



**KC 61000-4-6**

(개정 : 2015-09-23)

IEC Ed 4.0 2013-10-23

# 전기용품안전기준

## Technical Regulations for Electrical and Telecommunication Products and Components

전기자기적합성(EMC)

제4부 : 시험 및 측정방법 - 제6절 : 전기자기장 전도내성시험

Electromagnetic compatibility (EMC)

Part 4-6: Testing and measurement techniques - Immunity to conducted  
disturbances, induced by radio-frequency fields

**KATS** 국가기술표준원

<http://www.kats.go.kr>

# 목 차

전기용품안전기준 제정, 개정, 폐지 이력 및 고시현황 .....	1
서문 .....	2
1 적용 범위 (Scope) .....	3
2 인용 표준 (Normative references) .....	3
3 용어와 정의 (Terms and definitions) .....	3
4 일반 사항 (General) .....	5
5 시험 수준 (Test levels) .....	5
6 시험 장치 (Test equipment) .....	6
6.1 시험 발생기 (Test generator) .....	6
6.2 결합 및 감결합 장치 (Coupling and decoupling devices) .....	6
6.3 결합과 감결합 장치의 시험품 포트에서 공통 모드 임피던스의 확인 (Verification of the common mode impedance at the EUT port of coupling and decoupling devices) .....	9
6.4 시험 발생기의 설치 (Setting of the test generator) .....	10
7 탁상형 및 바닥 거치형 기기에 대한 시험 배치 (Test setup and injection methods) .....	10
7.1 주입 방식과 시험 지점의 선택에 대한 규칙 (Rules for selecting injection methods and test points) .....	11
7.2 결합/감결합 회로망 주입 적용 절차 (CDN injection application) .....	13
7.3 공통 모드 임피던스 요구 조건이 부합할 경우의 클램프 주입을 위한 절차 (Clamp injection application when the common mode impedance requirements can be met) .....	13
7.4 공통 모드 임피던스 요구 조건이 부합되지 못할 경우의 클램프 주입을 위한 절차 (Clamp injection application when the common mode impedance requirements cannot be met) .....	13
7.5 직접 주입 절차 (Direct injection application) .....	14
7.6 단일 장치로 구성된 시험품 (EUT comprising a single unit) .....	14
7.7 다수의 장치로 구성된 시험품 (EUT comprising several units) .....	14
8 시험 절차 (Test procedure) .....	15
9 시험 결과의 평가 (Evaluation of the test results) .....	15
10 시험 성적서 (Test report) .....	16
부속서 A (Annex A) .....	27
부속서 B (Annex B) .....	32
부속서 C (Annex C) .....	34
부속서 D (Annex D) .....	35
부속서 E (Annex E) .....	39
부속서 F (Annex F) .....	40
부속서 G (Annex G) .....	43
참고문헌 (References) .....	51
KS C IEC 61000-4-6 : 2010 해설 .....	52
해 설 1 .....	53
해 설 2 .....	54

## 전기용품안전기준 제정, 개정, 폐지 이력 및 고시현황

제정 기술표준원 고시 제2000 - 463호(2001. 01. 05)  
개정 기술표준원 고시 제2003 - 1443호(2003. 11.15)  
개정 국가기술표준원 고시 제2014-0421호(2014. 9. 3)  
개정 국가기술표준원 고시 제2015-383호(2015. 9. 23)

**부 칙(고시 제2015-383호, 2015.9.23)**

이 고시는 고시한 날부터 시행한다.

## 전기용품안전기준

### 전기자기적합성(EMC)

#### 제4부 : 시험 및 측정방법 - 제6절 : 전기자기장 전도내성시험

##### Electromagnetic compatibility (EMC)

##### Part 4-6: Testing and measurement techniques - Immunity to conducted disturbances, induced by radio-frequency fields

이 안전기준은 2008년 제3판으로 발행된 IEC 61000-4-6, Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 4-6: Testing and measurement techniques - Immunity to conducted disturbances, induced by radio-frequency fields를 기초로, 기술적 내용 및 대응 국제표준의 구성을 변경하지 않고 작성한 KS C IEC 61000-4-6(2010.12)을 인용 채택한다.

# (EMC)

## – 제4부 : 시험 및 측정 기술

### – 제 6절 : 전기자기장 전도 내성 시험

Electromagnetic compatibility(EMC)

– Part 4-6: Testing and measurement techniques

– Immunity to conducted disturbances, induced by radio-frequency fields

#### 1 적용 범위

이 표준은 9 kHz ~ 80 MHz 주파수 대역의 의도적인 RF 송신기에서 발생하는 전기자기 방해에 대한 전기 및 전자기기의 전도성 내성 요구 조건에 대해 기술한다. 방해 RF 장에 연결할 수 있는 전도성 케이블(전원선, 신호선, 접지 연결 등)이 없는 기기는 제외한다.

**비고 1** 전기자기장 복사에 의해서 유도된 전도 방해 신호가 관련 기기에 미치는 영향을 측정하는 시험방법에 대해서 정의한다. 이 전도 방해파의 모의실험과 측정은 영향의 정량적인 결정에 완전히 정확하지는 않다. 정의된 시험방법은 전도 방해파의 영향에 대한 정성적 분석을 위해 다양한 장치에서 측정 결과가 적절히 재현될 수 있도록 하는 데 주목적을 두고 있다.

이 표준의 목적은 RF 장에 의해 유도된 전도 방해를 받을 때 전기 및 전자 기기의 기능 내성을 평가하는 공통 기준을 확립한다. 이 표준에서 규정한 시험방법은 정의된 현상에 대하여 기기나 시스템의 내성을 평가하는 일관성 있는 방법을 설명한다.

**비고 2** IEC 가이드 107에서 설명한 대로 이 표준은 IEC 제품위원회가 사용하는 기본적인 EMC 간행물이다. IEC 가이드 107에서 기술한 대로 IEC 제품위원회는 이 내성 시험 표준을 적용하는 것이 바람직한지를 결정할 책임이 있으며, 이를 적용하는 경우에는 제품위원회가 적절한 시험 수준과 성능 기준을 결정할 책임이 있다. TC 77과 그 소위원회는 제품에 대한 개별 내성 시험값을 평가할 때 제품위원회와 협력할 준비가 되어 있다.

#### 2 인용 표준

다음의 인용표준은 이 표준의 적용을 위해 필수적이다. 발행연도가 표기된 인용표준은 인용된 판만을 적용한다. 발행연도가 표기되지 않은 인용표준은 최신판(모든 개정을 포함)을 적용한다.

KS C IEC 60050-161 국제전기기술용어-제161장: 전기자기적합성

#### 3 용어와 정의

IEC 61000의 이 부분의 목적을 위하여 KS C IEC 60050-161의 정의와 함께 다음의 용어와 정의를 적용한다.

##### 3.1

##### 의사 손 (artificial hand)

보통의 동작 조건에서 손에 들고 사용가능 한 전기 기기와 접지 사이에 인체의 모의 임피던스를 주는 전기 회로망

[IEV 161-04-27]

**비고** 설치는 KS C CISPR 16-1-2에 따라야 한다.

### 3.2

#### 보조 기기 (auxiliary equipment)

##### AE

시험품의 정상적 동작에 필요한 신호를 공급하는 장치와 시험품의 성능을 확인하는 장치

### 3.3

#### 클램프 주입 (clamp injection)

클램프 주입은 케이블상의 클램프온(클램프-on) 전류를 주입하는 장치에 의해 얻어진다.

- 전류 클램프 : 주입이 이루어지는 케이블로 구성된 2차 권선의 변환기.
- 전기자기 클램프(EM-클램프) : 용량성 및 유도성 결합으로 조합된 주입 장치

### 3.4

#### 공통 모드 임피던스 (common-mode impedance)

확실한 포트에서의 공통 모드 전압과 공통 모드 전류의 비율

**비고** 공통 모드 임피던스는 단자 사이 또는 그 포트의 차폐면과 기준면(점) 사이에 단위 공통 모드 전압을 적용함으로써 결정된다. 그 결과로 생기는 공통 모드 전류는 그 때 이 종단 또는 차폐면을 통해 흐르는 모든 전류의 벡터합으로 측정된다[그림 8a 및 b 참조].

### 3.5

#### 결합 인자 (coupling factor)

결합(그리고 감결합) 장치의 시험품와 포트에서 얻어진 개방 회로 전압(e.m.f.)을 시험 발생기 출력에서 얻어지는 개방 회로 전압으로 나눈 비

### 3.6

#### 결합 회로망 (coupling network)

정의된 임피던스 하에서 하나의 회로로부터 다른 회로로 에너지를 전달하기 위한 전기적 회로.

**비고** 결합과 감결합 장치는 한 박스[결합과 감결합 회로망(CDN)]로 통합될 수도 있고, 또는 각각 분리된 회로망일 수도 있다.

### 3.7

#### 결합/감결합 회로망 (coupling/decoupling network)

##### CDN

결합과 감결합 모두의 기능을 통합한 전기 회로

### 3.8

#### 감결합 회로망 (decoupling network)

시험품에 인가되는 시험 신호가 꺾시험 상태가 아닌 다른 기기, 장치 또는 시스템에 영향을 주지 못하도록 하는 전기 회로

### 3.9

#### 시험 발생기 (test generator)

필요한 신호를 발생할 수 있는 발생기(RF 발생기, 변조원, 감쇠기, 광대역 전력 증폭기 그리고 필터)(그림 3 참조)

### 3.10

#### 기전력 (electromotive force)

##### e.m.f.

능동 소자의 표현에서 이상적인 전압원의 단자에서의 전압

[IEV 131-01-38]

### 3.11

#### 측정 결과 (measurement result)

$U_{mr}$

측정 장치의 전압 지시값

### 3.12

#### 전압 정재파비 (voltage standing wave ratio)

VSWR

선로상에서 최대 전압과 인접 최소 전압 크기의 비

## 4 일반 사항

IEC 61000의 이 규격에서 다루는 방해파원은 근본적으로 전기자기장이며, 설치된 기기에 연결된 케이블의 전체 길이에 작용할 수 있으며 의도적 RF 송신기로부터 발생한다. 방해 받는 기기는 대부분 큰 시스템의 한 부분이며, 그 크기는 관련 파장에 비해 작다고 가정한다. 안쪽으로 들어오는 선과 바깥쪽으로 나가는 선, 예를 들면 전원선, 통신 선로, 인터페이스 케이블 등은 여러 파장의 길이가 될 수 있으므로 수동 수신 안테나 회로망으로 동작한다.

이런 케이블 회로망 사이에서, 영향 받기 쉬운 기기는 기기 내에 흐르는 전류에 노출된다. 기기에 연결되어 있는 케이블 시스템은 공진 모드(보기 :  $\lambda/4$ ,  $\lambda/2$  개방 또는 접힌 다이폴)로 가정한다. 그리고 접지 기준면에 대해 150  $\Omega$  공통 모드 임피던스를 가지는 결합 및 감결합 장치로 표현된다. 가능한 한 시험품은 2개의 150  $\Omega$  공통 모드 임피던스 연결부 사이에 시험품을 연결하여 시험한다. 하나는 무선주파수원을 제공하는 것이고 다른 하나는 전류의 귀로를 제공하는 것이다.

이 시험방법은 의도적인 RF 송신기에서 발생하는 전기자기장과 같도록 모의 실험된 방해원을 시험품에 가한다. 이 방해 전기자기장(E, H)은 **그림 2a**와 같은 시험 설치에 의해 발생한 전압과 전류로부터 생긴 근거리 전기자기장에 의해 근사 된다.

다른 모든 케이블이 비여기(non-excited) 상태인 동안에 한 케이블에 대해서만 방해 신호를 인가하는 결합 및 감결합 장치의 사용은 방해원이 다른 진폭과 위상의 범위에 대해 모든 케이블에서 동시에 영향을 미치는 실제 상황에 근접할 수 있다[**그림 2 b** 참조].

결합 및 감결합 장치는 **6.2**에 주어진 특성으로 정의된다. 이러한 특성을 만족시키는 결합 및 감결합 장치가 사용될 수 있다. **부속서 D**의 결합 및 감결합 회로망은 상업적으로 이용 가능한 회로망의 예이다.

## 5 시험 수준

9 kHz ~ 150 kHz 주파수 대역에서 의도적인 RF 송신기의 전기자기장에 의한 방해파 시험은 필요 없다.

표 1 - 시험 수준  $U_0$

주파수 대역 150 kHz ~ 80 MHz		
등급	전압 수준(e.m.f.)	
	$U_0$ dB( $\mu$ V)	$U_0$ V
1	120	1
2	130	3
3	140	10
X <sup>a</sup>	특별값	
* X <sup>a</sup> 는 개방적인 수준이다.		

r.m.s.로 표현되는 변조되지 않은 방해 신호의 개방 회로 시험 수준(e.m.f.)은 **표 1**에 주어진다.

시험 수준은 결합장치의 시험품 포트에서 결정된다(6.4.1 참조). 기기의 시험을 위해서, 신호는 실제의 방해 상태를 모의실험 하기 위해서 1 kHz 정현파로 80 % 진폭 변조된다. 효과적인 진폭 변조가 그림 4에 나타나 있다. 시험 수준 선택에 대한 정보는 부속서 C에 있다.

**비고 1** KS C IEC 61000-4-3은 전기자기장의 복사 에너지에 대해서 전기, 전자 기기의 내성을 확립하는 시험방법을 정의한다. 그것은 80 MHz 이상의 주파수를 포함한다. 제품위원회는 80 MHz보다 낮거나 높은 경계 주파수를 선택할 수 있다(부속서 B 참조).

**비고 2** 제품위원회는 다른 변조 방법을 선택할 수 있다.

## 6 시험 장치

### 6.1 시험 발생기

시험 발생기는 원하는 위치에서 요구되는 신호 레벨의 방해 신호를 각각의 결합 장치의 입력 포트에 공급하는 모든 장치와 부속을 포함한다. 전형적인 배치는 분리되거나 하나 또는 그 이상의 시험 기구로 통합되는 다음 품목으로 구성된다(3.9와 그림 3 참조).

- 관련 주파수 대역을 포함하고, 1 kHz 정현파로 80 % 진폭 변조되는 RF 신호 발생기 G1. 이들은 수동 제어(보기 : 주파수, 진폭, 변조 지수)를 하며, RF 합성장치의 경우에는 주파수의존적 스텝(step) 크기와 체제 시간으로 프로그래밍할 수 있어야 한다.
- 방해 시험원 출력 수준을 제어하기 적절한 주파수 정격의 감쇠기 T1(전형적으로 0 dB...40 dB). T1은 RF 발생기에 포함될 수 있다.
- RF 스위치 S1. 방해 시험 신호는 시험품의 내성을 시험할 때 S1에 의해 켜지고 꺼질 수 있다. S1은 RF 발생기에 포함될 수 있고 선택적이다.
- 광대역 전력 증폭기 PA는 RF 발생기의 출력 전력이 충분하지 않을 때, 신호를 증폭하기 위해 필요하다.
- 저역통과필터(LPF) 또는 고역통과필터(HPF)는 몇몇 형태의 시험품의 간섭, 예를 들면 (부)고조파에 의한 RF 수신기의 장애를 피하기 위해서 필요할 수 있다. 필터가 필요할 때에는 광대역증폭기(PA)와 감쇠기(T2) 사이에 삽입되어야 한다.
- 충분한 전력 정격을 가진 감쇠기 T2(고정 감쇠기  $\geq 6$  dB,  $Z_0 = 50 \Omega$ ). 전력 증폭기로부터 회로망으로의 부정합을 줄이기 위해서 T2가 제공되고, T2는 가능한 결합 장치에 가까이 놓여야 한다.

**비고** T2는 결합 그리고 감결합 회로망에 포함될 수 있고, 광대역 전력 증폭기의 출력 임피던스가 임의의 부하 조건의 사양을 만족한다면 생략 가능하다.

변조가 없는 시험 발생기의 특성은 표 2에 주어진다.

표 2 - 시험 발생기의 특성

출력 임피던스	50 $\Omega$
고조파 및 왜곡	모든 스퓨리어스 스펙트럼선은 반송파 수준에서 적어도 15 dB보다 작아야 한다.
진폭 변조	내부 또는 외부, (80 $\pm$ 5) % 깊이 1 kHz $\pm$ 10 % 정현파
출력 레벨	시험 레벨을 포함할 정도로 충분히 높다(부속서 E 참조).

### 6.2 결합 및 감결합 장치

결합 장치와 감결합 장치는 방해 신호(전체 주파수 범위에서, 공통 모드 임피던스가 시험품 포트에 있는)를 시험품에 연결된 각종 케이블에 결합할 때, 그리고 인가된 시험 신호가 시험 대상이 아닌 다른 장치, 기기, 시스템에 영향을 미치지 않도록 할 때 사용한다.

결합 및 감결합 장치는 일체형으로 결합될 수 있다(결합/감결합 회로망, CDN). 또는 몇 개의



부분으로 구성한다. 주 결합 및 감결합 장치 매개변수, 즉 시험품의 포트에서 보이는 공통 모드 임피던스는 표 3에 규정되어 있다.

결합 장치와 감결합 장치는 시험 재현성과 보조 기기 보호 때문에 CDN을 선호한다. 그러나 이것이 적합하지 않거나 사용할 수 없는 경우에는 다른 주입 방법을 사용할 수 있다. 적당한 주입 방법을 선택하는 기준이 아래 그리고 7.1에 주어진다.

표 3 - 결합 및 감결합 장치 조합의 주 매개변수

매개변수	주파수 대역	
	0.15 MHz ~ 26 MHz	26 MHz ~ 80 MHz
$ Z_{ce} $	$(150 \pm 20) \Omega$	$(150 + 60 - 45) \Omega$

**비고 1** 시험품의 포트와 보조 기기 포트 사이의  $Z_{ce}$ 의 변수 또는 감결합 인자는 별도로 명시되어 있지 않다. 이 인자는  $\frac{1}{2}Z_{ce}$ 의 허용 오차가 접지 기준면에 대한 보조 기기 포트 개방 또는 단락회로를 만족해야 하는 요구 조건에 포함된다.

**비고 2** 보조 기기에 대한 공통 모드 임피던스 요구 조건을 따르지 않고 클램프 주입 방법을 사용할 때,  $Z_{ce}$ 의 요구 조건이 만족되지 않을 수 있다. 그러나 주입 클램프는 7.4를 따를 때, 허용할 수 있는 시험 결과를 제공할 수 있다.

### 6.2.1 결합 및 감결합 회로망(CDNs)

이 회로망은 한 상자에 결합 및 감결합 회로를 포함하고 특수한 비차폐 케이블(예를 들어 CDN-M1, CDN-M2, CDN-M3, CDN-T2, CDN-T4, CDN-AF-2)에 사용될 수 있다(부속서 D 참조). 결합 및 감결합 회로망의 일반적 개념은 그림 5c와 5d에 나타나 있다. 회로망은 기능적 신호에 과도한 영향을 주지 않아야 한다. 그러한 영향에 대한 제한이 제품 사양서에 지정될 수 있다.

#### 6.2.1.1 전력 공급 선로에 대한 결합 및 감결합 회로망

결합 및 감결합 회로망은 모든 전력 공급 연결에 권고된다. 그러나 높은 전력(전류  $\geq 16$  A) 및/또는 복수 공급 시스템(다중 위상 또는 여러 병렬 공급 전압)에 대해서는, 다른 주입 방법이 선택될 수 있다.

방해 신호는 CDN-M1(단선), CDN-M2(2선) 또는 CDN-M3(3선) 또는 등가 회로망(부속서 D 참조)을 이용한 공급 선로에 결합되어야 한다. 유사한 회로망이 3상 전원 시스템에 정의될 수 있다. 결합 회로는 그림 5c에 나타나 있다.

시험품에 인가된 전류 때문에 자성 재료가 포화되어 CDN 성능이 과도하게 저하되지 않아야 한다. 가능하다면 회로망 구조는 순방향 전류의 자화 효과를 회귀 전류에 의해 생긴 영향으로 무효화시키는 구조가 바람직하다.

실제 설치에서 공급선이 각각의 방향으로 향하면, 분리된 결합 및 감결합 회로망 CDN-M1을 사용해야 하고 모든 입력 단자를 분리해서 다루어야 한다.

시험품이 다른 접지 단자에 연결되면(예를 들어 RF 목적 또는 고누설 전류용으로), 그것은 접지 기준면에 연결되어야 한다.

- 시험품의 특성 또는 사양이 허용할 때는 CDN-M1을 통한다. 이 경우 전력 공급은 CDN-M3 회로망을 통해서 공급되어야 한다.
- 시험품의 특성 또는 사양이 RF 또는 다른 이유로 접지 단자와 직렬로 접속한 CDN-M1 회로망을 가지는 것을 허용하지 않을 때, 접지 단자는 접지 기준면에 직접 연결되어야 한다. 이 경우 CDN-M3 회로망은 보호 접지 도체에 의한 RF 단락 회로를 막기 위해 CDN-M2 회로망으로 대체되어야 한다. 기기가 이미 CDN-M1 또는 CDN-M2 회로망을 경유하여 공급될 때, 이 장치는 동작 상태이어야 한다.

**경고** 커패시터는 CDN 브리지 내 활전부에 사용된다. 그 결과 큰 누설 전류가 발생할 수 있어

CDN에서 접지 기준면으로의 안전한 연결은 의무적이다(어떤 경우에 이 접속은 CDN의 설치에 의해 제공될 수도 있다).

### 6.2.1.2 비차폐 평형 선로에서의 결합 및 감결합

비차폐 평형 선로 케이블에 결합 및 감결합 방해 신호를 위해 CDN-T2, CDN-T4, CDN-T8이 결합 및 감결합 회로망으로 쓰일 수 있다. **그림 D.4**, **그림 D.5**, **그림 D.6**은 이러한 가능성을 보여 준다.

- 대칭적인 1쌍(2개의 선)을 가진 케이블에서 CDN-T2
- 대칭적인 2쌍(4개의 선)을 가진 케이블에서 CDN-T4
- 대칭적인 4쌍(8개의 선)을 가진 케이블에서 CDN-T8

**비고 6.2**의 요건을 만족시키고 의도한 주파수 범위에 적합하다면 다른 CDN-Tx 회로망이 쓰일 수 있다. 예를 들면 결합 및 감결합 회로망의 차동 모드에서 공통 모드로의 변환 비율은 설치된 케이블이나 케이블에 연결된 기기에 명기된 변환 비율보다 큰 값을 가져야 한다. 케이블과 기기에 대해서 다른 변환 비율이 명시되어 있다면 더 작은 값이 적용될 수 있다. 적당한 결합 및 감결합 회로망이 없기 때문에 평형 다선식 케이블에서는 클램프 주입이 더 적합하다.

### 6.2.1.3 비차폐 불평형 선로에서의 결합 및 감결합

비차폐 불평형 케이블의 결합 및 감결합 방해 신호의 경우, **그림 D.3**에 설명된 결합 및 감결합 회로망이 한 쌍으로 쓰일 수 있다.

**비고** 적합한 CDN을 이용할 수 없다면, 클램프 주입을 사용하여야 한다.

## 6.2.2 클램프 주입 장치

클램프 주입 장치로 결합과 감결합 기능이 분리된다. 결합은 클램프온(클램프-on) 장치에 의해 제공되고 공통 모드 임피던스와 감결합 기능은 보조 기기에서 구현된다. 그림처럼 보조 기기는 결합과 감결합 장치의 일부가 된다(**그림 6** 참조). 적절한 적용을 위한 지시사항이 **7.3**에 나와 있다.

EM 클램프나 전류 클램프가 **7.3**의 제한을 따르지 않고 쓰일 때 **7.4**에 정의한 과정을 따라야 한다. 이 과정에서 유도 전압은 **6.4.1**에서 설명된 것과 같은 방식으로 된다. 또한 그에 따른 전류도 관찰되고 수정되어야 한다. 이 절차에서는 더 낮은 공통 모드 임피던스를 사용할 수 있지만, 공통 모드 전류는 150  $\Omega$  신호원에서 흐르는 값으로 제한된다.

### 6.2.2.1 전류 클램프

이 장치는 시험품에 연결된 케이블에 유도 결합을 만든다. 예를 들면 5 : 1의 권선비를 이용하여 변환된 공통 모드 직렬 임피던스는 보조 기기의 임피던스 150  $\Omega$ 에 비해서 무시될 수 있다. 이 경우에 시험 발생기의 출력 임피던스(50  $\Omega$ )는 2  $\Omega$ 으로 변환된다. 다른 권선비율 역시 사용할 수 있다(**부속서 A** 참조).

**비고 1** 전류 클램프를 쓸 때 전력 증폭기(PA)에 의해 발생하는 높은 고조파가 결합 장치의 시험품 포트에서 기본 신호 수준보다 더 높게 나타나지 않도록 주의해야 한다.

**비고 2** 일반적으로 용량성 결합을 최소화하기 위해서 케이블이 클램프의 중심을 통과하도록 위치시키는 것이 필수적이다.

### 6.2.2.2 EM 클램프

EM 클램프는 시험품에 연결된 케이블에 용량성 결합과 유도성 결합 둘 다를 만든다. EM 클램프의 구조와 성능은 **부속서 A**에 나와 있다.

