

KN61000-4-4 : 2005-12

[별표 3]

KN61000-4-4

## EFT/버스트 내성시험방법

IEC61000-4-4 : 2004-07

## 목 차

1. 범위 및 목적 .....	1
2. 표준 참고문헌 .....	2
3. 용어정의 .....	2
4. 일반사항 .....	4
5. 시험 레벨 .....	5
6. 시험 장비 .....	5
6.1 버스트 시험 발생기 .....	6
6.2 교류/직류 주 전원 공급 포트에 대한 결합/감결합 회로망 .....	8
6.3 용량성 결합클램프 .....	9
7. 시험 배치 .....	10
7.1 시험 장비 .....	10
7.2 시험실에서 수행되는 형식시험에 대한 시험 배치 .....	10
7.3 배치 후 시험을 위한 시험장치 .....	13
8. 시험 절차 .....	15
8.1 시험실 기준조건 .....	15
8.2 시험 실행 .....	16
9. 시험결과의 평가 .....	17
10. 시험 성적서 .....	17
부록	
A - (정보(Information)) EFT/버스트의 정보 .....	26
B - (정보(Information)) 시험 레벨의 선택 .....	29

## 1. 범위 및 목적

이 규격은 반복적 EFT에 대한 전기, 전자 장비의 내성 요구사항 및 시험방법과 관계가 있다. 이는 부가적으로 시험 레벨의 범위를 정의하고 시험절차를 확립한다.

이 표준의 목적은 전기 및 전자 장비의 성능이 전원공급 단자, 신호 단자, 제어 단자에서 일어나는 반복적 EFT/버스트의 영향을 받을 때 그 성능평가에 대한 일반적이고 재현할 수 있는 기초를 세우기 위한 것이다.

시험은 전기, 전자 장비의 내성이 개폐 과도현상 (유도부하의 방해, 릴레이 접점의 튀어 오름 등)으로부터 발생하는 것과 같은 형태의 과도 교란의 영향을 받을 때 그 장비의 내성을 나타내 보이기 위한 시도이다.

표준은 아래의 사항들을 정의한다:

- 시험 전압 파형;
- 시험 레벨 범위;
- 시험 장비;
- 시험 장비의 증명절차;
- 시험 배치;
- 시험 절차.

표준은 시험실에서 실행되는 시험과 마지막 배치과정에서 장비에 실행되는 배치 후 시험"에 관한 규격을 제시한다.

다음 규범문서들은 본문에서의 참조를 통해 IEC 61000-4의 본 장의 규정을 구성하는 규정들을 포함한다. 출판당시에는 지시된 판이 유효했다. 모든 규범문서들은 개정될 것이며, IEC 61000-4의 본 장에 바탕을 둔 협정에 대한 관계자들이 아래 나타낸 규범문서의 최신판 적용 가능성을 조사하도록 장려된다.

IEC 60050(161): 1990, 국제 전기 공학 용어사전(IEV) - 161장: 전자기 양립  
이 표준은 특별한 기구나 시스템에 적용되는 시험을 명시하지 않는다. 주요목적

은 IEC에 관련된 제품위원회에 일반적 기초 참고문헌을 제공하는 것이다. 제품 위원회(또는 장비 사용자와 제조자)는 시험의 적절한 선택과 장비에 적용되는 가혹 레벨에 대해 책임을 지고 있다.

동등화 작업과 표준화 작업을 방해하지 않기 위해서, 제품위원회 또는 사용자와 제조자들은 이 표준에서 명시된 적절한 내성시험의 채택을 고려하도록 (장래에 있을 작업 또는 예전의 표준을 개정하는데에 있어) 강력하게 권고를 받는다.

## 2. 표준 참고문헌

다음의 표준 규격들은 본문 참조를 통하여 IEC 61000-4, 제 4부의 규정을 구성하는 내용에 포함되어 있다. 출판 당시에 유효한 판본(Edition)이 표시된다. 모든 표준 규격들은 개정 대상이며 IEC 61000-4, 제 4부의 규격 성립에 동의한 당사자들이 아래에 제시된 표준 규격 최신 발행본의 적용 가능성을 조사하도록 장려한다.

IEC 50(161): 1990년, 국제 전기기술 용어(IEV) - 제 161장: 전자파 적합성 (EMC)

IEC 68-1: 1988년, 환경시험(Environmental testing) - 제 1부: 총론 및 지침 (General and guidance)

## 3. 용어정의

3.1 버스트(Burst): 제한된 갯수의 각 펄스들의 연속 또는 제한된 지속시간을 갖는 진동 [IEV 161-02-07]

3.2 교정(Calibration): 평가결과와 지시치 사이에서 규정된 조건아래 규격기준에 의한 과정의 일체를 입증하는 것

3.3 결합(coupling): 회로들간의 상호작용, 한 회로에서 다른 회로로 에너지를 전달하는 현상

3.4 공통모드(Common Mode): 모든 라인과 기준 그라운드 면에 동시에 결합되는 것

3.5 결합 클램프(Coupling Clamp): 정의된 컷수를 갖고 있으면서 어떠한 전기적 접속 없이 시험 중인 회로에 방해신호의 공통모드 결합의 특성을 지닌 장치

3.6 결합 회로망(Coupling Network): 한 회로에서 다른 회로로의 에너지 전달을 목적으로 하는 전기회로

3.7 감결합 회로망(Decoupling Network): 피시험기기에 적용된 EFT 전압이 시험대상이 아닌 다른 장치, 장비, 또는 시스템에 영향을 끼치지 않게 하는 전기회로

3.8 성능저하(Degradation): 어떤 장치, 장비 또는 시스템이 의도된 성능으로부터 원하지 않게 벗어나는 현상 [IEV 161-01-19]

주 - "성능저하(degradation)" 라는 용어는 일시적 또는 영구적 고장에 적용할 수 있다

3.9 EFT/버스트: EFT/버스트/버스트(Burst)

3.10 전자파 적합성(Electromagnetic Compatibility) (EMC): 어떤 전자파 환경에 있어서 어떤 장치에 대해서도 견딜 수 없는 전자파 방해를 유발하지 않으면서 만족하게 기능을 발휘하는 장비나 시스템의 능력 [IEV 161-01-07]

3.11 피시험기기(EUT): 시험 중인 장비

3.12 접지 기준면(Ground Reference Plane): 일반 기준면으로 사용되는 전위를 갖는 평평한 전도표면 [IEV 161-04-36]

3.13 내성(Immunity) (방해에 대해): 전자파 방해에 있는 상태에서 성능저하 없이 동작하는 장치, 장비 또는 시스템의 능력 [IEV 161-01-20]

3.14 포트(Port): 외부 전자기 환경과 피시험기기의 특별한 접촉영역

3.15 상승시간(Rise time): 펄스의 순간 값이 10%에 도달할 때와 90%에 도달할 순간사이의 시간간격 [IEV 161-02-05, 변형]

3.16 과도현상(Transient): 관심 있는 시간척도에 비해 짧은 시간간격 동안 두 개의 연속적 정상상태 사이에서 변하는 현상 또는 물리량에 관련된 것이거나 나타내는 것 [IEV 161-02-01]

3.17 증명(Verification): 시험장비 시스템(예, 시험 신호발생기와 내부연결 케이블)을 점검하기 위해 사용되는 일체의 과정과 논증하기 위해 시험 시스템을 6절에 주어진 규정 내에서 작용된다.

