

[별표 1-5]

KN 61000-4-6

전도성 RF 전자기장 내성 시험방법

목 차

1. 적용 범위	2
2. 참조 규격	2
3. 용어 정의	2
4. 일반 사항	4
5. 시험 레벨	5
6. 시험 장비	5
7. 탁상 설치형 기기와 바닥 설치형 기기에 대한 시험 배치	13
8. 시험 절차	18
9. 시험결과의 평가	19
10. 시험보고서	20
부록 A(규격) 클램프 주입법에 관한 부가 정보	32
부록 B(정보) 적용 주파수 범위에 대한 선택 기준	37
부록 C(정보) 시험레벨의 선택 지침	39
부록 D(정보) 결함과 감결합회로망에 대한 정보	40
부록 E(정보) 시험 신호발생기 사양에 대한 정보	44
부록 F(정보) 대형 피시험기기에 대한 시험 배치	45
<u>부록 G(정보) 시험 계기의 측정 불확도</u>	<u>48</u>

1. 적용 범위

이 시험방법은 9 kHz ~ 80 MHz 주파수 범위에서 무선주파수 송수신기로부터 의도적으로 발생하는 전자파방해에 대한 전기, 전자 장치의 전도성 내성 요구사항에 관한 것이다. 이 장치가 방해 전자파와 결합할 수 있는 도체 케이블(예를 들면 주전원선, 신호선 또는 접지연결선 등)이 하나도 없는 장치는 제외된다.

주1) 이 시험방법에서는 전자파 방출에 의해서 유도된 전도성 방해신호가 해당 기기에 미치는 영향을 평가하기 위한 시험방법을 정의한다. 이 영향의 정량적 평가를 위한 전도성 방해의 시뮬레이션과 측정 은 아주 정확하지는 않다. 따라서 여기서 정의된 시험방법은 이 전도성 방해 영향의 정량적 해석을 위해 여러 장치에서 얻은 결과들의 합리적인 재현성을 확립할 목적으로 구성된 것이다.

이 시험방법의 목적은 전기 및 전자 장비의 성능이 무선주파수 전자파에 의해 유도된 전도성 방해의 영향을 받을 때, 그 내성 평가에 대한 일반적인 기준을 확립하는 것이다. 본 KN 61000 규격에서 문서화된 시험방법은 위에서 정의된 현상에 대한 장비나 시스템의 내성을 평가하기 위한 일관성 있는 방법을 설명하고 있다.

주2) IEC Guide 107에 설명된 바와 같이, 이 시험방법은 EMC 기준전문위원회가 사용하기 위한 기본 EMC 출판물이다. IEC Guide 107에서 언급한 바와 같이, EMC 기준전문위원회는 본 내성시험 표준규격의 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.

2. 참조 규격

다음의 참조규격은 이 규격의 적용을 위해 필수적이다. 출판연도가 표기된 참조 규격은 인용된 판만을 적용한다. 출판연도가 표기되지 않은 참조규격은 개정 본을 포함하여 가장 최신판을 적용한다.

KN 61000-4-3, 방사성 RF 전자기장 내성 시험방법

KN 16-1-2, 전자파장해 및 내성 측정기구와 방법에 대한 규정 1-2 : 전자파장해 및 내성 측정기구 - 전도성장해 측정용 보조장비 -

KN 20, 방송수신기 및 관련 기기류 내성시험방법

3. 용어정의

이 시험방법의 용어정의는 다음과 같다. 이 시험방법에서 규정하는 것 외의 용어는 전파법, 전파법 시행령, 전자파 장해방지 기준 및 전자파 보호 기준, 전자파적합성 관련 국제표준 및 국가표준에서 정하는 바에 따른다.

3.1 의사손 (artificial hand)

보통의 동작 조건에서, 손으로 드는 전기 기구와 접지 사이에 인체의 임피던스를 모사하는 전기 회로망 [IEV 161-04-27]

주) 설치는 IEC CISPR 16-1-2에 따라야 한다.

3.2 보조장치 (auxiliary equipment : AE)

피시험기기의 정상적 동작에 필요한 신호를 공급하는데 필요한 장치와 피시험기기의 성능을 확인하는 장치

3.3 클램프 주입 (clamp injection)

케이블 상에 클램프를 걸어서 “전류”를 주입하는 장치를 이용하여 클램프 주입이 이루어진다.

- 전류 클램프: 주입이 이루어지는 케이블로 구성된 2차 권선의 트랜스포머
- 전자기 클램프: 용량성 및 유도성 결합이 조합된 주입장치

3.4 공통모드 임피던스 (common-mode impedance)

어떤 포트에서, 공통모드 전압과 공통모드 전류의 비

주) 공통모드 임피던스는 해당 포트의 단자 사이 또는 차폐단과 기준면(점) 사이에 단위 공통모드 전압을 인가하여 구할 수 있다. 그 결과로 생기는 공통모드 전류는 이 중단 또는 차폐단을 통해 흐르는 모든 전류의 벡터 합으로 측정된다. (그림8a과 그림8b 참조)

3.5 결합인자 (coupling factor)

결합(그리고 감결합) 장치의 피시험기기 포트상의 개방회로 전압(기전력)을 시험 발생기 출력단의 개방회로 전압으로 나눈 비

3.6 결합 회로망 (coupling network)

한 회로에서 다른 회로로 에너지를 전달하기 위한 전기회로

주) 결합 및 감결합 장치는 하나의 박스(결합/감결합 회로망 : CDN)로 통합될 수 있거나, 또는 각각 분리시킬 수도 있다.

3.7 결합 / 감결합 회로망 (coupling/decoupling network : CDN)

결합 및 감결합 회로망의 양쪽 기능을 통합한 전기회로

3.8 감결합 회로망 (decoupling network)

피시험기기가 아닌 다른 기기, 장치 또는 시스템의 영향으로 피시험기기에 인가되어진 시험 신호를 방지하기 위한 전기회로

3.9 시험 발생기 (test generator)

필요한 시험신호를 발생시킬 수 있는 발생기(무선주파수 신호원, 변조 신호원, 감쇠기, 광대역 전력 증폭기, 필터 등으로 구성됨) (그림 3 참조)

3.10 기전력 ([electromotive force](#) : e.m.f)

능동소자를 표현할 때, 이상적인 내부 전압원으로 인해 단자에서 측정되는 전압

3.11 측정 결과 ([measurement result](#) : U_{mr})

측정 장치의 전압 지시값

3.12 전압 정재파비 ([voltage standing wave ratio](#) : VSWR)

선로 상에서 서로 인접하는 최대 전압진폭과 최소 전압진폭의 비

4. 일반사항

KN 61000-4 시리즈의 이 시험방법에서 다루는 방해원은 근본적으로 의도성 무선주파수 송신기로부터 발생하는 전자파로, 이 전자파가 설치된 장비에 연결된 케이블의 전체 길이에 영향을 미칠 수 있다. 대개 대형 시스템의 일부인, 방해를 받는 장비의 크기는 방해 파장에 비해 작다고 가정된다. 인입 또는 인출 선로(예를 들면, 주 전원선, 통신 선로, 인터페이스 케이블)는 그 길이가 방해 파장에 비해 수배 정도이기 때문에 수신안테나로 동작한다.

이 케이블 회로망 사이에서, 방해에 취약한 장비가 장비 내에 흐르는 전류에 노출된다. 장비에 연결되어 있는 케이블 시스템을 공진모드($\lambda/4, \lambda/2$ 개방형 다이폴 또는 폴디드 다이폴)로 가정할 수 있다. 그리고 이는 기준 접지면에 대해 150 Ω 공통모드 임피던스를 갖는 결합/감결합 회로망으로 대신 표현될 수 있다. 가능한 경우에, 두 개의 150Ω 공통모드 임피던스 사이에 피시험기기를 연결하여 시험한다. 하나는 무선주파수 신호원을 제공하고, 다른 하나는 전류의 회귀 경로를 제공한다.

이 시험방법은 의도성 무선주파수 송신기로부터 오는 전자파를 모사하는 전기장과 자기장으로 이루어진 방해원에 피시험기기가 노출되도록 하는 것이다. 이 방해 전자기장(E 와 H)은 그림2.a에 보인 시험배치에 의해 발생된 전압과 전류로부터 생기는 전기장과 자기장의 근거리장으로 근사화된다.

다른 모든 케이블에 급전 신호를 공급하지 않은 상태에서, 하나의 케이블에 방해신호를 인가하기 위해 결합/감결합 회로망을 사용함으로써(그림 2,b 참조), 방해원이 모든 케이블에 동시에 서로 다른 진폭과 위상 범위로 작용하는 실제 상황을 근사적으로 만들 수 있다.

결합/감결합 회로망은 6.2에 주어진 특성으로 정의되며, 이러한 특성을 만족하는 결합/감결합 회로망이 사용될 수 있다. 부록 D에 있는 결합/감결합 회로망은 단지 상용으로 이용 가능한 회로망의 예이다.

5. 시험레벨

9 kHz ~ 150 kHz 주파수 대역에서 의도성 무선주파수 송신기에서 발생된 전자파로 인해 유도된 방해파에 대해서는 어떠한 시험도 필요하지 않다.

표 1. 시험레벨

주파수 범위 : 150 kHz ~ 80 MHz		
레벨	전압 레벨(e.m.f)	
	U_o [dB(μ V)]	U_o [V]
1	120	1
2	130	3
3	140	10
X ^{주1)}	특 별	
주1) X 는 미정 레벨이다.		

실효값(r.m.s.)으로 표현되는 변조되지 않은 방해 신호의 개방회로 시험레벨(e.m.f)이 표1에 주어진다. 이 시험레벨을 결합장치의 피시험기기 포트에 인가한다(6.4.1 참조). 피시험기기의 시험에서, 실제의 위해 정도를 모사하기 위해 1 kHz 정현파로 80 % 진폭 변조된 신호를 사용한다. 효과적인 진폭 변조를 그림 4에 보인다. 시험레벨의 선택에 대한 지침을 부록 C에서 설명한다.

주1) 또한, KN 61000-4-3은 방사성 전자파 에너지에 대한 전기, 전자장비의 내성을 확립하기 위한 시험 방법을 정의한다. 이는 80 MHz 이상의 주파수를 포함한다. EMC 기준전문위원회에서는 80 MHz 보다 낮거나 높은 천이 부분의 주파수를 선택하는 것을 결정할 수 있다.

주2) EMC 기준전문위원회에서는 또 다른 대체 변조방법을 선택할 수 있다.

6. 시험장비

6.1 시험 신호발생기

시험 신호발생기는 결합장치의 입력단자 각각에 요구된 신호레벨의 방해신호를 공급하는 모

든 장비와 부품들로 구성되어 있다. 전형적인 배치는 하나 이상의 시험장비로 분리하거나 합칠 수 있는 다음의 품목들로 구성된다.(3.9 와 그림 3 참조)

- 무선주파수 신호 발생기 G1 : 해당 주파수 대역을 포함하고, 1 kHz 정현파로 80% 진폭 변조가 가능하여야 함. 수동 조정(예를 들면, 주파수, 진폭, 변조지수 등을)이 가능하거나 또는 무선주파수 신시사이저의 경우에는 주파수에 따라 스텝 크기와 체재시간을 프로그래밍 할 수 있어야 한다.
- 감쇠기 T1 : 시험 방해원 출력레벨을 제어하기에 적절한 주파수 정격(전형적으로 0 dB...40 dB)을 가져야 함. T1은 무선주파수 신호발생기에 포함될 수 있으며, 선택사항이다.
- 무선주파수 스위치 S1 : 피시험기기의 내성을 측정할 때, 시험 방해신호를 ON/OFF 할 수 있어야 함. S1은 무선주파수 신호발생기에 포함될 수 있으며, 선택사항이다.
- 광대역 전력증폭기 PA : 무선주파수 신호발생기의 출력 전력이 충분치 않을 때 신호를 증폭하기 위해 필요함.
- 저역통과필터 LPF 및/또는 고역통과필터 HPF : 무선주파수 수신기와 같은 피시험기기의 유형에 따라 고조파에 의한 장애를 피하기 위해 사용됨. 필요할 때 그것들은 광대역 증폭기(PA)와 감쇠기(T2) 사이에 삽입되어야 함.
- 감쇠기 T2 (6 dB 이상의 고정값, $Z_0 = 50\Omega$) : 충분한 정격 전력을 가져야 함. 전력증폭기로부터 회로망으로의 부정합을 줄이기 위해서 사용됨.

주) T2는 결합/감결합 회로망에 포함될 수 있고, 광대역 전력증폭기의 출력 임피던스가 임의의 부하조건을 사양을 만족한다면, 생략가능하다.

변조 상태와 변조되지 않은 상태에서 시험 신호발생기의 특성은 표2에 주어진다.

표 2. 시험 신호발생기의 특성

출력 임피던스	50 Ω
고조파와 왜곡	어떠한 스푸리어스 스펙트럼선이라도 적어도 반송파 레벨의 15 dB 이하
진폭변조	내부 또는 외부 80 % \pm 5 % 깊이로 변조 1 kHz \pm 10 % 정현파
출력레벨	시험 레벨을 포함할 정도로 충분히 높다 (부록 E 참조)

6.2 결합/감결합 회로망

피시험기기에 접속되어있는 여러 케이블에 방해신호가 (피시험기기 포트에서 규정된 공통모드 임피던스를 갖고, 전체 주파수범위 상에서) 적절하게 결합되도록 하기 위해 결합/감결합 장치를 사용하여 하며, 또한 피시험이 아닌 다른 기기들과 시스템들이 인가 시험신호에 영

향을 받지 않도록 보호하기 위해 결합/감결합 장치를 사용하여야 한다.

결합/감결합 장치는 하나로 합쳐서 만들 수 있거나(결합/감결합 회로망, CDN) 또는 따로 따로 만들 수도 있다. 결합/감결합 장치의 주요한 파라미터인, 피시험기기 포트 쪽에서 본 공통모드 임피던스가 표 3에 규정되어 있다.

우선 권장되는 결합과 감결합 장치는, 보조장비의 보호와 시험의 재현성 때문에, 결합/감결합 회로망이다. 그러나 만약 우선권이 있는 결합 감결합이 적당하거나 이용가능하지 않다면 다른 주입법이 사용될 수 있다. 적당한 주입법을 선택하는 기준이 아래에 그리고, 7.1에 주어진다.

표 3. 결합/감결합 장치의 주요 파라미터

	주파수 대역	
파라미터	0.15 MHz ~ 26 MHz	26 MHz ~ 80 MHz
$ Z_{ce} $	$150 \Omega \pm 20 \Omega$	$150 \Omega \begin{smallmatrix} +60 \\ -45 \end{smallmatrix} \Omega$

주1) 피시험기기 포트와 보조장비 포트 사이의 Z_{ce} 의 각도 또는 감결합 인자는 어느 것도 따로 규정되어 있지 않다. 이 인자들은 $|Z_{ce}|$ 의 허용오차가 접지기준면에 대해 개방 또는 단락시킨 보조장비 포트를 만족해야 하는 요구사항에 포함된다.

주2) 부가장비에 대한 공통모드 임피던스 요구사항을 따르지 않고 클램프 주입법을 사용할 때, Z_{ce} 의 요구조건이 만족되지 않을 수 있다. 그러나 주입 클램프는 7.4의 지침을 따를 때, 허용가능한 시험결과를 제공할 수 있다.

6.2.1 결합/감결합 회로망

이 회로망은 하나의 박스에 결합/감결합회로를 포함하고 특수한 비차폐 케이블(예를 들어 결합/감결합 회로망-M1, 결합/감결합 회로망-M2, 결합/감결합 회로망-M3, 결합/감결합 회로망-T2, 결합/감결합 회로망-T4, 결합/감결합 회로망-AF-2)에 사용될 수 있다(부록 D 참조). 결합/감결합 회로망의 일반적 개념은 그림 5c 과 그림 5d에 나타나 있다.

회로망은 기능적 신호들에 과도한 영향을 주지 않아야 한다. 그러한 영향에 대한 제한이 양산기준에 규정될 수 있다.

6.2.1.1 전력 공급선로에 대한 결합/감결합 회로망

결합/감결합 회로망은 모든 전력공급 접속에 권장된다. 그러나 높은 전력(전류 $\geq 16A$) 및/또는 복잡한 전원공급 시스템(다중 위상 또는 여러 병렬 공급 전압)에 대해서는 다른 주입법이 선택될 수 있다.

방해신호는 결합/감결합 회로망-M1(단선), 결합/감결합 회로망-M2(2선) 또는 결합/감결합 회로망-M3(3선) 또는 등가회로망(그림D 참조)을 이용한 공급선로에 결합되어야 한다. 유사한 회로망이 3상 주전원 시스템에 규정될 수 있다. 결합회로는 그림5c에 나타나 있다.

결합/감결합 회로망의 성능은 피시험기기에 의해 전류가 유도되기 때문에 자성 물질의 포화에 의하여 과도하게 성능저하가 발생하면 안 된다. 가능하다면 회로망 설계는 순방향 전류의 자화 효과가 회귀 전류에 의해 상쇄되는 것을 보장해야 한다.

만약 실제 설치에서, 공급선이 각각의 방향으로 향하면, 분리된 결합/감결합 회로망 결합과 감결합 장치-M1을 사용해야 하고, 모든 입력단자를 분리해서 다루어야 한다.

만약 피시험기기를 다른 접지터미널에 제공하면(예를 들어, 무선주파수 목적 또는 높은 누설 전류용으로) 그것들은 접지기준면에 연결되어 있어야 한다.

- 피시험기기의 특성 또는 사양이 허용하는 결합과 감결합 장치-M1을 통하는 경우에, 전력공급은 결합과 감결합 장치-M3 회로망을 통해서 공급되어야 한다.
- 피시험기기의 특성 또는 사양이 무선주파수 또는 다른 이유로 접지터미널과 직렬로 접속한 결합과 감결합 장치-M1 회로망을 가지는 것을 허용하지 않을 때, 접지터미널은 접지기준면에 직접 접속되어야 한다. 이 경우 결합과 감결합 장치-M3 회로망은 보호접지도체에 의한 무선주파수 단락 회로를 방해하기 위해 결합과 감결합 장치-M2 회로망으로 대체되어야 한다. 장비가 이미 결합과 감결합 장치-M1 또는 결합과 감결합 장치-M2 회로망을 경유하여 공급될 때, 이 장비는 동작 상태이어야 한다.

주의 : 결합과 감결합 장치 내에 사용되는 커패시터는 전류가 통하는 부분들(live parts)을 연결시킨다. 그 결과, 큰 누설전류가 발생할 수 있고, 그래서 접지 기준면에 대한 결합과 감결합 장치의 안전한 접속은 의무적이다.(어떤 경우에 이 접속은 결합과 감결합 장치의 설치에 의해 제공될 수도 있다.)

6.2.1.2 비차폐된 평형 선로에서의 결합/감결합

평형선로를 가진 비 차폐된 케이블에 신호를 방해하는 결합/감결합 회로망에 대해서 결합/감결합 회로망-T2, 결합/감결합 회로망-T4, 또는 결합/감결합 회로망-T8이 결합/감결합 회로망으로 쓰일 수 있다. 부록에 있는 그림 D.4, D.5, D.6이 이러한 가능성을 보여준다.

- 대칭적인 1쌍(2개의 선)을 가진 케이블에서 결합/감결합 회로망-T2
- 대칭적인 2쌍(4개의 선)을 가진 케이블에서 결합/감결합 회로망-T4
- 대칭적인 4쌍(8개의 선)을 가진 케이블에서 결합/감결합 회로망-T8

주) 6.2의 요건을 만족시키고 의도한 주파수 범위에 적합하다면, 다른 결합/감결합 회로망-Tx-회로망을 사용할 수 있다. 예를 들면, 결합/감결합 회로망의 차동모드에서 공통모드로의 변환 비율은 설

치된 케이블이나 케이블에 연결된 장비에 규정된 변환 비율보다 큰 값을 가져야만 한다. 케이블과 장비에 대해서 다른 변환 비율이 규정되어 있다면 더 작은 값이 적용될 수 있다. 종종 클램프 주입법의 요구는 적절한 결합/감결합 회로망이 이용 가능하지 않을 수 있기 때문에 다중-쌍 평형 케이블에 적용된다.

평형 다중쌍 케이블에서는 클램프 주입이 더 적합하다.

6.2.1.3 차폐되지 않은 불평형 선로에 대한 결합/감결합

불평형 선로를 갖는 차폐되지 않은 케이블에 방해신호를 결합/감결합하기 위해서는, 그림 D.3에서 설명된 결합/감결합 회로망을 사용할 수 있다.

불평형 다중선 케이블에서는 클램프 주입법이 더 적합하다.

