

유지 보수 지침서
(3상 계통 연계형 태양광 인버터)

모 델 명: H30XXSODA

버 전: Ver 10

작성일자: 2023.03.15

유지 보수 지침서
(3상 계통 연계형 태양광 인버터)

유지 보수 지침서

(3상 계통 연계형 태양광 인버터)

모 델 명: H30XXSODA

버 전: Ver 10

작성일자: 2023.03.15

- 목 차 -

1. 개 요
2. 안전을 위한 주의 사항
3. 인버터 유지 보수 점검 사항 및 주기
4. 인버터의 임시 점검
5. 계통 연계형 인버터 정지 원인
6. 인버터 이상 발생 시 조치 사항
7. 기타 점검 사항
8. 태양광 발전 시스템의 주요 구성 요소
9. 인버터 회로 및 주요 부품 설명
10. 품질보증 기간

유지 보수 지침서

(3상 계통 연계형 태양광 인버터)

모 델 명: H30XXSODA

버 전: Ver 10

작성일자: 2023.03.15

1. 개 요

본 문서는 태양광 발전 시스템을 유지 운영하는데 이해를 돕고, 또한 헥스파워시스템(주) 계통연계형 인버터를 운영할 수 있도록 함에 그 목적이 있습니다.

본 문서를 설비 운영에 적용 할 때, 획일적인 적용을 가급적 배제하고 설비 시설의 중요도 및 주변 환경, 설비 상태 등을 고려하여 보다 합리적으로 운영하시기 바랍니다.

일반적으로 주요 설비 및 위험 설비에 대한 정기 점검 및 보수 시에는 제조 업체와의 협의를 통하여 실시하는 것이 바람직합니다.

1.1 적용 범위

본 문서는 헥스파워시스템(주) 옥외형 3상인버터에 적용 됩니다.

2. 안전을 위한 주의 사항

안전을 위한 주의사항은 사고나 위험을 사전에 예방하여 태양광 발전 시스템을 안정적으로 운전하고, 인버터를 안전하게 사용하기 위한 것으로 반드시 지켜 주십시오. 인버터를 안전하게 사용하기 위하여 사용 설명 및 유지보수 매뉴얼을 숙지하시기 바랍니다.

인버터는 인체에 치명적일 수 있는 고압이 사용 됩니다. 모든 수리와 서비스는 반드시 공인된 서비스 요원에 의해 실시 되어야 합니다. 제품의 내부는 일반 사용자가 수리 할 수 없습니다.

2.1 사용 기호

본 매뉴얼에는 아래와 같은 4 가지 경고 표시 사항이 나옵니다. 유지 보수 시에 반드시 참고 하시기 바랍니다.



위험 !

위험 표시는 고전압, 대전류가 흐르는 부품 또는 작업입니다. 감전 또는 화상으로 바로 사망 할 수 있는 표시 입니다.

- 인버터의 고전압 대전류가 흐르는 부품의 접촉을 하지 마십시오
- 고전압, 대전류 계통의 취급에 대한 모든 안전 규정을 준수 하십시오.

유지 보수 지침서

(3상 계통 연계형 태양광 인버터)

모 델 명: H30XXSODA

버 전: Ver 10

작성일자: 2023.03.15



경고 !

인버터로부터 치명적인 감전의 위험에 노출 되는 부품 또는 작업 입니다.
심각한 신체의 부상 또는 사망 할 수 있는 표시 입니다.

- 인버터는 정지 하여도 항상 고전압이 충전되어 있습니다. 인버터 내부의 점검은 인버터 점검을 교육 받은 사람만 할 수 있습니다.
- 인버터의 문이 열린 상태에서 절대 운전하지 마십시오. 고압 단자 및 충전부가 노출 되면 감전의 원인이 될 수 있습니다.
- 젖은 손으로 스위치를 조작하지 마십시오. 감전의 원인이 될 수 있습니다.
- 인버터에 파손된 케이블 또는 훼손 된 경우 감전 또는 화재 등 치명적인 위험을 초래 할 수 있습니다.



주의 !

인버터 동작 또는 점검 시에 발생 될 수 있는 가벼운 신체 부상 또는 인버터 훼손이 발생 될 수 있는 표시 입니다.

- 기술 적으로 안전한 상태에서만 인버터를 운전 하십시오
- 육안으로 손상이 발견되지 않은 경우에만 인버터를 운전 하십시오
- 정전기로 인하여 조작 패널의 LCD 가 훼손 될 수 있습니다. 주의 하십시오
- 인버터의 입력 전원 및 출력 전원 차단기의 조작 시에 주의 하십시오



확인 !

인버터를 안전하고 정상적으로 동작하기 위하여 확인해야 하는 작업 표시 입니다.

- 인버터의 일상 점검 이외의 모든 수리와 서비스는 반드시 공인된 서비스 요원에 의해 실시 되어야 합니다.
- 인버터의 동작 이상 발생 시 출력 전원 및 입력 전원을 차단하는 것이 좋습니다. 전원을 차단 하지 않은 경우 2 차 사고로 이어질 수 있습니다.
- 정기적으로 인버터 손상 여부를 육안으로 점검 하십시오.
- 정기적으로 인버터 작동 상태를 확인 하십시오.
- 인버터는 1500m 이하의 고도에서 사용하십시오.
- 인버터의 원활한 동작을 위해서는 공기의 유입 및 배출이 원활 해야 하며 물, 먼지, 금속성 이물질 등이 유입 될 수 있는 오염된 환경은 피해야 합니다.
- 인버터는 서비스 접근이 용이한 곳에 설치 되어야 합니다.

유지 보수 지침서

(3상 계통 연계형 태양광 인버터)

모델명: H30XXSODA

버전: Ver 10

작성일자: 2023.03.15

3. 인버터 유지 보수 점검 사항 및 주기

태양광발전시스템은 무인에 의한 자동운전을 하는 것을 전제로 설계 제작되어 있기 때문에, 기본적으로 일상의 보수점검을 필요로 하지 않으며, 주 회로 동작이 정지 기기이기 때문에 정기적으로 부품의 교체 등 복잡한 작업을 행할 필요가 없으며, 재해 발생 위험이 크지 않습니다.

그러나, 태양광발전시스템은 법적으로 상용 발전 설비이고, 또 발전설비를 둘러싼 주위는 발전소로 취급되며, 자가용 전기시설물의 경우에는 법규 등에 따라서 정기적인 점검이 의무화되어 있습니다. 또한 장기적인 시스템의 안전과 효율적인 발전 시스템의 운영을 위하여 보수 점검을 해야 합니다.

보수 점검은 제조 업체를 통해서 실시하는 것이 바람직하며, 전기안전관리를 전문으로 하는 자 또는, 태양광발전 시스템 설치자 등에 위탁할 수 있습니다.

