10
2.3 습도	11
2.4 극한 환경	11
2.5 진동 및 충격	12
2.6 이점	12
2.7 제어 구조	23
2.8 EMC 의 일반적 측면	30
2.9 갈바닉 절연 (PELV)	35
2.10 접지 누설 전류	36
2.11 극한 운전 조건	36
<b>3 VLT® HVAC Basic Drive 선정</b>	39
3.1 옵션 및 액세서리	39
3.1.1 현장 제어 패널(LCP)	39
3.1.2 전면 패널에 LCP 장착	39
3.1.3 IP21/TYPE 1 외함 키트	40
3.1.4 디커플링 플레이트	41
<b>4 발주 방법</b>	42
<b>5 설치방법</b>	47
5.1.1 치수	47
5.1.2 포장 치수	49
5.1.3 옆면끼리 나란히 붙여서 설치	50
5.2 전기적 기술 자료	51
5.2.1 전기적인 개요	51
5.2.2 전기적인 설치(일반적인 내용)	52
5.2.3 주전원 및 모터에 연결	53
5.2.4 퓨즈	59

5.2.5 EMC 규정에 따른 전기적인 설치	61
5.2.6 제어 단자	63
<b>6 프로그래밍 방법</b>	<b>64</b>
6.1 MCT 10 셋업 소프트웨어를 이용한 프로그래밍	64
6.2 현장 제어 패널(LCP)	64
6.3 메뉴	65
6.3.1 상태	65
6.3.2 단축 메뉴	65
6.3.3 개회로 어플리케이션용 시작 마법사	65
6.3.4 주 메뉴	74
6.4 여러 주파수 변환기 간의 파라미터 설정값 복사	74
6.5 색인이 붙은 파라미터 읽기 및 프로그래밍	74
6.6 주파수 변환기를 초기 설정으로 초기화하는 2 가지 방법	75
<b>7 RS-485 설치 및 셋업</b>	<b>76</b>
7.1.1 개요	76
7.2 FC 프로토콜 개요	77
7.3 네트워크 구성	78
7.4 FC 프로토콜 메시지 프레임 구조	78
7.4.1 문자 용량(바이트)	78
7.4.2 텔레그램 구조	78
7.4.3 텔레그램 길이(LGE)	78
7.4.6 데이터 필드	79
7.4.13 프로세스 워드(PCD)	81
7.5 예시	81
7.6 Modbus RTU 개요	82
7.6.1 가정	82
7.6.2 사용자가 사전에 반드시 알고 있어야 할 사항	82
7.6.3 Modbus RTU 개요	82
7.6.4 Modbus RTU 가 있는 주파수 변환기	83
7.7 네트워크 구성	83
7.8 Modbus RTU 메시지 프레임 구조	83
7.8.1 Modbus RTU 가 있는 주파수 변환기	83
7.8.2 Modbus RTU 메시지 구조	83
7.8.3 시작/정지 필드	83
7.8.4 주소 필드	84
7.8.5 기능 필드	84
7.8.6 데이터 필드	84
7.8.7 CRC 검사 필드	84
7.8.9 주파수 변환기 제어 방법	85

7.8.10 Modbus RTU 에서 지원하는 기능 코드	86
7.8.11 Modbus 예외 코드	86
7.9 파라미터 액세스 방법	86
7.9.1 파라미터 처리	86
7.9.2 데이터 보관	86
7.9.3 IND	87
7.9.4 텍스트 블록	87
7.9.5 변환 인수	87
7.9.6 파라미터 값	87
7.10 예시	87
7.10.2 단일 코일 강제/쓰기(05 HEX)	88
7.10.3 다중 코일 강제/쓰기(0F HEX)	88
7.10.5 프리셋 단일 레지스터(06 HEX)	89
7.11 덴포스 FC 제어 프로파일	90
7.11.1 FC 프로파일에 따른 제어 워드(8-10 프로토콜 = FC 프로파일)	90
<b>8 일반사양 및 고장수리</b>	<b>94</b>
8.1 주전원 공급표	94
8.1.1 주전원 공급 3x200-240V AC	94
8.1.2 주전원 공급 3x380-480V AC	95
8.1.3 주전원 공급 3x380-480V AC	97
8.1.4 주전원 공급 3x525-600V AC	99
8.2 일반사양	100
8.3 청각적 소음	102
8.4 dU/Dt	103
8.5 주위 온도 및 스위칭 주파수에 따른 용량 감소	105
<b>인덱스</b>	<b>111</b>

# 1 본 설계 지침서 이용 방법

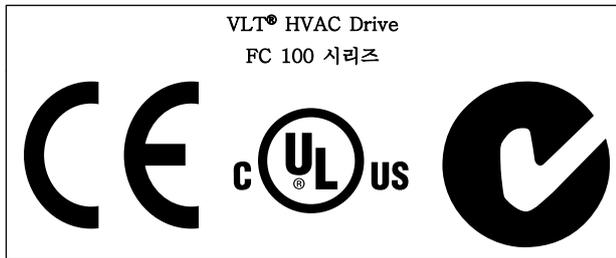


표 1.1

이 지침서는 모든 VLT HVAC Basic Drive 주파수 변환기의 소프트웨어 버전 2.0X에 사용할 수 있습니다. 실제 소프트웨어 버전은 다음에서 확인하실 수 있습니다:  
*15-43 Software Version.*

표 1.2

## 1.1.1 법적 정보

본 인쇄물에는 덴포스의 소유권 정보가 포함되어 있습니다. 본 설명서를 수용하거나 사용함과 동시에 사용자는 여기에 포함된 정보를 덴포스의 운전 장비나 타사의 장비(직렬 통신 링크를 통해 덴포스 장비와 통신하도록 되어 있는 장비에 한함)에만 사용하는 것으로 간주됩니다. 본 인쇄물은 덴마크 및 대부분 기타 국가의 저작권법의 보호를 받습니다.

덴포스는 본 설명서에서 제공된 지침에 따라 생산된 소프트웨어 프로그램이 모든 물리적, 하드웨어 또는 소프트웨어 환경에서 올바르게 작동한다고 보증하지 않습니다.

덴포스에서 본 설명서의 내용을 시험하고 검토하였으나 덴포스는 본 문서(품질, 성능 또는 특정 목적에 대한 적합성이 포함됨)에 대한 어떠한 명시적 또는 묵시적 보증이나 표현을 하지 않습니다.

덴포스는 본 설명서에 포함된 정보의 사용 및 사용할 수 없음으로 인한 직접, 간접, 특별, 부수적 또는 파생적 손해에 대하여 어떠한 경우에도 책임을 지지 않으며, 이는 그와 같은 손해의 가능성을 사전에 알고 있던 경우에도 마찬가지입니다. 특히 덴포스는 어떠한 비용(이익 또는 수익 손실, 장비 손실 또는 손상, 컴퓨터 프로그램 손실, 데이터 손실, 이에 대한 대체 비용 또는 타사에

의한 청구의 결과로 발생한 비용이 포함되며 이에 국한되지 않음)에 대하여 책임을 지지 않습니다.

덴포스는 언제든지 사전 고지 없이 본 인쇄물을 개정하고 본 인쇄물의 내용을 변경할 권리를 소유하고 있으며 사용자에게 이러한 개정 또는 변경을 사전에 고지하거나 표현할 의무가 없습니다.

## 1.1.2 VLT® HVAC Basic Drive 관련 인쇄물

- 요약 지침서, MG18A
- 프로그래밍 지침서, MG18B는 프로그래밍 방법에 관한 정보와 자세한 파라미터 설명을 제공합니다.
- 설계 지침서, MG18C에는 주파수 변환기와 사용자 설계 및 응용에 관한 모든 기술 정보가 수록되어 있습니다.
- PC 기반 구성 도구 MCT 10, MG10R을 통해 사용자가 Windows™ 기반 PC 환경에서 주파수 변환기를 구성할 수 있습니다.
- 덴포스 VLT® Energy Box 소프트웨어 - [www.danfoss.com/BusinessAreas/DrivesSolutions](http://www.danfoss.com/BusinessAreas/DrivesSolutions) 로 이동한 다음 PC Software Download(PC 소프트웨어 다운로드) 선택 VLT® Energy Box 소프트웨어를 사용하면 덴포스 인버터에 의해 구동되는 HVAC 팬 및 펌프와 다른 유량 제어 방식에 의해 구동되는 HVAC 팬 및 펌프의 에너지 소비량을 비교할 수 있습니다. 이 도구는 HVAC 팬 및 펌프에 덴포스 주파수 변환기를 사용했을 때의 비용, 절감 및 페이백을 최대한 정확히 예측하는 데 사용할 수 있습니다.

덴포스 기술 자료는 현지 덴포스 영업점에서 인쇄본으로 구하거나 다음 웹사이트에서 구할 수 있습니다.  
[www.danfoss.com/BusinessAreas/DrivesSolutions/Documentations/Technical+ Documentation.htm](http://www.danfoss.com/BusinessAreas/DrivesSolutions/Documentations/Technical+Documentation.htm)

### 1.1.3 기호

본 설명서에 사용된 기호는 다음과 같습니다.

#### ⚠경고

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

#### ⚠주의

피하지 않을 경우, 정상 또는 중등도 상해로 이어질 수 있는 잠재적으로 위험한 상황을 나타냅니다. 이는 또한 안전하지 않은 실제 상황을 알리는 데도 이용될 수 있습니다.

#### 주의

장비 또는 자산 파손 사고로 이어질 수 있는 상황을 나타냅니다.

#### 참고

실수를 피하거나 최적 성능 미만으로 장비를 운전하기 위한 주의사항으로 간주해야 하는 중요 정보를 나타냅니다.

### 1.1.4 약어

Alternating current(교류)	AC
American wire gauge(미국 전선 규격)	AWG
Ampere(암페어)/AMP	A
자동 모터 최적화	AMA
전류 한계	I <sub>LIM</sub>
Degrees Celsius(섭씨도)	°C
Direct current(직류)	DC
Electro Magnetic Compatibility(전자기적합성)	EMC
Electronic Thermal Relay(전자 써멀 릴레이)	ETR
주파수 변환기	FC
Gram(그램)	g
Hertz(헤르츠)	Hz
Kilohertz(킬로헤르츠)	kHz
Local Control Panel(현장 제어 패널)	LCP
Meter(미터)	m
Millihenry Inductance(밀리헨리 인덕턴스)	mH
Milliamper(밀리암페어)	mA
Millisecond(밀리초)	ms
Minute(분)	min
Motion Control Tool(모션컨트롤 소프트웨어)	MCT
Nanofarad(나노페럿)	nF
Newton Meters(뉴턴 미터)	Nm
Nominal motor current(모터 정격 전류)	I <sub>M,N</sub>
Nominal motor frequency(모터 정격 주파수)	f <sub>M,N</sub>
Nominal motor power(모터 정격 출력)	P <sub>M,N</sub>
Nominal motor voltage(모터 정격 전압)	U <sub>M,N</sub>
Protective Extra Low Voltage(방호초저전압)	PELV
Printed Circuit Board(인쇄회로기판)	PCB
Rated Inverter Output Current(인버터 정격 출력 전류)	I <sub>INV</sub>
Revolutions Per Minute(분당 회전수)	RPM
Regenerative terminals(재생 단자)	Regen
Second(초)	초
Synchronous Motor Speed(동기식 모터 속도)	n <sub>s</sub>
토오크 한계	T <sub>LIM</sub>
볼트	V
The maximum output current(최대 출력 전류)	I <sub>VLT,MAX</sub>
The rated output current supplied by the frequency converter(주파수 변환기가 공급하는 정격 출력 전류)	I <sub>VLT,N</sub>

표 1.3

1

1.1.5 정의

주파수 변환기

$I_{VLT,MAX}$

최대 출력 전류입니다.

$I_{VLT,N}$

주파수 변환기가 공급하는 정격 출력 전류입니다.

$U_{VLT, MAX}$

최대 출력 전압입니다.

입력

<p>제어 명령 연결된 모터는 LCP 와 디지털 입력으로 기동하거나 정지할 수 있습니다. 기능은 두 그룹으로 구분됩니 다. 그룹 1 의 기능은 그룹 2 의 기능에 우선합니다.</p>	그룹 1	리셋, 코스팅 정지, 리셋 및 코스팅 정지, 순간 정지, 직 류 제동, 정지 및 [Off] 키
	그룹 2	기동, 펄스 기동, 역회전, 역 회전 기동, 조그 및 출력 고 정

표 1.4

모터

$f_{JOG}$

디지털 단자를 통해 조그 기능이 활성화되었을 때의 모  
터 주파수입니다.

$f_M$

모터 주파수입니다.

$f_{MAX}$

최대 모터 주파수입니다.

$f_{MIN}$

최소 모터 주파수입니다.

$f_{M,N}$

모터 정격 주파수(모터 명판)입니다.

$I_M$

모터 전류입니다.

$I_{M,N}$

모터 정격 전류(모터 명판)입니다.

$n_{M,N}$

모터 정격 회전수(모터 명판)입니다.

$P_{M,N}$

모터 정격 출력(모터 명판)입니다.

$U_M$

순간 모터 전압입니다.

$U_{M,N}$

모터 정격 전압(모터 명판)입니다.

기동 토크

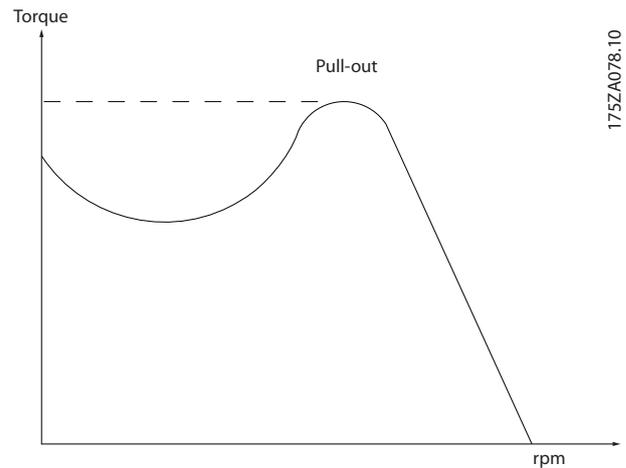


그림 1.1

$\eta_{VLT}$

주파수 변환기의 효율은 입력 전원 및 출력 전원 간의  
비율로 정의됩니다.

기동 불가 명령

제어 명령 그룹 1 에 속하는 정지 명령입니다(그룹 1 참  
조).

정지 명령

제어 명령을 참조하십시오.

지령

아날로그 지령

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

버스통신 지령

직렬 통신 포트(FC 포트)에 전달되는 신호입니다.

프리셋 지령

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

Ref<sub>MAX</sub>

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

Ref<sub>MIN</sub>

0% 값(일반적으로 0V, 0mA, 4mA)에서의 지령 입력과 결과 지령 간의 관계를 결정합니다. 최소 지령 값이며 3-02 Minimum Reference 에서 설정합니다.

**기타**아날로그 입력

아날로그 입력은 주파수 변환기의 각종 기능을 제어하는데 사용합니다.

아날로그 입력에는 다음과 같은 두 가지 형태가 있습니다.

전류 입력, 0-20mA 및 4-20mA

전압 입력, 0-10V DC.

아날로그 출력

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

자동 모터 최적화, AMA

AMA 알고리즘은 정지 상태에서 연결된 모터의 전기적인 파라미터를 결정합니다.

디지털 입력

디지털 입력은 주파수 변환기의 각종 기능을 제어하는데 사용할 수 있습니다.

디지털 출력

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

릴레이 출력

주파수 변환기는 두 개의 프로그래밍 가능한 릴레이 출력을 가지고 있습니다.

ETR

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

초기화

초기화가 수행되면(14-22 Operation Mode) 주파수 변환기의 프로그래밍 가능한 파라미터가 초기 설정으로 복귀합니다.

초기화; 14-22 Operation Mode 통신 파라미터를 초기화하지 않습니다.

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.

LCP

현장 제어 패널(LCP)은 주파수 변환기를 제어하고 프로그래밍하기에 완벽한 인터페이스로 구성되어 있습니다. 제어 패널은 운전 중에도 분리가 가능하며 주파수 변환기로부터 최대 3미터 내에 설치(즉, 설치 키트 옵션을 사용하여 전면 패널에 설치)할 수 있습니다.

lsb

Least significant bit(최하위 비트)의 약자입니다.

MCM

미국의 케이블 단면적 측정 단위인 Mille Circular Mil의 약자입니다. 1MCM = 0.5067 mm<sup>2</sup>.

msb

Most significant bit(최상위 비트)의 약자입니다.

온라인/오프라인 파라미터

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

PI 제어기

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

RCD

Residual Current Device(잔류 전류 장치)의 약자입니다.

셋업

셋업 2개의 파라미터 설정을 저장할 수 있습니다. 2개의 파라미터 셋업을 서로 변경할 수 있으며 하나의 셋업이 활성화되어 있더라도 다른 셋업을 편집할 수 있습니다.

슬립 보상

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

스마트 로직 컨트롤러(SLC)입니다.

SLC는 관련 사용자 정의 이벤트가 SLC에 의해 참(TRUE)으로 결정되었을 때 실행된 사용자 정의 동작의 시퀀스입니다.

썬미스터

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

트립

주파수 변환기의 온도가 너무 높거나 주파수 변환기가 모터, 공정 또는 기계장치의 작동을 방해하는 경우 등 결함이 발생한 상태입니다. 결함의 원인이 사라져야 재기동할 수 있으며 리셋을 실행하거나 자동으로 리셋하도록 프로그래밍하여 트립 상태를 해제할 수 있습니다. 트립은 사용자의 안전을 보장할 수 없습니다.

### 트립 잠금

주파수 변환기의 출력 단자가 단락된 경우 등 주파수 변환기에 결함이 발생하여 사용자의 개입이 필요한 상태입니다. 주전원을 차단하고 결함의 원인을 제거한 다음 주파수 변환기를 다시 연결해야만 잠긴 트립을 해제할 수 있습니다. 리셋을 실행하거나 자동으로 리셋하도록 프로그래밍하여 트립 상태를 해제해야만 재기동할 수 있습니다. 트립 잠금을 사용하더라도 사용자의 안전이 보장되지 않을 수 있습니다.

### VT 특성

펌프와 팬에 사용되는 가변 토오크 특성입니다.

### VVC<sup>plus</sup>

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

## 1.1.6 역률

역률은  $I_1$  과  $I_{RMS}$  의 관계를 나타냅니다.

$$\text{출력률} = \frac{\sqrt{3} \times U \times I_1 \times \cos\phi}{\sqrt{3} \times U \times I_{RMS}}$$

3 상 제어의 역률:

$$= \frac{I_1 \times \cos\phi}{I_{RMS}} = \frac{I_1}{I_{RMS}} \text{ since } \cos\phi = 1$$

역률은 주파수 변환기가 주전원 공급에 가하는 부하의 크기입니다.

역률이 낮을수록 동일한 kW(출력)를 얻기 위해  $I_{RMS}$  가 높아집니다.

$$I_{RMS} = \sqrt{I_1^2 + I_5^2 + I_7^2 + \dots + I_n^2}$$

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

## 2 VLT® HVAC Basic Drive 소개

### 2.1 안전

#### 2.1.1 안전 참고사항

#### **▲경고**

##### 위험 전압

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

##### 안전 규정

1. 수리 작업을 수행하는 경우에는 그 전에 주파수 변환기를 주전원에서 분리해야 합니다. 모터와 주전원 플러그를 분리하기 전에 주전원 공급이 차단되었는지 또한 충분히 시간이 흘렀는지 확인합니다.
2. LCP 의 [Off/Reset] 키로는 장비를 주전원에서 분리할 수 없으므로 안전 스위치로 사용해서는 안됩니다.
3. 관련 국제 및 국내 규정에 의거, 반드시 장비를 올바르게 보호 접지해야 하고 공급 전압으로부터 사용자를 보호해야 하며 과부하로부터 모터를 보호해야 합니다.
4. 접지 누설 전류는 3.5mA 보다 높습니다.
5. 모터 과부하로부터의 보호는 *1-90 Motor Thermal Protection*에 의해 설정됩니다. 이 기능을 원하는 경우에는 *1-90 Motor Thermal Protection* 을 [ETR 트립](초기 설정값) 또는 데이터 값 [ETR 경고]로 설정합니다. 참고: 이 기능은 1.16 x 정격 모터 전류와 정격 모터 주파수에서 초기화됩니다. 북미 시장에서는 ETR 기능이 NEC 에 따라 클래스 20 모터 과부하 보호 기능을 제공합니다.
6. 주파수 변환기에 주전원이 연결되어 있는 동안에는 주전원 플러그 또는 모터 플러그를 절대로 분리하지 마십시오. 모터와 주전원 플러그를 분리하기 전에 주전원 공급이 차단되었는지 또한 충분히 시간이 흘렀는지 확인합니다.
7. 수리 작업을 수행하기 전에 모든 전압 입력이 차단되었는지 또한 충분히 시간이 흘렀는지 확인합니다.

고도가 높은 곳에서의 설치

#### **▲주의**

고도가 2km 이상인 곳에 설치할 경우에는 PELV 에 대해 덴포스에 문의하십시오.

#### **▲경고**

의도하지 않은 기동

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

#### 2.1.2 안전

#### **▲경고**

##### 고전압!

교류 주전원 입력 전원에 연결될 때 주파수 변환기에 고전압이 발생합니다. 설치, 기동 및 유지보수는 반드시 공인 기사만 수행해야 합니다. 설치, 기동 및 유지보수를 공인 기사가 수행하지 않으면 사망 또는 중상으로 이어질 수 있습니다.

##### 고전압

주파수 변환기는 위험한 주전원 전압에 연결됩니다. 감전되지 않도록 보호하기 위해 매우 주의해야 합니다. 반드시 전자 장비에 익숙하고 해당 교육을 받은 기사가 이 장비를 설치, 기동 또는 유지보수해야 합니다.

**⚠경고**

**의도하지 않은 기동!**

주파수 변환기가 교류 주전원에 연결되어 있는 경우, 모터는 언제든지 기동할 수 있습니다. 주파수 변환기, 모터 및 관련 구동 장비는 반드시 운전할 준비가 되어 있어야 합니다. 운전할 준비가 되어 있지 않은 상태에서 주파수 변환기가 교류 주전원에 연결되면 사망, 중상 또는 장비나 자산의 파손으로 이어질 수 있습니다.

**의도하지 않은 기동**

주파수 변환기가 교류 주전원에 연결되면 외부 스위치, 직렬 버스통신 명령 또는 입력 지령 신호를 이용하거나 결함 조건 해결을 통해 모터를 기동할 수 있습니다. 의도하지 않은 기동을 방지하기 위해 적절한 주의를 기울입니다.

**⚠경고**

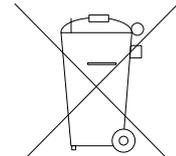
**방전 시간!**

주파수 변환기에는 주파수 변환기에 전원이 인가되지 않더라도 충전할 수 있는 직류단 커패시터가 포함되어 있습니다. 전기적 위험을 방지하려면 교류 주전원, 영구 자석 모터, 모든 원격 직류단 전원 공급장치(배터리 백업장치 포함) 및 다른 주파수 변환기에 연결된 UPS 및 직류단 연결부를 모두 차단하십시오. 서비스 또는 수리 작업을 수행하기 전에 커패시터가 완전히 방전될 때까지 기다리십시오. 대기 시간은 **방전 시간** 표에 수록되어 있습니다. 전원을 분리한 후 서비스 또는 수리를 진행하기 전까지 지정된 시간 동안 기다리지 않으면 사망 또는 중상으로 이어질 수 있습니다.

전압[V]	출력 범위 [kW]	최소 대기 시간 [분]
3x200	0.25-3.7	4
3x200	5.5-45	15
3x400	0.37-7.5	4
3x400	11-90	15
3x600	2.2-7.5	4
3x600	11-90	15

표 2.1 방전 시간

2.1.3 폐기물 처리 지침



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

표 2.2

2.2 CE 라벨

2.2.1 CE 규격 및 라벨

**CE 규격 및 라벨이란?**

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

**기기 규정(98/37/EEC)**

주요 부품이 기계적으로 작동하는 부품으로 구성된 기기는 모두 1995년 1월 1일 제정된 기기 규정에 따라 규제됩니다. 주파수 변환기 자체는 주요 부품이 전자적으로 작동하는 부품으로 구성되어 있으므로 기기 규정에 따라 완벽한 규제를 받지 않습니다. 하지만 주파수 변환기를 기기에 사용하는 경우 덴포스는 주파수 변환기와 관련한 안전 정보를 제공합니다. 제조업체에 따라 덴포스는 정보를 제공하지 않을 수 있습니다.

**저전압 규정(73/23/EEC)**

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

**EMC 규정(89/336/EEC)**

EMC는 Electromagnetic Compatibility(전자기 호환성)의 약자입니다. 전자기 호환성이 있다는 것은 여러 부품/장치 간의 상호 간섭이 장치의 작동에 영향을 주지 않음을 의미합니다.

EMC 규정은 1996년 1월 1일에 제정되었습니다. 덴포스는 이 규정에 따라 CE 라벨을 제공하고 요청 시 관련 서류를 발급해 드립니다. EMC 규정에 맞게 설치하려면 본 설계 지침서를 참조하십시오. 또한 덴포스 제품에 적합한 표준을 명시하였습니다. 덴포스는 사양에 기재된 필터 뿐만 아니라 최적의 EMC 결과를 얻을 수 있도록 다양한 지원 서비스를 제공합니다.

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

2.2.2 적용 범위

EU의 "**위원회 규정 89/336/EEC의 적용 지침**"에는 주파수 변환기 사용에 관한 세 가지 일반적인 사항이 설명되어 있습니다. EMC 적용 범위 및 CE 라벨에 대한 자세한 내용은 **2.2.3 덴포스 주파수 변환기 및 CE 라벨**을 참조하십시오.

1. 주파수 변환기가 최종 고객에게 직접 판매된 경우입니다. 예를 들어, 주파수 변환기가 DIY 시장에 판매된 경우입니다. 이 때 최종 고객은 전문가가 아닙니다. 고객이 취미 생활을 위한 기기, 주방 기구 등과 함께 사용하기 위해 주파수 변환기를 설치합니다. 이러한 어플리케이션의 경우, 주파수 변환기는 EMC 규정에 따라 CE 라벨을 획득해야 합니다.
2. 주파수 변환기가 공장 설비용으로 판매된 경우입니다. 공장 설비는 해당 전문가에 의해 설치됩니다. 주파수 변환기는 해당 전문가가 설계 및 설치한 생산 설비 또는 난방/공조 설비에 사용될 수 있습니다. 주파수 변환기 또는 완성된 설비가 모두 EMC 규정에 따른 CE 라벨을 필요로 하지는 않지만 장치는 규정의 기본 EMC 요구 사항을 준수해야 합니다. EMC 규정에 따라 CE 라벨을 획득한 부품, 장치 및 시스템을 사용하면 EMC 요구 사항을 준수할 수 있습니다.
3. 주파수 변환기가 완성된 시스템의 일부로 판매된 경우입니다. 시스템이 완성된 상태(예를 들어, 냉난방 시스템)로 판매된 경우입니다. 완성된 시스템은 EMC 규정에 따라 CE 라벨을 획득해야 합니다. 제조업체는 CE 라벨을 획득한 부품을 사용하거나 시스템의 EMC 를 시험하여 EMC 규정에 따른 CE 라벨을 획득할 수 있습니다. CE 라벨을 획득한 부품만 선정하면 전체 시스템을 시험할 필요가 없습니다.

### 2.2.3 덴포스 주파수 변환기 및 CE 라벨

CE 라벨은 원래 목적, 즉, EU 및 EFTA 내에서의 거래를 용이하게 하기 위한 목적으로 활용될 경우 매우 긍정적인 요소입니다.

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

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

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

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

본 설계 지침서는 EMC 규정에 맞게 설치될 수 있도록 설치 지침을 제공합니다. 또한 덴포스는 적용 가능한 다른 제품에 대해서도 명시하고 있습니다.

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

### 2.2.4 EMC 규정 89/336/EEC 준수

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

### 2.3 습도

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

### 2.4 극한 환경

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

#### **주의**

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

수분은 대기를 통하여 주파수 변환기 내부에서 응축될 수 있으며 전자부품과 금속부품을 부식시킬 수 있습니다. 수증기, 유분, 염분 등도 전자부품과 금속부품을 부식시킬 수 있습니다. 이러한 환경에서는 외함 등급 IP 54 를 갖춘 장비를 사용합니다. 추가 보호 조치로서, 코팅된 회로기판을 옵션으로 주문할 수 있습니다. (일부 출력 용량의 경우 기본 제공)

먼지와 같은 공기 중의 분진은 주파수 변환기의 기계부품, 전자부품의 결함 또는 과열 등을 유발할 수 있습니다. 공기 중에 분진이 많은 장소에서 주파수 변환기를 사용하면 대체로 팬 주변에 분진이 많이 모여 팬이 고장날 수 있습니다. 분진이 많은 환경에 주파수 변환기를 설치해야 하는 경우 반드시 IP54 등급의 외함 또는 IP20/TYPE 1 장비용 외함 내부에 설치하십시오.

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

이와 같은 화학 반응은 전자부품을 급속히 손상시킵니다. 이런 환경에 주파수 변환기를 설치해야 하는 경우 반드시 외함 내부에 설치하고 주파수 변환기 내부에 신선한 공기를 공급하여 부식성 가스가 침투하는 것을 방지하십시오.

또한 추가 보호 조치로서, 코팅된 회로기판을 옵션으로 선택 주문하여 사용할 수 있습니다.

### 참고

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

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

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

### 2.5 진동 및 충격

주파수 변환기는 우측에 제시된 표준 절차에 따라 검사되었습니다.

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

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

표 2.3

### 2.6 이점

#### 2.6.1 팬 및 펌프 제어에 주파수 변환기를 사용하는 이유

주파수 변환기는 원심 팬 및 펌프가 비례의 법칙을 따른다는 이점을 활용합니다. 자세한 정보는 2.6.3 에너지 절감의 예를 참조하십시오.

#### 2.6.2 명확한 이점 - 에너지 절감

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

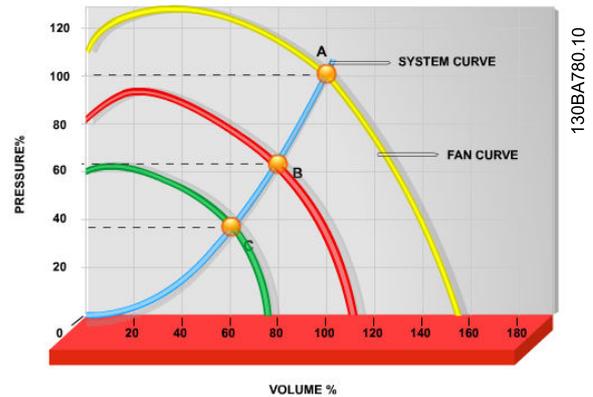


그림 2.1 그래프는 팬 용적이 감소된 경우의 팬 곡선(A, B 및 C)을 보여주고 있습니다.

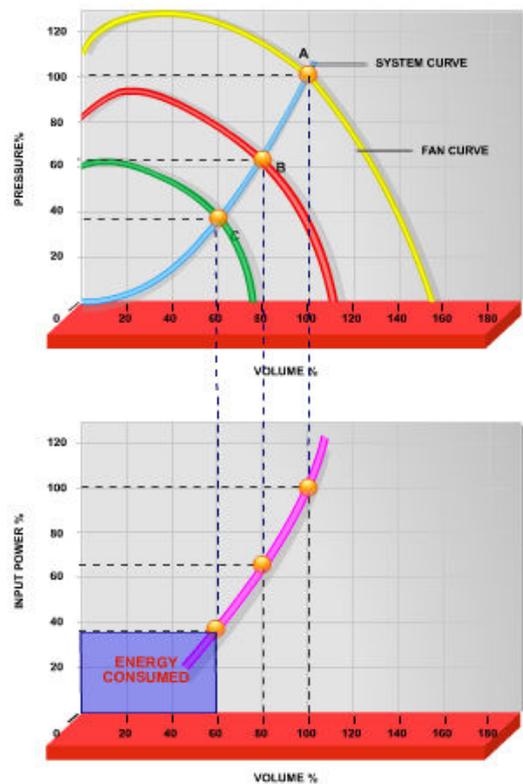


그림 2.2 팬 용량을 60%로 줄이는 데 주파수 변환기를 사용하면 일반적인 어플리케이션에서 50% 이상의 에너지 절감이 가능합니다.

#### 2.6.3 에너지 절감의 예

그림 2.3에서 보는 바와 같이 RPM 을 변경함으로써 유량이 제어됩니다. 정격 속도에서 20%만 속도를 줄여도 유량 또한 20%까지 감소합니다. 이는 유량이 RPM 에 직비례하기 때문입니다. 반대로 전기 소비량은 50%까지 감소합니다.

시스템이 일 년에 몇 일 정도만 100%의 유량을 공급하고 나머지 기간 동안은 평균적으로 정격 유량의 80%를 공급하면 되는 경우, 절감된 에너지량은 50%를 초과합니다.

그림 2.3는 RPM에 대한 유량, 압력 및 소비전력의 의존도를 설명합니다.

Q=유량	P=전력
Q <sub>1</sub> =정격 유량	P <sub>1</sub> =정격 전력
Q <sub>2</sub> =감소된 유량	P <sub>2</sub> =감소된 전력
H=압력	n=속도 조절
H <sub>1</sub> =정격 압력	n <sub>1</sub> =정격 속도
H <sub>2</sub> =감소된 압력	n <sub>2</sub> =감소된 속도

표 2.4 비례의 법칙

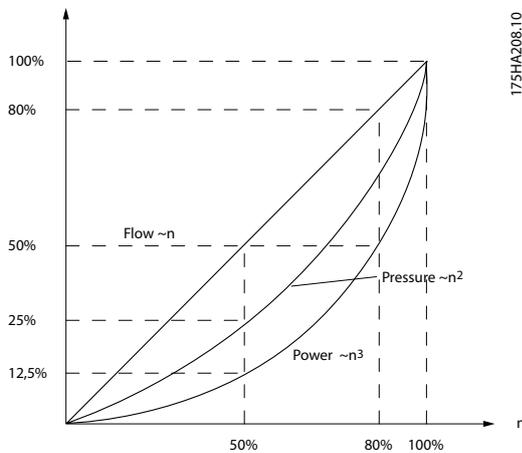


그림 2.3 비례의 법칙

유량 :  $\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{n_1}{n_2}$   
 압력 :  $\frac{H_1}{H_2} = \left(\frac{n_1}{n_2}\right)^2$   
 출력 :  $\frac{P_1}{P_2} = \left(\frac{n_1}{n_2}\right)^3$

### 2.6.4 에너지 절감량 비교

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

그림 2.5는 팬 용적이 60%까지 줄었을 때 잘 알려진 세 가지 솔루션으로 얻을 수 있는 일반적인 에너지 절감량을 보여줍니다. 그래프에서 보는 바와 같이 일반적인 어플리케이션에서 50% 이상의 에너지 절감을 달성할 수 있습니다.

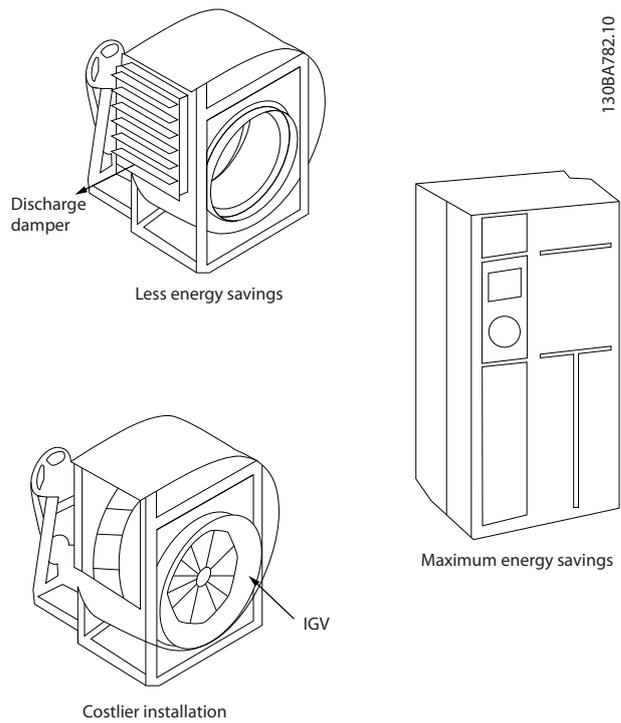


그림 2.4 흔히 사용되는 3 가지 에너지 절감 시스템

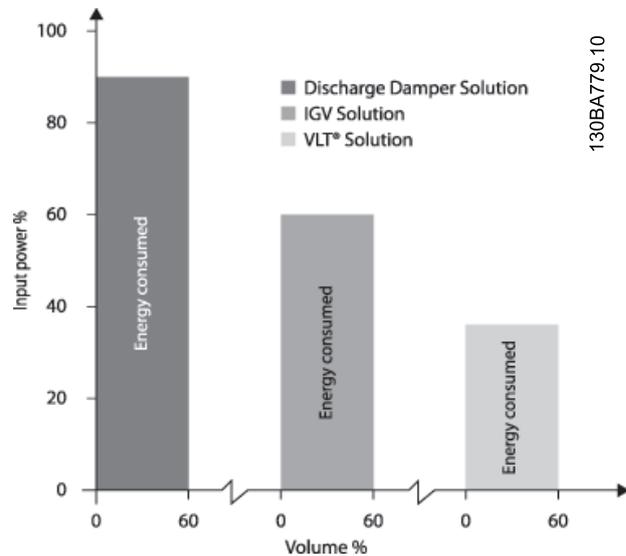


그림 2.5 에너지 절감

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

2

2.6.5 1년 동안 다양한 유량을 필요로 하는 경우의 예

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

에너지 절감

$$P_{\text{shaft}} = P_{\text{shaft output}}$$

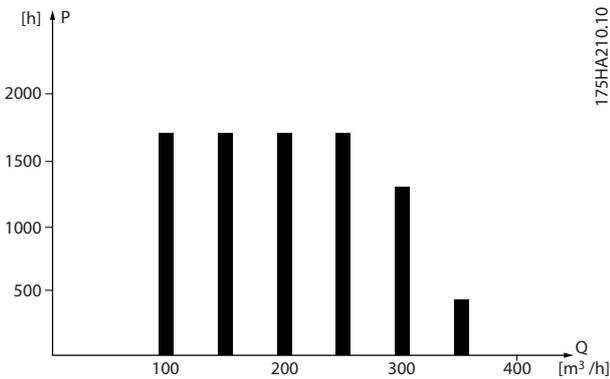


그림 2.6 1년 동안의 유량 분포

m³/h	분포		밸브 조절		주파수 변환기 제어	
	%	시간	전력	소모	출력	소모
			A <sub>1</sub> - B <sub>1</sub>	kWh	A <sub>1</sub> - C <sub>1</sub>	kWh
350	5	438	42.5	18.615	42.5	18.615
300	15	1314	38.5	50.589	29.0	38.106
250	20	1752	35.0	61.320	18.5	32.412
200	20	1752	31.5	55.188	11.5	20.148
150	20	1752	28.0	49.056	6.5	11.388
100	20	1752	23.0	40.296	3.5	6.132
Σ	100	8760		275.064		26.801

표 2.5

2.6.6 향상된 제어 성능

주파수 변환기가 시스템의 유량이나 압력을 제어하는데 사용되는 경우, 제어 성능이 향상됩니다. 주파수 변환기는 팬 또는 펌프의 속도를 다양하게 할 수 있으며 유량 및 압력을 다양하게 제어할 수 있습니다. 또한 주파수 변환기는 팬 또는 펌프의 속도를 시스템의 새로운 유량 또는 압력 조건에 신속하게 적용할 수 있습니다. 내장된 PI 제어 기능을 활용하여 공정(유량, 레벨 또는 압력)을 쉽게 제어할 수 있습니다.

2.6.7 스타/델타 스타터 또는 소프트 스타터 필요 없음

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

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

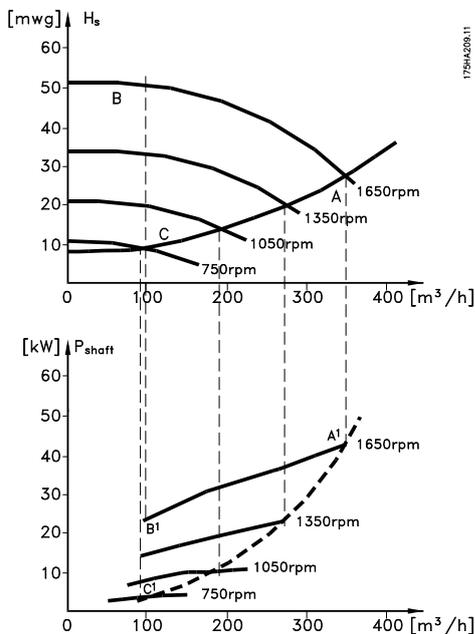


그림 2.7

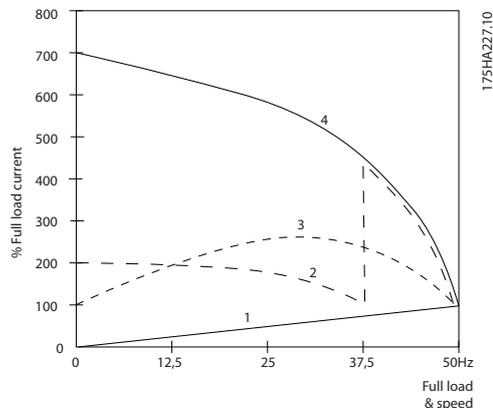


그림 2.8 기동 전류

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

표 2.6

### 2.6.8 주파수 변환기를 통한 비용 절감

예 2.6.9 주파수 변환기가 없는 경우는 주파수 변환기를 사용할 때 장비가 많이 필요하지 않음을 보여줍니다. 각기 다른 시스템 2 개의 설치 비용을 계산할 수 있습니다. 예에서 2 개의 시스템을 대략 동일한 가격으로 설치할 수 있습니다.

