

## 제4부 안전을 위한 보호



<b>해설서</b> IEC 60364 건축전기설비	제4-41부	안전을 위한 보호-감전에 대한 보호
	CODE No.	IEC 60364-4-41 : 2001.8 (KS C IEC 60364-4-41: 2005)

#### 410.1 적용범위

본 규격은 다음의 각 절에 규정한 바와 같이 적절한 수단을 적용하여 감전에 대한 보호를 제공하는 방법을 설명한다.

- 411 : 직접접촉과 간접접촉에 대한 감전보호
- 412 : 직접접촉에 대한 감전보호
- 413 : 간접접촉에 대한 보호

#### 410.2 인용규격

다음에 나타내는 규격은 이 규격에 인용됨으로써 이 규격의 규정 일부를 구성한다. 이러한 인용 규격은 그 최신판을 적용한다.

- KS C IEC 60146-2 : 반도체 변환장치 - 제2부 : 자기변환 반도체 변환기
- KS C IEC 60364-5-51 : 건축전기설비 - 제5-51부 전기기기의 선정 및 시공 - 공통규칙
- KS C IEC 60364-5-54 : 건축전기설비 - 제5-54부 전기기기의 선정 및 시공 - 접지배치, 보호도체 및 결합도체
- KS C IEC 60364-6(모든 부), 건축전기설비 - 제6부 검사
- KS C IEC 60364-7(모든 부), 건축전기설비 - 제7부 특수설비 및 특수장소에 대한 요구사항
- KS C IEC 60364-7-704 : 건축전기설비 - 제7-704부 특수설비 또는 특수장소에 대한 요구사항 - 건설현장 및 해체현장에서의 설비
- KS C IEC 60364-7-705 : 건축전기설비 - 제7-705부 특수설비 또는 특수장소에 대한 요구사항 - 농업 및 원예용 시설의 전기설비
- KS C IEC 60439 (모든 부), 저전압 개폐장치 및 제어장치 부속품
- KS C IEC 60449 : 건축전기설비의 전압밴드
- KS C IEC 60664 (모든 부), 저압기기의 절연협조
- IEC 60742 : 절연 변압기와 안전 절연변압기 - 요구사항
- IEC 61008-1 : 잔여전류의 순회 - 과전류 차단기와 유사한 차단기의 사용 - 제1부 : 일반원칙
- KS C IEC 61009-1 : 가정용 및 이와 유사한 설비의 과전류보호용 누전차단기 - 제1부 : 일반요구사항
- KS C IEC 61140 : 감전보호 - 설비 및 기기의 공통사항
- IEC 61201 : 초저전압(ELV) - 한계전압
- IEC Guide 104 : 안전준비와 그룹안전준비 간행

#### 410.3 (470) 감전에 대한 보호수단의 적용

##### 410.3.1 일반

410.3.1.1 (470.1) 410.3에서 규정하는 바와 같이, 감전에 대한 보호수단은 모든 설비, 설비의 일부분 및 개별 기기에 적용해야 한다.

410.3.1.2 (470.2) 외부영향 조건에 따른 보호수단의 선정 및 적용에 대해서는 410.3.4에서 규정한다.

<b>해 설 서</b> IEC 60364 건축전기설비	제4-41부	안전을 위한 보호-감전에 대한 보호
	CODE No.	IEC 60364-4-41 : 2001.8 (KS C IEC 60364-4-41: 2005)

410.3.1.3 (470.3) 다음을 통하여 보호를 보장해야 한다.

- a) 기기 자체
- b) 건축 공사 시 보호수단의 적용
- c) a)와 b)의 조합

410.3.1.4 (400.1.2 일부)

한 가지 보호수단이 어떤 조건에 불충분한 경우에는 보조 보호수단과 조합하여 필요한 수준의 안전을 확보하여야 한다.

비고 이 규칙의 적용 예는 411.3에 제시되어 있다.

410.3.1.5 (470.4) 동일한 설비 또는 설비의 일부에 적용하는 서로 다른 보호수단 상호 간에 악영향이 없도록 하여야 한다.

410.3.2 직접접촉에 대한 보호수단의 적용

410.3.2.1 (471.1) 모든 전기기기에는 411 및 412항에서 규정하는 직접접촉에 대한 보호 중 하나를 적용하여야 한다.

410.3.2.2 (481.2.1) 충전부의 절연(412.1) 또는 장벽이나 외함에 의한(412.2) 보호수단은 모든 외부영향 조건에 대응하여 적용할 수 있다.

410.3.2.3 (481.2.2) 장애물(412.3)을 이용한 보호수단 또는 접촉범위 밖에 설치하는 방법(412.4)에 의한 보호수단은 KS C IEC 60364의 제7부(검토 중)에 제시된 조건에서만 허용된다.

410.3.3 간접 접촉에 대한 보호수단의 적용

410.3.3.1 (471.2.1) 410.3.3.5에 제시된 경우를 제외하고 모든 전기기기에는 411 및 413항에 제시된 간접접촉에 대한 감전보호 조치 중 하나를 410.3.3.2~410.3.3.4에 제시된 조건에 따라 적용해야 한다.

410.3.3.2 (471.2.1.1) 자동 전원차단에 의한 보호(413.1 참조)는 모든 설비에 적용해야 한다. 단, 다른 보호수단이 적용된 설비의 부분에는 제외한다.

410.3.3.3 (471.2.1.2) 자동 전원차단을 통한 보호를 규정하는 413.1항의 요구사항을 적용하는 것이 불가능하거나 또는 바람직하지 않은 경우에는 절연 장소(413.3) 또는 비 접지 국부 등전위접속(413.4)에 대한 규정을 설비의 특정 부분에 적용할 수 있다.

410.3.3.4 (471.2.1.3) SELV(411.1), 2중기기 또는 이와 동등한 절연의 사용 (413.2) 및 전기적 이격(413.5)를 이용한 보호는 모든 장치에 적용할 수 있지만, 통상적으로 특정기기 및 설비의 특정부분에 한정적으로 적용된다.

410.3.3.5 (471.2.2) 다음 기기는 간접접촉에 대한 보호수단을 적용하지 않아도 된다.

- 가공선로 애자벽 브래킷 및 가공선로 부속품에 접속된 금속부, 다만, 팔의 접근거리 밖에 설치되어 있는 것
- 철근 강화 콘크리트주의 그 철근에 접촉할 우려가 없는 것
- 크기가 작거나(약 50×50mm) 또는 그 배열로 인하여 손으로 집을 수 없는 것
- 인체에 접촉할 수 없는 노출도전부 또는 보호선으로 접속이 어렵거나 접속할 가능성이 없는 것

비고 이 요구사항의 적용 예로 볼트, 리벳, 명판 및 케이블 클립 등이 있다.

- 413.2에 따른 기기를 보호하는 금속관 또는 기타 금속 외함

<b>해 설 서</b> IEC 60364 건축전기설비	제4-41부	안전을 위한 보호-감전에 대한 보호
	CODE No.	IEC 60364-4-41 : 2001.8 (KS C IEC 60364-4-41: 2005)

410.3.4 외부 영향과 관련한 보호수단의 적용

410.3.4.1 (481.1.1) 410.3.4.2의 요구사항은 본 규격에 정의된 감전에 대한 보호수단은 평가된 외부 영향 조건의 함수로 적용되는 규정이다.

비고 1. 실재는 다음에 제시된 외부 영향 조건만 감전에 대한 보호수단의 선택과 관련이 있다.

- BA - 작업자의 기술 숙련도
- BB - 인체의 전기저항
- BC - 접지전위와 사람간의 접촉

비고 2. 위에서 제시된 조건 이외의 기타 외부 영향 조건은 감전에 대한 보호수단 선정 및 적용에는 실질적으로 영향을 미치지 않지만, 장비를 선정할 때 고려하여야 한다(KS C IEC 60364-5-51, 표 51A 참조).

410.3.4.2 (481.1.2) 제시된 외부영향의 조합에 대하여 몇 가지 보호수단이 허용되는데, 그 중 적절한 수단의 선정은 장소의 조건과 대상기기의 특성에 따라 결정된다.

비고 특수설비 또는 특수 장소에 대해서는 KS C IEC 60364-7 참조

410.3.4.3 (481.3.1 일부) 413.1에 따른 자동전원차단에 의한 보호수단은 모든 설비에 적용할 수 있다.

410.3.4.4 (481.3.2) 2중기기의 사용 또는 이와 동등한 절연의 사용(413.2)을 통한 보호수단은 모든 상황에서 적용가능하다(단, KS C IEC 60364-7에 제시된 제한조건의 경우는 제외).

비고 안전을 위해 외부 영향을 고려하여 기기를 선정하는 것이 중요하다.

410.3.4.5 (481.3.3) 절연장소에 의한 보호수단은 413.3항에 따라 허용된다.

410.3.4.6 (481.3.4) 비 접지 국부 등전위접속을 이용한 보호수단은 외부영향 조건 BC 1에서만 허용된다.

410.3.4.7 (481.3.5) 전기적 이격에 의한 보호수단은 모든 상황에서 적용할 수 있다. 다만, 조건 BC 4에서는 전원공급이 한 개의 변압기에서 한 개의 이동형 장비로 제한될 때에만 적용가능하다.

410.3.4.8 (481.3.6) 411.1.4에 따른 SELV 이용 또는 411.1.5에 따른 PELV 이용은 모든 상황에서 간접접촉에 대한 보호조치로 간주된다.

비고 1. 어떤 경우에는 KS C IEC 60364-7에서 특별 저압의 값을 50V이하(예, 25V 또는 12V)로 제한하는 경우도 있다.

비고 2. FELV를 사용하는 경우에는 간접접촉에 대한 부가적인 보호수단이 필요하다(411.3.3 참조).

410.3.4.9 (481.3.7) KS C IEC 60364-7의 해당 부에서(예를 들어 사람이 물에 입수될 수 있는 곳)에서의 설비 또는 설비의 일부는 특별한 보호수단이 필요하다고 규정하고 있다.

411 직접 및 간접접촉에 대한 보호

411.1 SELV와 PELV

411.1.1 다음의 경우는 감전에 대한 보호가 이루어진 것으로 간주한다.

- 공칭 전압이 전압밴드 I(KS C IEC 60449, 건축전기설비의 전압 밴드 참조)의 상한을 초과할 수 없을 때
- 전원이 411.1.2에 제시된 전원 중 하나에서 공급되었을 때
- 411.1.3의 모든 조건을 충족하고 다음 사항 중 어느 하나를 충족할 때
  - 비접지회로(SELV)의 경우 411.1.4, 또는
  - 접지회로(PELV)의 경우 411.1.5

비고 1. 계통이 단권 변압기, 전위차계, 반도체 장치 등과 같은 기타 기기에 의해 더 높은 전압계통으로부터 전원을 공급받는 경우, 출력회로는 입력회로의 확장으로 간주하고 입력회로에 적용되는 보호수단에 의해 보호되어야 한다.

<b>해 설 서</b> IEC 60364 건축전기설비	제4-41부	안전을 위한 보호-감전에 대한 보호
	CODE No.	IEC 60364-4-41 : 2001.8 (KS C IEC 60364-4-41: 2005)

비고 2. 어떤 종류의 외부 영향에 대해서는 더 낮은 전압이 필요할 수도 있다.

KS C IEC 60364-7(특수설비 또는 특수장소에 대한 요구사항) 참조

비고 3. 전지가 있는 직류 계통은 전지 종류에 따라 전지 충전 및 부동전압이 전지의 공칭전압을 초과한다. 이 경우 이 절에서 규정하는 보호 조치 이외의 어떠한 보호조치도 필요하지 않다. IEC 61201의 표1에 제시된 환경상태에 따라 충전전압은 최대 값이 교류 75 V 또는 직류 150 V를 초과하지 않는 것이 바람직하다.

#### 411.1.2 SELV와 PELV용 전원

##### 411.1.2.1 IEC 60742에 적합한 안전 절연변압기

411.1.2.2 411.1.2.1에서 규정하는 안전 절연변압기 및 이와 동등한 안전등급을 갖는 전원(예 : 동등한 절연의 제공하는 권선을 갖춘 전동 발전기)

411.1.2.3 전기화학적 전원(예 : 전지) 또는 보다 높은 전압회로와 무관한 독립전원(예 : 디젤 구동발전기)

411.1.2.4 적절한 기준에 부합하는 전자장치는 내부고장이 발생한 경우도 출력단자의 전압이 411.1.1에서 규정한 값을 초과하지 않아야 한다. 다만, 출력단자의 전압이 직접 또는 간접 접촉되는 즉시 해당 값 이하로 내려가는 경우는 출력단자의 전압이 높아도 무방하다.

비고 1. 이러한 장치의 예로 절연시험기기가 있다.

2. 출력단자에 더 높은 전압이 존재하는 경우, 출력단자의 전압을 내부저항이 3,000Ω 이상의 전압계로 측정하여 411.1.1에서 규정한 한계 값 이내에 있다면 이 절에 적합한 것으로 간주할 수 있다.

411.1.2.5 안전 절연변압기, 전동발전기 등의 이동형 전원은 2중기기 또는 이와 동등한 절연보호 요구사항이 충족되도록(413.2 참조) 선정하여 공사를 시행하여야 한다.

#### 411.1.3 회로 배치

411.1.3.1 SELV 및 PELV 회로의 충전부는 각각 그리고 다른 회로에서 전기적으로 이격되어 있어야 한다. 이렇게 배치하면 안전 절연변압기의 입력회로와 출력회로가 서로 전기적으로 확실하게 이격되어 있어야 한다.

비고 1. 이 요구사항은 PELV 회로의 접지를 배제하는 것은 아니다(411.1.5 참조)

2. 특히 계전기, 접촉기, 보조 개폐기, 고압회로의 일부 등과 같은 전기기기의 충전부 사이는 안전 절연변압기의 입출력 권선 간에 설치한 것 이상의 전기적 이격이 필요하다.

3. 반도체 변환기(IEC 60146-2 참조)에 의해 생성되는 SELV 및 PELV 회로용 직류전압은 정류기 스택에 공급하기 위한 내부 교류전압회로를 필요로 한다. 이 내부 교류전압은 물리적 이유로 인해 직류전압을 초과한다. 이 절은 내부 교류회로를 "보다 높은 전압회로"로 간주하지 않았다. 내부회로와 외부의 보다 높은 전압회로 사이는 회로 보호이격이 필요하다(KS C IEC 61140의 3.24에 따름).

411.1.3.2 SELV와 PELV 각 계통의 회로전선은 가능한 한 다른 모든 회로전선과 물리적으로 이격해야 한다. 이를 실행할 수 없을 때는 다음과 같은 조치가 필요하다.

- SELV와 PELV의 각 회로전선은 기본절연을 하고 비금속 외장으로 밀봉할 것
  - 다른 전압을 갖는 회로전선은 접지된 금속 스크린 또는 접지된 금속외장을 이용하여 이격할 것
- 비고 위에서 전선의 기본절연은 그 부위의 회로전압에 대해서 충분해야 한다.

- 전압이 서로 다른 회로는 다심케이블이나 기타 전선의 집합체에 포함될 수 있다. 그러나 SELV와 PELV회로의 전선은 최대전압에 맞도록 개별 또는 한꺼번에 절연하여야 한다.

<b>해 설 서</b> IEC 60364 건축전기설비	제4-41부	안전을 위한 보호-감전에 대한 보호
	CODE No.	IEC 60364-4-41 : 2001.8 (KS C IEC 60364-4-41: 2005)

411.1.3.3 SELV 및 PELV 계통의 플러그와 콘센트는 다음 요구사항에 적합해야 한다.

- 플러그를 다른 전압 계통의 콘센트에 연결할 수 없어야 한다.
- 콘센트를 다른 전압 계통의 플러그에 연결할 수 없어야 한다.
- 콘센트는 보호접지선 접촉이 없어야 한다.

411.1.4 비 접지회로(SELV)에 대한 요구사항

411.1.4.1 SELV 회로의 충전부는 대지 또는 다른 회로의 일부를 구성하는 충전부 혹은 보호선에 접속되지 않아야 한다.

411.1.4.2 노출도전부를 고의로 다음과 같은 곳에 접속해서는 안 된다.

- 대지
- 다른 회로의 보호선 또는 노출도전부
- 계통의 도전부. 다만, 전기기기가 계통의 도전부에 접속하는 것이 필요하고, 계통의 도전부가 411.1.1에서 규정한 공칭전압을 초과하는 전압에 도달하지 못하는 것이 확실할 경우는 제외.

비고 SELV회로의 노출도전부가 우연 또는 고의로 다른 회로의 노출도전부에 접촉할 우려가 있는 경우에 감전 보호는 SELV에 의한 보호뿐만 아니라 다른 회로의 노출도전부에 대한 보호조치를 하지 않는다.

411.1.4.3 공칭전압이 교류 25V(실효 값) 또는 직류 60V(비 맥동)를 초과하는 경우에 직접접촉에 대한 보호는 다음을 이용해 시행한다.

- 보호등급 IPXXB 또는 IP2X 이상을 갖는 장벽 또는 외함
- 1분간 교류 500V(실효 값)의 시험전압에 견디는 절연 케이블

공칭전압이 25V(실효 값) 또는 직류 60V(비 맥동) 이하인 경우 직접접촉에 대한 감전보호는 일반적으로 불필요하다. 다만, 외부 영향이 있는 경우에는 필요할 수도 있다(검토 중).

비고 비 맥동(ripple-free)이란 맥동성분이 10%(실효 값) 이하의 정현파 맥동전압으로 정의한다. 공칭전압 120V 맥동-직류 계통은 최대피크 값이 140V를 초과하지 않으며 공칭전압이 60V 맥동-직류 계통은 70V를 초과하지 않는다.

411.1.5 접지회로(PELV)에 대한 요구사항

회로가 접지되어 있고 411.1.4에서 규정하는 SELV가 필요하지 않은 경우에는 411.1.5.1 및 411.1.5.2에서 규정하는 요구사항을 충족하여야 한다.

411.1.5.1 직접 접촉에 대한 감전보호는 다음 중 하나를 이용하여(해서) 시행한다.

- 보호등급 IPXXB 또는 IP2X 이상을 갖는 장벽 또는 외함
- 1분간 교류 500 V(실효 값)의 시험전압에 견디는 절연 케이블

411.1.5.2 413.1.2에 따른 주 등전위접속이 제공되어 있는 경우 건물의 외부와 내부에는 411.1.5.1에 따른 직접접촉에 대한 보호가 필요 없다. 그리고 PELV 계통의 접지배치와 노출도전부는 보호선에 의해 주 접지단자로 연결되며, 공칭전압은 다음을 초과해서는 안 된다

- 기기를 보통 건조한 장소에서 사용하고 인체가 충전부와 멀리 떨어져 있어 접촉될 우려가 없는 경우는 교류 25V(실효 값) 또는 직류 60V(비 맥동)
- 그 외의 경우는 교류 6V(실효 값) 또는 직류 15V(비 맥동)

비고 회로의 접지는 전원 자체 내에서 대지에 적절한 방법으로 접속이 가능하다.

<b>해 설 서</b> IEC 60364 건축전기설비	제4-41부	안전을 위한 보호-감전에 대한 보호
	CODE No.	IEC 60364-4-41 : 2001.8 (KS C IEC 60364-4-41: 2005)

## 411.2 방전 에너지 제한에 의한 보호

검토 중

## 411.3 FELV 계통

### 411.3.1 일반

기능상의 이유로 밴드 I 이내의 전압을 사용하지만 SELV 또는 PELV와 관련한 411.1의 모든 요구사항이 충족되지 않고 SELV와 PELV가 필요치 않은 경우에는 직접 및 간접 접촉에 대한 보호를 보장하기 위해 411.3.2와 411.3.3에서 규정한 보조수단을 이용해야 한다. 이러한 보호조치의 조합은 FELV로 알려져 있다.

비고 예를 들어, 이러한 조건은 더 높은 전압의 회로에 대해 충분히 절연되어 있지 않은 기기(변압기, 계전기, 리모컨 스위치, 접촉기 등)를 포함하는 경우에 발생할 수 있다.

### 411.3.2 직접접촉에 대한 보호

직접접촉에 대한 보호는 다음 중 하나를 이용하여 시행한다.

- 412.2에 따른 장벽 또는 외함
- 1차 회로에 필요한 최소 시험전압에 해당하는 절연

단, FELV 회로의 일부인 기기 절연이 1차 회로에 대해 규정된 시험전압을 견디지 못하는 경우에 접근 가능한 기기의 비도전부의 절연을 시공 중 강화하여 교류 1,500V(실효 값)의 시험전압을 1분간 견딜 수 있도록 해야 한다.

비고 이 전압 값은 저압 절연협조에 관한 국제표준화 결과(현재 진행 중)에 따라 차후 재검토할 수 있다.

### 411.3.3 간접접촉에 대한 보호

간접접촉에 대한 보호는 다음 중 하나를 이용해 시행한다.

- 413.1에서 규정한 자동 전원차단에 의한 보호 수단 중 하나가 적용될 경우에 FELV 회로기기의 노출도전부를 1차회로의 보호선에 접속한다. 이것은 1차회로의 보호선에 FELV 회로의 충전도체를 접속하는 것을 제외하는 것은 아니다.
- 413.5에 따라 전기적 이격을 통한 보호를 1차회로에 적용한 경우 FELV 회로기기의 노출도전부를 1차회로의 비접지 등전위 접속선에 접속한다.

### 411.3.4 플러그와 콘센트

FELV 계통용 플러그와 콘센트는 다음 요구사항을 충족해야 한다.

- 플러그를 다른 전압 계통의 콘센트에 연결할 수 없어야 한다.
- 콘센트는 다른 전압 계통의 플러그를 연결할 수 없어야 한다.

## 412. 직접접촉에 대한 보호

### 412.1 충전부 절연

비고 절연은 충전부와 접촉을 방지할 목적으로 한다.

충전부는 절연재료로 완전히 피복해야 하며, 이 피복은 파괴해야만 제거할 수 있다.

조립식 기기의 절연은 해당 전기기기에 해당하는 규격에 적합하여야 한다.

<b>해 설 서</b> IEC 60364 건축전기설비	제4-41부	안전을 위한 보호-감전에 대한 보호
	CODE No.	IEC 60364-4-41 : 2001.8 (KS C IEC 60364-4-41: 2005)

그 외의 기기는 사용 중에 받을 우려가 있는 기계적, 화학적, 전기적 또는 열적 응력을 충분히 견딜 수 있는 절연물질로 보호해야 한다. 단순히 페인트, 니스, 락카 및 이와 유사한 종류의 물질을 적용한 경우는 일반적으로 기기의 통상 동작 시 감전보호를 위한 적합한 절연이 이루어진 것으로 보지 않는다.

비고 설비의 시공 중에 절연을 적용할 경우에 그 절연성능은 유사한 조립식 기기의 절연성능을 보장하는 것과 동일한 시험으로 확인해야 한다.

#### 412.2 장벽 또는 외함

비고 장벽 또는 외함은 충전부와 접촉을 방지할 목적으로 한다.

412.2.1 충전부는 보호등급 IPXXB 또는 IP2X 이상을 갖는 외함의 내부 또는 장벽의 후면에 두어야 한다. 다만, 소켓, 콘센트 또는 퓨즈처럼 부품의 교체 중에 큰 개구가 발생한 경우나 기기의 관련 요구사항에 따라 기기가 정상 기능을 할 수 있도록 큰 개구를 필요로 하는 경우는 다음 조건을 만족시켜야 한다.

- 사람 또는 가축이 무심코 충전부에 닿지 않도록 적절한 예방조치를 취할 것
- 사람이 그 개구부를 통해 충전부에 접촉할 우려가 있음을 인식시키고 고의로 접촉하지 않도록 충분히 환기시킬 것

412.2.2 접근하기가 쉬운 장벽 또는 외함의 수평 위 면은 보호등급이 IPXXD 또는 IP4X 이상이어야 한다.

412.2.3 장벽 또는 외함은 관련된 외부영향을 고려하여 통상 동작 시 충전부와 적절한 이격 및 보호등급을 유지하기 위해 정해진 위치에 견고히 고정시키고 충분한 안전성과 내구성을 갖추도록 한다.

412.2.4 장벽을 제거하거나 또는 외함을 개방하거나 외함의 일부를 제거하는 것은 다음과 같은 경우에만 가능하다.

- 열쇠나 공구를 사용할 경우
- 장벽 또는 외함으로 보호하는 충전부의 전원을 차단한 후이거나, 장벽과 외함을 교체하거나 재차 폐쇄한 후에 전원복구가 가능한 경우
- 충전부에 대한 접촉을 방지하기 위해 보호등급이 IPXXB 또는 IP2X 이상인 중간 장벽이 있으며, 이 장벽을 열쇠나 공구를 사용하지 않고 제거할 수 없도록 한 경우

#### 412.3 장애물

비고 장애물은 무의식적으로 충전부에 접촉하는 것을 방지하는 것이 목적이지만, 장애물을 의도적으로 접촉하는 것을 방지할 목적은 아니다.

412.3.1 장애물은 다음을 방지해야 한다.

- 충전부에 대한 무의식적인 신체의 접근
- 통상 사용 시 충전된 기기를 조작하는 동안 충전부와 무의식적인 접촉

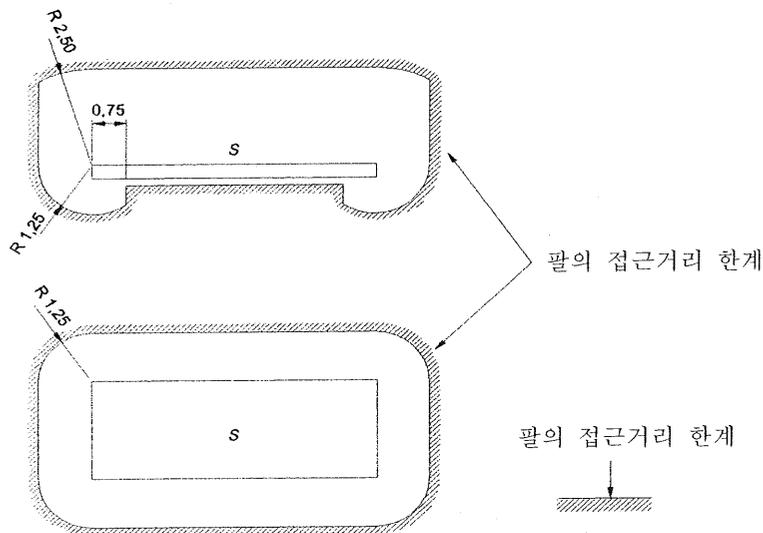
412.3.2 장애물은 열쇠나 공구를 사용하지 않고 제거할 수 있지만 무의식적으로 제거될 수 없도록 견고히 고정해 두어야 한다.

#### 412.4 접근 거리 밖의 설치

비고 접근거리 밖의 설치로 인한 보호는 무의식적으로 충전부에 접촉하는 것을 방지할 목적으로 한다.

<b>해 설 서</b> IEC 60364 건축전기설비	제4-41부	안전을 위한 보호-감전에 대한 보호
	CODE No.	IEC 60364-4-41 : 2001.8 (KS C IEC 60364-4-41: 2005)

412.4.1 서로 다른 전위에서 동시 접근 가능한 부분은 팔의 접근거리 내에 있지 않아야 한다.  
 비교 두 부분의 거리가 2.5m 이하인 경우는 동시에 접근 가능한 것으로 간주한다(그림 41C 참조).



s = 사람이 차지할 것으로 예상되는 면  
 그림 41C - 팔의 접근거리 구역

412.4.2 사람이 있는 장소가 보호등급 IP2X 미만의 장애물(예 : 난간, 철망)에 의해 수평방향으로 제한된 경우에는 통상적으로 팔의 접근거리를 그 장애물에서 측정해야 한다. 상방향의 팔의 접근거리는 보호등급 IP2X 미만의 중간 장애물을 고려하지 않고 S면으로부터 2.5m로 한다.

비교 팔의 접근거리의 값은 보조수단(예 : 공구 또는 사다리) 없이 맨손으로 직접 접촉하는 경우에 적용한다.

412.4.3 통상적으로 부피가 크거나 길이가 긴 도전성 물체를 다루는 장소에서는 412.4.1 및 412.4.2에서 규정된 거리를 이 물체들의 크기를 고려하여 증가시켜야 한다.

#### 412.5 누전차단기에 의한 추가보호

비교 누전차단기는 직접접촉에 대한 다른 보호수단의 효과를 증대시킬 경우에 사용한다.

412.5.1 기타 보호수단의 고장 또는 사용자의 부주의로 인하여 직접접촉이 일어난 경우 정격 감도전류가 30mA 이하인 누전차단기를 추가 보호수단으로 사용할 수 있다.

412.5.2 누전차단기의 사용은 단독보호수단으로는 인정되지 않으며 412.1에서 412.4까지 규정된 보호수단 중 하나를 적용할 필요가 있다.

412.5.3 자동전원차단을 보호수단으로 적용할 경우 정격 감도전류가 30mA 이하인 누전차단기를 사용하여 정격전류가 20A 이하인 현장의 콘센트를 보호해야 한다.

비교 1. 현장에서 사용하기 위한 휴대용 장비를 제공하는 설비에서는 하나 또는 그 이상의 콘센트를 현장의 적정한 위치에 설치하는 것이 바람직하다.

비교 2. 정격 감도전류가 30mA 이하인 장치가 필요한 다른 경우가 KS C IEC 60364-7에 설명되어 있다.

비교 3. 자동전원차단을 감전에 대한 보호수단으로 적용한 경우 숙련 또는 훈련된 기술자가 아닌 사람이 사용하도록 의도된 정격 전류가 20A 이하인 콘센트를 보호하기 위해 412.5에 제시된 추가보호수단인 30mA 이하의 정격 감도전류를 갖는 누전차단기를 사용할 것이 특별히 추천한다.

