

KOSHA GUIDE

E - 127 - 2012

제어 및 실험용 전기장비의 측정회로  
시험 등에 관한 기술지침

2012. 11.

한국산업안전보건공단

## 안전보건기술지침의 개요

o 작성자 : 충북대학교 김두현 교수

o 제 · 개정 경과

- 2012년 10월 전기안전분야 제정위원회 심의

o 관련규격 및 자료

- KS C IEC 61010-1, 측정, 제어 및 실험실용 전기기기의 안전요구사항- 제1부: 일반요구사항
- IEC 61010-2-030, Safety requirements for electrical equipment for measurement, control, and laboratory use - Part 2-030 Particular requirements for testing and measuring circuits

o 관련법령 · 고시 등

- 산업안전보건기준에 관한 규칙 제2편 제3장(전기로 인한 위험방지) 제1절(전기기계·기구 등으로 인한 위험방지), 제3절(전기작업에 대한 위험방지)

o 기술지침 적용 및 문의

이 기술지침에 대한 의견 또는 문의는 한국산업안전보건공단 홈페이지 안전보건기술지침 소관 분야별 문의처 안내를 참고하시기 바랍니다.

공표일자 : 2012년 11월 29일

제 정 자 : 한국산업안전보건공단 이사장

## 제어 및 실험용 전기장비의 측정회로 시험 등에 관한 기술지침

### 1. 목적

이 기술지침은 전기적인 시험 및 측정 장비, 실험실 장비 또는 공정제어장비의 일부에 포함된 측정회로에서 회로와 작업자 사이의 보호수단이 필요한 사항을 기술함을 목적으로 한다.

### 2. 적용범위

이 기술지침은 시험 또는 측정을 위한 장치나 측정장비의 외부회로에 연결되는 시험 및 측정회로에 대해 적용한다.

### 3. 정의

(1) 이 지침에서 사용하는 용어의 뜻은 다음과 같다.

(가) “형식 시험(Type test)”이라 함은 설계와 구조가 이 지침의 하나 이상의 요구사항에 적합한 것을 증명하기 위하여, 고유한 설계에 대하여 실시되는 하나 이상의 피시험 기기(또는 기기의 부분)의 시험을 말한다.

(나) “기능 접지 단자(Functional earth terminal)”라 함은 전기적 접속이 측정 또는 제어 회로의 한 점 또는 차폐 부분에 직접 이루어지도록 하고, 또 안전 이외의 기능 목적을 위하여 접지하는 단자를 말한다.

(다) “보호 접지 단자(Protective conductor terminal)”라 함은 안전 목적을 위하여 기기 도전체 부분에 접속하고, 또 외부의 보호 접지계와 접속하는 단자를 말한다.

- (라) “외함(Enclosure)”이라 함은 외부의 영향에 대하여 기기를 보호하고, 또 모든 방향에서의 직접적인 접촉에 대하여 보호하는 부분을 말한다.
- (마) “사용 전압(Working voltage)”이라 함은 기기에 정격전압을 공급할 때 생길 수 있는 개별 절연 양단의 A.C./D.C. 전압의 최고 실효치를 말한다.
- (바) “위험 충전부(Hazardous live)”라 함은 정상 조건이나 단일 고장 조건에서 전격이나 전기적 화상을 입을 수 있는 충전부를 말한다.
- (사) “보호 임피던스(Protective impedance)”라 함은 위험 충전부와 접촉 가능한 도전부와 사이에 접촉하였을 때, 그 임피던스 구조와 신뢰성이 정상상태와 단일 고장상태에서, 이 표준에서 요구되는 정도까지 보호를 하는 구성요소, 구성 요소의 뭉치 또는 기초 절연과 전류 혹은 전압 제한 기구의 조합을 말한다.
- (아) “정상상태(Normal condition)”라 함은 위험에 대한 보호를 위한 모든 수단이 완전한 상태를 말한다.
- (자) “단일 고장상태(Single fault condition)”라 함은 위험으로부터 보호할 수단에 결함이 있거나 위험을 일으킬 가능성이 있는 하나의 결함이 존재하는 상태를 말한다.
- (차) “측정범주(Measurement category)”라 함은 시험 및 측정회로가 연결될 전원 회로의 형태에 따른 시험 및 측정회로의 분류를 말한다.
- ① 측정범주 I는 전원에 직접 연결되지 않은 회로에서의 측정을 말한다.
  - ② 측정범주 II는 저전압 설비에 직접 연결된 회로에서의 측정을 말한다.
  - ③ 측정범주 III은 건물 설비에서 실시하는 측정을 말한다.
  - ④ 측정범주 IV는 저전압 설비의 신호원에서 실시하는 측정을 말한다.
- (2) 그 밖에 용어의 정의는 이 지침에서 특별히 규정하는 경우를 제외하고는 산업안전보건법, 같은 법 시행령, 같은 법 시행규칙 및 산업안전보건기준에 관한 규칙에서 정하는 바에 따른다.