### 2.6.9 주파수 변환기가 없는 경우

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

표 2.7 기존 방식으로 구성된 팬 시스템

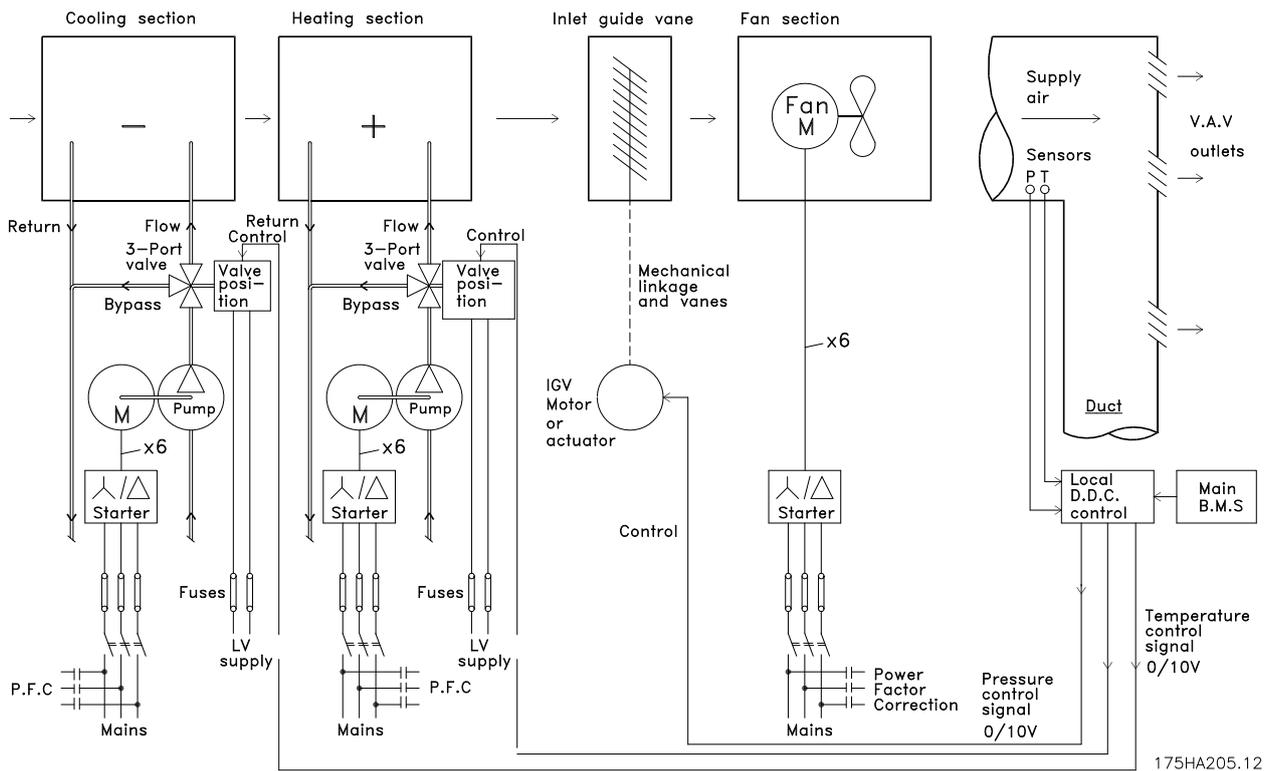
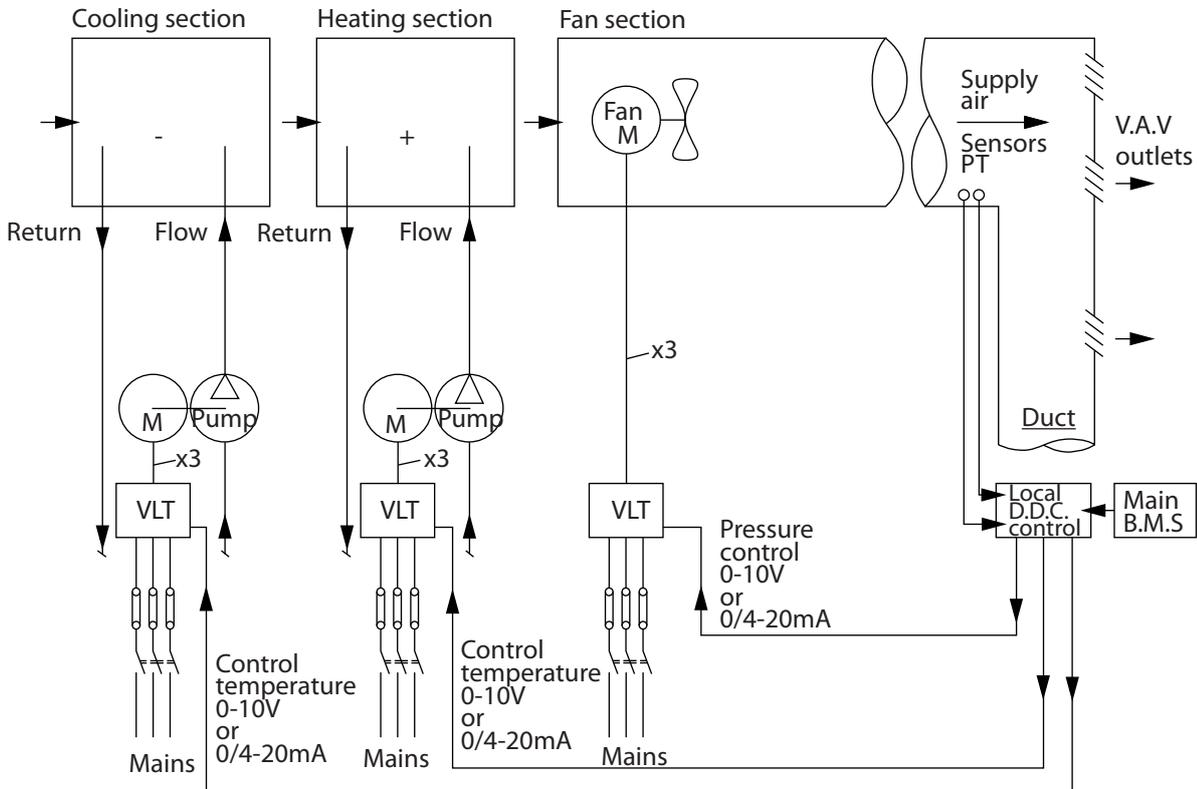


그림 2.9

2.6.10 주파수 변환기가 있는 경우

2



175HA206.11

그림 2.10 주파수 변환기에 의해 제어된 팬 시스템

2.6.11 적용 예

다음 몇 페이지에서는 HVAC 어플리케이션의 일반적인 예를 보여줍니다. 주어진 어플리케이션에 관한 자세한 정보는 덴포스 공급업체에 문의하여 어플리케이션에 관한 전체적인 설명이 수록된 정보 시트를 받아 보십시오. 다음과 같은 적용 지침은 다음의 덴포스 웹페이지에서 다운로드할 수 있습니다. [www.danfoss.com/BusinessAreas/DrivesSolutions/Documentations/Technical+Documentation.htm](http://www.danfoss.com/BusinessAreas/DrivesSolutions/Documentations/Technical+Documentation.htm)

**변풍량**

*The Drive to...Improving Variable Air Volume Ventilation Systems, MN60A 참조*

**정풍량**

*The Drive to...Improving Constant Air Volume Ventilation Systems, MN60B 참조*

**냉각 타워 팬**

*The Drive to...Improving fan control on cooling towers, MN60C 참조*

**콘덴서 펌프**

*The Drive to...Improving condenser water pumping systems, MN60F 참조*

**1차 펌프**

*The Drive to...Improve your primary pumping in primary/secondary pumping systems, MN60D 참조*

**2차 펌프**

*The Drive to...Improve your secondary pumping in primary/secondary pumping systems, MN60E 참조*

2.6.12 변풍량

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

2.6.13 VLT 솔루션

댐퍼와 IGV가 덕트 작동 시 일정한 압력을 유지하는데 사용되는 반면 주파수 변환기 솔루션은 에너지를 보다 많이 절감하고 설치 복잡성을 낮춥니다. 주파수 변환기는 일부러 압력을 감소시키거나 팬 효율 감소를 야기하는 대신 팬의 속도를 낮춰 시스템에 필요한 유량과 압력을 제공합니다. 팬과 같은 원심 장치는 원심 법칙에 따라 동작합니다. 이는 팬의 속도가 감소함에 따라 팬에서 생성되는 압력과 유량이 감소됨을 의미합니다. 따라서 팬의 소비전력은 크게 감소합니다. VLT® HVAC Basic Drive의 PID 제어기를 사용하면 컨트롤러를 추가할 필요가 없습니다.

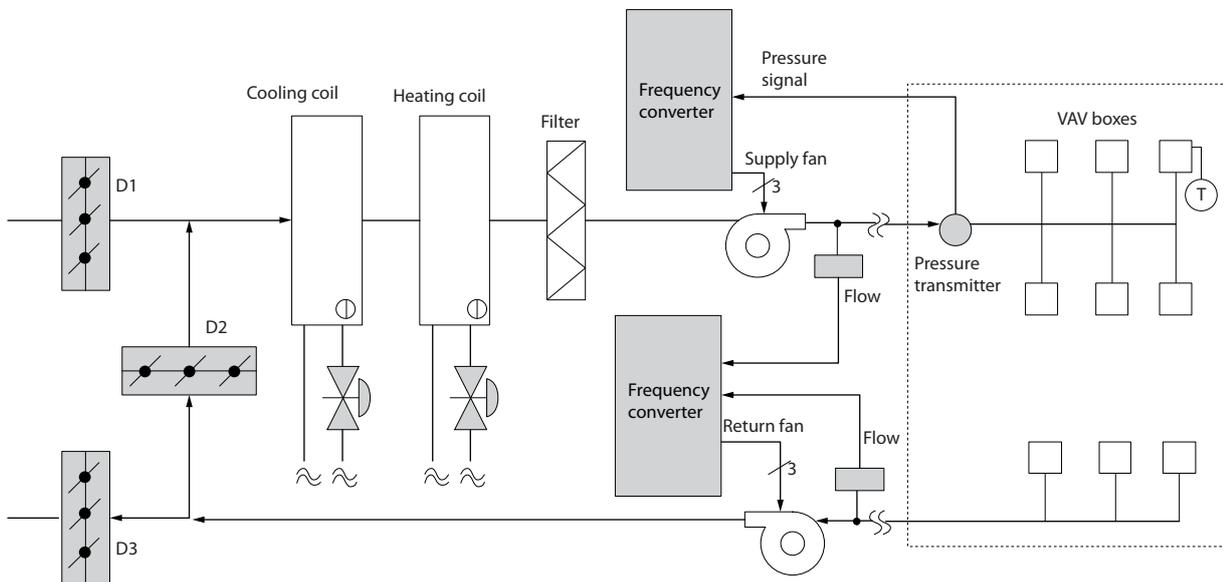


그림 2.11

130BB45.10

### 2.6.14 정풍량

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

### 2.6.15 VLT 솔루션

주파수 변환기를 사용하면 에너지를 크게 절감하면서도 건물을 안정적으로 제어할 수 있습니다. 온도 센서 또는 CO<sub>2</sub> 센서는 주파수 변환기에 대한 피드백 신호로 사용할 수 있습니다. 온도나 공기질을 제어하거나 아니면 둘 다를 제어하든지 간에 CAV 시스템은 실제 건물 조건을 기준으로 작동하도록 제어할 수 있습니다. 제어 구역 내 인원 수가 감소하므로 신선한 공기의 필요성도 감소합니다. CO<sub>2</sub> 센서는 낮은 수준을 감지하고 공급 팬 속도를 낮춥니다. 환기팬은 취출 풍량과 흡입 풍량 사이의

정적 압력 설정포인트 또는 고정 차이를 유지하도록 조정합니다.

온도 제어, 특히 공조 시스템에서 사용되는 온도 제어 기능을 사용하면 외부 온도가 다양할 뿐만 아니라 제어 구역 내 인원 수가 변경되므로 냉각 요구사항이 각기 다릅니다. 온도가 설정포인트보다 낮아지므로 취출팬은 팬 속도를 낮출 수 있습니다. 환기팬은 정적 압력 설정포인트를 유지하도록 조정합니다. 풍량이 감소함으로써 신선한 공기를 가열 또는 냉각하는 데 사용된 에너지 또한 감소하므로 추가적인 절감이 가능합니다.

덴포스 HVAC 전용 주파수 변환기의 일부 기능을 활용하여 CAV 시스템의 성능을 개선할 수 있습니다. 공조 시스템 제어의 문제점 중 하나가 바로 낮은 공기질입니다. 피드백 또는 지령 신호와 관계 없이 취출 공기를 최소한으로 유지하도록 프로그래밍 가능한 최소 주파수를 설정할 수 있습니다. 주파수 변환기에는 또한 온도와 공기질을 둘 다 감시할 수 있는 PID 제어기 1 개가 포함되어 있습니다. 온도 요구사항이 충족되더라도 주파수 변환기는 공기질 센서를 충족시키기에 충분한 취출 공기를 유지합니다. 컨트롤러는 취출 덕트와 흡입 덕트 사이의 고정적인 차동 풍량을 유지함으로써 2 개의 피드백 신호를 감시 및 비교하여 환기팬을 제어할 수 있습니다.

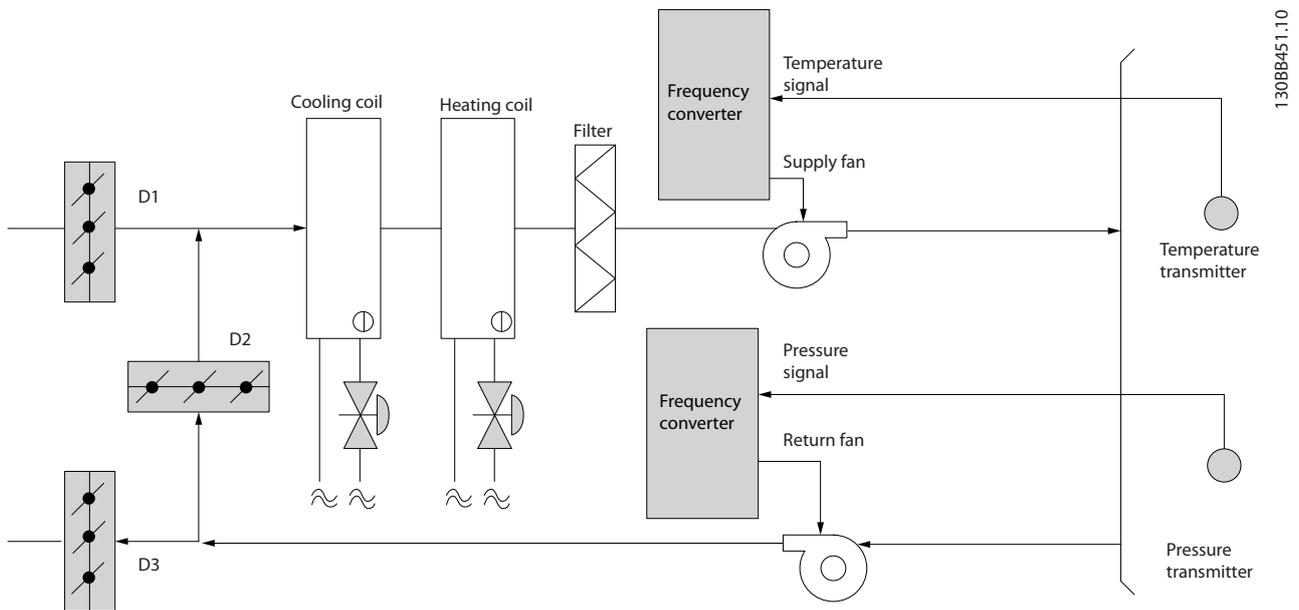


그림 2.12

130BB451.10

### 2.6.16 냉각 타워 팬

냉각 타워 팬은 수냉식 냉각기 시스템의 콘덴서 용수를 냉각합니다. 수냉식 냉각기는 가장 효율적으로 냉각수를 만드는 방식을 제공합니다. 공냉식 냉각기에 비해 20% 이상 효율이 높습니다. 냉각 타워는 기후에 따라 냉각기에서 콘덴서 용수를 냉각하는 데 가장 에너지 효율적인 방식인 경우가 많습니다.

냉각 타워는 증발을 통해 콘덴서 용수를 냉각합니다. 콘덴서 용수는 표면적을 넓히기 위해 냉각 타워 "충진물"에 분사됩니다. 타워 팬은 증발을 돕기 위해 충진물과 분사된 용수를 통해 공기를 내보냅니다. 증발은 용수에서 에너지를 빼앗아 온도를 낮춥니다. 냉각된 용수는 냉각기 콘덴서에 다시 펌핑되어 주기가 반복되는 냉각 타워 수조에 집수됩니다.

### 2.6.17 VLT 솔루션

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

덴포스 HVAC 전용 주파수 변환기, HVAC 주파수 변환기의 일부 기능을 활용하여 냉각 타워 팬 어플리케이션의 성능을 개선할 수 있습니다. 냉각 타워 팬의 속도가 특정 속도 미만으로 낮아지므로 용수 냉각에 대한 팬의 효과가 감소합니다. 또한 타워 팬의 주파수를 제어하기 위해 기어박스를 활용하는 경우, 40-50%의 최소 속도가 필요할 수 있습니다.

피드백이나 속도 지령에 보다 낮은 속도가 필요하다더라도 최소 주파수를 유지하기 위해 사용자가 프로그래밍 가능한 최소 주파수 설정을 사용할 수 있습니다.

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

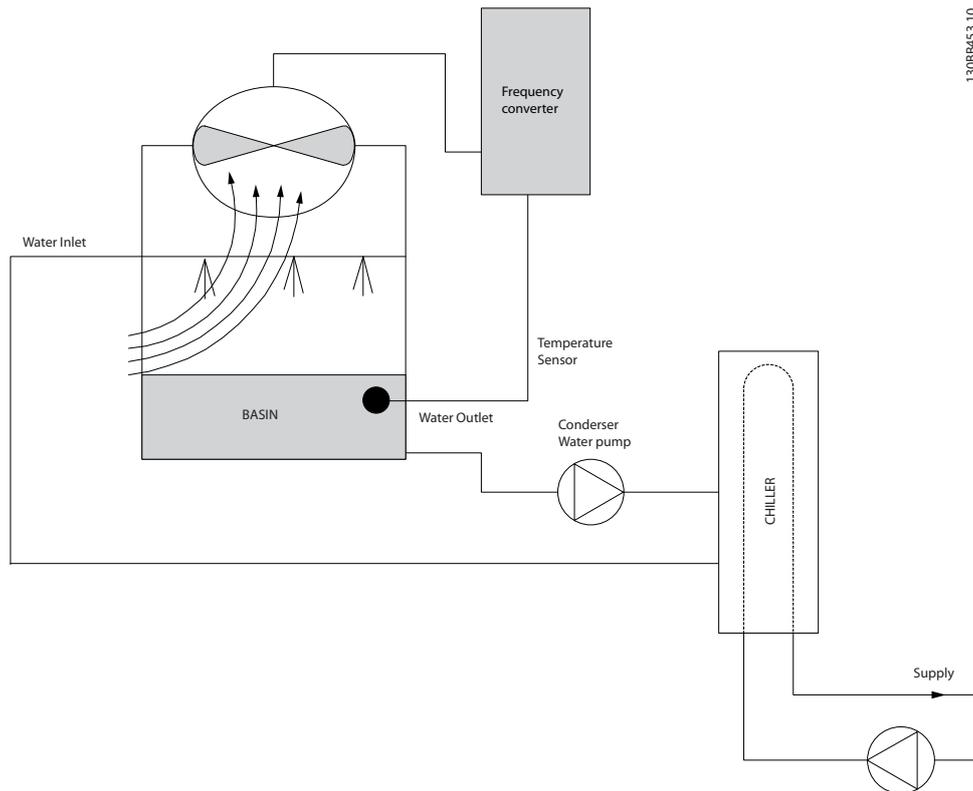


그림 2.13

2

2.6.18 콘덴서 펌프

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

2.6.19 VLT 솔루션

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

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

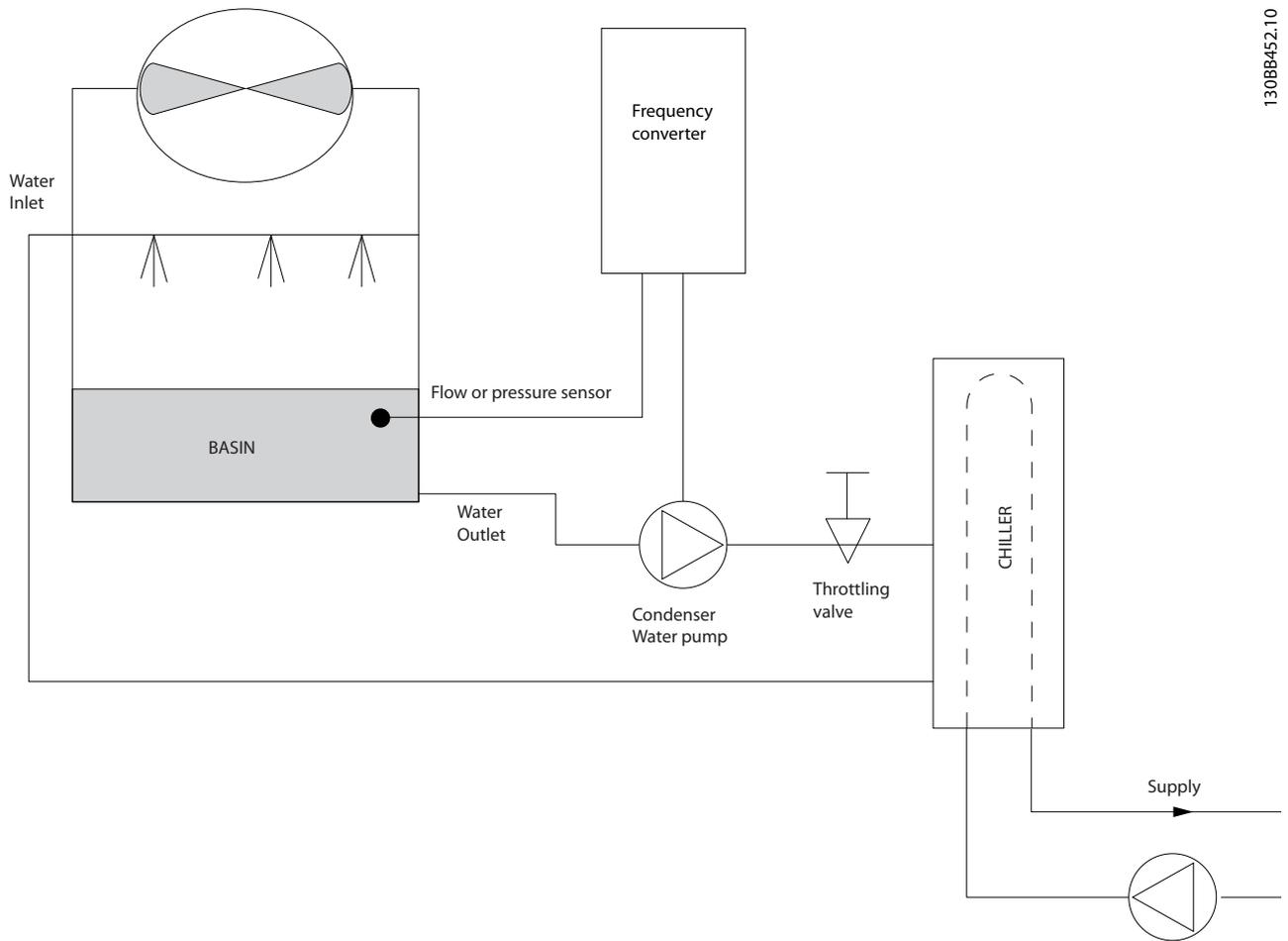


그림 2.14

### 2.6.20 1 차 펌프

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

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

### 2.6.21 VLT 솔루션

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

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

또 하나의 방법은 현장 속도 결정입니다. 작업자는 설계 유량에 도달할 때까지 출력 주파수를 낮추기만 하면 됩니다.

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

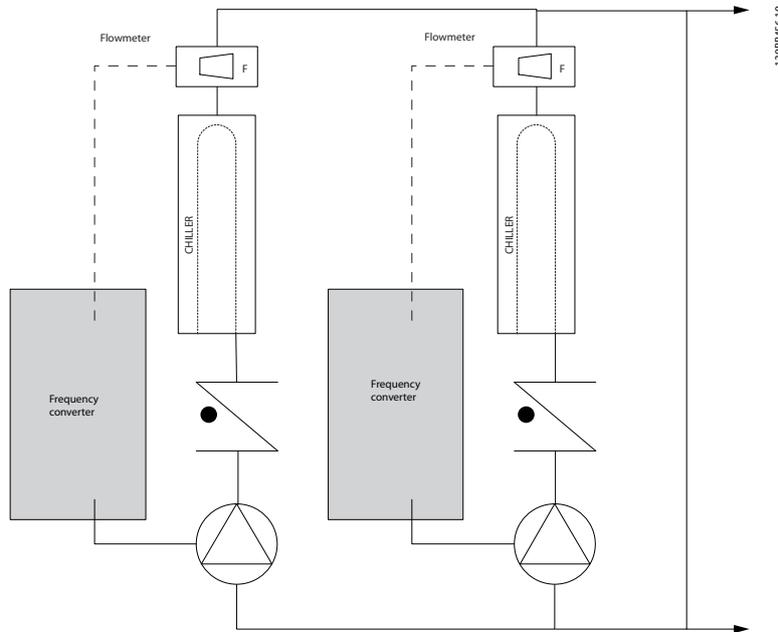


그림 2.15

2

2.6.22 2 차 펌프

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

2.6.23 VLT 솔루션

2 방향 밸브를 갖춘 1 차-2 차 시스템은 에너지 절감을 증대시키고 시스템 제어 문제를 보다 용이하게 하지만 실제 에너지 절감 및 제어 가능성은 주파수 변환기를 추가함으로써 현실화됩니다.

센서 위치가 올바른 상태에서 주파수 변환기를 추가하면 펌프가 속도를 다양하게 하여 펌프 곡선 대신 시스템 곡선을 따르게 됩니다.

그 결과, 에너지가 버려지거나 과도한 가압이 대부분 발생하지 않게 하며 2 방향 밸브 또한 영향을 받을 수 있습니다.

감시된 부하에 도달하면 2 방향 밸브는 닫힙니다. 이렇게 되면 부하와 2 방향 밸브에 걸쳐 측정된 차동 압력이 증가합니다. 이 차동 압력이 증가하기 시작하면 설정포인트 값이라고도 하는 제어 헤드를 유지하기 위해 펌프 속도가 낮아집니다. 이 설정포인트 값은 설계 조건 하에서 부하와 2 방향 밸브의 압력 감소분을 합하여 계산됩니다.

참고

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

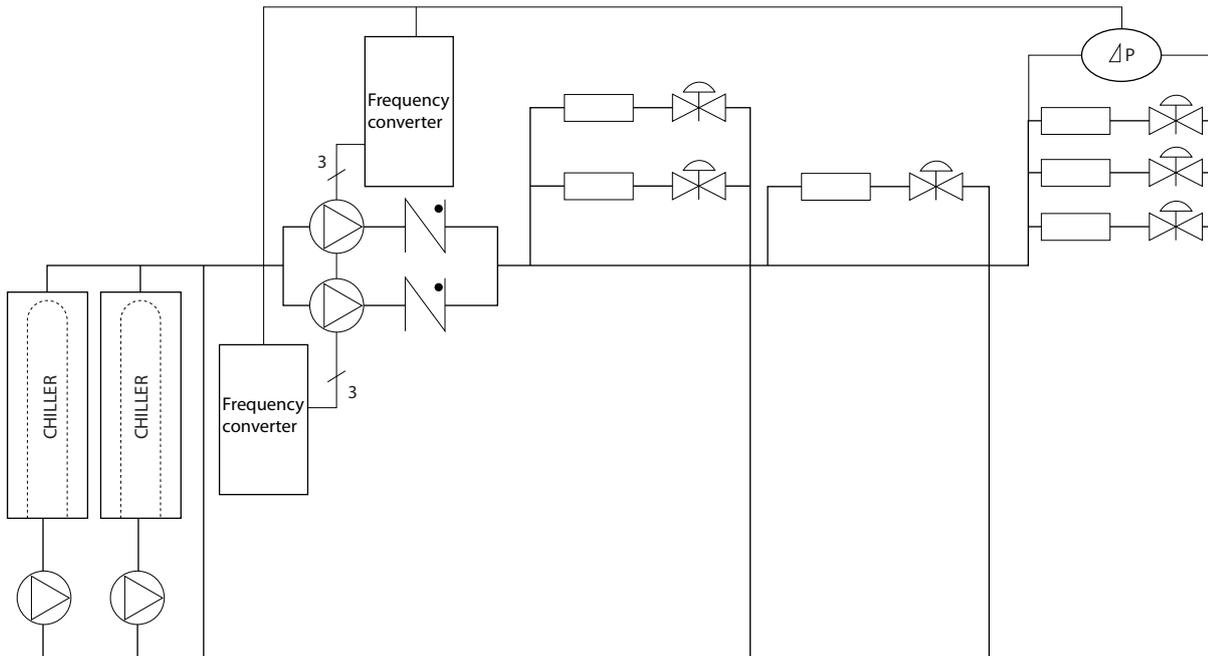


그림 2.16

130BB454.10

## 2.7 제어 구조

개회로나 폐회로를 사용할 경우, 1-00 Configuration Mode 를 선택할 수 있습니다.

### 2.7.1 제어 구조 개회로

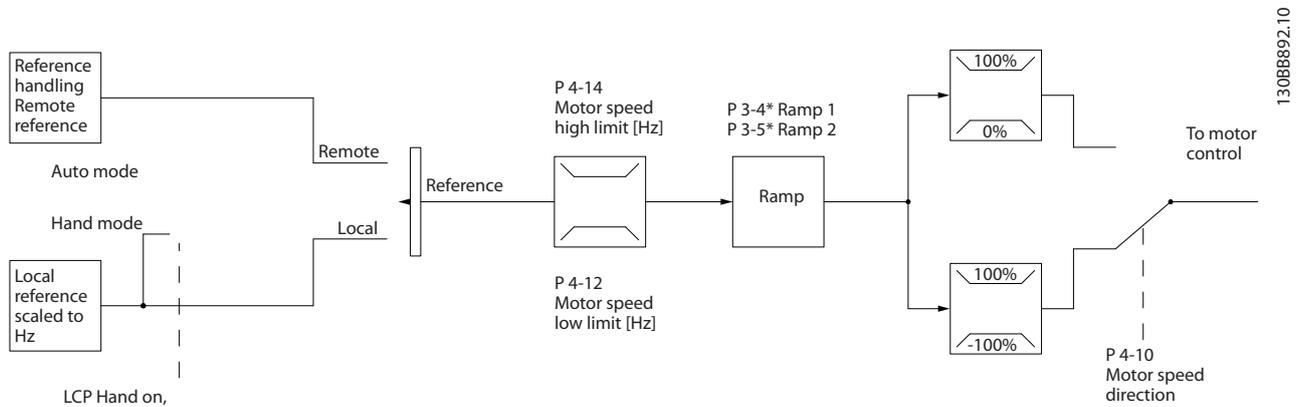


그림 2.17 개회로 구조

그림 2.17에 나타난 구성에서 1-00 구성 모드가 [0] 개회로로 설정됩니다. 모터 제어기로 전달되기 전에 가감속 한계 및 속도 한계를 통해 지령 처리 시스템의 결과 지령 또는 현장 지령이 수신되고 보내집니다. 그러면 모터 제어기의 출력이 최대 주파수 한계로 제한됩니다.

### 2.7.2 PM/EC+ 모터 제어

덴포스 EC+ 컨셉트는 덴포스 주파수 변환기가 운전하는 IEC 표준 프레임 용량에서 고효율 PM 모터를 사용할 수 있게 합니다. 작동 절차는 덴포스 VVC<sup>plus</sup> PM 제어 방식을 활용하여 기존의 비동기식(유도) 모터를 사용하는 경우와 유사합니다.

고객 이점:

- 모터 기술의 자유로운 선택(영구 자석 또는 유도 모터)
- 유도 모터의 경우와 동일한 설치 및 운전
- 시스템 구성품(예: 모터) 선정 시 제조업체 별도 선택 가능
- 최상의 구성품 선정을 통한 최상의 시스템 효율
- 기존 설비의 개장 가능
- 고출력 제품군: 0.37-90 kW (400 V)(유도 모터의 경우) 및 0.37-22 kW (400 V)(PM 모터의 경우).

전류 한계:

- 현재 최대 22 kW 까지만 지원
- 현재 비돌극 유형의 PM 모터로 제한
- PM 모터로는 LC 필터를 지원하지 않음
- PM 모터로는 과전압 제어 알고리즘을 지원하지 않음
- PM 모터로는 회생동력 백업 알고리즘을 지원하지 않음
- 시스템 내에서만 고정자 저항 Rs 의 축소 AMA 지원
- 스톱 감지 없음
- ETR 기능 없음

### 2.7.3 현장(수동 운전) 및 원격(자동 운전) 제어

는 현장 제어 패널()을 통해 수동으로 작동하거나 아날로그 입력/디지털 입력 또는 직렬 버스통신을 통해 원격으로 작동할 수 있습니다.

0-40 [Hand on] Key on LCP, 0-41 [Off] Key on LCP, 0-42 [Auto on] Key on LCP 및 0-43 [Reset] Key on LCP에서 해당 모드가 설정된 경우 에서 [Hand ON] 및 [Off] 키를 사용하여 를 기동 및 정지할 수 있습니다. [RESET] 키를 통해 알람을 리셋할 수 있습니다. [Hand ON] 키를 누르면 가 수동 모드로 전환되고 (초기 설정에 따라) 의 위쪽 화살표 키 [▲]와 아래쪽 화살표 키 [▼]를 사용하여 설정할 수 있는 현장 지령을 수행합니다.

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

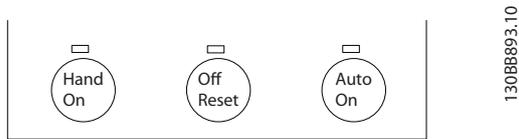


그림 2.18

현장 지령은 1-00 Configuration Mode 의 설정과 관계 없이 구성 모드를 개회로로 강제 전환합니다.

현장 지령은 전원 차단 시 복원됩니다.

### 2.7.4 제어 구조 폐회로

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

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

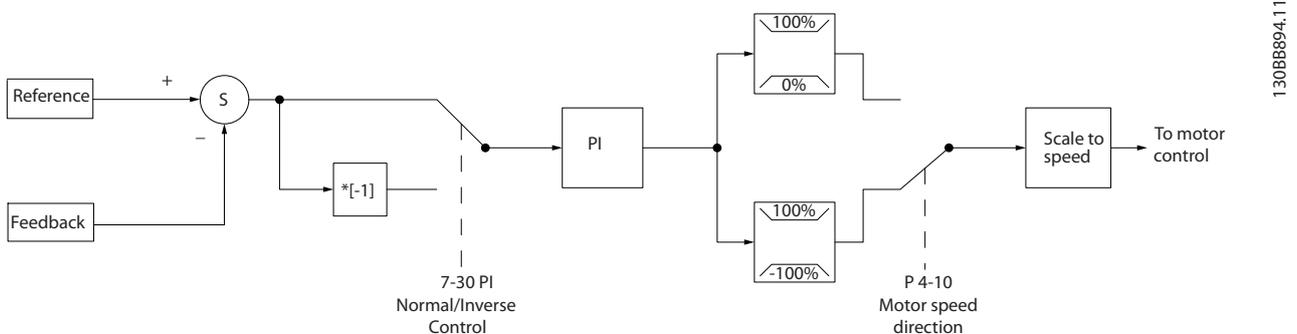
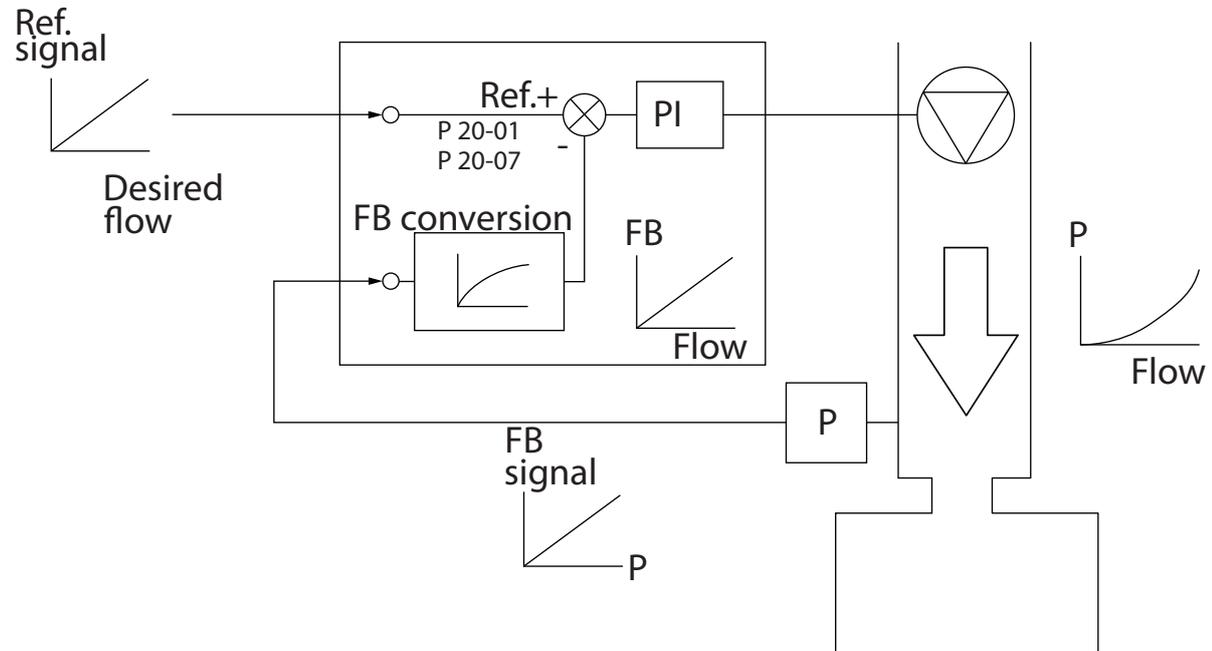


그림 2.19

주파수 변환기의 폐회로 제어가 초기 값이 만족할 만한 성능을 제공하는 경우가 많기는 하지만 폐회로 제어기의 파라미터 중 일부를 조정함으로써 시스템 제어를 최적화할 수 있는 경우도 많습니다.

### 2.7.5 피드백 변환

일부 어플리케이션의 경우 피드백 신호를 변환하는 것이 유용할 수 있습니다. 그 예 중 하나가 압력 신호를 사용하여 유량 피드백을 제공하는 것입니다. 압력의 제공근이 유량에 비례하므로 압력 신호의 제공근은 유량에 비례하는 값을 산출합니다. 그림 2.20을(를) 참조합니다.



130BB895.10

그림 2.20

### 2.7.6 지령 처리

개회로 및 폐회로 운전의 세부 내용.

2

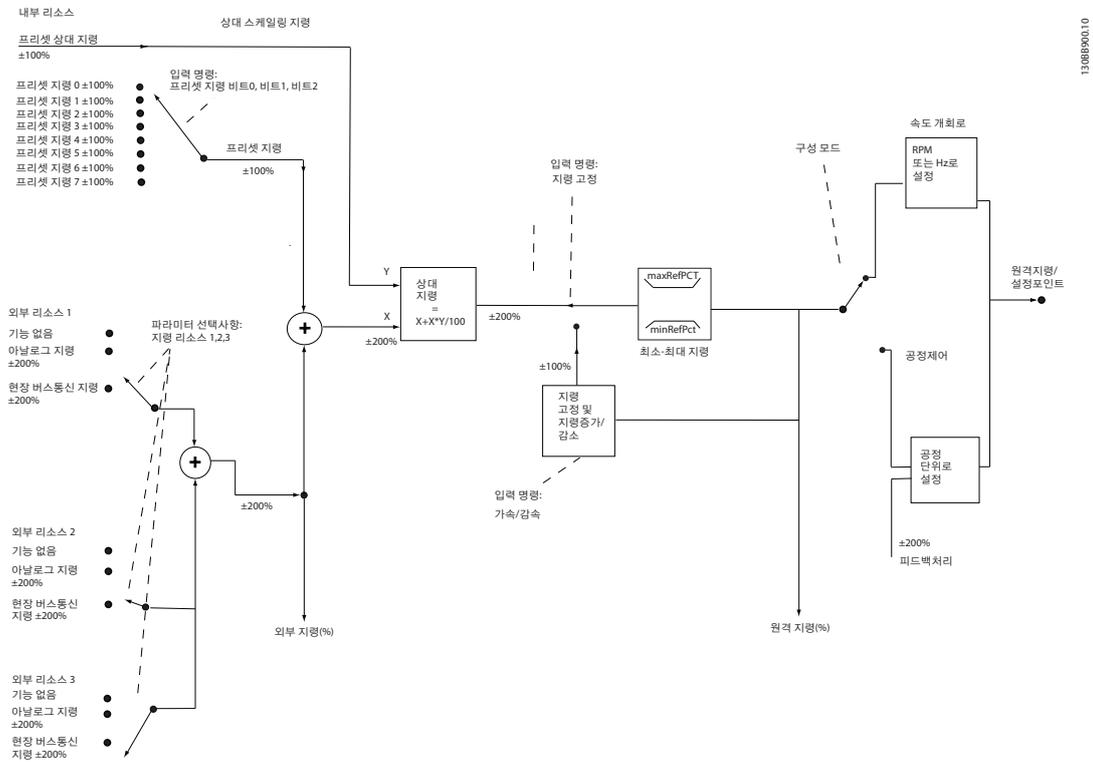


그림 2.21 원격 지령을 보여주는 블록 다이어그램

원격 지령은 다음으로 구성되어 있습니다.

- 프리셋 지령
- 외부 지령(아날로그 입력 및 직렬 통신 버스통신 지령)
- 프리셋 상대 지령
- 피드백으로 제어된 설정포인트

주파수 변환기에서 최대 8 개의 프리셋 지령을 프로그래밍할 수 있습니다. 활성 프리셋 지령은 디지털 입력 또는 직렬 통신 버스통신을 사용하여 선택할 수 있습니다. 지령은 또한 외부, 대부분의 경우, 아날로그 입력에서 제공될 수 있습니다. 이 외부 소스는 3 가지 지령 소스 파라미터(3-15 Reference 1 Source, 3-16 Reference 2 Source 및 3-17 Reference 3 Source) 중 하나에 의해 선택됩니다. 모든 지령 소스와 버스통신 지령은 총 외부 지령을 산출하기 위해 추가됩니다. 외부 지령, 프리셋 지령 또는 외부 지령과 프리셋 지령의 합은 활성 지령이 되도록 선택할 수 있습니다. 마지막으로 이 지령

은 3-14 Preset Relative Reference를 사용하여 범위를 설정할 수 있습니다.