주1 - 증명을 위해 사용되는 방법은 교정에서 사용되는 방법과 다를 수 있다

주2 - 6.1.2 와 6.2.2 의 절차는 시험발생기의 정확한 동작을 보증하기 위한 안내로써 의미가 있고, 다른 항목의 시험배치를 만드는 것은 피시험기기에 의도된 파형이 전달되도록 하기 위함이다.

주3 - 이 기본 전자파적합성 규격 목적에 대해서 이 정의는 IEC 311-01-13에 주어진 정의와는 다르다.

#### 4. 일반사항

반복적 EFT 시험은 전기, 전자장비의 전원공급 단자, 제어단자, 신호단자에 결합된 다수의 EFT로 이루어진 버스트를 이용한 시험이다. 짧은 상승시간, 반복율, 낮은 과도현상 에너지가 시험에서 중요하다.

시험은 스위칭 되는 과도현상(유도성부하의 중단, 릴레이 접점 바운싱 등)에서 발생하는 것과 같은 과도 방해의 유형이 있을 때 전기, 전자 제품에 대한 내성을 입증하기 위한 것이다.

#### 5. 시험 레벨

전원 공급기, 보호 접지(PE), 장비의 신호 단자, 제어 단자 등에 적용할 수 있는, EFT 시험에 대한 시험레벨의 우선적 범위는 표 1에 있다.

이들 개방회로 출력 전압들은 EFT/버스트 시험발생기에서 표시될 것이다. 레벨 선택에 대해서는 부록 B를 참조할 것

표 1 - 시험 레벨

개방회로 출력 시험 전압과 임펄스의 반복율				
레벨	전원포트, PE		입출력 신호, 데이터, 제어포트	
	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
x1)	특별(special)	특별(special)	특별(special)	특별(special)
주1 - 반복율 5 kHz 의 사용은 일반적이다. 그러나 100 kHz 는 실제 사용 향에 가깝다. 제품위원회는 규정된 제품 또는 제품유형에 대해 어느 주파수가 적절한지 결정해야 한다. 주2 - 어떤 제품이 전원포트와 입출력포트 사이에서 명확히 구별되지 않는 경우에 제품위원회는 시험목적에 대한 이 결정을 만들어야 한다.				
1)x는 개방레벨. 레벨은 제품 규격에 명시되어야 한다.				

## 6. 시험 장비

6.1.2 와 6.2.2 의 증명절차는 시험 발생기와 결합/감결합회로망의 정확한 동작을 위한 안내로써 의미를 가지고 다른 항목의 시험배치 구성은 피시험기기에 의도된 파형이 전달되어진다.

### 6.1 시험 발생기

간략화된 시험발생기의 회로도는 그림 1 에 있다. 회로 요소인 Cc, Rs, Rm 과

Cd 는 50  $\Omega$  의 저항성 부하와 개방회로 조건아래 빠른 과도현상을 전달하는 시험 발생기에서 선택되어진다.

시험 발생기의 주요 요소는 다음과 같다:

- 고전압 발생원
- 충전 저항
- 에너지 충전 커패시터
- 고전압 스위치
- 임펄스 지속시간을 결정하는 저항
- 임피던스 정합 저항
- 직류 블로킹(Blocking) 커패시터

#### 6.1.1 EFT/버스트 시험발생기의 특성

EFT/버스트 시험발생기의 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

시험발생기는 단락회로 조건에서 동작해야 한다.

특성:

- |                          |  |
|--------------------------|--|
| - 극성:                    | 양극(+) / 음극(-)  |
| - 출력 형태:                 | 동축 형태, 50 $\Omega$   |
| - 직류 블로킹(Blocking) 커패시터: | 10 nF $\pm$ 20 %   |
| - 임펄스의 반복주파수:            | (표 2 참조) $\pm$ 20 %  |
| - 전원공급 관계:               | 비동기  |
| - 버스트 지속시간(그림 2 참조):     | 5 kHz 에서 15 ms $\pm$ 20 %<br>100 kHz 에서 0.75 ms $\pm$ 20 %       |
| - 버스트 주기(그림 2 참조):       | 300 ms $\pm$ 20 %  |
| - 펄스 파형의 형태              |  |
| 50 $\Omega$ 부하 일 때       | 상승시간 $t_r = 5$ ns $\pm$ 30 %<br>지속시간 $t_d$ (50 %에서)= 50 ns $\pm$ |



	30 %
	침투전압 = 표 2를 따르고, $\pm 10 \%$ (50 $\Omega$ 파형에 대해서는 그림 3 참조)
1000 $\Omega$ 부하 일 때	상승시간 $t_r = 5 \text{ ns} \pm 30 \%$ 지속시간 $t_d$ (50 %에서) = $50 \text{ ns} \pm 30 \%$ 허용오차는 $-15 \text{ ns}$ 에서 $+100 \text{ ns}$
	침투전압 = 표 2를 따르고, $\pm 20 \%$ (표 2의 하단 주2 참조)
- 시험 부하 임피던스	50 $\Omega \pm 2 \%$ 1000 $\Omega \pm 2 \%$ 와 병렬로 6 pF 이하 저항성 측정은 직류에서 이루어지고 용량 성 측정은 낮은 주파수에서 동작되는 상업 적으로 가능한 용량성 미터기를 사용하여 이루어진다.

#### 6.1.2 EFT/버스트 시험발생기 특성의 검증

시험 발생기의 특징은 모든 시험 발생기의 공통기준을 성립시키기 위해 검증되어야 한다. 시험 발생기 출력은 50  $\Omega$ 과 1000  $\Omega$  동축선으로 각각 종단되어야 하고 전압을 오실로스코프로 관측할 수 있어야 한다. 측정하는 장비의  $-3 \text{ dB}$  대역폭과 시험 부하 임피던스는 적어도 400 MHz 이어야 한다. 하나의 버스트내의 임펄스의 반복율, 지속시간, 상승시간뿐만 아니라 버스트 지속시간과 주기가 관측되어야 한다.

표 2의 설정 전압 각각에 대하여 50  $\Omega$  부하 ( $V_p$  (50  $\Omega$ ))에서 출력전압을 측정한다. 이 측정 전압은  $[0.5 \times V_p \text{ (개방전압)}] \pm 10 \%$  이어야 한다.  
동일한 시험 발생기의 설정(설정 전압)은 1000  $\Omega$ 에서 [ $V_p$  (1000  $\Omega$ )]에서 측정한다. 이 측정 전압은  $V_p$  (개방전압)  $\pm 20 \%$  이어야 한다.

주1 - 측정은 부유 용량이 최소가 되도록 하여 측정한다.

표 2 - 출력 전압의 침투치와 반복율

설정 전압 kV	V <sub>p</sub> (개방회로)kV	V <sub>p</sub> (1000Ω) 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 사용하여 자동적으로 V<sub>p</sub>에 보여주는 설정 전압보다 5 % 낮은 판독 전압값을 얻을 수 있다. 1000 Ω 에서 V<sub>p</sub>(개방회로) 판독전압은 V<sub>p</sub> x 1000/1050 배이다.

주3 - 50 Ω 부하와 함께 측정된 출력 전압은 위의 표에서 반영된 것처럼 무부하 전압의 0.5배다

## 6.2 교류/직류 주전원공급 포트에 대한 결함/감결함 회로망

승인 시험에서 교류/직류 주 전원공급 포트는 결함/감결함 회로망이 요구된다.