## 4. 시험 일반사항

- (1) 장비 또는 부품의 시험품에 대하여는 형식시험을 실시한다.
- (2) 설계와 구조가 적합한가를 점검한다. 또한 제조자는 위험 충전부와 접촉 가능한 도전부의 양쪽을 포함하는 피제작 기기에 대하여 일상시험을 하여야 한다.
- (3) 이 지침의 요구사항을 만족하고, 그에 따라 사용되는 장비의 구성 요소 또는 부품의 시험은 장비 전체의 형식시험 간에 반복할 필요는 없다.
- (4) 모든 적용할 수 있는 시험을 실시함으로써 이 지침의 요구사항에 관한 적합 여부를 판정한다. 다만 시험에 합격하는 실증항목에 대하여 장비의 시험을 생략할 수 있다.

## 5. 표시 및 문서

### 5.1 표시

#### 5.1.1 일반사항

- (1) 장비는 5.1.2 ~ 5.2에 따라 표시하여야 한다. 내부 부품의 표시를 제외하고 이들의 표시는 외부에서 잘 보여야 한다.
- (2) 작업자가 덮개 또는 문을 벗겨 내거나 여는 경우에는 공구를 사용하지 않고 덮개를 벗긴 후 또는 문을 연 후에도 표시는 잘 보여야 한다. 공구를 사용하지 않고 작업자가 벗겨낼 수 있는 부품에 기기 전체에 적용되는 표시를 하여서는 안 된다.
- (3) 선반 또는 패널에 부착하는 장비에 대한 표시는 선반 또는 패널에서 장비를 제거한 후에 보일 수 있는 장비 표면의 임의의 장소에 할 수 있다.

- (4) 그림 기호는 <표 1>을 따라야 한다. 기호에 대한 색상은 필요 없으며, 그래픽 기호를 문서에 설명하여야 한다.

<표 1> 그림 기호

번호	기호	설명
1	===	직류
2	~	교류
3	~	교류 · 직류 양용
4	3~	3상 교류
5		접지 단자
6		보호 접지 단자
7		틀 또는 뼈대 단자
8		등전위
9		ON(전원)
10	○	OFF(전원)
11		2중 절연 또는 강화절연으로 보호되어 있는 기기
12		주의, 감전 위험
13		주의, 고온 표면
14		주의, 위험
15		쌍안정 누름 제어의 누름 상태
16		쌍안정 누름 제어의 나온 상태

### 5.1.2 식별

장비는 최소한 다음에 의해 식별할 수 있어야 한다.

(1) 제조자나 공급자의 이름 또는 상표

(2) 모델번호, 이름, 혹은 기기를 식별하는 그 밖의 수단

### 5.1.3 주전원

장비에 다음 정보를 표시하여야 한다.

(1) 전원의 종류(교류, 직류)

(2) 공급 전압의 정격값과 공급 전압의 정격 범위

(3) 모든 부속품 또는 콘센트가 접속된 상태에서 와트(W : 유효전력) 또는 볼트 암페어(VA : 피상전력) 혹은 최대정격 입력전류로 표시한 최대정격 전력 단, 기기를 복수의 전압 범위에서 사용할 수 있는 경우 최대값과 최소값이 평균값과 20 % 이상 차이가 나지 않으면 각각의 값을 각 전압 범위에 대하여 표시하여야 한다.

(4) 다른 정격 전원 전압을 설정할 수 있는 장비는 장비의 설정 전압을 표시하는 수단을 구비

(가) 휴대형 기기의 표시는 외부에서 잘 보여야 한다.

(나) 작업자가 공구를 사용하지 않고 전원 전압 설정을 변하게 할 수 있는 구조는 설정의 변경 조작에 의하여 표시도 같이 변하여야 한다.

(5) 표준인 전원 플러그에 적합한 보조 전원 콘센트의 사용 전압이 주 전원 전압과 다르다면 그 전압을 표시

단, 콘센트가 특정한 장비에만 사용된다면 장비를 식별하기 위한 표시를 하여야 한다. 그렇지 않으면 최대 정격 전류 또는 전력과 최대의 허용 누설 전류를 표시하거나 콘센트의 부근에 <표 1>의 14번 기호를 붙이고, 문서에 충분히 상세한 설명을 하여야 한다.

### 5.1.4 퓨즈

작업자가 교체할 수 있는 퓨즈의 경우에는 작업자가 퓨즈를 올바르게 교체했는지 파악할 수 있도록 퓨즈홀더 옆에 표시를 하고, 적합성은 검사로 판정한다.

## 5.1.5 단자, 연결 및 작동장치

안전을 위하여 필요하다면, 가스, 물, 배수 등과 같은 유체의 연결 등 단자, 접속기, 제어기, 지시기의 목적을 표시하여야 한다. 또한 <표 1>의 14번을 사용할 수 있다.

