

KOSHA GUIDE

E - 100 - 2021

저압전기설비에서의 감전예방을 위한
기술지침

2021. 12.

한국산업안전보건공단

안전보건기술지침의 개요

- 작성자 : 한국산업안전보건공단 윤동현
- 개정자 : 한국산업안전보건공단 산업안전보건연구원 안전시스템연구실
- 개정자 : (전) 산업안전보건연구원 최상원

- 제 · 개정경과
 - 1999년 3월 전기분야 기준제정위원회 심의
 - 1999년 5월 총괄기준제정위원회 심의
 - 2006년 11월 전기분야 기준제정위원회 심의
 - 2006년 12월 총괄기준제정위원회 심의
 - 2011년 12월 전기안전분야 제정위원회 심의(개정)
 - 2021년 9월 전기안전분야 제정위원회 심의(개정)

- 관련규격 및 자료
 - 산업안전보건기준에 관한 규칙 제2편 제3장 제1절(전기기계·기구 등으로 인한 위험방지)
 - KS C IEC 60364 : 건축전기설비 - 제4-41부 : 안전을 위한 보호 - 감전에 대한 보호
 - KS C IEC 60364-5-54 : 건축전기설비 - 제5 - 54부 : 전기기기의 선정 및 시공
 - 접지배치, 보호도체 및 결합도체
 - KS C IEC 60449 : 건축 전기 설비의 전압 밴드
 - IEC 91140 : 감전방지 - 설비 및 기기의 공통사항
 - 한국전기설비규정(KEC)핸드북

- 관련법규 · 규칙 · 고시 등
 - 산업안전보건기준에 관한 규칙 제2편 제3장 제1절(전기기계 · 기구 등으로 인한 위험방지)

- 기술지침의 적용 및 문의
 - 이 기술지침에 대한 의견 또는 문의는 한국산업안전보건공단 홈페이지(www.kosha.or.kr)의 안전보건기술지침 소관분야별 문의처 안내를 참고하시기 바랍니다.
 - 동 설명서 내에서 인용된 관련규격 및 자료, 법규 등에 관하여 최근 개정본이 있을 경우에는 해당 개정본의 내용을 참고하시기 바랍니다.

- 공표일자 : 2021년 12월
- 제 정 자 : 한국산업안전보건공단 이사장

저압전기설비에서의 감전예방을 위한 기술지침

1. 목 적

이 지침은 산업안전보건기준에 관한 규칙(이하 “안전보건규칙”이라 한다) 제2편 제3장(전기로 인한 위험방지) 제1절(전기기계·기구 등으로 인한 위험방지)의 규정에 의거, 저압전기설비에서의 근로자 감전방지를 위한 기술지침을 정함을 목적으로 한다.

2. 적용범위

이 지침은 사업장내에 설치된 교류 1kV 또는 직류 1.5kV 이하의 저압 전기설비에 적용한다.

3. 용어의 정의

(1) 이 지침에서 사용하는 용어의 정의는 다음과 같다.

(가) “충전부”라 함은 일반적으로 전압을 인가하기 위한 도체 또는 도전성 부분을 말한다.

(나) “위험충전부”라 함은 어떤 조건하에서 상해(감전)를 입힐 위험이 있는 충전부를 말한다.

(다) “노출 도전부(Exposed conductive part)”라 함은 일반적으로는 충전되지 않으나, 기초절연이 고장 날 경우에 충전부가 되며 접촉 가능성이 있는 전기기기의 도전성 부분을 말한다. 다만, 다른 노출 도전부와와의 접촉에 의해서 충전부가 되는 전기기기의 도전부는 제외한다.

- (라) “계통외 도전부(Extraneous conductive part)”라 함은 전기설비의 일부는 아니나 어떤 전위(국소대지의 전위를 말한다)를 가지기 쉬운 도전성 부분을 말한다.
- (마) “접촉전류”라 함은 정상상태 또는 고장상태에서 전기설비의 접근 가능한 부분에 사람이 접촉되어 흐르는 전류를 말한다.
- (바) “접촉전압”이라 함은 동시 접촉한 경우에 있어 인가되는 전압을 말한다.
- (사) “기초절연(Basic insulation)”이라 함은 감전에 대하여 기능보호를 하기 위한 위험충전부의 절연을 말한다.
- (아) “부가절연(Supplementary insulation)”이라 함은 기능절연이 고장났을 때 감전방지(고장보호)를 위해 기능절연에 추가해서 실시하는 별도의 절연을 말한다.
- (자) “이중절연(Double insulation)”이라 함은 기능절연과 부가절연으로 구성된 절연을 말한다.
- (차) “강화절연(Reinforced insulation)”이라 함은 위험충전부에 의한 감전방지를 위하여 이중절연과 동등한 수준의 절연을 말한다. 다만, 강화 절연은 기능절연 또는 부가절연으로 여러 층을 구성하여도 무방하다.
- (카) “전기적인 방호장애물(Electrically protective obstacle)”(이하 “장애물”이라 한다)이라 함은 의식적인 행위에 의한 직접접촉은 방지하지 않으나, 무의식적인 직접접촉을 방지할 수 있는 장애물을 말한다.
- (타) “전기적인 방호장벽(Electrically protective barrier)”(이하 “장벽”이라 한다)라 함은 통상적으로 모든 접근방향에서의 직접접촉에 대해서 보호하는 부분을 말한다.
- (파) “방호 밀폐함(Protective enclosure)”(이하 “밀폐함”이라 한다)이라 함은 모든 방향에서 위험충전부에 접근하는 것을 방지할 수 있도록 함의 내부에 넣는 것

을 말한다.

- (하) “등전위본딩(Equipotential bonding)”이라 함은 등전위성을 확인하기 위한 목적으로 인접부분을 전기적인 접속을 실시하는 보호조치를 말한다.
- (거) “보호등전위본딩(Protective equipotential bonding)”이라 함은 안전 목적(예를 들면, 감전방지)의 등전위본딩을 말한다.
- (너) “기준대지(Reference earth)”라 함은 모든 접지설비의 영향영역밖에 있고, 도전성으로 보여 지는 대지의 일부를 말하며, 그 전위는 규약적으로 0이다.
- (더) “강화보호조치(Enhanced protective provision)”라 함은 두 개의 독립된 보호조치의 요소에 의한 보호와 동등이상의 보호 신뢰성을 가진 보호조치를 말한다.
- (러) “보호격리(Protective separation)”라 함은 어떤 전기회로를 다음 중 하나의 방법에 의해 다른 것으로부터 격리하는 것을 말한다.
- ① 이중절연
 - ② 기초절연 및 보호스크린
 - ③ 강화절연
- (머) “특별저압(Extra low voltage : ELV)”이라 함은 교류전압 50 V 이하, 직류전압 120 V 이하(IEC 61201의 전압범위에 규정한 당해 전압한계를 초과하지 않는 전압)의 전압을 말한다.
- (버) “안전특별저압(Safety extra low voltage : SELV)”이라 함은 정상상태에서 또는 다른 회로에 있어서 지락고장을 포함한 단일고장상태에서 인가되는 전압이 특별저압을 초과하지 않는 전기시스템을 말한다.
- (서) “보호특별저압(Protective extra low voltage : PELV)”이라 함은 정상상태에서 또는 다른 회로에 있어서 지락고장을 제외한 단일고장상태에서 인가되는 전압이 특별저압을 초과하지 않는 전기시스템을 말한다.

