

[별표 1-3]

KN 61000-4-4

전기적 빠른 과도현상/버스트  
내성 시험방법  
개정초안

## 목 차

1. 적용 범위 .....	3
2. 참조 규격 .....	3
3. 용어 정의 .....	3
4. 일반 사항 .....	6
5. 시험 레벨 .....	6
6. 시험 장비 .....	7
7. 시험 배치 .....	11
8. 시험 절차 .....	15
9. 시험결과의 평가 .....	17
10. 시험 보고서 .....	17
부록 A (정보) 전기적 빠른 과도현상/버스트의 정보 .....	27
부록 B (정보) 시험레벨의 선택 .....	29

## 1. 적용 범위

이 기준은 반복성 전기적 빠른 과도현상에 대한 전기, 전자 장비의 내성에 관한 것이며, 전기적 빠른 과도현상/버스트에 대한 내성 요구규격과 시험절차를 제공한다. 또한, 부가적으로 시험레벨의 범위를 정의하고 시험절차를 확립한다.

이 기준의 목적은 전기 및 전자 장비의 성능이 전원공급 포트, 신호 포트, 제어 포트에서 일어나는 전기적 빠른 과도현상/버스트의 영향을 받을 때, 그 내성 평가에 대한 일반적이고 재현 가능한 기준을 확립하는 것이다. 본 KN 61000-4 시리즈에서 문서화된 시험방법은 위에서 정의된 현상에 대한 장비나 시스템의 내성을 평가하기 위한 일관성 있는 방법을 설명하고 있다.

주1) IEC Guide 107에 설명된 바와 같이, 이 기준은 EMC 기준전문위원회가 사용하기 위한 기본 EMC 출판물이다. IEC Guide 107에서 언급한 바와 같이, EMC 기준전문위원회는 이 내성시험 기준의 적용 여부에 대한 결정에 책임이 있으며, 만약 적용한다면 적절한 시험레벨과 성능기준을 결정하는데 책임이 있다. TC-77에 해당되는 제품에 대한 특정 내성 시험값의 평가는 EMC 기준전문위원회에서 다룬다.

이 기준은 아래의 사항들을 정의한다:

- 시험전압 파형
- 시험레벨 범위
- 시험장비
- 시험장비의 유효성확인 절차
- 시험배치
- 시험절차

이 기준은 시험실에서 수행하는 시험과 설치 후 시험에 관한 규격을 제공한다.

## 2. 참조 규격

다음의 참조규격은 이 기준의 적용에 반드시 필요하다. 출판년도가 표기된 참조규격에 대해서는, 인용된 판만을 적용한다. 출판년도가 표기되지 않은 참조규격에 대해서는, 해당 참조규격의 최신판(개정판도 포함)을 적용한다.

## 3. 용어 정의

이 시험방법의 용어정의는 다음과 같다. 이 시험방법에서 규정하는 것 외의 용어는 전파법, 전파법 시행령, 전자파 장애방지 기준 및 전자파 보호 기준, 전자파적합성 관련 국제표준

및 국가표준에서 정하는 바에 따른다.

### 3.1 버스트 (Burst)

제한된 개수의 개별 펄스들의 열, 또는 제한된 시간 동안의 진동 [IEV 161-02-07]

### 3.2 교정 (Calibration)

규정된 조건 하에서, 측정 **지시값**과 **결과값** 사이에 존재하는 관련성을 표준을 기준으로 하여 평가하는 일련의 과정

주1) 이 용어는 “불확도(Uncertainty)”라는 용어와 관련이 있다.

주2) 측정 **지시값**과 **결과값** 사이의 관련성은 교정 다이어그램에 의해 이론적으로 설명할 수 있다.  
[IEV 311-01-09]

### 3.3 결합 (Coupling)

회로들 간의 상호작용으로, 한 회로에서 다른 회로로 에너지가 전달되는 현상

### 3.4 공통모드 (결합) (Common Mode (coupling))

기준 접지면에 대해서 모든 선로들이 동시에 결합하는 현상

### 3.5 결합 클램프 (Coupling clamp)

피시험회로에 방해신호를 저항성 접속 없이 공통모드 결합시키기 위한 장치로, 그 크기와 특성이 정의되어 있는 장치이다.

### 3.6 결합 회로망 (Coupling network)

한 회로에서 다른 회로로 에너지를 전달하기 위한 전기회로

### 3.7 감결합 회로망 (Decoupling network)

피시험기기가 아닌 다른 기기, 장치 또는 시스템의 영향으로 피시험기기에 인가되어진 전기적 빠른 과도현상 전압을 방지하기 위한 전기회로

### 3.8 성능저하 (Degradation)

기기, 장비 또는 시스템의 동작성능이 의도된 성능에서 벗어난 상태

주) “저하(Degradation)”라는 용어는 일시적 또는 영구적 고장을 의미할 수 있다. [IEV 161-01-19]

### 3.9 전기적 빠른 과도현상/버스트

전기적 빠른 과도현상/버스트

### 3.10 전자파적합성 (ElectroMagnetic Compatibility : EMC)

장비나 시스템이, 존재하는 전자파환경 내에서 만족스럽게 동작하며 그리고 이 환경 내의 다른 어떤 것(장비나 시스템 등)에 허용기준 이상의 전자파방해를 주지 않는 능력 [IEV 161-01-07]

### 3.11 EUT

피시험기기

### 3.12 기준 접지면 (Ground reference plane)

평평한 도전성 평면이며, 그 전위를 공통 기준전위로 사용한다. [IEV 161-04-36]

### 3.13 (방해에 대한) 내성 (Immunity (to a disturbance))

전자파방해가 존재할 때, 장치, 기기 또는 시스템이 성능저하 없이 동작할 수 있는 능력 [IEV 161-01-20]

### 3.14 포트 (Port)

외부 전자기 환경과 피시험기기 사이의 특정 접속부

### 3.15 상승시간 (Rise time)

펄스의 순시값이 10 %에 도달한 시간부터 90 %에 도달한 시간까지의 시간간격 [IEV 161-02-05, 수정판]

### 3.16 과도현상 (Transient)

관심 있는 시간척도에 비해 짧은 시간간격 동안에, 두 개의 연속적 정상상태 사이에서 변화하는 현상 또는 물리량에 관한 용어 또는 이를 지칭하는 용어 [IEV 161-02-01]

### 3.17 유효성확인 (Verification)

시험장비 시스템(예, 시험 신호발생기와 상호연결 케이블 등)을 점검하는 일련의 과정과 이

시험 시스템이 6절에 주어진 규격 내에서 동작하는지를 조사하는 일련의 과정.

주1) 유효성확인을 위해 사용된 방법은 교정에서 사용된 방법과 다를 수 있다.

주2) 6.1.2와 6.2.2의 절차는, 피시험기기에 의도된 파형을 전달시키기 위해 시험 신호발생기와 이 시험 배치를 구성하는 기타 부품들의 정확한 동작을 보증하기 위한 지침으로써 의미가 있다.

주3) 이 기본 EMC 기준의 목적에 있어서, 이 정의는 IEC 311-01-13에 주어진 정의와는 다르다.

#### 4. 일반 사항

반복성 전기적 빠른 과도현상 시험은 전기, 전자장비의 전원공급 포트, 제어포트, 신호포트에 결합된 다수의 전기적 빠른 과도현상으로 이루어진 버스트를 이용한 시험이다. 짧은 상승시간, 반복율, 낮은 과도현상 에너지가 시험에서 중요하다.

본 시험은, 스위칭 과도현상(유도성 부하의 단락, 릴레이 접점의 바운싱 등)에서 발생하는 것과 같은 여러 유형의 과도 방해를 받는 전기, 전자 제품에 대한 내성을 시험하기 위한 것이다.

#### 5. 시험 레벨

장비의 전원 포트, 접지 포트, 신호 및 제어 포트 등에 인가할 수 있는, 전기적 빠른 과도현상 시험에 대한 권장 시험레벨을 표 1에 보인다.

이들 개방회로 출력전압들이 전기적 빠른 과도현상/버스트 시험신호발생기에 표시될 것이다. 레벨 선택에 대해서는 부록 B를 참조한다.

표 1. 시험 레벨

개방회로 출력 시험전압과 임펄스 반복율				
레벨	전원포트, PE		입/출력 신호, 데이터, 제어 포트	
	전압 첨두치 (kV)	반복율 (kHz)	전압 첨두치 (kV)	반복율 (kHz)
1	0.5	5 또는 100	0.25	5 또는 100
2	1	5 또는 100	0.5	5 또는 100
3	2	5 또는 100	1	5 또는 100
4	4	5 또는 100	2	5 또는 100
X <sup>주1)</sup>	특별	특별	특별	특별

(비고)

1. 반복율 5 kHz 의 사용은 일반적이다. 그러나 100 kHz의 사용이 실제 상황에 더 가깝다. EMC 기준전문위원회에서는 규정 제품 또는 제품 유형에 따라 어떤 주파수들이 관련되었는지를 결정해야 한다.

2. 어떤 제품에 있어서 전원 포트와 입/출력 포트 사이에 명확한 구별을 할 수 없는 경우에는, EMC 기준전문위원회에서 시험목적을 위해 이에 대한 구별을 만들어 두어야 한다.

주1) x 는 미정 값이며, 이 레벨은 해당 장비 규격에 규정되어 있어야 한다.

## 6. 시험 장비

6.1.2와 6.2.2의 유효성확인 절차는 시험신호발생기, 결합/감결합회로망 및 기타 시험배치에 필요한 기기들의 정확한 동작을 보증하기 위한 지침이며, 이에 따라 시험신호발생기로부터 피시험기기에 원하는 파형이 전달되어질 것이다.