(1) 주전원에 연결하는 단자는 식별할 수 있어야 한다.

(2) 단자는 다음과 같이 표시하여야 한다.

(가) 기능 접지 단자는 <표 1>의 5번으로 표시한다.

(나) 보호 접지 단자는 <표 1>의 6번으로 표시하며, 단자 가까운 곳에 혹은 단자 위에 있어야 한다. 단, 보호 접지 단자가 승인된 주전원 장비 입구의 일부인 경우에는 그렇게 하지 않아도 된다.

(다) 접촉 가능한 도전성 부품에 연결되고 측정회로와 제어회로의 단자 연결이 확실하지 않다면 <표 1>의 7번으로 표시한다.

주: 기호는 위험 충전부 전압이 단자에 연결되지 않아야 한다는 것을 나타낸다는 점에서 경고 기호로 간주할 수 있다. 작업자가 부주의로 연결할 우려가 있는 경우에도 이 기호를 사용하여야 한다.

(라) 장비 내부에 있으며 위험 충전부가 되는 단자는 전압, 전류, 전하, 에너지 값 혹은 <표 1>의 14번으로 표시한다. 표준 주전원 소켓을 사용하는 주전원 콘센트에는 적용하지 않는다.

(마) 접촉 가능한 도전성 부품에 연결된 접촉 가능한 기능 접지 단자의 표시가 확실하지 않다면 확실한 지시값으로 표시한다. 이 표시에는 <표 1>의 8번을 사용할 수 있다.

(3) 측정회로 단자의 표시는 다음과 같다.

(가) 영구 설치되어 있으며 접촉할 수 없는 전압 및 전류 측정회로 단자는 표시할 필요가 없다.



(나) 다른 장비의 특정 단자에만 연결하는 회로 단자(접속기)를 식별할 수 있는 수단이 있다면 예외가 허용된다.

(다) 표시는 단자에 인접한 곳에 하고, 다중 입력 장치와 같이 공간이 충분하지 않는 경우 정격판이나 눈금판에 표시할 수 있다. 단자는 <표 1>의 14번으로 표시한다.

(라) 측정회로 단자의 대지 정격전압은 표시되어야 한다.

(마) 측정회로 단자의 쌍이나 세트의 정격전압 또는 정격전류가 표시되어야 한다.

주: 측정회로 단자는 일반적으로 쌍 또는 세트로 제공되며 정격전압, 정격전류를 갖고 있다. 일부 장비에서는 대지 정격전압과는 다른 단자간에 측정 정격전압을 갖고 있으며, 오류를 피하기 위해 명확하게 표시해야 한다.

(바) <표 1>에서 제시한 14번, 즉 측정회로 단자의 쌍이나 세트에 대한 적절한 측정범주는 다음과 같이 표시되어야 한다.

- ① 측정범주 II, III 또는 IV 내에서 측정을 하기 위해서는 정격 측정회로 단자에 표시되어야 한다.
- ② 측정범주의 표시는 ‘범주 II’, ‘범주 III’, 또는 ‘범주 IV’로 한다.
- ③ 하나이상의 측정범주 유형을 표시하는 것과 대지 정격전압이 허용된다.

(사) <표 1>의 14번은 전류측정 단자가 내부 보호장치 없이 변류기에 접속되지 않는다면 표시해야 한다.

(아) 적합성은 (자)의 예외사항을 고려하여 5.1.5의(3)(바)에서 명시된 바와 같이 검사에 의해 판정한다.

(자) 측정회로 단자에 표시할 필요가 없는 경우에는 다음과 같다.

- ① 영구적으로 연결되어 있고 접근할 수 없는 경우
- ② 다른 장비의 특정단자에 전용으로 연결되는 경우
- ③ 정격전압이 정상상태에서 33 V 실효치와 46.7 V 첨두값 또는 70 V D.C. 이하라는 것이 다른 표시에 의해 명백한 경우

### 5.1.6 스위치와 회로차단기

- (1) 전원 공급 스위치나 회로차단기를 단선 장치로 사용하는 경우, 켜짐 위치 혹은 꺼짐 위치를 명확하게 표시하여야 한다.
- (2) 푸시버튼 스위치를 전원 공급 스위치로 사용하는 경우 <표 1>의 9번이나 15번은 켜짐 위치를 나타낼 수 있고, 10번과 16번은 꺼짐 위치를 나타내는데 사용할 수 있다.

### 5.1.7 이중절연 또는 강화절연으로 보호되는 기기

- (1) 이중절연 또는 강화절연으로 전면적으로 보호되는 기기는 보호 접지 단자가 설치되어 있지 않는 한 <표 1>의 11번을 표시하여야 한다.
- (2) 이중절연 또는 강화절연으로 부분적으로 보호되는 기기는 <표 1>의 11번으로 표시해서는 안 된다.