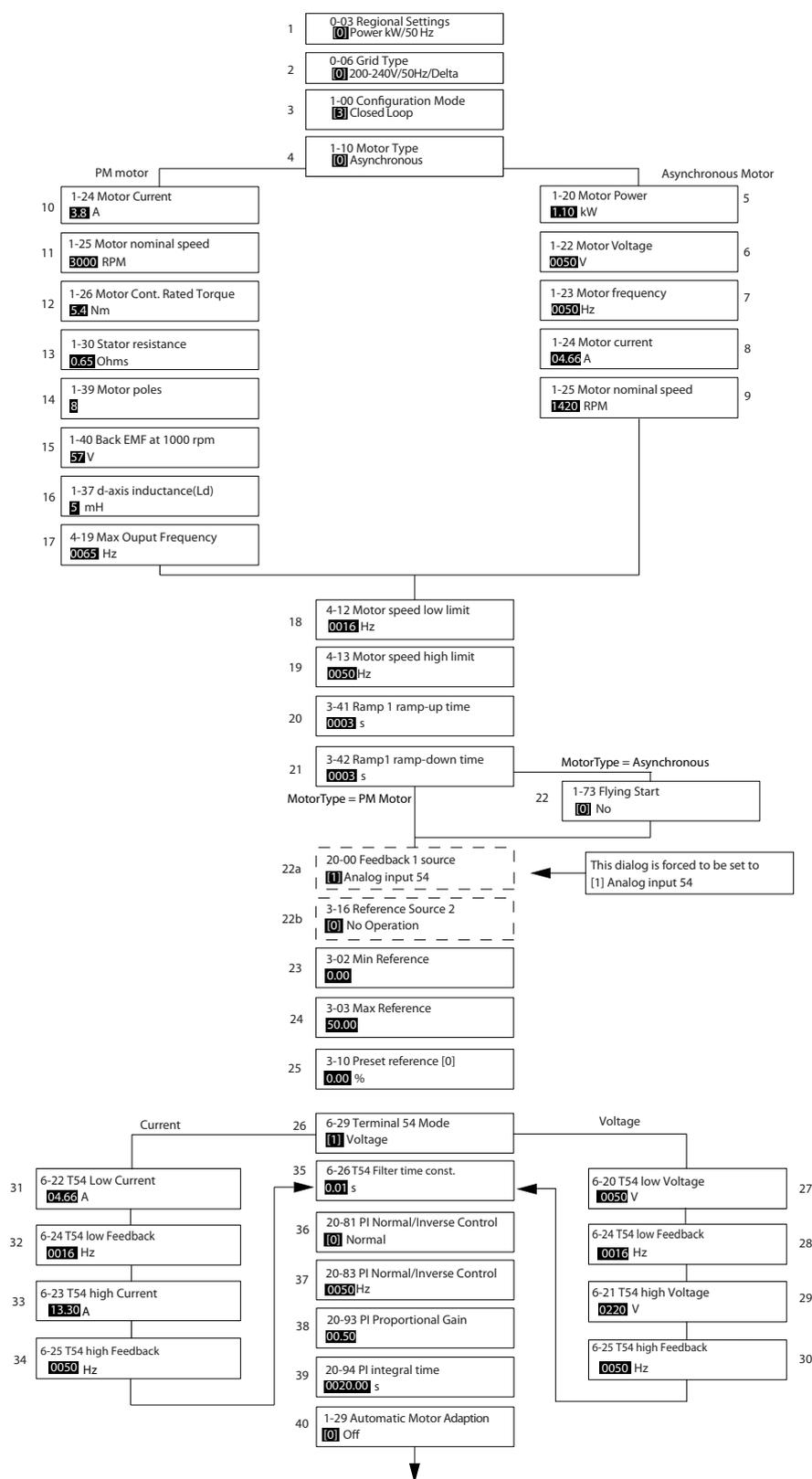
범위가 설정된 지령은 다음과 같이 계산됩니다.

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

여기서 X는 외부 지령, 프리셋 지령 또는 이 두 지령의 합이며 Y는 [%] 단위의 3-14 Preset Relative Reference입니다.

Y, 3-14 Preset Relative Reference가 0%로 설정되더라도 범위 설정에 의해 지령이 영향을 받지 않습니다.

2.7.7 폐회로 셋업 마법사



1308C402.10

그림 2.22

## 폐회로 셋업 마법사

번호 및 이름	범위	초기 설정	기능
0-03 Regional Settings	[0] International [1] US	0	
0-06 GridType	[0] - [[132] 개회로 어플리케이션용 시작 마법사를 참조하십시오.	용량에 따라 선택	전원을 차단한 다음 주파수 변환기를 주전원 전압에 다시 연결하는 동안 다시 시작할 운전 모드를 선택합니다.
1-00 Configuration Mode	[0] Open loop [3] Closed Loop	0	이 파라미터를 폐회로로 변경합니다.
1-10 Motor Construction	*[0] Motor construction [1] PM, non salient SPM	[0] Asynchron	파라미터 값을 설정하면 다음과 같은 파라미터가 변경될 수 있습니다. 1-01 Motor Control Principle 1-03 Torque Characteristics 1-14 Damping Gain 1-15 Low Speed Filter Time Const 1-16 High Speed Filter Time Const 1-17 Voltage filter time const 1-20 Motor Power 1-22 Motor Voltage 1-23 Motor Frequency 1-25 Motor Nominal Speed 1-26 Motor Cont. Rated Torque 1-30 Stator Resistance (Rs) 1-33 Stator Leakage Reactance (X1) 1-35 Main Reactance (Xh) 1-37 d-axis Inductance (Ld) 1-39 Motor Poles 1-40 Back EMF at 1000 RPM 1-66 Min. Current at Low Speed 1-72 Start Function 1-73 Flying Start 4-19 Max Output Frequency 4-58 Missing Motor Phase Function
1-20 Motor Power	0.09-110 kW	용량에 따라 다름	모터 명판의 모터 출력을 입력합니다.
1-22 Motor Voltage	50.0-1000.0V	용량에 따라 다름	모터 명판의 모터 전압을 입력합니다.
1-23 Motor Frequency	20.0-400.0 Hz	용량에 따라 다름	모터 명판의 모터 정격 주파수를 입력합니다.
1-24 Motor Current	0.0 -10000.00A	용량에 따라 다름	모터 명판의 모터 전류를 입력합니다.
1-25 Motor Nominal Speed	100.0-9999.0 RPM	용량에 따라 다름	모터 명판의 모터 정격 회전수를 입력합니다.
1-26 Motor Cont. Rated Torque	0.1-1000.0	용량에 따라 다름	이 파라미터는 1-10 Motor Construction 구조를 [1] PM, non-salient SPM으로 설정한 경우에만 사용할 수 있습니다. <b>참고</b> 이 파라미터를 변경하면 다른 파라미터의 설정에도 영향을 미칩니다.
1-29 Automatic Motor Adaption (AMA)		꺼짐	AMA를 실행하면 모터 성능이 최적화됩니다.
1-30 Stator Resistance (Rs)	0.000-99.990	용량에 따라 다름	고정자 저항 값을 설정합니다.
1-37 d-axis Inductance (Ld)	0-1000	용량에 따라 다름	d축 인덕턴스 값을 설정합니다. 영구 자석형 모터 데이터 시트에서 값을 확인하십시오. d-축 인덕턴스는 AMA를 실행하여 찾을 수 없습니다.
1-39 Motor Poles	2-100	4	모터 극수를 입력합니다.
1-40 Back EMF at 1000 RPM	10-9000	용량에 따라 다름	1000 RPM 기준 선간 RMS 역-EMF 전압

번호 및 이름	범위	초기 설정	기능
1-73 Flying Start	[0] Disabled [1] Enabled	0	주파수 변환기가 회전하는 모터를 정지시키게 하려면(예: 팬 어플리케이션) [1] 사용함을 선택하십시오. PM 을 선택하면 플라이 기동을 사용할 수 있습니다.
3-02 Minimum Reference	-4999-4999	0	최소 지령은 모든 지령을 더했을 때 산출할 수 있는 최저값입니다.
3-03 Maximum Reference	-4999-4999	50	최대 지령은 모든 지령을 더했을 때 산출할 수 있는 최고값입니다.
3-10 Preset Reference	-100-100%	0	설정포인트를 입력합니다.
3-41 Ramp 1 Ramp Up Time	0.05-3600.0 초	용량에 따라 다름	비동기식 모터를 선택한 경우, 0에서 정격 1-23 Motor Frequency까지의 가속 시간, PM 모터를 선택한 경우, 0에서 1-25 Motor Nominal Speed까지의 가속 시간
3-42 Ramp 1 Ramp Down Time	0.05-3600.0 초	용량에 따라 다름	비동기식 모터를 선택한 경우, 정격 1-23 Motor Frequency에서 0까지의 감속 시간, PM 모터를 선택한 경우, 1-25 Motor Nominal Speed에서 0까지의 감속 시간
4-12 Motor Speed Low Limit [Hz]	0.0-400 Hz	0.0 Hz	저속의 최소 한계를 입력합니다.
4-14 Motor Speed High Limit [Hz]	0-400 Hz	65 Hz	고속의 최소 한계를 입력합니다.
4-19 Max Output Frequency	0-400	용량에 따라 다름	최대 출력 주파수 값을 입력합니다.
6-20 Terminal 54 Low Voltage	0-10V	0.07 V	최저 지령값에 해당하는 전압을 입력합니다.
6-21 Terminal 54 High Voltage	0-10V	10V	최고 지령값에 해당하는 전압을 입력합니다.
6-22 Terminal 54 Low Current	0-20mA	4	최고 지령값에 해당하는 전류를 입력합니다.
6-23 Terminal 54 High Current	0-20mA	20	최고 지령값에 해당하는 전류를 입력합니다.
6-24 Terminal 54 Low Ref./Feedb. Value	-4999-4999	0	6-20 Terminal 54 Low Voltage/ 6-22 Terminal 54 Low Current에 설정된 전압 또는 전류에 해당하는 피드백 값을 입력합니다.
6-25 Terminal 54 High Ref./Feedb. Value	-4999-4999	50	6-21 Terminal 54 High Voltage/ 6-23 Terminal 54 High Current에 설정된 전압 또는 전류에 해당하는 피드백 값을 입력합니다.
6-26 Terminal 54 Filter Time Constant	0-10 초	0.01	필터 시정수를 입력합니다.
6-29 Terminal 54 mode	[0] Current [1] Voltage	1	단자 54를 전류 입력에 사용할지 아니면 전압 입력에 사용할지 여부를 선택합니다.
20-81 PI Normal/ Inverse Control	[0] Normal [1] Inverse	0	공정 오류가 +일 때 출력 속도를 증가하도록 공정 제어를 설정하려면 [0] Normal을 선택합니다. 출력 속도를 감소하도록 공정 제어를 설정하려면 [1] Inverse를 선택합니다.
20-83 PI Start Speed [Hz]	0-200 Hz	0	PI 제어기의 기동 신호로 사용할 모터 속도를 입력합니다.
20-93 PI Proportional Gain	0-10	0.01	공정 제어기의 비례 이득을 입력합니다. 고증폭에 의해 순간 제어를 확보합니다. 하지만 증폭이 지나치게 크면, 공정이 불안정해질 수 있습니다.
20-94 PI Integral Time	0.1-999.0 초	999.0 초	공정 제어기의 적분 시간을 입력합니다. 적분 시간이 짧으면 더 빠르게 제어할 수 있으나 시간이 지나치게 짧으면 공정이 불안정해질 수 있습니다. 적분 시간이 너무 길면 적분 동작이 비활성화됩니다.

표 2.8

### 2.7.8 인버터 폐회로 제어기 튜닝

주파수 변환기의 폐회로 제어기가 셋업되고 나면 제어기의 성능을 시험해야 합니다. *20-93 PI Proportional Gain* 과 *20-94 PI Integral Time* 의 초기 값을 사용해도 그 성능이 양호한 경우가 많습니다. 하지만 일부의 경우, 이러한 파라미터 값을 최적화하여 보다 빠른 시스템 응답을 제공하면서도 속도의 과도 현상을 제어하는 것이 유용할 수 있습니다.

### 2.7.9 수동 PI 조정

1. 모터를 기동합니다.
2. *20-93 PI Proportional Gain* 을 0.3 으로 설정하고 피드백 신호가 공진을 시작할 때까지 값을 늘립니다. 필요한 경우, 주파수 변환기를 기동 및 정지하거나 설정포인트 지령을 단계적으로 변경하여 공진을 야기하게 합니다. 그리고 나서 피드백 신호가 안정화될 때까지 PI 비례 이득을 줄입니다. 그리고 나서 비례 이득을 40-60%까지 줄입니다.
3. *20-94 PI Integral Time* 을 20 초로 설정하고 피드백 신호가 공진을 시작할 때까지 값을 줄입니다. 필요한 경우, 주파수 변환기를 기동 및 정지하거나 설정포인트 지령을 단계적으로 변경하여 공진을 야기하게 합니다. 그리고 나서 피드백 신호가 안정화될 때까지 PI 적분 시간을 늘립니다. 그리고 나서 적분 시간을 15-50%까지 늘립니다.

## 2.8 EMC 의 일반적 측면

전기적인 간섭은 보통 150kHz 에서 30MHz 범위 내의 주파수에서 발생합니다. 30MHz 에서 1GHz 범위에 있는 주파수 변환기 시스템의 부유물에 의한 간섭은 인버터, 모터 케이블, 모터 등에서 발생합니다.

그림 2.23에서 보는 바와 같이 모터 전압에서 높은  $dU/dt$  가 모터 케이블의 용량형 전류와 결합하면 누설 전류의 원인이 됩니다.

차폐된 케이블은 비차폐 케이블에 비해 접지 용량이 크기 때문에 차폐된 모터 케이블을 사용하면 누설 전류가 증가합니다(그림 2.23 참조). 누설 전류가 필터링되지 않으면 약 5MHz 이하의 무선 주파수 범위에서 주전원에 대한 간섭이 증가합니다. 누설 전류( $I_1$ )는 차폐선( $I_3$ )을 통해 장치로 다시 보내지므로 대체로 아래 그림에서 보는 바와 같이 차폐된 모터 케이블의 전자기장( $I_4$ )은 작습니다.

차폐선은 방사 간섭을 감소시키지만 주전원에 대한 저주파수 간섭을 증가시킵니다. 모터 케이블의 차폐선을 반드시 주파수 변환기 외함과 모터 외함에 연결해야 합니다. 차폐선 클램프를 사용하여 차폐선의 양쪽 끝(돼지꼬리 모양)이 꼬이지 않도록 고정시키는 것이 가장 좋습니다. 꼬아서 연결하게 되면 높은 주파수 대역에서 차폐선의 임피던스를 증가시켜 차폐 효과를 감소시키고 누설 전류( $I_4$ )을 증가시킵니다.

차폐된 케이블을 필터버스, 제어 케이블, 신호 인터페이스 및 제동 장치에 사용하는 경우에는 차폐선의 양쪽 끝을 외함에 설치해야 합니다. 하지만 전류 루프 발생을 피하기 위해 차폐선을 차단해야 하는 경우도 있습니다.

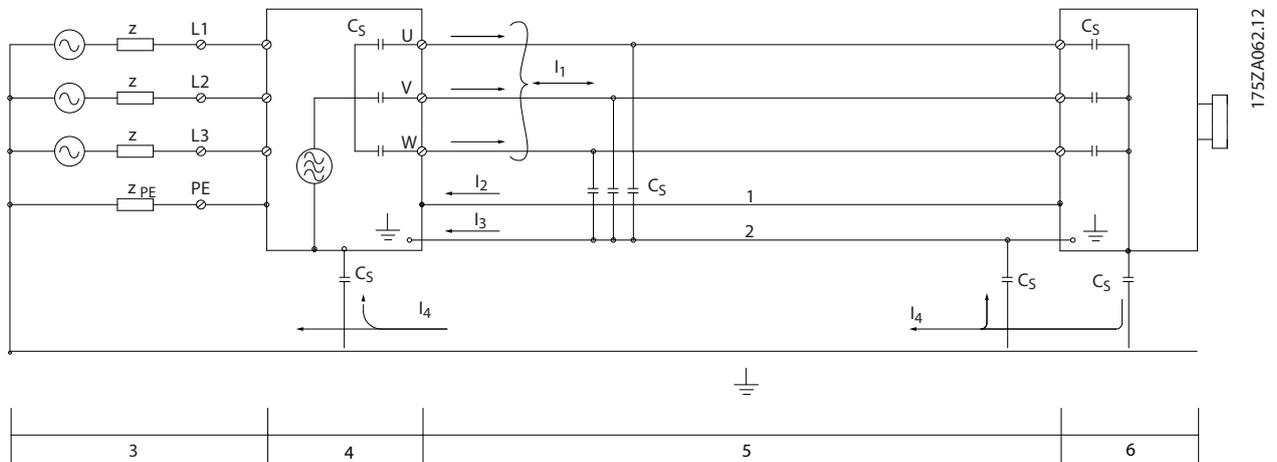


그림 2.23 누설 전류를 생성하는 상황

차폐선을 주파수 변환기의 마운팅 플레이트에 연결하는 경우에는 차폐된 전류가 장치로 다시 전달되어야 하기 때문에 마운팅 플레이트가 금속 재질이어야 합니다. 또한 마운팅 플레이트에서 주파수 변환기의 새시까지 가능한 높은 전기적 접촉을 얻기 위해 클램프와 나사로 차폐선을 고정시켜야 합니다.

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

전체 시스템(장치+설비)의 간섭 수준을 낮추려면 모터 및 제동 케이블을 가능한 짧게 합니다. 케이블을 모터 및 제동 케이블 주변의 민감한 신호 수준에 노출시키지 마십시오. 50MHz(공기 중) 이상의 무선 간섭은 제어 전자 장치에 의해 특히 많이 발생합니다. EMC에 관한 자세한 정보는 5.2.5 EMC 규정에 따른 전기적인 설치를 참조하십시오.

### 2.8.1 방사 요구사항

속도 조절이 가능한 주파수 변환기의 EMC 제품 표준 EN/IEC 61800-3:2004에 따른 EMC 요구사항은 의 용도에 따라 다릅니다. EMC 제품 표준에 4 가지 범주가 정의되어 있습니다. 방사를 실시한 공급전원 전압의 요구사항과 함께 4 가지 범주의 정의가 표 2.9에 명시되어 있습니다.

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

표 2.9 방사 요구사항

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

환경	일반 표준	EN 55011에서 지정된 한계에 따라 실시된 방사 요구사항
1차 환경 (가정 및 사무실)	주택, 상업 및 경공업 환경을 위한 EN/IEC 61000-6-3 방사 표준.	클래스 B
2차 환경 (산업 환경)	산업 환경을 위한 EN/IEC 61000-6-4 방사 표준.	클래스 A 그룹 1

표 2.10

## 2.8.2 EMC 시험 결과

2

다음은 주파수 변환기, 차폐된 제어 케이블, 가변 저항기 및 제어 박스, 모터 차폐 케이블을 사용한 시스템의 시험 결과입니다.

RFI 필터 유형	방사 실시 최대 차폐 케이블 길이 [m]						방사			
	공업지역				주택, 상업 및 경공업 지역		공업지역		주택, 상업 및 경공업 지역	
	EN 55011 클래스 A2		EN 55011 클래스 A1		EN 55011 클래스 B		EN 55011 클래스 A1		EN 55011 클래스 B	
외부 필터 제외	외부 필터 포함	외부 필터 제외	외부 필터 포함	외부 필터 제외	외부 필터 포함	외부 필터 제외	외부 필터 포함	외부 필터 제외	외부 필터 포함	
<b>H4 RFI 필터(클래스 A1)</b>										
0.25-11 kW 3x200-240 V IP20			25	50		20	예	예		아니오
0.37-22 kW 3x380-480 V IP20			25	50		20	예	예		아니오
<b>H2 RFI 필터(클래스 A2)</b>										
1.5-45 kW 3x200-240 V IP20	25						아니오		아니오	
30-90 kW 3x380-480 V IP20	25						아니오		아니오	
0.75-18.5kW 3x380-480 V IP54	25						예			
22-90kW 3x380-480 V IP54	25						아니오		아니오	
<b>H3 RFI 필터(클래스 A1/B)</b>										
1.5-45 kW 3x200-240 V IP20			50		20		예		아니오	
30-90 kW 3x380-480 V IP20			50		20		예		아니오	
0.75-18.5kW 3x380-480 V IP54			25		10		예			
22-90kW 3x380-480 V IP54			50		10		예		아니오	

표 2.11

### 2.8.3 고조파 방사의 일반적 측면

주파수 변환기는 주전원에서 입력된 사인 곡선이 아닌 전류 (즉 고조파 전류)를 포함하고 있으며 이는 입력 전류  $I_{RMS}$  를 증가시킵니다. 이 고조파 전류는 푸리에 분석에 의해 변형되고 다른 주파수의 사인 곡선 전류가 분리됩니다. 즉 기본 주파수 50Hz 에서 고조파 전류  $I_n$  가 분리됩니다.

고조파 전류	$I_1$	$I_5$	$I_7$
Hz	50	250	350

표 2.12

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

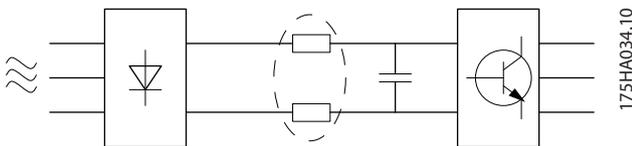


그림 2.24

### 참고

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

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

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

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

(U 의  $U_N$ %)

### 2.8.4 고조파 방사 요구사항

#### 공공 공급 네트워크에 연결된 장비

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

표 2.13

### 2.8.5 고조파 시험 결과 (방사)

최대 PK75(T4 의 경우)의 출력 용량과 최대 P3K7(T2 의 경우)의 출력 용량은 IEC/EN 61000-3-2 클래스 A 를 준수합니다. P1K1 에서 최대 P18K(T2 의 경우)까지의 출력 용량과 P1K1 에서 최대 P90K(T4 의 경우)까지의 출력 용량은 IEC/EN 61000-3-12, 표 4 를 준수합니다.

	개별 고조파 전류 $I_n/I_1$ (%)			
	$I_5$	$I_7$	$I_{11}$	$I_{13}$
실제 0.25-11 kW, IP20, 200 V (대표적)	32.6	16.6	8.0	6.0
$R_{scc} \geq 120$ 의 한계	40	25	15	10
	고조파 전류 왜곡 계수(%)			
	THD	PWHD		
실제 0.25-11 kW, 200 V (대표적)	39		41.4	
$R_{scc} \geq 120$ 의 한계	48		46	

표 2.14

	개별 고조파 전류 $I_n/I_1$ (%)			
	$I_5$	$I_7$	$I_{11}$	$I_{13}$
실제 0.37-22 kW, IP20, 380-480 V (대표적)	36.7	20.8	7.6	6.4
$R_{scc} \geq 120$ 의 한계	40	25	15	10
	고조파 전류 왜곡 계수(%)			
	THD	PWHD		
실제 0.37-22 kW, 380-480 V (대표적)	44.4		40.8	
$R_{scc} \geq 120$ 의 한계	48		46	

표 2.15

	개별 고조파 전류 $I_n/I_1$ (%)			
	$I_5$	$I_7$	$I_{11}$	$I_{13}$
실제 30-90 kW, IP20, 380-480 V (대표적)	36.7	13.8	6.9	4.2
$R_{scc} \geq 120$ 의 한계	40	25	15	10
	고조파 전류 왜곡 계수(%)			
	THD	PWHD		
실제 30-90 kW, 380-480 V (대표적)	40.6		28.8	
$R_{scc} \geq 120$ 의 한계	48		46	

표 2.16

	개별 고조파 전류 I <sub>n</sub> /I <sub>1</sub> (%)			
	I <sub>5</sub>	I <sub>7</sub>	I <sub>11</sub>	I <sub>13</sub>
실제 2.2-15 kW, IP20, 525-600 V (대표적)	48	25	7	5
	고조파 전류 왜곡 계수(%)			
	THD		PWHd	
실제 2.2-15 kW, 525-600 V (대표적)	55		27	

표 2.17

	개별 고조파 전류 I <sub>n</sub> /I <sub>1</sub> (%)			
	I <sub>5</sub>	I <sub>7</sub>	I <sub>11</sub>	I <sub>13</sub>
실제 18.5-90 kW, IP20, 525-600 V (대표적)	48.8	24.7	6.3	5
	고조파 전류 왜곡 계수(%)			
	THD		PWHd	
실제 18.5-90 kW, 525-600 V (대표적)	55.7		25.3	

표 2.18

	개별 고조파 전류 I <sub>n</sub> /I <sub>1</sub> (%)			
	I <sub>5</sub>	I <sub>7</sub>	I <sub>11</sub>	I <sub>13</sub>
실제 22-90 kW, IP54, 400 V (대표적)	36.3	14	7	4.3
R <sub>sce</sub> ≥120의 한계	40	25	15	10
	고조파 전류 왜곡 계수(%)			
	THD		PWHd	
실제 22-90 kW, IP54 400 V (대표적)	40.1		27.1	
R <sub>sce</sub> ≥120의 한계	48		46	

표 2.19

	개별 고조파 전류 I <sub>n</sub> /I <sub>1</sub> (%)			
	I <sub>5</sub>	I <sub>7</sub>	I <sub>11</sub>	I <sub>13</sub>
실제 0.75-18.5 kW, IP54, 380-480 V (대표적)	36.7	20.8	7.6	6.4
R <sub>sce</sub> ≥120의 한계	40	25	15	10
	고조파 전류 왜곡 계수(%)			
	THD		PWHd	
실제 0.75-18.5 kW, IP54, 380-480 V (대표적)	44.4		40.8	
R <sub>sce</sub> ≥120의 한계	48		46	

표 2.20

	개별 고조파 전류 I <sub>n</sub> /I <sub>1</sub> (%)			
	I <sub>5</sub>	I <sub>7</sub>	I <sub>11</sub>	I <sub>13</sub>
실제 15-45 kW, IP20, 200 V (대표적)	26.7	9.7	7.7	5
R <sub>sce</sub> ≥120의 한계	40	25	15	10
	고조파 전류 왜곡 계수(%)			
	THD		PWHd	
실제 15-45 kW, 200 V (대표적)	30.3		27.6	
R <sub>sce</sub> ≥120의 한계	48		46	

표 2.21

공급부 S<sub>sc</sub>의 단락 회로 출력이 다음 이상이라고 가정하겠습니다.

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

사용자의 공급부와 공공 시스템 간의 인터페이스 지침 (R<sub>sce</sub>) 기준.

필요한 경우, 분산 네트워크 작업자의 자문을 구해 단락 회로 출력 S<sub>sc</sub>이 위에 지정된 값 이상인 공급부에만 장비를 연결해야 하며 이는 장비 설치자 또는 장비 사용자의 책임입니다.

기타 출력 용량은 분산 네트워크 작업자의 자문을 구해 공공 공급 네트워크에 연결할 수 있습니다.

다양한 시스템 수준과의 적합성 지침:

표에 있는 고조파 전류 데이터는 Power Drive Systems 제품 표준을 참고하여 IEC/EN 61000-3-12에 따라 주어집니다. 이들 데이터는 전원 공급 시스템에 대한 고조파 전류의 영향을 계산하는 기준으로 사용될 수 있으므로 사용될 수 있으며 다음과 같은 관련 지역 지침과의 적합성 문서의 기준으로 사용될 수 있습니다: IEEE 519-1992; G5/4.

### 2.8.6 방지 요구사항

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

## 2.9 갈바닉 절연 (PELV)

### 2.9.1 PELV - Protective Extra Low Voltage(방호초저전압)

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

모든 제어 단자 및 릴레이 단자(01-03/04-06)는 PELV(방호초저전압)가 적용되어 공급됩니다(440V 이상에서 접지된 델타형 편선에는 적용되지 않습니다).

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

가장 높은 등급의 절연과 EN 61800-5-1 규정에 의거한 테스트를 통과한 전기적 갈바닉 절연이 이루어진 부품은 다음과 같습니다.

PELV 갈바닉 절연은 **그림 2.26**에 적용되었습니다.

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

### 0.25-22 kW

1. 전원 공급(SMPS)
2. 광커플러, AOC 및 BOC 간 통신
3. 주문형 릴레이

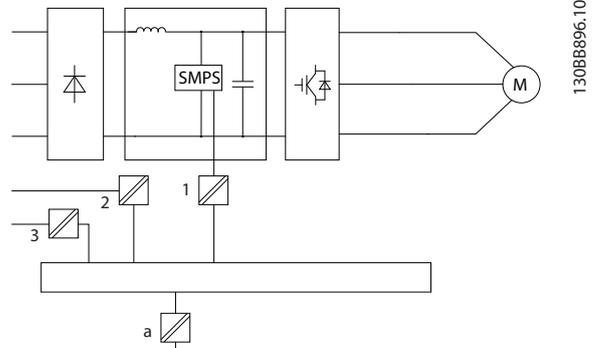


그림 2.25 갈바닉 절연

### 30-90 kW

1. 직류단 전압의 신호 절연 및 직류단 전류 전압 UDC를 포함한 내부 전원 분배기(SMPS).
2. IGBT(트라이거 트랜스포머/옵토커플러)를 제어하는 게이트 드라이브.
3. 전류 변환기.
4. 내부 연전하, RFI 및 온도를 측정하는 회로.
5. 주문형 릴레이.

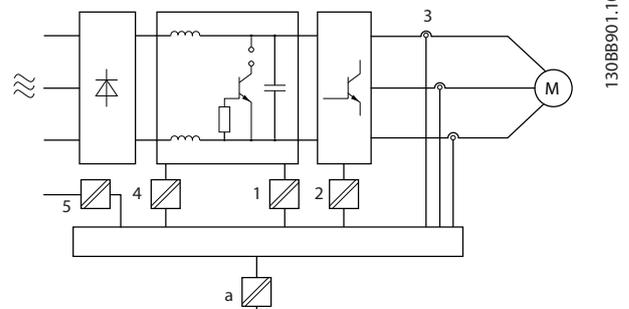


그림 2.26 갈바닉 절연

기능 위주의 갈바닉 절연(**그림 2.25** 참조)은 RS-485 표준 버스통신 인터페이스용입니다.

### ⚠ 주의

고도가 높은 곳에서의 설치:

고도가 2km 이상인 곳에 설치할 경우에는 PELV에 대해 덴포스에 문의하십시오.

## 2.10 접지 누설 전류

### ▲경고

#### 방전 시간

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

또한 부하 공유(직류단) 뿐만 아니라 역학적 백업용 모터 연결부와 같은 전압 입력이 차단되었는지 점검해야 합니다.

전기 부품을 만지기 전에 표 2.1에 표시된 시간만큼 기다립니다.

특정 유닛의 명판에 명시되어 있는 경우에 한해 대기 시간을 단축할 수 있습니다.

## 참고

### 누설 전류

주파수 변환기의 접지 누설 전류는 3.5mA를 초과합니다. 접지 케이블이 접지 연결부에 기계적으로 올바르게 연결되도록 하려면 케이블 단면적이 최소한 10mm<sup>2</sup> 이거나 각각 종단된 2 정격 접지선이어야 합니다.

### 잔류 전류 장치 보호 RCD

이 제품은 보호 도체에서 직류 전류를 발생시킬 수 있습니다. 잔류 전류 장치(RCD; residual current device)는 직간접적으로 접촉하는 경우, 보호용으로 사용되며 이 제품의 공급 측에는 유형 B의 RCD만 사용되어야 합니다. 그렇지 않으면 이중 또는 보장 절연을 통해 환경에서 분리하거나 변압기를 통해 공급 시스템에서 절연하는 등 다른 보호 수단을 적용해야 합니다. 적용 지침 전기적 위험에 대한 보호, MN90G 또한 참조하십시오.

주파수 변환기의 보호 접지와 RCD는 반드시 국내 및 국제 규정에 따라 사용해야 합니다.

## 2.11 극한 운전 조건

### 단락(모터 상간)

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

부하 공유 및 제동 출력 시에 주파수 변환기를 단락으로부터 보호하려면 설계 지침을 참조하십시오.

### 출력(전원) 차단/공급

모터 및 주파수 변환기 간의 출력(전원) 차단/공급은 무제한으로 허용됩니다. 어떤 방법으로 출력(전원)을 차단/공급하든지 간에 주파수 변환기는 손상되지 않습니다. 이런 경우 결함 메시지가 표시될 수 있습니다.

### 모터에서 발생된 과전압

매개회로의 전압은 모터를 발전기로 사용하는 경우에 상승합니다. 발생 원인은 다음과 같습니다.

1. 주파수 변환기는 일정 출력 주파수로 운전되지만 부하가 모터를 작동시키는 경우, 즉 부하에 의해 에너지가 발생하는 경우.
2. 감속 중에 관성 모멘트가 크고 마찰력이 작으며 감속 시간이 너무 짧아 에너지가 주파수 변환기, 모터 및 설비에서 소모될 수 없는 경우.
3. 미끄럼 보상을 잘못 설정(1-62 Slip Compensation)하면 직류단 전압이 상승할 수 있습니다.

이 때 주파수 변환기는 가능한 범위에서 가감속 교정을 시도할 수 있습니다(2-17 Over-voltage Control).

특정 전압 수준에 이르면 트랜지스터 및 매개회로 콘덴서를 보호하기 위해 인버터가 꺼집니다.

### 주전원 저전압

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

### 2.11.1 모터 쉼 보호

이것이 덴포스에서 모터의 과부하를 보호하는 방법입니다. 내부 측정값을 기준으로 바이메탈 릴레이를 모의 시험하는 전자 기능입니다. 특성은 그림 2.27에 나타나 있습니다.

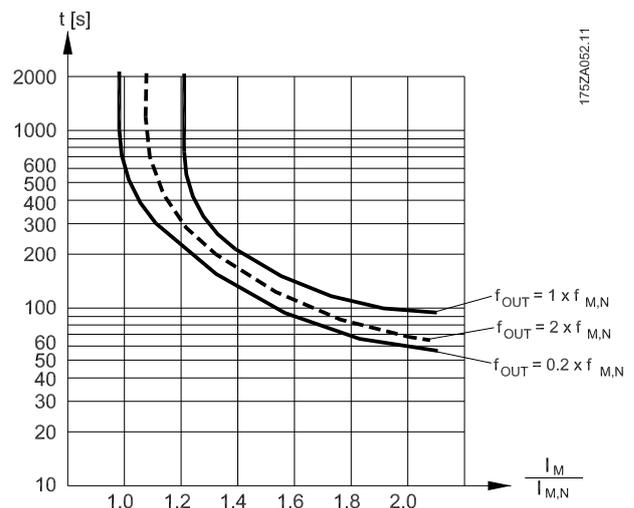


그림 2.27

X 축은  $I_{motor}$  와 정격  $I_{motor}$  간의 비율을 나타냅니다. Y 축은 ETR 이 차단되고 주파수 변환기가 트립되기 전의 시간을 초 단위로 나타냅니다. 곡선은 정격 속도 2 배와 정격 속도 0.2 배 시점의 정격 속도 특성을 나타냅니다.

속도가 낮으면 모터의 냉각 성능이 감소하여 낮은 써멀 조건에서 ETR 이 차단됩니다. 이러한 방식으로 낮은 속도에서도 모터가 과부하되지 않도록 보호됩니다. ETR 기능은 실제 전류와 속도를 기준으로 하여 모터 온도를 계산합니다.

써미스터 정지 값은  $> 3k\Omega$  입니다.

와인드업 방지를 위해 써미스터(PTC 센서)를 모터에 설치하십시오.

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

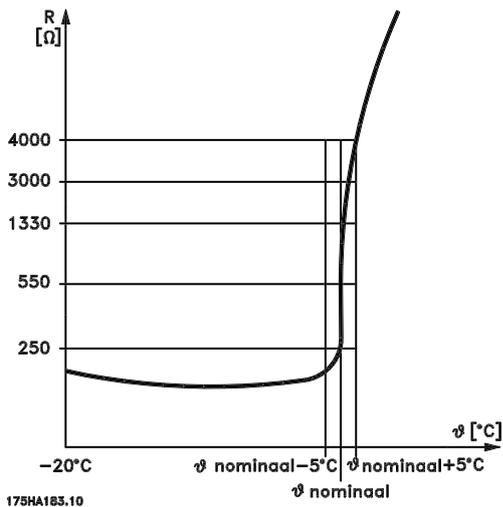


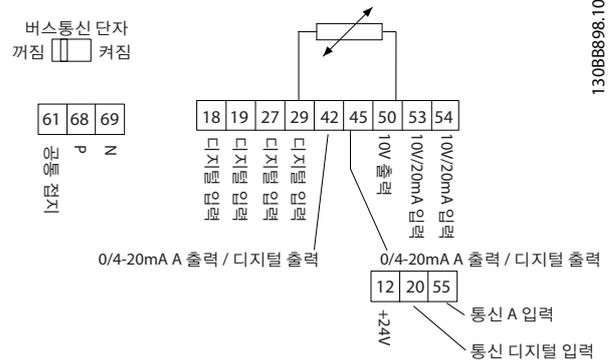
그림 2.28

디지털 입력과 10V 를 전원 공급으로 사용하는 경우: 예: 모터 온도가 지나치게 상승하면 주파수 변환기가 트립됩니다.

파라미터 셋업:

1-90 Motor Thermal Protection 를 [2] 써미스터 트립으로 설정

1-93 Thermistor Source 를 [6] 디지털 입력 29로 설정



13088898.10

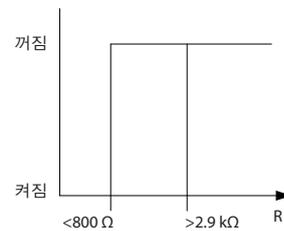


그림 2.29

아날로그 입력과 10V 를 전원 공급으로 사용하는 경우: 예: 모터 온도가 지나치게 상승하면 주파수 변환기가 트립됩니다.

파라미터 셋업:

1-90 Motor Thermal Protection 를 [2] 써미스터 트립으로 설정

1-93 Thermistor Source 를 [2] 아날로그 입력 54로 설정

2

참고

아날로그 입력 54를 지령 소스로 설정하지 마십시오.

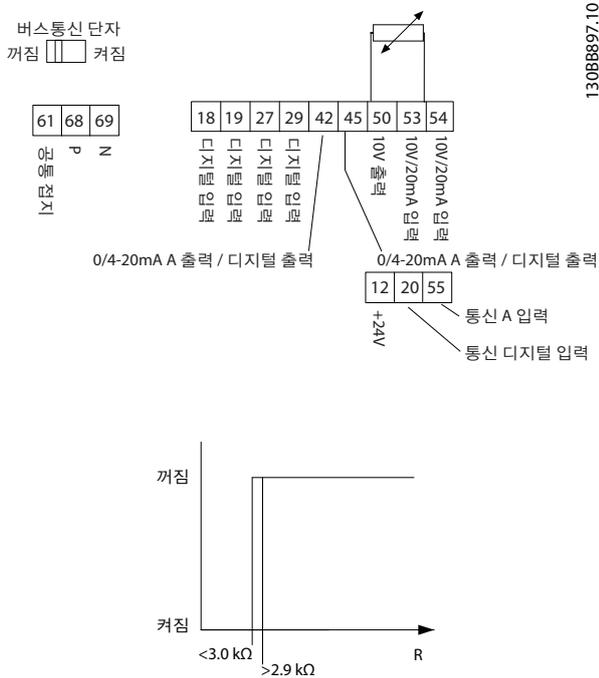


그림 2.30

입력	공급 전압 [V]	입계 정지 값 [ $\Omega$ ]
디지털	10	$< 800 \Rightarrow 2.9\text{ k}$
아날로그	10	$< 800 \Rightarrow 2.9\text{ k}$

표 2.22

참고

선택한 공급 전압이 사용된 써미스터의 사양과 일치하는지 확인합니다.

요약

ETR로 모터는 과열되지 않게 보호되며 추가적인 모터 보호가 필요하지 않습니다. 이는 모터가 가열될 때 모터가 과열을 방지하기 위해 정지되기 전까지 얼마나 오랜 시간 동안 높은 온도에서 구동할 수 있는지 ETR이 제어합니다. 온도에 도달하지 않고 모터가 과부하되면 모터의 ETR 기능이 차단됩니다.

ETR은 1-90 Motor Thermal Protection에서 활성화됩니다.

### 3 VLT® HVAC Basic Drive 선정

#### 3.1 옵션 및 액세서리

##### 3.1.1 현장 제어 패널(LCP)

발주 번호	설명
132B0200	모든 IP20 유닛용 LCP

표 3.1

기술 자료	
의함	IP55 전면
유닛까지의 최대 케이블 길이	10 ft (3 m)
통신 표준:	RS-485

표 3.2

##### 3.1.2 전면 패널에 LCP 장착

###### 1 단계

LCP 에 가스켓을 장착합니다.

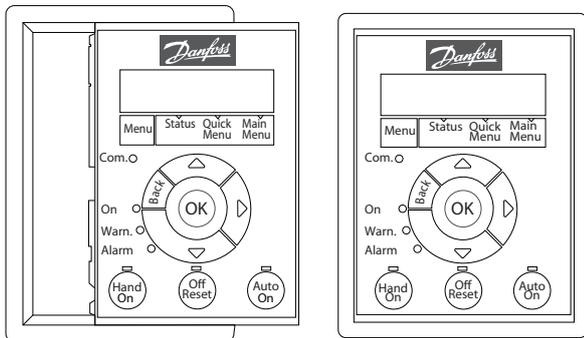


그림 3.1

130BB775.11

###### 2 단계

패널에 LCP 를 배치합니다. 그림에서 구멍의 치수를 참조하십시오.

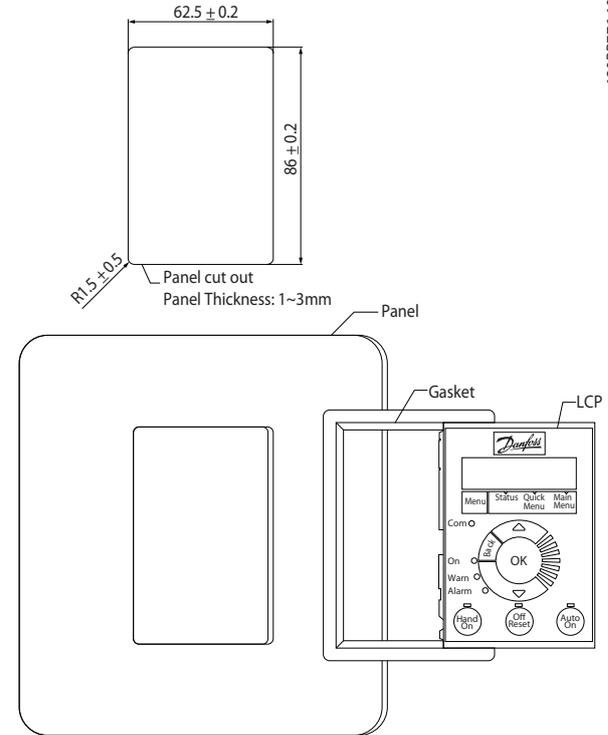


그림 3.2

130BB776.10

###### 3 단계

LCP 의 뒤쪽에 브래킷을 배치한 다음 아래로 밀습니다. 나사를 조인 다음 케이블의 암 부분을 LCP 에 연결합니다.

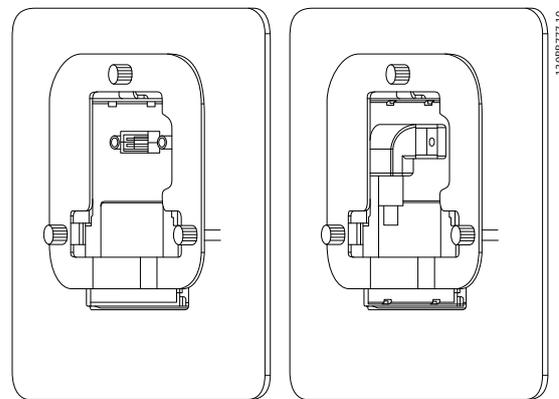


그림 3.3

130BB777.10

4 단계

케이블을 주파수 변환기에 연결합니다.

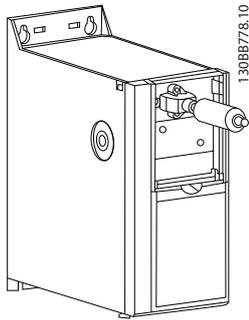


그림 3.4

참고

제공된 스테드 고정 나사를 사용하여 주파수 변환기 측 커넥터를 조입니다. 조임 강도는 1.3 Nm 입니다.

3.1.3 IP21/TYPER 1 외함 키트

IP21/TYPER 1 은 IP20 유닛에 사용할 수 있는 선택사양 외함 부품입니다.

외함 키트를 사용하는 경우 IP 21/TYPER 1 에 부합하도록 IP20 유닛을 업그레이드할 수 있습니다.