6.2.2 클램프 주입 장치

클램프 주입 장치에서는 결합과 감결합 기능이 분리되어 있다. 결합은 클램프-온 장치에 의해 제공되고, 공통모드 임피던스와 감결합 기능은 보조장비에서 구현된다. 이와 같이, 보조장비는 결합과 감결합 장치의 일부가 된다.(그림 6 참조) 7.3에서 적절한 적용을 위한 설명을 하고 있다.

7.3에서 주어진 제약조건을 따르지 않고 전자파 클램프나 전류 클램프를 사용할 경우에는 7.4에 규정된 절차를 따라야 한다. 6.4.1에서 설명한 것과 같은 방법으로 유도접압을 인가한다. 더구나 이에 따른 전류를 감시하고 교정하여야 한다. 이 절차에서 낮은 공통모드 임피던스가 사용될 수 있으나, 공통모드 전류는 150 Ω 신호원으로부터 흐를 때의 값으로 제한된다.

6.2.2.1 전류 클램프

이 장치는 피시험기기에 연결된 케이블에 유도 결합을 만든다. 예를 들면, 5:1의 권선비인 경우에, 변환 공통모드 직렬 임피던스는 보조장비에 의해 만들어진 임피던스 150 Ω 에 대해 무시할 수 있다. 이 경우에 시험 신호발생기의 출력 임피던스(50 Ω)는 2 Ω 으로 변환된다. 다른 권선비가 사용될 수 있다.(부록 A 참조)

주1) 전류 클램프를 쓸 때, 전력증폭기(PA)에 의해 발생하는 보다 높은 고조파 성분들이, 결합 장치의 피시험기기 포트에서의 기본파 신호레벨보다 더 높게 나타나지 않도록 주의해야만 한다.

주2) 일반적으로, 용량성 결합을 최소화하기 위해서 케이블이 클램프의 중심을 통과하도록 위치시킬 필요가 있다.

6.2.2.2 전자파 클램프

전자파 클램프는 피시험기기에 연결된 케이블에 용량성 결합과 유도성 결합 둘 다를 만든

다. 전자과 클램프의 구조와 성능은 부록 A에 나와 있다.

6.2.3 직접 주입장치

시험 신호발생기에서 오는 방해신호를 100 Ω 저항기를 통하여 차폐된 동축케이블에 주입한다(차폐부위가 오직 한쪽 끝단에서만 접지되어 있던지 안되어 있던지 간에 상관없이). 보조장비 그리고 주입점 사이에서, 감결합회로(6.2.4 참조)는 주입점에 가능한 한 가깝게 삽입되어야 한다(그림 5b 참조). 감결합을 증가시키고 회로를 안정화시키기 위해서, 직접 주입장치의 입력 포트 차폐부로부터 접지기준면까지 접지 연결을 해야 한다. 이 연결은 주입장치의 보조장치 측면에서 연결된다.

주) 금속박(foil) 차폐부위에 직접 연결할 때, 신뢰성 있는 시험결과를 얻을 수 있는 양호한 연결을 확실하게 하기 위해 주의가 필요하다.

임의의 간단히 차폐된 케이블 구성에서, 100 Ω 저항기를 갖는 감결합회로는 하나의 박스에 합쳐져 결합/감결합 회로망으로 될 수 있다.

6.2.4 감결합 회로망

일반적으로, 감결합 회로망은 주어진 주파수 범위에 걸쳐 높은 임피던스를 만드는 여러 개의 인덕터로 구성되어 있다. 이것은 사용된 페라이트 물질에 의해 결정되고 150 kHz 에서 적어도 $280 \mu H$ 의 인덕턴스가 요구된다. 리액턴스는 26 MHz 까지는 260 Ω 이상, 26 MHz 이상에서는 150 Ω 이상으로 높아야만 한다. 페라이트 토로이드에 많은 권선을 감음으로써(그림 5d 참조) 또는 케이블 상에서 많은 페라이트 토로이드를 사용함으로써(보통 클램프-온 튜브로) 이 인덕턴스를 얻을 수 있다.

이 시험방법에서 다른 언급이 없으면, 부록 D에서 규정된 바와 같이, 결합/감결합 장치는 무부하 상태의 무선주파수 입력포트를 갖는 감결합 회로로 사용될 수 있다. 이런 방식으로 결합/감결합 장치를 사용할 때, 본 절의 요구사항을 만족하여야 한다.

시험을 위해 선택되지 않은 모든 케이블들에 감결합 회로망을 사용하여야 하나, 피시험기기 및/또는 보조장비에는 연결되어야 한다. 이에 대한 예는 7.7을 참조한다.

6.3 결합/감결합 장치의 피시험기기 포트에서 공통모드 임피던스의 확인

결합/감결합 장치는 피시험기기 포트에서 본 공통모드 임피던스 $|Z_{ce}|$ 에 의해 특성화된다. 이 값이 정확할수록, 시험 결과의 재현성이 보장된다. 결합/감결합 장치의 공통모드 임피던스는 그림 7에서 보여진 배치를 사용함으로써 확인된다.

결합/감결합 회로망과 임피던스 기준면(그림 7a)은 기준접지면 위에 놓여야만 한다. 기준접

지면의 크기는 피시험기기의 배치 투영부 구조의 모든 측면부로부터 최소 0.2 m 이상 되어야 한다.

임피던스 기준면은 그림 7.a에서 보이는 바와 같이 30 mm 와 같거나 더 짧은 연결로 결합/감결합 회로망의 피시험기기 포트에 연결하여야 한다. 임피던스 평면 커넥터 쪽에서 본 공통모드 임피던스의 크기(임피던스의 절대값)를 측정하여야 한다.

그림 7b와 같이, 입력 포트는 50Ω 부하로 종단되어 있고, 보조장비 포트는 단락회로와 개방회로 조건을 순차적으로 갖는 공통모드 부하로 되어 있을 때, 결합/감결합 회로망은 표 3의 임피던스 요구사항을 만족하여야 한다. 이 요구사항은 충분한 감쇠를 보증하고, 보조장비 입력이 개방 또는 단락회로 상태가 되어도 문제가 되지 않게 한다.

클램프 주입법 또는 직접 주입법이 사용된다면, 피시험기기에 연결된 각각의 보조장비에 대한 공통모드 임피던스를 확인하는 것은 비현실적이다. 일반적으로, 7.3에 주어진 절차를 따르는 것으로 충분하다. 다른 모든 경우에는 7.4에 정의된 절차를 사용한다.

6.3.1 150 Ω 대 50 Ω 어댑터의 삽입 손실

시험 신호발생기가 시험 전에 구성시, 150 Ω 공통모드 임피던스 환경에서 시험레벨을 검증하여야 한다. 이것은 그림 7c에 보이는 것처럼, 150 Ω 대 50 Ω 어댑터를 통해 50 Ω 측정장치까지 적절한 공통모드 지점을 연결함으로써 이루어진다. 어댑터의 구성은 그림 7d와 7e에 보이는 바와 같다.

어댑터는 접지 기준면 상에 놓이며, 기준접지면의 크기는 피시험기기의 배치 투영부 구조의 모든 측면부로부터 최소 0.2 m 이상 되어야 한다. 삽입 손실은 그림 7c의 원리에 따라서 측정된다. 삽입손실 값은 9.5 ± 0.5 dB (50 Ω 시스템에서 측정될 때 부가 직렬 임피던스로 인한 이론적 값 9.5 dB)의 범위 내에 있어야 한다. 필요하다면, 시험배치의 케이블 감쇠를 보상하여야 한다. 수신기와 신호발생기의 입력과 출력에서 전압정재파비(VSWR)가 1.2 이하인 감쇠기의 사용을 권장한다.

6.4 시험 신호발생기의 설치

변조되지 않은 시험레벨의 정확한 설정을 위해, 6.4.1의 절차를 적용하여야 한다. 시험 신호발생기, 결합/감결합 장치와 150 Ω 대 50 Ω 어댑터는 6.1, 6.2와 6.3.1의 요구사항에 적합한 것으로 가정한다.

주의 : 시험 신호발생기의 설치 중에, 결합/감결합 장치의 피시험기기 포트와 보조장비 포트에 연결된 필요한 것 이외의 모든 것들을(그림 8 참조), 회로 단락이나 측정장비의 파괴를 방지하기 위해서 떼어내야 한다.

시험 신호발생기의 출력레벨은 변조되지 않은 반송파로 설정하여야 한다(6.4.1 참조). 정확한

설정이 이루어진 후, 번조를 수행하고 확인하여야 한다.

시험장비의 안정성이 보장되는 한, 증폭기의 출력전력을 측정하거나 무선주파수 신호발생기의 출력을 측정함으로써 시험 신호발생기의 출력레벨을 결정할 수 있다.

정확한 출력레벨은 피시험기기에 인가된 모든 시험주파수에 대해 결정되어야 한다

6.4.1 결합 장치의 피시험기기 포트에서 출력레벨의 설정

시험 신호발생기는 결합 장치의 무선주파수 입력 포트에 연결되어야 한다. 결합 장치의 피시험기기 포트는, 150 Ω 대 50 Ω 어댑터를 통하여 50 Ω 입력 임피던스를 갖는 측정장비에 공통모드로 연결되어야 한다. 결합/감결합 회로망의 보조장비 포트는, 50 Ω 으로 종단된 150 Ω 대 50 Ω 어댑터와 함께 공통모드 사태의 부하를 가져야 한다. 모든 결합/감결합 장치에 대한 배치가 그림 8에 주어져 있다.

주1) 직접 주입법에서, 차폐부위가 보조장비 포트 측면에 있는 기준접지면에 연결될 때, 보조장비 포트에 있는 150 Ω 부하는 필요하지 않다.

위에 언급한 배치를 사용하여, 측정장비에서 아래의 지시치가 나타나도록 시험 신호발생기를 조정한다.

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

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

각각의 결합/감결합 장치에 대해서 설정을 수행하여야 한다. 시험 신호발생기의 설정 제어 파라미터들(소프트웨어 파라미터들, 감쇠기 설정 등)을 시험 중에 기록하여야 하고 사용하여야 한다.

주2) U_0 는 표1에 규정된 시험전압이고 U_{mr} 은 3.11과 그림 8에 정의되어 있듯이 측정된 전압이다. 시험 오차를 최소화하기 위해, 시험 신호발생기의 출력레벨은 U_0 가 아닌 150 Ω 부하를 가지는 U_{mr} 로 설정한다.

주3) 인자 6 (15.6 dB)은 시험레벨을 위해 규정된 기전력(e.m.f) 값으로부터 생긴 것이다. 정합된 부하 레벨은 기전력(e.m.f) 레벨의 반이고, 더욱이 3:1 전압 분배는 50 Ω 측정 장비로 종단된 150 Ω 대 50 Ω 어댑터에 의한 것이다.

전류 클램프에 대한 레벨 설정이 50 Ω 시험 환경(A.1 참조)에서 수행될 때, 50 Ω 부하 양단에 나타나는 전압 U_{mr} 은 요구되는 시험레벨보다 6 dB 적어야 한다. 이 경우에, 50 Ω 시험 그에서 측정된 전압 또는 그로 인한 전류는 다음과 같다.

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

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

7. 탁상설치형 기기와 바닥설치형 기기에 대한 시험배치

피시험기기를 기준접지면 위로 0.1 m 높이의 절연 지지대 위에 놓는다. 피시험기기에 존재하는 모든 케이블은 기준접지면 위, 적어도 30 mm 높이에 지지되도록 하여야 한다.

만약 피시험기기가 패널, 선반 또는 캐비닛에 설치되도록 고안되었다면, 이러한 구성하에서 시험되어야 한다. 시험 샘플을 지지하기 위한 지지 기구가 필요하다면, 이 지지 기구는 비금속성, 비전도성 물질로 구성되어야 한다. 피시험기기의 접지는 제조자의 설치 설명서와 일치하여야 한다.

결합 및/또는 감결합 장치가 필요한 경우에는, 이 장치들은 피시험기기로부터 0.1 m 에서 0.3 m 사이에 위치하여야 한다. 이 거리는 기준접지면 상에 피시험기기의 투영부로부터 결합 및/또는 감결합 장치까지 수평으로 측정된 거리이다. 그림 6, 9, 10을 참조한다. 7.1에서 7.7에 더 상세한 정보가 제공된다.

7.1 주입법과 시험점을 선택하는 규칙

결합/감결합 장치들에 제공될 케이블의 유형과 수를 선택하기 위해, 전형적인 설치 조건의 물리적 구성(예를 들면, 가장 긴 케이블의 길이 등)을 고려하여야 한다.

모든 시험에서 피시험기기와 보조장비(사용된 모든 결합/감결합 회로망의 내부 배선을 포함하여) 사이의 총 케이블 길이는 피시험기기 제조자가 규정한 최대 길이를 초과해서는 안 된다.

7.1.1 주입법

그림 1은 주입법의 선택을 위한 규칙에 대해 나타내고 있다.

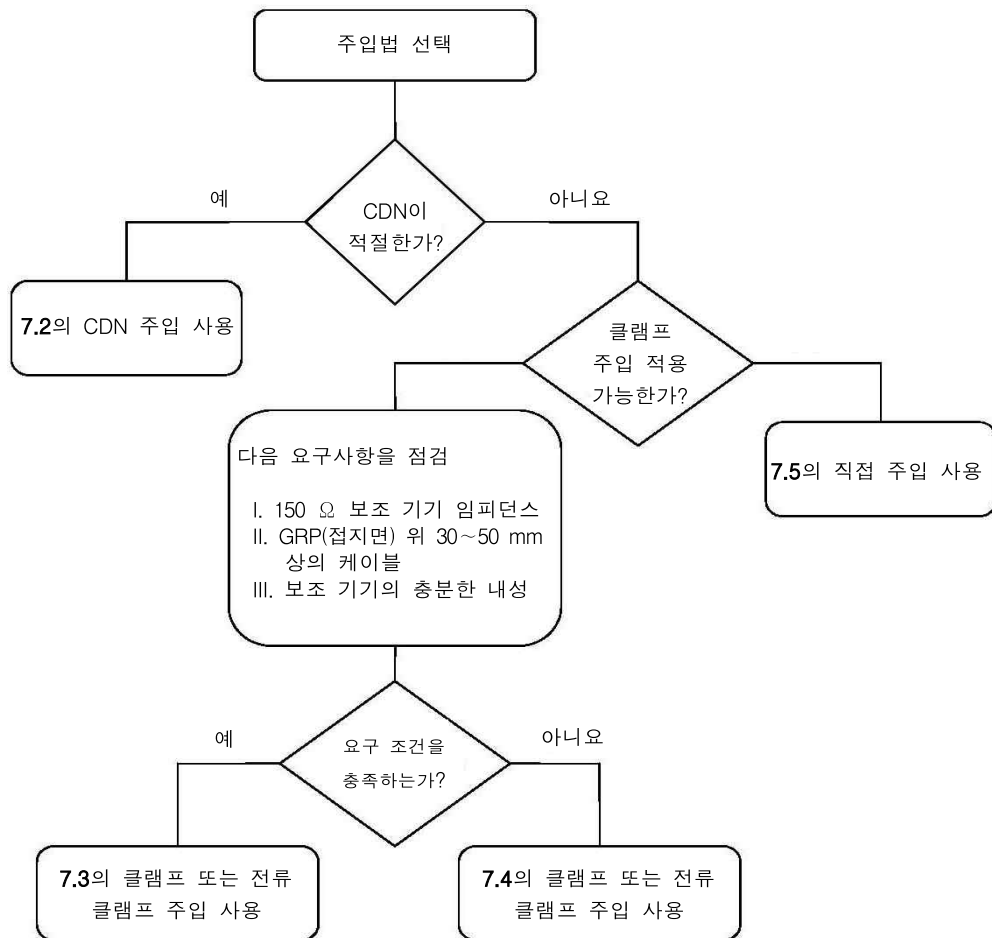


그림 1. 주입방식 선택을 위한 규칙들

여기에서 규정하지 않은 경우, 시험을 위해 시험품은 선택한 케이블을 포함하여 일반적인 응용과 일치하는 방식으로 구성, 설치, 배치, 운용해야 한다.

이 표준안에는 언급되어 있지는 않지만, 이 표준안의 요구사항을 만족하는 결합/감결합 회로망 또한 사용가능하다.

피시험기기에서 나오는 여러 케이블들이 10 m 이상의 길이에 걸쳐 매우 근접해 있거나, 피시험기기로부터 다른 기기까지 케이블 지지판로 등의 내부를 통해 배선되어 있을 때에는, 이를 단일 케이블로 취급한다.

만약 EMC 기준전문위원회에서 어떤 특정한 종류의 결합/감결합 장치가 그 제품군에 연결되어 있는 케이블에 더 적합하다고 결정하면, (기술적으로 정당한 경우에) 이 결정이 우선권을 갖는다. 이러한 장비들은 제품교격에 규정되어 있어야 한다. 결합/감결합 회로망의 예들이 부록 D에 규정되어있다.

7.1.2 피시험 포트

어떤 시험에서는, 2개의 150 Ω 회로망이 요구된다. 시험신호의 주입을 위해 사용되는 회로망은 이들이 시험될 다른 단자 사이로 옮길 수 있다. 결합/감결합 회로망을 포트에서 제거할 때, 감결합 회로망으로 대체될 수 있다.

만약 피시험기기가 동일한 다중 포트들을 갖는다면(동일한 입력 또는 출력 전자회로, 부하, 연결기기 등), 모든 다른 유형의 포트들을 확실히 포함하여 시험하기 위해, 이들 포트 중에서 최소한 하나를 선택하여야 한다.

7.2 결합과 감결합 장치 주입법의 응용절차

결합/감결합 회로망 주입법을 사용할 때, 다음과 같은 대책이 취해져야 한다.

- 보조장비가 기준점지면 위에 위치한다면, 이 기준점지면 위 0.1 m 상에 위치해야 한다.
- 하나의 결합/감결합 회로망은 피시험 포트에 연결하고, 50 Ω 종단을 갖는 결합/감결합 회로망은 다른 포트에 연결하여야 한다. 감결합 회로망들은 케이블이 달려있는 다른 모든 포트에 설치되어야 한다. 이렇게 하면, 각 끝단에 150 Ω 으로 종단되는 오직 하나의 루프만 있게 된다.
- 종단되어질 결합/감결합 회로망은 다음 우선 순위에 따라 선택되어야 한다.
 - 1) 결합/감결합 회로망-M1은 접지 단자의 연결을 위해 사용된다.
 - 2) 결합/감결합 회로망-Sn (n=1, 2, 3...), 이것은 주입점과 가장 가깝다.(피시험 포트까지의 기하학적 거리가 가장 짧음)
 - 3) 결합/감결합 회로망-M2, 결합/감결합 회로망-M3, 결합/감결합 회로망-M4 또는 결합/감결합 회로망-M5는 주전원을 위해 사용된다.
 - 4) 기타 다른 결합/감결합 회로망, 이것은 주입점과 가장 가깝다(피시험 포트까지의 기하학적 거리가 가장 짧음)
- 만약 피시험기기가 단 하나의 포트만 있다면, 그 포트는 주입을 위해 사용되는 결합/감결합 회로망에 연결된다.
- 만약 최소한 하나의 보조장비가 피시험기기에 연결되고, 오직 하나의 결합/감결합 회로망이 피시험기기에 연결될 수 있다면, 보조장비의 포트 중의 하나는 앞서 언급한 우선 순위에 따라 50 Ω 으로 종단된 결합/감결합 회로망에 연결되어야 하고, 보조장비의 다른 연결들은 감결합 되어야 한다.

7.3 공통모드 임피던스 요구사항들이 만족하는 경우에 클램프 주입법을 위한 절차

클램프 주입법을 사용할 때, 보조장비 구성은 가능한 한 6.2에서 요구되는 공통모드 임피던스가 나타내야 한다. 클램프 주입법과 함께 사용되는 각각의 보조장비는 가능한 한 기능적 설치조건들이 나타나야 한다. 요구되는 공통모드 임피던스를 근사하기 위해서 다음과 같은 대책이 취해져야 한다.

