

제정 기술표준원고시 제2002 - 60호(2002. 02. 19)
개정 기술표준원고시 제2003 - 1443호(2003. 11. 15)
개정 기술표준원고시 제2006 - 956호(2006. 12. 28)
개정 기술표준원고시 제2010 - 698호(2010. 12. 24)
개정 기술표준원고시 제2011 - 44호 (2011. 2. 28)

전기용품안전기준

K 61000-4-6

[IEC 61000-4-6 Ed 3.0 : 2008. 10]

전기자기적합성(EMC)

제4부 : 시험 및 측정방법

제6절 : 전기자기장 전도내성시험

목 차

| | |
|---|----|
| 1. 적용범위 | 1 |
| 2. 인용규격.. | 1 |
| 3. 용어 정의 | 2 |
| 4. 일반 사항 | 3 |
| 5. 시험레벨 | 4 |
| 6. 시험기기 | 4 |
| 6.1 시험 발생기 | 4 |
| 6.2 결합 및 감결합장치 | 5 |
| 6.3 결합과 감결합 장치의 시험품 포트에서 공통 모드 임피던스의 확인. | 8 |
| 6.4 시험 발생기의 설치 | 9 |
| 7. 탁상형 및 바닥 설치형 기기에 대한 시험배치 | 10 |
| 7.1 주입 방법과 시험시점의 선택에 대한 방법. | 10 |
| 7.2 결합/감결합 회로망 주입 적용 절차 | 12 |
| 7.3 공통모드 임피던스 요구조건이 부합할 경우의 클램프 주입을 위한 절차. | 12 |
| 7.4 공통모드 임피던스 요구조건이 부합되지 못할 경우의 클램프 주입을 위한 절차 | 13 |
| 7.5 직접 주입 절차 | 13 |
| 7.6 단일장치로 구성된 시험품 | 14 |
| 7.7 다수의 장치로 구성된 시험품. | 14 |
| 8. 시험 절차 | 15 |
| 9. 시험결과의 평가 | 15 |
| 10. 시험 성적서 | 16 |
| 부록 A(규격) 클램프 주입에 관한 부가 정보 | 27 |
| 부록 B(정보) 적용 주파수 범위에 대한 선택 기준. | 32 |
| 부록 C(정보) 시험레벨의 선택을 위한 지침 | 34 |
| 부록 D(정보) 결합과 감결합 회로망에 대한 정보 | 35 |
| 부록 E(정보) 시험발생기 사양에 대한 정보 | 39 |
| 부록 F(정보) 대형 시험품에 대한 시험배치 | 40 |
| 부록 G(정보) 시험 계기의 측정 불확도 | 43 |

전기자기적합성(EMC)
Electromagnetic compatibility (EMC)
제4부 : 시험과 측정기술 K 61000-4-6
제6절 : 전기자기전도 내성시험 - EMC 기본규격
-Part 4: Testing and measurement techniques
-Section 6: Immunity to conducted disturbances, induced by
radio-frequency fields

서 문

본 규격은 국제표준기술 변화에 신속히 대응하고, 현 전기용품안전기준의 운영 및 표준기술 발전을 위해 2008년 10월에 발행된 IEC 61000-4-6: Ed 3.0 전기자기전도 내성시험(Immunity to conducted disturbances, induced by radio-frequency fields)를 번역해서 기술적 내용 및 규격의 서식을 변경하지 않고 작성한 안전인증기술기준이다.

1. 적용범위

이 규격은 9 kHz ~ 80 MHz 주파수 대역에서 의도적인 RF 송신기로부터 발생하는 전기자기 방해에 대한 전기, 전자기기의 전도성 내성 요구 조건에 대해 기술한다. 방해전파가 결합될 수 있는 도체 케이블(예를 들면 전원선, 신호선 또는 접지연결)이 하나도 없는 기기는 제외된다.

주 1) 전기자기장 방사에 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 규격의 목적은 무선주파수장(RF Field)에 의해 유도된 전도 방해를 받을 때 전기 및 전자 기기의 기능 내성을 평가하는 공통 기준을 확립한다. 이 규격에서 규정한 시험방법은 정의된 현상에 대하여 기기나 시스템의 내성을 평가하는 일관성 있는 방법을 설명한다.

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

2. 인용규격

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

KS C IEC 60050-161 국제전기기술용어-제161장: 전기자기적합성

3. 용어 정의

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

3.1 의사손 (artificial hand)

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

[IEV 161-04-27]

주) 설치는 K 00016-1-2에 따라야 한다.

3.2 보조 기기 (auxiliary equipment)

시험품의 정상적 동작에 필요한 신호를 공급하는 장치와 시험품의 성능을 확인하는 장치

3.3 클램프 주입 (clamp injection)

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

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

3.4 공통 모드 임피던스 (common-mode impedance)

확실한 포트에서의 공통 모드 전압과 공통 모드 전류의 비율

주) 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 8b 참조].

3.5 결합 인자 (coupling factor)

결합(그리고 감결합) 장치의 시험품의 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.

주) 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 시험 상태가 아닌 다른 기기, 장치 또는 시스템에 영향을 주지 못

하도록 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

K 61000-4-6에서 다루는 방해파원은 근본적으로 설치된 기기에 연결된 케이블의 전체 길이에 작용할 수 있는 의도적 RF 송신기로부터 발생한다. 대부분 큰 계통의 한 부분인 방해 받는 기기의 크기는 관련 파장에 비해 작다고 가정한다. 안쪽으로 들어오는 리드선과 바깥쪽으로 나가는 리드선, 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 계통은 공진 모드(예, $\lambda/4$, $\lambda/2$ 개방 또는 접지 다이폴)로 가정한다. 그리고 접지 기준면에 대해 150Ω 공통 모드 임피던스를 가지는 결합 및 감결합 장치로 표현된다. 한 시험품은 2개의 150Ω 공통 모드 임피던스 연결부 사이에 시험품을 연결하여 시험한다. 하나는 무선주파수원을 제공하는 것이고 다른 하나는 전류의 귀로를 제공하는 것이다.

이 시험방법은 시험품에 RF 송신기에서 의도적으로 발생하는 전자계와 같도록 모의실험된 방해원을 가한다. 이 방해 전자계(E, H)는 그림 2a)와 같이 시험 설치에 의해 발생된 전압과 전류로부터 생기는 근방계 전자계로 근사된다.

모든 다른 케이블은 영향을 받지 않는 상태(non-excited)로 두고 방해 신호를 하나의 케이블에 인가하는 결합 및 감결합 장치의 사용은 다른 진폭과 위상 범위에서 모든 케이블에 동시에 방해원이 영향을 미치는 실제 상황을 오직 근사화(, approximate)할 수 있다[그림 2b) 참조].

결합 및 감결합 장치는 6.2에 주어진 특성으로 정의된다. 이러한 특성을 만족시키는 결합 및 감결합 장치는 사용될 수 있다. 부록 D의 결합 및 감결합 회로망은 다만 상업적으로 이용 가능한 회로

망의 예이다.

5. 시험 레벨

9 kHz ~ 150 kHz 주파수 대역에서 의도적으로 RF 송신기에서 발생된 전자계에 의해 유도된 방해파 시험은 필요 없다.

표 1 - 시험 레벨

| 주파수 대역 150 kHz ~ 80 MHz | | |
|-------------------------|------------------------|------------|
| 등급 | 전압 레벨(e.m.f.) | |
| | U_0 dB(μV) | U_0 V |
| 1 | 120 | 1 |
| 2 | 130 | 3 |
| 3 | 140 | 10 |
| X ^a | 특별값 | |

^a X는 개방적인 레벨이다.

실효값(r.m.s.)으로 표현되는 무변조 방해 신호의 개방 회로 시험 레벨(e.m.f.)은 표 1에 주어진다. 시험 레벨은 결합장치의 시험품 포트에서 설정된다(6.4.1 참조). 기기의 시험에 대해, 이 신호는 실제의 방해 상태를 모의실험 하기 위해서 1 kHz 정현파로 80 % 진폭 변조된다. 효과적인 진폭 변조가 그림 4에 나타나 있다. 시험 레벨 선택에 대한 지침은 부록 C에 있다.

주 1) K 61000-4-3은 전기자기장의 방사 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(부록B 참조).

주 2) 제품위원회는 다른 변조 방법을 선택할 수 있다.

6. 시험 장비

6.1 시험 발생기

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

- 신호 발생기, G1 : 관련 주파수 대역을 포함하고, 1 kHz 정현파로 80 % 진폭 변조. RF 신호 발생기는 수동조정(예를 들어, 주파수, 진폭, 변조지수)이 가능해야 한다. 또는 RF 합성기 경우에는 주파수에 따라 주파수 간격과 유지 시간(dwell time)을 프로그래밍할 수 있어야 한다.
- 감쇠기, T1 : 방해 시험원 출력레벨을 제어하기 적절한 주파수 정격(전형적으로 0 dB...40 dB). T1은 RF 발생기에 포함될 수 있으며 이는 선택적이다.
- RF 스위치, S1 : S1에 의해 방해시험신호는 시험품의 내성을 시험할 때 켜지고 꺼 질수 있다. S1은 RF 발생기에 포함될 수 있으며 이는 선택적이다.
- 광대역 전력 증폭기, PA : RF 발생기의 출력 전력이 충분치 않을 때, 신호를 증폭하기 위해 필요하다.

- 저역 통과 필터(LPF) 그리고/또는 고역 통과 필터(HPF) : RF 수신기와 같은 몇몇 형태 시험품의 고조파(높은 차수, 또는 부)에 의해 기인한 장애를 피하기 위하여 필요할 수 있다. 필요할 때, 그것들은 광대역증폭기(PA)와 감쇠기(T2) 사이에 삽입되어야 한다.
- 감쇠기, T2 : 충분한 전력 정격(고정감쇠기 ≥ 6 dB, $Z_0 = 50 \Omega$). 전력 증폭기로부터 회로망으로의 부정합을 줄이기 위해서 제공된다.

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

시험 발생기의 특성은 표 2에 주어진다.

표2 - 시험 발생기의 특성

| | |
|----------|--|
| 출력 임피던스 | 50 Ω |
| 고조파 및 왜곡 | 모든 스퓨리어스 스펙트럼선은 반송파 레벨에서 적어도 15 dB 이하이어야 한다. |
| 진폭 변조 | 내부 또는 외부, (80 \pm 5) % 깊이 1 kHz \pm 10 % 정현파 |
| 출력 레벨 | 시험 레벨을 포함할 정도로 충분히 높다(부록 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.

우선시 되는 결합 및 감결합 장치는 CDN 장치이다.(보조기기(AE)의 보호와 시험 재현성 이유로) 그러나 만약 우선권이 있는 결합 감결합이 적당하지 않거나 이용가능하지 않다면 다른 주입 방법이 사용될 수 있다. 적당한 주입방법을 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 $\Omega \pm 20 \Omega$ | 150 Ω^{+60}_{-45} |

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

주 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 감결합회로를 포함하고 특수한 비차폐 케이블(예를 들어 CDN-M1, CDN-M2, CDN-T2, CDN-T4, CDN-AF-2)에 사용될 수 있다. 부록 D를 참조.결합 및 감결합 회로망의 일반적 개념은 그림 5c 그리고 그림 5d에 나타나 있다. 회로망은 기능적 신호들에 과도한 영향을 주지 않아야 한다. 그러한 영향에 대한 제한이 제품 규격에 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 ≥ 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(부록 D 참조)을 이용한 공급 선로에 결합되어야 한다. 유사한 회로망이 3상 전원 시스템에 정의될 수 있다. 결합 회로는 그림 5c에 나타나 있다.

CDN의 성능은 시험품에 의해 취해진 전류에 의한 자성 물질의 포화에 의하여 과도하게 성능저하가 발생하면 안 된다. 가능하다면 회로망 설계는 순방향 전류의 자계 효과가 되돌아오는 전류에 의해 상쇄되는 것을 보장해야 한다.

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

만약 시험품이 다른 접지 단자를 가지고 있으면(예를 들어, RF 목적 또는 높은 누설 전류용으로) 그것들은 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 CDN내에 사용되는 캐패시터는 활전부이다. 그 결과 큰 누설전류가 발생할 수 있어 접지 기준면에 대한 CDN의 안전한 접속은 의무적이다.(어떤 경우에 이 접속은 CDN의 설치에 의해 제공될 수도 있다.)

6.2.1.2 비차폐된 평형 선로에서의 결합 및 감결합

비차폐된 평형 선로 케이블에 결합 및 감결합 방해 신호를 위해 CDN-T2, CDN-T4, CDN-T8 이 결합 및 감결합 회로망으로 쓰일 수 있다. 그림 D.4, 그림 D.5, 그림 D.6은 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

주) 6.2의 요건을 만족시키고 의도한 주파수 범위에 적합하다면 다른 CDN-Tx-회로망이 쓰일 수 있다. 예를 들면 CDN의 차동모드에서 공통모드로의 변환 비율은 설치된 케이블이나 케이블에 연결된 장비에 명시된 변환 비율보다 큰 값을 가져야만 한다. 케이블과 장비에 대해서 다른 변환 비율이 명시되어 있다면 더 작은 값이 적용될 수 있다. 종종 클램프 주입 요구는 적절한 CDN을 적용 할 수 없기 때문에 다중-쌍 평형 케이블에 적용된다.