- (어) “보호접지선(Protective conductor : PE)”이라 함은 안전(감전방지)을 목적으로 하는 접지선을 말한다.
- (저) “PEN(Combined protective and neutral conductor)”이라 함은 중성점접지와 보호접지의 기능을 겸용한 접지선을 말한다.
- (처) “전기적인 격리(Electrical separation)”라 함은 위험한 충전상태에 있는 회로를 다른 부분과의 접촉으로부터 절연하는 보호조치를 말한다.
- (커) “비맥동(Ripple-free)”이라 함은 맥동성분이 10 %(실효값)이하의 정현파 맥동 전압을 말한다.
- (터) “TN계통”이라 함은 전력계통 접지방식의 하나로 전원측의 한 점을 직접 접지시키고, 전기기기의 접지는 전원측 접지극에 보호도체로 접속한 방식을 말한다. (KOSHA GUIDE E-104-2011 “전기설비 설치 시 환경·사용조건평가 등에 관한 기술지침” 참조)
- (퍼) “TT계통”이라 함은 전력계통 접지방식의 하나로 계통의 한쪽은 직접 접지시키고, 기기의 보호접지는 이와는 별도의 접지극에 접속하는 방식을 말한다. (KOSHA GUIDE E-104-2011 “전기설비 설치 시 환경·사용조건평가 등에 관한 기술지침” 참조)
- (허) “IT계통”이라 함은 전력계통 접지방식의 하나로 모든 충전부를 대지에서 격리시키거나 한 점에서 임피던스접지시키고, 설비의 도전부는 독립접지 또는 공통접지한 방식을 말한다. 안전보건기술지침 “전기설비 설치 시 환경·사용조건평가 등에 관한 기술지침” 참조
- (2) 기타 이 지침에서 사용하는 용어의 정의는 이 지침에서 특별히 규정하는 경우를 제외하고는 산업안전보건법, 같은 법 시행령, 같은 법 시행규칙 및 안전보건규칙에서 정하는 바에 따른다.

4. 감전방지수단의 적용

(1) 다음의 상태별로 각 항에 표시한 적절한 감전방지 조치를 적용한다.

(가) 정상상태 및 고장상태에 있어서의 감전방지(5항 참조)

(나) 정상상태에 있어서의 감전방지(6항 참조)

(다) 고장상태에 있어서의 감전방지(7항 참조)

(2) 감전방지의 조치는 설비 전체, 일부 또는 단일기기 등에 적용한다.

(3) 하나의 보호수단으로 어떤 조건에 적합하지 않은 경우에는 보조보호조치를 추가하여 안전을 확보한다.

(4) 동일한 설비 또는 설비의 일부에 적용하는 서로 다른 보호조치의 상호간에 악영향이 없도록 한다.

5. 정상상태 및 고장상태에서의 감전방지조치

5.1 안전특별저압 및 보호특별저압에 의한 보호

5.1.1 다음의 경우에는 감전방지조치가 이루어진 것으로 본다.

(1) 정격전압은 다음의 전압범위 I 범위를 초과하지 않도록 한다.

(가) 교류전압의 범위는 <표 1>과 같다.

<표 1> 교류전압의 범위

설비의 정격전압 U(V)	접지계통		비접지 또는 비유효접지계통
	대지간	선간	선간
I	$U \leq 50$	$U \leq 50$	$U \leq 50$
II	$50 < U \leq 600$	$50 < U \leq 1,000$	$50 < U \leq 1,000$

(나) 직류전압의 범위는 <표 2>와 같다.

<표 2> 직류전압의 범위

설비의 정격전압 U(V)	접지계통		비접지 또는 비유효접지계통
	극대지간	극간	극간
I	$U \leq 120$	$U \leq 120$	$U \leq 120$
II	$120 < U \leq 900$	$120 < U \leq 1,500$	$120 < U \leq 1,500$

(2) 5.1.2항에 의한 전원은 하나로 공급한다.

(3) 접지방식은 다음 조건을 따르며, 5.1.3항의 모든 조건을 만족하여야 한다.

(가) 비접지회로(SELV)에서는 5.1.4항

(나) 접지회로(PELV)에서는 5.1.5항

5.1.2 안전특별저압 및 보호특별저압용 전원의 조건

(1) 안전절연변압기(KSC IEC 61558-2-6, 전력용 변압기, 전원공급장치 및 유사기기 안전-제2부: 범용 절연변압기의 개별 요구사항에 적합한 것)를 사용한다.

(2) 권선이 동등의 절연을 가진 전동발전기 등과 같이 (1)항과 동등이상의 절연을 가진 전원을 사용한다.

- (3) 축전지 등의 전기화학적인 전원 또는 디지털 구동발전기보다 높은 전압회로에서 독립된 기타 전원을 사용한다.
- (4) 전자장치 내부고장의 경우에도 출력단자의 전압이 5.1.1(1)항에 규정한 값을 초과하지 않도록 한다.
- (5) 안전절연변압기, 구동발전기 등의 이동형 전원은 2중 절연구조 또는 이와 동등한 절연보호 요구사항이 만족되도록 선정하여 시공한다.

5.1.3 특별저압에 의한 보호시 격리방법

- (1) 안전 및 보호특별저압회로의 충전부는 상호 다른 회로에서 안전절연 변압기의 입력회로와 출력회로 사이의 절연과 동등이상 수준으로 격리시킨다.
- (2) 안전 및 보호특별저압의 각 시스템의 회로선로는 모든 다른 회로선로와 물리적으로 격리시킨다. 격리가 곤란한 경우에 다음 중 하나의 보완조치를 한다.
 - (가) 안전 및 보호특별저압의 각 회로선로는 기본절연에 추가하여 비금속외피 또는 절연된 외함을 설치한다.
 - (나) 접지된 금속제 스크린 또는 접지된 금속외장으로 전압이 다른 회로의 선로와 격리시킨다.
 - (다) 안전 또는 보호특별저압회로의 선로와는 전압이 상이한 회로의 다심케이블 또는 다른 선로의 집단으로 포함할 수 있으나, 이와 같이 존재하는 최대전압에 대응하는 절연은 개별 또는 집단으로 실시한다.
- (3) 안전 및 보호특별저압 시스템의 플러그 및 콘센트는 다음의 요구사항을 따른다.
 - (가) 플러그는 다른 전압계통의 콘센트와 모양을 달리하여 삽입할 수 없는 구조로 한다.
 - (나) 콘센트에는 다른 전압계통의 플러그와 모양을 달리하여 삽입할 수 없는 구조로 한다.

- (다) 안전특별저압 계통에서 플러그 및 콘센트에는 보호접지선과 접촉되지 않도록 한다.

5.1.4 특별저압회로의 비접지회로

특별저압회로에 의한 보호의 비접지회로는 다음 조건을 만족시킨다.

- (1) 비접지회로의 충전부는 대지, 다른 회로의 충전부 또는 보호접지선과 접촉되어서는 아니 된다.
- (2) 노출 도전부는 다음에 고의로 접촉되어서는 아니 된다.
 - (가) 대지
 - (나) 다른 회로의 보호접지선 또는 노출 도전부
 - (다) 기타 도전부. 다만, 전기기기를 기타 도전부로 접촉하는 것이 본질적으로 필요한 경우에 이들 부분의 전압이 5.1.1항에서 규정한 정격전압을 초과하지 않는 것이 보증되는 경우는 제외한다.
- (3) 정격전압이 교류 25 V 또는 직류 60 V를 초과하거나 기기가 물에 잠겨 있는 경우에는 다음의 사항을 따라야 한다.
 - (가) 보호등급(부록 1 참조) IPXXB 또는 IP2X 이상을 가진 장벽 또는 외함
 - (나) 시험전압 교류 500 V에서 1분간 견디는 절연
- (4) 건조한 상태에서 정격전압이 교류 25 V 또는 직류 60 V를 초과하지 않는 경우는 (3)항에 적합한 직접접촉에 대한 감전방지를 요구하지 않는다.