H1-H5

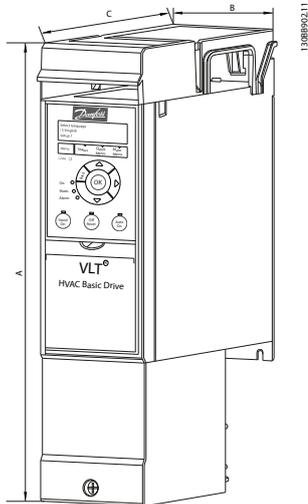


그림 3.5

H6-H8

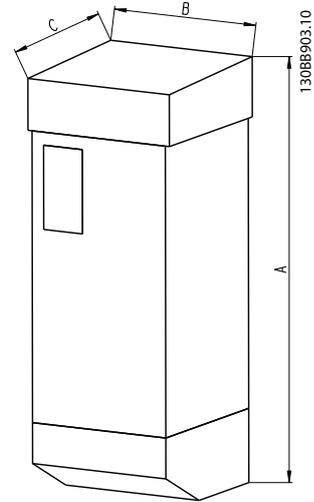


그림 3.6

프레임	IP 클래스	출력			높이 (mm) A	너비 [mm] B	깊이 [mm] C	IP21 키트 발주 번호	Type 1 키트 발주 번호
		3 x 200-240V	3 x 380-480V	3 x 525-600 V					
H1	IP20	0.25-1.5 kW	0.37-1.5 kW		293	81	173	132B0212	132B0222
H2	IP20	2.2 kW	2.2-4 kW		322	96	195	132B0213	132B0223
H3	IP20	3.7 kW	5.5-7.5 kW		346	106	210	132B0214	132B0224
H4	IP20	5.5-7.5 kW	11-15 kW		374	141	245	132B0215	132B0225
H5	IP20	11 kW	18.5-22 kW		418	161	260	132B0216	132B0226
H6	IP20	15-18.5 kW	30-45 kW	18.5-30 kW	663	260	242	132B0217	132B0217
H7	IP20	22-30 kW	55-75 kW	37-55 kW	807	329	335	132B0218	132B0218
H8	IP20	37-45 kW	90 kW	75-90 kW	943	390	335	132B0219	132B0219
H9	IP20			2.2-7.5 kW	372	130	205	132B0220	132B0220
H10	IP20			11-15 kW	475	165	249	132B0221	132B0221

표 3.3

### 3.1.4 디커플링 플레이트

EMC 규정에 맞게 설치하려면 디커플링 플레이트를 사용합니다.

여기 그림은 H3 외함의 예입니다.

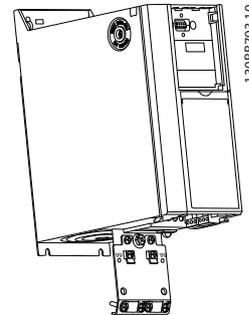


그림 3.7

프레임	IP 클래스	출력 [kW]			(디커플링 플레이트 포함)
		3 x 200-240V	3 x 380-480V	3 x 525-600 V	
H1	IP20	0.25-1.5	0.37-1.5		132B0202
H2	IP20	2.2	2.2-4		132B0202
H3	IP20	3.7	5.5-7.5		132B0204
H4	IP20	5.5-7.5	11-15		132B0205
H5	IP20	11	18.5-22		130B0205
H6	IP20	15-18.5	30	18.5-30	132B0207
H6	IP20		37-45		132B0242
H7	IP20	22-30	55	37-55	132B0208
H7	IP20		75		132B0243
H8	IP20	37-45	90	75-90	132B0209

표 3.4

### 참고

H9, H10 인버터의 경우 디커플링 플레이트가 액세서리 백에 포함되어 있습니다.

## 4 발주 방법

### 4.1.1 인버터 제품 번호 관리 소프트웨어

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

예를 들어 주파수 변환기를 표준으로 주문하거나 유형 코드 문자열을 사용하여 내부 옵션과 함께 주문할 수 있습니다.

FC-101PK25T2E20H4XXCXXSXXXXXAXBXCXXXXDX

인터넷 기반의 Drive Configurator(인버터 제품 번호 관리 소프트웨어)에서 어플리케이션에 적절한 주파수 변환기를 구성하고 유형 문자열을 만들 수 있습니다. Drive Configurator(인버터 제품 번호 관리 소프트웨어)는 현지 영업점으로 보낼 8자리 판매 번호를 자동으로 생성합니다.

또한, 일부 제품이 포함된 프로젝트 목록을 작성하여 덴포스 영업 담당자에게 보낼 수 있습니다.

주파수 변환기 제품 번호 관리 소프트웨어는 다음 웹사이트에서 구할 수 있습니다. [www.danfoss.com/drives](http://www.danfoss.com/drives)에서 찾을 수 있습니다.

### 4.1.2 유형 코드 문자열

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39
F	C	-	1	0	1	P				T					H	X				X	X	X	S	X	X	X	X	A	X	B	X	C	X	X	X	X	D	X

130BE899.10

그림 4.1

설명	위치	가능한 선택 사항
제품군 및 FC 시리즈	1-6	FC 101
전력 등급	7-10	0.25-90 kW (PK25-P90K)
위상 개수	11	3 상(T)
주전원 전압	11-12	T2: 200-240V AC T4: 380-480V AC T6: 525-600V AC
외함	13-15	E20: IP20/새시 P20: IP20/새시(백플레이트 포함) E5A: IP54 P5A: IP54(백플레이트 포함)
RFI 필터	16-17	H1: RFI 필터 클래스 A1/B H2: RFI 필터 클래스 A2 H3: RFI 필터 클래스 A1/B (케이블 길이 감소) H4: RFI 필터 클래스 A1
제동 장치	18	X: 제동 초과 없음
표시창	19	A: 영숫자 방식의 현장 제어 패널 X: 현장 제어 패널 없음
코팅 PCB	20	X: 비코팅 PCB C: 코팅 PCB
주전원 옵션	21	X: 주전원 옵션 없음
최적화	22	X: 최적화 없음
최적화	23	X: 최적화 없음
소프트웨어 출시	24-27	SXXXX: 최신 릴리즈 - 표준 소프트웨어
소프트웨어 언어	28	X: 표준
A 옵션	29-30	AX: A 옵션 없음
B 옵션	31-32	BX: B 옵션 없음
C0 옵션 MCO	33-34	CX: C 옵션 없음
C1 옵션	35	X: C1 옵션 없음
C 옵션 소프트웨어	36-37	XX: 옵션 없음
D 옵션	38-39	DX: 옵션 없음 D0

표 4.1 유형 코드 설명

4.2.1 발주 번호: 옵션 및 액세서리

	H1 [kW/Hp]	H2 [kW/Hp]	H3 [kW/Hp]	H4 [kW/Hp]	H5 [kW/Hp]	H6 [kW/Hp]	H7 [kW/Hp]	H8 [kW/Hp]
의함 프레임 용량 주전원 전압								
T2 (200-240 V AC)	0.25-1.5/0.33 -2	2.2/3	3.7/5	5.5-7.5/7.5-1 0	11/15	15-18.5/20	22-30/30	37-45/50-60
T4 (380-480 V AC)	0.37-1.5/0.5- 2	2.2-4/3-5.4	5.5-7.5/7.5-1 0	11-15/15-20	18.5-22/25-3 0	30/40	55/75	90/125
T6 (525-600 V AC)						18.5-30/30	37-55/60	75-90/120-12 5
설명								
LCP	132B0200							
LCP 패널 설치 키트 IP55(3m 케이블 포 합)	132B0201							
디커플링 플레이트	132B0202	132B0202	132B0204	132B0205	132B0205	132B0207	132B0208	132B0209
IP21 옵션	132B0212	132B0213	132B0214	132B0215	132B0216	132B0217	132B0218	132B0219
Nema Type 1 키트	132B0222	132B0223	132B0224	132B0225	132B0226	132B0217	132B0218	132B0219

표 4.2 옵션 및 액세서리

4.2.2 고조파 필터

3x380-480 V 50 Hz					
출력 [kW]	인버터 입력 전류 지속적 [A]	초기 스위칭 주파수 [kHz]	THID 수준 [%]	주문 번호 필터 IP00	코드 번호 필터 IP20
22	41.5	4	4	130B1397	130B1239
30	57	4	3	130B1398	130B1240
37	70	4	3	130B1442	130B1247
45	84	3	3	130B1442	130B1247
55	103	3	5	130B1444	130B1249
75	140	3	4	130B1445	130B1250
90	176	3	4	130B1445	130B1250

표 4.3 AHF 필터 (5% 전류 왜곡)

3x380-480 V 50 Hz					
출력 [kW]	인버터 입력 전류 지속적 [A]	초기 스위칭 주파수 [kHz]	THID 수준 [%]	주문 번호 필터 IP00	코드 번호 필터 IP20
22	41.5	4	6	130B1274	130B1111
30	57	4	6	130B1275	130B1176
37	70	4	9	130B1291	130B1201
45	84	3	9	130B1291	130B1201
55	103	3	9	130B1292	130B1204
75	140	3	8	130B1294	130B1213
90	176	3	8	130B1294	130B1213

표 4.4 AHF 필터 (10% 전류 왜곡)

3x440-480 V 60 Hz					
출력 [kW]	인버터 입력 전류 지속적 [A]	초기 스위칭 주파수 [kHz]	THID 수준 [%]	주문 번호 필터 IP00	코드 번호 필터 IP20
22	34.6	4	3	130B1792	130B1757
30	49	4	3	130B1793	130B1758
37	61	4	3	130B1794	130B1759
45	73	3	4	130B1795	130B1760
55	89	3	4	130B1796	130B1761
75	121	3	5	130B1797	130B1762
90	143	3	5	130B1798	130B1763

표 4.5 AHF 필터 (5% 전류 왜곡)

3x440-480 V 60 Hz					
출력 [kW]	인버터 입력 전류 지속적 [A]	초기 스위칭 주파수 [kHz]	THID 수준 [%]	주문 번호 필터 IP00	코드 번호 필터 IP20
22	34.6	4	6	130B1775	130B1487
30	49	4	8	130B1776	130B1488
37	61	4	7	130B1777	130B1491
45	73	3	9	130B1778	130B1492
55	89	3	8	130B1779	130B1493
75	121	3	9	130B1780	130B1494
90	143	3	10	130B1781	130B1495

표 4.6 AHF 필터 (10% 전류 왜곡)

4.2.3 외부 RFI 필터

A1 50 미터/B1 20 미터를 충족하기 위한 외부 필터

출력 [kW] 용량 380-480 V	유형	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L1	토크 [Nm]	중량 [kg]	발주 번호
0.37-2.2	FN3258-7-45	190	40	70	160	180	20	4.5	1	10.6	M5	20	31	0.7-0.8	0.5	132B0244
3-7.5	FN3258-16-45	250	45	70	220	235	25	4.5	1	10.6	M5	22.5	31	0.7-0.8	0.8	132B0245
11-15	FN3258-30-47	270	50	85	240	255	30	5.4	1	10.6	M5	25	40	1.9-2.2	1.2	132B0246
18.5-22	FN3258-42-47	310	50	85	280	295	30	5.4	1	10.6	M5	25	40	1.9-2.2	1.4	132B0247

표 4.7

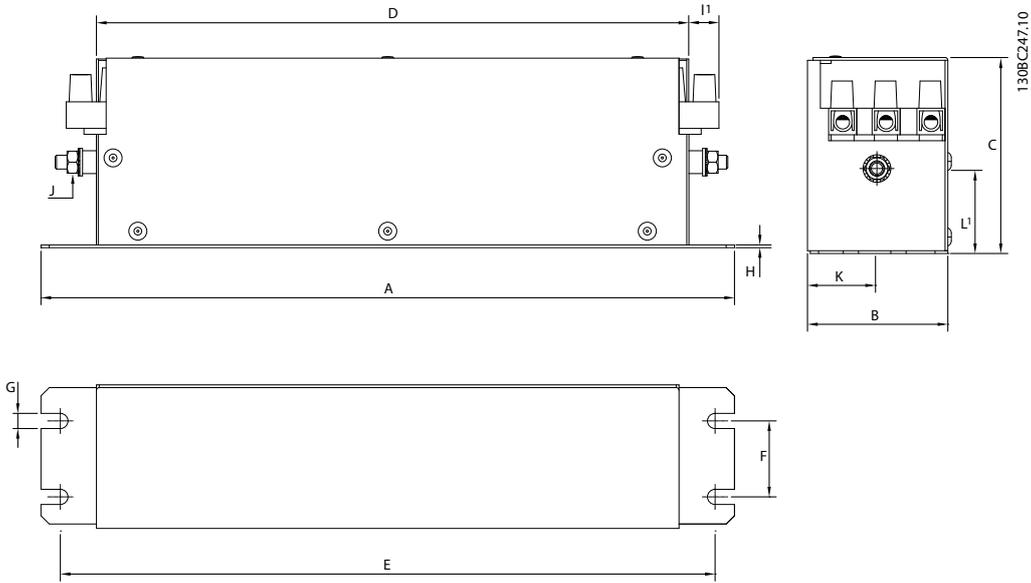


그림 4.2

## 5 설치방법

### 5.1.1 치수

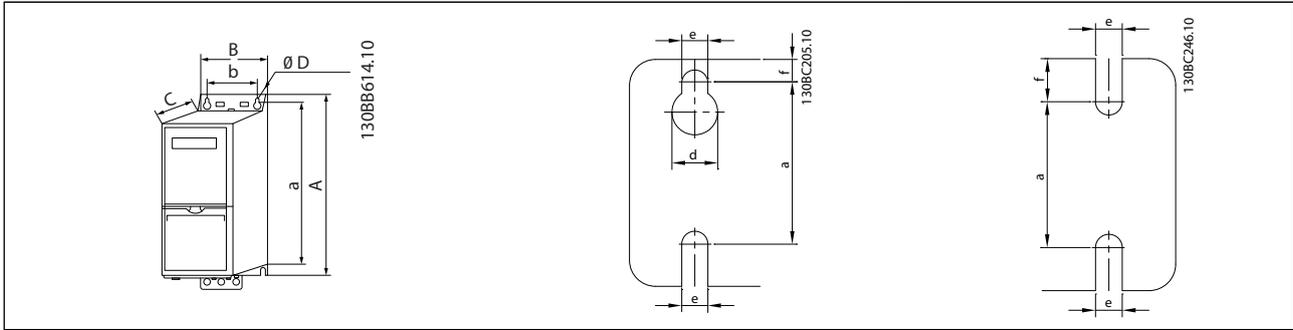


표 5.1

외함		출력 [kW]			높이 [mm]			너비 [mm]		깊이 [mm]	장착용 구멍 [mm]			최대 중량
프레임	IP 클래스	3x200-240V	3x380-480V	3x525-600V	A	"A - 디커플링 플레이트 포함"	a	B	b	C	d	e	f	kg
H1	IP20	0.25-1.5	0.37-1.5		195	273	183	75	56	168	9	4.5	5.3	2.1
H2	IP20	2.2	2.2-4.0		227	303	212	90	65	190	11	5.5	7.4	3.4
H3	IP20	3.7	5.5-7.5		255	329	240	100	74	206	11	5.5	8.1	4.5
H4	IP20	5.5-7.5	11-15		296	359	275	135	105	241	12.6	7	8.4	7.9
H5	IP20	11	18.5-22		334	402	314	150	120	255	12.6	7	8.5	9.5
H6	IP20	15-18.5	30-45	18.5-30	518	595/635 (45 kW)	495	239	200	242	-	8.5	15	24.5
H7	IP20	22-30	55-75	37-55	550	630/690 (75 kW)	521	313	270	335	-	8.5	17	36
H8	IP20	37-45	90	75-90	660	800	631	375	330	335	-	8.5	17	51
H9	IP20			2.2-7.5	269	374	257	130	110	205	11	5.5	9	6.6
H10	IP20			11-15	399	419	380	165	140	248	12	6.8	7.5	12
I2	IP54		0.75-4.0		332	-	318.5	115	74	225	11	5.5	9	5.3
I3	IP54		5.5-7.5		368	-	354	135	89	237	12	6.5	9.5	7.2
I4	IP54		11-18.5		476	-	460	180	133	290	12	6.5	9.5	13.8
I5	IP54		11-18.5		480	-	454	242	210	260	19	9	9	23
I6	IP54		22-37		650	-	624	242	210	260	19	9	9	27
I7	IP54		45-55		680	-	648	308	272	310	19	9	9.8	45
I8	IP54		75-90		770	-	739	370	334	335	19	9	9.8	65

표 5.2

치수는 실제 유닛의 치수이므로 어플리케이션에 설치할 때는 유닛의 위와 아래로 공기가 통할 수 있도록 여유 공간을 확보할 필요가 있습니다. 공기가 통할 수 있는 여유 공간 크기는 표 5.3에 나열되어 있습니다.

외함		공기가 통하는 데 필요한 여유 공간 [mm]	
프레임	IP 클래스	유닛 위	유닛 아래
H1	20	100	100
H2	20	100	100
H3	20	100	100
H4	20	100	100
H5	20	100	100
H6	20	200	200
H7	20	200	200
H8	20	225	225
H9	20	100	100
H10	20	200	200
I2	54	100	100
I3	54	100	100
I4	54	100	100
I5	54	200	200
I6	54	200	200
I7	54	200	200
I8	54	225	225

표 5.3 공기가 통하는 데 필요한 여유 공간 [mm]

5.1.2 포장 치수

외함 프레임 용량 주전원 전압	H1	H2	H3	H4	H5	H6	H7	H8	H9	H10	I2	I3	I4	I5	I6	I7	I8	
T2 (200-240 V AC) [kW/HP]	0.25-1.5/ 0.33-2	2.2/ 3	3.7/ 5	5.5-7.5/ 7.5-10	11/ 15	15-18.5/ 20	22-30/ 30-40	37-45/ 50-60										
T4 (380-480 V AC) [kW/HP]	0.37-1.5/ 0.5-2	2.2-4/ 3-5.4	5.5-7.5/ 7.5-10	11-15/ 15-20	18.5-22/ 25-30	30-45/ 40-60	55-75/ 73-100	90/ 125			0.75/ 1.0-5.0	5.5-7.5/ 7.5-10	11-18.5/ 15-25	11-18.5/ 15-25	22-37/ 30-50	45-55/ 60-70	75-90/ 125	
T6 (525-600 V AC) [kW/HP]						18.5-30/ 30-40	37-55/ 60-70	75-90/ 100-125	2.2-7.5/ 3.0-10	11-15/ 15-20								
<b>IP 프레임</b>																		
<b>IP20</b>																		
최대 중량 [kg]	2.1	3.4	4.5	7.9	9.5	24.5	36	51	6.6	11.5	6.1	7.8	13.8	23.3	28.3	41.5	60.5	
포장 치수																		
높이 [mm/인치]	255/ 10.0	300/ 11.8	330/ 13.0	380/ 15.0	420 / 16.5	850	850	850	380	500	440	470	588	850	850	850	950	
너비 [mm/인치]	154/ 6.1	170/ 6.7	188/ 7.4	250/ 9.8	290/ 11.4	370	410	490	290	330	200	240	285	370	370	410	490	
깊이 [mm/인치]	235/ 9.3	260/ 10.2	282/ 11.1	375/ 14.8	375/ 14.8	460	540	490	200	350	300	330	385	460	460	540	490	

표 5.4

### 5.1.3 옆면끼리 나란히 붙여서 설치

주파수 변환기는 옆면끼리 나란히 붙여서 장착할 수 있으나 냉각을 위해 상단과 하단에 각각 여유 공간이 필요합니다.

프레임	IP 클래스	출력 [kW]			상단/하단 여유 공간 [mm/인치]
		3x200-240V	3x380-480V	3x525-600V	
H1	IP20	0.25-1.5	0.37-1.5		100/4
H2	IP20	2.2	2.2-4		100/4
H3	IP20	3.7	5.5-7.5		100/4
H4	IP20	5.5-7.5	11-15		100/4
H5	IP20	11	18.5-22		100/4
H6	IP20	15-18.5	30-45	18.5-30	200/7.9
H7	IP20	22-30	55-75	37-55	200/7.9
H8	IP20	37-45	90	75-90	225/8.9
H9	IP20			2.2-7.5	100/4
H10	IP20			11-15	200/7.9

표 5.5

### 참고

IP21/Nema Type1 옵션 키트가 장착되어 있는 경우, 유닛 사이에 50mm의 간격이 필요합니다.

### 5.1.4 현장 설치

IP21/TYPE 1 키트가 권장됩니다.

## 5.2 전기적 기술 자료

### 5.2.1 전기적인 개요

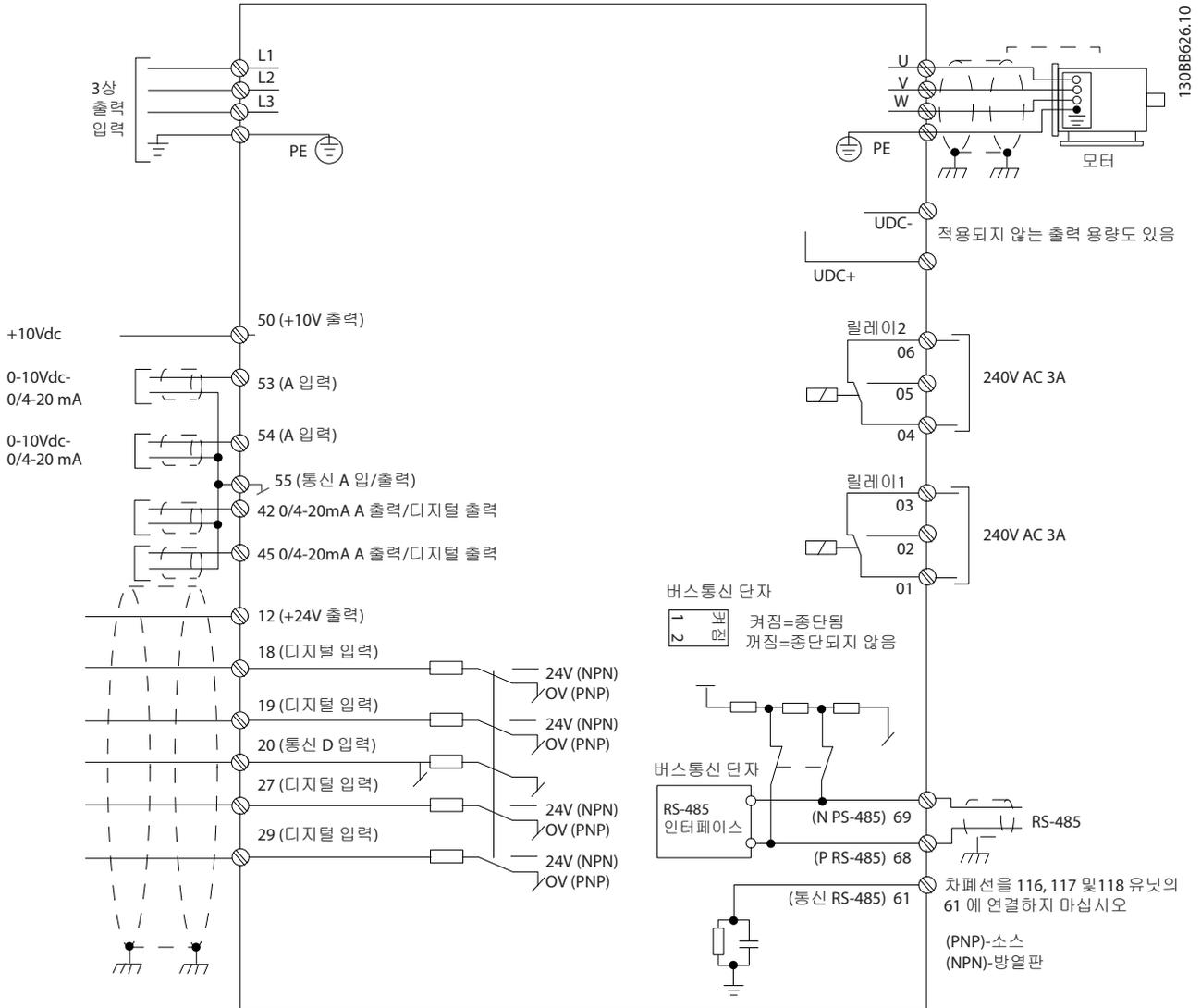


그림 5.1

## 참고

다음 유닛의 UDC-와 UDC+ 에는 접근할 수 없습니다.

IP20 380-480V 30-90kW

IP20 200-240V 15-45kW

IP20 525-600V 2.2-90kW

IP54 380-480V 22-90kW

## 5.2.2 전기적인 설치(일반적인 내용)

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

프레임	IP 클래스	출력 [kW]		토크 [Nm]					
		3x200-240V	3x380-480V	라인	모터	직류 연결	제어 단자	접지	릴레이
H1	IP20	0.25-1.5	0.37-1.5	1.4	0.8	0.8	0.5	0.8	0.5
H2	IP20	2.2	2.2-4	1.4	0.8	0.8	0.5	0.8	0.5
H3	IP20	3.7	5.5-7.5	1.4	0.8	0.8	0.5	0.8	0.5
H4	IP20	5.5-7.5	11-15	1.2	1.2	1.2	0.5	0.8	0.5
H5	IP20	11	18.5-22	1.2	1.2	1.2	0.5	0.8	0.5
H6	IP20	15-18	30-45	4.5	4.5	-	0.5	3	0.5
H7	IP20	22-30	55	10	10	-	0.5	3	0.5
H7	IP20	-	75	14	14	-	0.5	3	0.5
H8	IP20	37-45	90	24 <sup>2</sup>	24 <sup>2</sup>	-	0.5	3	0.5

표 5.6

프레임	IP 클래스	출력 [kW]		토크 [Nm]					
		3x380-480V	라인	모터	직류 연결	제어 단자	접지	릴레이	
I2	IP54	0.75-4.0	1.4	0.8	0.8	0.5	0.8	0.5	
I3	IP54	5.5-7.5	1.4	0.8	0.8	0.5	0.8	0.5	
I4	IP54	11-18.5	1.4	0.8	0.8	0.5	0.8	0.5	
I5	IP54	11-18.5	1.8	1.8	-	0.5	3	0.6	
I6	IP54	22-37	4.5	4.5	-	0.5	3	0.6	
I7	IP54	45-55	10	10	-	0.5	3	0.6	
I8	IP54	75-90	14/24 <sup>1</sup>	14/24 <sup>1</sup>	-	0.5	3	0.6	

표 5.7

프레임	IP 클래스	출력 [kW]		토크 [Nm]					
		3x525-600V	라인	모터	직류 연결	제어 단자	접지	릴레이	
H9	IP20	2.2-7.5	1.8	1.8	권장 안함	0.5	3	0.6	
H10	IP20	11-15	1.8	1.8	권장 안함	0.5	3	0.6	
H6	IP20	18.5-30	4.5	4.5	-	0.5	3	0.5	
H7	IP20	37-55	10	10	-	0.5	3	0.5	
H8	IP20	75-90	14/24 <sup>1</sup>	14/24 <sup>1</sup>	-	0.5	3	0.5	

표 5.8 자세한 조임강도

<sup>1</sup> 케이블 치수  $\leq 95 \text{ mm}^2$

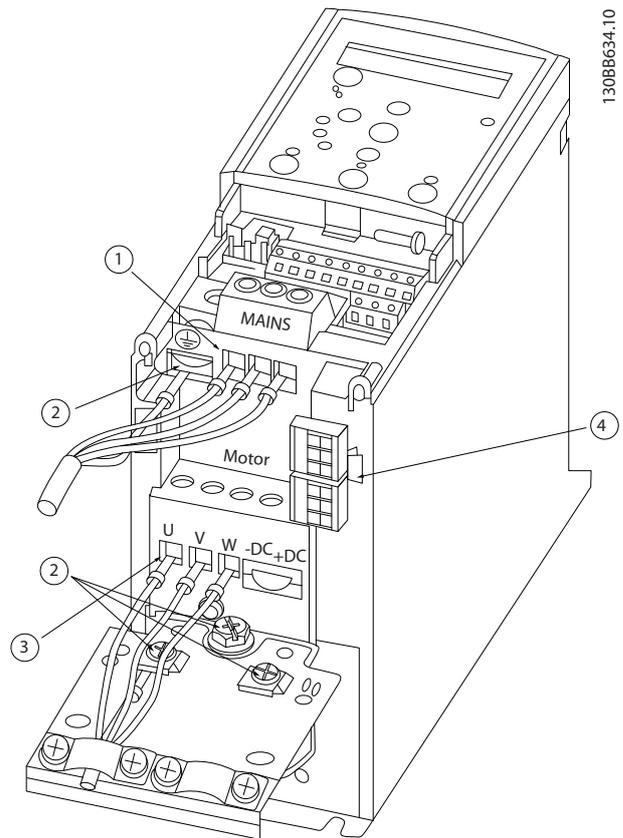
<sup>2</sup> 케이블 치수  $> 95 \text{ mm}^2$

### 5.2.3 주전원 및 모터에 연결

주파수 변환기는 모든 표준형 3상 비동기 모터를 운전하도록 설계되어 있습니다. 와이어의 최대 단면적은 8.2 일반사양을 참조하십시오.

- 차폐/보호된 모터 케이블을 사용하여 EMC 방사 사양을 준수하고 이 모터 케이블을 디커플링 플레이트와 모터 금속 외함에 모두 연결하십시오.
- 모터 케이블의 길이를 가능한 짧게 하여 소음 수준과 누설 전류량을 최소화하십시오.
- 디커플링 플레이트 장착에 관한 자세한 내용은 FC 101 디커플링 플레이트 장착 지침 MI02Q를 참조하십시오.
- 또한 VLT® HVAC Basic 설계 지침서, MG18C의 EMC 규정에 따른 설치를 참조하십시오.

1. 접지선을 접지 단자에 장착합니다.
2. 모터를 단자 U, V 및 W에 연결합니다.
3. 주전원 공급을 단자 L1/L, L2 및 L3에 장착하고 조입니다.



5

그림 5.2 H1-H5 프레임  
IP20 200-240V 0.25-11kW 및 IP20 380-480V  
0.37-22kW

1	라인
2	접지
3	모터
4	릴레이

표 5.9

5

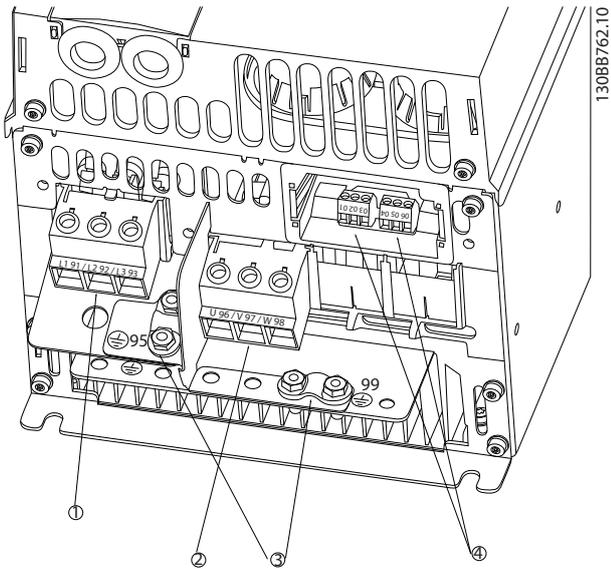


그림 5.3 H6 프레임  
 IP20 380-480V 30-45kW  
 IP20 200-240V 15-18.5kW  
 IP20 525-600V 22-30kW

1	라인
2	모터
3	접지
4	릴레이

표 5.10

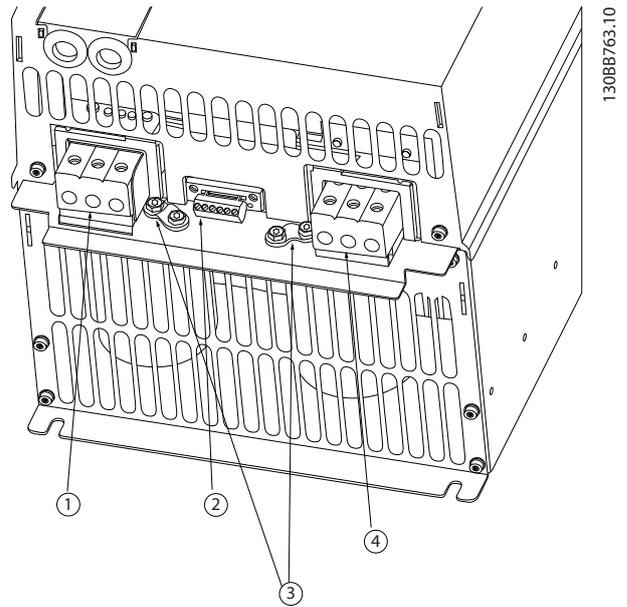


그림 5.4 H7 프레임  
 IP20 380-480V 55-75kW  
 IP20 200-240V 22- 30kW  
 IP20 525-600V 45-55kW

1	라인
2	릴레이
3	접지
4	모터

표 5.11

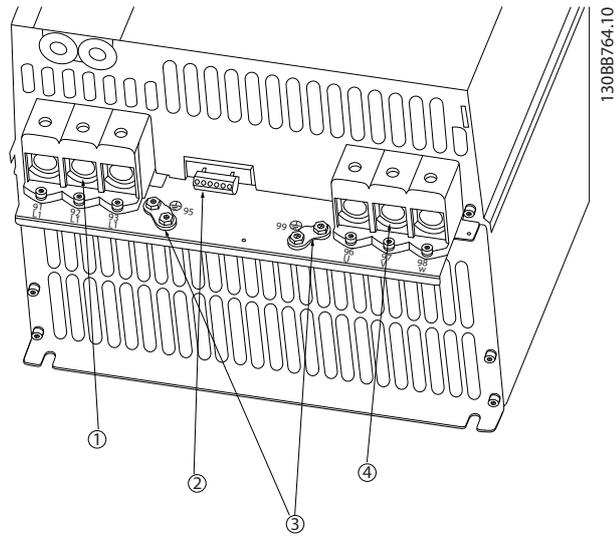


그림 5.5 H8 프레임  
 IP20 380-480V 90kW  
 IP20 200-240V 37-45kW  
 IP20 525-600V 75-90kW

1	라인
2	릴레이
3	접지
4	모터

표 5.12

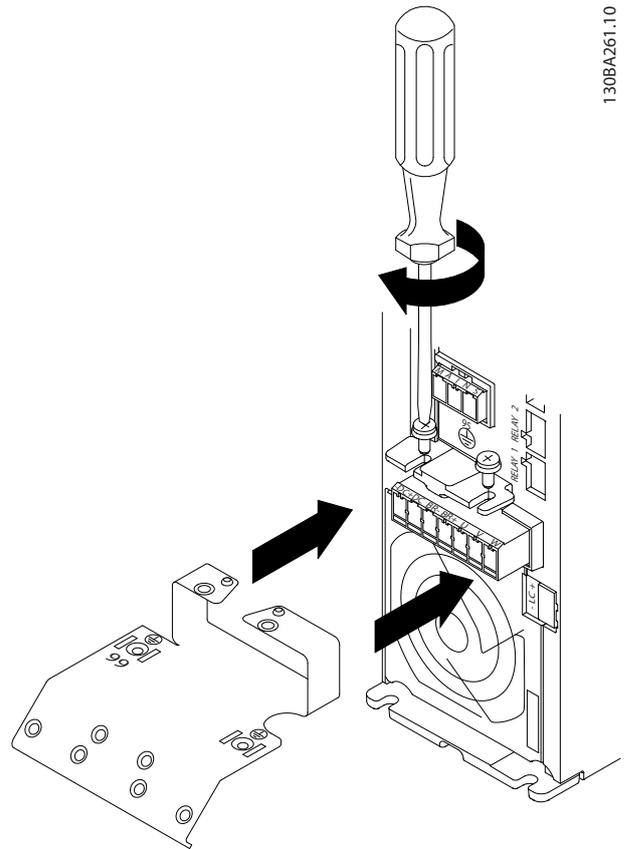


그림 5.7

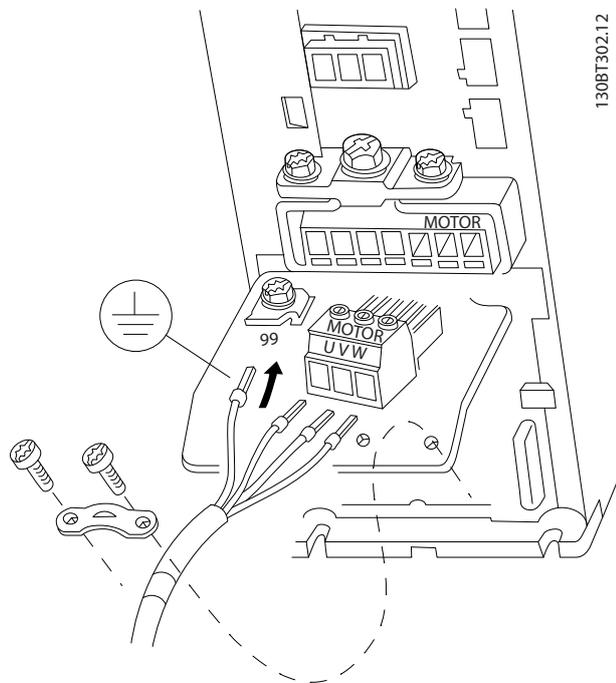


그림 5.6 H9 프레임  
 IP20 600V 2.2-7.5kW

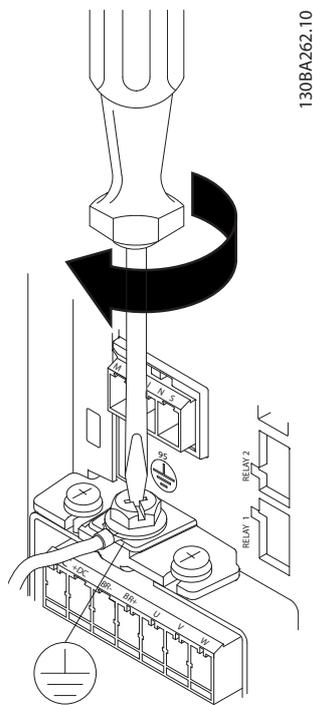


그림 5.8

5

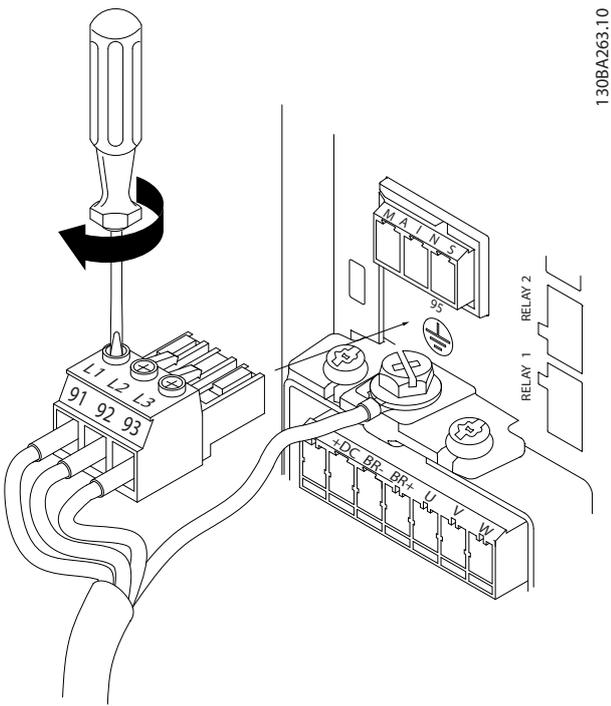


그림 5.9

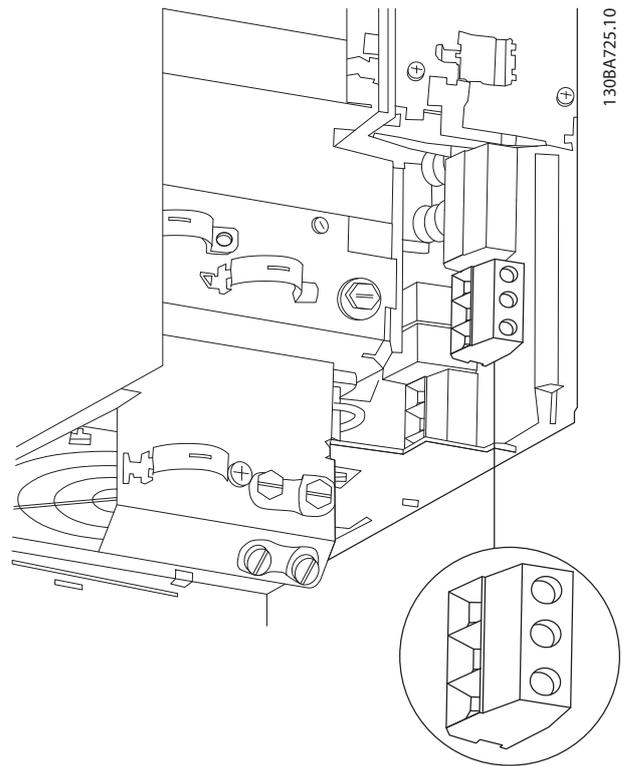


그림 5.11 H10 프레임  
IP20 600V 11-15kW

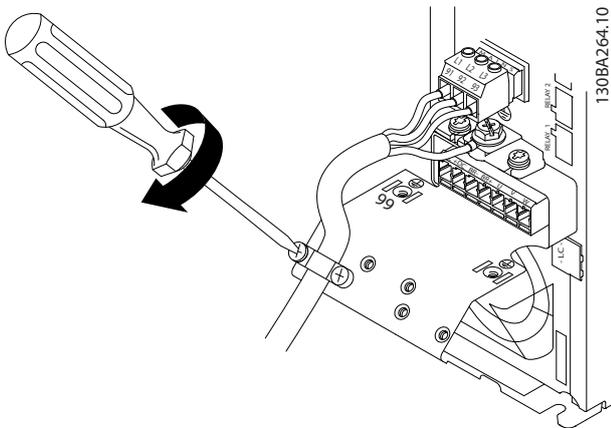


그림 5.10

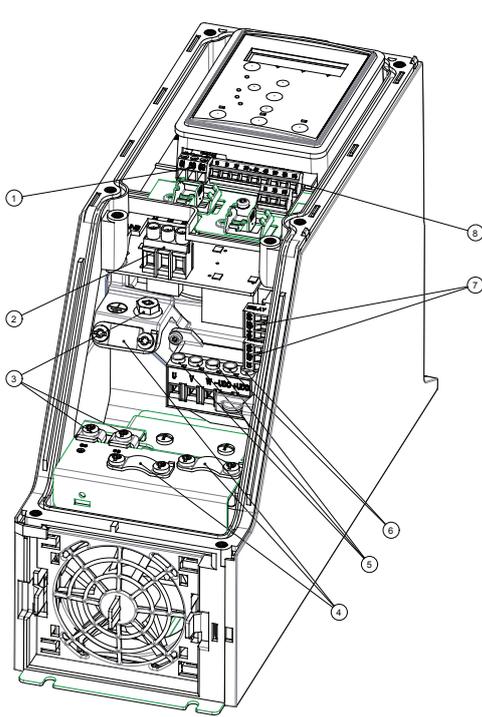


그림 5.12 I2 프레임  
IP54 380-480V 0.75-4.0kW

1	RS-485
2	라인 입력
3	접지
4	와이어 클램프
5	모터
6	UDC
7	릴레이
8	I/O

표 5.13

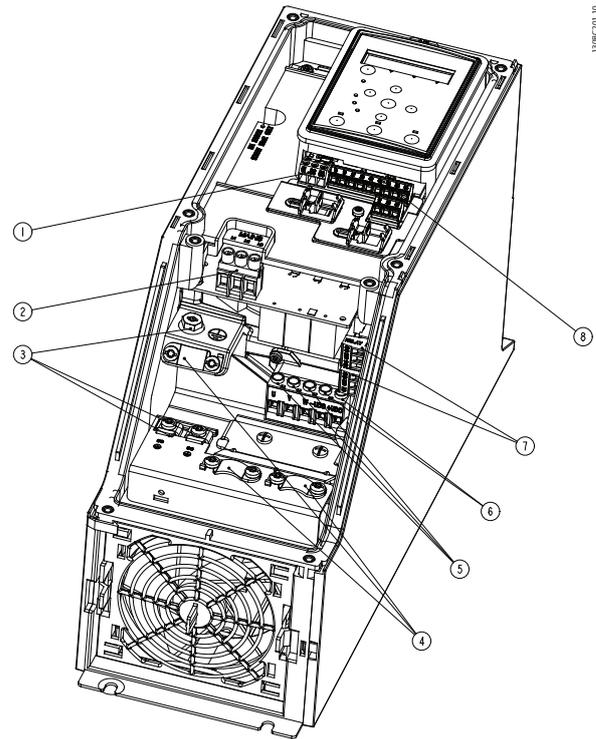
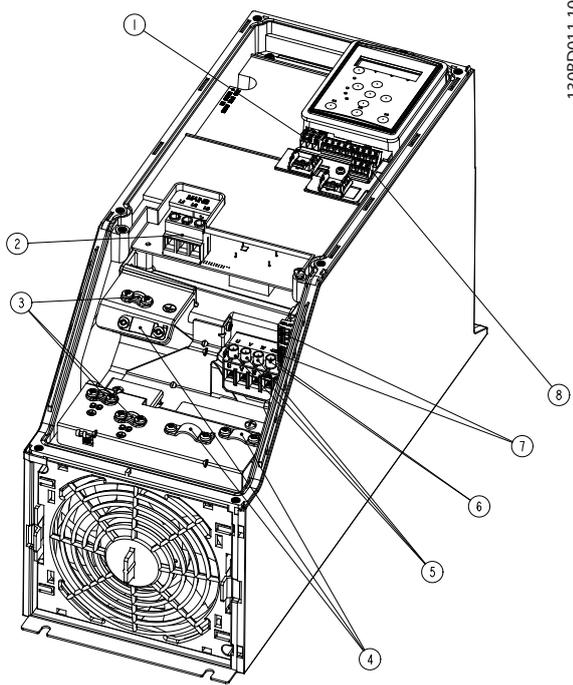