### 6.1 버스트 신호발생기

시험신호발생기의 간략화된 회로도를 그림 1 에 보인다. 회로 소자인  $C_c$ ,  $R_s$ ,  $R_m$  및  $C_d$  는 개방회로 조건 하에서 그리고 50  $\Omega$  의 부하 조건 하에서 신호발생기로부터 부하까지 전기적 빠른 과도현상 를 전달하도록 하기 위해 선정된 값들이다 신호발생기의 실효 출력 임피던스는 50  $\Omega$  이어야 한다.

시험신호발생기의 주요 부품들은 다음과 같다:

- 고전압 발생원
- 충전 저항
- 에너지 충전 커패시터
- 고전압 스위치
- 임펄스 지속시간을 결정하는 저항
- 임피던스 정합 저항
- 직류 차단용 커패시터

#### 6.1.1 전기적 빠른 과도현상/버스트 시험신호발생기의 특성

전기적 빠른 과도현상/버스트 시험신호발생기의 특성은 다음과 같다.

- 1000  $\Omega$  부하의 출력전압 범위는 최소 0.25 kV 에서 4 kV 일 것
- 50  $\Omega$  부하의 출력전압 범위는 최소 0.125 kV 에서 2 kV 일 것

시험신호발생기는 단락회로 조건에서도 동작되어야 한다.

## 특성

- 극성 : 양극(+) / 음극(-)
- 출력 형태 : 동축 형태, 50 Ω
- 직류 블로킹(Blocking) 커패시터: 10 nF ± 20 %
- 임펄스의 반복주파수: (표 2 참조) ± 20 %
- 전원공급 관계: 비동기
- 버스트 지속시간(그림 2 참조): 5 kHz 에서 15 ms ± 20 %  
100 kHz 에서 0.75 ms ± 20 %
- 버스트 주기(그림 2 참조): 300 ms ± 20 %
- 펄스 파형의 형태
  - 50 Ω 부하 일 때
    - 상승시간  $t_r = 5 \text{ ns} \pm 30 \%$
    - 지속시간  $t_d$  (50 %에서) = 50 ns ± 30 %
    - 침투전압 = 표 2를 따르고, ± 10 %
    - (50 Ω 파형에 대해서는 그림 3 참조)
  - 1000 Ω 부하 일 때
    - 상승시간  $t_r = 5 \text{ ns} \pm 30 \%$
    - 지속시간  $t_d$  (50 %에서) = 50 ns ± 30 %
    - 허용오차는 -15 ns에서 +100 ns
    - 침투전압 = 표 2를 따르고, ± 20 %
    - (표 2의 하단 주2 참조)
- 시험 부하 임피던스 50 Ω ± 2 %  
1000 Ω ± 2 %와 병렬로 6 pF 이하.  
저항성 측정은 직류에서 이루어지고, 용량성 측정은 낮은 주파수에서 동작되는 상용 용량성 미터기를 사용하여 이루어진다.

## 6.1.2 전기적 빠른 과도현상/버스트 시험신호발생기 특성의 유효성확인

모든 시험신호발생기의 공통 기준을 확립하기 위해, 시험신호발생기의 특징에 대한 유효성 확인을 하여야 한다. 이 목적을 위해 다음의 절차를 따라야 한다.

시험신호발생기 출력을 50 Ω과 1000 Ω 동축형으로 종단시키고, 전압을 오실로스코프로 관측할 수 있도록 한다. 측정장비와 시험용 임피던스 부하의 -3 dB 대역폭은 최소한 400 MHz 이상이어야 한다. 1000 Ω 의 시험용 임피던스 부하는 복소값을 가질 수 있다. 하나의 버스트 내의 임펄스 상승시간, 지속시간 및 반복률뿐만 아니라 버스트 지속시간과 주기를 관측하여야 한다.

표 2의 설정 전압 각각에 대하여, 50 Ω 부하에서의 출력전압( $V_p(50 \text{ Ω})$ )을 측정한다. 이 측정 전압은  $[0.5 \times V_p(\text{개방회로})] \pm 10 \%$  이어야 한다.

동일한 시험신호발생기의 (전압) 설정상태에서, 1000 Ω 부하에서의 전압 $[V_p(1000 \text{ Ω})]$ 을 측정한다. 이 측정 전압은  $V_p(\text{개방회로}) \pm 20 \%$  이어야 한다.



주1) 측정은 부유 용량이 최소가 되도록 하여 측정한다.

표.2 출력 전압의 침투치와 반복율

설정전압 (kV)	V <sub>p</sub> (개방회로) (kV)	V <sub>p</sub> (1000 Ω) (kV)	V <sub>p</sub> (50 Ω) [(kV)]	반복율 (kHz)
0.25	0.25	0.24	0.125	5 또는 100
0.5	0.5	0.48	0.25	5 또는 100
1	1	0.95	0.5	5 또는 100
2	2	1.9	1	5 또는 100
4	4	3.8	2	5 또는 100

주2) 1000 Ω 부하 저항을 사용하면, V<sub>p</sub>(1000 Ω) 열에서 보인 설정 전압보다 5 % 낮은 판독 전압값이 자동적으로 나타난다. 1000 Ω 에서 판독 전압  $V_p = V_p(\text{개방회로}) \times \frac{1000}{1050}$  이다. 1000/1050 은 총 회로 임피던스 1000+50 Ω 에 대한 시험용 부하 임피던스의 비이다.

주3) 50 Ω 부하인 경우에, 측정 출력전압은 위의 표에서 반영된 것처럼 무부하 전압의 0.5배이다.

## 6.2 교류/직류 주전원 포트에 대한 결합/감결합 회로망

교류/직류 주전원공급 포트의 승인시험을 위해서는 결합/감결합 회로망이 요구된다. 회로도(3상 주전원 공급장치에 대한 예)가 그림 4에 주어져 있다.

전기적 빠른 과도현상/버스트 시험신호발생기의 파형을 6.2.2를 따라 결합회로망 출력단에서 확인하여야 한다.

### 6.2.1 결합/감결합 회로망의 특성

결합/감결합 회로망의 특성은 다음과 같다.

- 결합 커패시터 : 33 nF
- 결합 모드 : 공통모드

### 6.2.2 결합/감결합 회로망의 특성의 검증

6.1.2에 주어진 요구규격은 결합/감결합 회로망 특성의 유효성확인을 위해 사용된 측정장비에 역시 적용된다.

파형은 결합/감결합의 각각 출력단자(L1, L2, L3, N 및 PE)의 각 결합라인에서 기준점지와 단일 50 Ω 종단으로 개별적으로 검증되어야 한다. 그림 14는 5 출력단자 검증측정 중 하나를 보여준다; L1과 기준점지간의 검증측정.

주) 각 결합 라인에서 독립적인 검증은 각각 라인의 기능과 교정이 올바른지 보증하기 위함이다.

시험신호발생기의 출력전압을 4 kV 공칭전압으로 설정하고 유효성확인을 수행한다. 신호발생기를 결합/감결합 회로망의 입력단에 연결한다. 결합/감결합 회로망의 출력단(통상적으로 피시험기기에 연결된)을 50 Ω 부하로 중단시킨다. ~~되는 동안 다른 출력단자들은 개방상태로 둔다.~~ 침투 전압과 파형을 기록한다.

각각의 단일 결합/감결합 경로에 대한 기능상의 유효성확인을 권장한다.

펄스의 상승시간(10 % 부터 90 % 까지의 값)은  $5 \text{ ns} \pm 30\%$  1.5 ns 일 것.

임펄스 지속시간 (50 % 값)은 50 Ω의 부하로  $50 \text{ ns} \pm 30\%$  15 ns 일 것.

표 2 에 따라, 침투 전압  $2 \text{ kV} \pm 15 \text{ ns}$  10% 일 것.

피시험기와 전원회로망의 연결을 뗄 때, 결합/감결합 회로망 입력단의 잔류 시험 펄스전압은 인가 시험전압의 10 %를 초과하지 말아야 한다.

### 6.3 용량성 결합클램프

피시험기기 포트의 포트들에, 케이블 차폐부에 또는 피시험기기의 어떤 다른 부분에서도 어떤 저항성 접속이 없이, 피시험회로까지 전기적 빠른 과도현상/버스트를 결합시킬 수 있도록 하기 위해 클램프를 사용한다.

클램프의 결합 용량은 케이블의 직경, 재질, 그리고 (만약 있다면) 차폐부의 특성에 따른다.

이 결합클램프 기기는 피시험 회로의 케이블을 감싸기 위한(평평하거나 둥글게) 클램프 유니트(아연 도금된 철, 동, 구리 또는 알루미늄으로 만들어지는)로 구성되어있고, 최소  $1 \text{ m}^2$  면적의 접지면 상에 위치해야 한다. 기준 접지면은 클램프의 모든 면에서 적어도 0.1 m 이상 더 넓어야 한다.

클램프는 시험신호발생기와 어느 한쪽에서 연결되도록 양쪽 끝에 고전압 동축 케이블 커넥터를 제공하여야 한다. 신호발생기는 피시험기와 가장 가까운 곳에 있는 클램프의 끝에 연결하여야 한다.

케이블과 클램프간의 최대 결합 용량을 제공하도록 클램프 자체는 가능한 한 아주 가까이 있어야 한다.

결합 클램프의 기계적 정렬 구조가 그림 5에 주어져 있으며, 이 기계적 정렬 구조로 인해 주파수 응답 특성과 임피던스 등과 같은 특성이 결정된다.