5.1.5 특별저압회로의 접지회로

특별저압회로에 의한 보호 접지회로는 다음을 따른다. 다만, 회로가 접지되어 있고, 또한 5.1.4항에 적합한 비접지회로가 필요 없는 경우에는 (1)항 및 (2)항의 요구사항을 따른다.

(1) 정격전압이 교류 25 V 또는 직류 60 V를 초과하거나 기기가 물에 잠겨 있는 경우에는 다음의 사항을 따라야 한다.

(가) 보호등급 IPXXB 또는 IP2X 이상을 가진 장벽 또는 밀폐외함

(나) 시험전압 교류 500 V에 1분간 견디는 절연

(2) 건조한 상태에서 정격전압이 교류 25 V 또는 직류 60 V를 초과하지 않고 노출 도전부 및 충전부가 보호도체에 의해서 주접지단자에 접속된 경우는 (1)항에 적합한 직접접촉에 대한 감전방지를 요구하지 않는다.

(3) 계통의 정격전압이 교류 12 V 또는 직류 30 V를 초과하지 않는 경우에는 기본 보호를 하지 않아도 된다.

(4) 회로의 접지는 전원 내에서 대지로 적절한 방법으로 접속이 가능하다.

5.2 접지회로시스템

(1) 전압범위 I의 전압을 사용하지만, 안전특별저압 또는 보호특별저압에 관한 5.1항의 요구사항의 전부가 적합하지 않은 경우, 또한 안전특별저압 또는 보호특별저압이 요구되지 않는 경우에 직접 및 간접접촉 양쪽의 보호를 확실히 하기 위해 다음의 (2)항 및 (3)항에서 규정하는 보호조치를 이용 한다.

(2) 직접접촉에 대한 감전방지를 위하여 다음 중 하나를 조치한다.

(가) 6.2항에 적합한 장벽 또는 밀폐함

(나) 1차측 회로에 요구되는 최소시험전압에 대응한 절연

(다) 기능특별저압회로에 이용한 기기의 절연내력이 1차측 회로에 대해서 규정한 시험전압이하일 경우에는 접촉할 위험이 있는 기기의 비도전부의 절연을 교류 1,500 V의 시험전압에 1분간 견디도록 제작한다.

(3) 간접접촉에 대한 보호는 다음 중 하나를 조치한다.

(가) 1차측 회로에 7.1항에서 규정하는 전원의 자동차단에 의한 보호수단의 하나가 적용된 경우, 그 1차측 회로의 보호접지선에 기능특별저압회로 기기의 노출 도전부를 접속한다. 이 경우에 1차측 회로의 보호접지선에 기능특별저압회로의 충전용 전선을 접속해서는 아니 된다.

(나) 1차측 회로에 7.5항에서 규정하는 전기적인 격리에 의한 보호를 적용한 경우에 그 1차측 회로의 비접지 등전위 접속선에 기능특별저압회로 기기의 노출 도전부를 접속한다.

(4) 기능특별저압시스템의 플러그 및 콘센트는 다음의 요구사항을 따른다.

(가) 플러그는 다른 전압시스템의 콘센트와 모양을 달리하여 삽입할 수 없도록 한다.

(나) 콘센트에는 다른 전압시스템의 플러그와 모양을 달리하여 삽입할 수 없도록 한다.

6. 정상상태에서의 감전방지

6.1 직접 접촉으로부터의 감전방지

(1) 충전부는 파손되어도 제거되지 않는 절연물로 완전히 피복 되어야 한다.

(2) 공장조립기기의 절연은 전기기기에 대한 당해 규격을 따른다.

(3) 기타 기기는 사용 중에 받을 위험이 있는 기계적, 화학적, 전기적 및 열적 스트레스에 충분히 견디는 절연에 의해 보호되어야 한다.

6.2 장벽 또는 밀폐함에 의한 보호

(1) 충전부는 보호등급 IPXXB 또는 IP2X 이상을 가진 밀폐함의 내부 또는 장벽의 뒷면에 설치한다. 다만, 플러그, 콘센트 또는 퓨즈 등과 같이 부품의 교체 중에 개구부가 생긴 경우, 또는 기기의 관련 요구사항에 따라 기기가 정상적인 기능을 얻기 위해 개구부를 필요로 하는 경우는 다음의 조건을 만족시킨다.

- (가) 사람이 무의식적으로 충전부에 접촉하지 않도록 적절한 예방조치를 한다.
 - (나) 사람이 그 개구부를 통해서 충전부에 접촉할 위험이 있다고 느끼거나, 또는 고의로 접촉되지 않도록 충분한 공간을 확보한다.
- (2) 쉽게 접근할 위험이 있는 장벽 또는 밀폐함의 수평상면은 보호등급 IPXXD 또는 IP4X 이상을 갖는다.
- (3) 장벽 또는 밀폐함은 외적영향을 고려하며, 기존의 정상공급조건에 있어서 요구되는 보호등급 및 충전부에서의 적절한 격리를 유지하기 위해 적절한 위치에 견고히 고정하고, 충분한 안전성과 내구성을 갖는다.
- (4) 장벽의 제거, 밀폐함의 개방 또는 밀폐함의 일부분의 제거가 다음과 같은 경우에만 가능한 구조로 한다.
- (가) 열쇠 또는 공구를 사용하는 경우
 - (나) 장벽 또는 밀폐함이 보호하는 충전부의 전원을 차단한 후이거나, 또는 전원의 복구가 장벽, 밀폐함을 복원하거나 재폐쇄한 후에 제한이 가능한 경우
 - (다) 충전부 접촉을 방지하기 위해 보호등급 IPXXB 또는 IP2X 이상을 가진 중간 장벽이 있고, 이 장벽을 열쇠 또는 공구를 사용만 제거할 수 있는 구조인 경우
- (5) 장벽의 뒤쪽 또는 외함 내부에서 개폐기가 개로된 이후에도 위험한 충전상태가 유지되는 기기(커패시터 등)가 설치된다면 경고 표지를 해야 한다. 다만, 아크 소거, 계전기 지연 동작 등을 위해 사용하는 소용량의 커패시터는 위험한 것으로 보지 않는다.

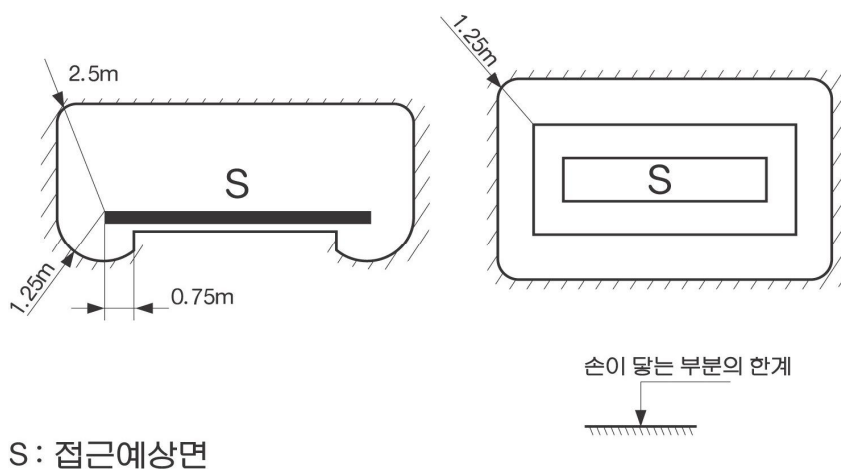
6.3 장애물에 의한 보호

- (1) 장애물은 충전부에 무의식적으로 접촉하는 것을 방지하는 목적이며, 장애물을 우회해서 고의로 접촉하는 것을 방지하는 것은 아니다.
- (2) 장애물은 다음과 같은 접촉을 방지할 수 있는 것을 말한다.

