

# 전기용품 안전기준

K 60439-1

[ IEC 99-09 ]



저전압 개폐장치와 제어장치 조립품-

제1부 : 유형시험 및 부분적 유형 시험 조립품

## 목차

1	일반사항.....	
1.1	적용범위와목적 .....	
1.2	일반참고 .....	
2	정의.....	
2.1	일반사항 .....	
2.2	조립품의 구조장치 .....	
2.3	조립품의 외부 설계.....	
2.4	조립품의 구조적 부분.....	
2.5	조립품의 설치 조건.....	
2.6	전기 충격에 관한 보호 측정.....	
2.7	조립품 내의 통로.....	
2.8	전기적 기능.....	
2.9	절연 조정.....	
2.10	단락회로 전류 .....	
3	조립품의 분류.....	
4	조립품의 전기적 특징.....	
4.1	정격 전압.....	
4.2	정격 전류( $I_n$ ) (조립 회로의).....	
4.3	정격 단축 전류( $I_{cw}$ ) (조립품 회로의).....	
4.4	정격 침투 저항 전류( $I_{pk}$ ) (조립 회로의).....	
4.5	정격 조건부의 누전 전류( $I_{cc}$ ) (조립 회로의).....	
4.6	정격 퓨즈 단락회로 전류( $I_{cf}$ ) (조립 회로의).....	
4.7	정격 변화율 .....	
4.8	정격 주파수.....	
5	조립에 관한 정보.....	
5.1	명판.....	
5.2	표시.....	
5.3	설치, 작동 및 유지보수 방법 .....	
6	공급 조건.....	
6.1	정상 공급 조건.....	
6.2	특별 공급 조건.....	
6.3	운송, 저장, 그리고 조립시의 조건.....	
7	설계와 구조.....	
7.1	기계적 설계.....	
7.2	차폐와 보호 등급.....	

7.3	온도 상승.....
7.4	전기 감전에 대한 보호.....
7.5	단락 회로 보호와 단락 회로 저항 강도.....
7.6	조립품에 설치된 개폐장치와 부품.....
7.7	장벽이나 분할에 의한 조립품의 내부 분리.....
7.8	조립품 내의 전기적 연결: 장애물과 절연 도체.....
7.9	전자장치 공급회로의 요구사항.....
7.10	전자파 적합성(EMC).....
7.11	전기적 연결기능장치 유형설명 .....
8	실험 설명.....
8.1	실험 분류.....
8.2	유형 실험.....
8.3	정규 실험.....

부속서 A	(표준) 연결에 적합한 구리 도체의 최소 및 최대 단면.....
부속서 B	(표준) 단시간의 전류로 인한 열 압력에 관련된 보호 도체의 단면적 계산법.....
부속서 C	(정보) 조립품의 전형적인 예.....
부속서 D	(정보) 내부 분할의 형태.....
부속서 E	(정보) 제조업자와 사용자 사이의 협의 사항.....
부속서 F	(정보) 연면 거리와 공간거리의 측정.....
부속서 G	(정보) 공급 시스템의 미소 전압과 설비의 정격 충격 저항 전압 사이의 상관성

참고 문헌.....
------------

그림1	시간 함수로 $\frac{U_{i+} \Delta u}{U_i}$ 의 비율.....
그림2	미소 시스템 전압의 최대 허용 고조파 성분.....
그림C.1	개방형 조립품 (2.3.1 참고).....
그림C.2	앞이 막힌 조립품 (2.3.2 참고).....
그림C.3	칸막이형 조립품 (2.3.3.1 참고).....
그림C.4	다중칸막이형 조립품 (2.3.3.2 참고).....
그림C.5	책상형 조립품 (2.3.3.3 참고).....
그림C.6	다중 상자형 조립품 (2.3.3.5 참고).....
그림C.7	모선 본선 시스템 (2.3.4).....
그림C.8	설치 구조(2.4.2 참고).....

그림C.9	고정 부분(2.2.5, 2.4.3, 2.4.4 참고).....
그림C.10	회수 가능한 부분(2.2.7 참고).....
그림D.1	그림 D.2에 사용된 기호.....
그림D.2	형태 1과 2.....
그림D.2	형태 3과 4.....
그림F.1	블록한 부분의 측정.....
표 1	정격 변화율 값 .....
표 2	온도 상승 범위.....
표 3	보호 도체의 단면적 (PE, PEN).....
표 3A	구리 결합 도체의 단면적.....
표 4	인수 n의 표준 값.....
표 5	도체 선택과 설치 요구사항 .....
표 6	최소 가능한 부분의 다른 위치에서의 전기 조건.....
표 7	TTA와 PTTA에 수행된 검증과 실험 목록.....
표 8	400 A 이상의 실험 전류에 대한 실험 구리 도체.....
표 9	실험 전류에 따른 구리 도체의 기준 단면적.....
표 10	.....
표 11	.....
표 12	예상 장애 전류와 구리 선의 직경 사이의 관계.....
표 13	임펄스, 전력 주파수와 직류 실험에 대한 절연 저항 전압.....
표 14	공기 중의 최소 공간거리.....
표 15	절연에 적합한 설비의 개방 접촉부에 걸린 실험 전압.....
표 16	최소 연면 거리.....
표 A.1	.....
표 B.1	케이블에 연결하지 않은 절연 보호 도체 또는 케이블 외피와 접촉하는 노출된 보호 도체의 k 값.....
표 G.1	IEC 60099-1에 따른 서지 피뢰기에 의한 과부하 방지의 경우, 공급 시스템의 미소 전압과 설비 정격 충격 저항 전압 사이의 관계.....

주) — : IEC 기준과 상이한 부분  
 \* : 적용하지 않아도 되는 부분  
 ※ : 추가된 부분

## 1부 : 유형시험 및 부분적 유형 시험 조립

### 1 일반사항

#### 1.1 적용범위와 목적

이 국제 기준은 1000 Hz의 주파수를 넘지않는 1000 V 교류전압 또는 1500 V 직류전압으로 저전압 개폐장치와 제어장치 조립품(유형 실험 조립품(TTA)와 부분적 유형 실험 조립품(P TTA)에 적용된다.

이 기준은 또한 주파수가 더 높은 제어와 전력장치가 일체되는 조립품에도 적용된다. 이러한 경우에는, 알맞는 추가 요구사항이 적용된다.

이 기준은 차폐를 가지거나 안가지든지 정지나 가동할 수 있는 조립품에 적용된다.

**주** 조립품의 특정 유형의 추가 요구사항 IEC 표준에 추가판에 명시되어 있다.

이 기준은 전력생산, 전동장치, 전기에너지의 분배와 변환, 그리고 전기에너지 소비 장치의 제어와 관련된 사용 목적으로 조립품에 적용된다.

그것은 특별한 공급 조건하에서 사용될 목적으로 설계된 조립품들, 예를 들어 선박, 철도 운송수단, 기계장치, 승강기 또는 폭발성 대기와 국내(미숙한 사람들에 의해 작동되는 응용물들에 적용되는데, 관련된 특정한 요구사항들이 따른다.

이 기준은 모터 시동기, 퓨즈 스위치, 전기 장치 등의 개별 장치들과 자체-포장 구성요소에 는 적용되지 않고 그들의 관련 기준은 따른다.

이 기준의 목적은 정의와 공급조건, 요구사항 구성, 기술적 특징 및 저전압 개폐장치와 제어 장치 조립품의 실험을 규정한다.

#### 1.2 일반참고

다음 기준 문서들은 텍스트 전반에 걸친 국제 표준규정으로 구성된 규정들을 포함하고 있다. 날짜가 있는 자료, 수반되는 개정안 또는 이 출판물의 수정안은 적용되지 않는다. 그러나, 국제 표준이 기반이 되는 협정은 아래에 제시된 표준문서의 최근 판에 적용되는 가능성을 조사하도록 권장된다. 날짜가 없는 자료, 표준문서의 최근 판은 적용을 참고한다. IEC의 일원과 ISO는 일반적으로 유효한 국제 기준을 유지한다.

IEC 60038:1983, IEC 기준 전압

IEC 60050(441):1984, 국제 전기기술 어휘 (IEV) - 441 장:  
개폐장치, 제어장치 그리고 퓨즈

IEC 60050(471):1984, 국제 전기기술 어휘 (IEV) - 471 장:  
절연체

IEC 60050(604):1987, 국제 전기기술 어휘 (IEV) - 604 장:  
전기발생, 전기의 변환과 분배 - 작용

IEC 60050(826):1982, 국제 전기기술 어휘 (IEV) - 826 장:  
건물의 전기설치

IEC 60060, 고전압 시험 기술

IEC 60071-1:1976, 절연 조정 - 1 부: 용어, 정의, 원리 및 법칙

IEC 60073:1996, 인간-기계 인터페이스의 기본적으로 안전한 원리, 표시 및 확인 - 표시  
장치와 작동기 원리의 부호화

IEC 60099-1:1991, 서지피뢰기 - 1 부: 직류 시스템의 비선형 저항유형 틸이 생긴 서지피  
뢰기

IEC 60112:1979, 습기 상태하의 고체 절연 물질의 상대적이고 증명방식 지침 결정방식

IEC 60146-2:1974, 반도체 변환장치 - 2 부: 반도체 자체 정류 변환장치

IEC 60158-2:1982, 저전압 제어장치 - 2 부: 반도체 접촉기 (고체 상태 접촉기)

IEC 60227-3:1993, 450/750 V 이상 정격 전압의 폴리비닐 염화물 절연 케이블 - 3 부: 고정  
배선용 비외장 케이블

IEC 60227-4:1992, 450/750 V 이상의 정격 전압 폴리 비닐 염화 절연 케이블 - 4부: 고정  
배선용 외장 케이블

IEC 60245-3:1994, 450/750 V 이상의 정격 전압 고무 절연케이블 - 3 부: 열저항 실리콘 절  
연케이블

IEC 60245-4:1994, 450/750 V 이상의 정격 전압 고무 절연케이블 - 4 부: 코드와 유연한 케  
이블

IEC 60269, 저전압 퓨즈

IEC 60364-3:1993, 건물의 전기 설치 - 3 부: 일반적 특징 평가

IEC 60364-4-41:1992, 건물의 전기 설치 - 4 부: 안전보호 - 41 장: 전기 감전에 대한 보호

IEC 60364-4-443:1995, 건물의 전기 설치 - 4 부: 안전보호 - 44 장: 과전압에 대한 보호 -  
443절 : 방전 또는 스위칭에 의한 과전압에 대한 보호

IEC 60364-4-46:1981, 건물의 전기 설치 - 4 부: 안전보호 - 46 장: 절연과 스위치

IEC 60364-5-54:1980, 건물의 전기 설치 - 5 부: 전기장치의 선택과 조립 - 54 장: 배치와 보호의 도체 접지

IEC 60417 (모든 부분), 장치에 쓰이는 도표의 기호. 표시, 단일 문서의 조사와 편집

IEC 60445:1988, 단자와 정확하게 설계된 도체의 말단과 문자와 숫자를 조합한 시스템의 일반적 규칙을 포함한 장치확인

IEC 60446:1989, 색깔과 숫자에 의한 도체확인

IEC 60447:1993, 인간-기계 인터페이스(MMI) - 작동 원리

IEC 60502:1994, 1 kV에서 30kV 까지의 정격 전압을 위해 들출된 고체 유전체 절연 전력케이블

IEC 60529:1989, 차폐(IP Code)에 의해 규정되는 보호 등급

IEC 60664-1:1992, 저전압 시스템 내의 장치를 위한 절연 조정 - 1 부: 원리, 요구사항 및 시험

IEC 60750:1983, 전기공학의 항목 지정

IEC 60865 (모든 부분), 단락회로 전류 - 효과 계산

IEC 60890:1987, 저전압 개폐장치와 제어장치의 부분적 유형시험을 거친 조립품(PTTA)의 추정에 의한 온도 상승 평가 방법

IEC 60947-1:1988, 저전압 개폐장치와 제어장치 - 1 부: 일반 규칙

IEC 60947-3:1999, 저전압 개폐장치와 제어장치 - 3 부: 스위치, 연결해제 장치, 스위치 연결해제 장치 및 퓨즈 조합 단위

IEC 60947-4-1:1990, 저전압 개폐장치와 제어장치 - 4 부: 접촉기와 모터 시동기 - 1 절: 전기공학적 접촉기와 모터 시동기

IEC 61000-4-2:1995, 전자기적 호환성 (EMC) - 4 부: 시험과 측정 기술 - 2 절: 정전기 방전 보호시험 - 기본 EMC 출판

IEC 61000-4-3:1995, 전자기적 호환성 (EMC) - 4 부: 시험과 측정 기술 - 3 절: 복사, 무선 주파수, 전자기장 보호 시험

IEC 61000-4-4:1995, 전자기적 호환성 (EMC) - 4 부: 시험과 측정 기술 - 4 절: 전기적 과도전류 폭발 보호시험 - 기본 EMC 출판

IEC 61000-4-5:1995, 전자기적 호환성 (EMC) - 4 부: 시험과 측정 기술 - 5 절: 서지피뢰기 시험

IEC 61117:1992, 부분적 유형시험된 조립품(PTTA)의 단락회로 저항력 평가 방법

CISPR 11:1990, 산업, 과학, 의료(ISM) 무선주파수 장비의 전자기적 교란 특징의 제한과 측정 방법

## 2 용어의 정의

국제 기준의 목적으로 다음의 정의들이 적용된다.

**주** 이 항의 어떤 정의들은 바뀌지 않았거나 IEC 60050 (IEV) 또는 다른 IEC 출판으로부터 수정되었다.

### 2.1 일반사항

#### 2.1.1

##### 저전압 개폐장치와 제어장치 조립 (조립)

제어, 측정, 신호, 방어, 조정장치등과 관련된 하나 또는 그 이상의 저전압 스위칭 장치의 조합은 제조자의 책임하에 내부의 전기적이고 기계적인 상호연결과 구조상의 부분으로 완전히 조립된다. (2.4 참고)

**주 1** 조립이라는 약어는 저전압 개폐장치와 제어장치 조립으로 사용된다.

**주 2** 조립의 구성요소는 전기기계적 또는 전기적일 수 있다.

**주 3** 여러 가지 이유로 인해, 예를 들어 운송 또는 생산의 특정 조립 단계는 제조사의 공장 외부에서 행해질 수 있다.

#### 2.1.1.1

##### 유형 실험된 저전압 개폐장치와 제어(TTA)

편차없이 확증된 유형 또는 시스템을 따르는 저전압 개폐장치와 제어장치 조립은 이 기준과 일치함이 증명된 전형적인 조립품로부터 성능에 상당한 영향을 준다.

**주 1** 이 기준의 전반에 걸쳐, TTA라는 약어는 유형 실험된 저전압 개폐장치와 제어장치의 조립에 쓰여진다.

**주 2** 여러 가지 이유로 인해, 예를 들어 운송 또는 생산의 특정 조립 단계는 TTA 제조사의 공장 외부에서 행해질 수 있다. 그러한 조립은 TTA로 제공된 조립품으로 생각될 수 있는데 정규실험이 적용가능한 제안을 포함하면서 기준이 확실한 입증된 유형이나 시스템에 따르는 방식으로 제조사의 지시에 일치하도록 행해진다.

#### 2.1.1.2

##### 부분적으로 유형 실험된 저전압 개폐장치와 제어장치 조립 (PTTA)

유형 실험과 유형 실험되지 않은 장치들을 포함하는 저전압 개폐장치와 제어장치 조립은 뒤의 것이 관련된 실험(표7 참고)과 일치하는 유형실험장치에서 (예를들어 계산에 의해)나온 것으로 규정한다.

**주** 이 기준의 전반에 걸쳐, PTTA의 약어는 부분적으로 유형 실험 개폐장치와 제어장치 조립에 쓰여진다.

#### 2.1.2

##### 주회로 (조립의)

전기 에너지에 의해 회로는 조립의 모든 전도성 부품들을 포함하고 있다. [IEV 441-13-02]

#### 2.1.3

##### 보조 회로 (조립의)

제어, 측정, 신호, 조정, 자료 처리등에 의해 회로 (주회로와는 다른) 는 조립품의 모든 전도성 부품들을 포함하고 있다. [수정된 IEC 441-13-03]

**주** 조립의 보조 회로는 제어와 개폐장치의 보조 회로를 포함하고 있다.

## 2.1.4

### 모선

몇몇의 전기 회로가 개별적으로 연결될 수 있도록 하는 낮은 임피던스 도체  
주 "busbar"라는 용어는 기하학적 모양, 크기, 또는 도체의 넓이를 전체로 하지는 않는다.

### 2.1.4.1

#### 주 모선

하나 또는 몇몇 분배 모선 그리고 입력과 출력 장치가 연결되는(모선) 한 부분내의 모선

### 2.1.4.2

#### 모선 배치

주 모선과 연결되고 출력 장치에서 공급되는 한 부분내의 모선

## 2.1.5

### 기능 장치

같은 기능의 수행에 도움이 되는 모든 전기적이고 기계적인 요소들을 구성하는 조립부

주 기능 장치와 연결되었으나 구획 또는 차폐되고 보호된 영역 (예로 공통 구획과 연결된 보조케이블) 의 외부에 있는 도체들은 기능 장치 부분을 형성한다고 보지 않는다.

## 2.1.6

### 입력 장치

전기 에너지가 조립품 안으로 정상적으로 공급되는 기능 장치

## 2.1.7

### 출력 장치

전기 에너지가 하나 또는 그 이상의 출력 회로에 정상적으로 공급되는 기능 장치

## 2.1.8

### 기능적 그룹

조작 기능의 이행을 위해 전기적으로 내부 연결된 몇몇의 기능 장치의 집합

## 2.1.9

### 실험 상태

조립 또는 그 부품의 관련있는 주회로가 열려있으나 관계된 보조 회로가 연결되어 있을 때  
는 필요에 의해 단절되지는 (절연된) 않고 합쳐진 장치의 작동실험을 허가한 상태

## 2.1.10

### 단절된 상태

조립 또는 그 부품이 관련있는 주회로와 관계된 보조 회로가 단절된 (절연된) 상태

## 2.1.11

### 연결된 상태

조립 또는 그 부품이 관련있는 주회로와 관계된 보조 회로가 정상적으로 계획된 기능에 연결된 상태

## 2.2 조립품의 구조장치

### 2.2.1

**접합 부분** (그림 C.4 참고)  
두 개의 연속하는 수직 도형사이에 있는 조립 구조 장치

### 2.2.2

**부 접합 부분**  
접합 부분 안의 두 개 연속하는 수평 도형사이에 있는 조립 구조 장치

### 2.2.3

**구획**  
상호연결, 제어 또는 통풍상태에 필요한 통로 제외하고 차폐된 접합 부분 또는 부 접합 부분

### 2.2.4

**전송 장치**  
기계의 분해 없이 운반하기에 알맞는 조립품의 부품 또는 완전 조립품

### 2.2.5

**고정된 부품** (그림 C.9 참고)  
공통지속과 고정된 설치로 설계된 조립과 이루어진 구성요소와 고정된 설치를 위해 설계된 부품

### 2.2.6

**제거 가능한 부품**  
조립품로부터 완전히 제거될 수 있고 회로에 전기가 통하고 있을 때 조차도 교체되는 부품

### 2.2.7

**회수 가능한 부품** (그림 C.10 참고)  
만약 조립품에 기계적으로 접합되어 있을 때 연결된 위치에서 단절된 위치와 실험 위치로 옮길 수 있는 제거 가능한 부품

**주** 절연 거리는 주회로만 관련되거나 또는 주회로와 보조 회로에 관련된다 (2.2.10 참고), 표 6 역시 참고.

### 2.2.8

**연결된 위치**  
정상적인 기능대로 완전히 연결된 상태에서 제거 또는 취소 가능한 부품의 위치

### 2.2.9

**실험 위치**  
관련있는 주회로가 공급쪽에 열려있으나 필수적으로 단절 (절연된)되어있지 않고, 보조회로가 연결되어 있어서 조립품에 기계적으로 접해있는 부품인 취소가능한 부품의 작동 시험을 허가하는 위치

**주** 통로는 적당한 장치의 작동에 의해 취소 가능한 부품의 기계적 움직임 없이 이루어 질 수 있다.

### 2.2.10

**단절된 위치 (절연된 위치)는**

절연된 거리 (7.1.2.2 참고)은 주회로와 보조 회로에서 확정된 취소 가능한 부품의 위치인데, 그 취소 가능한 부품은 조립품에 기계적으로 접해 있다

**주** 절연된 거리는 적절한 장치의 작동에 의해 취소 가능한 부품의 어떠한 기계적 움직임 없이도 입증될 수 있다.

### 2.2.11

#### 제거된 위치

제거 또는 취소 가능한 부품이 조립외부에 있을 때 조립품로부터 기계적이고 전기적으로 떨어져 있는 위치

### 2.2.12

#### 기능 장치의 전기적 연결

#### 2.2.12.1

##### 고정된 연결

도구에 의해 연결되거나 그렇지 않은 연결

#### 2.2.12.2

##### 단절된 연결

도구 없이 손의 작용으로 연결되거나 그렇지 않은 연결

#### 2.2.12.3

##### 회수 가능한 연결

기능적 장치를 연결되거나 그렇지 않은 상태로 만들어내는 연결되거나 그렇지 않은 연결

## 2.3 조립품의 외부 설계

### 2.3.1

#### 개방형 조립품 (그림 C.1 참고)

전기 장비와 접근하기 쉬운 움직이는 부품을 지원하는 지원 구조로 이루어져 있는 조립품

### 2.3.2

#### 앞이막힌 조립품 (그림 C.2 참고)

정면에서 적어도 IP2X의 보호 등급을 제공하는 앞 덮개의 개방형 조립품, 움직이는 부품은 다른 방향에서 접근 가능하다.

### 2.3.3

#### 차폐된 조립품

적어도 IP2X의 보호 등급을 제공하는 가능한 설치 표면을 제외한 모든면에 차폐된 조립품

#### 2.3.3.1

##### 칸막이형 조립품 (그림 C.3 참고)

몇몇의 접합 부분, 부 접합 부분 또는 구획의 바닥 지속형 원리에 의한 차폐된 조립품

#### 2.3.3.2

##### 다중 칸막이형 조립품 (그림 C.4 참고)

다수의 기계적으로 결합된 칸막이의 조합

#### 2.3.3.3

##### 책상형 조립품 (그림 C.5 참고)

제어, 측정, 신호 등의 장치를 통합하는 수평적 또는 기울어진 제어 기판 또는 그들의 조합으로 차폐된 조립품

#### 2.3.3.4

##### 상자형 조립품 (그림 C.6 참고)

수직 평면에 설치되는 원리로 차폐된 조립품

### 2.3.3.5

#### 다중 상자형 조립품 (그림 C.6 참고)

공통 지원구조로 되어있든 아니든, 두 인접상자가 인접면을 통하는 통 사이를 전기적 연결로 통과하고 기계적으로 연결되어 있는 상자들의 조합

### 2.3.4

#### 모선 중계선 시스템 (전용케이블) (그림 C.7 참고)

각광기 또는 그와 비슷한 차폐의 도관에 있는 절연체에 의해 간격이 유지되고 지원되는 모선으로 구성되어 있는 도체 시스템 형태의 유형 시험 조립품  
[수정된 IEV 441-12-07]

조립품은 다음과 같은 장치들로 구성될 수 있다:

- 도선의 분기 시설로 이루어져 있거나 그렇지 않은 모선 본체 장치
- 단계의 전치, 확장, 신축성, 공급기 그리고 어댑터 장치
- 도선의 분기 장치

주 “모선”이라는 용어는 기하학적인 모양, 크기, 그리고 도체의 넓이를 전제 조건으로 하지는 않는다.

## 2.4 조립품의 구조적 부분

### 2.4.1

#### 지원 구조 (그림 C.1 참고)

조립품과 차폐의 다양한 구성 요소들을 지원하도록 설계된 조립품의 구조를 이루는 부분

### 2.4.2

#### 설치 구조 (그림 C.8 참고)

차폐된 조립품을 지원하도록 설계된 조립품의 부분을 형성하지 않는 구조

### 2.4.3

#### 설치 판 (그림 C.9 참고)

다양한 구성 요소들을 지원하고 조립품 내의 설치에 적합하도록 설계된 판

### 2.4.4

#### 설치 구조 (그림 C.9 참고)

다양한 구성 요소들을 지원하고 조립품 내의 설치에 적합하도록 설계된 틀 구조

### 2.4.5

#### 차폐

어떠한 방향에서 어떤 외부 영향에 대해 보호장치를 제공하고 최소한 IP2X의 보호강도에 직접 접하게 되는 것을 보호하는 부분

### 2.4.6

#### 덮개

조립품의 외부 차폐 부분

#### 2.4.7

##### 문

경첩식으로 움직이거나 미끄러지는 덮개

#### 2.4.8

##### 제거덮개

외부 차폐의 통로를 닫고 그러한 작동과 유지보수작업 수행으로 제거될 수 있도록 설계된 덮개

#### 2.4.9

##### 덮개 판

일반적인 상자에서 (2.3.3.4 참고), 외부 차폐 개방을 닫는데 쓰이고 나사 또는 그와 비슷한 방법으로 고정될 수 있도록 설계된 조립품의 부분. 장치가 사용된 후에는 보통 제거되지 않는다.

주 덮개 판은 선 입구에 의해 제공된다.

#### 2.4.10

##### 분할

다른 구획으로부터 구획이 분리되는 차폐부분

#### 2.4.11

##### 경계선

모든 가능한 접근 방향 (최소 IP2X) 으로부터 직접적인 접근의 보호와 개폐장치로부터의 원호의 보호를 제공하는 부분

#### 2.4.12

##### 장애물

고의적이지 않은 직접적 접근을 막지만 고의적인 실행은 막지 않는 부분

#### 2.4.13

##### 덧문

움직일 수 있는 부분:

- 제거 가능하거나 회수 가능한 고정된 접촉 부분의 맞물림을 허용하는 위치의 사이
- 고정된 접촉을 덮거나 구획을 차폐하는 부분이 되는 위치

[변경된 IEC 441-13-07]

#### 2.4.14

##### 케이블 입구

케이블의 조립품 내의 통과를 허용하는 통로 부분

#### 2.4.15

##### 여분의 공간

##### 2.4.15.1

##### 비어있는 공간

구획의 빈 공간

##### 2.4.15.2

##### 갇추어지지 않은 공간

모선으로만 구체화 되는 구획의 부분

### 2.4.15.3

#### 부분적으로 갖추어진 공간

기능 장치들을 제외하고 완전히 갖추어진 구획의 부분. 설치될 수 있는 기능 장치들은 모델과 크기의 개수에 의해 정의된다.

### 2.4.15.4

#### 완전히 갖추어진 공간

특정한 사용으로 할당되지 않은 기능 장치들로 완전히 갖추어진 구획의 부분

### 2.4.16

#### 차폐된 보호 공간

전기적 구성 요소들의 차폐과 외부 영향과 사용 부분의 접촉에 지정된 보호를 제공하는 조립품의 부분

### 2.4.17

#### 삽입 연동장치

제거 가능하거나 회수가능하도록 고정된 부분내로 제거 가능하거나 회수 가능한 부분이 삽입되는 것을 막는 장치

## 2.5 조립품의 설치 조건

### 2.5.1

#### 실내 설치용 조립품

기준 6.1에 명시되어 있는 실내 사용을 위한 일반 공급조건으로 이행된 위치에서 사용하도록 설계된 조립품

### 2.5.2

#### 실외 설치용 조립품

기준의 6.1에 명시되어 있는 실외 사용을 위한 일반공급 조건하에서 사용하도록 설계된 조립품

### 2.5.3

#### 고정 조립품

예를 들어 바닥이나 벽 그리고 이러한 장소에 쓰여질 수 있도록 설치 장소에 고정되도록 설계된 조립품

### 2.5.4

#### 이동 가능한 조립품

하나의 사용 장소에서 다른 장소로 손쉽게 이동될 수 있도록 설계된 조립품

## 2.6 전기 충격에 관한 보호 측정

### 2.6.1

#### 사용 부분

협약에 의해 PEN 도체가 아닌 중성 도체를 포함하는 일반 사용에 전류를 통하도록 도체 또는 전도성 부분 [IEV 826-03-01]

주 이 항은 전기 충격의 위험을 반드시 내포하는 것은 아니다.

