

KOSHA GUIDE

E - 170 - 2023

## 태양광 발전설비 설치에 관한 기술지침

2023. 8.

한국산업안전보건공단

안전보건기술지침은 산업안전보건기준에 관한 규칙 등 산업안전보건법령의 요구사항을 이행하는데 참고하거나 사업장 안전·보건 수준향상에 필요한 기술적 권고 지침임

## 안전보건기술지침의 개요

- 작성자 : 류보혁
- 개정자 : 한국산업안전보건공단 산업안전보건연구원 변정환
- 제·개정 경과
  - 2018년 9월 전기안전분야 제정위원회 심의(제정)
  - 2023년 7월 전기안전분야 표준제정위원회 심의(개정)
- 관련규격 및 자료
  - IEC 60364-7-712(2017, Requirements for special installations or locations
  - Solar photovoltaic (PV) power supply systems)
- 관련법규·규칙·고시 등
- 안전보건기술지침의 적용 및 문의
  - 이 기술지침에 대한 의견 또는 문의는 한국산업안전보건공단 홈페이지([www.kosha.or.kr](http://www.kosha.or.kr))의 안전보건기술지침 소관 분야별 문의처 안내를 참고하시기 바랍니다.
  - 동 지침 내에서 인용된 관련규격 및 자료, 법규 등에 관하여 최근 개정본이 있을 경우에는 해당 개정본의 내용을 참고하시기 바랍니다.

공표일자 : 2023년 8월 24일

제 정 자 : 한국산업안전보건공단 이사장

## 목 차

1. 목적 .....	1
2. 적용범위 .....	1
3. 용어의 정의 .....	1
4. 일반 특성 평가 .....	4
4.1 접지 시스템의 형식 .....	4
4.2 감전 방지 .....	4
4.3 직류측 과부하 방지 .....	7
4.4 단락 전류 방지 .....	7
4.5 건물 내 전자파 간섭(EMI)에 대한 보호 .....	7
5. 전기기기의 선정 및 설치 .....	8
5.1 일반사항 .....	8
5.2 배선 시스템 .....	9
5.3 개폐장치 .....	12
5.4 접지 설비, 보호 접지도체 및 보호 본딩 도체 .....	15
<부록> 3상교류시스템의 예시 .....	18

# 태양광 발전설비 설치에 관한 기술지침

## 1. 목 적

이 지침은 태양광 발전설비 설치에 관하여 필요한 사항을 정함을 목적으로 한다.

## 2. 적용범위

이 지침은 교류 모듈이 있는 시스템을 포함한 태양광 발전시스템의 전기설비에 적용한다.

## 3. 용어의 정의

(1) 이 지침에서 사용되는 용어의 정의는 다음과 같다.

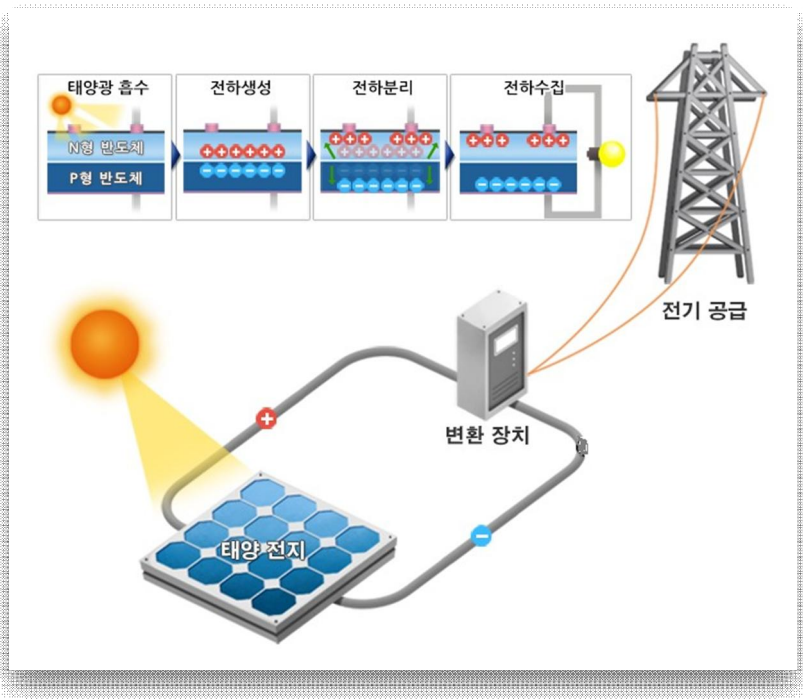
(가) “PV(Photovoltaic)”이라 함은 햇빛을 직류 전기로 바꾸어 전력을 생산하는 발전방법을 말한다.(이하 ‘PV’ 라고 함)

(나) “PV 셀(PV cell)”이라 함은 태양 광선과 같은 빛에 노출될 때 전기를 생성할 수 있는 기본 PV 장치로 태양광전지를 말한다.

(다) “PV 모듈(PV module)”이라 함은 환경적으로 완전히 보호되고 상호 접속된 태양전지의 최소 조립체를 말한다.

(라) “PV 스트링(PV string)”이라 함은 PV어레이가 필요한 출력전압을 얻을 수 있도록 PV모듈이 직렬로 연결되어있는 회로를 말한다.

(마) “PV 어레이(PV array)”라 함은 직류전원공급설비를 구성하기 위하여 PV모듈 및 기타 필요한 구성품들이 기계적 및 전기적으로 통합된 조립체를 말한다.



[그림 1] 태양광발전의 원리(출처 : 두산백과)



[그림 2] PV 모듈



[그림 3] PV 어레이

(바) “PV 어레이 정션박스(PV array junction box)”라 함은 PV 어레이의 모든 PV 스트링이 전기적으로 연결되어 있고, 필요한 경우 보호 장치를 배치할 수 있는 외함을 말한다.

(사) “PV 발전기(PV generator)”라 함은 PV 어레이의 조립체를 말한다.

(아) “PV 발전기 정션박스(PV generator junction box)”라 함은 PV 어레이가 전기적으로 연결되어 있고, 필요한 경우 보호장치를 배치할 수 있는 외

함을 말한다.