- (가) 신체가 충전부에 무의식적으로 접근하는 것
 - (나) 정상상태에서 충전된 기기를 조작하는 경우에 무의식적으로 충전부에 접촉하는 것
- (3) 장애물은 불의에 제거되지 않도록 견고히 고정한다. 다만, 열쇠 또는 공구를 사용하지 않고 제거할 수 있는 경우도 있다.

6.4 손이 닿지 않는 장소에 설치하는 방법에 의한 보호

- (1) 손이 닿지 않는 장소에 의한 보호는 충전부에 무의식적으로 접촉하는 것을 방지하는 것만을 목적으로 한다.
- (2) 동시에 접근 가능한 전위차가 있는 부분은 손이 닿지 않도록 한다. 두 부분의 거리가 2.5 m 이하인 경우는 동시에 접근 가능한 것으로 본다(<그림 1> 참조).
- (3) 보호등급 IPXXB 또는 IP2X 미만의 장애물(예를 들면, 난간, 철망)에 따라서 수평방향을 제한하는 경우에 손이 닿는 장소는 그 장애물로부터 측정 하며, 머리 위 방향의 동시 접근 가능 범위는 사람이 점유할 수 있으므로 S면에서 2.5 m로 한다. 이 경우, 중간에 보호등급 IPXXB 미만의 장애물은 고려하지 않으며, 손이 닿는 거리의 값은 공구나 사다리 등의 보조 없이 손이 직접 접촉하는 경우에 적용한다.



<그림 1> 손이 닿는 장소

- (4) 일반적으로 부피가 크거나 또는 길이가 긴 도전성 물체를 취급하는 장소에 있어서 위
(2)항 및 (3)항에서 요구하는 거리는 그 길이에 따라 증가시켜야 한다.

6.5 누전차단기에 의한 추가보호

- (1) 정상상태의 감전방지를 위한 다른 보호수단의 효과를 증강시키기 위하여 누전차단기를 사용할 수 있다.
- (2) 정격감도전류가 30 mA 이하의 누전차단기는 다른 보호수단의 고장 또는 사용자가 부주의할 때에 정상상태에서 감전방지의 추가적인 보호용으로서 사용하는 것이 인정된다.
- (3) 누전차단기를 단독적인 방호수단으로서 사용할 수 없으며, 6.1항에서 6.4항까지 규정된 방호수단에 추가하여 적용할 수 있다.

7. 고장상태에서의 보호

7.1 전원의 자동차단에 의한 보호

7.1.1 전원의 자동차단 시의 적용

- (1) 전원의 자동차단에 의한 보호는 고장 발생 시에 접촉전압의 값과 그 지속시간에 따라서 전격의 위험이 생기는 경우에 실시한다.
- (2) 이 보호수단에서는 계통접지의 종류와 보호선로 및 보호기의 특성에 따라 절연협조를 필요로 한다.
- (3) 보호기는 회로 또는 기기의 충전부와 노출 도전부 또는 보호선로와의 사이에 고장이 발생할 경우, 특별저압을 넘는 접촉전압에 접촉한 사람에게 전격위험을 주는 시간 이상 지속되지 않도록, 간접접촉보호를 해야 하는 회로 또는 기기의 전

원을 자동차단 한다.

- (4) 노출 도전부는 계통접지의 종류에 따라서 규정된 조건으로 접지선에 접속 한다. 동시에 접근 가능한 노출 도전성 부분은 개별로 또는 그룹에 따라 선택적으로 계통접지에 접속한다.

(5) 고장시의 자동차단

- (가) (마) 및 (바)에서 규정하는 것을 제외하고는 보호장치는 회로의 선도체와 노출 도전부 또는 선도체와 기기의 보호도체 사이의 임피던스가 무시될 정도로 되는 고장의 경우 (나), (다) 또는 (라)에서 규정된 차단시간 내에서 회로의 선도체 또는 설비의 전원을 자동으로 차단하여야 한다.

- (나) 표 3의 최대차단시간은 32 A 이하 분기회로에 적용한다.

<표 3> 32 A 이하 분기회로의 최대 차단시간

단위: 초

계통	50 V < U_0 ≤ 120 V		120 V < U_0 ≤ 230 V		230 V < U_0 ≤ 400 V		U_0 ≥ 400 V	
	교류	직류	교류	직류	교류	직류	교류	직류
TN	0.8	비고 1	0.4	5	0.2	0.4	0.1	0.1
TT	0.3	비고 2	0.2	0.4	0.07	0.2	0.04	0.1

※ TT계통에서 차단은 과전류보호장치에 의해 이루어지고 보호등전위본딩은 설비 안의 모든 계통외도전부와 접속되는 경우 TN계통에 적용 가능한 최대차단시간이 사용될 수 있다. 여기서 U_0 는 대지에서 공칭교류전압 또는 직류선간전압이다.

비고 1 : 차단은 감전보호 외에는 다른 원인에 의해 요구될 수 있다.

비고 2 : 누전차단기에 의한 차단은 6.3 참조

- (다) TN계통에서 배전회로와 (나)의 경우를 제외하고는 5초 이하의 차단시간을 허용한다.

- (라) TT계통에서 배전회로와 (나)의 경우를 제외하고는 1초 이하의 차단시간을 허용한다.

- (마) 공칭대지전압 U_0 가 교류 50 V 또는 직류 120 V를 초과하는 계통에서 (나), (다) 또는 (라)에 의해 요구되는 자동차단시간 요구사항은 전원의 출력전압이 5초 이내 교류 50 V로 또는 직류 120 V로 또는 더 낮게 감소된다면 보호도체

나 대지로의 고장일 경우에는 요구되지 않는다. 이 경우 감전보호 외에 다른 차단요구사항에 관한 것을 고려하여야 한다.

(바) (가)에 따른 자동차단이 (나), (다) 또는 (라)에 의해 요구되는 시간에 적절하게 이루어질 수 없을 경우 추가적으로 보조 보호등전위본딩을 하여야 한다.

7.1.2 등전위 본딩

(1) 각 건물에서 다음의 도전부를 주등전위 본딩에 접속 한다.

(가) 주 보호접지선

(나) 주 접지선 또는 주 접지단자

(다) 건축물 내의 배관류(예 가스, 물)

(라) 금속구조체, 집중난방설비 및 공조설비(가능한 경우)

건축물의 외부에서 인입되는 상기의 도전부는 그들이 건축물 내에 인입되는 지점 가까운 위치에서 접속한다. 단, 이 경우 케이블의 소유자 또는 관리자의 동의를 얻어야 한다.

(2) 보조등전위 본딩

설비 또는 일부분에 있어서 7.1.1(3)항에 규정하는 자동차단의 조건을 만족하지 않는 경우에는 국부 접속을 한다.

7.1.3 TN계통

(1) 설비의 모든 노출 도전부는 그 설비에 관계가 있는 변압기 또는 발전기의 위치 또는 그 근처에서 접지한 전력계통의 접지점에서 보호접지선에 접속 한다.