## 5.2 문서

### 5.2.1 일반사항

- (1) 안전을 위하여 다음과 같은 문서를 장비에 구비해야 한다.
  - (가) 기기의 사용 목적
  - (나) 기술적 명세서
  - (다) 지침서
  - (라) 기술적 지원을 얻을 수 있는 제작자 또는 판매자의 명칭과 주소
  - (마) 장비의 정격, 설치, 조작 및 유지보수
  - (바) 장비에 단자 표시가 필요한 경우, 관련된 측정범주의 정의(5.1.5(3) 참조)

(사) 측정범주 I로 표시된 장비는 측정범주 II, III 또는 IV 내에서 측정할 경우 장비를 사용해서는 안 된다는 경고를 명시하고, 과도현상 과전압 등 상세 정격을 문서에 명시

(아) 측정회로가 측정범주 II, III 또는 IV에 대한 정격을 갖고 있는 경우 관련 측정범주에 대한 정보(5.1.5의(3)(바) 참조)

(자) 측정범주 II, III 또는 IV에 대한 정격을 갖고 있지 않지만, 잘못 사용할 수 있는 측정회로에 대하여 전원회로에 측정장비를 사용하지 못하게 하는 경고, 그리고 과도 과전압을 포함한 정격

(2) 장비구비 요건에 해당하는 경우 장비에 표시된 경고문과 경고 기호의 명확한 설명을 문서에 명시하거나 장비에 내구성이 있고 읽을 수 있도록 표시하여야 한다. 특히 <표 1>의 14번을 사용하는 모든 경우에는 잠재위험의 특성과 취해야 할 조치를 찾을 수 있도록 문서를 참조해야 한다는 문구를 명시해야 한다.

주: 정상상태에서 사용이 위험한 물질의 취급을 포함한다면, 지침서에 올바른 사용법과 안전성에 관하여 기재하여야 한다. 위험한 물질이 장비 제작자에 의해서 명시되거나 공급되면, 그 성분에 관한 필요한 정보와 올바른 폐기 절차가 같이 기재되는 것이 바람직하다.

## 5.2.2 장비설치

(1) 문서에는 설치와 구체적인 시운전 지침이 포함되어야 한다.

(가) 조립, 장소, 설치에 대한 요구사항

(나) 보호용인 접지를 위한 설명

(다) 전원예의 접속

(라) 영구 설치형 장비에 대하여는 다음의 추가 사항을 포함하여야 한다.

① 전원 배선의 요구사항

② 모든 외부의 개폐기 또는 회로차단기 및 외부의 과전류 보호기구에 대

한 요구사항과 개폐기 또는 회로차단기는 장비 근처에 설치하는 것을 권장하는 사항

(마) 환기에 대한 요구사항

(바) 특별한 서비스의 요구사항, 예를 들면 공기, 냉각수

(사) 소리가 발생하는 기기가 내는 최대 음향 전력

(아) 음압 레벨에 관련된 설명

(자) 영구 설치되고 접촉할 수 없는 전압 및 전류 측정 회로 단자의 경우 측정 카테고리에 관한 정보, 정격 최대 사용 전압 혹은 정격 최대 전류 (5.1.5(3) 참조)

(차) 측정범주 II, III 또는 IV에 영구적으로 연결된 정격 측정회로 단자에 있어서 측정범주, 정격 최대사용전압, 정격최대전류에 관한 정보(5.1.5(3) 참조)

(카) 측정범주 II, III 또는 IV에 영구적으로 접속된 비정격 측정회로 단자에 있어서 정격 최대사용전압, 정격최대전류 및 정격 최대 과도과전압에 관한 정보(5.1.5(3) 참조)

(2) 안전에 필요한 경우 장비의 설치나 시운전 중에 발생할 수 있는 위험에 대한 경고를 포함하여야 한다.

## 6. 감전보호

### 6.1 일반사항

(1) 감전보호는 정상상태와 단일 고장상태에서 유지되어야 한다. 장비의 접촉 가능한 부분은 위험 충전부가 있어서는 안 된다.

- (2) 조작상의 이유로 다음 부분이 접촉 가능하고 위험한 충전상태를 방지할 수 없는 경우, 위험 충전부이기는 하지만 정상 사용시 작업자가 접촉 가능하다.

(가) 전구의 각 부분과 전구를 빼낸 후의 전구의 소켓

(나) 작업자가 교체하는 것을 의도한 부분(예를 들면, 전지)이고, 교체 중 또는 다른 작업자의 조작 중에는 위험 충전부일 수도 있으나 공구를 사용해야만 접촉 가능하며, 경고 표시를 한 부분

(다) 도구를 사용할 필요가 없는 단자 등 잠금 및 나사형 측정 단자

(라) 도구를 사용할 필요가 없는 단자를 포함하는 잠금 또는 나사로 고정되는 형태의 측정단자

- (3) (2)의(가)와 (나)의 부품 중 일부 부품이 내장 커패시터에서 전하를 받는 경우 전원 차단 10초 후에 위험 충전부가 되지 않아야 한다.