그림 5.13 I3 프레임  
IP54 380-480V 5.5-7.5kW

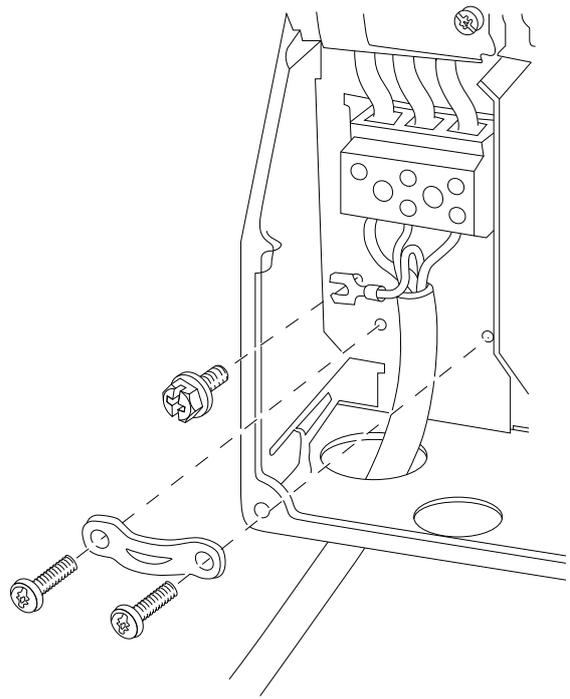
1	RS-485
2	라인 입력
3	접지
4	와이어 클램프
5	모터
6	UDC
7	릴레이
8	I/O

표 5.14



130BD011.10

그림 5.14 I4 프레임  
IP54 380-480V 0.75-4.0kW

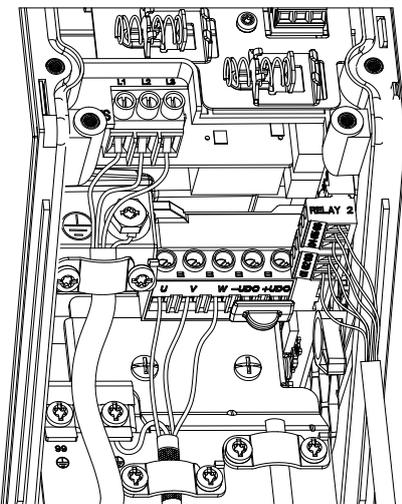


130BT326.10

그림 5.16 I6 프레임  
IP54 380-480V 22-37kW

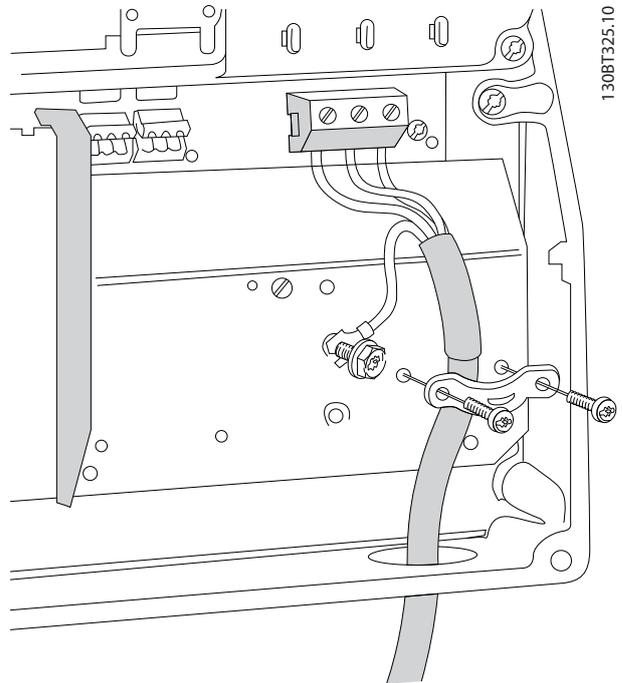
1	RS-485
2	라인 입력
3	접지
4	와이어 클램프
5	모터
6	UDC
7	릴레이
8	I/O

표 5.15



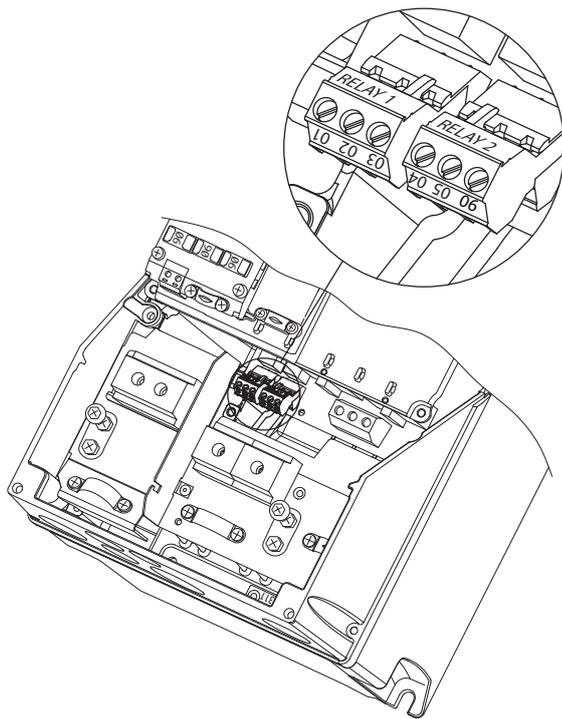
130BC203.10

그림 5.15 IP54 I2-I3-I4 프레임



130BT325.10

그림 5.17 I6 프레임  
IP54 380-480V 22-37kW



130BA215.10

### 5.2.4 퓨즈

#### 분기 회로 보호

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

#### 단락 회로 보호

덴포스는 장치에 내부 고장이 발생하거나 직류단에 단락이 발생한 경우, 아래 표에 언급된 퓨즈를 사용하여 서비스 기사 또는 다른 장비를 보호하라고 권장합니다. 주파수 변환기는 모터에 단락이 발생한 경우 완벽한 단락 보호 기능을 제공합니다.

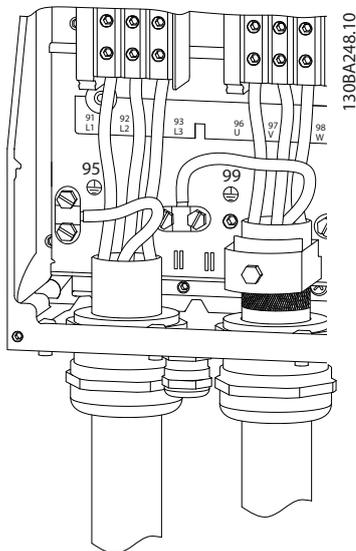
#### 과전류 보호

설비 케이블의 과열을 방지하려면 과부하로부터 보호해야 합니다. 과전류 보호 기능은 항상 국제 규정에 따라 사용해야 합니다. 퓨즈는 최대 100,000Arms(대칭), 480V 를 공급할 수 있는 회로를 보호하도록 설계되어야 합니다.

#### UL 비준수

UL/cUL 을 준수하지 않아도 되는 경우, 덴포스는 표 5.16에 언급된 퓨즈를 사용하라고 권장하며 이들 퓨즈는 IEC 61800-5-1 에 부합합니다. 퓨즈 권장 사항을 준수하지 않으면 고장이 발생한 경우 주파수 변환기에 손상을 줄 수 있습니다.

그림 5.18 I6 프레임  
IP54 380-480V 22-37kW



130BA248.10

그림 5.19 I7, I8 프레임  
IP54 380-480V 45-55kW  
IP54 380-480V 75-90kW

	회로 차단기		퓨즈				
	UL	비 UL	UL				비 UL
			Bussman n	Bussman n	Bussman n	Bussmann	최대 퓨즈
출력 [kW]			유형 RK5	유형 RK1	유형 J	유형 T	유형 G
<b>3x200-240 V IP20</b>							
0.25			FRS-R-10	KTN-R10	JKS-10	JIN-10	10
0.37			FRS-R-10	KTN-R10	JKS-10	JIN-10	10
0.75			FRS-R-10	KTN-R10	JKS-10	JIN-10	10
1.5			FRS-R-10	KTN-R10	JKS-10	JIN-10	10
2.2			FRS-R-15	KTN-R15	JKS-15	JIN-15	16
3.7			FRS-R-25	KTN-R25	JKS-25	JIN-25	25
5.5			FRS-R-50	KTN-R50	JKS-50	JIN-50	50
7.5			FRS-R-50	KTN-R50	JKS-50	JIN-50	50
11			FRS-R-80	KTN-R80	JKS-80	JIN-80	65
15	Cutler-Hammer EGE3100FFG	Moeller NZMB1-A125	FRS-R-100	KTN-R100			125
18.5			FRS-R-100	KTN-R100			125
22	Cutler-Hammer JGE3150FFG	Moeller NZMB1-A160	FRS-R-150	KTN-R150			160
30			FRS-R-150	KTN-R150			160
37	Cutler-Hammer JGE3200FFG	Moeller NZMB1-A200	FRS-R-200	KTN-R200			200
45			FRS-R-200	KTN-R200			200
<b>3x380-480 V IP20</b>							
0.37			FRS-R-10	KTS-R10	JKS-10	JJS-10	10
0.75			FRS-R-10	KTS-R10	JKS-10	JJS-10	10
1.5			FRS-R-10	KTS-R10	JKS-10	JJS-10	10
2.2			FRS-R-15	KTS-R15	JKS-15	JJS-15	16
3			FRS-R-15	KTS-R15	JKS-15	JJS-15	16
4			FRS-R-15	KTS-R15	JKS-15	JJS-15	16
5.5			FRS-R-25	KTS-R25	JKS-25	JJS-25	25
7.5			FRS-R-25	KTS-R25	JKS-25	JJS-25	25
11			FRS-R-50	KTS-R50	JKS-50	JJS-50	50
15			FRS-R-50	KTS-R50	JKS-50	JJS-50	50
18.5			FRS-R-80	KTS-R80	JKS-80	JJS-80	65
22			FRS-R-80	KTS-R80	JKS-80	JJS-80	65
30	Cutler-Hammer EGE3125FFG	Moeller NZMB1-A125	FRS-R-80	KTS-R80	JKS-R80	JJS-R80	80
37			FRS-R-100	KTS-R100	JKS-R100	JJS-R100	100
45			FRS-R-125	KTS-R125	JKS-R125	JJS-R125	125
55	Cutler-Hammer JGE3200FFG	Moeller NZMB1-A200	FRS-R-150	KTS-R150	JKS-R150	JJS-R150	150
75			FRS-R-200	KTS-R200	JKS-R200	JJS-R200	200
90	Cutler-Hammer JGE3250FFG	Moeller NZMB2-A250	FRS-R-250	KTS-R250	JKS-R250	JJS-R250	250

표 5.16

	회로 차단기		퓨즈				
	UL	비 UL	UL			비 UL	
			Bussman n	Bussman n	Bussman n	Bussman n	최대 퓨즈
출력 [kW]			유형 RK5	유형 RK1	유형 J	유형 T	유형 G
<b>3x525-600V IP20</b>							
2.2				KTS-R20			20
3				KTS-R20			20
3.7				KTS-R20			20
5.5				KTS-R20			20
7.5				KTS-R20			30
11				KTS-R30			35
15				KTS-R30			35
18.5	Cutler-Hammer EGE3080FFG	Cutler-Hammer EGE3080FFG	FRS-R-80	KTN-R80			80
22			FRS-R-80	KTN-R80			80
30			FRS-R-80	KTN-R80			80
37	Cutler-Hammer JGE3125FFG	Cutler-Hammer JGE3125FFG	FRS-R-125	KTN-R125			125
45			FRS-R-125	KTN-R125			125
55			FRS-R-125	KTN-R125			125
75	Cutler-Hammer JGE3200FAG	Cutler-Hammer JGE3200FAG	FRS-R-200	KTN-R200			200
90			FRS-R-200	KTN-R200			200
<b>3x380-480 V IP54</b>							
0.75							
1.5							
2.2							
3							
4							
5.5							
7.5							
11							
15							
18.5							
22	Moeller NZMB1- A125						125
30							125
37							125
45	Moeller NZMB2- A160						160
55							160
75	Moeller NZMB2- A250						200
90							200

표 5.17 퓨즈

### 5.2.5 EMC 규정에 따른 전기적인 설치

EMC 규정에 따른 전기적인 설치를 위해 준수해야 할 일반적인 사항.

- 차폐/보호된 모터 케이블과 차폐/보호된 제어 케이블만 사용하십시오.
- 차폐선의 양단을 접지에 연결하십시오.
- 차폐선 끝부분을 (돼지꼬리 모양으로) 꼬아서 설치하면 높은 주파수 대역에서 차폐 효과가 감소하게 되므로 절대 피하십시오. 대신 제공된 케이블 클램프를 사용하십시오.
- 설치 나사를 통해 설치 플레이트에서 주파수 변환기의 금속 외함까지의 전기적 접촉을 양호하게 하는 것이 중요합니다.
- 스타와셔와 갈바닉 절연된 전도성 설치 플레이트를 사용하십시오.
- 설치 외함에 비차폐/비보호 모터 케이블을 사용하지 마십시오.

5

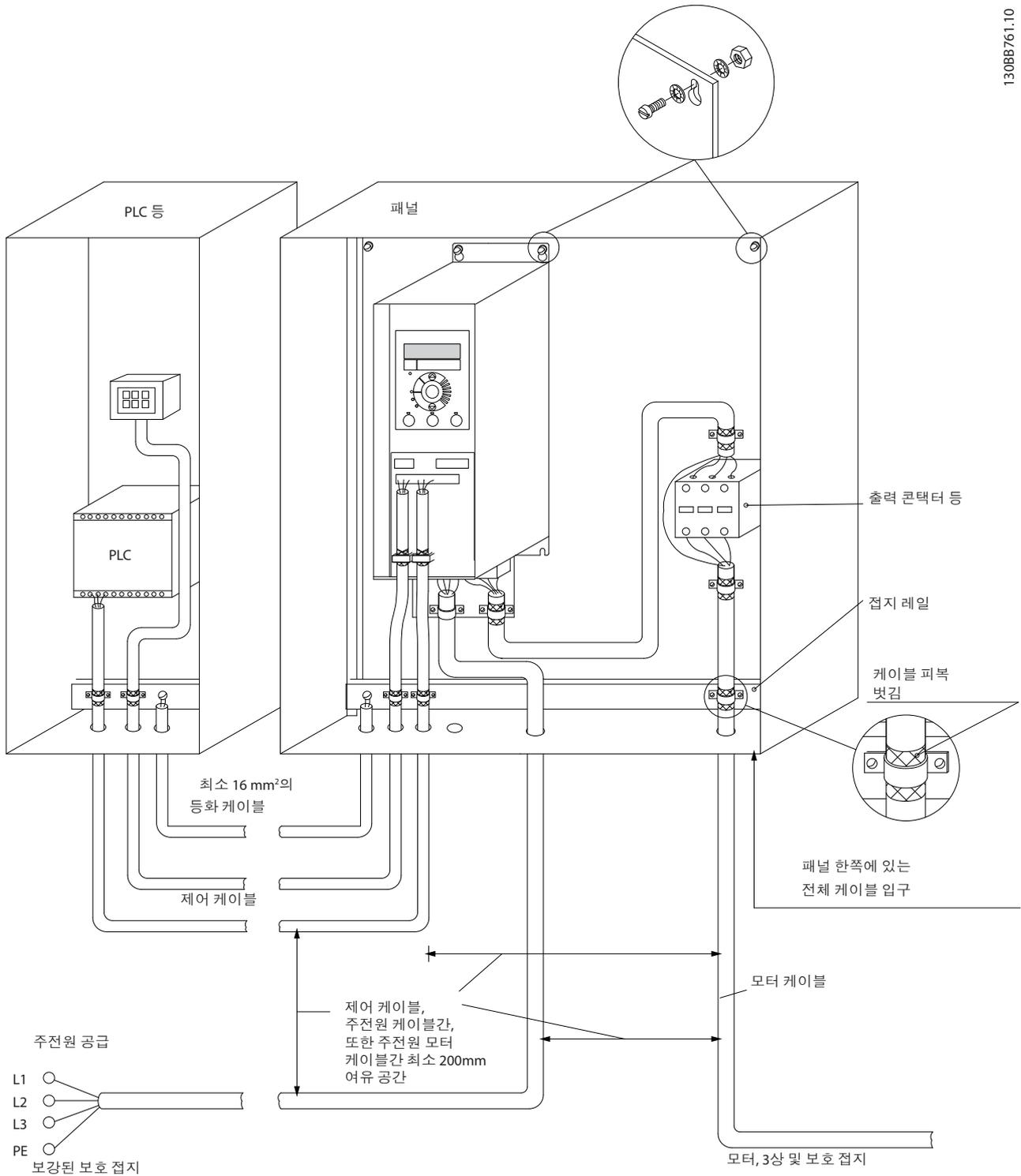


그림 5.20 EMC 규정에 따른 전기적인 설치

**참고**

복미의 경우, 차폐된 케이블 대신 금속 도관을 사용하십시오.

### 5.2.6 제어 단자

IP20 200-240V 0.25-11kW 및 IP20 380-480V 0.37-22kW:

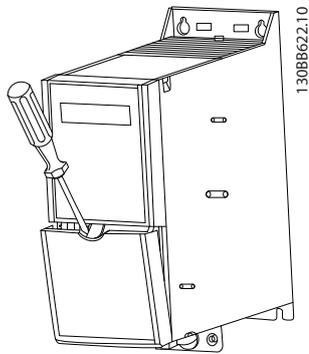


그림 5.21 제어 단자의 위치

1. 스크류드라이버를 단자 덮개 뒤에 끼워 스냅을 활성화하십시오.
2. 스크류드라이버를 바깥쪽으로 비틀어 덮개를 여십시오.

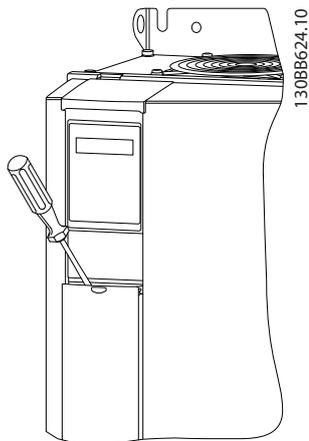


그림 5.22 IP20 380-480V 30-90kW

1. 스크류드라이버를 단자 덮개 뒤에 끼워 스냅을 활성화하십시오.
2. 스크류드라이버를 바깥쪽으로 비틀어 덮개를 여십시오.

5-00 Digital Input Mode(기본값은 PNP)에서 디지털 입력 18, 19 및 27 모드가 설정되어 있고 5-03 Digital Input 29 Mode(기본값은 PNP)에서 디지털 입력 29 모드가 설정되어 있습니다.

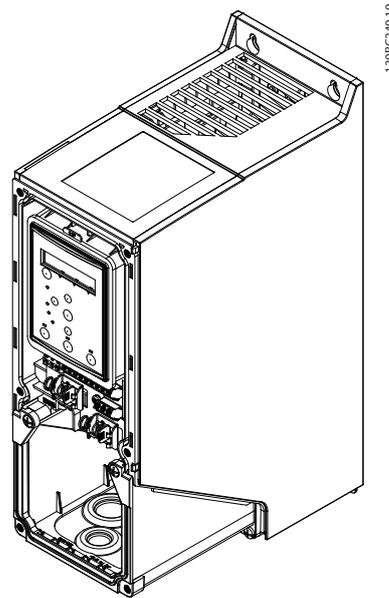


그림 5.23 IP54 400V 0.75-7.5kW

1. 전면 덮개를 제거합니다.

#### 제어 단자

그림 5.24은 주파수 변환기의 모든 제어 단자를 나타냅니다. 기동(단자 18) 및 단자 12-27 과 아날로그 지령 간 연결(단자 53 또는 54 와 55)을 적용하면 주파수 변환기가 운전을 시작합니다.

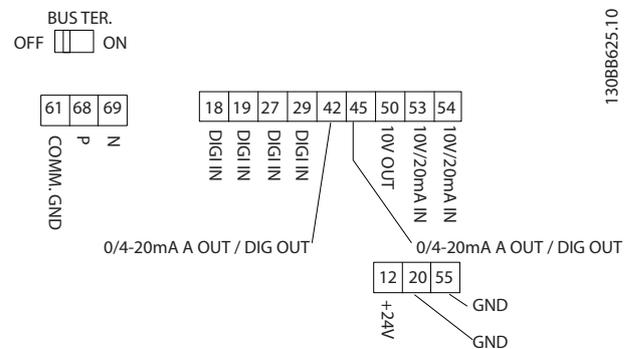


그림 5.24 제어 단자

## 6 프로그래밍 방법

### 6.1 MCT 10 셋업 소프트웨어를 이용한 프로그래밍

MCT 10 셋업 소프트웨어를 설치한 다음 RS-485 COM 단자를 통해 PC로 주파수 변환기를 프로그래밍할 수 있습니다. 이 소프트웨어는 코드 번호 130B1000을 이용하여 주문할 수도 있고 덴포스 웹사이트: [www.danfoss.com/BusinessAreas/DrivesSolutions/softwaredownload](http://www.danfoss.com/BusinessAreas/DrivesSolutions/softwaredownload)에서 다운로드할 수도 있습니다. 모션컨트롤 도구, MG10R을 참조하십시오.

### 6.2 현장 제어 패널(LCP)

다음 지침은 FC 101 LCP가 있는 경우에 해당하는 내용입니다. LCP는 4가지 기능별 섹션으로 나뉘어집니다.

- A. 영숫자 방식의 표시창
- B. 메뉴 키
- C. 검색 키 및 표시 램프(LED)
- D. 운전 키 및 표시 램프(LED)

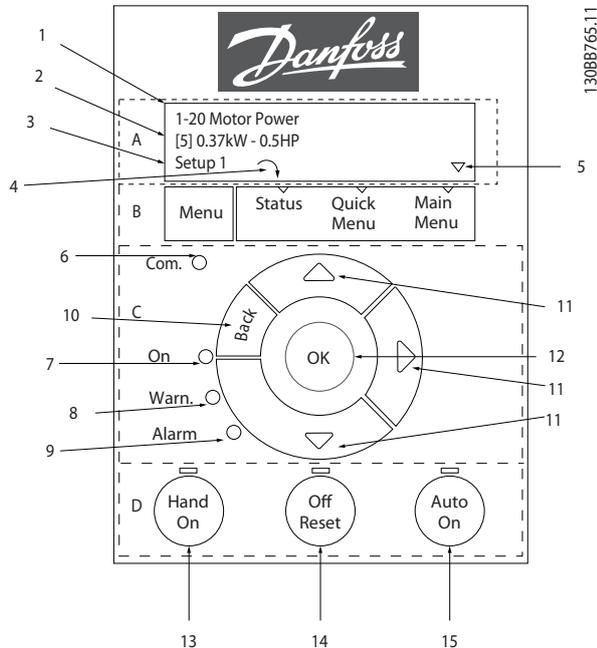


그림 6.1

#### A. 영숫자 방식의 표시창

LCD 표시창에는 백라이트가 적용되었으며 영숫자로 2줄이 표시됩니다. 모든 데이터는 LCP에 표시됩니다.

정보를 표시창에서 읽을 수 있습니다.

1	파라미터 번호 및 이름
2	파라미터 값
3	셋업 번호는 활성 셋업과 설정 셋업을 표시합니다. 만일 동일한 셋업이 활성 셋업과 설정 셋업의 역할을 모두 수행하는 경우, 하나의 셋업 번호만 표시됩니다(초기 설정). 활성 셋업과 설정 셋업이 서로 다른 경우에는 두 번호가 모두 표시창에 표시됩니다(셋업 12). 이 때, 깜박이는 번호가 설정 셋업입니다.
4	모터 회전 방향은 표시창 왼쪽 하단에 표시되며 작은 화살표가 시계방향 또는 반시계방향을 가리키고 있습니다.
5	LCP가 상태, 단축 메뉴 또는 주 메뉴에 있을 때는 삼각형이 나타납니다.

표 6.1

#### B. 메뉴 키

메뉴 키를 사용하여 상태, 단축 메뉴 또는 주 메뉴를 선택합니다.

#### C. 검색 키 및 표시 램프(LED)

6	통신 LED: 버스통신이 통신 중일 때 점멸합니다.
7	녹색 LED/On: 제어부가 동작하고 있음을 의미합니다.
8	황색 LED/경고: 경고 메시지를 의미합니다.
9	적색 LED 점멸/알람: 알람을 의미합니다.
10	[Back]: 검색 내용의 이전 단계 또는 이전 수준으로 이동할 때 사용합니다.
11	[▲] [▼] [▶]: 다른 파라미터 그룹 및 다른 파라미터로 이동하거나 파라미터의 각종 항목을 확인할 때 사용합니다. 현장 지령을 설정할 때에도 사용할 수 있습니다.
12	[OK]: 파라미터를 선택할 때 또는 파라미터 설정의 변경을 저장할 때 사용합니다.

표 6.2

#### D. 운전 키 및 표시 램프(LED)

13	[Hand On]: 모터를 기동할 때 또는 LCP를 이용하여 현장에서 주파수 변환기를 제어할 때 사용합니다. <b>참고</b> 단자 27 디지털 입력(5-12 Terminal 27 Digital Input)의 초기 설정값은 코스팅 인버스입니다. 이는 단자 27에 24V가 없으면 [Hand On]이 모터를 기동하지 않음을 의미합니다. 단자 12를 단자 27에 연결하십시오.
14	[Off/Reset]: 모터를 정지(꺼짐)시키는 데 사용합니다. 알람 모드에서는 알람이 리셋됩니다.
15	[Auto On]: 제어 단자 또는 직렬 통신을 통해 주파수 변환기가 제어됩니다.

표 6.3

### 전원 인가 시

첫 번째 전원 인가 시 원하는 언어를 선택하십시오. 원하는 언어를 선택하고 나면 다음 전원 인가 시 이 화면이 다시는 나타나지 않지만 언어는 0-01 Language 에서 언제든지 변경할 수 있습니다.

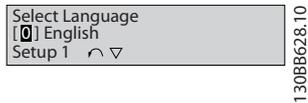


그림 6.2

## 6.3 메뉴

### 6.3.1 상태

[Status] 메뉴를 선택할 때 다음 중에서 선택할 수 있습니다.

- 모터 주파수(Hz), 16-13 Frequency
- 모터 전류(A), 16-14 Motor current
- 모터 속도 지령(%), 16-02 Reference [%]
- 피드백, 16-52 Feedback[Unit]
- 모터 출력(kW) (0-03 Regional Settings 가 [1] 북미로 설정되어 있으면 모터 출력의 단위가 kW 대신 hp 로 표시됩니다), 16-10 Power [kW](kW 의 경우), 16-11 Power [hp](hp 의 경우)
- 사용자 정의 읽기 16-09 Custom Readout

### 6.3.2 단축 메뉴

주파수 변환기의 단축 셋업을 사용하여 가장 공통된 VLT® HVAC Basic Drive 기능을 프로그래밍합니다. [Quick Menu]는 다음으로 구성됩니다:

- 개회로 어플리케이션용 마법사
- 폐회로 셋업 마법사
- 모터 셋업
- 변경 완료

### 6.3.3 개회로 어플리케이션용 시작 마법사

내장된 마법사 메뉴는 개회로 어플리케이션을 셋업할 수 있도록 명확하고 체계적인 방식으로 주파수 변환기 셋업을 통해 인스톨러를 안내해 줍니다. 여기서 개회로 어플리케이션이란 기동 신호, 아날로그 지령(전압 또는 전류) 및 릴레이 신호(옵션)(적용된 공정에서 피드백 신호가 없음)가 포함된 어플리케이션을 말합니다.

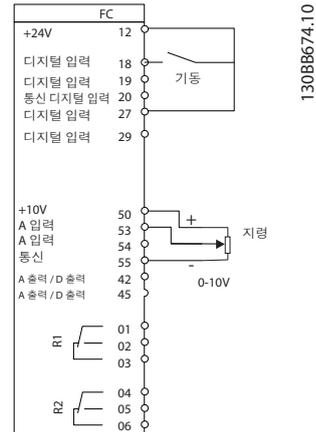


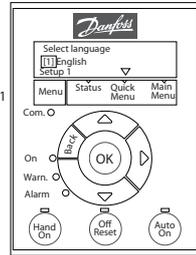
그림 6.3

파라미터가 변경될 때까지 전원을 인가할 때마다 마법사가 나타납니다. 단축 메뉴를 통해 언제든지 마법사에 접근할 수 있습니다. [Ok]를 눌러 마법사를 시작합니다. [Back]을 누르면 FC 101 에서 상태 화면으로 되돌아갑니다.



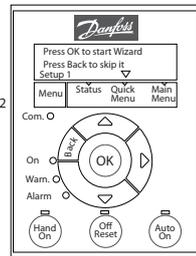
그림 6.4

At power up the user is asked to choose the preferred language.

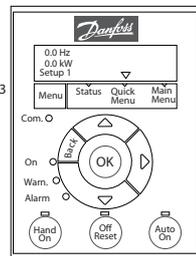


Power Up Screen

The next screen will be the Wizard screen.

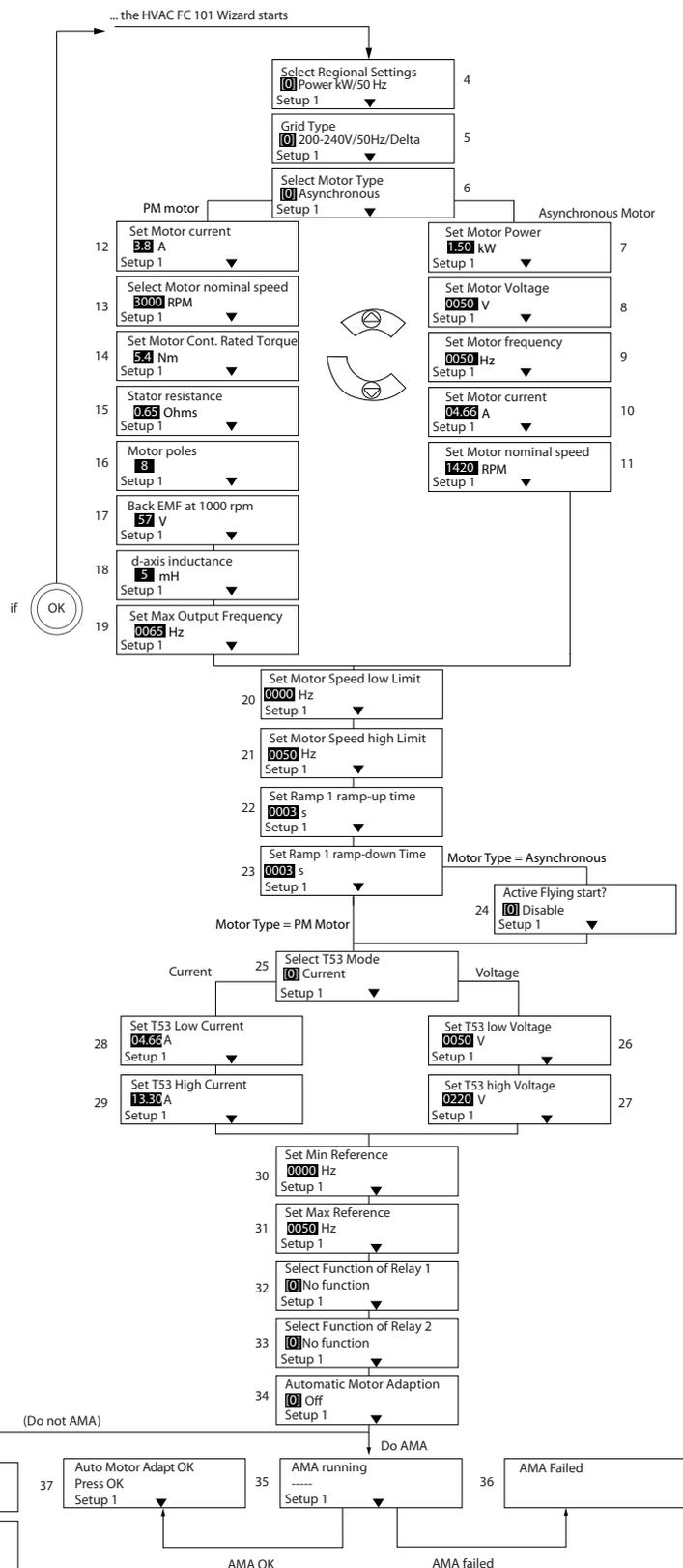


Wizard Screen



Status Screen

The Wizard can always be reentered via the Quick Menu!



130BC244.11

그림 6.5

개회로 어플리케이션용 시작 방법사

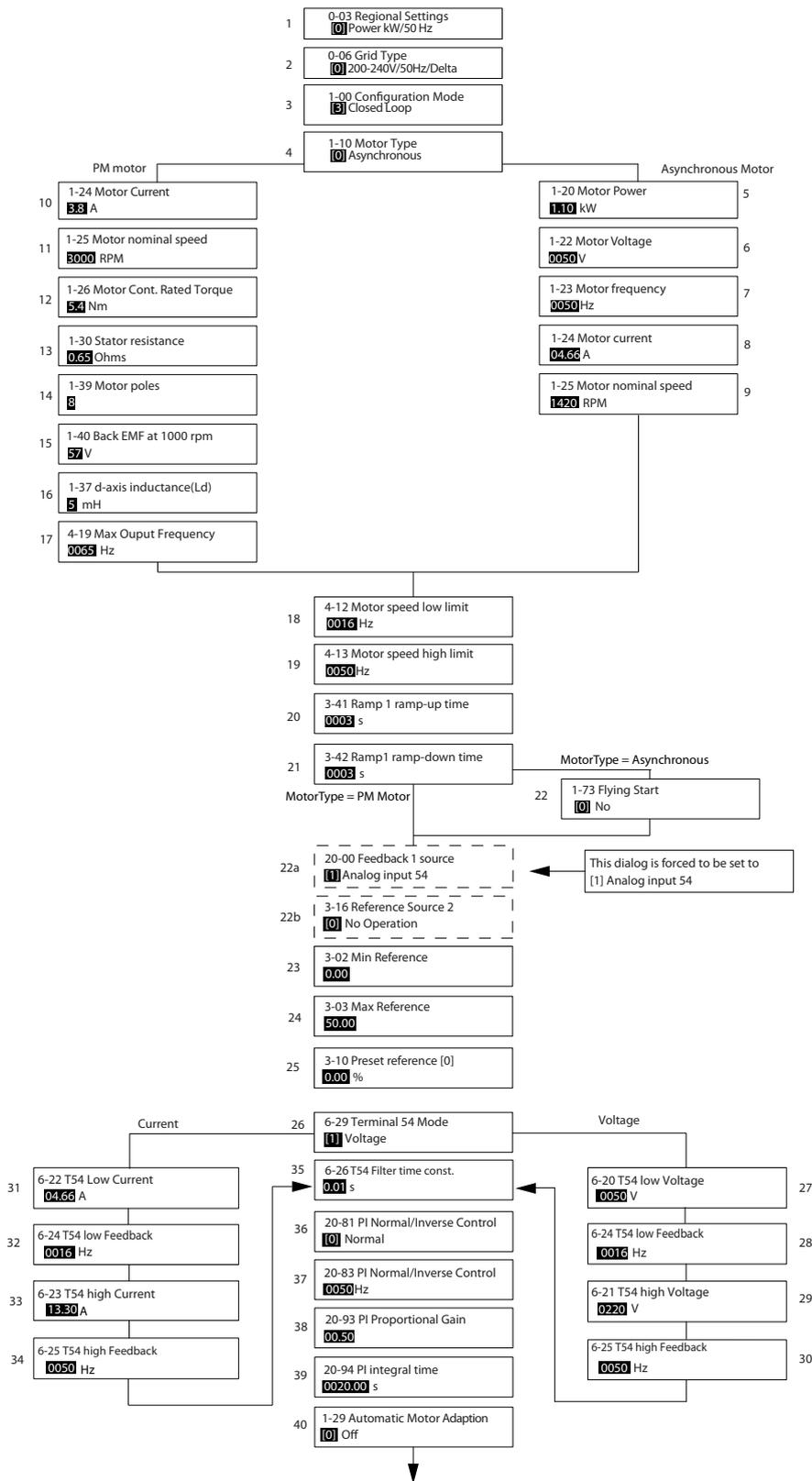
번호 및 이름	범위	초기 설정	기능
0-03 Regional Settings	[0] International [1] US	0	
0-06 GridType	[0] 200-240 V/50 Hz/IT-grid [1] 200-240 V/50 Hz/Delta [2] 200-240 V/50 Hz [10] 380-440 V/50 Hz/IT-grid [11] 380-440 V/50 Hz/Delta [12] 380-440 V/50 Hz [20] 440-480 V/50 Hz/IT-grid [21] 440-480 V/50 Hz/Delta [22] 440-480 V/50 Hz [30] 525-600 V/50 Hz/IT-grid [31] 525-600 V/50 Hz/Delta [32] 525-600 V/50 Hz [100] 200-240 V/60 Hz/IT-grid [101] 200-240 V/60 Hz/Delta [102] 200-240 V/60 Hz [110] 380-440 V/60 Hz/IT-grid [111] 380-440 V/60 Hz/Delta [112] 380-440 V/60 Hz [120] 440-480 V/60 Hz/IT-grid [121] 440-480 V/60 Hz/Delta [122] 440-480 V/60 Hz [130] 525-600 V/60 Hz/IT-grid [131] 525-600 V/60 Hz/Delta [132] 525-600 V/60 Hz	용량에 따라 다름	전원을 차단한 다음 인버터를 주전원 전압에 다시 연결하여 재기동할 운전 모드를 선택합니다.
1-10 Motor Construction	*[0] Asynchron [1] PM, non salient SPM	[0] Asynchron	파라미터 값을 설정하면 다음과 같은 파라미터가 변경될 수 있습니다. 1-01 Motor Control Principle 1-03 Torque Characteristics 1-14 Damping Gain 1-15 Low Speed Filter Time Const 1-16 High Speed Filter Time Const 1-17 Voltage filter time const 1-20 Motor Power 1-22 Motor Voltage 1-23 Motor Frequency 1-24 Motor Current 1-25 Motor Nominal Speed 1-26 Motor Cont. Rated Torque 1-30 Stator Resistance (Rs) 1-33 Stator Leakage Reactance (X1) 1-35 Main Reactance (Xh) 1-37 d-axis Inductance (Ld) 1-39 Motor Poles 1-40 Back EMF at 1000 RPM 1-66 Min. Current at Low Speed 1-72 Start Function 1-73 Flying Start 4-19 Max Output Frequency 4-58 Missing Motor Phase Function
1-20 Motor Power	0.12-110 kW/0.16-150 hp	용량에 따라 다름	모터 명판의 모터 출력을 입력합니다.
1-22 Motor Voltage	50.0-1000.0V	용량에 따라 다름	모터 명판의 모터 전압을 입력합니다.
1-23 Motor Frequency	20.0-400.0 Hz	용량에 따라 다름	모터 명판의 모터 정격 주파수를 입력합니다.

번호 및 이름	범위	초기 설정	기능
1-24 Motor Current	0.01-10000.00A	용량에 따라 다름	모터 명판의 모터 전류를 입력합니다.
1-25 Motor Nominal Speed	100.0-9999.0 RPM	용량에 따라 다름	모터 명판의 모터 정격 회전수를 입력합니다.
1-26 Motor Cont. Rated Torque	0.1-1000.0	용량에 따라 다름	이 파라미터는 1-10 Motor Construction 구조를 [1] PM, non-salient SPM으로 설정한 경우에만 사용할 수 있습니다. <b>참고</b> 이 파라미터를 변경하면 다른 파라미터의 설정에도 영향을 미칩니다.
1-29 Automatic Motor Adaption (AMA)	1-29 Automatic Motor Adaption (AMA) 참조	꺼짐	AMA 를 실행하면 모터 성능이 최적화됩니다.
1-30 Stator Resistance (Rs)	0.000-99.990	용량에 따라 다름	고정자 저항 값을 설정합니다.
1-37 d-axis Inductance (Ld)	0-1000	용량에 따라 다름	d 축 인덕턴스 값을 설정합니다. 영구 자석형 모터 데이터 시트에서 값을 확인하십시오. d-축 인덕턴스는 AMA 를 실행하여 찾을 수 없습니다.
1-39 Motor Poles	2-100	4	모터 극수를 입력합니다.
1-40 Back EMF at 1000 RPM	10-9000	용량에 따라 다름	1000 RPM 기준 선간 RMS 역-EMF 전압
1-73 Flying Start			PM 을 선택하면 플라잉 기동을 사용할 수 있으며 사용을 취소할 수 없습니다.
1-73 Flying Start	[0] Disabled [1] Enabled	0	주전원 저전압으로 인해 인버터가 회전하는 모터를 정지시키게 하려면 [1] Enable 을 선택합니다. 이 기능이 필요하지 않으면 [0] Disable 을 선택합니다. 를 사용하면 1-71 Start Delay 와 1-72 Start Function 에 기능이 없습니다. 는 VVC <sup>plus</sup> 모드에서만 활성화됩니다.
3-02 Minimum Reference	-4999-4999	0	최소 지령은 모든 지령을 더했을 때 산출할 수 있는 최저값입니다.
3-03 Maximum Reference	-4999-4999	50	최대 지령은 모든 지령을 더했을 때 산출할 수 있는 최대값입니다.
3-41 Ramp 1 Ramp Up Time	0.05-3600.0 초	용량에 따라 다름	비동기식 모터를 선택한 경우, 0 에서 정격 1-23 Motor Frequency까지의 가속 시간, PM 모터를 선택한 경우, 0 에서 1-25 Motor Nominal Speed까지의 가속 시간
3-42 Ramp 1 Ramp Down Time	0.05-3600.0 초	용량에 따라 다름	비동기식 모터를 선택한 경우, 정격 1-23 Motor Frequency에서 0까지의 감속 시간, PM 모터를 선택한 경우, 1-25 Motor Nominal Speed에서 0까지의 감속 시간
4-12 Motor Speed Low Limit [Hz]	0.0-400 Hz	0 Hz	저속의 최소 한계를 입력합니다.
4-14 Motor Speed High Limit [Hz]	0.0-400 Hz	65 Hz	고속의 최대 한계를 입력합니다.
4-19 Max Output Frequency	0-400	용량에 따라 다름	최대 출력 주파수 값을 입력합니다.
5-40 Function Relay [0] 릴레이 기능	5-40 Function Relay 참조	알람	출력 릴레이 1 을 제어할 수 있는 기능을 선택합니다.
5-40 Function Relay [1] 릴레이 기능	5-40 Function Relay 참조	인버터 운전 중	출력 릴레이 2 를 제어할 수 있는 기능을 선택합니다.
6-10 Terminal 53 Low Voltage	0-10V	0.07 V	최저 지령값에 해당하는 전압을 입력합니다.
6-11 Terminal 53 High Voltage	0-10V	10V	최고 지령 값에 해당하는 전압을 입력하십시오.