3.1 유지 보수의 점검 주기

유지보수 점검 주기는 설치 장소 및 환경에 따라 변경 될 수 있습니다. 아래의 표는 기본적으로 권장하는 유지 보수의 점검 주기입니다.

점검 위치	점검 주기	점검 방법
외관	1 개월	외관 상태 육안 확인
HMI	1 개월	HMI 동작 상태 확인 및 알람 상태 확인
차단기입출력단자	12 개월 ⁽¹⁾	차단기 입출력 차단기 단자의 상태 확인
전력선	12 개월 ⁽¹⁾	전력선의 상태 확인 및 러그 상태 확인
입력 차단기	12 개월 ⁽¹⁾	입력 차단기의 동작 상태 확인
출력 차단기	12 개월 ⁽¹⁾	출력 차단기의 동작 상태 확인
접지	12 개월 ⁽¹⁾	인버터의 절연 저항 상태 확인
제어전원	12 개월 ⁽¹⁾	SMPS의 출력 전원 상태 확인
전자접촉기	12 개월 ⁽¹⁾	전자접촉기(MC)의 동작 상태 확인
커패시터	12 개월 ⁽¹⁾	커패시터의 상태 육안 확인
FAN	12 개월 ⁽¹⁾	FAN의 운전 상태 및 소음 확인
기타 점검	12 개월 ⁽¹⁾	내부 파손 부위 및 상태 점검
청소	12 개월 ⁽¹⁾	인버터 내부 먼지 제거

표 1 유지보수 점검 주기 예시

1) 주위 환경과 온도 차이가 급격히 빈번하게 변경되는 경우 점검 주기를 자주 가져주시기 바랍니다.

유지 보수 지침서

(3상 계통 연계형 태양광 인버터)

모델명: H30XXSODA

버전: Ver 10

작성일: 2023.03.15

4. 인버터의 유지 보수 및 점검 방법

인버터의 일상적인 점검 이외의 점검 시는 항상 안전에 유의하여 제조업체와의 협의를 통하여 실시해야 하며, 인버터 제조업체 전문가 및 전기안전관리를 전문으로 하는 자가 실시하며, 인명의 피해 및 설비의 파손이 발생하지 않도록 주의 해야 합니다.

4.1 인버터의 일상 점검



주의 !

인버터 동작 또는 점검 시에 발생 될 수 있는 가벼운 신체 부상 또는 인버터 훼손이 발생 될 수 있는 표시 입니다.

일상점검은 시설물의 기능을 유지하기 위한 일상점검을 말하며 아래의 일일 점검 표를 참고로 점검 합니다. (HMI 의 운전 상태 점검은 사용자 설명서 또는 별첨의 HMI 사용 방법을 참고 하여 점검 합니다.)

인버터 제조번호:

점검일 :

점검자:

점검부위	점검내용	판정
1. 외관점검	이음 확인	
	이취 확인	
2. HMI 상태 점검	HMI LCD 확인	
3. HMI 운전상태 점검		
4. 실시간 모니터링	현재발전량 : kW	
	역률 : %	
	누적발전량 : MWh	
	오늘발전량 : kWh	
	최대발전전력: kW	
5. Fan 동작확인	Fan 동작 음 확인	
6. 주위 온/습도 확인	온도: °C 습도: %	

표 2 인버터 일일 점검표 예시

유지 보수 지침서

(3상 계통 연계형 태양광 인버터)

모 델 명: H30XXSODA

버 전: Ver 10

작성일자: 2023.03.15

4.2 인버터의 임시 점검



경고 !

인버터로부터 치명적인 감전의 위험에 노출 되는 부품 또는 작업 입니다.
심각한 신체의 부상 또는 사망 할 수 있는 표시 입니다.

일상 점검 시에 인버터의 이상이 발생 되는 경우 행하는 작업이며, 반드시 인버터 제조 업체 또는 전기 안전관리자와 협의 하여 진행 해야 합니다. 사용자께서 임의로 점검 하실 경우 위험이 발생 할 수 있습니다.

4.2.1 임시 점검 유의 사항



위험 !

위험 표시는 고전압, 대전류가 흐르는 부품 또는 작업입니다. 감전 또는 화상으로 바로 사망 할 수 있는 표시 입니다.

인버터가 동작 하지 않아도 태양전지의 경우 햇빛을 받으면 DC 전압을 방출 하게 되어 있으며, 계통 전원 (AC)도 연결이 되어 있는 상태 입니다. 임시 점검 시에 반드시 입출력 차단기를 OFF 한 상태에서 해야 합니다. 또한 입출력 차단기를 OFF 하여도 인버터 내부에 커패시터에 의해 전기가 충전되어 있는 상태여서 최소한 10 분 이상 대기 한 다음 점검 하여야 합니다.

유지 보수 지침서

(3상 계통 연계형 태양광 인버터)

모 델 명: H30XXSODA

버 전: Ver 10

작성일자: 2023.03.15

4.2.1.1 점검 전 유의 사항

- ① 계측 장비, 공구 및 절연용 보호기구를 준비하여야 합니다.
- ② 인버터 Input MCCB(SOLAR)를 OFF 한 뒤. 인버터 Output MCCB (LINE)를 OFF 합니다.
- ③ 접속반의 메인 차단기 및 각 분전함 차단기를 OFF 합니다.
(각 분전함의 차단기가 OFF 상태일 때도 ARRAY 의 각군은 전압을 발생 시키기 때문에 감전에 주의 해야 합니다.)
- ④ 전압계로 DC 전압 0V 를 확인합니다.
- ⑤ 전압계로 AC 전압 0V 를 확인합니다.
- ⑥ 10 분간 대기 합니다.
- ⑦ 인버터 Input MCCB(SOLAR) 상단 부를 전압계로 DC 전압 0V 를 확인합니다
- ⑧ 점검을 시작 합니다.

4.2.1.2 점검 후 유의 사항

- ① 작업자가 작업 중인지를 확인합니다.
- ② 점검을 위한 임시로 설치한 설치 물이 철거 되었는지 확인합니다.
- ③ 볼트 조임을 다시 한번 확인 합니다.
- ④ 공구 등이 시설물 내부에 방치 되어 있지 않은지 확인합니다.
- ⑤ 쥐, 곤충 등의 이물질이 침입하지 않았는가 확인합니다.

유지 보수 지침서

(3상 계통 연계형 태양광 인버터)

모 델 명: H30XXSODA

버 전: Ver 10

작성일자: 2023.03.15

4.3 정기 점검



경고 !

인버터로부터 치명적인 감전의 위험에 노출 되는 부품 또는 작업 입니다.
심각한 신체의 부상 또는 사망 할 수 있는 표시 입니다.