## 6.2 보호 접지 단자의 요구사항

- (1) 접촉 표면이 금속이어야 한다.

- (2) 장비 입구의 일체형 보호 도체 연결은 보호 접지 단자로 간주한다.

- (3) 재배선이 가능한 가요성 코드가 부착된 기기와 영구 설치형 기기의 보호 접지 단자는 주전원 공급 단자와 가깝게 놓아야 한다.

- (4) 장비를 주전원 공급기에 연결할 필요는 없지만 보호접지를 해야 하는 회로나 부품이 있는 경우에는 보호 접지 단자를 보호접지가 필요한 회로의 단자에 가깝게 놓아야 한다. 이 회로에 외부단자가 있으면 보호 접지 단자는 외부에 있어야 한다.

- (5) 주전원 회로의 보호 접지 단자의 허용전류는 주전원 공급기기 단자에 상당하는 것이어야 한다.

(6) 다른 단자와 결합되며 손으로 연결하거나 개방하도록 고안된 꽂음형 보호 접지 단자(예 : 플러그와 전원 코드의 기기 결합기, 꽂음형 장치의 접속기 조립품)는 다른 연결보다 보호 도체를 먼저 연결하고 나중에 차단되도록 설계하여야 한다.

(7) 그 밖의 접속 목적으로 보호 접지 단자를 사용하는 경우에는 다른 연결과 관계없이 보호 도체를 먼저 연결하고 보호하여야 한다. 보호 도체는 도체 연결과 무관한 정비에 의하여 제거될 우려가 없도록 결선해야 하며, 아니면 제거 후에 보호 도체를 교체하라는 경고표시가 있어야 한다.

(8) 측정회로에서 단일고장을 방지하는데 보호 도체가 필요한 장비에는 다음 사항을 적용하여야 한다.

(가) 보호 접지 단자와 보호 도체는 측정 단자의 전류 정격을 가져야 한다.

(나) 보호본딩은 스위치나 차단장치에 의해 차단되어서는 안 된다. 시험과 측정회로에서 간접본딩을 위해 사용되는 장치는 보호본딩의 일부가 될 수 있다.

(9) 기능 접지 단자(예 : 측정 접지 단자)가 있는 경우 이 단자는 보호 도체의 연결과 무관하게 연결할 수 있어야 한다.

(10) 보호 접지 단자가 결합나사인 경우, 그 나사는 접속선에 적합한 크기이어야 한다. 접속 연결에 필요한 접점 압력은 이 연결의 일부를 구성한 재료가 변형되어도 감소되어서는 안 된다.

### 6.3 시험 및 측정회로에 대한 간접본딩

(1) 시험 및 측정회로에 대한 간접본딩은 보호 접지 단자에 접근가능한 도체부가 고장으로 인해 위험 충전부가 되는 경우에 그 들 사이에 연결을 견고하게 한다.

(2) 간접본딩을 견고하게 해야 하는 장치는 다음과 같다.

(가) 절연과피를 방지하는 과전류 보호가 되는 전압제한장치에 걸리는 전압이 KS C IEC61010-1의 적정 수준을 초과할 때 도전성이 되는 전압제한장치

(나) 전원의 모든 극을 차단하고, 접근가능한 도체부를 보호 접지 단자 사이에 전압이 KS C IEC61010-1의 적정 수준에 도달할 때 마다 도체부를 보호 접지 단자에 연결하는 전압감지 트립장치

#### 6.4 외부 회로 연결부

(1) 정상상태 혹은 단일 고장상태에서 외부회로 및 장비의 접촉 가능한 부분이 위험 충전부가 되지 않아야 한다.

(2) 분리단락이 위험을 일으킬 수 있는 경우에는 회로를 분리하여 보호하여야 한다.

(3) 제작자의 지침이나 장비표시에는 상기 요구사항의 목적을 위해 적용할 수 있는 경우에는 각 외부단자에 대한 다음의 정보가 포함되어야 한다.

(가) 단자가 안전을 유지하면서 동작되도록 설계된 정격조건(최대 정격입력/출력 전압, 특정 접속기, 지정된 용도 등)

(나) 정상상태와 단일 고장상태에서 단자 연결부에서 발생하는 전격을 방지하기 위한 요구사항을 충족하기 위하여 외부회로에 필요한 절연정격

(4) 측정회로 단자는 최대 정격전압이 장비에 있는 다른 측정단자에 인가될 경우 위험 충전부로 되는 측정회로 단자 개개의 도전부가 단자의 외부에 접촉하는 시험바늘이 최단으로 접근하는 것으로부터 적어도 <표 2>의 이격거리 및 연면거리 만큼 격리되어야 한다.