번호 및 이름	범위	초기 설정	기능
6-12 Terminal 53 Low Current	0-20mA	4	최저 지령 값에 해당하는 전류를 입력하십시오.
6-13 Terminal 53 High Current	0-20mA	20	최고 지령값에 해당하는 전류를 입력합니다.
6-19 Terminal 53 mode	[0] Current [1] Voltage	1	단자 53 을 전류 입력에 사용할지 아니면 전압 입력에 사용할지 여부를 선택합니다.

표 6.4

폐회로 셋업 마법사



1308C402.10

6

그림 6.6

폐회로 셋업 마법사

번호 및 이름	범위	초기 설정	기능
0-03 Regional Settings	[0] International [1] US	0	
0-06 GridType	[0] - [[132] 개회로 어플리케이션용 시작 마법사를 참조하십시오.	용량에 따라 선택	전원을 차단한 다음 주파수 변환기를 주전원 전압에 다시 연결하는 동안 다시 시작할 운전 모드를 선택합니다.
1-00 Configuration Mode	[0] Open loop [3] Closed Loop	0	이 파라미터를 폐회로로 변경합니다.
1-10 Motor Construction	*[0] Motor construction [1] PM, non salient SPM	[0] Asynchron	파라미터 값을 설정하면 다음과 같은 파라미터가 변경될 수 있습니다. 1-01 Motor Control Principle 1-03 Torque Characteristics 1-14 Damping Gain 1-15 Low Speed Filter Time Const 1-16 High Speed Filter Time Const 1-17 Voltage filter time const 1-20 Motor Power 1-22 Motor Voltage 1-23 Motor Frequency 1-25 Motor Nominal Speed 1-26 Motor Cont. Rated Torque 1-30 Stator Resistance (Rs) 1-33 Stator Leakage Reactance (X1) 1-35 Main Reactance (Xh) 1-37 d-axis Inductance (Ld) 1-39 Motor Poles 1-40 Back EMF at 1000 RPM 1-66 Min. Current at Low Speed 1-72 Start Function 1-73 Flying Start 4-19 Max Output Frequency 4-58 Missing Motor Phase Function
1-20 Motor Power	0.09-110 kW	용량에 따라 다름	모터 명판의 모터 출력을 입력합니다.
1-22 Motor Voltage	50.0-1000.0V	용량에 따라 다름	모터 명판의 모터 전압을 입력합니다.
1-23 Motor Frequency	20.0-400.0 Hz	용량에 따라 다름	모터 명판의 모터 정격 주파수를 입력합니다.
1-24 Motor Current	0.0 -10000.00A	용량에 따라 다름	모터 명판의 모터 전류를 입력합니다.
1-25 Motor Nominal Speed	100.0-9999.0 RPM	용량에 따라 다름	모터 명판의 모터 정격 회전수를 입력합니다.
1-26 Motor Cont. Rated Torque	0.1-1000.0	용량에 따라 다름	이 파라미터는 1-10 Motor Construction 구조를 [1] PM, non-salient SPM으로 설정한 경우에만 사용할 수 있습니다. <b>참고</b> 이 파라미터를 변경하면 다른 파라미터의 설정에도 영향을 미칩니다.
1-29 Automatic Motor Adaption (AMA)		꺼짐	AMA를 실행하면 모터 성능이 최적화됩니다.
1-30 Stator Resistance (Rs)	0.000-99.990	용량에 따라 다름	고정자 저항 값을 설정합니다.
1-37 d-axis Inductance (Ld)	0-1000	용량에 따라 다름	d축 인덕턴스 값을 설정합니다. 영구 자석형 모터 데이터 시트에서 값을 확인하십시오. d-축 인덕턴스는 AMA를 실행하여 찾을 수 없습니다.
1-39 Motor Poles	2-100	4	모터 극수를 입력합니다.
1-40 Back EMF at 1000 RPM	10-9000	용량에 따라 다름	1000 RPM 기준 선간 RMS 역-EMF 전압

번호 및 이름	범위	초기 설정	기능
1-73 Flying Start	[0] Disabled [1] Enabled	0	주파수 변환기가 회전하는 모터를 정지시키게 하려면(예: 팬 어플리케이션) [1] 사용함을 선택하십시오. PM 을 선택하면 플라이 기동을 사용할 수 있습니다.
3-02 Minimum Reference	-4999-4999	0	최소 지령은 모든 지령을 더했을 때 산출할 수 있는 최저값입니다.
3-03 Maximum Reference	-4999-4999	50	최대 지령은 모든 지령을 더했을 때 산출할 수 있는 최고값입니다.
3-10 Preset Reference	-100-100%	0	설정포인트를 입력합니다.
3-41 Ramp 1 Ramp Up Time	0.05-3600.0 초	용량에 따라 다름	비동기식 모터를 선택한 경우, 0에서 정격 1-23 Motor Frequency까지의 가속 시간, PM 모터를 선택한 경우, 0에서 1-25 Motor Nominal Speed까지의 가속 시간
3-42 Ramp 1 Ramp Down Time	0.05-3600.0 초	용량에 따라 다름	비동기식 모터를 선택한 경우, 정격 1-23 Motor Frequency에서 0까지의 감속 시간, PM 모터를 선택한 경우, 1-25 Motor Nominal Speed에서 0까지의 감속 시간
4-12 Motor Speed Low Limit [Hz]	0.0-400 Hz	0.0 Hz	저속의 최소 한계를 입력합니다.
4-14 Motor Speed High Limit [Hz]	0-400 Hz	65 Hz	고속의 최소 한계를 입력합니다.
4-19 Max Output Frequency	0-400	용량에 따라 다름	최대 출력 주파수 값을 입력합니다.
6-29 Terminal 54 mode	[0] Current [1] Voltage	1	단자 54를 전류 입력에 사용할지 아니면 전압 입력에 사용할지 여부를 선택합니다.
6-20 Terminal 54 Low Voltage	0-10V	0.07 V	최저 지령값에 해당하는 전압을 입력합니다.
6-21 Terminal 54 High Voltage	0-10V	10V	최고 지령값에 해당하는 전압을 입력합니다.
6-22 Terminal 54 Low Current	0-20mA	4	최고 지령값에 해당하는 전류를 입력합니다.
6-23 Terminal 54 High Current	0-20mA	20	최고 지령값에 해당하는 전류를 입력합니다.
6-24 Terminal 54 Low Ref./Feedb. Value	-4999-4999	0	6-20 Terminal 54 Low Voltage/ 6-22 Terminal 54 Low Current에 설정된 전압 또는 전류에 해당하는 피드백 값을 입력합니다.
6-25 Terminal 54 High Ref./Feedb. Value	-4999-4999	50	6-21 Terminal 54 High Voltage/ 6-23 Terminal 54 High Current에 설정된 전압 또는 전류에 해당하는 피드백 값을 입력합니다.
6-26 Terminal 54 Filter Time Constant	0-10 초	0.01	필터 시정수를 입력합니다.
20-81 PI Normal/ Inverse Control	[0] Normal [1] Inverse	0	공정 오류가 +일 때 출력 속도를 증가하도록 공정 제어를 설정하려면 [0] Normal을 선택합니다. 출력 속도를 감소하도록 공정 제어를 설정하려면 [1] Inverse를 선택합니다.
20-83 PI Start Speed [Hz]	0-200 Hz	0	PI 제어기의 기동 신호로 사용할 모터 속도를 입력합니다.
20-93 PI Proportional Gain	0-10	0.01	공정 제어기의 비례 이득을 입력합니다. 고증폭에 의해 순간 제어를 확보합니다. 하지만 증폭이 지나치게 크면, 공정이 불안정해질 수 있습니다.
20-94 PI Integral Time	0.1-999.0 초	999.0 초	공정 제어기의 적분 시간을 입력합니다. 적분 시간이 짧으면 더 빠르게 제어할 수 있으나 시간이 지나치게 짧으면 공정이 불안정해질 수 있습니다. 적분 시간이 너무 길면 적분 동작이 비활성화됩니다.

표 6.5

**모터 셋업**

단축 메뉴 모터 셋업은 필요한 모터 파라미터를 통해 이루어질 수 있습니다.

번호 및 이름	범위	초기 설정	기능
0-03 Regional Settings	[0] International [1] US	0	
0-06 GridType	[0] -[132] 개회로 어플리케이션용 시작 마법사를 참조하십시오.	용량에 따라 선택	전원을 차단한 다음 인버터를 주전원 전압에 다시 연결하여 재기동할 운전 모드를 선택합니다.
1-10 Motor Construction	*[0] Motor construction [1] PM, non salient SPM	[0] Asynchron	
1-20 Motor Power	0.12-110 kW/0.16-150 hp	용량에 따라 다름	모터 명판의 모터 출력을 입력합니다.
1-22 Motor Voltage	50.0-1000.0V	용량에 따라 다름	모터 명판의 모터 전압을 입력합니다.
1-23 Motor Frequency	20.0-400.0 Hz	용량에 따라 다름	모터 명판의 모터 정격 주파수를 입력합니다.
1-24 Motor Current	0.01-10000.00A	용량에 따라 다름	모터 명판의 모터 전류를 입력합니다.
1-25 Motor Nominal Speed	100.0-9999.0 RPM	용량에 따라 다름	모터 명판의 모터 정격 회전수를 입력합니다.
1-26 Motor Cont. Rated Torque	0.1-1000.0	용량에 따라 다름	이 파라미터는 1-10 Motor Construction 구조를 [1] PM, non-salient SPM으로 설정한 경우에만 사용할 수 있습니다. <b>참고</b> 이 파라미터를 변경하면 다른 파라미터의 설정에도 영향을 미칩니다.
1-30 Stator Resistance (Rs)	0.000-99.990	용량에 따라 다름	고정자 저항 값을 설정합니다.
1-37 d-axis Inductance (Ld)	0-1000	용량에 따라 다름	d 축 인덕턴스 값을 설정합니다. 영구 자석형 모터 데이터 시트에서 값을 확인하십시오. d-축 인덕턴스는 AMA 를 실행하여 찾을 수 없습니다.
1-39 Motor Poles	2-100	4	모터 극수를 입력합니다.
1-40 Back EMF at 1000 RPM	10-9000	용량에 따라 다름	1000 RPM 기준 선간 RMS 역-EMF 전압
1-73 Flying Start	[0] Disabled [1] Enabled	0	주파수 변환기가 회전하는 모터를 "정지"시키게 하려면 사용함을 선택하십시오.
3-41 Ramp 1 Ramp Up Time	0.05-3600.0 초	용량에 따라 다름	0 에서 정격 1-23 Motor Frequency까지의 가속 시간
3-42 Ramp 1 Ramp Down Time	0.05-3600.0 초	용량에 따라 다름	정격 1-23 Motor Frequency에서 0까지의 감속 시간
4-12 Motor Speed Low Limit [Hz]	0.0-400 Hz	0.0 Hz	저속의 최소 한계를 입력합니다.
4-14 Motor Speed High Limit [Hz]	0.0-400 Hz	65	고속의 최대 한계를 입력합니다.
4-19 Max Output Frequency	0-400	용량에 따라 다름	최대 출력 주파수 값을 입력합니다.

**표 6.6**

**변경된 파라미터**

변경된 파라미터는 공장 초기 설정 이후 변경된 모든 파라미터를 나열합니다. 현재 수정 셋업에서 변경된 파라미터만 '변경된 파라미터'에 나열됩니다.

파라미터의 값이 공장 초기 설정 값으로 변경된 파라미터의 경우, '변경된 파라미터'에 나열되지 않습니다.

1. 표시창 내에서 표시가 단축 메뉴 위에 올 때까지 [Menu]를 눌러 단축 메뉴로 이동합니다.
2. [▲] [▼]를 눌러 FC 101 마법사, 폐회로 셋업, 모터 셋업 또는 변경된 파라미터 중 하나를 선택한 다음 [OK]를 누릅니다.
3. [▲] [▼] 키를 눌러 단축 메뉴에 있는 파라미터를 탐색합니다.
4. [Ok]를 눌러 파라미터를 선택합니다.

5. [▲] [▼]를 눌러 파라미터 설정 값을 변경합니다.
6. [Ok]를 눌러 변경 사항을 저장합니다.
7. [Back]을 두 번 눌러 "상태"로 이동하거나 [Menu]를 한 번 눌러 "주 메뉴"로 이동합니다.

### 6.3.4 주 메뉴

[Main Menu]는 모든 파라미터를 프로그래밍할 때 사용합니다. 0-60 Main Menu Password을 이용하여 비밀번호를 생성하지 않는 한 주 메뉴 파라미터는 직접 액세스할 수 있습니다. 대부분의 VLT® HVAC Basic Drive 어플리케이션에서는 주 메뉴 파라미터에 액세스할 필요가 없고, 그 대신 단축 메뉴가 대표적인 필수 파라미터에 대한 가장 간단하고 신속한 액세스를 제공합니다.

주 메뉴 모드에서는 모든 파라미터에 접근할 수 있습니다.

1. 표시창 내에서 표시가 "주 메뉴" 위에 올 때까지 [Menu]를 누릅니다.
2. [▲] [▼] 키를 사용하여 파라미터 그룹을 탐색합니다.
3. [Ok]를 눌러 파라미터 그룹을 선택합니다.
4. [▲] [▼] 키를 사용하여 특정 그룹 내의 파라미터를 탐색합니다.
5. [Ok]를 눌러 파라미터를 선택합니다.
6. [▲] [▼] 키를 사용하여 파라미터 값을 설정/변경합니다.

[BACK]은 한 단계 뒤로 이동하는 데 사용됩니다.

### 6.4 여러 주파수 변환기 간의 파라미터 설정값 복사

주파수 변환기 셋업이 완료되면 덴포스은(는) MCT 10 셋업 소프트웨어 도구를 이용하여 즉시 LCP 또는 PC에 데이터를 저장할 것을 권장합니다.

LCP의 데이터 저장.



**이 작업을 수행하기 전에 모터를 정지시킵니다.**

1. 0-50 LCP Copy로 이동합니다.
2. [Ok] 키를 누릅니다.
3. "모두 업로드"를 선택합니다.
4. [Ok] 키를 누릅니다.

LCP를 다른 주파수 변환기에 연결하여 파라미터 설정값을 복사합니다.

LCP에서 주파수 변환기로 데이터 전송:

### 참고

**이 작업을 수행하기 전에 모터를 정지시킵니다.**

1. 0-50 LCP Copy(으)로 이동합니다.
2. [Ok] 키를 누릅니다.
3. "모두 다운로드"를 선택합니다.
4. [Ok] 키를 누릅니다.

### 6.5 색인이 붙은 파라미터 읽기 및 프로그래밍

을(를) 예로 이용합니다.

파라미터를 선택하고 [Ok]를 누른 다음 [▲]/[▼]를 사용하여 인덱싱된 값을 스크롤합니다. 파라미터 값을 변경하려면 인덱싱된 값을 선택하고 [Ok]를 누릅니다. [▲]/[▼]를 눌러 값을 변경합니다. [Ok]를 눌러 변경된 설정을 저장합니다. [Cancel] 키를 눌러 취소할 수 있습니다. [Back] 키를 누르면 다른 파라미터로 이동할 수 있습니다.

## 6.6 주파수 변환기를 초기 설정으로 초기화하는 2 가지 방법

(14-22 Operation Mode 를 통한) 권장 초기화

1. 14-22 Operation Mode 를 선택합니다.
2. [Ok]를 누릅니다.
3. 초기화를 선택하고 [Ok]를 누릅니다.
4. 주전원 공급을 차단하고 표시창이 꺼질 때까지 기다립니다.
5. 주전원 공급을 다시 연결하면 주파수 변환기가 리셋됩니다. 다음 파라미터는 예외입니다.

8-30 Protocol

8-31 Address

8-32 Baud Rate

8-33 Parity / Stop Bits

8-35 Minimum Response Delay

8-36 Maximum Response Delay

8-37 Maximum Inter-char delay

8-70 BACnet Device Instance

8-72 MS/TP Max Masters

8-73 MS/TP Max Info Frames

8-74 "I am" Service

8-75 Intialisation Password

15-00 Operating hours ~ 15-05 Over Volt's

15-03 Power Up's

15-04 Over Temp's

15-05 Over Volt's

15-30 Alarm Log: Error Code

15-4\* 인버터 ID 파라미터

1-06 Clockwise Direction

### 초간단 초기화:

1. 주파수 변환기의 전원을 차단합니다.
2. [Ok]와 [Menu]를 누릅니다.
3. 10 초 이상 키를 길게 누른 상태에서 주파수 변환기 전원을 켭니다.
4. 다음 파라미터를 제외하고 주파수 변환기가 리셋됩니다.

15-00 Operating hours

15-03 Power Up's

15-04 Over Temp's

15-05 Over Volt's

15-4\* 인버터 ID 파라미터

전원 리셋 후 표시창의 AL80 을 통해 파라미터의 초기화가 확인됩니다.

## 7 RS-485 설치 및 셋업

### 7.1.1 개요

RS-485는 멀티드롭 네트워크 토폴로지와 호환되는 2선식 버스통신 인터페이스이므로 노드를 버스통신으로 연결하거나 일반적인 트렁크 라인의 드롭 케이블을 통해 연결할 수 있습니다. 총 32개의 노드를 하나의 네트워크 세그먼트에 연결할 수 있습니다. 반복자는 네트워크 세그먼트를 분할합니다.

### 참고

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

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

각각의 노드에서 차폐선을 낮은 임피던스와 높은 주파수로 접지 연결하는 것은 중요합니다. 따라서, 케이블 클램프나 전도성 케이블 그랜드를 사용하는 등 차폐선의 넓은 면을 접지에 연결합니다. 전체 네트워크에 걸쳐, 특히 긴 케이블이 설치된 영역에서 동일한 접지 전위를 유지할 수 있도록 전위 등화 케이블을 사용할 필요가 있을 수도 있습니다.

임피던스 불일치를 방지하려면 전체 네트워크에 걸쳐 동일한 유형의 케이블을 사용합니다. 모터를 주파수 변환기에 연결할 때는 반드시 차폐된 모터 케이블을 사용합니다.

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

표 7.1

### 7.1.2 네트워크 연결

주파수 변환기를 다음과 같이 RS-485 네트워크에 연결하십시오(다이아그램 또한 참조).

1. 신호 와이어를 주파수 변환기 주 제어반의 단자 68 (P+)과 단자 69 (N-)에 연결합니다.
2. 케이블 차폐선을 케이블 클램프에 연결합니다.

### 참고

도체 간의 노이즈를 감소시키기 위해 꼬여 있는 차폐 케이블의 사용을 권장합니다.

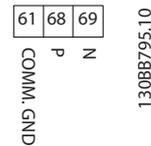


그림 7.1

### 7.1.3 주파수 변환기 하드웨어 셋업

주파수 변환기 주 제어반의 중단 딥 스위치를 사용하여 RS-485 버스통신을 중단합니다.

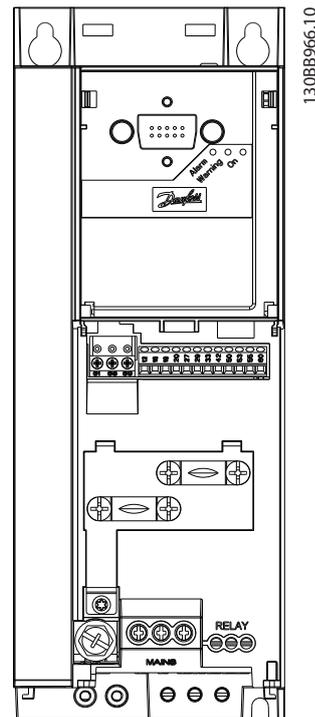


그림 7.2 중단 스위치 초기 설정

딥 스위치의 초기 설정은 꺼짐입니다.

### 7.1.4 Modbus 통신을 위한 주파수 변환기 파라미터 설정

다음 파라미터가 RS-485 인터페이스(FC 포트)에 적용됩니다:

파라미터	기능
8-30 Protocol	RS-485 인터페이스에서 사용할 어플리케이션 프로토콜을 선택합니다.
8-31 Address	노드 주소를 설정합니다. <b>참고</b> 주소 범위는 <i>8-30 Protocol</i> 에서 선택한 프로토콜에 따라 다릅니다.
8-32 Baud Rate	통신 속도를 설정합니다. <b>참고</b> 초기 통신 속도는 <i>8-30 Protocol</i> 에서 선택한 프로토콜에 따라 다릅니다.
8-33 Parity / Stop Bits	패리티 및 정지 비트 개수를 설정합니다. <b>참고</b> 초기 선택 사항은 <i>8-30 Protocol</i> 에서 선택한 프로토콜에 따라 다릅니다.
8-35 Minimum Response Delay	요청 수신에서 응답 전송까지의 최소 지연 시간을 지정합니다. 이 기능은 모뎀 송수신 지연을 극복하는 데 사용됩니다.
8-36 Maximum Response Delay	요청 전송에서 응답 수신까지의 최대 지연 시간을 지정합니다.
8-37 Maximum Inter-char delay	전송이 중단된 경우 타임아웃하기 위한 수신 바이트 간 최대 지연 시간을 지정합니다.

표 7.2

### 7.1.5 EMC 주의사항

RS-485 네트워크를 장애 없이 운영하기 위해 덴포스는 다음의 EMC 주의사항 준수를 권장합니다.

국제 및 국내 관련 규정(예를 들어, 보호 접지 연결에 관한 규정)을 반드시 준수해야 합니다. 고주파 소음이 케이블 사이에서 연결되지 않게 하려면 RS-485 통신 케이블을 반드시 모터 케이블과 제동 저항 케이블에서 멀리 해야 합니다. 일반적으로 200mm(8 인치)의 간격이면 충분하지만 덴포스는 케이블 간 간격을 최대한 멀리할 것을 권장합니다. 특히 케이블이 병렬로 길게 배치된 경우에 이를 권장합니다. 케이블 간 교차가 불가피한 경우에는 RS-485 케이블을 모터 케이블 및 제동 저항 케이블과 90° 수직으로 교차하게 해야 합니다.

### 7.2 FC 프로토콜 개요

FC 버스통신이나 표준 버스통신이라고도 하는 FC 프로토콜은 덴포스의 표준 필드버스입니다. 이는 직렬 버스 통신을 통한 통신 마스터-슬레이브 방식에 따른 접근 기법을 정의합니다.

버스통신에 1 개의 마스터와 최대 126 개의 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 RS-485 이므로 RS-485 포트를 활용하여 주파수 변환기에 내장되었습니다. FC 프로토콜은 다음과 같이 각기 다른 텔레그램 형식을 지원합니다.

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

#### 7.2.1 Modbus RTU가 있는 FC

FC 프로토콜은 주파수 변환기의 제어 워드 및 버스통신 지령에 대한 접근 권한을 제공합니다.

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

- 기동
- 다양한 방법으로 주파수 변환기 정지:
  - 코스팅 정지
  - 순간 정지
  - 직류 제동 정지
  - 정상(가감속) 정지
- 결합 트립 후 리셋
- 다양한 프리셋 속도로 구동
- 역회전 구동
- 활성 셋업 변경
- 주파수 변환기에 내장된 2 개의 릴레이 제어

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

### 7.3 네트워크 구성

#### 7.3.1 주파수 변환기 셋업

주파수 변환기의 FC 프로토콜을 사용 가능하게 하려면 다음 파라미터를 설정합니다.

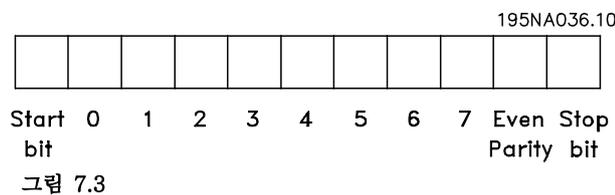
파라미터	설정
8-30 Protocol	FC
8-31 Address	1-126
8-32 Baud Rate	2400-115200
8-33 Parity / Stop Bits	짝수 패리티, 1 정지 비트 (초기 설정값)

표 7.3

### 7.4 FC 프로토콜 메시지 프레임 구조

#### 7.4.1 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 1의 개수가 동일할 때를 의미합니다. 하나의 정지 비트로 하나의 문자가 완성하므로 총 11 비트로 구성됩니다.



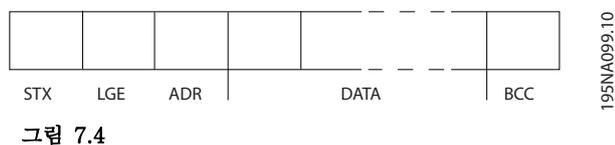
#### 7.4.2 텔레그램 구조

각 텔레그램에는 다음과 같은 구조가 있습니다.

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

그 뒤에 텔레그램의 종류에 따라 가변 데이터 바이트가 붙습니다.

데이터 제어 바이트(BCC)로 텔레그램이 완성됩니다.



#### 7.4.3 텔레그램 길이(LGE)

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

4 데이터 바이트	LGE=4+ 1+ 1=6 바이트입니다.
12 데이터 바이트	LGE=12+ 1+ 1=14 바이트입니다.
텍스트를 포함한 텔레그램	10 <sup>n</sup> +n 바이트입니다

표 7.4 텔레그램 길이

<sup>1)</sup> 10은 고정 문자를 나타내고 뿔뿔?(텍스트의 길이에 따른) 변수입니다.

#### 7.4.4 주파수 변환기 주소(ADR)

##### 주소 형식 1-126

비트 7=1 (주소 형식 1-126 활성화)

비트 0-6=주파수 변환기 주소 1-126

비트 0-6=0 브로드캐스트

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

#### 7.4.5 데이터 제어 바이트(BCC)

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

### 7.4.6 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)**

PCD 는 4 바이트(2 단어)의 데이터 블록으로 이루어지며 다음을 포함합니다.

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

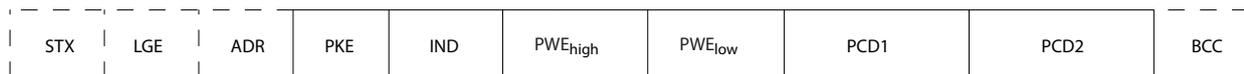


130BA269.10

그림 7.5

### 파라미터 블록

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



130BA271.10

그림 7.6

### 텍스트 블록

텍스트 블록은 데이터 블록을 통해 전송되는 텍스트를 읽거나 쓰는데 사용됩니다.

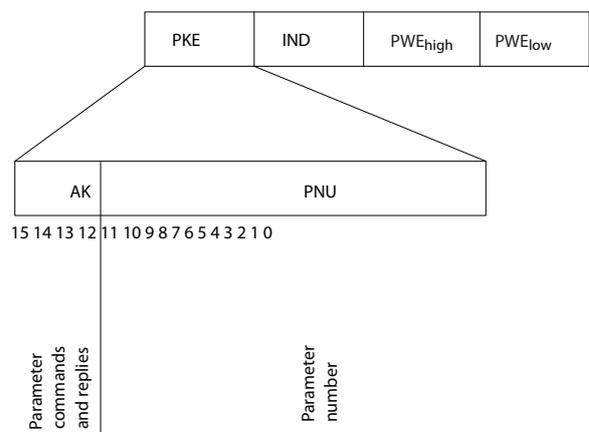


130BA270.10

그림 7.7

### 7.4.7 PKE 필드

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



130B918.10

그림 7.8

비트 번호 12-15 는 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	RAM 에 파라미터 값 쓰기(단어)
0	0	1	1	RAM 에 파라미터 값 쓰기(2 단어)
1	1	0	1	RAM 및 EEprom 에 파라미터 값 쓰기(2 단어)
1	1	1	0	RAM 및 EEprom 에 파라미터 값 쓰기(단어)
1	1	1	1	텍스트 읽기

표 7.5

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(2 단어)
0	1	1	1	명령을 수행할 수 없음
1	1	1	1	전송된 텍스트

표 7.6

명령을 수행할 수 없는 경우에 슬레이브는 0111 명령을 수행할 수 없음이라는 응답을 보내고 - 파라미터 값에 다음 오류 보고를 전송합니다.

오류 코드	FC+ 사양
0	잘못된 파라미터 번호
1	파라미터를 변경할 수 없습니다.
2	상한 또는 하한 초과
3	하위 색인 손상
4	배열 없음
5	잘못된 데이터 유형
6	사용안함
7	사용안함
9	설명 요소 없음
11	파라미터 쓰기 권한 없음
15	사용 가능한 텍스트 없음
17	구동 중에는 아님
18	기타 오류
100	
>100	
130	이 파라미터에 대한 버스통신 접근 권한 없음
131	공장 설정으로 쓰기 불가능
132	LCP 에서 사용 불가
252	알 수 없는 뷰어
253	요청 지원 안함
254	알 수 없는 속성
255	오류 없음

표 7.7

### 7.4.8 파라미터 번호(PNU)

비트 번호 0-11 은 파라미터 번호를 전송합니다. 관련 파라미터의 기능은 6 프로그래밍 방법의 파라미터 설명에서 확인할 수 있습니다.

### 7.4.9 색인(IND)

색인은 파라미터 번호와 함께 색인이 붙은 파라미터에 읽기/쓰기 접근하는데 사용됩니다(예: 15-30 Alarm Log: Error Code). 색인은 2 바이트 (하위 바이트 및 상위 바이트)로 구성됩니다.

하위 바이트만 색인으로 사용됩니다.

### 7.4.10 파라미터 값(PWE)

파라미터 값 블록은 2 단어(4 바이트)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. 파라미터에 여러 가지 데이터 옵션이 있는 경우

(예: 0-01 Language), PWE 블록에 값을 입력하여 데이터 값을 선택합니다. 직렬 통신은 데이터 유형 9(텍스트 문자열)가 포함된 파라미터만 읽을 수 있습니다.

15-40 FC Type - 15-53 Power Card Serial

Number은(는) 데이터 유형 9를 포함합니다. 예를 들어, 15-40 FC Type에서 단위 크기와 주전원 전압 범위를 읽을 수 있습니다. 텍스트 문자열이 전송되는 경우(읽기의 경우) 텔레그램의 길이는 가변적이며 다양한 길이의 텍스트가 전송될 수 있습니다. 텔레그램 길이는 텔레그램의 두 번째 바이트(LGE)에서 정의됩니다. 텍스트 전송을 사용하는 경우에는 색인 문자가 읽기 명령인지 아니면 쓰기 명령인지를 나타냅니다.

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

7.4.11 주파수 변환기가 지원하는 데이터 유형

'부호없는'은 텔레그램에 연산 부호가 없음을 의미합니다.

데이터 유형	설명
3	정수 16
4	정수 32
5	부호없는 8
6	부호없는 16
7	부호없는 32
9	텍스트 문자열

표 7.8

7.4.12 변환

각 파라미터의 여러 속성은 초기 설정 편에 설명되어 있습니다. 파라미터 값은 정수로만 전송됩니다. 따라서 변환 인수는 소수를 전송하는 데 사용됩니다.

4-12 Motor Speed Low Limit [Hz]에는 변환 인수 0.1이 있습니다.

최소 주파수를 10Hz로 프리셋하려면 값 100을 전송합니다. 변환 인수 0.1은 전송된 값에 0.1을 곱한다는 의미입니다. 따라서 값 100은 10.0으로 인식됩니다.

변환 지수	변환 인수
74	0.1
2	100
1	10
0	1
-1	0.1
-2	0.01
-3	0.001
-4	0.0001
-5	0.00001

표 7.9

7.4.13 프로세스 워드(PCD)

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

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

표 7.10

7.5 예시

7.5.1 파라미터 값 쓰기

4-14 Motor Speed High Limit [Hz]을(를) 100Hz로 변경합니다.

EEPROM에 데이터를 씁니다.

PKE=E19E Hex - 4-14 Motor Speed High Limit [Hz]에 단일 워드 쓰기:

IND=0000 Hex

PWEHIGH=0000 Hex

PWELOW=03E8 Hex

데이터 값 1000, 100 Hz에 해당, 7.4.12 변환 참조.

따라서 텔레그램은 다음과 같습니다:

E19E	H	0000	H	0000	H	03E8	H
PKE		IND		PWE <sub>high</sub>		PWE <sub>low</sub>	

그림 7.9

1308A092.10

## 참고

4-14 Motor Speed High Limit [Hz]은(는) 단일 워드이며 EEPROM 쓰기 파라미터 명령은 “E”입니다. 파라미터 4-14는 16진수로 19E입니다.

슬레이브에서 마스터로 전송되는 응답:

119E	H	0000	H	0000	H	03E8	H
PKE		IND		PWE <sub>high</sub>		PWE <sub>low</sub>	

그림 7.10

130BA093.10

## 7.5.2 파라미터 값 읽기

3-41 Ramp 1 Ramp Up Time의 값 읽기

PKE=1155 Hex - 3-41 Ramp 1 Ramp Up Time의 파라미터 값 읽기  
 IND=0000 Hex  
 PWE<sub>HIGH</sub>=0000 Hex  
 PWE<sub>LOW</sub>=0000 Hex

1155	H	0000	H	0000	H	0000	H
PKE		IND		PWE <sub>high</sub>		PWE <sub>low</sub>	

그림 7.11

130BA094.10

3-41 Ramp 1 Ramp Up Time의 값이 10초인 경우에 슬레이브에서 마스터로 전송되는 응답:

1155	H	0000	H	0000	H	03E8	H
PKE		IND		PWE <sub>high</sub>		PWE <sub>low</sub>	

그림 7.12

130BA267.10

3E8 Hex는 10진수로 1000에 해당합니다.

3-41 Ramp 1 Ramp Up Time의 변환 지수는 -2입니다. 예컨대, 0.01.

3-41 Ramp 1 Ramp Up Time은(는) 부호 없는 32비트 유형입니다.

## 7.6 Modbus RTU 개요

### 7.6.1 가정

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

### 7.6.2 사용자가 사전에 반드시 알고 있어야 할 사항

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

### 7.6.3 Modbus RTU 개요

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

- 해당 장치 주소를 어떻게 학습하는지 판단합니다.
- 주소가 지정된 메시지를 인식합니다.
- 수행할 동작을 결정합니다.
- 메시지에 포함된 데이터 또는 기타 정보를 추출합니다.

답신이 필요한 경우, 컨트롤러는 답신 메시지를 구성하고 전송합니다.

컨트롤러는 하나의 장치(마스터)만으로 트랜잭션(쿼리와 함)을 시작할 수 있는 마스터-슬레이브 방식을 사용하여 통신합니다. 다른 장치(슬레이브)는 마스터에 요청된 데이터를 제공하거나 쿼리에 요청된 동작을 수행함으로써 응답합니다.

마스터는 개별 슬레이브에 주소를 지정하거나 모든 슬레이브에 브로드캐스트 메시지를 전달할 수 있습니다. 슬레이브는 개별적으로 주소가 지정된 쿼리에 대한 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.

### 7.6.4 Modbus RTU 가 있는 주파수 변환기

주파수 변환기는 내장된 RS-485 인터페이스를 통해 Modbus RTU 형식으로 통신합니다. Modbus RTU 는 주파수 변환기의 제어 워드 및 버스통신 지령에 대한 접근 권한을 제공합니다.

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

- 기동
- 다양한 방법으로 주파수 변환기 정지: 코스팅 정지, 순간 정지, 직류 제동 정지, 정상(가감속) 정지
- 결함 트립 후 리셋
- 다양한 프리셋 속도로 구동
- 역회전 구동
- 활성화 셋업 변경
- 주파수 변환기의 내장 릴레이 제어

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

## 7.7 네트워크 구성

주파수 변환기에서 Modbus RTU 를 활성화하려면 다음 파라미터를 설정합니다.

파라미터	설정
8-30 Protocol	Modbus RTU
8-31 Address	1-247
8-32 Baud Rate	2400-115200
8-33 Parity / Stop Bits	짝수 패리티, 1 정지 비트 (초기 설정값)

표 7.11

## 7.8 Modbus RTU 메시지 프레임 구조

### 7.8.1 Modbus RTU 가 있는 주파수 변환기

컨트롤러는 RTU (원격 단말 장치) 모드를 사용하여 Modbus 네트워크에서 통신하도록 셋업되며 메시지의 각 바이트에는 4 비트 16 진수 문자 2 개가 포함되어 있습니다. 각 바이트의 형식은 표 7.12에서 보는 바와 같습니다.

시작 비트	데이터 바이트						정지/패리티	정지

표 7.12 각 바이트의 형식

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

표 7.13

### 7.8.2 Modbus RTU 메시지 구조

전송 장치는 시작 및 종료 지점이 알려진 프레임에 Modbus RTU 메시지를 배치합니다. 이렇게 하면 수신 장치가 메시지 시작 지점에서 수신을 시작하고 주소 부분을 읽으며 어떤 장치에 주소가 지정되는지 판단하고 (또는 메시지가 브로드캐스트인 경우, 모든 장치에 전달) 메시지가 완료될 때를 인식합니다. 부분 메시지가 감지되고 오류가 결과로 설정됩니다. 전송하기 위한 문자는 각 필드에서 16 진수 00 ~ FF 형식이어야 합니다. 주파수 변환기는 '유휴' 기간 도중에도 계속해서 네트워크 버스통신을 감시합니다. 첫 번째 필드(주소 필드)가 수신되면 각 주파수 변환기 또는 장치는 이를 디코딩하여 어떤 장치에 주소가 지정되는지 판단합니다. 0으로 주소가 지정된 Modbus RTU 메시지는 브로드캐스트 메시지입니다. 브로드캐스트 메시지에 대한 응답은 허용되지 않습니다. 일반적인 메시지 프레임은 표 7.14와 같습니다.

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

표 7.14 일반적인 Modbus RTU 메시지 구조

### 7.8.3 시작/정지 필드

메시지는 최소 3.5 자 간격의 유휴 기간으로 시작합니다. 이는 선택한 네트워크 통신 속도에서 여러 문자 간격으로 구현됩니다(T1-T2-T3-T4 시작과 같이 나타남). 전송할 첫 번째 필드는 장치 주소입니다. 마지막으로 전송된 문자 이후, 최소 3.5 자 간격의 유사한 기간은 메시지 종료를 의미합니다. 새 메시지는 이 기간 후에 시작할 수 있습니다. 전체 메시지 프레임은 지속적인 흐름으로 전송되어야 합니다. 프레임 완료 이전에 1.5 자 간격 이상의 유휴 기간이 발생하면 수신 장치가 불완전한 메시지를 내보내고 다음 바이트가 새 메시지의 주소 필드라고 인식하게 됩니다. 그와 마찬가지로, 이전

메시지 이후 3.5 자 간격 이전에 새 메시지가 시작하면 수신 장치가 이를 이전 메시지의 연속으로 간주합니다. 이렇게 되면 결합된 메시지에 대해 마지막 CRC 필드의 값이 유효하지 않기 때문에 타임아웃(슬레이브에서 응답 없음)이 발생합니다.

### 7.8.4 주소 필드

메시지 프레임의 주소 필드에는 8 비트가 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.

### 7.8.5 기능 필드

메시지 프레임의 기능 필드에는 8 비트가 포함되어 있습니다. 유효한 코드는 1-FF의 범위 내에 있습니다. 기능 필드는 마스터와 슬레이브 간의 메시지 전송에 사용됩니다. 마스터에서 슬레이브 장치로 메시지가 전송될 때 기능 코드 필드는 어떤 종류의 동작을 수행하는지 슬레이브에 알려줍니다. 슬레이브가 마스터에 응답할 때 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 해당하는 코드를 돌려보냅니다. 또한 슬레이브는 응답 메시지의 데이터 필드에 고유 코드를 배치합니다. 이는 발생한 오류 종류나 예외 이유를 마스터에 알려줍니다. 7.8.10 Modbus RTU에서 지원하는 기능 코드 및 7.8.11 Modbus 예외 코드 또한 참조하십시오.

### 7.8.6 데이터 필드

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

### 7.8.7 CRC 검사 필드

메시지에는 오류 검사 필드가 포함되어며 오류 검사 필드는 주기적 잉여 검사(CRC) 방식을 기준으로 작동합니다. CRC 필드는 전체 메시지의 내용을 검사합니다. 이는 메시지의 개별 문자에 사용된 패리티 검사 방식과

관계 없이 적용됩니다. CRC 값은 전송 장치에 의해 계산되며 메시지의 마지막 필드로 CRC를 붙입니다. 수신 장치는 메시지를 수신하는 동안 CRC를 다시 계산하고 계산된 값을 CRC 필드에 수신된 실제 값과 비교합니다. 두 값이 서로 다른 경우, 버스통신 타임아웃이 결과로 발생합니다. 오류 검사 필드에는 2개의 8비트 바이트로 구현된 16비트 이진수 값이 포함되어 있습니다. 오류 검사 필드가 완료되면 필드의 낮은 순서 바이트가 먼저 붙고 높은 순서 바이트가 그 다음에 붙습니다. CRC 높은 순서 바이트는 메시지에서 마지막으로 전송된 바이트입니다.

### 7.8.8 코일 레지스터 주소 지정

Modbus에서 모든 데이터는 코일과 고정 레지스터에 구성됩니다. 코일은 단일 비트를 갖고 있는 반면 고정 레지스터는 2바이트 워드(예: 16비트)를 갖고 있습니다. Modbus 메시지의 모든 데이터 주소는 0으로 귀결됩니다. 데이터 항목의 첫 번째 빈도는 항목 번호 0으로 주소가 지정됩니다. 예를 들어: 프로그래밍 가능한 컨트롤러에서 '코일 1'로 알려진 코일은 Modbus 메시지의 데이터 주소 필드에서 코일 0000으로 주소가 지정됩니다. 코일 127 십진수는 코일 007EHEX(126 십진수)로 주소가 지정됩니다.