(2) 설비내의 상도체와 보호접지선 또는 노출 도전부와 사이에 완전 단락(임피던스가 거의 0에 가까운)과 같은 고장이 발생한 경우에 보호기기의 특성(7.1.3(7)항 참조)에 따라 규정된 시간 내에 전원을 자동 차단시켜야 한다.

다음 조건을 충족하는 경우에는 이 요구사항을 만족하는 것으로 본다.

$$Z_S \times I_S \leq U_0$$

여기서 Z_S : 다음과 같이 구성된 고장루프임피던스

- 전원의 임피던스, 고장점까지의 선도체 임피던스, 고장점과 전원 사이의 보호도체 임피던스

I_S : 7.1.1.(5)의 (다) 또는 표 3에서 제시된 시간 내에 차단장치 또는 누전차단기를 자동적으로 동작하게 하는 전류

U_0 : 공칭대지전압(교류실효값)

(3) 접지가 공공계통 또는 다른 전원계통으로부터 제공되는 경우 그 설비의 외부측에 필요한 조건은 전기공급자가 준수하여야 한다. 조건에 포함된 예는 다음과 같다.

① PEN 도체는 여러 지점에서 접지하여 PEN 도체의 단선위험을 최소화할 수 있도록 한다.

② R_B 는 전기공급자가 관리하는 전원측 접지 저항값으로 이 저항값의 크기에 따라서 전기설비의 설치장소내에서 전기기기의 노출도전부를 접촉시 50 V를 초과하는 위험한 전압이 인체에 인가될 수 있다. 따라서 다음의 조건식이 유지되도록 하여야 한다.

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

여기서, R_B : 병렬로 된 접지극의 합성 접지저항

R_E : 보호접지선에 접속되지 않은 기타 도전부를 통해서 1선 지락이 생긴 경우의 그 기타 도전부의 대지접촉저항의 최소값

U_0 : 공칭대지전압(교류실효값)

(4) 전원 공급계통의 중성점이나 중간점은 접지하여야 한다. 중성점이나 중간점을 설치할 수 없는 경우에는 선도체 중 하나를 접지하여야 한다. 설비의 노출도전부는 보호도체로 전원공급계통의 접지점에 접속하여야 한다.

(5) 다른 유효한 접지점이 있다면, 보호도체는 건물이나 구내의 인입구 또는 추가로 접지하여야 한다.

(6) TN계통에 있어서 다음의 보호기를 사용할 수 있다.

(가) 과전류보호기

(나) 누전차단기

(다) 위의 경우에 다음에 유의한다.

- ① 누전차단기는 TN-C계통(TN계통에서 하나의 도체로 중성점접지와 보호접지 기능을 겸용한 계통)에서 사용해서는 아니 된다.
- ② 누전차단기를 TN-C-S계통(TN-C계통에서 일부에서만 적용한 계통)에서 사용하는 경우 PEN도체를 부하측에서 사용해서는 아니 된다. 보호도체와 PEN도체와의 접속은 누전차단기의 전원측에 한다.

(8) 누전차단기를 주등전위 본딩의 영향범위 외에 있는 회로의 자동차단에 사용하는 경우는 노출 도전부를 TN계통에 접속해서는 아니 된다. 단, 보호접지선은 누전차단기의 감도전류에 적합한 접지저항을 가진 접지극에 접속 한다. 이와 같은 보호 회로는 TT계통에서 취급하고, 7.1.3항을 적용한다. 또한, 주등전위 본딩의 영향범위 외에서는 다음의 방호수단이 사용된다.

(가) 절연변압기에 의한 공급

(나) 보조절연의 적용(7.2항 참조)

7.1.4 TT계통

- (1) 하나의 방호장치에 따라서 공통으로 보호하도록 하는 모든 노출 도전부는 그 부분을 보호접지선과 함께 공통의 동일 접지극에 접속 한다.
- (2) 복수 방호장치를 직렬로 사용하는 경우에는 이 요구사항이 각각의 방호장치에서 보호하는 모든 노출 도전부에 별도로 적용한다.
- (3) 각 발전기실 또는 변압기실에 있어서 중성점을 접지한다. 만약 중성점이 없는 경우에는 1상의 도체를 접지한다.

(4) TT계통에서 전원의 자동차단 시에는 다음 조건을 만족시켜야 한다.

(가) 누전차단기를 사용하여 TT계통의 고장보호를 하는 경우에는 다음에 적합하여야 한다.

① TT계통에서 배전회로와 표의 경우를 제외하고는 5초 이하의 차단시간을 허용한다.

② $R_A \times I_a \leq 50 \text{ V}$

여기서, R_A : 노출 도전부를 접속하는 보호접지선의 저항과 접지극의 접지저항과의 합계

I_a : 보호장치를 자동 작동시키는 전류

보호기가 누전차단기인 경우 I_a 는 정격감도전류 $I_{\Delta n}$ 이다. 선택차단협조를 도모하기 위해서 지락전용 누전차단기^{주)}를 일반형 누전차단기와 직렬로 접속해서 사용해도 무방하다. 지락전용 누전차단기와의 선택차단협조를 도모하기 위해서 배전회로에 동작시간이 1초 이하의 것을 사용한다.

주) 지락전용 누전차단기는 가정용 및 이것과 유사한 용도의 과전류보호기능이 없는 누전차단기를 말한다(IEC 61008-1/61009-1 제1부 : 공통규정)

(나) 과전류보호장치를 사용하여 TT계통의 고장보호를 할 때에는 다음의 조건을 충족하여야 한다.

$$Z_S \times I_a \leq U_0$$

여기서 Z_S : 다음과 같이 구성된 고장루프임피던스

- 전원, 고장점까지의 선도체, 노출도전부의 보호도체, 접지도체, 설비 및 전원 접지극

I_a : TT계통에서 배전회로와 32 A 이하 분기회로의 경우를 제외하고는 1초 이하의 차단시간 또는 표 3에서 요구하는 차단시간 내에 차단장치가 자동 작동하는 전류

U_0 : 공칭대지전압(교류실효값)

(5) 위의 (4)항의 조건을 만족할 수 없는 경우에 7.1.2(2)항 및 7.1.6항에 따라서 보조등전위 본당을 적용 한다.

(6) TT계통에서는 다음의 보호기를 사용할 수 있다.

(가) 누전차단기

(나) 과전류보호장치

7.1.5 IT계통

- (1) IT계통에서 전기계통은 대지로부터 절연하거나, 충분히 높은 임피던스로 대지에 접속 하며, 계통의 중성점이나 인위적으로 설치된 중성점에 설치할 수 있다.
- (2) 인위적으로 설치된 중성점에서 영상임피던스가 충분히 높은 경우 대지에 직접 접속해도 무방하나, 중성점이 없는 경우에 1상의 도체를 임피던스를 통해서 대지에 접속해도 무방하다.
- (3) 노출 도전부 또는 대지로 하나의 단일고장이 발생한 경우에는 고장전류가 적으므로 다음의 (5)항의 조건을 만족하면 긴급차단장치를 설치하지 아니한다.
- (4) 설비의 충전용 도체를 대지에 직접접속해서는 아니 된다. 다만, 과전압의 저감으로 전압의 발진을 억제하기 위해서 임피던스 또는 인위적으로 설치된 중성점을 통해서 접지를 필요로 하는 경우가 있으며, 그 특성은 설비의 요구사항을 따른다.
- (5) 노출 도전부는 개별적, 그룹별 또는 집합적으로 접지한다. 고층빌딩과 같이 대규모의 건물에서 보호접지선을 접지극에 직접 접속하기 곤란한 경우, 다음 조건을 만족한다면 노출 도전부의 접지는 보호접지선, 노출 도전부 및 기타 도전부 사이에 접속할 수 있다.