- (자) “PV 스트링 케이블(PV string cable)”이라 함은 PV 스트링을 구성하기 위해 PV 모듈을 연결하는 케이블을 말한다.
- (차) “PV 어레이 케이블(PV array cable)”이라 함은 PV 어레이의 출력 케이블을 말한다.
- (카) “PV 직류 주 케이블(PV DC main cable)”이라 함은 PV 정션박스를 PV 인버터의 직류 단자에 연결하는 케이블을 말한다.
- (타) “PV 인버터(PV inverter)”라 함은 직류 전압과 전류를 교류전압과 전류로 변환하는 장치를 말한다.
- (파) “PV 공급 케이블(PV supply cable)”이라 함은 PV 인버터의 교류단자를 전기 설비의 배전 회로에 연결하는 케이블을 말한다.
- (하) “PV 교류 모듈(PV AC module)”이라 함은 전기 인터페이스 단자가 직류 접근이 허용되지 않고 교류전용인 통합 모듈/인버터 조립체를 말한다.
- (거) “PV 설비(PV installation)”라 함은 PV시스템의 조립된 기기를 말한다.
- (너) “표준 시험 조건(Standard Test Conditions : STC)”이라 함은 PV 셀과 PV 모듈을 위해 KS C IEC 60904-3에 명시된 시험 조건을 말한다.
- (더) “표준 시험 조건하의 개방회로전압(open-circuit voltage under standard test conditions  $U_{OCSTC}$ )”이라 함은 표준 시험 조건하에서 부하가 걸리지 않는 (개방된) PV 모듈, PV 스트링, PV 어레이, PV 발전기에 흐르는 전압 또는 PV 인버터의 직류측 전압을 말한다.
- (러) “표준 시험 조건하의 단락회로전류(short-circuit current under standard test conditions  $I_{SCSTC}$ )”라 함은 표준 시험 조건하에서 PV 모듈, PV 스트링, PV 어레이 또는 PV 발전기 발생기의 단락 회로 전류를 말한다.
- (머) “직류측(DC side)”이라 함은 PV 셀에서부터 PV 인버터의 직류단자에 이르기까지 PV 설비의 일부를 말한다.

- (버) “교류측(AC side)”이라 함은 PV 인버터의 교류 단자에서부터 전기 설비의 PV 전원 케이블의 접속점에 이르기까지 PV 설비의 일부를 말한다.
- (서) “단순 분리(simple separation)”라 함은 기초절연방법으로 회로와 회로사이 또는 회로와 접지사이의 분리를 말한다.
- (어) “특별저압(ELV, Extra Low Voltage)”라 함은 인체에 위험을 초래하지 않을 정도의 저압을 말하며, SELV(Safety Extra Low Voltage)는 비접지 회로에 해당되며, PELV(Protective Extra Low Voltage)는 접지회로에 해당된다.
- (2) 기타 이 지침에서 사용하는 용어의 정의는 특별한 규정이 있는 경우를 제외하고는 산업안전보건법, 같은 법 시행령, 같은 법 시행규칙, 산업안전보건기준에 관한 규칙에서 정하는 바에 의한다.

## 4. 일반 특성 평가

### 4.1 접지 시스템의 형식

- (1) 교류측과 직류측 사이에 최소한의 단순 분리가 이루어 있다면 직류측의 충전도체 중 하나의 접지는 허용된다.

주) 직류측 접지와 모든 접속부는 전식을 방지하기 위하여 전기적으로 연결되어야 한다.

- (2) 접지설비 관련 세부사항은 KEC 522.3.4에 의한다.

### 4.2 감전 방지

- (1) 직류측 PV기기는 시스템의 교류측이 분리되었다고 하더라도 충전된 것으로 간주하여야 한다.
- (2) 기기의 선정과 설치에 안전한 정비를 도모하고, 안전한 정비 또는 운용을 위하여 PV기기 제조자가 정한 지침에 악영향을 미쳐서는 아니된다.

#### 4.2.1 직접 및 간접 접촉 방지

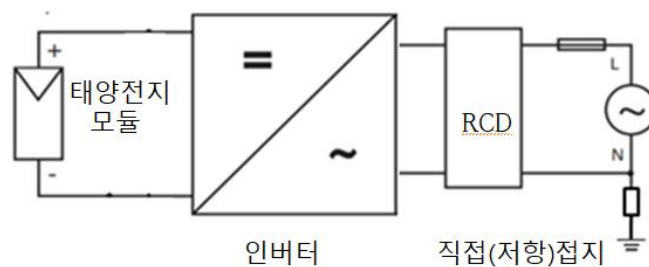
#### 4.2.1.1 특별저압에 의한 감전방지(SELV와 PELV)

- (1) 직류 측에 안전특별저압(SELV) 및 보호특별저압(PELV)의 보호수단을 사용하기 위해서는 최대 개방회로 전압( $U_{oc\_max}$ )이 직류 120 V를 초과하지 않아야 한다.
- (2) 세부사항은 KEC 211.5에 의한다.

#### 4.2.2 고장 방지

##### 4.2.2.1 전원의 자동차단에 의한 감전방지

- (1) 교류측의 PV 전원 케이블은 전류 사용기기에 전원을 공급하는 회로의 자동차단용 보호장치의 전원측에 연결되어야 한다.
  - (2) 전기설비가 교류측과 직류측 사이에 최소한의 단순 분리가 이루어지지 않는 PV 발전 설비를 포함하는 경우, 전원의 자동차단에 의한 고장방지를 위하여 RCD를 설치하여야 한다.(IEC/TR 60755,의 B형 권고)
- (가) 비절연 인버터(무변압기형)를 설치하고 그 전원측의 교류전로를 접지(저항접지 포함)하는 경우 직류성분과 교류성분 합성 실효치(rms)에 동작하는 지락차단장치(B형 RCD)를 그림 4와 같이 교류측에 설치하여야 한다.






[그림 4] 지락차단장치 설치 위치

비고 1) RCD는 KS C IEC 60755에 의하여 표 1과 같이 3가지 종류로 나누고 있다. AC형은 교류계통에 사용되는 것이고 A형은 교류와 맥류에 사용되는 것이다. B형은 교류와 맥류 및 직류에 사용되는 것이다. 따라서 태양광발전시스템에서는 B형을 사용하여야 한다.



&lt;표 1&gt; RCD 종류

심볼	형식	검출신호
	Type AC	교류신호
	Type A	교류, 맥류신호
	Type B	교류, 맥류, 직류신호

비고 2) RCD는 Residual Current Device의 첫 글자를 딴 것으로 직류 두 선에 흐르는 전류의 벡터합을 실효값으로 나타낸 것이다. 정상적인 경우 벡터합은 0이지만 지락사고가 발생하면 차전류가 검출되어 지락전류를 검출 수 있다. 직류/교류의 지락전류를 검출하기 위하여 일반적으로 플럭스 게이트(Flux gate) 센서를 사용한다.

(나) 지락전류 검출 및 동작시간은 다음 두 가지 조건을 만족하여야 한다.

- ① 완만하게 상승하는 지락전류(slow rising leakage current) : B형 RCD는 인버터 용량(연속 출력정격)이 30 kVA 이하인 경우 지락전류 300 mA 이하에서 300 ms 이내에 동작하여야 한다. 인버터 용량이 30 kVA를 초과하는 경우 kVA당 10 mA를 가산한다.
- ② 급격히 변화하는 지락전류(sudden change leakage current) : B형 RCD는 지락전류가 급격히 변화하는 경우 표 2와 같은 시간 이내에 동작하여야 한다.

