

차례

1 안전 주의사항	3
안전 지침	3
의도하지 않은 기동에 대한 주의 사항	3
2 소개	5
일반적인 설명	6
3 지원되는 구성	11
소개	11
고정 속도 펌프 구성	12
마스터-종동(Master-Follower) 구성	13
펌프 혼합 구성	13
각기 다른 용량의 펌프 구성	14
절체 포함 펌프 혼합 구성	15
소프트 스타터	17
4 시스템 구성	19
소개	19
캐스케이드 파라미터 셋업	19
다중 인버터를 위한 추가 구성	19
폐회로 제어	20
인버터 속도를 기준으로 한 가변 속도 펌프의 스테이징/디스테이징	20
압력 피드백을 기준으로 한 고정 속도 펌프의 스테이징/디스테이징	21
5 캐스케이드 컨트롤러 기능	23
펌프 상태 및 제어	23
펌프 수동 제어	23
구동 시간 균형 조정	24
사용하지 않은 펌프의 펌프 회전	24
총 수명 시간	24
리드 펌프 절체	25
펌프 혼합 구성에서의 스테이징 / 디스테이징	25
무시 스테이징/디스테이징	25
최소 속도 디스테이징	26
고정 속도 전용 운전	26
6 프로그래밍 방법	27
확장형 캐스케이드 컨트롤러 파라미터	27
캐스케이드 CTL 옵션, 27-**	27
제어 및 상태, 27-0*	27
구성, 27-1*	28

대역폭 설정, 27-2*	29
스테이징 속도, 27-3*	31
스테이징 설정, 27-4*	32
절제 설정, 27-5*	34
연결, 27-7*	35
읽기, 27-9*	36
캐스케이드 CTL 옵션 27-**	37
8 부록 A - 마스터/종동 적용 지침	39
마스터/종동 운전	39
인덱스	42

1 안전 주의사항

1

1.1.1 고전압 경고



주전원이 연결되어 있는 경우 주파수 변환기와 MCO 101 옵션 카드의 전압은 항상 위험합니다. 모터 또는 주파수 변환기가 올바르게 설치되지 않으면 장비가 손상될 수 있으며 심각한 상해 또는 사망의 원인이 될 수 있습니다. 따라서, 이 설명서의 내용을 반드시 숙지하고 국내 또는 국제 안전 관련 규정을 준수해야 합니다.

1.1.2 안전 지침



신체 안전에 직접적 또는 간접적으로 영향을 주는 기능(예를 들어, **안전 정지** 또는 모터를 강제로 정지 또는 구동하게 하는 기타 기능)을 사용하기 전에 전체적인 **위험 분석** 및 **시스템 시험**을 실행해야 합니다. 시스템 시험에는 제어 신호(아날로그 및 디지털 신호와 직렬 통신)에 대한 장애 모드 시험이 **반드시** 포함되어야 합니다.

- 주파수 변환기를 올바르게 접지하십시오.
- 주파수 변환기에 전원이 연결되어 있는 동안에는 주전원 연결, 모터 연결 또는 기타 전원 연결을 절대로 분리하지 마십시오.
- 사용자를 공급 전압으로부터 보호하십시오.
- 국내 및 국제 관련 규정에 따라 모터를 과부하로부터 보호하십시오.
- 접지 누설 전류가 3.5mA 보다 높습니다.
- [OFF] 키는 안전 스위치가 아닙니다. 이 키를 사용하더라도 주전원으로부터 주파수 변환기가 연결 해제되지 않습니다.

1.1.3 의도하지 않은 기동에 대한 주의 사항

주파수 변환기가 주전원에 연결되어 있는 경우에는 디지털 명령, 버스통신 명령, 지령 또는 현장 제어 패널을 이용하여 모터를 기동/정지시킬 수 있습니다.

- 사용자의 안전을 고려하여 의도하지 않은 기동을 피하고자 하는 경우에는 주전원에서 주파수 변환기와 MCO 101 옵션 카드를 연결 해제하십시오.
- 의도하지 않은 기동을 피하려면 항상 [OFF] 키를 누른 후에 파라미터를 변경하십시오.

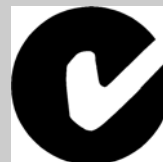
1.1.4 소프트웨어 버전

확장형 캐스케이드 컨트롤러 옵션

VLT AQUA 인버터 FC 200

사용 설명서

소프트웨어 버전: 1.24



이 사용 설명서는 소프트웨어 버전이 1.24인 모든 확장형 캐스케이드 컨트롤러 옵션에 사용할 수 있습니다.

1

**주의**

MCO 101 은 소프트웨어 버전 1.05 이상에서 지원되고 MCO 102 는 소프트웨어 버전 1.24에서 지원됩니다.

본 사용 설명서를 읽는 동안 특별한 주의를 요하는 각종 기호를 발견하게 될 것입니다.

사용된 기호는 다음과 같습니다.



일반 경고문을 의미합니다.

**주의**

사용자가 주의 깊게 고려해야 할 내용을 의미합니다.



고전압 경고문을 의미합니다.

1.1.5 주의



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

전압	최소 대기 시간			
	4분	15분	20분	30분
200 - 240V	0.25 - 3.7kW	5.5 - 45kW		
380 - 480V	0.37 - 7.5kW	11 - 90kW	110 - 250kW	315 - 1000kW
525-600V	0.75kW - 7.5kW	11 - 90kW		
525-690V			45 - 400kW	450 - 1200kW

LED 가 꺼져 있더라도 직류단에 고압 전력이 남아 있을 수 있으므로 주의하십시오.

2 소개

2.1.1 MCO 101 및 MCO 102 소개

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

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

파라미터 그룹 27**에 의해 제어되는 확장 기능에 사용하거나 파라미터 그룹 25**에 의해 제어되는 기본형 캐스케이드의 릴레이 개수를 늘리는 데 사용할 수 있습니다.

캐스케이드 옵션 중 하나가 설치되면 그룹 27만 나타납니다. 옵션으로 내장 캐스케이드 컨트롤러의 릴레이 개수를 늘리고자 하는 경우에는 기본형 캐스케이드를 파라미터 27-10에서 활성화할 수 있으며 파라미터 27-10은 주 메뉴에서 그룹 25 다음에 다시 보입니다. 27-10이 기본형 캐스케이드로만 설정되면 기본형 캐스케이드 기능만 사용할 수 있으며 릴레이 3개로 총 릴레이 5개까지 확장할 수 있습니다.

그룹 27** 확장형/고급형 캐스케이드 제어를 사용하면 펌프가 절체된 시스템을 펌프 당 릴레이 2개로 셋업할 수 있으며 이는 외부 장비의 필요성을 감소시킵니다.

MCO 101 을 사용하면 총 5개의 릴레이를 MCO 102 가 있는 캐스케이드에 사용할 수 있습니다. 총 8대의 펌프를 제어할 수 있습니다.

주의

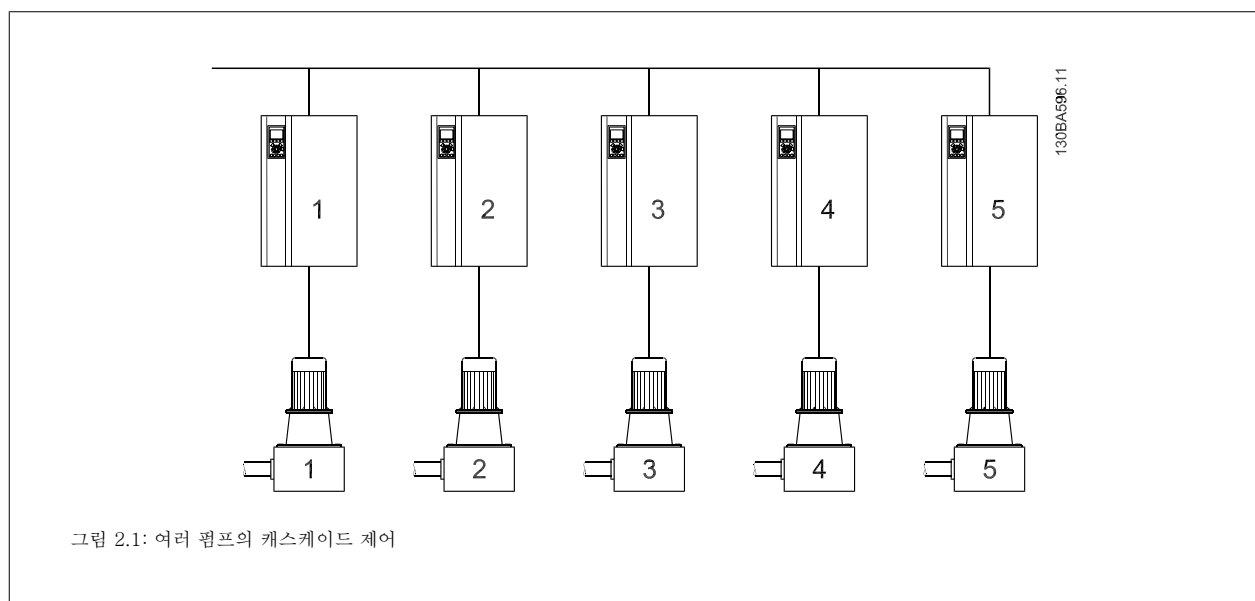
MCO 102 가 설치된 경우, 릴레이 옵션 MCB 105 는 릴레이 개수를 13개까지 늘릴 수 있습니다.

2.1.2 확장형 캐스케이드 컨트롤러 MCO 101 및 고급형 캐스케이드 컨트롤러, MCO 102

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

캐스케이드 컨트롤러 옵션은 하나의 대형 펌프처럼 여러 대의 펌프를 병렬로 구성하여 제어하는 기능을 제공합니다.

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



캐스케이드 컨트롤러는 VLT AQUA 인버터에 추가할 수 있는 하드웨어 및 소프트웨어 구성 요소(선택사양)입니다. 이는 인버터의 B 옵션 위치에 설치되는 릴레이 3개가 포함된 옵션 보드로 구성되어 있습니다. 옵션이 설치되면 캐스케이드 컨트롤러 기능을 지원하는 데 필요한 파라미터는 27-** 파라미터 그룹의 제어 패널을 통해 사용할 수 있습니다. 확장형 캐스케이드 컨트롤러는 기본형 캐스케이드 컨트롤러에 비해 더 많은 기능을 제공합니다. 이는 또한 릴레이 3개로 기본형 캐스케이드를 확장하는 데 사용할 수 있으며 고급형 캐스케이드 제어 카드가 설치된 경우, 릴레이 8개까지 확장 가능합니다.

캐스케이드 컨트롤러는 펌프 어플리케이션에 사용하도록 되어 있으며 이 설명서에도 펌프 어플리케이션에 관한 내용이 수록되어 있으나 여러 대의 모터 병렬로 구성해야 하는 어플리케이션에도 캐스케이드 컨트롤러를 여러 대 사용할 수 있습니다.

2.1.3 일반적인 설명

캐스케이드 컨트롤러 소프트웨어는 설치된 캐스케이드 컨트롤러 옵션 카드와 함께 단일 VLT AQUA 인버터에서 실행됩니다. 이 주파수 변환기는 마스터 인버터라고 합니다. 이는 주파수 변환기에 의해 각각 제어되거나 콘택터 또는 소프트 스타터를 통해 주전원에 직접 연결된 여러 대의 펌프를 제어합니다.

시스템 내의 다른 주파수 변환기는 종동(Follower) 인버터라고 합니다. 이 주파수 변환기에는 캐스케이드 컨트롤러 옵션 카드를 설치할 필요가 없습니다. 이 인버터는 개회로 모드에서 운전하며 마스터 인버터에서 속도 지령을 받습니다. 이 주파수 변환기에 연결된 펌프는 가변 속도 펌프라고 합니다.

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

각각의 펌프(가변 속도 또는 고정 속도)는 마스터 인버터의 릴레이에 의해 제어됩니다. 캐스케이드 컨트롤러 옵션 카드가 설치된 주파수 변환기에는 펌프를 제어하는 데 사용할 수 있는 릴레이가 5개 있습니다. 릴레이 2개는 FC 에 기본사양으로 장착되어 있고 나머지 3개는 옵션 카드 MCO 101 에 있거나 릴레이 8개와 디지털 입력 7개는 옵션 카드 MCO 102 에 있습니다.

MCO 101 과 MCO 102 간 차이는 주로 FC 에서 사용할 수 있는 릴레이 선택사양 개수 차이입니다. MCO 102 가 설치되면 릴레이 옵션 카드 MCB 105 를 B 슬롯에 장착할 수 있습니다.

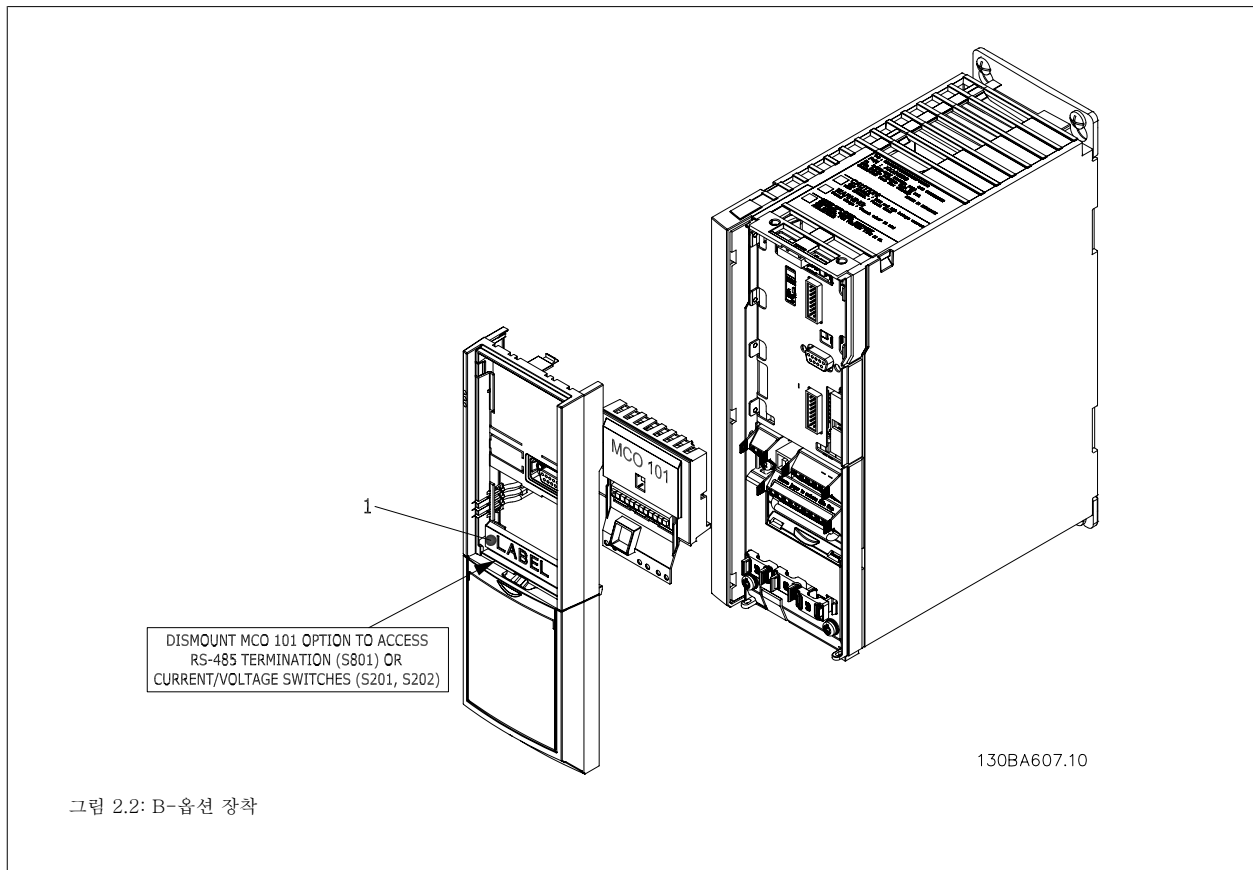
캐스케이드 컨트롤러는 가변 속도 펌프와 고정 속도 펌프를 함께 제어할 수 있습니다. 사용 가능한 구성은 다음 절에 자세히 설명되어 있습니다. 캐스케이드 컨트롤러에 의해 제어된 여러 대의 펌프의 가변 출력을 좀 더 간단히 설명하기 위해 본 설명서에서는 압력과 유량을 사용하였습니다.

2.1.4 확장형 캐스케이드 제어 MCO 101

MCO 101 옵션에는 전환 접점이 3개 있으며 옵션을 슬롯 B 에 설치할 수 있습니다.

전기적인 설치:

최대 단자 부하(교류)	240V AC 2A
최대 단자 부하(직류)	24V DC 1A
최소 단자 부하(직류)	5V 10mA
정격 부하/최소 부하 시 최대 스위칭율	6분 ⁻¹ /20 초 ⁻¹



이중 공급 경고



주의

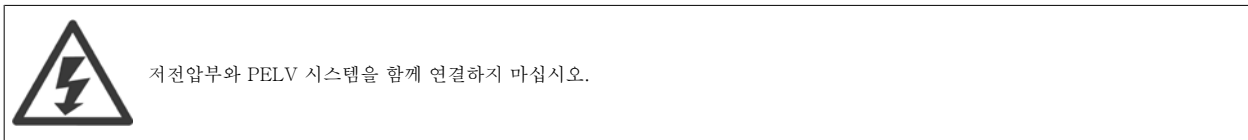
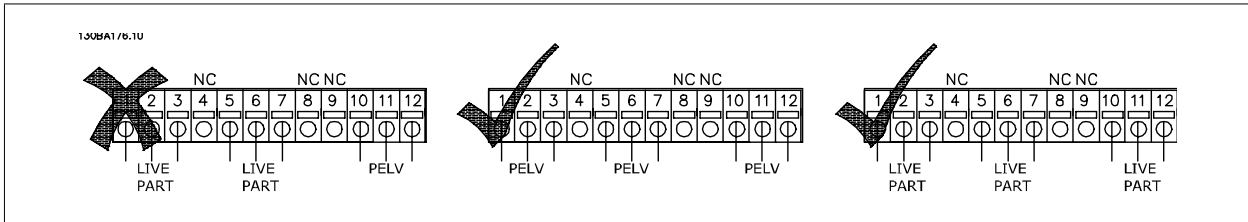
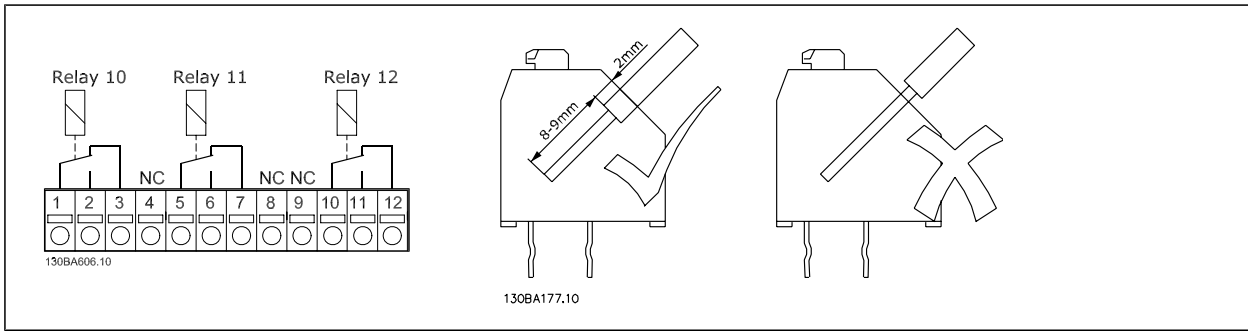
위 그림과 같이 반드시 LCP 프레임에 라벨이 있어야 합니다(UL 인증 사항).