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

$$\text{직류계통} : R_A \times I_d \leq 120 \text{ V}$$

여기서, R_A : 접지극과 노출도전부에 접속된 보호도체 저항의 합

I_d : 하나의 선도체와 노출도전부 사이에서 무시할 수 있는 임피던스로 1차 고장이 발생했을 때의 고장전류로 전기설비의 누설전류와 총 접지임피던스를 고려한 값

- (6) 전원의 지속성이라는 이유로 IT계통을 이용하는 경우에 충전부에서 노출 도전부 또는 대지로의 제1 고장을 표시하는 것처럼 절연감시장치를 설치한다. 이 장치는

음향 및/또는 시각신호로 나타나도록 한다. 음향 및 시각신호의 양쪽이 있는 경우는 음향신호를 정지해도 무방하다. 그러나 고장이 지속되는 동안은 시각경보는 계속되어야 한다.

(7) 제1 고장의 발생 후, 제2 고장발생 시에 있어서 전원차단조건은 모든 노출 도전부가 보호도체에서 상호접속 되고 있거나(일괄접지) 또는 그룹별 혹은 개별적으로 접지되어 있는가에 따라 다음과 같이 한다.

(가) 노출 도전부가 그룹별 또는 개별적으로 접지되어 있는 경우에 보호조건은 TT계통으로 보아서 7.1.4항을 적용한다. 단, 7.1.4(3)항은 제외한다.

(나) 노출 도전부가 보호접지선의 일괄접지에 따라서 상호접속 되어 있는 경우는 TN계통의 조건을 다음의 (8)항에 따라서 적용한다.

(8) IT계통에서 전원의 자동차단시에는 다음 조건을 만족시켜야 한다.

(가) 노출도전부가 같은 접지계통에 공통으로 접지된 보호도체와 상호 접속된 경우에는 TN 계통과 유사한 조건을 적용한다.

① 중성선이 없는 경우

$$Z_s \leq \frac{\sqrt{3} \times U_0}{2I_a} \quad , \quad Z_s \leq \frac{U}{2I_a}$$

② 중성선이 있는 경우

$$Z'_s \leq \frac{U_0}{2I_a}$$

여기서, U_0 : 상도체와 중성선 간의 상전압

U : 선간전압

Z_s : 회로의 상도체 및 보호접지선의 고장임피던스

Z'_s : 회로의 중성선 및 보호접지선의 고장임피던스

I_a : 7.1.1.(5)의 (나) 또는 (다)에서 요구하는 차단시간 내에 보호장치를 동작시키는 전류

(나) 노출도전부가 그룹별 또는 개별로 접지되어 있는 경우 다음의 조건을 적용하여야 한다.

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

여기서, R_A : 접지극과 노출도전부의 접속된 보호도체와 접지극 저항의 합

I_d : TT계통에 대한 7.1.1.(5)의 (나) 또는 (라)에서 요구하는 차단시간 내에 보호장치를 동작시키는 전류

(9) IT계통에서는 다음의 감시장치 및 보호기를 사용한다.

- (가) 절연감시장치
- (나) 과전류보호장치
- (다) 누전차단기
- (라) 누설전류 감시장치
- (마) 절연고장점 검출장치

7.1.6 보조등전위 본딩

- (1) 동시에 접근 우려가 있는 모든 고정기기의 노출 도전부 및 철골콘크리트구조의 주철골과 같은 기타 도전부에는 보조등전위 본딩을 한다. 등전위시스템은 콘센트를 포함하여 모든 기기의 보호접지선에 접속한다.
- (2) 보조등전위 본딩의 유효성이 의심스러운 경우는 동시 접촉 가능한 노출 도전부와 기타 도전부의 사이의 저항 R 이 다음을 만족하는지를 확인한다.

$$\text{교류계통 : } R \leq \frac{50}{I_a}$$


$$\text{직류계통 : } R \leq \frac{120}{I_a}$$

여기서, I_a : 보호장치의 동작전류(전원측 자동차단장치가 누전차단기인 경우에는 정격감도전류, 과전류 보호장치인 경우에는 차단시간 5초에서 동작전류)

7.2 절연에 의한 보호


절연보호는 기능절연의 고장에 따른 전기기기의 접근 가능한 부분의 위험발생 방지하는 목적으로 한다.


7.2.1 절연보호의 표시

(1) 해당규격에 따라서 형식시험 되고, 또 그 표시된 것은 다음과 같은 종류의 전기 기기이다. 그 표시는  로 한다.

(가) 이중절연 또는 강화절연을 가진 전기기기

(나) 공장 조립품의 종합절연을 가진 전기기기

(2) 기능절연만을 가진 전기기기에 대해 시공공정에서 실시하고, 7.2.1(1)항에 적합한 전기기기와 동등의 안전등급을 가졌거나, 7.2.2(1)항에서 (5)항까지에 적합한 부가 절연. 밀폐함의 내부 및 외부에 볼 수 있는 장소에 표시  를 표시한다.

(3) 비절연 충전부에 대하여 전기설비의 시공공정서 적용하고, 7.2.1(1)항에 적합한 전기기기와 동등의 안전등급을 가지며, 7.2.2(2)항에서 7.2.2(5)항까지 실시하는 강화 절연. 밀폐함의 내부 및 외부에 볼 수 있는 장소에 표시  를 표시한다.

7.2.2 절연보호에 의한 방법

(1) 모든 도전부가 기능절연만으로 충전부와 격리되어 있는 전기기기로 운전이 준비된 것은 보호등급 IP2X 이상의 절연 밀폐함 내에 넣는다.

(2) 절연 밀폐함은 예상되는 기계적, 전기적 또는 열적 스트레스에 견딜 수 있는 것으로 만들어야 한다. 도료, 니스 및 이와 유사한 재료에 의한 도장은 일반적으로 이 요구사항에 적합한 것으로 간주되지 않는다. 다만, 이 요구사항은 당해 규격에서 그 사용이 인정된 경우 및 해당하는 시험조건에 의해 시험된 절연도장인 경우에는 이 절연도료를 시공하여 형식시험 된 밀폐함을 사용한 것을 포함한다.

- (3) 전위가 인가될 위험이 있는 도전성 부품은 절연 밀폐함을 관통해서는 아니 된다. 절연 밀폐함에 절연제 볼트를 사용하는 경우에 이를 금속제 볼트로 교환하는 경우에는 절연밀폐함의 절연을 손상시키지 않도록 한다.
- (4) 절연 밀폐함의 뚜껑 또는 문이 특수한 공구(열쇠 등)를 사용하지 않고 열 수 있거나, 뚜껑 또는 문이 열린 경우에는 접근 가능한 모든 도전부를 사람이 그 도전부에 무의식적으로 접촉하는 것을 방지하기 위해 보호등급 IP2X 이상의 절연장벽의 뒷면에 설치한다. 이 장벽은 특수공구를 사용만 열릴 수 있는 구조이어야 한다.
- (5) 절연 밀폐함에 둘러싸인 도전부는 보호접지선에 접속해서는 아니 된다. 단, 다른 전기기기의 전원회로가 밀폐함을 관통해 있고, 그 기기용의 보호접지선이 밀폐함을 관통할 필요가 있는 경우에는 그 보호접지선을 접속하는 수단으로 해도 무방하나, 밀폐함의 내부에 있어서 그들의 도체 및 그 단자는 모든 충전부와 절연시키고, 그 단자에는 적당한 표시를 설치한다. 노출 도전부 및 중간부분을 보호접지선에 접속하는 것은 관련기기의 규격에서 특별히 규정한 경우를 제외하고 행해서는 아니 된다.
- (6) 밀폐함은 이 방법으로 보호하고 있는 기기의 기능에 악영향을 주어서는 아니 된다.
- (7) 7.2.1(1)항에 표시한 기기의 설치공사(고정, 도체의 접속 등)는 그 기기의 규격에 따라서 시공된 보호의 기능을 손상시키지 않는 방법으로 한다.