<표 2> 위험 충전부에 대한 측정회로 단자의 이격거리 및 연면거리

단자 도전부 전압		이격거리 및 연면거리
교류전압 실효값	직류전압	mm
$\geq 33 \leq 300$	$\geq 70 \leq 414$	0, 8
$> 300 \leq 600$	$> 414 \leq 848$	1, 0
$> 600 \leq 1000$	$> 848 \leq 1414$	2, 6
주: 제시된 값은 강화절연을 고려한 계산으로 결정되며, 과도상태는 고려하지 않음.		

- (5) 특수한 측정회로 단자에 연결하도록 되어 있는 부품, 센서 및 장치는 정상 상태에서나 단일고장 상태에서나, 특히 최대정격전압이 어떤 다른 측정회로 단자에 인가되는 경우에도, 접근 가능하거나 위험 충전부가 되어서는 안 된다.

## 6.5 감전 보호를 위한 구조적 요구사항

- (1) 위험을 초래할 수 있는 고장형태는 다음과 같다.

- (가) 기계적 응력을 받는 배선 접속의 보호는 납땜만으로 의존해서는 안 된다.
- (나) 벗기는 것이 가능한 덮개를 고정하는 나사로 그 길이가 접촉 가능한 도전부와 위험 충전부 사이의 공간거리 또는 연면거리를 결정한다면, 이 나사는 벗어나 떨어지지 않는 형식의 것이어야 한다.
- (다) 배선이나 나사 등이 점진적으로 느슨해지거나 이탈하는 사고로 인해 접촉 가능 부분이 위험 충전 상태를 일으켜서는 안 된다.

- (2) 안전을 위하여 다음을 절연물로 사용해서는 안 된다.

- (가) 쉽게 손상될 수 있는 물질(예 : 래커, 에나멜, 산화물, 양극막 등)



(나) 함침되지 않은 흡습성 물질(예 : 종이, 섬유, 섬유물질 등)

(3) 장비에 표시되는 값(예를 들면, 전압)을 작업자가 신뢰하여 위험요인이 발생할 수 있다면, 그 장비가 설정한 범위의 최대값 이상이나 최소값 이하로 그 값이 나올 경우에는 언제나 명백한 지시값을 표시해야 한다.

## 7. 기계적 위험요인 및 화재확산에 대한 보호

### 7.1 기계적 위험요인에 대한 보호

- (1) 정상사용 또는 단일 고장상태에서 기계적 위험을 일으켜서는 안 된다.
- (2) 장비 외부의 쉽게 접촉되는 모든 테, 돌출물, 각 개구부, 방호물, 손잡이 따위는 장비의 정상사용 중에 위험을 일으키지 않도록 매끈하고 둥글게 하여야 한다.

### 7.2 화재확산에 대한 보호

- (1) 정상상태나 단일 고장상태에서 장비 외부에 화재가 확산되지 않도록 하여야 한다.
- (2) 적합성 판정은 다음 방법 중 최소한 한 가지 방법으로 한다. 이러한 방법은 각기 다른 위험원에 혹은 각기 다른 장비 영역에 대하여 장비 전체에 또는 개별적으로 적용할 수 있다.

(가) 장비 외부로 화재를 확산시킬 수 있는 단일 고장상태에서 시험한다.

(나) 장비 내의 점화원이 제거 혹은 감소되었는지를 검증한다.

(다) 화재가 발생한 경우 화재가 장비 내에서 억제될 수 있는지를 검증한다.

## 8. 측정회로

## 8.1 일반사항

(1) 장비는 측정회로의 정상적인 사용과 잘못된 사용으로부터 발생할 수 있는 감전, 화상, 화재, 아크 그리고 폭발 등의 위험요인에 대하여 보호를 해야 한다.

(가) 위험요인이 발생할 수 있다면, 전류 측정회로는 측정범위를 변경하는 동안이나 내부 보호장치 없는 변류기를 사용 중일 때에 측정하고 있는 회로를 간접해서는 안 된다.

(나) 단자의 사양서에 명시된 전기량은, 가능한 모든 형태로 범위와 기능을 맞춘 경우에도, 이 값이 그 단자나 또는 다른 호환가능한 단자에 인가될 때 위험요인을 발생해서는 안 된다.

(다) 장비를 측정할 목적으로 사용하는 동안에 문서나 표시가 상호접속을 금지함에도 불구하고, 장비와 다른 장치 또는 부속품 사이의 어떤 상호접속도 위험요인을 발생해서는 안 된다.