- 클램프 주입법과 함께 사용되는 각각의 보조장비는 기준접지면 위 0.1 m 상에 있는 절연 지지대 위에 놓여야 한다.
- 감결합 회로망은 피시험기와 보조장비 사이의 각 케이블(피시험 케이블은 제외하고)에 설치되어야 한다.
- 피시험기에 연결된 것 이외에, 각 보조장비에 연결된 모든 케이블에는 감결합 회로망을 제공하여야 한다. (6.2.4 와 그림 6 참조)
- 각 보조장비에 연결된 감결합 회로망(피시험기와 보조장비 사이에 연결된 것은 제외하고)은 보조장비로부터 0.3 m 보다 더 길게 하지 말아야 한다. 보조장비와 감결합 회로망 사이 또는 보조장비와 주입 클램프 사이의 케이블들은 묶거나 감싼 상태로 하지 말아야 하며, 기준접지면 위 30 mm 와 50 mm 사이에 위치시켜야 한다.(그림 6 참조)
- 피시험 케이블의 한쪽 끝단에는 피시험기가 있으며, 반대편 끝단에는 보조장비가 있다. 다중 결합/감결합 회로망이 피시험기와 보조장비에 연결될 수 있다; 그러나 피시험기와 보조장비의 각각에 단 하나의 결합/감결합 회로망만이 50 Ω으로 종단되어야 한다. 결합/감결합 회로망의 종단은 앞 7.2의 우선 순위에 따라 선택 되어야 한다.
- 여러 개의 클램프가 사용될 때, 시험을 위해 선택된 각각의 케이블에 차례차례로 주입법을 수행한다. 주입 클램프로 시험하도록 선택되었으나 실제로는 실행되지 않는 케이블들은 6.2.4에 따라 감결합되어야 한다.

다른 모든 경우에, 7.4에 주어진 절차를 따라야 한다.

7.4 공통모드 임피던스 요구사항들이 만족하지 않는 경우에 클램프 주입법을 위한 절차

클램프 주입법을 사용하고, 공통모드 임피던스 요구사항들이 보조장비 측면에서 만족하지 않는 경우, 보조장비의 공통모드 임피던스는 피시험기 포트의 공통모드 임피던스 이하일 필요가 있다. 그렇지 않다면, 이 조건을 만족하고 공진을 방지하기 위해(예를 들면, 보조장비로부터 접지까지 결합/감결합 회로망-M1 이나 150 Ω 저항을 사용하여), 보조장비 포트에서 대책을 취하여야 한다. 이 절차에서, 7.3에서 언급한 대책들과 오직 다소간의 차이만이 존재한다.

- 클램프 주입법을 사용한 각각의 보조장비와 피시험기는 가능한 한 기능상의 설치 조건을 나타내야 한다. 예를 들어, 피시험기는 기준접지면에 연결되거나 절연 지지대 위에 위치해야 한다.(그림 A.6과 A.7 참조)
- 주입 클램프와 피시험기 사이에 삽입된, 낮은 삽입손실을 갖는 추가된 전류 프로브를 사용해서, (6.4.1에 따라 설정된) 유도전압으로 인한 전류를 관찰하여야 한다. 만약, 전류가 아래에 주어진 공칭 회로 값 I_{\max} 를 초과할 경우, 시험 신호발생기 레벨을 측정전류가 I_{\max} 값과 같아질 때까지 낮추어야 한다.

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

이렇게 수정된 시험전압 레벨을 시험보고서에 기록하여야 한다.

재현성을 보증하기 위해, 이 시험배치를 시험보고서에 상세히 기록하여야 한다.

7.5 직접 주입법을 위한 절차

차폐 케이블에 직접 주입법을 사용할 때, 다음과 같은 대책을 취해야 한다.

- 피시험기기는 기준접지면 위 0.1 m 높이의 절연 지지대에 위치해야 한다.
- 피시험 케이블에서, 감결합 회로망은 주입점과 보조장비 사이에 가능한 한 주입점 쪽에 가깝게 위치하여야 한다. 두 번째 포트는 150 Ω 부하로 되어 있어야 한다(50 Ω 종단을 갖는 결함/감결합 회로망). 이 포트는 7.2에서의 우선순위에 따라 선택되어야 한다. 피시험기기 감결합 회로망에 달린 기타 다른 모든 케이블들은 설치되어 있어야 한다.(개방 상태로 있으면, 결함/감결합 회로망을 감결합 회로망으로 간주한다)
- 주입점은 기준접지면 상에 있는 피시험기기의 기하학적 투영면으로부터 0.1 m 와 0.3 m 사이에 위치하여야 한다.
- 시험 신호는 100 Ω 의 저항을 통해 케이블의 차폐부위에 직접 주입하여야 한다.(6.2.3 참조)

주) 금속박(foil) 차폐부위에 직접 연결할 경우, 신뢰할 수 있는 시험결과가 나오도록 보장하기 위해 주의가 필요하다.

7.6 단일장비로 구성된 피시험기기

피시험기기를 기준접지면 상의 0.1 m 의 절연체 지지대 위에 위치시킨다. 탁상설치형 기기인 경우에는, 기준접지면을 테이블 위에 놓을 수 있다.(그림9 참조)

모든 피시험 케이블들에는 결함/감결합 장치들을 삽입해야 한다(7.1.2 참조). 결함/감결합 장치들은 기준접지면 상에 놓아야 하며, 피시험기기와 0.1 m 부터 0.3 m 의 거리를 두고 기준접지면과 직접 접촉되도록 하여야 한다. 결함/감결합 장치들과 피시험기기 사이의 케이블들은 가능한 한 짧아야 하고, 묶거나 감싼 형태가 되어서는 안 된다. 기준접지면 위의 이 높이는 30 mm 와 50 mm 사이가 되어야 한다.

만약 피시험기기에 다른 접지단자가 있으면, 허용되는 경우에, 결함/감결합 회로망-M1을 통해 기준접지면에 이들을 연결하여야 한다. 6.2.2.1 참조(즉, 이때 결함/감결합 회로망-M1의 보조장비 포트를 기준접지면에 연결시킨다).

만약 피시험기기에 키보드나 휴대형 액세서리가 있다면, 의사손을 키보드 위에 놓거나 보조장비 주위를 감싼 후에 기준접지면에 연결하여야 한다.

EMC 기준전문위원회의 규격에 따라, 피시험기기의 규정된 동작을 위해 보조장비(예를 들어, 통신장비, 모뎀, 프린터, 센서 등)가 필요하다면, 또한 데이터 전송을 보장하기 위한 그리고 기능 평가를 위한 보조장비가 필요하다면, 이들을 결함/감결합 장치를 통해 피시험기

기에 연결하여야 한다. 가능한 한 피시험 케이블의 수를 제한하여야 한다. 그러나 모든 유형의 물리적인 포트에 주입법을 사용하여야 한다.

7.7 다수의 모듈로 구성된 피시험기기

상호 접속되어 다수의 모듈로 구성된 피시험기기는 다음 방법 중에 한 가지 방법으로 시험하여야 한다.

- 우선 권장 방법 : 각각의 모듈은 분리하여 하나의 피시험기기로 다루어 시험하여야 하며(7.6 참조), 모두 다른 보조장비로 간주한다. 결합/감결합 회로망은 (7.1에 따라) 피시험기기로 간주되는 모듈의 케이블 상에 위치시켜야 한다. 모든 모듈들을 차례로 시험하여야 한다.
- 대체 방법 : 1 m 이하의 짧은 케이블로 함께 항상 연결되고, 피시험기기의 일부분인 모듈들은 하나의 피시험기기로 간주할 수 있다. 이 상호접속 케이블들은 시스템의 내부 케이블로 간주되기 때문에, 이 상호접속 케이블들에 대해 어떠한 전도성 내성시험도 수행하지 말아야 한다.(그림 10 참조)

그러한 피시험기기의 일부분인 모듈들은 서로 접촉시키지 말고 근접하게 위치시켜야 하고, 기준접지면 상의 0.1 m 의 절연 지지대 위에 놓아야 한다. 이 모듈들의 상호접속 케이블들 또한 절연 지지대 위에 놓아야만 한다. 중단되어 있지 않은 결합/감결합 회로망 또는 감결합 장치들은 피시험기기의 다른 모든 케이블 상에, 예를 들어, 주전원 공급장치와 보조장비의 케이블 위에 위치시켜야 한다(7.1 참조).

8. 시험절차

피시험기기는 의도된 동작 및 기후조건 내에서 시험하여야 한다. 온도와 상대습도를 시험보고서에 기록하여야 한다.

시험배치로부터의 방사에 관해서는 해당 국가의 방해 법규에 따라야 한다. 만약 방사에너지가 허용레벨을 초과한다면, 차폐실을 사용하여야 한다.

주) 일반적으로, 이러한 시험은 양호한 차폐실을 사용하지 않고도 수행가능하다. 이 이유는 인가된 방해레벨과 시험배치의 기하학적 구조가 높은 에너지를 방사하지 않을 것으로(특히, 저주파에서) 판단되기 때문이다.

이 시험은 각각의 결합 장치(결합/감결합 회로망, 전자파 클램프, 전류주입 프로브)에 연결된 시험 신호발생기로 차례대로 수행하여야 한다. 시험하지 않는 다른 모든 케이블들은 떼어 놓거나(기능상 허용되는 경우에), 또는 오직 감결합 회로망이나 중단시키지 않은 결합/감결합 회로망에만 연결하여야 한다.

고조파로 인해 피시험기기가 방해를 받지 않도록 시험 신호발생기 출력에 저역통과 필터

(LPF) 및/또는 고역통과 필터(HPF)(예를 들어 100 kHz의 차단주파수를 갖는)가 필요하다. 고조파로 인해 결과에 영향을 주지 않도록, 저역통과필터(LPF)의 대역차단 특성은 고조파를 충분히 억제해야 한다. 시험레벨을 설정하기 전에 시험 신호발생기 후단에 이 필터들을 삽입하여야 한다.(6.1, 6.4.1절 참조)

설정하는 동안에 결정된 신호레벨을 사용하여, 그리고 방해신호를 1 kHz 정현파로 80 % 진폭 변조하여, 주파수범위를 150 kHz 부터 80 MHz 까지 소인하며, 이때 무선주파수 신호레벨을 조정하거나 필요한 경우에 결합 장치를 바꾸기 위해 잠깐 소인을 멈출 필요도 있다. 주파수를 증분하여 소인하는 경우에는, 이 증분 스텝은 바로 전의 주파수 값의 1 % 를 넘지 말아야 한다. 각각의 주파수에서 진폭 변조된 반송파의 체재시간은 피시험기기에 신호를 인가하여 응답하기까지 필요한 시간보다 작아서는 안 된다. 그러나 어떤 경우에도 0.5초 이하이어서는 안 된다. 민감한 주파수들(예를 들어, 클럭 주파수)에서는 개별적으로 분석해야 한다.

주) 주파수가 소인되는 동안에 발생하는 과도현상으로 피시험기기가 영향을 받을 수 있기 때문에, 이러한 방해를 방지하기 위해 대책이 이루어져야 한다. 예를 들어, 주파수 변경 전에 신호 세기를 시험레벨보다 수 dB 이하로 감소시킬 수 있다.

시험하는 동안 피시험기기를 완전히 구동하기 위한 시도와 내성을 위해 선택된 모든 구동모드를 완전히 분석하기 위한 시도가 이루어져야 한다.

특별 구동 프로그램의 사용이 권장된다.

시험은 시험계획에 따라 수행되어야 한다.

시험계획의 몇 가지 측면을 정립하기 위해 몇몇의 연구적인 시험을 수행할 필요가 있다.

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, 시험 요청자 또는 제품 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

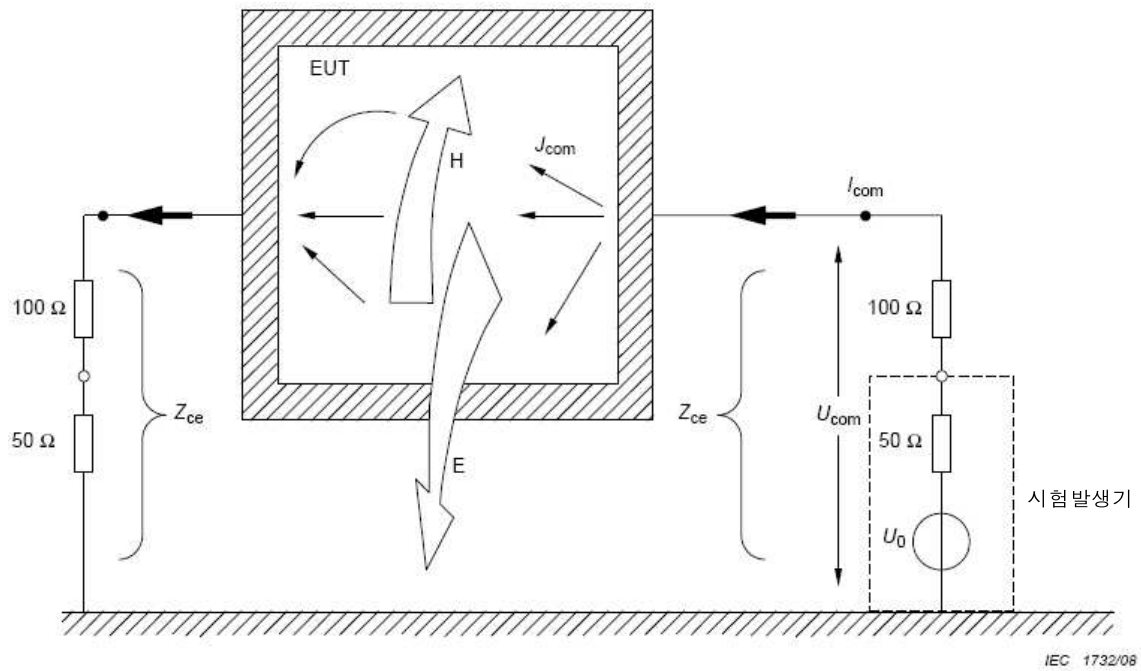
제조자의 사양에는 무시할 수 있다고 생각되는 피시험기기에의 영향을 정의할 수 있으며, 이러한 경우는 합격으로 간주한다.

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.

- 피시험기와 관련 기기의 신원확인, 예를 들면, 상표명, 제품형식, 생산일련번호
- 피시험기의 크기
- 피시험기의 대표적인 동작 조건
- 피시험기가 단일 또는 다수 모듈로 시험될지의 여부
- 상호접속 케이블의 유형과 길이, 그리고 이 상호접속 케이블들이 연결되어질 피시험기의 인터페이스 포트
- 특정 사용조건, 예를 들면, 케이블의 길이 또는 유형, 차폐 또는 접지, 또는 적합성을 확립하기 위해 필요한 피시험기 동작조건
- 필요하다면, 피시험기의 복구 시간
- 사용되는 시험시설의 유형과 피시험기와 보조장비, 결합/감결합 장치의 위치
- 시험장비의 신원확인, 예를 들면, 상표명, 제품형식, 생산일련번호
- 각 케이블에 사용되는 결합/감결합 장치와 그 내부 케이블 길이
- 각 주입 포트에 있어서, 어떤 감결합 장치를 50 Ω 에 종단시킬지의 표시
- 피시험기 구동 방법의 설명
- 시험이 수행되기 위해 필요한 특별한 조건
- 시험 적용을 위한 주파수 범위
- 주파수 소인율, 체재시간 그리고 주파수 스텝
- 인가 시험레벨
- 제조자, 시험 요구자 또는 제품 구매자에 의해 규정된 성능 레벨
- 적용되어진 성능 판단기준
- 시험 방해신호를 인가하는 동안 또는 인가 후에 관측되는 피시험기기에의 영향 정도와 이 영향이 유지되는 기간
- 합격/불합격에 대한 합당한 사유(공통, 제품 또는 제품군 규격에서 규정된 성능평가 기준에 근거하거나 또는 제작자와 구매자 사이에서 합의된 기준에 근거하여)



Z_{ce} 결합/감결합 회로망의 공통모드 임피던스, $Z_{ce}=150\ \Omega$

U_0 시험 신호발생기 출력전압(e.m.f)

U_{com} 피시험기기와 기준접지면 사이의 공통모드 전압

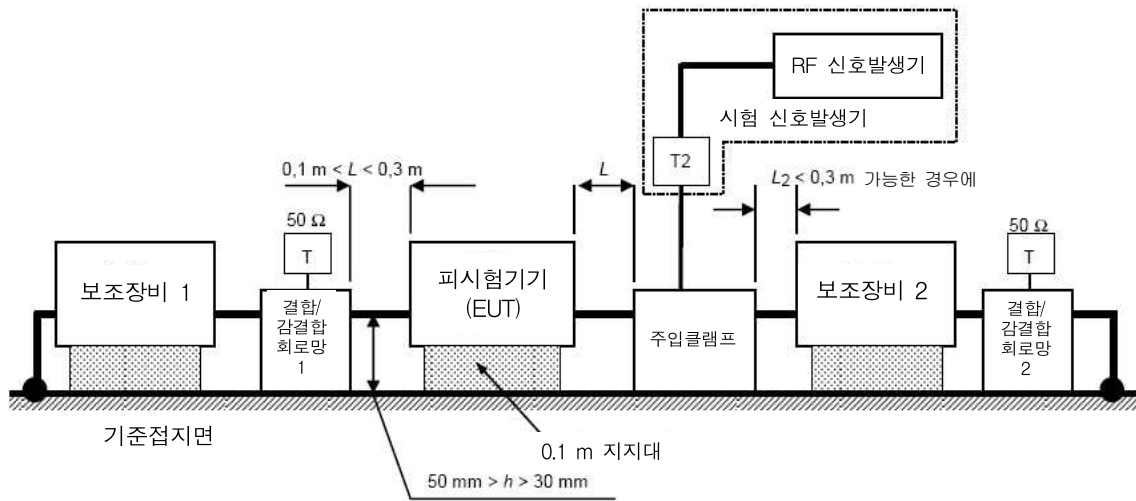
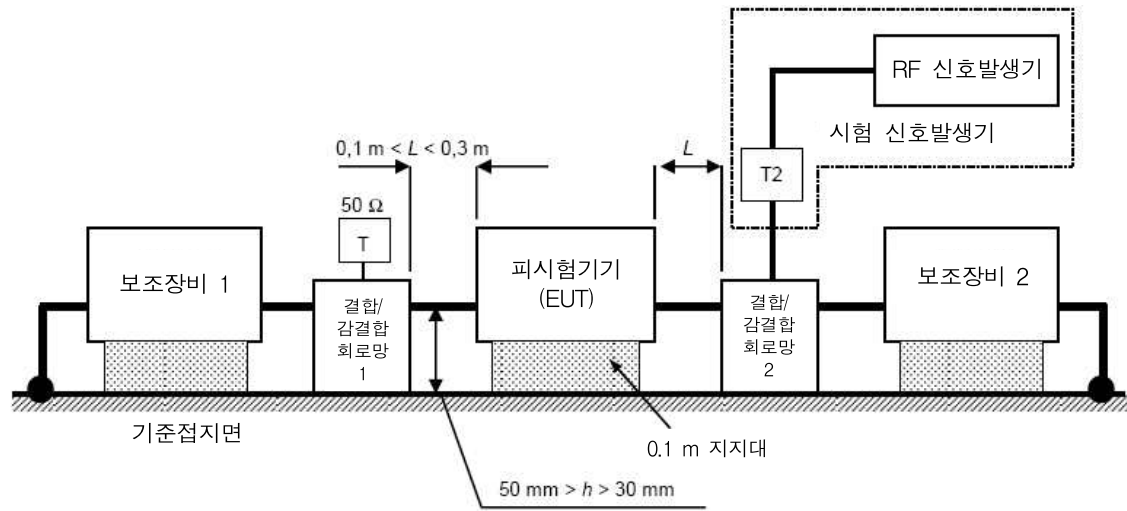
I_{com} 피시험기기를 통한 공통모드 전류

J_{com} 도체 표면상의 전류밀도 또는 피시험기기의 다른 도체 상의 전류

E, H [전기장과 자기장](#)

주) 100 Ω 저항은 결합/감결합 회로망에 포함된다. 좌측 입력단은 (수동) 50 Ω 부하로 종단되고, 우측 입력단은 시험 신호발생기의 임피던스의 부하를 갖는다.