MCO 101 옵션을 추가 설치하는 방법:

- 주파수 변환기에 연결된 전원을 반드시 차단해야 합니다.
- 릴레이 단자의 통전부에 연결된 전원을 반드시 차단해야 합니다.
- LCP, 단자 덮개 및 받침대를 FC 202 에서 분리하십시오.
- MCO 101 옵션을 슬롯 B 에 설치하십시오.
- 제어 케이블을 연결한 다음 함께 제공된 케이블 스트립을 사용하여 고정된 케이블을 해제하십시오.
- 여러 시스템을 함께 연결해서는 안 됩니다.
- 확장형 받침대와 단자 덮개를 설치하십시오.
- LCP 를 설치하십시오.
- 주파수 변환기의 전원을 다시 연결하십시오.

단자 배선

2



2.1.5 고급형 캐스케이드 제어 MCO 102

MCO 102 옵션은 최대 8대의 펌프를 지원하며 펌프 당 2대의 주파수 변환기로 리드 펌프를 절체할 수 있습니다. 이렇게 하면 설치 비용이 절감될 뿐만 아니라 외부 보조 스위치가 덜 필요하게 됩니다.

MCO 102(C 옵션)를 사용하면 MCB 105(B 옵션)를 추가하여 릴레이 개수를 총 13개까지 늘릴 수 있습니다.

전기적 기술 자료:

최대 단자 부하(교류)	240V AC 2A
최대 단자 부하(직류)	24V DC 1A
최소 단자 부하(직류)	5V 10mA
정격 부하/최소 부하 시 최대 스위칭율	6분 ⁻¹ /20 초 ⁻¹

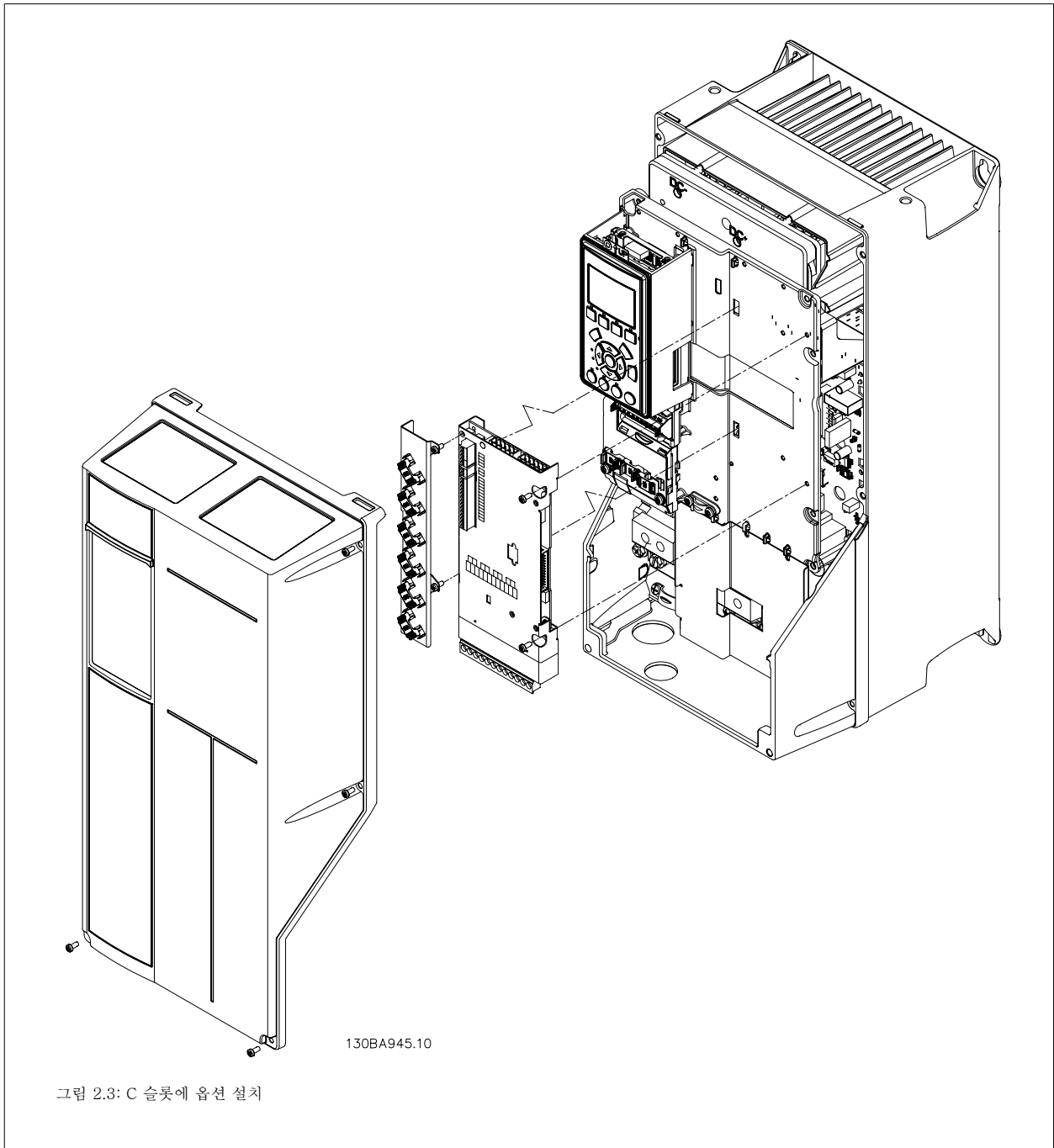


그림 2.3: C 슬롯에 옵션 설치



주의

기동하기 전에 전원 공급장치를 주파수 변환기에서 차단합니다. 운전하는 동안 절대로 옵션 카드를 주파수 변환기에 설치하지 마십시오.

MCO 102 옵션을 추가 설치하는 방법:

- 주파수 변환기에 연결된 전원을 반드시 차단해야 합니다.
- 릴레이 단자의 통전부에 연결된 전원을 반드시 차단해야 합니다.
- LCP, 단자 덮개 및 받침대를 FC 202 에서 분리하십시오.
- MCO 102 옵션을 슬롯 B 에 설치하십시오.
- 제어 케이블을 연결한 다음 함께 제공된 케이블 스트립을 사용하여 고정된 케이블을 해제하십시오.
- 여러 시스템을 함께 연결해서는 안 됩니다.
- 확장형 받침대와 단자 덮개를 설치하십시오.

- LCP 를 설치하십시오.
- 주파수 변환기의 전원을 다시 연결하십시오.

VLT 고급형 캐스케이드 제어 카드 MCO 102 옵션은 옵션 슬롯 C1 전용입니다. C1 옵션의 장착 위치는 아래 그림과 같습니다.

2

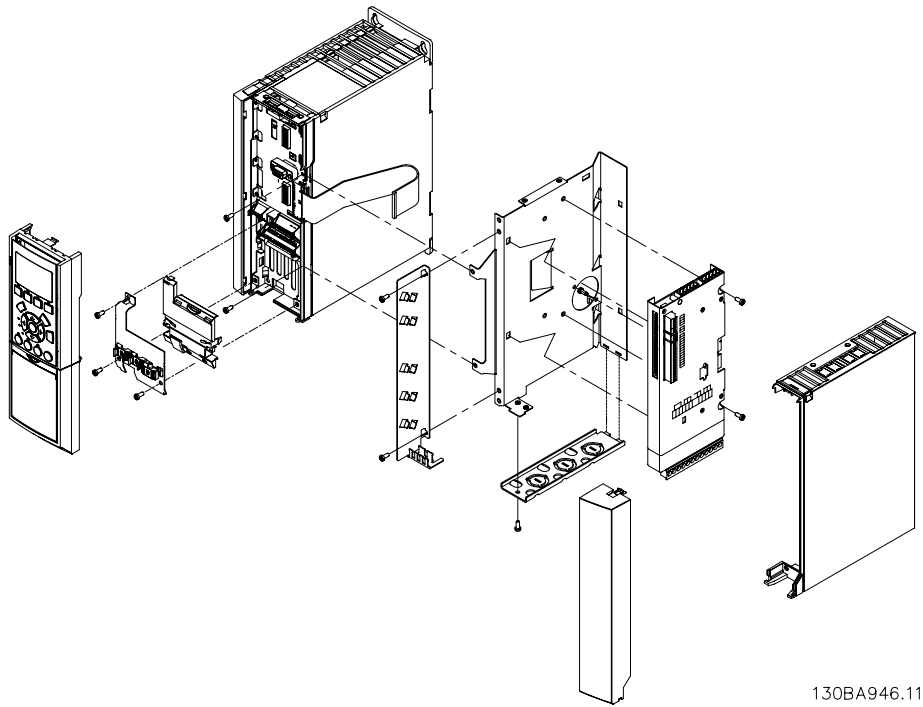
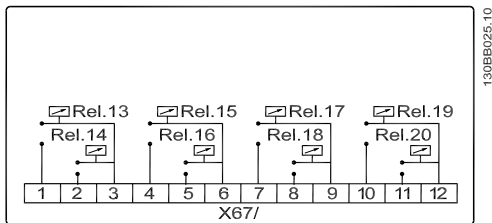
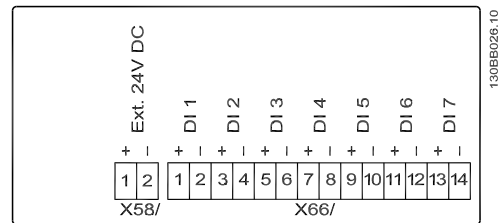


그림 2.4: 외함 A2, A3 (및 B3) 40 mm (C 옵션 1개만).

단자 배선:



릴레이 8개



디지털 입력 7개

표 2.1: 고급형 캐스케이드 컨트롤러 MCO 102 단자 연결부

3 지원되는 구성

3.1.1 소개

확장형 캐스케이드 컨트롤러 및 고급형 캐스케이드 컨트롤러는 다양한 펌프와 인버터 구성을 지원합니다. 이 구성에는 모두 확장형 및 고급형 캐스케이드 컨트롤러 옵션 카드가 설치된 VLT AQUA 인버터에 의해 제어되는 가변 속도 펌프가 최소 1대 있어야 합니다. 이 구성은 마스터 / 종동이 있는 Danfoss VLT 인버터에 연결되었거나 직기동 시스템을 위해 콘택터 또는 소프트 스타터를 통해 주전원에 각각 연결된 최소 1대에서 최대 8대의 펌프를 지원합니다.

시스템을 셋업할 때는 마스터와 통신하는 하드웨어, 연결되는 펌프 및 인버터 대수 등 하드웨어 구성을 만들 필요가 있습니다. 필요한 하드웨어는 다음 하드웨어 구성 예시에 설명되어 있습니다.

다음은 파라미터 그룹 27에서 확장형 캐스케이드를 사용하는 방법과 그 기능에 대한 설명입니다.

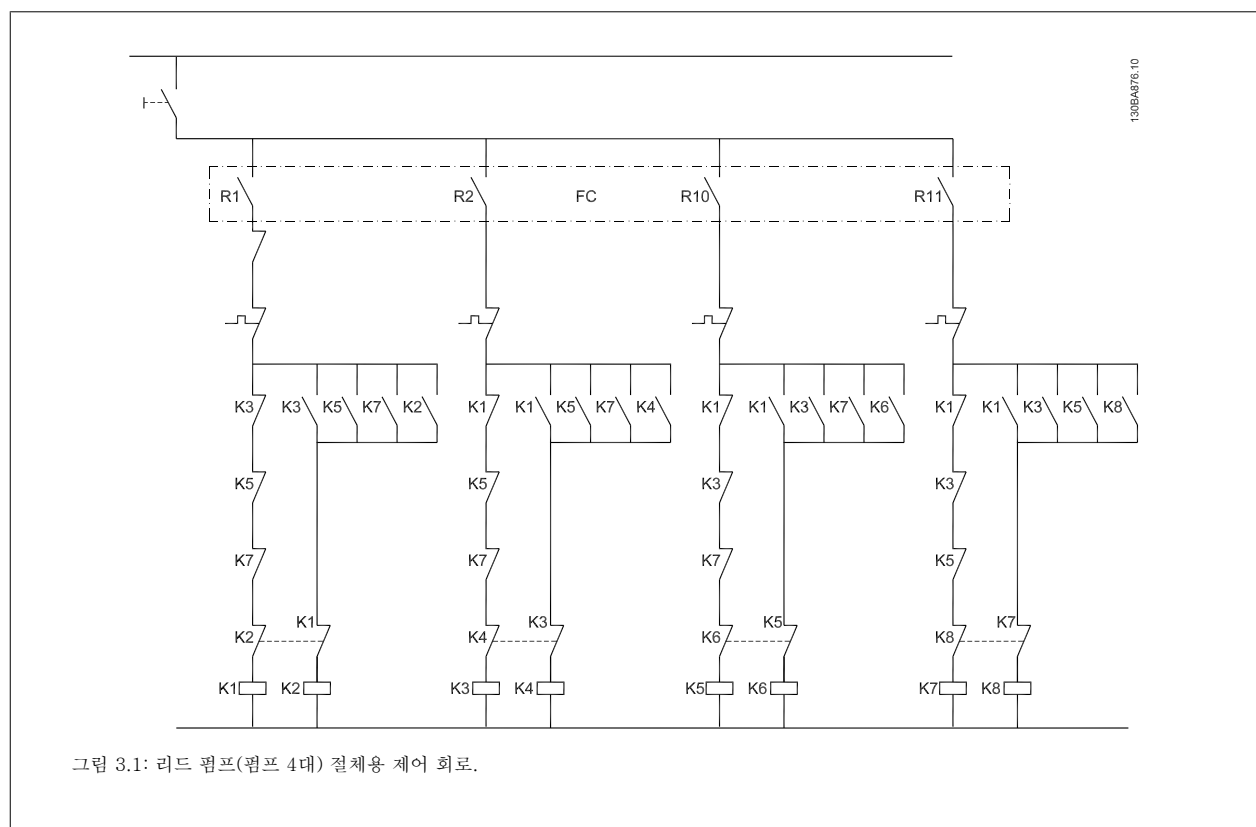
3.1.2 기본형 캐스케이드의 확장

확장형 캐스케이드 옵션 MCO 101 을 인버터 3.1.2에 내장된 기본형 캐스케이드의 확장용으로 사용합니다.

내장 캐스케이드 컨트롤러(그룹 25**)에 의해 제어되는 어플리케이션의 경우, 캐스케이드 제어를 위해 릴레이 개수를 늘리는 데 옵션 카드를 사용할 수 있습니다. 예를 들어, 시스템에 새 펌프가 추가된다고 가정해 보겠습니다. 이러한 경우, 2대 이상의 인버터로 시스템 내의 리드 펌프를 절제하고자 할 때 사용할 수 있으며 이는 MCO 101 옵션이 설치되지 않은 기본형 캐스케이드로는 할 수 없는 작업입니다.

슬롯 B 에 옵션을 설치하고 P27-10 에서 기본형 캐스케이드를 활성화합니다. 파라미터 그룹 25 설정은 AQUA 프로그래밍 지침서를 참조하십시오.

예: 기본형 캐스케이드와 MCO 101 을 릴레이 확장용으로 사용하여 펌프 4대의 리드 펌프를 절제하는 데 필요한 외부 장비의 전기 배선도



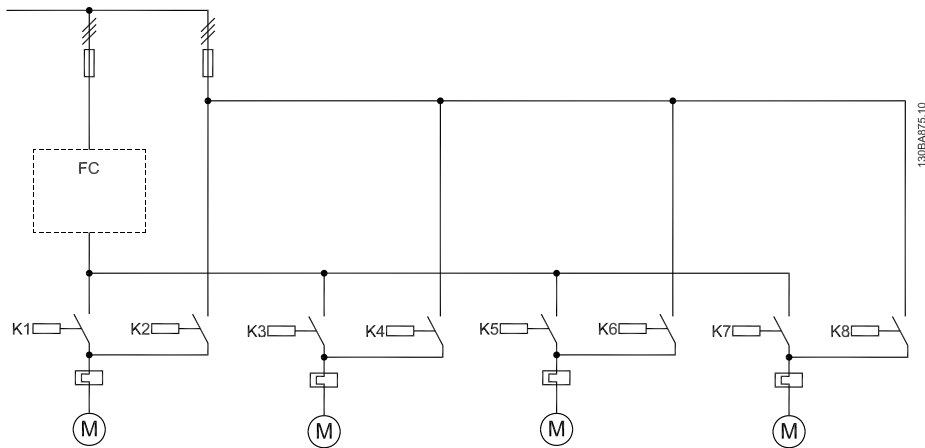


그림 3.2: 리드 펌프(펌프 4대) 절체용 주전원 회로.