6.2.1.3 비차폐된 불평형 선로에 있어서 결합 및 감결합

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

주) 적합한 CDN을 이용할 수 없다면, 클램프 주입을 사용하여야 한다.

6.2.2 클램프 주입 장치

클램프 주입 장치로 결합과 감결합 기능이 분리된다. 결합은 클램프-온(clamp-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 7.3에 나와 있다.

EEM 클램프나 전류 클램프가 7.3에서 주어진 제한을 따르지 않고 쓰일 때 7.4에 정의된 과정을 따라야 한다. 이 과정에서 유도 전압은 6.4.1에서 설명된 것과 같은 방식으로 된다. 게다가 그에 따른 전류도 모니터링 되고 수정되어야 한다. 이 과정에서 낮은 공통모드 임피던스가 사용될 수 있다. 그러나 공통모드 전류는 150Ω 소스로부터 흐를 때의 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 Ω에 비해서 무시될 수 있다. 이 경우에 시험 발생기의 출력 임피던스(50 Ω)는 2 Ω으로 변환된다. 다른 권선비율 역시 사용할 수 있다(부록 A 참조).

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

주 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 부록 A에 나와 있다.

6.2.3 직접 주입 장치

시험 발생기에서 오는 방해 신호를 100Ω 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.

주) 박(foil) 차폐물에 직접 연결할 때는 신뢰할 수 있는 시험 결과를 얻을 수 있도록 잘 연결하는 데 주의해야 한다.

어떤 간단한 차폐 케이블 구성에서, 감결합 회로는 100Ω 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 $280 \mu\text{H}$ 의 인덕턴스가 요구된다. 리액턴스는 26 MHz까지는 260Ω 이상으로, 26 MHz 이상에서는 150Ω 이상으로 높아야 한다. 페라이트 토로이드에 많은 권선을 감거나[그림 5d 참조] 케이블에 걸쳐 많은 페라이트 토로이드를 사용함으로써(보통 클램프-온 튜브) 인덕턴스를 얻을 수 있다.

부록 D에서 규정한 결합/감결합 회로망(CDN)은 이 규격에서 달리 규정하지 않는 한 RF 입력 포트가 무부하 상태인 감결합 회로망으로 사용할 수 있다. 이 방식으로 결합/감결합 회로망(CDN)을 사용할 때 결합/감결합 회로망(CDN)은 이 항의 요구사항을 충족해야 한다.

감결합 회로망은 시험품과/또는 보조 기기에 연결되어질 뿐만 아니라, 시험용으로 선정되지 않은 나머지 케이블 모두에 사용되어야 한다. 예외사항은 7.7을 참조한다.

6.3 결합과 감결합 장치의 시험품 단자에서 공통 모드 임피던스의 확인

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

결합, 감결합 장치와 임피던스 기준면[그림 7a]은 접지 기준면 위에 있어야 한다. 접지 기준면의 크기는 배치된 배열의 돌출부의 모든 면에서 크기가 적어도 0.2 m를 초과하여야 한다.

임피던스 기준면은 그림 7a에 나타낸 대로 30 mm 이하로 CDN의 시험품(EUT) 포트에 연결해야 한다. 임피던스 기준면 커넥터에서 보여지는 공통 모드 임피던스의 크기는 측정하여야 한다.

입력 단자는 50 Ω 이하로 중단되고 보조기기(AE)의 포트에는 그림 7b에 보여진 것처럼 공통모드에서 단락 회로와 개방 회로 조건에서 순차적으로 적용하는 한편 결합과 감결합 회로망은 6.2에 있는 표3의 임피던스 요건을 만족시켜야만 한다. 이 요건은 충분한 감쇠를 보증하고 개방 또는 단락된 상태에서 보조기기들로의 입력이 무의미하게 되는 배치를 만든다

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 대 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 대 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 시험 장치의 계획된 구조물 보다 적어도 0.2 m를 초과하여야 한다. 삽입 손실은 그림 7c의 원칙에 따라서 시험한다. 삽입 손실값은 (9.5 ± 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(≤ 1.2)를 가진 감쇠기가 권장된다.

6.4 시험 발생기의 설치

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

경고 측정 장비의 파괴나 단락 회로 조건을 피하기 위해서 시험 발생기의 설치 동안 필요한 것(그림 8 참조) 이외의 결합, 감결합 장치들의 시험품과 보조기기의 모든 연결을 끊어야 한다.

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

시험발생기의 출력 레벨은 시험 장비의 안정성이 보장되는 한 증폭기의 출력전력을 측정하거나 RF발생기의 출력을 측정함으로써 결정될 수 있다.

올바른 출력 레벨은 시험품에 적용되는 모든 시험주파수에 대해 결정되어야 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 대 50 Ω 어댑터를 통하여 50 Ω의 입력 임피던스를 가지는 측정 기기에 연결되어야 한다. 공통 모드에서 보조 기기 단자에는 50 Ω으로 중단된 150 Ω 대 50 Ω 어댑터를 연결한다. 모든 결합 및 감결합 장치에 대한 설치가 그림 8에 주어진다.

주 1) 직접 주입에서 차폐면이 보조 기기 포트쪽에서 접지 기준면에 연결될 때, 보조 기기 포트에서 150 Ω

부하는 요구되지 않는다.

위에 언급한 설치를 사용하여 시험 발생기는 측정 장비에서 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)은 시험 동안 기록되고 사용되어야 한다.

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

주 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 50Ω 시험 기기로 종단된 150Ω 대 50Ω 어댑터에 의해 발생된다.

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

만약 기기가 패널이나 랙, 캐비닛에 부착하도록 설계되었다면, 이러한 구조에서 기기를 시험해야 한다. 이러한 방법이 테스트 샘플을 지지하기 위해 요구된다면, 그러한 지지대는 비금속성, 비전도성 물질로 구성되어야 한다. 기기의 접지는 제조자의 설치 설명서와 일치하여야 한다.

결합 그리고/또는 감결합 장치가 요구된다면, 이 장치들은 시험품(EUT)으로부터 0.1 m 에서 0.3 m 사이에 위치하여야 한다. 이 거리는 결합 그리고/또는 감결합장치의 기준 접지면 위의 시험품(EUT)의 투영으로부터 수평으로 측정된 거리이다. 그림 6, 9, 10 참조. 부속항 7.1에서 7.7에 더 상세한 정보를 다룬다.

7.1 주입 방법과 시험 지점의 선택에 대한 규칙

결합 및 감결합 장치들에 제공될 케이블의 형태와 수량을 선택할 때, 대표적 설치 조건의 물리적 형태 (예를 들면 가장 긴 케이블들의 알맞은 길이)가 고려되어야 한다.

모든 시험에서 시험품과 보조 기기(사용 중인 결합/감결합 회로망(CDN)의 내부 케이블 포함) 사이의 총 케이블 길이는 시험품 제조자가 규정한 최대 길이를 초과하지 않아야 한다.

7.1.1 주입 방법

그림 1은 주입 방법의 선택을 위한 규칙에 대해서 나타내고 있다.

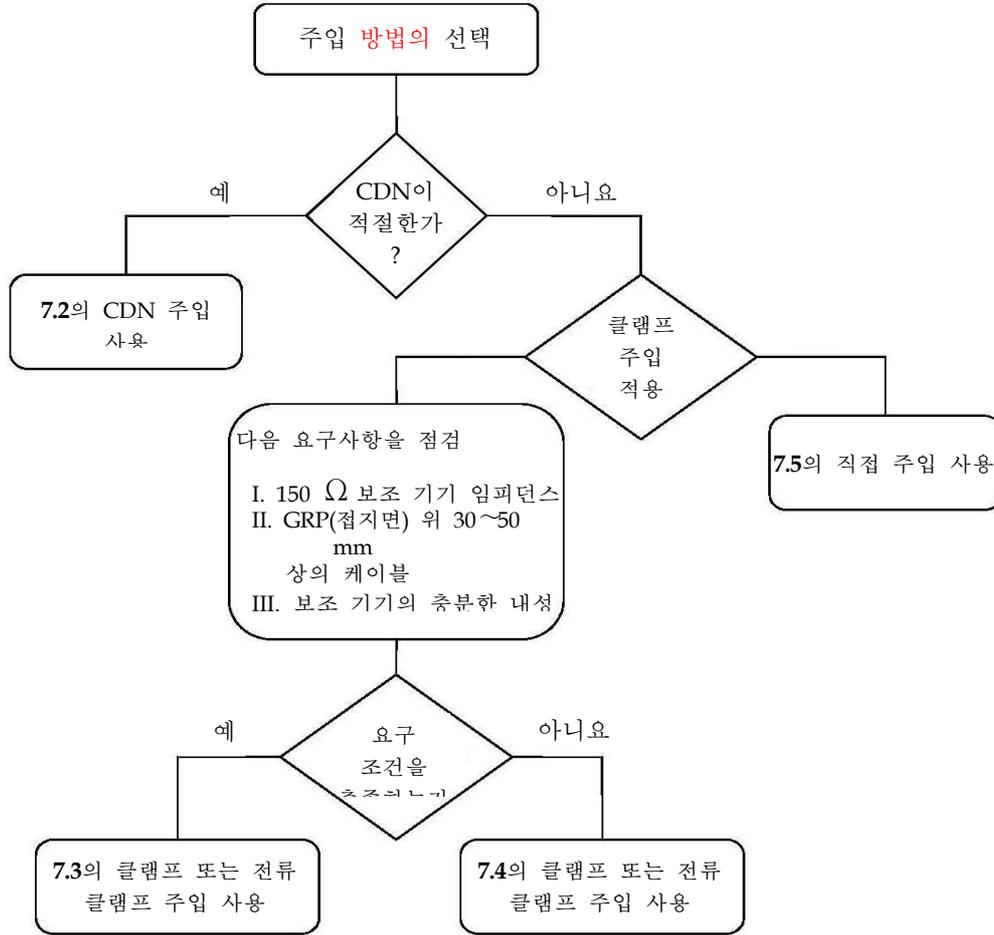


그림 1 - 주입 방법 선택을 위한 규칙

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

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

만약, 제품위원회가 어떤 특정한 종류의 결합 및 감결합 장치가 그 제품군에 연결되어있는 케이블에 더 적합하다고 결정하면 (기술적 토대위에서 입증된) 그 결정은 우선권을 가진다. 이러한 장치들은 제품 규격에 명시되어야 한다. CDN의 예들은 부록 D에 명시되어 있다.

7.1.2 시험 포트

어떤 하나의 시험에서 2 개의 150 Ω 회로망이 요구된다. 시험 신호 주입에 사용되는 회로망은 여러 개의 시험대상 포트를 옮겨가며 사용할 수 있다. 결합/감결합 회로망(CDN)을 포트에서 빼는 경우에는 감결합 회로망으로 대체할 수 있다.

만약 시험품(EUT)이 동일한 다중 포트를 가진다면(같은 입력 또는 출력 전자회로, 부하, 연결장비), 포트 중에서 최소한 하나는 포트의 여러 다른 형태가 커버되는 것을 보장하기 위해 선택하여 시험한다.

7.2 결합/감결합 회로망(CDN) 주입 적용 절차

결합/감결합 회로망(CDN) 주입을 사용할 때, 다음과 같은 측정이 수행되어야 한다.

- 보조기기가 접지면 위에 위치한다면, 접지면 위 0.1 m 상에 위치해야 한다.
- 하나의 결합과 감결합 장치는 시험되는 단자에 연결되고, 50 Ω종단을 가지는 결합과 감결합 장치는 다른 단자에 연결된다. 감결합 회로망들은 케이블이 접속되는 다른 모든 단자에서 설치되어진다. 이러한 방식에는 각 끝에서 150 Ω으로 종단되는 단지 하나의 루프가 있다.
- 종단되기 위한 결합과 감결합 장치는 다음 우선순위를 따라 선택된다.
 - 1) CDN-M1은 접지 단자 연결을 위해 사용
 - 2) CDN-Sn($n=1, 2, 3, \dots$)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)
- 만약 시험품이 단 하나의 포트만 있다면, 그 포트는 주입을 위해 사용되는 결합과 감결합 장치에 연결 된다.
- 만약 최소한 하나의 보조기기가 시험품과 연결되고 단 하나의 결합과 감결합 장치가 시험품과 연결될 수 있다면, 보조기기의 포트 중의 하나는 전술한 바와 같이 50 Ω으로 종단된 결합과 감결합 장치와 연결되어야 하고, 보조기기의 다른 연결들은 감결합 되어야 한다.

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

클램프 주입을 사용할 때, 보조기기 구성은 가능한 한 6.2에서 요구되는 공통모드 임피던스에 가깝게 나타나야 한다. 클램프 주입과 함께 사용되는 각각의 보조기기는 가능한 한 기능적 설치조건들을 만족하도록 해야 한다. 요구되는 공통모드 임피던스를 근사(, approximate)하게 하기 위해서 다음과 같은 측정이 수행되어야 한다.