정기 점검은 인버터 장기적인 시스템의 안정과 효율적인 발전 시스템을 위하여 필요한 점검 입니다. 반드시 인버터 제조 업체 또는 전기 안전관리자와 협의 하여 진행 해야 합니다. 사용자께서 임의로 점검 하실 경우 위험 또는 인버터의 파손이 발생 할 수 있습니다. 인버터의 정기 점검은 설치 후 1 년뒤에 행하며, 그 이후 3 년 또는 주위 환경에 따라 변경 되어 점검 합니다.

4.3.1 정기 점검 유의 사항



위험 !

위험 표시는 고전압, 대전류가 흐르는 부품 또는 작업 입니다. 감전 또는 화상으로 바로 사망 할 수 있는 표시 입니다.

인버터가 동작 하지 않아도 태양전지의 경우 햇빛을 받으면 DC 전압을 방출 하게 되어 있으며, 계통 전원 (AC)도 연결이 되어 있는 상태 입니다. 임시 점검 시에 반드시 입출력 차단기를 OFF 한 상태에서 해야 합니다. 또한 입출력 차단기를 OFF 하여도 인버터 내부에 커패시터에 의해 전기가 충전되어 있는 상태여서 최소한 10 분 이상 대기 한 다음 점검 하여야 합니다.

유지 보수 지침서

(3상 계통 연계형 태양광 인버터)

모 델 명: H30XXSODA

버 전: Ver 10

작성일자: 2023.03.15

4.3.1.1 점검 전 유의 사항

- ① 계측 장비, 공구 및 절연용 보호기구를 준비하여야 합니다.
- ② 인버터 Input MCCB(SOLAR)를 OFF 한 뒤. 인버터 Output MCCB (LINE)를 OFF 합니다.
- ③ 접속반의 메인 차단기 및 각 분전함 차단기를 OFF 합니다.
(각 분전함의 차단기가 OFF 상태일 때도 ARRAY 의 각군은 전압을 발생 시키기 때문에 감전에 주의 해야 합니다.)
- ④ 전압계로 DC 입력 전압 0V 를 확인합니다.
- ⑤ 전압계로 AC 출력 전압 0V 를 확인합니다.
- ⑥ 10 분간 대기 합니다.
- ⑦ 인버터 Input MCCB(SOLAR) 상단 부를 전압계로 의 DC 전압 0V 를 확인합니다
- ⑧ 점검을 시작 합니다.

4.3.1.2 점검 후 유의 사항

- ① 작업자가 작업 중인지를 확인합니다.
- ② 점검을 위한 임시로 설치한 설치 물이 철거 되었는지 확인합니다.
- ③ 볼트 조임을 다시 한번 확인 합니다.
- ④ 공구 등이 시설물 내부에 방치 되어 있지 않은지 확인합니다.
- ⑤ 쥐, 곤충 등의 이물질이 침입하지 않았는가 확인합니다.

유지 보수 지침서

(3상 계통 연계형 태양광 인버터)

모델명: H30XXSODA

버전: Ver 10

작성일자: 2023.03.15

4.3.2 정기 점검 사항



위험 !

위험 표시는 고전압, 대전류가 흐르는 부품 또는 작업입니다. 감전 또는 화상으로 바로 사망 할 수 있는 표시 입니다.

4.3.2.1 외관 점검

- ① 녹이 발생되어 문회전이 원활하게 되지 않는다고 생각 되는 개소 부위를 점검 합니다.
- ② 녹이 발생되어 접속사항이 변화하여 통전 부에 지장이 생기는 부위를 점검 합니다.
- ③ 접합 용접부의 침식 등으로 기계적 강도가 떨어질 염려가 있는 부위를 점검 합니다.
- ④ 도장이 벗겨진 부위가 있는지 점검 합니다.
- ⑤ 프레임 등의 고정 볼트 및 너트(Nut)류의 조임 상태를 점검 합니다.

주위의 환경 조건이 나쁜 경우 녹 또는 도장이 벗겨진 손상이 일어난 부분은 조기에 보수 하여 향후 문제가 발생 하지 않도록 해야 합니다.

4.3.2.2 도전 부분 점검

- ① 부스바, 볼트, 전력선 러그, 단자대 등에 부식이 발생 하였는지 점검 합니다.
- ② 부스바, 볼트, 전력선 러그, 단자대의 과열 흔적이 있는지 점검 합니다.
- ③ 부스바, 볼트, 전력선 러그, 단자대의 조임 상태를 점검 합니다.

부스바, 볼트, 전력선 러그, 단자대의 부식, 과열흔적, 조임 상태가 나쁜 경우 화재의 위험 이 있어 반드시 점검하고 조치를 취하여야 합니다.

(조치 방법은 인버터제조사와 반드시 협의 하셔야 합니다.)

유지 보수 지침서

(3상 계통 연계형 태양광 인버터)

모 델 명: H30XXSODA

버 전: Ver 10

작성일자: 2023.03.15

4.3.2.3 먼지 및 오손

- ① 변압기, 필터 리액터, 냉각용 FAN 등에 먼지가 쌓여있는 상태를 점검하며, 정도가 심할 경우는 건조한 압축공기를 사용하여 불어 내거나 진공 청소기로 청소합니다. 단 마른 헝겊 등으로 닦을 시는 신나, 벤젠 등의 휘발성 물질을 사용해서는 안됩니다.
- ② 부식이 전체적으로 발생할 경우는 변압기가 설치된 장소에 습기가 과다하거나 오손 공기의 침입에 의한 것이므로 방습대책 및 공기여과 대책을 세워야 하며 부식된 부위는 내식성 도료를 도포하여 줍니다.

먼지 와 부식이 많이 발생 하면 절연 저항의 감소로 장기수명에 악 영향을 미칩니다. 반드시 조치를 취하여야 하며, 대책이 간단하지 않을 시에는 제조사와 협의하셔야 합니다.

4.3.2.4 커패시터

- ① DC 커패시터의 변색 유무, 외형의 변화 등 이상 유무를 확인합니다.

커패시터가 많이 부풀어 올라 있는 상태나, 변색이 되어 있는 경우 반드시 조치를 취하여야 하며, 조치 방법은 제조사와 반드시 협의 하셔야 합니다.

4.3.2.5 PCB 제어 기판

- ① 제어 기판의 커넥터의 먼지 상태를 점검 합니다.
- ② 제어 기판의 배선 상태를 점검하여 변색 혹은 과열이 흔적이 있는지 점검 합니다.
- ③ 제어 기판의 소자들의 변색 또는 변형 등 이상 유무를 점검 합니다.