&lt;표 2&gt; RCD 동작시간

지락전류의 급격한 변화	지락사고 발생 후 차단할 수 있는 최대시간
30 mA	0.3s
60 mA	0.15s
150 mA	0.04s

- (3) 구조적으로 PV 인버터가 직류 고장전류를 전기설비로 공급할 수 없을 때에는 위 (2) 형식의 RCD를 설치하지 않아도 된다.

#### 4.2.2.2 절연에 의한 감전방지

직류 측에 사용되는 태양전지 모듈, 접속함, 케이블 등은 KS C IEC 61140에 따라 클래스II 또는 이와 동등한 절연 이어야한다.

비고 1) 태양전지 모듈은 KS C IEC 61730-1에 규정된 클래스 A의 태양전지 모듈은 클래스 II의 요구에 부합하는 것으로 한다.

비고 2) 접속함은 KS C 8567에 의하고 절연거리, 내전압시험 등은 이중절연 또는 강화절연 규정에 적합한 것이어야 한다.

비고 3) 케이블은 5.2 배선 시스템에 따라 시설하는 경우는 클래스 II의 요구에 부합하는 것으로 본다.

#### 4.2.2.3 비도전장소에 의한 감전방지

직류 측에는 비도전장소에 의한 감전방지가 허용되지 않는다.

#### 4.2.2.4 비접지 국부 등전위 본딩에 의한 보호

직류측에는 비접지 국부 등전위 본딩에 의한 보호가 허용되지 않는다.

#### 4.3 직류측 과부하 방지

- (1) 임의의 장소에서 케이블의 연속전류용량이  $I_{SCSTC}$ 의 1.25 배 이상일 경우, PV 스트링과 PV 어레이 케이블의 과부하 보호장치는 생략할 수 있다.
- (2) 케이블의 연속 전류용량이 PV 발전기  $I_{SCSTC}$ 의 1.25 배 이상이라면, PV 주 케이블의 과부하 보호장치는 생략할 수 있다.

주) 4.3(1) 및 4.3(2)의 요구 사항은 케이블의 보호에만 관련된다. PV 모듈의 보호는 제조자의 매뉴얼을 참조한다.

#### 4.4 단락 전류 방지

교류 측의 PV 전원 케이블은 교류 주회로에 접속 설치된 단락 또는 과전류 보호장치에 의하여 보호되어야 한다.

#### 4.5 건물 내 전자파 간섭(EMI)에 대한 보호

낙뢰에 의해 유도되는 전압을 최소화하기 위하여 모든 배선 루프의 면적은 가능한 한 작아야 한다(배선 길이는 짧게 유지).

## 5. 전기기기의 선정 및 설치

### 5.1 일반사항

#### 5.1.1 표준 적합성

- (1) PV 모듈은 관련 기기 규격, 예를 들면 PV 모듈의 경우 KS C IEC 61215의 요구 사항에 부합하여야 한다.
- (2) PV 스트링의  $U_{OCSTC}$ 가 직류 120 V를 넘는다면 II종 건물의 PV 모듈 또는 그에 상응하는 절연조치를 권고한다.
- (3) PV 어레이 정선박스, PV 발전기 정선박스과 스위치 기어 조립체는 KS C IEC 60439-1에 부합하여야 한다.

#### 5.1.2 작동 조건과 외부 영향

- (1) 직류측의 전기기기는 직류전압과 전류에 적합한 것이어야 한다.
  - (가) PV 모듈은 PV 모듈과 PV 인버터의 최대 허용 동작 전압 이하의 값 중 더 작은 값에서 직렬로 연결될 수 있다. 이 기기에 대한 규격은 기기 제조자로부터 입수할 수 있다.
  - (나) 블로킹 다이오드가 사용되는 경우 다음 조건을 만족하여야 한다.
    - ① 용도
      - 블로킹 다이오드는 과전류차단장치의 대안으로 사용되어서는 안 된다.
    - ② 정격
      - 블로킹 다이오드의 정격전압은 태양전지 스트링 최대개방전압( $U_{OC\_MAX\_string}$ )의 2배 이상의 정격전압으로 선정하고 현장에서 확인할 수 있어야 한다.
      - 보호하고자 하는 회로의 표준시험조건(STC)에서 단락회로전류의 최소 1.4배의 전류정격  $I_{MAX}$ 를 갖도록 한다.
        - 태양전지 스트링 1.4  $I_{SC\_module}$
        - 태양전지 서브-어레이 1.4  $I_{SC\_sub\_array}$
        - 태양전지 어레이 1.4  $I_{SC\_array}$

## ③ 설치

- 1개의 인버터에 연결된 태양전지 스트링이 3병렬 이상일 경우에는 각 스트링에 블로킹 다이오드를 설치하여야 한다.
- 그림자 영향, 지락 및 단락 등 사고영향, 어레이의 출력 불균형 등의 경우에 역전류가 흐를 수 있으므로 블로킹 다이오드를 설치하여야 한다.
- 배터리와 연결되어 있는 경우는 블로킹 다이오드를 설치하여야 한다.

비고) KEC 522.3.1은 태양전지 스트링 3회로 이상으로 구성되어 있을 경우 블로킹 다이오드를 설치하도록 규정하고 있다. 그러나 KS C 8567에는 선택할 수 있도록 하고 있다.

- (2) PV 모듈은 제조자가 명시한 바에 따라 현장의 최대 태양 방사 조건하에서 적절한 열 분산이 이루어지도록 설치되어야 한다.

## 5.2. 배선 시스템

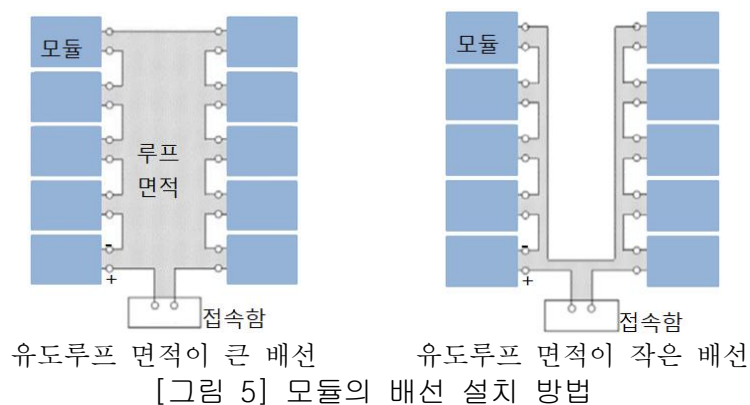
## 5.2.1 전선

- (1) 전선은 허용전류, 전압강하 등을 고려하여 공칭단면적 2.5 mm<sup>2</sup> 이상의 연동선 또는 이와 동등 이상의 세기 및 굵기의 것이어야 한다.
- (2) 전선은 KS C IEC 62930에 적합한 태양광 전용 케이블을 사용해야 한다.
- (3) 전선은 최대개방회로전압( $U_{OC\_MAX}$ ) 이상의 정격전압을 가져야 한다.
- (4) 난연성 전선을 사용하거나 태양광 모듈의 주변온도보다 높은 온도정격을 가져야 한다(태양전지 모듈 하부의 주변온도는 70 °C 이상으로 간주하는 것이 바람직하다).
- (5) 환경에 노출될 경우 자외선에 견디거나 적절한 보호에 의하여 자외선으로부터 보호되거나 UV 방지도판 또는 플라스틱 관에 설치하여야 한다.
- (6) 동선이 사용되는 곳은 시간경과에 따라 케이블의 성능 저하를 줄이기 위해, 다연선 도체를 주석 처리 하여야 한다.
- (7) 전선이 움직임이 있을 수 있는 곳(예: 추적장치 설비 또는 스트링 케이블이 바람에 노출되는 곳)에는 가연성 케이블을 사용하여야 한다.