3.1.3 고정 속도 펌프 구성

이 구성에서는 하나의 인버터가 하나의 가변 속도 펌프와 최대 7대의 고정 속도 펌프를 제어합니다. 고정 속도 펌프는 콘택터 직기동을 통해 필요에 따라 스테이징 및 디스테이징됩니다. 인버터에 연결된 단일 펌프는 스테이지 간에 필요한 정밀 제어를 제공합니다.

직기동 펌프는 피드백에 따라 스테이징 또는 디스테이징됩니다.

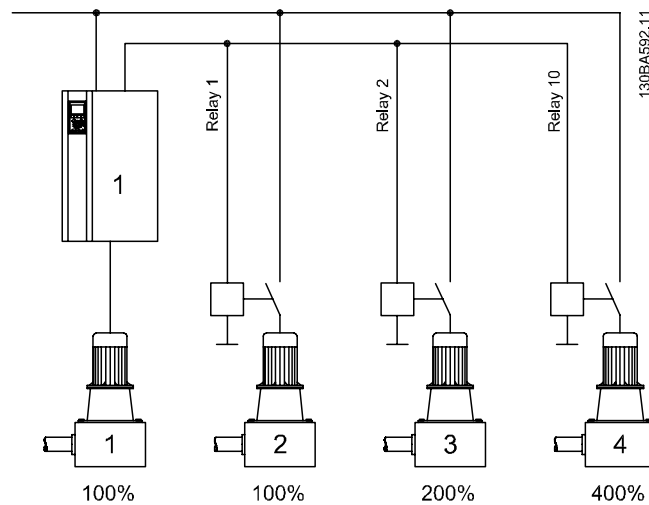


그림 3.3: 예

이러한 구성의 경우, 그룹 27-7* “연결”의 릴레이 선택은 다음과 같습니다:

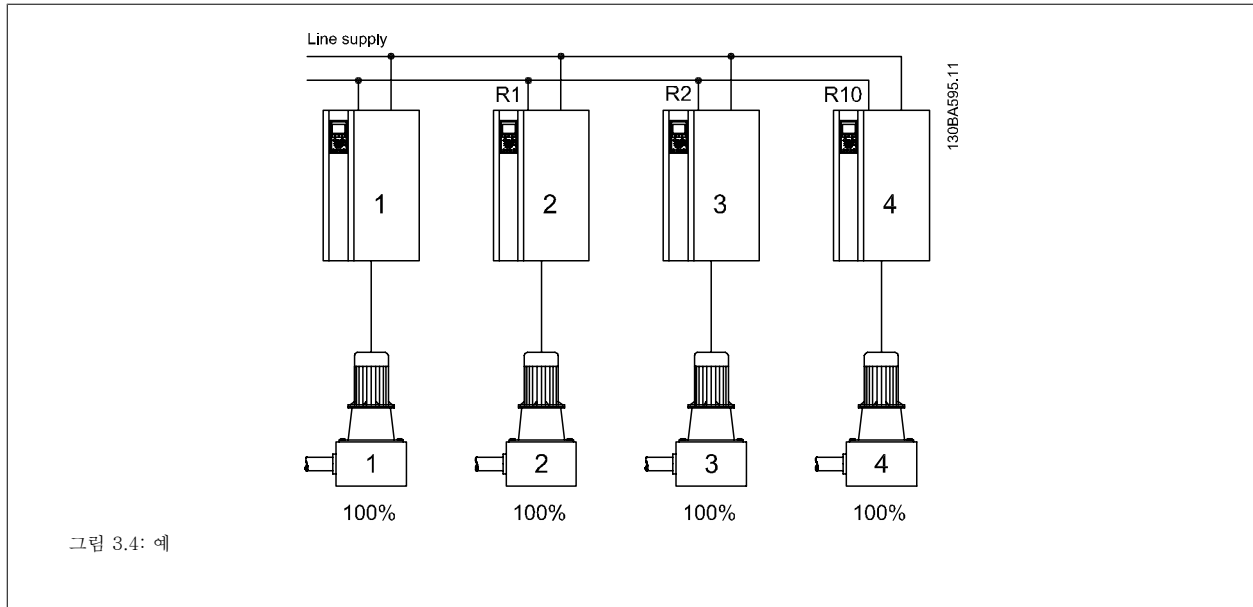
- 27-70 릴레이 1 → [73] 펌프 2, 주전원에 연결
- 27-71 릴레이 2 → [74] 펌프 3, 주전원에 연결
- 27-72 릴레이 10 → [75] 펌프 4, 주전원에 연결
- 27-73 릴레이 11 → [0] 표준 릴레이
- 27-74 릴레이 12 → [0] 표준 릴레이

고정 속도 펌프 구성은 비용 효율적인 펌프 6대(최대) 제어 방식을 제공합니다. 이는 또한 구동 중인 펌프 대수 뿐만 아니라 단일 가변 속도 펌프의 속도를 제어함으로써 시스템 출력을 제어할 수 있습니다. 하지만 이는 스테이징/디스테이징 과정 도중에 더욱 폭넓은 압력 팽창을 유발하며 마스터-종동 구성에 비해 에너지 효율성이 떨어질 수 있습니다.

3.1.4 마스터-종동(Master-Follower) 구성

이 구성에서 각각의 펌프는 주파수 변환기에 의해 제어됩니다. 모든 펌프와 주파수 변환기는 용량이 동일해야 합니다. 스테이징 및 디스테이징 여부는 주파수 변환기의 속도를 기준으로 하여 결정되었습니다. 일정 압력은 폐회로에서 운전 중인 마스터 인버터에 의해 제어됩니다. 속도는 확장형 컨트롤러로 구동하는 펌프에서 모두 동일합니다. 최대 6대의 펌프를 제어할 수 있습니다(고급형 컨트롤러 사용 시 최대 8대의 펌프 제어 가능).

마스터/종동 모드에서 MCO 101 은 최대 6대의 펌프를 지원하고 MCO 102 는 최대 8대의 펌프를 지원합니다. 자세한 내용은 *FC 200 용 마스터/종동 운전 어플리케이션(부록 A)*을 참조하시기 바랍니다.



이러한 구성의 경우, 그림 27-7* “연결”의 릴레이 선택은 다음과 같습니다:

27-70 릴레이 1 → [1] 인버터 2 사용함

27-71 릴레이 2 → [2] 인버터 3 사용함

27-72 릴레이 10 → [3] 인버터 4 사용함

27-73 릴레이 11 → [0] 표준 릴레이

27-74 릴레이 12 → [0] 표준 릴레이

마스터-종동(Master-Follower) 구성은 가장 부드러운 스테이징 과정 및 에너지 효율성이 가장 높은 운전을 제공합니다. 따라서 대부분의 설비의 경우, 에너지를 절감하면 비용 효율성이 가장 높은 구성이 됩니다.

시스템은 파라미터 27-16에서 설정된 펌프 우선순위에 따라 모든 펌프의 구동 시간 균형을 자동으로 조정합니다. 마스터/종동 시스템은 특정한 잉여 수준을 제공합니다. 마스터 인버터가 트립되면 종동 드라이버를 계속 제어합니다.

잉여 수준을 높이기 위해 MCB-107 외부 24 V DC 전원공급장치를 추가할 수 있습니다.

또한 이는 펌프 및 모터의 마모를 줄여줍니다. [0] 표준 릴레이로 설정된 릴레이는 일반용 릴레이로 사용할 수 있으며 그림 5-4*의 파라미터에 의해 제어됩니다.

3.1.5 펌프 혼합 구성

펌프 혼합 구성은 인버터에 연결된 가변 속도 펌프(혼합) 뿐만 아니라 고정 속도 펌프도 추가로 지원합니다. 이 구성에서는 모든 가변 속도 펌프와 인버터의 용량이 동일해야 합니다. 고정 속도 펌프의 용량은 각기 다를 수 있습니다. 가변 속도 펌프는 인버터의 속도를 기준으로 하여 맨 먼저 스테이징 및 디스테이징됩니다. 고정 속도 펌프는 피드백 압력을 기준으로 하여 맨 나중에 스테이징 및 디스테이징됩니다.

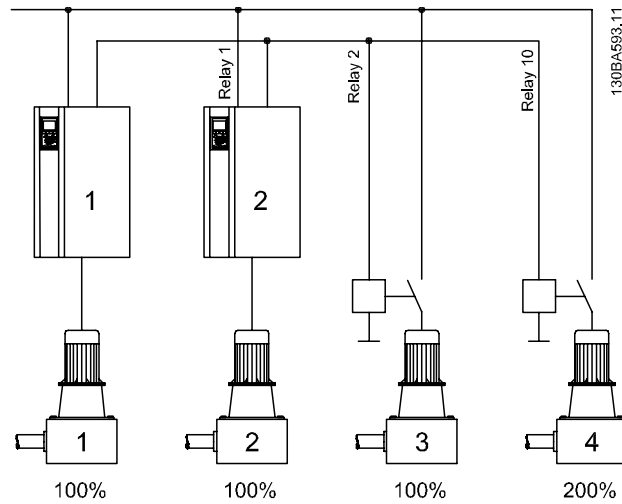


그림 3.5: 예

이러한 구성의 경우, 그룹 27-7* “연결”의 릴레이 선택은 다음과 같습니다:

27-70 릴레이 1 → [1] 인버터 2 사용함

27-71 릴레이 2 → [74] 펌프 3, 주전원에 연결

27-72 릴레이 10 → [75] 펌프 4, 주전원에 연결

27-73 릴레이 11 → [0] 표준 릴레이

27-74 릴레이 12 → [0] 표준 릴레이

이 구성은 마스터 종동 구성의 장점 중 일부와 고정 속도 구성의 초기 비용 절감 측면 중 일부를 제공합니다. 고정 펌프의 추가 용량이 거의 필요 없을 때 좋은 선택입니다.

3.1.6 각기 다른 용량의 펌프 구성

각기 다른 용량의 펌프 구성은 용량이 각기 다른 고정 속도 펌프(제한된 펌프 대수)를 지원합니다. 이는 최소의 펌프 대수로 최대의 시스템 출력 범위를 제공하는 데 사용됩니다.

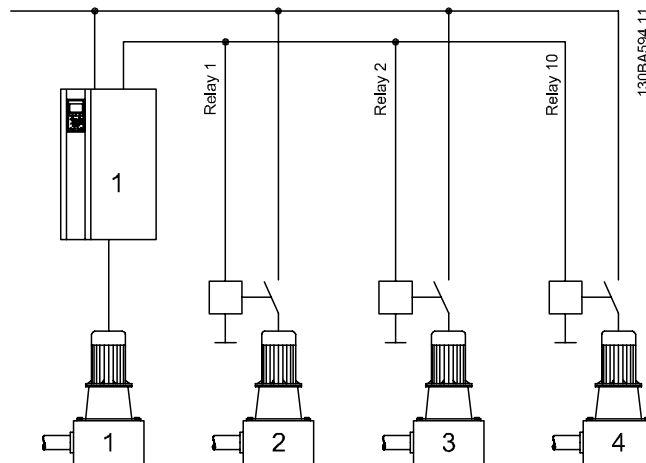


그림 3.6: 예

이러한 구성의 경우, 그룹 27-7* “연결”의 릴레이 선택은 다음과 같습니다:

- 27-70 릴레이 1 → [73] 펌프 2, 주전원에 연결
- 27-71 릴레이 2 → [74] 펌프 3, 주전원에 연결
- 27-72 릴레이 10 → [75] 펌프 4, 주전원에 연결
- 27-73 릴레이 11 → [0] 표준 릴레이
- 27-74 릴레이 12 → [0] 표준 릴레이

각기 다른 용량의 펌프 구성이 모두 유효하지는 않습니다. 유효한 구성을 위해서는 마스터 인버터의 가변 속도 펌프 용량 100%의 증분으로 펌프를 스테이징할 수 있어야 합니다. 이는 가변 속도 펌프가 고정 속도 스테이지 간 출력을 제어할 수 있어야 하기 때문에 필요합니다.

유효한 구성

100%는 마스터 인버터에 연결된 펌프에 의해 생성된 최대 용량으로 정의됩니다. 고정 속도 펌프는 100% 용량의 다중 펌프여야 합니다.

가변 속도	고정 속도
100%	100% + 200%
100%	100% + 200% + 200%
100%	100% + 100% + 300%
100%	100% + 100% + 300% + 300%
100%	100% + 200% + 400%
100% + 100%	200%
100% + 100%	200% + 200%

(기타 유효한 구성도 가능)

유효하지 않은 구성

유효하지 않은 구성의 경우, 구동은 되지만 모든 펌프에서 스테이징이 안됩니다. 그 이유는 이 구성에서 펌프에 오류가 발생하거나 펌프가 인터록되는 경우에 운전을 제한하기 위해서입니다.

가변 속도	고정 속도	
100%	200%	(100%와 200% 간 제어 안함)
100%	100% + 300%	(200%와 300% 간 제어 안함)
100%	100% + 200% + 600%	(400%와 600% 간 제어 안함)

3.1.7 절체 포함 펌프 혼합 구성

이 구성에서는 고정 속도 펌프를 추가로 제어할 수 있으며 두 펌프 간의 인버터를 절체할 수 있습니다. 캐스케이드 컨트롤러는 구동 시간 균형 조정 파라미터에서 지정된 대로 모든 펌프 간 구동 시간 균형 조정을 시도합니다.

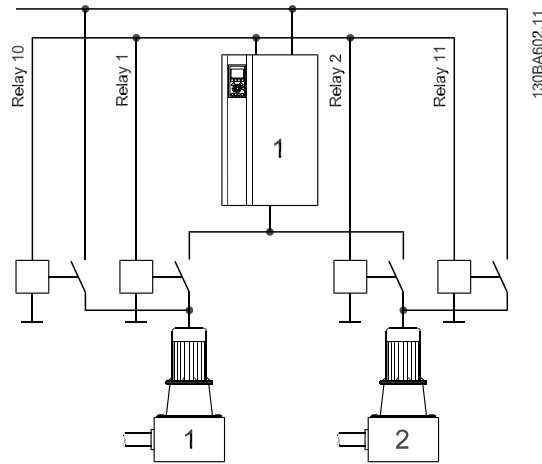


그림 3.7: 예 1

두 펌프는 구동 시간이 동일한 가변 속도 펌프이거나 고정 속도 펌프일 수 있습니다.

이러한 구성의 경우, 그룹 27-7* “연결”의 릴레이 선택은 다음과 같습니다:

- 27-70 릴레이 1 → [8] 펌프 1, 인버터 1에 연결
- 27-71 릴레이 2 → [16] 펌프 2, 인버터 1에 연결
- 27-72 릴레이 10 → [72] 펌프 1, 주전원에 연결
- 27-73 릴레이 11 → [73] 펌프 2, 주전원에 연결
- 27-74 릴레이 12 → [0] 표준 릴레이

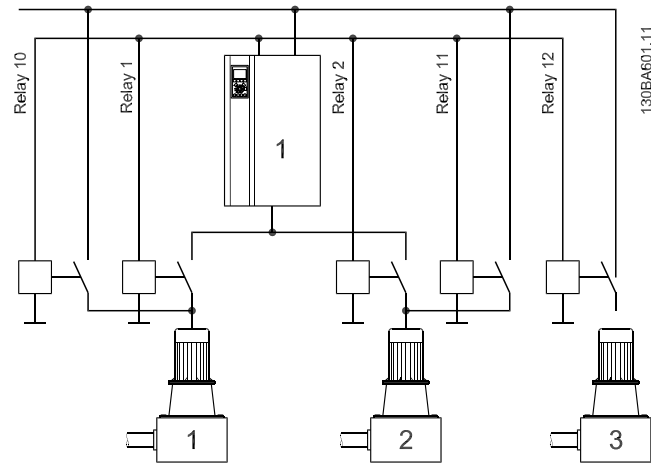


그림 3.8: 예 2

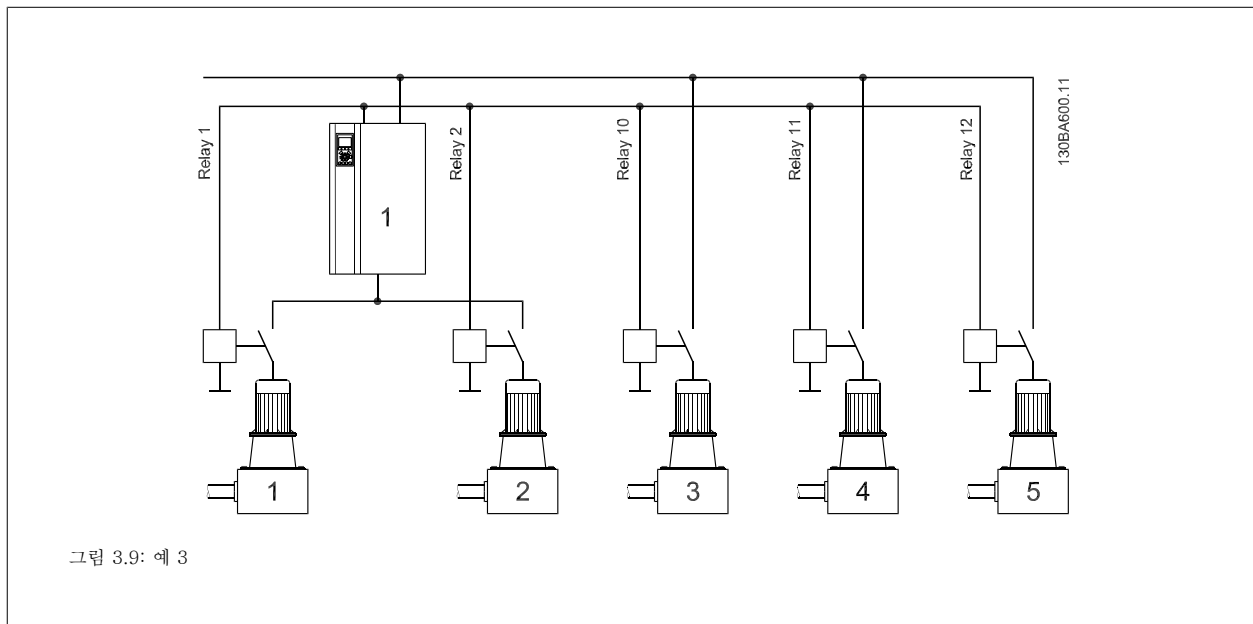
첫 번째 펌프 2대는 시스템에서 1대 이상의 펌프를 요구하는 경우에 한해, 펌프 3대 중 구동 시간이 동일한 가변 속도 펌프 또는 고정 속도 펌프일 수 있습니다.