회로도(3상 주전원 공급 장치에 대한 예)는 그림 4에 주어져 있다.

EFT/버스트 시험 발생기의 파형은 6.2.2를 따르는 결함 회로망의 출력에서 검증되어야 한다.

### 6.2.1 결함/감결함 회로망의 특성

결함/감결함 회로망의 특성은 다음과 같다

- 결함 커패시터: 33 nF
- 결함 모드: 공통모드

### 6.2.2 결함/감결함 회로망의 특성의 검증

6.1.2 에 주어진 요구사항이 측정 장비에 적용되어야 하고 결함 / 감결함 회로망의 특성 검증에 대해 사용된다.

파형은 단일 50 Ω 종단으로 하여 결함 / 감결함의 공통모드 출력에서 검증되어야 한다.

검증은 시험 발생기의 출력 전압을 4 kV 공칭 전압으로 설정하여 수행한다. 시험 발생기는 결합 / 감결합 회로망의 입력에 연결한다. 결합 / 감결합 회로망 (CDN, 통상적으로 피시험기기에 연결) 의 출력은 50 Ω 부하로 종단된다. 첨두 전압과 파형이 기록될 것.

각각의 단일 결합 / 감결합 경로의 기능적인 검증이 권장된다.

펄스의 상승시간(10 % - 90 %)는  $5 \text{ ns} \pm 30 \%$  일 것.

임펄스 지속시간 (50 %)는 50 Ω 의 부하로  $50 \text{ ns} \pm 30 \%$  일 것.

표 2 에 의해 첨두 전압  $\pm 10 \%$  일 것.

결합 / 감결합 회로망의 입력에서 잔여 시험 펄스 전압은 피시험기기와 전원 회로망에 적용된 시험전압이 10 %를 초과하지 않을 때는 분리된다.

결합 / 감결합 회로망은 61000-4-4(1995) 1에 따라 설계되어야 하고 이 문건의 공통모드 요구사항을 만족하기 위해 최소한의 변경이 필요할 수 있다.

### 6.3 용량성 결합클램프

클램프는 피시험기기 포트 종단, 케이블 차폐물 또는 피시험기기의 어떤 다른 부분에 대해 전기적으로 접속하지 않으면서 급속 과도현상/버스트가 시험중인 회로와 결합하게 한다.

클램프의 결합 용량성은 케이블의 직경, 재료, 그리고 만약 있다면 차폐물에 의존한다.

장치는 시험중인 회로의 케이블(평평하거나 둥근)을 감싸기 위한 클램프 유니트(아연 도금된 철, 동, 구리 또는 알루미늄으로 만들어지는)로 구성되어있고 최소 1 면적의 접지면에 위치해야 한다. 기준 접지면은 모든 면에서 적어도 0.1 m 이상 클램프로부터 떨어져야 한다.

클램프는 시험 발생기와 어느 한쪽이 연결되도록 양쪽 끝에 고전압 동축 케이블 커넥터가 제공되어야 한다. 시험 발생기는 클램프의 끝에 피시험기기와 가장 가까운 곳에 연결되어야 한다.

클램프는 케이블과 클램프간의 최대 결합 용량성을 제공하도록 될 수 있는 한 많이 단혀야 한다.

결합 클램프의 기계적 배열은 그림 5 에 주어져 있고 주파수 응답 특성, 임피

던스 등과 같은 그 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)

승인시험에 대해서 클램프를 이용한 결합방법은 입출력과 통신포트를 연결하는 선에서 시험이 요구된다. 만약 결합 / 감결합 회로망을 6.2에서 정의되지 않은 것을 사용할 때는, 교류/직류 주 전원공급 포트를 사용할 수 있다.

## 7. 시험 배치

시험의 다른 유형은 시험환경을 기초로 정의 되었고, 이들은 :

- 시험실에서 수행되는 형식시험;
  - 최종 배치 조건에서 장비에 수행되는 설치 후 시험
- 선호하는 시험방법은 시험실에서 수행되는 형식 시험이다.

만약 제조업자의 지시가 있으면, 피시험기기는 배치에 대한 제조업자의 지시에 따라 배치되어야 한다.

### 7.1 시험 장비

시험 배치는 다음의 장비들을 포함한다 (그림 6 참조):

- 기준 접지면 ;
- 결합 장치 (회로망 또는 클램프) ;
- 감결합 회로망 ;
- 시험 발생기

### 7.2 시험실에서 수행되는 형식시험에 대한 시험 배치

#### 7.2.1 시험 조건

다음의 요구사항들은 8.1에서 규정된 환경 기준 조건으로 시험실에서 수행되는 시험에 적용된다.

피시험기기가 고정식 바닥설치형 또는 탁상형 기기가 다른 구성품과 결합되도록 설계된 기기는 기준 접지면 위에 위치시키고  $0.1\text{ m} \pm 0.01\text{ m}$  두께(그림 7 참조) 위에 절연되어야 한다.

탁상형 기기의 경우에 피시험기기는 접지 기준면 위  $0.1\text{ m} \pm 0.01\text{ m}$  두께 위에 위치되어야 한다.(그림 7 참조) 피시험기기는 통상 천정 또는 벽에 배치되고 접지 기준면 위  $0.1\text{ m} \pm 0.01\text{ m}$  두께 위에 위치시켜 탁상형 기기로 시험되어야 한다.

피시험기기는 제조자의 배치 사양에 따라 접지 시스템에 접속되어야 한다. 추가적인 접지 연결은 허용하지 않는다.

접지 기준면과 모든 본딩(Bonding)으로 연결된 결합 / 감결합 회로망의 접지 케이블의 연결 임피던스는 저 유도성이 제공되어야 한다.

직접 결합 회로망 또는 용량성 클램프 둘 중의 하나는 시험 전압 적용을 위해 사용되어야 한다. 시험 전압은 상호 연결되는 케이블의 길이가 시험에 불가능하지 않다면 시험되는 기기의 두 장치사이에 포함된 모든 피시험기기의 포트에 결합되어야 한다.

감결합 회로망은 보조 장비와 공공의 회로망을 보호하기위해 사용되어야 한다.

결합 클램프를 사용할 때 결합 클램프 아래의 접지 기준면을 제외하고는 결합면과 모든 다른 도전성 표면사이의 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 제조자에 의해 제공된 비분리형 전원 공급 케이블이 제품의 길이와 합

께  $0.5 \text{ m} \pm 0.05 \text{ m}$  를 초과하면 접지 기준면  $0.1 \text{ m}$  위에 위치시키고 평평한 코일을 피하기 위해 초과되는 케이블을 접어야 한다.

시험실 시험에 대한 시험 배치의 예는 그림 7 과 8 에 주어져 있다.

그림 8 에서 추가적인 접지면이 피시험기기의 샤시에 접속되어 사용된다.

#### 7.2.2 피시험기기에 시험전압을 결합하는 방법

피시험기기에 시험전압을 결합하는 방법이 피시험기기의 포트의 유형에 독립적이다.(아래에 지시하는 것처럼)

##### 7.2.2.1 전원 공급 포트

결합 / 감결합 회로망을 경유하여 전기적 빠른 과도응답 특성 방해 전압의 직접 결합에 대한 시험 배치의 예는 그림 9 에 주어져 있다. 이것은 주전원 포트에 대한 결합 방법이 우선적이다.