주) 현재 국내에서는 “KS IEC 60502-1” 규격 기준의 AC 0.6/1kV급의 TFR-CV 케이블이 사용되고 있으나, IEC 62930 규격이 개정됨에 따라 태양광전용케이블이 개발되고 있으므로 이 규격을 따르는 것이 바람직하다. IEC는 태양광발전시스템은 오랜 시간 자외선, 열 등의 외부환경에 노출되기 때문에 케이블의 규격을 강화하고 있다. 특히 2021년부터 직류 저압 범위가 1,500V로 확대됨에 따라, 사용전압이 높아지면 지금의 케이블은 사용이 어려워질 수 있다. 이러한 문제 해결을 위하여 독일은 2007년부터 태양광용 DC 1,500V 전용케이블 시험 규격(TÜV 2 Pfg 1169/08.2007)을 제정하였고 EU도 2014년 EN 50618을 신규 제정하였으며 IEC는 DC 1,500V 태양광 케이블 규격을 통합한 IEC 62930 규격을 2017년 신규 제정했다.

## 5.2.2 전기배선

- (1) 태양전지 모듈 및 기타 기구에 전선을 접속하는 경우는 나사로 조이고, 기타 이와 동등 이상의 효력이 있는 방법으로 기계적·전기적으로 안전하게 접속하고, 접속점에 장력이 가해지지 않도록 해야 한다.
- (2) 전기배선은 바람, 결빙, 온도, 태양방사와 같이 예상되는 외부 영향을 견디도록 시설해야 한다.
- (3) 모듈의 출력배선은 극성별로 확인할 수 있도록 표시해야 한다.
- (4) 직렬 연결된 태양전지 모듈의 배선은 과도전압의 유도에 의한 영향을 줄이기 위하여 그림 5과 같이 도전성 루프 면적이 최소가 되도록 배치해야 한다.



- (5) 배선설비 공사는 옥내에 시설할 경우에는 KEC 232.11, 232.12, 232.13, 232.51 또는 232.3.7의 규정에 준하여 시설해야 한다.
- (6) 옥측 또는 옥외에 시설할 경우에는 KEC 232.11, 232.12, 232.13 또는

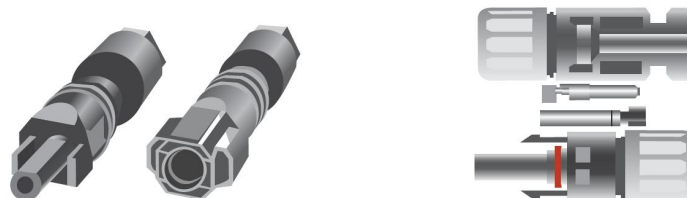
232.51(232.51.3은 제외할 것)의 규정에 준하여 시설하고 필요할 경우 적절한 방호장치를 시설해야 한다.

### 5.2.3 단자와 접속

- (1) 단자의 접속은 기계적, 전기적, 화학적 안전성을 확보하도록 하여야 한다.
- (2) 단자를 체결 또는 잠글 때 너트나 나사는 풀림방지 기능이 있는 것을 사용하여야 한다.
- (3) 외부터미널과 접속하기 위해 필요한 접점의 압력이 사용기간 동안 유지되어야 한다.
- (4) 단자는 도체에 손상을 주지 않고 금속표면과 안전하게 체결되어야 한다.

### 5.2.4 배선용 커넥터

- (1) KS C IEC 62852에 따른 직류 정격을 사용하여야 한다.
- (2) 커넥터는 설계 시 산출된 개방회로 최대전압 이상의 전압등급을 가져야 한다.
- (3) 장착회로에 대해서는 전류용량 이상의 전류정격을 가져야 한다.
- (4) 설치위치에 적합한 온도등급을 유지하여야 한다.
- (5) 그림 6과 같이 함께 결합되는 암/수 커넥터는 동일한 제조업체의 동일한 형식이어야 하며, 즉 한 제조업체의 수 커넥터와 다른 제조업체의 암 커넥터 또는 그 반대로 연결해서는 안 된다.



[그림 6] 암수 커넥터 형식

- (6) 자외선 환경에 노출되는 경우 옥외용으로 평가하고, 설치장소에 적합한 IP 등급으로

선정하여야 한다.

### 5.2.5 외부 영향과 관련된 선정 및 설치

- (1) PV 스트링 케이블, PV 어레이 케이블과 PV 직류 주 케이블은 지락 및 단락 위험이 최소화되도록 선정 및 설치하여야 한다.

주) 이 내용은 단심 피복 케이블의 사용을 통해 외부 영향에 대한 배선의 보호를 강화함으로써 충족할 수 있다.

- (2) 배선 시스템은 바람, 결빙, 온도, 태양광 등과 같이 예상되는 외부 영향을 견뎌야 한다.




## 5.3 개폐장치

### 5.3.1 개폐장치의 구분 및 설치

#### 5.3.1.1 개폐장치 구분

개폐장치는 표 3과 같이 구분한다.

<표 3> 개폐장치 구분

기호			
IEC 용어	d/_SConnector	switch d/_SConnector	circuit breaker
본 지침 용어	단로기	(부하)개폐기	(배선용)차단기
용도	무부하 개폐	부하전류 차단	단락전류 차단
동시차단	개별 분리	동시차단	동시차단

#### 5.3.1.2 개폐장치 설치

접속함, 태양전지 어레이 등의 개폐장치는 다음과 같이 설치하여야 한다.

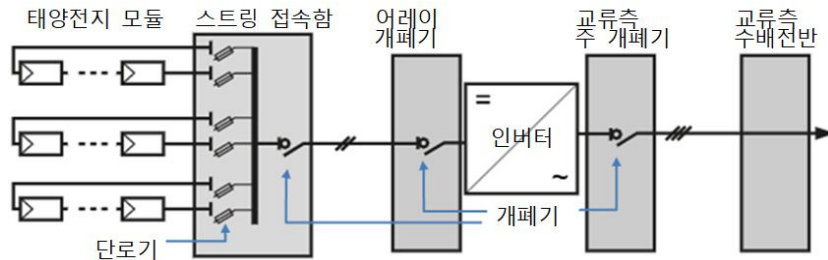
- (1) 개폐장치는 점검이나 조작이 가능한 곳에 설치하여야 한다.
- (2) 개폐장치의 구체적인 설치장소는 다음 표 4와 그림 7과 같다.