### 6.2.3 직접 주입 장치

시험 발생기에서 오는 방해 신호를 100 Ω 저항을 통하여, 차폐된 동축 케이블에 주입한다(차폐가 접지되지 않거나 한쪽 끝에서만 접지된 경우). 보조 기기와 주입 포인트 사이에서, 감결합 회로(6.2.4 참조)는 가능한 한 주입 지점에 가깝게 삽입해야 한다[그림 5b를 참조]. 감결합을 증가시키고 회로를 안정화하기 위해 접지는 직접 주입 장치 입력 포트의 차폐물에서 접지 기준면까지 연결되어야 한다. -이 연결은 주입 장치의 보조 기기 측에서 이루어진다.

**비고** 박(foil) 차폐물에 직접 연결할 때는 신뢰할 수 있는 시험 결과를 얻을 수 있도록 잘 연결하는데 주의해야 한다.

간단한 차폐 케이블 구성에서, 감결합 회로는 100 Ω 저항과 함께 하나의 박스 속에 넣어 CDN을 만들 수 있다.

### 6.2.4 감결합 회로망

일반적으로 감결합 회로망은 주파수 범위에 걸쳐 높은 임피던스를 만드는 몇 개의 인덕터로 구성되어 있다. 이것은 사용된 페라이트의 재질에 의해 결정되고, 150 kHz에서 적어도 280 μH의 인덕턴스가 요구된다. 리액턴스는 26 MHz까지는 260 Ω 이상으로, 26 MHz 이상에서는 150 Ω 이상으로 높아야 한다. 페라이트 토로이드에 많은 권선을 감거나[그림 5d 참조] 케이블에 걸쳐 많은 페라이트 토로이드를 사용함으로써(보통 클램프온 튜브) 인덕턴스를 얻을 수 있다.

**부속서 D**에서 규정한 CDN은 이 표준에서 달리 규정하지 않는 한 RF 입력 포트가 무부하 상태인 감결합 회로망으로 사용할 수 있다. 이 방식으로 CDN을 사용할 때 CDN은 이 항의 요구사항을 충족해야 한다.

감결합 회로망은 시험용으로 선정되지 않은 나머지 케이블 모두에 사용되어야 하나, 시험품과 보조 기기에 연결된다. 예외사항은 7.7을 참조한다.

## 6.3 결합과 감결합 장치의 시험품 포트에서 공통 모드 임피던스의 확인

결합과 감결합 장치는 시험품의 포트에서 본 공통 모드 임피던스  $|Z_{ce}|$ 에 의해 특징지어진다. 그것의 정확한 값은 시험 결과의 재현성을 보증한다. 그림 7에 나타난 시험 장치를 이용하여 결합 장치와 감결합 장치의 공통 모드 임피던스를 검증한다.

결합 장치와 감결합 장치 그리고 임피던스 기준면[그림 7a]은 접지 기준면 위에 있어야 한다. 접지 기준면의 크기는 모든 면에서 투영된 시험 장치의 기하구조를 적어도 0.2 m 초과하여야 한다.

임피던스 기준면은 그림 7a에 나타난 대로 30 mm 이하로 CDN의 시험품 포트에 연결해야 한다. 임피던스 기준면 커넥터에서 나타나는 공통 모드 임피던스 크기를 측정한다.

결합 및 감결합 회로망은 표 3의 임피던스 요건을 만족시켜야 한다. 입력 단자는 50 Ω 부하로 종단되고 보조 기기 포트에는 그림 7b에 나타난 것처럼 단락 회로와 개방 회로 조건의 공통 모드에서 순차적으로 적용한다. 이 요건은 충분한 감쇠를 보증하고 개방 또는 단락된 입력 같은 보조 기기의 설치를 중요하지 않게 한다.

클램프 주입 또는 직접 주입이 사용된다면 시험품에 연결된 각각의 보조 기기에 대한 공통 모드 임피던스를 확인하는 것은 비현실적이다. 일반적으로 7.3에 주어진 과정을 따르는 것으로 충분하다. 모든 다른 경우에는 7.4에 정의된 과정이 사용된다.

### 6.3.1 150 Ω / 50 Ω 어댑터의 삽입 손실

시험 발생기를 시험 전에 설치 시, 시험 레벨을 150 Ω 공통 모드 임피던스 환경에서 검증하여야 한다. 이것은 그림 7c에서 보듯 150 Ω / 50 Ω 어댑터와 50 Ω 측정장치의 연결에서 적절한 공통 모드 지점의 연결을 통해 수행된다. 어댑터는 그림 7d 와 7e에서 처럼 구성한다.

어댑터는 접지 기준면에 놓이며, 접지면의 크기는 모든 면에서 투영된 시험 장치의 기하구조를 적어도 0.2 m 초과하여야 한다. 주입 손실은 **그림 7c**의 원칙에 따라서 시험한다. 삽입 손실값은  $(9.5 \pm 0.5)$  dB(50 Ω 계통에서 측정된 부가적인 직렬 임피던스에 의해 발생된 이론적 값 9.5 dB)의 범위에 있다. 필요하다면 시험 배치의 케이블 감쇠는 보상되어야 한다. 수신기와 발생기의 입력과 출력에서 해당 VSWR( $\leq 1.2$ )를 가진 감쇠기가 권고된다.

#### 6.4 시험 발생기의 설치

비변조된 시험 레벨의 올바른 설치에 대해서는 **6.4.1**의 절차가 적용된다. 시험 발생기, 결합, 감결합 장치와 150 Ω / 50 Ω 어댑터는 **6.1**, **6.2**와 **6.3.1**의 요건을 따르는 것으로 가정한다.

**경고** 측정 장비의 파괴나 단락회로 조건을 피하기 위해서 시험 발생기의 설치 시 필요한 것(**그림 8** 참조) 이외에는 결합, 감결합 장치의 시험품과 보조 기기의 모든 연결을 끊어야 한다.

시험 발생기의 출력 레벨은 비변조된 반송파가 되어야 한다(**6.4.1** 참조). 정확한 설치가 이루어진 후 변조가 이루어지고 검증된다.

시험 발생기 출력 레벨은 시험기기의 안정성을 보증할 수 있다면 증폭기 출력 전력을 측정하거나 RF 발생기 출력을 측정하여 결정할 수 있다.

시험품에 인가된 모든 시험 주파수에 대하여 정확한 출력 레벨을 측정해야 한다.

##### 6.4.1 결합 장치의 시험품의 포트에서 출력 레벨의 설정

시험 발생기는 결합 장치의 RF 입력 포트에 연결되어야 한다. 공통 모드에서 결합 장치의 시험품 포트는 150 Ω / 50 Ω 어댑터를 통하여 50 Ω의 입력 임피던스를 가지는 측정 기기에 연결되어야 한다. 공통 모드에서 보조 기기 단자에는 50 Ω으로 종단된 150 Ω / 50 Ω 어댑터를 연결한다. 모든 결합 및 감결합 장치에 대한 설치가 **그림 8**에 주어져 있다.

**비고 1** 직접 주입에서 차폐면이 보조 기기 포트쪽에서 접지 기준면에 연결될 때, 보조 기기 포트에서 150 Ω 부하는 요구되지 않는다.

시험 발생기는 위에 언급한 설치를 사용하여 측정 기기에서 아래 식의 결과가 나타나도록 조정된다.

$$U_{mr} = U_0/6 \pm 25 \% \quad \text{선형값에서, 또는}$$

$$U_{mr} = U_0 - 15.6 \text{ dB} \pm 2 \text{ dB} \quad \text{대수값에서}$$

각각의 결합, 감결합 장치에 대해서 설정이 이루어져야 한다. 시험 발생기 설정의 제어 변수(소프트웨어 변수, 감쇠기 설정 등)는 시험 동안 기록되고 사용되어야 한다.

**비고 2**  $U_0$ 는 **표 1**에 명기된 시험 전압이고  $U_{mr}$ 은 **3.11**과 **그림 8**에 정의되었듯이 시험된 전압이다. 시험 오차를 최소화하기 위해서 시험 발생기의 출력 수준은  $U_0$ 가 아닌 150 Ω 부하를 가지는  $U_{mr}$ 로 설정한다.

**비고 3** 인자 6(15.6 dB)은 시험 레벨에 대해 명기된 e.m.f. 값으로부터 생긴다. 매칭된 부하 레벨은 e.m.f. 레벨의 반이고 더욱이 3 : 1 전압 분배는 50 Ω 시험 기기로 종단된 150 Ω / 50 Ω 어댑터에 의해 발생된다.

전류 클램프에 대한 레벨 설정이 50 Ω 시험 환경(**A.1** 참조)에서 수행될 때 50 Ω 부하에 나타나는 전압  $U_{mr}$ 은 요구되는 시험 레벨보다 6 dB 작아야 한다. 이 경우에 50 Ω 시험 지그에서 시험된 전압 또는 나타나는 전류는 다음과 같다.

$$U_{mr} = (U_0/2) \pm 25 \% \quad \text{선형값에서, 또는}$$

$$U_{mr} = U_0 - 6 \text{ dB} \pm 2 \text{ dB} \quad \text{대수값에서}$$

## 7 탁상형 및 바닥 거치형 기기에 대한 시험 배치

시험할 기기는 접지 기준면에서 0.1 m 높이의 절연 지지대 위에 놓인다. 시험품에 존재하는 모든

케이블은 접지 기준면 위 최소 30 mm의 높이에서 지지되어야 한다.

기기가 패널이나 랙, 캐비닛에 부착하도록 설계되었다면, 이러한 구조에서 기기를 시험해야 한다. 시험 시료를 지지할 수단이 필요하다면 그러한 지지대는 비금속성, 비도전성 재료로 만든 것이어야 한다. 기기 접지는 제조자의 지시사항을 따라야 한다.

결합/감결합 장치가 필요한 경우에는 이들을 시험품에서 0.1 m ~ 0.3 m 거리에 놓아야 한다. 이 거리는 접지 기준면으로 시험품을 투영한 지점에서 결합/감결합 장치까지 수평하게 측정해야 한다. **그림 6, 그림 9, 그림 10**을 참조한다. 자세한 내용은 **7.1**에서 **7.7**을 참조한다.

## **7.1 주입 방식과 시험 지점의 선택에 대한 규칙**

결합 및 감결합 장치에 제공될 케이블의 형태와 수량을 선택할 때, 일반적 설치 조건의 물리적 형태(보기를 들면 가장 긴 케이블의 알맞은 길이)가 고려되어야 한다.

모든 시험에서 시험품과 보조 기기(사용 중인 CDN의 내부 케이블 포함) 사이의 총 케이블 길이는 시험품 제조자가 규정한 최대 길이를 초과하지 않아야 한다.

### **7.1.1 주입 방식**

**그림 1**은 주입 방식의 선택을 위한 규칙에 대해서 나타내고 있다.

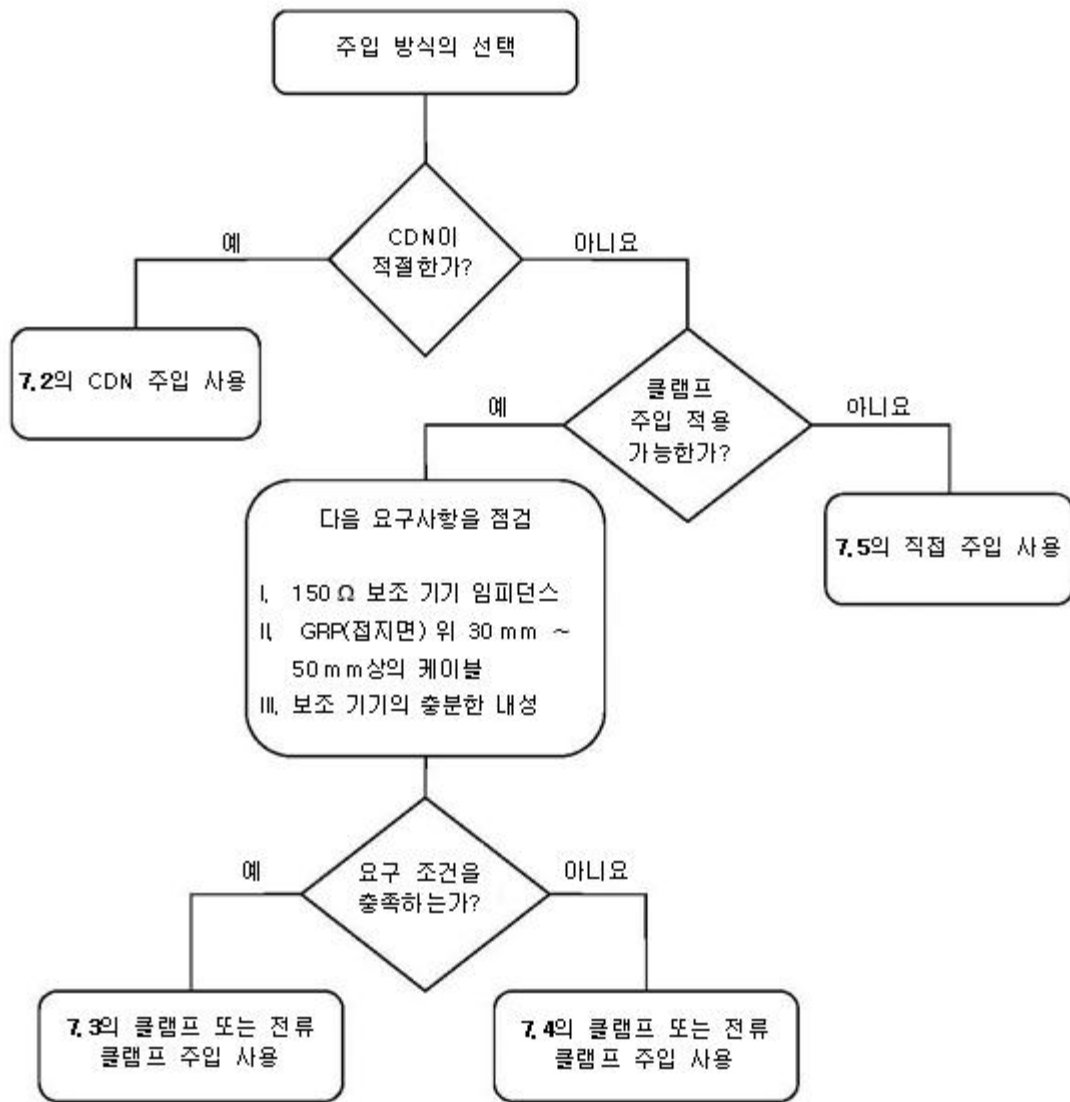


그림 1 – 주입 방식 선택을 위한 규칙

여기에서 규정하지 않은 경우, 시험을 위해 시험품은 선택한 케이블을 포함하여 일반적인 응용과 일치하는 방식으로 구성, 설치, 배치, 운용해야 한다. CDN은 이 기준에는 언급되어 있지는 않지만, 이 기준의 요구 조건을 만족하면 사용 가능하다.

시험품에서 나오는 여러 개의 케이블이 10 m 이상의 길이만큼 매우 근접해 있거나 시험품에서 다른 장치로 가는 여러 케이블이 케이블 트레이(tray)나 관(conduit)의 내부에 있을 때, 그것은 단일 케이블로 취급한다.

제품 위원회가 그 제품군에 연결되어 있는 케이블에 어떤 특정한 종류의 결합 및 감결합 장치가 더 적합하다고 결정하면(기술적 토대 위에서 입증된) 그 결정은 우선권을 가진다. 이러한 장치는 제품 기준서에 명시되어야 한다. CDN의 예는 부속서 D에 명시되어 있다.

### 7.1.2 시험 대상 포트

시험에서 150 Ω 회로망은 두개만이 필요하다. 시험 신호 주입에 사용되는 회로망은 여러 개의 시험대상 포트를 옮겨가며 사용할 수 있다. CDN을 포트에서 빼는 경우에는 감결합 회로망으로 대체할 수 있다.

시험품에 동일한 포트(동일 입력/출력 전자 회로, 부하, 연결된 기기 등)가 여러 개가 있으면 이들 중 최소 1개를 시험 용으로 선택하여 다른 종류의 포트 모두가 포괄될 수 있게 한다.

## 7.2 결합/감결합 회로망 주입 적용 절차

결합/감결합 회로망 주입을 사용할 때, 다음과 같은 조치를 취해야 한다.

- 보조 기기를 접지 기준면 위에 놓는 경우, 접지 기준면 보다 0.1 m 높게 놓아야 한다.
- CDN 하나는 시험할 포트에 연결하고 50 Ω 종단된 CDN은 다른 포트에 연결해야 한다. 감결합 회로망은 케이블이 부착된 다른 모든 포트에 설치해야 한다. 이 방법으로 각 끝에서 150 Ω으로 종단되는 하나의 루프가 형성된다.
- 종단된 CDN은 다음 우선순위에 따라 선정해야 한다.
  - 1) CDN-M1은 접지 단자 연결을 위해 사용
  - 2) CDN-S<sub>n</sub>(n=1, 2, 3, ..)은 주입점에서 가까울때(시험 포트까지 가장 짧은 기하학적 거리)
  - 3) CDN-M2, CDN-M3, CDN-M4 또는 CDN-M5는 전원선에 사용
  - 4) 그 밖의 CDN은 주입점에서 가까울때(시험 포트까지 가장 짧은 기하학적 거리)
- 시험품에 포트가 하나만 있으면 그 포트를 주입 용으로 사용된 CDN에 연결한다.
- 적어도 하나의 보조 기기를 시험품에 연결하고 단 하나의 CDN만 시험품에 연결할 수 있다면, 보조 기기의 포트 하나를 위에서 언급한 우선순위에 따라 50 Ω으로 종단된 CDN에 연결하고, 보조 기기에 대한 다른 연결은 감결합시켜야 한다.

## 7.3 공통 모드 임피던스 요구 조건이 부합할 경우의 클램프 주입을 위한 절차

클램프 주입을 사용할 때, 보조 기기의 배치는 가능한 한 6.2에서 요구되는 공통 모드 임피던스에 가깝게 나타나야 한다. 클램프 주입과 함께 사용되는 각각의 보조 기기는 가능한 한 기능적 설치 조건을 만족하도록 해야 한다. 요구되는 공통 모드 임피던스에 근접하기 위해서 다음과 같은 시험이 수행되어야 한다.

- 클램프 주입과 함께 사용되는 각각의 보조 기기는 접지면 위 0.1 m의 절연체 지지대 위에 위치해야 한다.
- 감결합 회로망은 시험 대상 케이블은 제외하고, 시험품과 보조 기기 사이의 각 케이블에 설치해야 한다.
- 시험품에 연결된 것은 제외하고, 각 보조 기기에 연결된 모든 케이블에는 감결합 회로망이 있어야 한다. 6.2.4와 그림 6을 참조한다.
- 각 보조 기기에 연결된 감결합 회로망(시험품과 보조 기기 사이 케이블에 대한 것은 제외)은 보조 기기에서 0.3 m 떨어진 거리까지만 적용한다. 보조 기기와 감결합 회로망 사이 또는 보조 기기와 주입 클램프 사이 케이블은 묶거나 감싸지지 않아야 하며 접지 기준면(그림 6)에서 30 mm ~ 50 mm 위에 있어야 한다.
- 시험 대상 케이블의 한쪽 끝에는 시험품, 반대편 끝에는 보조 기기를 연결한다. 시험품과 보조 기기에는 여러 개의 CDN을 연결할 수 있지만, 시험품과 보조 기기 각 CDN 중 하나는 50 Ω으로 종단해야 한다. CDN 종단은 7.2의 우선순위에 따라 선정해야 한다.
- 여러 개의 클램프를 사용할 때 시험을 위해 선택한 각 케이블에 하나씩 주입을 실시한다. 주입 클램프로 시험하기 위해 선택하였지만 실제로 사용하지 않는 케이블은 6.2.4에 따라 감결합해야 한다.

다른 모든 경우에 대해서는 7.4에서 주어진 절차를 따라야 한다.

## 7.4 공통 모드 임피던스 요구 조건이 부합되지 못할 경우의 클램프 주입을 위한 절차

클램프 주입을 사용할 때 공통 모드 임피던스 요구 조건이 보조 기기 측면에서 부합되지 못한 경우, 보조 기기의 공통 모드 임피던스는 시험할 시험품 포트의 공통 모드 임피던스보다 작거나 같아야 한다. 그렇지 않으면 보조 기기에서 이 조건을 만족하고 공진을 예방하기 위한 조치를 취해야 한다(보기. 보조기기와 접지 사이에 CDN-M1 또는 150 Ω 저항을 사용). 이 절차에서는 7.3에서 언급한 조치와 다른 점에 관련해서만 기술한다.

- 클램프 주입을 사용한 각 보조 기기와 시험품은 가능한 한 기능상의 설치 조건을 만족해야 한다. 예를 들어 시험품은 접지면에 연결되거나 절연체 지지대에 위치해야 한다(그림 A.6과 그림 A.7 참조).
- 주입 클램프와 시험품 사이에 삽입된 추가 전류 프로브(낮은 삽입 손실을 갖는)를 사용해서 유도 전압(6.4.1에 의해 정해지는)에 의한 전류를 점검해야 한다. 전류가 다음과 같이 주어진 공칭 회로값  $I_{max}$ 를 초과할 경우, 시험 발생기 레벨을 시험 전류가  $I_{max}$ 값과 같아질 때까지 낮춘다.

$$I_{max} = U_0 / 150 \Omega$$

인가되고 있는 수정된 시험 전압 레벨은 시험 성적서에 기록해야 한다.

재현성을 보증하기 위해서, 시험 구성은 시험 보고서에 상세히 기록해야 한다.

### 7.5 직접 주입 절차

차폐 케이블에 직접 주입할 때는 다음의 조치를 취해야 한다.

- 시험품은 접지 기준면보다 0.1 m 높은 절연 지지대 위에 놓아야 한다.
- 시험 대상 케이블에서 감결합 회로망은 주입점과 보조 기기 사이에서, 주입점에 가능한 한 가깝게 놓아야 한다. 두 번째 포트에는 150 Ω(50 Ω으로 종단한 CDN)으로 부하를 가해야 한다. 이 포트는 7.2의 우선순위에 따라 선택한다. 시험품에 부착된 다른 모든 케이블에는 감결합 회로망을 설치해야 한다(개방된 상태일 때 CDN은 감결합 회로망으로 간주한다).
- 주입점은 접지 기준면상의 시험품의 기하학적 투영도에서 0.1 m ~ 0.3 m 위치에 있어야 한다.
- 시험 신호는 100 Ω 저항(6.2.3 참조)를 통하여 케이블 차폐물에 직접 주입해야 한다.

**비고** 박 차폐물에 직접 연결할 때는 신뢰할 수 있는 시험 결과를 얻도록 주의하여 제대로 연결하여야 한다.

### 7.6 단일 장치로 구성된 시험품

시험품은 접지 기준면 0.1 m 위의 절연 지지대에 위치시킨다. 탁상형 기기는 접지 기준면이 테이블 위에 놓인다(그림 9 참조).

시험할 모든 케이블은 결합/감결합 장치로 삽입해야 한다(7.1.2 참조). 결합/감결합 장치는 접지 기준면 위에 놓아야 하며, 시험품과 대략 0.1 m ~ 0.3 m 이격시켜 직접 연결한다. 결합/감결합 장치와 시험품 사이의 케이블은 가능한 한 짧아야 하고, 묶음 형태나 감싸는 형태가 되어서는 안 된다. 접지 기준면 위의 높이는 30 mm와 50 mm 사이가 되어야 한다.

시험품에 다른 접지단자가 있다면, 허락되는 범위 내에서 결합/감결합 회로망 CDN-M1(6.2.2.1 참조)을 통해 접지 기준면과 연결되어야 한다(즉, CDN-M1의 보조 기기 포트는 접지 기준면에 연결된다).

시험품에 키보드나 휴대형 보조 기기가 있다면, 의사 손은 키보드 위에 놓이거나 보조 기기 주위로 감싸는 형태로 접지 기준면에 연결되어야 한다.

제품 위원회의 명세서에 따른 시험품의 규정된 동작을 위해 요구되는 보조 기기, 예를 들어 통신 기기, 모뎀, 프린터, 센서 등과 모든 데이터 전송과 기능의 평가를 보증하기 위해 필요한 보조 기기는 결합/감결합 장치를 통해 시험품에 연결되어야 한다. 시험 대상 케이블의 수는 대표적인 기능에 국한하여 가능한 한 제한하여야 하지만 모든 물리적 포트에 주입해야 한다.

### 7.7 다수의 장치로 구성된 시험품

상호 연결되어 있는 다수의 장치로 구성된 기기는 다음 방법 중 한 가지로 시험 한다.