적절한 결합 / 감결합을 얻을 수 없다면, 교류 주전원 전류가  $100 \text{ A}$  이하인 경우 대체 방법이 적용될 수 있다. 용량성 클램프의 사용은 삼가고  $33 \text{ nF}$ 의 커패시터를 사용한 직접 주입으로 버스트를 결합하는 것이 효과적이다.

##### 7.2.2.2 입.출력 포트와 통신 포트

입.출력 포트와 통신 포트의 방해 시험 전압의 적용에 대해 용량성 결합 클램프를 어떻게 사용하는지 그림 7과 10에서 보여주는 예이다. 용량성 결합 클램프를 사용할 때, 시험되지 않거나 보조 제품은 적절한 감결합으로 연결되어야 한다.

##### 7.2.2.3 캐비닛의 접지접속

캐비닛의 시험 주안점은 보호접지 도체에 대한 포트이어야 한다.

시험전압은 결합/감결합 회로망에 의해 보호접지(PE)에 적용되어야 한다. 그림 11을 참조할 것.

### 7.3 배치 후 시험을 위한 시험배치

이 시험은 선택적이다. 이 시험 배치는 제조자와 소비자가 합의 했을때만 적용할 수 있다. 피시험기와 다른 제품과 함께 배치된 제품에 파괴적 시험으로 피해를 주거나 그렇지 않으면 영향 받지 않도록 고려되어야 한다.

기기 또는 시스템은 최종 배치조건에서 시험해야 한다. 배치 후 시험은 될 수 있는 한, 실제 전자파 환경에 가깝게 시뮬레이션 하기 위해서 결합/감결합 회로망없이 실행되어야 한다.

만약 피시험기기의 다른 장비나 시스템이 시험과정 동안 부당하게 영향을 받는다면, 사용자와 제조업자간의 협정에 의해서 감결합 회로망이 사용되어야 한다.

#### 7.3.1 전원공급 단자와 보호접지 단자에서의 시험

##### 7.3.1.1 바닥위에 고정시켜 배치한 기기

시험전압은 기준접지면과 각각의 교류 또는 직류 전원공급 단자사이에 공급해야 한다. 그리고 피시험기 캐비닛의 보호 또는 기능접지 단자에도 적용되어야 한다.

시험 장치에 대해서는 그림 11을 참조할 것.

약 1 m<sup>2</sup> 기준 접지면 (7.2.1에서 설명했듯이) 은 피시험기 근처에 배치해야 하고 주전원 공급 단자 내에서 보호접지 도체에 접속해야 한다.

EFT/버스트 시험 발생기는 기준 접지면 위에 위치해야 한다. 수검 기기의 포트에서 EFT/버스트 시험 발생기와 결합 장치의 동축 케이블 출력까지는 활성

(Hot-Wire)의 길이가  $0.5 \text{ m} \pm 0.05 \text{ m}$  이어야 한다. 이러한 연결은 차폐되지 않지만 절연되어야 한다. 만약 교류/직류 블로킹 커패시터가 필요하다면, 커패시터는  $33 \text{ nF}$  이어야 한다. 피시험기기의 다른 모든 연결은 기능적 요구사항과 일치해야 한다.

7.3.1.2 유연한 코드와 플러그에 의해서 주 전원 공급기에 연결된, 바닥위에 배치한 비 고정 피시험기기

시험전압은 각각의 전원공급기 도체와 피시험기기가 접속될 전원공급 단자내에 있는 보호접지 사이에 적용되어야 한다. (그림 12 참조)

7.3.2 입.출력 포트와 통신 포트에 대한 시험

용량성 결합 클램프는 입.출력 포트와 통신 포트에서 결합 시험 전압이 우선적이다. 그러나 만약 케이블의 기계적인 문제(크기, 케이블 경로)로 인해 사용될 수 없다면 시험중인 선을 감싸는 테이프 또는 전도성 금속박으로 대체될 수도 있다. 금속박 또는 테이프를 이용한 결합배치 용량성은 표준 결합 클램프의 용량성과 같아야한다.

대체 방법은 클램프, 금속박 또는 테이프 배치의 분포 용량성 대신에 이산 커패시터(discrete capacitor)  $100 \text{ pF}$ 를 통해 라인의 단자에서 EFT 시험 발생기로 결합되는 것이다.

만일 피시험기기가 많은 유사한 포트를 가지고 있다면 제조자는 이들 케이블이 명확하게 동일한 것이 확인되면 케이블의 대표적인 수의 시험을 선택할 수 있다.

결합점 근처에서 시험 발생기로부터 동축 케이블을 접지해야 한다. 동축 또는 차폐된 통신 전선의 커넥터(활선)에 시험전압을 적용하는 것은 허용되지 않는다.

시험전압은 기기의 차폐 보호가 감소되지 않는 방법이 적용되어야 한다. 시험배치 구성은 그림 13 참조할 것.



이산 커패시터 결합배치에 의한 시험결과는 결합 클램프 또는 금속박 결합에 의한 시험결과와 다를 수도 있다. 그러므로 제 5 절에 명시된 시험 레벨은 중요 배치특성을 고려하기 위해 제조업자와 사용자간의 상호협정에 의해서 수정될 수도 있다.

배치 후 시험은 제조자와 사용자간에 외부 케이블을 결합 클램프로 동시에 모든 케이블을 경유하여 시험될 수 있음을 합의할 수 있다.

## 8. 시험 절차

시험 장비에 대한 성능은 시험하기 전에 점검되어야 한다. 이 점검은 결합 장치의 출력단에서 시험 발생기에 대한 버스트 존재가 한계치에 도달했는지 통상적으로 점검할 수 있다.

시험 절차는 다음을 포함 한다:

- 시험실 기준조건의 검증;
- 장비의 올바른 작동에 대한 예비검증;
- 시험의 실행;
- 시험결과의 평가

### 8.1 시험실 기준조건

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

#### 8.1.1 기후조건

일반 또는 제품 규격에 대해 책임이 있는 제품 위원회에 의해 규정되지 않았다면 시험실에서 기후 조건은 각각의 제조자에 의해 시험 장비와 피시험기기의 동작에 대해 어떠한 규정된 제한치내에 존재해야 한다.

만약 상대습도가 아주 높아 시험장비 또는 피시험기기의 응축의 원인이 되면 시험을 수행할 수 없다.

주 - 기후조건의 영향을 받는 이 규격을 포함하는 현상의 효과를 설명하기 위한 충분한 증거를 확보하는 것이 고려되어야 하고 이 규격에 대해 책임있는 제품위원회의 주의가 요구된다.

#### 8.1.2 전자과 환경조건

시험결과에 영향을 주지 않게 하기위해, 피시험기기의 정확한 성능을 보증하도록 시험실의 전자과 조건이 이루어져야 한다.

#### 8.2 시험 수행

시험은 기술규격에 정의된 대로 피시험기기 성능의 검증을 포함하는 시험계획의 기초를 두고 수행되어야 한다.

피시험기기는 정상동작 조건하에 있어야 한다.