그림 2a. 피시험기기 케이블 상의 공통모드 전류로 인한 피시험기기 근방의 전자기장 설명하는 도면



IEC 1583/03

T : 50 Ω 종단

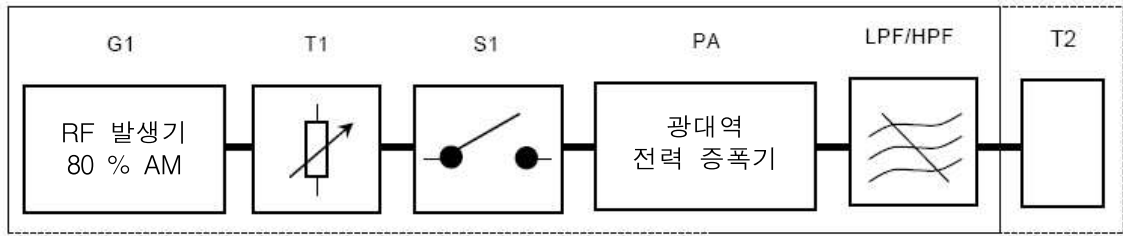
T2 : 전력 감쇠기 (6 dB)

CDN : 결합/감결합 회로망

주입 클램프 : 전류 클램프 또는 전자파 클램프

그림 2b. 무선주파수 전도성 방해에 대한 내성시험의 배치도면

그림 2. 무선주파수 전도성 방해에 대한 내성시험



IEC 1584/03

G1 : 무선주파수 신호발생기

T1 : 가변 감쇠기

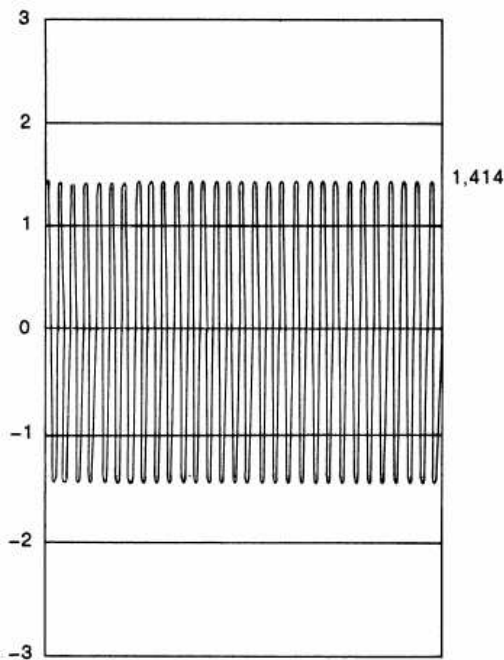
PA : 광대역 전력증폭기

T2 : 고정 감쇠기 (6 dB)

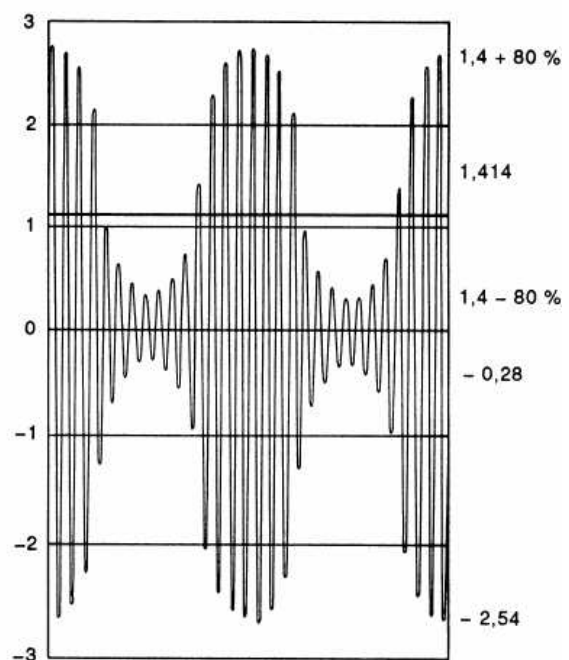
LPF/HPF : 저역통과 필터/고역통과 필터

S1 : 무선주파수 스위치

그림 3. 시험 신호발생기 구성



IEC 222/96



IEC 223/96

그림 4a. 변조되지 않은 무선주파수 신호

그림 4b. 변조된 무선주파수 신호, 80% AM

$$U_{pp} = 2.82 \text{ V}, \quad U_{rms} = 1.00 \text{ V}$$

$$U_{pp} = 5.09 \text{ V}, \quad U_{rms} = 1.12 \text{ V}$$

그림 4. 시험레벨 1을 위한 결합 장치의 피시험기기 포트에서 개방회로 파형

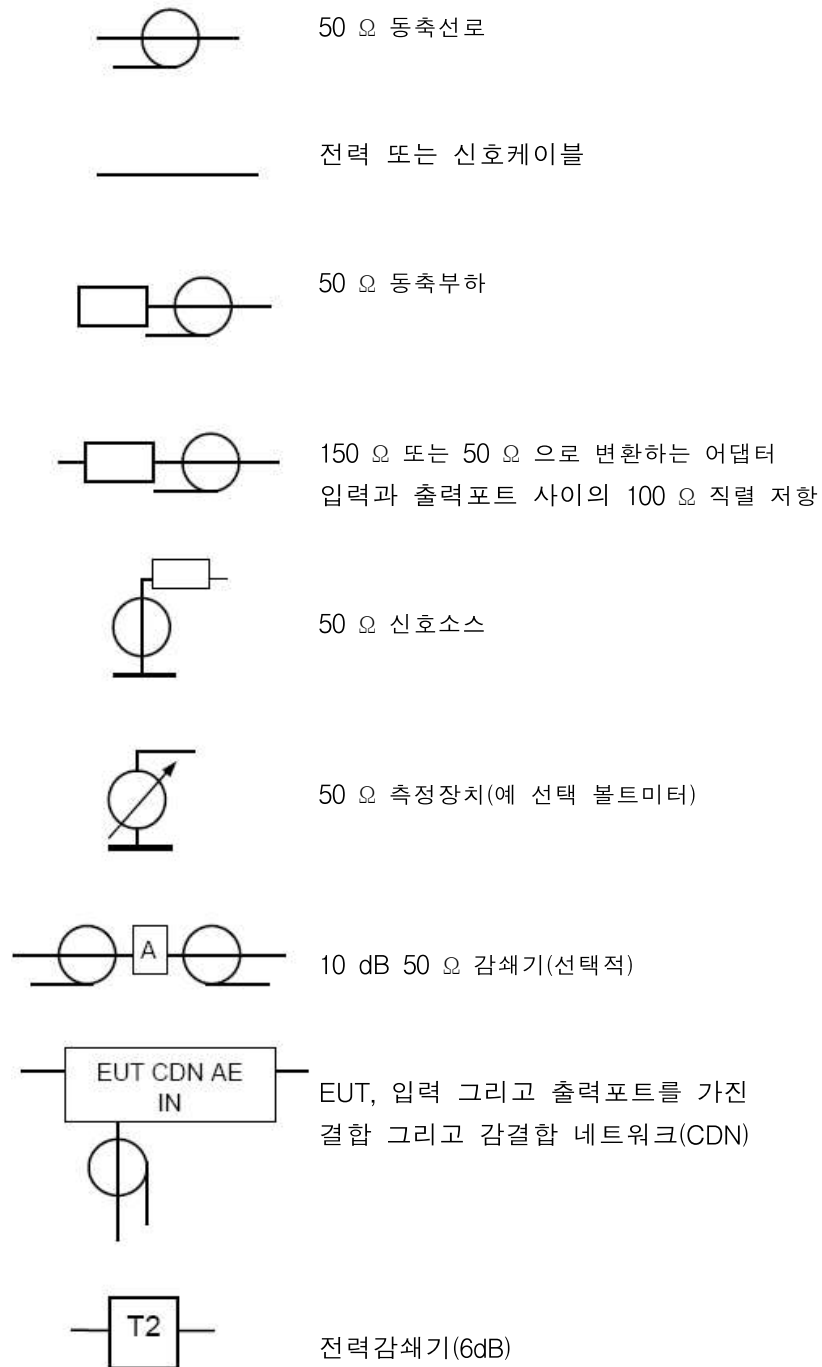


그림 5a. 아래 그림에서 장비배치 원리에 사용되는 도형들

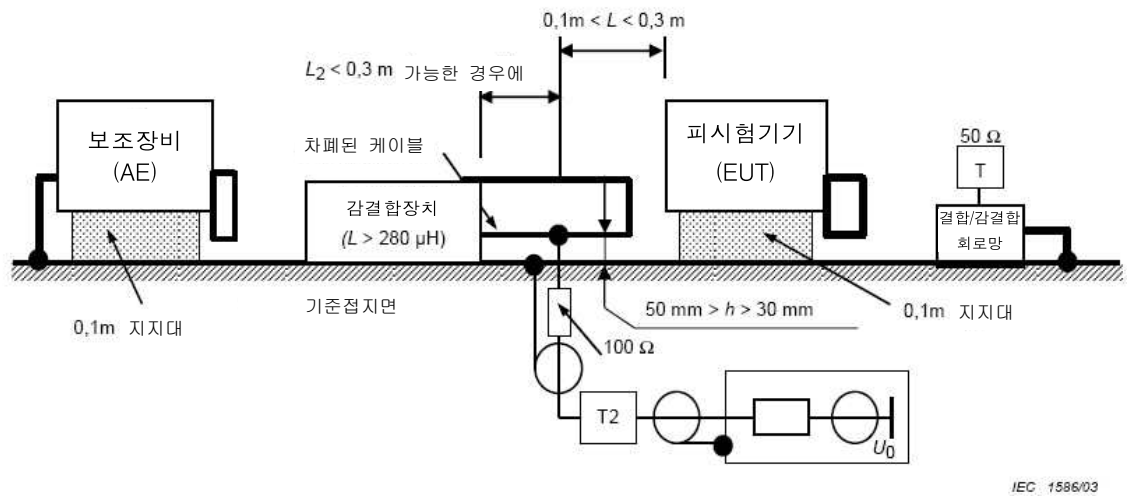


그림 5b. 차폐된 케이블에의 직접 주입법의 원리

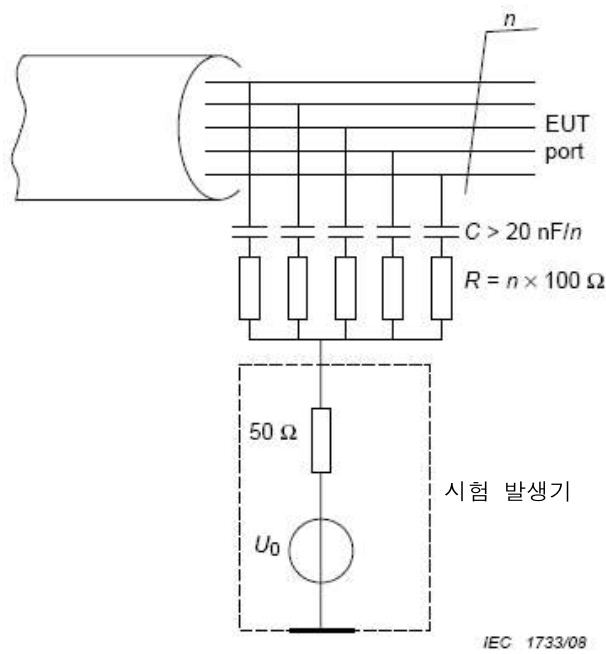
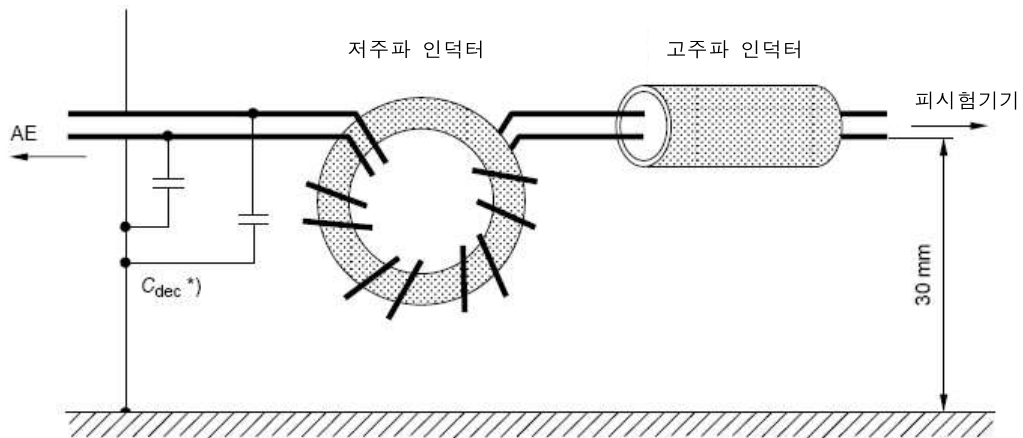


그림 5c. 차폐되지 않은 케이블의 결합 원리



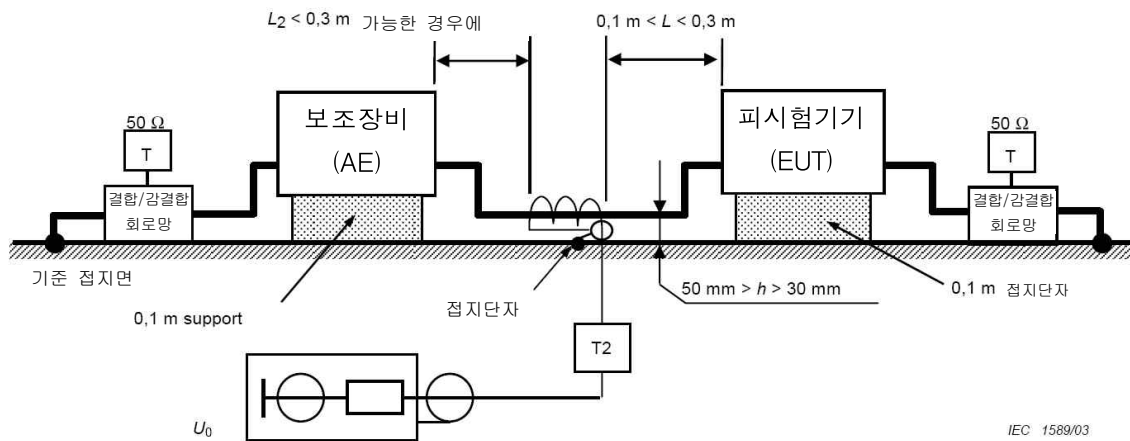
예: 일반적으로, $C_{dec} = 47nF$ (오직 차폐되지 않은 케이블에서), $L_{(150kHz)} \geq 280\mu H$

저주파 인덕터: 페라이트 토로이달 재질 17 권선: NiZn, $\mu_R = 1200$

고주파 인덕터: 2-4 페라이트 토로이달 재질(튜브 형태): NiZn, $\mu_R = 700$

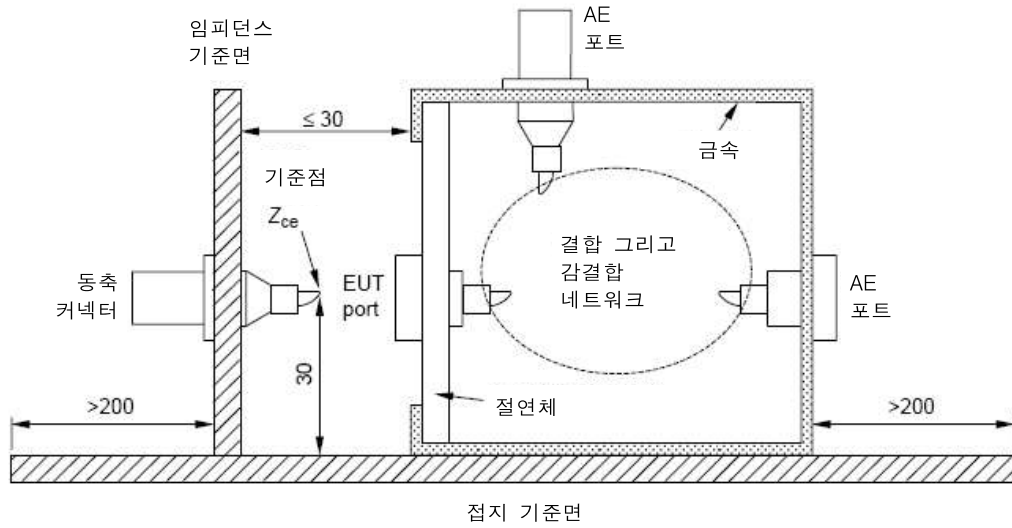
그림 5d. 감결합의 원리

그림 5. 결합과 감결합의 원리



보조장비에 연결되어 있는 결합/감결합 회로망, 즉 전용접지터미널에 연결된 결합/감결합 회로망-M1 또는 결합/감결합 회로망-M3 는 입력포트에서 50 Ω 으로 종단되어야 한다(7.4 참조)

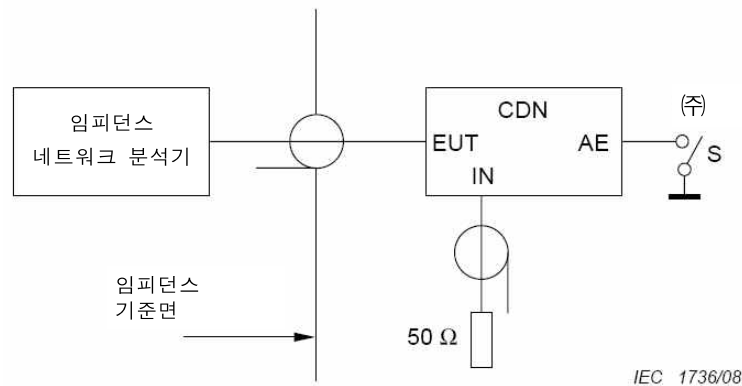
그림 6. 클램프 주입법에 의한 결과 및 감결합의 원리



밀리미터의 단위

- 기준점지면 : 결합/감결합 장치 및 다른 부품의 투영면보다 적어도 0.2 m 더 커야 함
- 보조장치 포트는 기준점지면에서 30mm 높이에 있음.
- 임피던스 기준면(BNC 커넥터를 갖는) : 0.1 m × 0.1 m
- 양쪽 면은 구리, 황동, 알루미늄으로 구성되어야 하고 양호한 무선주파수 접촉을 가져야 함

그림 7a. 결합/감결합 장치의 임피던스 특성을 확인하기 위한 배치 구조의 예



IEC 1736/08

CDN : 결합/감결합 회로망

EUT : 피시험기기

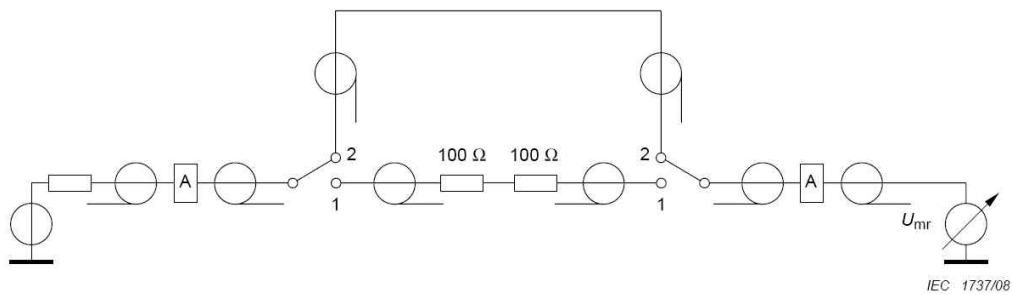
IN : 입력포트

AE : 보조장치

S : 스위치

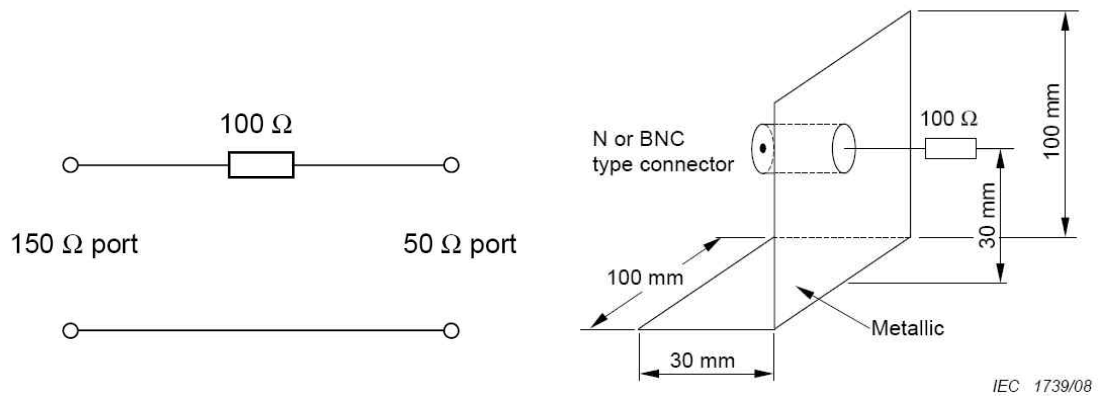
주) 임피던스 요구사항은 스위치 S 의 ON, OFF 를 만족해야 한다(6.3절 참조).