- 선호되는 방법 : 각각의 부수 장치(sub-units)는 시험품으로서 분리되어 다루어지고 시험되어야 하며(7.6 참조), 다른 모든 것은 보조 기기로 간주된다. 결합, 감결합 장치(또는 CDN)는 시험품으로 간주된 부수 장치의(7.1에 따라) 케이블 위에 위치해야 한다. 모든 부수 장치는 차례로 시험되어야 한다.



- 대안 방법 : 부수 장치가 항상 짧은 케이블( $\leq 1$  m)로 연결되고, 시험되는 기기의 한 부분이면 하나의 시험품으로 간주할 수 있다. 전도 내성 시험은 시스템의 내부 케이블로 간주되는 상호 연결된 케이블에서는 수행되지 않아야 한다(그림 10참조).

그러한 시험품의 한 부분인 장치는 접촉은 시키지 않고 근접하게 위치시켜야 하며, 접지면 0.1 m 위에 절연 지지대 위에 위치시켜야 한다. 이러한 장치의 상호 연결 케이블 또한 절연 지지대 위에 놓여 있어야 한다. 종단되지 않은 CDN 또는 감결합 장치는 시험품의 모든 다른 케이블 위에 놓아야 한다. 예를 들어 전원 공급 장치와 보조 기기(7.1 참조)에 연결하는 케이블 위에 놓아야 한다.

## 8 시험 절차

시험품은 의도된 동작 및 적정 기후 조건에서 시험되어야 한다. 온도와 상대 습도는 시험 성적서에 기록되어야 한다.

국가 장애 규정은 시험 배치로부터 복사에 관해 적용되어야 한다. 복사 에너지가 허용 수준을 초과한다면 차폐실이 사용되어야 한다.

**비고 1** 일반적으로 이 시험은 잘 차폐된 방을 사용하지 않고도 수행 가능하다. 이것은 인가된 방해 수준과 시험 배치의 기하학적 구조, 특히 저주파에서는 복사하는 에너지의 양이 그리 많지 않다고 볼 수 있기 때문이다.

각 결함 장치(CDN, EM 클램프, 전류 주입 프로브)에 연결된 시험 발생기로 시험을 실시한다. 시험 대상이 아닌 다른 모든 케이블은 단선하거나(기능적으로 허용될 때), 감결합 회로망 또는 종단되지 않은 CDN만을 제공해야 한다.

(고차수 또는 저차수) 고조파가 시험품을 교란하지 않도록 방지하기 위해 시험 발생기 출력에 저역통과필터(LPF)와 고역통과필터(HPF) (보기 : 100 kHz 차단 주파수)가 필요할 수 있다. 저역통과필터(LPF)의 대역정지특성은 결과에 영향을 미치지 않을 정도로 고조파를 억제하기에 충분한 것이어야 한다. 이 필터는 시험 레벨을 정하기 전에 시험 발생기 뒤에 삽입해야 한다(6.1과 6.4.1 참조).

주파수 범위는 설정 과정 중에 정한 신호 레벨과 1 kHz 정현파로 80 % 진폭변조된 방해신호를 사용하여 150 kHz에서 80 MHz까지 스위프(sweep) 한다. 필요한 경우 RF 신호 수준을 조정하거나 결함 장치를 변경하기 위해 멈출 수 있다. 주파수가 단계적으로 점차 스위프될 때, 한 단계에서 다른 단계로 스위프되는 주파수 크기는 이전 주파수값의 1 %를 초과하지 않아야 한다. 각 주파수에서 진폭 변조 반송파의 체류 시간은 시험품을 가동하고 응답하는 데 필요한 시간보다 길어야 하지만 어떤 경우에도 0.5초보다 짧아서는 안 된다. 민감 주파수(보기 : 클록 주파수)는 별도로 분석해야 한다.

**비고 1** 시험품은 주파수 스텝핑(steppping) 중에 발생한 과도현상에 의해 교란될 수 있기 때문에 이러한 교란을 피하는 규정이 있어야 한다. 가령 주파수가 변하기 전에 신호의 강도를 시험 수준보다 몇 dB 아래로 감소시킬 수 있다.

시험하는 동안 시험품이 완전하게 동작하기 위한 시도와 내성을 위해 선택된 모든 동작 모드를 완전히 분석하기 위한 시도가 이뤄져야 한다.

특별 동작 프로그램의 사용이 권장된다.

시험은 시험 계획에 따라 수행하여야 한다.

어떤 측면의 시험 계획을 수립하기 위해서는 약간의 조사 시험이 필요할 수도 있다.

## 9 시험 결과의 평가

시험 결과는 제조자나 시험 요청자 혹은 제조자와 제품구매자 간에 합의한 성능 수준에 대한 시험품의 기능 손실이나 성능 저하의 관점에서 분류해야 한다. 권고하는 분류는 다음과 같다.

- a) 제조자, 시험의뢰인 또는 구매자가 규정한 기준치 내에서 정상적인 성능
- b) 시험이 끝난 후 방해현상이 사라지는 일시적인 성능의 저하 또는 기능의 손실, 별다른 조치 없이 피시험 기기가 정상적인 성능의 회복이 가능한 경우
- c) 사용자 개입이나 시스템 재작동이 요구되는, 기능이나 동작의 일시적 성능 악화 또는 손실
- d) 기능의 손실 또는 성능의 저하가 발생하여 하드웨어 또는 소프트웨어의 손실 또는 데이터의 손실로 인하여 기능의 회복이 불가능 한 경우

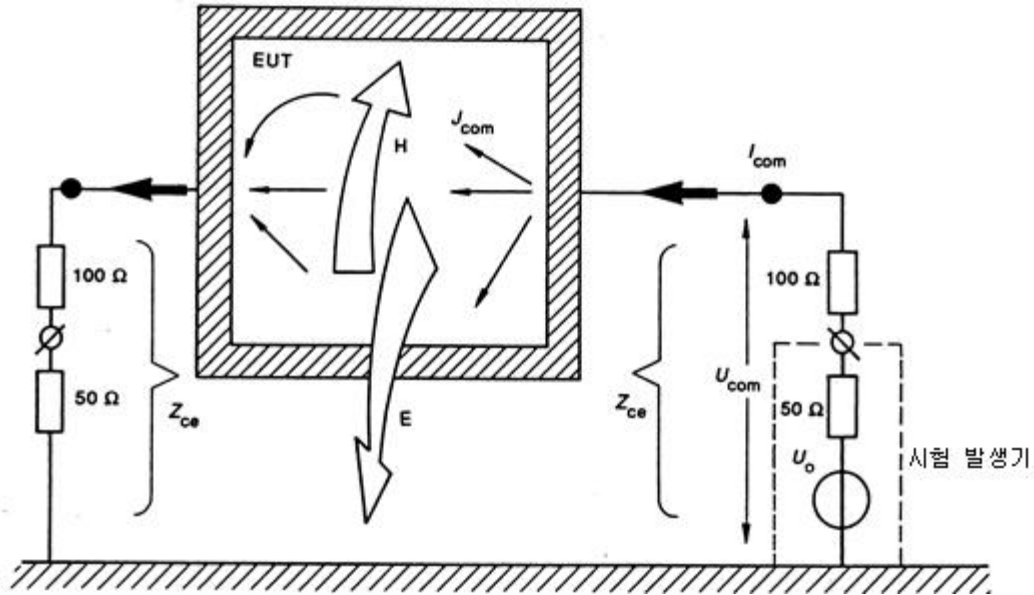
제조자 사양에서 시험품에 대한 시험 결과가 중요하지 않다고 규정된 경우, 인정될 수 있다.

이러한 분류는 공통, 제품 및 제품군 표준에 대하여 책임이 있는 위원회에서 성능 평가기준을 설정하기 위한 지침으로 사용되며, 또는 제품에 대하여 적용할 수 있는 공통, 제품 또는 제품군 표준이 존재하지 않을 경우 제조자와 구매자 간의 성능 평가기준에 관한 일치점을 찾기 위한 분류로서 사용된다.

## 10 시험 성적서

시험 결과 성적서는 시험을 재현하는 데 필요한 모든 정보가 포함되어야 한다. 특히 다음 사항이 기록되어야 한다.

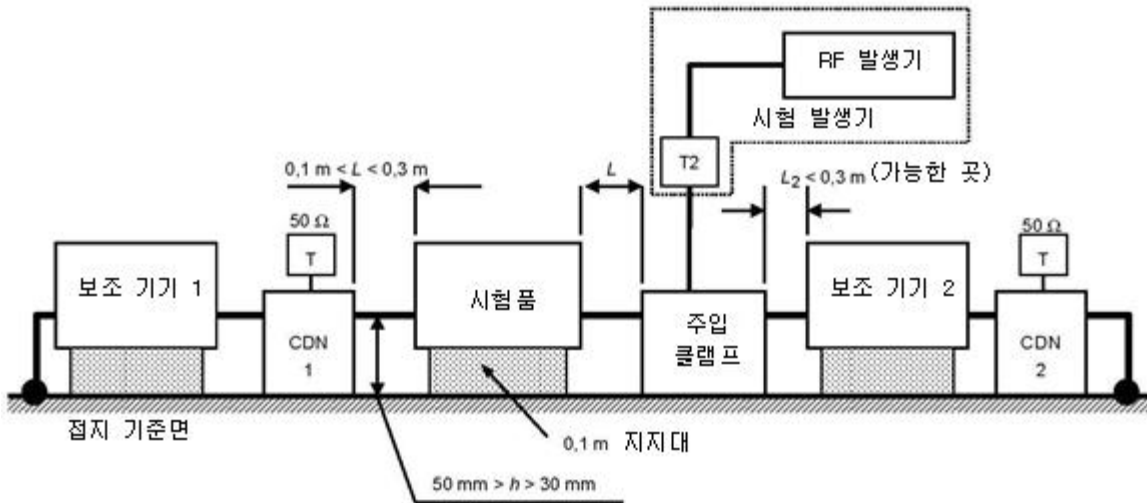
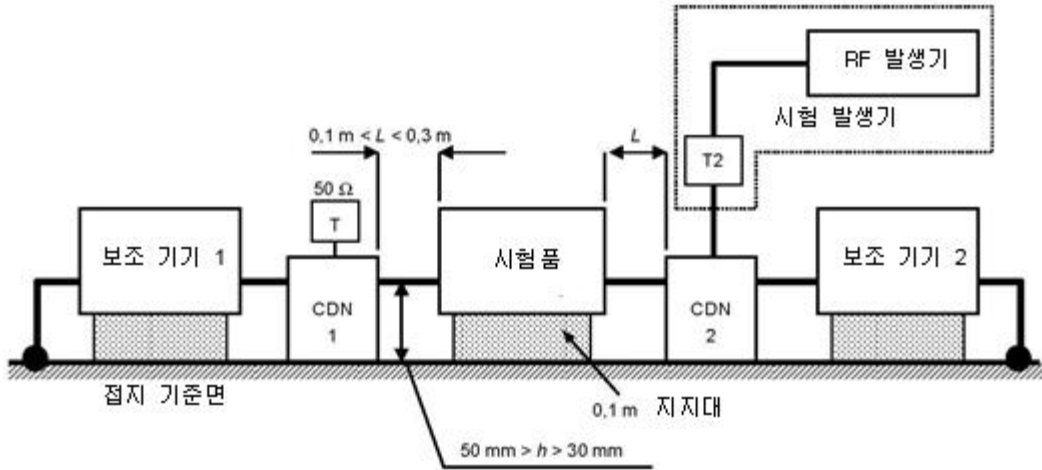
- 시험품의 정보 및 관련 기기(예를 들면 상품명, 제품 형태, 일련번호)
- 시험품의 크기
- 시험품의 대표적인 동작 조건
- 시험대상 시험품이 단일 또는 다중 장치인지 여부
- 상호 연결 케이블의 종류, 길이와 연결된 시험품의 인터페이스 포트 포함
- 적합성을 달성하는 데 필요한 케이블 길이나 유형, 차폐, 접지, 혹은 시험품 동작 조건 등 특정한 사용 조건
- 필요한 경우 시험품의 회복 시간
- 사용한 시험 설비의 종류와 시험품, 보조장비, 결합/감결합 장치의 위치
- 시험 기기의 식별(보기 : 상품명, 제품 유형, 일련번호)
- 결합/감결합 장치에 사용된 각 케이블과 내장 케이블의 길이
- 각 주입 포트 별, 50 옴으로 종단된 감결합 장치 식별.
- 시험품 가동 방법 설명
- 시험을 실시하는 데 필요한 특정한 조건
- 시험 적용 주파수 범위
- 스윙 주파수의 비율, 체재시간과 주파수의 단계
- 적용된 시험 레벨
- 제조자나 시험 의뢰인, 구매자가 정의한 성능 레벨
- 적용한 성능 기준
- 방해 시험의 적용 중이나 후에 관찰된 시험품의 결과, 이러한 결과가 지속된 시간
- 합리적인 합격/불합격의 결정(품목표준, 제품표준, 제품군 표준에 규정된, 또는 제조자와 구매자가 합의한 성능 기준을 토대로)



- $Z_{ce}$  결합/감결합 회로망 시스템의 공통 모드 임피던스,  $Z_{ce}=150 \Omega$
- $U_0$  시험 발생기 출력 전압(e.m.f.)
- $U_{com}$  시험품과 기준면 사이의 공통 모드 전압
- $I_{com}$  시험품을 통한 공통 모드 전류
- $J_{com}$  도체면상의 전류 밀도 또는 시험품의 다른 도체상의 전류
- $E, H$  전기장과 자기장
- EUT 시험품

**비고** 100  $\Omega$  저항은 결합/감결합 회로망에 포함된다. 왼쪽 입력부는 (수동) 50  $\Omega$  부하로, 오른쪽 입력부는 시험 발생기의 소스 임피던스로 부하를 받는다.

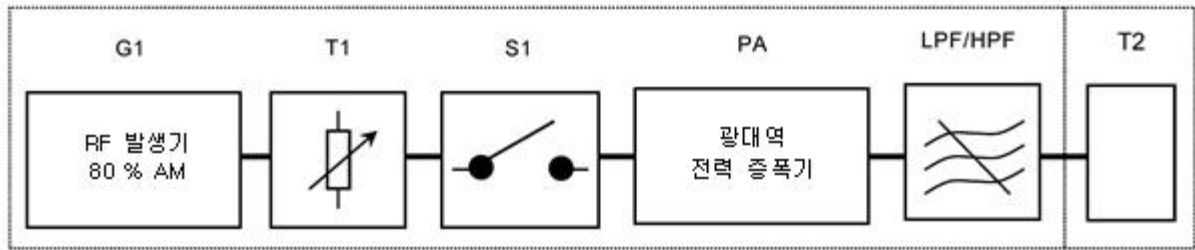
그림 2a - 케이블상의 공통 모드 전류로 인한 시험품 근방의 전기자기장(EM fields)을 보여 주는 그림



- T            종단 50 Ω
- T2          전력 감쇠기(6 dB)
- CDN        결합 및 감결합 회로망
- 주입 클램프   전류 클램프 또는 EM 클램프

그림 2b - RF 전도 방해 내성 시험을 위한 도식적인 배치

그림 2 - RF 전도 방해에 대한 내성 시험



- G1 RF 발생기
- PA 광대역 전력 증폭기
- LPF/HPF 저역 통과 필터/ 고역 통과 필터
- T1 가변 감쇠기
- T2 고정 감쇠기(6 dB)
- S1 RF 스위치

그림 3 - 시험 발생기의 배치

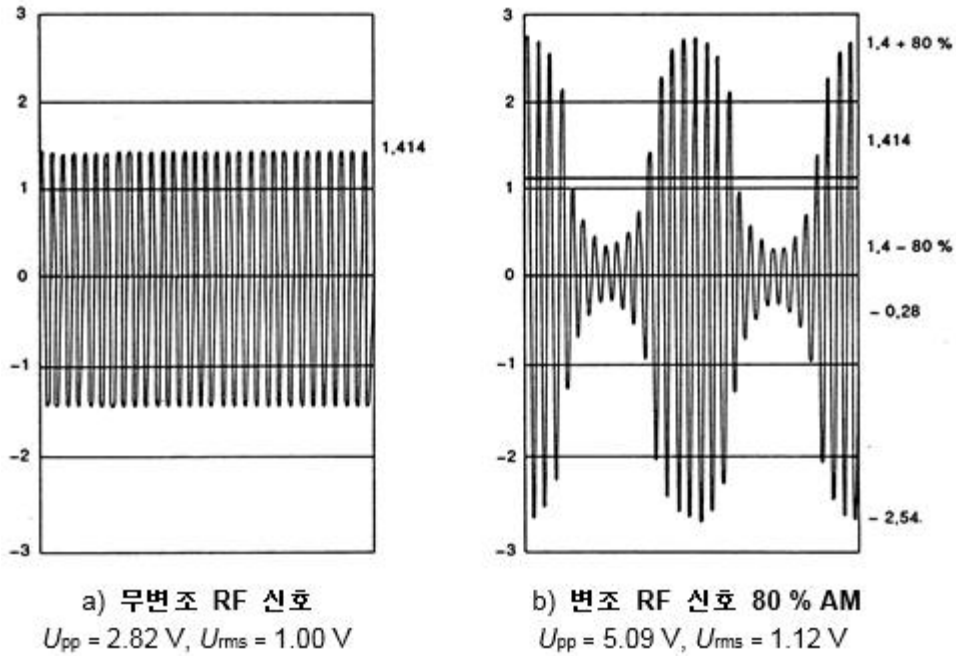


그림 4 - 시험 레벨 1을 위한 결합 장치의 시험품 포트에서의 개방 회로 파형

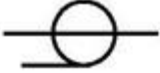


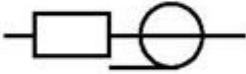
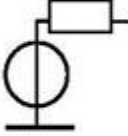


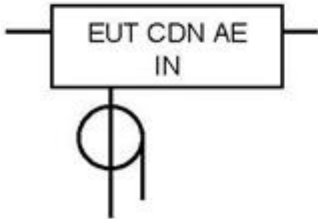
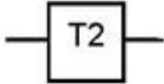
	50 Ω 동축 선로
	전원, 신호 또는 접지 케이블
	50 Ω 동축 부하
	150 Ω을 50 Ω으로 변환하는 어댑터 입력과 출력 포트 사이의 100Ω 직렬 저항 이 있는 상자
	50 Ω 신호 소스
	50 Ω 측정 장치(예를 들면 선택적 전압계)
	10 dB, 50 Ω 감쇠기
	시험품, 입력 그리고 보조 기기 포트를 가진 결합/감결합 회로망(CDN)
	전력 감쇠기(6 dB)

그림 5a - 배치 원리에 사용되는 기호 목록

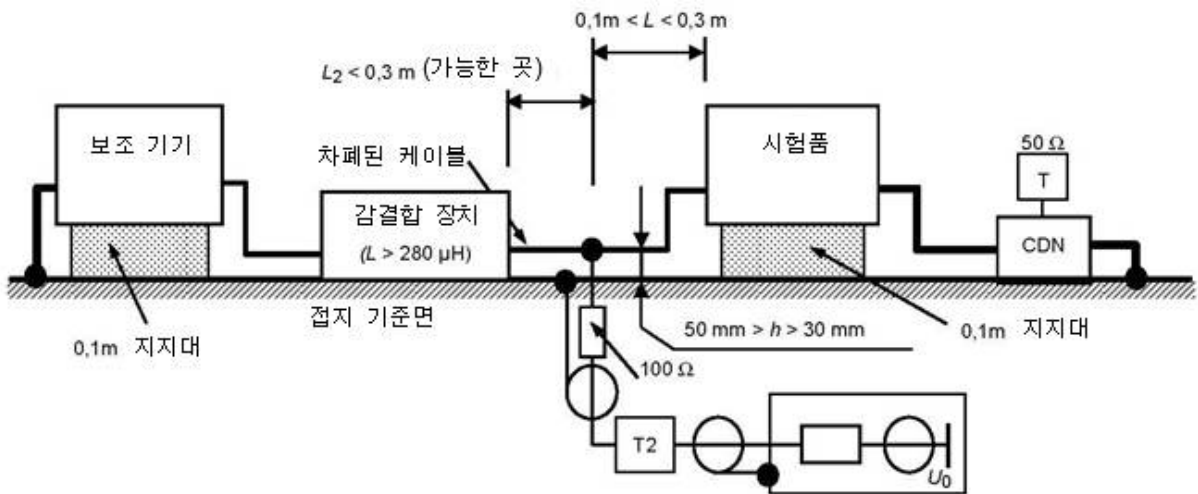


그림 5b - 차폐 케이블에 대한 직접 주입 원리

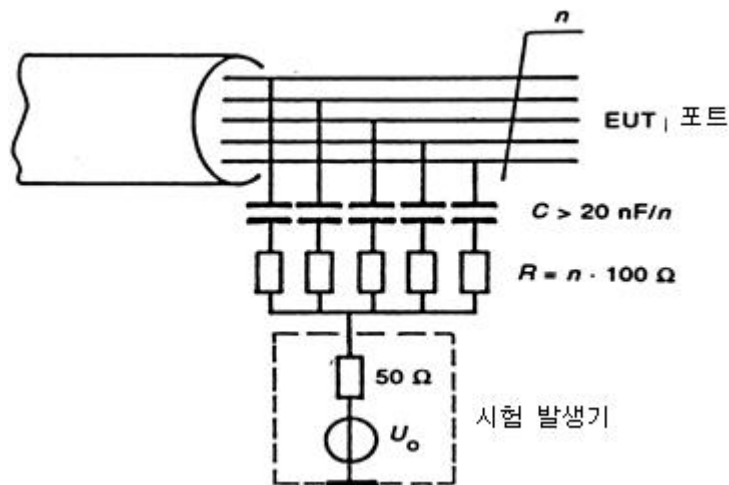
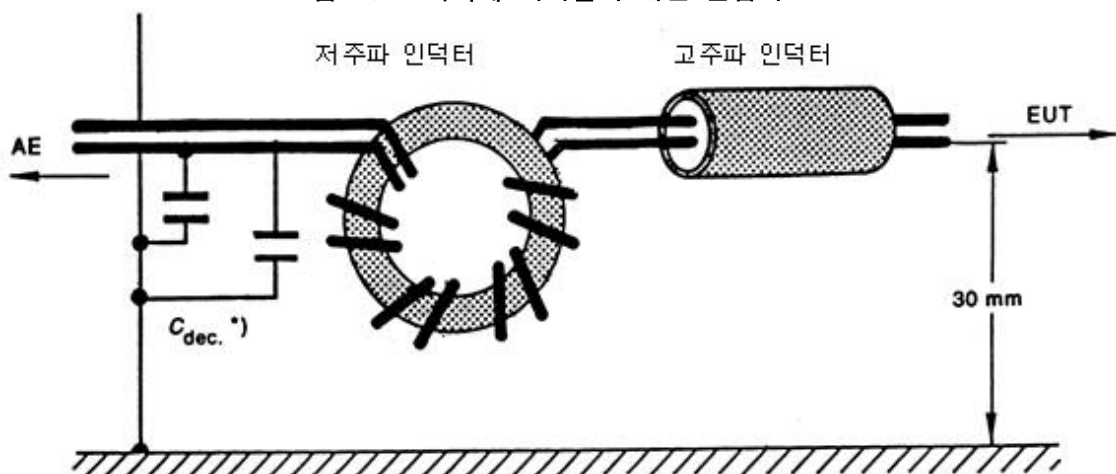


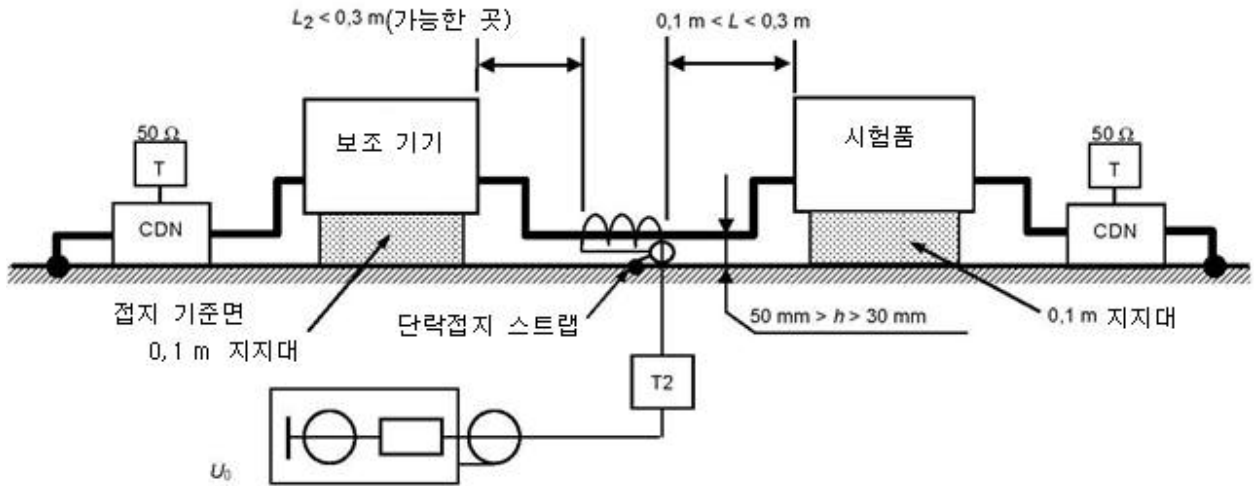
그림 5c - 비차폐 케이블에 대한 결합의



원리 보기 : 일반적으로  $C_{dec} = 47 \text{ nF}$ (비차폐 케이블에서만),  $L_{(150 \text{ kHz})} \geq 280 \mu\text{H}$   
 저주파 인덕터 : 페라이트 토로이드에 17 회전수, 재질: NiZn,  $\mu_R = 1\,200$   
 고주파 인덕터 : 2-4 페라이트 토로이드(튜브로 성형), 재질 : NiZn,  $\mu_R = 700$

그림 5d - 감결합의 원리

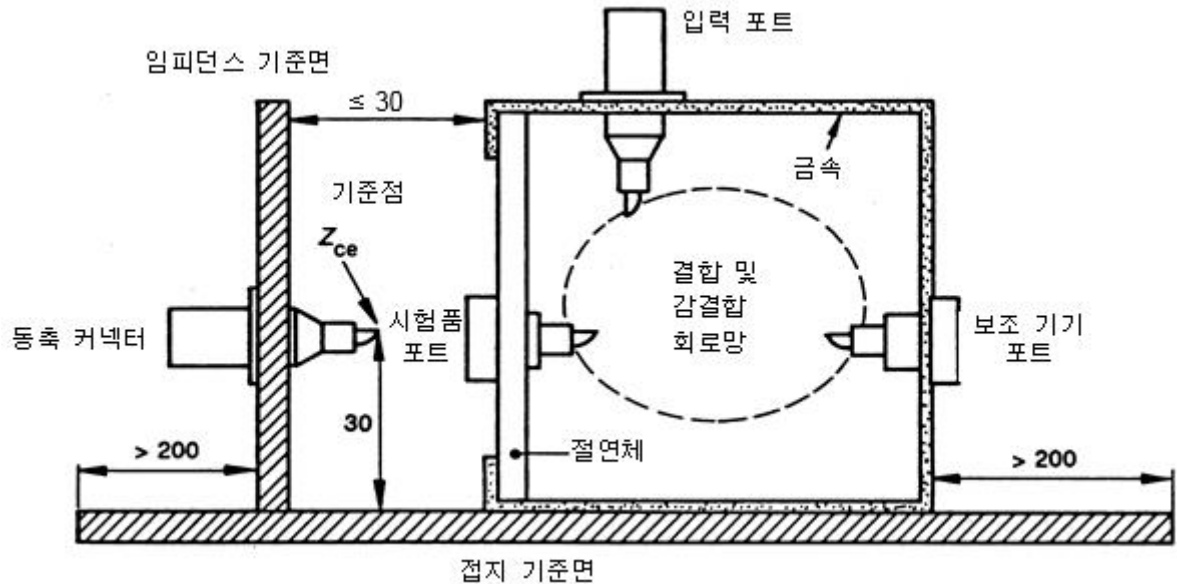
그림 5 - 결합 및 감결합의 원리



보조 기기에 연결되어 있는 CDN, 예를 들어, 전용 접지 단자에 연결된 CDN-M1 또는 CDN-M3는 입력 단자에서 50 옴으로 종단되어야 한다(7.4 참조).