시험계획은 다음을 명시해야 한다:

- 시행될 시험의 유형;
- 시험 레벨;
- 시험전압의 극성 (양극성은 필수);
- 내부 또는 외부 발생기 구동;
- 시험의 지속시간은 적어도 1분 시험할 것.(1분은 시험에서 속도를 올리기 위해 선택된 것이다. 그러나 동기화를 피하기 위해 시험시간은 버스트가 분리 되게 10초 인가하고 10초 휴지하면서 6번 인가하여 제품을 파괴시킬 수도 있다. 실제 환경에서 버스트는 단일 사건으로 불규칙하게 발생할 수 있다. 버스트는 피시험기기 신호와 함께 동기화시킬 필요는 없다. 제품규격 위원회는 다른 시험 지속시간을 선택 할 수 있다.)
- 시험전압 적용 횟수
- 시험해야 할 피시험기기 포트;

- 피시험기기의 대표적 동작조건;
- 각각 전압을 가하는 순서 또는 한 회로 이상의 회로에 속하는 케이블에 대한 시험전압 적용의 순서
- 보조 장비

시험계획은 제조업자와 시험 시험실/사용자 간의 협정에 따라야 하고, 결코 시험레벨이 제품규격을 초과할 수는 없다.

## 9. 시험 결과의 평가

시험 결과는 시험의 요청자나 제조자에 의해 성능 레벨이 정의되고 피시험기기의 성능 경감 또는 기능의 손실이 분류되고 제조자와 제품 구매자간의 합의가 되어야 한다. 권장되는 등급은 다음과 같다.

- 1) 제조자, 요청자, 구매자에 의해 규정된 조건내에서 정상적인 동작일 것 :
- 2) 피시험기기는 방해의 중단 후 기능의 일시적 기능저하 또는 손실이 중단되어야 하고 시험자의 중재 없이 정상 성능으로 회복될 것.
- 3) 사용자 개입으로 기능이나 동작의 일시적인 기능 저하 또는 손실이 수정되는 상태
- 4) 데이터의 손실, 하드웨어 또는 소프트웨어 피해로 인한 기능의 저하 또는 손실이 회복될 수 없는 상태

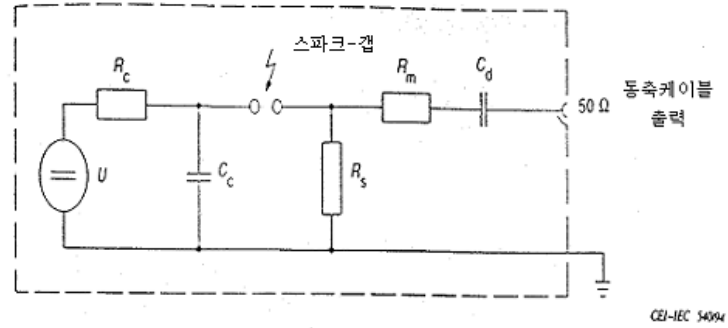
제조자의 사양이 피시험기기의 시험에서 무시할 정도로 영향이 작다면 조건에 적합한 것으로 한다.

이 분류는 제조자와 구입자사이의 성능 표준의 일치를 위한 구성으로 일반, 제품, 제품군 규격에 대한 위원회의 책임으로 성능 표준을 명확히 하는 지침으로서 사용될 수 있다. 예를 들면, 여기에서 일반, 제품, 제품군 규격이 존재하지 않을 경우

## 10. 시험 성적서

시험 보고서에서 재시험에 필요한 모든 정보가 포함되어야 한다. 특히 다음 사항이 기록되어야 한다.

- 이 규격의 8절에서 요구되는 시험 계획에 규정된 항목
- 피시험기와 관련 기기의 확인. 예를 들면, 상표명, 제품형식, 생산일련번호
- 시험 장비의 확인. 예를 들면, 상표명, 제품형식, 생산일련번호
- 시험이 수행된 특별한 환경. 예를 들면, 차폐환경
- 시험 수행을 하기 위한 특별한 조건
- 제조자, 요청자, 구매자에 의해 규정된 성능레벨
- 일반, 제품, 제품군 규격에 규정된 성능 판단기준
- 이들 결과의 지속을 위한 기간과 시험 방해의 적용 중 및 적용 후의 피시험 기기 관측 결과
- 적합/부적합 판정에 대한 근거(제조자와 구매자 사이의 일치 또는 일반, 제품, 제품군 규격에서 규정한 성능 표준을 근거로 함)
- 사용 조건의 규정. 예를 들면, 케이블 길이 또는 타입, 차폐 또는 접지, 피시험기기의 동작 조건이 승인 획득이 요구된다.



U:고전압발생원,  $R_c$ :충전저항,  $C_c$ :에너지 저장 커패시터,  $R_s$ :펄스지속시간을 결정하는 저항,  $R_m$  : 임피던스 정합 저항,  $C_d$ :직류블로킹커패시터

그림 1 - EFT/버스트 발생기의 회로도

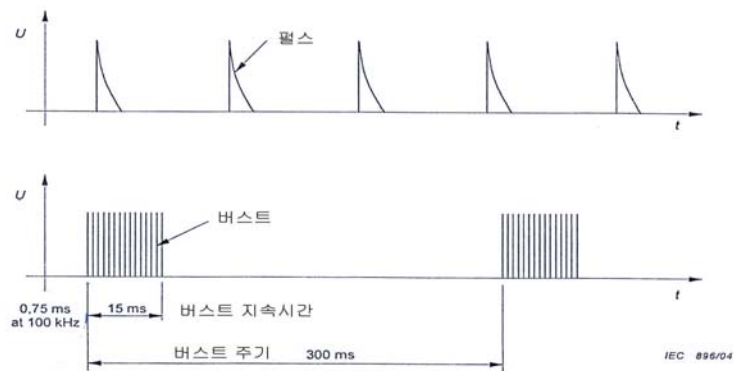


그림 2 - EFT/버스트의 일반적인 그래프

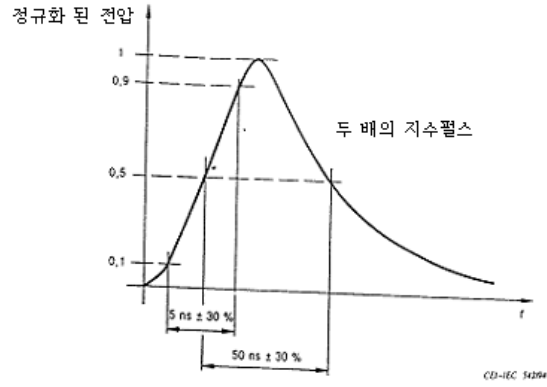


그림 3 - 50 부하에 대한 단일 펄스의 파형

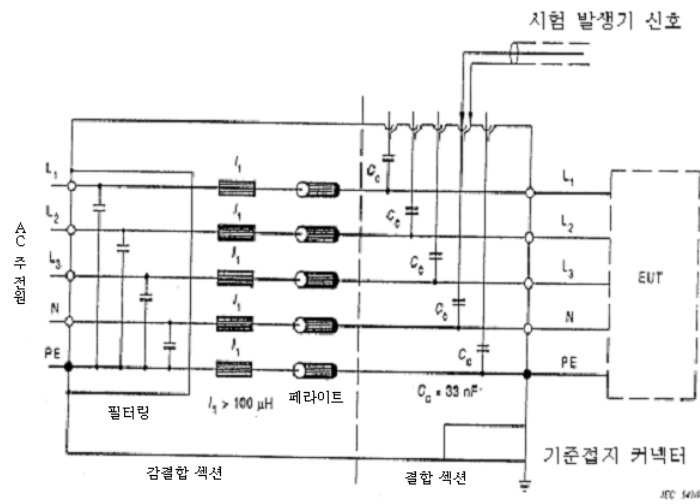
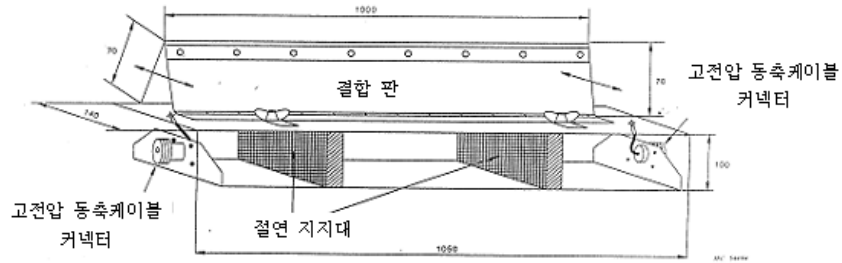


그림 4 - 교류/직류 주전원 공급 포트/포트에 대한 결합/감결합 회로망



단위는 밀리미터(mm) 이다.