그림 7b. 결합/감결합 장치의 Z_{ce} 를 확인하기 위한 배치 원리



$$\text{삽입손실[dB]} = U_{mr} \text{ (스위치 위치 2)} [dB_{(\mu V)}] - U_{mr} \text{ (스위치 위치 1)} [dB_{(\mu V)}]$$

그림 7c. 2개의 150 Ω 대 50 Ω 어댑터의 삽입손실 측정 원리



주) 저 인덕턴스 저항 : 정격 전력 $\geq 2.5 \text{ W}$

주) 그림 7a와 동일(임피던스 기준면),
그러나 100 Ω 저 인덕턴스 저항이 **부가**추가됨

그림 7.d. 150 Ω 대 50 Ω 어댑터의 회로

그림 7.e. 150 Ω 대 50 Ω 어댑터의 설치 도면

그림 7. 결합/감결합 장치 및 150 Ω 대 50 Ω 어댑터의 기본 특성을 확인하기 위한 배치와 부품의 상세

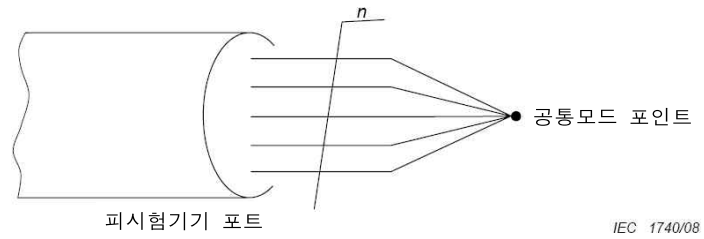


그림 8a. 차폐되지 않은 케이블에서 공통모드 점의 정의

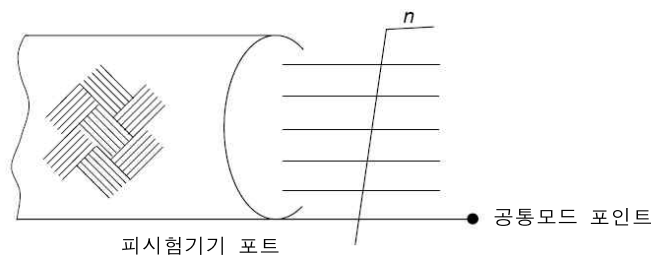
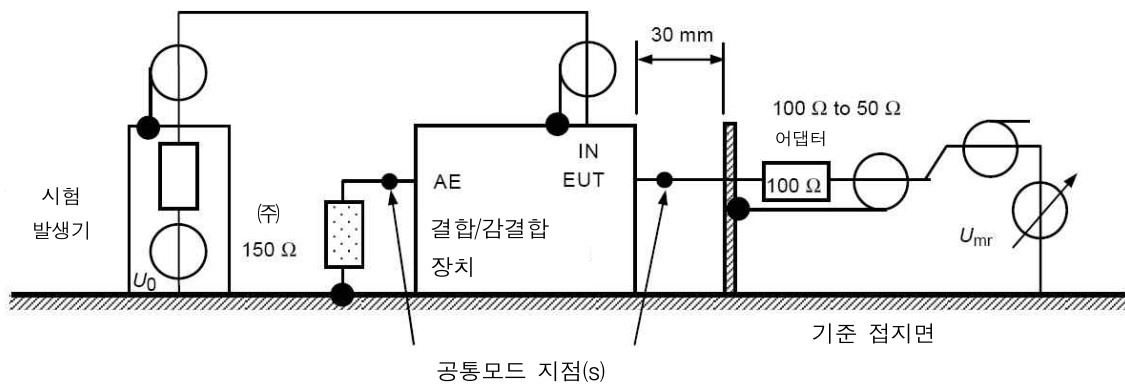


그림 8b. 차폐된 케이블에서 공통모드 점의 정의



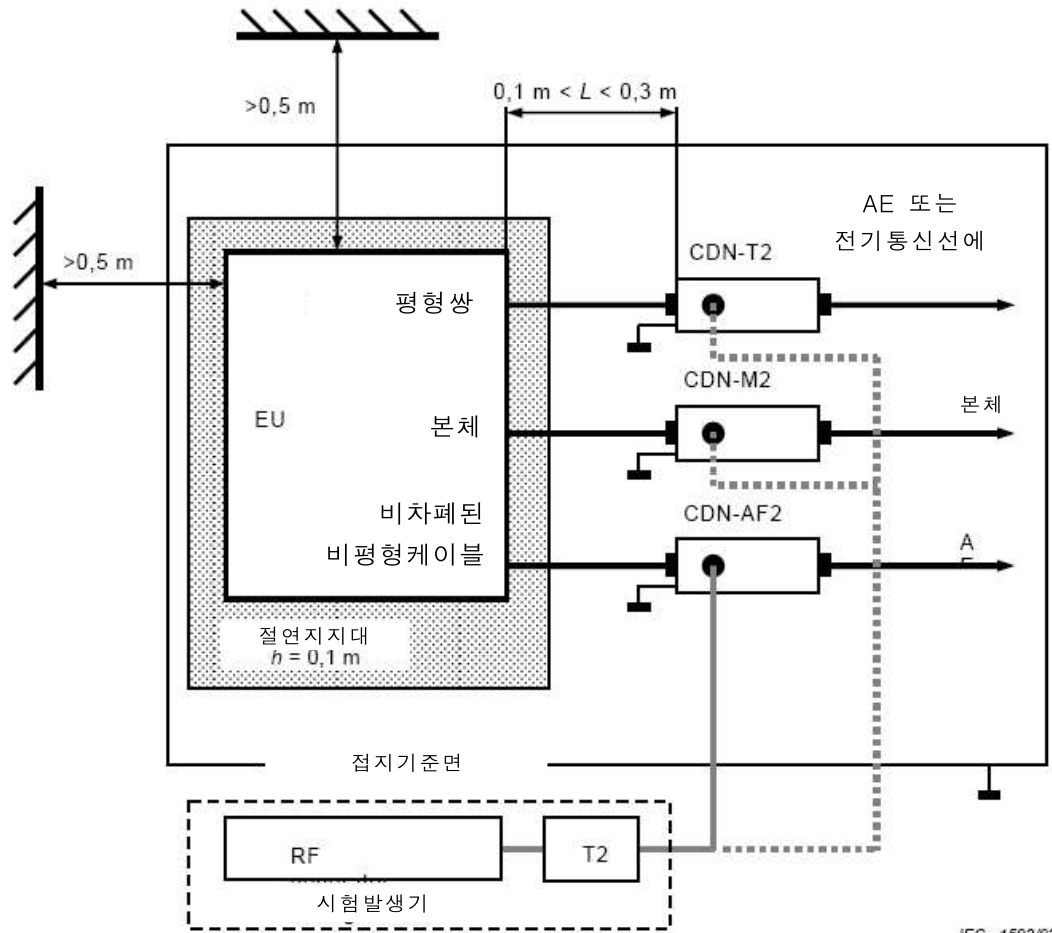
결합, 감결합 장치들의 예

- 결합/감결합 회로망
- 직접 주입 회로망 (감결합으로)
- 클램프 주입 장치(전자파 클램프)

주) 보조장비 포트에서, 150 Ω 부하(예를 들면, 50 Ω 부하로 종단된, 150 Ω 대 50 Ω 어댑터)는 오직 차폐되지 않은 케이블들에만 적용되어야 한다(차폐된 케이블들은 보조장비 쪽에서 기준접지면에 연결된 차폐부위를 갖는다)

그림 8c. 결합/감결합 장치들의 피시험기기 포트에서 레벨 조정을 위한 배치

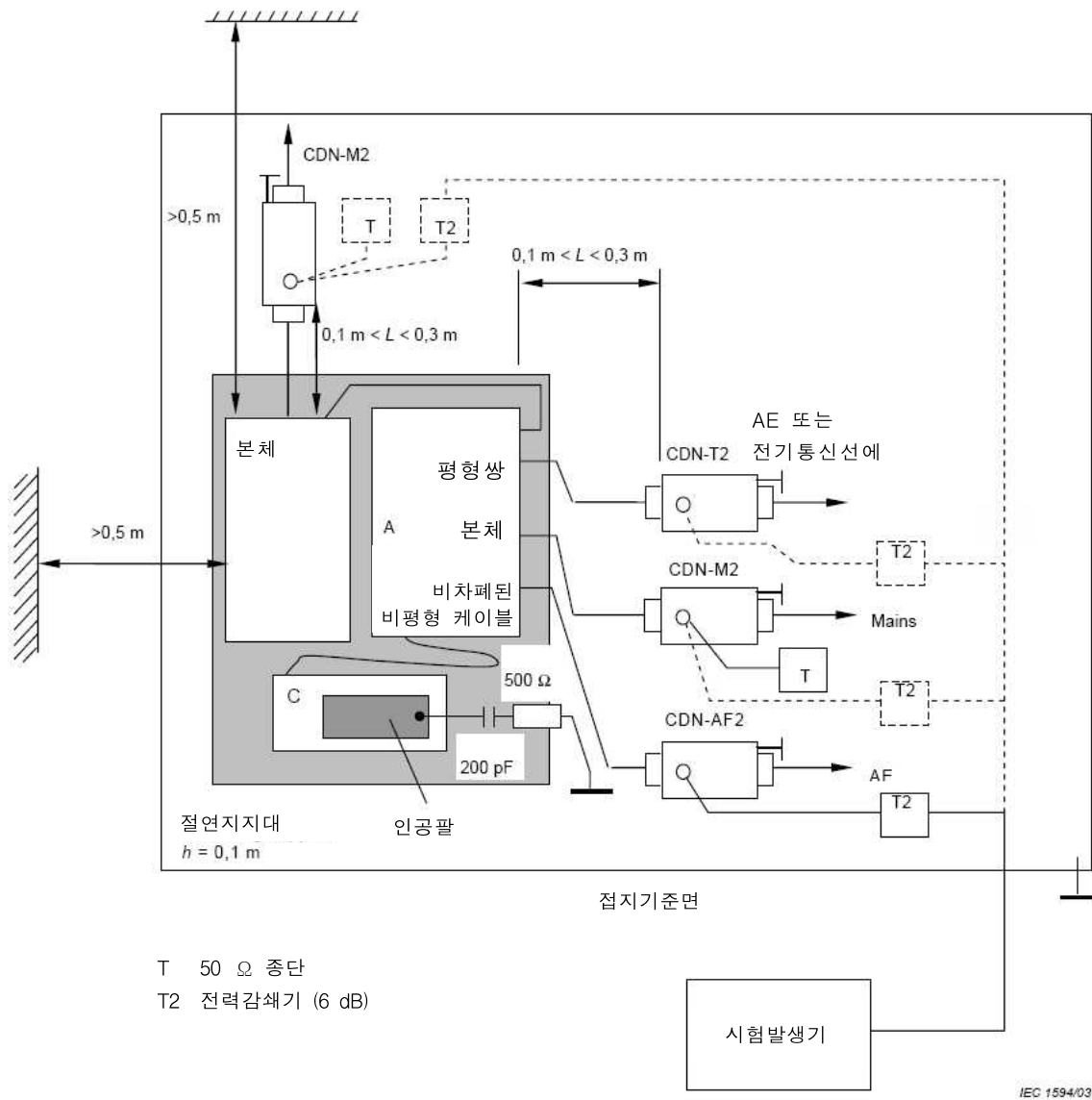
그림 8. 레벨 조정을 위한 배치(6.4.1 참조)



IEC 1593/03

어떤 금속 물체와 피시험기기 사이의 간격은 최소 0.5 m이다.

그림 9. 단일 모듈 피시험기기의 시험배치 예



어떤 금속 물체와 피시험기기 사이의 간격은 최소 0.5 m이다.

주입법으로 사용되지 않는 결합/감결합 회로망 중에서 오직 하나만이, 하나의 회귀 경로를 제공하도록 $50\ \Omega$ 으로 종단되어야 한다.

다른 모든 결합/감결합 회로망은 감결합 회로망으로써 결합되어야 한다.

피시험기기에 속하는 상호접속 케이블들(1m 이하인)은 절연 지지대 위에 놓여있어야 한다.

그림 10. 다수 모듈을 갖는 피시험기기의 시험배치 예

부록 A

(규격)

클램프 주입법에 관한 부가 정보

A.1 전류 주입 클램프

전류 클램프에서 요구되는 성능은, 입력 포트에서 50 Ω 부하에 의해 중단되고 설치된 전류 클램프를 갖는 50 Ω 시스템에서 시험될 때, 시험 지그의 전송 손실이 1 dB 를 초과하지 말아야 한다. 레벨 설정을 위한 회로배치를 그림 A.1에 보이며, 시험 지그를 그림 A.2에 보인다.

전류 주입 클램프에 인가되는 신호레벨은 시험 전에 설정된다. 시험레벨 설정 과정은 6.4.1 과 그림 8에 나와 있다. 레벨설정이 150 Ω 임피던스 환경이 아니라 50 Ω 시험 지그에서 수행될 때에는 아래 과정을 따라야 한다.

- 주입 클램프의 입력 포트에 연결된 케이블의 차폐면은 또한 저 임피던스 연결에 의해 시험 지그의 기준면에 연결되어야만 한다.
 - 시험 지그의 한쪽은 50 Ω 의 동축 부하로 다른 쪽은 관심 주파수 범위에 걸쳐 1.2보다 작은 전압정재파비(VSWR)를 갖는 전력 감쇠기로 중단되어야 한다. 전력 감쇠기는 무선주파수 전압 측정기의 50 Ω 입력이나 무선주파수 스펙트럼 분석기에 연결되어야 한다.
 - 무선주파수 전압 측정기나 스펙트럼 분석기에서 측정된 전압 레벨이 요구되는 시험레벨보다 6 dB 낮은 값에 도달할 때까지 신호발생기의 출력레벨을 증가하여야 한다.
- 6.4.1 참조. 신호발생기의 출력레벨을 각각의 주파수 스텝마다 기록하여야 한다.

A.2 전자파 클램프

전자파 클램프의 구조와 개념은 그림 A.3, A.4, A.5에 나와 있다. 전자파 클램프(통상적인 전류 주입 클램프와 대조적으로)는 10 MHz 이상에서 10 dB 이상인 지향성을 가지므로 보조 장비의 공동모드 점과 기준 접지면 사이에 설정된 임피던스는 더 이상 필요하지 않다. 10 MHz 이상에서 전자파 클램프의 작동은 결합/감결합 회로망과 비슷하다.

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

A.3 시험배치

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

시험 동안 전자파 클램프의 접지봉이나 전류 주입 클램프의 입력 포트 차폐부위로부터 기준 접지면으로 접지 연결이 되어야 한다(그림 A.6과 A.7 참조). 만약 시험 동안 전자파 클램프와 전류 클램프로 측정된 전류가 공칭 회로 전류값(7.4 참조)을 초과할 경우, 시험 신호발생기의 출력레벨을 전류가 공칭 회로 전류레벨과 같게 될 때까지 감소시켜야 한다. 감소된 시험 신호발생기 출력^값 레벨을 시험 보고서에 기록하여야 한다.

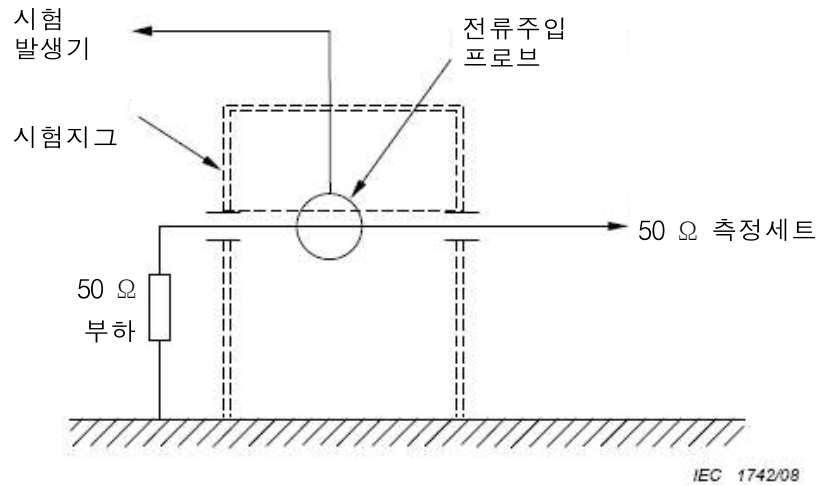


그림 A.1. 50 Ω 시험 지그에서의 레벨 설정 회로

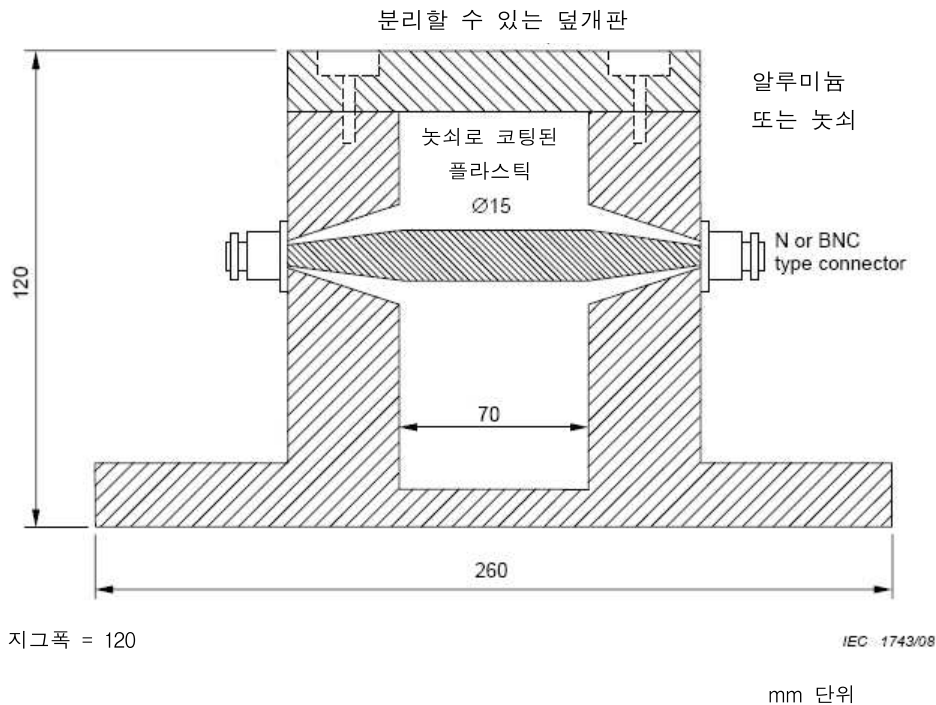
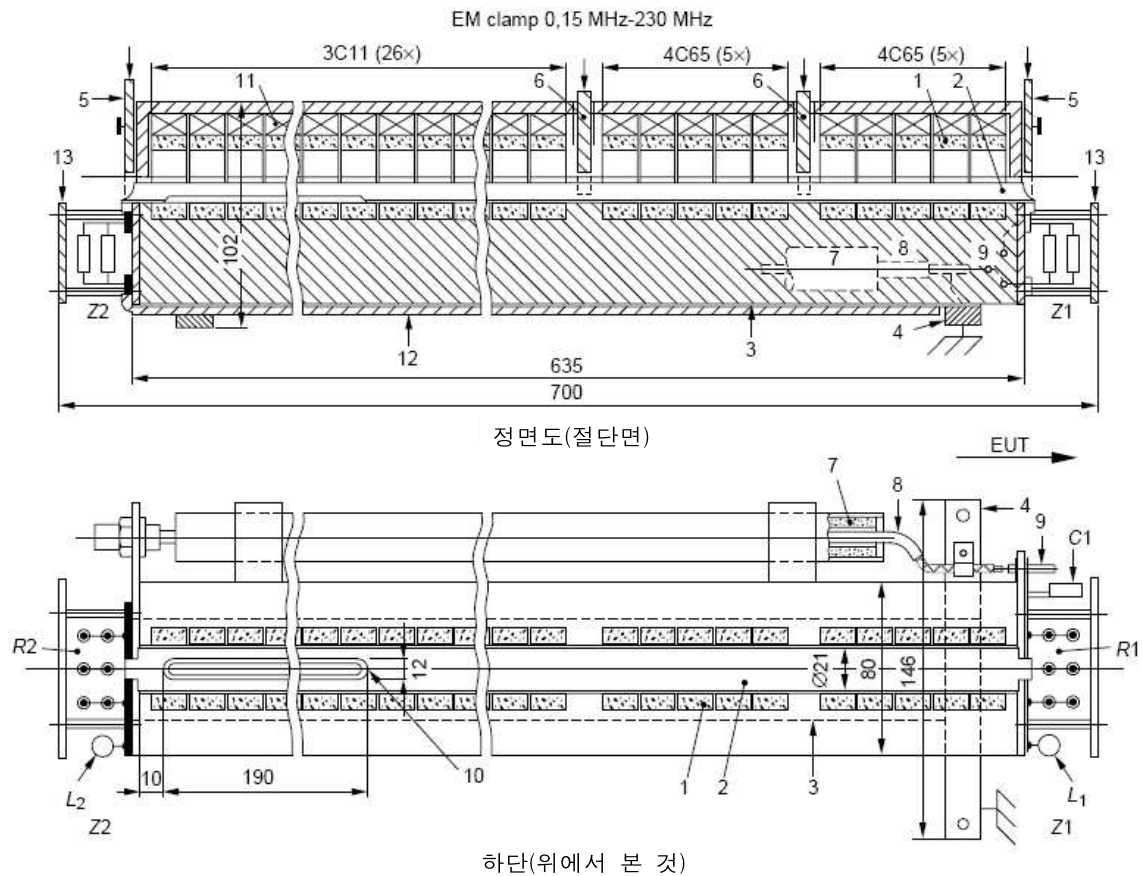