그림 6 - 클램프 주입 방식에 의한 결합 및 감결합 원리

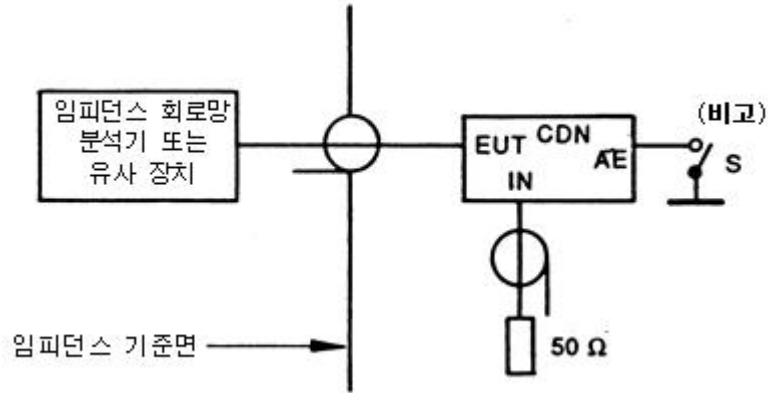
단위 : mm



- 접지 기준면 : 결합 및 감결합 장치의 투영물 그리고 다른 부품보다 최소 0.2 m를 초과해야 한다.
- 시험품 포트는 접지 기준면보다 30 mm 위에 있다.
- 임피던스 기준면(BNC 커넥터를 가진) : 0.1 m×0.1 m
- 양쪽면은 구리, 황동, 알루미늄으로 구성되어야 하고 좋은 RF 접촉을 가져야 한다.

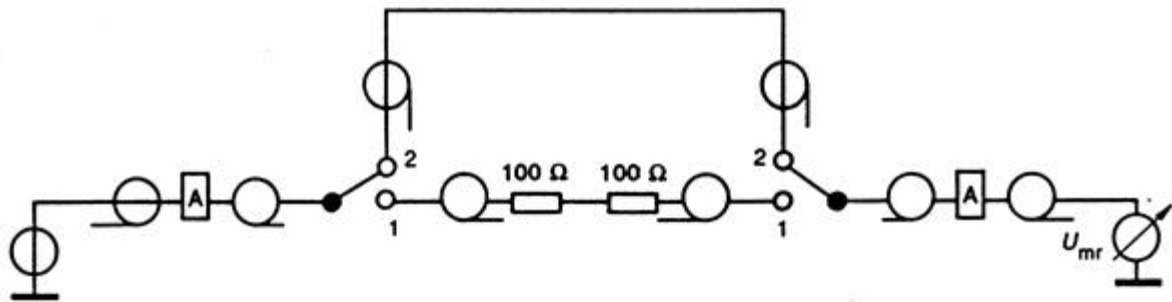
그림 7a - 결합 및 감결합 장치의 임피던스 특성을 확인하기 위한 기기 배치 구조의 예





비고 임피던스 요구 조건은 닫힌 그리고 열린 스위치 S를 만족해야 한다(6.3 참조).

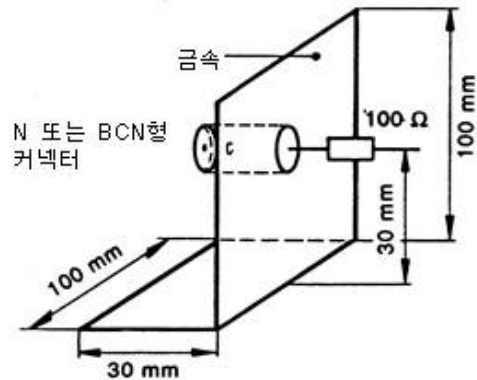
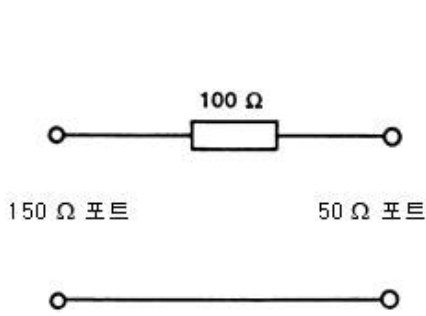
그림 7b - 결합 및 감결합 장치의  $Z_{ce}$ 를 확인하기 위한 배치의 원리



$$\text{삽입 손실} = U_{mr}(\text{스위치 위치 2}) - U_{mr}(\text{스위치 위치 1})$$

$$\text{dB} \quad \text{dB}(\mu\text{V}) \quad \text{dB}(\mu\text{V})$$

그림 7c - 두 150 Ω / 50 Ω 어댑터의 삽입 손실을 측정하기 위한 배치의 원리



비고 저인덕턴스 저항 : 전력정격  $\geq 2.5$  W

비고 그림 7a와 동일(임피던스 기준면), 그러나 100 Ω 저인덕턴스 저항이 추가됨.

그림 7d - 150 Ω / 50 Ω 어댑터의 회로

그림 7e - 150 Ω / 50 Ω 어댑터의 설치 다이어그램

그림 7 - 결합 및 감결합 장치와, 150 Ω / 50 Ω 어댑터의 필수적인 특성을 확인하기 위한 배치와 부품의 설명

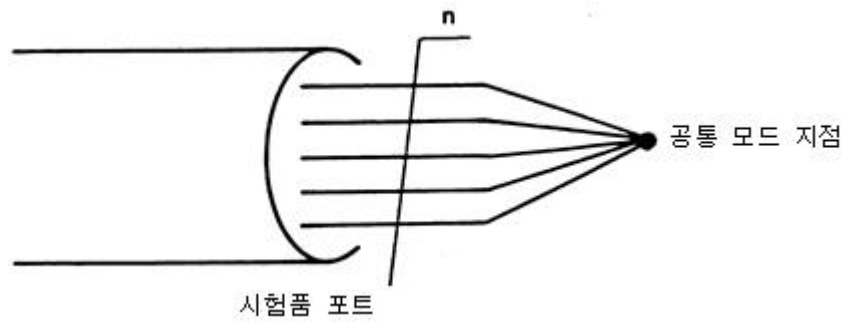


그림 8a - 비차폐된 케이블에서의 공통 모드 지점의 정의

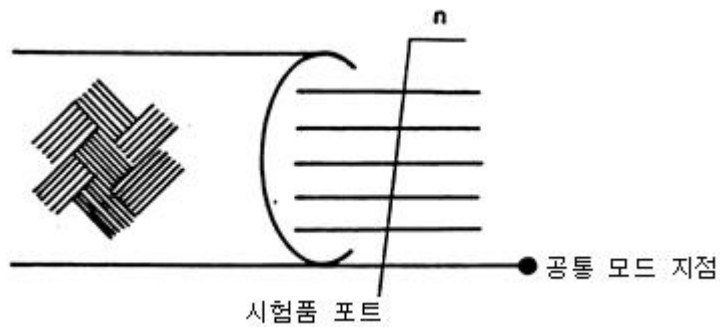
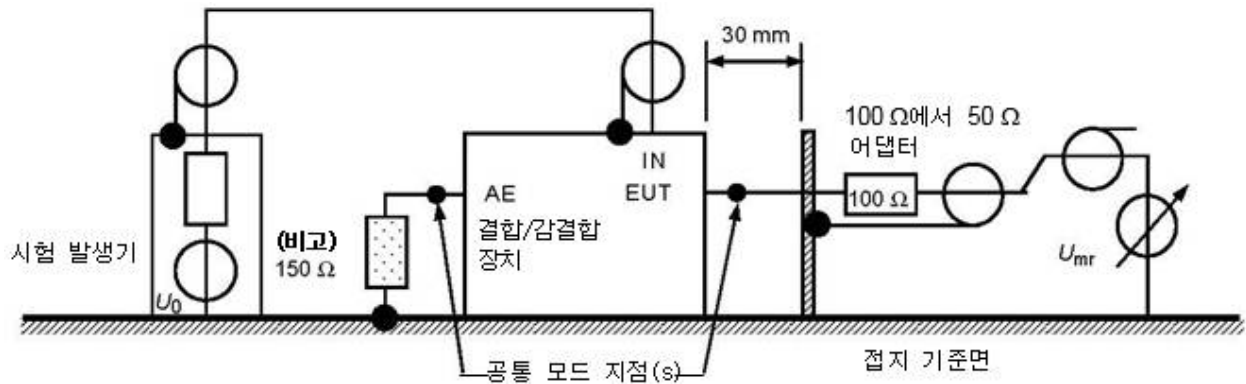


그림 8b - 차폐된 케이블에서의 공통 모드 지점의 정의



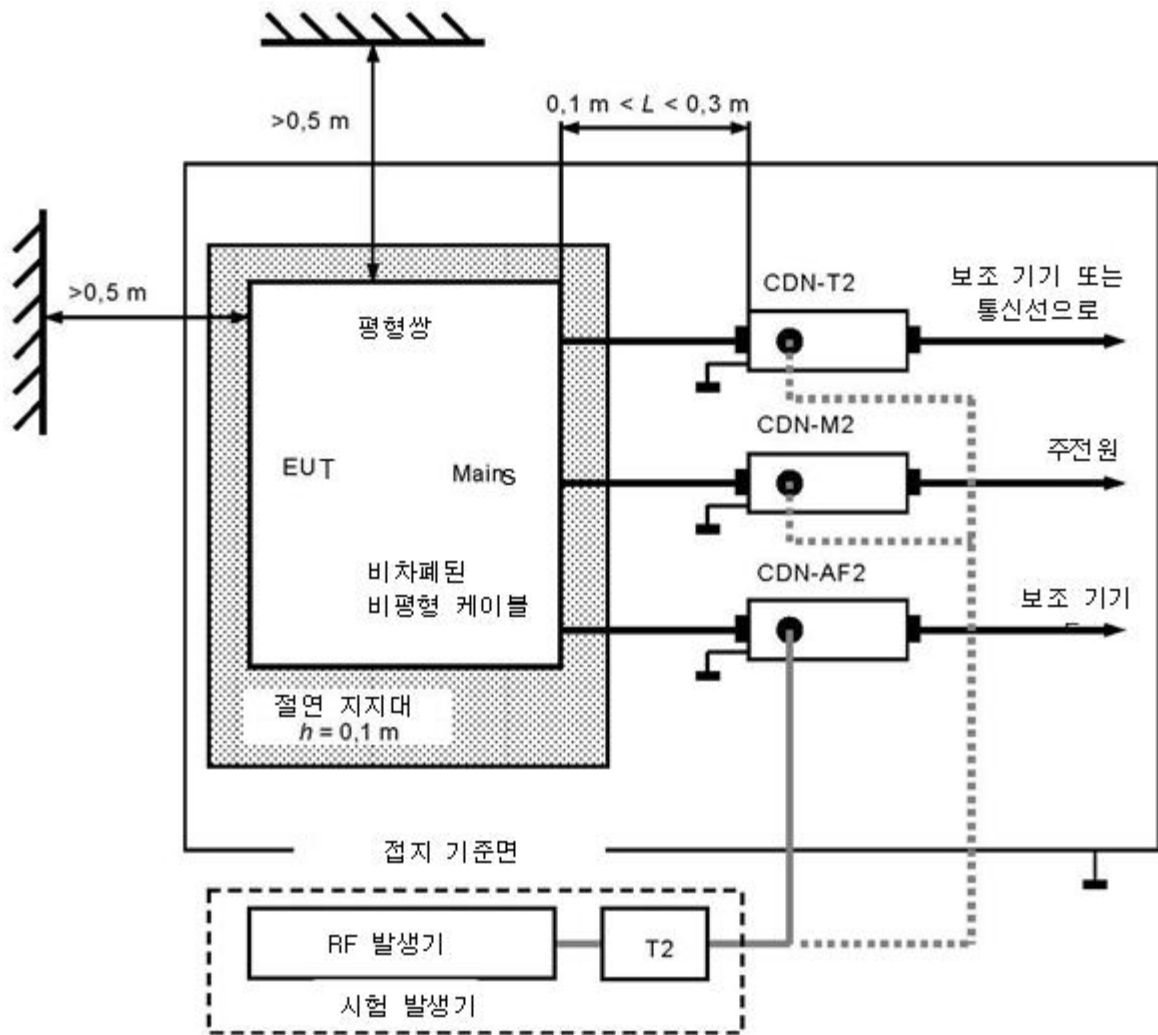
결합, 감결합 장치의 예 :

- 결합, 감결합 회로망(CDNs)
- 직접 주입 회로망(감결합 포함)
- 클램프 주입 장치(전류 클램프 또는 EM 클램프)

**비고** 50 \$\Omega\$ 부하로 종단되는 150 \$\Omega\$ / 50 \$\Omega\$ 어댑터와 같은 보조 기기 포트에서의 150 \$\Omega\$ 부하는 오직 비차폐된 케이블에만 적용될 수 있다(차폐된 케이블은 보조 기기쪽에서 접지 기준면에 연결되어 차폐된다).

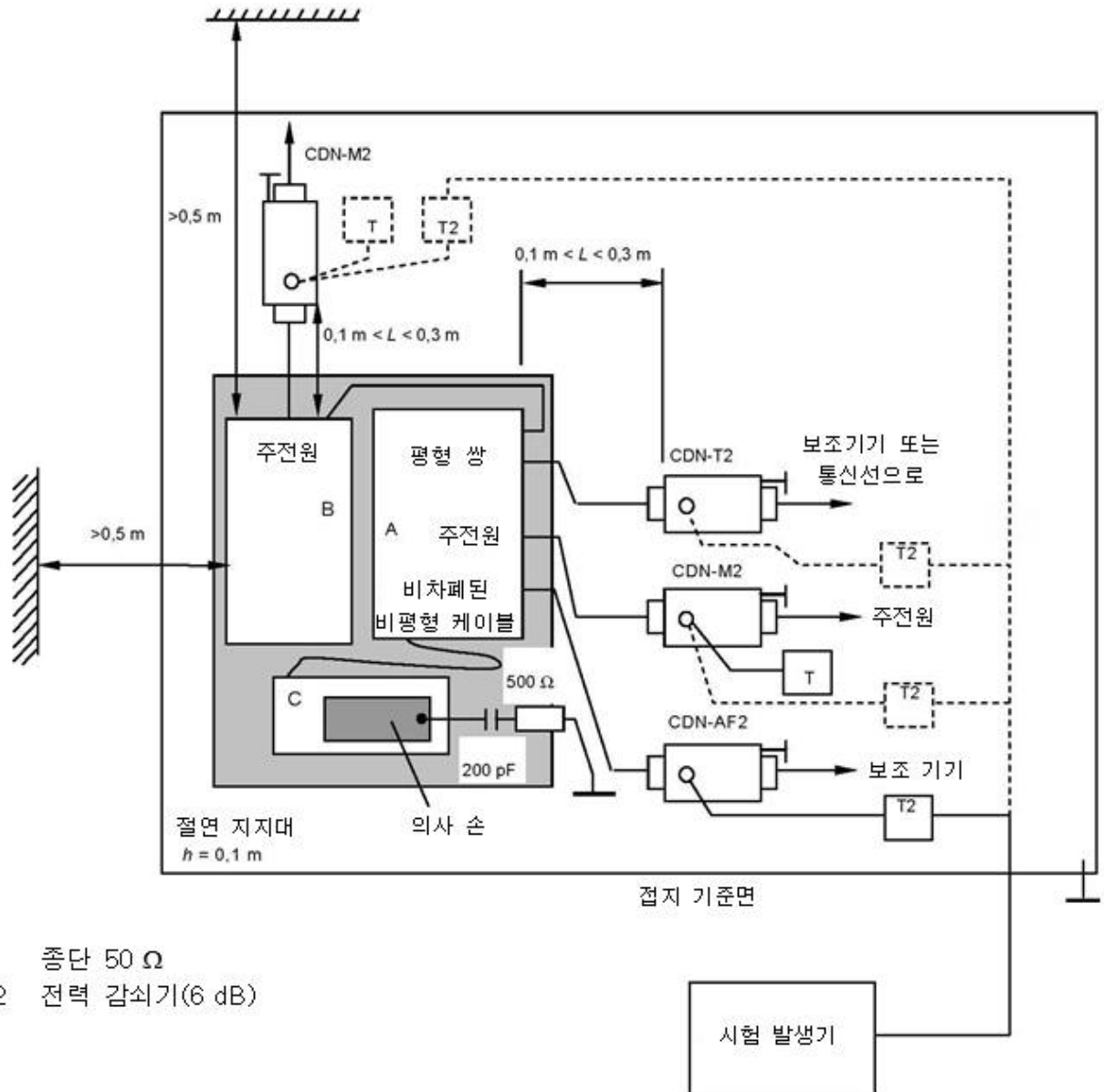
그림 8c - 결합, 감결합 장치의 시험품 포트에서의 레벨 설정을 위한 배치

그림 8 - 레벨 설정을 위한 배치(6.4.1 참조)



비고 어떠한 금속물로부터 시험품까지의 간격은 적어도 0.5 m가 되어야 한다.

그림 9 - 단일 장치 시험 배치의 예



어떠한 금속 장애물로부터 시험품까지의 간격은 적어도 0.5 m가 되어야 한다.

한 개의 귀로만을 제공하면, 주입에 사용하지 않은 CDN 중 한 개만  $50\ \Omega$ 로 종단시켜야 한다. 그 밖의 모든 CDN은 감결합 회로망으로 결합하여야 한다.

시험품에 속하는 상호 연결 케이블( $\leq 1\ \text{m}$ )은 절연 지지대 위에 있어야 한다.

그림 10 - 다중 장치 시험 배치의 예

# 부속서 A (규정)

## 클램프 주입에 관한 추가 정보

### A.1 전류 주입 클램프

입력 포트에서 50 Ω 부하에 의해 중단되고 전류 클램프가 설치된 50 Ω 시스템에서 시험할 때, 시험 지그(jig)의 전송 손실은 1 dB을 초과하지 않아야 하는 것이 전류 클램프에서 요구되는 성능이다. 레벨 설정 배치 회로는 **그림 A.1**에 나와 있고 시험 지그의 그림은 **그림 A.2**에 나와 있다.

전류 주입 클램프에 적용되는 신호 레벨은 시험 전에 설정된다. 시험 레벨 설정 과정은 **6.4.1**과 **그림 8**에 나와 있다. 레벨 설정이 150 Ω 임피던스 환경이 아니라 50 Ω 시험 지그에서 수행될 때 아래의 과정을 따라야 한다.

- 주입 클램프의 입력 포트에 연결된 케이블의 차폐면은 낮은 임피던스 연결에 의해 시험 지그의 기준면으로 연결되어야 한다.
- 시험 지그의 한쪽은 50 Ω의 동축 부하로, 다른 쪽은 관심 주파수 범위에 걸쳐 1.2보다 작은 VSWR를 가진 전력 감쇠기로 중단되어야 한다. 전력 감쇠기는 RF 전압계의 50 Ω 입력이나 RF 스펙트럼 분석기에 연결되어야 한다.
- 시험 지그의 출력 커넥터와 관련된 전압 레벨이 요구되는 시험 레벨보다 6 dB 작은 값에 도달할 때까지 신호 발생기의 출력 레벨은 증가하여야 한다. **6.4.1** 참조. 발생기의 출력 레벨은 주파수 단계마다 기록되어야 한다(**그림 A.1** 참조).

### A.2 EM 클램프

EM 클램프의 구조와 개념은 **그림 A.3**, **그림 A.4**와 **그림 A.5**에 나와 있다.

EM 클램프(통상적인 전류 주입 클램프와 대조적인)는 10 MHz 이상에서 10 dB 이상의 지향성을 가지므로 보조 기기의 공통 모드 지점과 접지 기준면 사이에 설정된 임피던스는 더 이상 필요하지 않다. 10 MHz 이상에서 EM 클램프의 작동은 CDN과 비슷하다.

EM 클램프의 레벨 설정 과정은 **그림 8**에 지시된 것처럼 150 Ω 환경에서 **6.4.1**에 따라 수행되어야 한다.

### A.3 시험 배치

시험을 하기 위해 클램프는 시험될 케이블 위에 놓여야 한다. 레벨 설정 과정 동안 미리 정해진 시험 발생기 레벨을 클램프에 공급해야 한다.

시험 동안 EM 클램프의 접지 막대나, 전류 주입 클램프 입력 포트의 차폐면에서 접지 기준면으로 접지 연결이 되어야 한다(**그림 A.6**과 **그림 A.7** 참조).

시험 동안 EM 클램프와 전류 클램프로 시험된 전류가 공칭 회로 전류값(**7.4** 참조)을 초과할 때 시험 발생기의 출력 레벨은 전류가 공칭 회로 전류 레벨과 같게 될 때까지 감소되어야 한다. 감소된 시험 발생기 출력값 레벨은 시험 보고서에 기록되어야 한다.