#### 특성

- 케이블과 클램프간의 전형적 결합 용량: 100 pF 에서 1000 pF
- 둥근 케이블의 사용 가능한 직경범위: 4 mm 에서 40 mm
- 절연 저항능력: 5 kV (시험펄스: 1.2/50  $\mu$ s)

입/출력 포트와 통신 포트들에 연결된 선로의 승인시험을 위해서는 클램프를 사용한 결합법이 요구된다. 만약 6.2에서 정의된 결합/감결합 회로망을 사용할 수 없다면, 오직 교류/직류 전원공급 포트에만 사용할 수 있다.

## 7. 시험 배치

시험환경을 기초로 하여 서로 다른 시험 유형이 정의되었다. 이들은,

- 시험인증기관에서 수행되는 형식(적합성)시험
- 최종 설치조건에서 수행되는 설치 후 시험

권장되는 시험방법은 시험인증기관에서 수행되는 형식시험이다.

만약 제조업체의 설명서가 있으면, 이에 따라 피시험기기를 배치하여야 한다.

### 7.1 시험 장비

시험 배치는 다음의 장비들을 포함한다(그림 6 참조)

- 기준 접지면
- 결합 장치(회로망 또는 클램프)
- 감결합 회로망
- 시험신호발생기

### 7.2 시험인증기관에서 수행되는 형식시험을 위한 시험배치

#### 7.2.1 시험 조건

다음의 요구규격들은 8.1에서 규정된 환경기준 조건으로, 시험인증기관에서 수행되는 시험에 적용된다.

피시험기기가 고정식 바닥설치형 또는 탁상설치형 기기이건, 그리고 기타 다른 구조로 설치되도록 설계된 기기이건 간에 이 피시험기기는 기준 접지면 위에 놓여야 하며  $0.1 \text{ m} \pm 0.01 \text{ m}$  두께(그림 7 참조)의 절연 지지대에 의해 접지면과 절연되어 있어야 한다.

탁상설치형 기기의 경우에, 피시험기기는 접지 기준면 위  $0.1 \text{ m} \pm 0.01 \text{ m}$  두께 위에

놓여야 한다(그림 7 참조). 통상적으로 천정 또는 벽에 설치되는 피시험기기는 접지 기준면 위  $0.1 \text{ m} \pm 0.01 \text{ m}$  두께 위에 위치시킨 피시험기기인 탁상설치형 기기로 시험하여야 한다.

시험신호발생기와 결합/감결합 회로망은 접지 기준면 위에 바로 두고 본딩하여야 한다.

기준 접지면은 최소  $0.25 \text{ mm}$  두께의 금속판(구리 또는 알루미늄)이어야 한다; 다른 금속 물질들이 사용될 수 있으나 이들은 두께가 최소  $0.65 \text{ mm}$  이상 되어야 한다.

접지면의 최소 면적은  $1 \text{ m} \times 1 \text{ m}$  이다. 실제 크기는 피시험기기의 크기에 따른다.

기준 접지면은 모든 면에서 피시험기기보다 적어도  $0.1 \text{ m}$  만큼 더 커야 한다.

기준 접지면은 보호 접지에 접속되어 있어야 한다.

피시험기기는 장비 설치 규격에 따라 그 기능상의 요구규격을 만족하도록 배치되고 연결되어 있어야 한다.

접지면은 제외하고, 피시험기기와 다른 모든 전도성 구조물(예를 들면, 차폐실 벽)사이의 최소거리는  $0.5 \text{ m}$  이상 되어야 한다.

피시험기기의 모든 케이블은 기준접지면 위  $0.1 \text{ m}$  절연 지지대 위에 위치하여야 한다. 케이블들이 전기적 빠른 과도현상의 영향을 받지 않도록 케이블 간에 결합을 최소화하기 위해 피시험 케이블로부터 가능한 멀리 배치시켜야 한다.

피시험기기는 제조업체의 설치 규격에 따라 접지시스템에 연결되어야 한다. 추가적인 접지 연결은 허용하지 않는다.

결합/감결합 회로망의 접지 케이블로부터 접지 기준면까지의 연결 임피던스와 모든 본딩 부위의 연결 임피던스는 낮은 유도성으로 되어 있어야 한다.

시험전압 인가를 위해 직접 결합 회로망 또는 용량성 클램프 둘 중의 한 방법을 사용하여야 한다. 상호접속 케이블 길이가 시험에 불가능할 정도로 짧지 않다면, 두 개의 피시험기기 사이에 연결된 케이블을 포함한 모든 피시험기기의 포트에 시험전압을 인가하여야 한다.

감결합 회로망은 보조장비와 공공회로망을 보호하기 위해 사용되어야 한다.

결합 클램프를 사용할 때, 결합 클램프 아래의 접지 기준면을 제외하고는 결합판과 모든 다른 전도성 표면 사이의 최소 거리는  $0.5 \text{ m}$  이어야 한다.

적어도 제품규격 또는 제품군 규격에서 달리 규정되지 않았다면, 결합장치와 피시험기기 사이의 신호선과 전원선의 길이는  $0.5 \text{ m} \pm 0.05 \text{ m}$  이어야 한다.

만약에 제조업체에 의해 제공된 비분리형 전원공급 케이블이 제품의 길이와 함께  $0.5 \text{ m} \pm 0.05 \text{ m}$  를 초과하면, 이 초과된 길이를 접지 기준면  $0.1 \text{ m}$  위에 위치시키고 유도성이 되지 않도록 말지 말고 접어 두어야 한다.

시험인증기관 시험에 대한 시험배치의 예를 그림 7 과 8 에 보인다.

그림 8 에는, 피시험기기의 샤시에 연결된 추가 접지면이 사용된다.

## 7.2.2 피시험기기에 시험전압의 결합 방법

피시험기기에 시험전압을 결합하는 방법은 피시험기기의 포트 유형에 따라 다르며, 아래에서 설명한다.

### 7.2.2.1 전원공급 포트

결합/감결합 회로망을 통해 전기적 빠른 과도현상/버스트 방해전압을 직접 결합시키기 위한 시험배치의 예를 그림 9 에 보인다. 이 방법은 주전원 포트에 시험전압을 결합시키는 우선 권장 방법이다.

적절한 결합/감결합이 가능하지 않다면, 즉 교류 주전원 전류가  $100 \text{ A}$  이상인 경우에 대체 방법을 적용할 수 있다. 그러나 용량성 클램프의 사용은 권장되지 않는다. 그 이유는 버스트를 결합시킬 때 용량성 클램프의 효율이  $33 \text{ nF}$ 의 커패시터를 사용한 직접 주입방법보다 훨씬 작기 때문이다.

### 7.2.2.2 입/출력 포트와 통신 포트

입/출력 포트와 통신 포트에 방해 시험전압을 인가시키기 위한 용량성 결합 클램프의 사용 방법을 그림 7과 10에서 예로 보인다. 용량성 결합 클램프를 사용할 때, 피시험기기에 연결된 시험되지 않는 기기나 보조기기는 적절하게 감결합되어 있어야 한다.

### 7.2.2.3 캐비닛의 접지 포트

캐비닛의 시험점은 보호접지 도체 포트이어야 한다.

그림 11 에 따라  $33 \text{ nF}$  의 결합 커패시터를 통해 보호접지 연결부에 시험전압을 인가하여야 한다.

### 7.3 설치 후 시험을 위한 시험배치

이 시험은 선택사항이며, 제조자와 소비자가 합의하였을 경우에만 적용할 수 있다. 시험 그 자체만으로도 피시험기가 파괴될 수 있고, 같은 장소에 있는 기타 기기가 손상될 수 있거나 또는 허용할 수 없을 정도로 영향을 받을 수 있음을 고려하여야 한다.

최종 설치조건을 만족하였을 때, 기기 또는 시스템을 시험하여야 한다. 설치 후 시험은 가능한 한, 실제 전자파 환경에 유사하게 모사하기 위해 결합/감결합 회로망 없이 수행하여야 한다.

만약 피시험기기 외의 다른 장비나 시스템이 시험과정 동안 부당하게 영향을 받는다면, 사용자와 제조업자간의 합의에 의해 감결합 회로망을 사용하여야 한다.

#### 7.3.1 전원공급 포트와 접지 포트에서의 시험

##### 7.3.1.1 고정형 바닥설치형 기기

피시험기기 캐비닛 상의 모든 전원공급 포트, 교류 또는 직류 포트, 및 보호접지 또는 기능 접지 포트와, 기준접지 사이에 시험전압을 동시에 인가하여야 한다.

시험배치에 대해서는 그림 11을 참조한다.

1 m<sup>2</sup> 의 최소면적을 갖는 기준접지면(7.2.1 참조)을 피시험기기 가까이에 배치하여야 하고, 주전원공급 포트에 있는 보호접지 도선에 접속해야 한다.

전기적 빠른 과도현상/버스트 시험신호발생기는 기준접지면 위에 위치시켜야 한다. 전기적 빠른 과도현상/버스트 결합장치의 동축케이블 출력으로부터 피시험기기 포트까지의 접속 케이블(Hot-Wire)의 길이는 0.5 m ± 0.05 m 이어야 한다. 이 연결선로는 차폐되지는 않지만 잘 절연되어 있어야 한다. 교류/직류 차단 커패시터가 필요한 경우에, 커패시터는 33 nF 이어야 한다. 피시험기기의 기타 모든 연결은 기능상의 요구규격을 따라야 한다.