### 2.6.2

#### 노출된 전도성 부분

만질수 있고 일반적으로 사용하지 않지만 결합 조건하에 사용되는 전기 장치의 전도성 부분 [수정된 IEV 826-03-02]

### 2.6.3

#### 보호 도체 (PE)

다음의 부분들의 전기적 연결을 위해 전기 충격에 대한 보호의 몇가지 측정이 요구되는 도체:

- 노출된 전도성 부분;
- 외부에 발생한 전도성 부분
- 주 접지 단자
- 접지 전극
- 근원 또는 인공적 중성의 접지 지점 [IEV 826-04-05]

### 2.6.4

#### 중성 도체 (N)

시스템의 중성 지점과 연결되고 전기 에너지의 변환에 기여 가능한 도체[IEV 826-01-03]

### 2.6.5

#### PEN 도체

보호 도체와 중성 도체의 기능을 합한 접지된 도체 [변경된 IEV 826-04-06]

### 2.6.6

#### 누전 전류

절연 실패 또는 절연의 교락으로부터 야기된 전류

### 2.6.7

#### 접지 누전 전류

지상으로 흐르게 되는 누전 전류

### 2.6.8

#### 직접 접촉에 대한 보호

사용 부분과 사람들의 위험한 접촉의 예방

### 2.6.9

#### 간접 접촉에 대한 보호

노출된 전도성 부분과 사람들의 위험한 접촉의 예방

## 2.7 조립품 내 통로

### 2.7.1

#### 조립품 내 작동 통로

적합한 작동과 조립품 관리를 위해 작동자에 의해 사용되어야 하는 공간

### 2.7.2

#### 조립품 내 통로 유지

권한이 있는 자에 의해서만 접근 가능하고 설치된 장비의 사용이 첫째 목적인 장소

## 2.8 전기적 기능

### 2.8.1

#### 차폐물

다른 도체 또는 장비로부터 나오는 특유의 전자기적 방사에 의해 야기된 혼선에 대한 도체 또는 장비의 보호

## 2.9 절연 조정

### 2.9.1

#### 공간거리

전도성 부분들 사이에서 점유가 가장 짧은 방법으로 늘어진 두 개의 전도성 부분 사이의 거리

[IEC 60947-1의 2.5.46] [수정된 IECV 441-17-31]

### 2.9.2

#### 절연 거리 (기계적 개폐 장치의 극판)

단절을 위해 명시된 안전을 갖는 개방된 접촉 사이의 틈

[IEC 60947-1의 2.5.50] [수정된 IECV 441-17-35]

### 2.9.3

#### 연면거리

두 개의 전도성 부분 사이의 절연 물질의 표면을 따라 가장 짧은 거리

[IEC 60947-1의 2.5.51] [수정된 IECV 471-01-08]

주 절연 물질 두 조각 사이의 접촉 부분은 표면의 일부로 생각한다.

### 2.9.4

#### 작용 전압

개방회로 조건 이나 일반 작동 조건하에 정격 공급 전압, 주의하지 않은 과도 전류를 따라 발생하는 (국부적으로) 교류 (r.m.s.) 또는 직류 전압의 최고값 [IEC 60947-1의 2.5.52]

### 2.9.5

#### 일시적 과전압

주어진 장소와 비교적 긴 지속 (몇 초)의 상-접지, 상-중성, 또는 상-상 과전압

[IEC 60947-1의 2.5.53] [수정된 IECV 604-03-12]

### 2.9.6

#### 과도 전류 과전압

이 기준의 의도로 과도 전류 과전압은 다음과 같다 [IEC 60947-1의 2.5.54]

#### 2.9.6.1

##### 개폐 과전압

특정한 개폐 작동 또는 누전에 의한 시스템 위치에서의 과도 전류 과전압

[IEC 60947-1의 2.5.54.1] [수정된 IECV 604-03-29]

#### 2.9.6.2

##### 전광 과전압

특정한 전광 방전에 의한 시스템 위치에서의 과도 전류 과전압

(IEC 60060 and IEC 60071-1 참고) [수정된 IEC 60947-1의 2.5.54.2]

### 2.9.7

#### 충격 저항 전압

특정한 시험 조건하에 절연파괴를 일으키지 않는 형태와 극성의 충격 전압의 최고값 [IEC 60947-1의 2.5.55]

### 2.9.8

#### 전력 주파수 저항 전압

특정한 시험 조건하에 절연파괴를 일으키지 않는 전력 주파수 사인 곡선 전압의 r.m.s. 값

(IEC 60947-1의 2.5.56) [수정된 IECV 604-03-40]

### 2.9.9

#### 오염

유전력 또는 표면 저항에 영향을 미치는 이질적인 물질, 고체, 액체 또는 기체 (이온화된 기체) 의 상태

### 2.9.10

#### 오염도 (환경적 상태의)

전도성이나 검습기 먼지, 이온화된 기체나 소금 및 상대습도와 검습기의 흡수 또는 유전력과 표면저항의 감소를 일으키는 습기응축을 발생하는 주파수 양에 기초한 보편적인 수

주 1 장치와 구성 요소의 절연 물질오염 등급은 장치 또는 구성요소가 위치한 대형 환경과는 다르게 드러나는데 그 이유는 흡수 또는 습기 응축을 차폐하기 위한 차폐 또는 내부 가열과 같은 수단으로 방지하기 때문이다.

주 2 이 기준의 목적을 위해 오염 등급은 극소 환경의 등급이다.[IEC 60947-1의 2.5.59]

### 2.9.11

#### 극소 환경 (공간거리 또는 연면거리의)

고려중에 있는 공간거리 또는 연면거리를 둘러싸고 있는 대기 상태

주 연면거리 또는 공간거리와 조립품 또는 구성 요소의 환경이 아닌 극소 환경은 절연상의 영향을 결정한다. 극소 환경은 조립품 또는 성분의 환경보다 나을 수도 더 안 좋을 수도 있다. 극소 환경은 기후와 전자기적인 상태, 오염의 발생 등과 같은 절연에 영향을 미치는 요소들을 모두 포함한다. [수정된 IEC 60947-1의 2.5.59]

### 2.9.12

#### 과전압 범주 (회로나 전기체계 내)

회로 (또는 명목상의 전압과는 다른 전기 체계 내) 안에서 발생하는 과도 전류 과전압의 값을 제한하고 (또는 제어하는) 과전압에 영향을 미치는 수단에 의존함을 기초한 보편적인 수

주 전기 체계내에, 하나의 과전압 범주로부터 보다 낮은 다른 범주로의 변환은, 과전압 방지 장치 또는 방산, 흡수, 또는 과도 전류 과전압이 낮은 과전압 범주가 요구하는 값으로 낮추기 위해 전류가 증대한 상태에서 에너지를 전환 할 수 있는 직렬 연결된 임피던스 배치와 같은 인터페이스 요건을 따르는 적합한 수단을 통해 얻어진다. [IEC 60947-1의 2.5.60]

### 2.9.13

#### 전압증대 방지 장치

높은 과도전류 과전압으로부터 전기 기계를 보호하고 지속과 후속 전류의 진폭을 제한하도록 설계된 장치 [IEC 60947-1의 2.2.22] [IEV 604-03-51]

### 2.9.14

#### 절연의 조정

예기된 과전압과 한쪽으로는 과전압 방지 장치의 특징 및 예기된 극소 환경과 한쪽으로는 오염 방지 수단을 갖는 전기장비 절연 특징의 상호관계 [IEC 60947-1의 2.5.61] [변경된 IEV 604-03-08]

### 2.9.15

#### 동종 (동일) 장

구 간의 간격 보다 구의 반지름이 더 큰 두 개의 구와 같은 전극 사이에서 본질적으로 일정한 전압값을 갖는 전기장 [IEC 60947-1의 2.5.62]

## 2.9.16

### 부동종 (부동일) 장

전극 간에 본질적으로 일정한 전압값을 갖지 않는 전기장 [IEC 60947-1의 2.5.63]

## 2.9.17

### 추적

전기 압박과 표면의 전해질 오염의 결합으로 인한 고체 절연 물질의 표면에 생성된 전도 통로의 점진적 형성 [IEC 60947-1의 2.5.64]

## 2.9.18

### 상대적 추적 목록 (CTI)

추적 없이 정의된 50 방울의 시험액을 견뎌내는 물질의 볼츠로 표현되는 최대 전압의 수치

주 각 시험 전압과 CTI 값은 25로 나누어 질 수 있어야 한다. [IEC 60947-1의 2.5.65]

## 2.10 단락회로 전류

### 2.10.1

#### 단락회로 전류 (I<sub>c</sub>) (조립품 회로의)

전기 회로에서 잘못 또는 부정확한 연결에 의한 단락으로부터 생기는 과전류 [IEC 60947-1의 2.1.6] [변경된 IEC 441-11-07]

### 2.10.2

#### 예기된 단락회로 전류 (I<sub>cp</sub>) (조립품 회로의)

회로의 공급 도체가 조립품의 공급 단자에 가능한 가까운 곳에 위치한 대수롭지 않은 임피던스의 도체에 의하여 단락될 때 흐르는 전류

### 2.10.3

#### 끊긴 전류; 넘치는 전류

개폐 장치 또는 퓨즈의 단선 작업 중에 도달하는 전류의 최대 순간값 [IEC 441-17-12]

주 이 개념은 회로의 예기된 침투전압에 다르지 않은 경우 처럼 개폐 장치와 퓨즈가 작동할 특별히 중요한 개념이다.

## 3 조립품의 분류

조립품은 다음에 의해 분류된다:

- 외부 디자인 (2.3 참고);
- 설치 장소 (2.5.1 과 2.5.2 참고);
- 이동성과 관련된 설치 조건 (2.5.3 과 2.5.4 참고)
- 보호 등급 (7.2.1 참고);
- 차폐의 유형;
- 설치의 방법, 예로 고정되거나 제거 가능한 부분 (7.6.3 과 7.6.4);
- 사람의 보호를 위한 측정 (7.4 참고);
- 내부적 분리의 형태 (7.7 참고)
- 기능 장치의 전기적 연결 유형 (7.11 참고).

## 4 조립품의 전기적 특징

조립품은 다음과 같은 전기적 특징들에 의해 정의된다.

### 4.1 정격 전압

조립품은 다음과 같은 여러 가지 회로의 정격 전압으로 정의된다.

#### 4.1.1 정격 조작상의 전압 (조립품 회로의)

조립품 회로의 정격 조작상의 전압( $U_c$ )은 작용을 결정하는 회로의 정격 전류와 결합된 전압값이다.

다상 회로의 경우에는, 상 간의 전압으로 설명된다.

주 정격 제어 회로의 표준값은 통합된 장치에 관련된 기준에서 찾을 수 있다.

조립품 제조사는 주회로와 보조 회로의 올바른 기능에 필요한 전압의 제한을 명시해야 한다. 어떤 경우라도, 관련 IEC 기준에 명시되어 있는 제한대로 일반 부하 조건하에서 통합 구성요소의 제어 회로 단자의 전압이 유지될 수 있는 제한이어야 한다.

#### 4.1.2 정격 절연 전압( $U_i$ ) (조립품 회로의)

조립품 회로의 정격 절연 전압( $U_i$ )은 유전체의 시험 전압과 연면거리를 참고한 전압값이다.

조립품의 모든 회로의 정격 최대 작동 전압은 정격 절연 전압을 초과해서는 안된다. 조립품의 모든 회로의 정격 작동 전압은 일시적으로라도 정격 절연 전압의 110%를 초과하지 않을 것이라고 추정된다.

주 IT 시스템 (IEC 6034-3 참고) 으로부터 유도된 단상 회로일 경우에는, 정격 절연 전압이 공급 상 사이의 전압과 최소한 같아야 한다.

#### 4.1.3 정격 충격 저항 전압( $U_{imp}$ ) (조립품 회로의)

조립품 회로의 규정된 형태와 극성의 충격 전압의 침투값은 명시된 시험 조건하에 실패 없이 견딜 수 있으며 공간거리값과 관련된다.

조립품 회로의 전압을 견디는 정격 충격은 조립품이 삽입된 시스템 내에서 발생하는 과도전류 과도전압으로 명시된 값과 같거나 커야 한다.

주 정격 충격 저항 전압의 더 나은 값은 표 13에 주어졌다.

### 4.2 정격 전류( $I_n$ ) (조립 회로의)

조립품 회로의 정격 전류는 제조사에 의해 명시되는데, 배열되고 적용된 조립품 안의 전기 장비 성분의 등급을 고려해야 한다. 이 전류 8.2.1에 의해 검증 될 때는 7.3(표 2)에 명시되어 있는 제한을 초과하는 조립품의 여러 가지 부분의 온도 상승 없이 전해져야 한다.

주 정격 전류를 결정하는 복잡한 요인들로 인해 기준값이 주어질 수 없다.

#### 4.3 정격 단축 전류( $I_{cw}$ ) (조립품 회로의)

조립품 회로의 정격 단축 전류는 8.2.3에 명시되어 있는 시험 조건하에 회로가 파손 없이 수행할 수 있도록 제조된 회로에 해당하는 단축 전류의 r.m.s. 값이다. 제조사에 의해 다르게 명시되지 않는 한 시간은 1초 이다. [변경된 IEV 441-17-17]

교류의 경우, 전류값은 교류 성분의 r.m.s. 값이고 7.5.3에서 인수  $n$ 이 주어진 r.m.s. 값의  $n$  배를 초과하지 않는 최고 첨두값이 발생한다고 가정한다.

**주 1** 만약 시간이 1초 미만이면, 정격 단축 전류와 시간이 명시되어야 한다. 예로 20kA, 0.2초.

**주 2** 정격 단축 전류는 시험이 정격 작동 전압에서 진행되었을 때 예견된 전류 또는 시험이 저전압에서 진행되었을 때 실제 전류 중 하나가 될 수 있다. 등급은 만약에 최대 정격 작동 전압에서 시험이 진행되었다면, 기준의 제2판에 정의되어 있는 정격 예견된 단락회로 전류와 유사하다.

#### 4.4 정격 첨두 저항 전류( $I_{pk}$ ) (조립품 회로의)

조립품 회로의 정격 첨두 저항 전류는 8.2.3(7.5.3 역시 참고)에 명시되어 있는 시험 조건하에 회로가 충분히 견딜 수 있도록 제조한 회로에 해당하는 첨두 전류의 값이다. [수정된 IEV 441-17-18]

#### 4.5 정격 조건부의 단락회로 전류( $I_{cc}$ ) (조립품 회로의)

조립품 회로의 정격 조건부 단락 전류는 제조사에 의해 명시된 예기된 단락회로 값이며, 제조사에 의해 명시된 단락 회로 방지 장치에 의해 방지되고, 8.2.3(7.5.2 역시 참고)에 명시된 시험 조건하에 장치의 작동 시간을 충분히 견딜 수 있다.

명시된 단락회로 방지 장치의 세부 항목은 제조사에 의해 명시된다.

**주 1** 교류의 경우, 정격 조건부의 단락회로 전류는 교류 성분의 r.m.s. 값에 의해 표현된다.

**주 2** 단락회로 방지 장치는 조립품의 완전한 부분을 형성하거나 분리된 장치가 된다.

#### 4.6 정격 퓨즈 단락회로 전류( $I_{cf}$ ) (조립품 회로의)

조립품 회로의 정격 퓨즈 단락회로 전류는 단락회로 방지 장치가 IEC 60269에 따른 퓨즈일 때 정격 조건부의 단락회로 전류가 된다. [수정된 IEV 441-17-21]

#### 4.7 정격 변화율

조립품의 정격 변화율 또는 몇가지의 주회로를 가지는 조립품의 부분은 조립품의 모든 주회로 또는 조립품의 선택된 부분의 정격 전류합을 포함하는 모든 주회로의 추정된 전류의 최대합의 비이다.

제조사가 정격 변화율을 명시할 때 인수는 8.2.1과 일치하는 온도 상승 시험에 쓰일 수 있다.

**주** 실제 전류를 고려하는 정보가 없을 시에는, 다음의 보편적인 값들이 사용된다.

표 1 - 정격 변화율 값

주회로의 개수	정격 변화율
2 와 3	0.9
4 와 5	0.8
6에서 9까지	0.7
10 (그 이상)	0.6

#### 4.8 정격 주파수

조립품의 정격 주파수는 작동 조건과 관련있는 주파수의 값이다.

만약에 조립품 회로가 다른 주파수 값으로 설계되었다면, 각 회로의 정격 주파수가 주어져야 한다.

**주** 주파수는 결합된 성분을 위해 관련된 IEC 기준에 명시된 제한 내여야 한다. 조립품 제조사에 의해 다르게 명시되지 않는한 제한은 정격 주파수의 98%와 102%로 가정한다.

### 5 조립에 관한 정보

다음의 정보는 제조사에 의해 주어진다.

#### 5.1 명판

각 조립품은 하나 또는 그 이상의 튼튼하고 조립품이 설치될 때 보이고 읽기 쉬운 판이 제공된다.

a) 와 b) 항목 아래 명시된 정보는 명판 위에 주어진다.

항목 c)에서 t)까지의 정보는, 적용 가능할 때 명판이나 제조사의 기술 문서에 주어진다.

- a) 제조사의 이름 또는 거래처 표시;  
**주** 제조사는 완전한 조립품의 책임을 지는 조직으로 간주한다.
- b) 유형 지정 또는 증명 숫자, 또는 제조사로부터 관련된 정보를 얻을 수 있는 다른 가능한 증명 수단;
- c) IEC 60439-1;
- d) 전류의 유형 (그리고 주파수, 교류의 경우);
- e) 정격 작동 전압 (4.1.1 참고);
- f) 정격 절연 전압 (4.1.2 참고);  
- 정격 충격 저항 전압, 제조사에 의해 선언 된 경우 (4.1.3 참고);
- g) 보조 회로의 정격 전압 (적용 가능하다면);
- h) 작동의 제한 (조항 4 참고);
- j) 각 회로의 정격 전류 (적용 가능하다면; 4.2 참고);
- k) 단락 저항력 (7.5.2 참고);
- l) 보호의 등급 (7.2.1 참고);

- m) 사람의 보호를 위한 측정 (7.4 참고);
- n) 내부 사용을 위한 공급 조건, 외부 사용 또는 특별한 사용, 만약 정상시의 공급 조건과 다르다면 6.1에 주어진다;
  - 오염도, 제조사에 의해 선언 된 경우 (6.1.2.3 참고);
- o) 조립품이 설계된 접지 체계의 유형;
- p) 가급적 높이, 폭(또는 길이), 깊이 순으로 주어진 치수 (그림 C.3과 C.4 참고);
- q) 무게;
- r) 내부적 분리 형태 (7.7 참고);
- s) 기능 장치의 전기적 연결 유형 (7.11 참고);
- t) 환경 1 또는 2 (7.10.1 참고);

## 5.2 표시

조립품 안에는, 개별회로와 보호장치를 확인할 수 있어야 한다.

조립품 장비의 항목들이 지정되면, 조립품과 함께 제공되고 IEC 60750과 일치하는 케이블 도식과 유사해야 한다.

## 5.3 설치, 작동 및 유지보수 방법

제조사는 문서나 목록에 조건을 명시해야 하고, 조립품의 설치, 작동, 보수와 장비가 그 중에 포함되어야 한다.

조립품의 운송, 설치, 작동방법이 필요하다면 조립품의 적합하고 올바른 설치, 권한, 작동의 특별한 중요성을 나타내야 한다.

위 언급한 문서가 필요한 곳에서 권장된 크기와 보수의 주파수를 나타내야 한다.

회로 소자가 설치된 기계의 물리적 배열로부터 명확하지 않으면, 적당한 정보가 제공되어야 한다. 예를 들어 케이블 도식이나 표.

## 6. 공급조건

### 6.1 정상 동작 조건

이 기준을 따르는 조립품은 다음의 공급 조건하에 쓰여진다.

주 만약 이 조건을 위해 설계되지 않은 계전기와 같은 전기 장비는 적합한 작동을 하기 위해 적당한 단계를 거쳐야 한다 (둘째 문단의 7.6.2.4 참고).

#### 6.1.1 주위의 대기 온도

##### 6.1.1.1 내부 설치의 주위의 대기 온도

주위의 대기 온도는 +40 °C를 넘지 않고 24시간 동안의 평균은 +35 °C를 넘지 않는다.

주위 대기 온도의 보다 낮은 제한은 -5 °C이다.

### 6.1.1.2 외부 설치를 위한 주위 대기 온도

주위 대기 온도는 +40 °C를 넘지 않고 24시간 동안의 평균은 +35 °C를 넘지 않는다.

주위 대기 온도의 보다 낮은 제한은:

- 온난한 기후에서 -25 °C와
- 북극 지방의 기후에서 -50 °C.

주 북극 지방의 기후에서 조립품 사용은 제조사와 사용자 간의 특별한 합의를 요구한다.

## 6.1.2 대기의 조건

### 6.1.2.1 내부 설치의 대기 조건

공기는 맑고 상대습도는 최대 온도인 +40 °C의 50 %를 넘지 않아야 한다. 보다 높은 상대습도는 보다 낮은 온도에서 허용되는데 예로, +20 °C의 90 %. 온도가 변화에 의해 때때로 발생할 수 있는 알맞은 응축에 주의한다.

### 6.1.2.2 외부 설치의 대기 조건

상대습도는 일시적으로 최대온도 +25 °C의 100 %만큼 높을 수 있다.

### 6.1.2.3 오염도

오염도 (2.9.10 참고)는 계획된 조립품의 환경적 조건을 참고한다.

차폐내의 개폐 장치와 구성 요소에는, 차폐내 환경적 조건의 오염도가 적용된다.

공간거리와 연면거리를 평가하는 목적에는, 다음 극소 환경의 네가지 오염 등급이 정해진다. (다른 오염 등급에 의하면 공간거리와 연면거리는 표 14와 표 16에 주어진다).

오염도 1:

오염이 없거나 또는 건조하기만 하는 부전도 오염이 발생한다.

오염도 2:

일반적으로, 부전도 오염만 발생한다. 그러나, 때때로 응축에 의한 일시적인 전도가 일어날 수도 있다.

오염도 3:

전도의 오염이 발생하거나 또는 건조한 응축에 의해 전도되는 부전도의 오염이 발생한다.

오염도 4:

오염은 이를테면 전도성 먼지 또는 비나 눈에 의해 영속적인 전도가 발생한다.

산업 적용의 기준 오염 등급:

다르게 명시되지 않는한, 산업 적용을 위한 조립품은 오염도 3의 환경에 쓰인다. 그러나, 다른 오염 등급을 적용시키는 것은 특별한 적용이나 극소 환경에 달려 있다.

**주** 장비를 위한 극소 환경의 오염도는 차폐내의 설치에 의해 영향을 받는다.

### 6.1.3 높이

설치 대지의 높이는 2000 m를 넘지 않는다 (6600 ft).

**주** 1000m 이상의 높이에서 전기 장비를 쓰기 위해서는, 유전력과 대기의 냉각 영향을 고려해야 한다. 이러한 조건하에 작동시킬 전기 장비는 제조사와 사용자 간의 협의에 의해 설계되거나 사용되어야 한다.

## 6.2 특별 공급조건

다음의 특별한 공급조건이 있을 때는, 적용가능한 특별한 요구 조건을 따르거나 사용자와 제조사 간에 특별한 협의가 있어야 한다. 만약 예외적인 공급조건이 있다면, 사용자는 제조사에게 알려야 한다.

특별 공급조건은, 예를들어 :

**6.2.1** 온도의 값, 상대습도 또는 6.1에 명시된 내용과 다른 고도

**6.2.2** 온도 대기압 변화가 있는 곳의 적용은 조립품 내에 예외적인 응축이 급속하게 생기기 마련이다.

**6.2.3** 먼지, 연기, 부식적이거나 방사성 입자, 증기 또는 염류에 의한 심각한 공기오염

**6.2.4** 강한 전기장 또는 자기장에 노출

**6.2.5** 최종 온도, 예를 들어 태양이나 몹시 더운 상태로부터의 방사에 노출

**6.2.6** 진균류 또는 작은 생물들에 의한 공격

**6.2.7** 불 또는 폭발 위험이 있는 장소에서의 설치

**6.2.8** 심각한 진동과 충격에 노출

**6.2.9** 전류가 전해지는 용량 또는 단선 용량이 영향을 받는 경우, 예를 들어 기계나 벽의 음폭 패인 곳에 장비가 설치되었을 때의 설치

**6.2.10** 적합한 교정의 고려 사항

- EMC와는 다른 전도되고 방사된 장애에 대한, 그리고
- 7.10.1에 기술된 내용들과는 다른 환경에서의 EMC 장애

## 6.3 운송, 저장과 조립시 조건

**6.3.1** 만약 운송, 저장, 조립시의 조건이, 예를 들어 6.1에 정의된 것과는 다른 온도와 습기 상태일 때에는 사용자와 제조사 간에 특별한 협의가 만들어져야 한다.

다르게 명시되어 있지 않는한, 다음의 온도 범위가 적용된다: 운송과 저장시에는  $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$ 와  $+55\text{ }^{\circ}\text{C}$  사이, 그리고 24 시간을 넘지 않는 짧은 기간과  $+70\text{ }^{\circ}\text{C}$ 를 넘지 않아야 한다.

작동되지 않고 이러한 최종 온도를 조건으로 요하는 장비는 변경할 수 없는 파손을 당하지 않으며 특별한 조건하에 정상적으로 작동되어야 한다.

## 7 설계와 구조

### 7.1 기계적 설계

#### 7.1.1 일반사항

조립품은 기계적, 전기적, 열의 압박과 정상 공급하에 받을 수 있는 습기의 영향을 견딜 수 있는 물질로만 설비되어야 한다.

부식에 대한 보호는 알맞은 물질의 사용이나 사용과 유지보수 조건을 고려하여, 노출된 표면에 상응하는 보호 코팅적용으로 안전하게 한다.

문, 저항가능한 부분 등의 잠금장치 도구들을 포함하는 모든 차폐 또는 구획은 정상 조건에서 받기 쉬운 압박을 견디기에 충분한 기계적 힘으로 이루어져야 한다.

조립품의 기계장치와 회로는 작동과 유지를 쉽게하고 동시에 필요한 안정 등급을 지킬 수 있도록 배열한다.

#### 7.1.2 공간거리, 연면거리와 절연 간격

##### 7.1.2.1 공간거리와 연면거리

조립품의 일부를 구성하는 기계장치는 관련 사항의 요구 조건을 따르는 간격을 두고 이 간격은 정상 공급 조건하에 유지되어야 한다.

조립품과 함께 기계장치를 배열할 때는, 명시된 연면거리와 공간거리 또는 충격 저항 전압이 고려된 관련 공급 조건을 따라야 한다.

노출된 사용 도체와 단자 (예로, 모선과, 기계장치와 케이블 사이의 연결), 연면거리와 공간거리 또는 충격 저항 전압은 적어도 직접적으로 관련있는 기계장치를 위해 명시된 내용들을 따라야 한다.

더구나, 단락회로와 같은 비정상적인 상태는 모선과 케이블을 제외한 직접적으로 관련있는 기계장치를 위해 아래에 명시된 것의 연결 사이에 있는 공간거리 또는 유전력을 영구적으로 줄여서는 안된다. 8.2.2 참고.

이 기준의 8.2.2.6에 의해 시험된 조립품의 경우에는, 표 14와 표 16에 최소값이 주어지며, 7.1.2.3에는 시험 전압이 주어진다.

#### 7.1.2.2 취소 가능한 부분의 절연

취소 가능한 부분에 기능 장치들이 배치된 경우에 절연은 적어도 새로운 조건의 장비와 단 절장치의 관련사항에 나타난 요구 조건을 따라야 하며, 제조시 허용 오차와 마멸에 의한 치수의 차이를 고려해야 한다.

#### 7.1.2.3 유전체의 특성

회로 또는 조립품의 회로에 대해 제조사에 의해 정격 충격 저항 전압이 선언되었을 때, 7.1.2.3.1에서 7.1.2.3.7까지의 요구사항을 적용하여 8.2.2.6과 8.2.2.7에 명시된 유전체의 검증과 시험을 만족해야 한다.

다른 경우에 조립품의 회로는 8.2.2.2, 8.2.2.3, 8.2.2.4와 8.2.2.5에 명시된 유전체의 시험을 만족해야 한다.

**주** 그러나, 이러한 경우에 절연 조정의 요구 조건은 검증될 수 없음을 생각해야 한다.

충격 전압 등급을 기초로 한 절연조정 검증 개념이 선호된다.

##### 7.1.2.3.1 일반사항

다음의 요구 조건들은 IEC 60664-1의 원리를 바탕으로 하며 설치내의 조건과 함께 장비의 절연조정 검증 가능성을 제공한다.

조립품의 회로는 부속서 G 또는 표 13에 나와있듯이 대응되는 교류 또는 직류 전압이 적용 가능한 과전압 범주에 일치하는 정격 충격 저항 전압을 견딜 수 있어야 한다. 절연 또는 취소 가능한 부분에 적합한 장치의 절연 간격에 걸친 저항 전압은 표 15에 나와있다.

**주** 공급 체계의 근소한 전압과 조립품 회로의 정격 충격 저항 전압 사이의 상호 관계는 부속서 G에 나와 있다.

주어진 정격 작동 전압의 정격 충격 저항 전압은 조립품이 사용되고 과전압 범주에 적합할 때, 회로 공급 체계의 근소한 전압과 상호 관련있는 부속서 G의 내용 보다 낮아서는 안된다.

##### 7.1.2.3.2 주회로의 충격 저항 전압

a) 사용 부분에서 접지가 목적인 부분까지의 공간거리와 극 사이의 공간거리는 정격 충격 저항 전압에 알맞은 표 13의 시험 전압을 견뎌야 한다.

- b) 절연 위치의 취소 가능한 부분의 개방 접촉에 걸친 공간거리는 정격 충격 저항 전압에 알맞은 표 15의 시험 전압을 견뎌야 한다.
- c) a)와 b)의 공간거리와 관련된 조립품의 고체 절연은 적용 가능한 a)와 b)에 명시된 충격 전압을 견뎌야 한다.

### 7.1.2.3.3 보조 회로의 충격 저항 전압

- a) 과전압 감소의 어떠한 수단 없이 정격 작동 전압의 주회로부터 직접적으로 작동하는 보조 회로는 7.1.2.3.2의 a)와 c) 항목의 요구 조건을 따라야 한다.
- b) 주회로부터 직접적으로 작동하지 않는 보조 회로는 주회와는 다른 과전압 저항 용량을 가질 수 있다. 공간거리와 교류 또는 직류 회로와 같은 관련있는 고체 절연은 부속서 G와 일치하는 알맞은 전압을 견뎌야 한다.

### 7.1.2.3.4 공간거리

7.1.2.3.2와 7.1.2.3.3에 의하면, 공간거리는 시험 전압을 견딜 수 있는 회로가 가능하도록 충분해야 한다.