- 클램프 주입과 함께 사용되는 각각의 보조기기는 접지면 위 0.1 m 상에 있는 절연 지지대 위에 위치해야 한다.
- 감결합 회로망은 시험 대상 케이블은 제외하고, 시험품과 보조 기기 사이의 각 케이블에 설치해야 한다.
- 시험품에 연결된 것을 제외하고, 각 보조기기에 연결된 모든 케이블은 감결합 회로망이 제공되어야 한다(6.2.4 과 그림 6 참조).
- 각 보조기기에 연결된 감결합 회로망은(시험품과 보조기기 사이의 케이블은 제외하고)보조기기로부터 0.3 m 이내에 있어야 한다. 보조기기와 감결합 회로망사이 또는 보조기기와 주입 클램프

프 사이의 케이블들은 묶음형태나, 감싸는 형태가 되어서도 안된다. 그리고 기준 접지면 위 30 mm와 50 mm 사이에 위치시켜야 한다.(그림 6)

- 시험되는 케이블의 한쪽 끝은 시험품(EUT)이다. 그리고 반대편 끝쪽은 보조기기(AE)다. 다중 결합/감결합 장치(CDNs)는 시험품과 보조기기를 연결할 수 있다; 그러나 시험품과 보조기기의 각각 단 하나의 결합과 감결합 장치는 50 Ω으로 중단되어야 한다. 결합/감결합장치(CDN)의 중단은 앞 7.2의 순서에 따라 선택 되어야 한다.
- 몇 개의 클램프가 사용될 때, 주입은 시험을 위해 선택되어진 각각의 케이블에 차례차례 실행 된다. 주입 클램프를 가지는 시험을 위해 선택되거나 실제로는 작동되지 않는 케이블은 6.2.4에 따라 감결합 해야 한다.

다른 모든 경우에 있어서는 7.4에 주어진 절차를 따른다.

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

클램프 주입을 사용할 때 그리고 공통모드 임피던스 요구조건들이 보조기기 측면에서 부합되지 못한 경우, 보조기기의 공통모드 임피던스는 시험품 포트의 공통모드 임피던스보다 작거나 같아야만 한다. 그러한 경우가 아니라면, 공진을 방지하고 이런 조건을 보호하기위해 측정은 보조기기에서 수행된다(예를 들어 보조기기와 접지면 사이에 150 Ω 저항 또는 CDN-M1을 사용함으로써).

- 클램프 주입을 사용한 각 보조 기기와 시험품은 가능한 한 기능상의 설치 조건을 만족해야 한다. 예를 들어 시험품은 접지 기준면에 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 성적서에 상세히 기록해야 한다.

7.5 직접 주입 절차

차폐된 케이블에 직접 주입이 사용될 때. 다음과 같은 측정이 수행되어야 한다.

- 시험품은 기준접지면 위 0.1 m 높이의 절연 지지대에 위치해야 한다.
- 시험 대상 케이블에서 감결합 회로망은 주입점과 보조기기 사이에 가능한 한 주입점에 가깝도록 위치 되어야 한다. 두 번째 단자는 150 Ω을 가진 부하를 걸어주어야 한다(50 Ω으로 종단을 가진 결합/감결합장치) 7.2에서 앞에서 서술한 내용을 따르도록 선택된다. 시험품에 접속되어 있는 다른 모든 케이블에 감결합 회로망이 설치되어야 한다(주입단자 개방시 결합/감결합 장치는 감결합 회로망으로 고려된다)
- 주입점은 접지 기준면에 있는 시험품의 기하 투영으로부터 0.1 m에서 0.3 m 사이에 위치해야 한다.

- 시험 신호는 100 Ω의 저항을 통과하는 케이블의 차폐에서 직접 주입 되어야 한다(6.2.3 참조).

주) 박(foil) 차폐체에 직접 연결할 경우, 신뢰할 수 있는 시험 결과를 산출해내는 확실한 연결을 보장하도록 하는 주의가 필요하다.

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 장치들로 삽입해야 한다(7.1.2 참조). 결합, 감결합 장치들은 기준 접지면상에 놓아야 하며, 시험품과 대략 0.1 m 내지 0.3 m 이격시켜 직접 연결한다. 결합, 감결합 장치들과 시험품 사이의 케이블들은 가능한 짧아야만 하고, 묶음형태나 감싸는 형태가 되어서는 안 된다. 케이블의 높이는 기준 접지면 위의 30 mm와 50 mm 사이가 되어야 한다.

만약, 시험품에 다른 접지단자가 있다면, 허락되는 범위 내에서 결합, 감결합 회로망 CDN-M1 (6.2.1.1참조)을 통해 접지 기준면과 연결되어야 한다.(즉, CDN-M1의 보조기기 단자는 접지 기준면에 연결된다.)

만약, 시험품에 키보드나 휴대형 보조기기가 있다면, 의사손은 키보드 위에 놓이거나 보조기기 주위로 감싸는 형태로 접지 기준면에 연결되어야 한다.

제품위원회의 명세서에 따른 시험품의 규정된 동작을 위해 요구되는 보조기기 예를 들어, 통신장비, 모뎀, 프린터, 센서 등과 모든 데이터전송과 기능의 평가를 보증하기 위해 필요한 보조 기기들은 결합, 감결합 장치를 통해 시험품에 연결되어야 한다. 그러나 가능한 시험되는 케이블의 수는 대표적인 기능들에 국한시킴으로써 제한되어야 한다. 물리적인 단자의 모든 형태는 주입에 따르도록 해야 한다.

7.7 다수의 장치로 구성된 시험품

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

- **우선의 방법** : 각각의 부수 장치(Sub-units)는 시험품으로서 분리되어 다루어지고 시험되어야 하며 (7.6 참조), 다른 모든 것은 보조기기로써 간주된다. 결합, 감결합 장치들은 시험품으로 간주된 부수장치들의 (7.1에 따라) 케이블 상에 위치해야 한다. 모든 부수장치들은 차례로 시험되어야 한다.

- **대체방법** : 부수 장치는 항상 짧은 케이블(≤ 1 m)로 연결되고, 시험되는 장비의 한 부분인 부수장치들은 하나의 시험품으로 간주할 수 있다. 전도 내성시험은 시스템 내부 케이블로 간주되는 상호 연결된 케이블에서 수행되지 않아야 한다.

그러한 시험품의 한 부분인 장치들은 접촉시키지 않고 근접하게 위치시켜야만 하고, 기준 접지면 0.1 m상에 절연체 지지대 위에 위치시켜야 한다. 이러한 장치들의 상호연결 케이블들 또한 절연체 지지대위에 놓여 있어야 한다. 중단되지 않은 결합, 감결합 장치 또는 감결합 장치는 시험품의 모든 다른 케이블 상에, 예를 들어, 전원 공급장치와 보조기기(7.1 참조)의 케이블 상에 위치시켜야 한다.

8. 시험 절차

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

국가 장해 규정은 시험 배치로부터 방사에 관해 적용되어야 한다. 만약 방사 에너지가 허용 레벨을 초과한다면 차폐실이 사용되어야 한다.

주 1) 일반적으로 이 시험은 잘 차폐된 방을 사용하지 않고도 수행 가능하다. 이것은 인가된 방해 레벨과 시험 배치의 기하학적 구조, 특히 저주파에서는 방사하는 에너지의 양이 그리 많지 않다고 볼 수 있기 때문이다.

시험은 각각의 결합장치(CDN, EM Clamp, Current injection probe)에 연결된 시험발생기를 가지고 수행되어야 하고, 시험되지 않는 다른 케이블들은 연결되지 않아야(기능적으로 허용될 때) 하거나 감결합 회로망이 제공되거나 중단되지 않은 결합 및 감결합장치들이 제공된다.

저역통과필터(LPF) 그리고 고역통과필터(HPF)는 시험품의 고조파(최고차 또는 부-)에 대한 영향을 방지하기 위해(예를들어, 100 kHz 차단 주파수) 시험발생기 출력 단에 요구된다. 저역통과 필터(LPF)의 대역차단특성은 결과에 어떠한 영향도 미치지 않도록 고조파를 충분히 억제해야 한다. 이러한 필터들은 시험레벨을 설정하기 전에 시험발생기 후단에 삽입하게 된다(6.1, 6.4.1항 참조).

주파수 대역은 150 kHz에서 80 MHz인데, 이때 설정하는 동안 결정되는 신호레벨을 사용하고 방해신호를 1 kHz 정현파로 80 % 진폭 변조하고, RF 신호레벨을 조정하거나 결합장치를 변경하는 것을 멈춘다. 이때 주파수가 커지면서 소인될 때는, 스텝크기는 진행된 주파수 값의 1%를 초과하지 않아야 한다.

각 주파수에서의 진폭변조 반송파(carrier)의 유지(dwell) 시간은 시험품이 반응하고 응답할 수 있는데 필요한 시간보다 적어서는 안되며, 0.5초 이상인 경우는 제외한다. 몇몇의 민감한 주파수(예를 들어 클럭 주파수)들은 개별적으로 분석해야 한다.

주 2) 주파수가 차례로 증가하는 동안에 발생하는 과도현상에 의해서 시험품이 방해를 받을 수 있기 때문에, 이러한 방해를 피할 수 있는 방법이 마련되어야 한다. 예를 들면, 주파수가 변경되기 이전에 방해 신호의 세기는 시험레벨 아래로 몇 dB 감소될 수 있다.

시험하는 동안 시험품을 완전히 구동하여야 하며, 선택된 모든 구동모드에 대해서 충분한 내성검사가 이루어져야 한다.

특별 구동 프로그램의 사용이 권장된다.

시험은 시험계획에 따라 수행되어야 한다.

시험계획의 몇 가지 측면을 고려하기 위해 몇몇의 연구적인 시험을 수행하는 것이 필요하다.

9. 시험 결과의 평가

시험 결과는 제품 제조자나 시험 요청자가 규정한 또는 제조자 및 제품의 구매자가 합의한 성능

레벨과 비교하여 시험품의 기능 손실 또는 성능저하의 용어로 분류되어야 한다. 권고되는 분류는 다음과 같다:

- a) 제조자, 요청자 또는 구매자가 규정한 한계값 내에서 정상 성능
- b) 방해가 중단된 후 중단되는 일시적인 기능의 상실 또는 성능 저하, 그리고 시험품은 조작자의 간섭 없이 정상 성능을 회복한다.
- c) 일시적인 기능의 상실 또는 성능 저하, 조작자의 간섭이 필요한 수정
- d) 하드웨어나 소프트웨어의 손상 또는 데이터의 상실로 인한 회복할 수 없는 기능 상실 또는 성능 저하

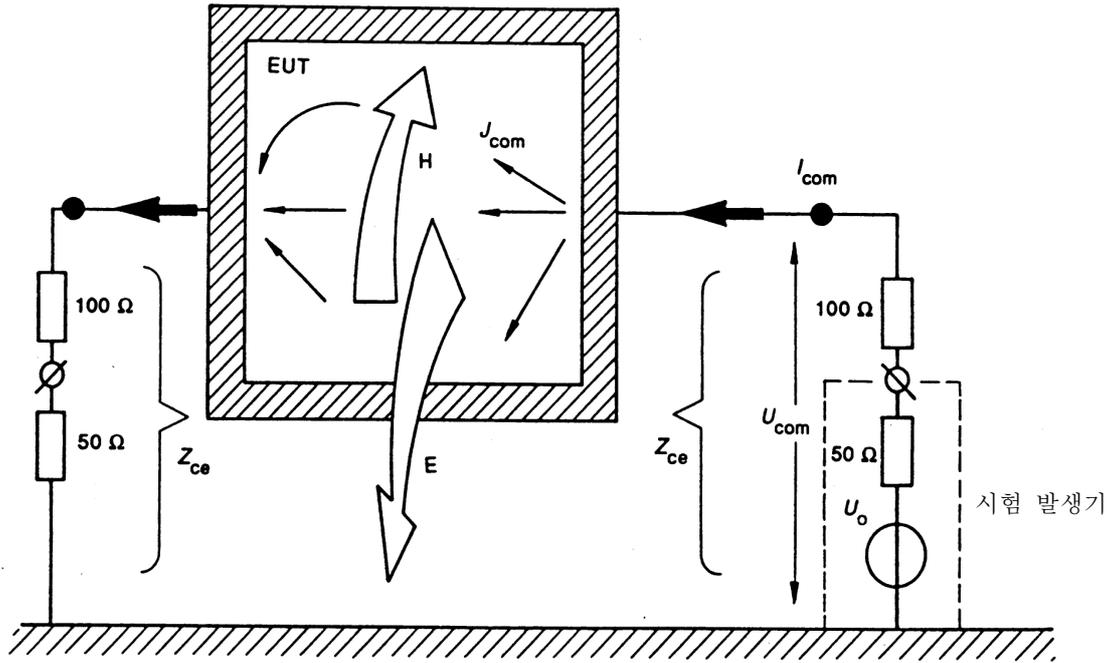
제조자 사양에서 시험품에 대한 시험 결과가 중요하지 않다고 규정된 경우, 인정될 수 있다.