(라) 하나 또는 그 이상의 기능성 접지단자들을 포함하는 측정회로에 대하여, 장비가 보호 접지 단자가 끊어진 채 동작되고 있거나 작업자가 무심코 다른 단자에 필요한 정격전압을 기능성 접지단자에 연결하는 등으로 인한 위험요인을 위험성평가를 통해 제시하여야 한다.

(마) 잘못된 사용으로 인해 발생하는 다른 위험요인들은 위험성평가를 통해서도 출되어야 한다.

(2) 전류 측정회로에 대한 보호사항은 다음과 같다.

(가) 전류 측정회로는 측정범위를 변화시킬 때, 위험요인이 발생할 수 있는 방해요소가 없도록 설계해야 한다.

(나) 작동 중에 회로에서 발생하는 위험요인을 방지하기 위해 내부 보호 기능이 없는 변류기에 연결하는 전류 측정회로는 적절하게 보호되어야 한다.

(다) 시험하는 동안에는 위험요인이 발생하지 않아야 한다.

## 8.2 입력과 범위의 부조화에 대한 보호

(1) 정상적인 조건과 잘못된 사용이 될 경우, 어떠한 형태로의 기능과 범위 설정을 하여도 측정단자의 최대 정격전압 또는 최대 정격전류가 호환 가능한 단자에 적용될 때 위험요인이 발생해서는 안 된다.

(2) 장비는 위험요인에 대한 보호를 제공하고, 다음 방법 중 하나를 사용하여야 한다.

(가) 위험요인이 발생하기 전에 단락전류의 차단을 위해 인증된 과전류 보호 장치의 사용

(나) 발생하는 위험요인을 방지하기 위해 인증된 전류제한장치, 하나의 임피던스 또는 두 개의 임피던스를 사용

(3) 적합성은 검사, 장비의 디자인평가, 그리고 8.4와 8.5에 적용할 수 있도록 명시된 바에 의해 점검한다.

## 8.3 인증된 과전류 보호장치에 의한 보호

(1) 과전류 보호장치는 다음의 모든 요구조건의 충족여부가 국가공인기관에 의해 인정되는 경우 적정한 것으로 인정한다.

(가) 과전류 보호장치의 교류/직류 정격전압은 장비에 있는 모든 측정단자의 교류/직류의 최대 정격전압보다 높아야 한다.

(나) 과전류 보호장치의 정격 시간전류 특성(속도)은 정격 입력전압, 단자, 그리고 범위 선택의 어떠한 가능한 조합으로부터 위험요인이 발생하지 않아야 한다.

(다) 과전류 보호장치의 교류/직류 정격차단용량은 발생 가능한 교류/직류 단락전류보다 높아야 한다.

- (2) 발생가능한 교류/직류 단락전류는 8.6에 명시된 시험 리드선의 임피던스를 고려하여, 과전류 보호가 되는 측정회로의 임피던스로 임의 단자의 최대 정격사용전압을 나눈 값으로 계산한다.
- (3) 장비에서 과전류 보호장치를 둘러싸고 있고 측정회로에서 보호장치를 위한 공간은 보호장치가 개방된 후의 아크를 방지하기 위해 충분히 넓어야 한다.
- (4) 적합성은 과전류 보호장치의 정격확인과 다음 시험으로 점검한다.
  - (가) 보호장치가 퓨즈인 경우, 개방하여 퓨즈를 점검한다.
  - (나) 보호장치가 회로차단기인 경우 회로차단기를 개방위치에 맞추어 둔다.
  - (다) 임의의 단자에 대한 최대 정격전압의 2배의 전압을 측정회로의 단자에 1분 동안 인가한다.
  - (라) 시험 전압원은 500 VA를 공급할 수 있어야 한다.
  - (마) 시험 중이나 후에는 장비손상이 없어야 한다.

#### 8.4 비인증 전류제한장치 또는 임피던스에 의한 보호

- (1) 전류제한을 위해 사용되는 장치는 오작동의 경우를 제외하고 단락전류에 의한 에너지를 안전하게 견디고, 소멸시키거나 차단할 수 있어야 한다.
- (2) 전류제한을 위해 사용되는 임피던스는 다음 중 하나 이상이어야 한다.
  - (가) 단일 부품은 감전보호에 대한 안전성과 신뢰성이 보장되도록 구성, 선택, 시험되어야 하며, 다음 사항을 구비해야 한다.
    - ① 잘못된 사용 중에 나타날 수 있는 최대전압을 견딜 것
    - ② 저항의 경우 잘못된 사용으로 인한 소비전력의 두 배에 견딜 것
    - ③ 말단부 사이의 강화절연을 위해 이격거리 조건을 충족할 것
  - (나) 부품(구성품)의 조합은 다음 사항을 구비해야 한다.
    - ① 잘못된 사용 동안 발생할 수 있는 최대 전압에 견딜 것
    - ② 잘못된 사용으로 인해 발생하는 열용량을 방산할 수 있을 것
    - ③ 각 부품의 말단부 사이의 강화절연을 위해 이격거리 조건을 충족할 것