고정 레지스터 40001은 메시지의 데이터 주소 필드에서 레지스터 0000으로 주소가 지정됩니다. 기능 코드 필드는 이미 '고정 레지스터' 동작을 지정합니다. 따라서 '4XXXX' 지령은 암묵적인 지령입니다. 고정 레지스터 40108은 레지스터 006BHEX(107 십진수)로 주소가 지정됩니다.

코일 번호	설명	신호 방향
1-16	주파수 변환기 제어 워드(표 7.16 참조)	마스터 ⇒ 슬레이브
17-32	주파수 변환기 속도 또는 설정포인트 지령 범위 0x0-0xFFFF (-200% ... -200%)	마스터 ⇒ 슬레이브
33-48	주파수 변환기 상태 워드(표 7.16 및 표 7.17 참조)	슬레이브 ⇒ 마스터
49-64	개회로 모드: 주파수 변환기 출력 주파수 폐회로 모드: 주파수 변환기 피드백 신호	슬레이브 ⇒ 마스터
65	파라미터 쓰기 제어(마스터 ⇒ 슬레이브)	마스터 ⇒ 슬레이브
	0= 파라미터 변경사항은 주파수 변환기의 RAM에 적여집니다. 1= 파라미터 변경사항은 주파수 변환기의 RAM 및 EEPROM에 적여집니다.	
66-65536	예비	

표 7.15

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

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

표 7.16 주파수 변환기 제어 워드(FC 프로파일)

표 7.17 주파수 변환기 상태 워드(FC 프로파일)

버스트 신 주 소	버스트 신 레지 스터 <sup>1</sup>	PLC 레지 스터	내용	연결	설명
0	1	40001	예비		기존 인버터 VLT 5000 및 VLT 2800 용 예비
1	2	40002	예비		기존 인버터 VLT 5000 및 VLT 2800 용 예비
2	3	40003	예비		기존 인버터 VLT 5000 및 VLT 2800 용 예비
3	4	40004	여유		
4	5	40005	여유		
5	6	40006	Modbus conf	읽기/쓰기	TCP 전용. Modbus TCP(p12-28 및 12-29 - Eeprom 등에 저장)용 예비
6	7	40007	마지막 오류 코드	읽기 전용	파라미터 데이터베이스에서 수신한 오류 코드, 자세한 내용은 38295 설명 참조
7	8	40008	마지막 오류 레지스터	읽기 전용	마지막으로 오류가 발생한 레지스터 주소, 자세한 내용은 38296 설명 참조
8	9	40009	색인 포인터	읽기/쓰기	접근할 파라미터의 하위 색인. 자세한 내용은 38297 설명 참조
9	10	40010	FC 파라미터 0-01	파라미터 접근 권한에 따라 다름	파라미터 0-01 (Modbus 레지스터=10 파라미터 번호 Modbus 맵의 파라미터를 위한 20 바이트 예비 공간
19	20	40020	FC 파라미터 0-02	파라미터 접근 권한에 따라 다름	파라미터 0-02 Modbus 맵의 파라미터를 위한 20 바이트 예비 공간
29	30	40030	FC 파라미터 xx-xx	파라미터 접근 권한에 따라 다름	파라미터 0-03 Modbus 맵의 파라미터를 위한 20 바이트 예비 공간

표 7.18

<sup>1)</sup> Modbus RTU 텔레그램에 씌여진 값은 레지스터 번호보다 하나 이상 작아야 합니다. 예를 들어, 텔레그램에 값 0 을 써서 Modbus 레지스터 1 을 읽습니다.

### 7.8.9 주파수 변환기 제어 방법

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

### 7.8.10 Modbus RTU 에서 지원하는 기능 코드

Modbus RTU 는 메시지의 기능 필드에서 다음과 같은 기능 코드의 사용을 지원합니다.

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

표 7.19

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 7.20

### 7.8.11 Modbus 예외 코드

예외 코드 응답 구조에 관한 전체 설명은 7.8.5 기능 필드를 참조하십시오.

코드	이름	의미
1	잘못된 기능	쿼리에 수신된 기능 코드가 서버 (또는 슬레이브)에 허용할 수 있는 동작이 아닌 경우입니다. 이는 기능 코드가 보다 새로운 장치에만 적용되기 때문일 수 있으며 선택한 유닛에 구현되지 않았습니. 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. 100 개의 레지스터를 가진 컨트롤러의 경우, 오프셋 96 과 길이 4 로 요청하면 성공하지만 오프셋 96 과 길이 5 로 요청하면 예외 02 가 발생합니다.
3	잘못된 데이터 값	쿼리 데이터 필드에 포함된 값이 서버 (또는 슬레이브)에 허용할 수 있는 값이 아닌 경우입니다. 이는 암시적 길이가 올바르게 읽은 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 7.21 Modbus 예외 코드

## 7.9 파라미터 액세스 방법

### 7.9.1 파라미터 처리

PNU(파라미터 번호)는 Modbus 읽기 또는 메시지 읽기에 포함된 레지스터 주소로부터 번역됩니다. 파라미터 번호는 (10 x 파라미터 번호) 십진법으로 Modbus 에 번역됩니다.

### 7.9.2 데이터 보관

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

### 7.9.3 IND

어레이 색인은 고정 레지스터 9에 설정되어 있으며 어레이 파라미터에 액세스할 때 사용됩니다.

### 7.9.4 텍스트 블록

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

### 7.9.5 변환 인수

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

### 7.9.6 파라미터 값

#### 표준 데이터 유형

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

#### 비표준 데이터 유형

비표준 데이터 유형은 텍스트 문자열이며 4x 레지스터(40001-4FFFF)로 저장됩니다. 파라미터는 03HEX "고정 레지스터 관독" 기능을 사용하여 관독되며 10HEX "다중 레지스터 프리셋" 기능을 사용하여 기록됩니다. 관독 가능한 길이는 레지스터 1개(문자 2개)부터 최대 레지스터 10개(문자 20개)까지입니다.

### 7.10 예시

다음의 예는 다양한 Modbus RTU 명령을 보여줍니다.

#### 7.10.1 코일 상태 읽기(01 HEX)

##### 설명

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

##### 쿼리

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

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

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

표 7.22

##### 응답

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

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

표 7.23

## 참고

코일과 레지스터는 Modbus 에서 -1 의 오프셋과 함께 암묵적으로 주소가 지정됩니다.

예를 들어, 코일 33 은 코일 32 로 주소가 지정됩니다.

### 7.10.2 단일 코일 강제/쓰기(05 HEX)

#### 설명

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

#### 쿼리

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

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

표 7.24

#### 응답

정상 응답은 쿼리와 동일하며 코일 상태가 강제된 후에 돌아옵니다.

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

표 7.25

### 7.10.3 다중 코일 강제/쓰기(0F HEX)

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

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

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

표 7.26

#### 응답

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

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

표 7.27

### 7.10.4 고정 레지스터 읽기(03 HEX)

#### 설명

이 기능은 슬레이브에 있는 고정 레지스터의 내용을 읽습니다.

#### 쿼리

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

예: 읽기 3-03 *Maximum Reference*, 레지스터 03030.

필드 이름	예(HEX)
슬레이브 주소	01
기능	03(고정 레지스터 읽기)
시작 주소 HI	0B (레지스터 주소 3029)
시작 주소 LO	05 (레지스터 주소 3029)
지점 수 HI	00
지점 수 LO	02 - (3-03 <i>Maximum Reference</i> 은 32 비트 길이, 즉 레지스터 2 개입니다.)
오류 검사(CRC)	-

표 7.28

**응답**

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

예: Hex 000088B8=35.000=15 Hz.

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

표 7.29

7.10.5 프리셋 단일 레지스터(06 HEX)

**설명**

이 기능은 단일 고정 레지스터에 값을 사전 설정합니다.

**쿼리**

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

예: 1-00 Configuration Mode에 쓰기, 레지스터 1000.

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

표 7.30

**응답**

정상 응답은 쿼리와 동일하며 레지스터 내용이 통과된 후에 돌아옵니다.

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

표 7.31

7.10.6 다중 레지스터 프리셋(10 HEX)

**설명**

이 기능은 일련의 고정 레지스터에 값을 사전 설정합니다.

**쿼리**

쿼리 메시지는 사전 설정한 레지스터 지령을 지정합니다. 레지스터 주소는 0부터 시작합니다. 다시 말해, 레지스터 1은 0으로 주소가 지정됩니다. 레지스터 2개를 사전 설정하는 요청의 예(1-24 Motor Current을 738(7.38 A)로 설정):

필드 이름	예(HEX)
슬레이브 주소	01
기능	10
시작 주소 HI	04
시작 주소 LO	19
레지스터 개수 HI	00
레지스터 개수 LO	02
바이트 카운트	04
데이터 쓰기 HI (레지스터 4: 1049)	00
데이터 쓰기 LO (레지스터 4: 1049)	00
데이터 쓰기 HI (레지스터 4: 1050)	02
데이터 쓰기 LO (레지스터 4: 1050)	E2
오류 검사(CRC)	-

표 7.32

**응답**

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

필드 이름	예(HEX)
슬레이브 주소	01
기능	10
시작 주소 HI	04
시작 주소 LO	19
레지스터 개수 HI	00
레지스터 개수 LO	02
오류 검사(CRC)	-

표 7.33

## 7.11 덴포스 FC 제어 프로파일

### 7.11.1 FC 프로파일에 따른 제어 워드 (8-10 프로토콜 = FC 프로파일)

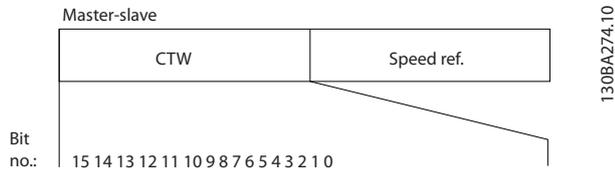


그림 7.13

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	릴레이 01 개방	릴레이 01 동작
12	릴레이 02 개방	릴레이 02 동작
13	파라미터 설정	선택 lsb
15	기능 없음	역회전

표 7.34

### 제어 비트 설명

#### 비트 00/01

비트 00 과 01 은 표 7.35 에 따라 3-10 Preset Reference 에 미리 프로그래밍되어 있는 4 개의 지령 값 중에서 선택하는 데 사용됩니다.

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

표 7.35 제어 비트

### 참고

비트 00/01 이 디지털 입력의 해당 기능을 계산하는 방법을 정의하려면 8-56 Preset Reference Select 에서 지령을 선택합니다.

#### 비트 02, 직류 제동

비트 02='0'일 때 직류 제동 및 정지됩니다. 2-01 DC Brake Current 과 2-02 DC Braking Time 에서 제동 전류 및 시간을 설정합니다.

비트 02='1'일 때 가감속됩니다.

#### 비트 03, 코스팅

비트 03='0': 주파수 변환기가 모터를 즉시 정지시키고 (출력 트랜지스터는 차단) 모터를 코스팅 정지됩니다.

비트 03='1': 기타 기동 조건을 만족하는 경우 주파수 변환기가 모터를 기동합니다.

비트 03 이 디지털 입력의 해당 기능을 계산하는 방법을 정의하려면 8-50 Coasting Select 에서 코스팅을 선택합니다.

#### 비트 04, 순간 정지

비트 04='0': 정지할 때까지 모터를 감속합니다

(3-81 Quick Stop Ramp Time 에서 설정).

#### 비트 05, 출력 주파수 고정

비트 05='0': 현재 출력 주파수(Hz)가 고정됩니다. 고정된 출력 주파수는 가속=21 및 감속=22 하도록 프로그래밍된 디지털 입력(5-10 Terminal 18 Digital Input 에서 5-13 Terminal 29 Digital Input)으로만 변경됩니다.

### 참고

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

- 비트 03 코스팅 정지
- 비트 02, 직류 제동
- 직류 제동=5, 코스팅 정지=2, 또는 리셋 및 코스팅 정지=3 하도록 프로그래밍된 디지털 입력 (5-10 Terminal 18 Digital Input ~ 5-13 Terminal 29 Digital Input).

#### 비트 06, 가감속 정지/기동

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

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

#### 비트 07, 리셋 비트 07='0': 리셋 안함.

비트 07='1': 트립을 리셋합니다. 신호의 전연에서, 즉, 논리 '0'에서 논리 '1'로 변경할 때 리셋이 활성화됩니다.

**비트 08. 조그**

비트 08='1': 출력 주파수는 3-11 Jog Speed [Hz]에 따라 다릅니다.

**비트 09. 가감속 1/2 선택**

비트 09='0': 가감속 1 이 활성화됩니다(3-41 Ramp 1 Ramp Up Time ~ 3-42 Ramp 1 Ramp Down Time).  
비트 09='1': 가감속 2(3-51 Ramp 2 Ramp Up Time ~ 3-52 Ramp 2 Ramp Down Time)가 활성화됩니다.

**비트 10. 유효하지 않은 데이터/유효한 데이터**

제어 워드를 사용하지 않으면 무시할지를 주파수 변환기에 알립니다.

비트 10='0': 제어 워드를 무시합니다. 비트 10='1': 제어 워드를 사용합니다. 텔레그램의 종류에 관계 없이 텔레그램에는 항상 제어 워드가 포함되기 때문에 이 기능이 사용됩니다. 파라미터를 업데이트하거나 읽을 때 제어 워드를 사용하지 않으려면 제어 워드를 끕니다.

**비트 11. 릴레이 01**

비트 11='0': 릴레이는 활성화되지 않습니다.  
비트 11='1': 5-40 Function Relay에 제어 워드 비트 11=36이 선택되어 있으면 릴레이 01 이 활성화됩니다.

**비트 12. 릴레이 02**

비트 12='0': 릴레이 02 는 활성화되지 않습니다. 비트 12='1': 5-40 Function Relay에 제어 워드 비트 12=37이 선택되어 있다면 릴레이 02 가 활성화됩니다.

**비트 13. 셋업 선택**

표를 기준으로 비트 13 을 사용하여 2 개의 메뉴 셋업 중 하나를 선택합니다.

셋업	비트 13
1	0
2	1

표 7.36

이 기능은 0-10 Active Set-up에서 다중 설정=9가 선택되었을 경우에만 사용할 수 있습니다.

비트 13 이 디지털 입력의 해당 기능을 계산하는 방법을 정의하려면 8-55 Set-up Select에서 지령을 선택합니다.

**비트 15 역회전**

비트 15='0': 역회전 안함  
비트 15='1': 역회전 8-54 Reversing Select에서 역회전이 디지털로 초기 설정되어 있습니다. 직렬 통신이나 논리 OR 또는 논리 AND 가 선택되었을 경우에만 비트 15 가 역회전됩니다.

**7.11.2 FC 프로파일 에 따른 상태 워드 (STW) (8-30 Protocol = FC 프로파일)**

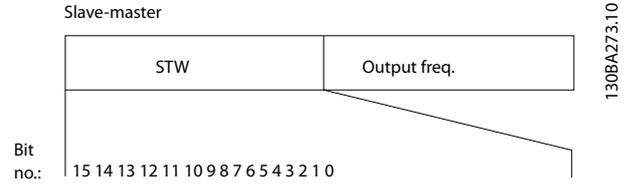


그림 7.14

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

표 7.37

**상태 비트의 설명**

**비트 00. 제어 준비 안됨/준비됨**

비트 00='0': 주파수 변환기가 트립합니다.  
비트 00='1': 주파수 변환기 제어는 준비되지만, 반드시 전원 부품이 전원 공급을 받는 것은 아닙니다(외부 24V 가 제어 장치에 공급될 경우).

**비트 01. 인버터 준비**

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

**비트 02. 코스팅 정지**

비트 02='0': 주파수 변환기가 모터를 정지시킵니다.  
비트 02='1': 주파수 변환기가 기동 명령을 사용하여 모터를 기동합니다.

비트 03. 오류 없음/트립

비트 03='0': 주파수 변환기가 정상적으로 운전하고 있습니다. 비트 03='1': 주파수 변환기가 트립합니다. 운전을 다시 시작하려면 [Reset]을 누릅니다.

비트 04. 오류 없음/오류(트립 안됨)

비트 04='0': 주파수 변환기가 정상적으로 운전하고 있습니다. 비트 04="1": 주파수 변환기에 오류가 있지만 트립하지는 않습니다.

비트 05. 사용안함

비트 05는 상태 워드에서 사용되지 않습니다.

비트 06. 오류 없음/트립 잠금

비트 06='0': 주파수 변환기가 정상적으로 운전하고 있습니다. 비트 06="1": 주파수 변환기가 트립되고 잠겼습니다.

비트 07. 경고 없음/경고

비트 07='0': 경고가 없습니다.  
비트 07='1': 경고가 발생했습니다.

비트 08. 속도≠지령/속도=지령

비트 08='0': 모터가 운전 중이지만 현재 운전 속도가 프리셋 속도 지령과 일치하지 않습니다. 기동 또는 정지 시 속도가 가속 또는 감속되었을 때 이런 현상이 나타날 수 있습니다.

비트 08='1': 모터의 속도가 프리셋 속도 지령과 일치합니다.

비트 09. 현장 운전/버스통신 제어

비트 09='0': [Off/Reset]은 *F-02 Operation Method*에 제어 장치 또는 *현장 제어*가 선택되어 있을 경우에 활성화됩니다. 직렬 통신을 이용하여 주파수 변환기를 제어할 수 없습니다.

비트 09='1' 필드 버스/직렬 통신을 이용하여 주파수 변환기를 제어할 수 있습니다.

비트 10. 주파수 한계 초과

비트 10='0': 출력 주파수가 *4-12 Motor Speed Low Limit [Hz]* 또는 *4-14 Motor Speed High Limit [Hz]*에서 설정된 값에 도달했습니다.

비트 10="1": 출력 주파수가 정의된 한계 내에 있습니다.

비트 11. 운전하지 않음/운전 중

비트 11='0': 모터가 운전하지 않습니다.

비트 11='1': 주파수 변환기가 기동 신호를 받았거나 출력 주파수가 0Hz 보다 큼니다.

비트 12. 인버터 정상/정지, 자동 기동:

비트 12='0': 인버터에 일시적 과열 현상이 없습니다.

비트 12='1': 과열로 인해 인버터가 정지되지만 트립되지는 않고 과열 현상이 없어질 경우 다시 운전을 시작합니다.

비트 13. 전압 정상/한계 초과

비트 13='0': 전압 경고가 발생하지 않았습니다.

비트 13='1': 주파수 변환기 매개회로의 직류 전압이 너무 낮거나 높습니다.

비트 14. 토크 정상/한계 초과

비트 14='0': 모터 전류가 *4-18 Current Limit*에서 선택된 토크 한계보다 낮습니다.

비트 14='1': *4-18 Current Limit*의 토크 한계가 초과되었습니다.

비트 15. 타이머 정상/한계 초과

비트 15='0': 모터 쉼 보호와 쉼 보호의 타이머가 100%를 초과하지 않았습니다.

비트 15='1': 타이머 중 하나가 100%를 초과합니다.

### 7.11.3 버스통신 속도 지령 값

속도 지령 값은 상대적인 값(%)으로 에 전달됩니다. 값은 16 비트 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.

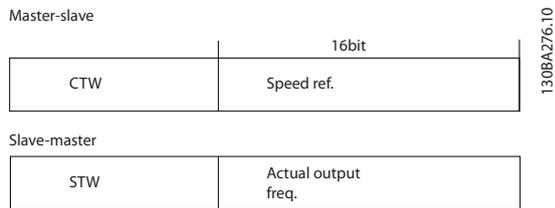


그림 7.15

지령과 MAV 는 다음과 같이 범위가 설정됩니다:

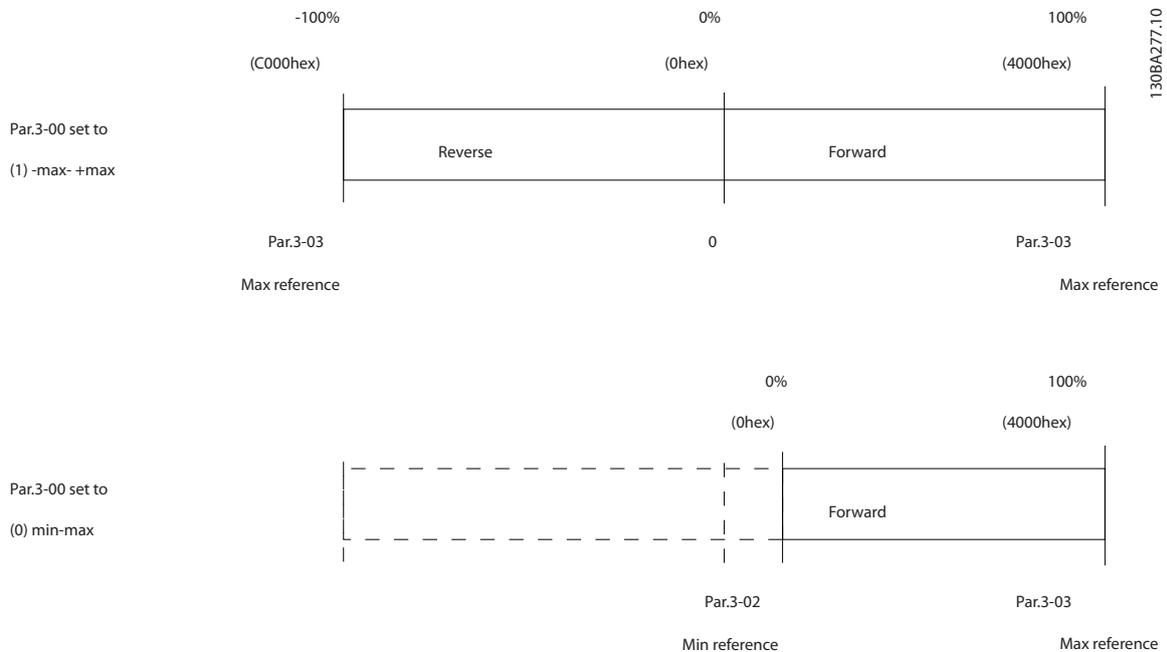
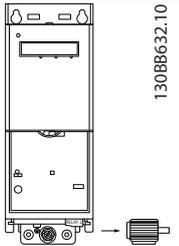
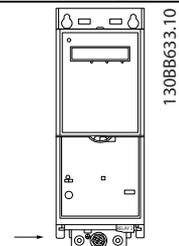


그림 7.16

## 8 일반사양 및 고장수리

### 8.1 주전원 공급표

#### 8.1.1 주전원 공급 3x200-240V AC

주파수 변환기	PK2 5	PK 37	PK7 5	P1 K5	P2K 2	P3K 7	P5K 5	P7K 5	P11 K	P15 K	P18 K	P22 K	P30 K	P37 K	P45 K	
대표적 축 출력 [kW]	0.2 5	0.3 7	0.7 5	1.5	2.2	3.7	5.5	7.5	11.0	15.0	18.5	22.0	30.0	37.0	45.0	
대표적 축 출력 [HP]	0.3 3	0.5	1.0	2.0	3.0	5.0	7.5	10.0	15.0	20.0	25.0	30.0	40.0	50.0	60.0	
IP20 프레임	H1	H1	H1	H1	H2	H3	H4	H4	H5	H6	H6	H7	H7	H8	H8	
단자(주전원, 모터)의 최대 케이블 크기 [mm <sup>2</sup> /AWG]	4/1 0	4/1 0	4/1 0	4/1 0	4/10	4/10	16/6	16/6	16/6	35/2	35/2	50/1	50/1	95/0	120/ (4/0 )	
<b>출력 전류</b>																
<b>40°C의 주위 온도</b>																
 130BB632.10	지속적 (3x200-240V) [A]	1.5	2.2	4.2	6.8	9.6	15.2	22.0	28.0	42.0	59.4	74.8	88.0	115. 0	143. 0	170. 0
	단속적 (3x200-240V) [A]	1.7	2.4	4.6	7.5	10.6	16.7	24.2	30.8	46.2	65.3	82.3	96.8	126. 5	157. 3	187. 0
<b>최대 입력 전류</b>																
 130BB633.10	지속적 (3x200-240V) [A]	1.1	1.6	2.8	5.6	8.6/ 7.2	14.1 / 12.0	21.0 / 18.0	28.3 / 24.0	41.0 / 38.2	52.7	65.0	76.0	103. 7	127. 9	153. 0
	단속적 (3x200-240V) [A]	1.2	1.8	3.1	6.2	9.5/ 7.9	15.5 / 13.2	23.1 / 19.8	31.1 / 26.4	45.1 / 42.0	58.0	71.5	83.7	114. 1	140. 7	168. 3
최대 주전원 퓨즈 <span style="float: right;">5.2.4 퓨즈 참조</span>																
추정 전력 손실 [W], 최고 사례/일반 <sup>1)</sup>																
중량 외함 IP20 [kg]																
효율 [%], 최고 사례/일반 <sup>1)</sup>																
<b>출력 전류</b>																
<b>50°C의 주위 온도</b>																
	지속적 (3x200-240V) [A]	1.5	1.9	3.5	6.8	9.6	13.0	19.8	23.0	33.0	53.5	66.6	79.2	103. 5	128. 7	153. 0
	단속적 (3x200-240V) [A]	1.7	2.1	3.9	7.5	10.6	14.3	21.8	25.3	36.3	58.9	73.3	87.1	113. 9	141. 6	168. 3

1) 정격 부하 시 조건

표 8.1

8.1.2 주전원 공급 3x380-480V AC

주파수 변환기		PK37	PK75	PK15	P2K2	P3K0	P4K0	P5K5	P7K5	P11	P15K	P18K	P22K	P30	P37K	P45K	P55	P75	P90K	
										K				K		K	K	K		
대표적 축 출력 [kW]		0.37	0.75	1.5	2.2	3.0	4.0	5.5	7.5	11.0	15.0	18.5	22.0	30.0	37.0	45.0	55.0	75.0	90.0	
대표적 축 출력 [HP]		0.5	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	7.5	10.0	15.0	20.0	25.0	30.0	40.0	50.0	60.0	70.0	100.0	125.0	
IP20 프레임		H1	H1	H1	H2	H2	H2	H3	H3	H4	H4	H5	H5	H6	H6	H6	H7	H7	H8	
단자(주전원, 모터)의 최대 케이블 크기 [mm <sup>2</sup> /AWG]		4/10	4/10	4/10	4/10	4/10	4/10	4/10	4/10	16/6	16/6	16/6	16/6	35/2	35/2	35/2	50/1	95/0	120/25	
출력 전류		40°C의 주위 온도																		
<p>130BB632.10</p>		지속적 (3x380-440V) [A]	1.2	2.2	3.7	5.3	7.2	9.0	12.0	15.5	23.0	31.0	37.0	42.5	61.0	73.0	90.0	106.0	147.0	177.0
		단속적 (3x380-440V) [A]	1.3	2.4	4.1	5.8	7.9	9.9	13.2	17.1	25.3	34.0	40.7	46.8	67.1	80.3	99.0	116.0	161.0	194.0
		지속적 (3x440-480V) [A]	1.1	2.1	3.4	4.8	6.3	8.2	11.0	14.0	21.0	27.0	34.0	40.0	52.0	65.0	80.0	105.0	130.0	160.0
		단속적 (3x440-480V) [A]	1.2	2.3	3.7	5.3	6.9	9.0	12.1	15.4	23.1	29.7	37.4	44.0	57.2	71.5	88.0	115.0	143.0	176.0
<p>130BB633.10</p>		지속적 (3x380-440V) [A]	1.2	2.1	3.5	4.7	6.3	8.3	11.2	15.1	22.1	29.9	35.2	41.5	57.0	70.0	84.0	103.0	140.0	166.0
		단속적 (3x380-440V) [A]	1.3	2.3	3.9	5.2	6.9	9.1	12.3	16.6	24.3	32.9	38.7	45.7	62.7	77.0	92.4	113.0	154.0	182.0
		지속적 (3x440-480V) [A]	1.0	1.8	2.9	3.9	5.3	6.8	9.4	12.6	18.4	24.7	29.3	34.6	49.2	60.6	72.5	88.6	120.9	142.7
		단속적 (3x440-480V) [A]	1.1	2.0	3.2	4.3	5.8	7.5	10.3	13.9	20.2	27.2	32.2	38.1	54.1	66.7	79.8	97.5	132.9	157.0
최대 주전원 퓨즈		5.2.4 퓨즈 참조																		

표 8.2





주파수 변환기	PK37	PK75	P1K5	P2K2	P3K0	P4K0	P5K5	P7K5	P11K	P15K	P18K	P22K	P30K	P37K	P45K	P55K	P75K	P90K	
추경 전력 손실 [W], 최고 사례/일반 1)	13/15	16/21	46/57	46/58	66/83	95/118	104/13	159/19	248/27	353/37	412/45	475/52	733	922	1067	1133	1733	2141	
중량 외함 IP20 [kg]	2.0	2.0	2.1	3.3	3.3	3.4	4.3	4.5	7.9	7.9	9.5	9.5	24.5	24.5	24.5	36.0	36.0	51.0	
효율 [%], 최고 사례/일반 1	97.8/97.	98.0/97	97.7/9	98.3/9	98.2/97	98.0/97	98.4/9	98.2/9	98.1/9	98.0/9	98.1/9	98.1/9	97.8	97.7	98	98.2	97.8	97.9	
출력 전류	3	.6	7.2	7.9	.8	.6	8.0	7.8	7.9	7.8	7.9	7.9	97.8	97.7	98	98.2	97.8	97.9	
<b>50°C의 주위 온도</b>																			
지속적 (3x380-440V) [A]	1.04	1.93	3.7	4.85	6.3	8.4	10.9	14.0	20.9	28.0	34.1	38.0	48.8	58.4	72.0	74.2	102.9	123.9	
단속적 (3x380-440V) [A]	1.1	2.1	4.07	5.4	6.9	9.2	12.0	15.4	23.0	30.8	37.5	41.8	53.7	64.2	79.2	81.6	113.2	136.3	
지속적 (3x440-480V) [A]	1.0	1.8	3.4	4.4	5.5	7.5	10.0	12.6	19.1	24.0	31.3	35.0	41.6	52.0	64.0	73.5	91.0	112.0	
단속적 (3x440-480V) [A]	1.1	2.0	3.7	4.8	6.1	8.3	11.0	13.9	21.0	26.4	34.4	38.5	45.8	57.2	70.4	80.9	100.1	123.2	

표 8.3

8.1.3 주전원 공급 3x380-480V AC

주파수 변환기	PK7	P1K	P2K	P3K	P4K	P5K	P7K	P11	P11	P15	P18	P18	P15	P18	P22	P30	P37	P45	P55	P75	P90	
	5	5	2	0	0	5	5	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	
대표적 축 출력 [kW]	0.75	1.5	2.2	3.0	4.0	5.5	7.5	11	15	20	25	18.5	15	18.5	22.0	30.0	37.0	45.0	55.0	75.0	90.0	
대표적 축 출력 [HP]	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	7.5	10.0	15	20	25	14	14	15	25.0	30.0	40.0	50.0	60.0	70.0	100.0	125.0	
IP54 프레임	I2	I2	I2	I2	I2	I3	I3	I4	I4	I4	I4	I4	I5	I5	I6	I6	I6	I7	I7	I8	I8	I8
단자(주전원, 모터)의 최대 케이블 크기 [mm <sup>2</sup> /AWG]	4/10	4/10	4/10	4/10	4/10	4/10	4/10	16/6	16/6	16/6	16/6	16/6	10/7	10/7	35/2	35/2	35/2	50/1	50/1	95/	120/	
																				(3/0)	(4/0)	
<b>출력 전류</b>																						
<b>40°C의 주위 온도</b>																						
지속적 (3x380-440V) [A]	2.2	3.7	5.3	7.2	9.0	12.0	15.5	23.0	31.0	37.0	24	32	37.5	44.0	61.0	73.0	90.0	106.0	147.0	177.0		
단속적 (3x380-440V) [A]	2.4	4.1	5.8	7.9	9.9	13.2	17.1	25.3	34.0	40.7	26.2	35.2	41.3	48.4	67.1	80.3	99.0	116.6	161.7	194.7		
지속적 (3x440-480V) [A]	2.1	3.4	4.8	6.3	8.2	11.0	14.0	21.0	27.0	34.0	21	27	34	40.0	52.0	65.0	80.0	105.0	130.0	160.0		
단속적 (3x440-480V) [A]	2.3	3.7	5.3	6.9	9.0	12.1	15.4	23.1	29.7	37.4	23.1	29.7	37.4	44.0	57.2	71.5	88.0	115.5	143.0	176.0		
<b>최대 입력 전류</b>																						
지속적 (3x380-440V) [A]	2.1	3.5	4.7	6.3	8.3	11.2	15.1	22.1	29.9	35.2	22	29	34	41.8	57.0	70.3	84.2	102.9	140.3	165.6		
단속적 (3x380-440V) [A]	2.3	3.9	5.2	6.9	9.1	12.3	16.6	24.3	32.9	38.7	24.2	31.9	37.3	46.0	62.7	77.4	92.6	113.1	154.3	182.2		
지속적 (3x440-480V) [A]	1.8	2.9	3.9	5.3	6.8	9.4	12.6	18.4	24.7	29.3	19	25	31	36.0	49.2	60.6	72.5	88.6	120.9	142.7		
단속적 (3 x 440-480V) [A]	2.0	3.2	4.3	5.8	7.5	10.3	13.9	20.2	27.2	32.2	20.9	27.5	34.1	39.6	54.1	66.7	79.8	97.5	132.9	157.0		
5.2.4 푸즈 참조																						

표 8.4





주파수 변환기	PK75	P1K 5	PK2 K2	PK3 KO	PK4 KO	PK5 K5	PK7 K5	P11 K	P15K P18K	PK11 K	PK1 5K	P18K P22K	P30 K	P37K K	P45 K	P55K K	P75 K	P90K
추경 전력 손실 [W], 최고 사례/일반 1)	21/ 16	46/ 57	46/ 58	66/ 83	95/ 118	104/ 131	159/ 198	248/ 274	353/ 379	412/ 456	330	396	734	995	840	1099	1520	1781
중량 외함 IP54 [kg]	5.3	5.3	5.3	5.3	5.3	7.2	7.2	13.8	13.8	23	23	27	27	27	45	45	65	65
효율 [%], 최고 사례/일반 1	98.0/ 97.6	97.7/ 97.2	98.3/ 97.9	98.2/ 97.8	98.0/ 97.6	98.4/ 98.0	98.2/ 97.8	98.1/ 97.9	98.0/ 97.8	98.0	98.0	98.0	97.8	97.6	98.3	98.2	98.1	98.3
<b>출력 전류</b>																		
<b>50°C의 주위 온도</b>																		
지속적(3x380-440V) [A]	1.93	3.7	4.85	6.3	7.5	10.9	14.0	20.9	28.0	33.0	25.6	30	48.8	58.4	63.0	74.2	102.9	123.9
단속적(3x380-440V) [A]	2.1	4.07	5.4	6.9	9.2	12.0	15.4	23.0	30.8	36.3	28.2	33	53.9	64.2	69.3	81.6	113.2	136.3
지속적(3x440-480V) [A]	1.8	3.4	4.4	5.5	6.8	10.0	12.6	19.1	24.0	30.0	21.6	27.2	41.6	52.0	56.0	73.5	91.0	112.0
단속적(3x440-480V) [A]	2.0	3.7	4.8	6.1	8.3	11.0	13.9	21.0	26.4	33.0	23.8	30	45.8	57.2	61.6	80.9	100.1	123.2

표 8.5

8.1.4 주전원 공급 3x525-600V AC

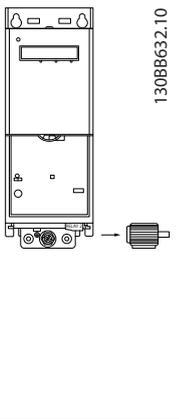
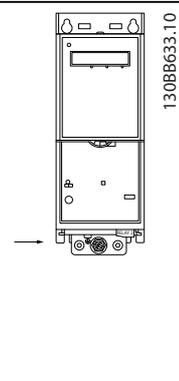
주파수 변환기	P2K2	P3K0	P3K7	P5K5	P7K5	P11K	P15K	P18K	P22K	P30K	P37K	P45K	P55K	P75K	P90K	
대표적 축 출력 [kW]	2.2	3.0	3.7	5.5	7.5	11.0	15.0	18.5	22.0	30.0	37	45.0	55.0	75.0	90.0	
대표적 축 출력 [HP]	3.0	4.0	5.0	7.5	10.0	15.0	20.0	25.0	30.0	40.0	50.0	60.0	70.0	100.0	125.0	
IP20 프레임	H9	H9	H9	H9	H9	H10	H10	H6	H6	H6	H7	H7	H7	H8	H8	
단자(주전원, 모터)의 최대 케이블 크기 [mm <sup>2</sup> /AWG]	4/10	4/10	4/10	4/10	4/10	10/8	10/8	35/2	35/2	35/2	50/1	50/1	50/1	95/0	120/(4/0)	
<b>출력 전류</b>																
 130BB632.10	40°C의 주위 온도															
	지속적 (3x525-550V) [A]	4.1	5.2	6.4	9.5	11.5	19.0	23.0	28.0	36.0	43.0	54.0	65.0	87.0	105.0	137.0
	단속적 (3x525-550V) [A]	4.5	5.7	7.0	10.5	12.7	20.9	25.3	30.8	39.6	47.3	59.4	71.5	95.7	115.5	150.7
	지속적 (3x551-600V) [A]	3.9	4.9	6.1	9.0	11.0	18.0	22.0	27.0	34.0	41.0	52.0	62.0	83.0	100.0	131.0
	단속적 (3x551-600V) [A]	4.3	5.4	6.7	9.9	12.1	19.8	24.2	29.7	37.4	45.1	57.2	68.2	91.3	110.0	144.1
<b>최대 입력 전류</b>																
 130BB633.10	지속적 (3x525-550V) [A]	3.7	5.1	5.0	8.7	11.9	16.5	22.5	27.0	33.1	45.1	54.7	66.5	81.3	109.0	130.9
	단속적 (3x525-550V) [A]	4.1	5.6	6.5	9.6	13.1	18.2	24.8	29.7	36.4	49.6	60.1	73.1	89.4	119.9	143.9
	지속적 (3x551-600V) [A]	3.5	4.8	5.6	8.3	11.4	15.7	21.4	25.7	31.5	42.9	52.0	63.3	77.4	103.8	124.5
	단속적 (3x551-600V) [A]	3.9	5.3	6.2	9.2	12.5	17.3	23.6	28.3	34.6	47.2	57.2	69.6	85.1	114.2	137.0
<b>최대 주전원 퓨즈</b>																
5.2.4 퓨즈 참조																
추정 전력 손실 [W], 최고 사례/일반 <sup>1)</sup>	65	90	110	132	180	216	294	385	458	542	597	727	1092	1380	1658	
중량 외함 IP54 [kg]	6.6	6.6	6.6	6.6	6.6	11.5	11.5	24.5	24.5	24.5	36.0	36.0	36.0	51.0	51.0	
효율 [%], 최고 사례/일반 <sup>1)</sup>	97.9	97	97.9	98.1	98.1	98.4	98.4	98.4	98.4	98.5	98.5	98.7	98.5	98.5	98.5	
<b>출력 전류</b>																
	50°C의 주위 온도															
	지속적 (3x525-550V) [A]	2.9	3.6	4.5	6.7	8.1	13.3	16.1	19.6	25.2	30.1	37.8	45.5	60.9	73.5	95.9
	단속적 (3x525-550V) [A]	3.2	4.0	4.9	7.4	8.9	14.6	17.7	21.6	27.7	33.1	41.6	50.0	67.0	80.9	105.5
	지속적 (3x551-600V) [A]	2.7	3.4	4.3	6.3	7.7	12.6	15.4	18.9	23.8	28.7	36.4	43.3	58.1	70.0	91.7
단속적 (3x551-600V) [A]	3.0	3.7	4.7	6.9	8.5	13.9	16.9	20.8	26.2	31.6	40.0	47.7	63.9	77.0	100.9	

표 8.6

## 8.2 일반사양

### 보호 기능

- 과부하에 대한 전자 썬멀 모터 보호 모터 보호
- 방열판의 온도 감시 기능은 온도 초과 시 주파수 변환기를 트립합니다.
- 주파수 변환기는 모터 단자 U, V, W 간의 단락으로부터 보호됩니다.
- 모터 결상이 발생하면 주파수 변환기가 트립되고 알람이 발생합니다.
- 주전원 결상이 발생하면 주파수 변환기가 트립되거나 경고가 발생합니다(부하에 따라 다름).
- 매개회로 전압을 감시하여 전압이 너무 높거나 너무 낮으면 주파수 변환기가 트립됩니다.
- 인버터의 모터 단자 U, V, W는 접지 결함으로부터 보호됩니다.

### 주전원 공급 (L1, L2, L3)

공급 전압	200-240 V ±10%
공급 전압	380-480V ±10%
공급 전압	525-600 V ±10%
공급 주파수	50/60 Hz
주전원 상간 일시 불균형 최대 허용값	정격 공급 전압의 3.0%
실제 역률 (λ)	정격 부하 시 정격 ≥ 0.9
단일성 근접 변위 역률 (코사인 φ)	(>0.98)
입력 전원 L1, L2, L3의 차단/공급 (전원인가) - 외함 프레임 H1-H5, I2, I3, I4	최대 분당 2 회.
입력 전원 L1, L2, L3의 차단/공급 (전원인가) - 외함 프레임 H6-H8, I6-I8	최대 1 회/분
EN 60664-1에 따른 환경 기준	과전압 부문 III/오염 정도 2
이 장치는 100,000 RMS 대칭 암페어, 240/480V(최대)보다 작은 용량의 회로에서 사용하기에 적합합니다.	

### 모터 출력 (U, V, W)

출력 전압	공급 전압의 0-100%
출력 주파수	0-200Hz (VVC <sup>plus</sup> ), 0-400Hz (u/f)
출력 전원 차단/공급	무제한
가감속 시간	0.05-3600 초

### 케이블 길이 및 단면적

차폐/보호된 모터 케이블의 최대 길이(EMC 규정에 맞게 설치)	2.8.2 EMC 시험 결과 참조
차폐/보호되지 않은 모터 케이블의 최대 길이	50 m
모터, 주전원의 최대 단면적*	
외함 프레임 H1-H3, I2, I3, I4의 필터 피드백을 위한 직류 단자의 단면적	4 mm <sup>2</sup> /11 AWG
외함 프레임 H4-H5의 필터 피드백을 위한 직류 단자의 단면적	16 mm <sup>2</sup> /6 AWG
제어 단자(단단한 선)의 최대 단면적	2.5 mm <sup>2</sup> /14 AWG
제어 단자(유연한 케이블)의 최대 단면적	2.5 mm <sup>2</sup> /14 AWG
제어 단자의 최소 단면적	0.05 mm <sup>2</sup> /30 AWG

\*자세한 정보는 8.1.2 주전원 공급 3x380-480V AC

참조

### 디지털 입력

프로그래밍 가능한 디지털 입력 개수	4
단자 번호	18, 19, 27, 29
논리	PNP 또는 NPN
전압 범위	0 - 24V DC
전압 범위, 논리 '0' PNP	<5 V DC
전압 범위, 논리 '1' PNP	>10 V DC
전압 범위, 논리 '0' NPN	>19 V DC
전압 범위, 논리 '1' NPN	<14 V DC
최대 입력 전압	28 V DC
입력 저항, Ri	약 4 k
디지털 입력 29(써미스터 입력)	결함: >2.9 kΩ 및 무결함: <800 Ω

아날로그 입력	
아날로그 입력 개수	2
단자 번호	53, 54
단자 53 모드	파라미터 6-19: 1=전압, 0=전류
단자 54 모드	파라미터 6-29: 1=전압, 0=전류
전압 범위	0-10 V
입력 저항, R <sub>i</sub>	약 10 kΩ
최대 전압	20 V
전류 범위	0/4 ~ 20mA (범위 조정 가능)
입력 저항, R <sub>i</sub>	<500 Ω
최대 전류	29mA

아날로그 출력	
프로그래밍 가능한 아날로그 출력 개수	2
단자 번호	42, 45 <sup>1)</sup>
아날로그 출력일 때 전류 범위	0/4-20 mA
아날로그 출력일 때 공통(common)으로의 최대 부하	500 Ω
아날로그 출력일 때 최대 전압	17 V
아날로그 출력의 정밀도	최대 오류: 전체 측정범위 중 0.4%
아날로그 출력의 분해능	10 비트

1) 단자 42 및 45 또한 디지털 출력으로 프로그래밍할 수 있습니다.