공간거리는 적어도 동종의 장을 나타내는 B의 경우에 대해 표 14에 명시된 값만큼 높아야 한다.

시험은 만약 정격 충격 저항 전압과 오염도와 관련된 공간거리가 부동종 장을 설명하는 A의 경우, 표 14에 명시된 값 보다 높아야 한다.

공간거리 측정방법은 부속서 F에 나와있다.

### 7.1.2.3.5 연면거리

- a) 치수  
오염도 1과 2의 경우에 연면거리는 7.1.2.3.4에 의해 선택된 관련 공간거리보다 작아서는 안된다. 오염도 3과 4의 경우에 연면거리는 A의 경우, 7.1.2.3.4에 허락된 A 경우의 값보다 공간거리가 작을 지라도 과전압으로 인한 방전 분열의 위험을 줄이는 공간거리보다 작아서는 안된다.

연면거리 측정방법은 부속서 F에 나와있다.

연면거리는 6.1.2.3의 오염도와 일치해야 하며 표 16에 주어진 정격 절연 (또는 작용) 전압에서 일치하는 재료군과도 일치해야 한다.

재료군은 상대적 능력별 지표 (CTI)의 수치 범위에 의해 다음과 같이 분류된다. (2.9.18 참고):

- 재료군 I  $600 \leq CTI$
- 재료군 II  $400 \leq CTI < 600$
- 재료군 IIIa  $175 \leq CTI < 400$
- 재료군 IIIb  $100 \leq CTI < 175$

**주 1** CTI 값은 절연 물질에 쓰이는 IEC 60112의 A 방법과 일치하여 얻어진 값을 참고한다.

**주 2** 무기성의 절연 물질의 경우에는, 예를 들어 유리 또는 세라믹의 경우 연면거리가 관련 공간거리보다 클 필요가 없다. 그러나, 방전 분열의 위험은 고려해야 한다.

b) 불록한 부분의 사용

연면거리는 부분의 개수와는 상관없이 최소 2mm 높이의 불록한 부분을 사용함으로써 표 16의 값의 0.8까지 불록한 줄여질 수 있다. 불록한 부분의 최소 기반은 기계적 요구 사항에 의해 결정된다. (F.2 항 참고)

c) 특별적용

절연 누전의 심각한 결말을 고려할 때, 특정한 적용을 위한 회로는 표 16의 회로의 측정된 절연 전압 보다 높은 절연 전압을 얻기 위해 이용된 표 16의 영향 요인 (거리, 절연 물질, 극소 환경내의 오염)을 하나 또는 그 이상 가져야 한다.

### 7.1.2.3.6 분리 회로간의 간격

공간거리, 연면거리와 분리 회로간의 고체 절연의 치수에는 가장 높은 전압 등급이 사용되어야 한다. (공간거리와 관련 고체 절연, 연면거리를 위한 정격 절연 전압)

### 7.1.3 외부 도체의 단자

**7.1.3.1** 제조사는 단자가 구리 도체 또는 알루미늄 도체의 연결에 적합한지 또는 두 경우 모두에 적합한지를 명시해야 한다. 단자는 정격 전류와 기계와 회로가 유지되는 단락력에 상응하는 필요 접촉 압력을 안전하게 하는 도구 (나사, 커넥터 등)에 의해 연결된 외부 도체여야 한다.

**7.1.3.2** 제조사와 사용자 간에 특별 동의를 없을 시에는, 단자가 도체를 조절할 수 있어야 하고 적합한 정격 전류에 상응하는 가장 작은 단면적에서 가장 큰 단면적까지의 구리케이블을 조절할 수 있어야 한다.

알루미늄 도체가 사용될 때에는, 표 A.1의 C란에 명시되어 있는 도체의 최대 크기를 제공하는 단자가 일반적 차원으로 적합하다. 최대크기의 알루미늄도체 사용이 회로의 정격 전류의 모든 사용을 방지하는 경우에는, 제조사와 사용자 간의 승인된 동의로 인해, 다음으로 큰 크기의 알루미늄 도체의 연결 도구를 제공할 필요가 있을 것이다.

저전류와 전압 (1A와 50V 교류, 120V 직류 보다 작은)을 갖는 전기 회로의 외부 도체 경우 조립품에 연결되어야 하고 표 A.1은 적용되지 않는다 (표 A.1의 주 2 참고).

**7.1.3.3** 이용가능한 전선 간격은 표시된 물질의 외부 도체의 알맞은 연결을 허용해야하고 다중자기 코어의 경우에는 자기 코어를 펼치는 것을 허용한다.

도체는 표준수명을 줄이는 압박을 받아서는 안된다.

**7.1.3.4** 제조업자와 사용자 사이에 3상과 중성 회로에 대해 따로 합의되지 않는다면 중성 도체를 위한 단말기는 구리도체의 연결이 전류전달 용량을 갖는 것을 허용한다.

- 만약 상도체의 크기가 10mm<sup>2</sup>을 초과하면 최소 10mm<sup>2</sup>의 값으로 상도체의 전류 전달 용량의 반과 같다;
- 만약 후자의 크기가 10mm<sup>2</sup>보다 작거나 같으면, 상도체의 모든 전류 전달 용량과 같다.

**주 1** 구리 도체를 제외한 도체의 경우에, 위의 단면은 보다 큰 단자를 요하는 같은 전도성의 단면으로 대체되어야 한다.

**주 2** 중성 도체 내의 전류가 높은 값에 이르게 되는 특정 응용에는, 예를 들어 중성 도체가 상도체와 같은 전류 전달 용량을 갖는 큰 형광 설치가 필요할 수 있고, 제조사와 사용자간에 특별한 협의가 필요하다.

**7.1.3.5** 들어오고 나가는 중성, 보호, PEN 도체를 위한 연결 설비가 제공되면, 결합된 상도체 단자의 근처에 배열된다.

**7.1.3.6** 케이블, 덮개판 등의 개방은 케이블이 올바르게 설치되었을 때, 접촉과 보호 등급에 대해 명시된 보호 수치를 얻을 수 있도록 설계되어야 한다. 이것은 제조사에 의해 명시된 대로 적용에 적합한 수단의 선택을 의미한다.

### **7.1.3.7 단자의 확인**

단자의 확인은 IEC 60445를 따르도록 권장된다.

## **7.2 차폐와 보호등급**

### **7.2.1 보호 등급**

**7.2.1.1** 사용 부분, 고체 이질적 본체의 진입과 액체와의 접촉에 대한 모든 조립품에 의해 제공된 보호 등급은 IEC 60529에 의한 IP 지정에 의해 표시된다.

물의 진입에 대한 보호조건이 없는 실내 조립품의 경우, 다음의 IP 참고가 선호된다:  
IP00, IP2X, IP3X, IP4X, IP5X.

**7.2.1.2** 차폐된 조립품의 보호 등급은 제조사의 지시사항에 일치하는 설치를 한 다음 적어도 IP2X가 되어야 한다.

**7.2.1.3** 추가 보호가 없는 실외 조립품의 경우, 두 번째의 특징수는 적어도 3이 되어야 한다.

**주** 실외 설치의 경우, 추가 보호는 보호 지붕 또는 그와 비슷한 것이 된다.

**7.2.1.4** 다르게 명시되지 않는 한, 제조사에 의해 표시된 보호 등급은 제조사의 지시와 일치하게 설치될 때 (7.1.3.6 역시 참고) 완전한 조립품에 적용되며, 예로 조립품의 개방 설치 표면을 덮는 것이 있다.

제조사는 권한을 가진 사람에 의해 조립품 내부 부분에 접근 가능성을 필요로 하는 조건 하에 있는 직접 접촉, 고체 이질적 본체의 진입과 액체에 대한 보호 등급 역시 명시해야 한다. (7.4.6 참고) 이동 가능하고 회수 가능한 조립품의 경우에는 7.6.4.3을 참고.

**7.2.1.5** 예를 들어 작동 면에서 조립품 부품의 보호 등급이 주부품과 다른 경우에, 제조사는 그 부품의 보호 등급을 분리하여 명시해야 한다. 예: IP00, 작동 면 IP20.

**7.2.1.6** PTTA의 경우, 적합한 시험이 IEC 60529에 의해 이뤄지거나 시험된 조립식 차폐가 사용되지 않는 한 IP 부호는 주어질 수 없다.

### **7.2.2 대기 습기를 고려한 측정**

폭넓은 제한, 적합한 배열 (통풍과 내부 가열, 배수 구멍 등)에서 높은 습도와 온도를 변화시키는 장소에 쓰일 목적으로 외부 설치를 위한 조립품과 내부 설치를 위해 차폐된 조립품의 경우, 조립품 내에서 유해한 응축을 방지하도록 만들어진다. 그러나, 그와 동시에 명시된 보호 등급은 유지된다 (설치된 기계의 경우, 7.6.2.4 참고).

### 7.3 온도 상승

표 2에 주어진 온도 상승 제한은 35°C보다 작거나 같은 평균 대기 온도의 경우에 적용되고 8.2.1과 일치하도록 검증된 조립품의 경우는 제한을 초과할 수 없다.

주 요소 또는 부품의 온도 상승은 8.2.1.5와 일치하는 요소 또는 부품의 온도와 조립품 외부의 대기 온도 사이의 차이이다.

표 2 - 온도 상승 범위

조립품의 부품	온도 상승 K
설치요소 <sup>1)</sup>	각각 성분의 관련된 요구 사항을 따르거나, 제조사의 지시를 따르면서 조립품 내의 온도를 고려한다.
외부 절연 도체의 단자	70 <sup>2)</sup>
모선, 도체, 모선에 연결된 이동 가능 또는 회수 가능한 부품의 플러그인 접촉	제한된다 : - 전도 물질의 기계적 힘으로; - 가능한 인접장비의 영향으로; - 도체와 접촉하는 절연 물질의 가능한 온도 제한에 의해; - 기계위에 연결된 도체 온도 영향으로; - 접촉 물질의 플러그 접속식의 특성과 표면에 의해
수동 동작 방법: - 금속 - 절연 물질	15 <sup>3)</sup> 25 <sup>3)</sup>
접근 가능한 외부 차폐와 덮개: - 금속 표면 - 절연 표면	30 <sup>4)</sup> 40 <sup>4)</sup>
플러그와 소켓 유형 연결의 불연속 배치	부품을 형성하는 관련 장비성분의 제한으로 결정된다 <sup>5)</sup>
<p>1) “설치요소”이란 용어의 의미는: - 보편적인 개폐장치와 제어장치; - 전기적 부 조립품 (예, 정류기 전고, 인쇄된 회로); - 장비의 부품 (예, 조정기, 안정된 전력 공급 장치, 조작상의 증폭기).</p> <p>2) 70K의 온도 상승 제한은 8.2.1의 보편적 시험을 바탕으로 한 값이다. 설치 조건하에 사용되고 시험된 조립품은 시험용으로 채택된 것과는 다른 연결, 유형, 특성, 성질을 갖고, 단자의 다른 온도 상승이 초래되며 요구되거나 채택된다. 설치된 성분의 단자가 외부 절연된 도체의 단자이기도 할 때에는, 보다 낮은 온도 상승 제한이 적용된다.</p> <p>3) 조립이 개방된 후에만 접근 가능한 수동 작동 방법은, 예를 들어 드물게 작동되는 비상 손잡이, 당기는 손잡이는 더 높은 온도 상승을 취하도록 허용된다.</p> <p>4) 다르게 명시되지 않는 한, 접근 가능하지만 평상시 작동에서는 건드리지 않는 덮개와 차폐의 경우에는, 10K의 온도 상승 제한의 증가가 허용된다.</p> <p>5) 일반적으로 관련된 개폐장치와 제어장치와는 다른 온도 상승 제한을 따르는 장비의 경우에는 굴곡성을 허용한다.</p>	

## 7.4 전기 감전에 대한 보호

다음 요구 사항은 관련된 설명서를 따르는 시스템에 설치된 조립품의 경우에 필요한 보호 기준을 지키기 위함이다.

일반적으로 받아들여진 보호 기준은 IEC 60364-4-41를 따른다.

조립품에 특별히 중요한 보호 기준은 조립품의 특정한 필요사항을 고려한 아래의 사항들에 다시 만들어져 있다.

### 7.4.1 직접 및 간접 접촉에 대한 보호

#### 7.4.1.1 안전 특별 저전압에 의한 보호 (IEC 60364-4-41의 411 조항 참고.)

### 7.4.2 직접 접촉에 대한 보호 (2.6.8 참고)

직접 접촉에 대한 보호는 조립품 자체의 적합한 구조 기준이나 설치 중에 쓰이는 부가 기준에 의해 얻어진다; 이것은 제조사에 의해 제공된 정보를 필요로 한다.

부가 기준이 사용되는 예는, 권한자에게만 접근이 허용된 장소에서 더 이상의 설비가 없는 개방형 조립품의 설치이다.

아래에 정의된 하나 또는 그 이상의 보호 기준은 다음의 부속항에 있는 설비된 요구 사항을 고려하여 선택될 수 있다. 보호 기준의 선택은 제조사와 사용자 간의 동의에 따라 이루어질 수 있다.

**주** 제조사의 목록에 나와있는 정보는 그러한 동의를 대신 할 수 있다.

#### 7.4.2.1 사용 부분의 절연에 의한 보호

사용 부분은 파괴에 의해서만 제거될 수 있는 절연으로 완전히 감쌀 수 있다.

이 절연은 절연이 사용 가능한 기계적, 전기적, 온도적 압박을 오래 견딜 수 있는 적합한 물질로 만들어진다.

**주** 예들은 절연과 케이블에 끼워진 전기 성분들이다.

페인트, 광택, 래커와 유사한 제품들은 평상 사용시의 전기 감전에 대한 보호에 알맞은 절연을 제공한다고 고려되지 않는다.

#### 7.4.2.2 장벽 또는 내용물에 의한 보호

다음의 요구 사항을 따른다.

**7.4.2.2.1** 모든 외부 표면은 적어도 IP2X 또는 IPXXB의 직접 접촉에 대한 보호 등급을 따라야 한다. 보호를 위해 제공되는 기계장치와 보호되는 사용 부분 사이의 간격은 기계장치가 절연 물질이 아닌 한, 7.1.2의 공간거리와 연면거리의 명시된 값보다 작아서는 안된다.

**7.4.2.2.2** 모든 장벽과 내용물은 장소에 단단히 고정되어야 한다. 특성, 크기, 배열을 고려할 때, 충분한 안전성과 7.4.2.2.1에 의한 공간거리를 줄이지 않은 상태에서 생기는 변형, 압박을 견딜 수 있는 내구성을 갖아야 한다.

**7.4.2.2.3** 장벽의 제거, 내용물 개방 또는 내용물 회수(문, 포장, 뚜껑, 덮개와 그와 유사한 것) 준비가 필요한 경우에는, 다음 요구 사항중 하나와 일치해야 한다.

- a) 제거, 개방 또는 회수는 전건 또는 도구의 사용을 필요로 한다.
- b) 문이 개방된 후에 비고의적으로 만져질 수 있는 모든 사용 부분은 문이 열리기 전에 단절되어야 한다. TN-C 시스템 내에, PEN 도체는 절연되거나 개폐되지 않아야 한다. TN-S 시스템에서 중성 도체는 절연되거나 개폐되지 않아야 한다. (IEC 60364-4-46 참고)

예: 문과 단절기를 연결시킴으로써 단절기가 개방되어 있을 때만 개방되며 가장 중요한 연결 또는 도구 사용을 제외하고는 단절기를 문이 열린 상태에서 닫을 수는 없다.

만약, 작동의 이유로 조립품이 장비가 사용되고 있는동안 장비가 접근을 허용하는 장치가 설치되면 연결은 자동적으로 접속된 문에 복구된다.

- c) 조립품은 내부 장애물 또는 문이 개방되었을 때 비고의적으로 만져지지 않도록 방어하는 셔터를 포함한다. 이 장애물 또는 셔터는 7.4.2.2.1 (예외 사항으로는, d 항목 참고)의 요구 사항과 7.4.2.2.2를 따른다. 한 위치에 고정되거나 문이 개방된 순간에 끼어 들어가야 한다. 장애물 또는 셔터는 전건 또는 도구의 사용 없이는 제거될 수 없다.

경고 라벨을 제공하는 것이 필요할 수 있다.

- d) 임시운용 (램프 또는 퓨즈 연결의 대체와 같은), 제거, 전건과 도구의 사용 없이 그리고 스위치를 내린 상태에서의 개방 또는 회수가 필요로 하는 장벽 또는 내용물 내부의 모든 부분은 다음의 조건이 만족될 때만 가능하다. (7.4.6 참고):

- 장애물은 장벽 또는 내용물 내부의 뒤에 제공됨으로써, 다른 보호 기준으로 보호하지 않는 사용 부분과의 비고의 적 접촉을 일으키는 사람으로부터 보호될 수 있다. 그러나 이 장애물은 고의적으로 장애물을 손으로 접촉하는 사람으로부터 보호되기 어렵다. 전건 또는 도구의 사용을 제외한 장애물을 제거하기는 불가능 하다.

- 안전 특별 저전압의 조건을 만족하는 사용 부분과 전압은 덮개로 씌어질 필요가 없다.

### **7.4.2.3 장애물에 의한 보호**

이 방법은 개방형 조립품에 적용된다. (IEC 60364-4-41의 412.3 항 참고)

### **7.4.3 간접 접촉에 대한 보호 (2.6.9 참고)**

사용자는 조립품의 설치 목적으로 적용되는 보호 기준을 명시해야 한다. 특히, 간접 접촉에 대한 보호 요구 사항이 완전한 설치를 위해 명시된 경우, 예로 보호 도체의 사용 경우에는 IEC 60364-4-41을 주의해야 한다.

#### **7.4.3.1 보호 회로 사용에 의한 보호**

조립품내의 보호 회로는 분리 보호 도체 또는 전도성 구조물로 구성되거나 둘 모두에 의해 구성된다. 다음의 내용을 제공한다:

- 조립품내의 누전 결과로부터의 보호
- 조립품을 통해 공급되는 외부 회로내의 누전 결과로부터의 보호

요구사항은 다음 부속항에 따른다.

**7.4.3.1.1** 조립품의 노출된 전도부분 (7.4.3.1.5 참고) 사이와 이 부분들과 장치의 보호 회로 (7.4.3.1.6 참고) 사이의 전기적 연속성을 지키기 위해 구조상의 예방조치가 취해진다.

PTTA의 경우, 유형검사된 배치가 사용되지 않거나, 짧은 회로의 저항력 검증이 8.2.3.1.1과 8.2.3.1.3의 일치를 위해 필요하지 않는 한, 별개의 보호 도체가 보호 회로를 위해 사용되며 모선에 관해서 전자기력의 효과가 무시해도 되도록 배치된다.

**7.4.3.1.2** 위험을 초래하지 않는 조립품의 특정 노출 전도부분은

- 넓은 표면 위를 건드리거나 손으로 쥐어서 안되기 때문에,
- 또는 크기가 작거나 (대략 50mm × 50 mm) 활동부분과의 접촉을 차단하도록 위치해 있기 때문에,

보호 회로에 연결될 필요가 없다. 이는 나사와 리벳과 명판에 해당된다. 또한 크기에는 상관 없이 접촉기의 전자석과 변압기의 자기 코어 (보호 도체의 연결을 위한 단말기가 제공되지 않으면)와 배출장치의 특정 부분 등에도 해당된다.

**7.4.3.1.3** 수동동작 방법 (손잡이, 바퀴 등)은

- 안전하고 영구적인 방법으로 보호 회로에 연결된 부분들과 전기적으로 연결되거나,
- 조립품의 다른 전도부분으로부터 절연시키는 추가적인 절연이 공급된다. 이 절연은 적어도 관련된 장치의 최대 정격 절연전압에 정격된다.

동작 중 보통 손으로 쥐게되는 수동 동작방법의 부분은 장치의 최대 정격 절연전압에 정격된 절연재료로 만들어졌거나 감싸지는 것이 바람직하다.

**7.4.3.1.4** 니스나 에나멜층으로 감싸진 금속부분은 일반적으로 이 요구조건에 따르도록 적절히 절연되었다고 여겨질 수 없다.

**7.4.3.1.5** 보호 회로의 연속성은 직접적이든 보호 도체 방법이든 효과적인 상호연결로 보증한다.

- a) 조립품의 부분이 예를 들어 루틴유지를 위해 내용물에서 제거되면, 조립품의 나머지를 위한 보호 회로가 일시적으로 중단되지 않는다.

조립품의 다양한 금속부분을 조립하기 위해 사용하는 방법은 만약 사전에 이루어진 예방조치가 영구적으로 좋은 전도성과 조립품 내에 흐르는 접지 장애 전류를 저항하기에 충분한 전류가 흐르는 용량을 보증할 수 있다면, 보호 회로의 연속성을 확실하게 하기 위해서는 충분하다고 여겨진다.

**주** 유동성의 금속 도관은 보호형 도체로 사용되어서는 안된다.

b) 제거 가능하거나 취소 가능한 부분이 표면들에 표면을 받치는 금속으로 설치되면 이 표면들에 미치는 압력이 충분히 높다는 전제하에 보호 회로의 연속성을 보증하기에 충분하다고 여겨진다. 영구적으로 좋은 전도성을 보장하기 위해 예방조치가 취해져야 한다. 취소 가능한 부분의 보호 회로의 연속성은 연결된 위치에서 단절된 위치 (절연된 위치)를 포함하는 것까지 전부 유효하게 남아있다.

c) 뚜껑, 문, 덮개판 그리고 그와 유사한 제품의 경우 보통의 금속 나사로 쥘 연결과 금속 경첩은 어떠한 전기기구도 붙어있지 않다는 전제하에 연속성을 보증하기에 충분하다고 여겨진다.

특별 저진압의 한계를 넘는 진압을 가진 기구가 뚜껑, 문, 덮개판 등에 붙여지면 보호성 회로의 연속성을 보증하기 위한 조치가 취해진다. 이 부분들이 기구가 붙은 공급 도선의 최대 단면도에 따르는 단면적을 가지고 표 3A와 같은 보호 도체 (PE, PEN)에 맞춰질 것을 권한다. 이 목적(미끄러지는 접촉, 부식으로부터 보호된 경첩)을 위해 특별히 디자인된 같은 값의 전기 연결 역시 만족하다고 여겨진다.

d) 조립품 내의 보호 회로의 모든 부분들은 조립품의 설치 위치에서 일어날 수 있는 최고 온도와 동적인 압력을 견뎌낼 수 있도록 디자인된다.

e) 조립품의 내용물이 보호 회로의 부분으로 사용될 때 이 내용물의 단면적은 적어도 7.4.3.1.7에 명시된 최소 단면적과 전기적으로 같은 값이다.

f) 연속성이 연결기나 플러그-소켓 장치의 방법으로 중단될 수 있는곳에 보호 회로는 활동 도체가 일시 중단된 후에만 중단되며 연속성은 활동도체가 재연결되기 전에 이루어진다.

g) 원칙적으로 항목 f) 아래에 언급된 경우를 제외하고 조립품 안의 보호 회로는 연결이 끊긴 장치 (스위치, 연결 끊는 기구 등)를 포함하지 않는다. 보호 도체가 흐르는 방법으로 허용된 유일한 것은 도구로써 제거할 수 있고 권한자 만이 접근 가능한 링크이다 (이 링크는 특정 실험을 위해 필요할 수도 있다).

**7.4.3.1.6** 외부 보호 도체를 위한 단말기와 외장은 요구되는 곳에 따로 명시되어 있지 않는 한 드러난 상태이고 구리도체의 연결에 적합하다. 적절한 크기의 개별적인 단말기는 각 회로의 외향성의 보호 도체(들)를 위해 제공된다. 내용물과 알루미늄이나 알루미늄 합금의 도체의 경우 전해질 부식의 위험을 특별히 고려한다. 전도성의 구조와 내용물 등을 가진 조립품의 경우, 조립품의 노출 전도부분 (보호 회로)과 연결 케이블의 금속 덮개 (강철 콘딧, 도선 외장 등) 사이의 전기 연속성을 보증하기 위해 수단이 제공된다. 노출된 전도부분과 외부 보호 도체의 연속성을 보증하기 위한 연결 수단은 다른 어떠한 기능도 갖고 있지 않다.

**주** 마멸 저항이 끝나는 조립품의 금속 부분, 특히 선극판에는 가루를 입히는 등의 방법으로 특별 예방조치가 취해진다.

**7.4.3.1.7** 외부 도체가 연결될 조립품의 보호 도체 (PE, PEN)의 단면적은 다음 방법 중 하나로 결정된다.

a) 보호 도체 (PE, PEN)의 단면적은 표 3에 보여진 적당값보다 적지 않다. 만약 표 3이 PEN-도체에 해당된다면 중성전류가 상전류의 30 %를 넘지 않는 것으로 본다.

이 표에의 적용이 비표준 크기를 제공한다면 가장 가까운 더 큰 표준 단면적을 갖는 보호 도체 (PE, PEN)가 사용된다.

**표 3 - 보호 도체의 단면적 (PE, PEN)**

상 도체의 단면적 S mm <sup>2</sup>	상응하는 보호 도체 (PE, PEN)의 최소 단면적 S <sub>p</sub> mm <sup>2</sup>
S ≤ 16	S
16 < S ≤ 35	16
35 < S ≤ 400	S/2
S ≤ 800	200
	S/4

표 3의 값은 보호 도체 (PE, PEN)가 상 도체와 똑같은 금속으로 만들어졌을 때만 유효하다. 그렇지 않으면 보호 회로 (PE, PEN)의 단면적이 표 3에 적용한 결과와 똑같은 전도성을 산출하는 방법으로 결정한다.

PEN 도체의 경우, 다음 추가적인 요구사항이 적용된다:

- 최소 단면적은 10 mm<sup>2</sup> Cu 또는 16 mm<sup>2</sup> Al이다;
- PEN 도체는 조립품 내에서 절연될 필요가 없다;
- 구조부분은 PEN 도체와 같이 사용되지 않는다. 단, 구리나 알루미늄으로 만든 설치레일은 PEN 도체와 같이 사용된다.
- PEN 도체내의 전류가 높은 값에 도달할 수 있는, 예를 들어 커다란 형광 설치와 같은 특정한 적용의 경우, 제조자와 사용자간의 특별 동의를 조건하에 상 도체와 같거나 더 높은 전류가 흐르는 용량을 갖는 PEN 도체가 필요할 수도 있다.

b) 보호 도체 (PE, PEN)의 단면적은 부속서 B에 명시된 방법으로 계산되거나 검사와 같은 다른 방법으로 얻어질 수 있다.

보호 도체 (PE, PEN)의 단면을 결정지을 경우, 다음 조건이 동시에 만족되어야한다:

- 1) 8.2.4.2에 따른 검사가 이루어질 때, 장애 루프 임피던스의 값이 보호장치의 동작에 요구된 조건을 만족한다;
- 2) 전기 보호장치의 동작 조건은 이 도체나 그것의 전기 연속성을 해치려는 경향으로 온도 상승을 야기하는 보호 도체 (PE, PEN) 안의 장애전류의 가능성을 없앨 수 있도록 선택된다.

**7.4.3.1.8** 전도성 재료로 만들어진 구조부분, 하부구조, 내용물 등을 포함하는 조립품의 경우, 보호 도체가 주어졌다면 이 부분들로부터 절연될 필요는 없다 (예외의 경우 7.4.3.1.9 참고).

**7.4.3.1.9** 별개의 접지 전극에 연결하는 도체를 포함하는 특정 보호장치의 도체는 조심스럽게 절연된다. 예를 들어 이는 전압동작 장애 간과장치에 해당되며 변압기 중성의 접지연결에도 해당될 수 있다.

**주** 그러한 장치와 관련된 요구사항에 따를 때 이뤄져야하는 특별 예방조치에 주의를 요한다.

**7.4.3.1.10** 장치를 고정시키는 수단으로 보호 회로에 연결을 할 수 없는 장치의 접근하기 쉬운 전도부분은 단면적이 표 3A에 따라 선택된 도체에 의한 보호 결합을 위한 조립품의 보호 회로에 연결된다.

**표 3A - 구리 결합 도체의 단면적**

정격 동작 전류 $I_e$ A	결합도체의 최소 단면적 $\text{mm}^2$
$I_e \leq 20$	S*
$20 \leq I_e \leq 25$	2.5
$25 \leq I_e \leq 32$	4
$32 \leq I_e \leq 63$	6
$63 \leq I_e$	10
* S = 상 도체의 단면적 ( $\text{mm}^2$ )	

**7.4.3.2 보호 회로 이외의 측정법에 의한 보호**

조립품은 보호 회로를 요구하지 않는 다음 측정법에 의한 간접연결로부터의 보호를 규정할 수 있다.

- 회로의 전기분리;
- 전체 절연

**7.4.3.2.1 회로의 전기 분리**

(IEC 60364-4-41의 413.5항 참고.)

**7.4.3.2.2 전체 절연에 의한 보호**

전체 절연으로 간접 연결로부터 보호하기 위해 다음 요구사항에 따른다.

- a) 기계는 절연재료 안에 완전히 넣는다. 내용물은 밖에서 볼 수 있는 기호  $\square$ 를 갖는다.
- b) 내용물은 일반 혹은 특별 동작 조건 (6.1과 6.2 참고)에 따르는 기계적, 전기적, 온도적 압력을 견딜 능력이 있는 절연재료로 만들어지며 노화와 화염을 방지한다.
- c) 내용물은 장애전압이 내용물로부터 나올 가능성이 있는 방법으로 전도부분으로써 뚫릴 수 없다.