이와 같은 분류는 일반규격, 제품규격, 제품군 규격에 대하여 책임 있는 위원회에 의해 성능 판정을 공식화하는데 지침으로서 또는 예를 들어 일반규격, 제품규격, 제품군 규격이 존재하지 않는 경우 제조자와 구매자 사이에 성능 판정에 관한 합의를 위한 기초로서 사용될 수도 있다.

10. 시험 성적서

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

- 시험품과 관련 보조기기에 대한 정보, 예를 들어 회사명, 제품명, 고유 번호
- 시험품의 크기
- 시험품의 대표적인 작동 조건들
- 시험되는 시험품이 단일장치인지, 다중장치인지
- 연결되는 케이블(길이를 포함한)의 형태 및 그것들을 연결하기 위한 시험품의 접촉 단자
- 적합성을 위해 요구되는 사용상의 특정조건(예를 들어 케이블 길이, 또는 종류, 차폐 또는 접지, 또는 시험품의 동작조건들)
- 필요하다면 시험품의 회복시간
- 사용되는 시험설비의 형태와 시험품, 보조기기, 결합과 감결합 장치의 위치
- 시험장비의 정보, 예를 들면 제조자, 제품형식, 제조 번호
- 결합, 감결합 장치에 사용되는 각 케이블과 그것들의 내부 케이블 길이
- 주입 단자를 위해 감결합 장치는 50 옴으로 중단되는 것을 명시
- 시험품의 작동방법에 대한 기술
- 시험을 실시하는데 필요한 특정 조건;
- 시험 적용시의 주파수 범위
- 주파수의 소인(sweep) 속도와 유지(dwell) 시간과 주파수 간격
- 인가되는 시험레벨
- 제조자, 요청자 또는 구매자가 규정한 성능 레벨
- 일반규격, 제품규격, 제품군 규격에서 명시된 성능 판정;
- 시험 방해신호를 적용하는 동안 또는 적용 후에 그리고 이러한 영향이 지속되는 동안에 관찰된 시험품상에서의 영향;
- (일반규격, 제품규격 또는 제품군 규격에서 명시되거나 또는 제조자와 구매자 사이에 합의된 성능 기준에 기초한) 합격/불합격 결정을 위한 타당성;



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

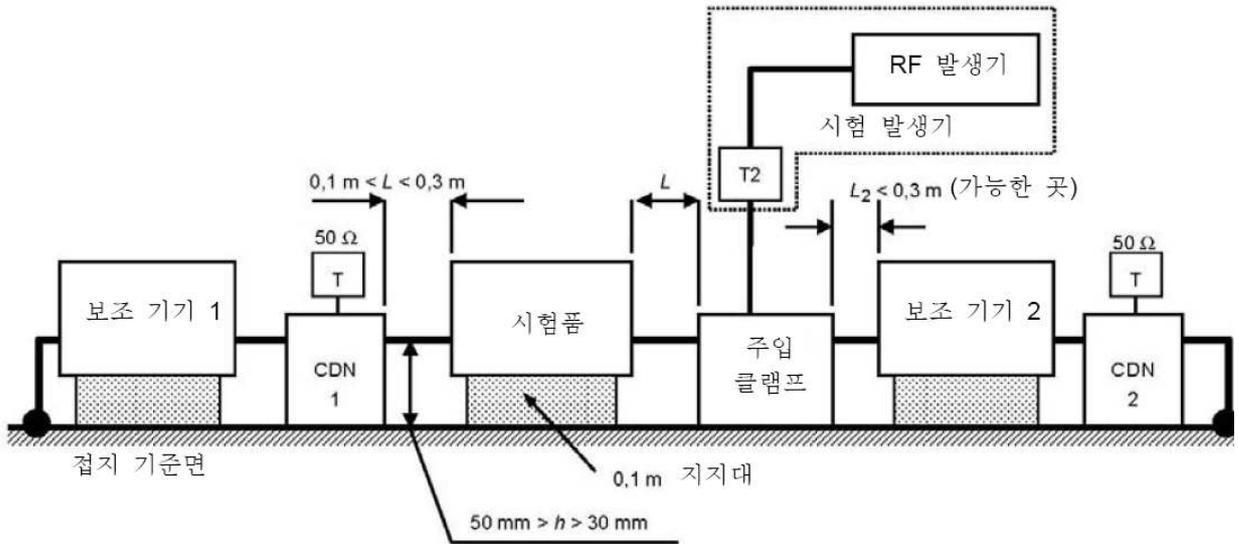
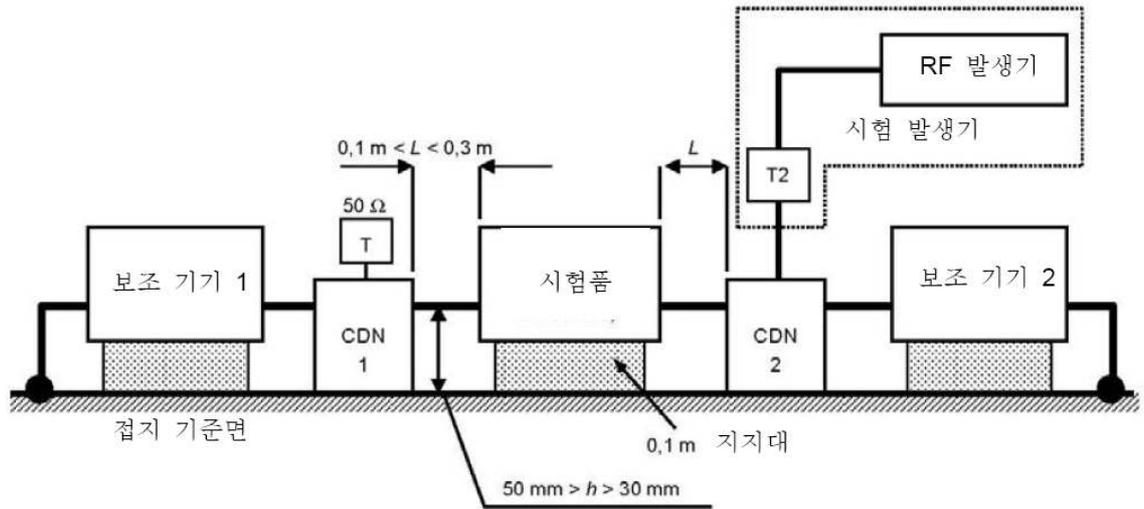
J_{com} 도체면상의 전류 밀도 또는 시험품의 다른 도체상의 전류

E, H 전기장과 자기장

EUT 시험품

주) 100Ω 저항은 결합/감결합 회로망에 포함된다. 왼쪽 입력부는 (수동) 50Ω 부하로, 오른쪽 입력부는 시험 발생기의 소스 임피던스로 부하를 받는다.

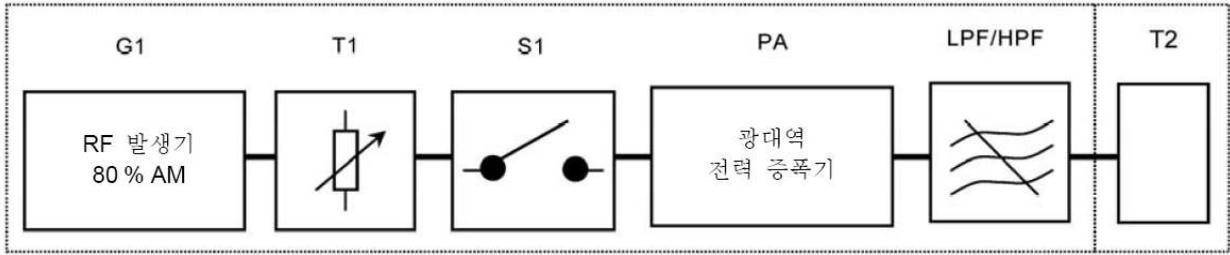
그림 2a - 케이블상의 공통 모드 전류로 인한 시험품 근방의 전기자기장(EM fields)을 보여주는 그림



- 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 개략적인 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