디지털 출력	
디지털 출력 개수	2
단자 번호	42, 45 <sup>1)</sup>
디지털 출력의 전압 범위	17 V
디지털 출력의 최대 출력 전류	20mA
디지털 출력의 최대 부하	1 kΩ

1) 단자 42 및 45 또한 아날로그 출력으로 프로그래밍할 수 있습니다.

제어카드, RS-485 직렬 통신	
단자 번호	68 (P, TX+, RX+), 69 (N, TX-, RX-)
단자 번호	61 (단자 68 과 69 의 공통)

제어카드, 24V DC 출력	
단자 번호	12
최대 부하(외함 프레임 H1-H8, I2-I8)	80mA

릴레이 출력	
프로그래밍 가능한 릴레이 출력	2
릴레이 01 및 02	01-03 (NC), 01-02 (NO), 04-06 (NC), 04-05 (NO)
01-02/04-05(NO)의 최대 단자 부하 (AC-1) <sup>1)</sup> (저항부하)	250 V AC, 3 A
01-02/04-05(NO)의 최대 단자 부하 (AC-15) <sup>1)</sup> (유도부하 @ cosφ 0.4)	250V AC, 0.2A
01-02/04-05(NO)의 최대 단자 부하 (DC-1) <sup>1)</sup> (저항부하)	30V DC, 2A
01-02/04-05(NO)의 최대 단자 부하 (DC-13) <sup>1)</sup> (유도부하)	24V DC, 0.1A
01-03/04-06(NC)의 최대 단자 부하 (AC-1) <sup>1)</sup> (저항부하)	250 V AC, 3 A
01-03/04-06(NC)의 최대 단자 부하 (AC-15) <sup>1)</sup> (유도부하 @ cosφ 0.4)	250V AC, 0.2A
	30V DC, 2A
01-03/04-06(NC)의 최대 단자 부하 (DC-1) <sup>1)</sup> (저항 부하)	01-03 (NC), 01-02 (NO)의 최소 단자 부하 24V DC 10mA, 24V AC 20mA
EN 60664-1 에 따른 환경 기준	과전압 부문 III/오염 정도 2
1) IEC 60947 4 부 및 5 부.	

제어카드, 10V DC 출력	
단자 번호	50
출력 전압	10.5V ±0.5V
최대 부하	25 mA

모든 입력, 출력, 회로, 직류 공급 및 릴레이 접점은 공급 전압(PELV) 및 다른 고전압 단자로부터 갈바닉 절연되어 있습니다.

외부조건

외함	IP20
사용 가능한 외함 키트	IP21, TYPE 1
진동 시험	1.0 g
최대 상대 습도	운전하는 동안 5%-95%(IEC 721-3-3; 클래스 3K3 (비응축))
극한 환경 (IEC 60721-3-3), 코팅(표준) 프레임 H1-H5	클래스 3C3
극한 환경 (IEC 60721-3-3), 비코팅 프레임 H6-H10	클래스 3C2
극한 환경 (IEC 60721-3-3), 코팅(옵션) 프레임 H6-H10	클래스 3C3
IEC 60068-2-43 H2S 에 따른 시험 방식 (10 일)	
주위 온도	주전원 공급 표의 40/50°C 기준 최대 출력 전류 참조

주위 온도가 높은 경우에는 8.2.1 외부조건 참조

최소 주위 온도(최대 운전 상태일 때)	0°C
최소 주위 온도(효율 감소 시), 외함 프레임 H1-H5	-20°C
최소 주위 온도(효율 감소 시), 외함 프레임 H6-H10	-10°C
보관/운반 시 온도	-30 ~ +65/70°C
최대 해발 고도(용량 감소 없음)	1000 m
최대 해발 고도(용량 감소)	3000 m
고도가 높은 경우에는 8.2.1 외부조건 참조	
안전 표준	EN/IEC 61800-5-1, UL 508C
EMC 표준 규격, 방사	EN 61800-3, EN 61000-6-3/4, EN 55011, IEC 61800-3
EMC 표준 규격, 방지	EN 61800-3, EN 61000-3-12, EN 61000-6-1/2, EN 61000-4-2, EN 61000-4-3, EN 61000-4-4, EN 61000-4-5, EN 61000-4-6

### 8.3 청각적 소음

다음 세 가지 원인에 의해 주파수 변환기에 청각적 소음이 발생합니다.

1. 직류 매개회로 코일
2. 환기 팬
3. RFI 필터 초크

프레임	수준 [dBA]
H1	57.3
H2	59.5
H3	53.8
H4	64
H5	63.7
H6	71.5
H7	67.5 (75 kW 71.5 dB)
H8	73.5
H9	60
H10	62.9
I2	50.2
I3	54
I4	60.8
I5	67
I6	70
I7	62
I8	65.6

표 8.7 대체로 유닛으로부터 1m 떨어진 지점에서 측정된 값

8.4 dU/Dt

	케이블 길이 [m]	교류 라인 전압 [V]	증가 시간 [usec]	V <sub>peak</sub> [kV]	dU/dt [kv/usec]
200 V 0.25 kW	5	240	0,121	0,498	3.256
	25	240	0,182	0,615	2,706
	50	240	0,258	0,540	1.666
200 V 0.37 kW	5	240	0,121	0,498	3.256
	25	240	0,182	0,615	2,706
	50	240	0,258	0,540	1.666
200 V 0.75 kW	5	240	0,121	0,498	3.256
	25	240	0,182	0,615	2,706
	50	240	0,258	0,540	1.666
200 V 1.5 kW	5	240	0,121	0,498	3.256
	25	240	0,182	0,615	2,706
	50	240	0,258	0,540	1.666
200 V 2.2 kW	5	240	0,18	0,476	2.115
	25	240	0,230	0,615	2.141
	50	240	0,292	0,566	1.550
200 V 3.7 kW	5	240	0,168	0,570	2.714
	25	240	0,205	0,615	2.402
	50	240	0,252	0,620	1.968
200 V 5.5 kW	5	240	0,128	0,445	2781,25
	25	240	0,224	0,594	2121,43
	50	240	0,328	0,596	1453,66
200 V 7.5 kW	5	240	0,18	0,502	2244
	25	240	0,22	0,598	2174,55
	50	240	0,292	0,615	1678
200 V 11 kW	36	240	0,176	0,56	2545,45
	50	240	0,216	0,599	2203,7
400 V 0.37 kW	5	400	0,160	0,808	4.050
	25	400	0,240	1,026	3.420
	50	400	0,340	1,056	2.517
400 V 0.75 kW	5	400	0,160	0,808	4.050
	25	400	0,240	1,026	3.420
	50	400	0,340	1,056	2.517
400 V 1.5 kW	5	400	0,160	0,808	4.050
	25	400	0,240	1,026	3.420
	50	400	0,340	1,056	2.517
400 V 2.2 kW	5	400	0,190	0,760	3.200
	25	400	0,293	1,026	2.801
	50	400	0,422	1,040	1.971
400 V 3.0 kW	5	400	0,190	0,760	3.200
	25	400	0,293	1,026	2.801
	50	400	0,422	1,040	1.971
400 V 4.0 kW	5	400	0,190	0,760	3.200
	25	400	0,293	1,026	2.801
	50	400	0,422	1,040	1.971
400 V 5.5 kW	5	400	0,168	0,81	3.857
	25	400	0,239	1,026	3.434
	50	400	0,328	1,05	2.560
400 V 7.5 kW	5	400	0,168	0,81	3.857
	25	400	0,239	1,026	3.434
	50	400	0,328	1,05	2.560

	케이블 길이 [m]	교류 라인 전압 [V]	증가 시간 [usec]	V <sub>peak</sub> [kV]	dU/dt [kv/usec]
400 V 11 kW	5	400	0,116	0,69	4870,69
	25	400	0,204	0,985	3799,02
	50	400	0,316	1,01	2563,29
400 V 15 kW	5	400	0,139	0,864	4,955
	50	400	0,338	1,008	2,365
400 V 18.5 kW	5	400	0,132	0,88	5,220
	25	400	0,172	1,026	4,772
	50	400	0,222	1,00	3,603
400 V 22 kW	5	400	0,132	0,88	5,220
	25	400	0,172	1,026	4,772
	50	400	0,222	1,00	3,603
400 V 30 kW	10	400	0,376	0,92	1,957
	50	400	0,536	0,97	1,448
	100	400	0,696	0,95	1,092
	150	400	0,8	0,965	0,965
	10	480	0,384	1,2	2,5
	50	480	0,632	1,18	1,494
	100	480	0,712	1,2	1,348
	150	480	0,832	1,17	1,125
	10	500	0,408	1,24	2,431
	50	500	0,592	1,29	1,743
	100	500	0,656	1,28	1,561
	150	500	0,84	1,26	1,2
400 V 37 kW	10	400	0,276	0,928	2,69
	50	400	0,432	1,02	1,889
	10	480	0,272	1,17	3,441
	50	480	0,384	1,21	2,521
	10	500	0,288	1,2	3,333
	50	500	0,384	1,27	2,646
400 V 45 kW	10	400	0,3	0,936	2,496
	50	400	0,44	0,924	1,68
	100	400	0,56	0,92	1,314
	150	400	0,8	0,92	0,92
	10	480	0,3	1,19	3,173
	50	480	0,4	1,15	2,3
	100	480	0,48	1,14	1,9
	150	480	0,72	1,14	1,267
	10	500	0,3	1,22	3,253
	50	500	0,38	1,2	2,526
	100	500	0,56	1,16	1,657
400 V 55 kW	10	400	0,46	1,12	1,948
		480	0,468	1,3	2,222
400 V 75 kW	10	400	0,502	1,048	1,673
		480	0,52	1,212	1,869
		500	0,51	1,272	1,992
400 V 90 kW	10	400	0,402	1,108	2,155
		400	0,408	1,288	2,529
		400	0,424	1,368	2,585

	케이블 길이 [m]	교류 라인 전압 [V]	증가 시간 [usec]	V <sub>peak</sub> [kV]	dU/dt [kv/usec]
600 V 7.5 kW	5	525	0,192	0,972	4,083
	50	525	0,356	1,32	2,949
	5	600	0,184	1,06	4,609
	50	600	0,42	1,49	2,976

표 8.8

### 8.5 주위 온도 및 스위칭 주파수에 따른 용량 감소

24 시간 이상 측정된 주위 온도는 최대 주위 온도보다 최소 5°C 이상 낮아야 합니다. 주파수 변환기가 높은 주위 온도에서 작동하면 연속 출력 전류는 감소해야 합니다.

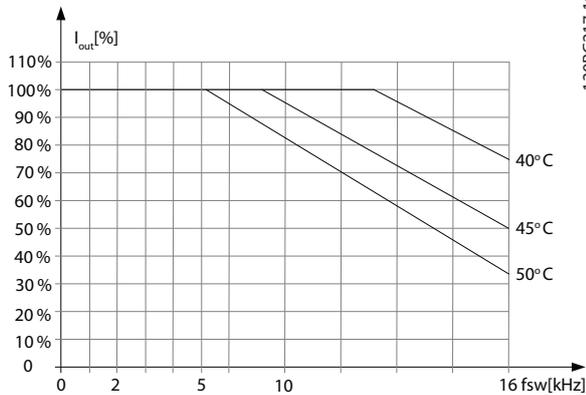


그림 8.1 200 V IP20 H1 0.25-0.75 kW

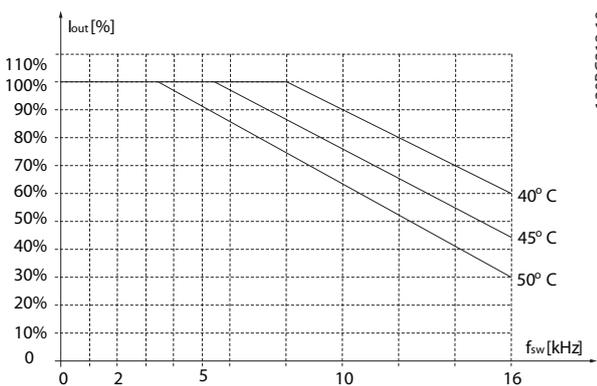


그림 8.2 400 V IP20 H1 0.37-1.5 kW

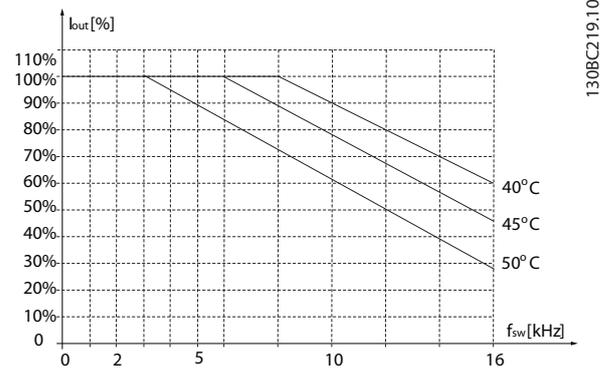


그림 8.3 200 V IP20 H2 2.2 kW

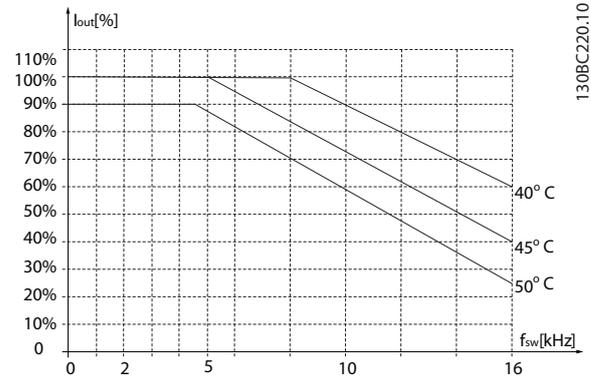


그림 8.4 400 V IP20 H2 2.2-4.0 kW

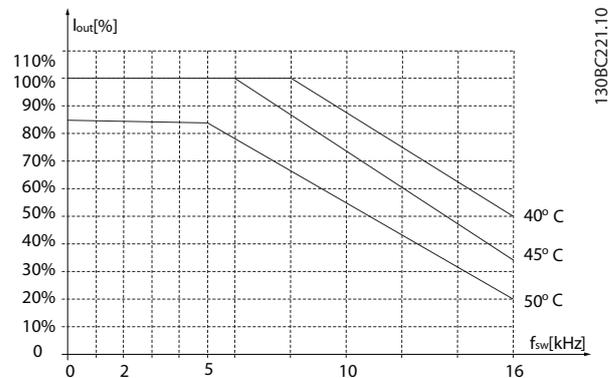


그림 8.5 200 V IP20 H3 3.7 kW

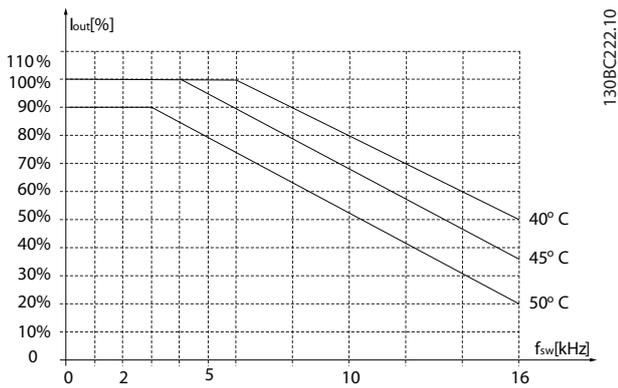


그림 8.6 400 V IP20 H3 5.5-7.5 kW

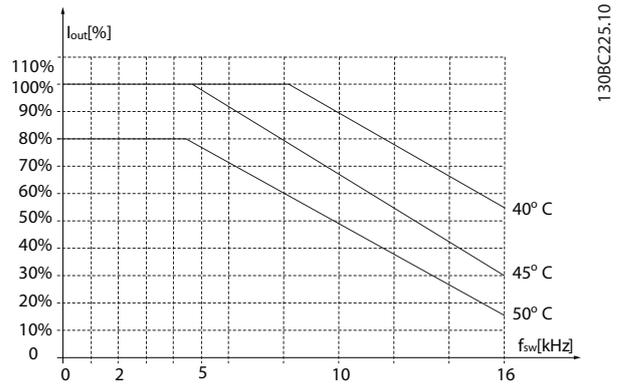


그림 8.9 200 V IP20 H5 11 kW

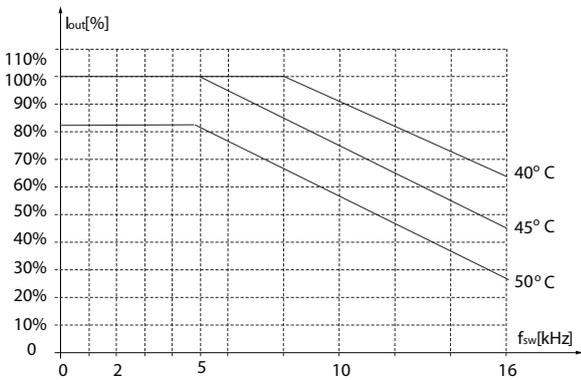


그림 8.7 200 V IP20 H4 5.5-7.5 kW

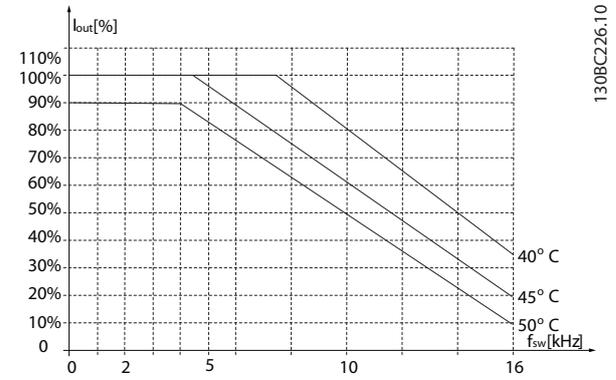


그림 8.10 400 V IP20 H5 18.5-22 kW

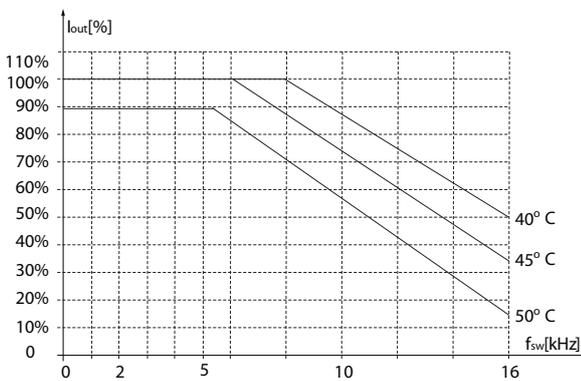


그림 8.8 400 V IP20 H4 11-15 kW

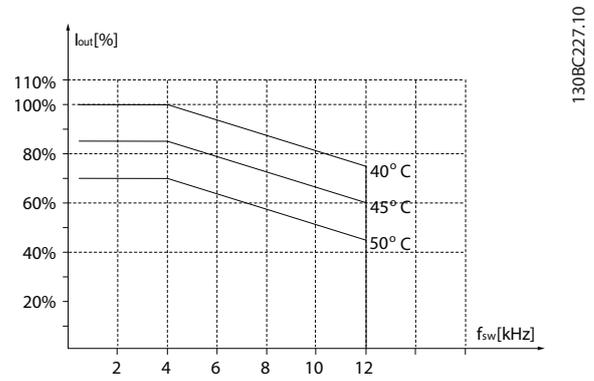
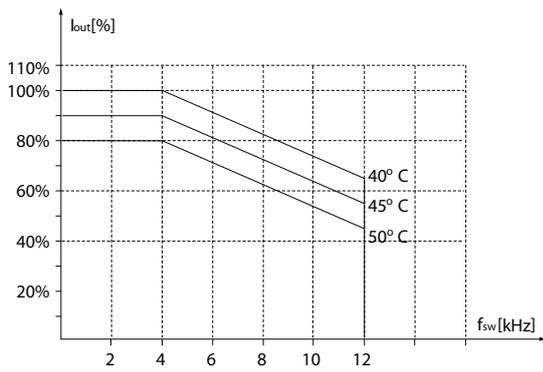
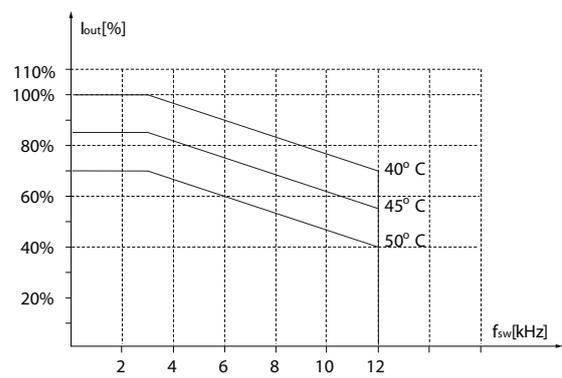


그림 8.11 200 V IP20 H6 15-18.5 kW



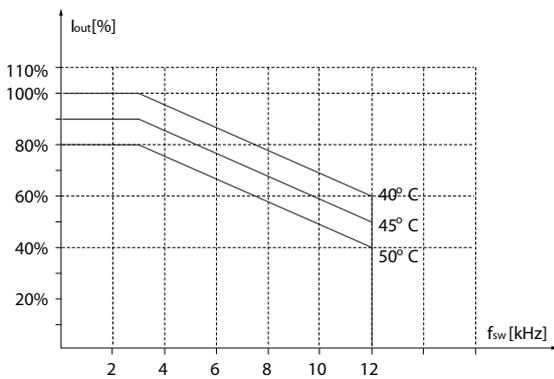
130BC228.10

그림 8.12 400 V IP20 H6 30-37 kW



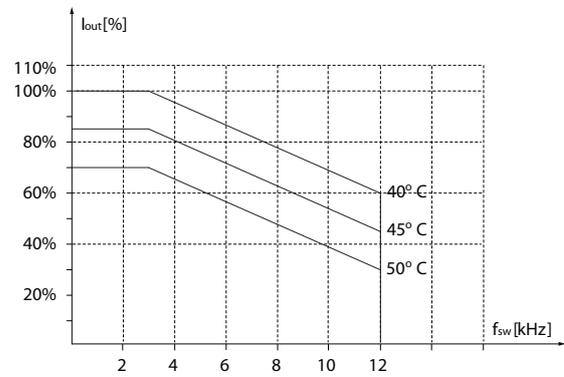
130BC231.10

그림 8.15 200 V IP20 H7 22-30 kW



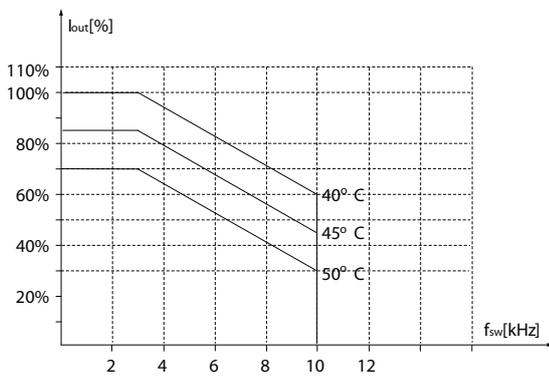
130BC229.10

그림 8.13 400 V IP20 H6 45 kW



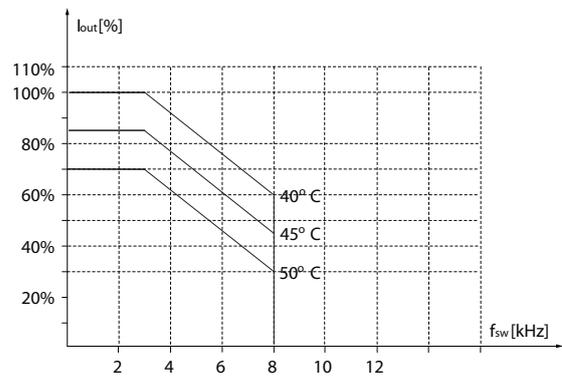
130BC232.10

그림 8.16 400 V IP20 H7 55-75 kW



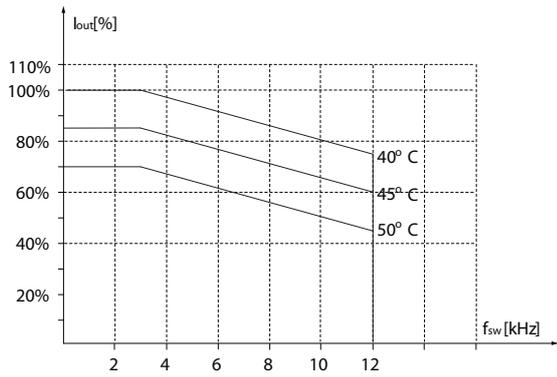
130BC230.10

그림 8.14 600 V IP20 H6 22-30 kW



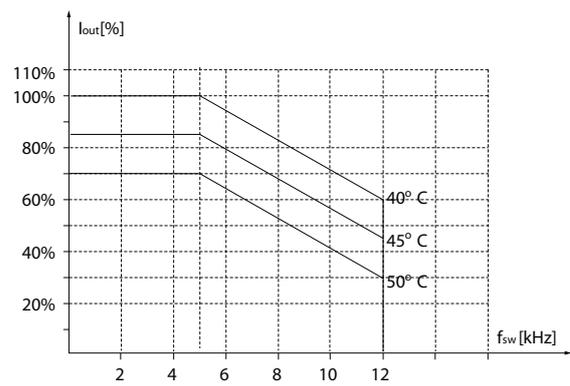
130BC233.10

그림 8.17 600 V IP20 H7 45-55 kW



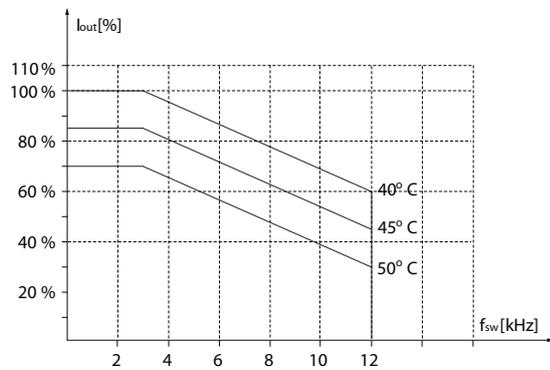
130BC234.10

그림 8.18 200 V IP20 H8 37-45 kW



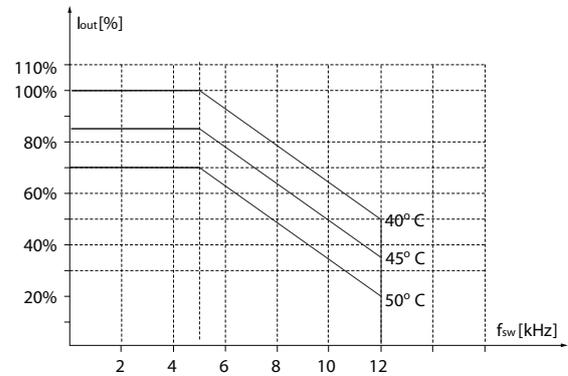
130BC237.10

그림 8.21 600 V IP20 H9 2.2-3 kW



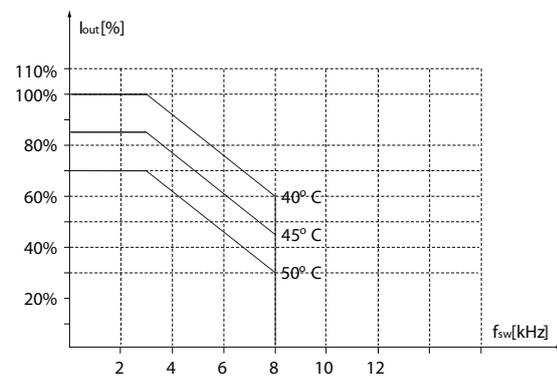
130BC235.10

그림 8.19 400 V IP20 H8 90 kW



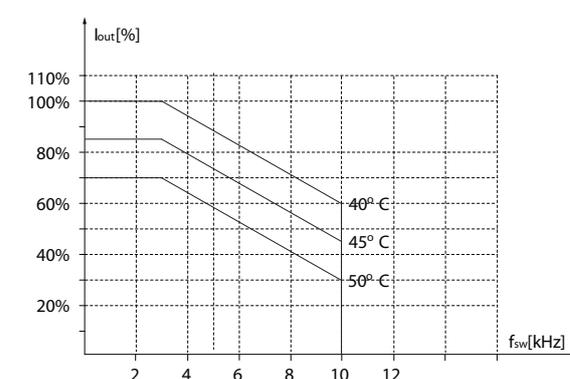
130BC238.10

그림 8.22 600 V IP20 H9 5.5-7.5 kW



130BC236.10

그림 8.20 600 V IP20 H8 75-90 kW



130BC239.10

그림 8.23 600 V IP20 H10 11-15 kW

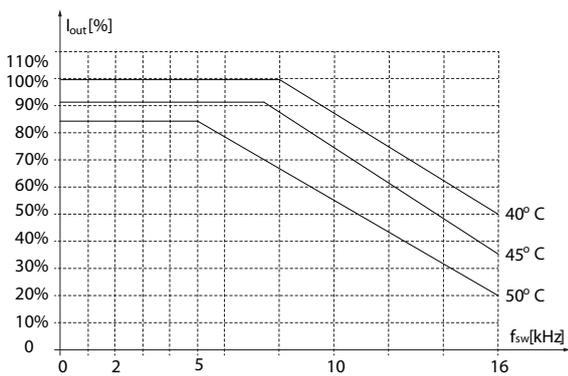


그림 8.24 400 V IP54 I2 0.75-4.0 kW

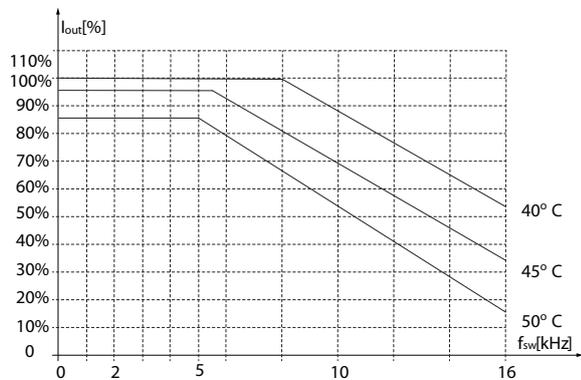


그림 8.25 400 V IP54 I3 5.5-7.5 kW

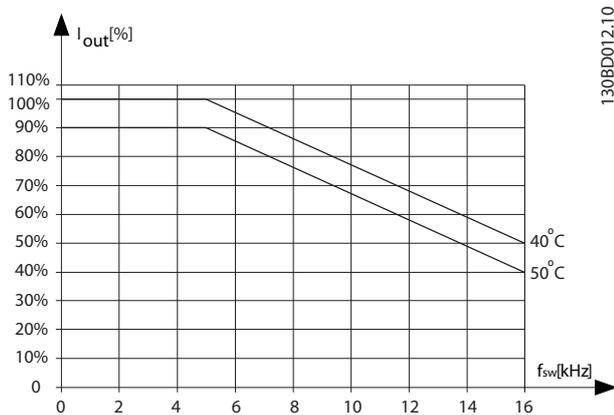


그림 8.26 400 V IP54 I4 11-18.5 kW

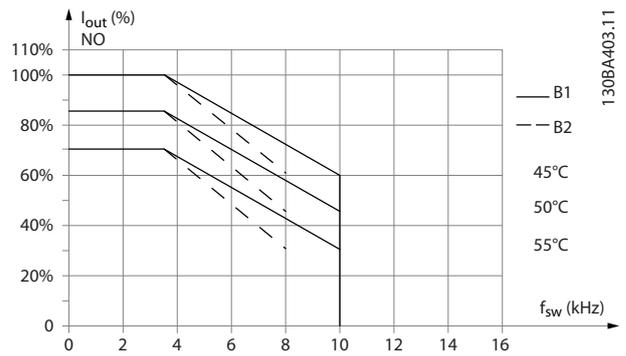


그림 8.27 400 V IP54 I5 11-18.5 kW

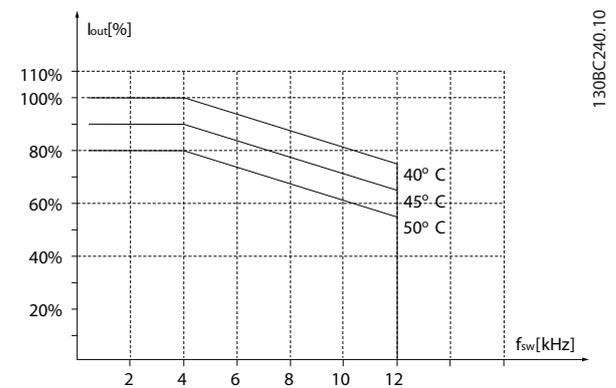


그림 8.28 400 V IP54 I6 22-30 kW

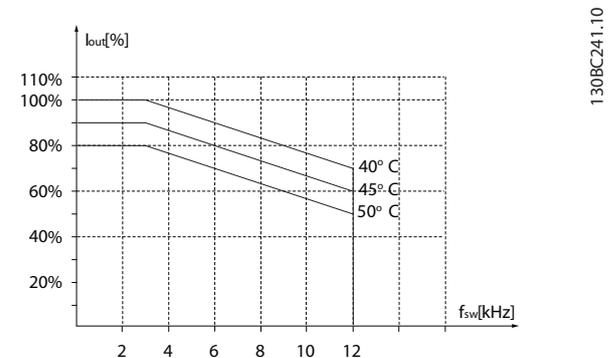


그림 8.29 400 V IP54 I6 37 kW

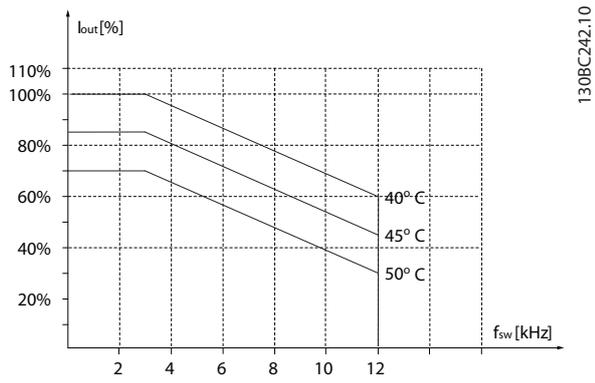


그림 8.30 400 V IP54 I7 45-55 kW

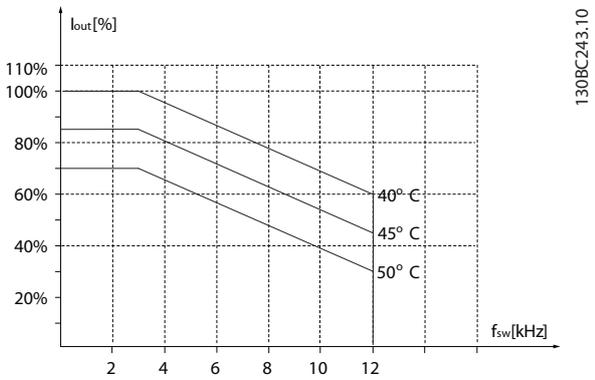


그림 8.31 400 V IP54 I8 75-90 kW

인덱스	VVC.....	8
C	갈	
CAV 시스템.....	갈바니 절연.....	35
CE 규격 및 라벨.....	개	
CO2 센서.....	개회로	
E	어플리케이션용 마법사.....	65
EMC	어플리케이션용 시작 마법사.....	65
규정 89/336/EEC.....	건	
규정(89/336/EEC).....	건물 관리 시스템, BMS.....	13
규정에 따른 전기적인 설치.....	검	
방사의 일반적 측면.....	검색 키 및 표시 램프(LED).....	64
주의사항.....	고	
F	고급 벡터 제어.....	6
FC 프로파일.....	고도가 높은 곳에서의 설치.....	9
I	고정 레지스터 읽기(03 HEX).....	88
IGV.....	고조파	
IP21/TYPE 1 외함 키트.....	방사 요구사항.....	33
L	방사의 일반적 측면.....	33
LCP	시험 결과 (방사).....	33
LCP.....	공	
복사.....	공공 공급 네트워크.....	33
M	과	
MCT 10 셋업 소프트웨어를 이용한 프로그래밍.....	과전류 보호.....	59
Modbus	관	
RTU 개요.....	관성 모멘트.....	36
RTU 가 있는 FC.....	교	
RTU 가 있는 주파수 변환기.....	교축 밸브.....	20
RTU 에서 지원하는 기능 코드.....	권	
예외 코드.....	권장 초기화.....	75
통신.....	균	
P	균형 조정 콘트랙터.....	21
PELV - Protective Extra Low Voltage(방호초저전압)	극	
.....	극한	
.....	운전 조건.....	36
R	환경.....	11
RCD.....	기	
RS-485	기기 규정(98/37/EEC).....	10
RS-485.....		
설치 및 셋업.....		
U		
UL 준수.....		
V		
VAV.....		

기동 토오크..... 6	
기호..... 5	발 발주 방법..... 42
냉	방
냉각 타워 팬..... 19	방사 요구사항..... 31
네	방전 시간..... 10
네트워크	방지 요구사항..... 35
구성..... 83	법
연결..... 76	법적 정보..... 4
누	변
누설 전류..... 36	변경된 파라미터..... 65, 73
단	변풍량..... 17
단락(모터 상간)..... 36	보
단축 메뉴..... 65	보호
댐	보호..... 11, 35, 36, 59
댐퍼..... 17	기능..... 100
디	비
디지털	비례의 범칙..... 12
입력..... 100	상
출력..... 101	상태
디커플링 플레이트..... 41	상태..... 65
릴	워드..... 91
릴레이 출력..... 101	색
매	색인(IND)..... 80
매개 회로..... 36	색인이 붙은 파라미터 읽기 및 프로그래밍..... 74
매개회로..... 102	소
메	소프트 스타터..... 14
메뉴	소프트웨어 버전..... 4
메뉴..... 65	수
키..... 64	수동 PI 조정..... 30
모	스
모터	스타/델타 스타터..... 14
보호..... 100	습
셋업..... 65	습도..... 11
써멀 보호..... 36, 92	써
위상..... 36	써미스터..... 6
정격 회전수..... 6	
출력 (U, V, W)..... 100	
모터에서 발생된 과전압..... 36	
바	
바이패스 주파수 범위..... 19	

<p><b>아</b>  <b>아날로그</b>          입력..... 6, 101          출력..... 101</p> <p><b>안</b>  <b>안전</b>          규정..... 9          참고사항..... 9</p> <p><b>약</b>  <b>약어</b>..... 5</p> <p><b>에</b>  <b>에너지</b>          절감..... 12, 14          절감량 비교..... 13          절감의 예..... 12</p> <p><b>여</b>  <b>여러</b>          주파수 변환기 간의 파라미터 설정값 복사..... 74          펌프..... 22</p> <p><b>역</b>  <b>역률</b>..... 8</p> <p><b>영</b>  <b>영숫자 방식의 표시창</b>..... 64</p> <p><b>옆</b>  <b>옆면끼리 나란히 붙여서 설치</b>..... 50</p> <p><b>읍</b>  <b>읍션 및 액세서리</b>..... 39, 44</p> <p><b>외</b>  <b>외부조건</b>..... 102</p> <p><b>운</b>  <b>운전 키 및 표시 램프(LED)</b>..... 64</p> <p><b>위</b>  <b>위험 전압</b>..... 9</p> <p><b>유</b>  <b>유량 및 압력의 다양한 제어</b>..... 14  <b>유량계</b>..... 21  <b>유형 코드 문자열</b>..... 42</p>	<p><b>의</b>  <b>의도하지 않은 기동</b>..... 9</p> <p><b>인</b>  <b>인버터</b>          제품 번호 관리 소프트웨어..... 42          폐회로 제어기 튜닝..... 30</p> <p><b>인쇄물</b>..... 4</p> <p><b>일</b>  <b>일반사양</b>..... 100</p> <p><b>입</b>  <b>입력 공급의 전원 공급 y</b>..... 100</p> <p><b>잔</b>  <b>잔류 전류 장치</b>..... 36</p> <p><b>저</b>  <b>저전압 규정(73/23/EEC)</b>..... 10</p> <p><b>적</b>  <b>적용</b>          범위..... 10          예..... 16</p> <p><b>전</b>  <b>전기적인</b>          개요..... 51          설치(일반적인 내용)..... 52</p> <p><b>접</b>  <b>접지 누설 전류</b>..... 36</p> <p><b>정</b>  <b>정의</b>..... 6  <b>정공량</b>..... 18</p> <p><b>제</b>  <b>제어</b>          구조 개회로..... 23          구조 폐회로..... 24          단자..... 63          워드..... 3          전위..... 22</p> <p><b>제어카드,</b>          10V DC 출력..... 101          24V DC 출력..... 101          RS-485 직렬 통신..... 101</p>
---	---

조		출	
조그.....	6, 91	출력	
		고정.....	6
주		주파수 고정.....	90
주 메뉴.....	74	출력(전원) 차단/공급.....	36
주전원		케	
주전원.....	8	케이블 길이 및 단면적.....	100
공급 (L1, L2, L3).....	100	코	
공급 3x200-240V AC.....	94	코스팅.....	6, 90, 91
공급 3x380-480V AC.....	95, 97	콘	
공급 3x525-600V AC.....	99	콘덴서 펌프.....	20
및 모터에 연결.....	53	텔	
저전압.....	36	텔레그램 길이(LGE).....	78
주파수		과	
변환기 셋업.....	78	파라미터	
변환기 제어 방법.....	85	값.....	87
변환기 초기화.....	75	번호(PNU).....	80
변환기 하드웨어 셋업.....	76	팬	
변환기가 지원하는 데이터 유형.....	81	팬 및 펌프 제어.....	12
변환기를 통한 비용 절감.....	15	펌	
증		펌프 임펠러.....	20
중앙 VAV 시스템.....	17	폐	
증		폐이백 기간.....	14
증발기		폐	
유량.....	21	폐기물 처리 지침.....	10
저온.....	21	폐회로 셋업 마법사.....	27, 65
지		퓨	
지령		퓨즈.....	59
지령.....	10	프	
처리.....	26	프로그래밍	
직		가능한 최소 주파수 설정.....	19
직렬 통신 포트.....	6	방법.....	64
직류 제동.....	90	프로토콜 개요.....	77
진		피	
진동		피드백 변환.....	25
진동.....	19		
및 충격.....	12		
차			
차동 압력.....	22		
칭			
청각적 소음.....	102		
초			
초간단 초기화.....	75		

향  
향상된 제어 성능..... 14

현  
현장  
  설치..... 50  
  속도 결정..... 21  
  제어 패널(LCP)..... 64  
현장(수동 운전) 및 원격(자동 운전) 제어..... 24



[www.danfoss.com/drives](http://www.danfoss.com/drives)

---

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

---