<b>해 설 서</b> IEC 60364 건축전기설비	제4-41부	안전을 위한 보호-감전에 대한 보호
	CODE No.	IEC 60364-4-41 : 2001.8 (KS C IEC 60364-4-41: 2005)

### 413 간접접촉에 대한 보호

#### 413.1 자동 전원차단

비고 1. 접촉전압 값 및 그 지속시간으로 인하여 고장이 발생할 때, 인체에 임상병리학상 유해한 영향을 줄 위험이 있다면 자동 전원차단이 필요하게 된다. (IEC 60479, 인체를 통과하는 전류의 영향 참조)

비고 2. 이 보호수단은 계통접지의 형식 및 보호접지선과 보호장치의 특성 간에 절연협조를 필요로 한다. 자동전원차단 보호수단의 요구사항에 대한 해설 및 IEC 60479에서 유도된 참조 곡선은 IEC/TR 61200-413(자동전원차단에 의한 간접접촉보호수단)에 제공된다.

비고 3. 직류 계통에 대한 추가 요구사항은 검토 중이다.

##### 413.1.1 일반

비고 413.1.1.1과 413.1.2에 따른 보호방법은 계통접지의 종류에 따라 413.1.3~413.1.5에 제시되었다.

##### 413.1.1.1 전원 차단

보호장치는 회로 또는 기기의 충전부와 노출도전부 또는 보호선 사이에 고장이 발생한 경우, 50V(실효 값) 또는 직류 120V(비 맥동)를 초과하는 예상 접촉전압이 접근 가능한 전도부에 동시에 접촉한 사람에게 생리학상 유해한 위험을 야기할 수 있는 충분한 시간 동안 지속되지 않도록, 장치가 간접접촉에 대한 보호를 제공하는 회로 또는 기기의 전원을 자동으로 차단해야 한다.

접촉전압에 상관없이 계통접지의 형식에 따라 어떤 환경에서 5초 이하의 차단시간이 허용된다.

비고 1. 발전 및 배전용 계통에서는 본 절에 규정된 차단시간과 전압 값보다 더 높은 값을 허용할 때도 있다.

비고 2. 차단 시간 및 전압의 하한 값이 관련 KS C IEC 60364-7 및 413.3에 따라 특수 설비 또는 장소에 필요할 수 있다.

비고 3. IT 계통의 경우 최초 고장 발생시 자동차단은 일반적으로 필요하지 않다(413.1.5 참조).

비고 4. 이 절에 제시된 요구사항은 교류 15~1000Hz와 직류 비 맥동 사이의 전원에 적용할 수 있다.

비고 5. 용어 "비 맥동(ripple-free)"은 맥동 성분이 10%(실효 값) 이하인 정현파 맥동전압으로 정의한다. 120V 비 맥동 직류의 경우 최대피크 값은 140V를 넘지 않는다.

##### 413.1.1.2 접지

노출도전부는 계통접지의 형식별로 규정된 조건하에서 보호선에 접속해야 한다. 동시에 접근 가능한 노출도전부는 개별, 그룹별 또는 종합적으로 같은 계통접지에 접속해야 한다.

비고 접지배치와 보호선에 대해서는 제54장(KS C IEC 60364-5-54(1980) : 건축전기설비-전기기기의 선정 및 시공-제54장 접지배치와 보호선) 참조.

##### 413.1.2 등전위 접속

###### 413.1.2.1 주 등전위 접속

각 건축물에서 다음의 도전부를 주 등전위 접속에 접속해야 한다.

- 주 보호선
- 주 접지선 또는 주 접지단자
- 건축물내의 배관류 (예 : 가스, 수도관)
- 금속구조체, 중앙난방설비와 공기처리계통(적용가능한 경우)

건축물 외부로부터 인입된 도전부는 건축물 내부로 들어가는 지점과 가장 밀접하게 결합을 해야 한다.

주 등전위 도체는 KS C IEC 60364-5-54에 부합해야 한다.

<b>해 설 서</b> IEC 60364 건축전기설비	제4-41부	안전을 위한 보호-감전에 대한 보호
	CODE No.	IEC 60364-4-41 : 2001.8 (KS C IEC 60364-4-41: 2005)

주 등전위 접속은 모든 통신케이블의 금속외장에도 적용해야 한다. 단 이 경우 케이블의 소유자 또는 운영자의 동의를 얻어야 한다.

#### 413.1.2.2 부가 등전위 접속

413.1.1에서 규정한 자동차단 조건이 어떤 설비나 설비의 일부에서 충족될 수 없는 경우에는 부가 등전위 접속이라고 하는 국부 결함을 적용한다(413.1.6 참조).

비고 1. 부가 등전위 접속의 사용이 화재, 기기의 열적 응력에 대한 보호 등 기타의 이유로 인해 전원을 차단하는 방법을 배제하지는 않는다.

비고 2. 부가 등전위 접속은 설비 전체, 설비의 일부분, 장치의 품목 또는 지역에 적용할 수 있다.

비고 3. 특수장소에서는 추가요구사항이 필요할 수도 있다. 제7부 참조.

#### 413.1.3 TN 계통

413.1.3.1 설비의 모든 노출도전부는 그 설비와 관계가 있는 변압기나 발전기의 위치 또는 근처에서 접지해야 하는 보호선로 전력 계통의 접지점에 연결해야 한다.

일반적으로 이 전력 계통의 접지점은 중성점이다. 중성점을 활용할 수 없거나 접근이 불가능할 경우에는 상전선을 접지해야 한다. 어떠한 경우에도 상전선을 PEN 도체(413.1.3.2 참조)로 사용할 수는 없다.

비고 1. 다른 유효한 접지접속부가 있는 경우에는 가능한 한 보호선을 그 지점에 접속하는 것이 바람직하다. 가능한 한 균등하게 배치된 추가 접지점이 보호선 전위가 고장시에도 대지전위에 근접하게 놓여져 있음을 보장하기 위해 필요할 수 있다. 고층빌딩과 같은 규모가 큰 건물의 경우에 보호선의 추가 접지는 현실적으로 불가능하다. 그러나 이 경우에 보호선과 계통외도전부와의 사이에 등전위 접속이 동일한 기능을 갖게 된다.

2. 이와 동일한 이유로 인해 보호선을 건축물 또는 부지의 입구에서 접지하는 것이 바람직하다.

413.1.3.2 고정식 설비에서, 543.4의 요구사항을 충족하는 경우, 단일도체로 보호선과 중성선을 겸용(PEN도체)할 수 있다.

413.1.3.3 설비내의 상전선과 보호선 또는 노출도전부와의 사이에서 임피던스를 무시할 만한 고장이 발생한 경우 보호장치의 특성(413.1.3.8 참조)과 회로의 임피던스는 규정된 시간 이내에 전원을 자동차단 하도록 해야 한다. 다음 조건은 이 요구사항을 충족한다.

$$Z_s \times I_a \leq U_o$$

여기에서,

$Z_s$  : 전원, 고장점까지의 총전 도체 및 고장점과 전원사이의 보호선으로 구성된 고장루프임피던스( $\Omega$ )

$I_a$  : 공칭전압  $U_o$ 의 함수로서 표41A에 제시된 시간 이내 또는 413.1.3.5에 제시된 조건하에서 5초를 초과하지 않는 규약시간 이내에 차단보호장치를 자동적으로 동작시키는 전류(A)

$U_o$  : 공칭대지전압 (교류실효값)(V)

<b>해설서</b> IEC 60364 건축전기설비	제4-41부	안전을 위한 보호-감전에 대한 보호
	CODE No.	IEC 60364-4-41 : 2001.8 (KS C IEC 60364-4-41: 2005)

표 41A - TN 계통의 최대 차단시간

$U_0^*$ (V)	차단시간 s(초)
120 (220)	0.8 (-)
230	0.4
277	0.4
400	0.2
>400	0.1

\* "IEC 60038(1983) : IEC 표준전압"에 기초한 값

- 비교 1. IEC 60038에 제시된 허용범위 내의 전압에 대해서는 그 공칭전압에 따른 차단시간을 적용한다.  
 2. 중간전압값의 경우, 표에서 그 다음 높은 값을 사용할 것.  
 3. ( )안은 현재 국내에서 사용하는 전압으로 장래에 IEC 60038 표의 전압으로 사용하기를 권장한다.

413.1.3.4 표41A에 제시된 최대 차단시간은 콘센트를 끼우거나 콘센트 없이 직접 1종의 휴대형 기기에 전력을 공급하는 최종회로의 경우 413.1.1을 만족하는 것으로 간주한다.

413.1.3.5 배전회로의 경우 5초를 초과하지 않는 규약차단시간이 허용된다.

거치형 기기에만 전력을 공급하는 최종회로의 경우 표 41A에서 규정하는 차단시간을 초과하지만 5초 이하의 차단시간이 허용되는데, 단 표 41A에 따른 차단시간이 필요한 기타 최종회로가 해당 최종회로에 전원을 공급하는 배전반 또는 배전회로에 접속되어 있는 경우에만 한한다. 이러한 경우에 다음 조건 중 하나를 만족해야 한다.

- a) 배전반과 보호선을 주 등전위접속에 접속한 점 사이의 보호선의 임피던스는 다음 값을 초과하지 않는다

$$\frac{50}{U_0} Z_s \text{ (}\Omega\text{)}$$

또는

- b) 주 등전위 접속과 같은 형식의 계통외도전부를 포함하고 413.1.2.1의 주 등전위 접속에 대한 요구사항에 부합하는 배전반에 등전위 접속이 있다

비교 413.1.3.9의 비교를 참조

413.1.3.6 누전차단기를 사용해서 413.1.3.3, 413.1.3.4 및 413.1.3.5의 조건을 충족할 수 없는 경우, 413.1.2.2에 따라 부가 등전위접속을 적용한다. 선택적으로 누전차단기로 보호를 제공해야 한다.

413.1.3.7 가공선로 사용 시 상전선과 대지 사이에 고장이 발생할 우려가 있는 예외적인 경우에는, 보호선 및 이와 접속된 노출도전부가 규약값 50V를 초과하는 대지전압에 도달하지 않도록 다음의 조건을 충족해야 한다.

$$\frac{R_B}{R_E} \leq \frac{50}{U_0 - 50}$$

여기에서

<b>해 설 서</b> IEC 60364 건축전기설비	제4-41부	안전을 위한 보호-감전에 대한 보호
	CODE No.	IEC 60364-4-41 : 2001.8 (KS C IEC 60364-4-41: 2005)

$R_B$  : 병렬 접지전극 전체의 접지전극저항( $\Omega$ )

$R_E$  : 보호선에 접속되어 있지 않은 계통의 도전부를 통해 1선 지락이 발생한 경우 그 계통의 도전부에 대지접촉저항의 최소값( $\Omega$ )

$U_o$  : 공칭대지전압(교류실효값)(V)

413.1.3.8 TN 계통에서는 다음의 보호장치를 사용할 수 있다.

- 누전차단기
- 누전차단기

단, 다음의 사항은 예외이다.

- 누전차단기는 TN-C 계통에서 사용되지 않는다.
- 누전차단기를 TN-C-S 계통에서 사용할 경우에는 PEN도체를 부하측에서 사용해서는 안 된다. PEN도체에 대한 보호선의 접속은 누전차단기의 전원측에서 시행해야 한다.

#### 413.1.4 TT 계통

413.1.4.1 동일한 보호장치에 의해 공통으로 보호하고자 하는 모든 노출도전부는 이 부분을 보호선과 함께 공통의 동일 접지전극에 접속해야 한다. 복수의 보호장치를 직렬로 사용할 경우, 본 요구사항은 각 장치로 보호하는 모든 노출도전부에 개별적으로 적용한다.

중성점 또는 중성점이 없는 경우에는 각 발전기실 또는 변압기실의 상전선을 접지시켜야 한다.

413.1.4.2 다음의 조건을 충족해야 한다.

$$R_A \times I_a \leq 50V$$

여기에서

$R_A$  : 노출도전부에 대한 접지전극 및 보호선 저항의 합( $\Omega$ )

$I_a$  : 보호장치를 자동적으로 동작시키는 전류

보호장치가 누전차단기 경우,  $I_a$ 는 정격잔류동작전류  $I_{\Delta n}$ 이다.

동작협조를 목적으로 하는 경우에는 S형 누전차단기(IEC 61008-1과 IEC 61009-1 참조)를 일반형 누전차단기와 직렬로 접속해서 사용할 수 있다. S형 누전차단기와 동작협조를 하기 위해서는 배전회로에서 1초를 넘지 않는 동작시간이 허용된다. 보호장치가 누전차단기인 경우는 다음 중 하나이어야 한다.

- 반환시 특성을 갖는 보호장치에서  $I_a$ 는 5초 이내에 자동차단이 가능한 전류일 것. 또는
- 순시트립 특성을 갖는 보호기에서  $I_a$ 는 순시트립 특성이 가능한 최소전류일 것.

413.1.4.3 413.1.4.2의 조건을 만족시킬 수 없는 경우에는 413.1.2.2 및 413.1.6에 따라 부가 등전위접속을 적용해야 한다.

413.1.4.4 TT 계통에서는 다음의 보호장치를 사용할 수 있다.

- 누전차단기
- 과전류 보호장치

비고 1. 누전차단기는  $R_A$  값이 매우 낮은 TT 계통의 간접접촉보호를 위해서만 사용할 수 있다.

2. 전압동작형 보호장치는 상기의 보호장치를 사용할 수 없는 특수 경우에 사용해도 좋다.

<b>해 설 서</b> IEC 60364 건축전기설비	제4-41부	안전을 위한 보호-감전에 대한 보호
	CODE No.	IEC 60364-4-41 : 2001.8 (KS C IEC 60364-4-41: 2005)

### 413.1.5 IT 계통

413.1.5.1 IT 계통에서 설비는 대지로부터 절연하든가 아니면 충분히 높은 임피던스를 삽입하여 대지와 접속시켜야 한다. 이러한 임피던스 접속은 계통의 중성점 또는 인위적으로 설치한 중성점에서 실시할 수 있다. 인위적으로 설치한 중성점은 제로 시퀀스 임피던스가 충분히 높은 경우에는 대지에 직접 접속해도 좋다. 중성점이 없는 경우에는 상전선을 임피던스 통하여 대지에 접속해도 좋다.

따라서 노출도전부 또는 대지에 대한 단일 고장이 발생한 경우 고장전류는 낮고, 따라서 413.1.5.3의 조건을 만족시키고 있는 경우에는 긴급차단을 요하지 않는다. 그러나 동시에 두 가지 고장이 발생하고 동시에 접근가능한 도전부에 접촉한 사람에게 유해한 병리생리학상의 영향이 나타날 위험을 방지할 수 있는 조치를 취해야 한다.

413.1.5.2 설비의 충전 도체를 대지에 직접 접속해서는 안 된다.

비고 과전압을 줄이고 전압의 발전을 억제하기 위해 임피던스 또는 인위적으로 설치된 중성점을 통해 접지할 필요가 있는 경우가 있다. 이러한 특성은 설비의 요구사항에 적합하여야 한다.

413.1.5.3 노출도전부는 각각, 그룹별 또는 집합적으로 접지시켜야 한다.

비고 고층빌딩과 같은 규모가 큰 건물에서는 보호선을 접지전극에 직접 연결하는 것이 현실적으로 불가능하다. 노출도전부의 접지는 보호선, 노출도전부 및 계통외도전부 간의 결합을 통해 가능하다.

다음 조건을 충족해야 한다.

$$R_A \times I_d \leq 50V$$

여기에서,

$R_A$  : 노출도전부의 접지전극 저항( $\Omega$ )

$I_d$  : 하나의 상전선과 노출도전부 사이에 임피던스를 무시할 수 있는 초기 고장이 발생했을 때의 고장 전류(A).  $I_d$ 값은 전기설비의 누설전류와 총접지임피던스를 고려한다.

413.1.5.4 전원의 연속성이라는 측면에서 IT 계통을 이용한 경우, 충전부에서 노출도전부 또는 대지로의 초기 고장을 표시할 수 있는 절연 모니터링 장치를 설치해야 한다. 절연 모니터링 장치는 음향 및 시각신호를 낼 수 있어야 한다.

음향과 시각신호 모두를 갖추고 있는 경우, 음향 신호는 정지시켜도 좋다. 그러나 고장이 지속될 경우 시각 경보는 계속해야 한다.

비고 초기 고장은 가능한 한 단시간 내에 제거할 것이 권장된다.

413.1.5.5 초기 고장이 발생한 후 제2차 고장 발생시 전원차단 조건은, 모든 노출도전부가 보호선과 상호 접속되어 있는지(일괄 접지) 또는 그룹별이나 개별로 접지되어 있는지의 여부에 따라 다음과 같이 되어야 한다.

- a) 노출도전부가 그룹별 또는 개별로 되어 있는 경우 보호조건은 TT 계통의 조건으로 보고 413.1.4를 적용한다. 단 413.1.4.1의 두 번째 절은 제외한다.
- b) 노출도전부가 보호선으로 일괄 접지를 통해 상호 접속되어 있는 경우 TN 계통의 조건을 413.1.5.6에 따라 적용한다.

<b>해 설 서</b> IEC 60364 건축전기설비	제4-41부	안전을 위한 보호-감전에 대한 보호
	CODE No.	IEC 60364-4-41 : 2001.8 (KS C IEC 60364-4-41: 2005)

413.1.5.6 중성선의 설치여부에 따라 다음의 조건을 충족해야 한다.

중성선이 없는 경우  $Z_s \leq \frac{\sqrt{3} \times U_o}{2I_a}$

중성선이 있는 경우  $Z_s \leq \frac{\sqrt{3} \times U_o}{2I_a}$

여기에서

$U_o$  : 상전선과 중성선 사이의 공칭전압(교류 실효 값)

$U$  : 상간 공칭전압 (교류 실효 값)

$Z_s$  : 회로의 상전선과 보호선을 포함하는 고장루프임피던스

$Z'_s$  : 회로의 중성선과 보호선을 포함하는 고장루프임피던스

$I_a$  : 표 41B에 제시된 차단시간  $t$  (적용 가능한 경우)에서 또는 그 외 기타 모든 회로의 경우는 5초 이내(이 시간이 허용된 경우)에서 보호장치의 동작 전류(413.1.3.5 참조)

표 41B - IT 계통의 최대 차단시간(제2고장)

설비의 공칭전압 $U_o / U$ (V)	차단시간 (s)	
	중성선이 없는 경우	중성선이 있는 경우
120~240 (220/380)	0.8 (-)	5 (-)
230/400	0.4	0.8
400/690	0.2	0.4
580/1000	0.1	0.2

비고 1. IEC 60038에 제시한 허용범위 내의 전압에 대해서는 그 공칭전압에 따른 차단시간을 적용한다.  
 2. 중간전압값의 경우, 표에서 그 다음 높은 값을 사용할 것.  
 3. ( )안은 현재 국내에서 사용하는 전압으로 장래에 IEC 60038 표의 전압으로 사용하기를 권장한다.

413.1.5.7 IT 계통에서는 다음과 같은 모니터링 장치와 보호장치의 사용이 허용된다.

- 절연 모니터링 장치
- 누전차단기

413.1.6 부가 등전위접속

413.1.6.1 동시에 접근가능한 모든 고정기기의 노출도전부와 계통의 도전부 및 가능하다면 철근콘크리트조의 주철근도 포함하여 부가 등전위접속을 실시해야 한다. 등전위 계통은 콘센트를 포함해 모든 기기의 보호선에 접속해야 한다.

413.1.6.2 보조 등전위접속의 유효성이 의심되는 경우에는 동시에 접근이 가능한 노출도전부와 계통의 도전부 사이의 저항 R이 다음 조건을 만족하는지 확인해야 한다.

<b>해 설 서</b> IEC 60364 건축전기설비	제4-41부	안전을 위한 보호-감전에 대한 보호
	CODE No.	IEC 60364-4-41 : 2001.8 (KS C IEC 60364-4-41: 2005)

$$R \leq \frac{50}{I_a}$$

여기에서,  $I_a$  : 보호장치의 동작전류

- 누전차단기의 경우,  $I_{\Delta n}$
- 누전차단기의 경우, 5초간 동작시킨 전류

#### 413.1.7 (481.3.1 삽입) 외부 영향 조건과 관련된 요구사항

일반적으로 413.1의 조건을 적용한다.

IEC 60364-7의 해당 절(예 : 7-704 또는 7-705)에서 규약 접촉전압을 교류 25V 또는 직류 60V(비맥동)로 제한하고 있는 설비 또는 설비 일부에서는 413.1.7.1 및 413.1.7.2의 요구사항 중 하나를 적용한다.

비고 1. 규약 접촉전압을 줄여서 전체 설비에 적용할 경우에는 413.1.7.1의 요구사항을 적용한다.

2. 규약 접촉전압을 줄여서 설비의 일부에만 적용할 경우에는 413.1.7.2의 요구사항 중 하나를 적용한다.

413.1.7.1 (481.3.1.1) IEC 60364-7의 해당 절(예 7-704 또는 7-705)에서 규약 접촉전압을 교류 25V 또는 직류 60V(리플프리)로 제한하고 있는 설비에서는 다음의 요구사항을 적용한다.

- TN 및 IT 계통에서는 IEC 60364-4-41의 표 41A 및 표 41B에서 규정한 최대 차단시간을 다음과 같이 바꿔야 한다.

표 41C(48A) - 최대 차단시간

TN 계통		IT 계통		
설비의 공칭전압	차단시간	설비의 공칭전압	차단시간 s	
$U_o^a$ (V)	s (초)	$U_o/U$ (V)	중성점이 없는 경우 (초)	중성점이 있는 경우 (초)
120	0.35	120-240	0.4	1
220	(-)	(220/380V)	(-)	(-)
230	0.2	230/400	0.2	0.5
277	0.2	277/480	0.2	0.5
400, 480	0.05	400/690	0.06	0.2
580	0.02 <sup>b</sup>	580/1000	0.02*	0.08

<sup>a</sup>  $U_o$ 는 상과 중성선 사이의 전압

<sup>b</sup> 이러한 차단시간을 보증할 수 없는 경우에는 부가 등전위 접속 등 기타 보호조치를 취할 필요가 있음.

<sup>c</sup> ( )안은 현재 국내에서 사용하는 전압으로 장래에 IEC 60038 표의 전압으로 사용하기를 권장한다.

- TT 계통에서는 413.1.4.2의 조건을 다음과 같이 바꾼다.

$$R_d \times I_a \leq 25V$$

- IT 계통에서는 413.1.5.3의 조건을 다음과 같이 바꾼다.

$$R_d \times I_d \leq 25V$$

<b>해 설 서</b> IEC 60364 건축전기설비	제4-41부	안전을 위한 보호-감전에 대한 보호
	CODE No.	IEC 60364-4-41 : 2001.8 (KS C IEC 60364-4-41: 2005)

413.1.7.2 (481.3.1.2) IEC 60364-7의 해당 절에서 규약 접촉전압을 교류 25V 또는 직류 60V(비 맥동)로 제한하고 있는 설비의 일부에서는 다음과 같은 조치 중 하나를 취할 경우에 413.1의 규정을 적용할 수 있다.

- IEC 60364-4-4-41 413.1.6의 조건에 따라 부가 등전위 접속을 적용. 이러한 경우 IEC 60364-4-41 413.1.6.2의 식에서 50이라는 수치를 25로 바꾼다.
  - 정격잔류동작전류가 30mA이하인 누전차단기를 이용한 보호
- 비고 이러한 조건은 설비의 대부분과 관련된 IEC 60364-4-41 413.1의 일반 조건에서 적용하는 설비 전체의 보호 규정 및 IEC 60364-7에서 규약 접촉전압을 제한하는 장소에서의 추가 보호조치 규정에 적용할 수 있다.

#### 413.2 2종기기의 사용 및 이와 동등한 절연

비고 이 수단은 기본 절연의 고장으로 인해 전기기기의 접근 가능한 부위에 위험 전압이 발생하는 것을 방지하기 위한 것이다.

413.2.1 다음에 제시된 바와 같이 전기기기에 부가절연 또는 강화절연을 적용한다.

413.2.1.1 해당 규격에 따라 형식시험을 하고 표시를 적용한 다음과 같은 종류의 기기

- 이중절연 또는 강화절연을 갖는 전기기기(2종기기)
- 종합절연을 갖춘 전기기기의 조립식 부품(IEC 60439 참조)

비고 이 장비는 기호 回로 식별한다.

413.2.1.2 전기기기의 시공과정에서 413.2.2 ~ 413.2.6에 부합하고 413.2.1.1을 따르는 전기기기와 동등한 안전등급을 갖춘 경우, 기본절연만을 갖춘 전기기기에 적용되는 부가절연

비고 외함의 내외부의 잘 보이는 위치에 그림기호 ⊗를 표시할 것

413.2.1.3 전기설비의 시공과정에서 413.2.3 ~ 413.2.6에 부합하고 413.2.1.1을 따르는 전기기기와 동등한 안전등급을 갖춘 경우, 비절연 충전부에 적용된 강화절연. 이러한 절연은 그 구조상 이중절연의 적용이 어려운 경우에만 허용된다.

비고 외함의 내외부의 잘 보이는 위치에 기호 ⊗를 표시할 것.

413.2.2 모든 도전부가 기본절연만으로 충전부로부터 이격되어 있는 운전 준비된 전기기기는 보호등급 IP2X 이상의 절연 외함 안에 수용되어 있어야 한다.

413.2.3 절연 외함은 발생할 우려가 있는 기계적, 전기적 및 열적 응력에 대한 내력이 있어야 한다.

페인트, 니스 및 이와 비슷한 물질의 도장은 일반적으로 이 요구사항에 부합한다고 볼 수 없다. 단 이러한 요구사항이, 관련 규격에 의해 그 사용이 인정된 경우 및 관련 시험조건에 따라 시험한 절연도장인 경우 그러한 도장처리를 한 형식시험된 외함의 사용을 배제하는 것은 아니다.

비고 연면거리와 공간거리에 대한 요구사항은 IEC 60664를 참조

413.2.4 절연 외함을 사전에 시험하지 않아서 그 유효성이 의심스러운 경우에는 제6부에 명시한 조건에 따라 절연내력시험을 실시해야 한다.

413.2.5 전위(電位)가 전도될 우려가 있는 도전부가 절연 외함을 통과해서는 안 된다. 절연 외함에 절연재 나사를 사용한 경우 이것을 금속 나사와 교환했을 시에 절연 외함의 절연성을 손상시키는 물질이어서는 안 된다.

비고 기계적 연결부 또는 접속부(예 : 불박이 장치의 조작핸들)가 절연 외함을 통과해야 하는 경우에는 고장시 감전에 대한 보호의 기능이 손상되지 않는 방법으로 배치해야 한다.

<b>해 설 서</b> IEC 60364 건축전기설비	제4-41부	안전을 위한 보호-감전에 대한 보호
	CODE No.	IEC 60364-4-41 : 2001.8 (KS C IEC 60364-4-41: 2005)

413.2.6 절연 외함의 뚜껑이나 문을 공구 또는 열쇠를 사용하지 않고도 열 수 있다면, 개방했을 때 접근이 가능한 전체 도전부를 작업자가 무의식적으로 접촉하는 것을 방지하기 위해 보호등급 IP2X 이상이 절연 장벽의 후부에 두어야 한다. 이러한 절연 장벽은 공구를 사용해서만 제거할 수 있어야 한다.

413.2.7 절연 외함으로 둘러싸인 도전부를 보호선에 접속해서는 안 된다. 단, 전원회로가 외함을 관통하는 전기기기의 다른 품목들을 사용하기 위해 외함을 관통할 필요가 있는 보호선을 접속하기 위한 준비를 할 수 있다. 외함의 내부에서는 이들 도체 및 단자는 모두 충전부로 간주하여 절연하고 그 단자에 적절하게 표시를 해야 한다.

관련 기기의 규격에서 특별히 규정하지 않는 한 노출도전부와 중간부를 보호선에 접속해서는 안 된다.

413.2.8 외함은 이러한 방법으로 보호하고 있는 기기의 기능에 악영향을 미쳐서는 안 된다.

413.2.9 413.2.1.1에 제시된 기기의 설치(예 : 고정, 도체의 접속 등)는 해당 기기의 규격에 따라 보호 기능을 손상하지 않는 방법으로 실시해야 한다.

### 413.3 절연 장소

비고 이 보호수단은 충전부의 기본절연 고장으로 인해 서로 다른 전위가 발생할 우려가 있는 부분에 대한 동시접촉을 방지하는 것을 목적으로 한다.

다음 조건을 모두 만족할 경우 0종기기의 사용을 인정한다.

413.3.1 노출도전부는, 충전부의 기본절연 고장으로 인해 서로 다른 전위가 발생할 우려가 있는 경우, 통상의 환경에서 인체가 다음과 같은 부분에 동시에 접촉하지 않도록 배치해야 한다.

- a) 두 개의 노출도전부
- b) 하나의 노출도전부와 계통외 도전부

413.3.2 절연장소에서는 보호선이 없어야 한다.

413.3.3 이러한 절연구간에 절연성 바닥 및 벽이 있고 다음 중 하나 또는 그 이상이 적용된 경우에는 413.3.1을 충족한다.

- a) 노출도전부 사이의 간격뿐만 아니라 노출 도전부와 계통외 도전부 사이의 적절한 간격. 두 부분간의 거리가 2m이상인 경우는 적절한 간격으로 보아도 무방하다. 접촉범위를 벗어나면 두 부분간의 거리를 1.25m로 줄여도 무방하다.
- b) 노출도전부와 계통외도전부 사이에 유효한 장애물의 삽입. 장애물에 의해 거리가 a)에 제시된 값을 초과한 경우에 삽입된 장애물은 충분히 유효하다. 삽입된 장애물은 대지 또는 노출도전부에 접속해서는 안 된다. 또한 장애물은 가능한 한 절연재료로 구성되어야 한다.
- c) 계통외 도전부의 절연 또는 절연처리. 절연은 충분한 기계적 강도를 가지고 2000V 이상의 시험전압을 견디는 것이어야 한다. 누설전류는 통상 사용조건에서 1mA 이하이어야 한다.