**경고:** 시험중인 케이블과 접지면을 제외한 모든 전도성 구조체로의 결합 부분의 거리는 0.5 m 이상이어야 한다.

그림 5 - 용량성 결합 클램프의 구조

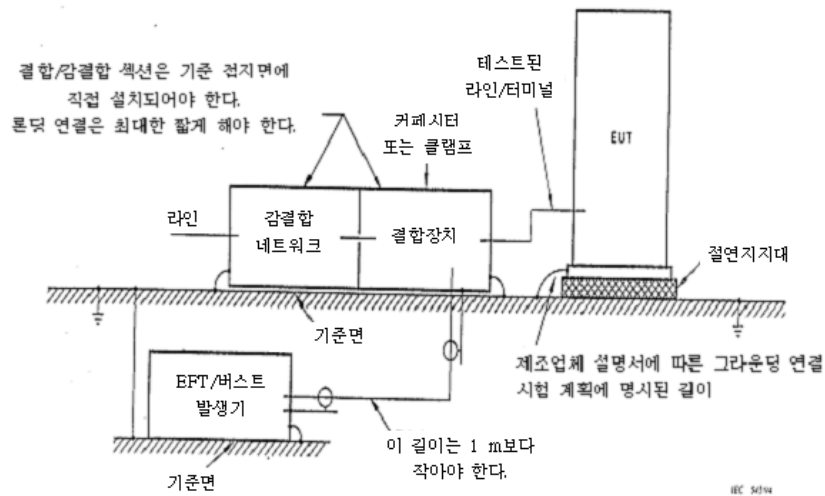


그림 6 - EFT/버스트 내성시험에 대한 구성도

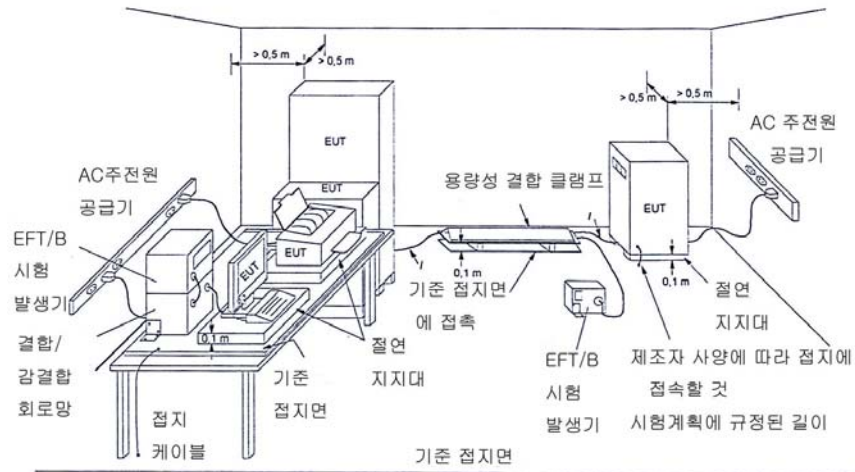


그림 7 - 시험실 형태 시험에 대한 일반적 시험 장비 배치

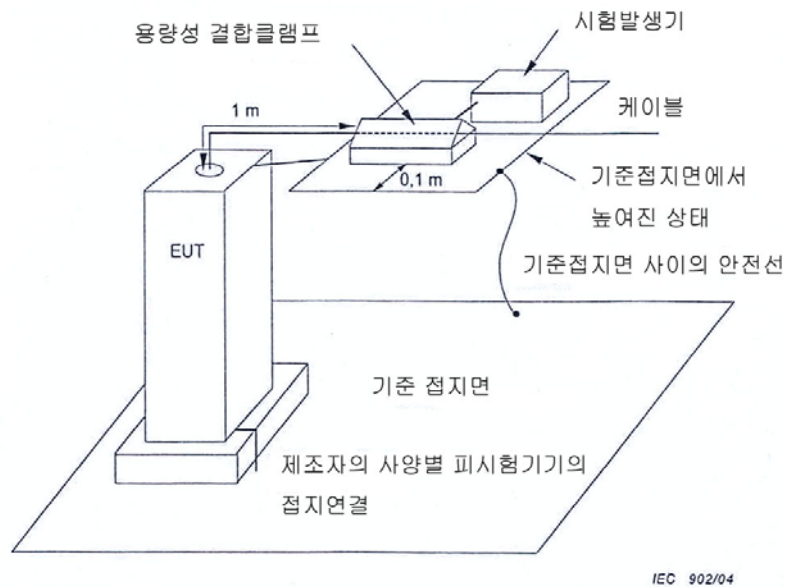


그림 8 - 랙 마운트(Rack Mount)되는 장비에 대한 시험배치의 예



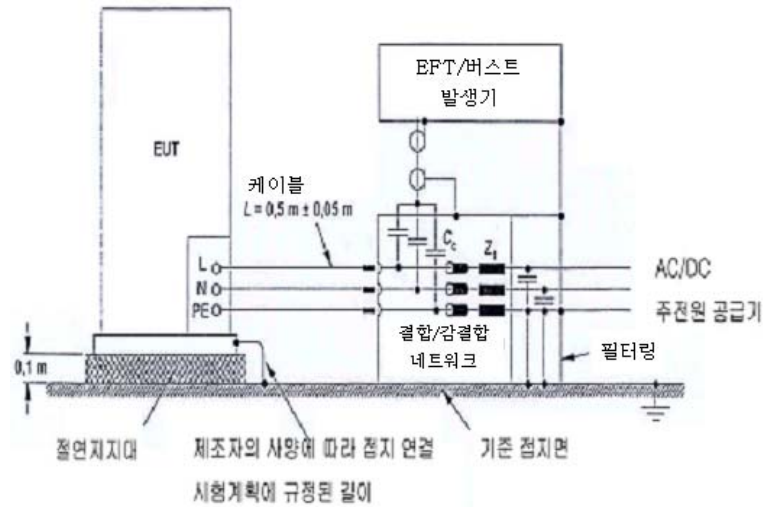


그림 9 - 시험실 시험이 목적인 교류/직류 주전원 공급 포트/단자로 시험 전압을 직접 결합하는 시험 배치의 예

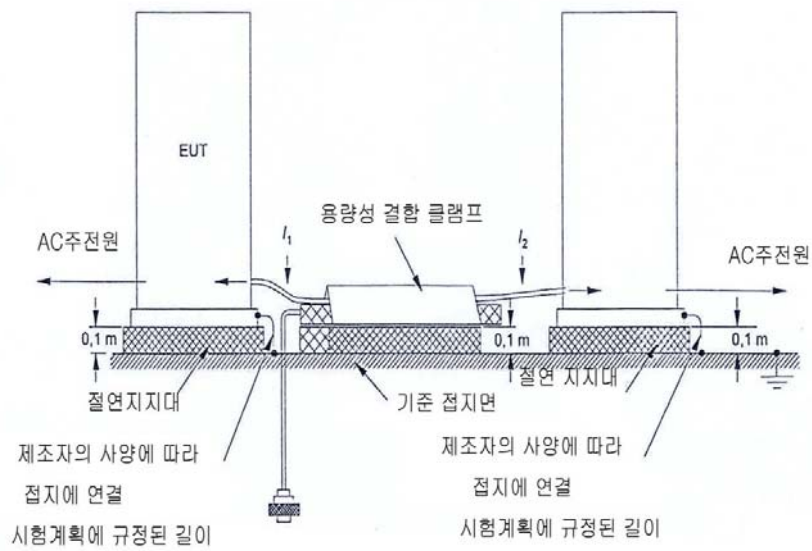


그림 10 - 시험실 시험이 목적인 용량성 결합 클램프에 의한 시험 전압 적용에 대한 시험 장비 배치의 예

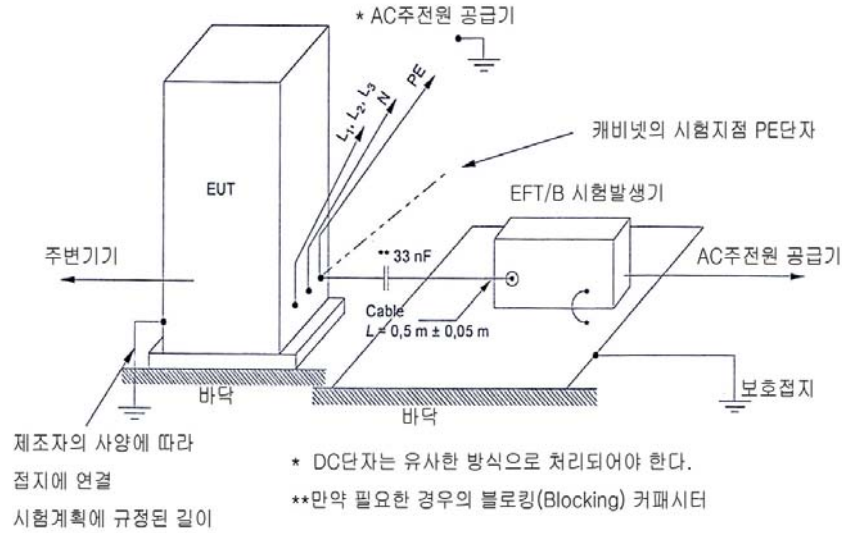


그림 11 - 바닥위에 고정시켜 배치한 피시험기기에 대한 교류/직류 주전원 공급 단자와 보호접지 단자에서의 배치 후 시험의 예

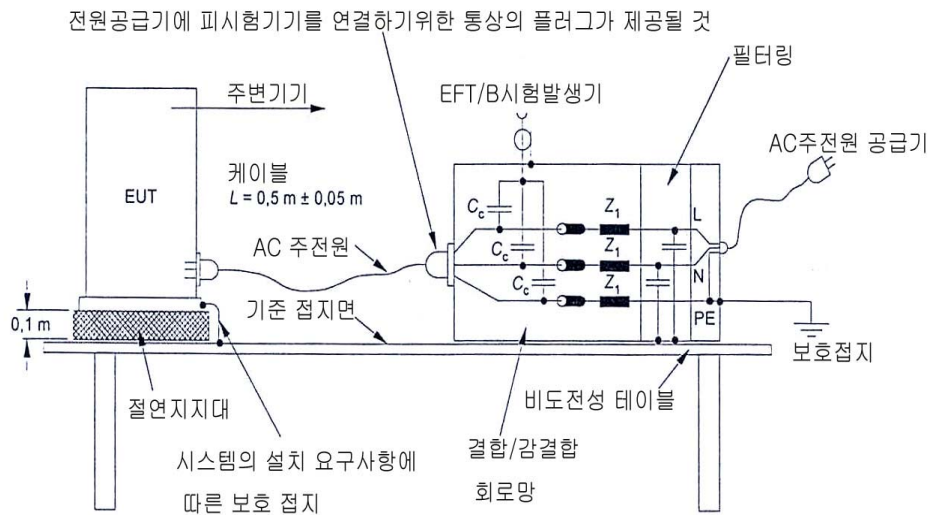