그림 A.2. 50 Ω 시험 지그의 구조



부품 :

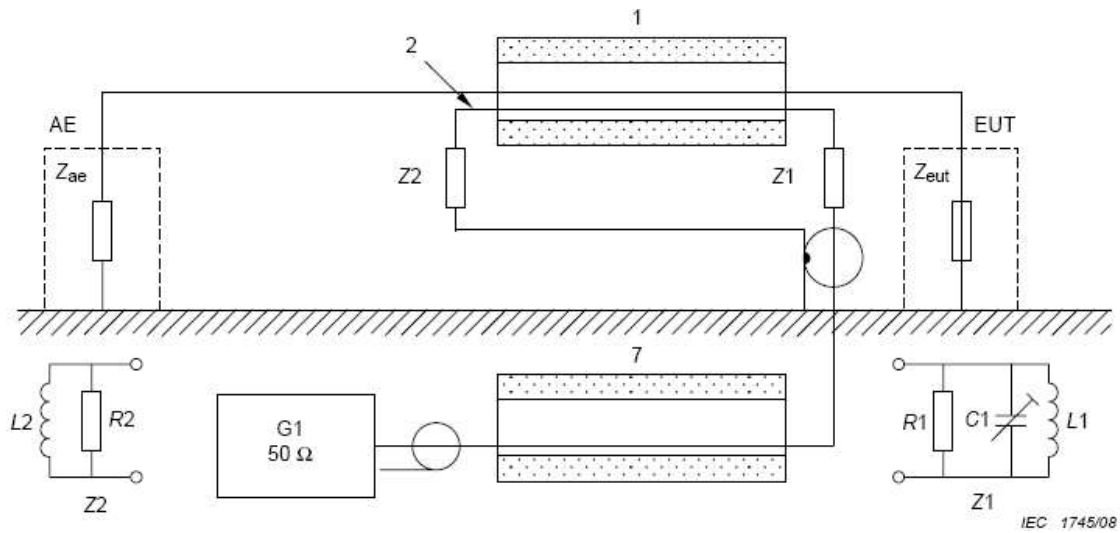
- 1 페라이트 링 코어
10개의 링, 4C65형, NiZn, 100
26개의 링, 3C11형, MnZn, 4300
- 2 홈에 붙여진 구리박의 반원통
- 3 하단 도체 판
- 4 접지봉
- 5/6 시험중인 케이블을 홈에 죄기 위한 장비들
압박 스프링을 가진 절연 재료 부분 (그림에는 보이지 않음)
- 7 페라이트 튜브, 4C65
- 8 BNC 커넥터를 갖는 동축케이블, 50 Ω
- 9 Z1을 떼기 위한 스위치
- 10 No.2 부분을 위한 홈
- 11 페라이트(상단 반고리)의 탄성 고정
- 12 하단 절연 판
- 13 Z1, Z2의 보호판

EUT: 피시험기기

Z1: 직렬 임피던스:: 20-100 pF, L1: 0.15, R1: 50/12W

Z2: 직렬 임피던스:: 0.8, R2: 50/12W

그림 A.3. 전자파 클램프의 상세한 구조



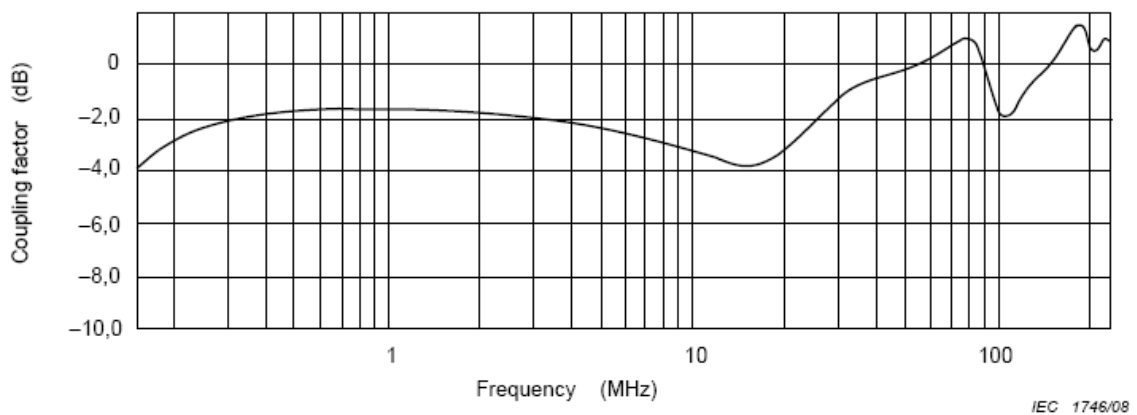
부품 :

- 1 페라이트 튜브(클램프) 길이 0.6m, ϕ 20 mm, 10개의 링으로 구성된, 피시험기기 측에서 4C65($\mu = 100$) 그리고 26개의 링으로 구성된, 보조장비 측에서 3C11($\mu = 4300$)
- 2 구리 박의 반원통
- 7 전자파 클램프 구조에 포함된 페라이트 튜브($\mu = 100$)
- Z1, Z2 주파수 응답과 지향성을 최적화하기 위해 넣음
- G1 시험 신호발생기

전자파 클램프의 원리

- 페라이트 튜브에 의한 자기장 결합(항목1)
- 피시험기기 케이블과 구리 박 사이의 밀착에 의한 전기장 결합(항목2)

그림 A.4. 전자파 클램프의 개념



상용 전자파 클램프 구조의 대표적인 특성

- 동작 주파수 범위 : 0.15 MHz 에서 230 MHz
- 전자파 클램프 결합 인자의 주파수 응답
- 10 MHz 이상에서 직접 결합된 그리고 감결합된 피시험기기/보조장비 ≥ 10 dB

그림 A.5. 전자파 클램프의 결합 인자

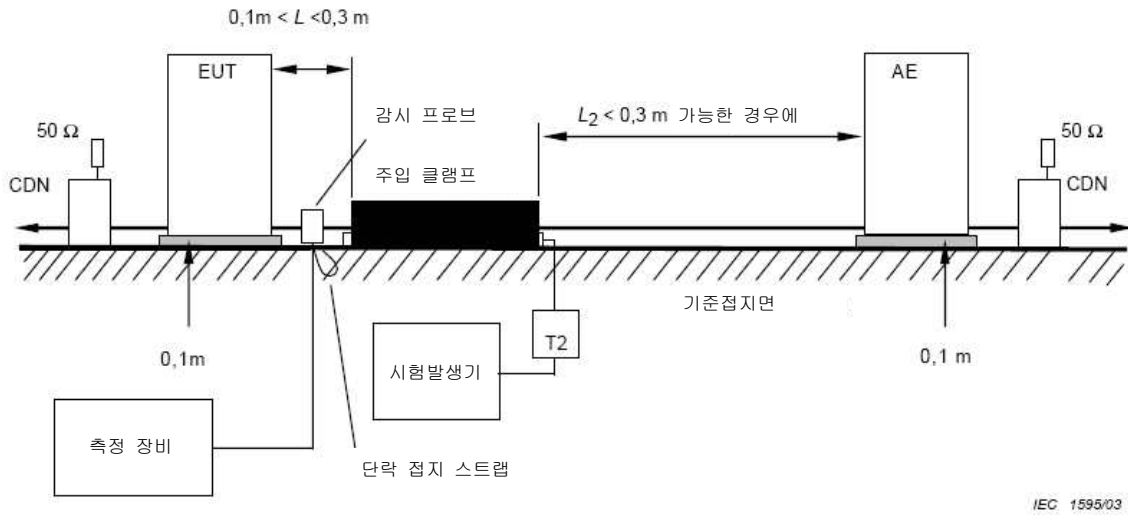
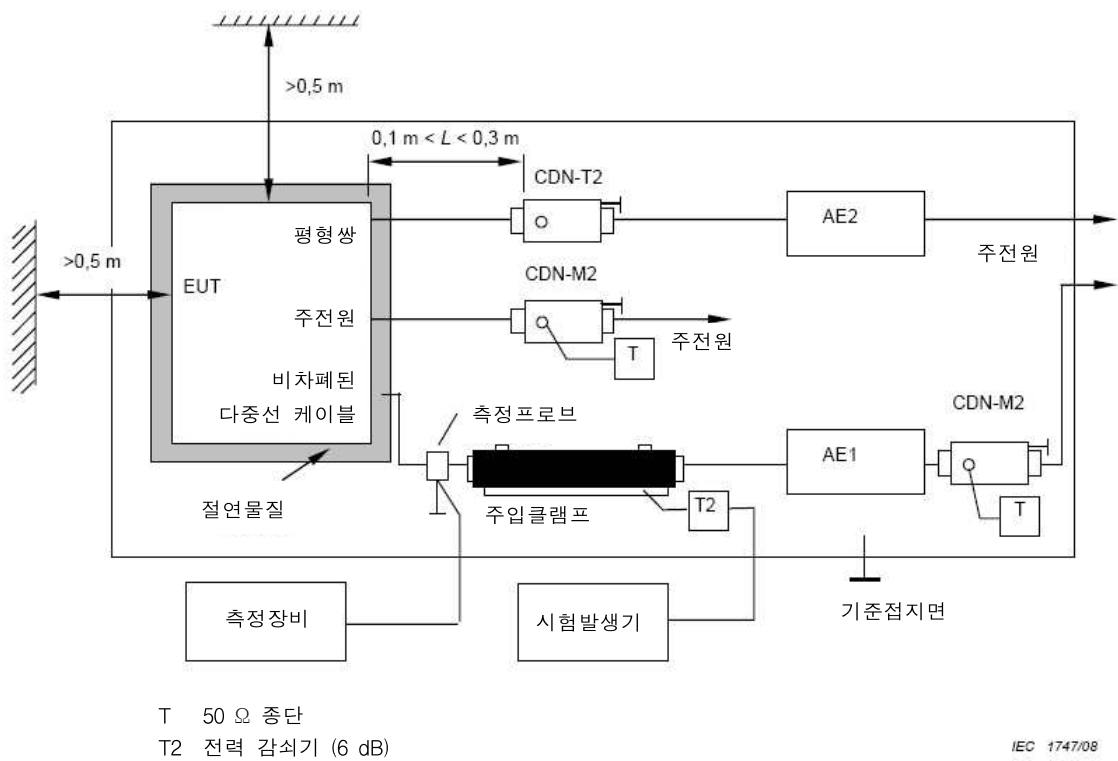


그림 A.6. 주입 클램프를 사용한 시험배치의 일반 원리



어떤 금속 물체와 피시험기기 사이의 간격은 최소 0.5m이다.
결합/감결합 회로망의 시험 조건을 위하여, 그림 2, 9와 10 참조.

그림 A.7. 주입 클램프를 사용할 때 접지면 상의 시험 모듈의 위치 예(상면도)

부록 B

(정보)

적용 주파수 범위에 대한 선택 기준

비록 이 시험방법의 요구사항이 150 kHz 에서 80 MHz 까지의 주파수 범위에 대해서 규정되어 있지만, 적용 가능한 주파수 범위는 피시험기기의 표준 설치와 동작 조건에 의존한다. 예를 들면, 어떤 금속성 케이블도 연결되어 있지 않은, 전체 크기가 0.4 m보다 작은 소형 건전지 전원을 갖는 기기는 80 MHz 이하에서 시험될 필요가 없다. 왜냐하면 방해 전자파로 인해 유도된 무선주파수 에너지가 장비를 고장나게 할 가능성이 없기 때문이다.

일반적으로, 마지막 주파수는 80 MHz가 될 것이다. 어떤 경우에, 소형(크기가 $\lambda/4$ 이하인) 기기를 고려하는 경우에는, 마지막 주파수가 최대 230 MHz까지 확장되도록 해당 제품규격을 규정할 수 있다. 이 경우에 결합/감결합 회로망은 아래 표 B.1에 규정된 피시험기기 포트 쪽에서 바라본 공통모드 임피던스의 파라미터를 만족하여야 한다. 이 시험 방법을 더 높은 주파수에까지 사용할 때, 장비의 크기, 사용된 상호접속 케이블의 유형과 특별한 결합/감결합 회로망의 이용가능성 등이 결과에 영향을 준다. 적합한 적용에 대한 지침은 해당 제품 규격에서 제공되어야 한다.

표 B.1. 시험 주파수 범위가 80 MHz 이상으로 확장될 때, 결합/감결합 장치 조합의 주요 파라미터

파라미터	주파수 대역		
	0.15 MHz - 26 MHz	26 MHz - 80 MHz	80 MHz - 230 MHz
$ Z_{ce} $	$150 \Omega \pm 20 \Omega$	$150 \Omega + 60 \Omega$ $- 45 \Omega$	$150 \Omega + 60 \Omega$ $- 60 \Omega$
주1) 피시험기기 포트와 보조장비 포트사이의 $ Z_{ce} $ 의 각도 또는 감결합 인자는 어느 것도 따로 지정되어 있지 않다. 이 인자들은 $ Z_{ce} $ 의 허용오차가 접지기준면에 개방 또는 단락시킨 보조 장비 포트를 만족해야 하는 요구사항에 포함된다. 주2) 보조장비에 대한 공통모드 임피던스 요구사항을 따르지 않고, 클램프 주입법을 사용할 때, Z_{ce} 의 요구사항을 만족하지 않을 수 있다. 그러나 주입 클램프는 7.4의 지침을 따를 때, 허용 시험 결과를 제공할 수 있다.			

연결된 케이블을 포함한 장비가 방해 전자파로부터 많은 무선주파수 에너지를 받아들이는가에 따라 시작 주파수가 결정된다.

세 가지의 다른 상황이 고려된다.

- a) 접지나 어떤 다른 장비에 연결되지 않고, 건전지를 충전하는 동안에는 사용되지 않는 건전지로 동작하는 기기(크기가 $\lambda/4$ 보다 작은)는 이 시험방법에 따라 시험될 필요가 없다. 건전지를 충전하는 동안 장비가 작동된다면 b) 나 c)의 경우가 적용된다.
 건전지로 동작하는 장비(크기가 $\lambda/4$ 이상인)에 대해서, 연결된 케이블의 최대 길이를

포함한 크기로 시작 주파수(그림 B.1)가 결정된다.

- b) 주전원망에 연결되고 다른 장비나 케이블엔 연결되지 않은 기기
전력공급은 결합, 감결합 장치를 통해서 공급되고, 이 기기의 부하로 인공손을 사용한
다. 시작 주파수는 150 kHz 이다.
- c) 제어 케이블, 입/출력 케이블 또는 전기통신 케이블을 통해서 다른 절연 또는 비절연
장비에 연결되고, 주전원망에 연결된 기기
시작 주파수는 150kHz 이다.

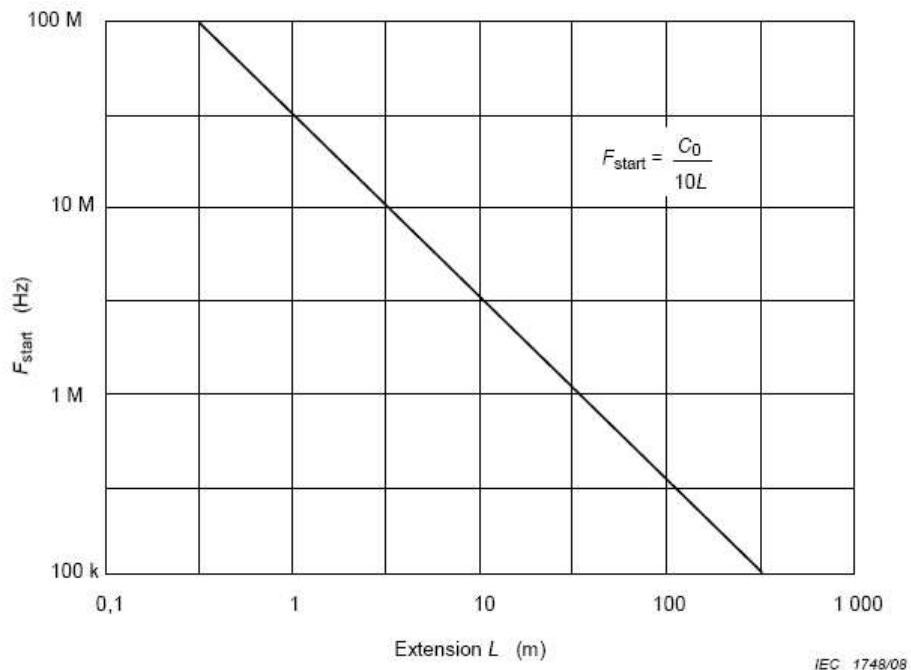


그림 B.1. 케이블 길이와 장비 크기의 함수로 나타낸 시작 주파수

예:

- 개인 컴퓨터(건전지로 동작하는)로부터 전원을 공급받으며, 코일 형태로 말린 4m 길이의 케이블을 갖는 키보드($\lambda/4$ 이상의 크기로 확장된)에 연결된 케이블에 대해서, 시작 주파수는 6.67 MHz가 되어야 한다. 이 키보드 위에 의사손으로 감싸야 한다. 딱 2 m 길이의 케이블을 갖는 마우스에 대해서, 시작 주파수는 15 MHz 가 될 것이다.
- 교류/직류 어댑터를 선택사항으로 갖는 휴대계산기는 150 kHz 이상에서 어댑터의 주전원 측에서 시험하여야 한다. 휴대 계산기는 의사손으로 감싸야 한다.
- 접지에 연결할 수 있는, 건전지로 동작하는 휴대용 멀티미터는 150 kHz 이상에서 그 케이블 상에서 시험하여야 한다. 멀티미터 위에 의사손을 놓아야 한다.
- 절연된 스피커 박스에 연결되고, 오디오 수신기에 연결될 수 있으나, 접지연결 가능한 안테나 입력단을 갖는, 이중 절연된 CD 플레이어는 150 kHz 이상에서 주전원 공급장치와 오디오 케이블에 대해 시험하여야 한다.
- 건물 전체에 배선된, 케이블의 최대길이가 200m(제조업체 규격)로 확장 될 수 있는, 다양한 절연된 센서를 갖는 자동 도난경보기는 150 kHz 이상에서 이 케이블들에 대해 시험하여야 한다.

부록 C
(정보)
시험레벨의 선택 지침

시험레벨은 피시험기와 케이블들이 최종적으로 설치되었을 때 노출될 수 있는 전자파 복사 환경에 따라 선정된다. 불합격 결과는 시험레벨 선택에 있었음을 명심해야 한다. 불합격의 결과가 심각하면 좀 더 높은 시험 레벨이 고려되어야 한다.

피시험기가 몇몇의 위치에만 설치되는 경우에, 그 지역의 무선주파수 신호원 및 방해원을 조사함으로써, 발생할 수 있는 전기장세기를 계산할 수 있다. 이들 신호원의 출력을 모르는 경우에는, 해당 위치에서 실제 전기장세기를 측정할 수도 있다.

다양한 위치에서 동작하도록 설계된 장비에 있어서, 인가 시험레벨을 선택하는데 다음의 지침을 사용할 수 있다.

다음의 등급들은 5 절에 있는 레벨들과 관련되어 있고, 해당 레벨 선택을 위한 일반적인 지침으로 간주한다.

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

등급 2 : 적당한 전자파 방사 환경. 저전력 휴대형 송수신기들(일반적으로 1W이하의 정격전압)이 사용되지만, 장비와 매우 근접해야 한다는 사용상의 제한사항을 갖는다. 전형적인 상업 환경

등급 3 : 심각한 전자파 방사 환경. 휴대용 송수신기(2W이상)가 장비와 상대적으로 가까운 위치에서 1 m 미만의 거리에서 사용된다. 장비 특히, ISM 장비와 매우 근접한 거리를 유지해야 하는 고전력 방송 송신기들은 서로 매우 근접해야 한다. 전형적인 산업 환경

등급 X : X 는 해당 제품 규격이나 제품 표준에서 협의되고 규정될 수 있는 미정 레벨이다.

위에 설명된 시험레벨은 지정된 위치에서는 좀처럼 초과하지 않는 전형적인 수치들이다. 몇몇의 위치에서는 이 값들이 초과할 수도 있다. 예를 들면, 동일 건물에 위치한 고전력 송신기나 ISM장비의 근방에서. 이러한 경우에는 모든 장비를 해당 레벨과 무관해야 한다고 설정하는 것보다는 오히려 방이나 건물을 차폐하고 장비의 신호나 전력선들을 필터링하는 편이 낫다.