413.3.4 IEC 60364-6에 규정된 조건하에서 절연성 바닥과 벽의 저항은 각 측정점에서 다음 값 이상이어야 한다.

- 설비의 공칭전압이 500V 이하의 경우 : 50kΩ
- 설비의 공칭전압이 500V를 초과한 경우 : 100kΩ

비고 어떠한 점에서도 저항이 규정값 미만인 경우 그 바닥과 벽은 감전에 대한 보호의 측면에서 계통외 도전부로 보아야 한다.

<b>해 설 서</b> IEC 60364 건축전기설비	제4-41부	안전을 위한 보호-감전에 대한 보호
	CODE No.	IEC 60364-4-41 : 2001.8 (KS C IEC 60364-4-41: 2005)

413.3.5 배치는 영구적이어야 하며 그 배치를 무효하게해서는 안 된다. 또한 이동형 또는 휴대형 기기를 사용하는 경우에는 확실한 보호가 이루어져야 한다.

비고 1. 전기설비가 충분히 관리되고 있지 않다면 차후 추가 도전부(예 : 이동형이나 휴대형 1종기기 또는 금속 수도관 등의 계통의 도전부)가 삽입될 경우 위험이 발생할 수 있으므로 주의가 필요하다. 이 경우는 413.3.5에 부합하지 않는다.

2. 바닥 및 벽의 절연이 습기의 영향을 받지 않도록 하는 것이 중요하다.

413.3.6 계통의 도전부가 외부적으로 해당 장소에 전위를 야기하지 않도록 조치를 취해야 한다.

#### 413.4 비접지 국부 등전위 접속에 의한 보호

비고 비접지 국부 등전위 접속은 위험한 접촉전압의 발생을 방지하는 것을 목적으로 한다.

413.4.1 등전위 접속 전선은 동시에 접근이 가능한 모든 노출도전부 및 계통의 도전부를 상호 접속해야 한다.

413.4.2 비접지 국부 등전위 접속 계통은 노출도전부 또는 계통의 도전부를 통하여 대지에 직접 전기적으로 접촉해서는 안 된다.

413.4.3 특히 대지로부터 절연된 도전성 바닥이 비접지 등전위 접속 계통에 접속되어 있는 경우에는 등전위 장소 내에 있는 사람이 위험한 전위차에 노출되지 않도록 주의해야 한다.

#### 413.5 전기적 이격

비고 개별회로의 전기적 이격은 회로의 기본절연 고장으로 인해 노출도전부가 충전되고 거기에 접촉함으로써 감전전류가 흐르는 것을 방지하는 것을 목적으로 한다.

413.5.1 전기적 이격을 통한 보호는 413.5.1.1에서 413.5.1.5까지의 모든 요구사항 및 다음 규정에 적합해야 한다.

- 하나의 장치에 공급되는 경우는 413.5.2
- 두개 이상의 장치에 공급된 경우는 413.5.3

비고 회로의 공칭전압(V)과 배선 계통의 길이(m)의 곱이  $100,000^2$ 를 넘지 않는 것이 바람직하다. 배선 계통의 길이는 500m를 넘지 않는 것이 좋다.

413.5.1.1 회로는 다음과 같은 이격 전원에서 공급되어야 한다.

- 절연변압기(검토 중) 또는
- 상기 절연변압기와 동등한 안전등급을 갖는 전원(예 : 동일 절연 권선을 갖는 전동발전기. 하나의 전원 계통에 접속하는 이동형 전원)

비고 특히 높은 시험전압에 견디는 성능은 필요한 절연등급을 보장하는 방법으로 인식되고 있다.

하나의 전원 계통에 접속하는 이동형 전원은 413.2에 따라 선정하여 설치해야 한다.

고정형 전원은 다음 중 하나이어야 한다.

- 413.2에 따라 선정, 설치한 것
- 413.2의 조건을 충족하는 절연으로 출력을 입력 및 외함으로부터 이격한다. 이러한 전원이 복수의 기기에 공급될 경우에는 해당 기기의 노출도전부를 전원의 금속 외함에 접속해서는 안 된다.

413.5.1.2 전기적으로 이격된 회로의 전압은 500V 이하이어야 한다.

<b>해 설 서</b> IEC 60364 건축전기설비	제4-41부	안전을 위한 보호-감전에 대한 보호
	CODE No.	IEC 60364-4-41 : 2001.8 (KS C IEC 60364-4-41: 2005)

413.5.1.3 분리시킨 회로의 충전부는 어떠한 부분에서도 다른 회로 또는 대지와 접속되어서는 안 된다. 지락 위험을 방지하기 위해, 특히 가요성 케이블과 코드와 같은 부분이 대지로부터 절연되어 있는지 각 별히 주의를 기울여야 한다.

배치는 절연변압기의 입력과 출력 간의 전기적 이격을 보장하는 것이어야 한다.

비고 전기적 이격은 계전기, 접촉기, 보조 개폐기와 같은 전기기기의 충전부와 다른 회로 사이에 특히 필요하다.

413.5.1.4 가요성 케이블과 코드는 기계적 손상을 받기 쉬운 부분 전체에 걸쳐 육안으로 확인할 수 있어야 한다. 그 유형에 대한 세부사항은 아직 검토중이다.

413.5.1.5 이격 회로에서는 개별 배선 계통을 사용하는 것이 바람직하다. 이격 회로와 다른 회로에 동일 배선 계통의 전선사용이 불가피한 경우에는 금속 외장이 없는 다심케이블이나 절연성 전선관, 덕트 혹은 트렁킹에 넣은 절연도체를 사용해야 한다. 이 경우에 정격전압은 여기서 발생할 우려가 있는 최대 전압 이상이어야 하며 각 회로는 과전류에 대해 보호되어야 한다.

413.5.2 장치의 단일 품목에 전원을 공급할 경우, 이격 회로의 노출도전부는 다른 회로의 보호선 또는 노출도전부에 접속해서는 안 된다.

비고 이격 회로의 노출도전부가 고의로 또는 우연히 다른 회로의 노출도전부에 접촉할 우려가 있는 경우 감전에 대한 보호는 단순히 전기적 이격에 의한 보호뿐만 아니라 다른 회로의 노출도전부가 필요로 하는 보호수단에 더 이상 의존하지 않는다.

413.5.3 손상과 절연사고로부터 이격회로를 보호하기 위한 예방조치가 취해진 경우에는 413.5.1.1에 적합한 전원으로 413.5.3.1에서 413.5.3.4까지의 모든 요구사항이 충족된다면 복수의 장치에 공급할 수 있다.

비고 413.5.2의 비고 참조.

413.5.3.1 이격 회로의 노출도전부는 절연된 비접지 등전위 접속 전선을 통해 상호 접속해야 한다. 이러한 도체는 다른 회로의 보호선이나 노출도전부 또는 기타 계통의 도전부에 접속해서는 안 된다.

비고 413.5.2의 비고 참조.

413.5.3.2 모든 콘센트는 413.5.3.1에 따라 설치한 등전위 접속 계통에 접속해야 할 보호접점을 갖추고 있어야 한다.

413.5.3.3 2중기기에 사용할 경우를 제외하고 모든 가요성 케이블은 등전위접속용 도체로서 사용하기 위한 보호선을 갖추고 있어야 한다.

413.5.3.4 두개의 노출도전부에 영향을 미칠 수 있는 두 가지 고장이 발생하고 극성이 서로 다른 도체로부터 전원이 공급되는 경우, 보호 장치는 표 41A에 제시된 시간 이내에 전원을 확실히 차단할 수 있어야 한다.

<b>해 설 서</b> IEC 60364 건축전기설비	제4-41부	안전을 위한 보호-감전에 대한 보호
	CODE No.	IEC 60364-4-41 : 2001.8 (KS C IEC 60364-4-41: 2005)

### 참 고 문 헌

IEC 60038 : 1983, IEC standard voltages

IEC 60479 (all parts), Effects of current on human beings and livestock

IEC 60529 : 1989, Degrees of protection provided by enclosures (IP Code)

IEC/TR 61200-413 : 1996, Electrical installation guide - Part 413 : Protection against indirect contract - Automatic disconnection of supply

<b>해설서</b> IEC 60364 건축전기설비	제4-41부	안전을 위한 보호-감전에 대한 보호
	CODE No.	IEC 60364-4-41 : 2001.8 (KS C IEC 60364-4-41: 2005)

**【IEC 60364-4-41 감전에 대한 보호 해설】**

1. 감전 보호 방식의 종류

제4부에서는 안전보호에 대해 IEC 60364-1의 “131.2 감전보호”의 개념을 설명하고 있다. 그 중 사람 또는 가축의 감전 보호는 직접 접촉 보호, 간접 접촉 보호에 의해 실시해야 한다고 밝히고 있다. 직접 접촉 보호란 전기설비 충전부에 접촉해서 생기는 위험에 대한 사람 또는 가축의 보호를 말한다. 한편 간접 접촉 보호란 고장시 노출 도전성 부분에 접촉해 생길지도 모르는 위험에 대한 사람 또는 가축의 보호를 말한다.

가. 직접 또는 간접 접촉 보호를 동시에 실시하는 방법(IEC 60364-4-41의 411)

- 1) 특별 저압에 의한 보호 : 사용 전압 범위, 전원 종류, 비접지 회로(SELV), 접지 회로(PELV) 각각의 구성 요소 및 콘센트와 플러그의 조건을 설명한다.
- 2) 방출에너지 제한에 따른 보호 : 검토중
- 3) FELV 시스템 : 기능상 ELV를 사용하는 경우에 적용하는 시스템으로 SELV 또는 PELV가 필요 없는 경우

ELV, SELV, PELV 및 FELV의 기호는 다음과 같다.

- (1) ELV : Extra Low Voltage
- (2) SELV : Safety Extra Low Voltage
- (3) PELV : Protective Extra Low Voltage
- (4) FELV : Functional Extra Low Voltage

나. 정상 공급시의 감전보호 : 직접 접촉 보호(IEC 60364-4-41의 412)

- 1) 충전부의 절연에 의한 보호
- 2) 격벽 또는 외함에 의한 보호
- 3) 장애물에 의한 보호
- 4) 손의 접근한계(arm's reach) 외측 설치에 따른 보호
- 5) 누전 차단기에 의한 추가 보호

직접 접촉 보호는 상기 “1)~4)”가 단독으로 적용할 수 있는 방법이다. “5)”의 누전차단기에 의한 추가보호는 “1)~4)”의 방법에 더하여 추가적으로 이용하는 보호 방법이 있고 단독으로 적용할 수 있는 방법은 없다.

다. 고장시 감전보호 : 간접접촉보호(IEC 60364-4-41의 413)

- 1) 전원의 자동 차단에 의한 보호
- 2) 2중기기의 사용 또는 그와 동등한 절연에 의한 보호
- 3) 비 도전성 장소에 의한 보호 : 비 도전성 장소로서의 요건(이격거리, 내압, 절연저항)을 규정한다.
- 4) 비접지용 국부적 등전위 본딩에 의한 보호 : 등전위본딩 방법에 대해 규정한다.
- 5) 전기적 분리에 의한 보호 : 개별 전원 방식으로 하는 경우의 요건에 대해 규정한다.

<b>해설서</b> IEC 60364 건축전기설비	제4-41부	안전을 위한 보호-감전에 대한 보호
	CODE No.	IEC 60364-4-41 : 2001.8 (KS C IEC 60364-4-41: 2005)

## 2. 감전 보호 체계

전기 설비에서 감전 보호는 사람의 생명에 관계된 가장 중요한 보호로서 특별저압보호, 직접접촉 보호, 간접접촉보호가 있으며, 그림 41-1 감전보호 체계를 나타낸 것이다. 이를 위해 전기설비에 서 감전 보호는 2개의 보호 수단을 조합해서 시행할 수 있도록 규정하고 있다. 이 2개의 보호 수 단이 실시되었을 때 비로소 감전 보호를 시행하고 있다고 본다. 또한, 특별 저압에 의한 보호는 직접 접촉 보호와 간접 접촉 보호를 1개의 보호 수단으로 실현하는 것이다.

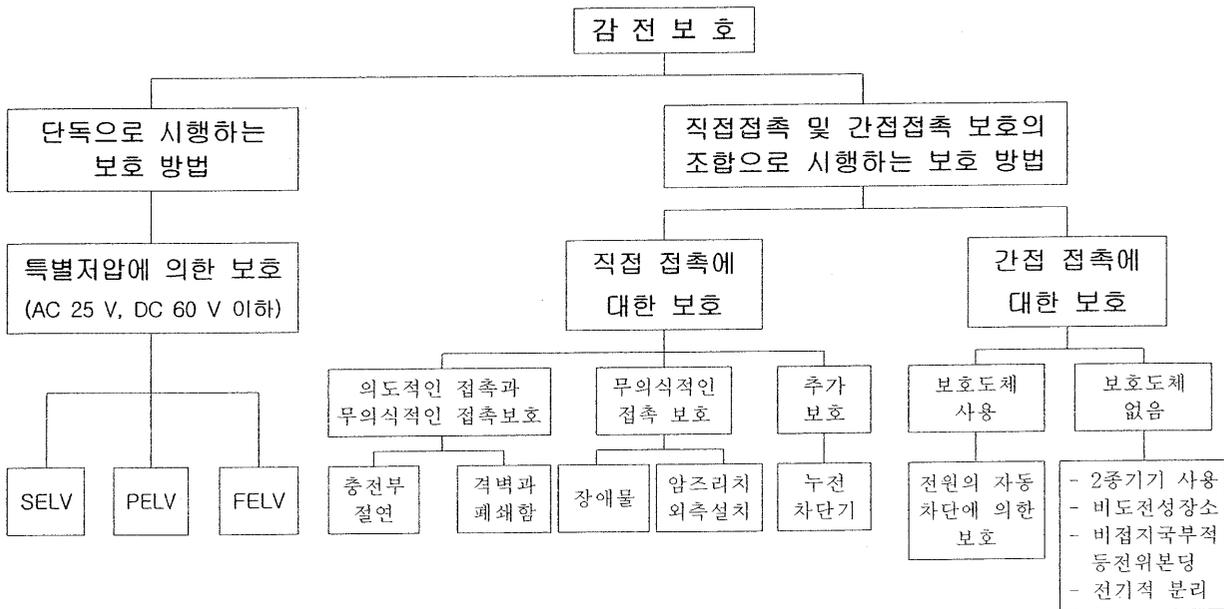


그림 41-1 감전 보호 체계

## 3. 감전 보호 기본

### 가. 허용 접촉 전압과 통전 시간

IEC 60364-4-41의 413.1의 전원의 자동 차단에 의한 보호 수단은 절연 고장인 경우 생리적 장 애를 일으키기 충분한 시간에 걸쳐 위험한 접촉전압을 가하는 것을 방지하려는 의도가 있다. 이 요구를 만족하려면 고장이 일어났을 때 위험한 접촉 전압이 지속되지 않도록 고장전류를 빠 리 차단해야 한다.

즉, 교류 50 V(실효값) 또는 직류 120 V(리플프리)를 초과하는 접촉전압이 생리학상 유해한 영 향의 위험을 미치는 시간이 지속되지 않도록 하는 것이다.

이를 위한 보호수단은 일반적으로 다음 2가지 조건의 조합에 의존한다.

#### 1) 고장 전류가 순환하는 루프 설정

이것은 접지 계통 종류에 의존한다.

각 접지계통(TN, TT 또는 IT)에서 사용하는 기기의 모든 노출 도전성 부분을 접속해 고장 루프를 형성하기 위한 보호 도체 설치를 필요로 한다(각 접지 계통 : TN, TT, IT에 따라 고 장루프가 다르다). 보호도체는 IEC 60364-5-54로 규정하는 단면적 및 접속·공사방법에 기초 해 설치해야 한다.

<b>해설서</b> IEC 60364 건축전기설비	제4-41부	안전을 위한 보호-감전에 대한 보호
	CODE No.	IEC 60364-4-41 : 2001.8 (KS C IEC 60364-4-41: 2005)

2) 적절한 보호 장치에 의한 최대 시간내 고장전류의 차단

이 최대 시간은 접촉 전압, 고장 확률, 고장시 사람이 기기에 접촉할 확률 등의 파라미터에 의존한다. 접촉 전압의 허용 가능 한도 및 지속 시간은 인체에 미치는 통과 전류 효과에 기초한다. 접지 계통 방식에 따라 결정되는 특성을 지닌 보호 장치 설치를 요구하는 것이다. 보호 장치는 과전류 보호 장치, 지락전류 보호 장치(누전차단기)를 사용한다. 지락 전류 보호 장치에 대해 IEC 60364에서는 residual-current devices로 기록하고 있다.

나. 인체에 미치는 전류의 효과

1) 요소

인체에 미치는 전류의 효과는 다음 2 가지 요소로 좌우된다.

이 2 가지 요소는 인체에 접촉 전압이 인가된 경우 유해한 생리적 효과를 미치지 않는 추정 접촉 전압과 그 지속 시간을 확립하는 기초가 된다.

- ① 인체를 통과하는 전류의 크기와 시간이 인체에 미치는 영향
- ② 접촉 전압 크기에 따른 인체의 전기 임피던스 변화

2) 전류 크기와 시간

인체에 미치는 교류 전류의 영향과 시간의 관계는 그림 41-2처럼 나타나며 각각의 생리학적 영향은 표 41-1과 같다.

그림 41-2에 나타내는 곡선 Lc(차단 시간과 전류의 함수)는 영역 AC-4 경계 이하로 일정한 안전상의 여유를 갖고 설정한 것으로 전원 자동 차단에 의한 보호 수단으로 이용해야 할 추정 접촉 전압과 차단 시간의 관계를 규정하기 위한 기초가 된다.

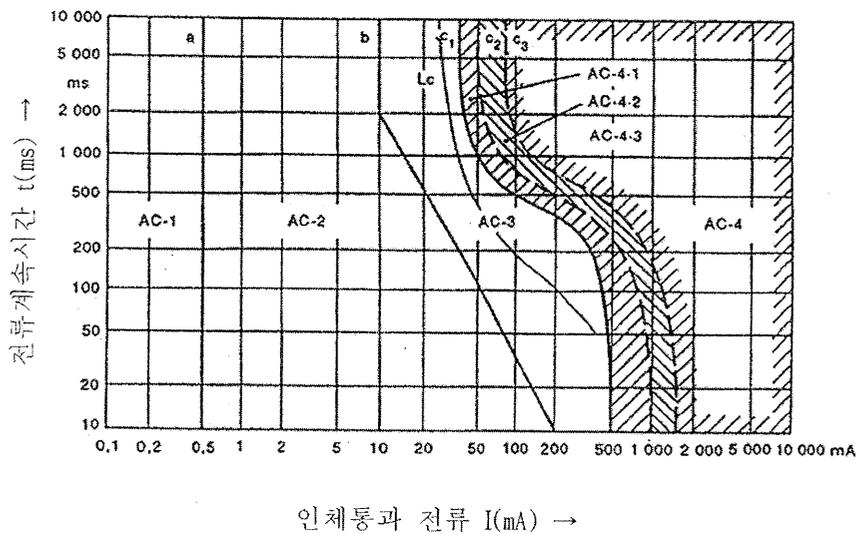


그림 41-2 인체에 미치는 교류전류(15Hz~100Hz) 영향에 관한 시간/전류 구역(IEC 61200-413)

<b>해 설 서</b> IEC 60364 건축전기설비	제4-41부	안전을 위한 보호-감전에 대한 보호
	CODE No.	IEC 60364-4-41 : 2001.8 (KS C IEC 60364-4-41: 2005)

표 41-1 시간/전류 영역에 따른 인체의 생리학적 영향

영역	영역 범위	생리학적 영향
AC-1	0.5mA(선a)까지	보통 반응하지 않는다.
AC-2	0.5mA에서 선 b까지	보통 유해한 생리학적 영향은 없다
AC-3	선 b에서 곡선 c <sub>1</sub> 까지	보통 예상되는 기관장해는 없고 전류가 2초보다 길게 지속하는 경우 경련성의 근육수축이나 호흡곤란 가능성이 있다. 전류 값과 시간의 증가에 따라서 심실세동이나 일시적 심장정지를 포함한 심장 임펄스의 생성과 전도의 회복 가능한 혼란이 심실세동의 원인이 된다.
AC-4	곡선 c <sub>1</sub> 의 위쪽	전류 값과 시간의 증가에 따라서 심장 정지, 호흡 정지, 3도 화상 등 위험한 병태 생리학적 영향이 영역 AC-3의 영향에 증가되어 일어날 가능성이 있다.
AC-4.1	c <sub>1</sub> - c <sub>2</sub>	심실 세동의 확률이 5%까지 증대
AC-4.2	c <sub>2</sub> - c <sub>3</sub>	심실 세동의 확률이 약 50% 이하
AC-4.3	c <sub>3</sub> 초과 영역	심실 세동의 확률은 약 50% 초과

비고 1. 통전 계속 시간이 10ms 미만의 경우, 선 b의 인체 통과 전류 한계 값은 200mA로 일정함.

2. 심실 세동이란 심실근육이 국부적으로 불규칙한 수축 운동을 하는 상태

### 3) 인체의 전기임피던스

접촉 전압을 결정하기 위한 인체의 전기적 임피던스는 다음 2 가지 조건으로 양상이 달라진다.

- 인체에서 가장 고장 전류 통전 가능성이 높은 경로
- 환경 조건, 예를 들어 물의 존재 및 사람과 대지와와의 접촉상태

인체의 다른 부분에서 전기적 임피던스의 경로, 곧 손에서 손으로, 손에서 발로 등 그 값이 인가되는 전압에 의존한다. 또한 피부 상태는 그 임피던스에 큰 영향을 미친다. 접촉전압의 한계 선정시 인구의 95 % 가 그 값을 상회하는 최저 임피던스 값을 고려한다.

그 때 양손에서 양발로 흐르는 전류 경로를 가정한다. 이것은 최소저항으로 대부분이 심근을 포함하는 경로이다.

실제로 생길 조건을 고려하면 일반적인 상태는 다음과 같은 일반 특성을 가질 것으로 여겨진다.

- 건조 또는 습한 시점(또는 장소)
- 밀접한 관계를 가진 저항을 나타내는 바닥

일반 상황에서의 보호 조건은 다음과 같은 전기적 임피던스 Z를 고려해 결정한다.

$$Z = 1,000 + 0.5Z_{T5\%} [\Omega] \quad \text{-----} \quad \text{①}$$

1,000 Ω 이라는 값은 신발(양쪽 발)과 바닥 저항 양쪽을 고려해 선정한 것이다.

<b>해 설 서</b> IEC 60364 건축전기설비	제4-41부	안전을 위한 보호-감전에 대한 보호
	CODE No.	IEC 60364-4-41 : 2001.8 (KS C IEC 60364-4-41: 2005)

건조 지점에서의 경험과 측정에 의해 상당히 광범위한 각종 값을 구한다. 그 결과로 전형적인 신발과 바닥 면에서는 적어도 1,000 Ω 정도의 값을 갖는다.

이 값은 안전성 면에 상당한 여유를 준 것으로 여겨진다.

물에 젖은 상태로 건조가 힘든 환경조건에서는 주어진 임피던스보다 낮은 값을 이용해야 한다.  $Z_{T5\%}$ 는 인구의 95 %가 이 값을 상회하는 것으로 하고 IEC 479-1, 표 1에 나타낸 인체 전체의 임피던스 값이다(최소 수치는 IEC 479-1 표 1에 나타낸다).  $Z_{T5\%}$  값은 인체 임피던스가 추정 접촉 전압( $U_t$ )에 의존한다는 가정에 따라 선정된 것이다.

접촉 전압은 감전 전류가 흐르지 않는 경우에 인체에 적용할 수 있는 전위차이다. 실제로 인체는 통전 중에 좀더 낮은 전압( $U_c$ )을 경험한다. 따라서 위와 같은 가정에 따라 도출된 추정 접촉 전압값은 좀더 안전 여유를 가진 것이라고 할 수 있다.

① 식에서 계수 0.5는 IEC 479-1의 제2그룹에 나타낸 한 손과 양발 사이의 접촉에 대해 양손, 양발의 이중 접촉을 고려한 것이다.

#### 다. 추정 접촉 전압과 차단 시간의 관계

위에서 설명한 개념에 따라 일반 상태에서의 추정 접촉전압과 차단시간 사이의 관계로 IEC 에서는 추정 접촉 전압( $U_t$ )의 함수로 표 41-2처럼 나타내며 그림 41-3의 L곡선으로 나타낸다. 추정 접촉 전압( $U_t$ )의 함수로 표 41-2에는 다음 값을 규정하고 있다.

- 앞에서 설명한 전기적 임피던스( $Z$ )
- 인체 통과 전류( $I$ )
- 그림 41-3의 L곡선에서 구하는 차단시간( $t$ )

여기에서 표 41-2의 50 V 값은 규약 접촉 전압 한도( $U_L$ )(conventional touch voltage limit)로 정해져 있다. 바꾸어 말해 이 값은 연속 허용 접촉 전압이라고 할 수 있다.

표 41-2 추정 접촉 전압과 최대 차단 시간의 관계 (IEC 61200-413의 표 A)

추정접촉전압( $U_t$ ) [V]	$Z$ [Ω]	$I$ [mA]	$t$ [s]
≤ 50	1,725	29	∞
75	1,625	46	0.60
100	1,600	62	0.40
125	1,562	80	0.33
220	1,500	147	0.18
300	1,460	205	0.12
400	1,425	280	0.07
500	1,400	350	0.04

<b>해 설 서</b> IEC 60364 건축전기설비	제4-41부	안전을 위한 보호-감전에 대한 보호
	CODE No.	IEC 60364-4-41 : 2001.8 (KS C IEC 60364-4-41: 2005)

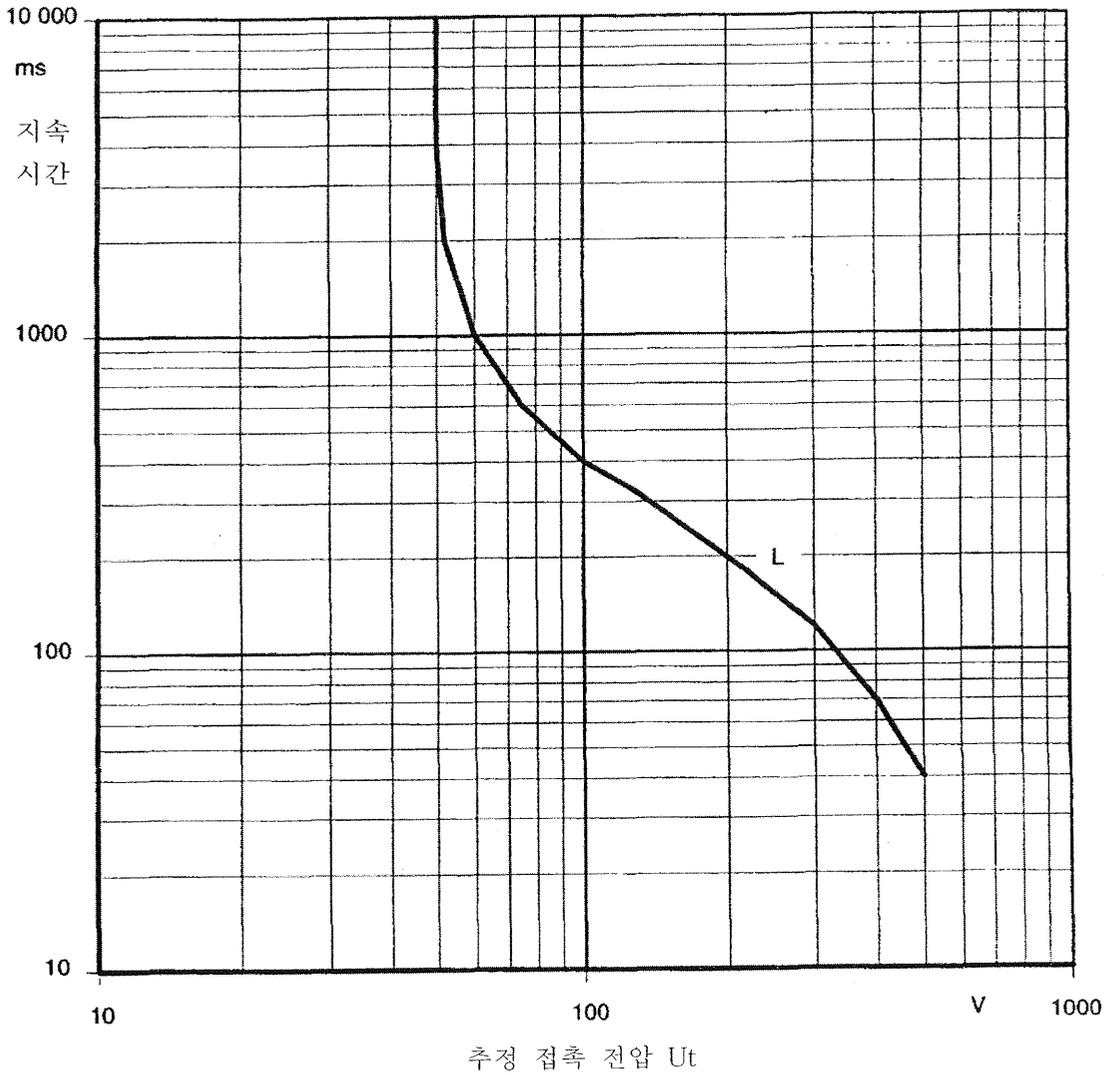


그림 41-3 일반 상태에서 추정 접촉 전압  $U_t$ 의 최대시간(IEC 61200-413 그림 2)

<b>해설서</b> IEC 60364 건축전기설비	제4-41부	안전을 위한 보호-감전에 대한 보호
	CODE No.	IEC 60364-4-41 : 2001.8 (KS C IEC 60364-4-41: 2005)

**【IEC 60364-4-41의 411. 직접 및 간접 접촉 보호 해설】**

직접 및 간접 접촉 보호 양쪽의 목적을 달성하는 보호 수단을 그림 411-1에 나타낸다.