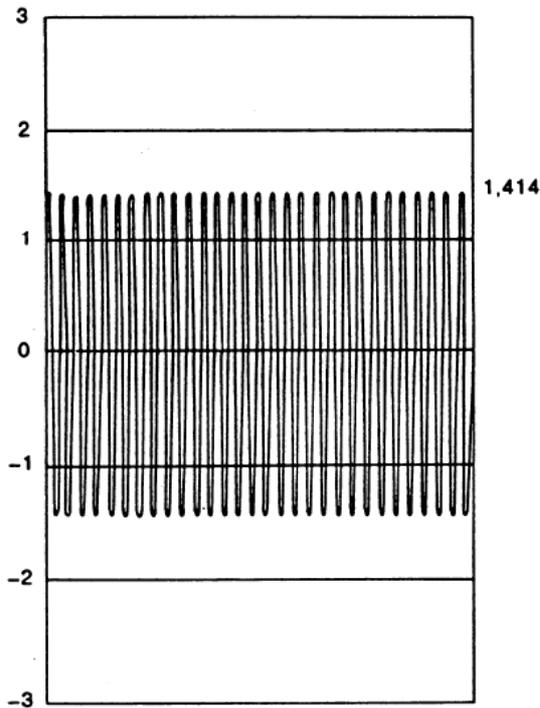


그림 4a - 무변조 RF 신호
 $U_{pp} = 2.82 \text{ V}$, $U_{rms} = 1.00 \text{ V}$

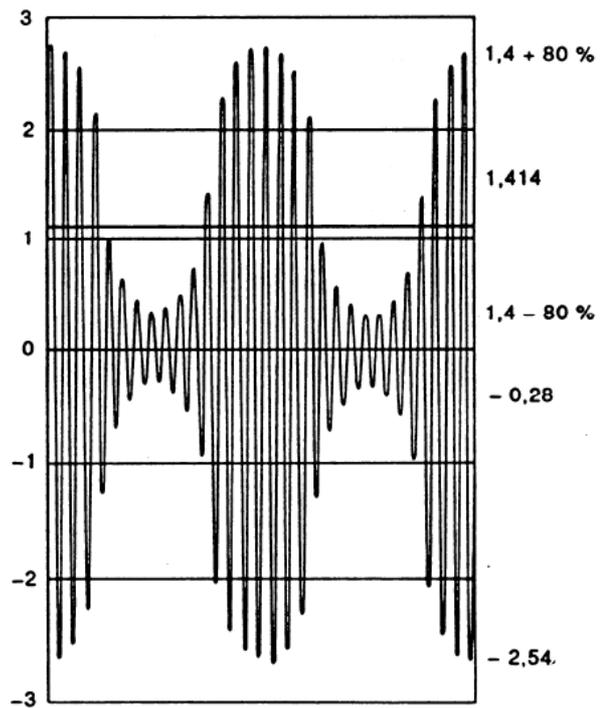


그림 4b - 변조 RF 신호 80 % AM
 $U_{pp} = 5.09 \text{ V}$, $U_{rms} = 1.12 \text{ V}$

그림 4 - 시험 레벨 1에 대한 결합 장치의 시험품 포트에서의 개방 회로 파형

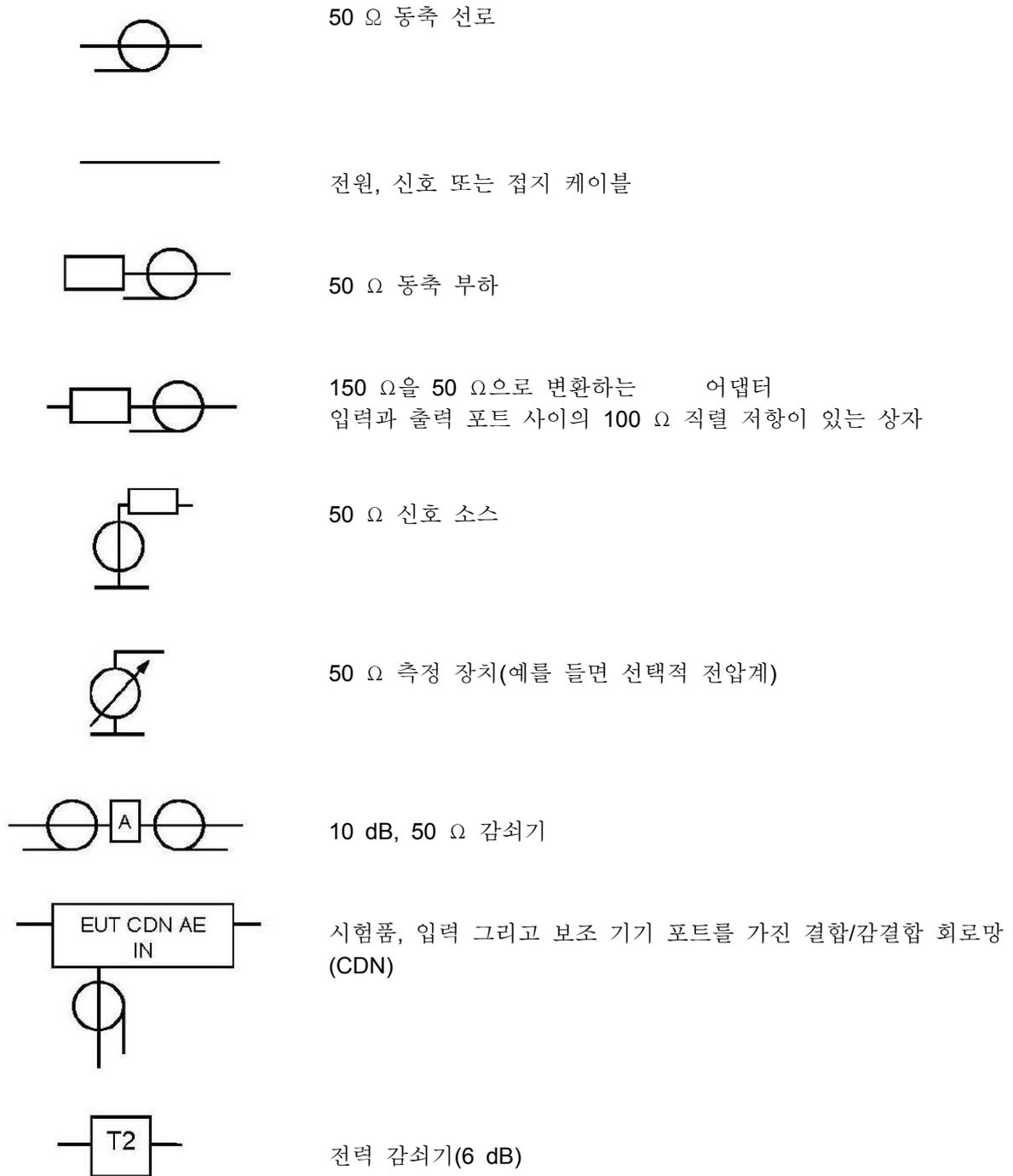


그림 5a - 배치 원리에 사용되는 기호 목록

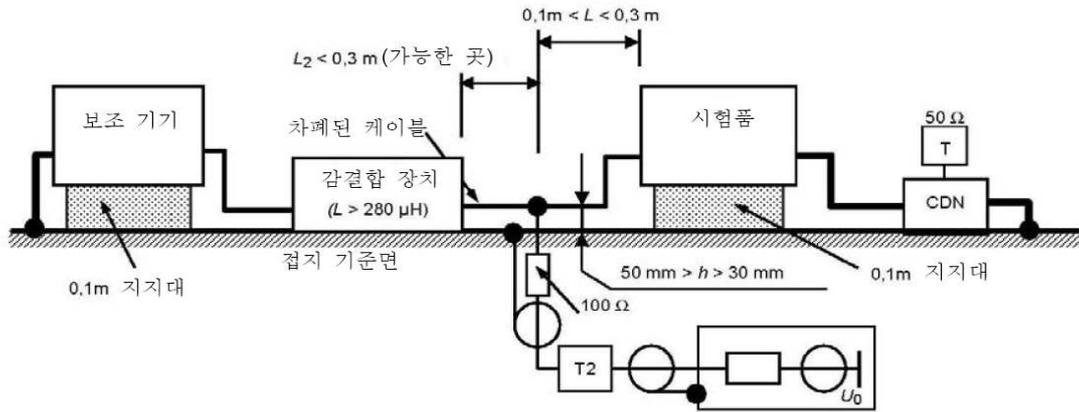


그림 5b - 차폐 케이블에 대한 직접 주입 원리

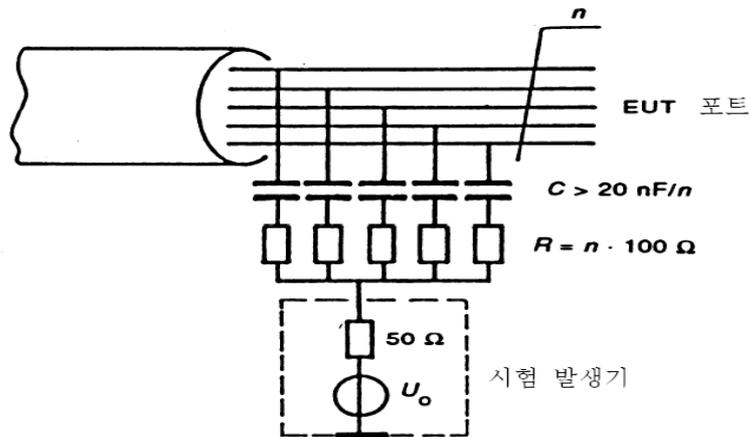
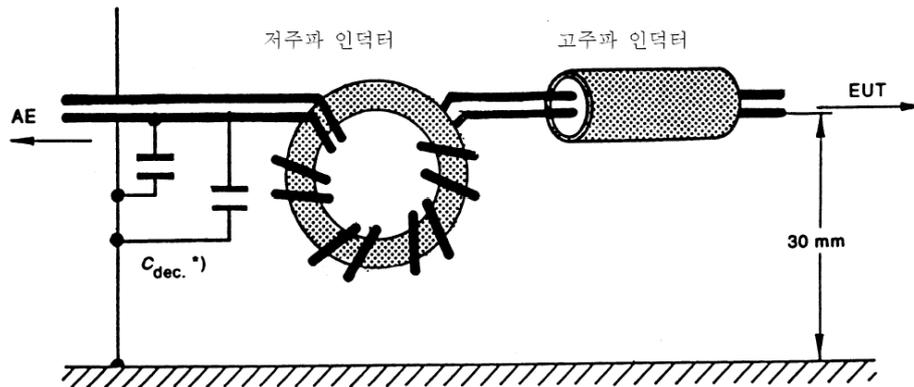


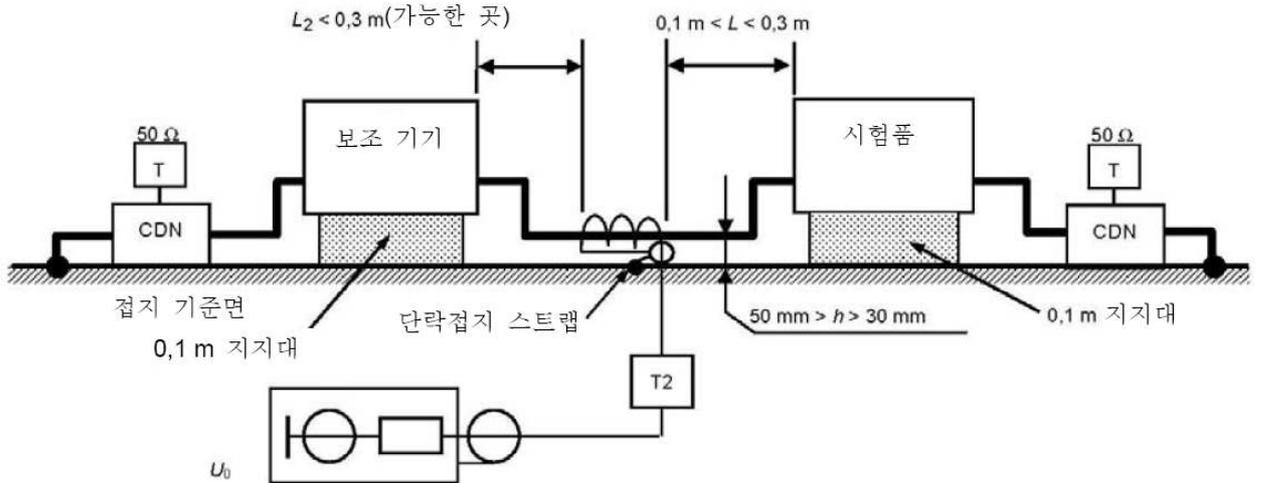
그림 5c - 비차폐 케이블에 대한 결합의 원리



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

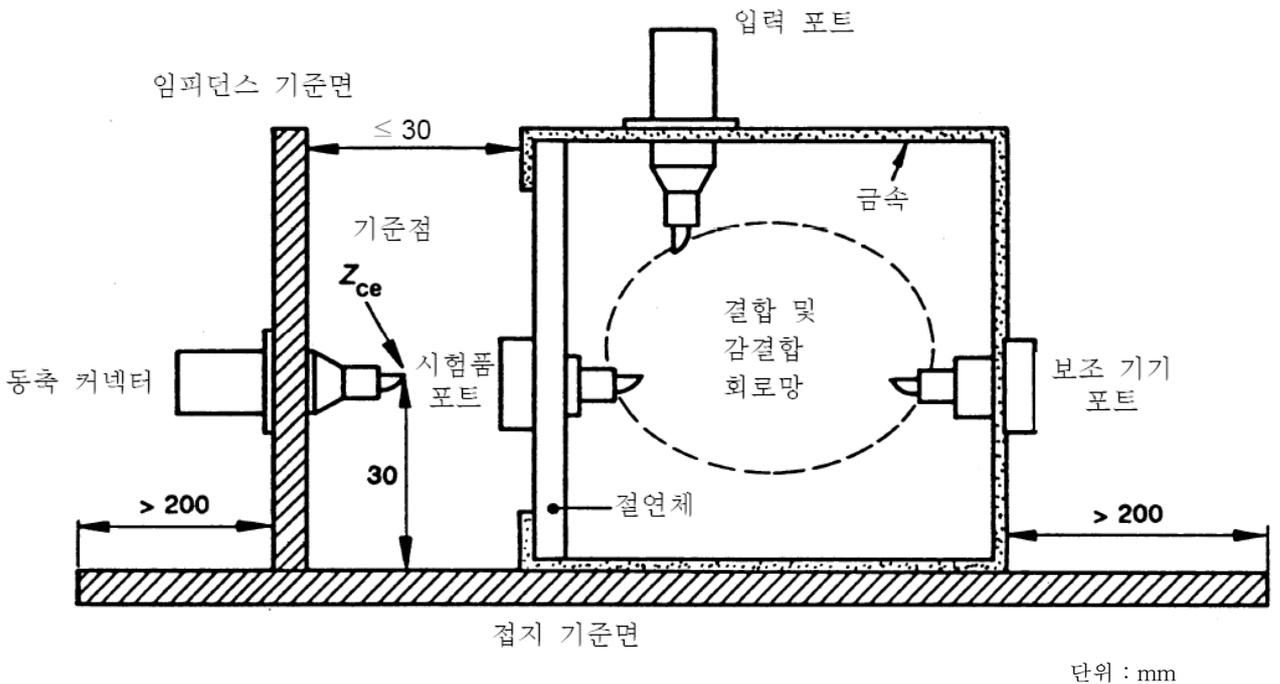
그림 5d - 감결합의 원리

그림 5 - 결합 및 감결합의 원리



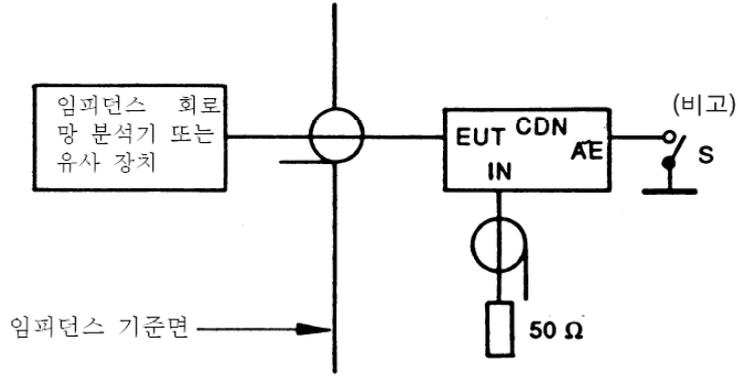
보조 기기에 연결되어 있는 결합/감결합 회로망(CDN), 예를 들어, 전용 접지 단자에 연결된 CDN-M1 또는 CDN-M3는 입력 단자에서 50 Ω으로 종단되어야 한다(7.4참조).

그림 6 - 클램프 주입 방식에 의한 결합 및 감결합 원리



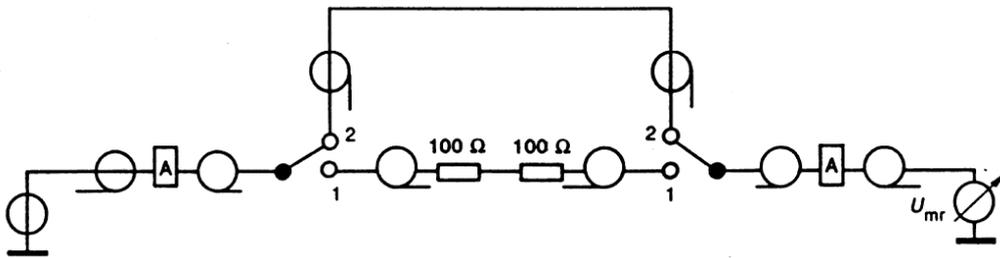
- 접지 기준면 : 결합과 감결합 장치 및 다른 구성품들의 돌출부 보다 최소 0.2 m를 초과해야 한다.
- 시험품 포트는 접지 기준면보다 30 mm 위에 있다.
- 임피던스 기준면(BNC 커넥터를 가진) : 0.1 m × 0.1 m
- 양쪽면은 구리, 황동 또는 알루미늄으로 구성되어야 하고 좋은 RF 접촉을 가져야 한다.