&lt;표 4&gt; 개폐장치 설치장소

회로	개폐장치 구분	요구사항
태양전지 스트링	단로기	필수
태양전지	단로기	필수
서브-어레이	(부하)개폐기	권장
태양전지 어레이	(부하)개폐기	필수

비고 1) 특히 지붕에 설치하는 태양광발전시스템의 경우 개폐기는 쉽게 접근할 수 있고 눈에 잘 띄는 장소에 시설하여야 한다.

비고 2) 태양전지 스트링 인버터 내부에 단로기 기능이 있는 경우 별도의 단로기 설치 는 생략할 수 있다.



[그림 7] 개폐장치 설치장소

### 5.3.2 단로기

#### 5.3.2.1 단로기 설치

PV 인버터의 정비를 허용하기 위하여 PV 인버터를 직류측과 교류측으로부터 분리시키는 수단이 있어야 한다.

주) 상용 전원 시스템과 병렬 운전하는 PV 설비의 절연에 대한 추가 요구 사항은 KS C IEC 60364-5-55(건축 전기 설비-제5-55부: 전기 기기의 선정 및 시공-기타 기기)의 551.7에 주어져 있다.

- (1) PV 설비와 상용전원 사이에 설치하는 단로 및 개폐용 장치의 선정과 설치에서 상용전원(계통)은 전원으로 간주하고 PV 설비는 부하로 간주한다.
- (2) 개폐기는 PV 인버터의 직류 측에 설치하여야 한다.
- (3) 모든 정션박스에는 “PV 발전기와 PV 어레이 박스안의 충전부가 PV 인버터로부터 단로 된 후에도 여전히 충전 상태일 수 있다” 는 경고표시를 부



착하여야 한다.

(4) 단로기는 다음의 한 가지를 사용할 수 있다.

(가) 풀 아웃 퓨즈(Full-out Fuse)

(나) 수동으로 작동 가능한 스위치 또는 배선용차단기

(다) 로컬에서 작동하고 제어 전원이 중단되면 자동으로 열리는 원격 제어 배선용 차단기

비고) 원격에서 자동으로 제어가 가능한 차단기, 부하개폐기 등을 단로기 용도로 사용할 수 있다. 이 경우 제어전원이 중단되면 필요할 때 제어를 할 수 없으므로 제어전원이 중단되면 자동으로 차단되도록 하여야 한다.

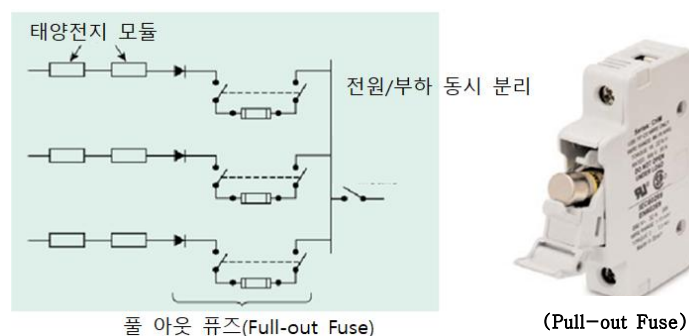
### 5.3.2.2 풀 아웃 퓨즈(Pull-out Fuse)

(1) 일반적으로 가장 많이 사용하고 있으며 전압은 최대개방전압 이상이어야 한다.

(2) IEC 60269-6 규격에 의한 태양광발전시스템 전용 퓨즈인 gPV를 사용한다.

(3) 정극성(+), 부극성(-) 양 쪽에 설치하여야 한다.

(4) 풀 아웃 퓨즈(Pull-out Fuse) 분리 위치는 그림 8와 같이 전원측(1차)과 부하(2차)측 모두 분리하여 감전의 우려가 없는 구조이어야 한다.



[그림 8] 풀 아웃 퓨즈 형태 및 내부구조

### 5.3.3 개폐기

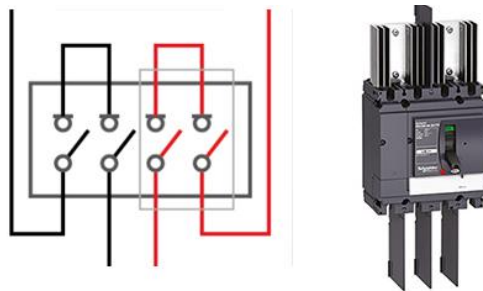
(1) 태양전지 어레이에서 인버터에 이르는 전로에는 그 접속점에 근접하여 부하전류를 개폐할 수 있는 개폐기를 시설하여야 한다.

비고) 인버터의 정비 등을 위하여 태양전지 인버터에 설치하는 개폐장치는 직류 측과 교류 측 양 측에 설치하여 인버터를 전원과 부하로 부터 분리할 수 있도록 시설하여야 한다.

- (2) 개폐기는 태양전지 모듈을 병렬로 접속하는 전로에는 그 전로에 단락전류가 발생할 경우에 단락전류를 차단하는 능력이 있는 것이어야 한다.

비고) 기존의 계통과 달리 태양광발전시스템은 단락전류의 크기가 최대발전 시의 전류와 비교하여 크게 차이가 나지 않는다. 따라서 별도의 단락전류 차단능력을 고려하지 않으나 배터리가 연결되어 있는 경우는 단락전류의 크기에 따라 크게 증가한다.

- (3) 태양광시스템에 사용되는 개폐기는 최대 개방전압( $U_{OC\_MAX}$ )에서 모든 극의 정격 전류를 차단하여야 한다. 예를 들어  $U_{OC\_MAX}$ 가 1,000 V 일 때 전류를 차단하려면 그림 9와 같이 직렬로 4개의 극 (각 극성에 대해 2개의 극이 직렬로 연결됨이 필요하다. 특히 1,500 V 적용이 현실화 되면 더욱 검토가 필요하다.