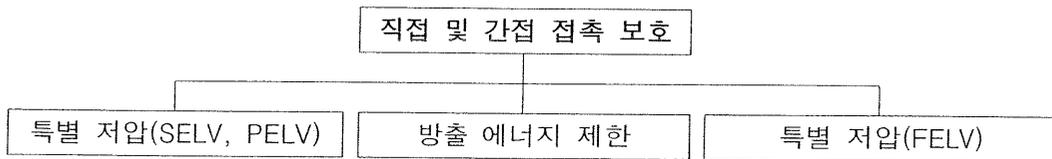


그림 411-1 직접 및 간접 접촉 보호 양쪽의 목적을 만족하는 보호수단

1. 특별 저압에 의한 보호(SELV 및 PELV) (IEC 60364-4-41의 411.1)

가. 공통 사항

특별 저압에 의한 보호는 교류 50 V 이하, 직류 120 V 이하의 공칭 전압(전압 밴드 I) 또는 다음 중에서 어느 하나의 조건에 적합하도록 시설하는 것에 의해 직접 및 간접 접촉 보호 양쪽의 목적을 만족하는 보호 수단이다.

- “2) 전원”(SELV와 PELV 전원)에 표시된 전원 중 하나로 공급되는 것.
- “3) 분리”(회로의 분리)의 모든 조건과 다음 중 하나에 적합한 것.
  - 비접지 회로(SELV)는 SELV 시스템 설계조건
  - 접지 회로(PELV)는 PELV 시스템 설계조건

[참고]

이 보호 수단은 사용 전압을 낮은 값으로 억제함으로써 직접 및 간접 접촉 보호의 양쪽을 동시에 실현하도록 하는데 있다.

적용 회로의 접지방식에 의해

- 비접지 회로 보호 수단 : SELV 시스템
- 접지 회로 보호 수단 : PELV 시스템

으로 구분되고 각기 대비하여야 할 조건이 정해진다.

<b>해 설 서</b> IEC 60364 건축전기설비	제4-41부	안전을 위한 보호-감전에 대한 보호
	CODE No.	IEC 60364-4-41 : 2001.8 (KS C IEC 60364-4-41: 2005)

1) 사용 전압 (IEC 60364-4-41의 411.1.1)

공칭 전압이 전압 밴드 I 이하일 것

여기에서 전압 밴드에 대해 IEC 60449(KS C IEC 60449)(건축 전기 설비의 전압 밴드)에서 다음과 같이 규정하고 있다.

① 전압 밴드 종류

전압 밴드 종류를 표 411-1에 나타낸다.

표 411-1 전압 밴드 종류

종류	전압 밴드의 적용 범위
밴드 I	① 전압값의 특정 조건에 따라 감전 보호를 실시하는 경우의 설비 ② 전기통신, 신호, 벨, 제어 및 경보 설비 등 기능상의 이유로 전압을 제한하는 설비
밴드 II	가정용, 상업용 및 공업용 설비에 공급하는 전압을 포함한다. 또한, 이 밴드는 공공 배전 계통 전체의 전압을 포함한다.

② 전압 밴드

설비 공칭 전압에 대응한 교류 및 직류의 전압 밴드는 표 411-2 및 표 411-3에 나타낸다.

표 411-2 교류 전압 밴드

밴드	접지 계통		비접지 또는 비 유효 접지계통*
	대 지	선 간	선 간
I	$U \leq 50$	$U \leq 50$	$U \leq 50$
II	$50 < U \leq 600$	$50 < U \leq 1,000$	$50 < U \leq 1,000$

주) 1. U : 설비의 공칭 전압 [V]  
2. \* 중성선이 있는 경우 1상과 중성선에서 공급되는 전기 기기는 그 절연이 선간 전압에 해당되는 것을 선정할 것.

비고 이 전압밴드의 분류는 개개의 규정에서 중간 전압 값을 제외하는 것은 아니다.

표 411-3 직류 전압 밴드

밴드	접지 계통		비접지 또는 비 유효 접지계통*
	대 지	선 간	선 간
I	$U \leq 120$	$U \leq 120$	$U \leq 120$
II	$120 < U \leq 900$	$120 < U \leq 1,500$	$120 < U \leq 1,500$

주) 1. U : 설비의 공칭 전압 [V]  
2. \* 중성선이 있는 경우 1상과 중성선에서 공급되는 전기 기기는 그 절연이 극간 전압에 해당되는 것을 선정할 것.

비고 1. 이 표의 값은 리플 프리 직류를 대상으로 한다.

2. 이 전압 밴드의 분류는 개개의 규정에서 중간 전압 값을 제외하는 것은 아니다.

<b>해 설 서</b> IEC 60364 건축전기설비	제4-41부	안전을 위한 보호-감전에 대한 보호
	CODE No.	IEC 60364-4-41 : 2001.8 (KS C IEC 60364-4-41: 2005)

2) 전원 (IEC 60364-4-41의 411.1.2)

① 전원은 다음 중 하나로 공급되는 것으로 한다.

(ㄱ) 안전 절연 변압기(IEC 60742에 적합)

[참고]

IEC 60742에서 말하는 안전 절연 변압기는 2권선 방식의 변압기로 대략 다음 표 411-4와 같이 규정되어 있다.

표 411-4 안전 절연 변압기 개요

항 목	내 용
용 도	일반용, 완구용, 벨용, 3종 조명기구용과 의료용
용 량	단상 10 kVA, 다상 16 kVA 이하
출력전압	무부하 AC 50 V 이하
내 전 압	권선간-500 V, 충전부 대지간-250 V/기초절연, 500 V/강화절연

(ㄴ) 안전 절연 변압기와 동등한 안전 등급을 갖는 전원(예 : 권선이 동등하게 절연이 된 전동 발전기)

(ㄷ) 전기 화학적 전원(예 : 축전지) 또는 보다 높은 전압 회로에서 독립된 기타 전원(예 : 디젤발전기)

(ㄹ) 전자 장치에서 내부 고장인 경우에도 출력 단자 전압이 50 V 이하를 초과하지 않도록 보증하는 수단이 취해진 적절한 기준에 따라 제작한 전자장치

[참고]

일종의 전자장치로 내부고장인 경우에도 출력단자의 전압이 50 V 이하(전압 밴드 I)가 되는 것을 보증하는 방식을 구할 것. 수하(垂下)의 특성(두 가지 양 사이의 관계를 나타내는 특성 곡선으로 가로축 양의 증가와 함께 세로축 양의 값이 감소하는 성질로 시간과 함께 특성 값이 서서히 저하하는 특성)을 가진 기기는 여기에 해당한다.

다만, 직접 또는 간접 접촉시 출력 단자의 전압이 곧바로 50 V 이하로 내려가는 것이 보증되는 경우에는 출력 단자의 전압이 높아도 상관없다. 이 장치의 예로 절연 시험 장치가 있다. 또한 출력 단자에 좀 더 높은 전압이 나타나는 경우 출력 단자의 전압을 3,000 Ω 이상인 전압계로 측정했을 때 50 V 이하이면 이 항에 적합한 것으로 볼 수 있다. 이것은 인체저항을 고려해 실제로 접촉 전압이 50 V 이하면 괜찮다는 판단에 따른다.

② 안전 절연 변압기, 전동 발전기 등 가반형 전원은 2종기기(이중 절연의 것) 또는 이와 동등한 절연에 의한 보호 요구 사항에 따라서 선정·시공하여야 한다.

[참고]

안전 절연 변압기 또는 전동 발전기를 이용한 이동식 전원은 2종기기 사용 또는 이와 동등한 절연에 의한 보호 요구사항에 따라 선정하거나 공사해야 한다(IEC 60364-4-41의 413.2 참조). 즉, 기기 분류는 IEC 60536(감전 보호에 관한 전기, 전자기기 분류)에서 정의하고 있다.

<b>해설서</b> IEC 60364 건축전기설비	제4-41부	안전을 위한 보호-감전에 대한 보호
	CODE No.	IEC 60364-4-41 : 2001.8 (KS C IEC 60364-4-41: 2005)

3) 회로 (IEC 60364-4-41의 411.1.3)

- ① SELV 및 PELV의 회로 충전부는 상호간 또한, 다른 회로로부터 안전 절연 변압기의 입력 회로와 출력 회로간의 절연과 동등이상의 성능을 갖고 있는 것으로서 전기적으로 분리하여야 한다. 즉, PELV 회로는 대지로 접속해도 된다. 또한 계전기, 접촉기, 보조 스위치 등 전기 기기 충전부와 좀더 높은 전압 회로의 모든 부분에 대해 안전 절연 변압기의 입출력 권선과 동등하거나 그 이상의 전기적 분리를 실시할 필요가 있다.
- ② SELV, PELV 시스템 회로 도체는 모든 다른 회로의 도체와 물리적으로 분리하여야 한다. 다만, 물리적 분리를 할 수 없는 경우에는 다음과 같은 조치가 필요하다.
  - (ㄱ) SELV 및 PELV의 각 회로 도체는 기초 절연과 비금속 외장이 있어야 한다.
  - (ㄴ) 전압이 다른 회로의 도체는 접지된 금속제 실드(shield) 또는 접지된 금속 외장이 있어야 한다.
  - (ㄷ) SELV 및 PELV 회로의 도체와 전압이 다른 회로를 다심케이블 속에 개별 또는 조합해서 시설하는 경우에는 전압이 다른 회로의 최대 전압에 견디는 절연이 되어야 한다.
- ③ SELV 및 PELV 시스템으로 사용하는 플러그와 콘센트는 다음 조건에 적합해야 한다.
  - (ㄱ) 플러그는 다른 전압 회로의 콘센트에 삽입되지 않을 것.
  - (ㄴ) 콘센트에는 보호 도체 접촉자가 없고, 다른 전압 회로의 플러그가 삽입되지 않을 것.

나. SELV 시스템 설계 조건(IEC 60364-4-41의 411.1.4)

- 1) SELV 회로의 충전부는 대지 또는 다른 회로의 충전부 또는 보호 도체에 접속하지 말아야 한다.
- 2) SELV 회로의 노출 도전성 부분은 다음의 것에 접속하지 말아야 한다.
  - ① 대지
  - ② 다른 회로의 보호 도체 또는 노출 도전성 부분
  - ③ 계통외 도전성 부분. 다만, 전기 기기를 계통외 도전성 부분에 접속하는 것이 본질적으로 필요한 경우로 계통외 도전성 부분의 전압이 50 V 이하가 되는 경우는 제외한다.
- 3) SELV 회로의 공칭 전압이 교류 25 V, 직류 60 V를 초과하는 경우에는 다음 중 한 가지 방법으로 직접 접촉 보호를 실시하여야 한다.
  - ① 보호 등급 IPXXB 이상의 격벽 또는 외함에 의한 보호

[참고]

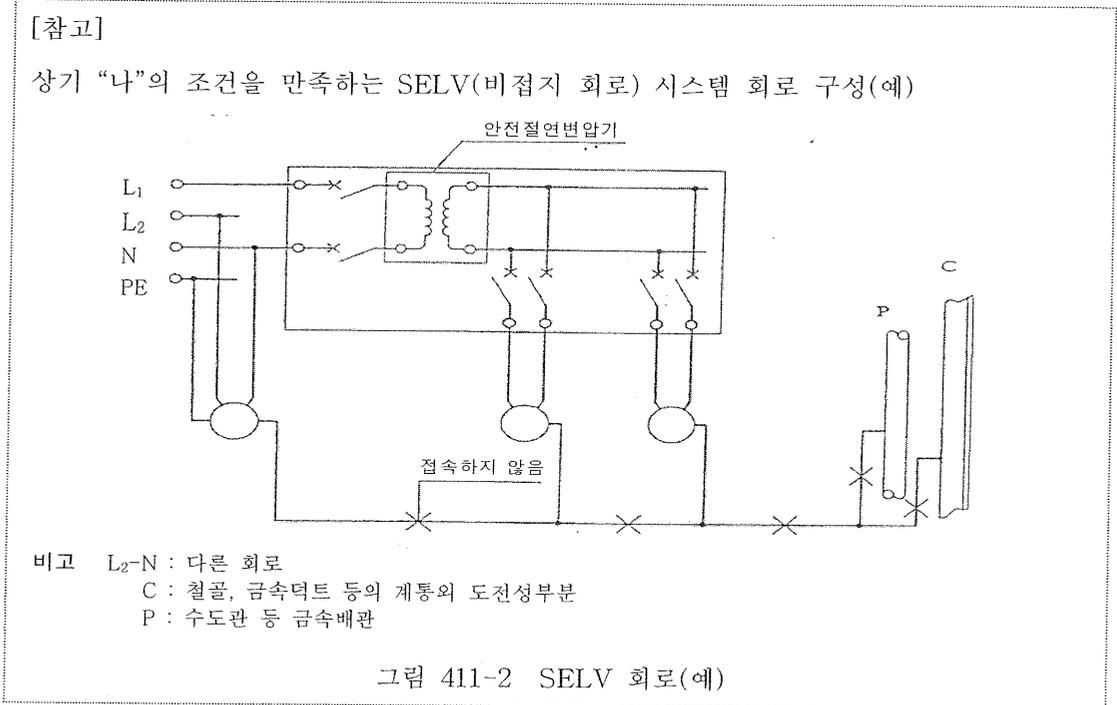
IP란 외함에 의한 보호 등급의 분류 코드로서 IPXXB란 외부로부터 고형물의 침입 및 유해한 영향을 동반하는 물 침입에 대해서는 제한하지 않고(XX), 위험 부분 접근에 관한 손가락에 의한 접촉을 방지하는 레벨로 규정한다.

- ② 교류 500 V(실효값) 1분간의 내압 시험에 견딜 수 있는 절연으로 직접 접촉 보호를 하여야 한다.

[참고]

공칭 전압이 교류 25 V 또는 60 V 이하인 경우에는 직접 접촉 보호가 불필요하다. 다만, 인체가 물에 잠기는 등 특수조건외 외적 영향이 있는 경우에는 직접 접촉 보호가 필요한 것으로 생각할 수 있다.

<b>해설서</b> IEC 60364 건축전기설비	제4-41부	안전을 위한 보호-감전에 대한 보호
	CODE No.	IEC 60364-4-41 : 2001.8 (KS C IEC 60364-4-41: 2005)



다. PELV 시스템 설계 조건(IEC 60364-4-41의 411.1.5)

회로가 접지되어 있고 상기 “나. SELV 시스템의 설계조건”의 ELV가 필요한 경우에는 다음과 같이 시설하여야 한다.

- 1) 전기기기는 “2)에 따라 시설하는 경우를 제외하고 다음과 같은 방법에 따라 직접 접촉 보호를 하여야 한다.
  - ① 보호 등급 IPXXB 이상의 격벽 또는 외함에 의한 보호
  - ② 교류 500 V(실효값) 1분간의 내압 시험에 견딜 수 있는 절연
- 2) 보호 접지와 등전위 본딩에 의한 주 등전위 본딩을 실시하고, PELV의 공칭 전압이 다음 값을 초과하지 않는 경우에는 직접 접촉 보호는 필요 없다.
  - ① 기기가 통상 건조한 장소에서만 사용되고 인체가 충전부와 광범위하게 접촉되지 않을 것으로 예상되는 경우에는 교류 25V 또는 직류 60V(리플 프리)
  - ② 기타 경우에는 교류 6V 또는 직류 15V(리플 프리)

[참고]

리플 프리(ripple-free)란 리플 성분이 10 %(실효값) 이하의 사인파 리플 전압으로 정의한다. 공칭 전압 120 V 리플-직류 계통에서는 최대 피크값은 140 V를 초과하지 않으며 공칭 전압 60V 리플-직류 계통에서는 70 V를 초과하지 않는다.

<b>해 설 서</b> IEC 60364 건축전기설비	제4-41부	안전을 위한 보호-감전에 대한 보호
	CODE No.	IEC 60364-4-41 : 2001.8 (KS C IEC 60364-4-41: 2005)

[참고]

상기 “나”의 조건을 만족하는 PELV(접지 회로) 시스템의 회로 구성(예)

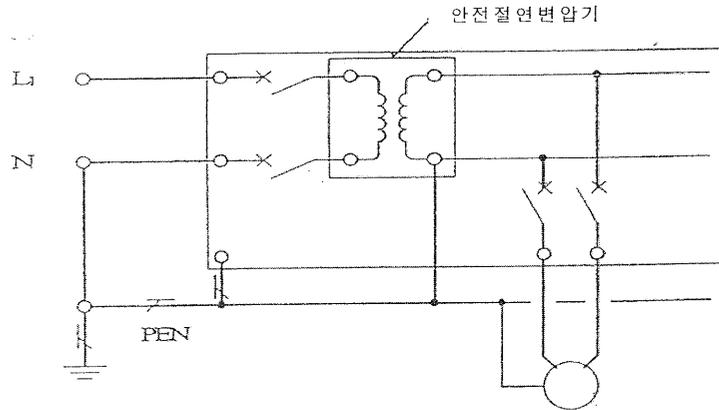


그림 411-3 PELV 회로(예)

2. 방출 에너지 제한에 의한 보호(IEC 60364-4-41의 411.2)

방출 에너지 제한에 의한 보호는 방출하는 전기 에너지를 인체와 가축에 지장이 없는 양으로 제한하는 보호 방법으로 현재 그 내용을 검토중이다.

3. FELV 시스템에 의한 보호(IEC 60364-4-41의 411.3)

기능적인 이유로 전압 밴드 I(교류 50 V, 직류 120 V 이하의 전압) 이내의 전압을 사용하지만 SELV 또는 PELV와 관련한 모든 요구 사항이 충족되지 않고 또한 SELV 또는 PELV가 필요치 않을 때에는 다음 “가. FELV 회로의 직접 접촉 보호” 및 “나. FELV 회로의 간접 접촉 보호”의 보조수단을 이용하여 각각 직접 및 간접 접촉 보호를 추가할 필요가 있다. 이 보호 방식을 FELV라고 한다.

가. FELV 회로의 직접 접촉 보호(IEC 60364-4-41의 411.3.2)

FELV 회로는 다음 중 한 가지 방법으로 직접 접촉 보호를 실시하여야 한다.

- 1) “412.2 격벽 또는 폐쇄함에 의한 보호”에 적합한 격벽 또는 외함에 의한 보호
- 2) 1차측 회로에 요구되는 내압시험에 견디는 절연

나. FELV 회로의 간접 접촉 보호(IEC 60364-4-41의 411.3.3)

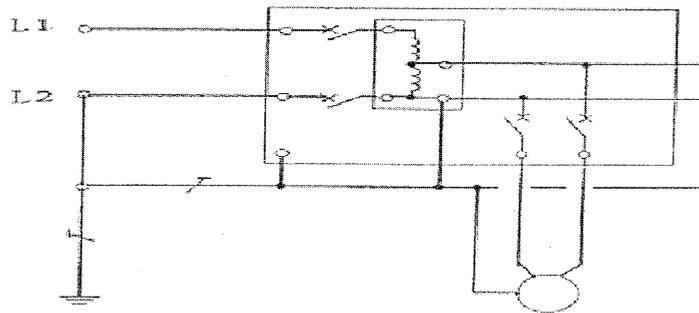
FELV회로는 다음 중 한 가지 방법으로 간접 접촉 보호를 실시하여야 한다.

- 1) 1차측 회로에 “413.1 전원의 자동차단에 의한 보호”의 하나가 적용되는 경우에는 1차측 회로의 보호 도체에 FELV 회로의 기기 노출 도전성 부분을 접속하여야 한다. 이것은 1차측 회로의 보호도체에 FELV 회로의 충전용 전선을 접속하는 것도 포함한다.
- 2) 1차측 회로에 “413.5 전기적 분리에 의한 보호”의 전기적 분리에 따라 보호를 적용하는 경우에는 1차측 회로의 등전위 본딩 도체에 FELV 회로의 기기 노출 도전성 부분을 접속하여야 한다.

<b>해설서</b> IEC 60364 건축전기설비	제4-41부	안전을 위한 보호-감전에 대한 보호
	CODE No.	IEC 60364-4-41 : 2001.8 (KS C IEC 60364-4-41: 2005)

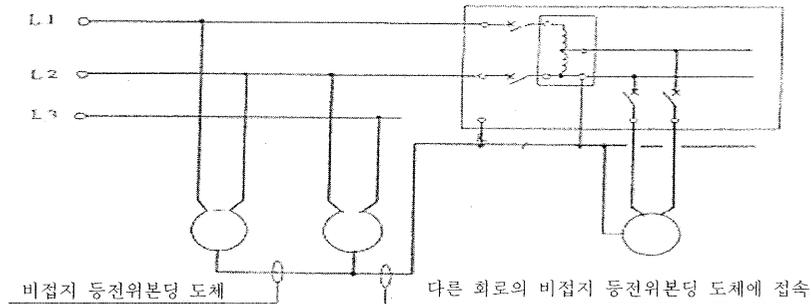
[참고]

전압이 50V 이하의 회로에서 직접 접촉 및 간접 접촉 양쪽을 확실하게 하기 위해 적절한 보조 수단을 조합하여 감전 보호를 하는데 이 조합 수단을 FELV라고 부른다. FELV 회로 전원은 상기 “나”의 조건에서 단권 변압기를 사용할 수 있다. 아래 그림은 FELV 시스템 회로구성의 예이다.



비고 변압기는 단권변압기로 전기적 분리는 하지 않는다.

그림 411-4 FELV 회로(예1)



비고 변압기는 단권변압기로 전기적 분리는 하지 않는다.

그림 411-5 FELV 회로(예2)

다. 플러그와 콘센트(IEC 60364-4-41의 411.3.4)

FELV 회로에 사용하는 플러그와 콘센트는 다음의 조건에 적합한 것으로 한다.

- 1) 플러그는 다른 전압 회로의 콘센트에 삽입할 수 없다.
- 2) 콘센트에는 다른 전압 회로의 플러그가 삽입될 수 없다.

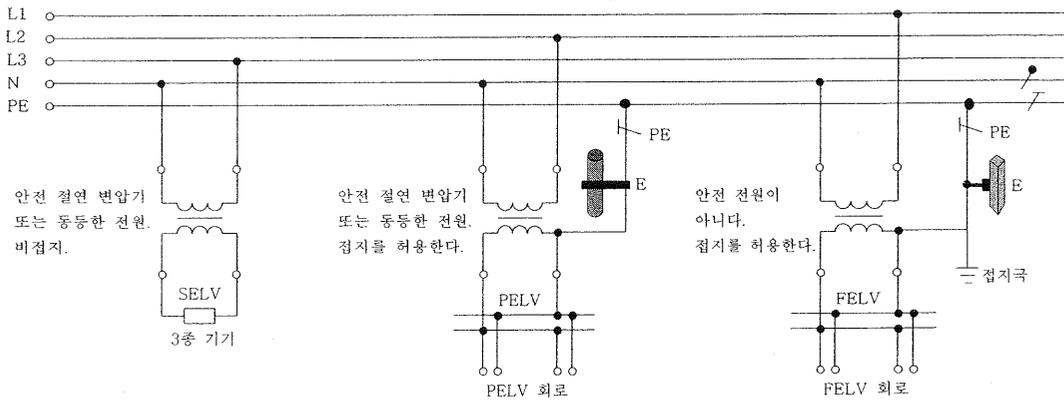
<b>해설서</b> <b>IEC 60364 건축전기설비</b>	제4-41부	안전을 위한 보호-감전에 대한 보호
	CODE No.	IEC 60364-4-41 : 2001.8 (KS C IEC 60364-4-41: 2005)

4. SELV, PELV, FELV 개요 및 비교

앞에서 설명한 SELV, PELV 및 FELV 개요 및 비교를 표 411-5와 그림 411-6에 나타낸다.

표 411-5 SELV, PELV 및 FELV 개요

항목	전원	회로	대지와의 관계
SELV	1) 안전 절연 변압기 2) 동등한 전원	구조적 분리 있음	1) 비접지 회로로 한다. 2) 노출 도전성 부분은 고의로 접지하지 않는다.
PELV			1) 접지 회로를 허용한다. 2) 노출 도전성 부분은 접지해도 된다.
FELV	안전 전원이 아니다.	구조적 분리 없음	1) 접지회로를 허용한다. 2) 노출 도전성 부분은 1차측 회로의 보호 도체에 접속한다. 3) 보호도체가 있는 회로로 접속하는 것은 허용된다.



주 1) 특별 저압을 위한 전압 제한  
- 교류 50 V  
- 직류 120 V

주 2)  
- E : 외부 도체로의 접지. 예를 들어 금속 배관의 건물의 철근  
- PE : 보호 도체

그림 411-6 SELV, PELV 및 FELV 비교

<b>해 설 서</b> IEC 60364 건축전기설비	제4-41부	안전을 위한 보호-감전에 대한 보호
	CODE No.	IEC 60364-4-41 : 2001.8 (KS C IEC 60364-4-41: 2005)

**【IEC 60364-4-41의 412. 직접 접촉에 대한 보호(정상 사용시의 감전 보호) 해설】**

1. 직접 접촉 보호의 체계

· 인체 감전을 방지하기 위해 전기 기기 충전부에 직접 접촉하지 않도록 모든 전기기기에 다음과 같은 보호대책 중 한 가지를 실시하는 것을 목적으로 한다. 직접 접촉에 대한 감전 보호 체계 및 전기 기기 보호 수단을 그림 412-1에 나타낸다.

각 보호 수단의 적용 범위는 다음과 같다.

가. 충전부 절연, 배리어(격벽) 또는 엔클로저(폐쇄함)에 의한 보호

의도적 또는 무의식적으로 충전부에 대한 일체의 접촉을 방지하는 보호 대책이므로 일반인이 있는 실내, 장소 및 구역내(가족이 있는 주거, 사무실 호텔)에서의 모든 조건에서 가능하다.

나. 오프스터클(장애물) 설치 또는 충전부를 암즈리치 밖에 설치하는 방식에 의한 보호

충전부에 무의식적으로 접촉하는 것을 방지하기 위한 부분적인 보호 대책이므로 숙련자 및 기능자만 접근할 수 있는 실내와 장소에서 가능하다.

다. 정격 감도 전류 30 mA 이하의 누전차단기에 의한 보호

단독 보호 대책이 아닌 다른 보호 대책과 병용하는 경우는 가능하다.

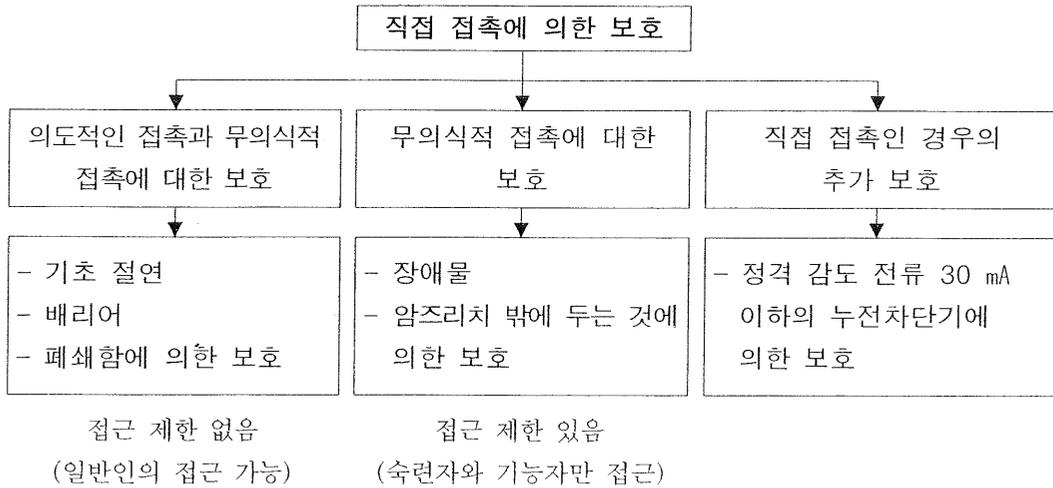


그림 412-1 직접 접촉에 대한 감전보호의 체계

2. 직접 접촉 보호 방법

가. 충전부의 절연에 의한 보호(IEC 60364-4-41의 412.1)

이 방법에 따르는 경우에는 파괴하지 않으면 차단할 수 없는 절연물로 충전부를 완전히 덮어야 한다. 즉, 공장 조립기기의 절연은 해당기기의 표준규격에 따르고 기타 기기의 절연은 사용기간 중 가해질 가능성이 있는 기계적, 화학적, 전기적 및 열적인 영향에 영구적으로 견딜 수 있는 절연으로 보호해야 한다. 다만, 도료, 바니쉬와 래커는 직접 접촉에 대한 보호용 절연재로 적당하지 않다.