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



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

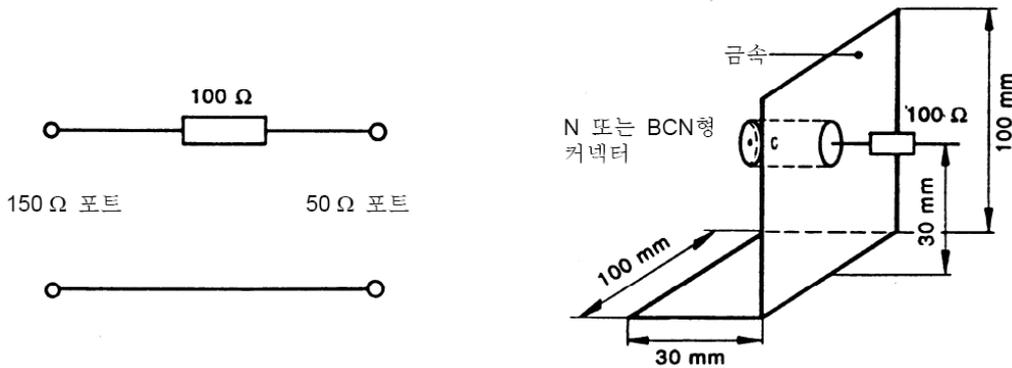
그림 7b - 결합 및 감결합 장치의 Z_{ce} 를 확인하기 위한 배치의 원리



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

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

그림 7c - 두개의 150 Ω 대 50 Ω 어댑터의 삽입 손실을 측정하기 위한 배치의 원리



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

주) 그림 7 a와 동일(임피던스 기준면), 그러나 100 Ω 저인덕턴스 저항이 추가 됨

그림 7d - 150 Ω 대 50 Ω 어댑터의 회로
어그램

그림 7e - 150 Ω 대 50 Ω 어댑터의 설치 다이
어그램

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

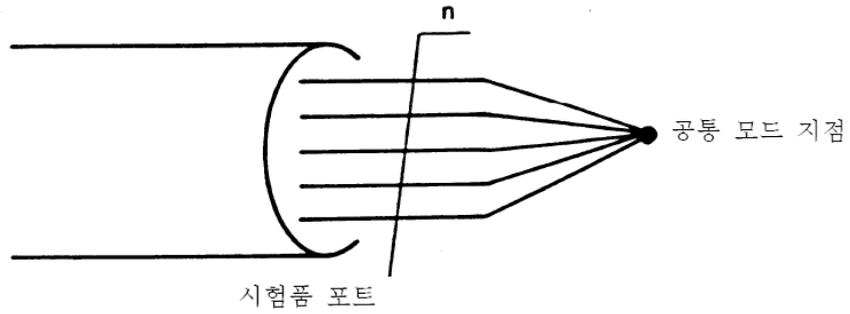


그림 8a - 비차폐된 케이블에서의 공통 모드 지점의 정의

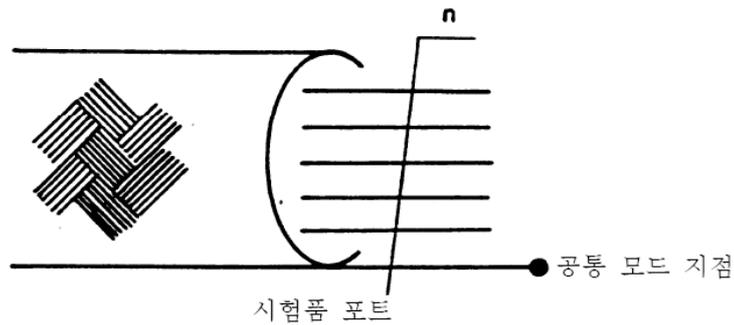
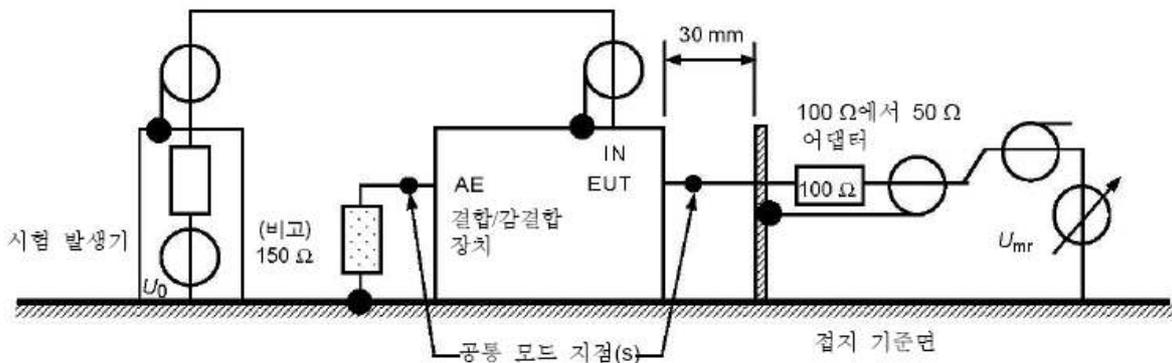


그림 8b - 차폐된 케이블에서의 공통 모드 지점의 정의



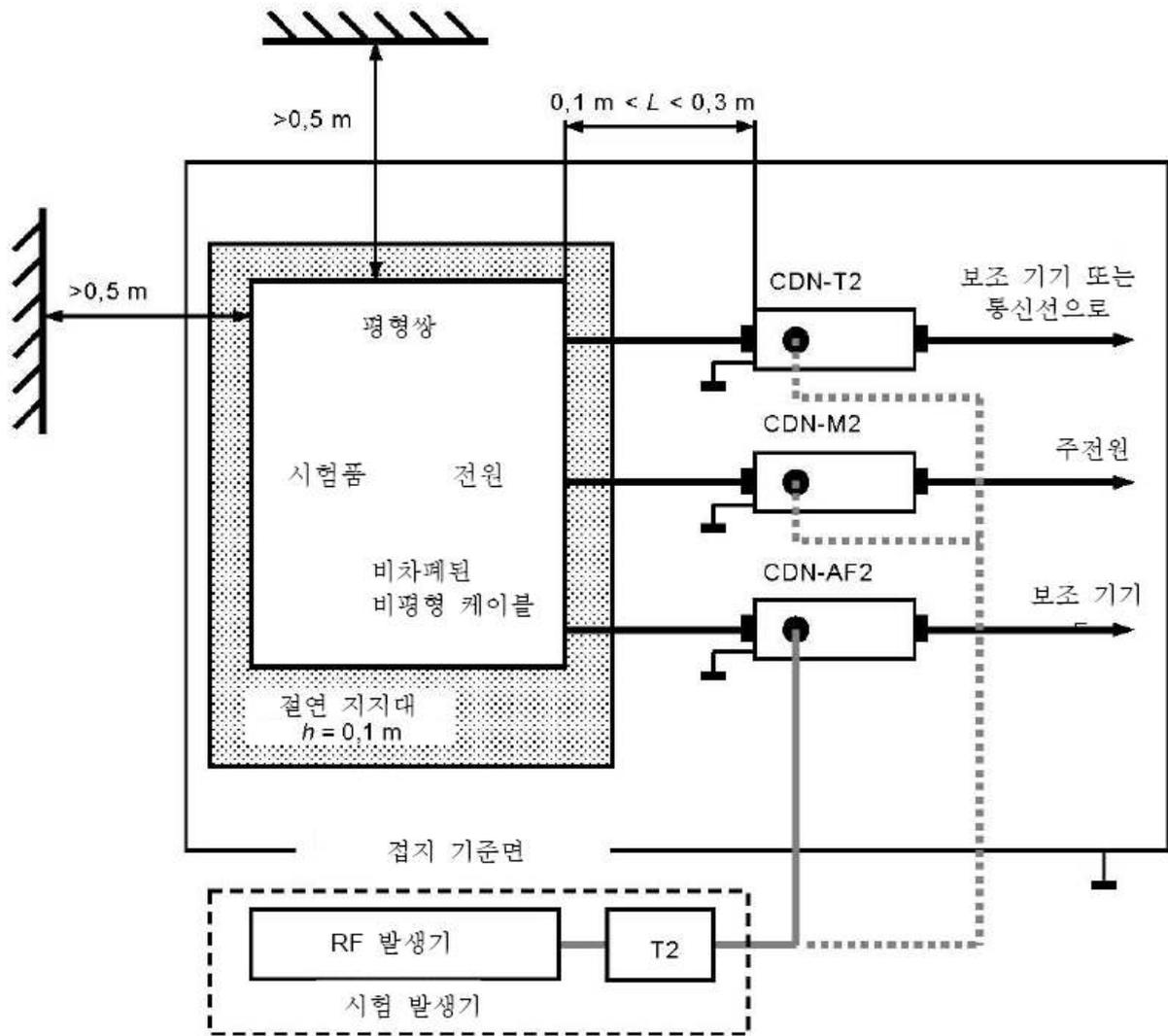
결합, 감결합 장치의 예 :

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

주) 보조기기 단자에서 150Ω 부하, 예를 들면, 50Ω 부하로 종결되는 150Ω 대 50Ω 변환 어댑터는 오직 비차폐된 케이블들에만 적용될 수 있다. (차폐된 케이블들은 보조기기 면에서 기준 접지면에 연결되어서 차폐된다.)

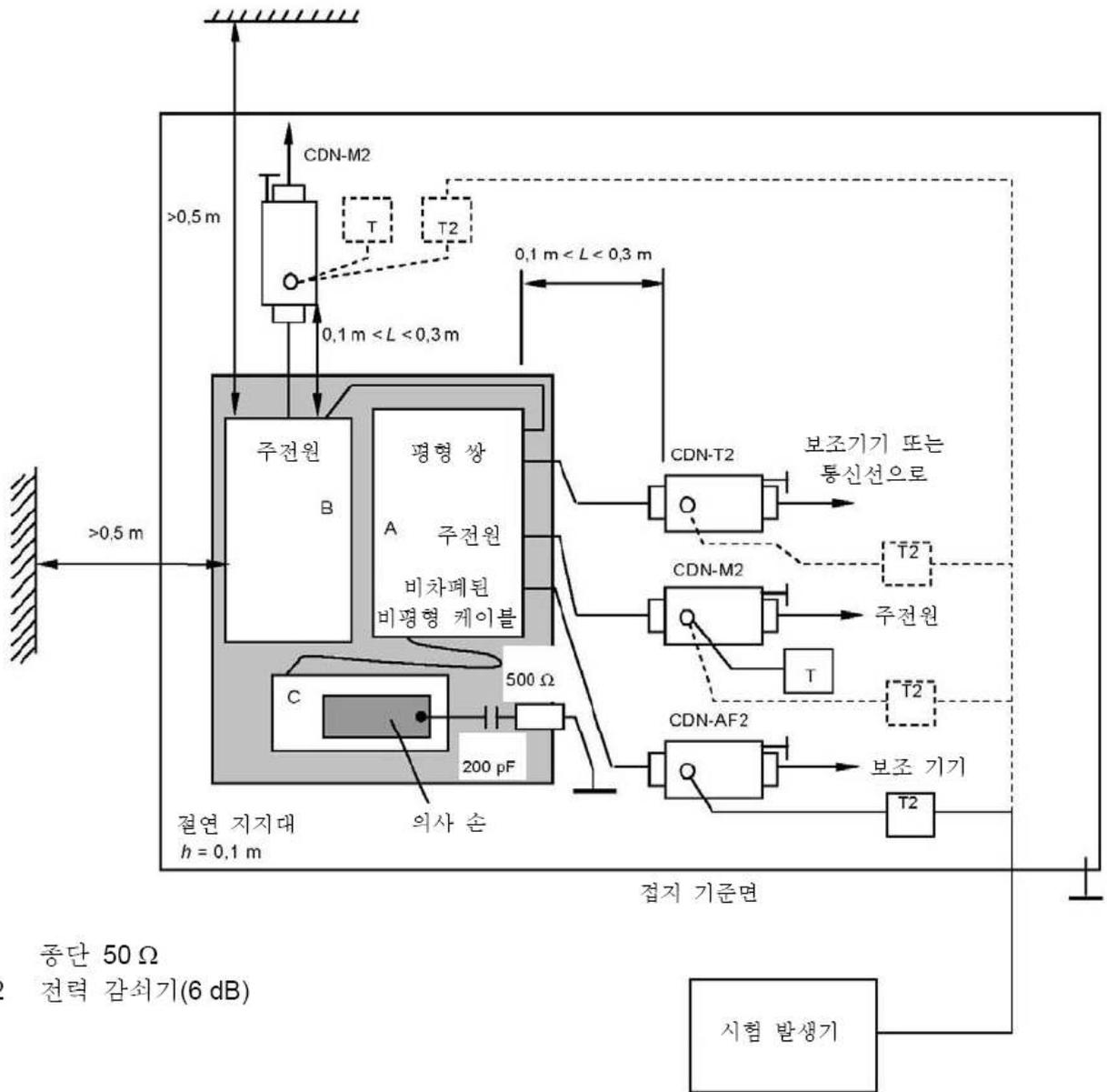
그림 8c - 결합, 감결합 장치의 시험품 포트에서의 레벨 설정을 위한 배치

그림 8 - 레벨 설정을 위한 배치(6.4.1 참조)



주) 어떠한 금속물로부터 시험품까지의 간격은 적어도 0.5 m가 되어야 한다.