7.3 비도전성 장소에 의한 보호

- (1) 이 보호수단은 충전부의 기능절연이 고장난 경우에 전위차가 생길 위험이 있는 부분과 동시에 접촉하는 것을 방지할 목적으로 한다. 등급 0 기기의 사용은 다음의 (2)에서 (6)항까지를 만족하는 경우에 인정된다.
- (2) 노출 도전부는 충전부 기능절연의 고장 시에 전위차가 생길 위험이 있는 경우는 다음 부분에 통상 상태 하에서 사람이 동시에 접촉하지 않도록 배치한다.
 - (가) 두 개의 노출 도전부

- (나) 하나의 노출 도전부와 모든 기타 도전부
- (3) 비도전성 장소에 있어서 보호접지선이 없도록 한다.
- (4) 그 장소에 절연성의 바닥 및 벽이 있고, 다음 조치의 하나 이상이 적용되는 경우에는 위의 (2)항에 적합한 것으로 본다.
- (가) 노출 도전부 상호간, 노출도전부와 계통외도전부 사이의 상대적 간격은 두 부분 사이의 거리가 2.5 m 이상으로 한다.
- (나) 노출 도전부와 기타 도전부 사이에 유효한 전기적인 보호장애물을 설치한다. 보호장애물에 따라서 거리가 위 (가)항에 표시한 값을 초과하는 경우 이 장애물은 되도록 절연재료로 한다.
- (다) 계통외도전부의 절연 또는 절연처리를 한다. 절연은 충분히 기계적인 강도를 가지고, 2,000 V 이상의 시험전압에 견디어야 한다. 누설전류는 통상의 사용조건에서 1 mA 이하로 한다.
- (5) KS C IEC 60364-6(검증)에 규정된 조건으로 매 측정점에서의 절연성의 바닥 및 벽의 저항은 측정점에 있어서 다음 값 이상이어야 한다. 다만, 어느 점에서도 저항이 규정 값 미만인 경우에 그 바닥 및 벽은 감전방지에 대해서 계통외 도전부로 본다.
- (가) 설비의 정격전압이 500 V 이하의 경우에는 50 kΩ.
- (나) 설비의 정격전압이 500 V를 초과하는 경우에는 100 kΩ.
- (6) 전기설비는 영구적으로 그 성능이 유지되어야 하며, 특히 휴대형 기기를 사용하는 경우에는 접지기능이 보장되어야 한다.
- (7) 계통외 도전부에는 전압이 인가되지 않도록 예방조치를 강구 한다.

7.4 등전위 본딩에 의한 보호

- (1) 접지하지 않은 국부적인 등전위 본딩은 위험한 접촉전압의 발생을 방지하는 것

을 목적으로 한다.

- (2) 등전위 본딩용 도체에 따라서 동시에 접근 가능한 모든 노출 도전부 및 기타 도전부를 상호접속 한다.
- (3) 국부적인 등전위 시스템은 노출 도전부 또는 기타 도전부를 통해서 대지로 직접 전기적 접촉을 해서는 아니 된다. 단, 이 요구사항에 적합하지 않은 경우에는 전원의 자동차단에 의한 보호를 적용한다.
- (4) 특히 대지에서 절연된 도전성 바닥이 접지를 하지 않은 등전위 시스템에 접속되고 있는 경우는 등전위장소 내에 있는 사람이 위험한 전위차가 되지 않도록 예방조치를 강구 한다.

7.5 개별회로의 격리

- (1) 개별회로의 전기적인 격리는 회로의 기초절연 고장에 따라서 노출 도전부가 충전되고, 그것에 접촉해서 감전전류가 흐르는 것을 방지할 목적으로 한다.
- (2) 전기적인 격리에 의한 보호는 다음의 (3)항에서 (8)항까지 모든 요구사항을 따른다. 또한, 회로의 정격전압(V)과 배선계통의 길이(m)와의 곱이 100,000을 초과할 수 없고, 그리고 배선계통의 길이가 500 m를 초과되지 않도록 권장한다.
- (3) 회로는 다음과 같이 격리된 전원에서 공급한다.

(가) 절연변압기

(나) 상기 절연변압기와 동등한 안전등급이 있는 전원. 예를 들면 이것과 동등의 절연권선을 가진 전동발전기

- (4) 하나의 전원계통에 접속한 휴대형 기기는 7.2항에 따라서 선정하거나 설치하되, 고정 전원은 다음 중 하나에 따른다.

(가) 7.2항에 따라 선정하고 설치한 것

- (나) 7.2항의 조건에 적합한 절연에 따라서 출력측이 입력측 및 밀폐함에서 격리된 것. 이 전원에서 복수의 기기에 공급하는 경우, 그 기기의 노출 도전부는 전원의 금속제 밀폐함에 접속해서는 아니 된다.
- (5) 전기적으로 격리된 회로의 전압은 500 V 이하로 한다.
- (6) 격리된 회로의 충전부는 어떠한 장소에 있어서도 다른 회로 또는 대지와 접속해서는 아니 된다. 지락을 방지하기 위해 특히 유연케이블 및 코드에 관해서 충전부의 대지절연에 특별한 주의를 하여야 한다. 전기적인 격리가 절연변압기의 입력측과 출력측 사이의 절연이상이 생기지 않는 것을 보증하는 조치를 강구 한다.
- (7) 유연케이블 및 코드는 기계적인 손상을 받기 쉬운 부분의 전장을 볼 수 있어야 한다.
- (8) 분리회로에는 분리된 배선계통을 사용할 것을 권장한다. 격리회로 및 다른 회로처럼 같은 배선계통의 전선을 사용하는 것을 피할 수 없는 경우에 금속제 피복이 아닌 다심케이블 또는 절연성의 전선관, 덕트 또는 트렁크에 들어있는 절연전선을 사용한다. 이 경우 각 회로는 발생할 우려가 있는 최대전압 이상 및 과전류에 대해 보호되어야 한다.
- (9) 단일장치에 공급하는 경우에 격리회로의 노출 도전부는 다른 회로의 보호도체 또는 노출 도전부에 접속해서는 안 된다. 다만, 격리회로의 노출 도전부가 고의 또는 우연히 다른 회로의 노출 도전부에 접촉할 위험이 있는 경우에 감전방지는 전기적인 격리에 의한 보호뿐 만이 아니고, 다른 회로의 노출 도전부가 필요로 하는 보호수단에 의존한다.
- (10) 격리회로는 손상 및 절연사고를 방지하기 위한 예방조치가 강구되어 있는 경우, 7.5(2)항에 적합한 전원은 다음의 (가)항에서 (라)항까지의 모든 요구사항에 적합하면 복수의 장치에 공급해도 무방하다.
- (가) 격리회로의 노출 도전부는 절연된 비접지의 등전위 접속용 도체를 따라 상호 접속한다. 이 도체는 다른 회로의 노출 도전부, 보호접지선 또는 모든 기타 도

전부에 접속해서는 안 된다.