이는 구조적인 이유로 내용물을 통해 전달되어야하는 작동기 통로와 같은 금속 부분이 최대 정격 절연전압의 활동부분으로부터 내용물의 안과 밖에 절연되고 최대정격충격이 적용된다면 조립품내의 모든 회로의 전압을 견뎌낸다는 뜻이다.

작동기가 금속으로 만들어졌다면 (절연재료로 덮여있든 아니든) 최대 정격 절연 전압으로 정격된 절연이 주어지며 최대 충격이 적용된다면 조립품내의 모든 회로의 전압을 견뎌낸다.

작동기가 주로 절연재료로 만들어졌다면 절연 실패될만한 금속부분의 어떤 부분역시 최대 정격 절연전압으로 활동부분에서 절연되며 최대 정격 충격이 적용된다면 조립품 내의 모든 회로의 전압을 견뎌낸다.

d) 조립이 동작할 준비가 되고 공급에 연결되었을 때, 모든 활동 부분과 노출된 전도부분 그리고 보호회로에 속한 부분들을 건드리지 않는 방법으로 둘러싼다. 내용물은 적어도 보호등급 IP3XD\*를 준다.

조립품의 부하면에 연결된 전기장치로 확장된 보호 도체가 노출된 전도성 부분이 절연된 조립품을 통해 지나갈 것이라면, 외부 보호 도체를 연결하기 위해 필요한 단말기는 제공되며 알맞은 표시로 명시될 것이다.

내용물 안에는 보호 도체와 단말기가 활동부분과 노출된 전도부분으로부터 활동부분이 절연된 방법과 같은 방법으로 절연된다.

e) 조립품 내의 노출된 전도성 부품은 보호 회로에 연결되지 않아야 한다. 다시 말하면 보호 회로의 사용에 관련된 보호 기준에 포함되지 않아야 한다. 이것은 보호 도체의 연결 단자를 가질 때에도 설비된 기계 장치에 적용된다.

f) 만약 내용물의 문과 덮개가 전진 또는 도구의 사용없이 개방되면, 절연 물질의 장애물은 접근 가능한 사용 부분에 비고의적 접촉을 방지할 뿐만 아니라, 덮개가 개방된 후에만 접근 가능한 노출된 전도성 부분에도 제공된다. 그러나 이 장애물은 도구의 사용 없이는 제거될 수 없다.

#### 7.4.4 전기 충전의 방전

만약 조립품이 스위치가 꺼진 (축전기 등) 후에도 위험한 전기적 충전을 유지하는 장비의 항목을 포함한다면, 경고판이 요구된다.

이크 흡광에 쓰이는 것과 같은 작은 축전기는 계전기의 늦은 응답으로 위험하다고 간주되지 않는다.

**주** 비고의적인 접촉은, 만약 공전으로부터 얻어진 전압이 전력 공급으로부터 5초 내에 단절된 후에 직류 120 V 이하로 떨어지면 위험하다고 간주되지 않는다.

#### 7.4.5 조립품 내의 작동과 유지 통로 (2.7.1과 2.7.2 참고)

조립품 내의 작동과 유지 통로는 IEC 60364-4-481의 요구 조건을 따라야 한다.

주 1m의 제한된 깊이의 조립품 내의 오목한 부분은 통로로 생각하지 않는다.

#### 7.4.6 권한자에 의해 작동에 접근 가능한 요구 사항

권한자에 의해 작동에 접근 가능한 경우, 제조사와 사용자 간 동의처럼 하나 또는 그 이상의 다음 요구 사항은 제조사와 사용자 간의 협의에 따라 만족되어야 한다. 이 요구 사항들은 7.4에 명시된 보호 기준과 상호 보완적이어야 한다.

주 예를 들어 조립품 또는 그 부품이 진압에 가해진 상태에서 도구의 사용 또는 우선시 되는 연결에 의해, 권한자가 조립품의 액세스가 가능할 때, 협의된 요구 사항은 유효하다.

##### 7.4.6.1 점검과 유사작동 접근에 관련된 요구 사항

조립품은 제조사와 사용자 간의 협의되고 조립품이 사용되거나 진압이 가해진 상태에서 특정한 실행 방법으로 설계되고 배열된다.

그러한 시행은:

- 시각적 점검
  - 개폐 장치와 다른 기계 장치,
  - 계전기와 방출 장치의 조절과 지표,
  - 도체 연결과 표시;
- 계전기, 방출 장치, 전기 장치의 조정과 재조정
- 퓨즈 연결의 대체;
- 지시 램프의 대체;
- 특정 잘못된 장소에서의 작동, 예를 들어 적합하게 설계되고 절연된 장치로 측정된 전압과 전류.

##### 7.4.6.2 유지를 위한 접근과 관련된 요구 사항

인접기능 장치나 진압이 가해진 그룹과 함께 단절된 기능장치나 조립의 그룹에 제조사와 사용자간에 협의된 것을 유지하기 위해서는 필요한 등급이 정해져야 한다. 제조사와 사용자간의 협의를 따르는 선택은 제공 조건, 관리의 빈도, 권한자의 능력, 로컬 설치 규정, 등과 같은 요인들에 의존한다. 그러한 측정은 분류 (7.7 참고)의 적합한 형태의 선택과 다음의 내용을 포함한다.

- 실제 기능 장치 또는 근접한 기능 장치 또는 그룹 사이의 충분한 간격. 관리를 위해 제거되는 부품은 가능한한 계속 유지되는 잠금 도구를 갖도록 권장된다;
- 이웃한 기능 장치 또는 그룹에 의한 직접 접촉을 방지하기 위해 설계되고 배열된 장애물의 사용;

- 각 기능 단위 또는 그룹의 칸막이 사용;
- 제조자에 의해 규정되거나 명시되는 추가 보호 장비의 삽입;

#### 7.4.6.3 전압 하에서 확장 동안 접근 용이성에 관련된 조건

여전히 전압이 걸려 있는 조립품의 여분에 추가 기능 단위 또는 그룹으로 조립품의 확장이 허용될 때 제조자와 사용자가 협의하여 7.4.6.2에 명시된 조건을 적용한다. 이 조건은 기존 케이블이 전압이 걸려있을 때 추가 외부 케이블의 주입과 연결에 역시 적용된다.

들어오는 공급원에 모선의 확장과 추가 단일체의 연결은 조립품의 설계가 그와 같은 연결을 허용하지 않는다면 전압 하에서 이루어질 수 없다.

### 7.5 단락 회로 보호와 단락 회로 저항 강도

**주** 이 시간동안 이 부속항은 교류 장치에 우선 적용한다. 직류 장치에 관련된 조건은 고려 중이다.

#### 7.5.1 일반사항

단락 회로 전류가 정격값까지 상승하여 유발되는 열 압력과 동적 압력을 견딜 수 있게 하기 위해서 조립품은 구성된다.

**주** 단락 회로 압력은 전류 제한 장치(유도, 전류 제한 퓨즈 또는 그 밖의 전류 제한 개폐 장치)를 사용하면 줄일 수도 있다.

조립품은 조립품에 연결되거나 외부에 배치되는 회로 차단기, 퓨즈 또는 조합품과 같은 수단을 이용하여 단락 회로 전류로부터 보호된다.

**주** IT 시스템\*에서 사용하고자 하는 조립품의 경우 단락 회로 보호 장치는 이중 접지 장애를 해결하기 위해선간 전압에서 각각의 단극 위에 충분한 차단 능력을 가지고 있어야 한다.

조립품을 주문할 때 사용자는 설치할 지정에 단락 회로 조건을 명시한다.

**주** 주요한 물체가 적당한 설계에 의해 아크를 피하거나 지속 시간을 제한한다 하더라도 조립품 내의 아크로 인한 고장의 경우 사람에게 최고로 가능한 보호 등급이 준비되어야만 하는 것이 바람직하다.

PTTA의 경우 8.2.3.1.1부터 8.2.3.1.3에 주어진 면제가 적용되지 않는다면 모선과 같은 유형 실험 배치를 사용하도록 권한다. 예외적으로 유형 실험 배치의 사용이 불가능한 곳에서는 그와 같은 부분의 단락 회로 저항 강도(8.2.3.2.6 참고)는 유사한 유형 실험 배치로부터 추정하여 검증된다.(IEC 60865와 IEC 61117 참고)

#### 7.5.2 단락 회로 저항 강도에 관한 정보

**7.5.2.1** 오직 하나의 입력 장치를 갖는 조립품의 경우, 제조자는 다음과 같이 단락 회로 저항 강도를 설명한다.

**7.5.2.1.1** 입력 장치에 연결된 단락 회로 보호 장치(SCPD)를 갖는 조립품의 경우, 제조자는 입력 장치의 단자에 예상되는 단락 회로 전류의 최대 허용치를 나타낸다. 이 값은 적당한 정격을 초과하지 않는다.(4.3, 4.4, 4.5, 4.6 참고) 관련되는 역률과 최대치는 7.5.3에서 보인 것과 같다.

단락 회로 보호 장치가 퓨즈나 전류 제한 회로차단기라면, 제조자는 SCPD의 특성(전류 정격, 차단 능력, 차단 전류,  $I^2t$  등등)을 설명한다.

시간 지연 계전기를 갖는 회로 차단기가 사용된다면, 제조자는 지시된 예상 단락 회로 전류에 따라 최대 시간 지연과 전류 셋팅을 설명한다.

**7.5.2.1.2** 단락 회로 보호 장치가 입력 장치에 연결되지 않는 조립품의 경우 제조자는 하나 또는 그 이상의 다음 방법으로 단락 회로 저항 강도를 나타낸다.

a) 연관 시간이 1초가 아닌 정격 단시간 전류(4.3 참고)와 정격 침투 저항 전류(4.4 참고);

주 최대 3초 동안 정격 단시간 전류와 관련 시간 사이의 관계는 침투치가 정격 침투 저항 전류를 초과하지 않는다면  $I^2t = 상수$ 라는 수식으로 주어진다.

b) 정격 조건부 단락 회로 전류(4.5 참고);

c) 정격 퓨즈를 단 단락 회로 전류(4.6 참고).

항목 b)와 c)의 경우, 제조자는 조립품 보호에 필요한 단락 회로 보호 장치의 특성(전류 정격, 차단 능력, 차단 전류,  $I^2t$  등등)을 나타낸다.

주 퓨즈 고리의 교체가 필요할 때 같은 특성을 갖는 퓨즈 고리를 사용하는 것으로 가정한다.

**7.5.2.2** 동시에 동작하기 어려운 여러 개의 입력 장치를 갖는 조립품의 경우, 단락 회로 저항 강도는 7.5.2.1에 따라 각각의 입력 장치에 표시할 수 있다.

**7.5.2.3** 동시에 동작하기 쉬운 여러 개의 입력 장치를 갖는 조립품과, 하나의 입력 장치와 단락 회로 전류를 유발하기 쉬운 대전력 전동기의 하나 이상의 외부 장치를 갖는 조립품의 경우 각각의 내부 장치, 외부 장치 그리고 모선에서의 예상 단락 회로 전류의 값을 결정하기 위한 특별한 협의가 이루어진다.

### 7.5.3 침투 저항 전류와 단시간 저항 전류 사이의 관계

전기력 압력을 결정할 때 침투 저항 전류의 값은 단시간 전류에 인수  $n$ 을 곱하여 얻는다. 인수  $n$ 과 관련 역률의 표준 값은 표 4에 주어진다.

표 4 - 인수 n의 표준 값

단락 회로 전류의 RMS 값 kV	cosφ	n
$I \leq 5$	0.7	1.5
$5 < I \leq 10$	0.5	1.7
$10 < I \leq 20$	0.3	2
$20 < I \leq 50$	0.25	2.1
$50 < I$	0.2	2.2

주 이 표의 값은 대부분 적용한다. 예를 들어 변압기나 발전기의 근접 부분과 같은 특별한 위치에서 더 낮은 역률이 얻어지고 이에 따라 최대 예상 침투 전류는 단락 회로 전류의 r.m.s 값 대신에 한계값이 된다.

#### 7.5.4 단락 회로 보호 장치의 조정

7.5.4.1 보호 장치의 조정은 제조자와 사용자 사이의 협의를 필요로 한다. 제조자의 목록에 주어진 정보는 그 협의를 대신한다.

7.5.4.2 동작 조건이 공급의 최대 연속성을 요구한다면 조립품 내의 단락 회로 보호 장치의 설치나 선택은 가능한 한 등급을 매겨 외부로 나가는 지선 회로에서 발생한 단락 회로가 다른 외부 지선 회로에 영향을 주지 않고 보호 시스템의 선택도를 보증하면서 누전된 지선 회로에 설치된 개폐장치로 제거되도록 한다.

#### 7.5.5 조립품 내의 회로

##### 7.5.5.1 주 회로

7.5.5.1.1 모선(노출 또는 절연된)은 내부 단락 회로가 정상 동작 조건하에서 예상되지 않은 방식으로 배치된다. 다르게 설명되지 않는다면, 이들은 단락 회로 저항 강도(7.5.2 참고)에 관한 정보에 따라 평가되고 모선의 공급 측 위의 보호 장치(들)에 의해 제한되는 최소의 단락 회로 압력을 견디도록 설계되어 있다.

7.5.5.1.2 도체들이 정상 동작 상태 하에서 상 사이 그리고/또는 상과 접지 사이에 내부 단락 회로가 생길 가능성이 희박하도록 배열된다면(7.5.5.3 참고) 구획 내에 이 장치들에 포함된 요소뿐만 아니라 주 모선과 기능 장치의 공급 측 사이의 도체(배전 모선을 포함)는 각 장치 내에 단락 회로 보호 장치의 부하 쪽에 발생한 감소된 단락 회로 압력을 기초로 하여 평가된다. 이와 같은 도체들은 고체형의 딱딱한 제조에 바람직하다.

##### 7.5.5.2 보조 회로

보조 회로의 설계는 공급 접지 시스템을 고려하고 접지 장애나 사용 부분과 노출된 전도 부분 사이의 장애가 우연한 위험 동작을 유발하지 않도록 보증한다.

일반적으로 보조 회로는 단락 회로의 영향을 받지 않는다. 그러나 만일 동작이 위험을 유발한다면 단락 회로 보호 기기는 주어지지 않는다. 이런 경우에는 단락 회로가 정상 동작 조건(7.5.5.3 참고)하에서 기대하지 않은 방식으로 보조 회로의 도체가 배열된다.

### 7.5.5.3 단락 회로 가능성을 감소시키기 위한 비보호 능동 도체의 선택과 설치

단락 회로 보호 장치에 의해 보호하지 않는 조립품 안의 능동 도체들(7.5.5.1.2와 7.5.5.2 참고)은 전체 조립품의 전부가 선택되고 설치되어서 정상 동작 조건 하에서 상 사이 또는 상과 접지 사이에 완전한 단락 회로가 생길 가능성은 희박하다. 도체 유형의 예와 설치 조건은 표 5에 주어진다.

표 5 - 도체 선택과 설치 요구사항

도체 유형	요구사항
기본 절연이 되어 있는 노출 도체와 단일코어 도체, 예) IEC 60227-3을 따르는 케이블	예를 들어 역전류기를 사용하여 공통 접촉이나 도체 부분의 접촉은 피한다.
기본 절연과 도체 동작 온도가 최대 90°C이상 허용되는 단일코어 도체 예) IEC 60245-3을 따르는 케이블 또는 IEC 60227-3에 따르는 내열 PVC 절연 케이블	공통 접촉이나 도체 부분의 접촉은 외부에서 인가한 압력이 없는 곳에서 허용된다. 날카로운 모서리의 접촉은 피해야 한다. 기계적 손상의 위험은 없다.  이 도체들은 동작온도가 70 °C를 초과하지 않도록 부하가 걸려야 한다.
기본 절연된 도체 예) IEC 60227-3을 따르는 케이블 추가 보충 절연된 도체 예) 주름잡힌 슬리브관으로 덮여 있거나 플라스틱 도관 안에서 움직이는 케이블	기계적 손상의 위험이 없다면 추가 조건은 없다.
매우 높은 기계 강도 물질로 절연된 도체 예) 3 kV까지 사용하도록 강화된 외부 덮개가 있는 FTFE 절연물 또는 이중 절연된 도체 IEC 60502에 따르는 케이블	
하나 이상의 다중코어로 둘러싸인 케이블 예) IEC 60245-4나 IEC 60227-4에 따르는 케이블	
<b>주</b> 위의 표와 같이 설치된 노출 또는 절연된 도체는 부하 쪽 위로 3 m 이하 길이로 연결된 단락 회로 보호 장치를 가지고 있다.	

## 7.6 조립품에 설치된 개폐장치와 부품

### 7.6.1 개폐장치와 요소의 선택

조립품 내에 연결된 개폐장치와 부품을 적절한 IEC 기준을 따른다. 개폐장치와 부품은 조립품의 외부 구조(개방형 또는 폐쇄형), 정격 전압(정격 절연 전압, 정격 임펄스 저항 전압 등), 정격 전류, 동작 수명, 생성 및 차단 능력, 단락 회로 저항 강도 등에 대해 특별히 적용할 때 적당하다.

단락 회로 저항 강도 그리고/또는 설치 위치에서 발생하기 쉬운 압력을 견디기에 불충분한 차단 능력을 갖는 개폐장치와 요소는 예를 들어 퓨즈나 회로 차단기와 같은 전류 제한 보호 장치를 이용하여 보호된다. 내부의 개폐장치의 전류 제한 보호 장치를 선택할 때 조정시 적

당히 주의하여 기기의 제조자가 명시한 최대 허용값을 고려한다.(7.5.4 참고)

개폐장치와 요소의 조정, 예를 들면 단락 회로 보호 장치를 가진 전동기 시동장치의 조정은 적절한 IEC 기준을 따른다.

정격 임펄스 저항 전압이 제조자에 의해 알려진 회로 안의 개폐장치와 요소는 회로의 정격 임펄스 저항 전압보다 더 큰 개폐 과전압을 생성하지 않고 회로의 정격 임펄스 저항 전압보다 더 큰 개폐 과전압을 필요로 하지 않는다. 주어진 회로에서 사용하기 위해 개폐장치와 요소를 선택할 때 후자의 주안점을 고려해야 한다.

예:

정격 임펄스 전압  $U_{imp} = 4000 \text{ V}$ , 정격 절연 전압  $U_i = 250 \text{ V}$  그리고  $1200 \text{ V}$ 의 최대 개폐 과전압( $230 \text{ V}$ 의 정격 동작 전압에서)을 갖는 개폐장치와 요소는 적당한 과전압 보호 수단이 사용되는 과전압 범위 I, II, III 심지어 IV의 회로에 사용된다.

**주** 과전압 범위에 관해서는 2.9.12와 부속서 G를 참고하라.

## 7.6.2 설치

개폐장치와 요소는 제조업자의 지시(전기 아크 또는 아크 슈트를 제거하는 동안 관찰되는 공간거리, 사용 위치)에 따라 설치된다.

### 7.6.2.1 접근 용이성

기구, 같은 받침대(설치 판, 설치 틀) 위에 설치된 기능 장치와 외부 도체용 단자는 설치, 배선, 관리 그리고 교체동안 접근을 가능하게 하기 위해 배열된다. 특히, 단자는 바닥에 설치된 조립품의 밑면 위로 최소  $0.2 \text{ m}$ 에 설치되고 더욱이 케이블이 그것들과 쉽게 연결될 수 있도록 위치한다.

조립품 내에서 동작되어야만 하는 조정 기기와 리셋 기기는 쉽게 접근할 수 있다.

일반적으로 바닥에 설치된 조립품의 경우, 작동자가 입을 필요가 있는 지시 기기는 조립품의 밑면 위로  $2 \text{ m}$  이상에 위치해서는 안된다. 핸들, 누름 버튼 등과 같은 동작 기기는 쉽게 동작되는 높이에 위치해야 한다. 이는 일반적으로 중심선이 조립품의 밑면 위로  $2 \text{ m}$  이상에 오지 않아야 함을 의미한다.

**주1** 비상용 개폐장치의 작동기는 동작단계 위의  $0.8 \text{ m}$ 와  $1.6 \text{ m}$  사이의 지대 내에서 접근이 가능해야 한다.

**주2** 벽과 바닥에 설치되는 조립품은 위의 접근 용이성 조건과 동작 높이가 만나는 지점의 높이에 설치되도록 권한다.

### 7.6.2.2 상호 작용

개폐장치와 요소는 정상 동작시 나타나는 열, 아크, 진동, 에너지장과 같은 상호작용에 의해 적절한 기능이 손상을 입지 않지 않는 방법으로 조립품 내에 설치되고 배선되어야 한다. 전

자 조립품의 경우, 전력 회로로부터 감시 회로의 분리 또는 칸막이가 필요하다.

퓨즈를 조정하도록 설계되어 있는 내용물의 경우, 열 영향에 관해 특별한 관심이 필요하다.(7.3 참고) 제조자는 사용된 퓨즈 고리의 유형과 정격을 설명한다.

### 7.6.2.3 장벽

수동 개폐장치용 장벽은 개폐 아크가 작동자에게 위협을 나타내지 않도록 설계된다.

퓨즈 고리를 교체할 때 위협을 최소화하기 위해 퓨즈의 구조와 위치가 이를 불필요하게 만들지 않는다면 내부상 장벽은 적용된다.

### 7.6.2.4 설치 위치에서 존재하는 조건

조립품의 개폐장치와 요소는 6.1에서 설명한 조립품의 정상 동작 조건을 기초로 하여 선택된다.(7.6.2.2 참고)

적절한 설명에 따라 예를 들어 계전기, 계량기, 전자 요소 등의 올바른 동작을 위한 최저 온도와 같이 적당한 동작에 필요한 조건은 유지된다는 것을 보증하는 적절한 경고문(가열, 통풍)이 필요한 곳에 주어진다.

### 7.6.2.5 냉각

조립품의 경우 자연 냉각과 강제 냉각이 주어진다. 적당한 냉각을 하기 위해 설치 위치에 특별한 경고문이 필요하다면 제조자는 필요한 정보를 주도록 한다.(예를 들어 열의 낭비를 막거나 스스로 열을 생산하기 쉬운 부분에 관한 공간거리 표시 필요)

## 7.6.3 고정 부분

고정 부분(2.2.5 참고)의 경우, 조립품이 움직이지 않을 때 주 회로(2.1.2 참고)의 연결은 이루어질 수도 끊어질 수도 있다. 일반적으로 고정 부분의 제거와 설치에 도구 사용을 요한다.

고정 부분의 분리는 완전한 조립품이나 그 부분의 절연을 필요로 한다.

허용되지 않은 동작을 막기 위해 개폐장치는 하나 이상의 위치에서 안전 수단을 제공한다.

주 어떤 조건하에서 사용 회로의 동작이 허용된다면 적절한 안전 경고문이 고려되어야 한다.

## 7.6.4 제거 가능한 부분과 회수 가능한 부분

### 7.6.4.1 설계

제거 가능한 부분과 회수 가능한 부분은 그들의 전기적 설비가 안전하게 분리되거나 이 회로가 동작되는 동안에는 주 회로에 연결될 수 있도록 설계된다. 제거와 회수가 가능한 부분에 삽입 연동장치가 주어진다.(2.4.17 참고) 공간거리와 연면 거리의 최소값(7.1.2.1 참고)은 한 위치에서 다른 위치로 전달되는 동안만이 아니라 다른 위치에서도 따른다.

**주1** 이는 적당한 기구를 사용한다.

**주2** 이 동작들이 부하가 걸린 상태에서는 수행되지 않음을 확인하는 것이 필요하다.

제거 가능한 부분은 연결 위치(2.2.8 참고)와 제거 위치(2.2.11 참고)를 가지고 있다.  
회수 가능한 부분은 추가적으로 분리 위치(2.2.10 참고)를 가지고 있고 실험 위치(2.2.9 참고)  
또는 실험 상태(2.1.9 참고)를 갖는다. 이 부분은 이 위치에 정확하게 놓인다. 이 위치들은  
명확히 인식가능하다.

회수 가능한 부분의 다른 위치에 대한 전기적 조건에 관해서는 표 6을 참고하라.

#### **7.6.4.2 회수 가능한 부분의 연동과 잠금**

다르게 설명되지 않는다면 회수 가능한 부분은 주 회로가 중단된 후에 기구가 확실히 회수  
그리고/또는 재삽입될 수 있는 장치에 고정된다.

허용되지 않은 동작을 막기 위해 회수 가능한 부분에 하나 이상의 위치에서 이들을 보호하  
는 맹꽂이 자물쇠나 자물쇠가 주어진다.

#### **7.6.4.3 보호 등급**

조립품에 나타난 보호 등급(7.2.1 참고)은 제거 그리고/또는 회수 가능한 부분의 연결 위치  
(2.2.8 참고)에 정상적으로 적용한다. 제조자는 다른 위치에서와 위치 사이로 이동하는 동안  
얻어지는 보호 등급을 나타낸다.

회수 가능한 부분이 있는 조립품은 연결 위치에 적용하는 보호 등급이 실험 위치와 분리 위  
치 그리고 한 위치에서 다른 위치로 이동하는 동안에 유지된다.

제거 그리고/또는 회수 가능한 부분을 없앤 후에 최초 보호 등급이 유지되지 않는다면, 적  
당한 보호도를 확인하기 위한 측정을 협의 하에 실시한다. 제조자의 목록에 주어진 정보는  
그 협의를 대신한다.

#### **7.6.4.4 보조 회로의 연결 방법**

보조 회로는 도구를 사용하는 것과 상관없이 열릴 수 있도록 설계된다.

회수 가능한 부분의 경우, 보조 회로는 도구를 사용하지 않고 바람직한 연결이 가능하다.

### **7.6.5 확인**

#### **7.6.5.1 주 회로와 보조 회로의 도체 확인**

7.6.5.2에 언급한 경우를 제외하고 연결된 단자 위나 도체 끝 위에 배치, 색깔 또는 기호로  
도체를 구별하는 방법과 정도는 제조자에게 책임이 있고 전선 도표와 그림 위의 표시로 협  
의한다. 적절한 부분에서는 IEC 60445와 IEC 60446에 따르는 확인 방법을 적용한다.

### 7.6.5.2 보호 도체 (PE, PEN)와 주 회로의 중성 도체 (N)의 확인

보호 도체는 모양, 위치, 표시 또는 색으로 쉽게 확인할 수 있다. 색으로 확인하는 방법이 쓰인다면 녹색과 노란색이 틀림없다.(쌍을 이루는 색) 보호 도체가 절연된 단일 심 케이블일 때 우선적으로 전 길이에 걸쳐 이 색판정법이 사용된다.

**주** 녹색/노란색 판정법은 보호 도체에 정확히 보유된다.

주 회로의 일부 중성 도체는 모양, 위치, 표시 또는 색으로 쉽게 구별할 수 있어야 한다. 색으로 구별하는 방법이 쓰인다면 하늘색을 선택하도록 권한다.

외부 보호 도체의 단자는 IEC 60445에 따라 표시된다. 예로 IEC 60417의 5019번 그림 기호를 참고하라. 명확히 녹색/노란색으로 구별할 수 있는 내부 보호 도체에 연결될 외부 보호 도체는 이 기호가 필요하지 않다.

### 7.6.5.3 동작의 방향과 개폐 위치의 표시

작동기의 동작 방향이 요소나 기기의 설치 배열에 의해 지시되지 않거나 그렇지 않으면 표시로 명확히 구별할 수 없는 곳에서 IEC 60447에 주어진 동작의 방향이 추천된다.

### 7.6.5.4 지시 등과 누름 버튼

지시 등과 누름 버튼의 색은 IEC 60073에 주어져 있다.

## 7.7 장벽이나 분할에 의한 조립품의 내부 분리

하나 이상의 다음 조건은 분리된 구획이나 둘러싸인 보호 공간에 분할이나 장벽(금속 또는 비금속)을 이용하여 조립품을 나눌 때 얻을 수 있다.:

- 이웃한 기능 장치에 속하는 위험 부분과의 접촉 예방  
보호 등급은 최소 IPXXB이다.;
- 이질적인 고체 본체의 조립품의 한 장치부터 이웃 장치까지의 이동에 대한 보호  
보호 등급은 최소 IP2X이다.

제조자가 다르게 설명하지 않는다면 이 두 조건은 적용한다.

**주** 보호 등급 IP2X는 보호 등급 IPXXB를 포함한다.

다음의 내용은 장벽이나 분할에 의한 분리의 전형적인 형태이다.(예를 들어, 부속서 D 참고)

주요 표준	하위 표준	형태
분리가 없다.		형태 1
기능 장치로부터 모선의 분리	모선으로부터 분리되지 않는 외부 도체용 단자	형태 2a
	모선과 분리되는 외부 도체용 단자	형태 2b
기능 장치로부터 모선의 분리와 서로로부터 모든 기능 장치의 분리. 서로로부터가 아닌 기능 장치로부터 외부 도체용 단자의 분리	모선으로부터 분리되지 않는 외부 도체용 단자	형태 3a
	모선과 분리되는 외부 도체용 단자	형태 3b
기능 장치를 구성하는 부분인 외부 도체용 단자를 포함하여 기능 장치로부터 모선의 분리와 서로로부터 모든 기능 장치 분리.	관련 기능 장치와 동일한 구획을 갖는 외부 도체용 단자	형태 4a
	관련 기능 장치와 동일한 구획을 갖지 않고 개별적으로 분리, 봉합 보호된 공간 또는 구획을 갖는 외부 도체용 단자	형태 4b

분리 형태와 높은 보호 등급은 제조자와 사용자 사이의 협의에 따른다.

장벽과 분할의 안정성과 내구성에 관해서는 7.4.2.2.2를 참고하라.

연결되지 않은 기능 장치 관리를 위한 접근 용이성에 관해서는 7.4.6.2를 참고하라.