- (3) 적합성은 동일장비에 대하여 검사 및 시험을 3번 반복하여 점검한다. 시험 후에 어떤 부품에서 열이 발생한다면, 그 장비는 재시험 전에 냉각한다. 전류 제한장치가 손상을 입었다면, 재시험 전에 교체한다.
- (4) 발생 가능한 교류/직류 단락전류는 8.6에 명시된 시험 리드선의 임피던스를 고려하여, 과전류 보호가 되는 측정회로의 임피던스로 임의 단자의 최대 정격사용전압을 나눈 값으로 계산한다.
- (5) 모든 단자에 대한 최대 정격전압과 동일한 전압을 1분 동안 측정회로의 단자 사이에 인가한다. 시험 전압원은 적어도 발생 가능한 교류/직류 단락 전류를 공급할 수 있어야 한다.
- (6) 기능이나 범위조정이 입력회로의 전기적 특성에 영향을 미친다면, 기능이나 범위의 모든 위치를 조합하여 그 시험을 반복한다.
- (7) 시험을 하는 동안이나 이후에 위험요인이 발생하지 않아야 하며, 임피던스 제한장치나 감전, 열, 아크 혹은 화재로부터 보호하기 위한 모든 부품(외함 과 인쇄회로기판의 트레이스를 포함)에 화재, 아크, 폭발 및 손상이 없어야 한다.
- (8) 장비의 다른 부분이 시험하는 동안 영향을 받지 않으면 전류 제한장치의 모든 손상은 무시한다.
- (9) 시험 중에는, 전압원의 출력전압을 측정한다. 전압원의 전압이 10 ms 이상의 시간동안에 20 % 이상 감소하면 시험은 무의미하며 더 낮은 임피던스 전압원으로 시험을 반복한다.

#### 8.5 전원 측정용 측정회로에 과도 과전압 제한장치로 사용되는 회로 또는 부품

- (1) 전원을 측정하기 위하여 사용되는 측정회로에 과도 과전압 제어장치가 필요하다면, 모든 과전압 제한장치나 회로는 예견되는 과도 과전압을 제한할 수 있는 적절한 강도를 가져야 한다.
- (2) 적합성은 하이브리드 임펄스 발생기로부터 1 분 간격으로 <표 3>의 임펄

스 내전압으로 5 번씩의 정부 임펄스를 가하여 점검한다.

<표 3> 임펄스 내전압

측정할 전원의 공칭 직류 또는 교류 상전압, V	임펄스 내전압, V		
	측정범주 II	측정범주 III	측정범주 IV
$\leq 50$	500	800	1500
$> 50 \leq 100$	800	1500	2500
$> 100 \leq 150$	1500	2500	4000
$> 150 \leq 300$	2500	4000	6000
$> 300 \leq 600$	4000	6000	8000
$> 600 \leq 1000$	6000	8000	12000

- (3) 임펄스 발생기는 측정범주 III 및 IV에 대해서는 2  $\Omega$ , 측정범주 II에 대해서는 12  $\Omega$ 의 출력 임피던스(피크 개방회로 전압을 피크 단락회로 전류로 나눈 값)를 가지며, 1.2 / 50  $\mu\text{s}$ 의 개방회로 전압파형, 8 / 20  $\mu\text{s}$ 의 단락회로 전류파형을 발생하여야 한다.
- (4) 임피던스가 증가할 필요가 있다면, 저항을 직렬로 추가할 수 있다. 시험을 위한 임펄스는 회로가 정상 사용 조건하에서 동작하는 동안에 전원과 연계하여 인가한다.
- (5) 전압은 측정하고 있는 전원의 최대정격 상전압이다.
- (6) 시험전압은 전압제한장치가 존재하는 전원을 측정하는데 사용되는 두 단자 사이에 인가한다.
- (7) 시험중에 부품과열이나 과열이 되는 사건에서도 위험요인이 발생해서는 안 된다. 과열이 발생하여도 어떤 부품도 안전에 관련된 절연을 해쳐서는 안 된다. 부품이 과열되는 경우 자체점화에 이를 때까지 다른 물질을 가열해서는 안 된다. 전원설비의 차단기 트립은 고장의 징조이다.

## 8.6 시험 리드선

8.3과 8.4 시험을 위한 시험 리드선은 다음의 명세를 충족해야 한다.

- (1) 길이 : 1 m
- (2) 도체 단면적 : 1.5 mm<sup>2</sup>, 꼬은 구리선
- (3) 측정회로 단자와 호환되는 장비 커넥터
- (4) 나사 단자나 덤블(thimble) 커넥터 또는 저임피던스 연결이 가능한 기타 방법을 통해 나선과 시험 전압원의 연결
- (5) 일직선 배열