##### 7.3.1.2 유연한 코드와 플러그로 주전원 공급장치에 연결된, 비고정형 바닥설치형 기기

전원공급장치의 각 포트와 보호접지 사이에 시험전압을 동시에 인가하여야 한다. (그림 12 참조)

#### 7.3.2 입/출력 포트와 통신 포트에 대한 시험

용량성 결합 클램프는 입/출력 포트와 통신 포트에 시험전압을 결합시키기 위한 우선 권장 방법이다. 그러나 만약 케이블의 기계적인 문제(크기, 케이블 배선)로 인 클램프를 사용할 수 없다면, 시험전압선을 감싸는 테이프 또는 전도성 금속박으로 대체하여야 한다. 금속박

또는 테이프로 결합시켰을 경우에 커패시턴스는 표준 결합 클램프의 커패시턴스와 같아야 한다.

또 다른 방법으로, 클램프의 분포 커패시턴스 또는 금속박이나 테이프 배치에 의한 분포 커패시턴스 대신에 100 pF 커패시터를 통해 선로의 포트에 전기적 빠른 과도현상/버스트 시험신호발생기를 결합시키는 방법이 있다.

만일 피시험기기에 유사한 포트가 다수 있다면, 이들 케이블이 명확하게 동일한 경우에 대표적으로 시험할 몇몇의 케이블을 제조자가 선정할 수 있다.

시험신호발생기로부터 나온 동축케이블의 접지는 결합점 가까이에서 접지해야 한다. 동축 또는 차폐된 통신선로의 커넥터(hot-wire)에 시험전압을 인가하는 것은 허용되지 않는다.

기기의 차폐 보호부가 변형되지 않도록 시험전압을 인가하여야 한다. 이 시험배치는 그림 13 을 참조한다.

커패시터를 통해 결합시킨 배치방법에 의한 시험결과는 결합 클램프 또는 금속박으로 결합시킨 방법의 시험결과와 다를 수도 있다. 그러므로 중요 설치특성을 고려하기 위해, 5절에서 규정된 시험레벨을 EMC 기준전문위원회에서 수정할 수도 있다.

설치 후 시험에서, 제조자와 사용자간에 합의를 통해 결합 클램프 내에 모든 케이블을 동시에 묶어 외부케이블을 시험할 수 있다.

## 8. 시험 절차

시험 전에 시험장비의 성능을 점검하여야 한다. 일반적으로 이 점검은 결합장치의 출력단에서 시험신호발생기의 버스트 존재로 인해 제한될 수 있다.

시험절차는 다음을 포함한다

- 시험인증기관 기준 조건의 검증
- 장비의 올바른 작동에 대한 예비 검증
- 시험의 수행
- 시험결과의 평가

### 8.1 시험인증기관 기준조건

시험결과에 대한 환경 요인의 영향을 최소화하기 위해, 8.1.1과 8.1.2에 규정된 기후 및 전자파 기준조건에서 시험이 시행되어야 한다.

### 8.1.1 기후조건

일반규격 또는 제품규격에 대해 책임이 있는 EMC 기준전문위원회에 의해 달리 규정되어 있지 않다면, 시험인증기관의 기후조건은 시험장비와 피시험기기 각 제조자가 그 동작을 위해 규정한 허용기준 내에 있어야 한다.

만약 상대습도가 아주 높아 시험장비 또는 피시험기기에 수분 응축이 발생하는 경우에는 시험을 수행하지 말아야 한다.

주) 이 기준에 포함된 현상이 기후조건에 영향을 받는다는 것을 검증하는 충분한 증거가 있는 경우에, 이 기준에 대해 책임이 있는 EMC 기준전문위원회에 이에 대한 주의를 통지하여야 한다.

### 8.1.2 전자파 환경조건

시험결과에 영향을 주지 않게 하기위해, 피시험기기의 정확한 동작을 보증하도록 시험인증기관의 전자파 조건이 이루어져야 한다.

## 8.2 시험의 수행

이 시험은 기준에 정의된 바와 같이 피시험기기 성능의 검증을 포함해야 하는 시험계획을 기초로 하여 수행되어야 한다.

피시험기기는 정상동작 조건하에 있어야 한다.

시험계획에서는 다음을 규정하고 있어야 한다:

- 수행할 시험의 유형;
- 시험레벨;
- 시험전압의 극성 (양극성은 필수);
- 내부 또는 외부 신호발생기;
- 시험의 지속시간은 적어도 1분 시험할 것.(1분은 시험을 빠르게 하기 위해 선택된 것이다. 그러나 동기화를 피하기 위해, 시험시간은 10 s 동안의 버스트 10 s 휴지하면서 6 번 인가할 수 있다. 실제 환경에서 버스트는 불규칙하게 단일 버스트로 발생하며, 피시험기기 신호와 동기화되지는 않는다. 제품규격위원회는 시험 지속시간을 달리 선택할 수도 있다.)
- 시험전압 인가 횟수;
- 시험해야 할 피시험기기 포트;
- 피시험기기의 대표적 동작조건;
  - 피시험기기 포트에 대한, 또는 하나 이상의 회로에 연결된 케이블에 대한 시험전압의 인가 순서,
  - 보조 장비



## 9. 시험결과의 평가

시험결과는 제조자나 시험 요청자에 의해 정의된 성능레벨 관점에서, 또는 제조자와 제품 구매자 사이에 합의된 관점에서 기능의 손실이나 성능저하 상태에 따라 분류하여야 한다. 권장되는 분류 방법은 다음과 같다.

- 가) 제조자, 요청자 또는 구매자에 의해 규정된 허용기준 내의 정상 성능.
- 나) 방해(방전의 인가)가 중단된 후, 운용자의 개입 없이도 일시적 기능 손실이나 성능저하가 멈추며, 피시험기기의 정상성능이 회복되는 경우.
- 다) 운용자가 개입하여 일시적 기능 손실이나 성능저하가 바로잡히는 경우.
- 라) 기능 손실이나 성능저하가 회복될 수 없고, 이로 인해 하드웨어 또는 소프트웨어가 손상되고 데이터의 손실이 일어나는 경우.

제조자의 규격에는 무시할 수 있다고 생각되는 피시험기기에의 영향을 정의할 수 있으며, 이러한 경우는 합격으로 간주한다.

이 분류 방법은, 일반규격, 제품규격 및 제품군 규격에 책임이 있는 위원회에 의해 성능기준을 형식화하는 지침으로서, 또는 제조자와 구매자 사이의 성능기준을 합의하기 위한 기본틀로서 사용할 수 있다. 예를 들면, 일반규격, 제품규격 및 제품군 규격이 존재하지 않는 경우에 사용할 수 있다.

## 10. 시험 보고서

시험 보고서에는 시험을 재현하기에 필요한 모든 정보가 포함되어 있어야 한다. 특히 다음 사항이 기록되어 있어야 한다.

- 이 기준의 8에서 요구되는 시험계획에서 규정된 항목들;
- 피시험기기와 관련 기기의 확인, 예를 들면, 상표명, 제품형식, 생산일련번호;
- 시험장비의 확인, 예를 들면, 상표명, 제품형식, 생산일련번호;
- 시험이 수행된 특별한 환경조건, 예를 들면, 차폐함체;
- 시험을 수행하기 위한 어떤 특별한 조건;
- 제조자, 요청자 또는 구매자에 의해 정의된 성능레벨;
- 일반규격, 제품규격 및 제품군 규격에 규정된 성능기준;
- 시험 방해신호를 인가하는 동안 또는 인가 후에 관측되는 피시험기기에의 영향 정도와 이 영향이 유지되는 기간;
- 적합/부적합 판정에 대한 합리적인 근거 (일반규격, 제품규격 및 제품군 규격에서 규정된 성능기준에 근거하여 또는 제조자와 구매자 사이의 합의에 근거하여);
- 적합성을 얻기 위해 필요한 특정 사용조건, 예를 들면, 케이블 길이 또는 유형, 차폐 또는 접지, 피시험기기의 동작 조건.

측정 불확도와 관련해서는, 시험장비가 KN 61000-4-4의 허용오차의 요구규격을 만족한다고 언급하는 것으로 충분하다; 그러나 규정된 허용오차로 적합성 여부를 점검할 경우에는 교정 불확도를 고려하여야 한다.