이러한 구성의 경우, 그룹 27-7* “연결”의 릴레이 선택은 다음과 같습니다:

- 27-70 릴레이 1 → [8] 펌프 1, 인버터 1에 연결
- 27-71 릴레이 2 → [16] 펌프 2, 인버터 1에 연결
- 27-72 릴레이 10 → [72] 펌프 1, 주전원에 연결

27-73 릴레이 11 → [73] 펌프 2, 주전원에 연결

27-74 릴레이 12 → [74] 펌프 3, 주전원에 연결



첫 번째 펌프 2대는 구동 시간의 50%로 각각 절체됩니다. 그 중 구동 시간이 동일한 고정 속도 펌프는 필요에 따라 전원 공급 및 차단됩니다.

이러한 구성의 경우, 그림 27-7* “연결”의 릴레이 선택은 다음과 같습니다:

27-70 릴레이 1 → [8] 펌프 1, 인버터 1에 연결

27-71 릴레이 2 → [16] 펌프 2, 인버터 1에 연결

27-72 릴레이 10 → [74] 펌프 3, 주전원에 연결

27-73 릴레이 11 → [75] 펌프 4, 주전원에 연결

27-74 릴레이 12 → [76] 펌프 5, 주전원에 연결

3.1.8 소프트 스타터

소프트 스타터는 고정 속도 펌프를 이용한 구성에서 콘택터 대신 사용할 수 있습니다. 소프트 스타터를 선택한 경우, 모든 고정 속도 펌프에 사용해야 합니다. 소프트 스타터와 콘택터를 함께 사용하면 스테이징 및 디스테이징 과정 도중에 출력 압력을 제어할 수 없게 됩니다. 소프트 스타터를 사용할 때는 스테이징이 이루어질 때까지 스테이징 신호에서 지연이 추가됩니다. 소프트 스타터로 인한 고정 속도 펌프의 가속 시간 때문에 지연이 필요합니다.

4 시스템 구성

4.1.1 소개

확장형 및 고급형 캐스케이드 컨트롤러는 각종 기본 파라미터를 사용하여 신속히 구성할 수 있습니다. 하지만 시스템의 주파수 변환기 및 펌프 구성 뿐만 아니라 원하는 시스템 출력 제어 수준을 먼저 고려해야 합니다.

4.1.2 캐스케이드 파라미터 셋업

파라미터 그룹 27-1* “구성”과 27-7* “연결”은 설비의 하드웨어 구성을 정의하는 데 사용됩니다. 27-1* “구성” 그룹 내 파라미터의 값을 선택함으로써 캐스케이드 컨트롤러 구성을 시작합니다.

파라미터 번호	설명
27-10	캐스케이드 컨트롤러는 확장형 캐스케이드 컨트롤러를 활성화 또는 비활성화하는 데 사용할 수 있습니다. 고정 속도 펌프와 가변 속도 펌프를 함께 선택하는 방법은 캐스케이드 컨트롤러에 있어 일반적인 선택 방법입니다. 펌프 당 하나의 인버터를 사용하는 경우, 마스터-종동 구성을 선택하여 시스템 셋업에 필요한 파라미터 개수를 줄일 수 있습니다.
27-11	인버터 대수
27-12	펌프 대수 - 초기 설정은 인버터 대수.
27-14	각 펌프의 펌프 용량(색인이 붙은 파라미터) - 모든 펌프의 용량이 동일하면 초기 설정 값이 사용될 수 있습니다. 조정하려면: 먼저 펌프를 선택한 다음 OK 를 클릭하고 용량을 조정합니다.
27-16	각 펌프의 구동 시간 균형 조정(색인이 붙은 파라미터) - 시스템의 펌프 간 구동 시간의 균형이 잘 맞는 경우에는 초기 설정 값을 사용합니다.
27-17	모터 스타터 - 모든 고정 속도 펌프가 동일해야 합니다.
27-18	사용하지 않은 펌프의 회전 시간 - 펌프의 용량에 따라 다릅니다.

그리고 나서 펌프의 전원 공급 및 차단에 사용된 릴레이를 정의할 필요가 있습니다. 파라미터 그룹 27-7* “연결”은 사용 가능한 모든 릴레이의 목록을 제공합니다.

- 시스템에 있는 각각의 동종 인버터에는 필요에 따라 인버터를 활성화/비활성화하도록 할당된 릴레이가 1개 필요합니다.
- 각각의 고정 속도 펌프에는 콘택터를 제어하거나 소프트 스타터를 활성화하여 펌프의 전원 공급/차단에 할당된 릴레이가 1개 필요합니다.
- 두 펌프 간에 또 하나의 인버터가 필요한 경우에는 해당 용량을 제공하도록 할당하기 위해 릴레이가 추가로 필요합니다.

사용하지 않은 릴레이는 파라미터 그룹 5-4* 릴레이를 통해 다른 기능에서 사용됩니다.

4.1.3 다중 인버터를 위한 추가 구성

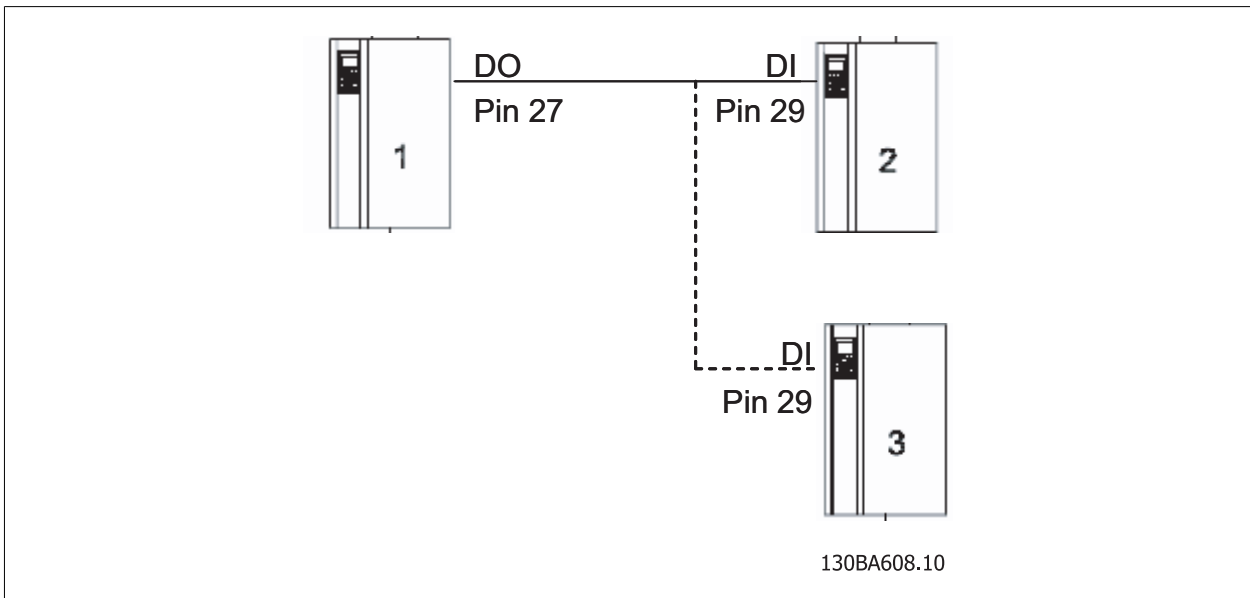
캐스케이드 컨트롤러에 하나 이상의 주파수 변환기를 사용하는 경우, 마스터 인버터가 종동 인버터에 구동 속도를 지시할 필요가 있습니다. 주파수 변환기 간 디지털 신호를 통해 지시할 수 있습니다.

마스터 인버터는 디지털 출력 핀을 사용하여 모든 주파수 변환기에 필요한 주파수를 출력해야 합니다. 모든 주파수 변환기는 항상 동일한 속도로 운전합니다. 파라미터 5-01은 [출력]으로, 파라미터 5-30은 [펄스 출력]으로, 파라미터 5-60은 [캐스케이드 지령]으로 각각 설정됩니다.

그리고 나서 각각의 종동 인버터를 개회로로 설정하고 디지털 입력을 해당 속도 지령으로 사용해야 합니다. 파라미터 1-00 구성 모드를 [0] 개회로로, 파라미터 3-15를 [7] 주파수 입력 29로, 파라미터 5-13을 [32] 펄스 입력으로 각각 설정하면 이와 같이 됩니다.

3-41 가속 시간과 3-42 감속 시간은 시스템 내 마스터 인버터와 모든 종동 인버터가 동일해야 합니다.

이러한 가감속은 PID 제어가 시스템 제어를 유지하기에 충분할 만큼 고속으로 설정해야 합니다.



4.1.4 폐회로 제어

마스터 인버터는 시스템의 일차 제어기입니다. 출력 압력을 감시하고 주파수 변환기의 속도를 조정하며 스테이지 추가 또는 제거 시점을 결정합니다. 이 기능을 수행하기 위해서는 인버터의 아날로그 입력에 연결된 피드백 센서를 사용하여 마스터 인버터를 폐회로 모드로 셋업해야 합니다.

설비의 요구사항을 일치시키기 위해 마스터 인버터의 PID 제어를 셋업해야 합니다. PID 제어기 셋업 방법은 *VLT AQUA 인버터 프로그래밍 지침서*에 수록되어 있으며 본 설명서에서는 다루지 않습니다. 본 설명서에 수록된 적용 지침, 마스터/종동 운전 또한 참조하십시오.

4.1.5 인버터 속도를 기준으로 한 가변 속도 펌프의 스테이징/디스테이징

마스터-종동 구성과 펌프 혼합 구성에서 가변 속도 펌프는 인버터의 속도를 기준으로 하여 스테이징 및 디스테이징됩니다.

인버터의 속도가 파라미터 27-31 (27-32) 스테이징 속도의 값에 도달하면 스테이징이 이루어집니다. 이 속도에서 시스템 압력은 그대로 유지되지만 펌프는 피크 효율점을 초과하여 운전하기 시작합니다. 펌프를 추가로 스테이징하면 구동 중인 모든 펌프의 속도가 낮아지고 더욱 에너지 효율적인 운전을 제공합니다.

인버터의 속도가 파라미터 27-33 (27-34) 디스테이징 속도의 값 아래로 떨어지면 디스테이징이 이루어집니다. 이 속도에서 시스템 압력은 그대로 유지되지만 펌프는 피크 효율점 아래에서 운전하기 시작합니다. 펌프를 디스테이징하면 인버터의 속도가 증가하여 더욱 에너지 효율적인 범위 내에서 유지되도록 합니다.

파라미터 27-31 (27-32) 스테이징 속도 및 27-33 (27-34) 디스테이징 속도는 설비에 따라 다릅니다. 이 파라미터는 각 펌프 스테이지의 항목 세트가 있는 색인이 붙은 파라미터입니다.

스테이징 속도와 디스테이징 속도는 자동으로 튜닝하거나 수동으로 설정할 수 있습니다. 자동 튜닝이 활성화되면 초기 설정이나 자동 튜닝을 활성화하기 전에 사용자가 P27-31 (27-32) 및 27-33 (27-34)에서 설정한 사전 설정으로 시스템이 운전을 시작합니다.

시스템의 에너지 효율이 가장 높은 스테이징 속도와 디스테이징 속도를 찾는 것이 목표입니다. 아래 그림을 참조하십시오.

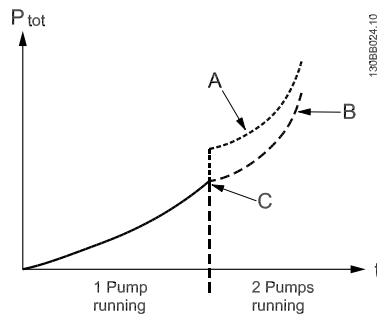


그림 4.1: 스테이징:

- A: 잘못 조정된 스테이징 속도
- B: 올바르게 조정된 스테이징 속도
- C: 스테이징 속도 펌프 2

시스템이 운전되는 것으로 설정되면 실제 에너지 소비를 감시하고 스테이징 또는 디스테이징이 이루어질 때마다 미세 조정합니다.

이 기능은 펌프 시스템의 마모를 고려하여 가장 에너지 효율적인 운전 방식을 계속 확인합니다.

덴포스는 다중 유닛 스테이징 효율 계산기 r (MUSEC)라는 소프트웨어 프로그램을 덴포스 웹사이트에서 무료로 제공해 드립니다. 펌프 및 시스템 데이터를 입력하면 MUSEC에서 스테이징 속도 및 디스테이징 속도 파라미터의 최적 설정을 제공합니다.

4.1.6 압력 피드백을 기준으로 한 고정 속도 펌프의 스테이징/디스테이징

고정 속도 펌프는 시스템 압력 감소를 기준으로 하여 스테이징됩니다. 또한 시스템 압력 증가를 기준으로 하여 디스테이징됩니다.

펌프 전원을 갑자기 공급 및 차단하는 것은 바람직하지 않으므로 스테이징 또는 디스테이징되기 전에 압력이 이 대역을 벗어나도록 허용되는 시간과 함께 시스템 압력의 허용 범위를 정의할 필요가 있습니다. 이 값은 파라미터 27-20 "정상 운전 범위" 27-23 "스테이징 지연" 및 27-24 "디스테이징 지연"을 통해 설정됩니다.

이 파라미터는 설비에 따라 다르며 시스템의 요구사항을 충족시킬 수 있게 설정되어야 합니다.

자동 스테이징/디스테이징 임계값

스테이징 또는 디스테이징 시 가변 속도 펌프의 속도는 스테이징 임계값 또는 디스테이징 임계값에 의해 정의됩니다. 이 설정은 스테이징 또는 디스테이징 시 압력의 과도 현상 또는 언더슈트 현상을 최소화하는 데 사용할 수 있습니다.

인버터에 내장된 기본형 캐스케이드와 달리 확장형 및 고급형 캐스케이드 옵션 MCO101 및 MCO102에서는 이 설정을 자동 튜닝할 수 있습니다.

스테이징 및 디스테이징 자동 튜닝이 활성화되면 임계값은 스테이징 또는 디스테이징 시 피드백을 감시하고 펌프의 마모를 고려하여 시스템을 최적 상태로 유지하기 위해 스테이징이 이루어질 때마다 설정을 미세 조정합니다.

새 파라미터 설명:

번호	표시창 이름	범위	초기 설정
27-30	자동 튜닝 스테이징 속도	{사용안함 [0], 사용함 [1]}	사용함 [1]
27-40	자동 튜닝 스테이징 설정	{사용안함 [0], 사용함 [1]}	사용함 [1]

5 캐스케이드 컨트롤러 기능

5.1.1 소개

캐스케이드 컨트롤러가 구성되고 나면 파라미터 27-10 “캐스케이드 컨트롤러”를 통해 캐스케이드 컨트롤러를 활성화 또는 비활성화할 수 있습니다. 캐스케이드 컨트롤러를 기동하기 위해서는 LCP 나 펄드버스 통신을 통해 마스터 인버터를 일반 인버터로 기동할 필요가 있습니다. 그리고 나서 FC 의 속도를 변화시키고 필요에 따라 펌프를 스테이징 또는 디스테이징함으로써 시스템 압력 제어를 시도합니다.

캐스케이드 컨트롤러에 의해 2가지 정지 기능이 제공됩니다. 그 중 하나의 기능은 시스템을 신속히 멈춥니다. 다른 하나의 기능은 순차적으로 펌프를 디스테이징하고 압력 제어로 정지되도록 합니다. 안전 정지 기능이 장착된 VLT AQUA 인버터의 경우, 단자 37이 모든 릴레이를 차단하고 마스터 인버터를 코스팅 정지시킵니다. 디지털 입력 중 하나가 [8] “기동”으로 설정되어 있고 해당 단자가 인버터를 기동 및 정지를 제어하는 데 사용되는 경우, 단자를 0V 로 설정하면 모든 릴레이가 차단되고 마스터 인버터가 코스팅 정지됩니다. LCP 의 OFF 버튼을 누르면 구동 중인 모든 펌프의 순차적 디스테이징을 야기합니다.

5.2.1 펌프 상태 및 제어

파라미터 그룹 27-0*은 캐스케이드의 상태를 확인하고 개별 펌프를 제어하는 데 사용되는 파라미터입니다. 이 파라미터 그룹에서는 특정 펌프를 선택하여 현재 상태, 현재 구동 시간 및 총 수명 시간을 볼 수 있습니다. 유지 보수할 목적으로 개별 펌프의 동일 위치에서 수동 제어할 수 있습니다.

파라미터 그룹은 다음과 같이 구성됩니다.

	펌프 1	펌프 2	펌프 3	펌프 ...
27-01 상태	인버터 연결 기동	준비	오프라인-꺼짐	
27-02 제어	운전하지 않음	운전하지 않음	운전하지 않음	
27-03 현재 구동 시간	650	667	400	
27-04 수명 시간	52673	29345	30102	

LCP 에서 27-0* 그룹을 검색합니다.

LCP 의 오른쪽 및 왼쪽 화살표를 사용하여 펌프를 선택합니다.

LCP 의 위쪽 및 아래쪽 화살표를 사용하여 파라미터를 선택합니다.

5.2.2 펌프 수동 제어

확장형 캐스케이드 컨트롤러는 시스템 내 각각의 펌프를 완벽히 제어할 수 있습니다. 파라미터 27-02를 통해 각기 선택된 릴레이로 각각의 펌프를 제어할 수 있습니다. 확장형 캐스케이드 컨트롤러의 제어 없이 펌프 전원을 공급 또는 차단할 수 있고 리드 펌프를 강제로 절체할 수 있습니다.

이 파라미터는 옵션 중 하나를 선택하여 동작하게 한 다음 초기 상태로 되돌아가는 다른 값 관련 파라미터와는 다릅니다.

선택할 수 있는 항목은 다음과 같습니다.