그림 12 - 바닥위에 고정되지 않은 피시험기기에 대한 교류 주전원 공급 단자와 보호접지 단자에서의 배치 후 시험의 예

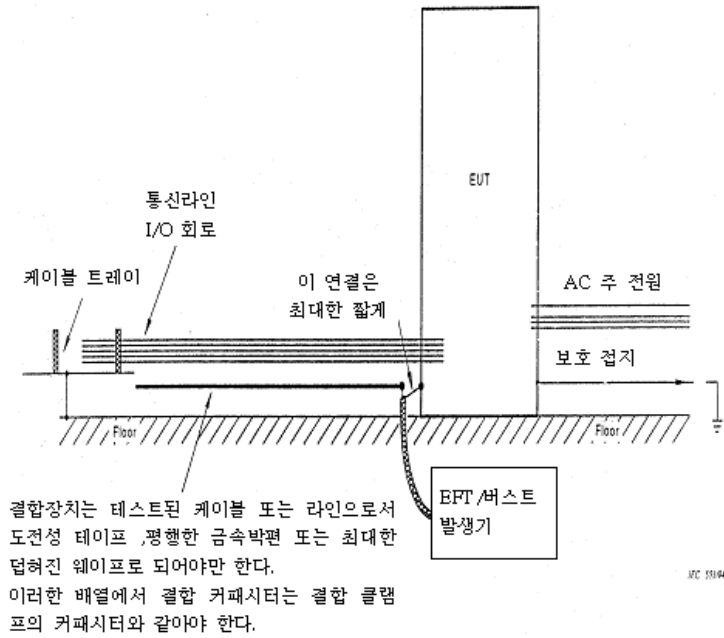


그림 12 - 용량성 결합 클램프가 없는 통신포트와 입.출력 포트에서의 배치 후 시험의 예

## 부록 A (정보(Information))

### EFT/버스트의 정보

#### A.1 소개

EFT/버스트는 유도성 부하의 스위칭에 의해 발생된다. 이 과도성 스위칭은 통상적으로 매우 빠른 과도현상으로 제시되고 아래의 구절과 같이 기술할 수 있다. :

- 버스트 지속시간
- 스위칭에 앞서 유도성에 저장된 에너지에 의해 결정된다
- 개별적인 과도현상의 반복율
- 과도현상을 구성하는 버스트의 다양한 증폭도
- 스위칭 접점의 기계적 전기적인 특성에 의해 주된 결정이 된다.

(개방 동작에서 접점의 속도, 개방 조건에서 접점의 전압에 견디는 능력)

일반적으로 EFT/버스트는 독특한 인자를 가지지 않고 스위칭 접점의 특성과 스위칭 부하에 의해 결정된다.

#### A.2 스파이크(Spike) 증폭도

라인의 도체에서 스파이크 레벨이 측정되고 스위칭 접점을 가진 라인의 갈바닉(Galvanic) 접점으로써 동일한 값을 가지게 될 것이다. 주전원 공급 회로와 일부 제어 회로의 경우에서 접점은 근접(약 1 m 거리에서) 또한 같을 수 있다. 이러한 경우의 방해는 유도(예, 용량성)되는 것으로 전달되어진다. 접점에서 측정되는 증폭도 레벨은 아주 작다.