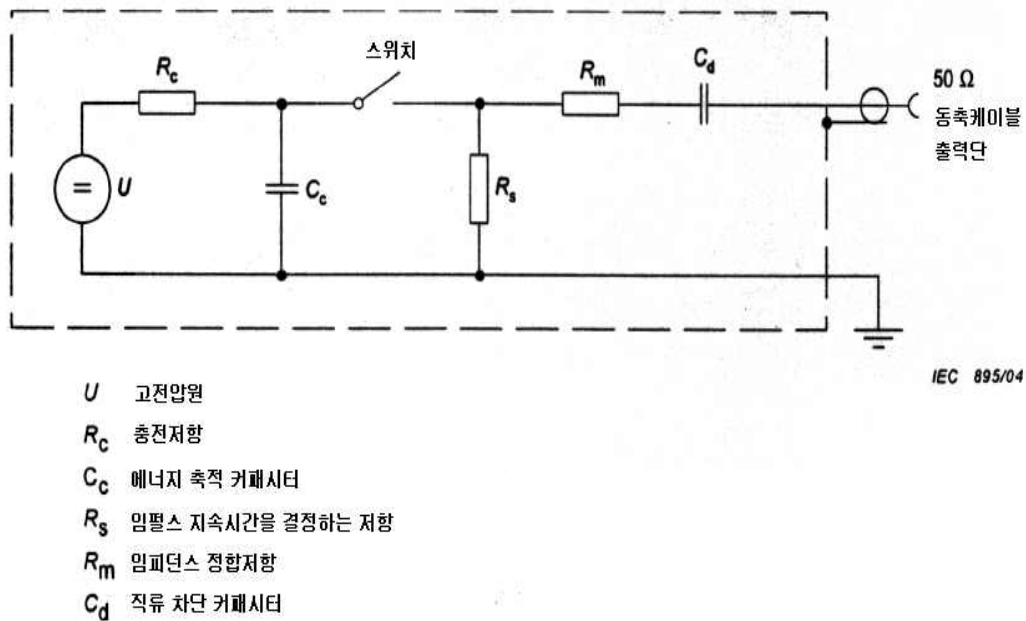


그림 1. 전기적 빠른 과도현상/버스트 신호발생기 회로도

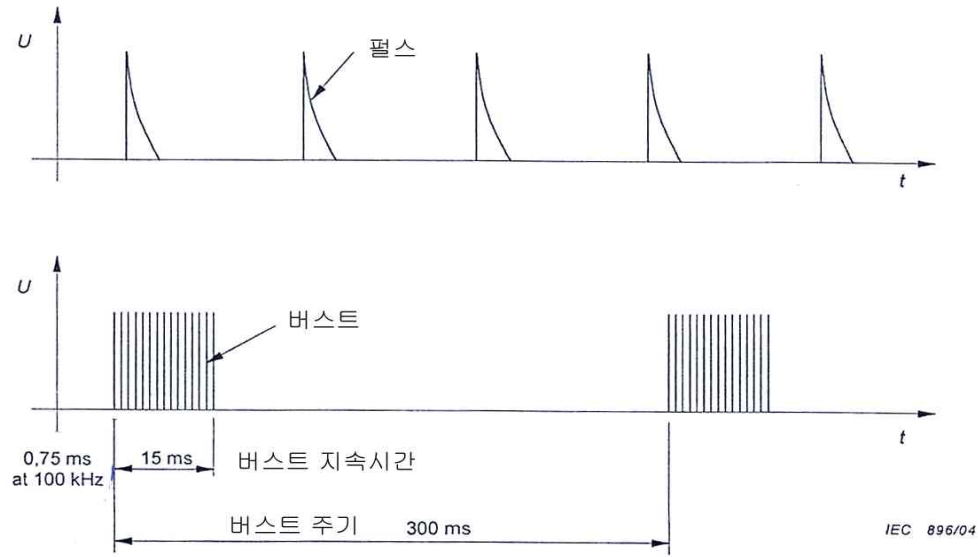


그림 2. 전기적 빠른 과도현상/버스트의 일반적인 그래프

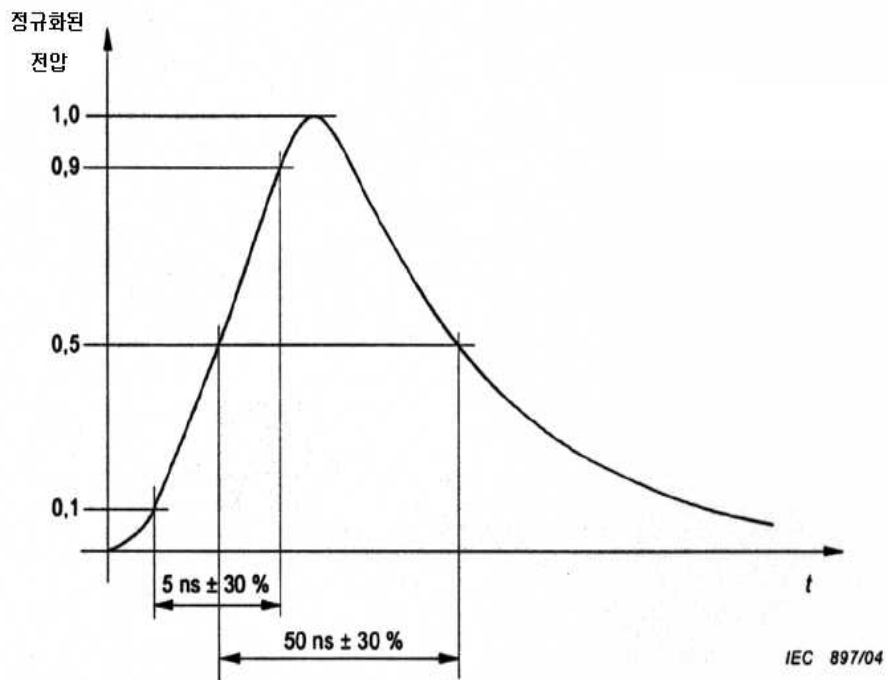
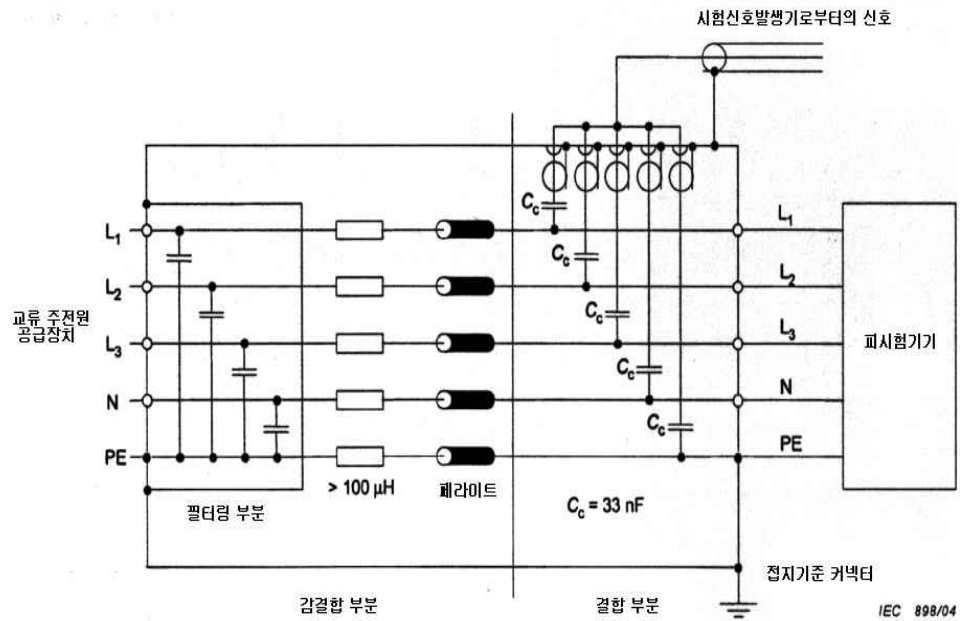
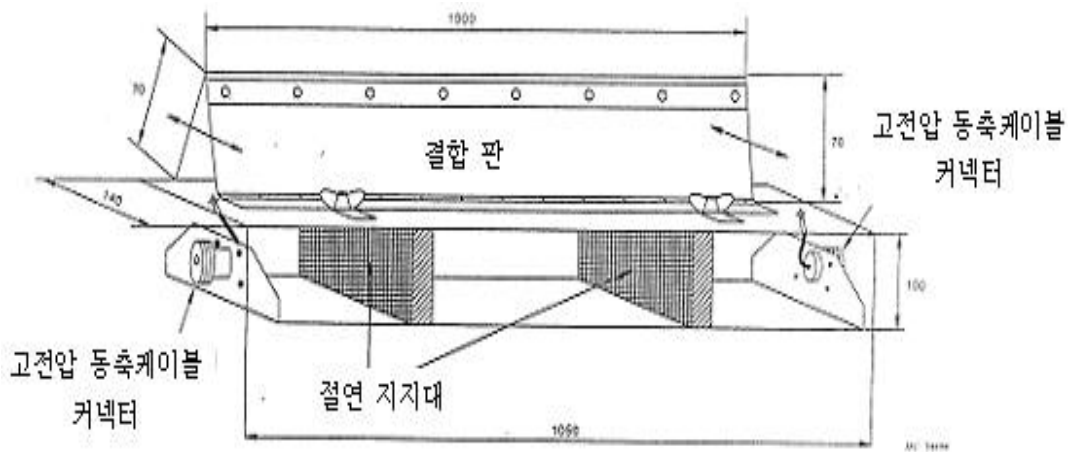


그림 3. 50  $\Omega$  부하에서 단일 펄스의 파형



$L_1, L_2, L_3$  위상  
 N 중성  
 PE 보호접지  
 $C_c$  결합 커패시터

그림 4. 교류/직류 주전원공급장치 포트/포트에 대한 결합/감결합 회로망



단위는 밀리미터(mm) 이다.