- 운전하지 않음 - 초기 설정값.
- 온라인 - 펌프를 확장형 캐스케이드 컨트롤러에서 사용할 수 있게 합니다.
- 절체 꺼짐 - 선택된 펌프를 리드 펌프가 되도록 강제로 절체합니다.
- 오프라인-꺼짐 - 펌프 전원을 차단하고 캐스케이드할 수 없도록 합니다.
- 오프라인-꺼짐 - 펌프 전원을 공급하고 캐스케이드할 수 없도록 합니다.
- 오프라인-회전 - 펌프 회전을 초기화합니다.

“오프라인”을 선택하면 “온라인”을 선택하기 전까지는 캐스케이드 컨트롤러에서 펌프를 사용할 수 없습니다.

파라미터 27-02를 통해 펌프를 오프라인으로 변경하면 캐스케이드 컨트롤러가 사용할 수 없는 펌프에 대한 보상을 시도합니다.

- 구동 중인 펌프에 대해 “오프라인-꺼짐”을 선택하면 출력 손실을 보상하기 위해 다른 펌프가 스테이징됩니다.
- 현재 전원이 꺼진 펌프에 대해 “오프라인-꺼짐”을 선택하면 과다 출력을 보상하기 위해 다른 펌프가 스테이징됩니다.

5.2.3 구동 시간 균형 조정

확장형 캐스케이드 컨트롤러는 사용 가능한 펌프 간의 구동 시간 균형을 조정하도록 설계되어 있습니다. 파라미터 27-16은 시스템의 각 펌프에 대해 균형 조정 우선순위를 제공합니다.

3가지 수준의 우선순위가 있습니다.

- 균형 조정 우선순위 1
- 균형 조정 우선순위 2
- 예비 펌프

캐스케이드 컨트롤러는 펌프의 최대 용량(27-14), 현재 구동 시간(27-03) 및 구동 시간 균형 조정(27-16)을 기준으로 하여 스테이징 또는 디스테이징 할 펌프를 선택합니다.

캐스케이드 컨트롤러는 스테이징 도중에 전원을 켜 펌프를 선택하기 전에 먼저 파라미터 27-16에서 “균형 조정 우선순위 1”로 설정된 모든 펌프의 현재 구동 시간의 균형 조정을 시도합니다.

우선순위 1로 설정된 펌프가 모두 구동 중인 경우에는 “균형 조정 우선순위 2”에 해당하는 펌프의 균형 조정을 시도합니다.

우선순위 1과 2에 해당하는 펌프가 모두 구동 중인 경우, “예비 펌프”에 해당하는 펌프를 선택합니다.

디스테이징 도중에는 역회전이 발생합니다. 예비 펌프가 먼저 디스테이징된 다음 우선순위 2 펌프, 우선순위 1 펌프 순으로 디스테이징됩니다. 각각의 우선순위 수준에서는 현재 구동 시간이 가장 큰 펌프가 먼저 디스테이징됩니다.

이에 대한 예외는 인버터가 하나 이상 있는 펌프 혼합 구성에서 발생합니다. 펌프 혼합 구성에서는 가변 속도 펌프가 모두 스테이징된 후에 고정 속도 펌프가 스테이징됩니다.

또한 가변 속도 펌프가 모두 디스테이징된 후에 고정 속도 펌프가 디스테이징됩니다. 파라미터 27-19는 모든 펌프의 현재 구동 시간을 리셋하고 균형 조정 공정을 다시 시작하는 데 사용됩니다. 이 파라미터는 각 펌프의 총 수명 시간(27-04)에는 영향을 주지 않습니다. 총 수명 시간은 구동 시간 균형 조정에 사용되지 않습니다.

5.2.4 사용하지 않은 펌프의 펌프 회전

일부 설비의 경우, 정기적으로 모든 펌프가 필요하거나 사용되지는 않습니다. 이러한 경우, 확장형 캐스케이드 컨트롤러는 필요에 따라 절체함으로써 먼저 펌프 간 구동 시간 균형 조정을 시도합니다. 하지만 72시간 동안 펌프를 사용할 수 없는 경우에는 해당 펌프의 펌프 회전을 초기화합니다.

이 기능은 장시간 유휴 중인 펌프가 없도록 하기 위한 기능입니다. 회전 시간은 파라미터 27-18에서 설정할 수 있습니다. 회전 시간은 펌프가 양호한 구동 조건에서 구동할 만큼 길고 시스템에 과도한 압력을 가하지 않을 만큼 짧아야 합니다. 27-18을 0으로 설정하면 이 기능이 활성화됩니다.

확장형 캐스케이드 컨트롤러는 펌프 회전 중에 생성된 추가 압력에 대해 보상하지 않습니다. 출력에 가해진 과도한 압력으로 인한 손상을 방지하기 위해서는 회전 시간을 최대한 짧게 유지할 것을 권장합니다.

5.2.5 총 수명 시간

확장형 캐스케이드 컨트롤러는 유지 보수할 목적으로 제어하는 각 펌프의 총 수명 시간을 계속 추적할 수 있도록 설계되어 있습니다.

펌프 총 수명 시간(파라미터 27-04)에는 각 펌프의 총 운전 시간이 표시됩니다. 이 파라미터는 펌프가 구동 중일 때마다 업데이트되며 매시간마다 한 번씩 비휘발성 메모리에 저장됩니다.

이 파라미터는 또한 펌프의 운전 시간이 시스템에 추가되기 전에 반영하기 위해 초기 값으로 설정할 수 있습니다.

수명 시간이 활성화되고 펌프를 제어 중인 캐스케이드 컨트롤러에 의해서만 적산됩니다.

5.2.6 리드 펌프 절체

인버터가 여러 대 있는(다중 인버터) 구성의 경우, 마지막으로 구동 중인 가변 속도 펌프를 리드 펌프로 정의합니다.

인버터 1대만 있는(단일 인버터) 구성의 경우, 인버터에 연결된 펌프를 리드 펌프로 정의합니다. 마스터 인버터의 릴레이에 의해 제어되는 콘택터를 통해 하나 이상의 펌프를 인버터에 연결할 수 있습니다.

캐스케이드 컨트롤러는 정상적인 스테이징 및 디스테이징을 통해 리드 펌프를 절체하여 구동 시간 균형을 조정할 수 있습니다. 이는 또한 시스템을 기동하거나 슬립 모드를 빠져나올 때 리드 펌프를 절체합니다.

하지만 슬립 모드로 이동하지 않고 시스템 요구가 장시간 리드 펌프의 최대 용량보다 낮은 수준으로 유지되면 펌프를 절체하지 않습니다. 이러한 경우, 시간 간격(파라미터 27-52) 또는 일 단위 시간(파라미터 27-54)을 통해 리드 펌프를 강제로 절체할 수 있습니다.

5.2.7 펌프 혼합 구성에서의 스테이징 / 디스테이징

펌프를 언제 스테이징 또는 디스테이징해야 하는지를 결정하는 데 2가지 방법이 사용됩니다. 첫 번째 방법은 인버터의 속도입니다. 두 번째 방법은 정상 운전 범위를 벗어나는 피드백 압력입니다. 인버터가 하나 이상 있는 펌프 혼합 구성에서 2가지 방법이 모두 사용됩니다.

다음 예에서 피드백이 압력으로 간주됩니다.

스테이징:

마스터 인버터가 기동 명령을 받으면 가변 속도 펌프가 선택되고 사용 가능한 인버터 중 하나를 사용하여 기동합니다.

시스템 압력이 감소하는 경우, 더 많은 유량을 확보하기 위해 인버터의 속도가 증가합니다. 압력을 유지하는 동안 인버터가 스테이징 속도(27-31)를 초과하고 스테이징 지연(27-23) 시간 동안 계속 유지되는 경우, 다음 차례의 가변 속도 펌프가 스테이징됩니다. 이는 모든 가변 속도 펌프에 반복 적용됩니다.

시스템 압력을 유지하기 위해 모든 가변 속도 펌프를 최대로 구동하여 캐스케이드 컨트롤러를 사용할 수 없는 경우, 고정 속도 펌프가 스테이징되기 시작합니다. 압력이 정상 운전 범위(27-20) 백분율에 의해 설정된 설정포인트 아래로 떨어지고 스테이징 지연(27-23) 시간 동안 계속 유지되면 고정 속도 펌프가 스테이징됩니다. 이는 모든 고정 속도 펌프에 반복 적용됩니다.

디스테이징:

시스템 압력이 증가하는 경우, 시스템의 유량 감소 요구를 충족시키기 위해 모든 인버터의 속도가 감소합니다. 압력을 유지하는 동안 인버터의 속도가 디스테이징 속도(27-33) 아래로 떨어지고 디스테이징 지연(27-24) 시간 동안 계속 유지되는 경우, 가변 속도 펌프가 디스테이징됩니다. 이는 마지막 가변 속도 펌프를 제외한 모든 가변 속도 펌프에 반복 적용됩니다.

인버터 하나만 최소 속도로 구동 중인 시스템의 시스템 압력이 여전히 너무 높으면 고정 속도 펌프가 디스테이징되기 시작합니다. 압력이 정상 운전 범위(27-20) 백분율에 의해 설정된 설정포인트보다 높게 증가하고 디스테이징 지연(27-24) 시간 동안 계속 유지되면 고정 속도 펌프가 디스테이징됩니다. 이는 모든 고정 속도 펌프에 반복 적용됩니다. 이는 단 하나의 가변 속도 펌프만 구동하도록 합니다. 시스템의 압력 감소가 계속 요구되면 시스템이 슬립 모드로 이동합니다.

5.2.8 무시 스테이징/디스테이징

정상적인 스테이징 및 디스테이징은 일반적인 어플리케이션의 상황을 대부분 처리합니다. 하지만 때때로 시스템 피드백 압력 변화에 신속히 대응할 필요가 있습니다. 이러한 경우에 시스템 요구의 큰 변화에 대응하기 위해 즉시 펌프를 스테이징 및 디스테이징할 수 있도록 캐스케이드 컨트롤러가 장착됩니다.

스테이징:

시스템 압력이 무시 한계 (27-21) 이상 감소하면 캐스케이드는 더 많은 유량을 확보하기 위해 펌프를 즉시 스테이징합니다.

시스템 압력이 무시 보류 시간(27-25) 동안 무시 한계(27-21) 아래로 떨어져 그대로 계속 유지되면 캐스케이드 컨트롤러가 다음 차례의 펌프를 스테이징합니다. 이는 모든 펌프의 전원이 켜지거나 시스템 압력이 무시 한계 아래로 떨어질 때까지 반복됩니다.

디스플레이:

시스템 압력이 무시 한계(27-21) 위로 급속히 증가하면 압력을 감소시키기 위해 캐스케이드 컨트롤러가 펌프를 즉시 디스플레이합니다.

시스템 압력이 무시 보류 시간(27-25) 동안 무시 한계(27-21) 위로 증가하여 그대로 계속 유지되면 캐스케이드 컨트롤러가 다른 펌프를 디스플레이합니다. 이는 단 하나의 리드 펌프만 남거나 압력이 안정화될 때까지 반복됩니다.

무시 한계(파라미터 27-21)는 최대 지령의 %로 설정됩니다. 이는 무시 스테이징 및 디스플레이가 발생하는 시스템 설정포인트 위와 아래의 지점을 정의합니다.

5.2.9 최소 속도 디스플레이

비상 시 이용률을 줄이기 위해 리드 펌프가 최소 속도 디스플레이 지연(27-27)에서 설정된 최소 속도로 구동 중인 경우, 캐스케이드 컨트롤러가 펌프를 디스플레이합니다.

5**5.2.10 고정 속도 전용 운전**

고정 속도 전용 운전은 캐스케이드 컨트롤러로 가변 속도 펌프를 전혀 제어할 수 없는 경우(매우 드문 경우)에 중요한 시스템을 계속 운전하도록 설계된 기능입니다. 이러한 상황에서 캐스케이드 컨트롤러는 고정 속도 펌프의 전원을 공급 및 차단하고 시스템 압력을 유지하도록 시도합니다.

스테이징:

가변 속도 펌프를 모두 사용할 수 없고 시스템 압력이 스테이징 지연(27-23) 시간 동안 고정 속도 전용 운전 범위(27-22) 아래로 떨어지면 고정 속도 펌프의 전원이 켜집니다. 이는 모든 펌프의 전원이 켜질 때까지 반복됩니다.

디스플레이:

가변 속도 펌프를 모두 사용할 수 없고 시스템 압력이 디스플레이 지연(27-24) 시간 동안 고정 속도 전용 운전 범위(27-22) 위로 증가하면 고정 속도 펌프의 전원이 꺼집니다. 이는 모든 펌프의 전원이 꺼질 때까지 반복됩니다.

6 프로그래밍 방법

6.1 확장형 캐스케이드 컨트롤러 파라미터

6.1.1 캐스케이드 CTL 옵션, 27-**

캐스케이드 제어 옵션 파라미터 그룹입니다.

6.1.2 제어 및 상태, 27-0*

제어 및 상태 파라미터는 펌프를 감시하고 수동 제어하기 위한 파라미터입니다.

오른쪽 [▶] 및 왼쪽 [◀] 화살표 키를 사용하여 펌프를 선택합니다. 위쪽

[▲] 및 아래쪽 [▼] 화살표 키를 사용하여 설정을 변경합니다.

27-01 펌프 상태

옵션:

기능:

펌프 상태는 시스템 내 각 펌프의 상태를 나타내는 읽기 파라미터입니다. 설정할 수 있는 항목은 다음과 같습니다.

[0]	준비	캐스케이드 컨트롤러로 펌프를 사용할 수 있습니다.
[1]	인버터 연결 기동	펌프는 캐스케이드 컨트롤러에 의해 제어되고 인버터에 연결되며 구동 중입니다.
[2]	직기동	펌프는 캐스케이드 컨트롤러에 의해 제어되고 주전원에 연결되며 구동 중입니다.
[3]	오프라인-꺼짐	캐스케이드 컨트롤러로 펌프를 사용할 수 없으며 펌프 전원이 꺼져 있습니다.
[4]	오프라인-직기동	캐스케이드 컨트롤러로 펌프를 사용할 수 없고 펌프가 주전원에 연결되며 구동 중입니다.
[5]	오프라인-인버터 연결 기동	캐스케이드 컨트롤러로 펌프를 사용할 수 없고 펌프가 주전원에 연결되며 구동 중입니다.
[6]	오프라인-결함	캐스케이드 컨트롤러로 펌프를 사용할 수 없고 펌프가 주전원에 연결되며 구동 중입니다.
[7]	오프라인-수동	캐스케이드 컨트롤러로 펌프를 사용할 수 없고 펌프가 주전원에 연결되며 구동 중입니다.
[8]	오프라인-외부 인터록	펌프가 외부에 인터록되어 있으며 전원이 꺼져 있습니다.
[9]	회전	캐스케이드 제어가 펌프의 회전 주기를 실행 중입니다.
[10]	릴레이 연결 안함	펌프가 인버터에 직접 연결되어 있지 않고 펌프에 할당된 릴레이도 없습니다.

27-02 펌프 수동 제어

옵션:

기능:

펌프 수동 제어는 개별 펌프의 상태를 수동 제어할 수 있게 하는 명령 파라미터입니다. 이 중 하나를 선택하면 명령을 실행한 다음 운전하지 않음으로 복귀합니다. 선택할 수 있는 항목은 다음과 같습니다.

[0] *	운전하지 않음	아무 동작도 하지 않습니다.
[1]	온라인	캐스케이드 컨트롤러로 펌프를 제어할 수 있게 합니다.
[2]	절체 켜짐	선택된 펌프를 리드 펌프가 되도록 강제로 절체합니다.
[3]	오프라인-꺼짐	펌프 전원을 차단하고 캐스케이드할 수 없도록 합니다.
[4]	오프라인-켜짐	펌프 전원을 공급하고 캐스케이드할 수 없도록 합니다.
[5]	오프라인-회전	펌프 회전을 초기화합니다.

27-03 현재 구동 시간

옵션:

기능:

단위: hrs

현재 구동 시간은 마지막 리셋 이후에 구동 중인 각 펌프의 총 구동 시간을 나타내는 읽기 파라미터입니다. 이 시간은 펌프 간 구동 시간 균형 조정에 사용됩니다. 파라미터 27-91을 사용하여 시간을 모두 0으로 리셋할 수도 있습니다.

27-04 펌프 총 수명 시간

범위:

0* [0 - 2147483647]

기능:

펌프 총 수명 시간은 연결된 각 펌프의 총 운전 시간입니다. 이 파라미터는 유지 보수에 필요한 값으로 각기 다르게 설정할 수도 있습니다.

6.1.3 구성, 27-1*

이 파라미터 그룹은 캐스케이드 컨트롤러 옵션을 구성하기 위한 파라미터 그룹입니다.

27-10 캐스케이드 컨트롤러

옵션:

기능:

캐스케이드 컨트롤러 모드에서는 운전 모드를 설정합니다. 선택할 수 있는 항목은 다음과 같습니다.

사용안함

캐스케이드 컨트롤러 옵션을 비활성화합니다.

마스터/종동

인버터에 연결된 가변 속도 펌프만 사용하여 운전합니다. 이 선택 항목은 쉽게 셋업할 수 있게 해줍니다.

펌프 혼합

가변 속도 펌프와 고정 속도 펌프를 모두 사용하여 운전합니다.

기본형 캐스케이드 제어

캐스케이드 옵션을 비활성화하고 기본형 캐스케이드 운전(자세한 정보는 *VLT AQUA 인버터 프로그래밍 지침서*의 파라미터 그룹 25-** 참조)으로 되돌아갑니다. 옵션의 추가 릴레이는 릴레이 3개로 기본형 캐스케이드를 확장하는 데 사용할 수 있습니다. 기본형 캐스케이드 기능만 사용할 수 있습니다.

27-11 인버터 대수

범위:

1* [1 - 8]

기능:

캐스케이드 컨트롤러에 의해 제어될 주파수 변환기 대수를 설정합니다.

MCO 101: 1-6

MCO 102: 1-8

27-12 펌프 대수

범위:

0* [0 - 인버터 대수]

기능:

캐스케이드 컨트롤러에 의해 제어될 펌프 대수를 설정합니다.

MCO 101: 0-6

MCO 102: 0-8

27-14 펌프 용량

범위:

100%* [0%(꺼짐) - 800%]

기능:

펌프 용량에서는 첫 번째 펌프에 대한 시스템 내 각 펌프의 상대적인 용량을 설정합니다. 이는 펌프 당 하나의 항목이 있는 색인이 붙은 파라미터입니다. 첫 번째 펌프의 용량은 항상 100%로 간주합니다.