<b>해 설 서</b> IEC 60364 건축전기설비	제4-41부	안전을 위한 보호-감전에 대한 보호
	CODE No.	IEC 60364-4-41 : 2001.8 (KS C IEC 60364-4-41: 2005)

나. 격벽 또는 폐쇄함에 의한 보호(IEC 60364-4-41의 412.2)

- 1) 이 방법에 따르는 경우는 충전부를 격벽의 뒤쪽 또는 폐쇄함 내부에 설치하고 직경 12.5 mm 보다 큰 고형물이 침입하는 것을 방지한다. 또한 격벽 및 폐쇄함은 완전히 고정하고 필요한 보호등급을 유지하기 위해 충분한 안정성과 내구성을 가져야 한다.
- 2) 격벽 및 폐쇄함은 충전부에서 충분히 떨어져 설치한다. 또한 모든 환경(조건)하에서 일반 사용 조건 및 해당하는 외부의 영향을 고려해야 한다.
- 3) 격벽 차단 또는 폐쇄함 개방, 폐쇄함 일부 차단이 가능한 설계 및 구조의 경우 위험 충전부에 대한 접근은 다음 중 한 가지 방법에 따라야 한다.
  - ① 열쇠 또는 공구를 사용하거나
  - ② 충전부에 대한 전원을 단로한 후 격벽 교환이나 폐쇄함 재 폐쇄 후에만 전원복구가 가능하도록 한다.
  - ③ 최소한 IP2X 보호 등급을 가진 중간 격벽에 의해 충전부와 접촉을 방지하는 경우 이 격벽은 열쇠 또는 공구 사용에 의해서만 차단할 수 있는 것으로 한다.
- 4) 쉽게 접근 가능한 격벽 또는 폐쇄함의 수평한 상면은 적어도 IP4X 보호 등급을 가진 것이어야 한다.
- 5) 램프 홀더, 퓨즈, 콘센트 부품을 교환할 수 있도록 하기 위해 IP2X에 의한 개구부보다 큰 개구부가 필요한 경우 또는 기기에 대한 해당 규정(요구 사항)에 따른 기기의 충분한 기능을 유지하기 위해 좀 더 큰 개구부가 필요한 경우에는 예외가 예상된다.  
이와 같은 예외적인 경우에 대해서는 다음과 같이 한다.
  - ① 사람과 가축이 충전부에 무의식적으로 접촉하는 것을 방지하기 위해 충분한 사전 주의를 기울여야 한다.
  - ② 사람은 이 개구부를 통해 충전부에 접촉할 가능성이 있는 것을 인식하고 실제로 가능하면 의도적으로 접촉하지 않도록 해야 한다.

[참고]

- o IP2X : 직경 12.5 mm 보다 큰 고형물이 침입하는 것을 방지하는 보호등급
- o IP4X : 직경 1.0 mm 보다 큰 고형물이 침입하는 것을 방지하는 보호등급

다. 장애물에 의한 보호(IEC 60364-4-41의 412.3)

- 1) 이 방법에 따른 경우는 다음 중 하나를 방지할 수 있어야 한다.  
다만, 장애물을 우회해 고의로 접촉하는 것을 방지하는 것은 아니다.
  - ① 충전부에 대해 인체가 무의식적으로 접근하는 것이나,
  - ② 충전된 기기를 조작하는 일반적인 사용 상태에서 무의식적으로 충전부에 접촉하는 것.
- 2) 장애물은 열쇠 또는 공구를 사용하지 않고 제거해도 된다. 그러나 쉽게 칠거되지 않도록 견고하게 고정해야 한다.
- 3) 장애물은 난간, 금속망, 보호책, 보호프레임, 장애물(벨크)을 포함할 수 있다.

<b>해 설 서</b> <b>IEC 60364 건축전기설비</b>	제4-41부	안전을 위한 보호-감전에 대한 보호
	CODE No.	IEC 60364-4-41 : 2001.8 (KS C IEC 60364-4-41: 2005)

라. 암즈리치 외측 설치에 따른 보호(IEC 60364-4-41의 412.4)

- 1) 이 방법에 따르는 경우 동시에 접근 가능한 전압의 다른 부분(전압과 대지 전위)이 암즈리치 안에 있지 말아야 한다. 또한 전압이 다른 부분이 2.5 m 이하인 경우는 동시에 접촉할 수 있는 것으로 본다(IEC 60364-1의 부속서 B. B.1.3.3).

[참고] 암즈리치

사람이 일상적으로 일어서서 움직일 수 있는 면(面)의 임의의 점에서 보조 기구(예를 들어 공구나 콘트롤 래더) 없이 임의의 방향에 대해 맨손으로 직접 접촉할 수 있는 한계범위

- 2) 일반적으로 사람이 있는 장소가 보호 등급 IP2X 미만의 장애물(난간, 금속망)에 의해 수평 방향을 제한하는 경우 암즈리치는 그 장애물에서 측정해야 한다.
- 3) 머리 위 방향의 암즈리치는 S 면(IEC 60364-1의 부속서 B. B.1.3.3)에서 2.5 m 로 하고 보호 등급 IP2X 미만의 장애물이 중간에 있어도 이것을 고려하지 않는다.  
다만, 일반적으로 크기가 크거나 길이가 긴 도전성 물체를 취급하는 장소에서는 그 도전성 물체의 규격을 고려해 위의 거리를 크게 구해야 한다.

마. 누전차단기에 의한 추가 보호(IEC 60364-4-41의 412.5)

정격 감도 전류 30 mA 이하의 누전차단기 사용은 기존의 보호 대책(예를 들어 절연이나 격벽 및 폐쇄함에 의한 보호)이 유효하지 않은 경우와 사용자 부주의(예를 들어 폐쇄함이 파손된 경우)에 대비한 직접 접촉에 대한 추가적 보호 대책이다.

즉, 이 방법은 상기의 “가~라”의 보호대책 중 하나와 병용할 필요가 있다.

<b>해설서</b> IEC 60364 건축전기설비	제4-41부	안전을 위한 보호-감전에 대한 보호
	CODE No.	IEC 60364-4-41 : 2001.8 (KS C IEC 60364-4-41: 2005)

**【IEC 60364-4-41의 413. 간접 접촉 보호 해설】**

1. 간접 접촉 보호의 체계

간접 접촉 보호란 전원 자동 차단에 의한 보호, 2종 기기 사용에 의한 보호, 비도전성 장소에 의한 보호가 규정되어 있다. 이 적용 체계를 나타내면 그림 413-1과 같다.

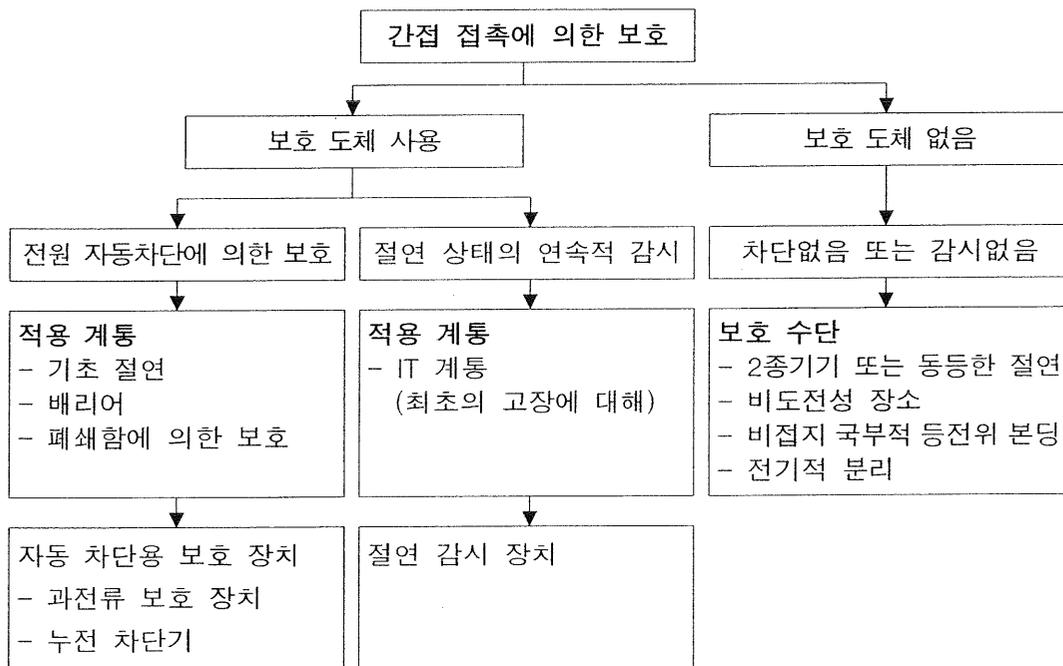


그림 413-1 간접 접촉에 대한 감전보호의 체계

2. 간접 접촉 보호 방법

가. 전원의 자동 차단에 의한 보호(IEC 60364-4-41의 413.1)

절연 고장시 전원을 자동적으로 차단하는 목적은 그 때 발생하는 위험한 접촉 전압을 제거해 사람과 가축이 감전되는 것을 방지하는 것이다. 이 목적을 확실하게 달성하기 위해 다음과 같은 접지 계통 종류와 보호 장치 종류·특성과의 협조가 필요하다.

- 전원접지: 전원의 공급원(변압기) 접지시스템
- 전기기기 접지 : 시스템의 배전 계통 안의 보호 도체를 통해 접지하거나 단독으로 접지 전극에 직접 접속하는 상태
- 보호장치 종류(예 : 과전류 차단기, 누전차단기)와 그 동작 특성이 조건을 만족 여부

1) 공통적 조건

전원 자동 차단에 의한 보호를 검토하는 경우의 공통적 조건은 다음과 같다.

<b>해 설 서</b> IEC 60364 건축전기설비	제4-41부	안전을 위한 보호-감전에 대한 보호
	CODE No.	IEC 60364-4-41 : 2001.8 (KS C IEC 60364-4-41: 2005)

① 보호 접지

노출 도전성 부분은 각 접지 계통(TN, TT, IT)별로 정해진 조건에 따라 보호 도체에 접속해야 한다. 동시에 접근 가능한 노출 도전성 부분은 위와 같은 보호 도체에 개별, 그룹 또는 한꺼번에 접속해야 한다.

② 허용 접촉 전압의 한계값과 전원 차단

교류 50 V (실효값) 또는 직류 120 V (리플프리)를 초과하는 접촉 전압이 생리학상 유해한 영향을 미치는 시간이 지속되지 않도록 전기 회로 또는 전기 기기의 충전부와 노출 도전성 부분 또는 보호 도체와의 사이에 교류 50 V (실효값)를 초과하는 접촉전압이 발생할 경우는 그 전원을 자동적으로 차단하여야 한다.

그림 41-2는 인체 통과 전류와 통전 지속 시간의 관계를 나타낸 것이다. 이 그림의  $I_c$  곡선 좌측과 아래쪽 범위에서 동작(차단)하는 보호 장치를 사용할 필요가 있다.

그림 41-3은 인체 통과 전류를 접촉 전압으로 환산한 것이다. 이 경우 최대 허용 접촉전압은 50 V 이다.

허용 접촉 전압의 한계값은 특별한 환경 조건에서 위의 경우보다 낮은 값을 요구하는 경우가 있다. 전원 자동 차단에 의한 상세한 내용은 IEC 61200-413(감전의 자동 차단에 의한 간접 접촉 보호 수단)의 설명서를 참조한다.

2) 등전위 본딩(IEC 60364-4-41의 413.1.2)

① 등전위 본딩

각 건축물에서는 전원 인입구에서 다음의 도전성 부분을 주요 등전위 본딩 도체에 접속해야 한다.

- 주 보호 도체
- 주 접지선 또는 주 접지 단자
- PEN 도체(TN-C 계통의 경우)
- 수도관
- 가스관
- 중앙 난방 설비 및 공조 설비
- 건물 구조의 금속 부분, 기타 금속 배관

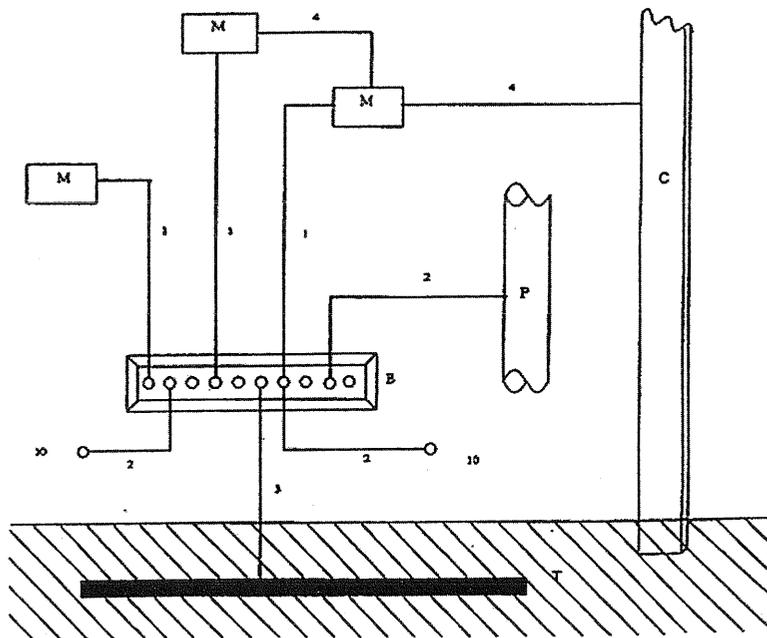
그림 413-2에 등전위 본딩 구성 예를 나타낸다.

등전위 본딩은 접근 가능한 도전성 부분간에 동시에 접촉한 경우에도 위험한 접촉전압이 발생하지 않도록 하기 위한 전기적 접속이다.

위와 같은 도체 부분은 바꾸어 말해 전기 기기 금속제 외함의 노출 도전성 부분 또는 건물 내 도전성 구조물과 배관 등의 계통외 도전성 부분이다.

등전위 본딩은 안전성과 보호면에서 대지 전위에 가까운 전위여야 한다.

<b>해설서</b> IEC 60364 건축전기설비	제4-41부	안전을 위한 보호-감전에 대한 보호
	CODE No.	IEC 60364-4-41 : 2001.8 (KS C IEC 60364-4-41: 2005)



- |                                 |                            |
|---------------------------------|----------------------------|
| 1 : 보호도체(PE)                    | B : 주 접지단자                 |
| 2 : 주요 등전위 본딩용 도체               | M : 전기 기기의 노출 도전성 부분       |
| 3 : 접지선                         | C : 철골, 금속덕트 등의 계통외 도전성 부분 |
| 4 : 보조 등전위 본딩용 도체               | P : 수도관, 가스관 등 금속배관        |
| 10 : 기타 기기(예 : 정보통신시스템 낙뢰보호시스템) | T : 접지극                    |

그림 413-2 등전위 본딩 구성 예

## ② 주요 등전위 본딩

(1) 주요 등전위 본딩은 건축물 내부에 전기설비 안전상 상당히 중요하다. 계통외 도전성 부분을 설비의 주접지 단자에 접속함으로써 등전위 영역이 형성된다. 주택 설비와 같은 소형 설비에서는 일반적으로 이런 등전위 영역이 1개의 영역으로 구성된다.

이로써 대형설비(예를 들어 공장, 대형 사무실 빌딩, 병원, 고층 빌딩)에서 수많은 등전위 영역이 생기는 경우가 있다. 또한 1개의 전원설비로 수많은 건물에 전기를 공급하는 경우 주요 등전위 본딩은 개별적인 건물 인입구에 공사되며 각 건물내에 개별적인 등전위 영역을 형성한다.

(2) 등전위 영역을 형성하는 목적은 계통외 도전성 부분간 또는 계통외 도전성 부분과 노출 도전성 부분과의 접촉 전압을 가능하면 줄이는 것이다. 등전위 본딩 접속으로 이 모든 부분이 동일한 전위가 되거나 적어도 동일한 정도의 전위가 되는 것으로 여겨진다.

<b>해 설 서</b> IEC 60364 건축전기설비	제4-41부	안전을 위한 보호-감전에 대한 보호
	CODE No.	IEC 60364-4-41 : 2001.8 (KS C IEC 60364-4-41: 2005)

(c) 지락고장시 이 영역의 주접지 단자는 대지 전위 이상의 수 볼트 전압으로 되는 경우가 많다. 이 단자에 접속되어 있는 모든 계통의 도전성 부분과 노출 도전성 부분도 동일한 전위가 되는 것으로 여겨지며 등전위 영역 내에 있는 사람에게는 감전 위험이 없다.

(d) 주요 등전위 본당은 접지 계통 종류에 관계없이 전기설비에서의 감전 위험을 줄이는 효과가 있다. 즉, 접지계통(TN, TT, IT)에 따라 각각 주요 등전위 본당의 중요도가 달라진다.

### ③ 보조 등전위 본당

(f) 설비 또는 일부에서 자동 차단 조건(IEC 60364-4-41의 413.1.1.1 참조)이 만족되지 않는 경우 보조 등전위 본당을 실시해야 한다(그림 413-2의 “4”로 나타냈다). 그러나 보조 등전위 본당을 실시했다고 해서 전원 차단 필요성이 배제되는 것은 아니다.

(g) 보조 등전위 본당을 목욕탕 또는 수영장과 같은 특수한 장소에서 실시하는 경우 추가 조건이 필요한 경우가 있다.

이 보조 등전위 본당 시스템에는 다음과 같은 설치 장소에 노출과 동시에 접근 가능한 모든 도전성 부분을 포함하는 것으로 한다.

- i) 고정 기기의 노출 도전성 부분
- ii) 계통의 도전성 부분(배관, 덕트)
- iii) 콘크리트에 철근을 사용하고 있으면 그 주요 철근
- iv) 모든 기기와 콘센트의 보호 도체

(c) 예를 들어 TN 계통과 IT 계통의 회로가 길어 보호 장치가 규정 시간 내에 동작하기에 고장 루프 임피던스가 너무 높은 경우에는 보조 등전위 본당이 필요한 경우가 있다.

(d) 건축 전기 설비에서는 접지가 필요한 각종 설비가 있으며 IEC 에서는 이 설비에 관해서도 규격화하고 있다(예를 들어 IEC 61024-1 건축물의 낙뢰 보호).

### 3) TN 계통에서의 보호(IEC 60364-4-41의 413.1.3)

TN 계통에서 고장이 발생한 경우 자동 차단에 의한 간접 접촉 보호를 하기 위해

- 차단 시간
- 보호 도체 접지
- 보호장치 종류

에 대해 규정하고 있다.

#### ① 자동 차단 조건

설비내의 상 도체와 보호 도체 또는 노출 도전성 부분 사이에서 임피던스를 무시할 수 있는 정도의 고장이 발생한 경우(이 경우 추정 접촉 전압이 가장 높아진다) 정해진 시간 이내에 전원을 자동 차단하도록 보호 장치 특성과 도체의 단면적을 선정할 필요가 있다. 다음 조건식을 만족하는 경우는 이 요구사항에 적합하다.

$$Z_s \times I_a \leq U_0$$

여기에서,  $Z_s$  : 고장 루프 임피던스

$I_a$  : 정해진 시간(IEC 60364-4-41의 표 41A)내에 보호 장치를 자동 차단하는 전류

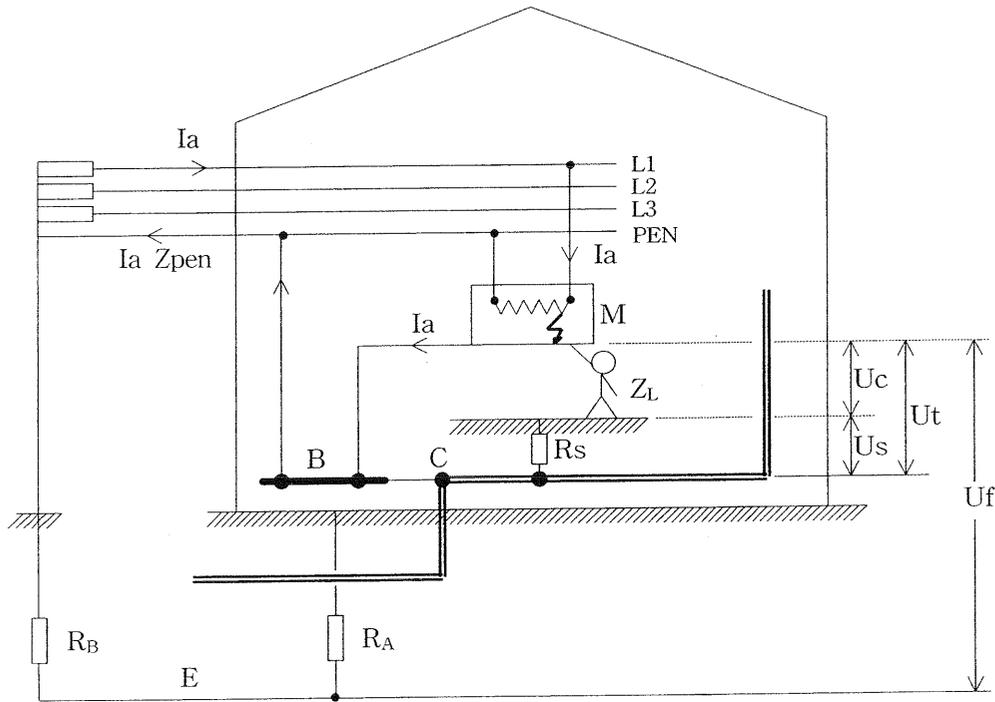
$U_0$  : 공칭 대지 전압(교류 실효값)

을 말한다.

<b>해설서</b> IEC 60364 건축전기설비	제4-41부	안전을 위한 보호-감전에 대한 보호
	CODE No.	IEC 60364-4-41 : 2001.8 (KS C IEC 60364-4-41: 2005)

② 고장 루프 임피던스

고장 루프는 전원, 고장점까지의 상 도체 및 고장점과 전원간의 보호도체로 구성된다. 이 루프의 전체 임피던스가 고장 루프 임피던스가 된다. TN 계통에서는 그림 413-3 및 413-4처럼 고장 루프 임피던스로서 계통의 접지 저항이 포함되지 않는 점에 주의할 필요가 있다.



주) L1, L2, L3 : 상도체

PEN : PEN 도체

M : 노출 도전성 부분

Ia : 고장전류

RA : 설비의 노출 도전성 부분 접지 저항

RB : 전원 중성점 접지 저항

Uc : 접촉 전압

ZL : 인체 임피던스

Ut : 추정 접촉 전압

Us : Rs를 뛰어넘는 전압 강하

E : 대지(정의는 IEC 826-04-01)

Uf : 고장전압

Rs : 사람이 접촉하는 표면 또는 설비의 기준점 B(주요 등전위 본딩점)에 연결된 계통의 도전성 부분간의 저항

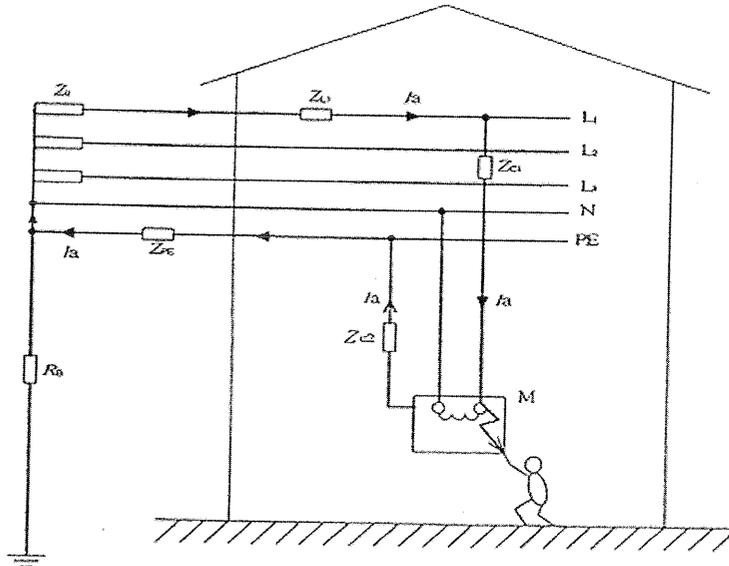
주) Rs는 사람이 이런 계통의 도전성 부분과 접촉 했을 때 0이 될 가능성이 있다.

C : 보호 도체 및 주접지 단자와 연결된 계통의 도전성 부분

B : 기준점(예를 들어 주요 등전위 본딩)

그림 413-3 TN 계통의 고장 루프 구성

<b>해설서</b> IEC 60364 건축전기설비	제4-41부	안전을 위한 보호-감전에 대한 보호
	CODE No.	IEC 60364-4-41 : 2001.8 (KS C IEC 60364-4-41: 2005)



- $L_1, L_2, L_3$  : 상도체
- PE : 보호도체
- M : 노출 도전성부분
- $I_a$  : 고장전류
- $R_B$  : 전원중성점 접지저항
- $Z_{L1}+Z_{C1}$  : 상도체 임피던스
- $Z_0$  : 전원변압기 임피던스
- $Z_{PE}+Z_{C2}$  : 보호도체 임피던스

주) 1. 고장 루프는 전원, 고장점까지의 상도체 및 고장점과 전원간의 보호 도체로 구성된다. 이 루프의 전 임피던스가 고장 루프 임피던스( $Z_s$ )가 된다.  $Z_s$ 는 다음 식과 같다.

$$Z_s = Z_{L1}+Z_{C1}+Z_{C2}+Z_{PE}+Z_0$$

2. 고장 루프 임피던스에 계통의 접지저항  $R_B$ 는 포함하지 않는다는 것에 유의한다.

그림 413-4 TN-S 계통의 고장 루프 구성

### ③ 차단 시간

(㉠) 일반 회로의 최대 차단 시간은 표 413-1과 같이 규정한다.

표 413-1 TN 계통에서의 최대 차단 시간  
(IEC 60364-4-41의 표 41A)

$U_o$ (V)	차단시간(초)
120	0.8
(220)	(-)
230	0.4
277	0.4
400	0.2
400 초과	0.1

- 주) 1.  $U_o$  : "IEC 60038(1983) 표준 전압"에 기초하는 공칭 대지 전압(교류 실효값)  
 2. 이 표의 적용시 해당 전로에 사용하는 운전 전압을 기준으로 그 대지 전압으로 바꾸어 읽는 것으로 한다.

<b>해 설 서</b> <b>IEC 60364 건축전기설비</b>	제4-41부	안전을 위한 보호-감전에 대한 보호
	CODE No.	IEC 60364-4-41 : 2001.8 (KS C IEC 60364-4-41: 2005)

- (L) 거치형 기기에만 전기를 공급하는 분기회로에 대해 5초를 초과하지 않는 차단 시간이 인정된다(다만, 조건에 따라 등전위 본딩 등 추가조치가 필요 : 그림 413-2 참조).
- (C) 차단 시간은 추정 접촉 전압 크기(바꾸어 말하면 인체에 흐르는 전류)와의 관계로 규정해야 한다. 그러나 추정 접촉 전압 산정은 수많은 파라미터가 관계하므로 곤란하다. 따라서 각종 조사 검토를 거쳐 실제적 방법으로 표 413-1처럼 대지전압에 대해 차단 시간이 정해진다. 이 방법은 수많은 국가의 풍부한 경험을 통해 감전으로부터 충분히 보호하는 것으로 확인되어 있다. 상세한 내용은 IEC 61200-413(감전의 자동 차단에 의한 간접 접촉 보호 수단의 설명서)을 참조한다.

④ 보호장치 종류

- (1) 보호기는 TN-S 계통의 경우는 과전류 차단기 또는 누전 차단기, TN-C 계통의 경우는 과전류 차단기를 사용할 수가 있다. 그리고 TN-C-S 계통에서 누전 차단기를 사용할 경우는 보호 도체와 PEN 도체와의 접속은 누전 차단기의 전원측에 하여야 한다.
- (L) 과전류 차단기를 사용한 경우에 상기 “①” 및 “③”의 조건에 적합하지 않을 경우는 보조 등전위 본딩을 적용하든지 또는 누전 차단기를 사용하여 보호하여야 한다.

**【주】** IEC를 적용하는 여러 외국에서는 TN 계통의 보호 장치로 과전류 차단기를 많이 이용하고 있다.

<b>해설서</b> IEC 60364 건축전기설비	제4-41부	안전을 위한 보호-감전에 대한 보호
	CODE No.	IEC 60364-4-41 : 2001.8 (KS C IEC 60364-4-41: 2005)

[참고] TN 계통에서의 전원 자동 차단에 의한 보호 방식 설계 예시

1. 검토순서

TN 계통에서의 전원 자동 차단에 의한 보호 방식 검토 순서 흐름도는 그림 413-5 및 그림 413-6과 같다.