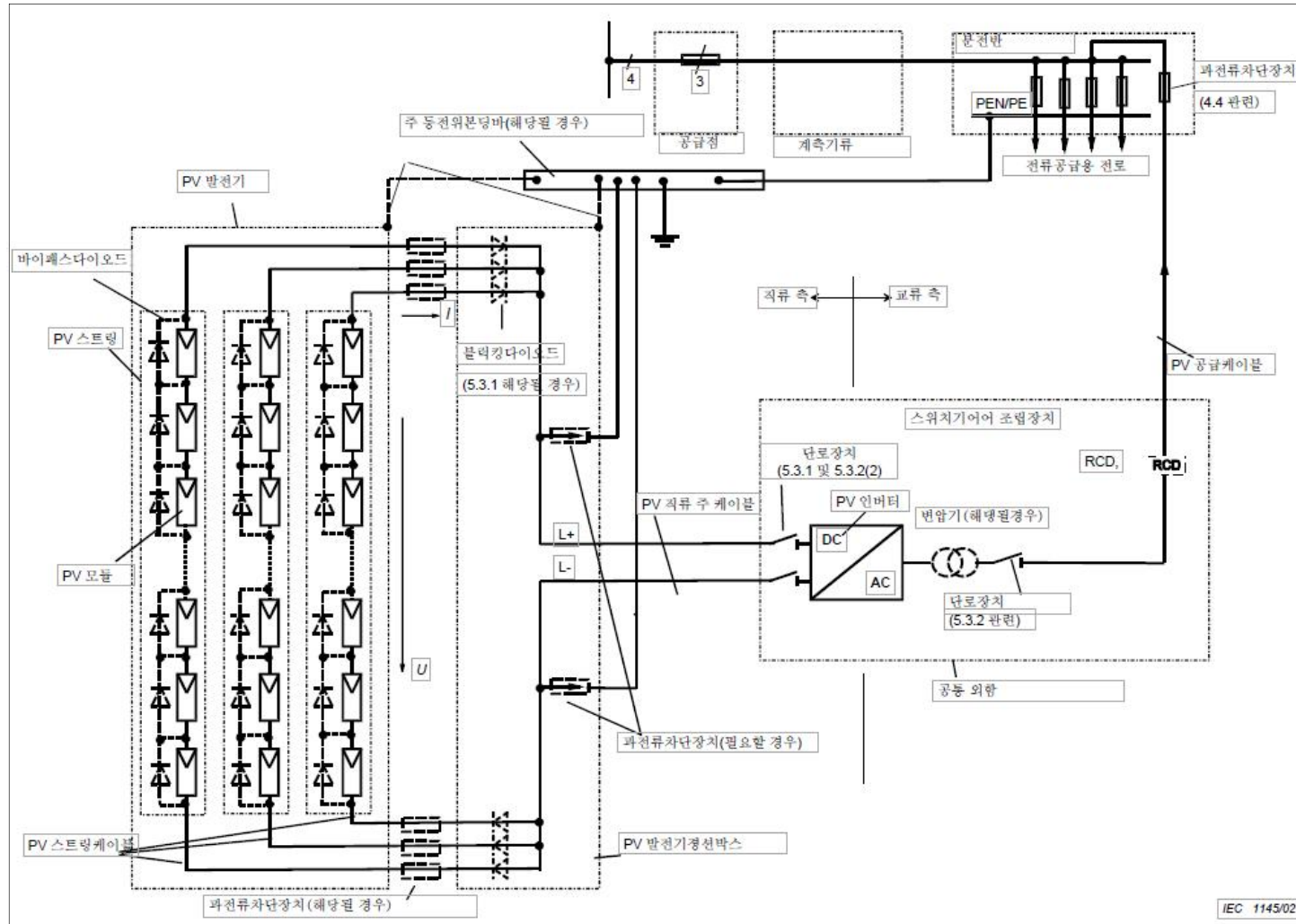


[그림 9] 4P를 사용 개폐기

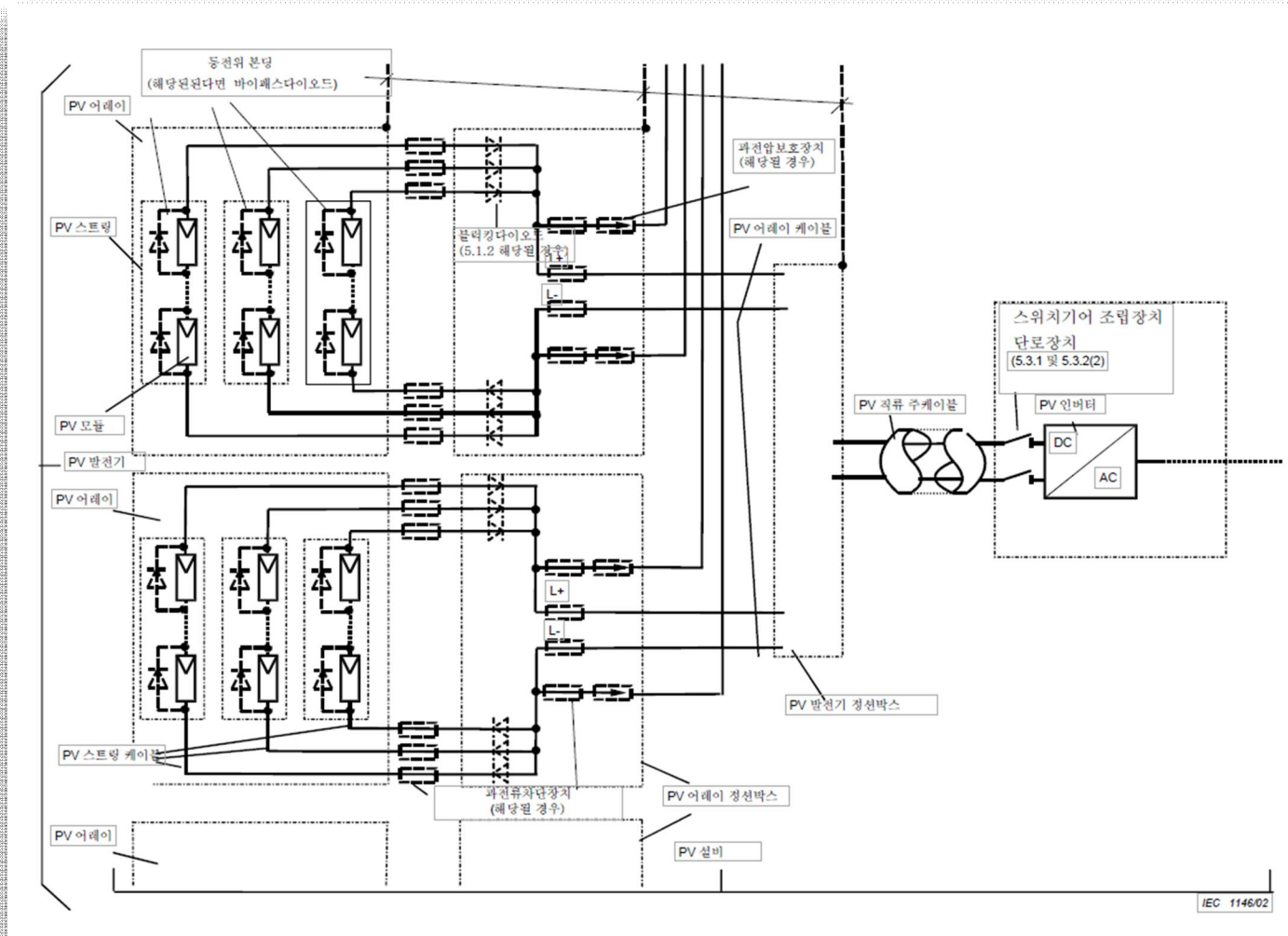
- (4) 개폐기는 부하시 최대 회로전류에서 개방되도록 정격을 갖추어야 한다.