27-16 구동 시간 균형 조정

옵션:

기능:

구동 시간 균형 조정에서는 구동 시간 균형을 조정할 각 펌프의 우선순위를 설정합니다. 우선순위가 가장 높은 펌프부터 운전을 시작합니다. 모든 펌프를 예비 펌프로 설정하면 우선순위가 설정되지 않으므로 일반적인 펌프 순서대로 스테이징 및 디스테이징됩니다. 이는 1-2-3 순으로 스테이징되고 3-2-1 순으로 디스테이징됨을 의미합니다.

선택할 수 있는 항목은 다음과 같습니다.

[0] * 균형 조정 우선순위 1

맨 먼저 전원 공급하고 맨 나중에 전원 차단합니다.

[1] 균형 조정 우선순위 2

우선순위 1 펌프가 없는 경우에 전원 공급합니다. 우선순위 1 펌프의 전원을 차단하기 전에 전원을 차단합니다.

[2] 예비 펌프

맨 나중에 전원 공급하고 맨 먼저 전원 차단합니다.

27-17 모터 스타터

옵션:

기능:

모터 스타터에서는 고정 속도 펌프에 사용된 주전원 스타터의 유형을 선택합니다. 모든 고정 속도 펌프를 동일하게 구성해야 합니다. 선택할 수 있는 항목은 다음과 같습니다.

없음(콘택터)

소프트 스타터

스타-델타 스타터

27-18 사용하지 않은 펌프의 회전 시간

범위:

1.0 s* [0.0 s - 99.0 s]

기능:

사용하지 않은 펌프의 회전 시간에서는 사용하지 않은 펌프를 회전하는 데 필요한 시간을 설정합니다. 지난 72시간 동안 고정 속도 펌프를 구동하지 않은 경우에는 이 시간 동안 전원이 공급됩니다. 이는 너무 장시간 펌프에 전원이 공급되지 않아 발생할 수 있는 손상을 방지하기 위한 예방 조치입니다. 이 파라미터의 값을 0을 설정하면 회전 기능을 사용하지 않을 수 있습니다. 경고 - 이 파라미터를 너무 큰 값으로 설정하면 일부 시스템의 경우, 압력이 너무 지나칠 수 있습니다.

27-19 현재 구동 시간 리셋

옵션:

기능:

현재 구동 시간 리셋은 현재 구동 시간을 모두 0으로 리셋하는 데 사용됩니다. 이 시간은 구동 시간 균형 조정에 사용됩니다.

[0] * 리셋하지 않음

[1] 리셋

6.1.4 대역폭 설정, 27-2*

제어 응답을 구성하기 위한 파라미터입니다.

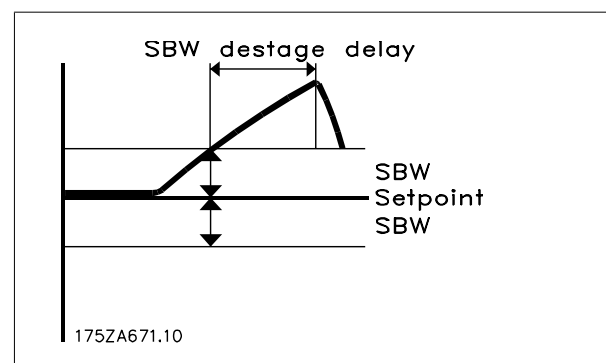
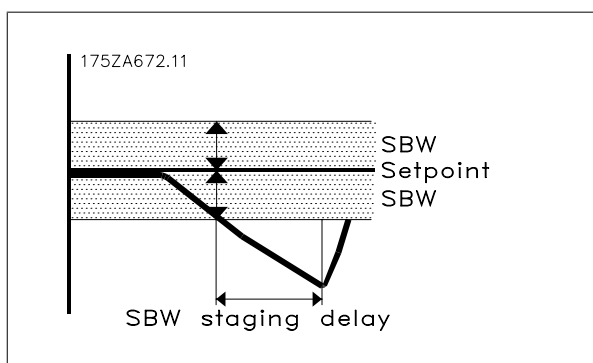
27-20 정상 운전 범위

범위:

10%* [1% - P27-21]

기능:

정상 운전 범위는 설정포인트에서 펌프가 추가 또는 제거되기 전까지 허용된 오프셋입니다. 캐스케이드 운전을 기동하려면 시스템이 P27-23(스테이징) 또는 P27-24(디스테이징)에서 지정된 시간 동안 이 한계를 벗어나야 합니다. 여기서 정상이란 시스템이 운전 중이며 시스템에 최소 하나의 사용 가능한 가변 속도 펌프가 있음을 의미합니다. 이 값은 최대 지령의 %로 입력됩니다(자세한 정보는 VLT AQUA 인버터 프로그래밍 지침서의 P21-12 참조).



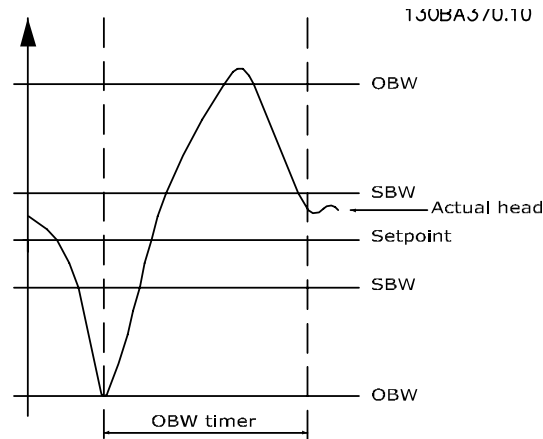
27-21 무시 한계

범위:

100% (사용 [P27-20 - 100%]
안함)*

기능:

무시 한계는 설정포인트에서 펌프가 즉시 추가 또는 제거되기 전까지 허용된 오프셋입니다(예를 들어, 화재가 발생하는 경우, 탭이 켜집니다). 정상 운전 범위에는 과도 현상에 대한 시스템 응답을 제한하는 지연이 포함됩니다. 이는 시스템이 큰 요구 변화에 매우 느리게 응답하도록 합니다. 무시 한계는 인버터가 즉각적으로 응답하도록 합니다. 값은 최대 지령의 %로 입력됩니다(P21-12). 이 파라미터를 100%로 설정하여 무시 운전을 비활성화할 수 있습니다.



6

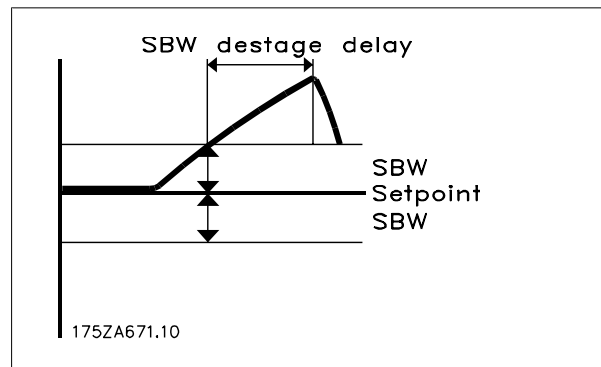
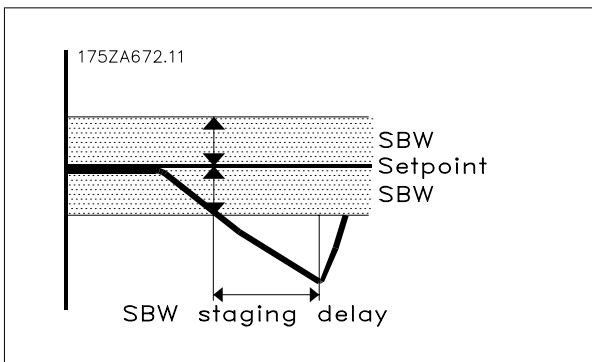
27-22 고정 속도 전용 운전 범위

범위:

P27-20* [P27-20 - P27-21]

기능:

고정 속도 전용 운전 범위는 운전 가능한 가변 속도 펌프가 없을 때 설정포인트에서 펌프가 추가 또는 제거되기 전까지 허용된 오프셋입니다. 캐스케이드 운전을 기동하려면 시스템이 P27-23(스테이징 지연) 또는 P27-24(디스테이징 지연)에서 지정된 시간 동안 이 한계를 벗어나야 합니다. 값은 최대 지령의 %로 입력됩니다. 운전 가능한 가변 속도 펌프가 없는 경우, 시스템은 나머지 고정 속도 펌프로 제어 유지를 시도합니다.



27-23 스테이징 지연

범위:

15 s* [0 - 3000 s]

기능:

스테이징 지연은 펌프 전원이 공급되기 전에 시스템 피드백이 운전 범위 아래에서 유지되어야 하는 시간입니다. 시스템이 운전 중이고 최소 하나 이상의 가변 속도 펌프를 사용할 수 있는 경우에는 정상 운전 범위(P27-20)가 사용됩니다. 가변 속도 펌프를 사용할 수 없는 경우에는 고정 속도 전용 운전 범위(P27-22)가 사용됩니다.

27-24 디스테이징 지연

범위:

15 s* [0 - 3000 s]

기능:

디스테이징 지연은 펌프 전원이 차단되기 전에 시스템 피드백이 운전 범위 이상으로 유지되어야 하는 시간입니다. 시스템이 운전 중이고 최소 하나 이상의 가변 속도 펌프를 사용할 수 있는 경우에는 정상 운전 범위(P27-20)가 사용됩니다. 가변 속도 펌프를 사용할 수 없는 경우에는 고정 속도 전용 운전 범위(P27-22)가 사용됩니다.

27-25 무시 보류 시간

범위:

10 s* [0 - 300 s]

기능:

무시 보류 시간은 스테이징 또는 디스테이징 이후부터 시스템의 무시 한계(P27-21) 초과로 인해 스테이징 또는 디스테이징되기 전까지 반드시 필요한 최소 시간입니다. 무시 보류 시간은 펌프 전원이 공급 또는 차단된 후에 시스템이 안정화되도록 설계되어 있습니다. 이 지연 시간이 충분히 길

지 않으면 펌프 전원의 공급 또는 차단으로 인한 과도 현상 때문에 있어서는 안될 다른 펌프를 시스템에 추가 또는 제거해야 할 수도 있습니다.

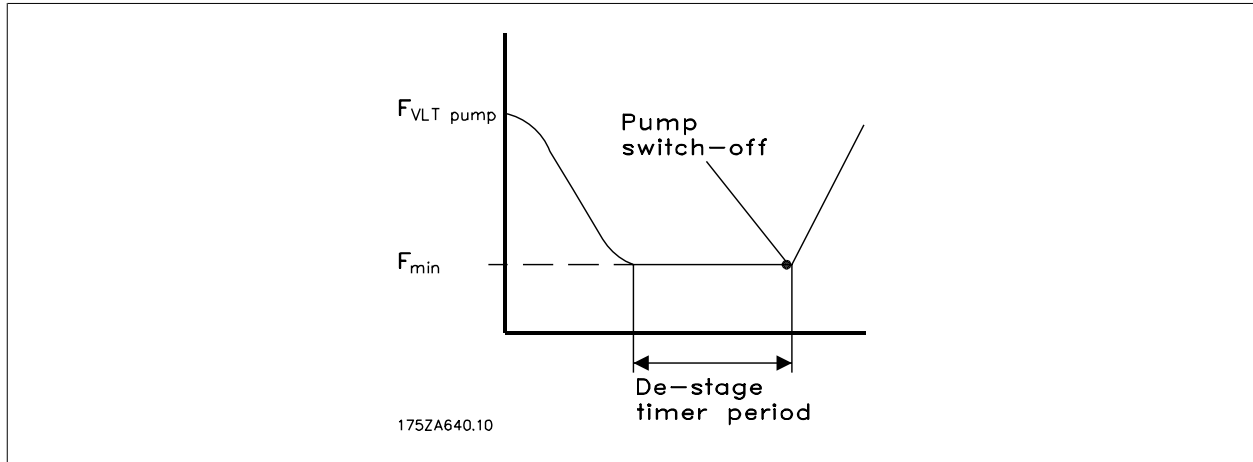
27-27 최소 속도 디스레이징 지연

범위:

15 s* [0 - 300 s]

기능:

최소 속도 디스레이징 지연은 펌프가 에너지 절감을 위해 전원 차단되기 전에 리드 펌프가 최소 속도로 구동 중인 반면 시스템 피드백이 여전히 정상 운전 대역 내에 있는 시간입니다. 가변 속도 펌프가 최소 속도로 운전 중인 반면 피드백이 여전히 대역 내에 있는 경우, 펌프 전원을 차단함으로써 에너지 절감을 실현할 수 있습니다. 이러한 조건 하에서 펌프 전원이 차단될 수 있으며 시스템은 여전히 제어를 유지할 수 있습니다. 계속 유지되는 펌프는 더욱 효율적으로 운전하게 됩니다.



6

6.1.5 스테이징 속도, 27-3*

마스터/종동 제어 응답을 구성하기 위한 파라미터입니다.

6.1.6 자동 튜닝 스테이징 속도, 27-30(향후 버전에 포함될 예정!)

27-30 자동 튜닝 스테이징 속도

옵션:

기능:

이 기능이 활성화되면 운전하는 동안 스테이징 및 디스레이징 속도가 지속적으로 자동 튜닝됩니다. 높은 성능과 낮은 에너지 소비를 위해 설정이 최적화됩니다. 이 기능이 비활성화되면 속도를 수동으로 설정할 수 있습니다.

[0] 사용안함

[1] * 사용함

27-31 스테이징 속도(RPM)

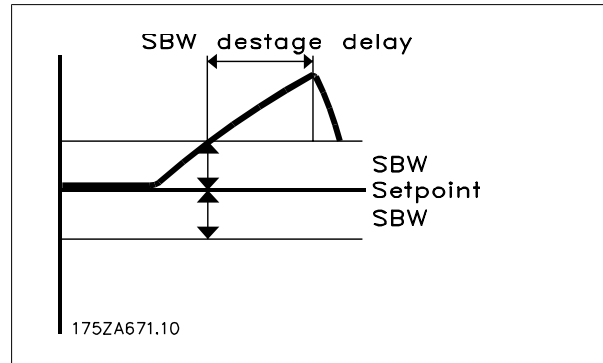
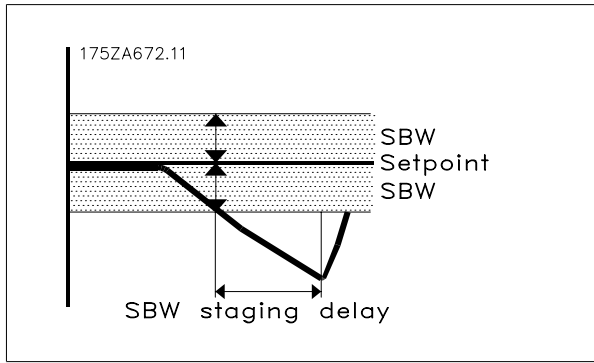
범위:

P4-13* [파라미터 4-11 - 파라미터 4-13]

기능:

RPM 을 선택한 경우에 사용합니다.

리드 펌프가 스테이징 지연(파라미터 27-23)에서 지정된 시간 동안 스테이징 속도 이상으로 운전하고 있으며 가변 속도 펌프를 사용할 수 있는 경우, 가변 속도 펌프의 전원이 공급됩니다.



27-32 스테이징 속도(Hz)

범위:

파라미터 [파라미터 4-12 - 파라미터 4-14]
4-14*

기능:

Hz를 선택한 경우에 사용됩니다.

리드 펌프가 스테이징 지연(파라미터 27-23)에서 지정된 시간 동안 스테이징 속도 이상으로 운전하고 있으며 가변 속도 펌프를 사용할 수 있는 경우, 가변 속도 펌프의 전원이 공급됩니다.

27-33 디스테이징 속도(RPM)

범위:

파라미터 [파라미터 4-11 - 파라미터 4-13]
4-11*

기능:

리드 펌프가 디스테이징 지연(파라미터 27-24)에서 지정된 시간 동안 디스테이징 속도보다 낮은 속도로 운전하고 있으며 하나 이상의 가변 속도 펌프가 켜져 있는 경우, 가변 속도 펌프의 전원이 차단됩니다.

27-34 디스테이징 속도(Hz)

범위:

파라미터 [파라미터 4-12 - 파라미터 4-14]
4-12*

기능:

리드 펌프가 디스테이징 지연(파라미터 27-24)에서 지정된 시간 동안 디스테이징 속도보다 낮은 속도로 운전하고 있으며 하나 이상의 가변 속도 펌프가 켜져 있는 경우, 가변 속도 펌프의 전원이 차단됩니다.

6.1.7 스테이징 설정, 27-4*

스테이징 과정을 구성하기 위한 파라미터입니다.

6.1.8 자동 튜닝 스테이징 설정, 27-40

27-40 자동 튜닝 스테이징 설정

옵션:

기능:

이 기능이 활성화되면 운전하는 동안 스테이징 임계값이 자동 튜닝됩니다. 스테이징 및 디스테이징 시 압력의 과도 현상 및 언더슈트 현상을 방지하기 위해 설정이 최적화됩니다. 이 기능이 비활성화되면 임계값을 수동으로 설정할 수 있습니다.

[0] 사용안함

스테이징 또는 디스테이징 임계값.