전압이 걸린 상태에서 확장을 할 때의 접근 용이성에 관해서는 7.4.6.3을 참고하라.

## 7.8 조립품 내의 전기적 연결: 장애물과 절연 도체

### 7.8.1 일반사항

전류를 전달하는 부분의 연결은 정상적인 온도 상승, 절연 물질의 수명 그리고 정상 동작시 발생하는 진동의 결과로 부적절하게 교체하지 않는다. 특히 금속과 유사하지 않은 경우 열 팽창과 전해질 작용의 영향 그리고 도달한 온도에 대한 물질의 내구성의 영향은 고려한다.

전류 전달 부분 사이의 연결은 충분하고 연속적인 접촉 압력을 유지하는 수단으로 성립된다.

### 7.8.2 모선과 절연 도체의 크기와 정격

조립품 내에 도체 단면의 선택은 제조자의 책임이다. 전달되어야 하는 전류에 추가하여 조립품이 받는 기계적 압력, 이 도체가 놓여 있는 방식, 절연 유형 그리고 가능하다면 연결된 요소의 종류(즉, 전자 요소)에 의해 선택된다.

### 7.8.3 배선(7.8.2도 참고)

7.8.3.1 절연된 도체는 관련된 회로의 최소 정격 절연 전압(4.1.2 참고)동안 평가된다.

7.8.3.2 두 개의 연결 장치 사이의 케이블은 중간에 접촉 또는 납땜 접합이 없다. 가능한 한, 연결은 고정된 단자에 이루어진다.

7.8.3.3 절연 도체는 다른 전위에서 노출된 움직이는 부분이나 날카로운 모서리에 두지 않고 적당히 지탱한다.

7.8.3.4 덮개나 문 안의 기구와 측정 설비를 작동시키는 공급원은 덮개나 문이 이동하여 도체에 기계적 손상이 발생하지 않도록 설치된다.

7.8.3.5 기구의 용접 연결은 기구 위에 이런 유형의 연결을 규정한 경우만 조립품 내에서 허용된다.

설비가 정상 동작 동안 심한 진동을 받기 쉬운 경우, 용접 케이블이나 전선 연결은 용접된 접합 부위로부터 단거리 내에 보충 수단을 이용하면 기계적으로 안전하다.

7.8.3.6 예를 들어 준설기와 기중기 동작, 배 갑판 위에서의 동작, 물건을 들어올리는 설비와 기관차의 경우처럼 정상 동작 동안 심한 진동이 생기는 위치에서는 도체를 지탱시킬 때 주의해야 한다. 7.8.3.5에 언급한 것 이외의 기구에서 용접된 케이블 손잡이 또는 꼬아져 있는 도체의 용접 끝은 심한 진동을 견디지 못한다.

7.8.3.7 일반적으로 단 하나의 도체가 단자에 연결되어야 한다.; 한 단자에 두 개 이상의 도체 연결은 단자가 이 목적으로 설계된 경우에만 허용된다.

## 7.9 전자장치 공급회로의 요구사항

전자 설비의 적절한 IEC 설명서가 다르게 설명하지 않는다면 다음 조건은 적용한다.

### 7.9.1 입력 전압 변화\*

- 1) 배터리 전원의 공급 전압 범위는 정격 공급 전압  $\pm 15\%$ 와 같다.  
주 이 범위는 충전 배터리에 필요한 추가 전압 범위를 포함하지 않는다.
- 2) 입력 직류 전압의 범위는 교류 공급 전압을 정류하여 얻어진다.(항목 3 참고)
- 3) 교류 전원의 공급 전압 범위는 정격 입력 전압  $\pm 10\%$ 와 같다.
- 4) 넓은 오차 범위가 필요하다면, 이는 제조자와 사용자 사이의 협의를 따른다.

-----

\* IEC 60146-2에 따라서

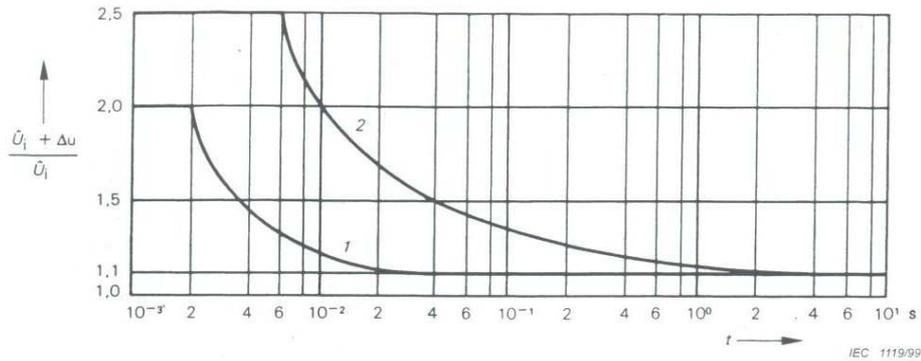
### 7.9.2 과전압\*

그림 1에 공급 과전압이 명시되어 있다. 이 그림은 단 시간 범위 내에 정격 침두치로부터 편차로서 비주기적 과전압에 적용한다. 조립품은 곡선 1에 나타난 값 미만의 과전압의 경우에 동작 능력이 유지되도록 설계된다.

과전압이 곡선 1과 2 사이의 범위 내에 발생한다면 조립품을 안전하게 보호하는 보호 장치의 반응으로 동작은 중단되고 침두치 전압  $2U_i + 1000 \text{ V}$ 까지 동작이 허용된 조립품에 손상을 가하지 않는다.

**주1** 1ms 미만의 일시적인 지속은 검토중이다.

**주2** 위에 주어진 것보다 더 높은 과전압은 적당히 측정하여 제한되는 것으로 가정한다.



$U_i$  = 정격 절연 전압의 정형과 침두치

$\Delta u$  = 첨가된 비주기 침두 전압

$t$  = 시간

그림1 - 시간 함수로  $\frac{U_i + \Delta u}{U_i}$  의 비율

### 7.9.3 파형\*

전자 설비를 연결한 조립품에 공급하는 입력 교류 전압의 고조파는 다음 범위로 제한된다.

1) 관련 고조파 성분은 10 %를 넘지 않는다. 즉, 관련 기본파 성분이 99.5 %와 같거나 더 크다.

2) 고조파 성분은 그림 2에 주어진 값을 초과하지 않는다.

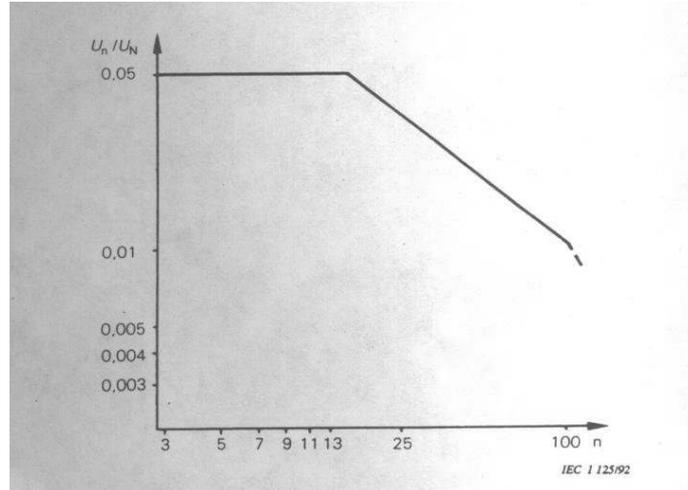
**주1** 부속 조립품은 연결되지 않는 것으로 가정하고 공급원의 내부 임피던스는 이 임피던스가 상당한 값이라면 제조자와 사용자 사이의 협의에 명시되어야 한다.

**주2** 전자 제어와 감시에도 같은 값이 표시된다.

3) 교류 공급전압의 최고 주기 순간값은 기본파의 침두치 위로 20 % 이상이 되지 않는다.

-----

\* IEC 60146-2에 따라



n = 고조파 성분의 순서  
 $U_n$  = 고조파 순서 n의 실효치  
 $U_N$  = 미소 시스템 전압의 실효치

그림 2 - 미소 시스템 전압의 최대 허용 고조파 성분

#### 7.9.4 전압과 주파수의 일시적 변화

다음 조건에서 일시적인 변화가 있을 때 설비는 손상없이 동작한다.

- 0.5초 이하의 주기동안 정격 전압의 15%를 초과하지 않는 전압 강하
- 정격 주파수의  $\pm 1\%$  이하의 공급 주파수 편차. 넓은 오차가 필요하다면 제조자와 사용자 사이의 협의에 따른다.
- 설비에 공급 전압을 중단하는 데 최대 허용될 수 있는 시간은 제조자가 나타낸다.

#### 7.10 전자파 적합성(EMC)

##### 7.10.1 EMC 환경

특별한 협의에 따르지 않는다면(6.2.10 참고), 이 기준의 범위에서 벗어난 조립품의 경우 두 환경 조건은 고려되고 다음과 같이 언급된다.:

- 환경 1;
- 환경 2.

환경 1은 주거, 상업 그리고 산업부지/시설과 같은 저전압 공공 회로망에 주로 관련된다. 아크 용접기와 같은 큰 방해 원인은 이 환경에 포함되지 않는다.

환경 2는 큰 방해 원인을 포함하여 저전압 비 공공 또는 산업 회로망/부지/시설에 주로 관련된다.

### 7.10.2 실험 조건

조립품은 대부분의 경우에 몇 개의 장치와 요소에 임의적으로 결합하여 연결되고 한차레만 제조 또는 조립된다.

다음 조건이 만족된다면 EMC 면제나 방출 실험은 최종 조립품에 필요하지 않다.

- a) 연결된 장치와 요소가 관련 제품이나 일반 EMC 기준에 일치하는 7.10.1에 명시된 환경으로 설계된다.
- b) 내부 설치와 배선은 기기와 요소 제조자의 지시에 따라 이루어진다.( 상호 영향, 케이블 칸막이, 접지등에 관한 배열)

다른 모든 경우에 EMC 조건은 8.2.8에 따라 실험으로 검증되어야 한다.

### 7.10.3 면제

#### 7.10.3.1 전자 회로와 연결하지 않는 조립품

전자 회로와 연결하지 않는 조립품은 정상 전자기 교란에 민감하지 않고 면제 실험도 필요하지 않다.

#### 7.10.3.2 전자 회로와 연결한 조립품

조립품에 연결된 전자 회로는 관련 제품이나 일반 EMC 기준의 면제 조건을 따르고 명시된 EMC 환경에 알맞다.

주 간단한 정류 회로는 정상 전자기 교란에 민감하지 않고 따라서 면제 실험이 필요하지 않다.

### 7.10.4 방출

#### 7.10.4.1 전자 회로와 연결하지 않은 조립품

전자 회로와 연결하지 않은 조립품은 임의의 개폐 동작 동안만 전자기 교란을 발생시킬 수 있다. 그러나 이는 ms로 측정된 지속 시간과 관련 회로(들)의 정격 임펄스 저항 전압을 초과하지 않는 크기의 개폐 과전압으로 제한된다.

주파수, 이 방출의 정도와 결과는 저전압 설치의 정상 전자기 환경의 부분으로써 검토된다.

그러므로 전자기 방출의 조건은 만족되는 것으로 생각하고 검증은 불필요하다.

#### 7.10.4.2 전자 회로와 연결한 조립품

전자 회로와 연결한 조립품(즉, 개조된 공급원, 고주파수 클럭과 마이크로 프로세서를 연결하는 회로는 연속적인 전자기 교란을 발생시킨다. 전자 회로를 포함하고 있는 개별 장치와 요소들은 관련 제품이나 일반 EMC 기준의 조건 그리고 명시된 EMC 환경을 따른다.

#### 7.11 전기적 연결기능 장치 유형설명

조립품이나 조립품 부품 내의 전기적 연결기능 장치의 유형은 세 개의 문자 암호로 표시할 수 있다.;

- 첫 번째 문자는 주 입력 회로의 전기적 연결 유형을 의미한다.;
- 두 번째 문자는 주 출력 회로의 전기적 연결 유형을 의미한다.;
- 세 번째 문자는 보조 회로의 전기적 연결 유형을 의미한다.

다음 문자들이 사용된다.:

- 고정 연결은 F (2.2.12.1 참고);
- 떼어 낼 수 있는 연결은 D (2.2.12.2 참고);
- 회수 가능한 연결은 W (2.2.12.3 참고).

### 8. 실험 설명

#### 8.1 실험 분류

조립품의 특성을 검증하기 위한 실험은 다음을 포함한다.:

- 유형 실험(8.1.1과 8.2 참고)
- 정규 실험(8.1.2와 8.3 참고)

요구하는 대로 제조자는 검증을 위한 원칙을 설명한다.

주 TTA와 PTTA에 수행된 검증과 실험은 표 7에 목록화되어 있다.

##### 8.1.1 유형 실험(8.2 참고)

유형 실험은 조립품의 주어진 유형에 대해 이 기준에 놓여 있는 조건을 따르는지 검증하려는 것이다.

유형 실험은 동일하거나 유사한 구조로 제조된 조립품이나 조립부품의 표본에 수행된다.

이는 제조자의 주도로 수행된다.

유형 실험은 다음을 포함한다.:

- a) 온도 상승 범위의 검증(8.2.1);
- b) 절연 특성의 검증(8.2.2);
- c) 단락 회로 저항 강도의 검증(8.2.3);

- d) 보호 회로의 효율성 검증(8.2.4);
- e) 공간거리와 연면 거리 검증(8.2.5);
- f) 기계적 동작 검증(8.2.6);
- g) 보호 등급 검증(8.2.7).

이 실험들은 일부 순서 그리고/또는 같은 유형의 다른 표본 위에서 수행된다.

조립품의 요소를 변경하려면 이러한 변경이 반대로 실험 결과에 영향을 미칠 것 같은 한 새 유형실험은 수행되어야만 한다.

### 8.1.2 정규 실험(8.3 참고)

정규 실험은 물질과 기능 장애를 검출하려는 것이다. 이 실험은 조립된 후의 모든 새 조립품과 각각의 전송 장치에 수행된다. 설치 위치에서 다른 정규 실험은 필요하지 않다.

이 요소의 제조자의 제품 외부에 표준화된 요소로 조립되어 있는 조립품은 이 용도로 제조자에 의해 명시되거나 공급되는 부품과 부속품을 전문적으로 사용하여 조립품을 조립한 회사에 의해 정규 실험된다.

정규 실험은 다음을 포함한다.:

- a) 배선 검사를 포함한 조립품 검사, 필요하다면 전기적 동작 실험(8.3.1);
- b) 절연 시험(8.3.2);
- c) 보호 측정 기구의 조사와 보호 회로의 전기적 연속성의 조사(8.3.3).

이 실험은 임의의 순서로 수행된다.

**주** 제조자의 제품에 정규 실험을 수행했다 하더라도 조립품을 설치한 회사는 운송과 설치 후에 그 제품을 검사하여야 한다.

### 8.1.3 기기의 실험과 조립품에 연결된 자기 포함 요소

유형 실험이나 정규 실험은 7.6.1에 따라 선택되고 제조업자의 설명서에 따라 설치되었을 때 조립품에 연결된 기기와 자기 포함 요소에 수행될 필요가 없다.

## 8.2 유형 실험

### 8.2.1 온도 상승 범위의 검증

#### 8.2.1.1 일반사항

온도 상승 실험은 조립품의 다른 부분에 대해 7.3절에 명시한 온도 상승 범위를 초과하지 않는지 검증하기 위한 것이다.

실험은 설치된 조립품의 기구와 8.2.1.3에 따라 정격 전류의 값에서 정상적으로 수행된다.

실험은 8.2.1.4에 따라 동일한 전력이 손실되는 열 저항기를 사용하여 수행한다.

실험 표본에 적당한 경고문이 주어진다면 조립품(8.2.1.2 참고)의 각각의 부분(판, 박스, 내용물 등)을 실험하는 것을 허용한다.

각 회로의 온도 상승 실험은 의도하는 전류 유형과 설계 주파수에서 이루어진다. 사용된 실험 전압은 8.2.1.3에 따라 결정되는 전류와 동일한 전류가 회로를 통과하도록 한다. 계전기, 접촉자, 해제 장치 등의 코일은 정격 전압으로 공급된다.

개방형 조립품은 각각의 부품에 실행한 유형 실험 또는 도체의 크기 그리고 기구의 배치가 분명하다면 온도 상승 실험을 따를 필요가 없다. 과도한 온도 상승은 없고, 조립품과 절연 물질의 이웃 부분에 연결된 설비에 손상을 가하지 않는다.

**표 7 - TTA와 PTTA에 수행된 검증과 실험 목록**

번호	검사할 특성	부속항	TTA	PTTA
1	온도 상승 범위	8.2.1	실험에 의한 온도 상승 범위의 검증(유형 실험)	실험이나 추측을 통한 온도 상승 범위의 검증
2	절연 특성	8.2.2	실험에 의한 절연 특성의 검증(유형 실험)	8.2.2나 8.3.2에 따른 실험에 의한 절연 특성 검증 또는 8.3.4에 따른 절연 저항 검증(9번과 11번 참고)
3	단락 회로 저항 강도	8.2.3	실험에 의한 단락 회로 저항 강도의 검증(유형 실험)	실험이나 유사 유형 실험 배치로부터 추측한 단락 회로 저항 강도의 검증
4	보호 회로의 효율성	8.2.4		
	조립품의 노출된 전도 부분과 보호 회로의 효율적인 연결	8.2.4.1	조사나 저항 측정을 통해 조립품의 노출된 전도 부분과 보호 회로 사이의 효율적인 연결의 검증(유형 실험)	조사나 저항 측정을 통해 조립품의 노출된 전도 부분과 보호 회로 사이의 효율적인 연결의 검증
	보호 회로의 단락 회로 저항 강도	8.2.4.2	실험에 의한 보호 회로의 단락 회로 저항 강도의 검증	실험, 적당한 설계, 보호 도체의 배열에 의한 보호 회로의 단락 회로 저항 강도의 검증(7.4.3.1.1 마지막 단락 참고)
5	공간거리와 연면 거리	8.2.5	공간거리와 연면 거리의 검증(유형 실험)	공간거리와 연면 거리의 검증
6	기계적 동작	8.2.6	기계적 동작의 검증(유형 실험)	기계적 동작의 검증
7	보호 등급	8.2.6	보호 등급의 검증(유형 검증)	보호 등급의 검증
8	배선, 전기적 동작	8.3.1	배선 검사를 포함한 조립품검사, 필요하다면 전기 동작 실험(정규 실험)	배선 검사를 포함한 조립품검사, 필요하다면 전기 동작 실험
9	절연	8.3.2	절연 실험(정규 실험)	절연 실험 또는 8.3.4에 따른 절연 저항 검증(2번과 11번 참고)
10	보호 측정	8.3.3	보호 측정기구와 보호 회로의 전기적 연속성의 검사(정규 실험)	보호 측정 기구의 검사
11	절연 저항	8.3.4		8.2.2 또는 8.3.2에 따른 실험이 이루어지지 않는다면 절연 저항의 검증(2번과 9번 참고)

PTTA에 대한 온도 상승 범위의 검증은 어느 쪽이든 이루어진다.

- 8.2.1에 따른 실험에 의해, 또는
- 추론에 의해, 예를 들어 IEC60890에 따라.

### 8.2.1.2 조립품의 배치

조립품은 정상적으로 사용될 때와 같이 제자리에서 모든 덮개를 가지고 배열된다.

각각의 부품이나 구성 장치를 실험할 때 인접한 부품이나 구성 장치는 정상적으로 사용될 때와 같은 온도 조건을 제시한다. 열 저항은 사용된다.

### 8.2.1.3 모든 기구에 전류를 사용한 온도 상승 실험

합당한 정확성으로 가능한 최고 온도 상승을 얻기 위해 선택하도록 설계된 조립품의 경우 이 실험은 하나 이상의 각 회로 조합품 위에서 이루어진다.

이 실험동안 입력 회로는 정격 전류로 부하가 걸려 있고(4.2 참고) 각 출력 회로는 정격 변화 인자를 곱한 정격 전류로 부하가 걸려 있다. 조립품이 퓨즈를 포함하고 있다면 제조자에 의해 명시한 대로 이는 퓨즈 고리를 가진 실험에 적합하다. 이 실험에 사용된 퓨즈 고리의 전력 손실은 실험 보고서에 설명된다.

실험에 사용된 외부 도체의 크기와 배열은 실험 보고서에 설명된다.

실험은 온도 상승이 일정한 값에 도달하는 데 충분한 시간 동안 이루어진다.(보통 8시간을 초과하지 않는다.) 실제로 이 조건은 변화가 1 K/h을 초과하지 않을 때 이루어진다.

- 주1** 실험을 단축하기 위해 기기가 허락한다면 전류는 이 실험의 첫 부분동안 증가되고 후에 명시된 실험 전류로 감소된다.
- 주2** 실험 동안 제어 전자석에 전압이 가해져서 주 회로와 제어 전자석 모두 열 평형 상태에 도달할 때 온도는 측정된다.
- 주3** 모든 경우에 다상 조립품을 실험할 때 단상 교류의 사용은 무시할 만큼 자기장의 영향이 작다면 허용된다. 이는 400 A 초과 전류에 대해 특별히 주의 깊은 검토가 필요하다.

외부 도체와 동작 조건에 관한 세부 정보가 없는 경우 외부 실험 도체의 단면은 다음과 같다.

#### 8.2.1.3.1 400 A 이하의 실험 전류값에 대해;

- a) 도체는 표 8에 주어진 것과 같은 단면적을 가진 단심 구리 케이블 또는 절연 전선이다.
- b) 실행할 수 있는 한, 도체는 자유 공기 안에 있다.
- c) 단자에서 단자까지의 각각의 일시적 연결의 최소 길이는:
  - 단면적이 35 mm<sup>2</sup> 이하의 경우 1m;
  - 단면적이 35 mm<sup>2</sup> 초과인 경우 2m이다.

표 8 - 400 A 이하의 실험 전류에 대한 실험 구리 도체

실험 전류의 범위 <sup>1)</sup>		도체 크기 <sup>2),3)</sup>	
		mm <sup>2</sup>	AWG/MCM
A			
0	8		
8	12	1.0	18
12	15	1.5	16
15	20	2.5	14
20	25	2.5	12
25	32	4.0	10
32	50	6.0	10
50	65	10	8
65	85	16	6
85	100	25	4
100	115	35	3
115	130	35	2
130	150	50	1
150	175	50	0
175	200	70	00
200	225	95	000
225	250	95	0000
250	275	120	250
275	300	150	300
300	350	185	350
350	400	185	400
		240	500

<sup>1)</sup> 실험 전류값은 첫 행의 첫 번째 값보다 크고 두 번째 값보다 작거나 같다.  
<sup>2)</sup> 실험 편의상 제조업자의 목록에 따라 설명된 실험 전류에 주어진 것보다 더 작은 도체가 사용된다.  
<sup>3)</sup> 주어진 실험 전류 범위에 명시된 두 도체 중 하나는 사용된다.

8.2.1.3.2 400 A 초과 800 A 미만의 실험 전류 값에 대해:

- a) 도체는 표 9에 주어진 단면적을 갖는 단심 PVC 절연 구리 케이블 또는 제조자의 권유에 따라 표 9에 주어진 동일한 구리 막대이다.
- b) 케이블 또는 구리 막대는 단자 사이에 적당한 거리간격을 유지한다. 구리 막대기는 검은 매트로 끝손질한다. 단자 당 다수 병렬 케이블은 함께 다발로 묶이고 상호 간에 대략 10 mm 공중 간격으로 배열된다. 단자 당 다수 구리 막대기는 대략 막대기 두께와 같은 거리에 간격을 유지한다. 막대기에 지시된 크기가 단자에 알맞지 않거나 이용할 수 없다면 단면적이 거의 동일하고 냉각 표면이 같거나 작은 다른 막대기를 사용해도 좋다. 케이블 또는 구리 막대기는 끼워 넣지 않는다.
- c) 단상 또는 다상 실험의 경우, 실험 공급원에 임시적인 연결의 최소 길이는 2m이다. 별점에 연결하는 최소 길이는 1.2m로 줄어든다.

**8.2.1.3.3 800 A 초과 3150 A 미만의 실험 전류 값에 대해:**

- a) 조립품이 케이블 연결용으로만 설계되지 않는다면 도체는 표 9에 제시한 크기의 구리 막대기이다. 이런 경우에 케이블의 크기와 배열은 제조업자에 의해 명시된다.
- b) 구리 막대기는 대략 단자 사이의 거리에 간격을 유지한다. 구리 막대기는 검은 매트로 끝손질한다. 단자당 다수의 구리 막대기는 대략 막대기 두께와 같은 거리에 간격을 유지한다. 막대기에 지시된 크기가 단자에 알맞지 않거나 이용할 수 없다면 단면적이 거의 동일하고 냉각 표면이 같거나 작은 다른 막대기를 사용해도 좋다. 구리 막대기는 끼워 넣지 않는다.
- c) 단상 또는 다상 실험의 경우, 실험 공급원에 임시적인 연결의 최소 길이는 3m이다. 그러나 연결의 공급원 끝에 온도 상승은 연결 길이의 중간에서의 온도 상승 아래로 5 K 이하로 규정되고 2m로 감소할 수 있다. 별 점에 연결하는 최소 길이는 2m이다.

**표 9 - 실험 전류에 따른 구리 도체의 기준 단면적**

정격 전류의 값 A	실험 전류의 값 <sup>1)</sup> A	실험 도체			
		케이블		구리 막대기 <sup>2)</sup>	
		수량	단면 <sup>3)</sup> mm <sup>2</sup>	수량	크기 <sup>3)</sup> mm
500	400에서 500까지	2	150 (16)	2	30×5(15)
630	500에서 630까지	2	185 (18)	2	40×5(15)
800	630에서 800까지	2	240 (21)	2	50×5(17)
1000	800에서 1000까지			2	60×5(19)
1250	1000에서 1250까지			2	80×5(20)
1600	1250에서 1600까지			2	100×5(23)
2000	1600에서 2000까지			3	100×5(20)
2500	2000에서 2500까지			4	100×5(21)
3150	2500에서 3150까지			3	100×10(23)

1) 전류의 값은 첫 번째 값보다 크고 두 번째 값보다 작거나 같다.  
 2) 막대기는 긴 표면에 수직으로 배열된다. 긴 표면에 수평 배열은 제조자가 명시한다면 사용된다.  
 3) 괄호 안의 값은 기준으로 주어진 실험 도체의 평가된 온도 상승(켈빈으로)이다.

**8.2.1.3.4 3150 A 초과 실험 전류의 값에 대해:**

공급원의 유형, 상과 주파수의 수(적용 가능할 경우), 실험 도체의 단면적 등과 같은 실험의 모든 관련 항목에 대해 제조자와 사용자 사이에 협의가 이루어진다. 이 정보는 실험 보고서의 부분을 형성한다.

**8.2.1.4 동일한 전력을 손실하는 열 저항기를 이용한 온도 상승 실험**

비교적 저 정격 전류를 갖는 주 회로와 보조 회로를 포함한 차폐 조립품의 일부 유형의 경우, 전력 손실은 같은 양의 열을 생산하고 내용물 내의 적당한 위치에 설치된 열 저항기를

이용하여 모의 실험된다.

이 저항기의 리드의 단면은 상당한 열의 양이 내용물로부터 유도되지 않도록 한다.

열 저항기에 관한 이 실험은, 비록 다른 기구에 설치된다하더라도 변화 인자를 고려한 내부 기구의 전력 손실의 합이 이 실험에 적용된 값을 초과하지 않는다면 같은 내용물을 이용하여 모든 조립품의 적당한 표본에 고려된다.

내부 기구의 온도 상승은 표 2에 주어진 값을 초과하지 않는다.(7.3 참고) 이 온도 상승은 개방된 공간에서 측정되고 내용물 내부의 온도와 내용물 주변의 대기 온도의 차에 의해 증가하는 기구의 온도 상승으로 계산될 수 있다.

#### 8.2.1.5 온도의 측정

열전지 또는 온도계는 온도 측정에 사용된다. 권선의 경우, 저항 변화에 의한 온도 측정 방법이 일반적으로 사용된다. 조립품 내의 공기 온도를 측정하는 경우 여러 측정 장치가 편리한 곳에 배치된다.

열전지 또는 온도계는 공기 전류와 열 방사에 대해 보호된다.

#### 8.2.1.6 대기 온도

조립품으로부터 약 1 m의 거리와 조립품 높이의 약 1/2 지점에서 조립품 주위에 똑같이 배치되어 있는 최소 두 개의 온도계 또는 열전지를 이용하여 실험 시간의 마지막 15분 동안 대기 온도를 측정한다. 온도계 또는 열전지는 대기 전류와 열 방사에 대해 보호된다.

실험 동안 대기 온도가 +10 °C와 +40 °C 사이라면 표 2의 값은 온도 상승의 제한값이다.

실험 동안 대기 온도가 +40 °C를 초과하거나 +10 °C보다 낮다면 이 기준은 적용하지 않고 제조자와 사용자 사이에 특별한 협의가 이루어진다.

#### 8.2.1.7 결과

실험이 끝나갈 때의 온도 상승은 표 2에 명시된 값을 초과하지 않는다. 기구는 조립품 내의 온도에서 기구에 명시된 전압 범위 내에서 충분히 동작한다.

### 8.2.2 절연 특성의 검증

#### 8.2.2.1 일반사항

이 유형 실험은 절연 강도가 설치에 의해 손상되지 않는다면 관련 설명에 따라 이미 유형

실험된 조립품의 부품 위에 수행될 필요가 없다.