**경고:** 피시험 케이블과 접지면을 제외한 모든 전도성 구조물로부터 결합 부분까지의 거리는 0.5 m 이상이어야 한다.

그림 5. 용량성 결합 클램프의 구조

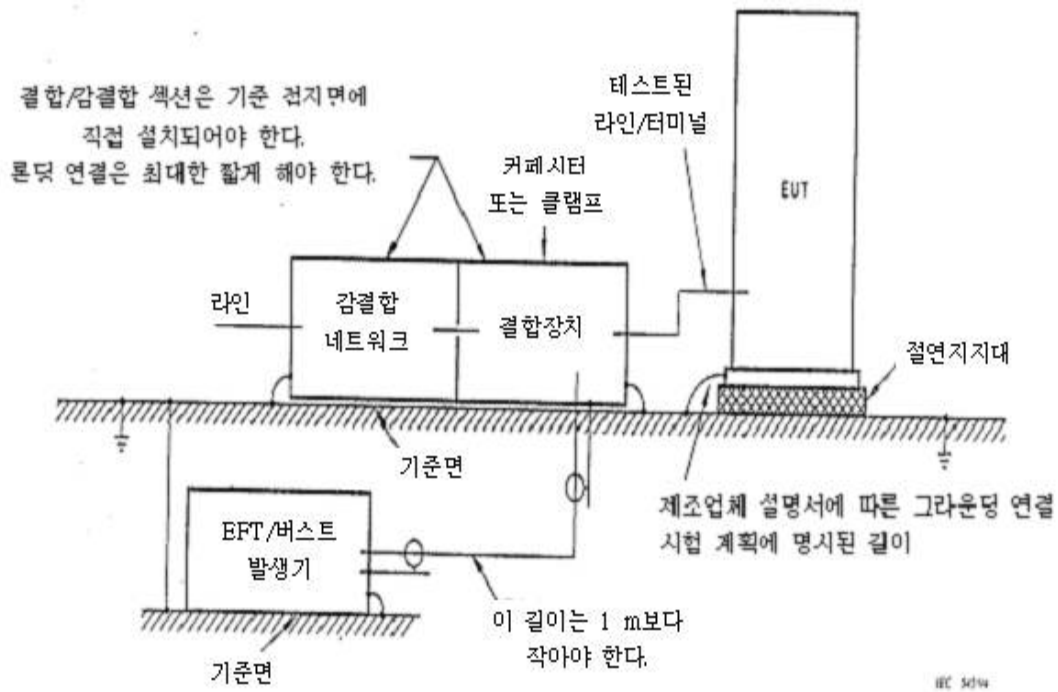
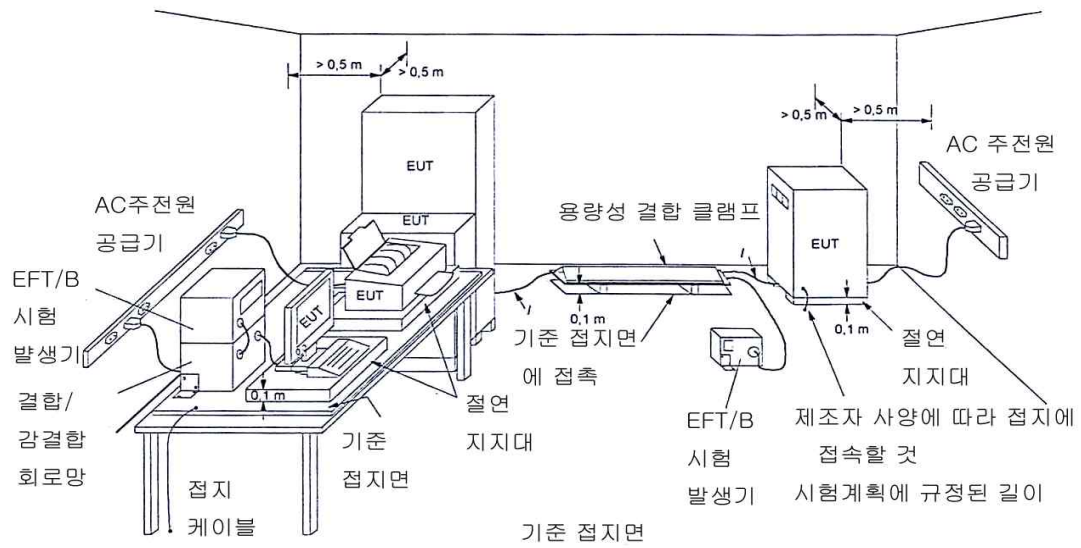


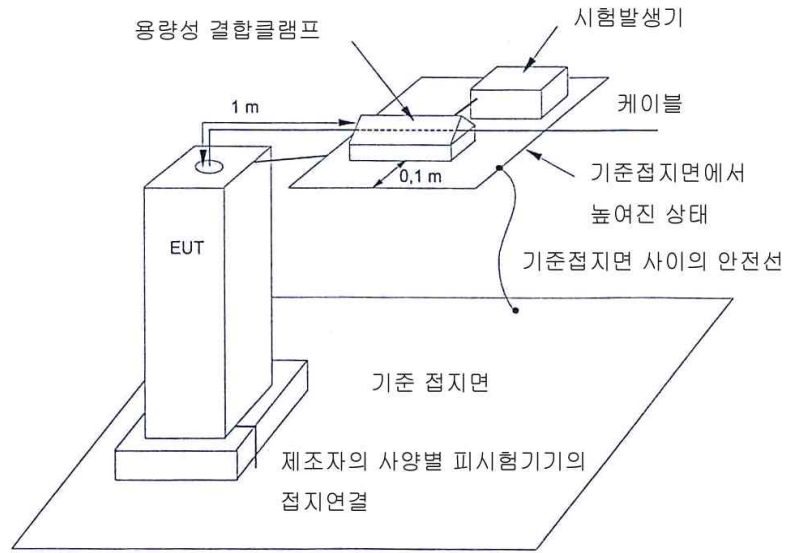
그림 6. 전기적 빠른 과도현상/버스트 내성시험에 대한 구성도



#### 주요 사항

- I 클램프와 피시험기기 사이의 길이 ( $0.5\text{m} \pm 0.05\text{m}$  이어야한다.)
- (A) 전원공급 선로 결합 위치
- (B) 신호 선로 결합 위치

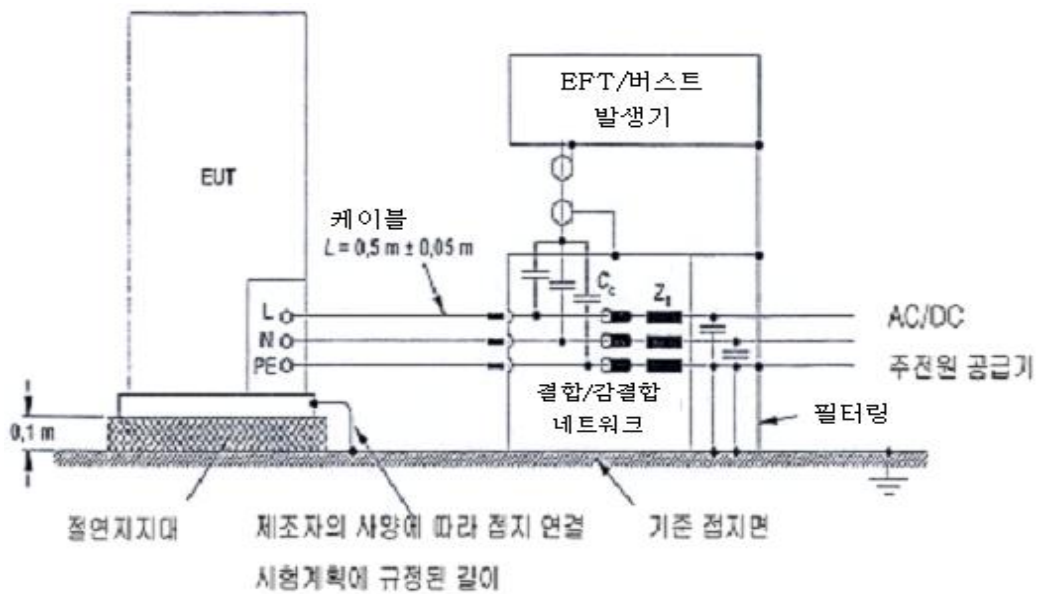
그림 7. 시험인증기관 형식시험에 대한 일반적 시험배치



IEC 902/04

주) 클램프는 무반사실 벽이나 기타 접지면에 설치할 수 있으며, 피시험기기에 본딩하여야 한다. 대형 바닥설치형 시스템의 상측부에 케이블들이 존재하는 경우에, 클램프 중심은 피시험기기 위로 10 cm에 위치할 수 있으며 먼 중심을 통해 배선할 수 있다.

그림 8. 랙 설치형 장비에 대한 시험배치의 예



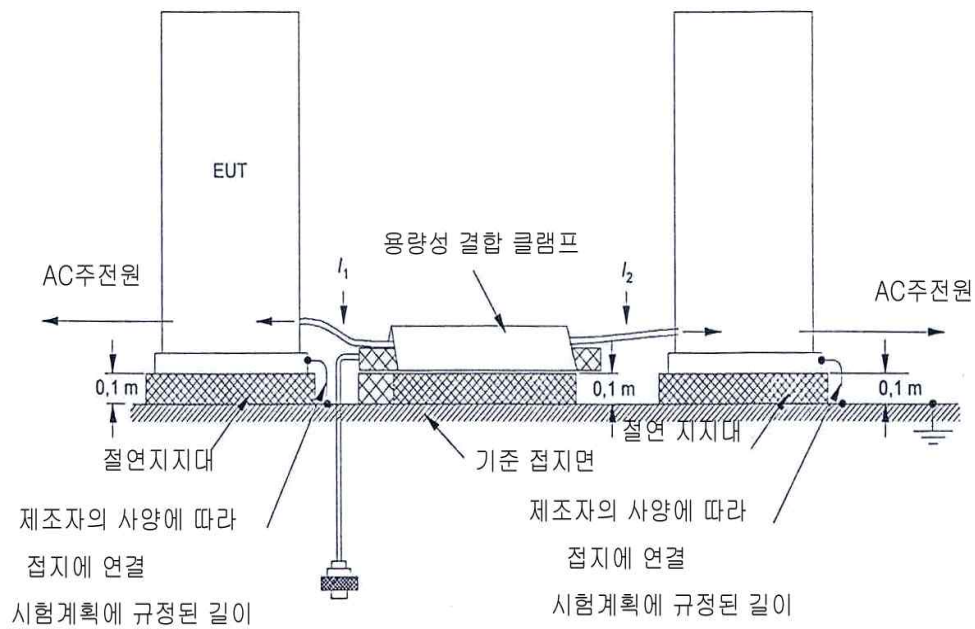
PE	보호접지
N	중성
L	위상
$Z_1$	감결합 인덕터

## $C_c$ 결합 커패시터

주1) 직류 포트도 유사한 방법으로 다루어질 수 있다.