비고

1. 누전차단기를 주요 등전 위본딩 영향의 부분의 보호에 사용할 때는 TN 계통에 접속하지 말 것
  2. 상전선과 대지간에 지락이 발생할 가능성이 있는 경우는 다음 조건을 만족할 것(413.1.3.7)
- $$\frac{R_B}{R_E} \leq \frac{50}{U_0 - 50}$$

주 I : 보호장치를 자동  
 최후로 작동시킬  
 수 있는 전류  
 U<sub>0</sub> : 공칭대지전압  
 Z : 고장 루프임피던스

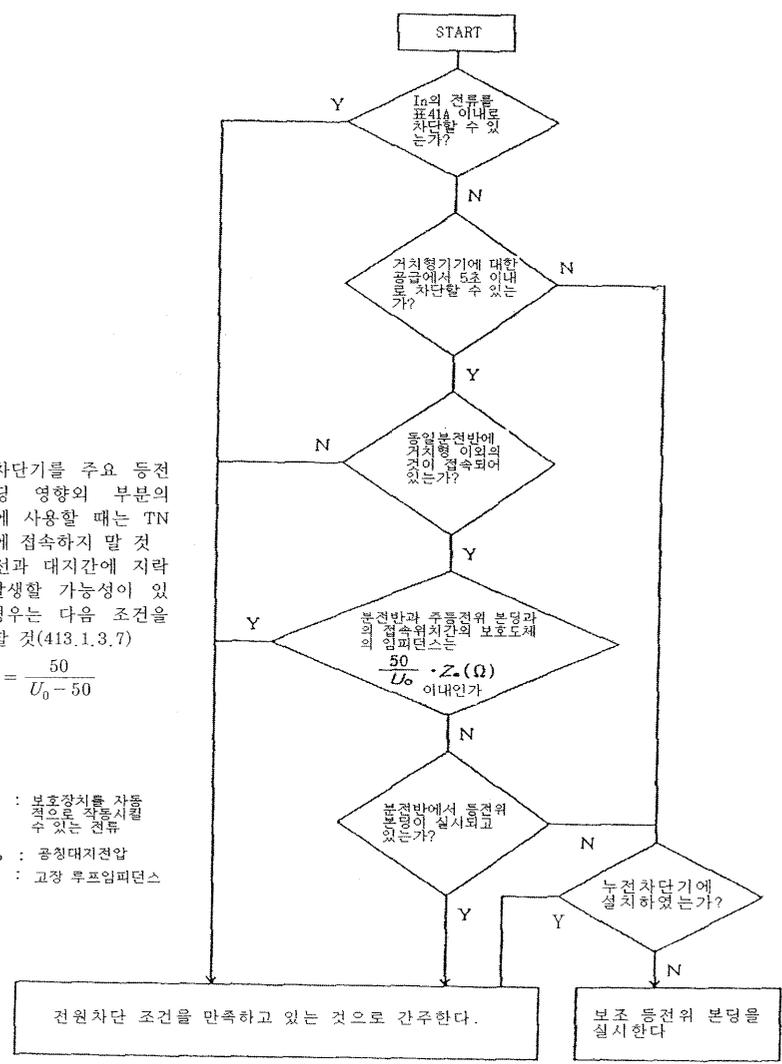


그림 413-5 TN 계통에서의 전원 자동 차단에 의한 보호 방식 흐름도

<b>해설서</b> IEC 60364 건축전기설비	제4-41부	안전을 위한 보호-감전에 대한 보호
	CODE No.	IEC 60364-4-41 : 2001.8 (KS C IEC 60364-4-41: 2005)

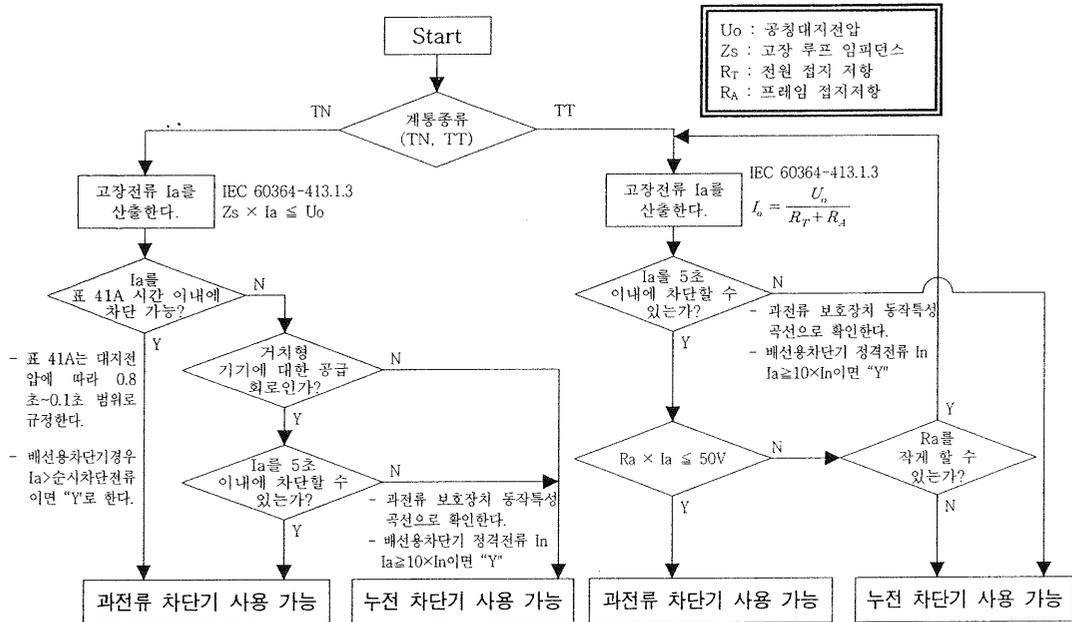


그림 413-6 TN 계통에서의 전원 자동 차단을 위한 보호 장치 선정 흐름도

## 2. 보호장치의 선정

### 가. 과전류 차단기

과전류 차단기에 의한 보호를 실시할 경우에는 다음과 같다.

#### 1) 고장전류 산출

변압기 임피던스, 인입선 임피던스, 집중 개폐기에서 각 층의 분전반까지 또한 분전반에서 부하까지 선로 임피던스에서 고장 전류를 산출한다.

#### 2) 적용되는 보호조건(차단시간) 확인(그림 413-7 참조)

① 콘센트 회로, 휴대형 기기를 보호하는 회로의 경우 표 413-1을 적용한다.

② 콘센트 회로, 휴대형 기기에 공급하는 분기 회로 이외는 다음과 같은 이유로 차단시간을 5초 이내로 할 수 있다.

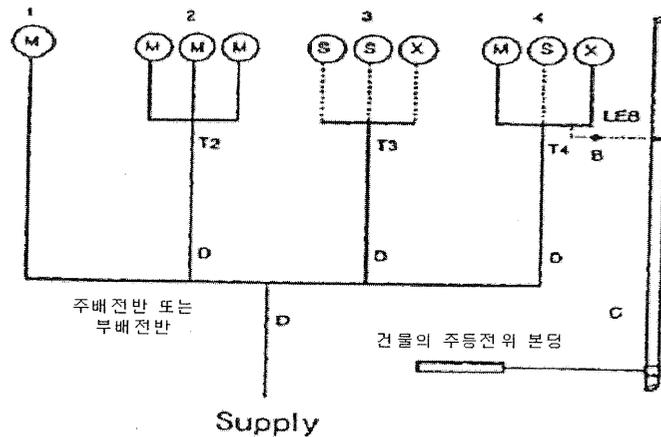
(ㄱ) 고장 중에 이런 종류의 회로에서 공급되는 기기에 접촉하고 있는 사람이 적다고 생각된다.

(ㄴ) 이런 종류의 회로에서 공급되는 기기는 일반인이 잡고 조작하지 않으며 고장이 발생했을 때 쉽게 놓을 수 있다.

③ 과전류 차단기 선정에 있어서는 지락 전류에 알맞은 과전류 차단특성(순시 차단특성) 표 413-2를 참조한다.

<b>해 설 서</b> IEC 60364 건축전기설비	제4-41부	안전을 위한 보호-감전에 대한 보호
	CODE No.	IEC 60364-4-41 : 2001.8 (KS C IEC 60364-4-41: 2005)

비고 상기 “②”에 해당하는 경우라도 동일 보호 접지 내에서는 ④의 동작 시간의 영향을 ⑤가 받을 우려가 있으므로 표 413-1의 TN 계통에 있어서의 최대 차단 시간을 적용(“3”의 ④)하는 동시에, 접근할 우려가 있는 것으로 모든 노출 도전성 부분에 등전위 본딩을 하고 있는 경우는 5초를 적용한다(“4”의 ④).



- : 표 413-1의 시간적용
- .....: 5초까지 연장가능
- T2, T3, T4: 최종분기회로의 분전반
- LEB: 국부 등전위 본딩
- C: 계통의 노출 도전성 부분
- M: 고정기기(예 전동기)
- X: 고정조명기구
- S: 콘센트
- D: 배전회로
- B: 기준점

그림 413-7 5초까지 시간 연장의 적용 회로와 비적용 회로(예)

### 3) 배선용 차단기 선정

과전류 차단기로 전원의 자동 차단을 실시하기 위해서 규정된 차단 시간 내에 배선용 차단기를 확실하게 작동시키기 위한 전류-시간 특성의 배선용 차단기 인지를 확인할 필요가 있다.

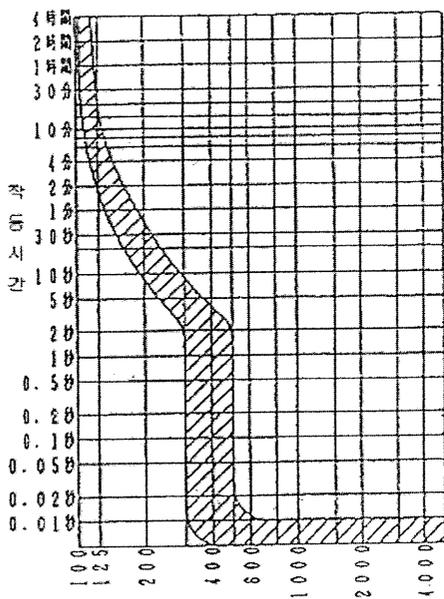
- ① 배선용 차단기 규격에는 순시 차단 특성을 표 413-2와 같이 규정하고 있다.  
배선용 차단기는 순시 분리 특성이 기호화 되어 순시 동작 전류가 정격 전류에 대한 배율로 구분되고 있다.
- ② 회로 전압 마다 규정된 표 413-2에 표시된 최대 차단 시간 또는 5초 이내에 배선용 차단기를 확실하게 동작시키기 위해서는 배선용 차단기가 순시 차단 성능 인지를 확인할 필요가 있다.
- ③ 배선용 차단기 특성 예를 그림 413-8 및 그림 413-9에 나타낸다.

<b>해 설 서</b> IEC 60364 건축전기설비	제4-41부	안전을 위한 보호-감전에 대한 보호
	CODE No.	IEC 60364-4-41 : 2001.8 (KS C IEC 60364-4-41: 2005)

표 413-2 과전류 차단기의 순시 차단 특성 비교

적용규격	순시차단 특성			비 고
	종류	순시차단 기능	작동배율	
주택용 차단기	타입 B	있음	3~5 $I_n$	$I_n$ 은 배선용 차단기의 정격 전류 동작 배율은 0.1s로 작동하는 전류 범위를 나타내고 있다.
	타입 C	있음	5~10 $I_n$	
	타입 D	있음	10~20 $I_n$	
산업용 차단기	임의	있음	제조사 지정	본체에 순시차단 기호(Type B등) 표시가 없으므로 주의 필요. 순시 차단 특성이 있는 것은 시방서 등으로 제공되므로 그것을 참조 할 필요가 있다.
		없음	-	

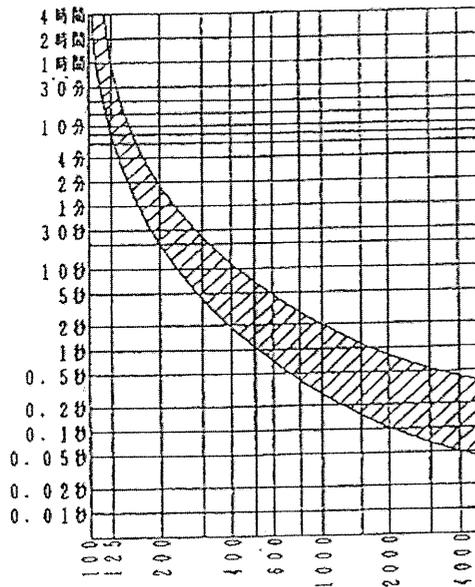
- 비고 1. IEC 60898 배선용 차단기는 순시차단 특성이 기호화되어 본체에 표시됨  
(예시) B16 : 정격전류 16A Type B  
2. 규격에는 0.1s의 동작 배율을 규정하고 있다.



전류(정격 전류에 대한 %)

그림 413-8

순시 차단 기능을 갖고 있는 배선용  
차단기의 전류-시간 동작 특성 (예)  
[Type B(3~5  $I_n$  0.1s 동작)]



전류(정격 전류에 대한 %)

그림 413-9

순시 차단 성능이 없는 배선용  
차단기의 전류-시간 동작 특성 (예)

<b>해설서</b> IEC 60364 건축전기설비	제4-41부	안전을 위한 보호-감전에 대한 보호
	CODE No.	IEC 60364-4-41 : 2001.8 (KS C IEC 60364-4-41: 2005)

3) 선정(예)

① 표 413-1의 시간 내에 작동시키기 위한 계산

전원 임피던스  $Z_0$ 을 0.015 Ω, 상 도체의 선로 임피던스  $Z_{L1}$ 을 0.35 Ω, 보호 접지선의 임피던스를  $Z_{PE}$ 를 0.35 Ω, 전원 전압  $U_0$ 를 200V로 했을 때(그림 413-4 참조)

(㉠) 고장전류는  $I_a$ 는

$$I_a = U_0 / (Z_0 + Z_{L1} + Z_{PE}) = 200 / (0.015 + 0.35 + 0.35) \approx 280A$$

(㉡) 회로에 사용된 전선 허용 전류( $I_z$ )의 크기로 부터 배선용 차단기의 정격 전류( $I_n$ )가 선정되며( $I_n \leq I_z$  : IEC 60364-4-43 과전류 보호 참조) 또한 배선용 차단기의 순시 차단 타입을 선정한다.

정격전류  $I_n$ 을 32A라고 했을 때 각각 순시 동작에 필요한 전류는 다음과 같다.

- Type B 3~5  $I_n$     32 A × 5 = 160 A
- Type C 5~10  $I_n$     32 A × 10 = 320 A
- Type D 10~20  $I_n$     32 A × 20 = 640 A

(㉢) 고장전류가  $I_a$ (고장전류) ≥ 순시동작전류라면 0.1 s 이내에 동작이 가능하므로 이 경우 Type B를 선정한다면 과전류 보호기능으로 규정 시간 내에 차단할 수 있게 된다.

(㉣) 참고 IEC 60898에 의한 Type B 차단기 및 Type C 차단기를 순시 동작시키기 위한 최대 고장 임피던스를 표 413-3에 나타낸다.

- 산출(예)

회로전압( $U_0$ ) = 차단기의 정격 전압( $U_e$ ) : 100 V,

차단기 정격전류( $I_n$ ) : 13 A

차단기가 순시 동작하는 전류(Type B) :  $5I_n$

고장전류  $I_a$ 가 Type B의 순시 동작 전류( $13 \times 5 = 65 A$ ) 이상 흐르기 위해서는 최대 고장 루프 임피던스( $Z_s$ )는  $Z_s = U_0 / I_a$ ,  $I_a = 5I_n$ ,  $Z_s = U_0 / 5I_n$ ,  $Z_s = 100 / 5I_n = 20 / I_n = 20 / 13 = 1.53 \Omega$

- 마찬가지로

Type B 200V에서  $Z_s \leq 40 / I_n$

Type C 100V에서  $Z_s \leq 10 / I_n$

Type C 200V에서  $Z_s \leq 20 / I_n$ 으로 산출된다.

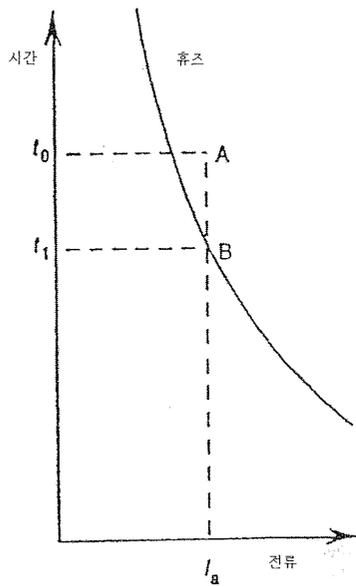
표 413-3 최대 고장 루프 임피던스( $Z_s$ )

단위(Ω)

구분	정격전류	13A	15A	16A	20A	25A	30A	32A	40A	50A	60A	63A	$I_n$
		Type B	100V	1.53	1.33	1.25	1.00	0.80	0.60	0.63	0.50	0.40	1.20
200V	3.07		2.67	2.50	2.00	1.60	1.33	1.25	0.80	0.80	0.67	0.63	$40/I_n$
Type C	100V	0.76	0.67	0.63	0.50	0.40	0.33	0.31	0.20	0.17	0.17	0.16	$10/I_n$
	200V	1.53	1.33	1.25	1.00	0.80	0.60	0.63	0.40	1.20	1.20	0.32	$20/I_n$

<b>해설서</b> IEC 60364 건축전기설비	제4-41부	안전을 위한 보호-감전에 대한 보호
	CODE No.	IEC 60364-4-41 : 2001.8 (KS C IEC 60364-4-41: 2005)

- ② 순시 차단 기능이 없는 배선용 차단기 또는 퓨즈에 의한 보호  
 고장 전류  $I_a$ 가 표 413-1에서 규정하고 있는 시간( $t_0$ )과 교차하는 점 A가 시간-전류 특성의 상한보다 위에 있는 것을 확인할 것(그림 413-10 참조)



$I_a$  : 고장 전류  
 $t_1$  : 고장 전류  $I_a$ 에 의한 퓨즈의 실제 차단 시간  
 $t_0$  : 표 413-1에 규정되어 있는 시간

그림 413-10 순시 동작 기능이 없는 배선용 차단기 또는 퓨즈

나. 누전 차단기

누전차단기에 의한 보호를 실시할 경우에는 다음과 같다.

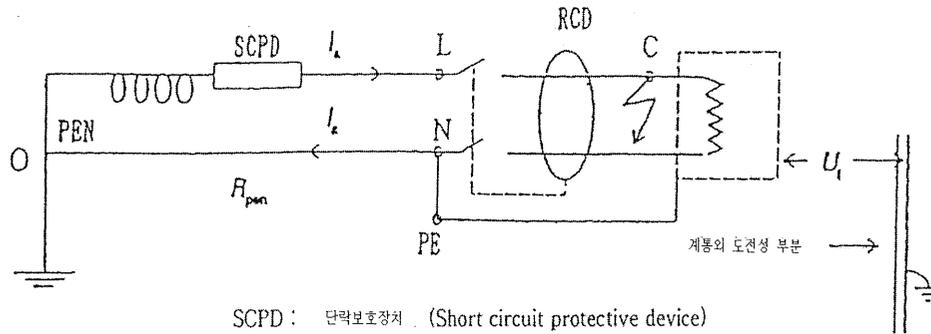
1) 적용 장소

과전류 보호기 조건이 충족되지 않은 경우에는 누전 차단기로 보호가 가능하다. 콘센트 회로에 접속되는 코드 길이를 특별히 정할 수 없으므로 고장 임피던스의 크기를 정할 수 없다. 따라서 과전류 차단기에 의한 보호 조건을 충족하지 못한다면 단면적이 작고 임피던스가 큰 경우에 누전 차단기에 의한 보호가 바람직하다.

2) 누전 차단기 사용시 보호 도체의 접속

TN-C 계통에는 누전 차단기를 사용할 수 없다. TN-C-S 계통의 TN-S에서 누전 차단기를 사용하는 경우는 다음과 같다.

기기 보호 도체는 그림 413-11과 같이 누전 차단기의 전원측에 접속할 것. 또한 그림 413-11의 C점에서 단락고장이 발생한 경우에 기기와 계통의 도전성 부분 간에 접촉 전압  $U_t$ 가 발생하기 때문에 계통의 도전성 부분에는 주등전위 본딩을 할 필요가 있다.



SCPD : 단락보호장치 (Short circuit protective device)

RCD : 누전차단기 (Residual Current device)

그림 413-11 회로 보호 도체의 PEN 도체와의 접속

3) 누전 차단기 선정

저압 전로에 시설하는 누전 차단기는 전류 동작형으로 하며 또한 다음 내용에 적합한 것이어야 한다. 그러나 다른 보호기를 사용할 수 없는 특수한 경우에는 전압 동작형 누전차단기를 사용하여도 된다.

- ① 누전 차단기는 300A 이하는 전기용품안전관리법, 300A 초과는 KSC 4613의 적용을 받는 것을 제외하고, 표 413-4 또는 표 413-5에 나타내는 사항에 해당되어야 한다.
- ② 누전 차단기 정격 전류는 해당 전로의 부하전류 이상의 것이어야 한다.
- ③ 누전 차단기 조작용 손잡이는 버튼, 분리 자유구조로 한다.

표 413-4 누전 차단기 종류

구분	정격감도전류[mA]	작동시간
고감도형	고속형	- 정격감도전류에서 0.1초 이내
	한시형	- 정격감도전류에서 0.1초 초과 2초 이내
	반한시형	- 정격감도전류에서 0.2초 초과 1초 이내 - 정격감도전류의 1.4배의 전류에서 0.1초 초과 0.5초 이내 - 정격감도전류의 4.4배의 전류에서 0.05초 이내
중감도형	고속형	- 정격감도전류에서 0.1초 이내
	한시형	- 정격감도전류에서 0.1초 초과 2초 이내

**비고** 누전 차단기 최소 동작 전류는 일반적으로 정격 감도 전류의 50% 이상 값으로 되어 있으므로 선정에 주의가 필요하다.

<b>해 설 서</b> IEC 60364 건축전기설비	제4-41부	안전을 위한 보호-감전에 대한 보호
	CODE No.	IEC 60364-4-41 : 2001.8 (KS C IEC 60364-4-41: 2005)

표 413-5 IEC 61008-1, IEC 61009-1(KS C IEC 61009-1) 및  
IEC 60947-2(KS C IEC 60947-2) 부속서류 B 누전 차단기

구 분	정격감도전류[mA]	동작시간
일반형 (61008-1, 61009-1) 비상연형(60947-2 부속서류B)	5, 6, 10, 15, 30, 50, 100, 200, 300, 500	정격감도전류에서 0.3초 이내 정격감도전류 2배의 전류에서 0.15초 이내 정격감도전류 5배의 전류에서 0.04초 이내 500A 또는 순시특성의 상한치에서 0.04초 이내
S형 (61008-1, 61009-1) 정격 전류 25 A 이하	5, 6, 10, 15, 30	정격감도전류에서 0.13초 초과 0.5초 이내 정격감도전류 2배의 전류에서 0.06초 초과 0.2초 이내 정격감도전류 5배의 전류에서 0.05초 초과 0.15초 이내 500A 또는 순시특성이 상한치에서 0.04초 초과 0.15초 이내
한시형 (60947-2 부속서류 B)	5, 6, 10, 15, 60, 50, 100, 200, 300	정격감도전류에서 $t_1$ 초 초과 0.5초 이내 정격감도전류 2배의 전류에서 0.06초 초과 0.2초 이내 정격감도전류 5배의 전류에서 $t_2$ 초 초과 0.15초 이내 정격감도전류 10배의 전류에서 $t_3$ 초 초과 0.15초 이내

비고 한시형(IEC 60947-2 부속서류 B)의  $t_1$ ,  $t_2$ ,  $t_3$ 은 제조자가 지정한다. 또는 정격감도전류 2배의 전류에서 0.06초는 최소값이며, 그 이상의 관성 부동작 전류는 제조자가 지정한다.

<b>해 설 서</b> IEC 60364 건축전기설비	제4-41부	안전을 위한 보호-감전에 대한 보호
	CODE No.	IEC 60364-4-41 : 2001.8 (KS C IEC 60364-4-41: 2005)

4) TT 계통에서의 보호(IEC 60364-4-41의 413.1.4)

① 자동 차단 조건

(㉠) TT 계통에서 고장이 발생한 경우에는 다음 조건식을 만족하여야 한다.

$$R_A \times I_a \leq 50V$$

여기에서,  $R_A$ : 접지극 접지 저항과 노출 도전성 부분을 접속하는 보호 도체 저항의 합

$I_a$ : 보호장치를 자동 차단하는 전류. 보호장치가 누전차단기인 경우는 정격감도전류

(㉡) 상기 “(㉠)”의 조건을 만족하지 않는 경우는 보조 등전위 본딩(IEC 60364-4-41의 413.1.2.2 및 413.1.6)을 하여야 한다.

② 차단 시간

보호 장치가 과전류 차단기인 경우, 상기  $I_a$ 는 다음의 모든 조건을 만족하여야 한다.

(㉠) 반 한시 특성을 가진 경우 : 5초 이내에 자동 차단이 가능한 전류

(㉡) 순시 차단 특성을 가진 경우 : 순시 차단이 가능한 최소 전류

③ 보호장치의 종류

TT 계통에서는 다음 보호기를 사용할 수 있다.

(㉠) 과전류 차단기

과전류 차단기로 사용할 수 있는 것은  $R_A$  값이 상당히 낮은 경우로 한정한다.

(㉡) 누전 차단기

TT 계통의 보호 장치로는 누전 차단기 사용을 추천한다.

④ 노출 도전성 부분의 접지

1개의 보호 장치에 의해 공통으로 보호하도록 하는 모든 노출 도전성 부분은 보호 도체와 함께 공통의 동일 접지극에 접속하여야 한다. 여러 개의 보호 장치를 직렬로 사용하는 경우 이 요건은 각각의 보호 장치에서 보호하는 모든 노출 도전성 부분에 별도로 적용한다.

⑤ 고장 루프 임피던스와 접촉 전압

이중 절연 등 다른 감전 보호 수단을 이용하는 경우 이외에 보호접지를 이용하고 또한 등전위 본딩을 실시한 경우를 가정해서 기술한다.

(㉠) 그림 413-12에서 지락 고장시 사고점-대지간에 발생하는 전압  $U_t$ 는

$$U_t = R_n \times U_0 / (Z_0 + Z_{L1} + Z_C + Z_{pe} + R_A + R_B + Z_n)$$

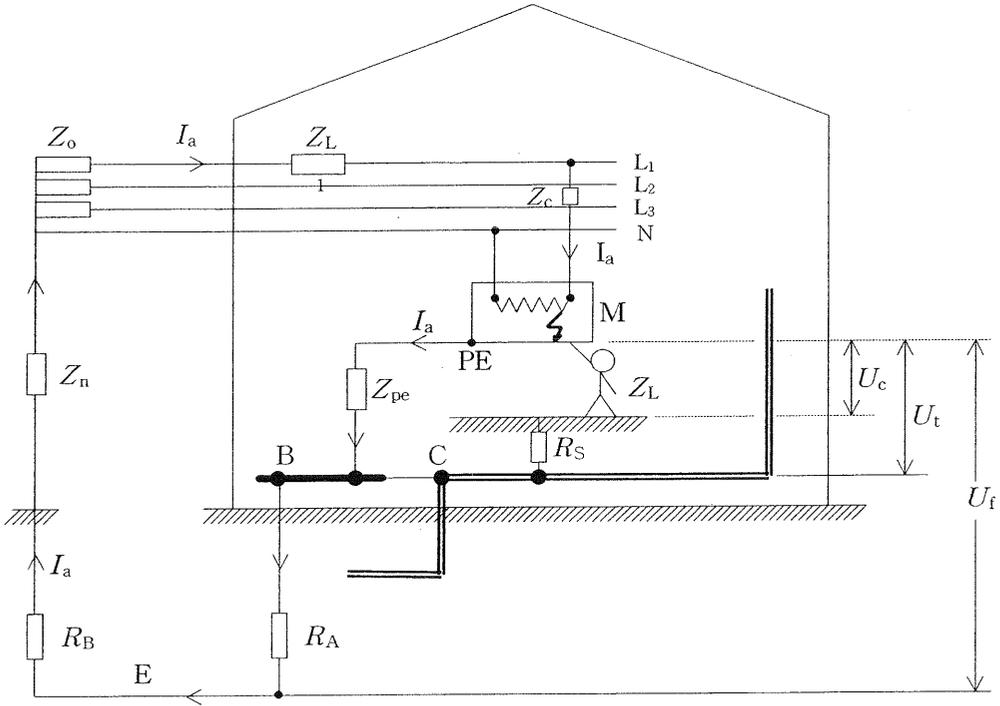
【주】  $R_n$ 는  $R_{pe} + R_n$ ,  $U_0$ 는 대지 전압

(㉡)  $U_t \leq 50[V]$  이하가 되도록 전선,  $R_a$ ,  $R_B$ ,를 선정할 수 있다면 전원 자동차단에 의한 보호는 필요 없고  $U_t \geq 50[V]$ 의 경우 보호장치 시설이 필요하다.

(㉢) 그림 413-12에서  $R_a = (R_{pe} + R_A) \times I_a$ 가 고장전압( $U_t$ )으로 노출 도전성 부분과 대지간에 발생하지만 계통의 노출도전부가 등전위본딩되어 있는 경우 인체에 가해지는 전압(예상접촉전압 :  $U_c$ )과 대지의 저항  $R_A$ 의 전압강하( $R_A \times I_a$ )는 생략되어  $U_t$ 만 더해지는 것이 된다.

(㉣) 즉 보호접지, 등전위 본딩이 바르게 실시된 경우 접촉전압이 매우 작아 안전성이 유지된다.