더욱이 이 실험은 PTTA 위에 수행될 필요는 없다.(표 7 참고)

조립품이 7.4.3.2.2의 항목 d)에 따라 노출된 전도 부분으로부터 절연된 보호 도체를 포함하고 있을 때 도체는 분리된 회로로 간주한다. 즉 속해 있는 주 회로와 같은 전압으로 실험된다.

실험은 이루어진다.:

- 제조자가 정격 임펄스 저항 전압  $U_{imp}$ 의 값을 지시한다면 8.2.2.6.1부터 8.2.2.6.4까지에 따라(4.1.3 참고):
- 그 밖의 경우에 8.2.2.2부터 8.2.2.5까지에 따라.

### 8.2.2.2 절연 물질로 이루어진 내용물의 실험

절연 물질로 이루어진 내용물의 경우, 개방부와 접합부 위의 내용물 외부에 놓인 금속 박막과 개방부와 접합부 옆에 위치한 내용물 내의 상호 연결된 이동, 노출된 전도 부분 사이에 실험 전압을 인가하여 추가 절연 실험이 수행된다. 이 추가적인 실험 동안 실험 전압은 표 10에 나타난 값의 1.5배와 같다.

주 전체 절연에 의해 보호되는 조립품의 내용물에 대한 실험 전압은 검토중이다.

### 8.2.2.3 절연 물질로 이루어진 외부 동작 핸들

7.4.3.1.3에 따라 절연 물질로 이루어져 있거나 덮여 있는 핸들의 경우, 움직이는 부분과 핸들의 전체 표면 주위에 감싼 금속 박막 사이에 표 10에 나타난 실험 전압의 1.5배와 같은 실험 전압을 인가하여 절연 실험은 수행된다. 이 실험동안 틀은 접지되거나 다른 회로에 연결되어서는 안된다.

### 8.2.2.4 적용과 실험 전압의 값

실험 전압은 적용된다.

- 1) 모든 사용 부분과 조립품의 상호 연결된 노출 전도 부분 사이에;
- 2) 각 극과 이 실험 동안 조립품의 상호 연결된 노출 전도 부분에 연결된 모든 다른 극 사이에.

적용하는 순간에 실험 전압은 이 부속항에 주어진 값의 50 %를 초과하지 않는다. 몇 초 내에 이 부속항에 명시된 전체 값까지 점차적으로 증가하고 이는 5초 동안 유지된다. 교류 전력 전원은 누설 전류와 관계없이 실험 전압을 유지하기 위해 충분한 전력을 가지고 있다. 실험 전압은 실제적으로 정형파이고 45 Hz와 62 Hz 사이의 주파수를 갖는다.

실험 전압의 값은 다음과 같다.

8.2.2.4.1 아래의 8.2.2.4.2에 포함되지 않은 주 회로와 보조 회로의 경우 값은 표 10에 따른다.

표 10

정격 절연 전압 $U_i$ (선간 전압) $V$	절연 시험 전압 교류 실효치 $V$
$U_i \leq 60$	1000
$60 < U_i \leq 300$	2000
$300 < U_i \leq 690$	2500
$690 < U_i \leq 800$	3000
$800 < U_i \leq 1000$	3500
$1000 < U_i \leq 1500$	3500
* 직류의 경우만	

8.2.2.4.2 주 회로로부터 직접 공급이 부적절하여 제조자에 의해 지시되는 보조 회로의 경우, 값은 표 11에 따른다.

표 11

정격 절연 전압 $U_i$ (선간 전압) $V$	절연 시험 전압 교류 실효치 $V$
$U_i \leq 12$	250
$12 < U_i \leq 60$	500
$U_i \leq 60$	최소값이 1500인 $2 U_i + 1000$

### 8.2.2.5 결과

펄스나 섬락이 없다면 시험은 통과되는 것으로 간주한다.

### 8.2.2.6 임펄스 전압 저항 시험

#### 8.2.2.6.1 일반 조건

시험된 조립품은 제조자의 지시사항과 6.1에 명시된 대기 조건에 따라 정상 동작처럼 자신의 받침대 또는 동등한 받침대 위에 완전하게 설치된다.

절연 물질로 된 작동기와 추가 내용물 없이 사용된 설비의 전체 비금속 내용물은 틀 또는 설치판에 연결된 금속막에 의해 덮여 있다. 박막은 기준 시험 지시물에 닿을 수 있는 모든 표면에 적용된다.(IEC 60529의 시험 시도 B)

#### 8.2.2.6.2 시험 전압

실험 전압은 7.1.2.3.2와 7.1.2.3.3에 명시되어 있다.

제조자의 동의로 실험은 표 13에 주어진 전력 주파수 또는 직류 전압을 이용하여 행해진다. 실험 동안 서지 피뢰기의 분리는 서지 피뢰기의 특성을 알고 있다면 허용된다. 그러나, 과전압 방지 장치와 연결된 수단은 임펄스 전압으로 우선 실험된다. 실험 전류의 에너지 용량은 과전압 방지 장치의 에너지 정격을 초과하지 않는다.

**주** 방지 장치의 정격은 적용할 때 적합해야 한다. 그와 같은 정격은 검토중이다.

- a) 1.2/50  $\mu$ s 임펄스 전압은 최소 1초간 각 극성에 대해 세 번 적용한다.
- b) 전력 주파수와 직류 전압은 교류의 경우는 세 번의 주기 동안 인가되고 직류의 경우는 각 극성에 10ms씩 인가된다.

표 14의 경우 A의 값보다 크거나 같은 공간거리는 부속서 F에 설명된 방법에 따라 측정하여 검증된다.

### 8.2.2.6.3 실험 전압의 인가

실험 전압은 다음과 같이 인가된다.:

- a) 각각의 움직이는 부분(주 회로에 연결된 제어 및 보조 회로를 포함)과 조립품의 상호 연결된 노출 전도부분 사이;
- b) 주 회로의 각각의 극점과 다른 극점 사이;
- c) 정상적으로 주 회로에 연결되지 않은 각각의 제어 및 보조 회로와
  - 주 회로 사이,
  - 다른 회로 사이,
  - 노출된 전도 부분 사이,
  - 내용물 또는 설치 받침 사이;
- d) 분리된 위치에서 회수 가능한 부분의 경우: 절연 틈에 걸쳐 적절하게 공급 측과 회수 가능한 부분 사이, 그리고 공급 단자와 부하 단자의 사이

### 8.2.2.6.4 결과

실험 동안 우연한 분열 방전은 없다.

**주1** 순간 과전압 방지 장치와 같은 목적으로 설계된 의도적인 분열 방전은 예외이다.

**주2** “분열 방전”이란 용어는 전기적 압력 하에서 절연의 장애에 관련된 현상을 말한다. 이는 전극 사이의 전압을 0 또는 거의 0으로 줄이면서 실험중인 절연체는 완전히 방전된다.

**주3** “섬광”이란 용어는 가스나 액체 유전체 내에 분열 방전이 발생할 때 사용된다.

**주4** “섬락”이란 용어는 가스나 액체 매질로 된 절연물의 표면 위로 분열 방전이 발생할 때 사용된다.

**주5** “펄크”란 용어는 분열 방전이 고체 절연체를 통과하여 발생할 때 사용된다.

**주6** 고체 유전체 안의 분열 방전은 유전체 강도의 영구적 손실을 만든다.; 액체나 가스로 된 절연체에서의 손실은 단지 순간적일 뿐이다.

### 8.2.2.7 연면 거리의 검증

상 사이, 다른 전압에서의 회로 도체 사이, 그리고 움직이고 노출 전도 부분 사이에서 최단 연면 거리는 측정된다. 물질의 종류와 오염 정도에 관해 측정된 연면 거리는 7.1.2.3.5의 조건을 따른다.

## 8.2.3 단락 회로 저항 강도의 검증

### 8.2.3.1 단락 회로 저항 강도의 검증을 면제받은 조립품의 회로

단락 회로 저항 강도의 검증은 다음의 경우에 필요하지 않다.

**8.2.3.1.1** 10 kA를 넘지 않는 정격 단시간 전류 또는 정격 조건부 단락 회로 전류를 가진 조립품

**8.2.3.1.2** 조립품의 입력 회로 단자에서 최대 허용 예상 단락 회로 전류로 17 kA를 초과하지 않는 단락 전류를 가진 전류 제한 장치에 의해 보호되는 조립품

**8.2.3.1.3** 110 V 이상의 정격 2차 전압에서는 10 kVA 이하의 정격 전력을 갖고 110 V 미만의 정격 2차 전압에서는 1.6 kVA 이하의 정격 전력을 갖으며 단락 회로 임피던스가 4 % 이상인 변압기에 연결될 조립품의 보조 회로

**8.2.3.1.4** 조립품의 조건에 유효한 유형 실험을 이미 끝낸 조립품의 모든 부품(모선, 모선 받침대, 모선의 연결, 입력과 출력 장치, 개폐장치 등)

**주** 개폐장치의 예로 IEC 60947-3에 따라 정격 조건부 단락 회로 전류를 갖는 장치이거나 IEC 60947-4-1에 따라 단락 보호 장치로 조정된 전동기 시동장치를 들 수 있다.

### 8.2.3.2 단락 회로 저항 강도가 검증된 조립품의 회로

이 부속항 8.2.3.1에 언급하지 않은 모든 회로에 적용한다.

#### 8.2.3.2.1 실험 배치

조립품 또는 부품은 정상적으로 사용할 때처럼 설치된다. 모선에 대한 실험을 제외하고 조립품의 구조 유형에 따라, 나머지 기능장치가 같은 식으로 구성되고 실험 결과에 영향을 미칠 수 없다면 단일 기능 장치를 실험하는데 충분하다.

#### 8.2.3.2.2 실험 수행 - 일반사항

실험 회로가 최대 전류 정격(정격 전류에 따른)의 퓨즈, 퓨즈 고리에 연결되어 있거나 필요한 경우 수락할 수 있는 것으로 제조자가 지시한 유형의 퓨즈, 퓨즈 고리에 연결되어 있다

면 사용된다.

조립품을 실험할 때 필요한 공급 도체와 단락 회로 연결은 단락 회로를 건디는 데 충분한 강도를 가지고 있고 추가 압력이 들어오지 않도록 배치된다.

다르게 협의되지 않는다면, 실험 회로는 조립품의 입력 단자에 연결된다. 3상 조립품은 3상 받침에 연결된다.

모든 단락 회로 저항 정격의 검증시(4.3, 4.4, 4.5, 4.6 참고) 정격 동작 전압의 1.05배의 공급 전압에서 예상 단락 회로 전류의 값은 조립품의 입력 공급원에 가능한 가깝게 설치된 무시할 만큼의 임피던스를 가진 연결에 의해 단락된 조립품에 공급 도체를 사용하는 눈금 측정 오실로그래로부터 결정된다. 오실로그래는 조립품 안에 연결된 보호 장치의 동작 순간에 측정할 수 있고 특정 시간 동안 8.2.3.2.4에 명시된 값에 근사한 전류가 일정하게 흐르는 것을 보여준다.

교류 실험의 경우, 단락 회로 실험 동안 실험 회로의 주파수는 25 %의 오차를 조건으로 한 정격 주파수와 같다.

내용물을 포함하여 동작중인 보호 도체에 연결될 설비의 모든 부분은 다음과 같이 연결된다.:

- 1) 접지된 별점이 있고 그에 따라 공급원의 중성점이나 최소 1500 A의 예상 장애 전류를 허용하는 유도 인공 중성점에 충분히 표시된 3상 4선 시스템(IEC 60038)에 사용하기 적합한 조립품;
- 2) 3상 4선 시스템뿐만 아니라 3상 3선 시스템에 사용하기 적합하고 접지에 아크와 같은 아주 작은 상 도체에 표시되는 조립품

**주** 표시와 지시 방법은 검토중이다.

7.4.3.2.2에 따르는 조립품을 제외하고 실험 회로는 장애 전류를 검출하는 확실한 장치(즉, 0.8 mm의 직경, 50 mm 이상의 길이의 구리 전선의 퓨즈)를 포함하고 있다. 가용성 요소 회로에서 예상 장애 전류는 주 2와 3에 설명한 것을 제외하고 1500 A $\pm$  10 %이다. 필요하다면 그 값으로 전류를 제한하는 저항이 사용된다.

**주1** 지름이 0.8 mm인 구리 전선은 약 반주기 동안 45 Hz와 67 Hz 사이의 주파수와 1500 A에서 녹는다.(직류의 경우 0.01초간)

**주2** 예상 장애 전류는 주1과 같은 용해 시간에 따라 더 작은 직경을 가진 구리 선으로(주4 참고) 적절한 제품 기준의 요건을 따르는 소형 설비의 경우에 1500 A 미만이다.

**주3** 인공 중성점을 가진 공급원의 경우, 더 낮은 예상 장애 전류는 주1과 같은 용해 시간에 따라 더 작은 직경을 가진 구리 선(주4 참고)으로 제조자의 동의 하에 받아들여진다.

**주4** 가용성 요소 회로에서 예상 장애 전류와 구리 전선의 직경의 관계는 표 12에 따라야 한다.

표 12 - 예상 장애 전류와 구리 전선의 직경 사이의 관계

구리 전선의 직경 mm	가용성 요소 회로에서의 예상 장애 전류 A
0.1	50
0.2	150
0.3	300
0.4	500
0.5	800
0.8	1500

### 8.2.3.2.3 주 회로의 실험

모선이 있는 조립품의 경우, 아래의 항목 a), b) 그리고 d)에 따른 실험을 적용한다.

모선이 없는 조립품의 경우, 항목 a)에 따른 실험을 적용한다.

7.5.5.1.2의 조건이 만족되지 않는 조립품의 경우, 항목 c)에 따른 실험을 추가적으로 적용한다.

a) 출력 회로가 적당한 실험을 미리 따르지 않는 요소를 포함하는 경우 다음 실험은 적용한다.

출력 회로를 실험할 때 관련 출력 단자는 잠겨 있는 단락 회로 연결을 제공받는다. 출력 회로의 보호 장치가 회로 차단기일 때 실험 회로는 IEC 60947-1의 8.3.4.1.2 b)에 따라 단락 회로 전류를 조정하기 위해 사용된 반응 장치와 병렬로 연결된 분로 저항을 포함한다.

630 A 이하의 정격 전류를 갖는 회로 차단기의 경우, 기존의 열 전류(IEC 60947-1, 표 9와 10)에 따르는 단면적을 갖는 0.75m 길이의 케이블은 실험 회로에 포함된다. 개폐장치는 정상적으로 동작할 때 사용되는 방식으로 닫히고 닫힘을 유지한다. 실험 전압은 한번만 적용하고 충분히 긴 시간동안, 어떤 경우에는 10주기(실험 전압 지속 시간)이상 출력 장치에서 단락 회로 보호 장치가 장애를 없애도록 동작한다.

b) 주 모선을 포함하는 조립품은 주 모선과 접합 부분을 포함한 입력 회로의 단락 회로 저항 강도를 증명하기 위한 추가 실험을 따른다. 단락 회로가 만들어지는 점은 공급원에 가장 가까운 점으로부터  $2 \text{ m} \pm 0.40\text{m}$ 이다. 정격 단시간 전류(4.3 참고)와 정격 침투치 저항 전류(4.4 참고)의 검증할 때 실험 전류가 정격값(8.2.3.2.4의 항목 b) 참고)을 제공하는 낮은 전압에서 실험이 수행된다면 이 거리는 증가된다. 실험된 모선의 길이가 1.6 m 미만이고 조립품이 확장되지 않게 조립품이 설계되는 경우 모선의 전체 길이는 모선

의 끝에 단락 회로를 만들어서 실험된다. 모선의 한 세트가 다른 구획(단면, 인접한 모선 사이의 거리, 미터당 받침대의 종류와 개수에 관한)으로 구성되어 있다면 위의 조건이 충족되는 한 각 구획은 개별적으로 또는 일괄적으로 실험된다.

c) 단락 회로는 출력장치의 모선 측 단자에 가능한 실제적으로 가깝게 하나의 출력 장치에 모선을 연결하는 도체 위를 잠귀 얻는다. 단락 회로 전류의 값은 주요 선의 전류값과 같다.

d) 중성 선이 있다면 접합 부분을 포함하여 가장 가까운 상 모선에 관한 단락 회로 저항 강도를 검증하기 위한 실험을 따른다. 이 상 모선에 중성 선을 연결하는 경우 8.2.3.2.3의 항목 b)의 조건을 적용한다. 제조자와 사용자 사이에 협의되지 않는다면 중성 선에 흐르는 실험 전류값은 3상 실험 동안 상 전류의 60% 이다.

#### 8.2.3.2.4 단락 회로 전류의 값과 지속 시간

a) 단락 회로 보호 장치에 의해 보호되는 조립품의 경우, 이 장치가 입력 회로에 있던지 없던지 실험 전압은 충분히 긴 시간동안, 어떤 경우에는 10 주기 이상 단락 회로 보호 장치가 장애를 없애도록 동작한다.

b) 입력 장치에 단락 회로 보호 장치와 연결되지 않은 조립품(7.5.2.1.2 참고)

모든 단락 회로 저항 정격에 대해 동적 및 열적 압력은 명시된 보호 장치의 공급 측에서 정격 단시간 전류와 같은 예상 전류, 정격 침두치 저항 전류, 정격 조건부 단락 회로 전류 또는 제조자에 의해 지시된 정격 퓨즈 단락 회로 전류로 검증된다.

최대 동작 전압에서 단시간 또는 침두치 저항 실험을 하기 어려운 실험 장소에서는 8.2.3.2.3의 항목 b), c) 그리고 d)에 따른 실험은 더 낮은 전압에서 이루어지고 이런 경우 실제 실험 전류는 정격 단시간 전류 또는 정격 침두치 저항 전류와 같다. 이는 실험 보고서에 명시되어 있다. 그러나 순간의 접촉 분리가 실험동안 보호 장치 내에서 발생한다면 실험은 최대 동작 전압에서 반복된다.

단시간 및 침두치 전류 저항 실험의 경우, 실험 동안 동작하기 쉬운 과부하 해제 장치는 작용하지 않게된다.

모든 실험은 오차 범위  $\pm 25\%$ 를 갖는 설비의 정격 주파수와 표 4에 따르는 단락 회로 전류에 적절한 역률로 실험된다.

눈금을 측정하는 동안의 전류값은 모든 상의 교류 성분의 실효치의 평균값이다. 최대 동작 전압에서 실험할 때 측정된 전류는 실제 실험 전류이다. 각 상에서 전류의 오차 범위는  $+5\%$ 와  $0\%$ 사이이고 역률의 오차 범위는  $+0.0$ 부터  $-0.05$ 까지이다. 전류는 교류 성분의 실효치가 일정하게 되는 명시 시간 동안 인가 된다.

**주1** 그러나 필요하다면 실험 제한 요건 때문에 다른 실험 시간이 허용된다.; 그런 경우에 침두치가 제조자의 동의 없이 정격 침두치 저항 전류를 초과하지 않고 단 시간 전류의 실효치가 전류가 들어온 후로 최소 0.1초 동안 적어도 하나의 상에서의 정격 값보다 작지 않다면 실험 전류는 " $I^2t = \text{일정}$ "의 수식에 따라 수정되어야 한다.

**주2** 침두치 전류 저항 실험과 단시간 전류 실험은 분리된다. 이런 경우에 침두치 전류 저항 실험에 단락회로가 인가되는 시간은  $I^2t$ 의 값이 단시간 전류 실험에 상응하는 값보다 크지 않고 3 주기 이상이 될 수 있도록 해야 한다.

조건부 및 퓨즈로 연결된 단락 회로 전류 실험 동안, 실험은 명시된 보호 장치의 공급 측에서 정격 조건부 및 퓨즈로 연결된 단락 회로 전류의 값과 같은 예상 전류의 정격 동작 전압(8.2.3.2.2 참고)의 1.05배로 수행된다. 더 낮은 전압에서의 실험은 허용되지 않는다.

#### 8.2.3.2.5 결과

실험 후에 도체는 심한 변형을 보이지 않는다. 모선의 미세한 변형은 7.1.2에 주어진 공간거리와 연면 거리를 계속 따른다면 받아들여진다. 또한 도체의 절연과 지탱하는 절연 부분은 악화된 기미를 보이지 않는다. 말하자면, 절연의 본질적인 특성은 설비의 기계적 특성과 절연 특성이 이 기준의 조건을 만족하도록 유지된다.

검출 기기는 장애 전류를 나타내지 않는다.

도체 연결에 사용된 부분은 느슨하지 않고 도체는 출력 단자로부터 분리되지 않는다.

내용물의 변형은 보호 등급이 손상되지 않고 공간거리가 명시된 값 미만의 값으로 감소되지 않는 범위까지 허용된다.

모선 회로의 뒤틀림 또는 회수 가능하거나 제거 가능한 장치의 정상적인 삽입을 손상시키는 조립품의 틀은 고장으로 간주한다.

의심이 드는 경우 조립품에 연결된 기구가 적절한 설명서에 규정되어 있는 상태인지 확인한다.

추가적으로 8.2.3.2.3 a)의 실험과 단락 회로 보호 장치에 관련된 실험 후에 실험된 설비는 적당한 단락 회로 실험에 대한 관련 기준에 규정된 이후의 실험 조건에 대한 전압 값에서 다음과 같이 8.2.2의 절연 실험을 견딜 수 있다.:

- a) 모든 사용 부분과 조립품의 틀 사이 그리고
- b) 각 극과 조립품의 틀에 연결된 모든 다른 극 사이.

위의 실험 a)와 b)가 수행된다면, 개폐장치가 닫히고 일부 퓨즈는 교체한 뒤 수행한다.

**8.2.3.2.6** PTTA의 경우, 단락 회로 저항 강도의 검증은 다음에 의해 이루어진다.:

- 8.2.3.2.1부터 8.2.3.2.5에 따른 실험;
- 또는 유사 유형 실험 배치로부터의 추론.

**주1** 유형 실험된 배치로부터 추론하는 방법의 예는 IEC61117에 주어지 있다.

**주2** 도체 강도, 사용 부분과 노출된 전도 부분 사이의 거리, 받침대 사이의 거리, 받침대의 높이와 강도 그리고 받침 위치 구조의 강도와 유형을 비교할 때 주의를 기울여야 한다.

## 8.2.4 보호 회로의 효율성 검증

### 8.2.4.1 조립품의 노출된 전도 부분과 보호 회로 사이의 효율적인 연결의 검증

조립품의 다른 노출 전도 부분이 보호 회로에 효과적으로 연결되고 입력 보호 도체와 적절한 노출 전도 부분 사이의 저항이  $0.1 \Omega$ 을 초과하지 않음이 검증된다.

저항 측정점 사이의  $0.1 \Omega$ 의 임피던스로 최소 교류 또는 직류 10 A의 전류를 이끌어 낼 수 있는 기기나 배치를 측정하는 저항을 제공하여 검증한다.

**주** 저 전류 설비가 실험에 의해 역으로 영향을 받는 경우 실험 시간을 5초로 제한하는 것이 필요하다.

**8.2.4.2** 실험에 의한 보호 회로의 단락 회로 강도의 검증(8.2.3.1에 따르는 회로에는 적용하지 않는다.)

단상 실험 공급원은 단상 입력 단자와 입력 보호 도체의 단자에 연결된다. 조립품이 각각의 보호 도체를 공급받는다면 가장 가까운 상 도체가 사용된다.

각 표본 출력 장치의 경우, 개별적인 실험은 장치의 관련 출력 상 단자와 적절한 출력 보호 도체 단자 사이에 볼트로 연결된 단락 회로에 이루어진다.

실험할 각 출력 장치는 침두치 전류의 최대값과  $I^2t$ 를 통과하는 장치 사이에 보호 장치로 공급된다. 실험은 조립품 외부에 위치한 보호 장치로 이루어진다.

실험 동안 조립품의 틀은 접지로부터 절연된다. 실험 전압은 정격 동작 전압의 단상 값과 같다. 사용된 예상 단락 전류의 값은 조립품의 3상 단락 회로 저항 실험의 예상 단락 회로 전류값의 60 %이다.

이 실험의 모든 다른 조건은 8.2.3.2와 유사하다.

### 8.2.4.3 결과

분리된 도체 또는 틀로 구성되어 있던지 없던지 간에 보호 회로의 연속성과 단락 회로 저항 강도는 크게 손상되지 않는다.

시각적 검사와 더불어 관련 출력 장치의 정격 전류 순으로 전류를 측정하여 검증한다.

**주1** 틀이 보호 도체로 사용되는 경우, 접합 부분에서의 심광과 국부적인 열은 전기적 연속성을 손상시키지 않고 인접한 가연성 부분을 연소시키지 않는다면 허용된다.

**주2** 입력 보호 도체의 단자와 관련 출력 보호 도체의 단자 사이에 실험 전후로 측정된 저항의 비교는 이 조건에 부합하는지 보여준다.

### 8.2.5 공간거리와 연면 거리의 검증

공간거리와 연면 거리가 7.1.2에 명시된 값에 따르는지 검증된다.

필요하다면 이 공간거리와 연면 거리는 단락 회로의 경우 가능한 변화를 포함하여 내용물의 부분이나 칸막이의 가능한 변형을 고려한 측정으로 검증된다.

조립품이 회수 가능한 부분을 포함하고 있다면 실험 위치(2.2.9 참고)와 분리된 위치(2.2.10 참고)에서 공간거리와 연면 거리가 따르는지 검증할 필요가 있다.

### 8.2.6 기계적 동작의 검증

이 기계적 동작이 설치에 의해 손상되지 않는다면 적절한 설명에 따라 미리 유형 실험된 조립품의 기기에 이 유형 실험은 수행되지 않는다.

유형 실험이 필요한 부분의 경우, 만족할 만한 기계적 동작은 조립품 내에 설치를 하고 나서 검증된다. 동작 주기의 수는 50이다.

**주** 회수 가능한 기능 장치의 경우, 주기는 연결 위치에서 분리 위치까지 그리고 다시 연결 위치까지이다.

동시에 이 움직임에 관련된 기계적 연동 장치의 동작이 검사된다. 기구, 연동 장치 등의 동작 조건이 손상되지 않고 동작에 요구되는 작동력이 실제로 실험 전과 같다면 이 실험은 통과하는 것으로 간주한다.

### 8.2.7 보호 등급의 검증

7.2.1과 7.7에 따라 주어지는 보호 등급은 IEC 60529에 따라 검증되고 필요하다면 조립품의 특별 유형에 맞추기 위한 적응성과 제작 과정에 따라 검증된다. 실험 후에 물의 유입으로 즉시 내용물 내에 물이 쉽게 보인다면 절연 특성은 8.2.2에 따른 실험으로 검증된다. IP4X 실험 중의 내용물의 받침대 유형뿐만 아니라 IP3X와 IP4X의 실험 기기는 실험 보고서에 설명된다.

IP5X의 보호 등급을 갖는 조립품은 IEC 60529의 13.4의 범위 2에 따라 실험된다.

IP6X의 보호 등급을 갖는 조립품은 IEC 60529의 13.4의 범위 1에 따라 실험된다.

### 8.2.8 EMC 실험

7.10.2 a)와 b)의 조건을 만족하지 않은 조립품이나 부속품은 적용할 수 있다면 다음 실험을 따른다.

### 8.2.8.1 면제 실험

면제는 다음 실험에 의해 검증되어야 한다.:

실험 유형	요구되는 실험 수치 <sup>1)</sup>
1.2/50 $\mu$ s - 8/20 $\mu$ s 서지 IEC 61000-4-5	2 kV(선에서 접지까지) 1 kV(선에서 선까지)
빠른 순간 파열 IEC 61000-4-4	2 kV
전자기장 IEC 61000-4-3	10 V/m
정전기 방전 IEC 61000-4-2	8 kV/공기 방전

### 8.2.8.2 방출 실험

방출 범위는 다음 기준에 따라 검증된다.:

- 환경 1의 경우 CISPR 11 B종
- 환경 2의 경우 CISPR 11 A종

## 8.3 정규 실험

### 8.3.1 전선의 검사를 포함한 조립품의 검사 그리고 필요하다면 전기적 동작 실험

기계적 작동 요소, 연동 장치, 잠금 장치 등의 효율성은 검사된다. 도체와 케이블은 적당하게 놓였는지 기기는 적당히 설치되었는지 확인한다. 규정된 보호 등급, 연면 거리와 공간거리가 유지되는지 눈으로 확인하는 과정 역시 필요하다.

연결, 특히 꼬여 있고 잠겨 있는 연결은 가능한 임의의 실험으로 적당한 접촉을 확인한다.

-----  
<sup>1)</sup> 이는 IEC 61000-4에서 레벨 3과 관련이 있다.

더욱이 5.1과 5.2에 명시된 정보와 표시가 완전하고 조립품이 이에 관련되는지 검증된다. 추가하여 제조자에게 주어지는 회로와 전선 그림, 기술적 자료에 조립품이 부합하는지 확인한다.

조립품의 복잡성에 따라 전선을 검사하고 전기적 기능 실험을 수행하는 것이 필요하다. 실험 과정과 실험의 수는 조립품이 복잡한 연동 장치, 연속 제어 시설 등을 포함하는지 알아보는지에 달려 있다.

어떤 경우에는 조립품이 동작하려 하는 위치에 설치될 때 이 실험을 수행 또는 반복할 필요가 있다. 이런 경우 특별한 협의가 제조자와 사용자 사이에 이루어진다.

### 8.3.2 절연 실험

실험은 이루어진다.