먼지는 진공 청소기 또는 압축 공기를 이용하여 제거하고, 제어 기판의 문제가 발생한 경우 반드시 제조사와 협의 하셔서 조치를 취하셔야 합니다.

유지 보수 지침서

(3상 계통 연계형 태양광 인버터)

모델명: H30XXSODA

버전: Ver 10

작성일: 2023.03.15

4.3.2.6 SPD

- ① SPD 상태를 육안으로 점검 합니다.
- ② SPD 가 소손되면, SPD 정면에 녹색에서 적색으로 표시 됩니다.
- ③ SPD 정면에 표시되는 색이 적색이면, 제조사에 연락하여 조치를 취하셔야 합니다.

4.3.2.7 기타 점검 사항



위험 !

위험 표시는 고전압, 대전류가 흐르는 부품 또는 작업입니다. 감전 또는 화상으로 바로 사망 할 수 있는 표시 입니다.

기타 사항은 아래의 정기 점검 표를 참고 하여 점검 하시면 됩니다. 단 위험한 작업으로, 반드시 인버터 제조 업체 또는 전기 안전관리자와 협의 하여 진행 해야 합니다. 사용자께서 임의로 점검 하실 경우 위험이 발생 할 수 있습니다.

유지 보수 지침서

(3상 계통 연계형 태양광 인버터)

모 델 명: H30XXSODA

버 전: Ver 10

작성일자: 2023.03.15

인버터 제조번호:

점검일:

점검자:

점검부위	점검내용	판정
1. 외관점검	이음 확인	
	이취 확인	
2. HMI 상태 점검	HMI LCD 확인	
	HMI 버튼 확인	
3. MCCB 동작 및 자동운전 확인		
동작 - 정지	운전 정지 확인	
Line MCCB Off	동작확인	
SOLAR MCCB Off	동작확인	
SOLAR MCCB On	동작확인	
Line MCCB On	동작확인	
자동기동 확인	5 분 이후 동작	
4. 각 부분 조임 상태 점검		
5. SPD, MCCB 목시 점검	(인버터 앞면 개방 후 점검)	
MC 목시 점검	외관 및 배선 부위 확인	
Line MCCB 목시 점검	외관 및 배선 부위 확인	
SOLAR MCCB 목시 점검	외관 및 배선 부위 확인	
SPD 목시 점검		
6. 주 회로 점검		
주 회로 부위 점검	외관 및 배선 부위 확인	
냉각용 Fan 동작 상태 점검	동작 상태 확인	
전해 콘덴서 점검	외관 목시 점검	
7. 동작 상태 측정		
SOLAR 전압 측정	VOLTAGE : V	HMI 계측과 비교
SOLAR 전류 측정	CURRENT : A	HMI 계측과 비교
계통 전압 측정	L1 : V , L2 : V , L3: V	HMI 계측과 비교
출력 전류 측정	L1 : A , L2 : A , L3: A	HMI 계측과 비교
출력 전류 THD 측정	R 상 : % ,S 상 : % , T 상 : %	
필요 시 인버터 청소		

표 3 계통 연계형 태양광 인버터 정기 점검 표 예시

유지 보수 지침서

(3상 계통 연계형 태양광 인버터)

모 델 명: H30XXSODA

버 전: Ver 10

작성일자: 2023.03.15

5. 계통 연계형 인버터 정지 원인



확인 !

인버터를 안전하고 정상적으로 동작하기 위하여 확인해야 하는 작업 표시 입니다.

태양광발전시스템은 물리적 구동력이 없고, 전기재해 발생위험이 크지 않아 무인 운전이 가능하고(1000kW 이하 태양광 발전설비에 대해 전기안전관리 대행 가능하도록 규정 전기사업법 개정 '07.1.3), 특별한 보수나 관리 없이 사용 가능합니다.

태양광 발전시스템은 계통 문제, 주위 온도 문제 등으로 인하여 태양광발전시스템으로부터 출력이 정지되는 경우도 있습니다.

문제점이 발생한 경우에는 빠르게 설치업자에게 문의하는 것이 필요하지만, 표시한 바와 같은 사전 대책을 실시하는 것 외에 태양광발전시스템의 외관상태나 소음의 유무 등을 일상에서 파악하는 것에서 문제점을 미연에 방지하고 또는 단기간에 정상 상태로 운전할 수 있게 됩니다. 계통 연계형 인버터 운전 정지 시 6 장 인버터 이상 발생 시 조치사항을 참조합니다.

5.1 계통 이상에 의한 영향

계통 측의 정전 시에는 태양광발전시스템의 전력공급은 0.5S 내에 차단되도록 규정되어 있습니다. 따라서, 계통 측에서 정전이 발생한 경우에는 인버터는 자동으로 정지합니다.

정전이 종료되고 계통이 정상화 되면, 인버터는 5 분 이상의 대기시간을 가져야 하며, 5 분이 지나면 인버터는 자동으로 운전 합니다.

정전 이외에도 인버터가 정지하는 것은 계통 과전압 이상 +10%(허용오차 $\pm 2\%$), 계통 저전압 이상 -10%(허용오차 $\pm 2\%$) 발생 시 0.16S 내에 차단 되도록 규정 있어 인버터는 계통 과전압 및 저전압 확인 시 자동 정지 합니다. 정상 복귀 시 5 분이 지나면 인버터는 자동으로 운전 합니다.

계통 과 주파수 이상 61.5Hz (허용오차 $\pm 0.05\text{Hz}$) 발생 시 0.16S 내에 차단 되어야 하며, 계통 저 주파수 57.5Hz 미만 에서는 299S~300S 이내 차단, 57.0Hz (허용오차 $\pm 0.05\text{Hz}$) 미만에서 0.16S 이내 차단되도록 되어 있어 인버터가 계통 주파수 이상 확인 시 자동 정지 합니다. 계통이 정상회 되면 인버터는 5 분 후 자동으로 운전 합니다.

유지 보수 지침서

(3상 계통 연계형 태양광 인버터)

모델명: H30XXSODA

버전: Ver 10

작성일: 2023.03.15

5.2 인버터 사용 환경에 의한 영향

태양광 발전시스템에서 인버터의 경우 밀폐된 좁은 공간에서 동작할 때에 온도가 계속 상승하여 기준치 이상으로 올라가는 경우 인버터 보호를 위해서 인버터가 정지하는 경우가 있습니다.

이때는 인버터 주위를 환기 시켜줄 수 있도록 해야 한다. 주위 온도가 높지 않은 상태에서 인버터가 과온으로 정지하면, 인버터 냉각 팬의 고장일 가능성이 있어 A/S 요청을 해야 한다.