<b>해설서</b> IEC 60364 건축전기설비	제4-41부	안전을 위한 보호-감전에 대한 보호
	CODE No.	IEC 60364-4-41 : 2001.8 (KS C IEC 60364-4-41: 2005)



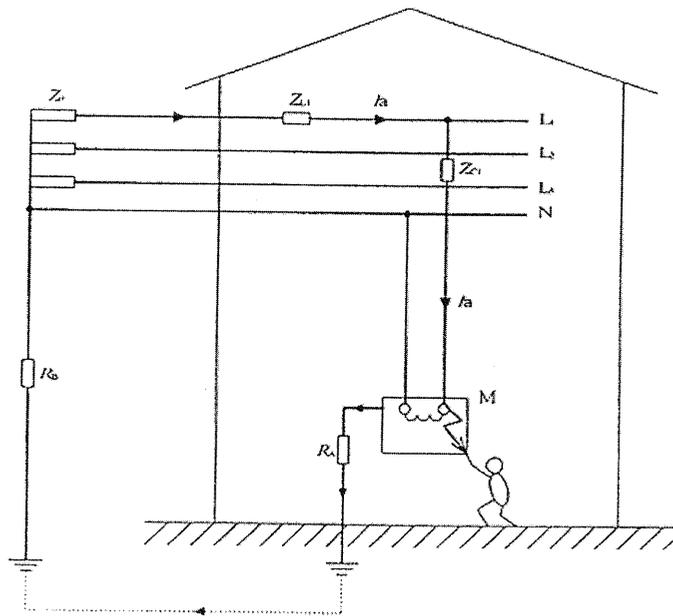
- L<sub>1</sub>, L<sub>2</sub>, L<sub>3</sub> : 상전선
- N : 중성선
- M : 노출 도전부
- R<sub>A</sub> : 설비 노출 도전부 접지 저항(보호 접지 저항값)
- R<sub>a</sub> : Z<sub>pe</sub>(기기 노출도전성 부분M과 기준점 B간의 보호도체 저항)  
+ R<sub>A</sub>(접지 기준점과 대지간 접지 저항)
- R<sub>p</sub> : 보호접지선 저항(M에서 B점까지)
- U<sub>t</sub> : 규약 접촉 전압  $U_t = U_f - (R_A \times I_a)$
- U<sub>f</sub> : 고장 전압
- Z<sub>L</sub> : 인체 저항
- R<sub>s</sub> : 계통의 도전성 부분(건물 금속 구조체 등)과 사람이 접촉하는 표면 간에 분개하는 절연물(예랑)등의 저항 또는 인체와 대지와와의 접촉면에서 대지까지 저항
- B : 등전위 접속 기준점
- C : 보호 도체와 주접지 단자에 접속하는 외부 도전부
- PE : 보호 접지선
- T : 건물 접지극
- R<sub>B</sub> : 계통 접지 저항
- U<sub>c</sub> : 접촉 전압
- U<sub>s</sub> : R<sub>s</sub> 전압 강하
- I<sub>a</sub> : 누설 전류

그림 413-12 TT 계통 보호 접지와 등전위 본딩

<b>해설서</b> IEC 60364 건축전기설비	제4-41부	안전을 위한 보호-감전에 대한 보호
	CODE No.	IEC 60364-4-41 : 2001.8 (KS C IEC 60364-4-41: 2005)

⑥ 고장 루프 구성 간략도(그림 413-13 참조)

$R_A \times I_a \leq 50V$  에서 과전류 차단기가 사용되는 것은  $R_A$ 가 비상시 작은 값의 경우로 제한된다. 이를 위해 TT 계통의 보호기로서는 누전 차단기 사용이 바람직하다.



- |                       |                             |
|-----------------------|-----------------------------|
| $L_1, L_2, L_3$ : 상도체 | N : 중성선 도체                  |
| M : 노출 도전성 부분         | $I_a$ : 고장 전류               |
| $R_B$ : 기기의 접지 저항     | $R_B$ : 전원 중성점 접지 저항        |
| $Z_0$ : 전원 변압기 임피던스   | $Z_{L1}, Z_{C1}$ : 상도체 임피던스 |

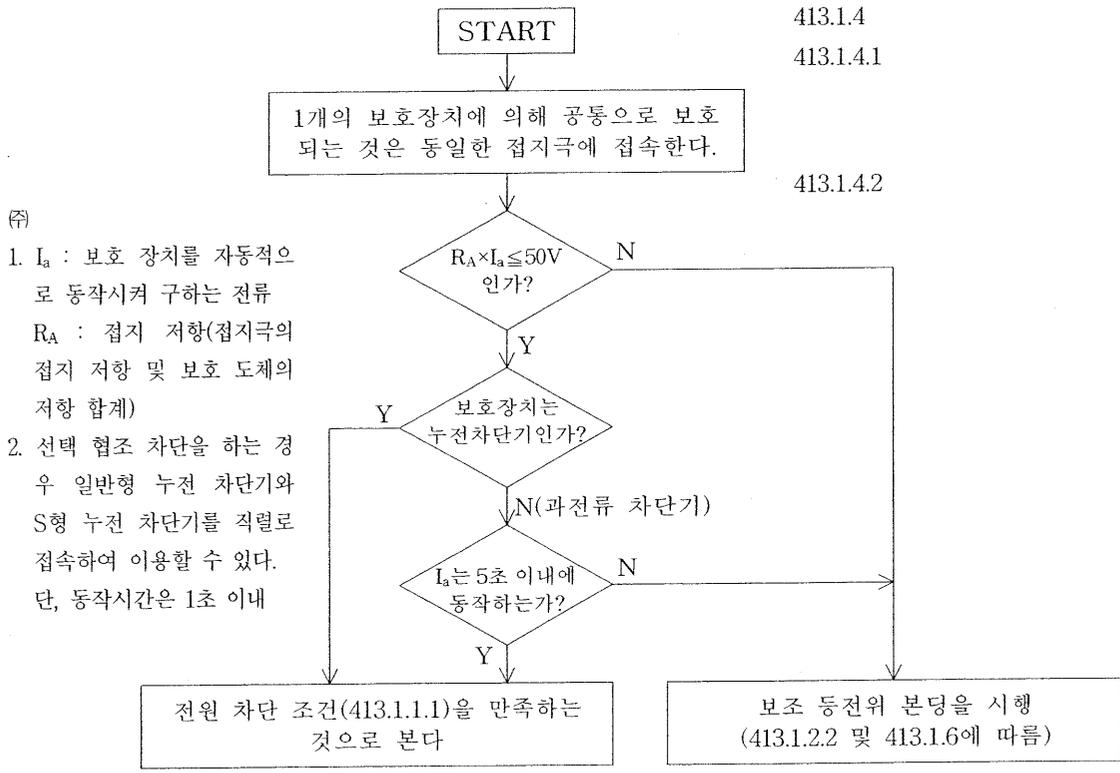
그림 413-13 TT 계통의 고장 루프 구성 간략도

<b>해설서</b> IEC 60364 건축전기설비	제4-41부	안전을 위한 보호-감전에 대한 보호
	CODE No.	IEC 60364-4-41 : 2001.8 (KS C IEC 60364-4-41: 2005)

[참고] TT 계통에서의 전원 자동 차단에 의한 보호 방식 설계 예시

1. 검토순서

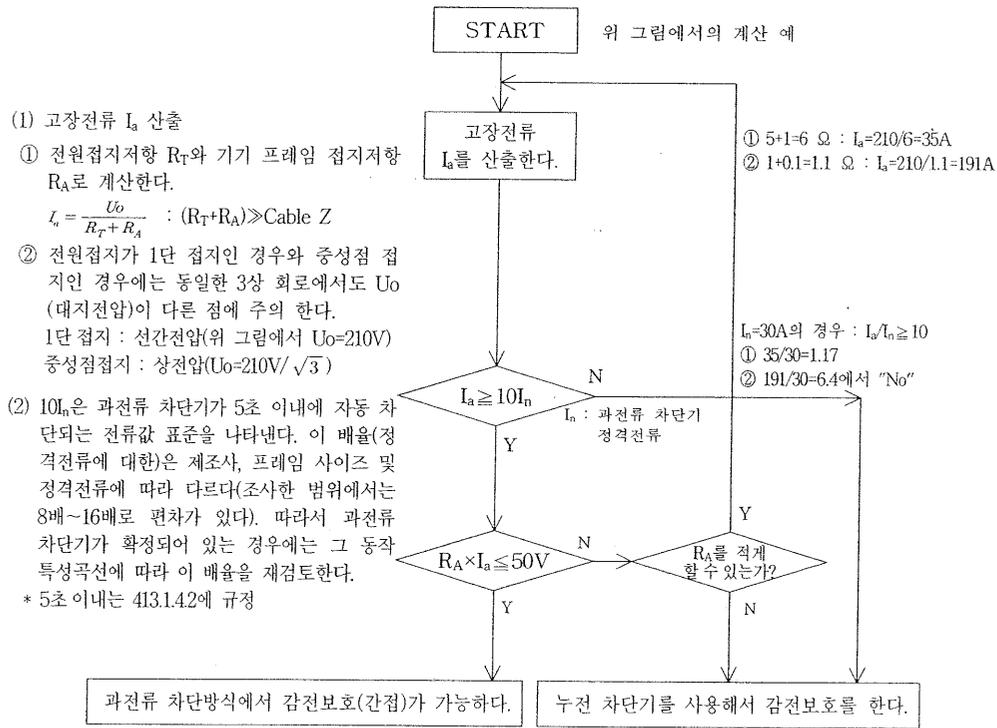
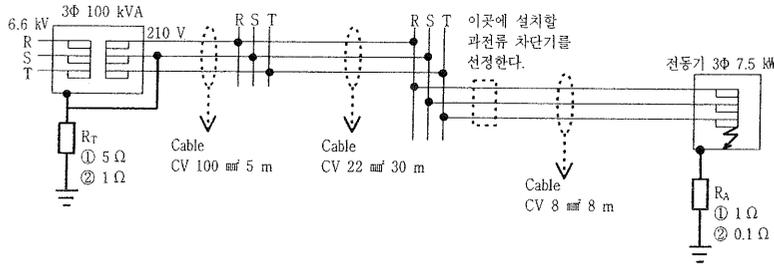
TT 계통에서의 전원 자동 차단에 의한 보호 방식 검토 순서 흐름도는 그림 413-14 및 그림 413-15와 같다.



- ㉞
- $I_a$  : 보호 장치를 자동적으로 동작시켜 구하는 전류  
 $R_A$  : 접지 저항(접지극의 접지 저항 및 보호 도체의 저항 합계)
  - 선택 협조 차단을 하는 경우 일반형 누전 차단기와 S형 누전 차단기를 직렬로 접속하여 이용할 수 있다. 단, 동작시간은 1초 이내

그림 413-14 TT 계통에서의 전원 자동 차단에 의한 보호 방식 흐름도

<b>해설서</b> IEC 60364 건축전기설비	제4-41부	안전을 위한 보호-감전에 대한 보호
	CODE No.	IEC 60364-4-41 : 2001.8 (KS C IEC 60364-4-41: 2005)



- (3) IEC 60364-4-41의 413.142에서 규정하는 자동차단조건  
과전류 차단방식을 사용할 수 있는 시점에서 전원 임피던스 및 케이블 임피던스를 포함해 자세하게 계산하고 상기 검토 방식을 통해 재확인 한다.
- (4) 결론 : TT 계통에서는  $R_T+R_A(R_T \gg R_A)$ 가 적어 회로 전압이 높고 과전류 차단기의 정격전류가 작을 때 적용할 수 있다. [IEC :  $R_A$ 가 상당히 낮을 때만 추천]  
TT 계통에서는 누전차단기 사용을 추천한다.

그림 413-15 TT 계통에서 과전류 차단기의 적용여부 검토 예

<b>해 설 서</b> IEC 60364 건축전기설비	제4-41부	안전을 위한 보호-감전에 대한 보호
	CODE No.	IEC 60364-4-41 : 2001.8 (KS C IEC 60364-4-41: 2005)

5) IT 계통에서의 보호(IEC 60364-4-41의 413.1.5)

① 자동 차단 조건

(㉠) IT 계통은 이른바 비접지 계통이다. 따라서 최초의 고장(이하 “제1고장”이라 함) 발생시에는 일반 전원의 자동 차단이 필요 없다. 전원 자동 차단이 필요한 것은 제1고장이 지속되는 상태에서 제2의 고장이 발생한 경우 또는 동시에 2개의 고장이 발생해 동시에 접근 가능한 노출 도전성 부분에 접촉한 사람이 위험해질 우려가 있는 경우이다. IT 계통에서는 다음과 같은 전기적 조건을 만족할 필요가 있다.

$$R_A \times I_d \leq 50 \text{ V}$$

여기에서,

$R_A$  : 노출 도전성 부분의 접지극 저항 [ $\Omega$ ]

$I_d$  : 1상의 도체와 노출 도전성 부분 간에 임피던스를 무시할 수 있는 제1고장이 발생했을 때의 고장전류( $I_d$  값은 전기설비의 누설전류 및 전체 접지 임피던스를 고려한다.)

(㉡) 충전부에서 노출 도전성 부분 또는 대지로 제1고장이 발생한 경우에는 고장 발생을 나타내기 위해 음향 또는 시각신호를 내보내는 기능을 갖춘 절연 감시 장치를 설치한다. 또한 제1고장은 가능한 한 최소 시간으로 해결하는 것이 바람직하다.

(㉢) 제1고장 발생 후(고장지속) 제2고장이 발생한 경우의 전원 차단 조건은 노출 도전성 부분의 접지 조건에 따라 다음과 같이 적용한다.

i) 노출 도전성 부분이 그룹별 또는 개별적으로 접지되어 있는 경우, 보호조건은 TT 계통으로 취급한다(IEC 60364-4-41의 413.1.4 TT 계통의 보호를 적용한다).

ii) 노출 도전성 부분이 보호 도체의 일괄접지에 의해 상호 접속되어 있는 경우, 보호조건은 TN 계통으로 취급한다. 다만, 조건식은 다음과 같다.

(a) 중성선이 없는 경우 :  $Z_s \leq \frac{\sqrt{3} \times U_o}{2I_a}$

(b) 중성선이 있는 경우 :  $Z_s \leq \frac{U_o}{2I_a}$

여기에서,

$U_o$  : 상도체와 중성선 사이의 공칭 전압(교류 실효값)

$Z_s$  : 회로의 상도체와 보호 도체로 이루어지는 고장루프 임피던스

$Z_s'$  : 회로의 중성선과 보호 도체로 이루어지는 고장루프 임피던스

$I_a$  : 표 413-6의 규정시간 내에 동작하는 보호 장치의 동작 전류

<b>해설서</b> IEC 60364 건축전기설비	제4-41부	안전을 위한 보호-감전에 대한 보호
	CODE No.	IEC 60364-4-41 : 2001.8 (KS C IEC 60364-4-41: 2005)

② 차단시간

(㉠) IT 계통에서 제2고장이 발생한 경우의 최대 차단시간은 표 413-6에 의한다.  
다만, 이것은 제2고장 발생시 TN 계통으로 취급하는 경우에 적용한다.

표 413-6 IT 계통의 최대차단시간(제2고장시)  
(IEC 60464의 표41B)

설비의 공칭전압 * $U_0 / U$ [V]	차단시간 (s)	
	중성선이 없는 경우	중성선이 있는 경우
120~240 (220/380)	0.8 ( - )	5 ( - )
230/400	0.4	0.8
400/690	0.2	0.4
580/1000	0.1	0.2

비고 1. IEC 60038에 제시한 허용범위 내의 전압에 대해서는 그 공칭 전압에 따른 차단시간을 적용한다.  
2. 전압이 중간값인 경우에는 표에서 바로 위의 값을 사용한다.  
3. 본 표 적용시 공칭전압을 해당 전로에 사용하는 사용전압으로 바꾸어 읽는 것으로 한다.  
4. ( )안은 현재 국내에서 사용하는 전압으로 장래에 IEC 60038 표의 전압으로 사용하기를 권장한다.  
\*  $U_0$  : 대지전압(상전압)                       $U$  : 선간전압

(㉡) TT 계통으로 취급하는 경우의 최대 차단 시간은 IEC 60364-4-41의 413.1.4를 적용한다.

③ 보호 장치의 종류

IT 계통에서의 보호 장치로 다음 사용을 인정하고 있다. 그러나 과전류 차단기 또는 누전 차단기를 적용시에는 TN 계통 및 TT 계통을 참조한다.

- (㉠) 절연감시장치
- (㉡) 과전류차단기
- (㉢) 누전차단기

④ 검토 순서

IT 계통의 검토순서 흐름도를 그림 413-16에 나타낸다.

<b>해 설 서</b> IEC 60364 건축전기설비	제4-41부	안전을 위한 보호-감전에 대한 보호
	CODE No.	IEC 60364-4-41 : 2001.8 (KS C IEC 60364-4-41: 2005)

(주)

- $R_A$  : 노출 도전성 부분의 접지극 저항
- $I_d$  : 제1고장시 고장전류
- $U_0$  : 상도체와 중성점간의 공칭 전압
- $Z_s$  : 상도체와 보호 도체로 이루어지는 고장 루프 임피던스
- $Z'_s$  : 중성선과 보호도체로 이루어지는 고장 루프 임피던스
- $I_a$  : 보호 장치의 동작전류

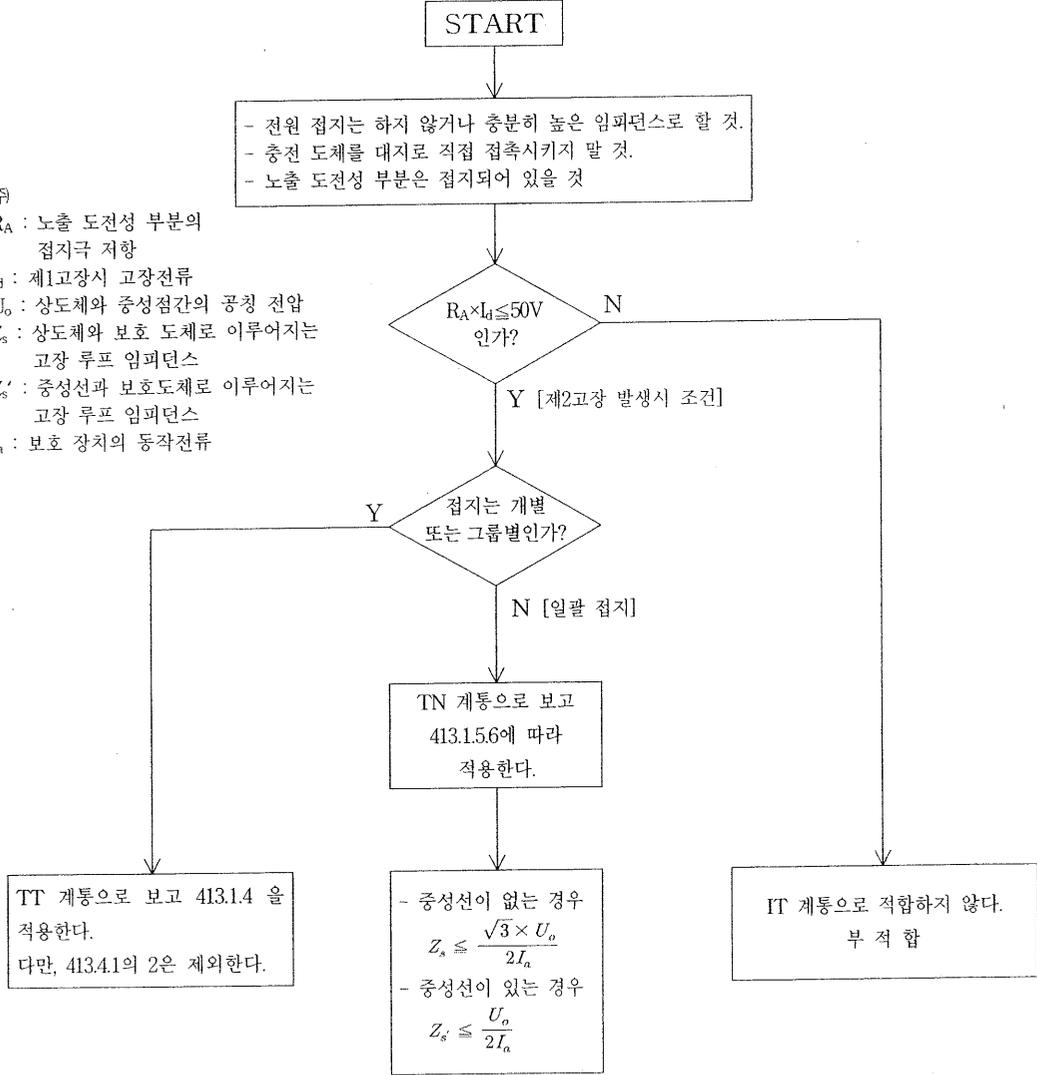


그림 413-16 IT 계통에서의 간접접촉보호 흐름도

<b>해 설 서</b> IEC 60364 건축전기설비	제4-41부	안전을 위한 보호-감전에 대한 보호
	CODE No.	IEC 60364-4-41 : 2001.8 (KS C IEC 60364-4-41: 2005)

[참고] TN, TT, IT 계통에서의 감전 보호 방식 비교

1. TN 계통

- 가. TN 계통에서 발생하는 고장전류는 금속도체를 경유해 전원으로 귀류(歸流)하고 대지를 경유해서 귀류하지는 않는다. 따라서 기체내(機體內) 지락 고장시에는 단락전류에 해당하는 큰 고장전류가 흐른다. 또한 대부분의 경우 전선을 보호하기 위해 필요한 과전류 보호장치가 고장난 전기기기를 회로에서 차단하는 역할을 담당한다. 구내 배선회로에서 사용한 적절한 보호 수단에 의해 고장 발생점에서 위험한 접촉 전압이 사용설비에 전달되는 것을 방지해야 한다.
- 나. TN 계통에서 전원 자동차단에 의한 보호(간접접촉보호)인 경우 특히 중요한 것이 차단 시간이다. 기체내 지락(임피던스=0)일 때 흐르는 고장전류에 대응하는 과전류 차단기의 차단시간이 규정시간(표 413-1 참조)을 초과하지 말아야 한다. 이 표에 규정하는 차단시간이면 고장시 추정접촉전압이 그림 41-3 추정허용접촉전압-시간곡선 이내가 된다.

$$Z_s \leq U_o/I_a$$

여기에서,  $Z_s$  : 고장 루프 임피던스

$I_a$  : 정해진 시간(표 413-1)내에 보호장치를 자동차단하는 전류

$U_o$  : 공칭 대지 전압(교류 실효값)

만약 고장 루프 임피던스가 커서 상위 과전류 차단기가 규정시간 내에 차단동작이 가능한 고장전류를 흘려보내지 않는 경우에는 보호장치로 누전차단기를 설치한다. 그러나 이것은 예외적인 경우이다.

- 다. TN 계통에서 보호차단기로 누전차단기를 설치하는 경우 PEN 도체 배선 개시점 보다 하위의 충전선과 PEN 도체간의 단락시에는 상위 과전류 차단기가 곧 바로 차단동작을 해야 한다. 그렇지 않으면 그림 413-17과 같이 보호도체, PEN 도체에 위험한 접촉전압이 발생하고 이를 경유해 기기의 노출 도전성 부분에 위험한 접촉 전압이 전달된다. 이 경우 그림과 같이 보호 도체가 누전 차단기의 영상 변류기를 관통하지 말아야 한다. 또한 같은 이유로 TN-C 계통에 누전 차단기를 적용하지 말아야 한다. 곧 이 위험이 등전위 분당에 의해서도 피할 수 있다. 한편 과전류 보호기능 내장 누전 차단기를 많이 사용하고 있는데 이 경우에는 문제가 자동적으로 해소되지만 주의가 필요하다.
- 라. 표 413-1에 나타난 차단시간과 별도로 거치형 기기에만 급전하는 분기회로에서는 5초까지의 차단시간이 허용된다. 거치형 기기의 경우는 사람이 항상 접촉하지 않으므로 5초의 위험접촉전압 지속기간 중 사람이 여기에 접촉할 확률은 상당히 낮다.

<b>해설서</b> IEC 60364 건축전기설비	제4-41부	안전을 위한 보호-감전에 대한 보호
	CODE No.	IEC 60364-4-41 : 2001.8 (KS C IEC 60364-4-41: 2005)

다만, 거치형 기기와 동일한 구내 배전회로에서 급전되는 경우에는 다음의 몇 가지 조건 중 하나를 만족하는 경우에 5초까지의 차단시간이 허용된다.

- 1) 배전반(또는 분전반)에서 보호도체가 주요 등전위 본딩과 접속되는 점까지의 보호도체 임피던스가 다음식의 값을 만족할 것.

$$Z_{PE} \leq (50[V]/U_o) \times Z_s$$

여기에서,  $Z_{PE}$  : 배전반(또는 분전반)에서 보호도체가 주요 등전위 본딩과 접속되는 점까지의 보호도체 임피던스

$Z_s$  : 전원, 고장점까지의 충전도체, 고장점에서 전원까지의 보호 도체로 구성되는 고장 루프 임피던스

50[V] : 일반 상태에서의 연속 허용 접촉 전압

$U_o$  : 공칭 대지 전압(실효값)

주) TN의 경우 기체내(機體內) 지락발생시 일반적으로 전원 대지전압의 약 절반(예 : 400 V 배전의 경우는 공칭 대지 전압이 230 V 이므로 약 100 V) 정도의 접촉전압이 발생하는 것으로 여겨진다. 따라서 그 접촉전압에 대응하는 짧은 시간내에 고장 회로를 차단해야 한다. 그러나 위 식의 조건을 만족한다는 것은 허용접촉전압 50 V 를 초과하는 접촉 전압 발생이 없다는 것이다.

- 2) 배전반(또는 분전반)에서 등전위 본딩을 실시하고 있다. 그 등전위 본딩에 대해 국부적이기는 하지만 계통 외 노출 도전성 부분이 주요 등전위 본딩 처럼 삽입되어 있다. 이런 국부적 등전위 본딩인 경우에도 주요 등전위 본딩과 동일한 요구사항은 만족해야 한다. 이 등전위 본딩을 “추가-주요 등전위 본딩”으로 표현하는 경우도 있다.

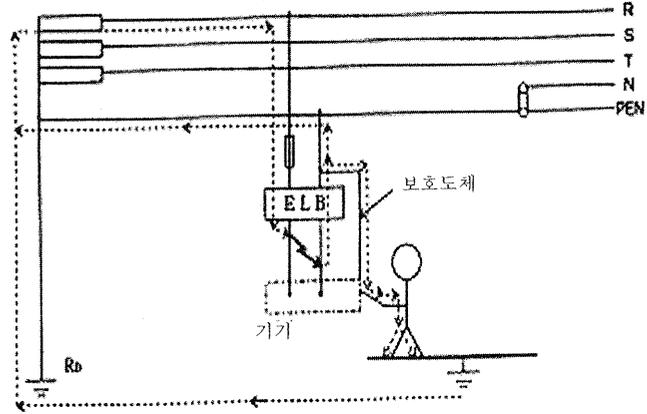


그림 413-17 TN 계통에서의 고장전류 경로

<b>해 설 서</b> IEC 60364 건축전기설비	제4-41부	안전을 위한 보호-감전에 대한 보호
	CODE No.	IEC 60364-4-41 : 2001.8 (KS C IEC 60364-4-41: 2005)

## 2. TT 계통

TT 계통에서의 자동 차단 조건은

$$R_A \times I_a \leq 50 \text{ V} \text{ 이다.}$$

다만,  $R_A$ 는 접지극의 접지저항과 노출 도전성 부분을 접속하는 보호도체의 저항 합계값,  $I_a$ 는 누전차단기의 정격 감도 전류이다(과전류 보호 장치와 달리 순시 동작이다).

TT 계통에서 과전류 보호 장치를 전원 자동 차단에 의한 보호 장치로 사용하는 경우는 다음 2가지 요구 사항 중 하나를 만족해야 한다.

가. 반환시 특성(전류 증가와 함께 차단시간 감소)의 보호 장치를 사용하는 경우는  $I_a$ 에서 최대 시간 5초 이내에 자동 차단 동작하는 특성(곧 접촉 전압 50 V 인 경우에 5초 이내에 동작해 접촉 전압 증가와 함께 동작 시간이 줄어든다)의 보호 장치이어야 한다. 이 조건을 만족하는 경우 고장 발생시 추정 접촉 전압은 그림 41-3의 추정 허용 접촉 전압-시간 곡선 이내가 된다.

나. 순시 차단 특성을 가진 과전류 차단기를 사용하는 경우에는  $I_a$ 가 순시 동작 가능 전류이어야 한다. 결국 과전류 차단기의 반환시 특성 부분에서는 그림 41-3의 추정 허용 접촉 전압-시간 곡선을 초과할 가능성이 크다.

그러나 TT 계통에서는 과전류 보호 장치가 극히 작은  $R_A$  값인 경우에만 적용할 수 있다. 또한 대량 정격 전류에서 큰 정격 감도 전류의 누전차단기를 사용하는 경우 만약 차단조건을 만족하지 않는 경우는 TT 계통에서 추가 등전위 본딩을 설치해도 된다.

충전용 도체 중 하나인 중성선에서 기체내 지락이 발생한 경우에도 50 V 를 초과하는 접촉 전압이 발생할 가능성이 있다. TT 계통에서 과전류 보호 장치에 의한 전원 차단 보호를 하는 경우 일반적으로 중성선에도 과전류 보호 장치가 필요로 한다. 이런 경우 중성선 차단에 의해 과전압이 전달되는 것을 방지하기 위해 모든 극을 동시에 차단할 수 있는 과전류 보호 장치(3상 4선식인 경우는 4극 차단기)를 설치해야 한다.

## 3. IT 계통

가. IT 계통에서 첫 번째 기체내 지락이 발생한 경우는 다음 조건을 만족해야 한다(그림 413-18 참조).

$$R_A \leq 50[V]/I_d$$

여기에서,  $R_A$  : 접지극 접지저항 및 기체까지의 보호 도체 저항의 합

50[V] : 일반 조건에서의 연속 허용 접촉 전압

$I_d$  : 충전용 도체와 기체간을 무시할 수 있는 임피던스로 접속된 제1고장시의 고장전류로 전기설비의 대지에 대한 종합 임피던스와 누설전류를 고려해 결정한다.

<b>해설서</b> IEC 60364 건축전기설비	제4-41부	안전을 위한 보호-감전에 대한 보호
	CODE No.	IEC 60364-4-41 : 2001.8 (KS C IEC 60364-4-41: 2005)

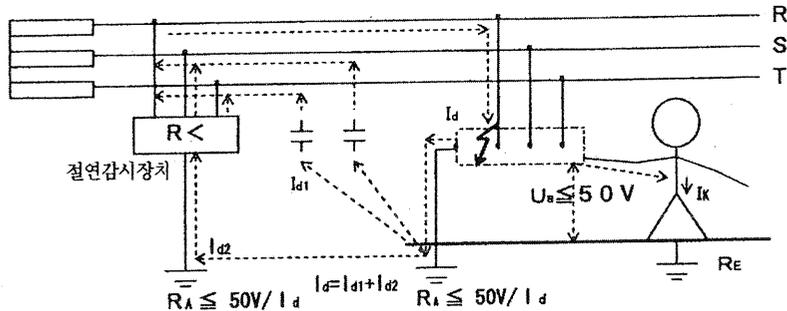


그림 413-18 IT 계통에서의 고장전류 경로

나. TN, TT의 경우는 50 V를 초과하는 접촉전압 발생 가능성이 있었다. 그러나 위 식의 조건은 50 V를 초과하는 접촉전압 발생이 없는 것이다. 따라서 감전된 경우에도 위험하지는 않지만 절연 감시 장치에서의 감시 또는 시청신호에 의해 제1고장을 감지하고 가능한 한 빨리 제1고장을 제거하는 것이 바람직하다.