그림 9 - 단일 장치 시험 배치의 예



어떠한 금속물로부터 시험품까지의 거리는 적어도 0.5 m가 되어야 한다.

한 개의 귀로만을 제공하면, 주입에 사용하지 않은 결합/감결합 회로망(CDN)들 중 한 개만 50 Ω 으로 종단시켜야 한다. 그 밖의 모든 CDN은 감결합 회로망으로 결합하여야 한다.

시험품에 속하는 상호 연결 케이블(≤ 1 m)은 절연 지지대 위에 있어야 한다.

그림 10 - 다중 장치 시험 배치의 예

부록 A

(규격)

클램프 주입에 관한 추가 정보

A.1 전류 주입 클램프

입력 포트에서 50Ω 부하에 의해 중단되고 설치된 전류 클램프를 가진 50Ω 시스템에서 시험될 때 시험 지그의 전송 손실은 1 dB를 초과하지 않아야 하는 것이 전류 클램프의 요구되는 성능이다. 레벨 설정 회로는 그림 A.1에 나와 있고 시험 지그의 그림은 그림 A.2에 나와 있다.

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

- 주입 클램프의 입력 포트에 연결된 케이블의 차폐면은 낮은 임피던스 연결로 시험 지그의 기준면에 연결되어야만 한다.
- 시험 지그의 한쪽은 50Ω 의 동축 부하로 다른 쪽은 관심 주파수 범위에 걸쳐 1.2보다 작은 VSWR을 가진 전력 감쇠기로 중단되어야 한다. 전력 감쇠기는 RF 전압 측정기의 50Ω 입력이나 RF 스펙트럼 분석기에 연결되어야 한다.
- 전압 레벨이 시험 지그 출력단에서 요구되는 시험레벨(U_0)보다 6dB 작은 값에 도달할 때까지 신호발생기의 출력 레벨은 증가되어야 한다. 6.4.1을 참조. 신호발생기의 출력 레벨은 각각의 주파수 스텝마다 기록되어야 한다.

A.2 EM 클램프

EM 클램프의 구조와 개념은 그림 A.3, 그림 A.4와 그림 A.5에 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 8에 지시된 것처럼 150Ω 환경에서 6.4.1에 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.6과 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 성적서에 기록되어야 한다

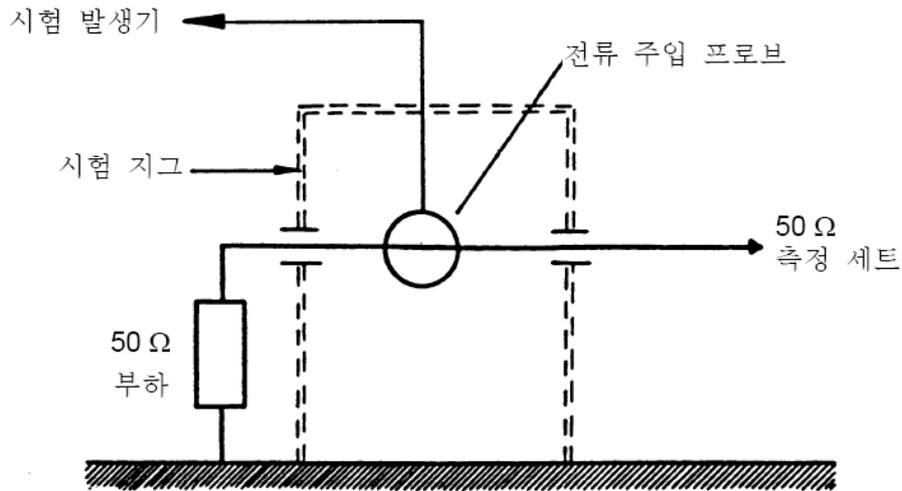
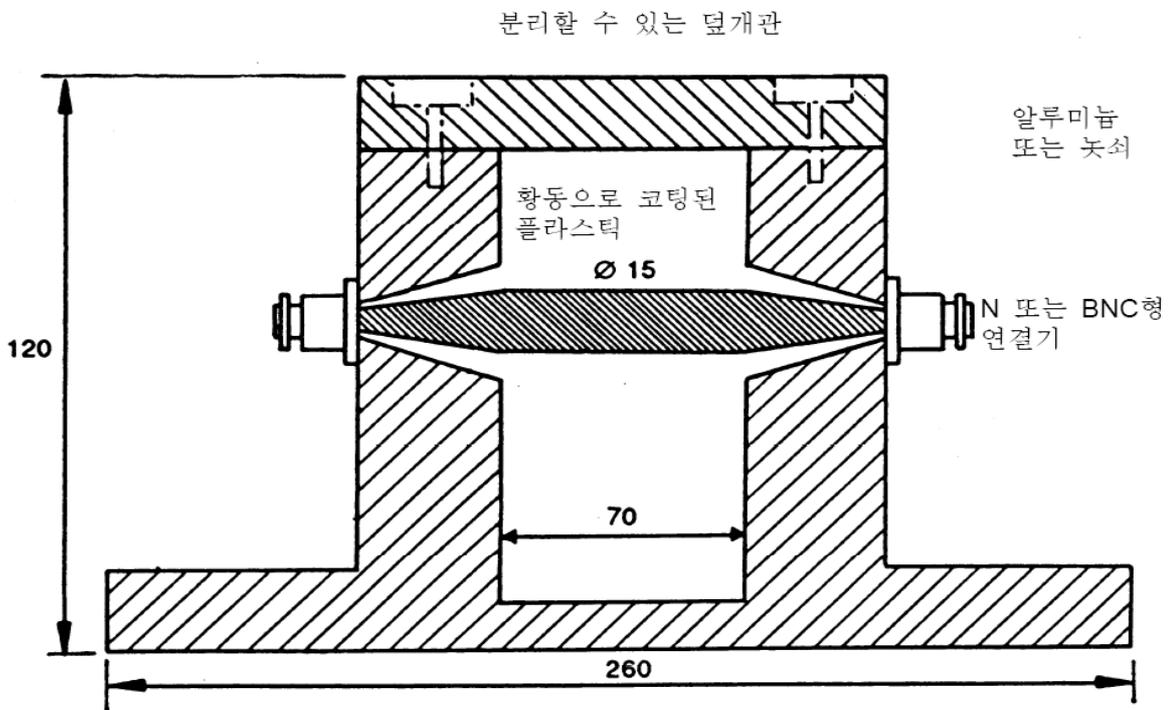


그림 A.1 - 50 Ω 시험 지그에서의 레벨 설정 배치를 위한 회로

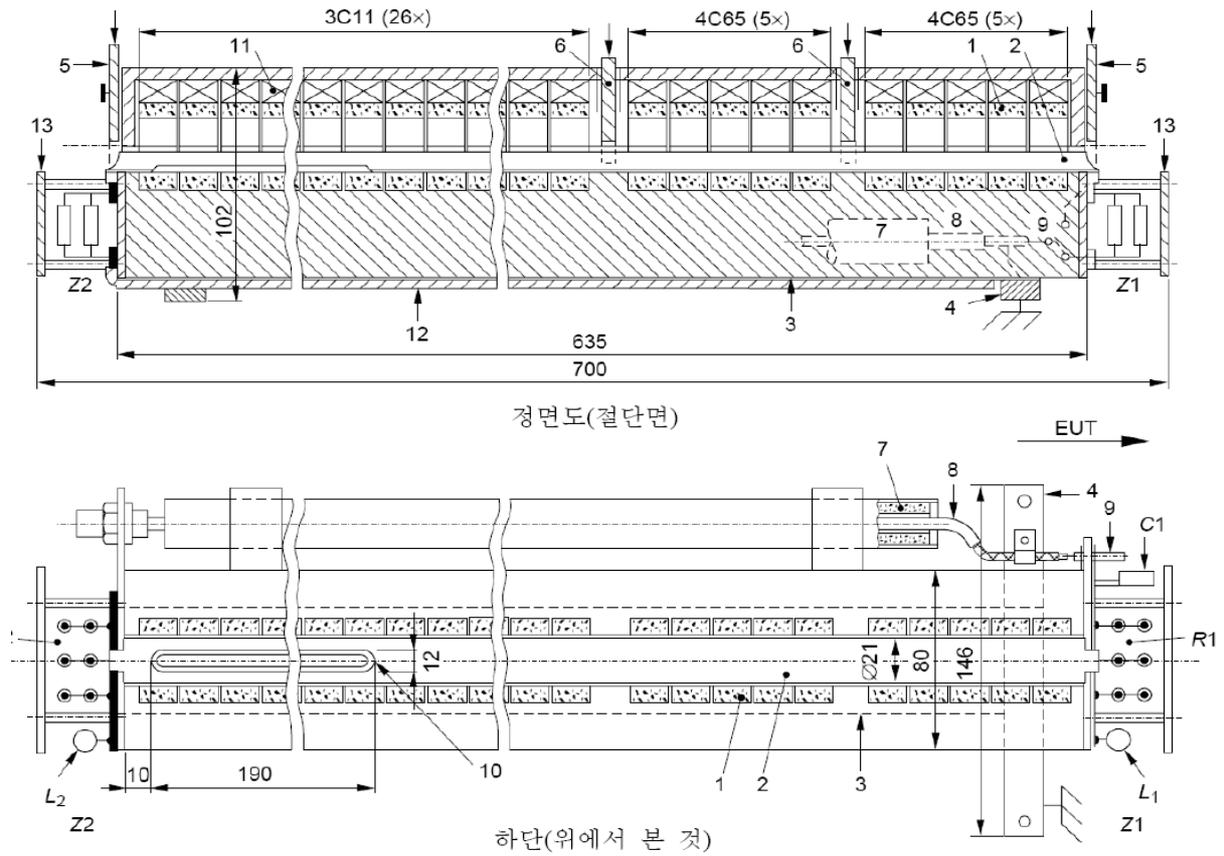


지그 폭=120

단위 : mm

그림 A.2 - 50 Ω 시험 지그의 구조

EM 클램프 0.15~230 MHz



단위 : mm

부품목록 :

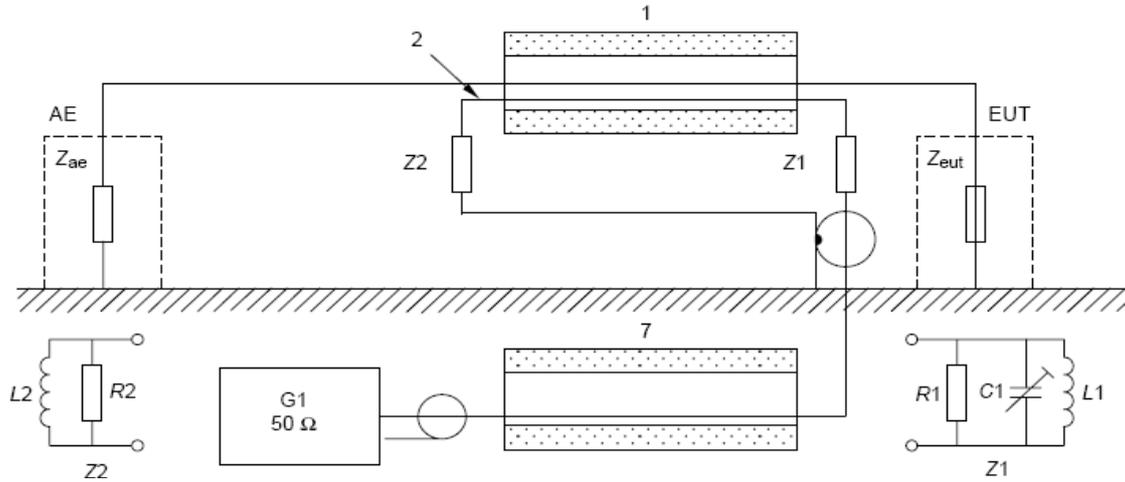
- 1 페라이트 링 코어 $\varnothing 36 \times \varnothing 23 \times 15$ mm
10개의 링, 4C65형, NiZn, $\mu \approx 100$
26개의 링, 3C11형, MnZn, $\mu \approx 4300$
- 2 홈에 붙여진 구리박의 반원통
- 3 하단 도체판
- 4 접지 막대
- 5/6 시험 중인 케이블을 홈에 조이기 위한 장치
압박 스프링을 가진 절연 재료 부분(안 보임.)
- 7 페라이트 관, 4C65
- 8 BNC 커넥터를 가진 50Ω 동축 케이블
- 9 Z1의 단절을 위한 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 : $C_1 : 20-100$ pF, $L_1 : 0.15$ μ H, $R_1 : 50 \Omega / 12$ W