5.3 사용 온도에 의한 영향

외기 온도가 내려가면 태양전지 전압이 상승합니다. 따라서 특정온도 이상 내려가면 (영하 20°C 이하) 태양전지 전압이 인버터 내압 이상으로 상승할 수 도 있다. 이때, 인버터 보호를 위해서 태양전지 과전압으로 인버터를 정지하는 경우도 있습니다.

5.4 안전확보를 위한 기능에 따른 영향

태양광발전시스템에서의 어떤 원인에 의하여 계통연계 보호장치가 과도하게 반응하여 전력 공급이 정지하는 경우도 있습니다. 이 경우 A/S 요청을 해야 합니다.

유지 보수 지침서

(3상 계통 연계형 태양광 인버터)

모 델 명: H30XXSODA

버 전: Ver 10

작성일자: 2023.03.15

6. 인버터 이상 발생 시 조치 사항



주의 !

인버터 동작 또는 점검 시에 발생 될 수 있는 가벼운 신체 부상 또는 인버터 훼손이 발생 될 수 있는 표시 입니다.

태양광 발전시스템의 운영 중 인버터가 정지하였을 때 는 인버터 HMI 버튼을 조작하여 현재 경보 와 경보 이력을 확인한다. 인버터 정지 원인에 따라 조치 사항이 달라집니다.

이상 발생 시 응급조치 방법에 따라 현재경보 상태를 확인하고, 경보이력 에서 인버터 동작 상황을 기록 하고 서비스 센터에 문의 하는 것이 바람직합니다.

이상상태		2020-02-13 11:42:09
현재 경보		경보 이력
1	20/02/13 11:41:29	계통 RS 저전압
2	20/02/13 11:41:29	계통 정전
3	20/02/13 11:41:29	계통 저주파수
4	20/02/13 11:25:53	MC OFF

이상상태		2020-02-13 09:31:16
현재 경보		경보 이력
1	태양전지 저전압 제한초과	
2	계통 전압 이상	
3	계통 저주파수 이상	

그림 6-1 이상 확인

유지 보수 지침서

(3상 계통 연계형 태양광 인버터)

모델명: H30XXSODA

버전: Ver 10

작성일: 2023.03.15

6.1 계통 이상으로 인버터가 정지한 경우

태양광 발전 시스템 운영 중에 계통이상으로 인버터가 정지 할 수 있습니다. 이때는 계통 정상화 이후 인버터는 정상가동 되어 A/S 대상이 아니다. 하지만 빈번히 발생하면 제조업체에 문의하는 것이 바람직합니다.

6.1.1 계통역상 (Line phase sequence fault)

계통전압이 역상으로 인버터에 결선 되었을 때 발생하는 알람 입니다.

본 모델에서는 역상 결선 시에도 정상적으로 동작합니다.

정확한 상 결선을 위하여 상 체크 이후 결선 하는 것을 권장 합니다.

6.1.2 계통 정전 (Utility line failure)

계통이 정전 되었을 때 발생합니다. 사람이 인식 하지 못하는 순간정전이 발생했을 때도 인버터는 정지합니다. 정전 후 계통이 정상이면 5 분 후 인버터는 자동으로 동작 합니다.

6.1.3 계통 과전압 (Line over voltage fault)

계통 전압이 정상전압보다 10%이상 상승하였을 때 발생합니다. 정상복귀 후 5 분 뒤 자동으로 동작합니다.

6.1.4 계통 저전압 (Line under voltage fault)

계통 전압이 정상전압보다 10%이상 하강하였을 때 발생합니다. 정상복귀 후 5 분 뒤 자동으로 동작합니다.

유지 보수 지침서

(3상 계통 연계형 태양광 인버터)

모델명: H30XXSODA

버전: Ver 10

작성일: 2023.03.15

6.1.5 계통 과주파수 (Line over frequency fault)

계통 주파수가 정상 주파수보다 1.5Hz 이상 상승하였을 때 발생합니다. 정상복귀 후 5분 뒤 자동으로 동작합니다.

6.1.6 계통 저주파수 (Line under frequency fault)

계통 주파수가 57.5Hz 미만으로 300S 이상지속 되거나, 57.0Hz 미만으로 내려갔을 때 발생합니다. 될 때 발생합니다. 정상복귀 후 5분 뒤 자동으로 동작합니다.

6.1.7 계통 결상 (Line R,S,T phase fault)

계통의 한상이 전압 계측되지 않는 경우 발생합니다. 정상복귀 후 5분 뒤 자동으로 동작합니다. 상 전압의 체크를 해보시는 것이 좋습니다.

6.2 태양전지 ARRAY 전압이상으로 인버터가 정지한 경우

태양광 발전 시스템 운영 중에 태양전지 ARRAY 및 접속반 이상에 의해 입력 전압 이상이 발생하면 인버터가 정지 할 수 있습니다. 태양전지 ARRAY 경우는 외부 온도나, 구름 등의 영향을 받는 경우 순간 전압강하가 발생하여 인버터가 정지할 경우가 있습니다. VDC, VAC 전압을 확인해 보고, 접속반에서 전압 전류를 확인 해보는 것이 바람직합니다. 접속반에 이상이 있는 경우 접속반 제조업체에 A/S 를 요청해야 합니다.

그림 6-3 주 메뉴화면(실시간 모니터링)

6.2.1 태양전지 과전압 (PV Over Voltage Fault)

태양전지 ARRAY 전압이 규정전압 이상일 때 발생합니다. 외기 온도가 특정온도 이하로 내려갔을 경우 발생할 수 있습니다. 외기 온도가 상승하면 자동으로 동작 합니다. 인버터에 계측되는 전압과, 접속반에서 계측되는 전압을 확인 할 필요가 있다. 태양전지 과전압은 거의 발생하지 않으며, 빈번히 발생하면 A/S 문의를 할 필요가 있습니다.

유지 보수 지침서

(3상 계통 연계형 태양광 인버터)

모델명: H30XXSODA

버전: Ver 10

작성일: 2023.03.15

6.2.2 태양전지 저전압 (PV Cell UV fault)

태양전지 ARRAY 전압이 규정전압 이하로 내려갔을 때 발생합니다. 일조 전 또는 일몰 후 일사량이 없을 경우 태양전지 전압은 동작 전압 이하로 내려갈 때도 발생 합니다. 간혹 구름 등에 의해 일사량이 급변할 때, 순간 적으로 태양전지 ARRAY 전압이 동작전압 이하로 내려갈 수도 있습니다. A/S 문의 사항은 아니며 PV 전압이 인버터 동작 전압까지 상승하면 인버터는 자동으로 동작 합니다.

맑은 날 인버터 정지 시 PV Cell UV fault 가 있으면, PV CELL VOLT/CURRENT 에서 태양전지 ARRAY 전압을 확인합니다. 전압이 이상이 없으면 인버터는 자동 기동한다. 전압이 낮을 경우 접속반을 체크해보는 것이 좋습니다.