#### 5.4 접지 설비, 보호 접지도체 및 보호 본딩 도체

보호 등전위 본딩 도체가 설치되는 경우, 이 도체는 가급적 직류 케이블, 교류 케이블 및 그 부속품들과 병렬로 가깝게 설치하여야 한다.



[그림 10] PV 발전설비 개략도(1 어레이)



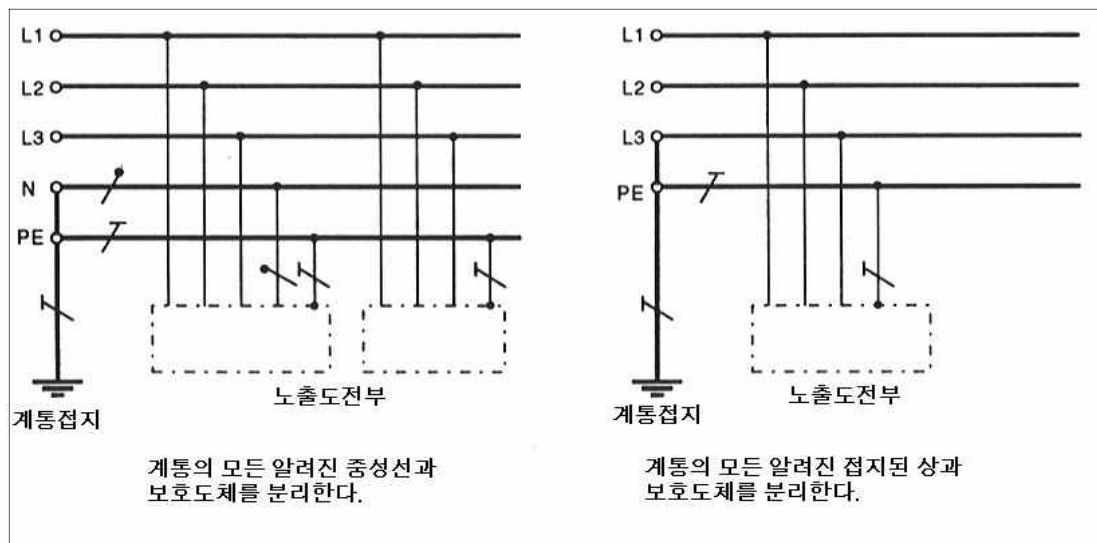
[그림 11] PV 발전설비 개략도(다수의 어레이 예)

## <부록> 3상교류시스템의 예시

### 1. TN시스템

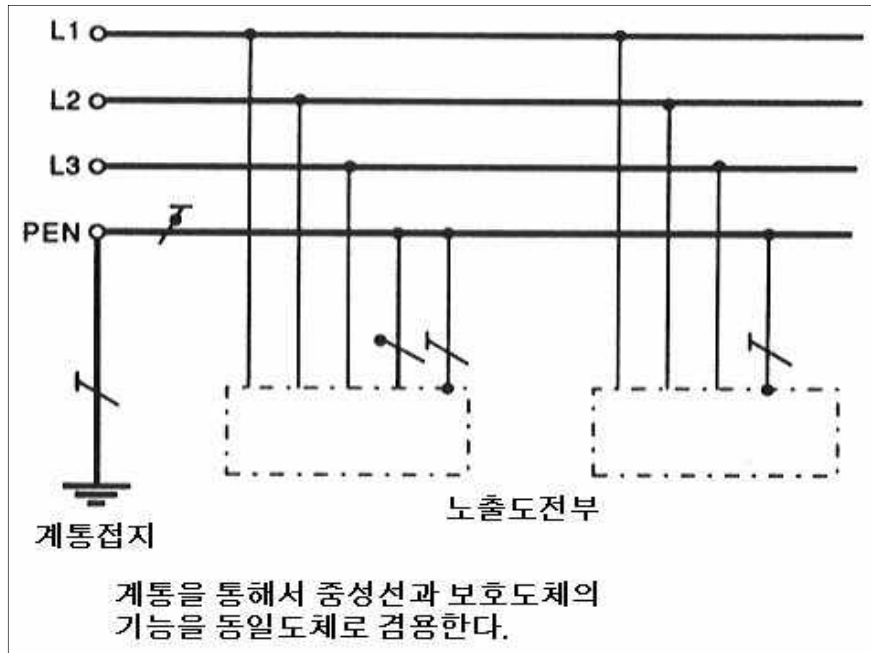
시스템 내의 한 지점을 직접 접지시키고 노출도전부의 접지는 보호도체 등을 이용하여 시스템접지 또는 중성선에 연결하는 시스템으로, 중성선과 보호도체의 배열방법에 따라 다음과 같이 세 종류로 분류한다.

- TN-S는 시스템의 모든 부분에서 중성선과 보호도체 기능이 분리되어 운전되는 시스템
- TN-C는 시스템의 모든 부분에서 중성선과 보호도체 기능이 하나의 전선에 의해 통합 운전되는 시스템
- TN-C-S 시스템은 시스템의 일부에서 중성선과 보호도체의 기능이 하나의 도체에 의하여 이용되고, 나머지 부분에서는 분리 이용되는 시스템을 말한다. 일반적으로 간선 부분은 통합, 지선 부분은 분리·운전된다.

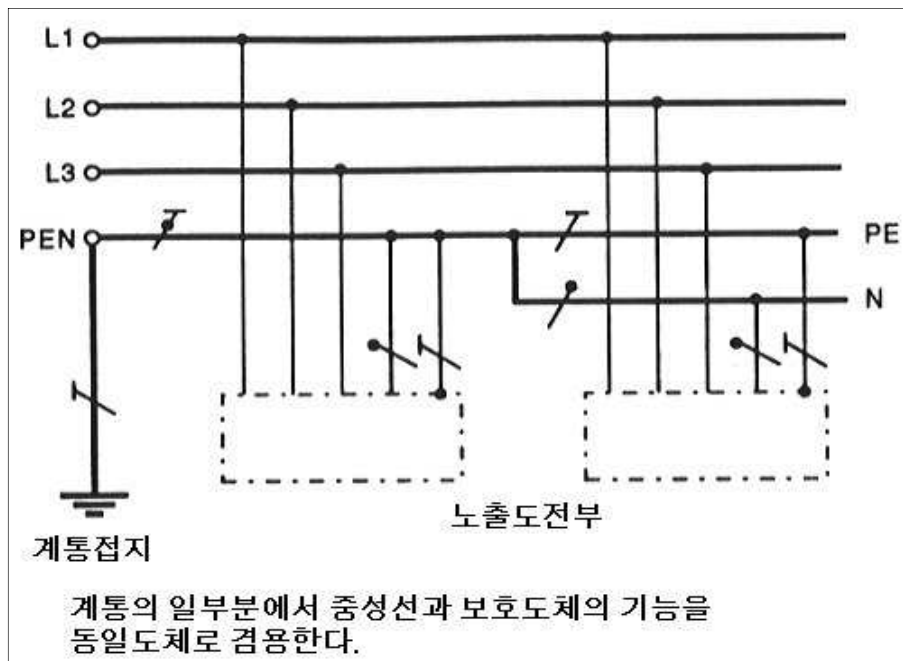


기 호	설 명
	중성선(N)
	보호도체(PE)
	중성선 겸용 보호도체(PEN)