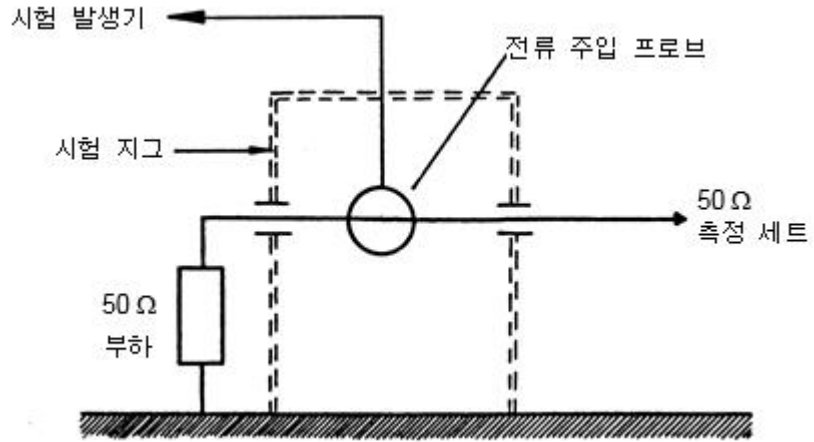
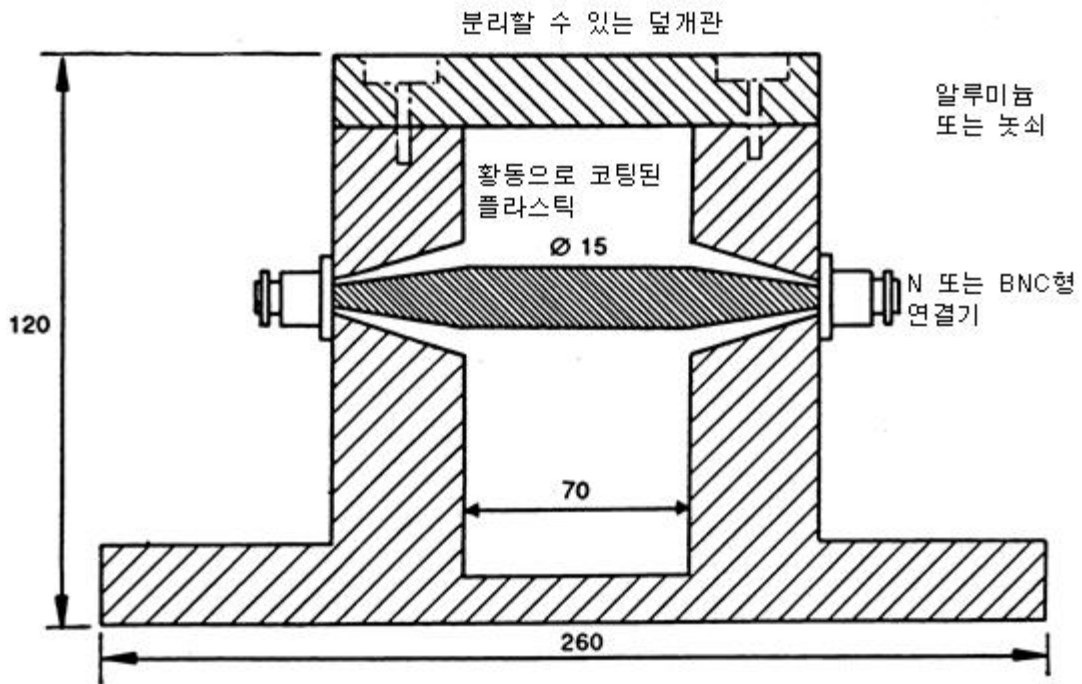


그림 A.1 - 50 Ω 시험 지그에서의 레벨 설정 배치를 위한 회로

단위 : mm

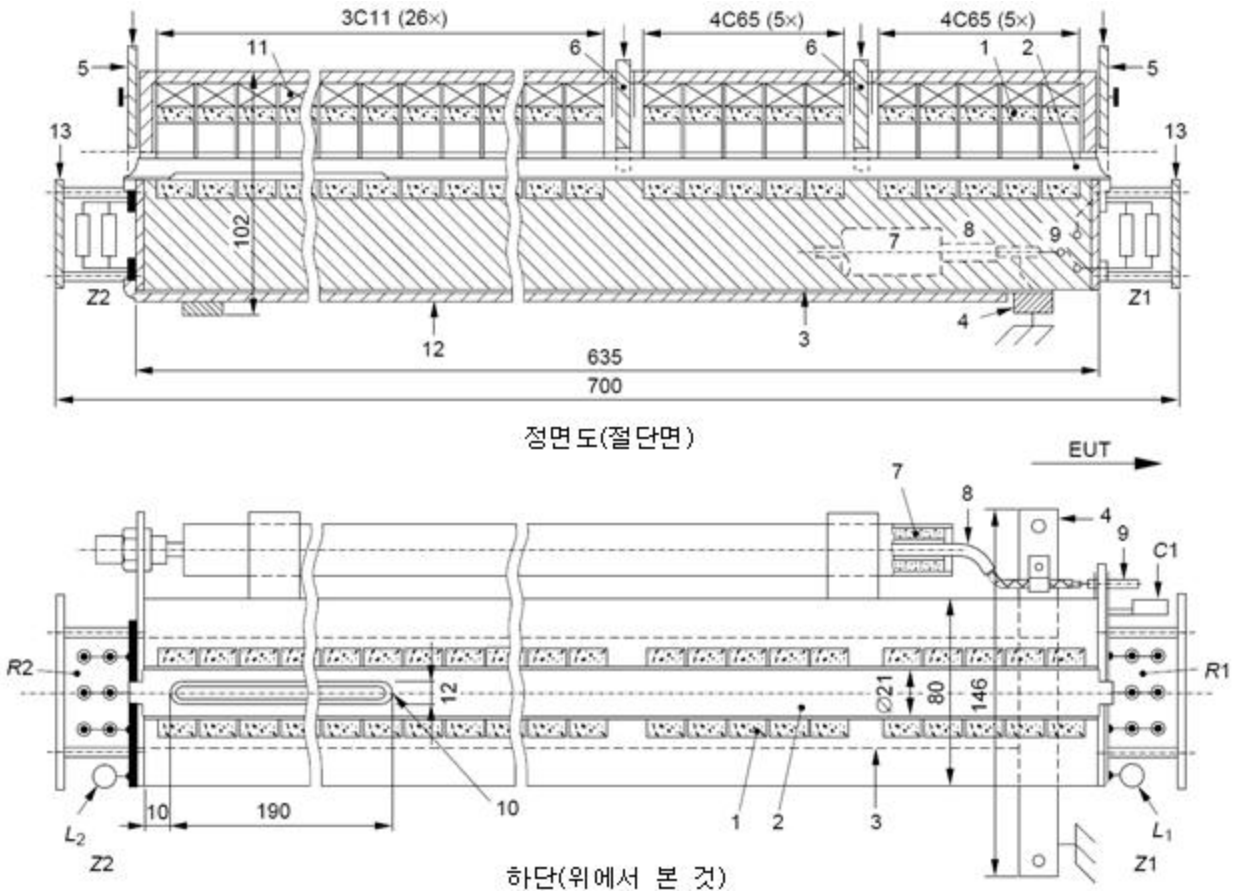


지그 폭 = 120

그림 A.2 - 50 Ω 시험 지그의 구조

단위 : mm

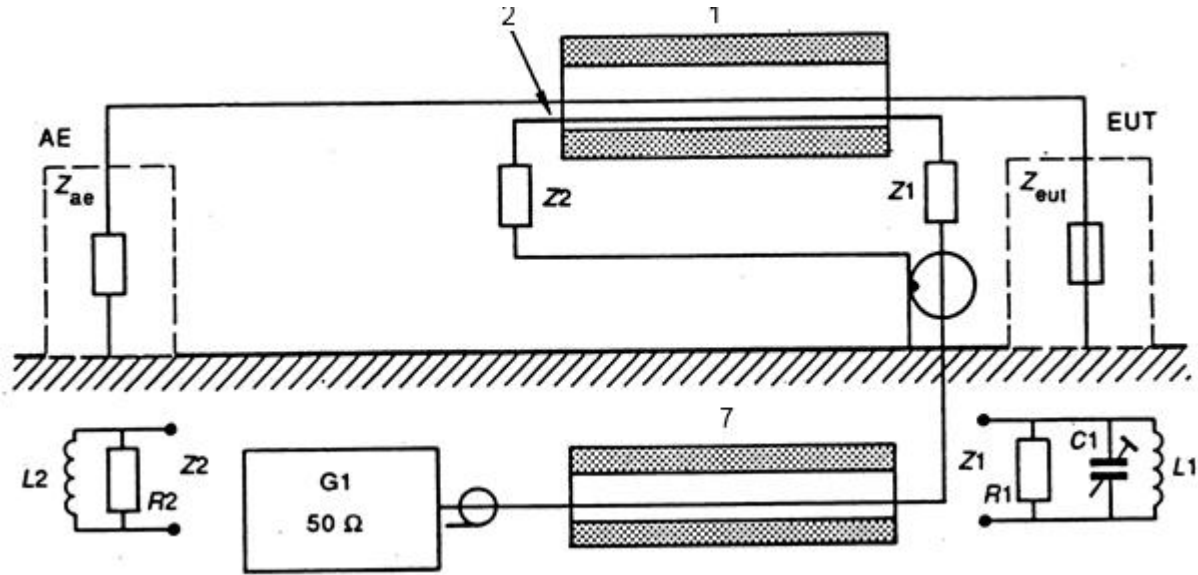
EM 클램프 0.15 MHz ~ 230 MHz



부품목록 :

- 1 페라이트 링 코어  $\phi 36 \times \phi 23 \times 15$  mm  
10개의 링, 4C65형, NiZn,  $\mu \approx 100$   
26개의 링, 3C11형, mnZn,  $\mu \approx 4\ 300$
- 2 홈에 붙여진 얇은 구리판의 반원통
- 3 하단 도체판
- 4 접지 막대
- 5/6 시험 중인 케이블을 홈에 조이기 위한 장치  
압박 스프링을 가진 절연 재료 부분(안 보임.)
- 7 페라이트 관, 4C65
- 8 BNC 커넥터를 가진 50  $\Omega$  동축 케이블
- 9 기의 단절을 위한 스위치
- 10 No.2 부분을 위한 홈
- 11 페라이트(상단 반고리)의 탄성 고정
- 12 하단 절연 판
- 13 Z1, Z2의 보호판
- EUT 시험품
- Z1 직렬 임피던스 : C1 : 20-100 pF, L1 : 0.15  $\mu$ H, R1 : 50  $\Omega$  / 12 W
- Z2 직렬 임피던스 : L2 : 0.8  $\mu$ H, R2 : 50  $\Omega$  / 12 W

그림 A.3 - EM 클램프의 상세한 구조



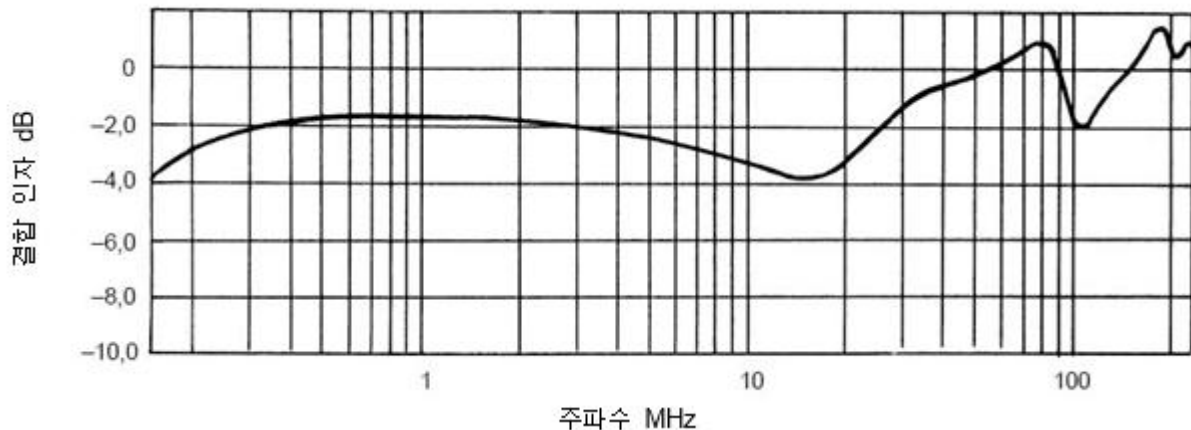
부품목록 :

- 1 시험품측에 4C65(  $\mu \approx 100$  ) 10개의 고리로 구성되고, 보조 기기측에 3C11(  $\mu \approx 4300$  ) 26개의 고리로 구성된 길이 0.6 m,  $\phi$  20 mm의 페라이트 관(클램프)
- 2 얇은 구리판의 반원통
- 7 EM 클램프 구조에 포함된 페라이트 관( $m \approx 100$ )
- Z1, Z2 주파수 응답과 지향성을 최적화하기 위해 넣음.
- G1 시험 발생기
- EUT 시험품

EM 클램프의 원리 :

- 페라이트 관에 의한 자기 결합(항목 1)
- 시험품 케이블과 얇은 구리판 사이의 밀착에 의한 전기 결합(항목 2)

그림 A.4 - EM 클램프의 개념



상업적으로 이용할 수 있는 EM 클램프 구조의 전형적 특징 :

- 동작 주파수 대역 : 0.15 MHz ~ 230 MHz
- EM 클램프 결합 인자의 주파수 응답
- 10 MHz 이상에서 지향성과 감결합 시험품/보조 기기  $\geq 10$  dB

그림 A.5 - EM 클램프의 결합 인자



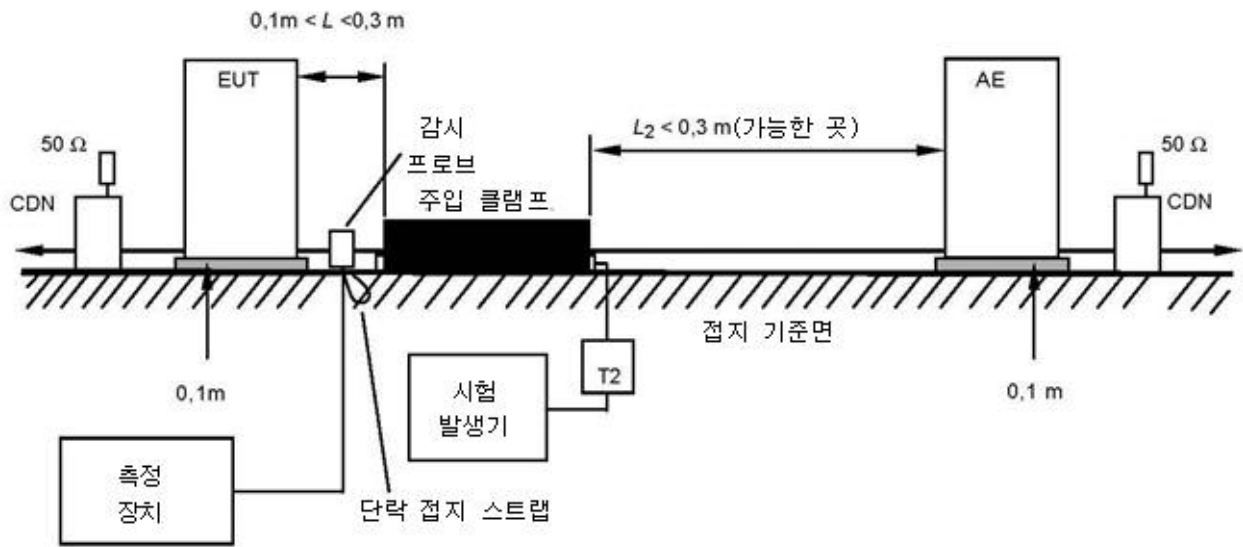
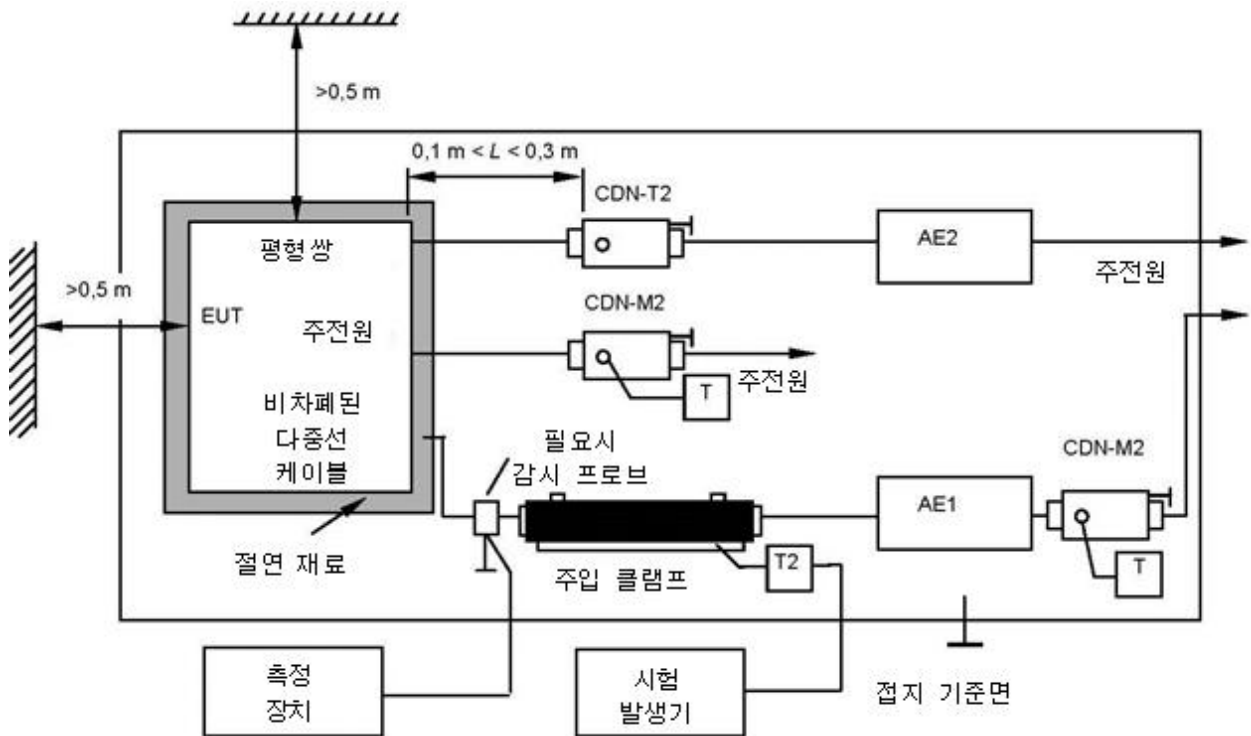


그림 A.6 - 주입 클램프를 사용한 시험 배치의 일반적 원칙



- T 종단 50 Ω
- T2 전력 감쇠기(6 dB)

금속물로부터 시험품까지의 거리는 적어도 0.5 m가 되어야 한다.  
 CDN의 시험 조건은 그림 2, 그림 9, 그림 10을 참조한다.

그림 A.7 - 주입 클램프를 사용할 때 접지면 위의 시험 장치 위치의 예(위에서 본 것)

## 부속서 B (참고)

### 적용 주파수 대역에 대한 선택 기준

비록 기준은 150 kHz ~ 80 MHz까지의 주파수 대역에 대한 요구 조건이 명시되어 있지만, 적용 가능 주파수 대역은 시험될 기기의 통상적인 배치와 동작 조건에 의존한다. 예를 들면 전체 크기가 0.4 m 이상이고 어떠한 금속 케이블도 연결되지 않은 배터리 구동 기기는 방해 EM-필드로부터 유도된 RF 에너지가 기기를 고장 나게 할 수 있기 때문에 80 MHz 이하에서 시험할 필요가 없다.

일반적으로 종료 주파수는 80 MHz가 될 것이다. 작은(크기가  $\lambda/4$ 보다 작은) 기기의 경우에는 종료 주파수가 최대 230 MHz까지 확장되도록 제품 기준이 규정될 수 있다. 이 경우에 결합 및 감결합 장치는 아래 표 B.1에서 지정한 시험품 포트에서 볼 수 있는 공통 모드 임피던스의 매개변수를 충족해야 한다. 이 시험 방식을 더 높은 주파수에까지 사용할 때 기기의 크기, 상호 연결에 사용된 케이블의 형태와 특별한 CDN의 유용성 등이 결과에 영향을 준다. 적절한 적용에 대한 안내는 주어진 전용 제품 기준에서 제공되어야 한다.

**표 B.1 - 시험 주파수 범위가 80 MHz 이상으로 확장될 때  
결합 장치와 감결합 장치 조합의 주요 매개변수**

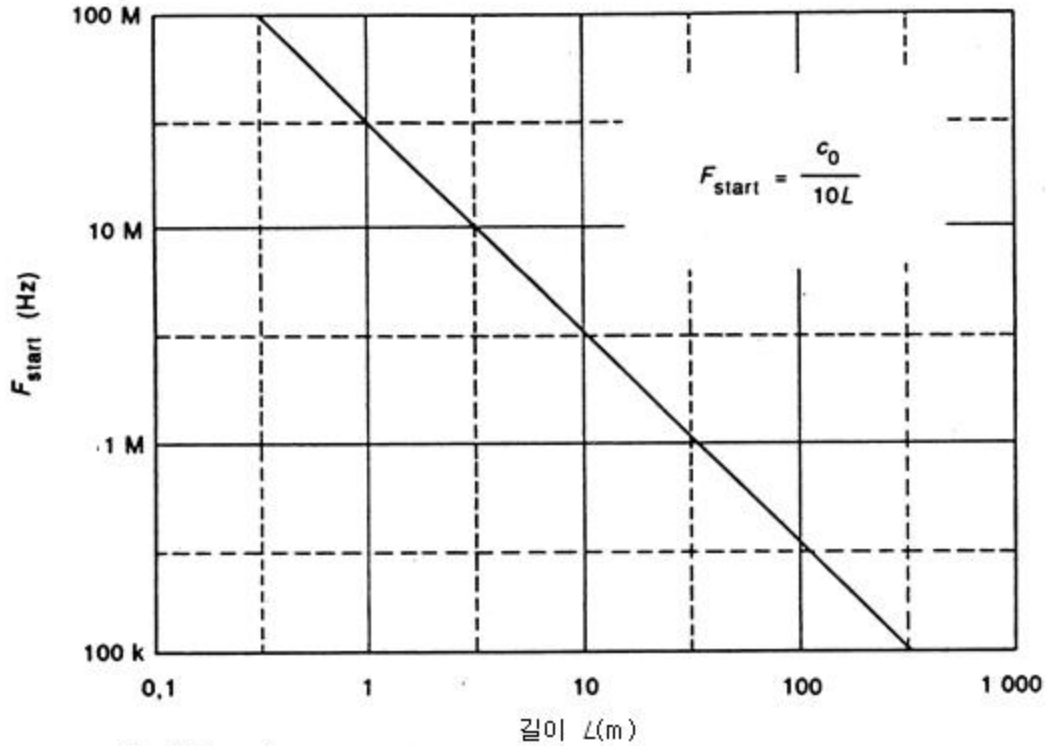
매개변수	주파수 대역		
	0.15 MHz ~ 26 MHz	26 MHz ~ 80 MHz	80 MHz ~ 230 MHz
$ Z_{ce} $	$(150 \pm 20) \Omega$	$150_{-45}^{+60} \Omega$	$150_{-60}^{+60} \Omega$
<p><b>비고 1</b> 시험품 포트와 보조 장치 포트 사이의 <math>Z_{ce}</math> 인수와 감결합 계수를 개별적으로 지정하지 않는다. 이들 계수는 보조 장치 포트가 개방된 상태 또는 접지 기준면에 단락된 상태로 <math> Z_{ce} </math> 허용차를 충족해야 하는 요구사항 내에서 구현된다.</p> <p><b>비고 2</b> 클램프 주입방법을 사용할 때는 보조 기기에 대한 공통 모드 임피던스 요구사항을 준수하지 않고 <math>Z_{ce}</math> 요구사항을 충족할 수 없다. 그러나 주입 클램프는 7.4의 지침을 따르면 수용할 수 있는 시험 결과를 제공할 수 있다.</p>			

연결된 케이블을 포함한 기기가 방해 EM-필드로부터 얼마나 많은 RF 에너지를 받아들이는가에 따라 시작 주파수가 결정된다.

세 가지의 다른 상황이 고려된다.

- a) 접지나 어떤 다른(절연되지 않은) 기기에 연결되지 않고, 배터리를 충전하는 동안 사용되지 않는 배터리 구동 기기(크기가  $\lambda/4$ 보다 작은)는 이 기준에 따라 시험될 필요가 없다. 배터리를 충전하는 동안 배터리 구동 기기가 작동된다면 b)나 c) 경우가 적용된다.  
배터리 구동 기기(크기가  $\lambda/4$  이상인)에 대해서 연결된 케이블의 최대 길이를 포함하는 기기의 크기가 시작 주파수(그림 B.1)를 결정한다.
- b) (전력) 주전원 회로망에 연결되고 다른 기기나 케이블에는 연결되지 않은 기기  
전력 공급은 결합 및 감결합 장치를 통해서 공급되며 의사 손에 의해 기기에 전달된다. 시작 주파수는 150 kHz이다.
- c) 제어 케이블, 입·출력 케이블 또는 통신 케이블을 통해서 다른 절연 또는 비절연 기기에 연결되고 (전력) 전원망에 연결된 기기

시작 주파수는 150 kHz이다.