6.3 인버터 이상으로 정지 한 경우

태양광 발전 시스템 운영 중에 인버터 이상으로 태양광 발전 시스템이 정지한 경우입니다. 인버터 응급 조치 방법에 응급조치를 한 뒤 서비스센터에 문의 하는 것이 바람직합니다.

응급조치를 취해도 인버터가 동작 하지 않는 경우에는 인버터 입력 및 출력 MCCB 를 Off 시키고 인버터 제조사에 반드시 서비스센터에 문의 해야 합니다.

6.3.1 인버터 과전류 (Inverter over current fault)

인버터 전류가 규정 값 이상으로 흐를 때 발생합니다. 인버터 보호를 위해서 인버터 전류는 특정 값 이상 흐르지 않도록 제어합니다. 계통전원을 OFF 하고 5 초 정도 경과한 후 계통전원을 On 합니다. 인버터를 수동 기동하거나 5 분을 기다린 후 자동기동 할 때 정상 동작 하지 않으면, 계통 전원을 Off 하고 서비스센터에 문의합니다.

6.3.2 인버터 MC 이상 (Inverter M/C fault)

인버터의 전자 접촉기(MC)가 오동작 하였을 때 발생 합니다. 전자 접촉기(MC) 또는 릴레이의 고장일 가능성이 매우 크며, 노이즈 등 의한 오동작 일 가능성도 있습니다.

계통전원을 OFF 하고 5 초 정도 경과한 후 계통 전원을 On 합니다. 인버터를 수동 기동하거나 5 분을 기다린 후 자동기동 할 때 정상 동작하지 않으면, 계통 전원을 Off 하고 서비스센터에 문의합니다.

유지 보수 지침서

(3상 계통 연계형 태양광 인버터)

모 델 명: H30XXSODA

버 전: Ver 10

작성일자: 2023.03.15

6.3.3 시스템 지락 (System ground fault)

태양전지 발전설비의 직류 전로에 지락이 발생했을 때 발생합니다.

지락의 원인을 제거 한 후, 인버터를 기동합니다.

6.3.4 인버터 과열 (Inverter over temperature)

IGBT 온도가 설정치 이상으로 상승되었다는 신호가 계측 되었을 때 발생 합니다. IGBT 보호를 위하여 인버터가 정지 됩니다.

계통전원을 Off 하고 5 초 정도 경과한 후 계통 전원을 On 합니다. 인버터를 수동 기동하거나 5 분을 기다린 후 자동기동 할 때 정상 동작하지 않거나 빈번하게 발생하면 계통 전원을 Off 하고 서비스센터에 문의합니다.

6.3.5 시리얼 통신에 응답이 없습니다. 통신선을 점검하세요! (Serial communication fault)

인버터와 HMI 의 통신이 되지 않는 경우 발생한다. 통신이 끊어져서 HMI 가 보이지 않더라도 인버터는 자동으로 동작합니다. 서비스센터에 문의합니다.

6.3.6 여러 개의 폴트가 발생 한경우

여러 개의 폴트가 발생 한 경우에는 계통 전원 이상에 의해 콘트롤 보드에 제어전원을 공급하는 SMPS 의 오동작에 의해서 발생합니다.

계통전원을 Off 하고 5 초 정도 경과한 후 계통 전원을 On 합니다. 인버터를 수동 기동하거나 5 분을 기다린 후 자동기동 할 때 정상 동작하지 않으면 계통 전원을 Off 하고 서비스센터에 문의합니다.

유지 보수 지침서

(3상 계통 연계형 태양광 인버터)

모델명: H30XXSODA

버전: Ver 10

작성일자: 2023.03.15

6.4 이상 상태 표

No	경보 (이상)	발생 원인	조치사항
1	태양 전지 과전압 (PV over volt fault)	태양전지 전압이 규정 이상인 경우	태양 전지 전압의 정상범위 복귀 5 분 후 자동 운전
2	태양 전지 저전압 (PV under volt fault)	태양전지 전압이 규정 이하인 경우	태양 전지 전압의 정상범위 복귀 5 분 후 자동 운전
3	인버터 과전류 (Inverter over current fault)	인버터 전류가 규정 값 이상으로 계속 되는 경우	인버터 점검 후 운전
4	인버터 MC 이상 (Inverter MC fault)	전자 접촉기 이상 신호가 발생한 경우	전자 접촉기 점검 및 교체 후 운전
5	계통 RST 역상 (Line reverse phase)	계통 선로의 순서가 다른 경우	계통 선로를 점검 후 운전
6	계통 과전압 (Line over voltage fault)	계통 전압이 규정 전압 이상인 경우	계통 전압의 정상범위 복귀 5 분 후 자동 운전
7	계통 저전압 (Line under voltage fault)	계통 전압이 규정 전압 이하인 경우	계통 전압의 정상범위 복귀 5 분 후 자동 운전
8	계통 과주파수 (Line over frequency fault)	계통 주파수가 규정 주파수 이상인 경우	계통 주파수의 정상범위 복귀 5 분 후 자동 운전
9	계통 저주파수 (Line under frequency fault)	계통 주파수가 규정 주파수 이하인 경우	계통 주파수의 정상범위 복귀 5 분 후 자동 운전
10	인버터 과열 / Fan 정지 (Inverter over temperature)	인버터 온도 이상 신호가 발생한 경우	인버터 및 팬 점검 후 운전 (상온 50℃ 초과 시 출력제한 / Fan 고장 시 출력 30%로 보호 운전)
11	시스템 지락 (System ground fault)	인버터 입력/출력에 지락이 발생한 경우	입력/ 출력 선로 점검 후, 운전

표 4 이상 표시 예

유지 보수 지침서

(3상 계통 연계형 태양광 인버터)

모 델 명: H30XXSODA

버 전: Ver 10

작성일자: 2023.03.15

7. 기타 점검 사항



확인 !

인버터를 안전하고 정상적으로 동작하기 위하여 확인해야 하는 작업 표시 입니다.

태양광 인버터는 태양광 발전 시스템의 가장 중요한 부분이지만 태양광 발전 시스템의 정지는 인버터 뿐 아니라 태양전지, 접속반, 분전반 등에서도 발생 할 수 있습니다. 인버터 점검 시 태양전지, 접속반, 분전반도 점검 하는 것이 바람 직 합니다.

점검 시 유의 사항은 인버터 점검시 유의 사항과 동일 하고, 전력을 다루는 기기 이기 때문에 특히 안전에 유의 해야 하고, 임의로 개조 분해 할 수 없습니다..