부록 D (정보) 결합과 감결합 회로망에 대한 정보

D.1 결합과 감결합 회로망의 기본적인 특성

결합과 감결합 회로망은 다음을 제공해야 한다.

- 방해신호를 피시험기기에 결합
- 보조장비 공통모드 임피던스와는 독립적인, 피시험기기 쪽에서 바라본, 안정 임피던스
- 보조장비의 방해를 방지하기 위해 방해신호와 보조장비의 감결합
- 회망신호의 명료도

150 kHz 에서 80 MHz 까지의 주파수 범위에서 결합과 감결합 회로망에 대해 요구된 파라미터들이 6.2에 주어지며, 예는 D.2에 주어진다.

D.1에서 D.6까지의 그림에서, 공통모드 임피던스 Z_{ce} 는 시험 신호발생기(50 Ω)의 내부 저항과 시험(100 Ω)에 사용된 케이블의 도체 저항의 병렬 결합의 합으로 표현된다. 그림 5c 를 보면, 적절한 인덕터 L ($|\omega L| \gg 150 \Omega$)을 사용함으로써, 감결합 소자 C_2 가 Z_{ce} 에 영향을 주지 말아야 한다.

결합과 감결합 회로망 상에 피시험기기 포트의 중심은 접지면 위 30 mm 상에 위치시켜야 한다. 결합/감결합 회로망과 피시험기기사이의 케이블은 만약 접지면 위 30 mm 상에 위치한다면, 약 150 Ω 의 특성임피던스를 갖는 전송선으로 볼 수 있다.

시험 신호발생기와 결합, 감결합 회로망의 개별 선로들에 대해, 직류와 저주파 격리를 제공하는 커패시터 C_1 의 임피던스는 회망주파수 범위 내에서 150 Ω 보다 훨씬 낮은 값을 유지해야 한다.

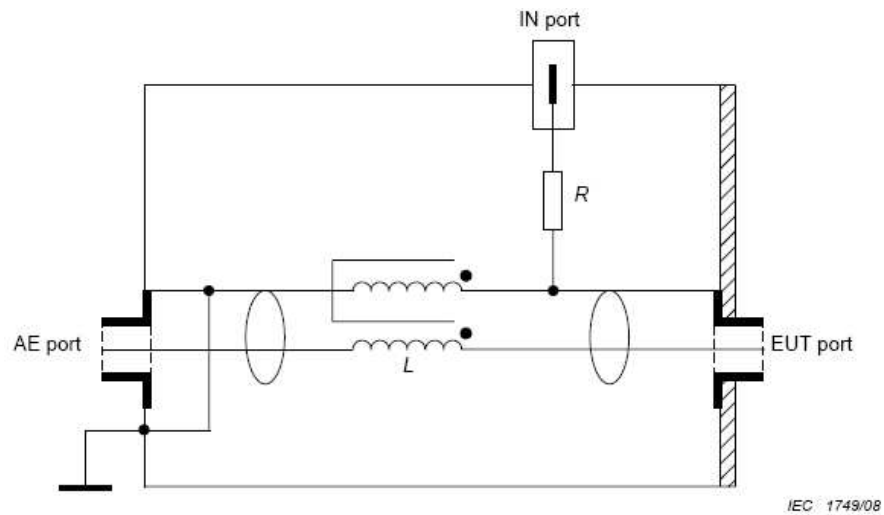
보조장비는 비차폐 케이블의 공통모드 인덕터 L과 커패시터 C_2 아니면, 단지 공통모드 인덕터 L에 의해 분리된다. 차폐 케이블의 경우에는 차폐막이 보조장비 측의 접지면에 연결되기 때문에 커패시터 C_2 가 필요 없게 된다.

비차폐 케이블에 대해서 C_2 의 값을 회망신호가 심한 영향을 받지 않도록 선택하는 것은 필수 요구사항이다. 결합과 감결합망의 파라미터들은 회망신호 예를 들면, 결합/감결합 회로망 M1 안에서의 페라이트의 포화에 의해 과도하게 영향을 받아서는 안 된다.

주의 : C_1 과 C_2 가 주요 결합, 감결합 회로망의 중요한 부분을 연결하기 때문에 적당한 Y-커패시터들이 사용되어야 한다. 높은 누설 전류로 인해 결합/감결합 회로망은 모든 시험조건 중에 접지면에 연결해야 하는 어스포트를 갖추어야 하고, 접지면은 보호 접지에 적당히 연결되어야 한다.

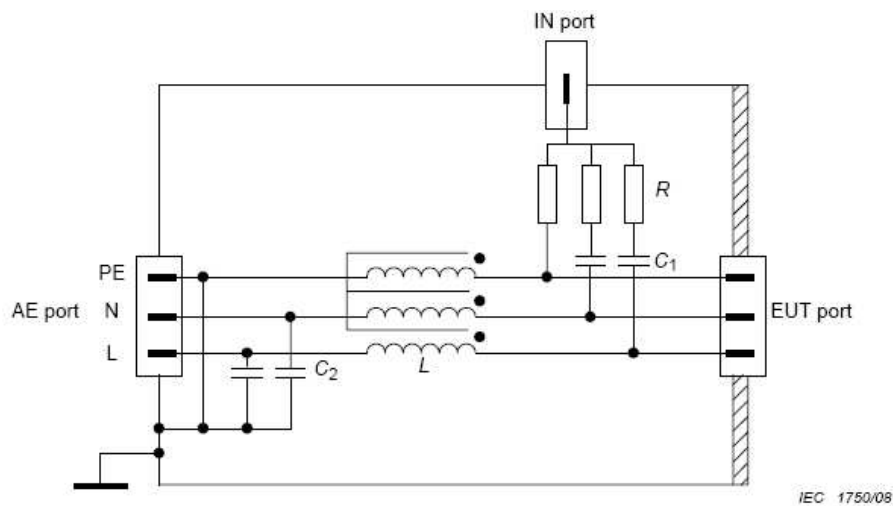
D.2 결함과 감결합 회로망들의 예

하나의 결함, 감결합 회로망으로 모든 기능적 요구사항을 충족시킨다는 것은 불가능하기 때문에 그림 D.1에서부터 D.6에는 많은 가능성이 주어진다.



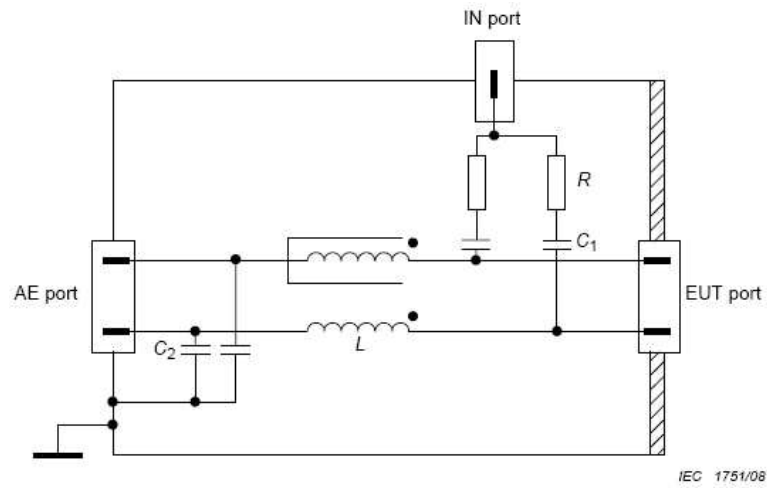
150 kHz에서 $R = 100 \, \Omega$, $L \geq 280 \, \text{mH}$

그림 D.1. 차폐 케이블(6.2.1 참조)을 사용한 결함/감결합 회로망-S1회로에 대한 단순화된 도면 예



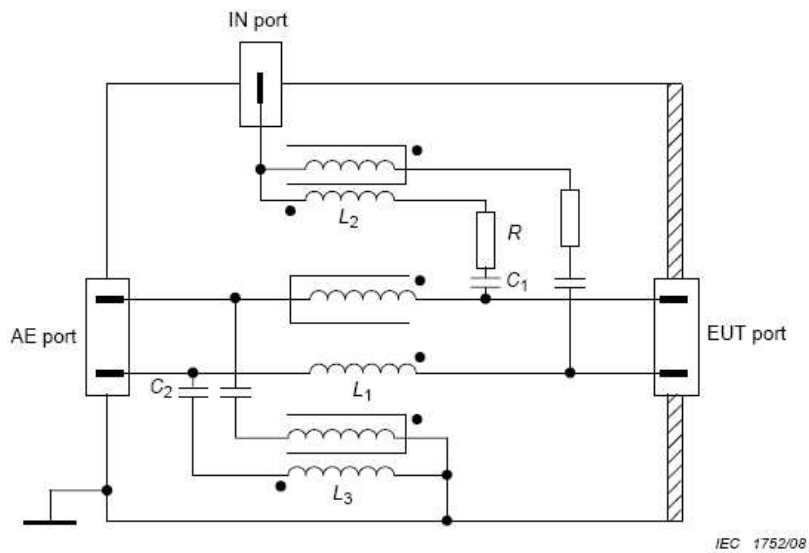
150 kHz에서, $C1(\text{전형적}) = 10 \, \text{nH}$, $C2(\text{전형적}) = 47 \, \text{nF}$, $R = 300 \, \Omega$, $L \geq 280 \, \mu\text{H}$ 인 결함/감결합 회로망-M3
 150 kHz에서, $C1(\text{전형적}) = 10 \, \text{nH}$, $C2(\text{전형적}) = 47 \, \text{nF}$, $R = 200 \, \Omega$, $L \geq 280 \, \mu\text{H}$ 인 결함/감결합 회로망-M2
 150 kHz에서, $C1(\text{전형적}) = 22 \, \text{nH}$, $C2(\text{전형적}) = 47 \, \text{nF}$, $R = 100 \, \Omega$, $L \geq 280 \, \mu\text{H}$ 인 결함/감결합 회로망-M1

그림 D.2. 차폐되지 않은 주전원공급선(6.2.2.1 참조)을 사용한 결함/감결합 회로망-M1/-M2/-M3 회로에 대한 단순화된 도면 예



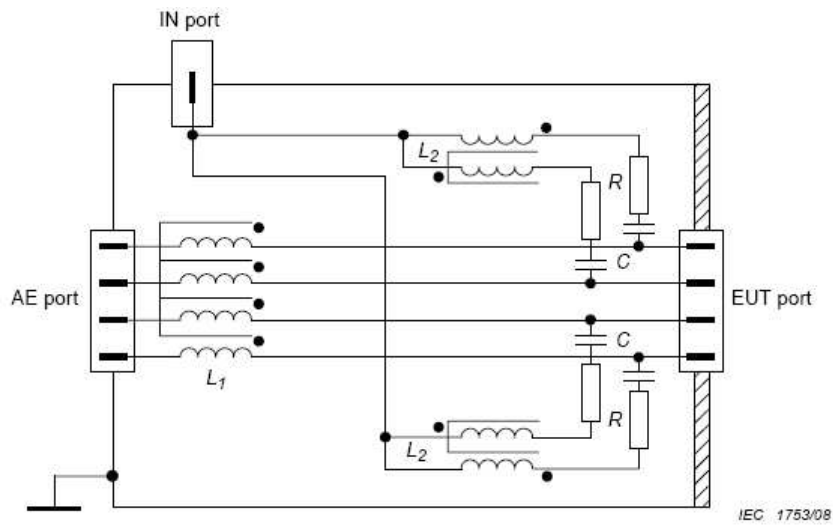
150 kHz에서 C_1 (전형적) = 10 nF,
 C_2 (전형적) = 47 nH,
 $R = 200 \, \Omega$,
 $L \geq 280 \, \mu\text{H}$

그림 D.3. 차폐되지 않은 불평형 전송선(6.2.2.3 참조)을 사용한 결합/감결합 회로망-AF2회로에 대한 단순화된 도면 예



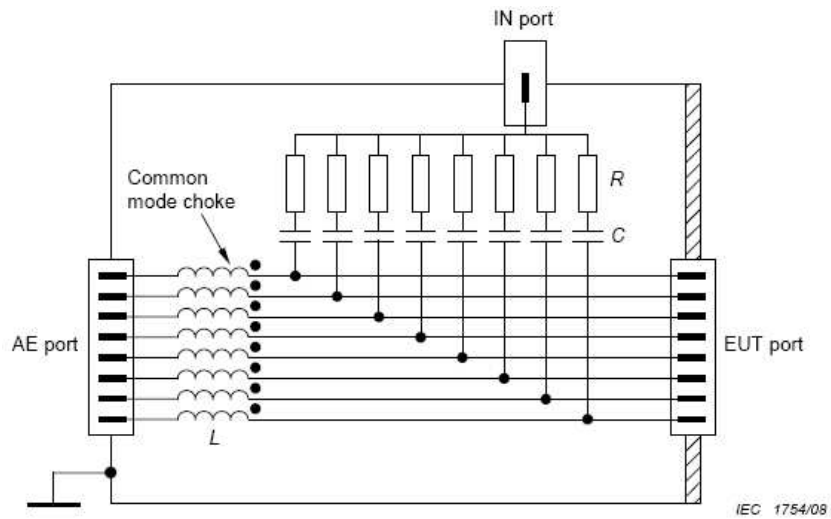
150 kHz에서 C_1 (전형적) = 10 nF,
 C_2 (전형적) = 47 nH,
 $R = 200 \, \Omega$,
 $L \geq 280 \, \mu\text{H}$
 $L_2 = L_3 = \text{mH}$ (C_2 와 L_3 가 사용되지 않을 때, $L_1 \geq 30 \, \text{mH}$)

그림 D.4. 차폐되지 않은 평형쌍(6.2.2.2참조)을 사용한 결합/감결합 회로망-T2회로에 대한 단순화된 도면 예



150 kHz에서 C(전형적) = 5.6 nF,
 $R = 400 \, \Omega$,
 $L1 \gg 280 \, \mu\text{H}$,
 $L2 = 6 \, \text{mH}$

그림 D.5. 차폐되지 않은 평형쌍(6.2.2.2 참조)을 사용한 결합/감결합 회로망-T4 회로에 대한 단순화된 도면 예



150 kHz에서 C(전형적) = 2.2 nF,
 $R = 800 \, \Omega$,
 $L1 \gg 280 \, \mu\text{H}$

그림 D.6. 차폐되지 않은 평형쌍(6.2.2.2 참조)을 사용한 결합/감결합 회로망-T8회로에 대한 단순화된 도면 예

부록 E
(정보)
시험 신호발생기 사양에 대한 정보

전력증폭기, PA (그림 3)의 가용 출력전력은 감쇠기 T_2 (6 dB), 진폭변조 깊이(80 %)(그림 4 참조) 및 사용된 결합/감결합 회로망 또는 클램프의 최소 결합인자들을 고려함으로써 결정된다.

표 E.1. 시험레벨 10 V 를 얻기 위해 요구되는 전력증폭기 출력전력

주입 장치	최소결합 인자 ± 1.5 dB [dB]	전력증폭기 출력에서 요구되는 전력 [W]
결합/감결합 회로망	0	7
전류 클램프 권선	-14	176
비율 5:1		
전자파 클램프	-6	28

주) 결합인자는 3.5로 정의된다. 이 값은 출력레벨 설정회로 (그림8c)를 사용함으로써 측정 가능하다. 결합인자는 150 Ω 대 50 Ω 어댑터와 직렬로 연결된 결합, 감결합 장치를 사용할 때 얻어지는 출력전압 U_{mr} 과 2개의 150 Ω 대 50 Ω 어댑터를 직렬연결 했을 때의 출력전압 사이의 비이다.

부록 F (정보) 대형 피시험기기에 대한 시험배치

F.0 개요

7절의 규격에서, 주 본문에 설명된 시험배치는 케이블이 포함되거나 크기가 1 m 이상인 대형 피시험기기를 설명하기에는 충분하지 않다. 시험신호가 80 MHz 이상에서 피시험기기 크기는 파장 비교될만한 상당한 크기가 될 것이며, 공진효과가 각 피시험기기에 연결된 케이블에서 나타날 수 있다.

이 경우, 본 부록에서는, 케이블 입력포트 가까운 곳에 결합장치를 놓고 이로 인해 작은 루프 면적에서 공진효과가 감소되도록 하여, 대형 피시험기기에 적용할 수 있는 대체 시험방법을 제공한다.

이 부록에서 적용하는 대형 피시험기기의 예는 제한이 없으며, 다음 사항을 포함한다.

- 통신 스위칭 시스템 랙-마운트
- 전기적 기계장치
- 스위치 랙-마운트와 조절 기어

F.1 대형 피시험기기에 대한 시험배치

대형 피시험기기를 위한 시험배치의 예는 그림 F.1과 F.2에 나타나 있다.

그림 F.1에 나타나 있는 상승 기준접지면은 이 시험배치를 위한 기준접지면이다. 상승 기준접지면을 사용하는 이유는 피시험기기와 결합/감결합 회로망 사이의 케이블 길이 감소를 위함에 있으며, 이로 인하여 케이블에서의 공진효과 조절 또는 감소를 할 수 있게 된다.

상승 기준접지면의 크기는 무엇보다도 시험에 사용되는 결합/감결합 회로망을 최소 0.2 m 이상으로 펼칠 수 있을 만큼 커야 한다. 피시험기기와 결합/감결합 회로망 사이에 시험에 사용할 케이블의 길이는 최대 0.3 m 가 되어야 한다.

상승 기준접지면은 피시험기기에서 결합/감결합 회로망까지 수평선상에 케이블을 놓기 위하여 주 접지면 이상의 높이에 위치되어야 한다.

상승 기준접지면은 안전을 위하여 대지와 전기적으로 연결되어야 한다. 이 연결은 무선주파수 관점에서는 중요하지 않다.

주1) 주의할 사항으로 상승 기준접지면의 물리적 구조와 이것의 지지대 구조가 기계적으로 안전한 조건을 보증하기 위하여 잡혀야 한다.

시험에 사용되는 장비는 접지면 위 0.1 m 상에 있는 절연체지지대 위에 위치해야 한다. 이 경우 장비는 전송 팔레트로 전해지게 된다. 만약 과도한 무게나 크기 때문에 전송 팔레트로부터 불안정하게 제거될 경우도 생긴다. 그러면 피시험기기는 크기가 실제로 0.1 m 이더라도 시험 도중 전송 팔레트를 이탈할 지도 모른다. 이 경우 크기 또는 무게의 원인으로 장비는 0.1 m로 올릴 수는 없다. 시험 중의 표준 방법의 변화는 시험 리포트로 기록되어야 한다.

보조장비는 상승 기준접지면 위에 위치되어야 하지만, 결합/감결합 회로망을 통해서 피시험기기로 연결된 보조장비가 위에 위치하는 것은 반드시 필요한 것은 아니다. 직접 주입법이 사용했을 경우에는 감결합이 준비된 상승 기준접지면에 떨어져서 위치해야 한다. 이 경우 클램프 주입법은 결합/감결합 회로망을 통한 주입 대신에 사용되고, 보조장비는 반드시 상승 기준접지면 위에 위치해야 한다.

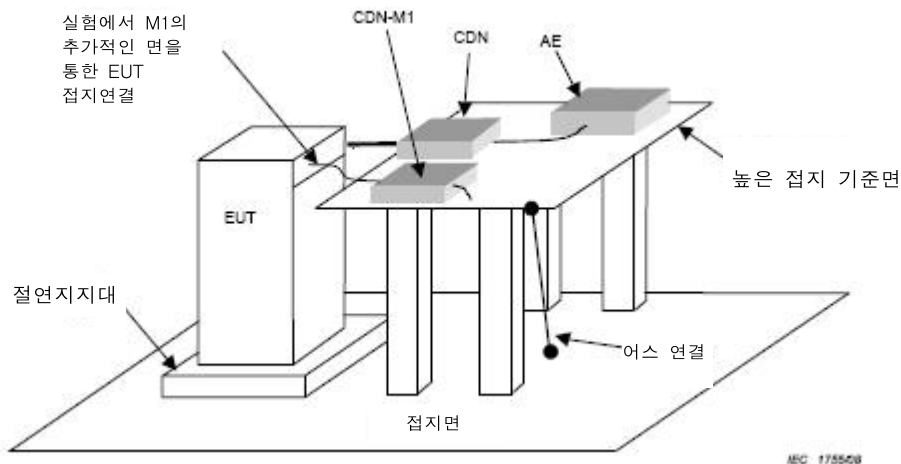


그림 F.1. 상승 수평 기준접지면에서 대형 피시험기기에 대한 시험 설치의 예

그림 F.2에 나타나 있는 수직 접지 기준면은 이 시험설치를 위한 기준접지면이다. 수직 기준접지면을 사용하는 이유는 피시험기와 결합/감결합 회로망사이의 케이블 길이를 줄이기 위해서이고, 조절과 케이블의 공간 효과를 감소하기 위함이다.