$c_0 = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$

$L = \text{케이블 길이} + \text{기기 크기}$

**보기 :**

- 배터리로 동작되고 코일이 감긴 4 m 길이의 케이블을 가지는 개인 컴퓨터로부터 전원을 공급받는 키보드( $\lambda/4$  이상의 크기)에 연결된 케이블에 대해서 시작 주파수는 6.67 MHz가 되어야 한다. 키보드는 의사 손으로 감싸야 한다. 2m 미만의 케이블을 가지는 마우스에 대한 시작 주파수는 15 MHz가 될 것이다.
- 교류/직류 어댑터를 옵션으로 가지는 휴대 계산기는 150 kHz 이상에서 어댑터의 본체면에 대해 시험되어야 한다. 휴대 계산기는 의사 손으로 감싸야 한다.
- 접지에 연결되고 배터리로 전원이 공급되는 휴대용 멀티미터는 150 kHz 이상에서 그 케이블에 대해 위에서 시험되어야 한다. 멀티미터는 의사 손으로 감싸야 한다.
- 절연된 스피커 상자에 연결되는 오디오 수신기에 연결할 수 있고, 또한 접지에 연결될 수 있는 안테나 입력단을 가진 이중 절연된 (본체) CD 플레이어는 150 kHz 이상에서 전력 공급기와 오디오 케이블에 대해 시험되어야 한다.
- 최대 길이가 200 m(제조업체의 사양) 이상의 케이블로 빌딩 전체에 분포된 다양한 절연 센서를 가진 자동 도난 경보기는 150 kHz 이상에서 이 케이블에 대해 시험되어야 한다.

**그림 B.1 - 케이블 길이와 기기 크기의 함수로 나타낸 시작 주파수**

## 부속서 C (참고)

### 시험 레벨의 선택을 위한 지침

시험 레벨은 설치 완료된 시험품과 케이블이 노출될 가능성이 있는 전기자기 복사 환경에 의해 선택되어야 한다. 사용될 시험 레벨을 선택할 때 실패의 결과를 항상 염두에 두어야 한다. 실패의 결과가 심각하다면, 더 큰 레벨이 고려되어야 한다.

시험품이 단지 몇 개의 지점에 설치된다면, 국부 RF원의 고찰은 전기장 강도의 계산을 더욱 용이하게 한다. 방해원의 전력이 알려져 있지 않은 경우에는 관련된 위치에서의 실제 전기장 강도를 측정하는 것이 가능할 수 있다.

다양한 위치에서의 동작을 필요로 하는 기기에 대해서는 사용되는 시험 레벨을 선택할 때 다음 지침 사항을 따라야 한다.

다음 등급은 5.에서 목록으로 만들어진 레벨과 관련되어 있다. 이것은 적절한 레벨의 선택을 위한 일반적인 지침 사항으로 간주된다.

**등급 1** : 낮은 레벨의 전기자기 복사 환경. 라디오/TV 방송국이 1 km 이상의 거리에 위치하고 있는 장소에서의 전형적 레벨과 저전력 라디오 송신기를 위한 전형적 레벨

**등급 2** : 적절한 전기자기 복사 환경. 저전력 휴대형 송수신기(일반적으로 1 W 이하의 정격 전압)에 사용되지만, 기기와 매우 근접해야 한다는 사용상의 제한사항을 갖는다. 전형적인 상업 환경

**등급 3** : 심각한 전기자기 복사 환경. 휴대용 송수신기(2 W 이상)가 기기와 상대적으로 가까운 위치에서 1 m 미만의 거리에서 사용된다. 고전력 방송 송수신기가 그 기기에 인접하고 ISM 기기와 매우 근접한 거리를 가진 기기. 전형적인 산업 환경

**등급 X** : X는 전용 기기 명세서나 기기 기준에서 협의되고 규정될 수 있는 개방 레벨이다.

위에 설명된 시험 레벨은 지정된 위치에서는 쉽게 초과하지 않는 전형적인 수치이다. 몇몇의 위치에서는, 예를 들면 동일 건물에 위치한 고전력 송신기나 산업, 과학, 의료(ISM) 기기의 근방에 있는 기기는 이 값을 초과할 수도 있다. 이러한 경우 모든 기기를 그러한 레벨에 무관해야 한다고 설정하는 것보다는 오히려 방이나 건물을 차폐하고 기기의 신호선이나 전력선을 필터링하는 편이 낫다.

## 부속서 D (참고)

### 결합과 감결합 회로망에 대한 정보

#### D.1 결합과 감결합 회로망의 기본적인 특성

결합과 감결합 회로망은 다음을 제공해야 한다.

- 방해 신호를 시험품에 결합
- 보조 기기 공통 모드 임피던스와는 독립적인, 시험품으로부터 본 안정된 임피던스
- 보조 기기의 간섭을 방지하기 위한 방해 신호로부터의 보조 기기의 감결합
- 희망 신호의 명확도

150 kHz ~ 80 MHz까지의 주파수 대역에서 결합과 감결합망에 대한 변수가 6.2에 주어지며, 예제는 D.2에 주어진다.

**그림 D.1~D.6**에서 공통 모드 임피던스  $Z_{ce}$ 는 시험 저항의 내부 저항(50 Ω)과 시험 대상 케이블 도체에 있는 저항의 병렬 조합(100 Ω)의 합으로 구성된다. **그림 5c**를 참조한다. 적절한 인덕터 ( $|wL| \geq 150\Omega$ )을 사용하여 감결합 소자  $C_2$ 가  $Z_{ce}$ 에 영향을 미치지 않게 한다.

결합과 감결합망상에 시험품 포트의 중심은 접지면 위 30 mm에 위치시켜야 한다. 결합 및 감결합 회로망과 시험품 사이의 케이블은 접지면 위 30 mm에 위치한다면, 약 150 Ω의 특성 임피던스를 갖는 전송선으로 볼 수 있다.

시험 발생기와 결합, 감결합망의 각 전선에 대해 직류성분과 저역주파수 분리를 제공하는 커패시터  $C_1$ 의 임피던스는 희망 주파수 범위 내에서 150 Ω보다 훨씬 낮은 값을 유지해야 한다.

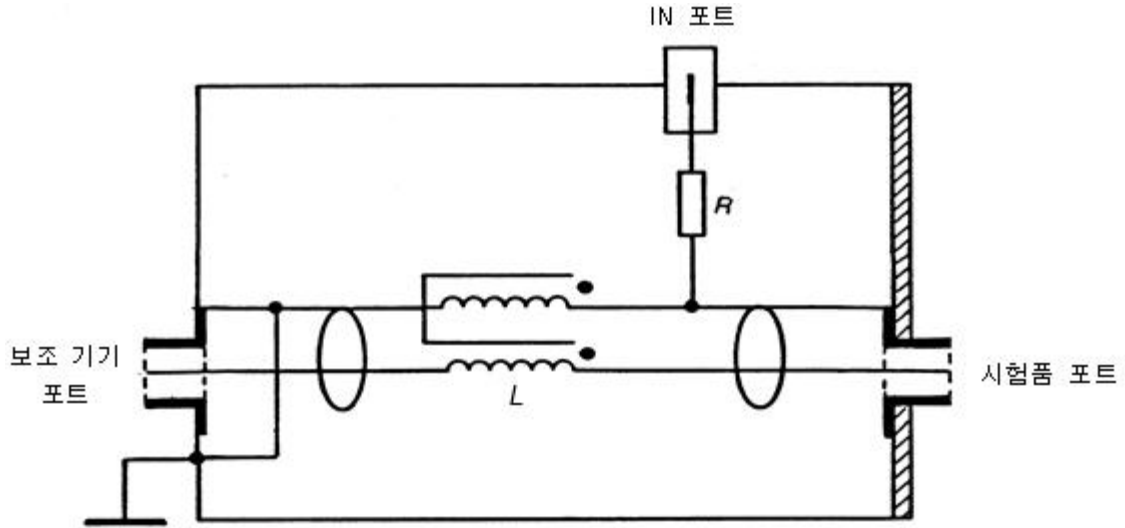
보조 기기는 비차폐 케이블의 공통 모드 인덕터  $L$ 과 커패시터  $C_2$  아니면 단지 공통 모드 인덕터  $L$ 에 의해 분리된다. 차폐 케이블의 경우에는 차폐막이 보조 기기쪽 접지면에 연결되기 때문에 커패시터  $C_2$ 가 필요 없게 된다.

비차폐 케이블에 대해서  $C_2$ 의 값을 원하는 신호가 심한 영향을 받지 않도록 선택해야 하는 것은 필수 요건이다. 결합과 감결합망의 인자는 원하는 신호, 예를 들면 CDN-M1 안에서의 페라이트의 포화에 의해 과도하게 영향을 받아서는 안 된다.

**경고**  $C_1$ 과  $C_2$ 가 주요 결합 및 감결합망의 중요한 부분을 연결하기 때문에 적당한 Y-커패시터가 사용되어야 한다. 높은 누설 전류로 인해 CDN은 모든 시험 조건 하에서 접지 기준면에 연결해야 하고 그 접지 기준면은 적절히 보호 접지에 연결하여야 한다.

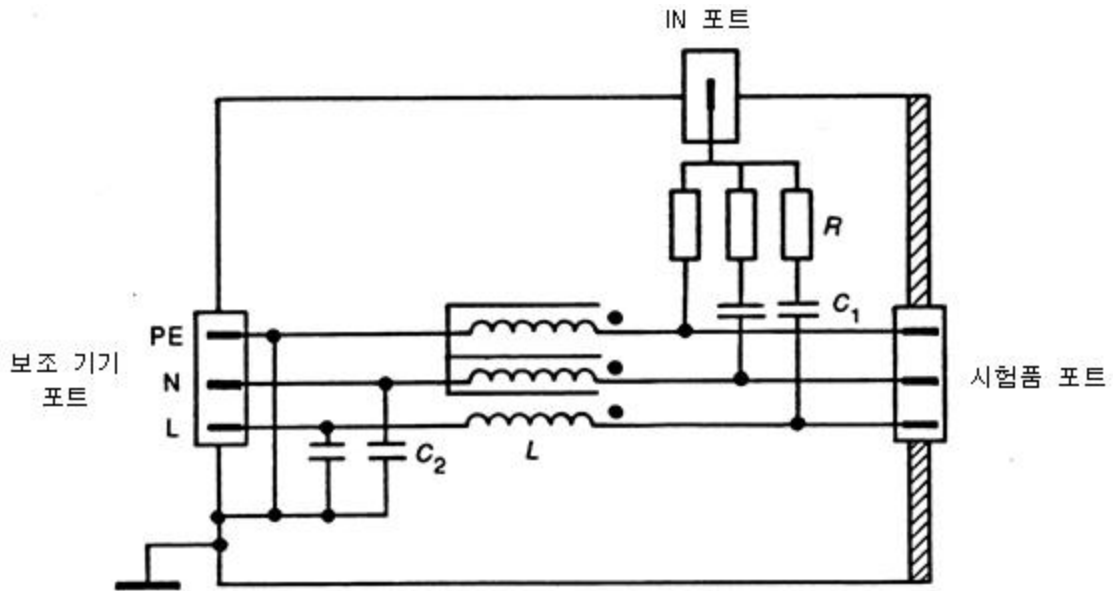
#### D.2 결합과 감결합 회로망의 예

하나의 결합 및 감결합 회로망으로 모든 기능적 요구 조건을 충족시킨다는 것은 불가능하기 때문에 **그림 D.1 ~ D.6**에는 많은 가능성이 주어진다.



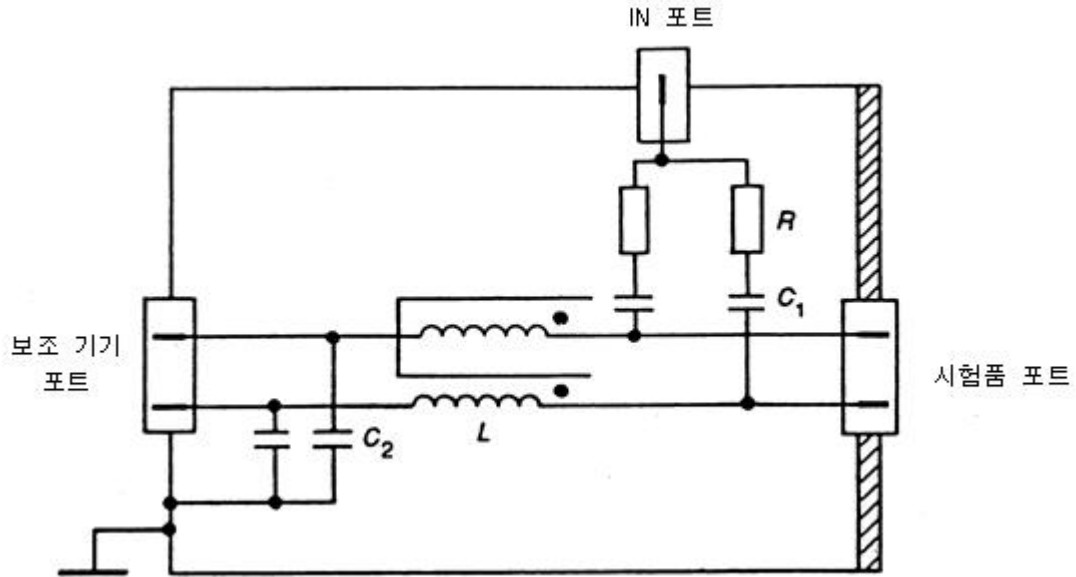
$R=100 \Omega$   
 150 kHz에서  $L \geq 280 \mu\text{H}$

그림 D.1 - 차폐 케이블(6.2.1 참조)을 사용한 CDN-S1 회로에 대한 단순화된 도면의 예



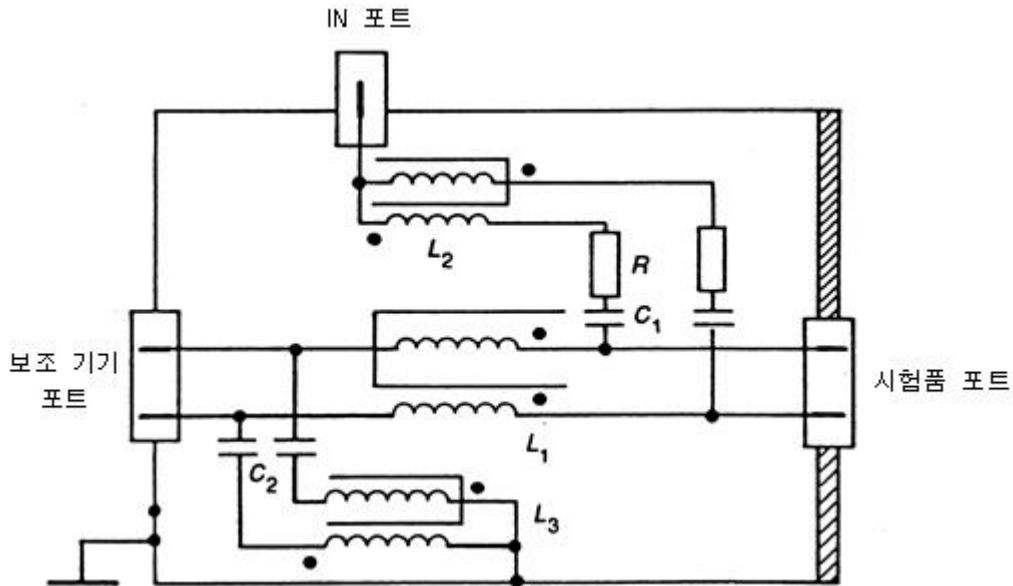
150 kHz에서,  $C_1$ (대표적) = 10 nF,  $C_2$ (대표적) = 47 nF,  $R=300 \Omega$ ,  $L \geq 280 \mu\text{H}$ 인 CDN-M3  
 150 kHz에서,  $C_1$ (대표적) = 10 nF,  $C_2$ (대표적) = 47 nF,  $R=200 \Omega$ ,  $L \geq 280 \mu\text{H}$ 인 CDN-M2  
 150 kHz에서,  $C_1$ (대표적) = 22 nF,  $C_2$ (대표적) = 47 nF,  $R=100 \Omega$ ,  $L \geq 280 \mu\text{H}$ 인 CDN-M1

그림 D.2 - 비차폐 전원 공급선(6.2.1.1 참조)을 사용한 CDN-M1/-M2/-M3 회로에 대한 단순화된 도면의 예



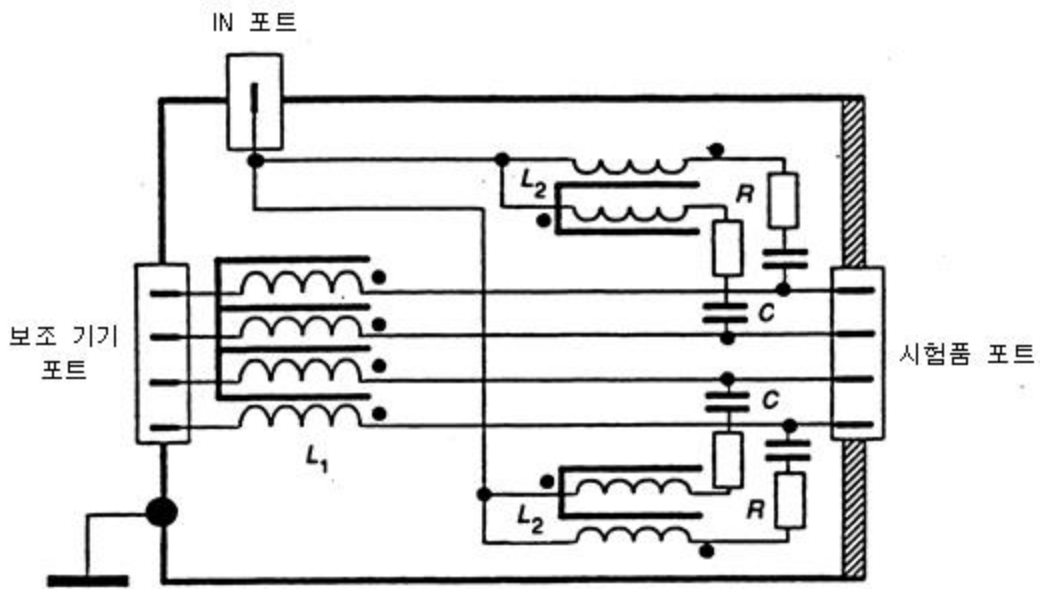
150 kHz에서,  $C_1$ (대표적) = 10 nF  
 $C_2$ (대표적) = 47 nF  
 $R = 200 \Omega$   
 $L \geq 280 \mu\text{H}$

그림 D.3 - 비차폐 불평형 전송선(6.2.1.3 참조)을 사용한 CDN-AF2 회로에 대한 단순화된 도면의 예



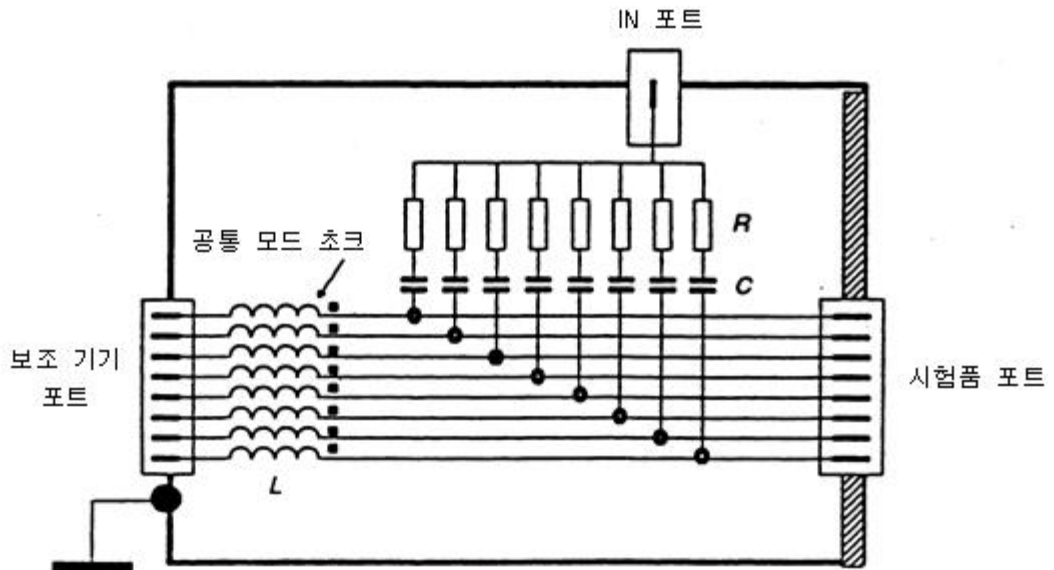
150 kHz에서,  $C_1$ (대표적) = 10 nF  
 $C_2$ (대표적) = 47 nF  
 $R = 200 \Omega$   
 $L_1 \geq 280 \mu\text{H}$   
 $L_2 = L_3 = 6 \text{ mH}$  ( $C_2$ 와  $L_3$ 가 사용되지 않을 때,  $L_1 \geq 30 \text{ mH}$ )

그림 D.4 - 비차폐 평형쌍(6.2.1.2 참조)을 사용한 CDN-T2 회로에 대한 단순화된 도면의 예



150 kHz에서,  $C$  (대표적) = 5.6 nF  
 $R = 400 \Omega$   
 $L_1 \geq 280 \mu\text{H}$   
 $L_2 = 6 \text{ mH}$

그림 D.5 - 비차폐 평형쌍(6.2.1.2 참조)을 사용한 CDN-T4 회로에 대한 단순화된 도면의 예



150 kHz에서,  $C$  (전형적) = 2.2 nF  
 $R = 800 \Omega$   
 $L \geq 280 \mu\text{H}$

그림 D.6 - 비차폐 평형쌍(6.2.1.2 참조)을 사용한 CDN-T8 회로에 대한 단순화된 도면의 예



## 부속서 E (참고)

### 시험 발생기 사양에 대한 정보

전력 증폭기 PA(그림 3)의 가용 출력 전력은 감쇠기  $T_2$ (6dB),진폭 변조 깊이(80 %)(그림 4 참조) 그리고 사용된 CDN 또는 클램프의 최소 결합 인자를 고려함으로써 결정된다.

표 E.1 – 시험 레벨 10 V를 얻기 위해 요구되는 전력 증폭기 출력 전력

주입 장치	최소 결합 인자 $\pm 1.5$ dB dB	PA의 출력에서 요구되는 전력 W
CDN	0	7
전류 클램프	- 14	176
권선비 5 : 1		
EM 클램프	- 6	28

**비고** 결합 인자는 3.5로 정의된다. 이 값은 출력 레벨 설정 회로[그림 8c]를 사용함으로써 측정 가능하다. 결합 인자는 결합 및 감결합 소자를 150  $\Omega$  / 50  $\Omega$  어댑터에 직렬로 사용할 때 얻어진 출력 전압  $U_{mr}$ 과 2개의 150  $\Omega$  / 50  $\Omega$  어댑터를 직렬로 사용했을 때의 출력 전압 사이의 비이다.

## 부속서 F (참고)

### 대형 시험품에 대한 시험 배치

#### F.0 개요

이 표준의 본문에서 설명한 시험 배치(7. 참조)는 1 m 이상의 높이에서 시험품으로 케이블이 들어가고 나가는 일부 대형 시험품의 필요성을 다루기에는 충분하지 않다. 시험 신호의 상위 주파수는 80 MHz이기 때문에 시험품 크기는 그 파장에 비례하여 상당히 클 수 있으며, 그러한 시험품에 연결된 케이블에는 공진 효과가 나타날 수 있다.

이 경우에, 이 부속서는 케이블 인입구 근처에 결합 장치를 놓아 결과적으로 공진 영향이 감소된 작은 루프 영역을 만드는 대형 시험품에 적용할 수 있는 대안 시험방법을 제시한다.

이 부속서를 적용할 수 있는 대형 시험품의 예는 다음과 같지만 이에 국한하지 않는다.

- 랙(rack) 장착용 통신교환시스템
- 전기기계
- 랙(rack) 장착용 스위치(switch)와 제어장치

#### F.1 대형 시험품 시험 배치

대형 시험품의 시험 배치 예를 그림 F.1과 그림 F.2에 주어진다.

그림 F.1에서 보듯 위로 높인 접지 기준면이 이 시험 배치에서의 접지 기준면이다. 위로 높인 이유는 시험품과 CDN 사이의 케이블 길이를 줄여 이 케이블에서 발생하는 공진 영향을 제어하거나 줄이기 위해서이다.

접지 기준면의 크기는 이 시험에서 사용한 모든 CDN보다 최소 0.2 m 커야 한다. 시험품과 CDN 사이의 시험 대상 케이블 길이는 최대 0.3 m이어야 한다.

접지 기준면은 주 접지면 위 일정 높이에 배치하여 시험품에서 나온 케이블이 수평하게 정렬된 상태로 CDN을 지나갈 수 있도록 해야 한다.