- 제조자가 정격 임펄스 저항 전압  $U_{imp}$ (4.1.3 참고)의 값을 제시한다면 8.3.2.1과 8.3.2.2의 항목 b)에 따라;
- 다른 경우에 8.3.2.1과 8.3.2.2의 항목 a)에 따라;

이 실험들은 절연저항이 8.2.2.1 또는 8.3.4에 따라 검증되는 PTTA위에 수행될 필요가 없다. 이 실험은 미리 전기적 기능 실험(8.3.1 참고)이 보조 회로에 설계된 정격 전압에서 이루어진다면 16 A를 초과하지 않는 정격을 가진 단락 회로 보호 장치에 의해 보호되는 TTA와 PTTA의 보조 회로에 수행될 필요가 없다.

#### 8.3.2.1 일반사항

조립품의 모든 전기 설비는 관련 설명에 따라 더 낮은 실험 전압으로 설계된 기구를 제외하고 실험 동안 연결된다.; 실험 전압의 적용이 전류의 흐름을 유발하는 전류 소비 기구(즉, 권선, 측정 설비)는 분리된다. 모든 단자가 분리되어 있는 경우에 전체 실험 전압을 견디도록 설계되어 있지 않다면 이 기구들은 이 단자들 중의 하나에서 분리된다.

사용 부분과 노출된 전도 부분 사이에 설치된 간섭 방해 콘덴서는 분리되지 않고 실험 전압을 견딜 수 있다.

#### 8.3.2.2 실험 전압의 적용과 시간과 값

- a) 8.2.2.4에 따르는 실험 전압은 1초간 인가된다. 교류 전원은 모든 누설 전류에 상관 없이 실험 전압을 유지하기 위해 충분한 전력을 가지고 있다. 실험 전압은 실제로 정형파이고 45 Hz와 62 Hz 사이이다.

실험된 주 회로 또는 보조 회로에 포함된 설비가 이미 절연 실험을 받았다면 실험 전압은 8.2.2.4에 제시한 값의 85 %로 감소한다.

실험 동안:

- 모든 개폐장치가 닫혀 있거나
- 실험 전압이 회로 전 부분에 연속적으로 공급된다.

실험 전압은 사용 부분과 조립품의 전도 구조 부분 사이에 인가된다.

- b) 실험은 8.2.2.6.2와 8.2.2.6.3에 따라 수행된다. 만약 IEC 기준에 따라 더 낮은 실험 전압으로 정규 실험된 회로에서 요소가 연결되어 있다면 더 낮은 전압이 실험 동안 사용된

다. 그러나 실험 절연은 정격 저항 임펄스 전압(크기 보정 인자 없이)의 30 % 이상 또는 정격 전압 절연의 두 배 중 더 큰 값이다.

### 8.3.2.3 결과

실험은 펄스나 섬락이 없다면 통과하는 것으로 간주한다.

### 8.3.3 보호 측정과 보호 회로의 전기적 연속성의 검사

직접 및 간접 접촉에 대한 보호에 관한 보호 측정(7.4.2와 7.4.3 참고)은 확인된다.

보호 회로는 7.4.3.1.5에 규정된 측정을 따르는지 조사하여 확인한다. 특히 꼬여 있고 잠겨 있는 연결은 가능한 임의의 실험에 의해 적당한 접촉을 확인한다.

### 8.3.4 절연 저항의 검증

8.2.2 또는 8.3.2에 따라 절연 실험을 수행하지 않은 PTTA의 경우, 최소 500 V의 전압에서 절연 측정 기기를 사용한 절연 측정이 수행된다.

이런 경우 회로와 노출된 전도 부분 사이의 절연 저항은 이 회로의 접지에서 미소 전압으로 언급된 회로 당 최소 1000  $\Omega/V$ 이다.

예외적으로 특정 조건에 따라 실험 전압을 인가하거나 완전 실험 전압으로 설계되지 않은 전류 소비 기구(예, 권선, 측정도구)는 적당하게 분리된다는 항목이 있다.

표 13 - 임펄스, 전력 주파수와 직류 실험에 대한 절연 저항 전압

정격 임펄스 저항 전압 $U_{imp}$ kV	실험 전압과 관련 고도									
	$U_{1.2/50}$ , 교류 첩두치와 직류 kV					AC 실효치 kV				
	해발	200m	500m	1000m	2000m	해발	200m	500m	1000m	2000m
0.33	0.36	0.36	0.35	0.34	0.33	0.25	0.25	0.25	0.25	0.23
0.5	0.54	0.54	0.53	0.52	0.5	0.38	0.38	0.38	0.37	0.36
0.8	0.95	0.9	0.9	0.85	0.8	0.67	0.64	0.64	0.60	0.57
1.5	1.8	1.7	1.7	1.6	1.5	1.3	1.2	1.2	1.1	1.06
2.5	2.9	2.8	2.8	2.7	2.5	2.1	2.0	2.0	1.9	1.77
4	4.9	4.8	4.7	4.4	4	3.5	3.4	3.3	3.1	2.83
6	7.4	7.2	7	6.7	6	5.3	5.1	5.0	4.75	4.24
8	9.8	9.6	9.3	9	8	7.0	6.8	6.6	6.4	5.66
12	14.8	14.5	14	13.3	12	10.5	10.3	10.0	9.5	8.48

**주1** 이 표는 임펄스, 직류 그리고 첩두치 교류 저항 전압값이 같은 경우 동종 분야, 경우 B의 특성을 사용한다.

**주2** 공간거리가 경우 A와 경우 B의 상태 사이에 있는 경우, 이 표의 교류 및 직류 값은 임펄스 전압보다 더 엄밀하다.

**주3** 전력 주파수 전압 실험은 제조자의 동의를 따른다.(8.2.2.6.2 참고)

표 14 - 공기 중의 최소 공간거리

정격 임펄스 저항 전압 $U_{imp}$ kV	최소 공간거리 mm							
	경우 A 이종 분야 (2.9.16 참고)				경우 B 동종 분야, 이상적인 상태 (2.9.15 참고)			
	오염도				오염도			
	1	2	3	4	1	2	3	4
0.33	0.01	0.2	0.8	1.6	0.01	0.2	0.8	1.6
0.5	0.04				0.04			
0.8	0.1	0.3			0.6			
1.5	0.5	0.6	1.2					
2.5	1.5	1.5	1.5	3	1.2	1.2	1.2	2
4	3	3	3	5.5	2	2	2	3
6	5.5	5.5	5.5	8	3	3	3	3
8	8	8	8	14	4.5	4.5	4.5	4.5
12	14	14	14					

주 해발 2000 m 위에서의 정상 대기압과 기압계의 압력 80 kPa이 같다면 공기중의 최소 공간거리의 값은 1.2/50  $\mu s$  임펄스 전압을 기본으로 한다.

표 15 - 절연에 적합한 설비의 개방 접촉부에 걸린 실험 전압

정격 임펄스 저항 전압 $U_{imp}$ kV	실험 전압과 관련 고도									
	$U_{1.2/50}$ , 교류 침두치와 직류 kV					AC 실효치 kV				
	해발	200m	500m	1000m	2000m	해발	200m	500m	1000m	2000m
0.33	1.8	1.7	1.7	1.6	1.5	1.3	1.2	1.2	1.1	1.06
0.5	1.8	1.7	1.7	1.6	1.5	1.3	1.2	1.2	1.1	1.06
0.8	1.8	1.7	1.7	1.6	1.5	1.3	1.2	1.2	1.1	1.06
1.5	2.3	2.3	2.2	2.2	2	1.6	1.6	1.55	1.55	1.42
2.5	3.5	3.5	3.4	3.2	3	2.47	2.47	2.4	2.26	2.12
4	6.2	6	5.8	5.6	5	4.38	4.24	4.10	3.96	3.54
6	9.8	9.6	9.3	9	8	7.0	6.8	6.60	6.40	5.66
8	12.3	12.1	11.7	11.1	10	8.7	8.55	8.27	7.85	7.07
12	18.5	18.1	17.5	16.7	15	13.1	12.80	12.37	11.80	10.6

주1 공간거리가 경우 A와 경우 B의 상태 사이에 있는 경우(표 14참고), 이 표의 교류 및 직류 값은 임펄스 전압보다 더 엄밀하다.

주2 전력 주파수 전압 실험은 제조자의 동의를 따른다.(8.2.2.6.2 참고)

표 16 - 최소 연면 거리

설비의 정격 절연 전압 또는 동작 전압 교류 실효치 또는 직류 V <sup>5)</sup>	장시간의 압력을 받은 설비의 연면 거리 mm														
	오염도 1			오염도 2				오염도 3				오염도 4			4)
	1 <sup>6)</sup>	2 <sup>6)</sup>	1	2				3				4			
	물질 군			물질 군				물질 군				물질 군			
2)	3)	2)	I <sup>1)</sup>	II	IIIa	IIIb	I	II	IIIa	IIIb	I	II	IIIa	IIIb	
10	0.025	0.04	0.08	0.4	0.4	0.4		1	1	1		1.6	1.6	1.6	
12.5	0.025	0.04	0.09	0.42	0.42	0.42		1.5	1.05	1.05		1.6	1.6	1.6	
16	0.025	0.04	0.1	0.45	0.45	0.45		1.1	1.1	1.1		1.6	1.6	1.6	
20	0.025	0.04	0.11	0.48	0.48	0.48		1.2	1.2	1.2		1.6	1.6	1.6	
25	0.025	0.04	0.125	0.5	0.5	0.5		1.25	1.25	1.25		1.7	1.7	1.7	
32	0.025	0.04	0.14	0.53	0.53	0.53		1.3	1.3	1.3		1.8	1.8	1.8	
40	0.025	0.04	0.16	0.56	0.8	1.1		1.4	1.6	1.8		1.9	2.4	3	
50	0.025	0.04	0.18	0.6	0.85	1.2		1.5	1.7	1.9		2	2.5	3.2	
63	0.04	0.063	0.2	0.63	0.9	1.25		1.6	1.8	2		2.1	2.6	3.4	
80	0.063	0.1	0.22	0.67	0.95	1.3		1.7	1.9	2.1		2.2	2.8	3.6	
100	0.1	0.16	0.25	0.71	1	1.4		1.8	2	2.2		2.3	3.0	3.8	
125	0.16	0.25	0.28	0.75	1.5	1.5		1.9	2.1	2.4		2.5	3.2	4	
160	0.25	0.4	0.32	0.8	1.1	1.6		2	2.2	2.5		3.2	4	5	
200	0.4	0.63	0.42	1	1.4	2		2.5	2.8	3.2		4	5	6.3	
250	0.56	1	0.56	1.25	1.8	2.5		3.2	3.6	4		5	6.3	8	
320	0.75	1.6	0.75	1.6	2.2	3.2		4	4.5	5		6.3	8	10	
400	1	2	1	2	2.8	4		5	5.6	6.3		8	10	12.5	
500	1.3	2.5	1.3	2.5	3.6	5		6.3	7.1	8.0		10	12.5	16	
630	1.8	3.2	1.8	3.2	4.5	6.3		8	9	10		12.5	16	20	
800	2.4	4	2.4	4	5.6	8		10	11	12.5		16	20	25	
1000	3.2	5	3.2	5	7.1	10		12.5	14	16		20	25	32	
1250			4.2	6.3	9	12.5		16	18	20		25	32	40	
1600			5.6	8	11	16		20	22	25		32	40	50	
2000			7.5	10	14	20		25	28	32		40	50	63	
2500			10	12.5	18	25		32	36	40		50	63	80	
3200			12.5	16	22	32		40	45	50	4)	63	80	100	
4000			16	20	28	40		50	56	63		80	100	125	
5000			20	25	36	50		63	71	80		100	125	160	
6300			25	32	45	63		80	90	100		125	160	200	
8000			32	40	56	80		100	110	125		160	200	250	
10000			40	50	71	100		125	140	160		200	250	320	

1) IEC 60664-1의 2.4에 기인하여 흠이 생길 가능성이 줄어드는 물질 군 I 또는 II, IIIa, IIIb  
2) 물질 군 I, II, IIIa 그리고 IIIb  
3) 물질 군 I, II, IIIa  
4) 이 영역에서 연면 거리의 값은 성립되지 않는다. 물질 군 IIIb는 일반적으로 630 V 이상의 오염도 3과 오염도 4에서 사용되지 않도록 권한다.  
5) 예외로 정격 절연 전압 127, 208, 415, 440, 660/690 그리고 830 V의 경우 더 낮은 값 125, 200, 400, 630 그리고 800 V에 관한 연면 거리가 사용된다.  
6) 이 두 행에 주어진 값은 인쇄된 전선 물질의 연면 거리에 적용한다.

**주1** 흠이나 부식은 32 V와 그 이하의 작동 전압에 걸린 절연체에서 발생하지 않는 것으로 인정된다. 그러나 전해질 침식의 가능성은 고려되어야만하고 이런 이유로 최소 연면 거리가 명시된다.

**주2** 전압값은 R10 시리즈에 따라 선택된다.

부속서 A

(표준)

연결에 적합한 구리 도체의 최소 및 최대 단면  
(7.1.3.2 참고)

다음의 표는 단자 당 하나의 구리 케이블을 연결할 때 적용한다.

표 A.1

정격 전류	고체 또는 꼬아놓은 도체		유동적인 도체	
	단면		단면	
	최소	최대	최소	최대
A	mm <sup>2</sup>		mm <sup>2</sup>	
6	0.75	1.5	0.5	1.5
8	1	2.5	0.75	2.5
10	1	2.5	0.75	2.5
12	1	2.5	0.75	2.5
16	1.5	4.	1	4
20	1.5	6	1	4
25	2.5	6	1.5	4
32	2.5	10	1.5	6
40	4	16	2.5	10
63	6	25	6	16
80	10	35	10	25
100	16	50	16	35
125	25	70	25	50
160	35	95	35	70
200	50	120	50	95
250	70	150	70	120
315	95	240	95	185

**주1** 외부 도체가 내부 기구에 직접적으로 연결된다면 관련 설명에 지시된 단면은 유효하다.

**주2** 표에 설명된 것 이외에 도체에 제공될 필요가 있는 경우, 특별한 협의가 제조자와 사용자 사이에 이루어진다.

**부속서 B**  
**(표준)**

**단시간의 전류로 인한 열 압력에 관련된 보호 도체의 단면적 계산법**  
(더 자세한 정보는 IEC 60364-5-54에서 찾을 수 있다.)

다음의 수식은 0.2초에서 5초까지의 차례대로 흐르는 전류로 인한 열 압력을 견디기 위해 필요한 보호 도체의 단면을 계산하는 데 사용된다.

$$S_p = \frac{\sqrt{I^2 t}}{k}$$

$S_p$ 는 mm<sup>2</sup>로 표시되는 단면적이다.

$I$ 는 보호 장치를 통과할 수 있는 무시할 만큼의 임피던스의 장애 동안 교류 장애 전류의 값(실효치)이며 A 로 표시된다.;

$t$ 는 분리 장치의 동작 시간이고 초로 표시된다.;

**주** 회로 임피던스의 전류 제한 영향과 보호 장치의 제한 능력(줄 적분)을 고려한다.

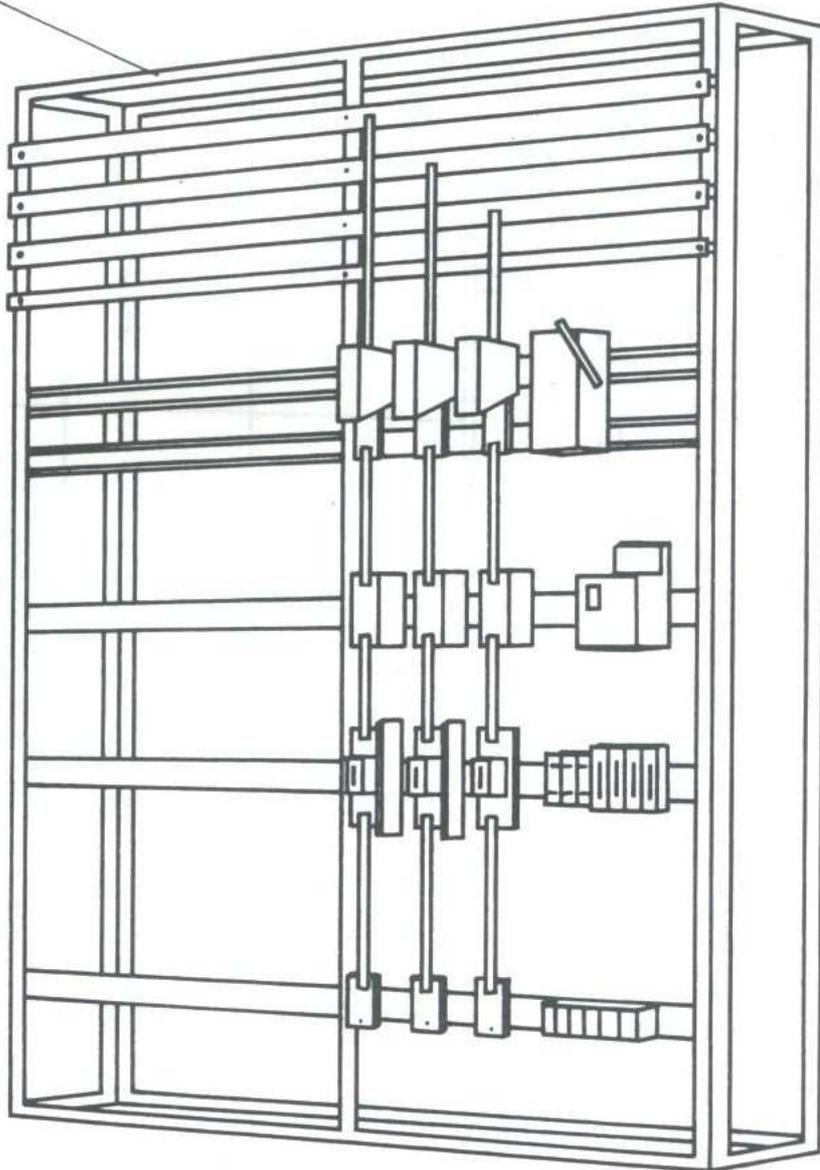
$k$ 는 보호 도체의 물질, 절연체와 다른 부분 그리고 처음과 끝의 온도에 의존하는 인수이다.

**표 B.1 - 케이블에 연결하지 않은 절연 보호 도체 또는  
케이블 외피와 접촉하는 노출된 보호 도체의 k 값**

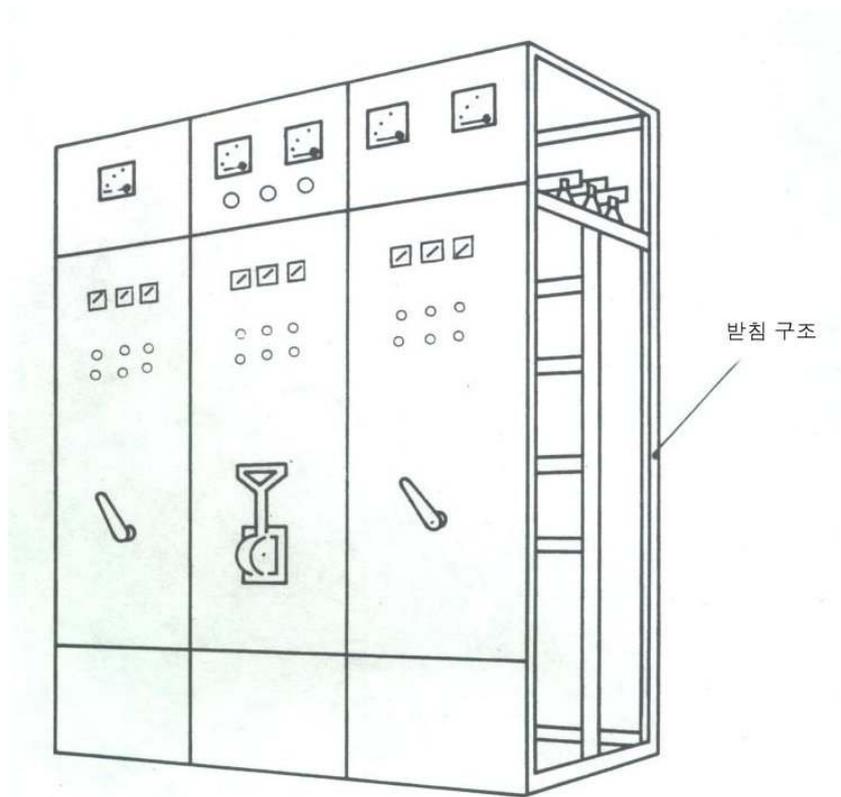
	보호 도체 또는 케이블 외피의 절연		
	PVC	XLPE EPR 노출된 도체	부틸 고무
최종 온도	160 °C	250 °C	220 °C
	인수 k		
도체 물질:			
구리	143	176	166
알루미늄	95	116	110
철	52	64	60
<b>주</b> 도체의 처음 온도는 30 °C로 가정한다.			

부속서 C  
(정보)  
조립품의 전형적인 예

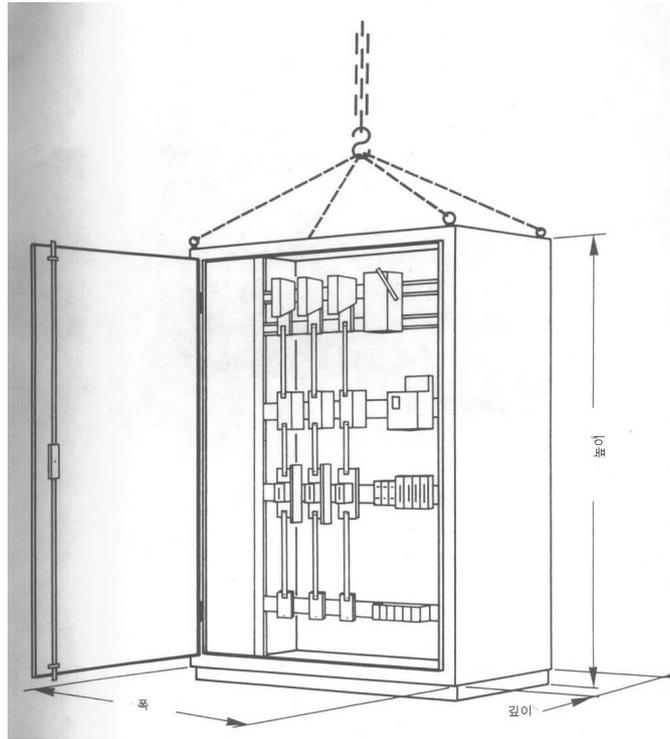
받침 구조



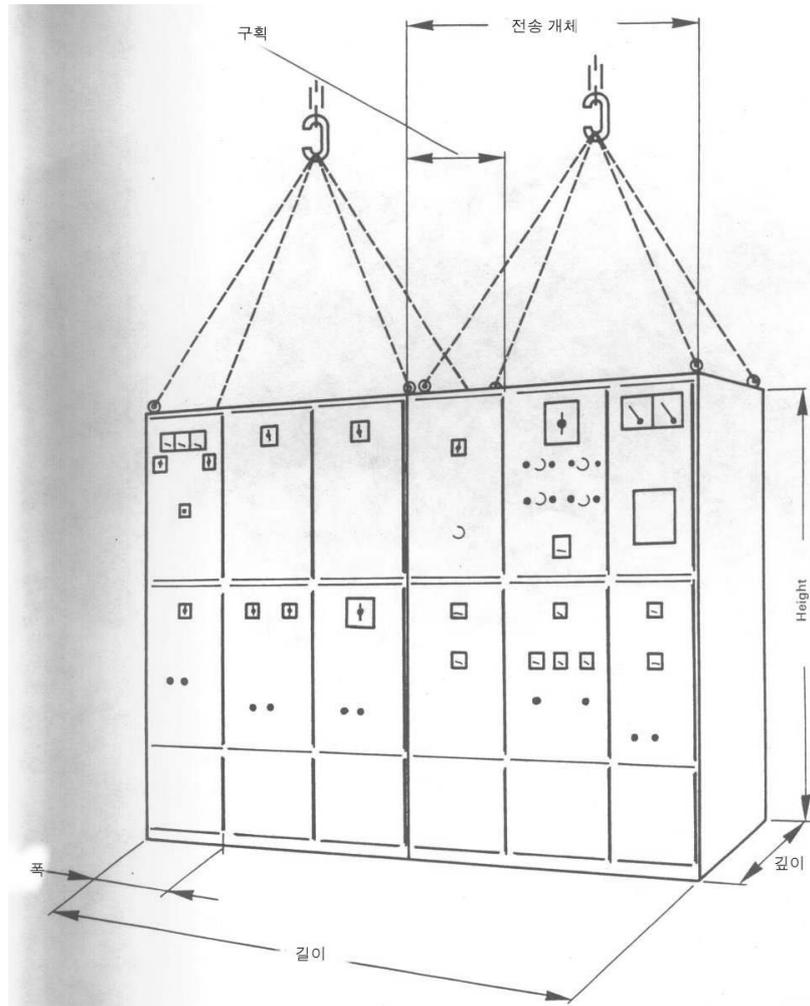
그림C.1 개방형 조립품 (2.3.1 참고)



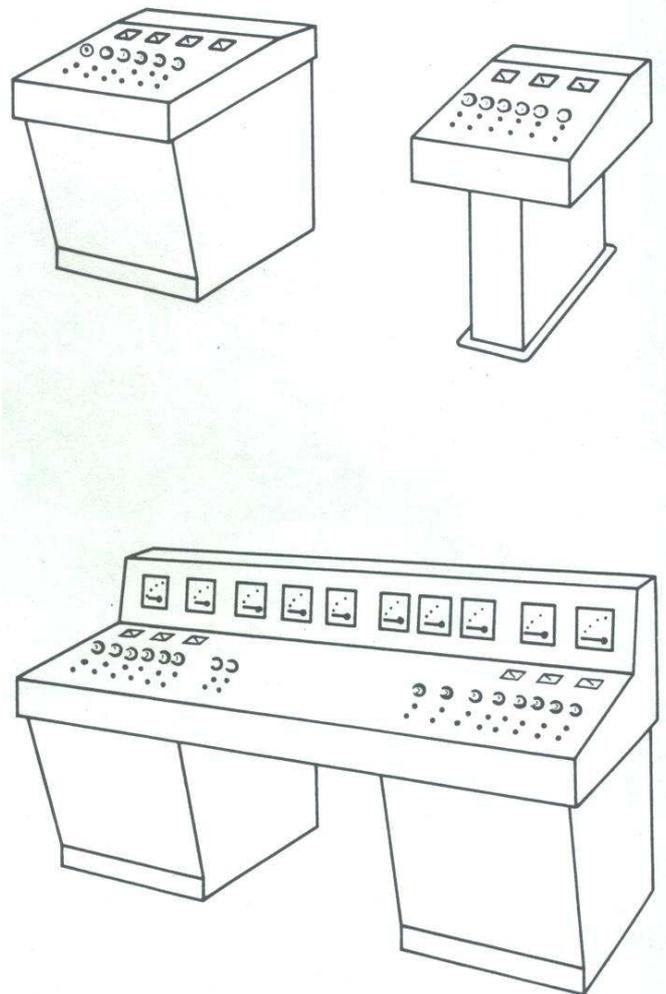
그림C.2 앞이 막힌 조립품 (2.3.2 참고)



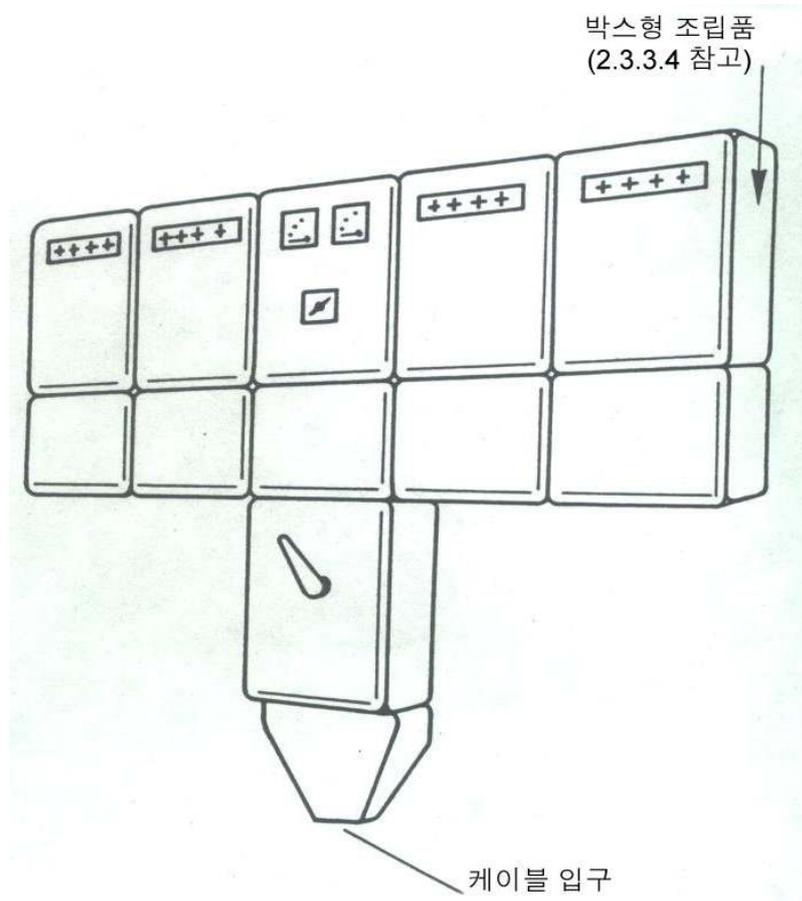
그림C.3 칸막이형 조립품 (2.3.3.1 참고)