주2) 수직 기준접지면은 다양한 높이에 피시험기기 입/출력 케이블의 경우에 수평 상승 기준접지면보다 더 적절히 사용될 수 있다.

수직 기준접지면은 안전을 위해서 접지와 전기적으로 연결되어야 한다. 이 결합은 무선주파수 관점에서는 중요하지 않다.

수직 기준접지면의 크기는 무엇보다도 시험에 사용되는 결합/감결합 회로망을 최소 0.2 m 이상으로 펼칠 수 있을 만큼 커야 한다. 피시험기와 결합/감결합 회로망 사이에 시험에

사용할 케이블의 길이는 최대 0.3 m 가 되어야 한다. 피시험기와 수직 기준접지면 사이의 거리는 케이블 길이 요구가 0.3 m 를 만족할 수 있어야 한다.

결합/감결합 회로망은 피시험기에서 결합/감결합 회로망까지 수평선상에 케이블을 놓기 위한 높이의 수직 기준접지면에 위치해야 한다. 그러므로 수평의 상승 기준접지면을 사용한 시험 설치를 위해 주어진 설명문은 수직 기준접지면을 사용한 시험 설치에 적용한다.

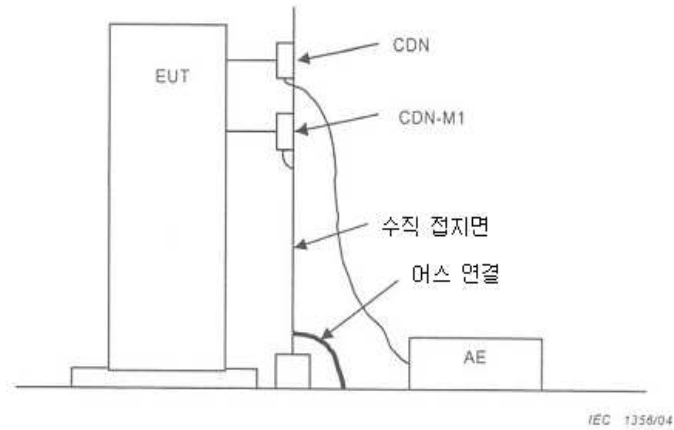


그림 F.2. 수직 기준접지면에서의 대형 피시험기기 시험 설치의 예

부록 G (정보)

시험 장비의 측정 불확도

G.1 일반 사항

이 부록은 이 규격의 본문에 수록된 시험 방식의 특정 필요에 의거하여 시험 장비의 측정 불확도(MU)와 관련된 정보를 제공한다. 더 자세한 정보는 [1, 2]에서 찾을 수 있다.

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

G.2 시험 방법에 대한 불확도 산출표(budget)

G.2.1 측정량 정의

측정량은 6.4.1에서처럼 레벨 설정에 해당하는 150 Ω 임피던스를 지닌 어느 한 가상의 시험 품에 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 보여 준다. 이 다이어그램은 총망라된 완벽한 것이 아님을 명심해야 한다. 불확도 산출표(budget) 표 G.1, G.2, G.3, G.4를 작성하기 위해 이 영향도(Influence Diagram)에서 가장 중요한 기여요소를 선택하였다. 여러 상이한 시험 장소 또는 실험실에서의 비교 가능한 산출표(budget)을 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.

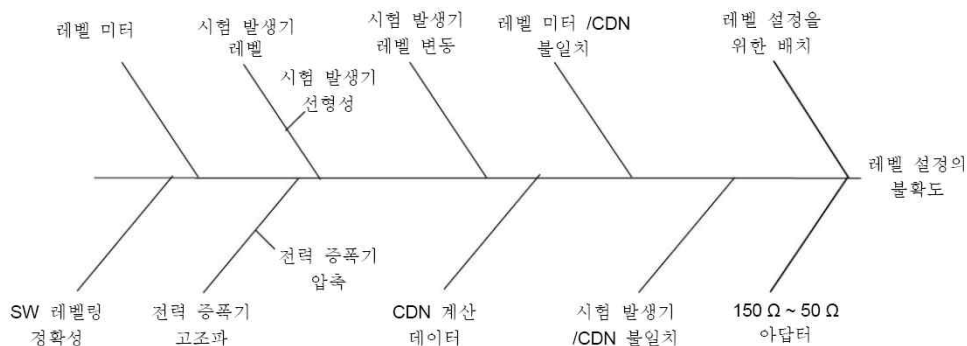


그림 G.1. CDN을 사용하는 시험 방식에 미치는 영향력의 예

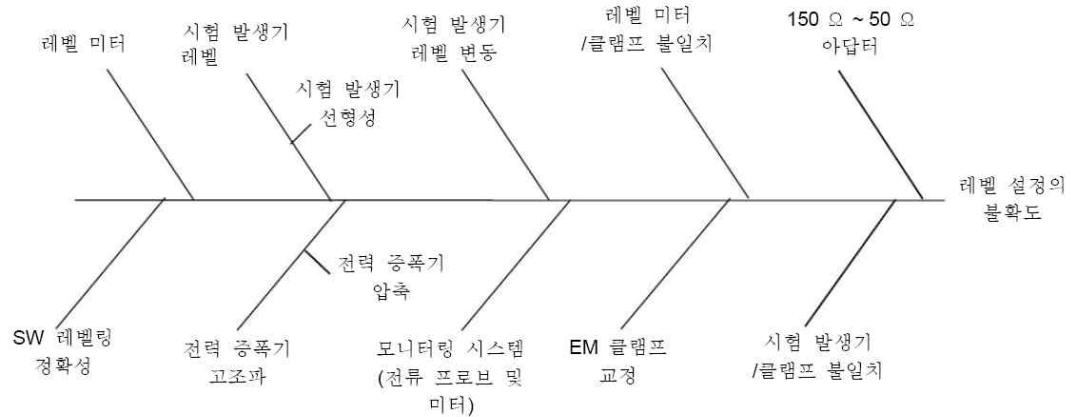


그림 G.2. EM 클램프를 사용하는 시험 방식에 미치는 영향력의 예

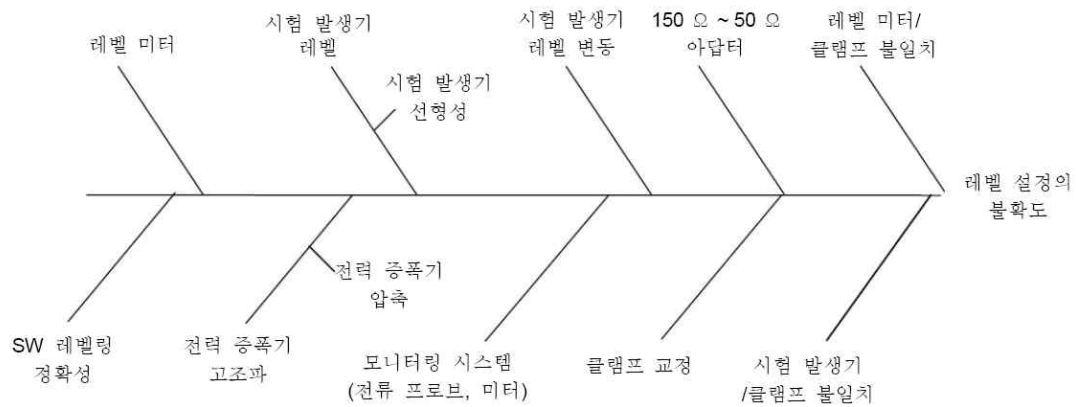


그림 G.3. 전류 클램프를 사용하는 시험 방식에 미치는 영향력의 예

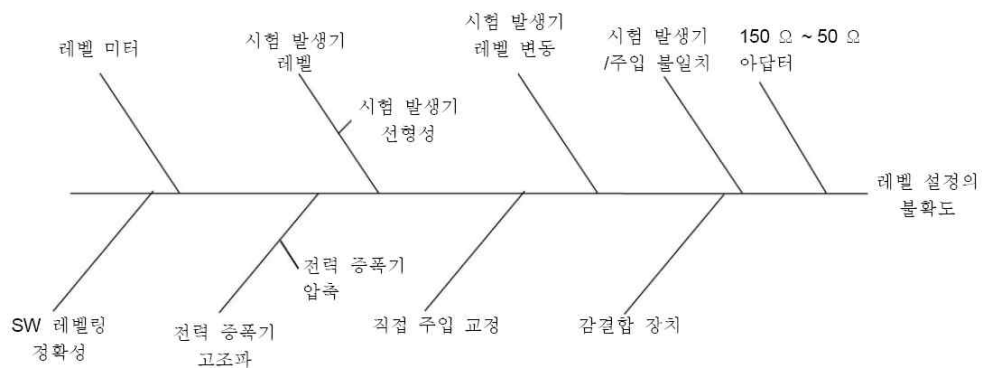


그림 G.4. 직접 주입을 사용하는 시험 방식에 미치는 영향력의 예

G.2.3 확장 불확도 계산의 예

교정과 시험에 적용하는 기여율이 동일하지 않을 수 있음을 인식해야 한다. 이는 각 과정에서 (약간) 다른 불확도 산출표(budget)을 낳게 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	계수	$u(x_i)$	단위	c_i	$u_i(y)$	단위	$u_i(y)^2$
RCA_L	150 Ω / 50 Ω 어댑터, 편차	0.3	dB	직사각형	1.73	0.17	dB	1	0.17	dB	0.03
	150 Ω / 50 Ω 어댑터, 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
LM_c	레벨 미터	0.5	dB	직사각형	1.73	0.29	dB	1	0.29	dB	0.08
SW_c	SW 레벨링 정확성	0.3	dB	직사각형	1.73	0.17	dB	1	0.17	dB	0.03
$LMC_d(1,2)$	컨트롤 루프내 레벨미터 유무	0	dB	직사각형	1.73	0.00	dB	1	0.00	dB	0.00
$TG_d(1,2)$	시험 발생기	0	dB	직사각형	1.73	0.00	dB	1	0.00	dB	0.00
$MT_d(3)$	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
$\sum u_i(y)^2$											0.40
합성 표준 불확도 $u(y) = \sqrt{\sum u_i(y)^2}$											0.63
확장 불확도 (CA L) $U = u(y) \times k, k = 2$											1.27

dB

표 G.1b. CDN 시험과정

기호	불확도 출처 X_i	$U(x_i)$	단위	분포	계수	$u(x_i)$	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
$LMC_d(1,2)$	컨트롤 루프내 레벨미터 유무 유무	0.3	dB	직사각형	1.73	0.17	dB	1	0.17	dB	0.03
$TG_d(1,2)$	시험 발생기	0	dB	직사각형	1.73	0.00	dB	1	0.00	dB	0.00
$MT_i(3)$	시험 발생기/CDN 부정합	0	dB	U자형	1.41	0.00	dB	1	0.00	dB	0.00
SW_i	SW 레벨링 정확성	0.3	dB	직사각형	1.73	0.17	dB	1	0.17	dB	0.03
$\sum u_i(y)^2$											0.46
합성 표준 불확도 $u(y) = \sqrt{\sum u_i(y)^2}$											0.68
확장 불확도 $U = u(y) \times k, k = 2$											1.36

dB

주1) 신호 발생기 또는 증폭기 출력 레벨을 위한 컨트롤 루프가 사용되는지 여부에 따라 LMC 또는 시험 발생기(TG) 기여율을 교정 및/또는 시험 표에 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 주 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.

주2) 교정과 시험에 동일 장비를 사용하면, 반복성과 선형 기여율만을 시험과정 표에 포함시킨다. 교정에서는 이를 무시할 수 있다.

주3) 교정과 시험에 동일 회로를 사용하면, 이 기여율은 표에 넣지 않는다.

용어 설명:

$RCAL$ - 150 Ω / 50 Ω 어댑터의 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.

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

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

$SETUP$ - 레벨 설정을 위한 배치 즉, 교정 고정, CDN과 CDN 어댑터 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.

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

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

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

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

주6) 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.

MT_c - 증폭기와 감쇠기, CDN간의 부정합.

ML - CDN와 레벨 미터의 부정합.

CAL - 교정 과정에서 시험 전압 레벨의 확장 불확도

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

TG_L - 주파수 발생기, 전력 증폭기, 감쇠기를 포함하여 시험 발생기의 불확도. 제조사 사양서 또는 다른 출처에서 구할 수 있다.

주7) 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.

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

SW_L - 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	$u_i(y)^2$
RCA_L	150 Ω / 50 Ω 어댑터, 편차	0.3	dB	직사각형	1.73	0.17	dB	1	0.17	dB	0.03
	150 Ω / 50 Ω 어댑터, 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
LM_c	레벨 미터	0.5	dB	직사각형	1.73	0.29	dB	1	0.29	dB	0.08
SW_c	SW 레벨링 정확성	0.3	dB	직사각형	1.73	0.17	dB	1	0.17	dB	0.03
$LMC_c(8,9)$	컨트롤 루프내 레벨미터유무	0	dB	직사각형	1.73	0.00	dB	1	0.00	dB	0.00
$TG_c(8,9)$	시험 발생기	0	dB	직사각형	1.73	0.00	dB	1	0.00	dB	0.00
$MT_c(10)$	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
$LMC_c(8,9)$	컨트롤 루프내 레벨미터 유	0.3	dB	직사각형	1.73	0.17	dB	1	0.17	dB	0.03
$TG_c(8,9)$	시험발생기	0	dB	직사각형	1.73	0.00	dB	1	0.00	dB	0.00
$MT_c(10)$	시험 발생기/클램프 부정합	0	dB	U자형	1.41	0.00	dB	1	0.00	dB	0.00
SW_t	SW 레벨링 정확성	0.3	dB	직사각형	1.73	0.17	dB	1	0.17	dB	0.03
$AETERM$	보조 기기 중단	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

주8) 신호 발생기 또는 증폭기 출력 레벨을 위한 컨트롤 루프가 사용되는 지 여부에 따라 LMC 또는 시험 발생기(TG) 기여율을 교정 및/또는 시험 표에 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 주 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.

주9) 교정과 시험에 동일 장비를 사용하면, 반복성과 선형 기여율만을 시험과정 표에 포함시킨다. 교정에서는 이를 무시할 수 있다.

주10) 교정과 시험에 동일 회로를 사용하면, 이 기여율은 표에 넣지 않는다.

용어 설명:

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

주11) 모니터링 프로브를 사용하고 전류 한계값을 적용하는 경우, 이 부록은 7.4 관련 불확도는 고려하지 않는다. 이 경우, U0값은 더 이상 레벨 설정 절차에서 정한 값과 같지 않고 미상의 값으로 감소한다. 그러므로 이 경우, U0에는 불확도를 배정할 수 없다.

AETERM - 150 Ω에서 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, *AETERM*이 불확도 산출표(budget)에 미치는 기여율은 여기 예에서 사용하는 값 보다 클 수 있다. 주파수가 10 MHz 이상이면 더 낮은 값을 사용한다.

이 기여율은 망 분석기를 사용하여 실증적으로 조사할 수 있다. 클램프의 결합계수는 150 Ω 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	계수	$u(x_i)$	단위	c_i	$u_i(y)$	단위	$u_i(y)^2$
RCAL	150 Ω / 50 Ω 어댑터, 편차	0.3	dB	직사각형	1.73	0.17	dB	1	0.17	dB	0.03
	150 Ω / 50 Ω 어댑터, 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
LM _c	레벨 미터	0.5	dB	직사각형	1.73	0.29	dB	1	0.29	dB	0.08
SW _c	SW 레벨링 정확성	0.3	dB	직사각형	1.73	0.17	dB	1	0.17	dB	0.03
LMC _c (16,17)	컨트롤 루프내 레벨미터 유무	0	dB	직사각형	1.73	0.00	dB	1	0.00	dB	0.00
TG _c (16,17)	시험 발생기	0	dB	직사각형	1.73	0.00	dB	1	0.00	dB	0.00
MT _c (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
$\sum u_i(y)^2$											0.53
합성 표준 불확도 $u(y) = \sqrt{\sum u_i(y)^2}$											0.73
확장 불확도 (CA L) $U = u(y) \times k, k = 2$											1.46

dB

표 G.3b. 전류 클램프 시험과정

기호	불확도 출처 X_i	$U(x_i)$	단위	분포	계수	$u(x_i)$	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
LMC _c (12,13)	컨트롤 루프내 레벨미터 유무	0.3	dB	직사각형	1.73	0.17	dB	1	0.17	dB	0.03
TG _c (12,13)	시험발생기	0	dB	직사각형	1.73	0.00	dB	1	0.00	dB	0.00
MT _c (14)	시험 발생기/클램프 부정합	0	dB	U자형	1.41	0.00	dB	1	0.00	dB	0.00
SW _t	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
$\sum u_i(y)^2$											2.68
합성 표준 불확도 $u(y) = \sqrt{\sum u_i(y)^2}$											1.64
확장 불확도 $U = u(y) \times k, k = 2$											3.27

dB

주12) 신호 발생기 또는 증폭기 출력 레벨을 위한 컨트롤 루프가 사용되는 지 여부에 따라 LMC 또는 시험 발생기(TG) 기여율을 교정 및/또는 시험 표에 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 (주13 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.

주13) 교정과 시험에 동일 장비를 사용하면, 반복성과 선형 기여율만을 시험과정 표에 포함시킨다. 교정에서는 이를 무시할 수 있다.

주14) 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.

주15) 모니터링 프로브를 사용하고 전류 한계값을 적용하는 경우, 이 부록은 7.4 관련 불확도는 고려하지 않는다. 이 경우, U0값은 더 이상 레벨 설정 절차에서 정한 값과 같지 않고 미상의 값으로 감소한다. 그러므로 이 경우, U0에는 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	계수	$u(x_i)$	단위	c_i	$u_i(y)$	단위	$u_i(y)^2$
RCAL	150 Ω / 50 Ω 어댑터, 편차	0.3	dB	직사각형	1.73	0.17	dB	1	0.17	dB	0.03
	150 Ω / 50 Ω 어댑터, 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
LM _c	레벨 미터	0.5	dB	직사각형	1.73	0.29	dB	1	0.29	dB	0.08
SW _c	SW 레벨링 정확성	0.3	dB	직사각형	1.73	0.17	dB	1	0.17	dB	0.03
LMC _c (16,17)	컨트롤 루프내 레벨미터 유무	0	dB	직사각형	1.73	0.00	dB	1	0.00	dB	0.00
TG _c (16,17)	시험 발생기	0	dB	직사각형	1.73	0.00	dB	1	0.00	dB	0.00
MT _c (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
$\sum u_i(y)^2$											0.53
합성 표준 불확도 $u(y) = \sqrt{\sum u_i(y)^2}$											0.73
확장 불확도 (CA L) $U = u(y) \times k, k = 2$											1.46

dB

표 G.4b. 직접 주입 시험과정

기호	불확도 출처 x_i	$U(x_i)$	단위	분포	계수	$u(x_i)$	단위	c_i	$u_i(y)$	단위	$u_i(y)^2$
CA L	교정	1.46	dB	정규 $k = 2$	2	0.73	dB	1	0.73	dB	0.53
LMC _i (16,17)	컨트롤 루프내 레벨미터유무	0.3	dB	직사각형	1.73	0.17	dB	1	0.17	dB	0.03
TG _i (16,17)	시험 발생기	0	dB	직사각형	1.73	0.00	dB	1	0.00	dB	0.00
MT _i (18)	시험 발생기/클램프 부정합	0	dB	U자형	1.41	0.00	dB	1	0.00	dB	0.00
SW _t	S W 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
$\sum u_i(y)^2$											2.36
합성 표준 불확도 $u(y) = \sqrt{\sum u_i(y)^2}$											1.54
확장 불확도 $U = u(y) \times k, k = 2$											3.07

dB

주16) 신호 발생기 또는 증폭기 출력 레벨을 위한 컨트롤 루프가 사용되는 지 여부에 따라 LMC 또는 시험 발생기(TG) 기여율을 교정 및/또는 시험 표에 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 (주17 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.

주17) 교정과 시험에 동일 장비를 사용하면, 반복성과 선형 기여율만을 시험과정 표에 포함시킨다. 교정에서는 이를 무시할 수 있다.

주18) 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 중단의 불확도 조합. 견고한 감결합은 보조장치 중단으로 인한 영향이 적지만 부실한 감결합은 영향이 크다. 이 기여율은 감결합 구성요소의 임피던스로 계산할 수 있다.

G.3 적용

계산한 불확도 추정값(불확도 확대)은 예를 들어 제품규격에서 명시한 용도 또는 실험실 공증용 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.