태양전지, 접속반, 분전반 점검시 반드시 시공사 및 제조사와 상의 하에 실시 해야 합니다.

7.1 태양전지, 접속반, 분전반 일상 순시 점검 방법



경고 !

인버터로부터 치명적인 감전의 위험에 노출 되는 부품 또는 작업 입니다.
심각한 신체의 부상 또는 사망 할 수 있는 표시 입니다.

- 1) 태양광발전시설의 일상 점검은 아래와 같으며, 점검 시 안전에 주의하여야 합니다.
- 2) ARRAY 출력을 기록합니다. (DC 전류, DC 전압, 일사량 및 온도)
- 3) 전선관, 케이블 노출부의 손상 및 고정이탈 등을 점검 조치합니다.
- 4) 이상음, 냄새 및 외관 상태를 확인합니다.
- 5) 분전함에서 각 군 출력전류를 감시하고 이상 시 함 내에 FUSE 의 단선 여부를 확인 합니다.
- 6) 각 분전반, 접속함의 지시계 및 기타 냉각 장치 등의 동작 상태를 확인합니다.
- 7) 태양전지 표면에 이물질, 주변 수목의 그늘 등이 발생하였을 경우 그 원인을 제거합니다.

유지 보수 지침서

(3상 계통 연계형 태양광 인버터)

모델명: H30XXSODA

버전: Ver 10

작성일: 2023.03.15

7.2 태양전지, 접속반, 분전반 정기 점검



경고 !

인버터로부터 치명적인 감전의 위험에 노출 되는 부품 또는 작업 입니다.
심각한 신체의 부상 또는 사망 할 수 있는 표시 입니다.

태양광발전시설의 정기 점검은 운전 상황 및 주위 조건에 따라 다르나 3 년을 주기로 간단한 청소 및 외형 상태, 계측기 검측을 합니다.

7.2.1 태양전지 ARRAY, 접속반, 분전함의 점검

접속함의 전압 전류는 접속 반에 접속 되는 태양전지 ARRAY 는 직렬과 병렬에 의해 결정됩니다.

가. ARRAY 구성

태양전지 ARRAY 는 직렬 및 병렬 구조로 구성되었으며 접속반으로 결선되고 접속반에서 인버터로 결선되어 발전 됩니다.

나. 태양전지 ARRAY 개방전압

- ① 모든 ARRAY 는 태양 전지판의 직렬 조건에 따라서 DC 전압이 변동됩니다.
- ② 각 군의 개방전압 및 최대출력전압의 밸런스가 유지되는지 확인합니다.
- ③ 각 분전함, 접속반, 인버터 입력전압이 일치하는 확인합니다.
- ④ 분전함에서 각 군의 ARRAY 회로를 분리하여 개방전압을 검측하고 이상회로 발견 시 태양전지 개별 점검합니다.
- ⑤ 태양전지 ARRAY 개방전압은 태양전지 개방전압 × 직렬 수 × 전압강하를 × 태양전지 온도변동률에 의해 결정됩니다.

유지 보수 지침서

(3상 계통 연계형 태양광 인버터)

모 델 명: H30XXSODA

버 전: Ver 10

작성일자: 2023.03.15

다. 최대출력전압

태양전지 ARRAY 의 최대 출력 전압은 태양전지 최대동작전압 × 직렬수에 의해 결정됩니다.

라. 최대출력전류

- ① 태양전지 ARRAY 의 최대 출력 전류는 태양전지의 최대출력전류 × 병렬군수로 결정됩니다..
- ② 인버터를 동작시킨 후 각 병렬의 전류를 측정하여 각 군의 결선 상태를 확인한다. 전류가 흐르지 않는 군이 있는 경우, 그 군의 퓨즈 배선을 체크합니다.

마. 프레임, 리드선 및 볼트(Bolt)류 등의 전반적인 부분에 부식이 발생하지 않았는지 점검합니다.

바. 함내 기기류의 정상동작 여부를 확인, 조치합니다.(MCCB, 지시계기, FUSE)

사. 태양전지 판의 핫스팟 현상이 있는지 확인 합니다.

7.2.2 센서류의 점검



주의 !

인버터 동작 또는 점검 시에 발생 될 수 있는 가벼운 신체 부상 또는 인버터 훼손이 발생 될 수 있는 표시 입니다.

센서류의 설치 위치는 ARRAY 에 설치되어 있다. 센서류의 점검은 평상시의 값과 상이한 이상 값이 발생하였을 때에 점검하며 센서류의 이상여부, 케이블의 손상여부, 기타 장애 등을 점검합니다.

가. 경사면 일사량 : array 구조물과 동일한 각도로 설치여부를 확인 합니다.

나. 수평면 일사량 : 수평면 각도인 0 도로 설치

다. 표면온도 : 태양전지의 뒷면에 설치

라. 외기온도 : 직사광선이 없는 그늘에 설치

유지 보수 지침서

(3상 계통 연계형 태양광 인버터)

모델명: H30XXSODA

버전: Ver 10

작성일자: 2023.03.15

8. 태양광 발전 시스템의 주요 구성 요소



확인 !

인버터를 안전하고 정상적으로 동작하기 위하여 확인해야 하는 작업 표시입니다.

태양광 발전용 계통 연계형 인버터(PCS)는 태양전지의 직류 전력을 교류전력으로 변환하고, 인버터 출력과 한전 전원과 연계하여 태양전지 출력 전력과 한전 전력을 함께 부하에 공급한다. 그림 8-1은 태양광 발전 시스템의 주요 구성 요소입니다.

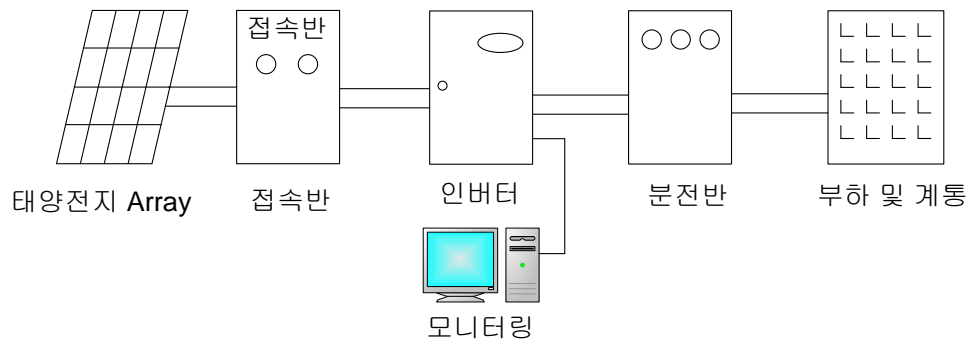


그림 8-1. 태양광 발전 시스템의 주요 구성 요소

8.1 태양전지 Array

빛 에너지를 전기 에너지로 변환시켜주는 장치를 태양전지 모듈이라 한다. 태양전지 모듈에서는 직류 전력이 생산 생산됩니다. 태양전지 모듈을 직렬 병렬로 구성하여 배열 것을 태양 전지 Array라 합니다.