- (나) 모든 콘센트는 (가)항에 따라서 설치된 등전위 접속시스템에 접속하기 위한 보호 접속점을 가진 것으로 한다.
- (다) 모든 유연케이블은 등전위 접속용 도체로 사용하기 위해 보호접지선을 가져야 한다.
- (라) 전원이 극성이 다른 도체에서 공급되고 둘 이상의 노출 도전부에 영향을 미치는 두 가지의 고장이 발생하는 경우, 보호장치는 <표 3>에 적합한 시간 내에 전원을 차단하는 것이 보증되어야 한다.

<부록 1>

보호등급(IP 코드)

	IP	2	3	C	H
<u>보호등급문자</u>					
첫 번째 특성숫자 (0에서 6까지의 숫자 또는 문자 X : <표 1> 참조)					
두 번째 특성숫자 (0에서 8까지의 숫자 또는 문자 X : <표 2> 참조)					
부가특성문자(Option) (문자 A, B, C, D) : <표 3> 참조)					
추가보조문자(Option) (문자 H, M, S, W) : <표 4> 참조)					

1. 첫 번째 특성숫자의 분류

<표 1> 첫 번째 특성숫자의 분류

첫째특 성숫자	보호 등급		비고
	간결한 표현	정의	
0	무 보호	특별한 보호 없음	
1	50 mm보다 큰 고형물질에 대한 보호	인체의 큰 부분(예로 손, 고의에 의한 접근보호는 아님), 직경 50 mm를 초과하는 고형물질	
2	12 mm보다 큰 고형물질에 대한 보호	길이가 80 mm를 초과하지 않는 손가락 또는 유사한 물질, 직경 12 mm를 초과하는 고형물질	
3	2.5 mm보다 큰 고형물질에 대한 보호	2.5 mm보다 큰 직경 또는 두께의 기구, 전선 등 직경 2.5 mm를 초과하는 고형물질	
4	1.0 mm보다 큰 고형물질에 대한 보호	1.0 mm보다 큰 두께의 전선 또는 조작 직경 1.0 mm를 초과하는 고형물질	
5	분진	먼지의 침입을 전적으로 방지하지는 않으나 기기의 정상적인 동작을 저해하는 정도의 먼지가 침입해서는 안된다.	
6	먼지가 통하지 않음	먼지의 침입이 없어야 함.	

주 : 1. “간결한 표현”은 보호형태를 규정하는데 쓰이지 않는다.

2. 배수로 또는 통풍구를 갖는 기기에 대한 특성숫자3 또는 4의 적용은 검정기관이 판단한다.

3. 배수로를 갖는 기기에 대한 특성숫자 5에 대한 적용도 검정기관이 판단한다.

4. 해당되지 않을 경우에는 “X”로 표시한다.

2. 두 번째 특성숫자의 분류

<표 2> 두 번째 특성숫자의 분류

둘째특 성숫자	보호 등급		비고
	간결한 표현	정의	
0	무 보호	특별한 보호 없음	
1	똑똑 떨어지는 물방울에 대한 보호	수직으로 똑똑 떨어지는 물로 인하여 기능에 이상이 없을 것	
2	15°까지 경사시켰을 때 떨어지는 물방울에 대한 보호	용기가 정상적인 위치로부터 15°까지 어떠한 각도에서도 경사질 때 수직으로 떨어지는 물방울로 인하여 기능에 이상이 없을 것	
3	물보라에 대한 보호	수직으로부터 60°까지 어떠한 각도에서도 비말상태로 떨어지는 물로 인하여 기능에 이상이 없을 것	
4	튀기는 물에 대한 보호	어떠한 방향을부터도 용기에 대하여 튀기는물로 인하여 기능에 이상이 없을 것	
5	물분출에 대한 보호	어떠한 방향으로부터도 용기에 대하여 튀기는 물로 인하여 기능에 이상이 없을 것	
6	먼지가 통하지 않음	먼지의 침입이 없어야 함	
7	침입의 영향에 대한 보호	용기를 규정된 압력과 시간의 조건하에서 물속에 넣었을 때 물로 인하여 기능에 이상이 없을 것	
8	잠수에 대한 보호	기기는 제조자가 규정한 조건하에서의 물속에서 연속적인 잠수에 적합할 것	

주 : 1. “간결한 표현”은 보호형태를 규정하는데 쓰이지 않는다.

2. 해당되지 않을 경우에는 “X”로 표시한다.

3. 세 번째 부가특성문자

<표 3> 부가특성문자가 의미하는 위험부품의 접근에 대한 보호등급

부가특성 문자	보호 등급	
	설명	정의
A	손등이 위험한 부품에 접근하는 것에 대한 보호	지름 50 mm의 구형 탐침으로 위험부품에 접근할 수 있는 적절한 틈새가 있음.
B	손가락이 위험한 부품에 접근하는 것에 대한 보호	지름 12 mm, 길이 80 mm의 관절을 가진 시험용 손가락으로 위험부품에 접근할 수 있는 적절한 틈새가 있음.
C	공구가 위험한 부품에 접근하는 것에 대한 보호	지름 2.5 mm의 탐침이 통과하여서는 안됨.
D	철사가 위험한 부품에 접근하는 것에 대한 보호	지름 1.0 mm의 탐침이 통과하여서는 안됨.

4. 네 번째 추가보조문자

<표 4> 추가보조문자 기호

추가보조문자	설명
H	고전압 기기
M	장비의 가동부분을 작동시킨 상태에서 물의 침입에 의한 유해한 영향이 시험된 경우(회전기계의 회전자 부분)
S	장지의 가동부분을 정지시킨 상태에서 물의 침입에 의한 유해한 영향이 시험된 경우(회전기계의 회전자 부분)
W	특수한 기상조건에서 사용하기 위한 목적에 적합한 것과 특징이나 진행과정에서의 부가적인 보호를 제공하는 것.

5. 보호등급(IP코드)에 있어서 문자의 사용 예

다음에 표시한 예는 IP코드에 있어서 문자(부가특성문자/추가보조문자)의 사용방법을 표시한 것이다.

IP44	- 문자는 없고 옵션도 없음.
IPX5	- 첫 번째 특성숫자의 표시 없음.
IP2X	- 두 번째 특성숫자의 표시 없음.
IP20C	- 부가특성문자를 사용
IPXXC	- 첫 번째/두 번째 특성문자의 표시 없이 부가특성문자를 사용
IPX1C	- 첫 번째 특성숫자의 표시 없이 부가특성문자를 사용
IP3XD	- 두 번째 특성숫자의 표시 없이 부가특성문자를 사용
IP23S	- 보조문자기호를 사용
IP21CM	- 부가특성문자 및 보조문자기호를 사용
IPX5/IPX7	- 그 외곽이 “다용도형”으로서 분출에 대한 보호등급과 일시적인 수물에 대한 보호등급을 말하고 다른 보호등급을 가진 것을 표시한다.

지침 개정 이력

□ 개정일 :

- 개정자 : 최상원
- 개정사유 : 한국전기설비규정(KEC) 제정에 따른 개정사항 반영
- 주요 개정내용
 - 2. 적용범위에서 전압
 - 5.1.2 안전초저압 및 보호초저압용 전원의 조건에서 안전절연변압기의 요구사항 적합 규격
 - 5.1.5 초저압 접지회로의 한국전기설비규정(KEC)에 따른 개정
 - 7.1 전원의 자동차단에 의한 보호에서 계통별 적용내용 변경
 - 7.1.6 보조등전위 본딩에서 직류계통 추가