[1] * 사용함

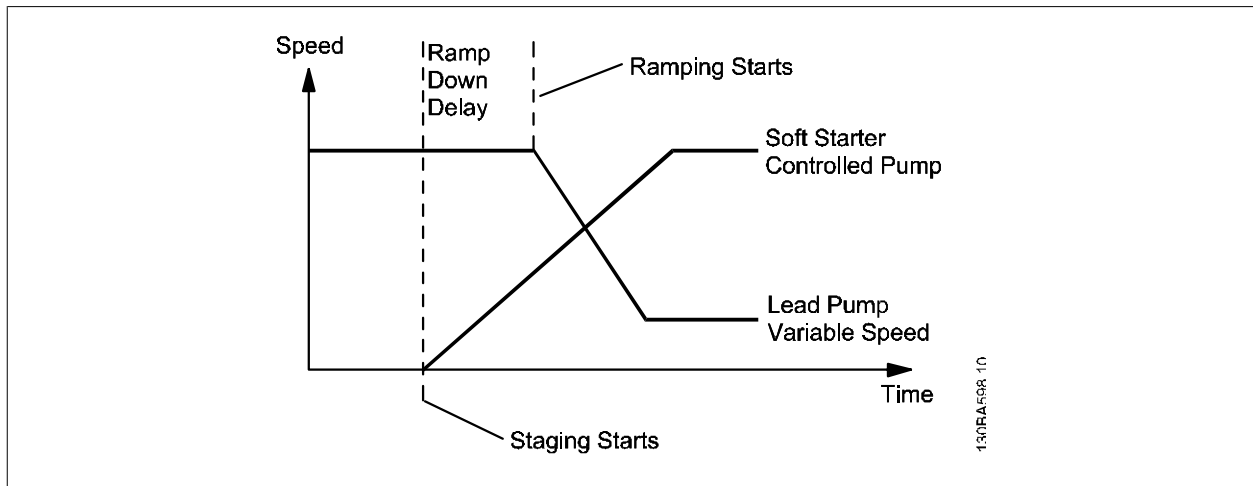
27-41 감속 지연

범위:

10 s* [0 s - 120 s]

기능:

감속 지연에서는 소프트 스타터 제어 펌프의 전원 공급과 인버터 제어 펌프의 감속 사이의 지연 시간을 설정합니다. 이는 소프트 스타터 제어 펌프에만 사용됩니다.



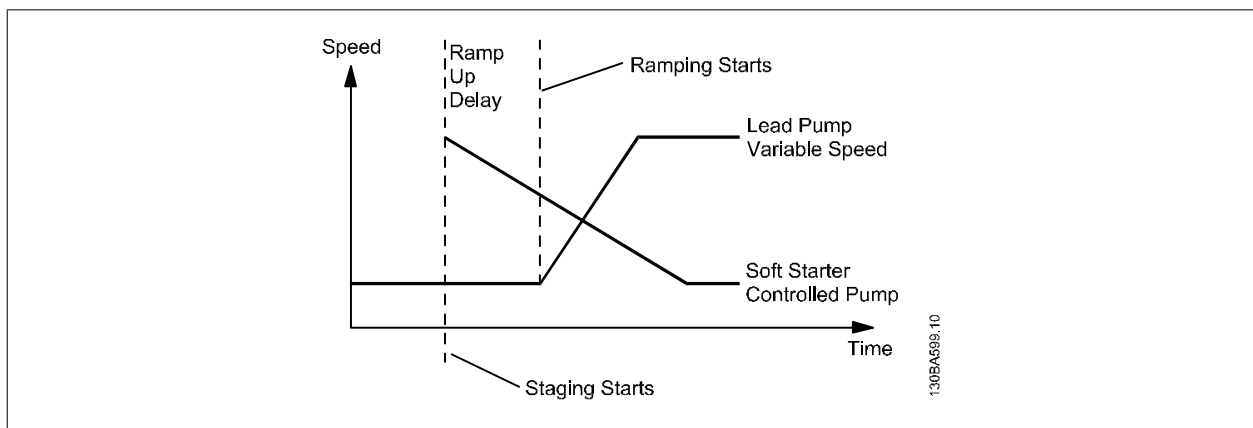
27-42 가속 지연

범위:

2 s* [0 s – 12 s]

기능:

가속 지연에서는 소프트 스타터 제어 펌프의 전원 차단과 인버터 제어 펌프의 가속 사이의 지연 시간을 설정합니다. 이는 소프트 스타터 제어 펌프에만 사용됩니다.



27-43 스테이징 임계값

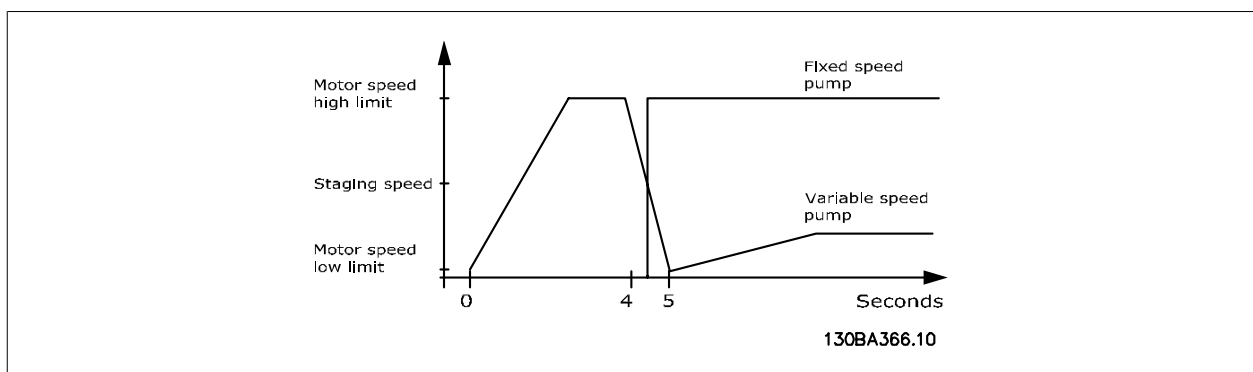
범위:

90%* [1% – 100%]

기능:

스테이징 임계값은 스테이징 가속 시 고정 속도 펌프의 전원이 공급되어야 하는 속도입니다. 최대 펌프 속도의 백분율[%]로 설정합니다.

P27-40 에서 자동 튜닝 스테이징 설정이 활성화되면 P27-43 이 감취집니다. P27-40 이 비활성화되면 실제 값을 읽을 수 있습니다. P27-40 이 비활성화되면 P27-43 의 스테이징 임계값을 수동으로 변경할 수 있고 P27-40 이 다시 활성화되면 새로운 값이 사용됩니다.



27-44 디스테이징 임계값

범위:

50%* [1% - 100%]

기능:

디스테이징 임계값은 스테이징 가감속 시 고정 속도 펌프의 전원이 공급되어야 하는 속도입니다. 최대 펌프 속도의 백분율[%]로 설정합니다.

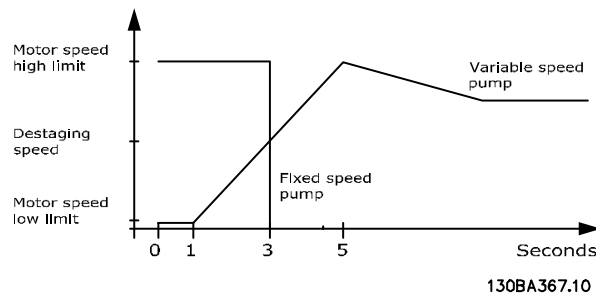
P27-40 에서 자동 튜닝 스테이징 설정이 활성화되면 P27-44 가 감춰집니다. P27-40 이 비활성화되면 실제 값을 읽을 수 있습니다. P27-40 이 비활성화되면 P27-44 의 디스테이징 임계값을 수동으로 변경할 수 있고 P27-40 이 다시 활성화되면 새로운 값이 사용됩니다.

27-30 이 사용함 [1]으로 설정되면 27-31, 27-32, 27-33 및 27-34는 자동 계산된 새로운 값으로 계속 업데이트됩니다. 27-31, 27-32, 27-33 및 27-34가 버스통신에서 수정되면 새로운 값이 사용되지만 자동 튜닝(수정)은 계속됩니다.

27-40 이 사용함 [1]으로 설정되면 27-41, 27-42, 27-43 및 27-44는 자동 계산된 새로운 값으로 계속 업데이트됩니다. 27-41, 27-42, 27-43 및 27-44가 버스통신에서 수정되면 새로운 값이 사용되지만 자동 튜닝(수정)은 계속됩니다.

스테이징이 이루어질 때 값이 다시 계산되고 파라미터가 업데이트됩니다.

6



27-45 스테이징 속도(RPM)

옵션:

단위: RPM

기능:

스테이징 속도는 스테이징 임계값을 기준으로 한 실제 스테이징 속도를 나타내는 읽기 파라미터입니다.

27-46 스테이징 속도(Hz)

옵션:

단위: Hz

기능:

스테이징 속도는 스테이징 임계값을 기준으로 한 실제 스테이징 속도를 나타내는 읽기 파라미터입니다.

27-47 디스테이징 속도(RPM)

옵션:

단위: RPM

기능:

디스테이징 속도는 디스테이징 임계값을 기준으로 한 실제 디스테이징 속도를 나타내는 읽기 파라미터입니다.

27-48 디스테이징 속도(Hz)

옵션:

단위: RPM

기능:

디스테이징 속도는 디스테이징 임계값을 기준으로 한 실제 디스테이징 속도를 나타내는 읽기 파라미터입니다.

6.1.9 절체 설정, 27-5*

절체를 구성하기 위한 파라미터입니다.

27-51 절체 이벤트

옵션:

기능:

절체 이벤트는 디스테이징 시 절체를 허용합니다.

[0] * 꺼짐

[1] 디스플레이징 시

27-52 절체 시간 간격**범위:**0(사용안함) [0(사용안함) - 10000 m]
함)***기능:**

절체 시간 간격은 사용자가 설정할 수 있는 절체 간 시간 간격입니다. 이를 0으로 설정하면 비활성화됩니다. 파라미터 27-53은 다음 절체 시까지 남은 시간을 나타냅니다.

27-53 절체 타이머 값**옵션:**

단위: 분

기능:

절체 타이머 값은 간격을 기준으로 한 절체가 이루어지기 전까지 남은 시간을 나타내는 읽기 파라미터입니다. 파라미터 27-52에서 시간 간격을 설정합니다.

27-54 일 단위 시간 기준 절체**옵션:****기능:**

일 단위 시간 기준 절체에서는 펌프를 절체할 특정 일 단위 시간을 선택할 수 있습니다. 시간은 파라미터 27-55에서 설정됩니다. 일 단위 시간 기준 절체 기능을 사용하려면 실시간 클럭을 설정해야 합니다.

[0] * 사용안함

[1] 일 단위 시간

27-55 미리 정의된 절체 시간**범위:**

1:00* [00:00 - 23:59]

기능:

미리 정의된 절체 시간은 펌프 절체에 필요한 일 단위 시간입니다. 이 파라미터는 파라미터 27-54가 일 단위 시간으로 설정되어 있는 경우에만 사용할 수 있습니다.

27-56 절체 전 최소 용량**범위:**

0%(꺼짐)* [0%(꺼짐) - 100%]

기능:

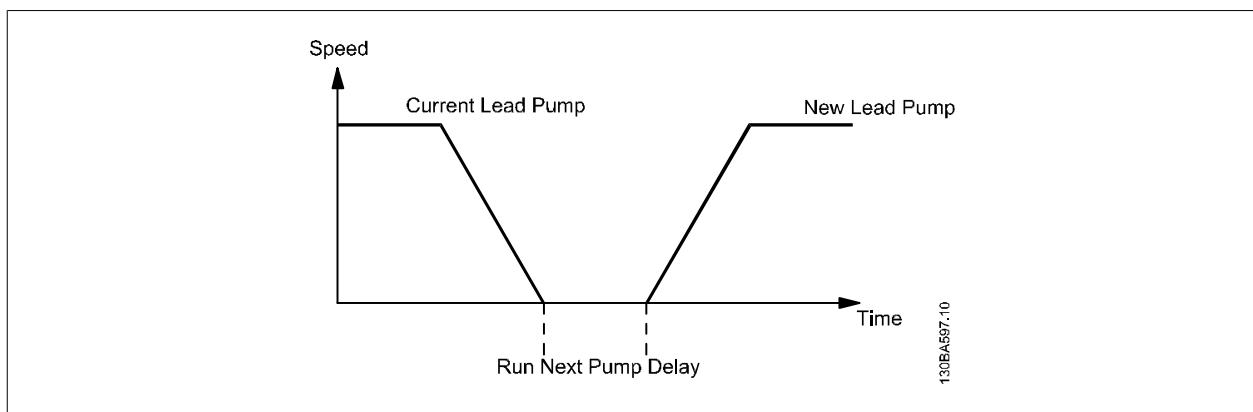
절체 전 최소 용량에서는 시간을 기준으로 한 절체가 이루어지기 전에 이 용량 아래로 리드 펌프를 운전해야 합니다. 이 기능은 운전 중 개입이 공정에 영향을 주지 않을 정도의 속도 이하로 펌프가 구동 중일 때만 절체가 이루어지게 합니다. 이는 절체로 인한 시스템 간섭을 최소화합니다. 값은 펌프 1 용량의 %로 입력됩니다. 이 파라미터를 0%로 설정하여 절체 전 최소 용량 운전을 비활성화할 수 있습니다.

27-58 리드펌프 절체 지연**범위:**

0.1 초* [0.1 초 - 5초]

기능:

리드펌프 절체 지연은 리드 펌프 절체 시 현재 리드 펌프 정지와 다음 리드 펌프 기동 간의 지연입니다. 이는 펌프 2대가 모두 정지되어 있는 동안 콘택터에 전환할 수 있는 시간을 제공합니다.

**6.1.10 연결, 27-7***

릴레이 연결을 구성하기 위한 파라미터입니다.

27-70 릴레이

옵션:

표준 릴레이

기능:

P27-70은 옵션 릴레이의 기능을 셋업하는 데 사용되는 배열 파라미터입니다. 설치된 옵션에 따라 사용할 수 있는 릴레이가 보입니다. 확장형 캐스케이드 컨트롤러가 설치되면 릴레이 10-12가 보입니다. 고급형 캐스케이드 컨트롤러가 설치되면 릴레이 13-20이 보입니다. 두 옵션이 모두 설치되면 릴레이가 모두 보입니다. 각 릴레이의 기능을 셋업하려면 특정 릴레이를 선택한 다음 기능을 선택합니다. 기능 옵션: 표준 릴레이를 선택하면 릴레이를 일반용 릴레이로 사용할 수 있고 파라미터 P5-4*에서 원하는 기능을 셋업할 수 있습니다.

[0] 인버터 X 사용함

중동 인버터 X를 활성화합니다.

펌프 K, 인버터 N에 연결

펌프 K를 인버터 N에 연결합니다.

펌프 K, 주전원에 연결

펌프 K를 주전원에 연결합니다.



주의

MCO 102가 설치되면 캐스케이드 제어에 릴레이 옵션 MCB 105 또한 사용할 수 있습니다.

6

6.1.11 읽기, 27-9*

캐스케이드 제어 옵션 읽기 파라미터

27-91 캐스케이드 지령

캐스케이드 지령은 중동 인버터와 함께 사용할 지령 출력을 나타내는 읽기 파라미터입니다. 이 지령은 마스터 인버터가 정지되어 있을 때도 사용할 수 있습니다. 이는 인버터가 현재 운전 중인 속도이거나 기동했을 때를 가정하여 운전할 속도입니다. 이는 *모터의 고속 한계*(P4-13[RPM] 또는 P4-14[Hz]).의 백분율로 범위가 설정됩니다.

단위: %

27-92 총 용량 중 현재 %

총 용량 중 현재 %는 총 시스템 용량 중 시스템 운전 용량을 %로 나타내는 읽기 파라미터입니다. 100%는 모든 펌프가 최대 속도로 운전 중임을 의미합니다.

단위: %

27-93 캐스케이드 옵션 상태

옵션:

기능:

캐스케이드 옵션 상태는 캐스케이드 시스템의 상태를 나타내는 읽기 파라미터입니다.

[0] * 사용안함

캐스케이드 옵션을 사용하지 않습니다.

꺼짐

캐스케이드 옵션이 꺼져 있습니다.

구동

캐스케이드 옵션이 정상적으로 구동 중입니다.

FSBW 구동

캐스케이드 옵션이 고정 속도 모드에서 구동 중입니다. 가변 속도 펌프는 사용할 수 없습니다.

조그

시스템이 P3-11에서 설정된 조그 속도로 구동 중입니다.

개회로

시스템이 개회로로 설정되어 있습니다.

고정

시스템이 현재 상태로 고정되어 있습니다. 변경되지 않습니다.

비상

시스템이 코스팅, 안전 인터록, 트립 잠금 또는 안전 정지로 인해 멈췄습니다.

알람

시스템이 알람 상태에서 운전 중입니다.

스테이징

스테이징 운전이 진행 중입니다.

디스테이징

디스테이징 운전이 진행 중입니다.

절체

절체 운전이 진행 중입니다.

리드펌프 설정안됨

리드 펌프가 선택되지 않았습니다.