다. 제1고장이 제거되지 않은 상태에서 제2고장이 발생한 경우는 다음 식의 조건으로 보호 차단을 실시해야 한다.

$$R_A \leq 50V/I_a$$

여기에서,  $R_A$  : 접지극 접지저항 및 기체까지의 보호 도체 저항의 합

50[V] : 일반 조건에서의 연속 허용 접촉 전압

$I_a$  : 보호장치가 자동 차단되는 전류

라. 여러 기체가 보호 도체에 의해 접속되고 연속 접지되어 있는 경우 제2고장 발생시에는 TN 계통의 조건을 만족해야 한다. 그러나 엄밀하게 말해 이 표현은 정확하지 않다. 왜냐하면 다음과 같이 고장회로 임피던스의 계산식에  $2 \times I_a$ 를 이용해야 하기 때문이다.

중성선이 없는 경우  $Z_s \leq U/2 \times I_a$

중성선이 있는 경우  $Z'_s \leq U_o/2 \times I_a$

여기에서,  $U$  : 공칭 선간 전압

$U_o$  : 공칭 대지 전압

$Z_s$  : 충전선과 해당 전류 회로의 보호 도체로 구성되는 고장 회로 임피던스

$Z'_s$  : 중성선과 해당 전류 회로의 보호 도체로 구성되는 고장 회로 임피던스

$2 \times I_a$  바꾸어 말해  $2 \times Z_s$  또는  $2 \times Z'_s$ 를 이용하는 이유는 다음과 같다. 위의 양쪽 식에서 해당 회로의 임피던스만 고려한다면 당연히 ( $2 \times$ )는 필요 없다. 제2고장 발생시에는 고장전류(단락전류)가 그림 413-19 및 그림 413-20 처럼 2개 고장회로의 부분 임피던스를 경유해 흐르기 때문이다.

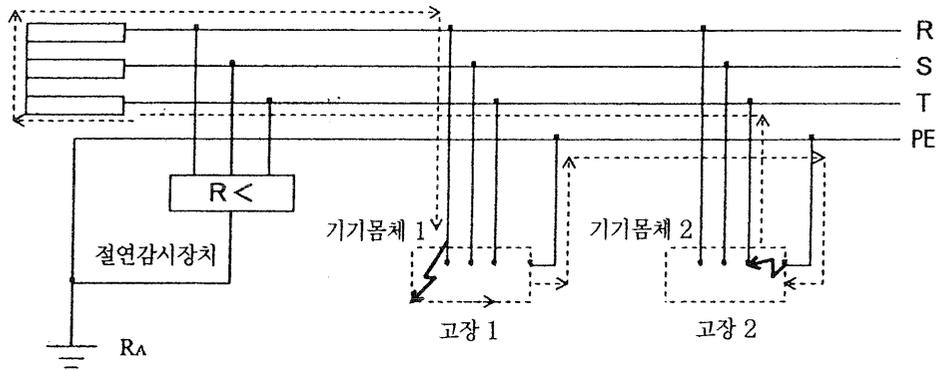


그림 413-19 중성선이 없는 경우의 고장전류 경로

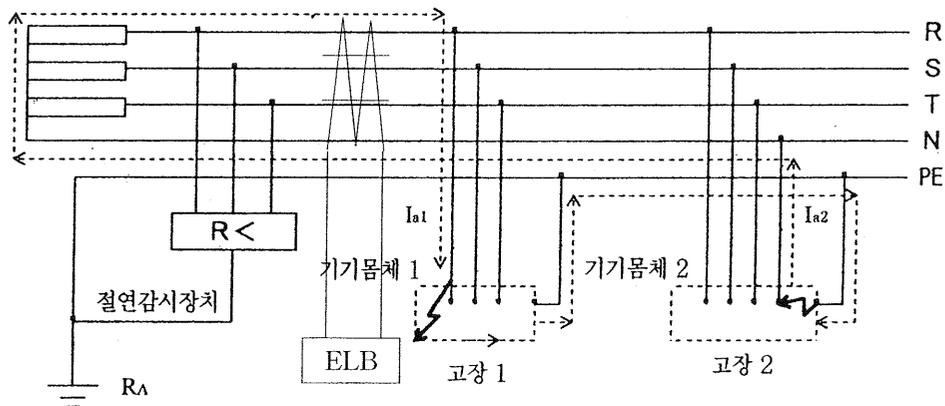


그림 413-20 중성선이 있는 경우의 고장전류 경로

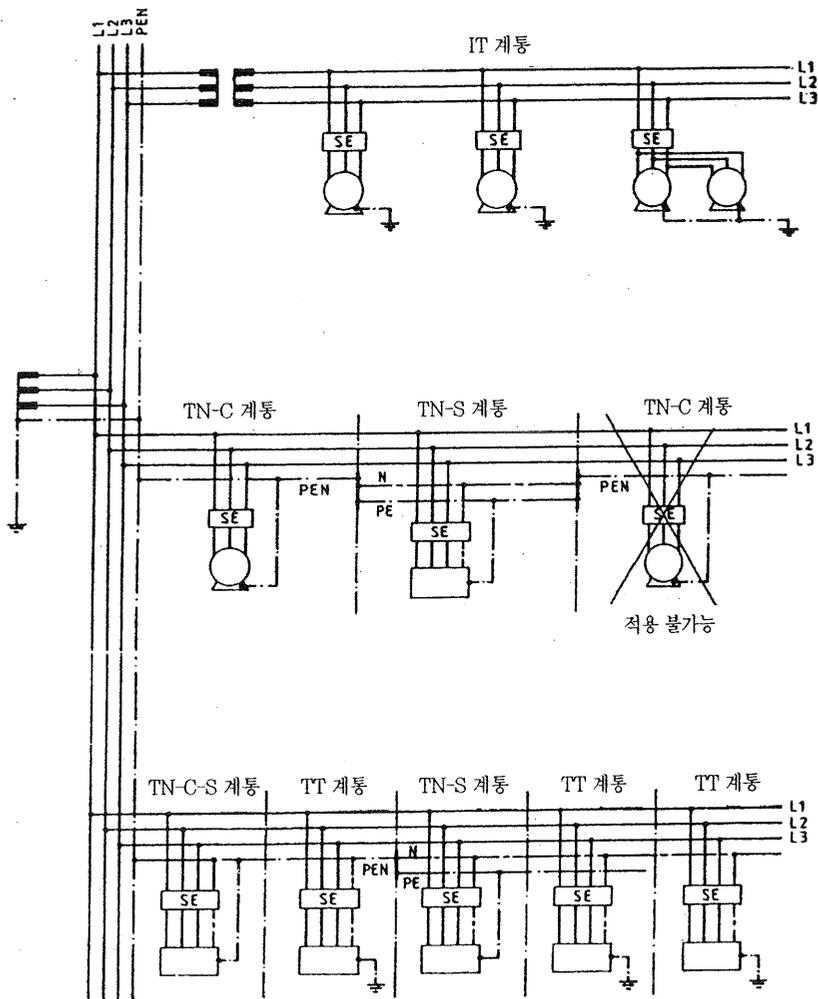
위 그림은 고장 제거를 과전류 차단기로 하는 경우이다. 제2고장 발생시 고장회로를 제거하기 위해 누전 차단기를 이용하는 경우는 각 기체의 노출 도전성 부분에 연속접지가 이루어져 있어 제1고장과 제2고장이 누전 차단기의 부하측에 발생한 경우는 동작 불능 상태가 된다.

누전 차단기 동작은 각 기체의 노출 도전성 부분이 개별 접지로 이루어져 있어 제1, 제2 고장 지락전류의 차가 배전회로의 대지 임피던스를 거쳐 돌아가거나 제1또는 제2고장이 누전 차단기의 영상 CT를 통해 발생해 지락 전류가 감도 전류를 초과한 경우에만 보증할 수 있다. 이런 이유로 제2고장 발생시 TN 계통으로 취급하는 IT 계통에서 누전 차단기 사용은 바람직하지 않다.

<b>해설서</b> IEC 60364 건축전기설비	제4-41부	안전을 위한 보호-감전에 대한 보호
	CODE No.	IEC 60364-4-41 : 2001.8 (KS C IEC 60364-4-41: 2005)

4. TN, TT, IT 계통의 조합 적용

TN, TT, IT 계통은 그림 413-21처럼 조합 적용이 가능하다. 다만, TN-S 계통의 부하측에 TN-C 계통을 시설해야 한다.



PEN 도체는 N으로만 사용한다.

그림 413-21 TN, TT, IT 계통의 조합 적용

<b>해 설 서</b> IEC 60364 건축전기설비	제4-41부	안전을 위한 보호-감전에 대한 보호
	CODE No.	IEC 60364-4-41 : 2001.8 (KS C IEC 60364-4-41: 2005)

5. 설계상 유의 사항

표 413-7에 전원 자동 차단에 의한 보호를 적용하는 경우에 설계상 유의사항을 제시한다.

표 413-7 “전원 자동차단에 의한 보호”의 설계상 검토사항

접지계통	회로	자동차단조건												
TN-S		$Z_s \times I_a \leq U_0$ 여기에서 $Z_s$ : 전원에서 고장점간의 충전용 도체 및 고장점과 전원간 보호도체로 구성하는 고장 루프임피던스 $I_a$ : 정해진 시간내(아래표)에 보호기를 자동 차단시킬 수 있는 전류 $U_0$ : 공칭전압(교류실효값)												
TN-C		<p>표 TN계통의 최대차단시간</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th><math>U_p</math> (V)</th> <th>차단시간(s)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>120</td> <td>0.8</td> </tr> <tr> <td>230</td> <td>0.4</td> </tr> <tr> <td>277</td> <td>0.4</td> </tr> <tr> <td>400</td> <td>0.2</td> </tr> <tr> <td>&gt; 400</td> <td>0.1</td> </tr> </tbody> </table>	$U_p$ (V)	차단시간(s)	120	0.8	230	0.4	277	0.4	400	0.2	> 400	0.1
$U_p$ (V)	차단시간(s)													
120	0.8													
230	0.4													
277	0.4													
400	0.2													
> 400	0.1													
TN-C-S														
TT		$R_A \times I_a \leq 50V$ 여기에서, $R_A$ : 노출 도전성 부분을 접속하는 보호 도체 저항과 접지극 접지저항 합계 $I_a$ : 보호기를 자동차단 시키는 전류 보호기가 누전 차단기인 경우에는 정격감도전류 $I_{\Delta n}$ 선택 차단 협조를 피하기 위해 S형 누전차단기를 일반형 누전 차단기와 직렬로 접속하여 사용해도 된다. S형 누전 차단기와의 선택 협조를 피하기 위해 배전 회로에 작동 조건 1초 이하의 것을 사용할 수 있다. 또한 이 조건을 충족시킬 수 없을 때는 보조 등전위 본딩을 실시한다.												

<b>해 설 서</b> IEC 60364 건축전기설비	제4-41부	안전을 위한 보호-감전에 대한 보호
	CODE No.	IEC 60364-4-41 : 2001.8 (KS C IEC 60364-4-41: 2005)

(앞 페이지 표의 옆으로 이어서)

접촉전압	고장 임피던스	보호기 시설 조건		비 고
		과전류차단기	누전차단기	
<p>부하지점에서 절연 불량인 경우 노출도전성 부분의 대지전위는 전원전압 1/2로 감소한다.</p> <p>단락시와 부하기기의 절연불량 발생시, 노출도전성 부분에 약 <math>U_0/2</math> 전압이 나타나기 때문에 동시에 접속 가능한 다른 노출도전성 부분 또는 계통의 도전성 부분에는 등전위분당을 실시할 것.</p>	<p>전용보호도체 PE가 시설되어 있으므로 고장임피던스는 매우 작고, 큰 고장전류가 흐른다.</p>	<p>과전류차단기를 사용할 수 있다. 과전류보호기의 순시 차단특성(Type B, C, D)이 사고전류 이하가 되도록 선정한다.</p>	<p>과전류보호 조건 적합여부에 관계없이 누전차단기로 보호할 수 있다. 또한 루프임피던스가 크고 전원의 자동차단 조건이 충족되지 않을 때 추가 보호로 누전차단기를 사용한다.</p>	<p>과전류보호상의 조건을 충족시킬 수 없는 경우 예 : 길이를 특정할 수 없는 콘센트회로, 단면적이 작고 배선이 긴 회로 등</p>
	<p>보호도체 PE가 수용가인입구에서 중성선에 접속되기 때문에 고장임피던스는 매우 작고 큰 고장전류가 흐른다.</p>	<p>TN-C계통에는 누전차단기는 사용할 수 없기 때문에 자동차단용 보호기로는 과전류차단기를 사용해야 한다.</p>	<p>TN-C계통에는 누전차단기는 사용할 수 없다. PEN 도체는 부하전류와 고장전류 일부가 흘러(전류동작형의 경우) 누전차단기에서 누설전류 검출은 불가능하다.</p>	<p>PEN 도체 단선 위험에 대한 특별한 주의가 필요하다. TN-S계통 부하측에 TN-C 계통을 설치하지 않을 것. PEN 도체의 경우 이동 케이블과 이동전선을 사용할 수 없다.</p>
	<p>부분적으로 전용보호도체 PE를 접속하기 때문에 고장임피던스는 매우 작고 큰 고장전류가 흐른다.</p>	<p>TN-C-S계통에는 과전류차단기를 사용할 수 있다. 과전류보호기 순시차단 특성(Type B, C, D)이 사고전류 이하가 되도록 선정한다.</p>	<p>과전류보호상의 조건 여부에 관계없이 누전차단기로 보호할 수 있다. TN-C-S계통에서 누전차단기를 사용하는 경우 PEN도체를 부하측에 사용해서는 안 된다.</p>	<p>PEN 도체의 단로는 위험하므로 특별한 주의가 필요하다.</p>
<p>보호접지저항 <math>R_A</math>와 계통접지저항 <math>R_B</math>에서 전원감압을 분담한다. 일반적으로 보호접지 저항은 계통접지 저항과 비교할 때 크기 때문에 보호접지만으로는 접촉전압이 전원전압의 감소에 효과가 적다. (<math>R_A = R_B</math>일 때, <math>U_f = U_0 / 2</math>가 된다.)</p>	<p>보호접지 접지저항 <math>R_A</math>를 낮게 하는 것은 어렵다. 고장 임피던스 (<math>R_B + R_A</math>)가 크기 때문에 고장전류는 작다.</p>	<p>과전류차단기를 동작시킬 수 있는 전류 <math>I_A</math>를 흐르게 하기 위해서 접지저항 <math>R_A</math>는 아주 작은 값이어야 한다. 일반적으로 최종분기회로에서 이 접지 저항값에 도달하기는 어렵다. 또한 그 값을 장기에 걸쳐 유지하는 것도 어렵다.</p> <p>과전류차단기로 보호하는 것은 불가능한 경우가 많다.</p>	<p>누전차단기에 의한 보호에서 보호접지저항 <math>R_A</math>가 큰(지락전류가 작다) 경우라도 확실히 차단할 수 있다. 정격감도전류 30mA의 RCD(누전차단기)를 사용하는 경우 보호접지저항 <math>R_A</math> 값은 <math>I_{\Delta n} \leq 50/R_A</math> 조건에서 <math>R_A = 50/0.03 = 1,666(\Omega)</math>이 되고 1.6k<math>\Omega</math> 이하일 때 보호할 수 있다.</p> <p>등전위분당 영향 외의 장소 또는 보호접지가 불충분한 경우에는 단독 보호접지저항 (<math>R_d</math>)은 계통접지저항(<math>R_B</math>)과 비교하여 크기 때문에 부하점에서 절연불량이 발생한 경우 노출도전성 부분의 대지전위는 거의 감소하지 않는다.</p>	

<b>해 설 서</b> <b>IEC 60364 건축전기설비</b>	제4-41부	안전을 위한 보호-감전에 대한 보호
	CODE No.	IEC 60364-4-41 : 2001.8 (KS C IEC 60364-4-41: 2005)

6) 보조 등전위 본딩(IEC 60364-4-41의 413.1.6)

- ① 동시에 접근 가능한 고정기기의 노출 도전성 부분과 계통의 도전성 부분(가능하다면, 철근 콘크리트조의 주 철근도 포함)은 모두 보조 등전위 본딩을 실시하여야 한다. 등전위 본딩은 콘센트를 포함하여 모든 기기의 보호 도체에 접속해야 한다.
- ② 보조 등전위 본딩의 유효성이 의심되는 경우에는 동시에 접촉 가능한 노출 도전성 부분과 계통의 도전성 부분 사이의 저항 R이 다음 조건을 만족하는지 확인해야 한다.

$$R \leq \frac{50}{I_a}$$

여기에서,  $I_a$  : 보호장치의 동작전류

누전 차단기의 경우  $I_{\Delta n}$ (정격 감도 전류)

과전류 차단기의 경우 5초 이내에 동작시킨 전류

나. 2종기기의 사용 또는 이와 동등한 절연에 의한 보호(IEC 60364-4-41의 413.2)

1) 보호 개념

- ① 이 보호방식은 기초절연의 고장에 의해 전기기기의 접근이 가능한 부분에 위험한 전압이 발생하는 것을 방지할 목적으로 한다.
- ② 이중절연 또는 강화절연을 실시한 전기기기를 사용함에 따라 전기회로 등에 고장이 발생하여도 감전보호를 할 수 있는 방식이다.
- ③ 또한 기초절연만의 전기기기에 대해서 전기설비의 시공 공정에서 2종기기를 사용하는 경우 등과 동등의 안전성을 갖도록 감전보호 대책을 실시하는 방식 등이 있다

2) 2종기기

2종기기란 IEC 60536(감전 보호에 관한 전기, 전자기기 분류) 정의에 적합한 기기이다. IEC 60536에서는 절연 레벨 및 접지와와의 관계에 따라 기기를 분류하며 0종기기, 1종기기, 2종기기, 3종기기가 있다. 각 종의 개요는 다음과 같다.

① 0종기기

기초 절연이 이루어져 있지만 노출 도전성 부분을 설비 등 보호 도체에 접속하는 수단이 없는 기기

② 1종기기

기초 절연이 이루어져 있으며 노출 도전성 부분을 설비 등 보호 도체에 접속하는 기기

③ 2종기기

기능(기초) 절연과 보호 절연으로 구성되는 이중 절연 구조 또는 이와 동등한 레벨의 절연이 기기 전체에 걸쳐 이루어져 있는 기기

④ 3종기기

특별 저압(SELV)으로 공급되며 내부에서 SELV를 초과하는 전압이 발생하지 않는 기기

<b>해 설 서</b> IEC 60364 건축전기설비	제4-41부	안전을 위한 보호-감전에 대한 보호
	CODE No.	IEC 60364-4-41 : 2001.8 (KS C IEC 60364-4-41: 2005)

3) 보호 수단

보호 수단 요소를 표 413-8에 나타낸다.

표 413-8 간접 접촉에 대한 보호용 보호 수단의 요소

구분	기기에서		설비에서
0종기기	기초절연		비 도전성 장소
1종기기	기초절연	보호 본딩	보호 도체
2종기기	기초절연		
		강화절연	
3종기기			SELV

4) 간접 접촉 보호조건

- ① 2종기기 또는 종합 절연이 있는 전기 기기의 공장 조립품을 사용할 것. 이 전기 기기에는(관련 규격에 대한)형식 시험 및 표시가 필요하다.
- ② 기초 절연만 이루어진 기기에는 시공 과정에서 보조 절연이 추가되어 있을 것. 보조 절연은 ①의 전기 기기와 동등한 안전 등급으로 ③~⑥에 적합할 것.
- ③ 비 절연 충전부에는 시공 과정에서 강화 절연이 이루어져 있을 것. 강화 절연은 ①의 전기 기기와 동등한 안전 등급이 있으며 ⑤, ⑥에 적합할 것. 이 절연은 구조상 이중 절연이 불가능한 경우로 한정한다.
- ④ 운전용 준비가 이루어져 있는 전기 기기로 기초 절연에만 의존해 충전부에서 모든 도전부가 분리되어 있는 것은 보호 등급 IP2X의 절연 폐쇄함에 수납되어 있을 것
- ⑤ 절연 폐쇄함은 열적, 기계적 스트레스에 견딜 수 있을 것.
- ⑥ 전위를 전달하는 도전성 부품이 절연 폐쇄함을 관통하지 않을 것.
- ⑦ 공구 또는 열쇠를 사용하지 않고 열 수 있는 절연 폐쇄함의 접근이 가능한 도전성 부분은 보호 등급 IP2X 이상의 절연 격벽 뒤쪽에 있을 것.
- ⑧ 절연 폐쇄함으로 둘러싸인 도전성 부분은 보호 도체에 접속하지 말 것.

다. 비 도전성 장소에 의한 보호 (IEC 60364-4-41의 413.3)

1) 보호 개념

이 방법은 충전부의 기초절연 고장에 따라 다른 전위가 발생하는 부분으로서의 동시 접촉을 방지할 목적으로 이루어져 있다. 또한 다른 전위를 일으키는 부분에 동시 접촉하는 것을 방지해 간접 접촉 보호를 하는 것이다.

2) 간접 접촉 보호조건

- ① 2개의 노출 도전성 부분, 노출 도전성 부분과 계통의 도전성 부분은 사람이 동시에 접촉하지 않도록 배치할 것.
- ② 비도전성 장소에 보호도체를 시설하지 말 것.

<b>해 설 서</b> IEC 60364 건축전기설비	제4-41부	안전을 위한 보호-감전에 대한 보호
	CODE No.	IEC 60364-4-41 : 2001.8 (KS C IEC 60364-4-41: 2005)

③ 절연성 바닥과 벽이 있는 장소로 다음 규정 중 1개 이상이 적용되면 상기 “1) 보호 개념”에 적합하다.

- (㉠) 노출 도전성 부분 상호, 노출 도전성 부분과 계통외 도전성 부분의 격리거리를 2 m 이상으로 할 것. 다만, 압즈리치 범위 밖에서는 1.25 m로 할 수 있다.
- (㉡) 노출 도전성 부분과 계통외 도전성 부분 사이에 장애물을 삽입하고 장애물에 의한 거리가 상기 “㉠”의 거리를 초과하지 않도록 할 것. 다만, 장애물은 대지나 노출 도전성 부분에 접속하지 말 것.
- (㉢) 충분한 기계적 강도가 있어 2,000 V 이상의 시험 전압에 견디는 절연을 할 것. 또한 누설 전류를 1 mA 이하로 할 것.
- (㉣) 설비의 공칭전압이 500 V 이하인 경우에는 절연성 바닥 및 벽의 저항을 50 kΩ, 500 V 초과인 경우에는 100 kΩ 으로 할 것.
- (㉤) 배치는 항구적일 것.
- (㉥) 계통외 도전성 부분이 해당 장소 외부에서의 전위를 인입하지 않을 것.

[참고] 바닥 및 벽의 절연저항 측정 방법

1. 측정 방법

약 500 V (설비 정격 전압이 500 V 를 초과할 때는 1,000 V)의 무부하 전압을 가진 자석식 저항계 또는 전지식 절연 저항계를 직류전원으로 사용한다.

2. 측정 장소

저항은 시험 전극과 설비의 보호 도체 간에 측정한다.

3. 시험 전극

시험 전극은 아래 타입 중 한 가지를 선택한다. 선택에 이견이 있을 경우에는 시험 전극 1을 기준으로 한다.

**비고** 시험은 표면처리(니스 칠, 페인트 도장, 유사한 도장) 전에 실시하는 것이 바람직하다.

가. 시험전극 1

전극은 한 변이 250 mm 인 정방형인 금속판 및 시험할 표면과 금속판과의 사이에 설치한 한 변이 약 270 mm로 여분한 흡수성 있는 종이 또는 천으로 구성한다. 측정 중에 바닥은 약 750N, 벽은 약 250N의 힘을 금속판에 가한다.

나. 시험전극 2

시험전극은 바닥에 접하는 곳이 정삼각형 모양으로 된 금속제 삼각대로 한다(그림 413-22 참조). 각 지지부는 유연한 기초로서 압력을 가했을 때 피 시험면에 약 900 mm<sup>2</sup> 이상의 면적에 밀착하여 5,000 Ω 미만의 저항이 되도록 한다.

1) 측정을 하기 전에 피시험 표면에 물을 뿌리거나 젖은 천으로 닦는다.

2) 측정 중에는 바닥은 약 750N, 벽은 약 250N의 힘을 삼각대에 가한다.

<b>해 설 서</b> IEC 60364 건축전기설비	제4-41부	안전을 위한 보호-감전에 대한 보호
	CODE No.	IEC 60364-4-41 : 2001.8 (KS C IEC 60364-4-41: 2005)

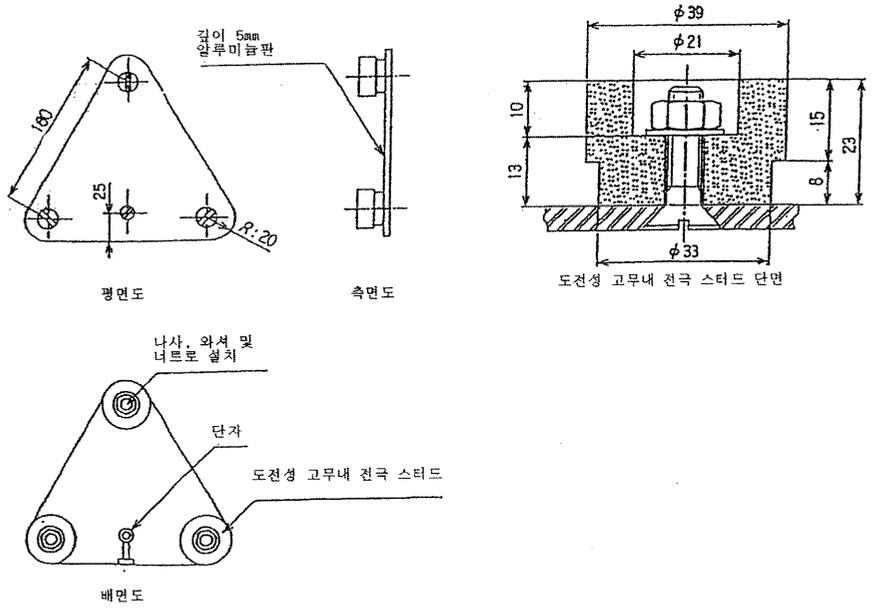


그림 413-22 시험전극 2

라. 어스프리용(비접지) 국부적 등전위 분당에 의한 보호 (IEC 60364-4-41의 413.4)

1) 보호 개념

이 방법은 위험한 접촉 전압이 발생하는 것을 방지함을 목적으로 한다. 1개의 장소 내에 있는 모든 노출 도전성 부분 및 계통의 도전성 부분은 접지되어 있고 모두 동시에 접촉 가능한 노출 도전성 부분 및 계통의 도전성 부분에 등전위 분당을 실시한 것에 의한 감전보호이다. 이 경우 등전위 분당용 도체는 접지해서는 안 된다.

2) 간접 접촉 보호조건

- ① 등전위 분당용 도체에 의해 동시 접근이 가능한 모든 노출 도전성 부분 및 계통의 도전성 부분을 접속할 것.
- ② 부분적 등전위 분당 시스템은 노출 도전성 부분 또는 계통의 도전성 부분을 통해 대지와 전기적으로 접속하지 않을 것
- ③ 대지에서 절연된 도전성 바닥이 비접지 등전위 분당과 접속된 경우 등전위 장소 내에 있는 사람이 전위차에 노출되지 않을 것.

<b>해 설 서</b> IEC 60364 건축전기설비	제4-41부	안전을 위한 보호-감전에 대한 보호
	CODE No.	IEC 60364-4-41 : 2001.8 (KS C IEC 60364-4-41: 2005)

마. 전기적 분리에 의한 보호 (IEC 60364-4-41의 413.5)

1) 보호 개념

이 방법은 회로의 기초 절연 고장으로부터 충전된 노출 도전성 부분과의 접촉에 의한 감전 전류가 흐르는 것을 방지함을 목적으로 한다.

절연 변압기 또는 그와 동등의 절연 권선을 갖는 전동 발전기 등에서 전원을 공급하고 그 회로의 어떤 부분에서도 접지하지 않은 회로(비접지 계통)로 하는 감전보호이다.

2) 간접 접촉 보호조건

- ① 회로는 분리 전원, 즉 절연 변압기 또는 이와 동등한 안전 등급의 전원에서 공급할 것.
- ② 회로의 전압은 500 V 이하일 것.
- ③ 회로의 충전부는 다른 회로 또는 대지로 접속하지 않을 것.
- ④ 분리회로 및 다른 회로용에 동일한 배선 계통의 전선을 사용하는 경우는 금속제 외피가 없는 다심케이블 또는 절연성 전선관, 덕트, 몰드에 수납한 절연전선을 사용할 것.
- ⑤ 콘센트는 등전위 본딩 시스템에 접속하기 위한 보호 접촉자가 있을 것.
- ⑥ 2종기기에 접속하는 경우를 제외하고 가요 케이블은 등전위 본딩용 전선으로 사용하기 위한 보호도체가 있을 것.
- ⑦ 극성이 다른 도체에서 전원을 공급하는 2개의 노출 도전성 부분에 영향을 미치는 2개의 고장이 발생한 경우 표 413-1 시간 내에 전원을 차단할 것.