8.2 접속반 (Junction box)

접속반은 태양전지 Array로부터 직류 전력을 공급받아 인버터에 전력을 공급하는 장치입니다.

8.3 태양광 발전용 계통 연계형 인버터

태양광 발전용 계통연계형 인버터는 직류 전력을 교류전력으로 변환하는 주 회로부, 주 회로부를 제어하는 제어부, 그리고 인버터를 조작할 수 있는 HMI로 크게 나눌 수 있습니다.

유지 보수 지침서

(3상 계통 연계형 태양광 인버터)

모델명: H30XXSODA

버전: Ver 10

작성일자: 2023.03.15

8.3.1 인버터 주 회로부

인버터 주 회로부는 전력용 반도체 소자 (IGBT), 평활용 커패시터(DC Capacitor), 방열판, 필터용 리액터(Reactor) 및 커패시터(Filter Capacitor), 저주파 변압기 (Transformer)등으로 구성되며 태양전지 입력으로부터 입력직류 전력을 공급받아 교류전력으로 변환시켜 계통과 연계하여 안정된 양질의 전력을 공급합니다.

8.3.2 인버터 제어부

제어부는 태양광 발전 시스템을 총괄적으로 제어하는 부분으로 계통연계형 인버터를 제어하며, 인버터 전자접촉기(MC)의 구동 신호를 발생시키고, 각각의 I/O 상태를 감시합니다. HMI 와 모니터링용 PC 또는 웹모니터링과 운전 정보를 RS422 통신으로 데이터를 교환하고, HMI 와 RS422 통신으로 동작 상태를 보여주고, HMI 의 명령을 수행 합니다.

8.3.3 HMI 부

그래픽 LCD 와 HMI 제어부로 구성 되어 있고, 제어부와 RS 422 통신을 통하여 데이터를 주고받으며, 태양광 발전 시스템의 운전 상태를 표시해 줍니다. 또한 인버터의 각종 설정치를 조정 할 수 있으며, 각종 알람상태를 보여 줍니다. 또한 조작부에서 명령한 동작 신호를 제어부의 메인보드에 전달 합니다.

8.3.4 모니터링 부

모니터링 부는 인버터 제어부와 485/422 변환기(Converter)를 통하여 태양광 발전 시스템의 전체 상태를 모니터링 할 수 있게 해줍니다. 또한 태양광 발전 시스템의 이상 발생 시 이상 상태를 확인 가능하며, 하루 발전량 및 월간 발전량을 보고서를 저장 해 줍니다.

유지 보수 지침서

(3상 계통 연계형 태양광 인버터)

모델명: H30XXSODA

버전: Ver 10

작성일: 2023.03.15

9. 인버터 내부 회로 및 주요 부품 설명

9.1 내부 회로도

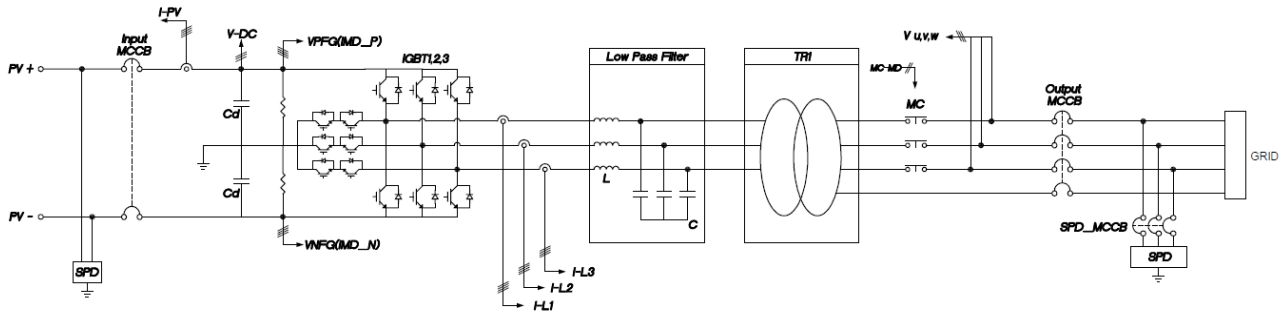


그림 9-1. H30XXSODA 내부 회로도

9.2 주 회로 부품 설명

No	회로 부품명	설명
1	DC SPD	Surge Protective Device 유도 뇌나 기타 서지 차단 역할
2	INPUT MCCB	입력 MCCB
4	I-PV	입력 DC 전류 CT.
5	Cd	DC 커패시터 DC 링크 전압을 안정적으로 유지
6	V-DC	입력 PV 전압 측정
7	V-PFQ(IMP)	PV 어레이 절연저항 측정
8	IGBT	직류 전력을 교류 전력으로 변환하는 주 스위치 소자
9	I-L1,L2,L3	인버터 제어 CT.
10	LOW PASS FILTER	REACTOR, AC FILTER 출력 고조파를 저감 시키는 역할
11	TR	TRANS 복권변압기
12	MC	계통연계 및 분리 역할
13	OUTPUT MCCB	출력 MCCB
14	SPD MCCB	서지 보호 후 SPD 단락 보호.
15	AC SPD	Surge Protective Device 유도 뇌나 기타 서지 차단 역할

표 5 회로 부품 설명

유지 보수 지침서

(3상 계통 연계형 태양광 인버터)

모 델 명: H30XXSODA

버 전: Ver 10

작성일자: 2023.03.15

10. 품질보증 기간

10.1 무상보증기간

제품 무상보증기간은 통상 구입일로부터 36개월이며, 구입일자가 기입되지 않았을 경우에는 제조일로부터 적용합니다.

정상적인 사용상태에서 제품보증기간 이내에 고장이 발생했을 경우, 당사 특약점이나 지정 서비스 센터에 의뢰하시면 무상으로 수리하여 드립니다.

단, 계약조건에 따라 무상보증 기간 및 무상수리 서비스가 변경될 수 있습니다.

10.2 유상보증기간

- ① 소모품을 교체할 경우
- ② 소비자의 고의 또는 부주의로 인한 고장
- ③ 사용전원의 이상 및 접속기기의 불량으로 인한 고장
- ④ 천재지변 (화재, 수해, 가스해, 지진, 낙뢰 등)으로 인한 고장
- ⑤ 당사 특약점이나 서비스 센터가 아닌 곳에서 제품을 개조 또는 수리한 경우
- ⑥ 무상보증기간이 경과한 경우