접지 기준면은 안전상의 이유로 접지에 전기적으로 연결하여야 한다. 이 연결은 RF 관점에서는 중요하지 않다.

**비고 1** 기계적으로 안전한 상태를 보장하기 위해 위로 올리는 접지 기준면과 그 지지대 구조물의 물리적 제작 시 주의를 기울여야 한다.

시험품은 접지면보다 0.1 m 높은 절연 지지대에 놓아야 한다. 기기가 운송 팔레트에 올려져 전달된 경우, 과도한 무게나 크기 때문에 운송 팔레트에서 안전하게 내려 놓을 수 없으면 그 높이가 0.1 m를 초과하더라도 시험품을 그 팔레트 위에 놓을 채 시험할 수 있다. 기기의 크기나 무게 때문에 기기를 0.1 m 위로 올릴 수 없는 경우, 시험품이 접지면에서 전기적으로 절연되어 있으면 더 얇은 절연물을 사용할 수 있다. 표준 시험 방법과 다른 사항은 모두 시험 보고서에 기재해야 한다.

보조 기기는 높은 접지 기준면 위에 놓을 수 있지만, 보조 기기가 CDN을 통해 시험품에 연결되어 있으면 반드시 그 위에 올려 놓을 필요는 없다. 직접 주입을 사용할 때 적절한 감결합을 사용하면 보조 기기는 접지 기준면이 아닌 다른 곳에 놓을 수 있다. CDN을 통한 주입 대신에 클램프 주입을 사용하는 경우에 보조 기기는 반드시 높은 접지 기준면 위에 놓아야 한다.

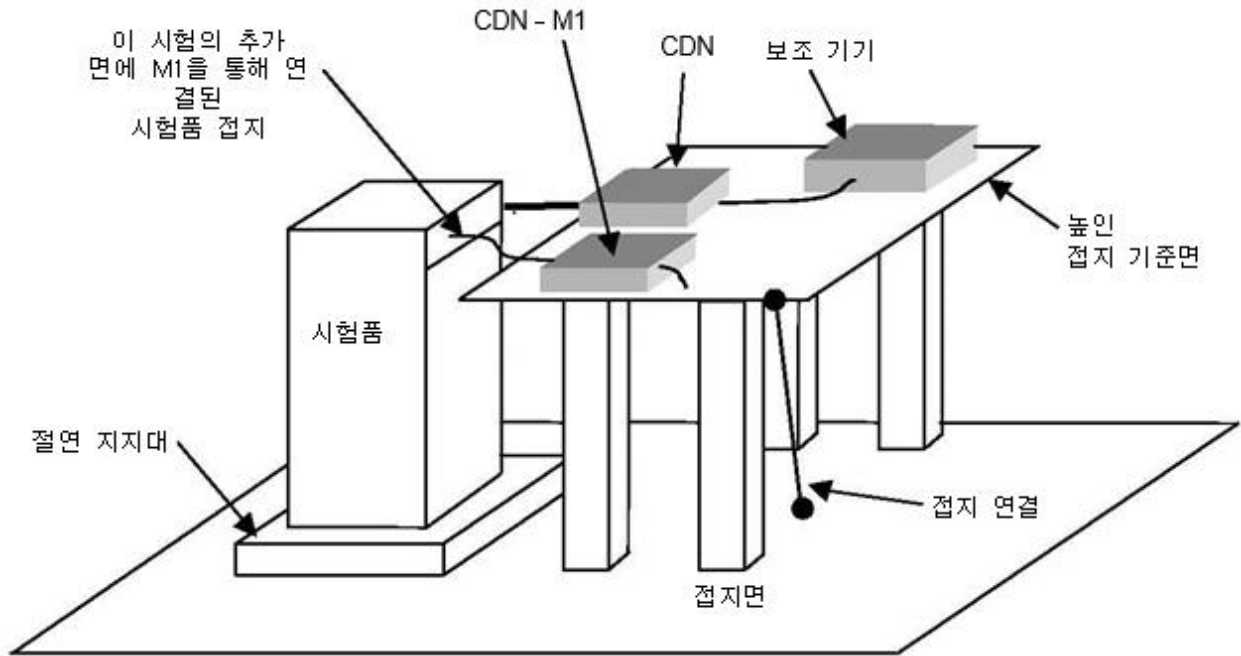


그림 F.1 - 위로 높은 수평 접지 기준면을 이용한 대형 시험품 시험 배치의 예

그림 F.2에 보듯 수직 접지 기준면은 이 시험 배치의 접지 기준면이다. 수직 접지 기준면을 사용하는 이유는 시험품과 CDN 사이의 케이블 길이를 줄여 이 케이블의 공진 영향을 제어하거나 줄이기 위해서이다.

**비고 1** 케이블이 여러 높이에서 시험품에 들어가거나 나오는 경우, 수직 접지 기준면이 수평으로 높은 접지 기준면보다 더 적합할 수 있다.

수직 접지 기준면은 안전상의 이유로 접지에 전기적으로 연결하여야 한다. 이 연결은 RF 관점에서는 중요하지 않다.

수직 접지 기준면의 크기는 이 시험에서 사용한 모든 CDN보다 최소 0.2 m 커야 한다. 시험품과 CDN 사이의 시험대상 케이블 길이는 최대 0.3 m이어야 한다. 시험품과 수직 접지 기준면 사이의 거리는 0.3 m 케이블 길이 요구사항을 충족하는 거리이어야 한다. 차폐실의 벽면을 수직 접지 기준면으로 사용할 수 있다.

CDN은 시험품에서 나온 케이블이 수평으로 정렬된 상태로 CDN을 지나갈 수 있는 높이에서 수직 접지 기준면에 부착해야 한다.

수평으로 높은 접지 기준면(즉, 절연 지지대와 보조 장치 위치)을 사용하는 시험 배치에 대한 설명을 수직 접지 기준면을 사용하는 시험 배치에 적절히 적용한다.

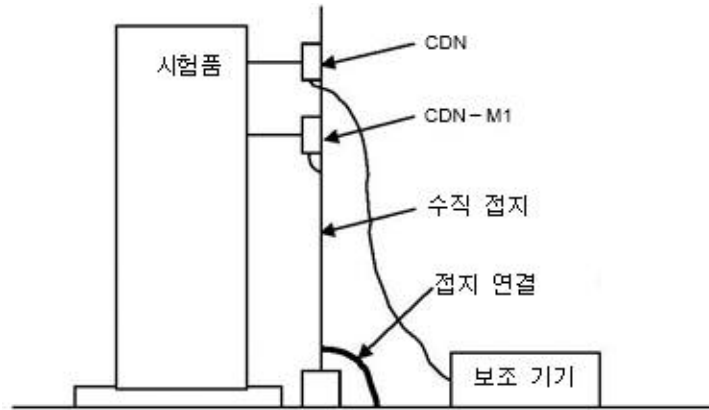


그림 F.2 - 수직 접지 기준면을 가진 대형 시험품 시험 배치의 예

## 부속서 G (참고)

### 시험 장비의 측정 불확도

#### G.1 일반사항

이 부속서는 이 표준의 본문에 수록된 시험 방식의 특정 필요에 의거하여 시험 장비의 측정 불확도(MU)와 관련된 정보를 제공한다. 더 자세한 정보는 [1, 2]<sup>1</sup>에서 찾을 수 있다.

이 부속서는 하나의 예로서 레벨 설정에서의 불확도를 중심으로 살펴본다. 다른 방해량 매개변수 역시 동일한 중요성을 갖고 시험소에서 적절히 고려하여야 한다. 이 부속서에서 제시한 방법론은 모든 방해량 매개변수에 적용할 수 있는 것으로 여겨진다.

#### G.2 시험 방식의 불확도 산출표(budget)

##### G.2.1 측정량 정의

측정량은 6.4.1에서처럼 레벨 설정에 해당하는 150 Ω 임피던스를 지닌 어느 한 가상의 시험품에 시험 동안 공급되는 전압이다(150 Ω은 전기자기적합성 평가에서 이 주파수 범위에서 전형적으로 사용하는 평균 공통 모드 임피던스임에 유의한다).

##### G.2.2 측정량의 측정 불확도 기여요소

다음의 영향도(Influence Diagram, 그림 G.1 ~ G.4)는 이 방식에 미치는 영향력의 예를 보여준다. 이 다이어그램은 총망라된 완벽한 것이 아님을 명심해야 한다. 불확도 산출표(budget) 표 G.1, G.2, G.3, G.4.를 작성하기 위해 이 영향도(Influence Diagram)에서 가장 중요한 기여요소를 선택하였다. 여러 상이한 시험 장소 또는 실험실에서의 비교 가능한 산출표(budget)를 얻기 위해 최소한 표 G.1, G.2, G.3, G.4에서 나열된 기여요소를 불확도 산출표(budget) 계산에 사용하여야 한다. 각 실험실은 각자의 특수 상황에 기초하여 측정 불확도 계산에 추가적인 요소(예를 들어, A형)를 포함시킬 수 있음을 주지한다.

---

1     안의 숫자는 이 부속서의 참고문헌을 참조한다.

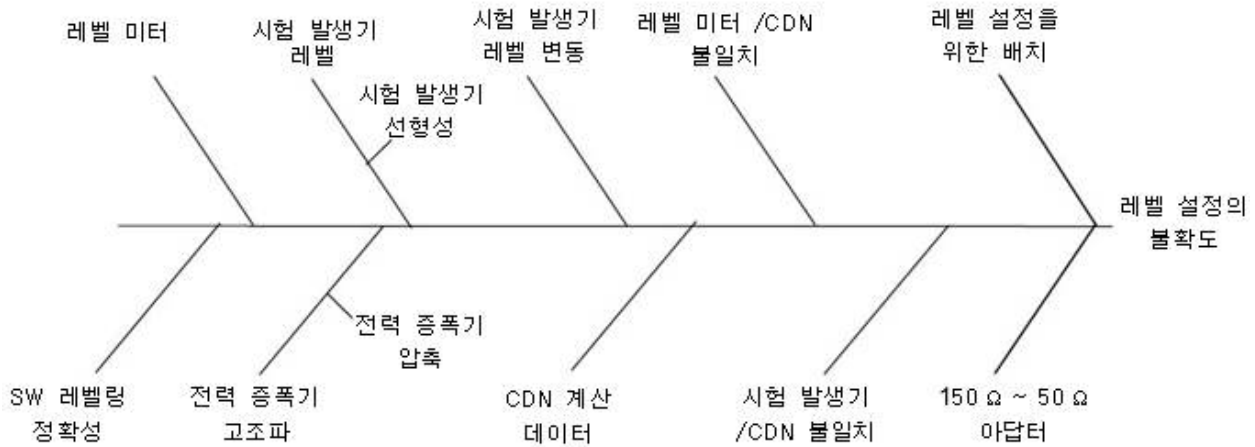


그림 G.1 - CDN을 사용하는 시험 방식에 미치는 영향력의 예

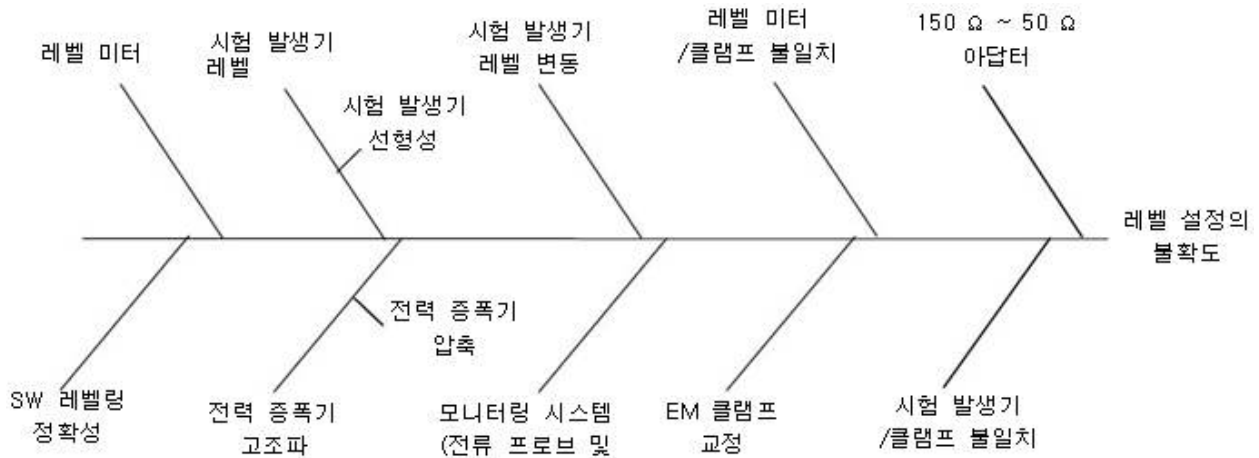


그림 G.2 - EM 클램프를 사용하는 시험 방식에 미치는 영향력의 예

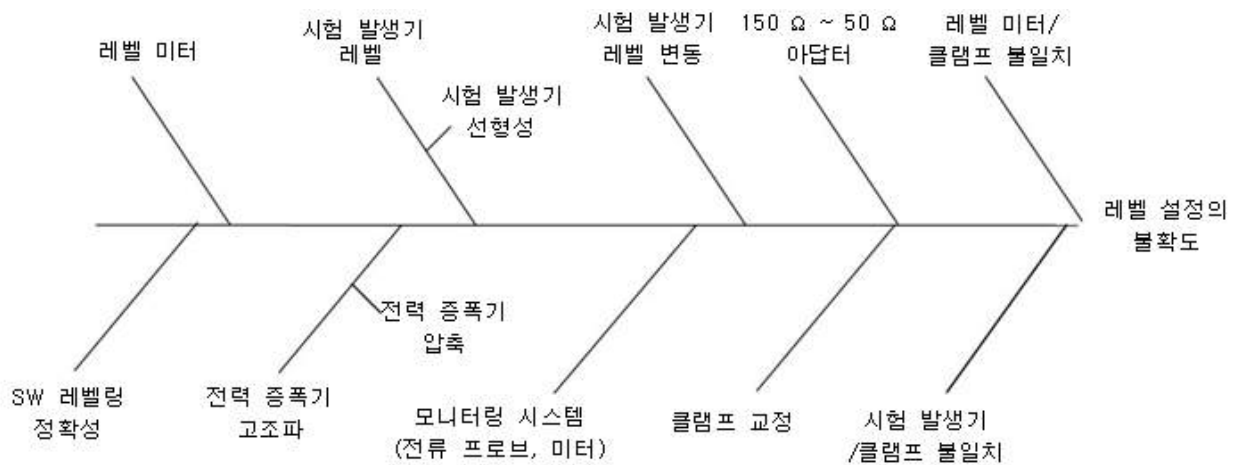


그림 G.3 - 전류 클램프를 사용하는 시험 방식에 미치는 영향력의 예

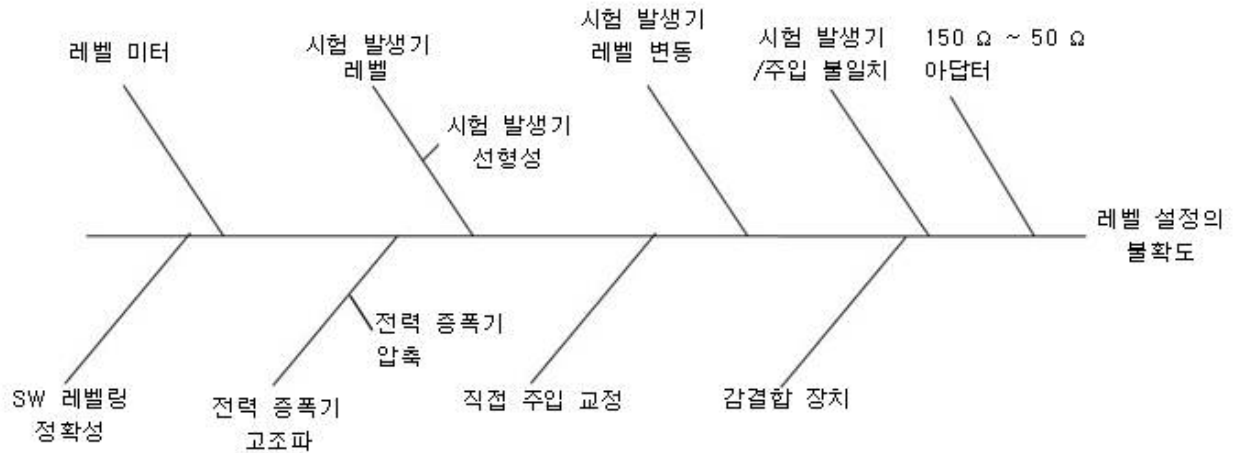


그림 G.4 - 직접 주입을 사용하는 시험 방식에 미치는 영향력의 예

**확장 불확도 계산의 예**

교정과 시험에 적용하는 기여율이 동일하지 않을 수 있음을 인식해야 한다. 이는 각 과정에서 (약간) 다른 불확도 산출표(budget)을 받게 한다.

표 G.1 ~ G.4은 레벨 설정에서 불확도 산출표(budget)의 예를 보여준다. 각 불확도 산출표(budget)은 두 개 부분 즉, 교정 불확도와 시험 불확도로 구성된다.

표 G.1a - CDN 교정과정

기호	불확도 출처 $X_i$	$U(x_i)$	단위	분포	제수	$u(x_i)$	단위	$c_i$	$u_i(y)$	단위	$u_i(y)^2$
RCAL	150 Ω / 50 Ω 아답터, 편차	0.3	dB	직사각형	1.73	0.17	dB	1	0,17	dB	0.03
	150 Ω / 50 Ω 아답터, 교정	0.2	dB	정규 $k=2$	2	0.10	dB	1	0,10	dB	0.01
SETUP	레벨 설정을 위한 배치	0.35	dB	정규 $k=1$	1	0.35	dB	1	0,35	dB	0.12
LMC	레벨 미터	0.5	dB	직사각형	1.73	0.29	dB	1	0,29	dB	0.08
SWC	SW 레벨링 정확성	0.3	dB	직사각형	1.73	0.17	dB	1	0,17	dB	0.03
LMC(1,2)	컨트롤 루프내 레벨미터 유무	0	dB	직사각형	1.73	0.00	dB	1	0,00	dB	0.00
TGc (1,2)	시험 발생기	0	dB	직사각형	1.73	0.00	dB	1	0,00	dB	0.00
MTc (3)	시험 발생기/CDN 부정합	0	dB	U자형	1.41	0.00	dB	1	0,00	dB	0.00
ML	라벨미터/CDN 부정합	-0.5	dB	U자형	1.41	-0.35	dB	1	-0,35	dB	0.13
$\Sigma u_i(y)^2$											0.40
합성 표준 불확도 $u(y) = \sqrt{\Sigma u_i(y)^2}$											0.63
확장 불확도 (CAL) $U = u(y) \times k, k = 2$											<b>1.27</b>

표 G.1b - CDN 시험과정

기호	불확도 출처 $X_i$	$U(x_i)$	단위	분포	제수	$u(x_i)$	단위	$c_i$	$u_i(y)$	단위	$u_i(y)^2$
CAL	교정	1.27	dB	정규 $k=2$	2	0.63	dB	1	0,63	dB	0.40
LMCt	컨트롤 루프내 레벨미터 유무	0.3	dB	직사각형	1.73	0.17	dB	1	0,17	dB	0.03
TGt (1,2)	시험 발생기	0	dB	직사각형	1.73	0.00	dB	1	0,00	dB	0.00
MTt (3)	시험 발생기/CDN 부정합	0	dB	U자형	1.41	0.00	dB	1	0,00	dB	0.00
SWt	SW 레벨링 정확성	0.3	dB	직사각형	1.73	0.17	dB	1	0,17	dB	0.03
$\Sigma u_i(y)^2$											0.46
합성 표준 불확도 $u(y) = \sqrt{\Sigma u_i(y)^2}$											0.68
확장 불확도 $U = u(y) \times k, k = 2$											<b>1.36</b>

**비고 1** 신호 발생기 또는 증폭기 출력 레벨을 위한 컨트롤 루프가 사용되는지 여부에 따라 LMC 또는 시험 발생기(TG) 기여율을 교정 및/또는 시험표에 포함시킨다. 이 예에서, 시험 발생기는 컨트롤 루프 중 한 부분이기 때문에 불확도 산출표(budget)에 기여하지 않는다. 컨트롤 루프에서 나오는 기여율은 레벨 미터에 의해 수립된다(또한 **비고 2** 참조). 하지만 시험소에게 실험실의 특정 시험 배치에 따라 이 항목을 고려하여야 함을 상기시키기 위해 시험 발생기를 표에 포함시켰다. 이 경우, 시험 발생기 기여율에 대한 더 자세한 분석이 필요할 수 있다. 용어 설명을 참조한다.

**비고 2** 교정과 시험에 동일 장비를 사용하면, 반복성과 선형 기여율만을 시험과정표에 포함시킨다. 교정에서는 이를 무시할 수 있다.

**비고 3** 교정과 시험에 동일 회로를 사용하면, 이 기여율은 표에 넣지 않는다. .

#### 용어 설명:

**RCAL** - 150 Ω / 50 Ω 아답터의 불확도. 이 기여율은 일반적으로 교정 성적서에서 얻을 수 있다. 또는 삽입 손실을 망 분석기를 사용하여 측정할 수 있다(**그림 7c** 참조). 삽입 손실(9.5 dB)과의 최대 편차와 그 교정 불확도를 반드시 표에 나타내야 한다. 교정 성적서에 0.5 dB가 적합하다고 명시되어 있는 경우에 한해 그 허용오차의 사용을 권고한다.

**비고 4** 편차는 소프트웨어로 시정할 수 있다. 이 경우, 최대 편차를 보간법 불확도와 교정 불확도로 줄일 수 있다.

**비고 5** 150 Ω / 50 Ω 아답터의 임피던스 역시 예를 들어 망 분석기를 사용하여 직접 측정하거나 또는 교정 인증서를 참고하여 구할 수 있다. 이 경우 100 Ω과의 편차와 교정 불확도를 표에 넣어야 한다. 이 기여율을 위한 감도 계수  $c_i$ 는 그에 따라 변경해야 한다.

**배치** - 레벨 설정을 위한 배치 즉, 교정 고정, CDN과 CDN 아답터 사이의 연결, 접지면 영향, 예를 들어 접지면 접촉 등으로 발생하는 불확도의 조합. 이 기여율은 조건을 달리하여 실시하는 재현성 시험에서 유추하거나 또는 예에서 보는 바와 같이 경험에 기초하여 추정한다.