7.1.1 캐스케이드 CTL 옵션 27-**

Par. No. #	Parameter description	Default value	4-set-up	FC 302 only	Change during operation	Conversion index	Type
27-0* Control & Status							
27-01	Pump Status	[0] Ready	All set-ups		TRUE	-	UInt8
27-02	Manual Pump Control	[0] No Operation	2 set-ups		TRUE	-	UInt8
27-03	Current Runtime Hours	0 h	All set-ups		TRUE	74	UInt32
27-04	Pump Total Lifetime Hours	0 h	All set-ups		TRUE	74	UInt32
27-1* Configuration							
27-10	Cascade Controller	[0] Disabled	2 set-ups		FALSE	-	UInt8
27-11	Number Of Drives	1 N/A	2 set-ups		FALSE	0	UInt8
27-12	Number Of Pumps	ExpressionLimit	2 set-ups		FALSE	0	UInt8
27-14	Pump Capacity	100 %	2 set-ups		FALSE	0	UInt16
27-16	Runtime Balancing	[0] Balanced Priority 1	2 set-ups		TRUE	-	UInt8
27-17	Motor Starters	[0] Direct Online	2 set-ups		FALSE	-	UInt8
27-18	Spin Time for Unused Pumps	ExpressionLimit	All set-ups		TRUE	0	UInt16
27-19	Reset Current Runtime Hours	[0] 리셋하지 않음	All set-ups		TRUE	-	UInt8
27-2* Bandwidth Settings							
27-20	Normal Operating Range	ExpressionLimit	All set-ups		TRUE	0	UInt8
27-21	Override Limit	100 %	All set-ups		TRUE	0	UInt8
27-22	Fixed Speed Only Operating Range	ExpressionLimit	All set-ups		TRUE	0	UInt8
27-23	Staging Delay	15 s	All set-ups		TRUE	0	UInt16
27-24	Destaging Delay	15 s	All set-ups		TRUE	0	UInt16
27-25	Override Hold Time	10 s	All set-ups		TRUE	0	UInt16
27-27	Min Speed Destage Delay	ExpressionLimit	All set-ups		TRUE	0	UInt16
27-3* Staging Speed							
27-30	자동 튜닝 스테이지링 속도	[1] 사용함	All set-ups		TRUE	-	UInt8
27-31	Stage On Speed [RPM]	ExpressionLimit	All set-ups		TRUE	67	UInt16
27-32	Stage On Speed [Hz]	ExpressionLimit	All set-ups		TRUE	-1	UInt16
27-33	Stage Off Speed [RPM]	ExpressionLimit	All set-ups		TRUE	67	UInt16
27-34	Stage Off Speed [Hz]	ExpressionLimit	All set-ups		TRUE	-1	UInt16
27-4* Staging Settings							
27-40	자동 튜닝 스테이지링 설정	[0] 사용안함	All set-ups		TRUE	-	UInt8
27-41	Ramp Down Delay	10.0 s	All set-ups		TRUE	-1	UInt16
27-42	Ramp Up Delay	2.0 s	All set-ups		TRUE	-1	UInt16
27-43	Staging Threshold	ExpressionLimit	All set-ups		TRUE	0	UInt8
27-44	Destaging Threshold	ExpressionLimit	All set-ups		TRUE	0	UInt8
27-45	Staging Speed [RPM]	0 RPM	All set-ups		TRUE	67	UInt16
27-46	Staging Speed [Hz]	0.0 Hz	All set-ups		TRUE	-1	UInt16
27-47	Destaging Speed [RPM]	0 RPM	All set-ups		TRUE	67	UInt16
27-48	Destaging Speed [Hz]	0.0 Hz	All set-ups		TRUE	-1	UInt16
27-5* Alternate Settings							
27-50	Automatic Alternation	[0] 사용안함	All set-ups		FALSE	-	UInt8
27-51	Alternation Event	null	All set-ups		TRUE	-	UInt8
27-52	Alternation Time Interval	0 min	All set-ups		TRUE	70	UInt16
27-53	Alternation Timer Value	0 min	All set-ups		TRUE	70	UInt16
27-54	Alternation At Time of Day	[0] 사용안함	All set-ups		TRUE	-	UInt8
27-55	Alternation Predefined Time	ExpressionLimit	All set-ups		TRUE	0	TimeOfDay
27-56	Alternate Capacity is <	0 %	All set-ups		TRUE	0	yWoDate
27-58	Run Next Pump Delay	0.1 s	All set-ups		TRUE	-1	UInt8
					TRUE	-1	UInt16

Par. No. #	Parameter description	Default value	4-set-up	FC 302 only	Change during operation	Conver- sion index	Type
27-6* 디지털 입력							
27-60	단자 X66/1 디지털 입력	[0] 온전하지 않음	All set-ups		TRUE	-	UInt8
27-61	단자 X66/3 디지털 입력	[0] 온전하지 않음	All set-ups		TRUE	-	UInt8
27-62	단자 X66/5 디지털 입력	[0] 온전하지 않음	All set-ups		TRUE	-	UInt8
27-63	단자 X66/7 디지털 입력	[0] 온전하지 않음	All set-ups		TRUE	-	UInt8
27-64	단자 X66/9 디지털 입력	[0] 온전하지 않음	All set-ups		TRUE	-	UInt8
27-65	단자 X66/11 디지털 입력	[0] 온전하지 않음	All set-ups		TRUE	-	UInt8
27-66	단자 X66/13 디지털 입력	[0] 온전하지 않음	All set-ups		TRUE	-	UInt8
27-7* Connections							
27-70	Relay	[0] Standard Relay	2 set-ups		FALSE	-	UInt8
27-9* Readouts							
27-91	Cascade Reference	0.0 %	All set-ups		TRUE	-1	Int16
27-92	% Of Total Capacity	0 %	All set-ups		TRUE	0	UInt16
27-93	Cascade Option Status	[0] Disabled	All set-ups		TRUE	-	UInt8
27-94	Cascade System Status	0 N/A	All set-ups		TRUE	0	VisStr[25]

8 부록 A - 마스터/종동 적용 지침

8.1.1 마스터/종동 운전

적용 설명

예로 사용된 용수 분배 시스템에는 크기가 동일한 펌프 4대가 있습니다. 여기에는 Danfoss VLT® AQUA 인버터가 각기 연결됩니다. 아날로그 출력 형식이 4-20mA 인 압력 트랜스미터는 피드백으로 사용되며 '마스터 인버터'라는 인버터에 연결됩니다. 마스터 인버터에는 Danfoss VLT® 확장형 캐스케이드 컨트롤러 옵션 MCB-101 또한 포함됩니다. 시스템 내에서 일정 압력을 유지하는 것이 이 시스템의 목적입니다.

표준 캐스케이드 제어 모드 대신 '마스터/종동' 셋업을 사용함에 있어 다음과 같은 논쟁이 있을 수 있습니다.

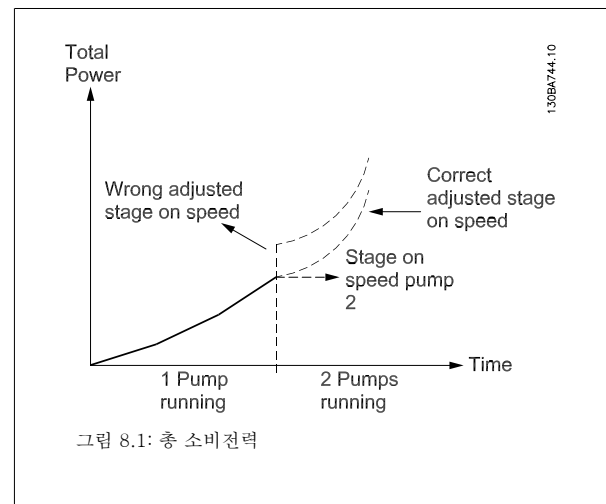
- 오래되고 약한 배관 시스템은 큰 압력 서지로 인해 누수가 발생할 수 있어 마스터/종동 모드의 높은 성능이 실제 이득일 수 있습니다.
- 압력이 일정한 수처리 시스템의 경우, 마스터/종동 운전을 사용하면 가장 에너지 효율적인 방식으로 펌프를 운전할 수 있습니다.
- 유량 변화가 심한 시스템의 경우, 신속히 반응하는 마스터/종동 모드는 일정 압력을 안전하고 신속하게 유지합니다.
- 설치가 매우 용이하며 외부 장비가 필요 없습니다. IP55 또는 IP66 으로 인버터를 제공할 수 있어 퓨즈를 제외하고는 패널이 필요 없습니다.

명심해야 할 사항

기존 캐스케이드 제어와 달리 피드백 대신 속도에 의해 펌프 구동 대수가 제어됩니다. 에너지 절감을 극대화하기 위해서는 스테이징 속도와 디스테이징 속도를 시스템에 따라 올바르게 설정해야 합니다. 방식에 대한 자세한 내용은 그림 1을 참조하십시오.

각 스테이지에 대한 스테이징 속도와 디스테이징 속도는 사용자에 의해 설정됩니다. 적절한 속도는 어플리케이션과 시스템에 따라 다릅니다. 1.1 이상의 VLT® AQUA 소프트웨어 버전에서는 인버터에 의해 속도가 자동 튜닝됩니다. MUSEC 이라는 Danfoss PC 소프트웨어를 사용하여 적절한 설정을 결정할 수 있으며 이 소프트웨어는 당사 홈페이지: www.danfoss.com 에서 다운로드할 수 있습니다.

표 1.1에 나타난 설정은 대부분의 어플리케이션에 사용할 수 있습니다.



	스테이징 속도 [Hz] (파라미터 27-31)	디스테이징 속도 [Hz] (파라미터 27-33)
스테이징 1	40	최소 속도
스테이징 2	42	36
스테이징 3	45	38
스테이징 4	47	40

표 8.1: 스테이징 및 디스테이징 속도 예

전기 배선

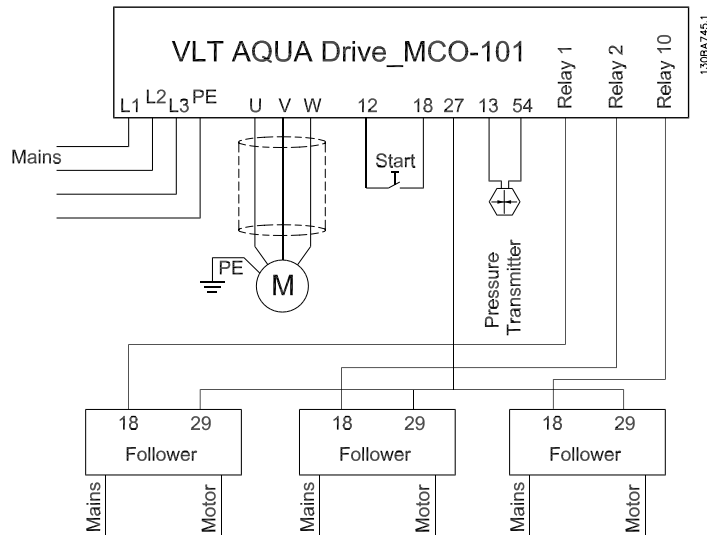


그림 8.2: 전기 배선. 마스터 인버터의 단자 27은 펄스 출력 지령으로 사용됩니다. 종동 인버터의 단자 29는 펄스 입력 지령으로 사용됩니다. 모든 종동 인버터는 *주전원* 및 *모터* 편에 설명된 마스터 인버터와 동일한 방식으로 주전원 및 모터에 연결됩니다.

8

주의

예에서 압력 트랜스미터는 피드백 센서로 사용되며 0-10 bar의 범위를 갖고 있는 것으로 간주됩니다.

파라미터 설정:

표시창 설정 - 마스터 인버터:

소형 표시 1.1	0-20	지령 [1601]
소형 표시 1.2	0-21	피드백 [1652]
소형 표시 1.3	0-22	모터 전류 [1614]
둘째 줄 표시	0-23	주파수 [1613]
셋째 줄 표시	0-24	캐스케이드 지령 [2791]

표시창 설정 - 종동 인버터:

소형 표시 1.1	0-20	외부 지령 [1650]
셋째 줄 표시	0-24	주파수 [1613]



주의

참고: LCP 하단의 스위치 S201을 사용하여 아날로그 입력의 형식이 설정됩니다.

마스터 인버터와 종동 인버터의 기본 설정:

파라미터:

속도 단위를 RPM에서 Hz로 변경	0-02
모터 정격 출력	1-20 / 파라미터 1-21 (kW / HP)
모터 정격 전압	1-22
모터 전류	1-24
모터 정격 속도	1-25
모터 회전 점검	1-28
자동 모터 최적화 활성화	1-29

가속 시간	3-41	(5 초 - 크기에 따라 다름) 마스터와 중동에서 동일해야 합니다!
감속 시간	3-42	(5 초 - 크기에 따라 다름) 마스터와 중동에서 동일해야 합니다!
모터 속도 하한 [Hz]	4-12	(30 Hz)
모터 속도 상한 [Hz]	4-14	(50 Hz) 마스터와 중동에서 동일해야 합니다!

마스터 인버터 전용 설정

1. “Quick Menu_Function Setup” 하위의 “Closed Loop” 마법사를 사용하여 PID 제어기의 피드백 설정을 쉽게 셋업합니다.
2. 파라미터 27-**에서 마스터 구성 설정

마스터/중동 활성화	27-10	
인버터 대수 설정	27-11	
표 1에 따라 스테이징 속도 설정	27-3*	
릴레이 1 구성	27-70	인버터 2 사용함
릴레이 2 구성	27-70	인버터 3 사용함
릴레이 10 구성	27-70	인버터 4 사용함
최소 지령	3-02	0 [bar]
최대 지령	3-03	10 [bar]
단자 27 모드	5-01	출력 [1]
단자 27 디지털 출력	5-30	펄스 출력 [55]
단자 27 펄스 출력 변수	5-60	캐스케이드 지령 [116]
펄스 출력 최대 주파수 #27	5-62	5000 [Hz]

중동 인버터 전용 설정

지령 1 소스 설정	3-15	펄스 입력 29 [7]
단자 29 디지털 입력 설정	5-13	펄스 입력 [32]
단자 29 최저 주파수 설정	5-50	0 [Hz]
단자 29 최고 주파수 설정	5-51	5000 [Hz]

운전

시스템이 운전으로 설정되면 마스터 인버터는 자동으로 "시간 균형 조정"을 구동하며 모든 인버터는 요구되는 만큼의 펄스 대수로 구동합니다. 만일 사용자가 특정 모터에 우선순위를 배정하고자 하는 경우, 파라미터 27-16에서 펄스의 우선순위를 (우선순위 1, 우선순위 2 및 예비 펄스). 우선순위 2 펄스는 우선순위 1 펄스를 사용할 수 없는 경우에만 스테이징됩니다.

에너지 소비를 최적화하기 위해 *스테이징/디스테이징* 속도를 미세 조정할 필요가 있을 수 있습니다.

인텍스

I

Ip55 또는 Ip66	39
--------------	----

M

Mco 101 및 Mco 102 소개	5
Musec	21, 39

P

Pid 제어기	20
---------	----

V

Vlt® 확장형 캐스케이드 컨트롤러 옵션 Mcb-101	39
--------------------------------	----

가

가변 속도 펌프	6
가속 지연, 27-42	33

각

각기 다른 용량의 펌프 구성	14
-----------------	----

감

감속 지연, 27-41	32
--------------	----

개

개회로 모드	6
--------	---

고

고정 속도	26
고정 속도 전용 운전 범위, 27-22	30
고정 속도 펌프	6
고정 속도 펌프 구성	12
고정 속도 펌프와 가변 속도 펌프를 함께 선택하는 방법	19

구

구동 시간 균형 조정	15, 19, 24
구동 시간 균형 조정, 27-16	28
구성, 27-1*	28

기

기본 설정	40
기본형 캐스케이드 컨트롤러	6
기본형 캐스케이드의 확장	11

다

다중 유닛 스테이징 효율 계산기 r	21
다중 인버터를 위한 추가 구성	19

단

단자 27	40
단자 29	40

대

대역폭 설정, 27-2*	29
---------------	----

디

디스테인징	20, 26
[디스테인징 속도 Hz]	39
디스테인징 속도(hz), 27-34	32
디스테인징 속도(rpm), 27-33	32
디스테인징 속도(rpm), 27-47	34
디스테인징 임계값, 27-44	33
디스테인징 지연, 27-24	30

리

리드 펌프	25, 26
-------	--------

릴

릴레이, 27-70	35
------------	----

마

마스터 인버터	6, 19, 39
마스터 인버터 전용 설정	41
마스터/종동 운전	39
마스터-종동(master-follower) 구성	13

모

모터 스타터, 27-17	28
---------------	----

무

무효	21
무시 보류 시간, 27-25	30
무시 스테이징/디스테인징	25
무시 한계	25, 29
무시 한계, 27-21	29

사

사용하지 않은 펌프의 회전 시간	19
-------------------	----

설

설치가 매우 용이	39
-----------	----

소

소개	11
소프트 스타터	17
소프트웨어 버전	3, 39

수

수명 시간	24
-------	----

스

스위치 S201	40
스테이징	20, 26
스테이징 / 디스테인징	25
스테이징 및 디스테인징 속도	39
스테이징 및 디스테인징 여부	13
스테이징 설정, 27-4*	32
[스테이징 속도 Hz]	39
스테이징 속도(hz), 27-32	32
스테이징 속도(hz), 27-46	34
스테이징 속도(rpm), 27-31	31
스테이징 속도(rpm), 27-45	34
스테이징 속도, 27-3*	31
스테이징 속도와 디스테인징 속도	39

스테이징 임계값, 27-43	33
스테이징 지연, 27-23	30
시	
시스템 구성	19
아	
아날로그 입력	40
아날로그 출력 형식이 4-20ma	39
압	
압력 트랜스미터	40
압력 팽창	12
압력 피드백을 기준으로 한 고정 속도 펌프의 스테이징/디스테이징	21
압력이 일정한 수처리 시스템	39
약	
약한 배관 시스템	39
에	
에너지 소비를 최적화	41
에너지 절감	39
인	
인버터 1대만 있는(단일 인버터)	25
인버터 구성	11
인버터 대수	19
인버터 대수, 27-11	28
인버터 속도를 기준으로 한 가변 속도 펌프의 스테이징/디스테이징	20
인버터가 여러 대 있는(다중 인버터)	25
일	
일반적인 설명	6
일정 압력	39
자	
자동 튜닝 스테이징 설정, 27-40	32
자동 튜닝 스테이징 속도, 27-30(향후 버전에 포함될 예정!)	31
전	
전기 배선	40
접	
접지 누설 전류	3
정	
정상 운전 범위, 27-20	29
제	
제어 및 상태, 27-0*	27
중	
중동 인버터	19
중동 인버터 전용 설정	41
중동(follower) 인버터	6
중	
중요한 시스템	26

지

지원되는 구성	11
---------	----

최

최소 속도 디스플레이링 지연, 27-27	31
------------------------	----

캐

캐스케이드 Ctl 옵션	37
캐스케이드 Ctl 옵션, 27-**	27
캐스케이드 컨트롤러	5
캐스케이드 컨트롤러 기능	23
캐스케이드 컨트롤러 옵션	6
캐스케이드 컨트롤러, 27-10	28
캐스케이드 파라미터 셋업	19

파

파라미터 설정	40
---------	----

펌

펌프 대수, 27-12	28
펌프 상태, 27-01	27
펌프 수동 제어	23
펌프 수동 제어, 27-02	27
펌프 용량	19
펌프 용량, 27-14	28
펌프 총 수명 시간, 27-04	27
펌프 혼합 구성	13, 15
펌프 회전	24
펌프의 우선순위	41

폐

폐회로 제어	20
--------	----

표

표시창 설정 - 마스터 인버터	40
표시창 설정 - 종동 인버터	40

피

피드백 대신 속도	39
피드백 센서	20, 40
피드백 압력	13, 25

현

현재 구동 시간 리셋, 27-19	29
현재 구동 시간, 27-03	27

확

확장형 캐스케이드 컨트롤러 Mco 101 및 고급형 캐스케이드 컨트롤러, Mco 102	5
--	---

회

회전 시간	24, 29
-------	--------