#### A.3 상승시간

상승시간은 발생원의 증가로부터 거리에 대해 유념해야하고 파형은 연결된 부하에 의해 왜곡되고 이로 인해 분산과 반사되며, 전달 손실로 인해 바뀐다. 시험 발생기의 규정에 대해 가정된 5 ns의 상승시간은 스파이크 전달에서 고주파

성분의 감쇠효과로 계산된다.

1 ns 와 같이 짧은 상승시간은 좀 더 온당한 시험 결과를 두고 상승 시간의 적절성은 제품에 관련되며 EFT/버스트 발생원의 기준과 함께 시험 환경에서 짧게 연결된다.

주 - 전압범위 500 V에서 4 kV와 그 이상의 발생원에서 EFT/버스트의 실제 상승시간은 정전기 방전(기중에서)의 상승시간과 매우 가깝다. - 방전 메카니즘 동일

#### A.4 스파이크 지속시간

실제 지속시간은 이 규격의 2판에 잘 나타나 있고 1판에 규정된 것과는 많이 다르다. 그것은 스파이크의 저주파 성분이 낮은 관련성으로 인한 활동 회로에서 유도된 전압으로 측정된 스파이크의 지속시간과 일치한다.

#### A.5 스파이크 반복율

반복율은 많은 인자에 의존한다. 예를 들면 ;

- 충전회로의 시정수(저항, 코일과 스위칭 된 유도성 부하의 분배 용량)
- 스위칭 접점의 부하에 연결되는 라인의 임피던스를 포함한 스위칭 회로의 시정수
- 개방 동작에서 접점의 속도
- 스위칭 접점의 내전압

반복율을 가변될 수 있고 10 또는 그 이상의 범위가 일반적이다.

주 - 실제로 100 kHz 의 반복율은 절충된 반복율로써 시험에서 선택되는데 그 이유는 EFT/버스트에서 가장 의미 있는 인자인 하나의 시험범위를 포함할 필요가 있기 때문이다.

#### A.6 스파이크/버스트의 수와 버스트의 지속시간

이 인자들은 스위칭 되는 유도성 부하뿐만 아니라 스위칭 접점의 내전압에 의해 축적된 에너지에 의존하게 된다.

스파이크/버스트의 수는 스파이크 반복율과 버스트 지속시간에 관련된다. 측정 결과에서 버스트의 지속시간은 수은 릴레이를 제외하고는 대부분은 2 ms 정도이고, 다른 유형은 일반적으로 사용되지 않음을 여기에서 고려되어야 한다.

주 - 100 kHz에서 시험에 대한 기준 시간으로써 0.75 ms 지속 시간이 선택된다. 따라서 75 (100 kHz x 0.75 ms) 스파이크/버스트의 결과의 수이다.

## 부록 B (정보(Information))

### 시험 레벨의 선택

시험레벨은 가장 현실적 배치와 환경조건에 따라 선택되어야 한다. 이러한 레벨은 이 표준의 5 항에 약술되어있다.

내성시험은 장비가 동작하도록 기대되는 환경에 대한 성능레벨을 설정하기 위해서 이러한 레벨과 서로 관련되어있다.

입.출력, 제어, 신호 및 데이터, 피시험기기의 포트 시험에 대해, 전원공급 포트에 시험 전압치의 절반을 사용하여 적용한다.

일반 배치관례에 기초하여, 전기자기 환경의 요구사항에 따른 EFT/버스트 시험에 대해 추천되는 시험 레벨의 선택은 다음과 같다.

#### 1) 레벨 1 : 잘 보호된 환경

배치는 다음과 같은 이유에 의해 특징되어진다.

- 스위칭 되는 전원 공급기와 제어회로에서 모든 EFT/버스트의 억제;
- 더 높은 가혹 레벨에 속한 다른 환경들로부터 오는 전원 공급선 (교류와 직류) 과 제어 및 측정회로 간의 분리;
- 배치 기준면에서 양쪽 끝이 차폐 접지된 전원 공급 케이블, 그리고 필터링에 의한 전원 공급기 보호.

컴퓨터실은 이러한 환경의 대표적 예이다.

장비시험에 대한 레벨의 적용가능성은 형식 시험에 대한 전원 공급 회로와 배치 후 시험에 대한 접지회로와 장비 캐비닛에 국한된다.

## 2) 레벨 2 : 보호된 환경

배치는 다음과 같은 이유에 의해 특징되어진다.

- 릴레이(접촉기 없는)에 의해서만 스위칭 되는 전원 공급기와 제어회로에서 EFT/버스트의 부분적 억제;
- 높게 엄격한 레벨의 환경에 관련된 다른 회로에서 산업 환경에 속한 산업 회로의 열악한 분리 ;
- 신호와 통신 케이블에서 비 차폐된 전원 공급기와 제어 케이블의 물리적인 분리

산업설비와 발전소의 통제실 또는 터미널 실은 이러한 환경의 대표적 예이다.

## 3) 레벨 3 : 전형적 산업 환경

배치는 다음과 같은 이유에 의해 특징되어진다.

- 릴레이(접촉기 없는)에 의해서만 스위칭 되는 전원 공급기와 제어회로에서 EFT/버스트의 비 억제;
- 높게 엄격한 레벨의 환경에 관련된 다른 회로에서 산업 환경에 속한 산업 회로의 열악한 분리 ;
- 전원 공급기, 제어, 신호 및 통신선용 전용 케이블;
- 전원 공급기, 제어, 신호 및 통신 케이블간의 열악한 분리
- 도전성 파이프, 케이블 트레이(보호접지 시스템과 접속된)에 들어있는 접지 도체 및 접지 망사(Mesh)에 의해서 대표되는 접지 시스템의 유용성

산업공정 제품의 영역은 이 환경의 대표성을 가질 것이다.

## 4) 레벨 4 : 엄격한 산업 환경

배치는 다음과 같은 이유에 의해 특징되어진다.



- 릴레이와 접촉기에 의해 스위칭 되는 전원 공급기와 제어, 전력 회로에서 EFT/버스트의 비 억제;
- 높게 엄격한 레벨의 환경에 관련된 다른 회로에서 산업 환경에 속한 산업 회로의 열악한 비분리 ;
- 전원 공급기, 제어, 신호, 통신 케이블간의 비분리 ;
- 제어선과 신호 선에 대해 일반적으로 다중코어(Multicore) 케이블을 사용

어떠한 특별한 배치예도 없는 생산 공정에 필요한 장비의 야외장소, 발전소의 야외장소, 야외 고전압 변전소의 차단기가 배치된 야외장소 및 500 kV 동작전압(전형적 배치관례에 따른)에서 개폐가 가능한 가스절연 개폐기의 배치장소가 이러한 환경의 대표적 예이다.

#### 5) 레벨 5: 분석되어야 할 특별상황

장비회로, 케이블, 선 등으로부터 발생하는 방해원에 대한 다소의 전기자기적 분리와 배치의 품질은 위에서 설명된 것들 보다 높거나 또는 낮은 환경레벨의 사용을 요구할 수도 있다. 높은 환경레벨의 제품 선들은 낮은 환경을 통과할 수 있다는 것을 유의해야 한다.