**LMc** - 레벨 미터 즉, CDN의 출력부에서 레벨을 측정하는 데 사용하는 전압계 또는 전력계의 불확도. 제조사의 사양서에서 찾을 수 있지만 다른 출처의 자료로도 결정할 수 있다.

**SWc** - 교정과정 동안 신호 발생기와 레벨 설정용 소프트웨어 윈도우 상에 표시되는 불연속의 레벨 스텝(step) 크기에서 얻을 수 있는 불확도.

**LMCc** - 레벨 미터, 즉, 신호 발생기와 증폭기의 출력 레벨을 위한 컨트롤 루프에 사용하는 전압계 또는 전력계의 불확도. 제조사의 사양서에서 찾을 수 있지만 다른 출처의 자료로도 결정할 수 있다.

**TGc** - 주파수 발생기, 전력 증폭기, 감쇠기를 포함하여 시험 발생기의 불확도. 제조사의 사양서에서 찾을 수 있지만 다른 출처의 자료로도 결정할 수 있다.

**비고 6** 시험 발생기의 개별 구성요소(예, 신호 발생기, 전력 증폭기 안정, 전력 증폭기 급증 변화, 감쇠기 등)의 불확도는 특히, 컨트롤 루프를 시험배치에 사용하는 경우 별개로 분리하여 평가해야 한다.

**MTc** - 증폭기와 감쇠기, CDN간의 부정합.

**ML** - CDN와 레벨 미터의 부정합.

**CAL** - 교정 과정에서 시험 전압 레벨의 확장 불확도

**LMCt** - 전력 증폭기의 출력부에서 사용하는 전압계 등 레벨 미터의 불확도. 제조사 사양서에서 구할 수 있다. 또는 더 낮은 불확도를 얻기 위해 전력계를 사용할 수 있다.



**TGt** - 주파수 발생기, 전력 증폭기, 감쇠기를 포함하여 시험 발생기의 불확도. 제조사의 사양서 또는 다른 출처에서 구할 수 있다.

**비고 7** 시험 발생기의 개별 구성요소(예, 신호 발생기, 전력 증폭기 안정, 전력 증폭기 급증 변화, 감쇠기 등)의 불확도는 특히, 컨트롤 루프가 시험배치에 사용되지 않는 경우 별개로 분리하여 평가해야 한다.

**MTt** - 증폭기와 감쇠기, CDN 간의 부정합. 동일 배치 즉, 감쇠기와 케이블을 교정 및 시험에 사용하는 경우, 이 기여율은 무시할 수 있다.

**SWt** - 시험과정 동안 신호 발생기와 레벨 설정용 소프트웨어 윈도우 상에 표시되는 불연속의 레벨 스텝(step) 크기에서 얻을 수 있는 불확도. 소프트웨어 윈도우는 일반적으로 시험소에서 조정할 수 있다.

표 G.2a - EM 클램프 교정과정

기호	불확도 출처 $X_i$	$U(x_i)$	단위	분포	제수	$u(x_i)$	단위	$c_i$	$u_i(y)$	단위	$u_i(y)^2$
RCAL	150 Ω / 50 Ω 아답터, 편차	0.3	dB	직사각형	1.73	0.17	dB	1	0.17	dB	0.03
	150 Ω / 50 Ω 아답터, 교정	0.2	dB	정규 $k=2$	2	0.10	dB	1	0.10	dB	0.01
SETUP	레벨 설정을 위한 배치	0.35	dB	정규 $k=1$	1	0.35	dB	1	0.35	dB	0.12
LMc	레벨 미터	0.5	dB	직사각형	1.73	0.29	dB	1	0.29	dB	0.08
SWc	SW 레벨링 정확성	0.3	dB	직사각형	1.73	0.17	dB	1	0.17	dB	0.03
LMCt(8,9)	컨트롤 루프내 레벨미터유무	0	dB	직사각형	1.73	0.00	dB	1	0.00	dB	0.00
TGc(8,9)	시험 발생기	0	dB	직사각형	1.73	0.00	dB	1	0.00	dB	0.00
MTc(10)	시험 발생기/클램프 부정합	0	dB	U자형	1.41	0.00	dB	1	0.00	dB	0.00
ML	레벨미터/클램프 부정합	-0.5	dB	U자형	1.41	-0.35	dB	1	-0.35	dB	0.13
$\Sigma u_i(y)^2$											0.40
합성 표준 불확도 $u(y)=\sqrt{\Sigma u_i(y)^2}$											0.63
확장 불확도 (CAL) $U=u(y) \times k, k=2$											1.27 dB

표 G.2b - EM 클램프 시험과정

기호	불확도 출처 $X_i$	$U(x_i)$	단위	분포	제수	$u(x_i)$	단위	$c_i$	$u_i(y)$	단위	$u_i(y)^2$
CAL	교정	1.27	dB	정규 $k=2$	2	0.63	dB	1	0.63	dB	0.40
LMCt(8,9)	컨트롤 루프내 레벨미터 유무	0.3	dB	직사각형	1.73	0.17	dB	1	0.17	dB	0.03
TGt(8,9)	시험발생기	0	dB	직사각형	1.73	0.00	dB	1	0.00	dB	0.00
MTt(10)	시험 발생기/클램프 부정합	0	dB	U자형	1.41	0.00	dB	1	0.00	dB	0.00
SWt	SW 레벨링 정확성	0.3	dB	직사각형	1.73	0.17	dB	1	0.17	dB	0.03
AETERM	보조 기기 종단	2.5	dB	직사각형	1.73	1.45	dB	1	1.45	dB	2.09
$\Sigma u_i(y)^2$											2.55
합성 표준 불확도 $u(y)=\sqrt{\Sigma u_i(y)^2}$											1.60
확장 불확도 $U=u(y) \times k, k=2$											3.19 dB

**비고 8** 신호 발생기 또는 증폭기 출력 레벨을 위한 컨트롤 루프가 사용되는지 여부에 따라 LMC 또는 시험 발생기(TG) 기여율을 교정 및/또는 시험표에 포함시킨다. 이 예에서, 시험 발생기는 컨트롤 루프 중 한 부분이기 때문에 불확도 산출표(budget)에 기여하지 않는다. 컨트롤 루프에서 나오는 기여율은 레벨 미터에 의해 수립된다(또한 **비고 9** 참조). 하지만 시험소에게 실험실의 특정 시험 배치에 따라 이 항목을 고려하여야 함을 상기시키기 위해 시험 발생기를 표에 포함시켰다. 이 경우, 시험 발생기 기여율에 대한 더 자세한 분석이 필요할 수 있다. 용어 설명을 참조한다. 용어 설명 참조.

**비고 9** 교정과 시험에 동일 장비를 사용하면, 반복성과 선형 기여율만을 시험과정표에 포함시킨다.

교정에서는 이를 무시할 수 있다.

**비고 10** 교정과 시험에 동일 회로를 사용하면, 이 기여율은 표에 넣지 않는다. .

**용어 설명:**

일부 항목은 원칙적으로 앞의 예에서와 동일하게 적용한다(CDN 방식). 이러한 항목은 여기서는 설명하지 않으며 앞의 예를 참고한다.

**비고 11** 모니터링 프로브를 사용하고 전류 한계값을 적용하는 경우, 이 부속서는 7.4 관련 불확도는 고려하지 않는다. 이 경우,  $U_0$ 값은 더 이상 레벨 설정 절차에서 정한 값과 같지 않고 이상의 값으로 감소한다. 그러므로 이 경우,  $U_0$ 에는 불확도를 배정할 수 없다.

**AETERM** - 150  $\Omega$ 에서 유지하여야 하는 보조장치 임피던스의 영향. 이 값과의 편차는 EM 클램프의 지향성이 약한 경우 특히 저주파수 범위(10 MHz 이하)에서 중요한 영향을 미친다. 이 경우, AETERM이 불확도 산출표(budget)에 미치는 기여율은 여기 예에서 사용하는 값보다 클 수 있다. 주파수가 10 MHz 이상이면 더 낮은 값을 사용한다.

이 기여율은 망 분석기를 사용하여 실증적으로 조사할 수 있다. 클램프의 결합계수는 150  $\Omega$  보조장치 임피던스에서 측정하여 다른 보조장치 임피던스와 비교할 수 있다.

**표 G.3a - 전류 클램프 교정과정**

기호	불확도 출처 $X_i$	$U(x_i)$	단위	분포	제수	$u(x_i)$	단위	$c_i$	$u_i(y)$	단위	$u_i(y)^2$
<i>RCAL</i>	150 $\Omega$ / 50 $\Omega$ 아답터, 편차	0.3	dB	직사각형	1.73	0.17	dB	1	0.17	dB	0.03
	150 $\Omega$ / 50 $\Omega$ 아답터, 교정	0.2	dB	정규 $k=2$	2	0.10	dB	1	0.10	dB	0.01
<i>JIG</i>	교정 지그	0.5	dB	정규 $k=1$	1	0.50	dB	1	0.50	dB	0.25
<i>LMc</i>	레벨 미터	0.5	dB	직사각형	1.73	0.29	dB	1	0.29	dB	0.08
<i>SWc</i>	SW 레벨링 정확성	0.3	dB	직사각형	1.73	0.17	dB	1	0.17	dB	0.03
<i>LMCc</i>	컨트롤 루프내 레벨미터 유무	0	dB	직사각형	1.73	0.00	dB	1	0.00	dB	0.00
<i>TGc</i>	시험 발생기	0	dB	직사각형	1.73	0.00	dB	1	0.00	dB	0.00
<i>MTc (14)</i>	시험 발생기/클램프 부정합	0	dB	U자형	1.41	0.00	dB	1	0.00	dB	0.00
<i>ML</i>	레벨미터/클램프 부정합	-0.5	dB	U자형	1.41	-0.35	dB	1	-0.35	dB	0.13
$\sum u_i(y)^2$											0.53
합성 표준 불확도 $u(y) = \sqrt{\sum u_i(y)^2}$											0.73
확장 불확도 (CAL) $U = u(y) \times k, k = 2$											1.46

**표 G.3b - 전류 클램프 시험과정**

기호	불확도 출처 $X_i$	$U(x_i)$	단위	분포	제수	$u(x_i)$	단위	$c_i$	$u_i(y)$	단위	$u_i(y)^2$
<i>RCAL</i>	150 $\Omega$ / 50 $\Omega$ 아답터, 편차	0.3	dB	직사각형	1.73	0.17	dB	1	0.17	dB	0.03
	150 $\Omega$ / 50 $\Omega$ 아답터, 교정	0.2	dB	정규 $k=2$	2	0.10	dB	1	0.10	dB	0.01
<i>JIG</i>	교정 지그	0.5	dB	정규 $k=1$	1	0.50	dB	1	0.50	dB	0.25
<i>LMc</i>	레벨 미터	0.5	dB	직사각형	1.73	0.29	dB	1	0.29	dB	0.08
<i>SWc</i>	SW 레벨링 정확성	0.3	dB	직사각형	1.73	0.17	dB	1	0.17	dB	0.03
<i>LMCc(12,13)</i>	컨트롤 루프내 레벨미터 유무	0	dB	직사각형	1.73	0.00	dB	1	0.00	dB	0.00
<i>TGc (12,13)</i>	시험 발생기	0	dB	직사각형	1.73	0.00	dB	1	0.00	dB	0.00
<i>MTc (14)</i>	시험 발생기/클램프 부정합	0	dB	U자형	1.41	0.00	dB	1	0.00	dB	0.00
<i>ML</i>	레벨미터/클램프 부정합	-0.5	dB	U자형	1.41	-0.35	dB	1	-0.35	dB	0.13
$\sum u_i(y)^2$											0.53
합성 표준 불확도 $u(y) = \sqrt{\sum u_i(y)^2}$											0.73
확장 불확도 (CAL) $U = u(y) \times k, k = 2$											1.46

**비고 12** 신호 발생기 또는 증폭기 출력 레벨을 위한 컨트롤 루프가 사용되는지 여부에 따라 LMC 또는 시험 발생기(TG) 기여율을 교정 및/또는 시험표에 포함시킨다. 이 예에서, 시험 발생기는 컨트롤 루프 중 한 부분이기 때문에 불확도 산출표(budget)에 기여하지 않는다. 컨트롤 루프에서 나오는 기여율은 레벨 미터에 의해 수립된다 (또한 **비고 13** 참조). 하지만 시험소에게 실험실의 특정 시험 배치에 따라 이 항목을 고려하여야 함을 상기시키기 위해 시험 발생기를 표에 포함시켰다. 이 경우, 시험 발생기 기여율에 대한 더 자세한 분석이 필요할 수 있다. 용어 설명 참조.

**비고 13** 교정과 시험에 동일 장비를 사용하면, 반복성과 선형 기여율만을 시험과정표에 포함시킨다. 교정에서는 이를 무시할 수 있다.

**비고 14** 교정과 시험에 동일 회로를 사용하면, 이 기여율은 표에 넣지 않는다. .

**용어 설명:**

일부 항목은 원칙적으로 앞의 예에서와 동일하게 적용한다(예. CDN 방법). 이러한 항목은 여기서는 설명하지 않으며 앞의 예를 참고한다.

**비고 1** 모니터링 프로브를 사용하고 전류 한계값을 적용하는 경우, 이 부속서는 7.4 관련 불확도는 고려하지 않는다. 이 경우,  $U_0$ 값은 더 이상 레벨 설정 절차에서 정한 값과 같지 않고 이상의 값으로 감소한다. 그러므로 이 경우,  $U_0$ 에는 불확도를 배정할 수 없다.

**JIG** - 교정 지그로 인한 불확도의 조합. 이 기여율은 조건을 달리하여 실시하는 재현성 테스트에서 유추하거나 또는 예에서 보는 바와 같이 경험에 기초하여 추정할 수 있다.

**표 G.4a - 직접 주입 교정과정**

기호	불확도 출처 $X_i$	$U(x_i)$	단위	분포	제수	$u(x_i)$	단위	$c_i$	$u_i(y)$	단위	$u_i(y)^2$
RCAL	150 $\Omega$ / 50 $\Omega$ 아답터, 편차	0.3	dB	직사각형	1.73	0.17	dB	1	0.17	dB	0.03
	150 $\Omega$ / 50 $\Omega$ 아답터, 교정	0.2	dB	정규 $k=2$	2	0.10	dB	1	0.10	dB	0.01
SETUP	레벨 설정을 위한 배치	0.5	dB	정규 $k=1$	1	0.50	dB	1	0.50	dB	0.25
LMc	레벨 미터	0.5	dB	직사각형	1.73	0.29	dB	1	0.29	dB	0.08
SWc	SW 레벨링 정확성	0.3	dB	직사각형	1.73	0.17	dB	1	0.17	dB	0.03
LMCc(16,17)	컨트롤 루프내 레벨미터 유무	0	dB	직사각형	1.73	0.00	dB	1	0.00	dB	0.00
TGc (16,17)	시험 발생기	0	dB	직사각형	1.73	0.00	dB	1	0.00	dB	0.00
MTc (18)	시험발생기 /CDN 부정합	0	dB	U자형	1.41	0.00	dB	1	0.00	dB	0.00
ML	레벨미터/CDN 부정합	-0.5	dB	U자형	1.41	-0.35	dB	1	-0.35	dB	0.13
$\Sigma u_i(y)^2$											0.53
합성 표준 불확도 $u(y)=\sqrt{\Sigma u_i(y)^2}$											0.73
확장 불확도 (CAL) $U=u(y) \times k, k=2$											<b>1.46</b> dB

**표 G.4b - 직접 주입 시험과정**

기호	불확도 출처 $X_i$	$U(x_i)$	단위	분포	제수	$u(x_i)$	단위	$c_i$	$u_i(y)$	단위	$u_i(y)^2$
CAL	교정	1.46	dB	정규 $k=2$	2	0.73	dB	1	0.73	dB	0.53
LMCh(16,17)	컨트롤 루프내 레벨미터유무	0.3	dB	직사각형	1.73	0.17	dB	1	0.17	dB	0.03
TGt (16,17)	시험 발생기	0	dB	직사각형	1.73	0.00	dB	1	0.00	dB	0.00
MTt (18)	시험 발생기/클램프 부정합	0	dB	U자형	1.41	0.00	dB	1	0.00	dB	0.00
SWt	SW 레벨링 정확성	0.3	dB	직사각형	1.73	0.17	dB	1	0.17	dB	0.03
DD	감결합 장치	2.3	dB	직사각형	1.73	1.33	dB	1	1.33	dB	1.77
$\Sigma u_i(y)^2$											2.36
합성 표준 불확도 $u(y)=\sqrt{\Sigma u_i(y)^2}$											1.54
확장 불확도 $U=u(y) \times k, k=2$											<b>3.07</b> dB

**비고 16** 신호 발생기 또는 증폭기 출력 레벨을 위한 컨트롤 루프가 사용되는지 여부에 따라 LMC 또는 시험 발생기(TG) 기여율을 교정 및/또는 시험표에 포함시킨다. 이 예에서, 시험 발생기는 컨트롤 루프 중 한 부분이기 때문에 불확도 산출표(budget)에 기여하지 않는다. 컨트롤 루프에서 나오는 기여율은 레벨 미터에 의해 수립된다 (또한 **비고 17** 참조). 하지만 시험소에 실험실의 특정 시험 배치에 따라 이 항목을 고려하여야 함을 상기시키기 위해 시험 발생기를 표에 포함시켰다. 이 경우, 시험 발생기 기여율에 대한 더 자세한 분석이 필요할 수 있다. 용어 설명 참조.

**비고 17** 교정과 시험에 동일 장비를 사용하면, 반복성과 선형 기여율만을 시험과정표에 포함시킨다. 교정에서는 이를 무시할 수 있다.

**비고 18** 교정과 시험에 동일 회로를 사용하면, 이 기여율은 표에 넣지 않는다. .

#### **용어 설명:**

일부 항목은 원칙적으로 앞의 예에서와 동일하게 적용한다 (예. CDN 방법). 이러한 항목은 여기서는 설명하지 않으며 앞의 예를 참고한다.

*DD* - 감결합 장치와 보조장치 종단의 불확도 조합. 견고한 감결합은 보조장치 종단으로 인한 영향이 적지만 부실한 감결합은 영향이 크다. 이 기여율은 감결합 구성요소의 임피던스로 계산할 수 있다.

### **G.3 적용**

계산한 불확도 측정값(확장 불확도)은 예를 들어 제품표준에서 명시한 용도 또는 실험실 공중용 등 다양한 목적으로 사용할 수 있다. 이 계산의 결과는 시험과정 동안 시험품에 적용한 시험 레벨을 조정하려는 의도는 없다.

### **G.4 참고문헌**

[1] IEC TC77 document 77/349/INF, General information on measurement uncertainty of test instrumentation for conducted and radiated r.f. immunity tests

[2] UKAS, M3003, Edition 2, 2007, The Expression of Uncertainty and Confidence in Measurement, free download, [www.ukas.com](http://www.ukas.com).

## 참고문헌

**KS C IEC 61000-4-3**, 전기자기적합성(EMC) - 제4-3부: 시험 및 측정기술 - 복사 무선주파수 전기자기장 내성 시험

**KS C CISPR 16-1-2**, 전기자기장해.내성측정 장비 및 측정방법 - 제1부: 전기자기장해.내성측정 장비 - 제2절: 측정 부대품 - 전도방해

**KS C CISPR 20**, 음성, TV방송수신기 및 관련기기의 전기자기내성 측정방법 및 한계값

**IEC 60050-131**, International Electrotechnical Vocabulary (IEV) - Chapter 131: Electric and magnetic circuits

# KS C IEC 61000-4-6 : 2010 해 설

이 해설은 본체 및 부속서에 규정/기재한 사항 및 이것에 관련된 사항을 설명하는 것으로 표준의 일부는 아니다.

## 1 개요

### 1.1 개정의 취지

이 표준은 2008년에 제3.0판으로 발행된 IEC 61000-4-6, Electromagnetic compatibility (EMC)–Part 4-6 : Testing and measurement techniques–Immunity to conducted disturbances, induced by radio-frequency fields를 근간으로 국제표준과 부합화할 목적으로 개정하게 되었다.

### 1.2 개정의 경위

이 표준은 2010년도 기술표준원 국가표준개발과제 전기자기적합성 분야 KS 부합화 원안 작성을 위한 표준개발협력기관 사업의 일환으로 한국화학융합시험연구원에서 개정초안을 작성하였다.

### 1.3 개정의 기본방향

이 표준은 2008년 10월에 추가 개정된 IEC 61000-4-6 Edition 3.0의 내용을 반영하며, 불확도에 대한 내용의 추가로 시험 및 교정 시 발생할 수 있는 불확도 요인에 대한 검토의 필요성을 반영하였다.

## 2 현안 사항

시험 재현성 및 시험 결과의 신뢰도를 높이기 위해 시험소에서도 불확도에 대한 반영이 필요하다.

## 3 신규 비교표

구분	기존 KS 표준 (KS C IEC 61000-4-6:2008)	IEC 부합화 내용(개정 내용) (KS C IEC 61000-4-6:2010)	비고
부속서 G	없음.	부속서 G (참고) - 시험 장비의 측정 불확도	

### \* 원안작성 협력자

: 서봉수(삼성전자)

### \* 원안작성 실무작업반

: 김용성(한국기계전기전자시험연구원), 김영식(한국기계전기전자시험연구원),  
윤상욱(한국산업기술시험원), 남재우(LG전자), 손광무(LG전자), 김기영(LG전자),  
류정기(LS산전), 안중선(LS산전), 서봉수(삼성전자), 지성원(한국화학융합시험연구원),  
강종식(한국화학융합시험연구원)

## 해설 1 전기용품안전기준의 한국산업표준과 단일화의 취지

### 1. 개요

이 기준은 전기용품안전관리법에 따른 안전관리대상 전기제품의 안전관리를 수행함에 있어 국가표준인 한국산업표준(KS)을 최대한 인용하여 단일화한 전기용품안전기준이다.

### 2. 배경 및 목적

전기용품안전관리법에 따른 안전관리대상 전기제품의 인증을 위한 시험의 기준은 2000년부터 국제표준을 기반으로 안전성 규격을 도입·인용하여 운영해 왔으며 또한 한국산업표준도 2000년부터 국제표준에 바탕을 두고 있으므로 규격의 내용은 양자가 거의 동일하다.

따라서 전기용품안전관리법에 따른 안전기준과 한국산업표준의 중복인증이 발생하였으며, 기준의 단일화가 필요하게 되었다.

전기용품 안전인증기준의 단일화는 기업의 인증대상제품의 인증시 시간과 비용을 줄이기 위한 목적이며, 국가표준인 한국산업표준과 IEC 국제표준을 기반으로 단일화를 추진이 필요하다.

또한 전기용품 안전인증기준을 한국산업표준을 기반으로 단일화 함으로써 한국산업표준의 위상을 강화하고, 우리나라 각 부처별로 시행하는 법률에 근거한 각 인증의 기준을 국제표준에 근거한 한국산업표준으로 일원화할 수 있도록 범부처 모범사례가 되도록 하였다.

### 3. 단일화 방향

전기용품안전관리법에서 적용하기 위한 안전기준을 동일한 한국산업표준으로 간단히 전기용품안전기준으로 채택하면 되겠지만, 전기용품안전기준은 그간의 전기용품 안전관리제도를 운용해 오면서 국내기업의 여건에 맞추어 시험항목, 시험방법 및 기준을 여러번의 개정을 통해 변경함으로써 한국산업표준과의 차이를 보이게 되었다.

한국산업표준과 전기용품안전기준의 단일화 방향을 두 기준 모두 국제표준에 바탕을 두고 있으므로 전기용품안전기준에서 한국산업표준과 중복되는 부분은 그 내용을 그대로 인용하는 방식으로 구성하고자 한다.

안전기준에서 그간의 전기용품 안전관리제도를 운용해 오면서 개정된 시험항목과 시험방법, 변경된 기준은 별도의 항을 추가하도록 하였다.

한국산업표준과 전기용품안전기준을 비교하여 한국산업표준의 최신판일 경우는 한국산업표준의 내용을 기준으로 전기용품안전기준의 내용을 개정기로 하며, 이 경우 전기용품안전기준의 구판은 병행 적용함으로써 그간의 인증받은 제품들이 개정기준에 맞추어 개선할 시간적 여유를 줌으로써 기업의 혼란을 방지하고자 한다.

그리고 국제표준이 개정되어 판번이 변경되었을 경우는 그 최신판을 한국산업표준으로 개정 요청을 하고 그리고 전기용품안전기준으로 그 내용을 채택함으로써 전기용품안전기준을 국제표준에 신속하게 대응하고자 한다.

그리고 전기용품안전기준에서만 규정되어 있는 고유기준은 한국산업표준에도 제정요청하고, 아울러 필요시 국제표준에도 제안하여 우리기술을 국제표준에 반영하고자 한다.

### 4. 향후

한국산업표준과 전기용품안전기준의 중복시험 항목을 없애고 단일화 함으로써 표준과 기준의 이원화에 따른 중복인증의 기업부담을 경감시키고, KS표준의 위상을 강화하고자 한다.

아울러 우리나라 각 부처별로 시행하는 법률에 근거한 각 인증의 기준을 국제표준에 근거한 한국산업표준으로 일원화할 수 있도록 범부처 모범사례가 되도록 한다.

또한 국제인증기구(IECEE)는 국제표준 인증체계를 확대하는 추세에 있으며, 표준을 활용하여 자국 기업의 경쟁력을 강화하는 추세에 있다. 이에 대응하여 국가표준과 안전기준이 국제표준에 신속히 대응함으로써 우리나라의 수출기업이 인증에 애로사항을 감소하도록 한다.

## 해설 2 전기용품안전기준의 추가대체항목 해설

이 해설은 전기용품안전기준으로 한국산업표준을 채택함에 있어 추가대체하는 항목을 적용하는 데 이해를 돕고자 주요사항을 기술한 것으로 규격의 일부가 아니며, 참고자료 또는 보충자료로만 사용된다.



심 의 :

구 분	성 명	근 무 처	직 위
(위 원 장)			
(위 원)			

(간 사)

원안작성협력 :

구 분	성 명	근 무 처	직 위
(연구책임자)			
(참여연구원)			

전기용품안전기준의 열람은 국가기술표준원 홈페이지(<http://www.kats.go.kr>), 및 제품안전정보센터(<http://www.safety.korea.kr>)를 이용하여 주시고, 이 전기용품안전기준에 대한 의견 또는 질문은 산업통상자원부 국가기술표준원 제품안전정책국 전기통신제품안전과(☎ 043-870-5441~9)으로 연락하여 주십시오.

이 안전기준은 전기용품안전관리법 제3조의 규정에 따라 매 5년마다 안전기준전문위원회에서 심의되어 제정, 개정 또는 폐지됩니다.

**KC 61000-4-6 : 2015-09-23**

---

**Electromagnetic compatibility (EMC)**

---

**- Part 4-6: Testing and measurement  
techniques - Immunity to conducted  
disturbances, induced by  
radio-frequency fields**

---

ICS 97.030

**Korean Agency for Technology and Standards**  
<http://www.kats.go.kr>



산업통상자원부 국가기술표준원

Korean Agency for Technology and Standards

Ministry of Trade, Industry & Energy

주소 : (우) 369-811 충북 음성군 맹동면 이수로 93

TEL : 043-870-5441~9 <http://www.kats.go.kr>