주2) 결합/감결합 회로망과 피시험기기 사이의 신호케이블과 전원케이블 길이는 제품 규격이나 제품군 규격에서 규정된다면 1m 까지도 가능하다.

그림 9. 시험인증기관용 교류/직류 전원공급장치 포트/포트에 시험전압을 직접 결합하는 시험배치의 예

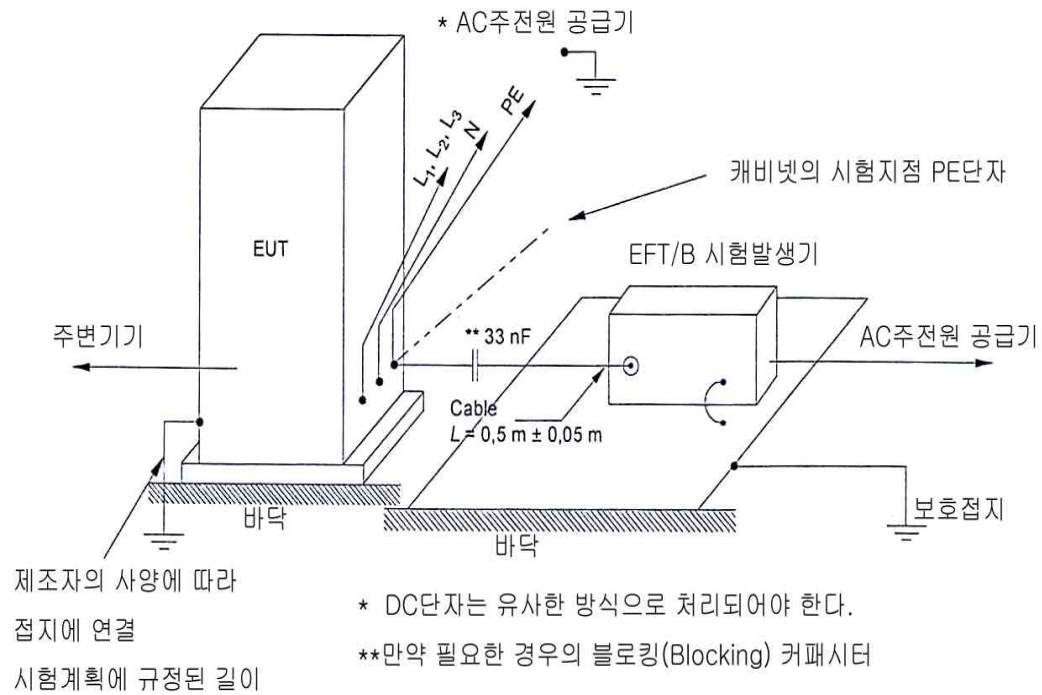


양쪽 피시험기기를 동시에 시험할 때, 클램프와 피시험기기 사이의 거리는  $l_1 = l_2 = 0.5 \text{ m} \pm 0.05 \text{ m}$  이다.

하나의 피시험기기만을 시험할 때, 용량성 클램프와 시험되지 않는 피시험기기 사이에는 감결합망을 삽입하여야 한다.

주) 전기적 빠른 과도현상/버스트 신호발생기는 기준접지면에 본딩하여야 한다.

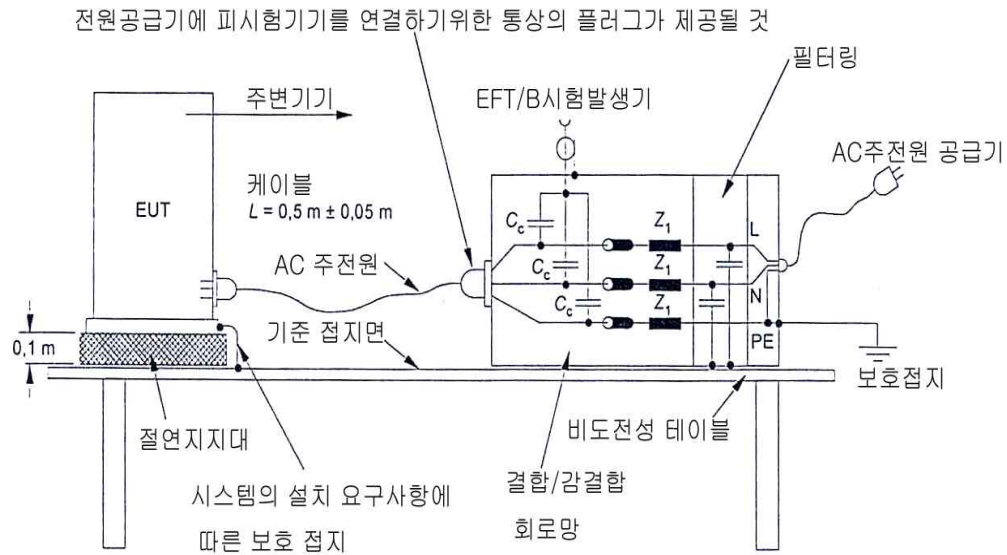
그림 10. 시험인증기관에서 용량성 결합 클램프로 시험전압을 인가하는 시험배치의 예



PE          보호접지  
N          중성  
 $L_1, L_2, L_3$    위상

그림 11. 고정형 바닥설치형 기기에 대한 교류/직류 전원공급장치 포트와 보호접지 포트에서의 설치 후 시험의 예





PE	보호접지
N	중성
L	위상
$Z_1$	감결합 인덕터
$C_c$	결합 커패시터

주) 신호케이블과 전원케이블 길이는 제품 규격이나 제품군 규격에서 규정된다면 1m 까지도 가능하다.

그림 12. 비고정형 바닥설치형 기기에 대한 교류 주전원공급장치 포트와 보호접지 포트에서의 설치 후 시험의 예

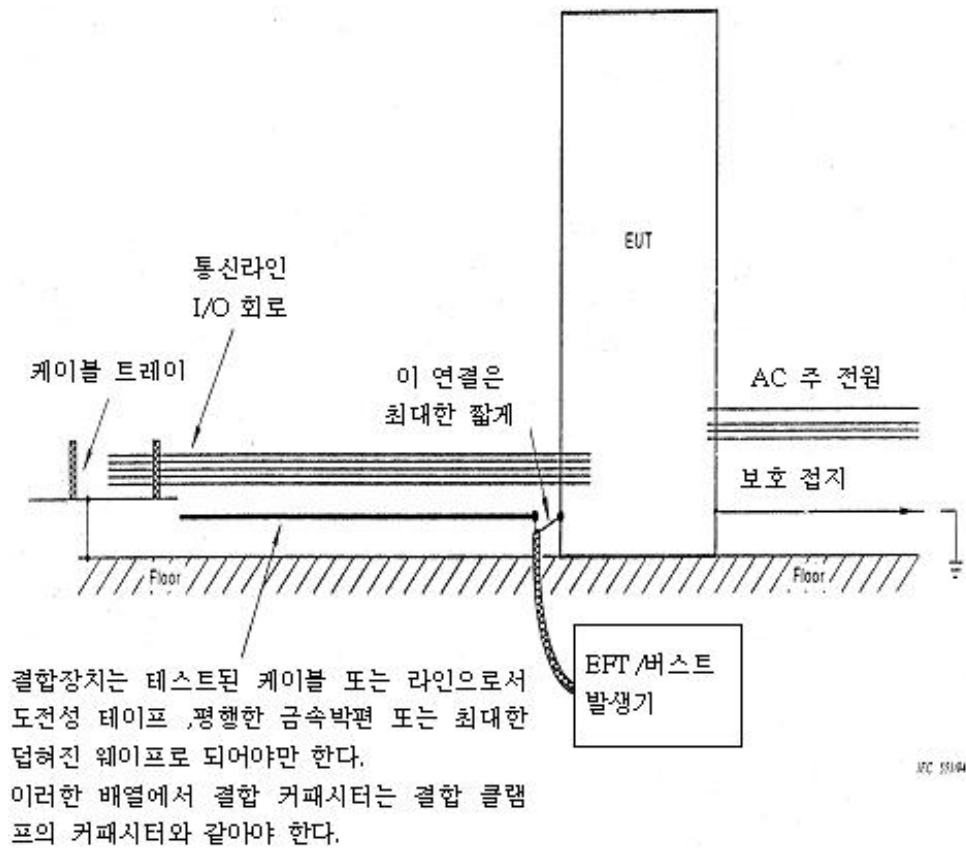


그림 13. 용량성 결합 클램프가 없는 통신 포트와 입/출력 포트에서의 설치 후 시험의 예

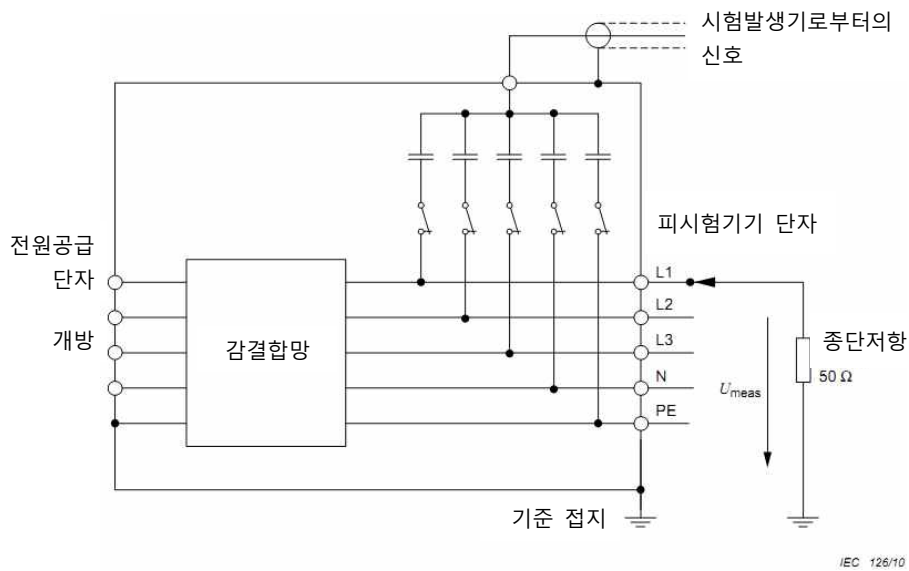


그림 14. 결합/감결합 회로망의 출력단자의 파형 검증

## 부록 A

(정보)

## 전기적 빠른 과도현상/버스트의 정보

## A.1 개요

전기적 빠른 과도현상/버스트는 유도성 부하의 스위칭에 의해 발생된다. 이 스위칭 과도현상은 일반적으로 급속 과도현상이라고 부르며, 아래 내용으로 설명할 수 있다

- 버스트 지속시간-스위칭에 앞서 인덕터에 저장된 에너지에 의해 주로 결정됨;
- 개별적인 과도현상의 반복율;
- 과도현상을 구성하는 버스트의 진폭 변동-스위칭 접점의 기계적, 전기적인 특성에 의해 주로 결정됨(개방 동작에서 접점의 속도, 개방 조건에서 접점의 내전압 능력).