<부록 그림 1> TN-S시스템



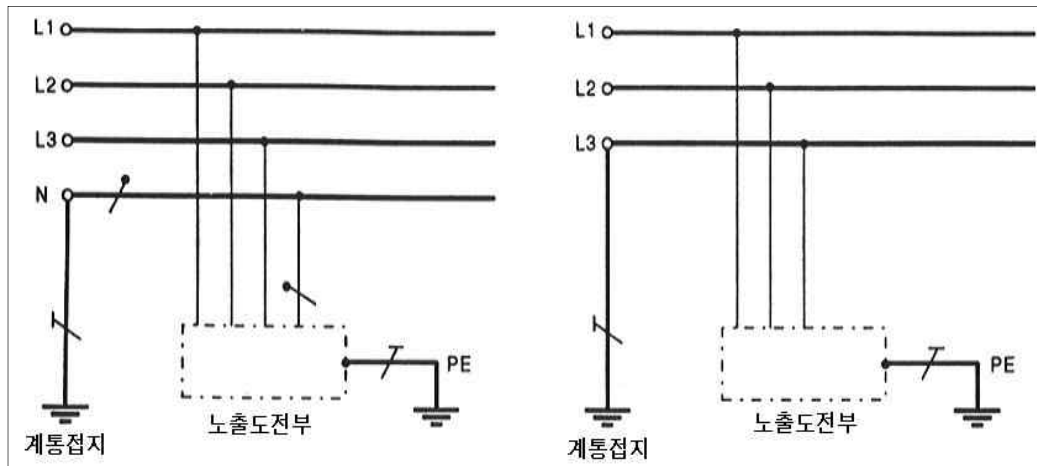
<부록 그림 2> TN-C시스템



<부록 그림 3> TN-C-S시스템

## 2. TT 시스템

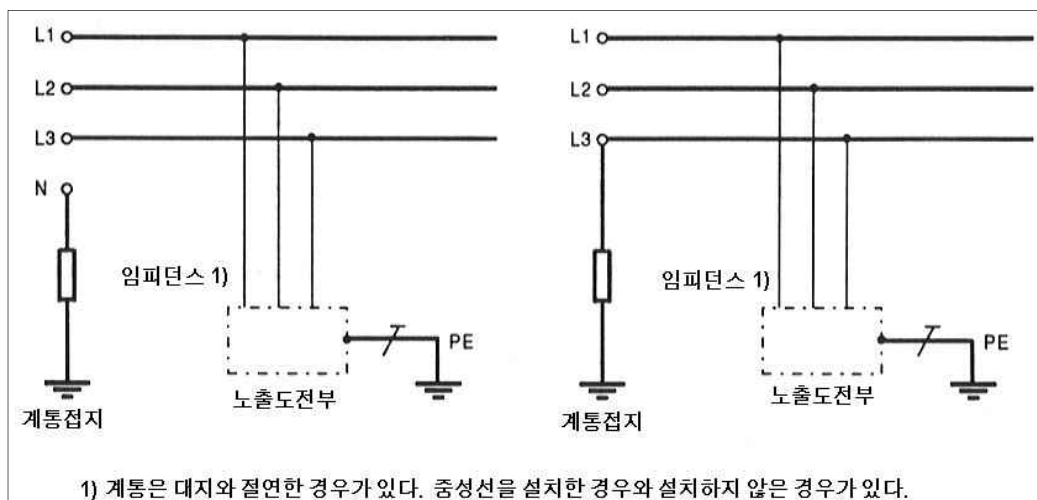
시스템 내의 한 지점을 직접 접지시키고 설비의 노출도전부는 시스템접지와는 전기적으로 독립된 별도의 접지극에 접속하는 시스템을 말한다.



<부록 그림 4> TT시스템

## 3. IT 시스템

전력시스템 전체를 대지로부터 절연시키거나 임피던스를 통하여 1점을 접지시키고, 설비의 노출도전부는 단독 또는 일괄하여 접지하거나 시스템 접지에 접속한 것을 말한다.



<부록 그림 5> IT시스템

## <인용 표준 목록>

1. KS C IEC 60439-1(저전압 개폐장치 및 제어장치 부속품 - 제1부 형식시험 및 부분 부속품 형식시험)
2. KS C IEC 60364-5-55(건축 전기 설비-제5-55부 : 전기 기기의 선정 및 시공-기타 기기)
3. KS C IEC 61215(지상 설치용 결정계 실리콘 태양전지(PV) 모듈 — 설계 적격성 확인 및 형식 승인 요구사항)
4. IEC/TR 60755(General safety requirements for residual current operated protective devices)
5. KS C IEC 60364-7-712:2017(저압전기설비-제7-712부:특수설비 또는 특수장소의 요구사항-태양광발전(PV)전원시스템)
6. IEC 60364-7-712(2017, Requirements for special installations or locations - Solar photovoltaic (PV) power supply systems)



## 안전보건기술지침 개정 이력

□ 개정일 : 2023. 8. 24.

- 개정자 : 안전보건공단 산업안전보건연구원 산업안전연구실 변정환
- 개정사유 : IEC 및 KS 개정사항 반영
  - IEC 60364-7-712(2017, Requirements for special installations or locations - Solar photovoltaic (PV) power supply systems)이나, 기술지침의 항목별 내용이 개요 수준으로 작성되어 있어 관련 규격 및 자료를 반영하여 항목별 세부내용을 추가할 필요가 있음
  - KS C IEC 60364-7-712:2017(저압전기설비-제7-712부:특수설비 또는 특수장소의 요구사항-태양광발전(PV)전원시스템)이 개정(2021.12.30.)됨에 따라, 국제표준의 적시 대응을 위해 기술지침의 내용을 IEC 60364-7-712(2017, Requirements for special installations or locations - Solar photovoltaic (PV) power supply systems)에 따라 관련 내용을 최신화할 필요가 있음
- 주요 개정내용
  - 4.2.2 고장방지
    - 4.2.2.1 전원의 자동차단에 의한 감전방지
    - 4.2.2.2 절연에 의한 감전 방지
  - 5.1.2 작동 조건과 외부 영향
  - 5.2.1 전선
  - 5.2.2 전기배선
  - 5.2.5 외부 영향과 관련된 선정 및 설치
  - 5.3.1 개폐장치의 구분 및 설치
  - 5.3.2 개폐기 설치
  - 5.3.3 단로 설치