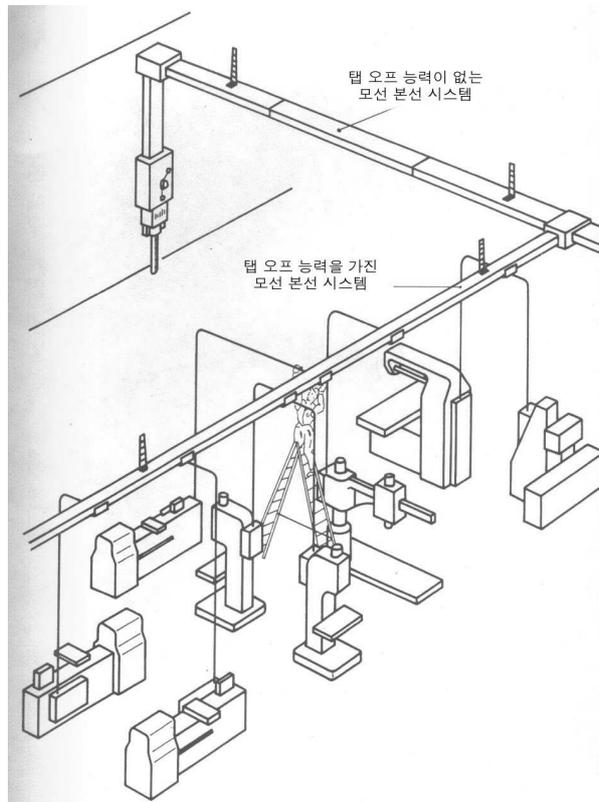
그림C.4 다수 칸막이형 조립품 (2.3.3.2 참고)



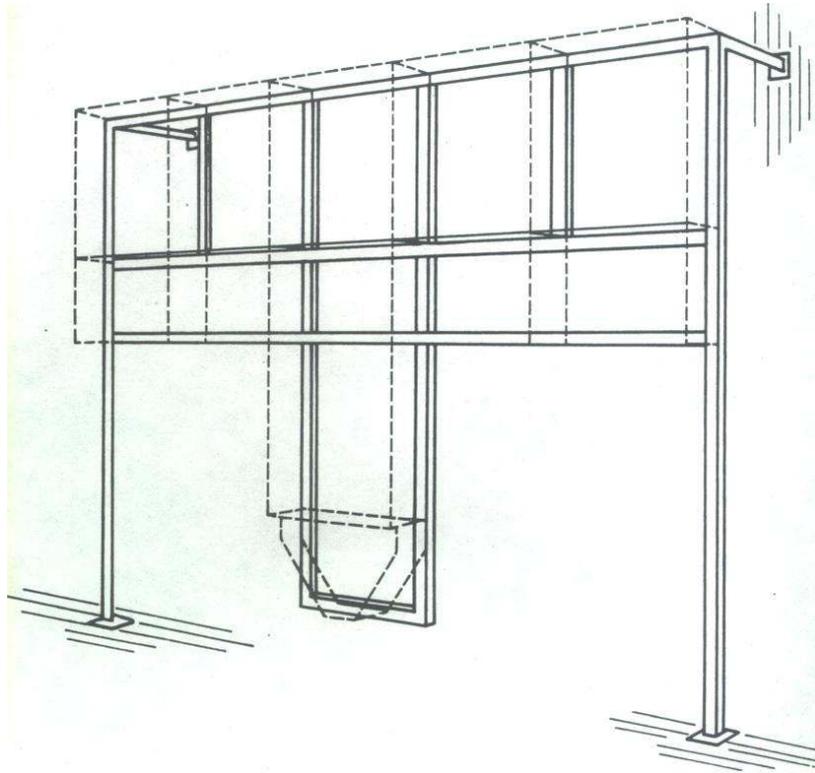
그림C.5 책상형 조립품 (2.3.3.3 참고)



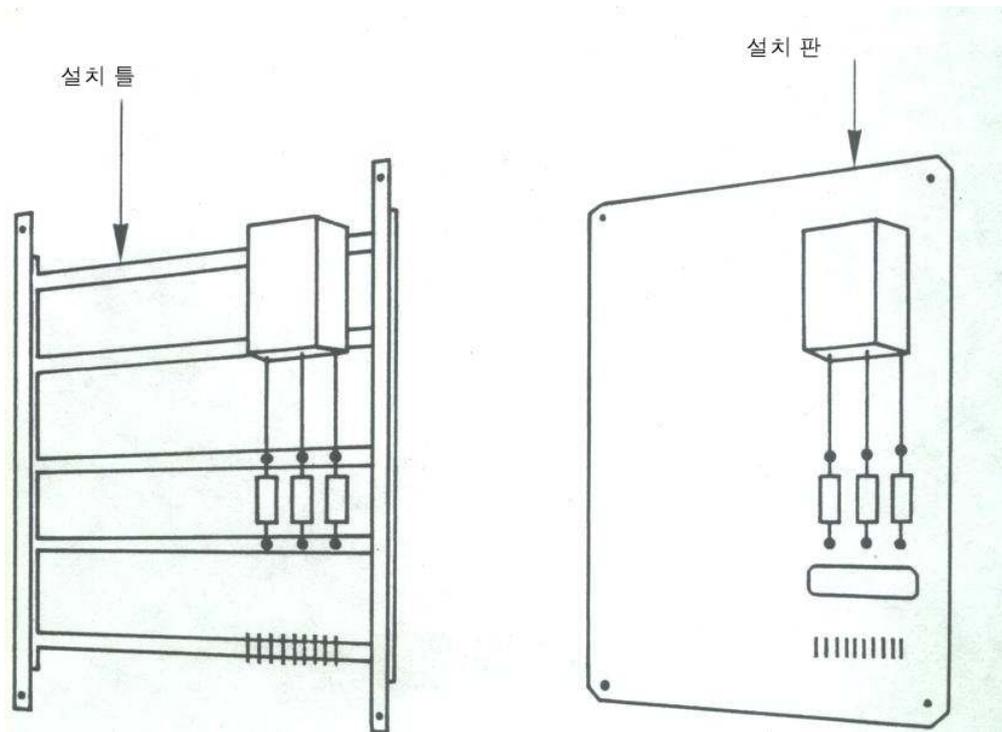
그림C.6 다수 박스형 조립품 (2.3.3.5 참고)



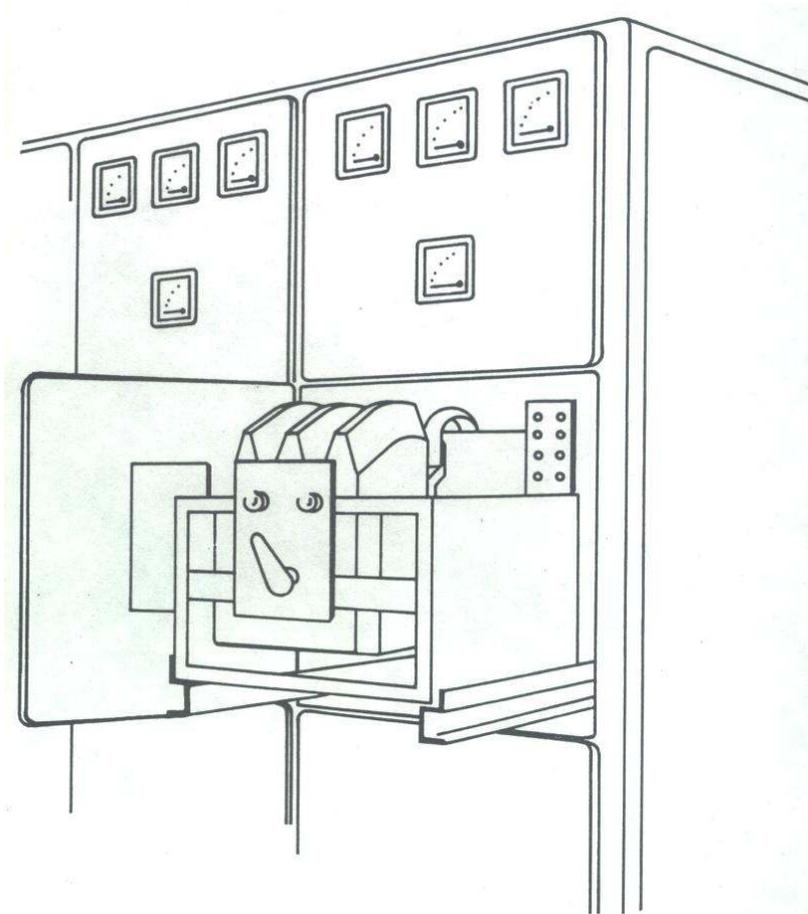
그림C.7 모션 본선 시스템 (2.3.4)



그림C.8 설치 구조(2.4.2 참고)



그림C.9 고정 부분(2.2.5, 2.4.3, 2.4.4 참고)



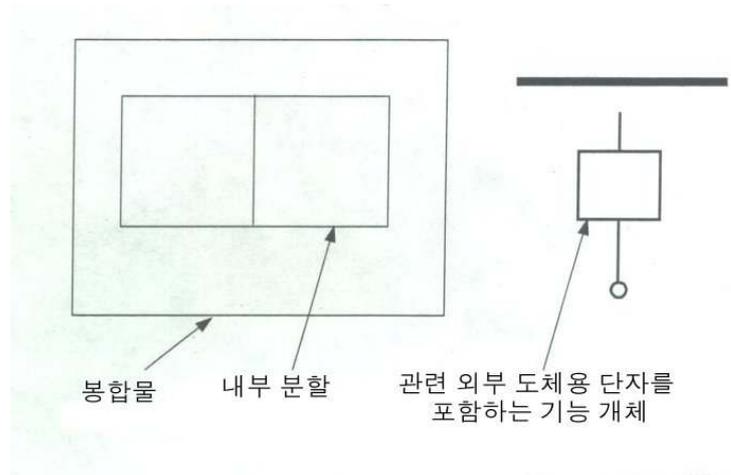
그림C.10 회수 가능한 부분(2.2.7 참고)

부속서 D  
(정보)

내부 분할의 형태 (7.7 참고)

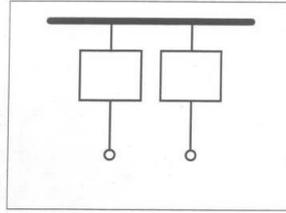
기호

분배 모선을 포함한 모선

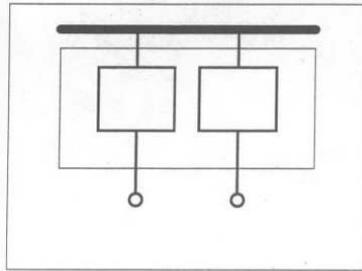


그림D.1 그림 D.2에 사용된 기호

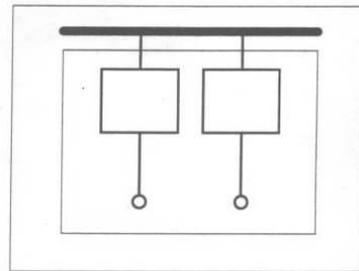
형태 1  
내부 분할이 없다.



형태 2  
기능 장치로부터의 모선 분리



형태 2a:  
모선으로부터 분리되지 않은 단자



형태 2b:  
모선으로부터 분리된 단자

그림D.2 형태 1과 2

형태 3

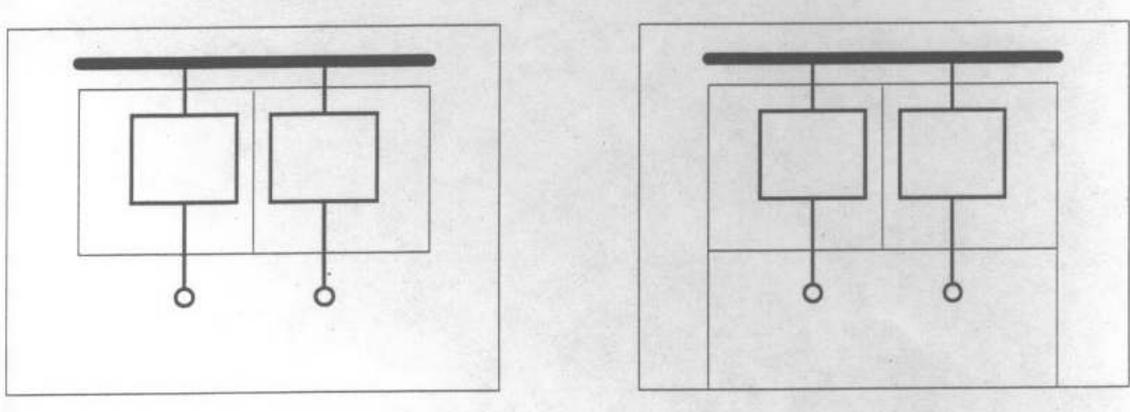
기능적인 장치로부터의 모선의 분리

+

각자로부터의 기능 장치의 분리

+

기능적인 장치로부터의 단자의 분리



기능 3a:

모선으로부터 분리되지 않은 단자

기능 3b:

모선으로부터 분리된 단자

형태 4

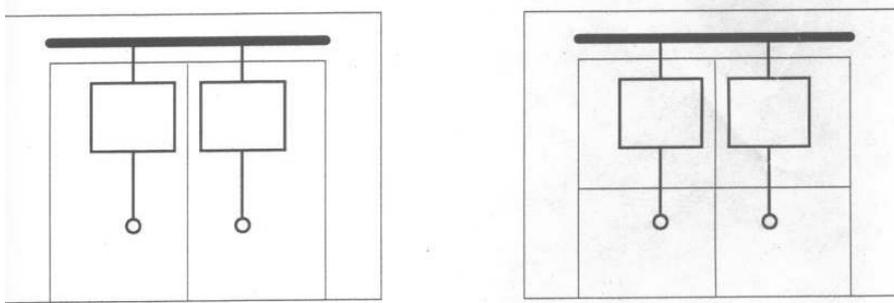
기능적인 장치로부터의 모선의 분리

+

각자로부터의 기능 장치의 분리

+

기능적인 장치로부터의 단자의 분리



관련 기능 장치로써 같은  
부분안의 단자

관련 기능 장치로써 같은 부분안에  
있지 않은 단자

**부속서 E**  
**(정보)**

**제조사와 사용자 사이의 협의에 따른 항목**

이 기준의 부속항

4.7	정격 변화 인자
6.1.1.2	(주) 북극 기후에서의 조립품 사용
6.1.3	(주) 해발 1000 m에서의 전자 설비의 사용
6.2	특별 동작 조건
6.2.10	전기적 그리고 방사된 간섭
6.3.1	전송, 보관 그리고 조립 동안의 조건
7.1.3	외부 도체용 단자
7.2.1.1	의도적인 설치시 필요한 보호 등급, 바닥에 설치하는 조립품의 경우 바닥의 보호 등급 또한 나타냄
7.4.2	직접 접촉에 대한 보호 측정의 선택
7.4.3	간접 접촉에 대한 보호 측정의 선택
7.4.6	권한자에 의한 동작 접근성
7.4.6.1	검사와 유사 동작에 대한 접근성
7.4.6.2	유지에 대한 접근성
7.4.6.3	전압 하에서의 확장에 대한 접근성
7.5.2.3	고전력 회전 기계에 대한 여러 입력 또는 출력 장치의 경우 예상 단락 회로 전류의 값
7.5.4	단락 회로 보호 장치의 조정
7.6.4.1	내부 연동장치
7.6.4.3	제거 가능하거나 회수 가능한 부분 제거 후 보호 등급
7.7	분할 형태
7.9.1	전자 설비 공급에 대한 입력 전압 변화
7.9.4 항목 b)	공급 주파수 편차
8.2.1.3.4	3150 A보다 더 큰 실험 전류에 대한 온도 상승 실험
8.2.1.6	온도 상승 실험에 대한 대기 온도
8.2.3.2.3 항목 d)	단락 회로 실험에 대한 중성 모선 전류 값
8.3.1	부지 위의 전기적 동작의 반복

**부속서 F**  
**(표준)**  
**연면 거리와 틈새의 측정\***

**F.1 기본 원리**

다음 예제 1부터 11까지에 명시된 홈의 폭 X는 기본적으로 다음과 같이 오염의 함수로 모든 예제에 적용한다.:

오염도	홈의 폭 X의 최소값
1	0.25
2	1.0
3	1.5
4	2.5

관련 틈새가 3 mm 미만이라면 최소 홈의 폭은 이 틈새의 1/3으로 줄어든다.

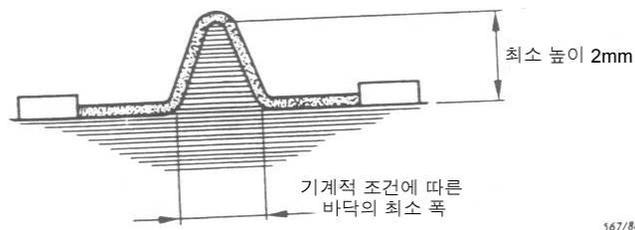
연면 거리와 틈새를 측정하는 방법은 예제 1에서 11까지 나타난다. 이 예는 갭과 홈 사이 또는 절연의 유형 사이를 구별하지 못한다.

더욱이:

- 가장 바람직하지 못한 위치로 이동되는 X mm의 절연 고리로 연결되는 구석(예제 3 참고);
- 홈의 꼭대기를 가로지르는 거리가 X mm 이상인 경우, 연면 거리는 홈의 경로를 따라 측정된다.(예제 2 참고);
- 이 부분들이 가장 바람직하지 못한 위치에 있을 때 연면 거리와 틈새는 각각에 대해 이동하는 부분 사이에 측정된다.

**F.2 불룩한 부분의 사용**

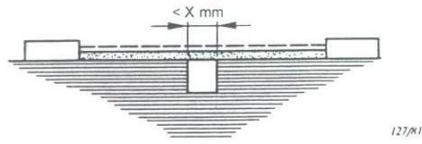
오염과 더 나은 건조 영향 때문에 불룩한 부분은 누설 전류의 형성을 감소시킨다. 그러므로 불룩한 부분의 최소 높이가 2 mm라면 연면 거리는 필요치의 0.8배로 줄어든다.



그림F.1 불룩한 부분의 측정

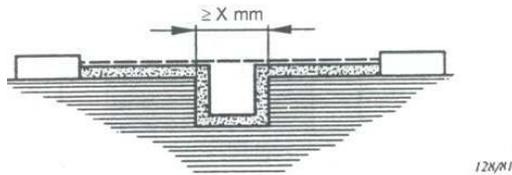
\* 이 부속서 F는 IEC 60947-1의 부속서 G와 동일하다.

예제 1



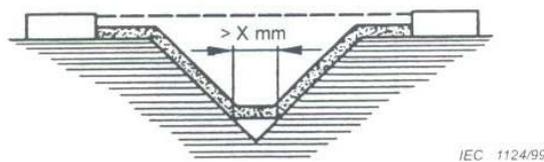
조건: 연면 거리 경로는 X mm 미만의 폭과 일정 깊이의 병렬 또는 수렴 홈을 포함한다.  
 규칙: 연면 거리와 틈새는 보이는 대로 홈을 직접 가로 질러 측정된다.

예제 2



조건: 연면 거리 경로는 X mm 이상의 폭과 일정 깊이의 병렬 또는 수렴 홈을 포함한다.  
 규칙: 틈새는 “조준선” 거리이다. 연면 거리 경로는 홈의 윤곽을 따른다.

예제 3

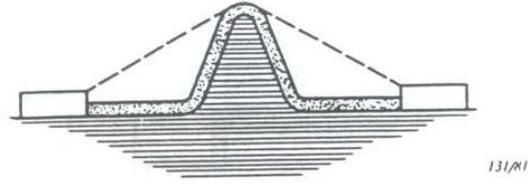


조건: 이 연면 거리 경로는 X mm 이상의 폭을 가진 V자 모형의 홈을 포함한다.  
 규칙: 틈새는 “조준선” 거리이다. 연면 거리 경로는 홈의 윤곽을 따르지만 Xmm 연결로 홈의 바닥 위에 “단선”이 있다.

----- 틈새

----- 연면 거리

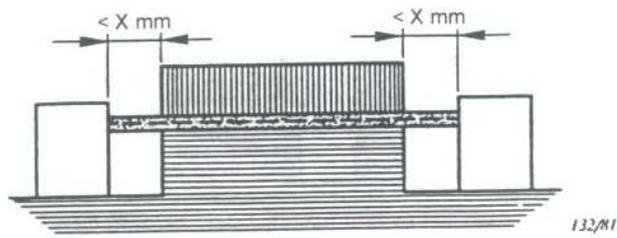
예제 4



조건: 이 연면 거리는 볼록한 부분을 포함한다.

규칙: 틈새는 볼록한 부분의 꼭대기 위로 최단 공기 경로이다. 연면 경로는 볼록한 부분의 윤곽을 따른다.

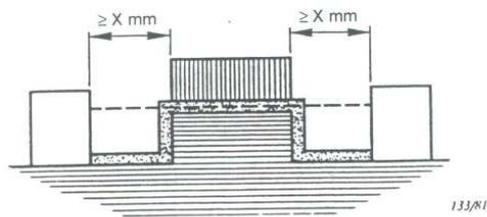
예제 5



조건: 이 연면 거리는 각 쪽에 X mm 미만의 홈으로 연속적으로 연결되는 있는 것을 포함한다.

규칙: 연면 거리와 틈새 경로는 보이는 대로 “조준선”거리이다.

예제 6



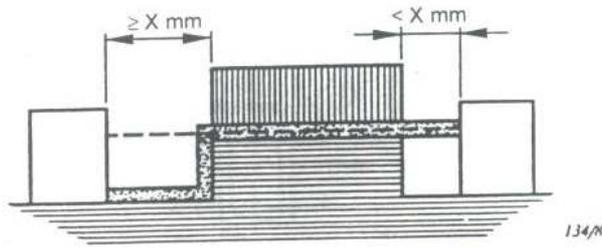
조건: 이 연면 거리는 각 쪽에 X mm 이상의 홈이 연속적으로 연결되는 있는 것을 포함한다.

규칙: 틈새는 “조준선” 거리이다. 연면 거리는 홈의 윤곽을 따른다.

--- 틈새

--- 연면 거리

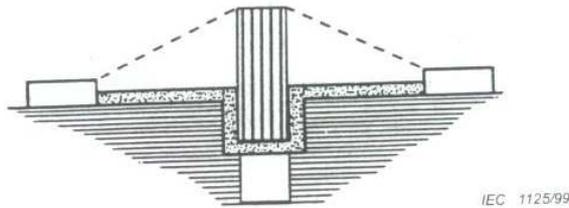
예제 7



조건: 이 연면 거리 경로는 한 쪽은 폭이 X mm 미만이고 나머지 한 쪽은 X mm 이상인 홈이 연속적으로 연결되어 있는 것을 포함한다.

규칙: 틈새와 연면 거리는 보는 것과 같다.

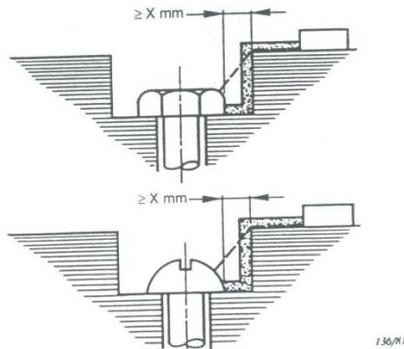
예제 8



조건: 연결된 부분을 통과한 연면 거리는 장벽을 넘은 연면 거리보다 적다.

규칙: 틈새는 장벽의 꼭대기 위의 최단 직접 공기 경로이다.

예제 9



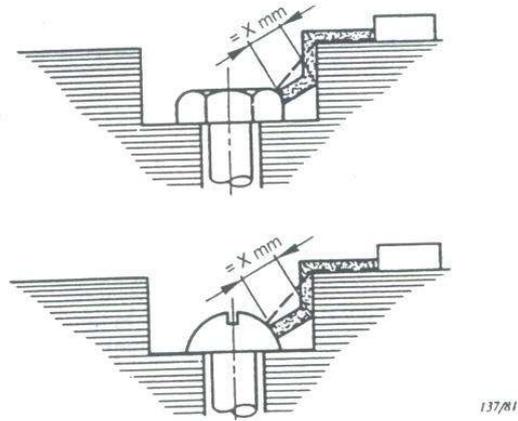
조건: 나사의 머리와 홈의 벽 사이에 거리는 고려해야 할 정도로 충분히 크다.

규칙: 틈새와 연면 거리 경로는 보는 대로이다.

----- 틈새

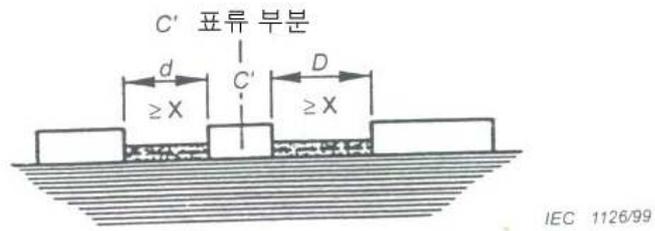
연면 거리

예제 10



조건: 나사의 머리와 흠의 벽 사이의 거리는 고려하지 않아도 될 만큼 좁다.  
 규칙: 연면 거리의 측정은 거리가 X mm와 같을 때 나사에서 벽까지이다.

예제 11



틈새는 거리  $d+D$  이다.  
 연면 거리 또한  $d+ D$  이다.

----- 틈새

----- 연면 거리

부속서 G  
(표준)

공급 시스템의 미소 전압과 설비의 정격 충격 저항 전압 사이의 상관성

서론

이 부속서는 전기적 시스템이나 부품내 회로에서 사용되는 설비의 선택에 관해 필요한 정보를 제공한다.

표 G1은 미소 공급 시스템 전압과 설비의 관련 정격 충격 저항 전압 사이의 상관성의 예를 보여준다.

표 G.1에 주어진 정격 충격 저항 전압의 값은 서지 피뢰기의 수행 특성에 근거한다. IEC 60099-1에 따른 특성에 기초한다.

표 G.1의 값에 관한 과전압의 제어는 적당한 임피던스나 케이블 피드의 존재와 같이 공급 시스템 조건에 의해 성립된다.

과전압의 제어가 서지 피뢰기 이외의 수단에 의해 성립되는 경우, 미소 공급 전압과 설비 정격 충격 저항 전압 사이의 상관성에 대한 내용은 IEC 60364-4-443에 주어져 있다.

## 참고 문헌

IEC 60364-5-537: 1981, 빌딩의 전기적 설치 -5부: 전기적 설비의 선택과 설치 - 53장: 개폐 장치와 제어 장치 - 537부: 절연 및 개폐 장치

표 6 - 회수 가능한 부분의 다른 위치에서의 전기 조건

—  
○  
—

회로	연결 방법	위치			
		연결된 위치 (2.2.8 참고)	실험 상태/위치 (2.1.9/2.2.9 참고)	분리된 위치 (2.2.10 참고)	제거된 위치 (2.2.11 참고)
입력 주 회로	입력 선 플러그와 소켓 또는 다른 연결 설비		 /	○	○
출력 주 회로	출력 선 플러그와 소켓 또는 다른 연결 설비		또는   / 1)	또는 ○ 1)	○
보조 회로	플러그와 소켓 또는 유사 연결 설비			○	○
회수 가능한 부분 안의 회로 조건	움직인다.	움직인다.	움직인다. 동작 실험시 준비되는 보조 회로	피드백이 없다면 움직이지 않는다.	○
주 회로의 출력 조립 단자의 조건	움직인다.	움직이거나 연결되지 않는다. <sup>2)</sup>	피드백이 없다면 움직이지 않는다.	피드백이 없다면 움직이지 않는다.	
7.4.4의 조건은 따른다.					
<p>접지 연속성은 7.4.3.1.5의 항목 b)에 따르고 절연 거리가 이루어질 때까지 유지된다.</p> <p>1) 설계에 따라</p> <p>2) 비상시 대기 공급원과 같은 다른 공급원으로부터 보급되는 단자에 따라</p> <p style="margin-left: 40px;">= 연결된</p> <p style="margin-left: 40px;">= 분리된(절연된)</p> <p style="margin-left: 40px;">= 열려 있으나 반드시 분리(절연)되지 않는</p>					

표 G.1 - IEC 60099-1에 따른 서지 피뢰기에 의한 과전압 보호의 경우,  
공급 시스템의 미소 전압과 설비 정격 충격 저항 전압 사이의 상관성

접지에 대한 정격 동작 전압의 최대 값 교류 실효치 또는 직류 V	공급 시스템의 미소 전압 (≤ 설비의 정격 절연 전압) V				2000 m에서 정격 충격 저항 전압(1.2/50 $\mu$ s)의 우선 값 kV			
					과전압 범위			
					IV	III	II	I
	 AC r.m.s.	 AC r.m.s.	 AC r.m.s. or d.c.	 AC r.m.s. or	설치 원 인 (동작 진행 단계) IV III II I 부하(특 리 회 구, 별 로 회 구, 보 로 회 구, 호 단 계 단 계 단 계 단 계)			
50	-	-	12.5, 24, 25 30, 42, 48	-	1.5	0.8	0.5	0.3 3
100	66/115	66	60	-	2.5	1.5	0.8	0.5
150	120/208 127/220	115, 120 127	110, 120	220-110 240-120	4	2.5	1.5	0.8
300	220/380, 230/400 240/415, 260/440 227/480	220, 230 240, 260 277	220	440-220	6	4	2.5	1.5
600	347/600, 380/660 400/690, 415/720 480/830	347, 380, 400 415, 440, 480 500, 577, 600	480	960-480	8	6	4	2.5
1000	-	660 690, 720 830, 1000	1000	-	12	8	6	4