일반적으로, 전기적 빠른 과도현상/버스트는 스위칭 접점의 특성과 스위칭 부하에 따른 단순한 파라미터를 갖지 않는다.

## A.2 스파이크 진폭

선로 도체에서 측정된 스파이크 레벨은 스위칭 접점을 갖는 이 선로의 저항성 연결과 동일한 값을 가질 수 있다. 전원 공급회로와 일부 제어회로의 경우에, 이것은 접점 인접(약 1 m 거리)에서 같을 수 있다. 이 경우에, 방해신호는 유도(예, 용량성)에 의해 전달되며, 이 진폭은 접점에서 측정된 레벨의 일부이다.

## A.3 상승시간

스파이크 발생원으로부터의 거리가 증가할 때, 연결 부하의 왜곡으로 인한 전파손실, 분산과 반사 때문에 파형이 변한다는 것을 유념하여야 한다. 시험 신호발생기의 규격으로 가정된 5 ns의 상승시간은 스파이크 전달에서 고주파 성분의 감쇠효과를 고려하여 절충된 값이다.

1 ns 와 같이 보다 짧은 상승시간은 좀 더 신중한 시험결과를 제공하며, 그 적정성은 주로 전기적 빠른 과도현상/버스트 발생원을 기준으로 짧은 연결을 갖는 장비에 관련된다.

주) 전압범위 500 V에서 4 kV와 그 이상의 경우에, 신호발생원에서 전기적 빠른 과도현상/버스트의 실제 상승시간은 (공기중) 정전기 방전의 상승시간과 매우 가깝다. - 방전 메커니즘이 동일함.

## A.4 스파이크 지속시간

실제 지속시간은 이 기준의 1판뿐만 아니라 2판에 규정된 것과는 아주 다르다. 그러나 이것은 스파이크의 저주파 성분과 거의 관련성이 없기 때문에 피해를 받는 회로에 유도된 전압

으로 측정된 스파이크의 지속시간과 일치한다.

#### A.5 스파이크 반복율

반복율은 많은 파라미터들에 따른다. 예를 들면

- 충전회로의 시정수(저항, 스위칭된 유도성 부하의 인덕턴스와 본포 커패시턴스)
- 스위칭 접점에 이 부하를 연결하는 선로의 임피던스를 포함한, 스위칭 회로의 시정수
- 스위칭 개방 동작에서 접점의 속도
- 스위칭 접점의 내전압 성능

따라서 반복율을 변경할 수 있으며, 10배 또는 그 이상의 범위가 일반적이다.

주) 실제로 시험에서 100 kHz의 반복율이 절충된 반복율로써 선택되어 왔는데, 그 이유는 전기적 빠른 과도현상/버스트에서 가장 중요한 파라미터 범위를 한 시험에 포함시킬 필요가 있기 때문이다.

#### A.6 스파이크/버스트의 수와 버스트 지속시간

이 파라미터들은 스위칭되는 유도성 부하뿐만 아니라 스위칭 접점의 내전압 성능에 의해 측정된 에너지에 따른다.

스파이크/버스트의 수는 스파이크 반복율과 버스트 지속시간에 직접적으로 관련된다. 측정 결과에서, 버스트의 지속시간의 대부분은 수은 릴레이를 제외하고는 대부분은 2 ms 에 가까운 값이고, 수은 릴레이의 사용은 여기서 고려된 다른 유형만큼 일반적이지 않다.

주) 100 kHz에서 시험을 위해, 기준시간으로써 0.75 ms의 지속 시간이 선택된다. 따라서 결과적으로  $75(100 \text{ kHz} \times 0.75 \text{ ms})$ 가 스파이크/버스트의 수이다.

**부록 B**  
(정보)  
**시험레벨의 선택**

시험레벨은 가장 현실적 배치와 환경조건에 따라 선택되어야 한다. 이러한 레벨은 이 기준의 5 에 요약되어 있다.

내성시험은 장비가 동작하도록 기대되는 환경에 대한 성능레벨을 설정하기 위해서 이 레벨과 상호 관련되어 있다.

피시험기기의 입/출력, 제어, 신호 및 데이터 포트를 시험하는 경우에, 전원공급장치 포트에 인가하는 시험 전압값의 절반을 사용하여 인가한다.

일반적인 설치 예에 기초하여, 전자과 환경의 요구규격에 따른 전기적 빠른 과도현상/버스트 시험에 대해 권장되는 시험레벨의 선택은 다음과 같다:

a) 레벨 1 : 잘 보호된 환경

설치는 다음과 같은 특징으로 특성화된다.

- 스위칭되는 전원 공급장치와 제어회로에서 모든 전기적 빠른 과도현상/버스트의 억제;
- 보다 높은 가혹레벨에 속한 기타 환경에서 인입하는 전원공급선(교류와 직류)으로부터 제어 및 측정회로가 잘 격리되어 있는 경우;
- 설치 기준점지 양쪽 끝에서 접지된 차폐부를 갖는 전원공급 케이블, 그리고 필터링에 의한 전원 공급기가 보호되어 있는 경우.

컴퓨터실은 이러한 환경의 대표적 예이다.

기기의 시험에 대한 이 레벨의 적용 가능성은 형식시험을 위한 전원공급회로에, 그리고 설치 후 시험을 위한 접지회로와 장비 캐비닛에 국한된다.

b) 레벨 2 : 보호된 환경

설치는 다음과 같은 특징으로 특성화된다.

- 릴레이(접점이 없는)에 의해서만 스위칭되는 전원공급장치와 제어회로에서 전기적 빠른 과도현상/버스트가 부분적으로 억제되어 있는 경우
- 보다 높은 가혹레벨 환경과 관련된 기타 회로로부터 산업 환경에 속한 회로의 격리 상태가 불량한 경우
- 신호 및 통신 케이블로부터 차폐되지 않은 전원공급장치 케이블과 제어케이블이 물

리적으로 격리되어 있는 경우

산업설비와 발전소의 통제실 또는 터미널 실은 이러한 환경의 대표적 예이다.

c) 레벨 3 : 전형적 산업 환경

설치는 다음과 같은 특징으로 특성화된다.

- 릴레이(접점이 없는)에 의해서만 스위칭 되는 전원공급장치와 제어회로에서 전기적 빠른 과도현상/버스트가 억제되지 않는 경우;
- 보다 높은 가혹레벨 환경과 관련된 기타 회로로부터 산업환경에 속한 회로의 격리상태가 불량한 경우;
- 전원공급장치, 제어, 신호 및 통신 선로용 케이블이 전용인 경우;
- 전원공급장치, 제어, 신호 및 통신 케이블 사이의 격리상태가 불량한 경우;
- 도전성 파이프, 케이블 트레이(보호접지 시스템과 접속된) 내의 접지도체 및 접지 그물망으로 대표되는 접지시스템이 이용가능한 경우.

산업공정 기기가 있는 지역은 이 환경의 대표적인 예이다.

d) 레벨 4 : 가혹한 산업 환경

설치는 다음과 같은 특징으로 특성화된다.

- 릴레이와 접점으로 스위칭 되는 전원공급장치와 제어, 전원회로에서 전기적 빠른 과도현상/버스트가 억제되지 않은 경우
- 보다 높은 가혹레벨 환경과 관련된 기타 회로로부터 산업환경에 속한 회로의 격리상태가 전무한 경우
- 전원공급장치, 제어, 신호 및 통신 케이블 사이의 격리상태가 전무한 경우
- 제어선과 신호선을 공통으로 다중 케이블을 사용하는 경우

어떠한 특별한 배치 예도 없는 다음과 같은 야외 지역용 산업공정 기기가 이 환경의 대표적 예이다. 발전소, 실외 고압변전소의 릴레이 실, 500 kV 동작전압(전형적인 설치 예)까지의 가스절연 변전소의 릴레이 실.

e) 레벨 5 : 분석되어야 할 특별상황

장비회로, 케이블, 선로 등으로부터 발생하는 방해원의 다소간의 전자기적 격리와 설치 품질을 위해 위에서 설명된 것들 보다 높거나 또는 낮은 환경레벨의 사용이 요구될 수도 있다. 보다 높은 환경레벨을 갖는 기기의 선로에서 보다 낮은 환경을 갖는 기기로 방해원이 침투할 수 있다는 것을 유의해야 한다.