Z2 직렬 임피던스 : $L_2 : 0.8$ μ H, $R_2 : 50 \Omega / 12$ W

그림 A.3 - EM 클램프의 상세한 구조



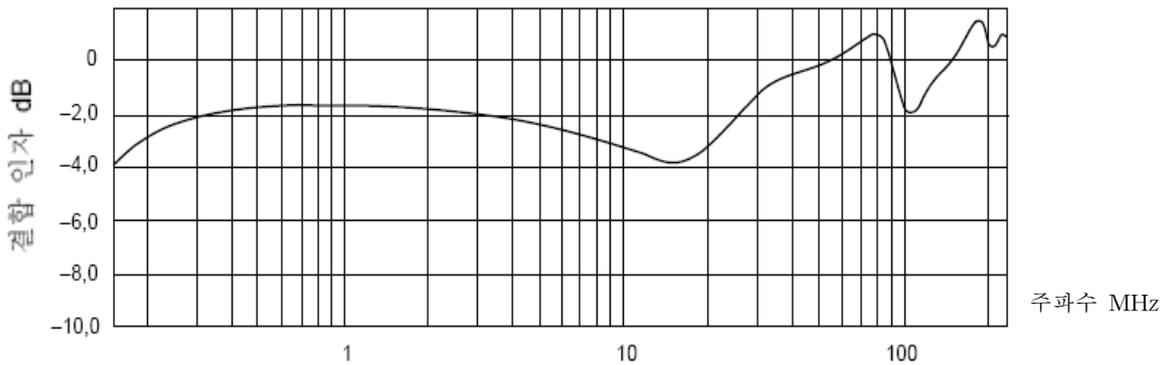
부품목록 :

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

EM 클램프의 원리 :

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

그림 A.4 - EM 클램프의 개념



상업적으로 이용할 수 있는 EM 클램프 구조의 대표적 특징 :

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

그림 A.5 - EM 클램프의 결합 인자

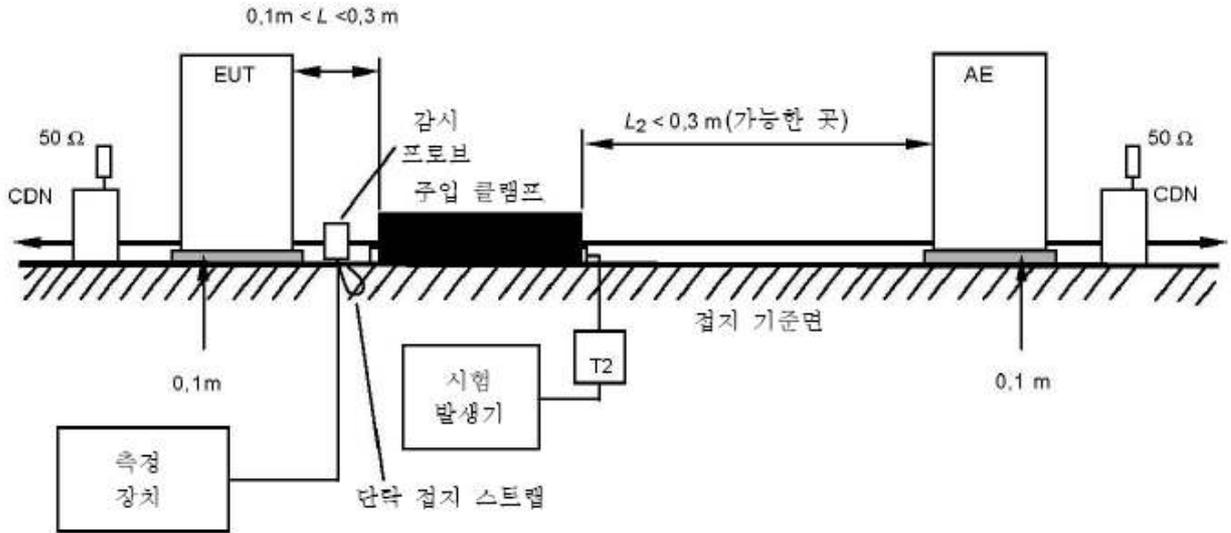
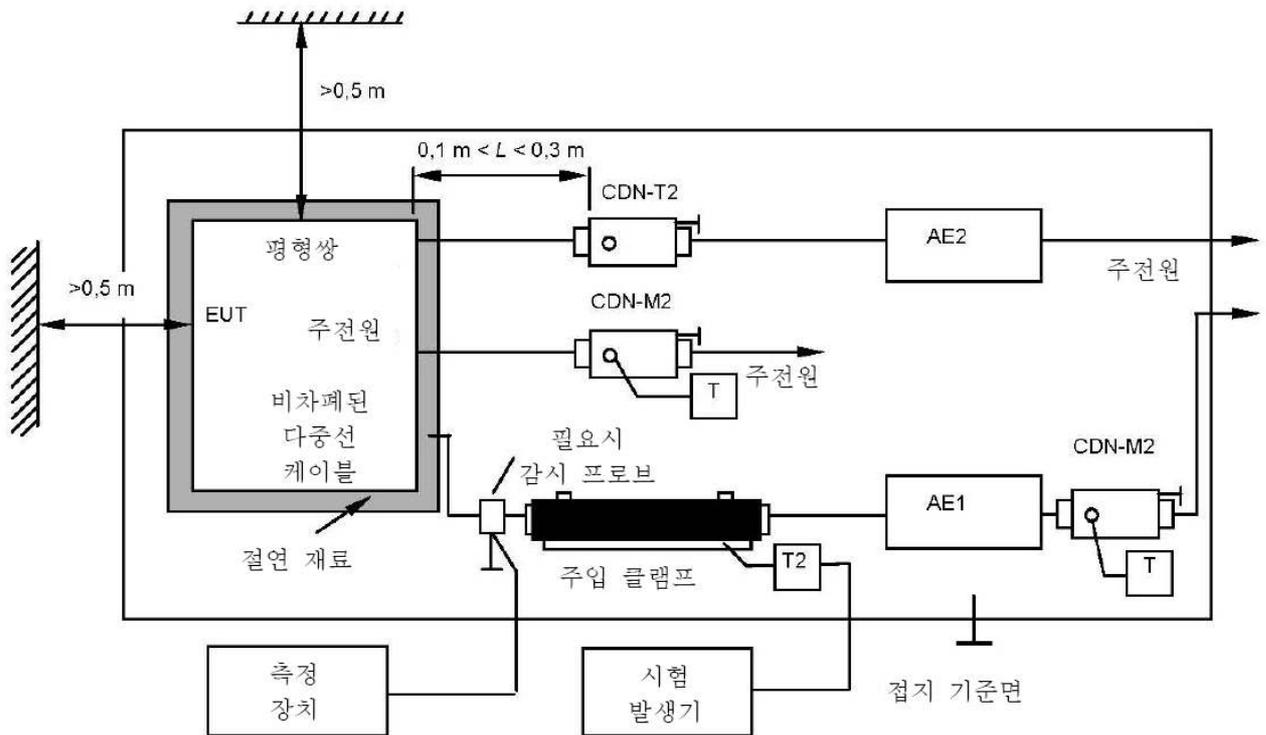


그림 A.6 - 주입 클램프를 사용한 시험 배치의 일반적 원칙



T 종단 50 Ω
T2 전력 감쇠기(6 dB)

어떠한 금속물로부터 시험품까지의 거리는 적어도 0.5 m가 되어야 한다.
결합/감결합 회로망(CDN)의 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)

부록 B

(정보)

적용 주파수 대역에 대한 선택 기준

비록 본 규격에는 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 건전지 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 규격에서 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} $ | $150 \Omega \pm 20 \Omega$ | $150 \Omega \begin{matrix} + 60 \\ - 45 \end{matrix}$ | $150 \Omega \pm 60 \Omega$ |
| <p>주 1 시험품 포트와 보조 장치 포트 사이의 Z_{ce}인수와 감결합 계수를 개별적으로 지정하지 않는다. 이들 계수는 보조 장치 포트가 개방된 상태 또는 접지 기준면에 단락된 상태로 Z_{ce}허용차를 충족해야 하는 요구사항 내에서 구현된다.</p> <p>주 2 클램프 주입방법을 사용할 때는 보조 기기에 대한 공통 모드 임피던스 요구사항을 준수하지 않고 Z_{ce} 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 전자계장(EM-field)으로부터 얼마나 많은 RF 에너지를 받아들이는가에 따라 시작 주파수가 결정된다.

세 가지의 다른 상황이 고려된다.

a) 접지나 어떤 다른(절연되지 않은) 기기에 연결되지 않고, 건전지를 충전하는 동안 사용되지 않는 건전지 구동 기기(크기가 $\lambda/4$ 보다 작은)는 본 규격에 따라 시험될 필요가 없다. 건전지를 충전하는 동안 건전지 구동 기기가 작동된다면 b)나 c) 경우가 적용된다.

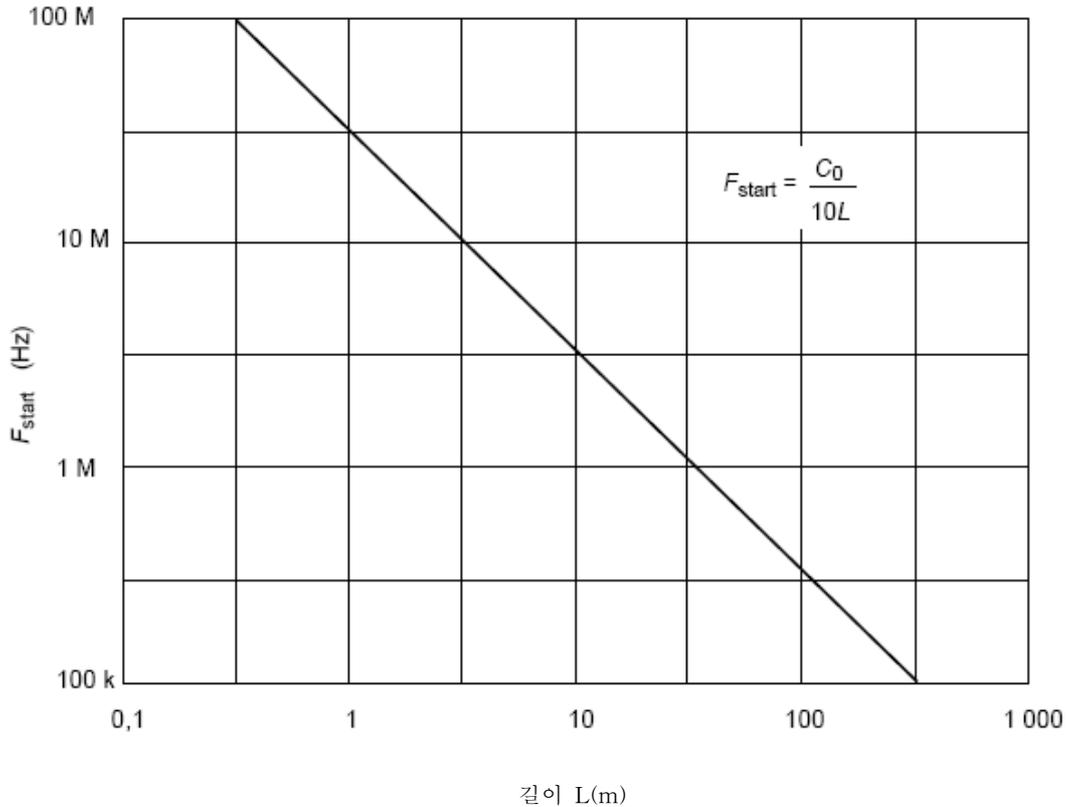
건전지 구동 기기(크기가 $\lambda/4$ 이상인)에 대해서 연결된 케이블의 최대 길이를 포함하는 기기의 크기가 시작 주파수(그림 B.1)를 결정한다.

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.



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

$L = \text{케이블 길이} + \text{기기 크기}$

예 :

- 건전지로 동작되고 코일이 감긴 4 m 길이의 케이블을 가지는 개인 컴퓨터로부터 전원을 공급 받는 자판 또는 키보드($\lambda/4$ 이상의 크기)에 연결된 케이블에 대해서 시작 주파수는 6.67 MHz가 되어야 한다. 자판은 의사손으로 감싸야 한다. 2 m 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 의사손으로 감싸야 한다.
- 접지에 연결되고 건전지로 전원이 공급되는 휴대용 멀티미터는 150 kHz 이상에서 그 케이블에 대해 위에서 시험되어야 한다. 멀티미터는 의사손으로 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

부록 C

(정보)

시험 레벨의 선택을 위한 지침

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

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

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

다음의 분류들은 5절에 있는 레벨 목록과 관련되어 있다.; 그들은 적절한 레벨들의 선택을 위한 일반적인 지침사항으로 간주된다.

1 등급 : 낮은 레벨의 전기자기 방사 환경. 1 km 이상의 거리에 위치하고 있는 장소에서의 라디오/ TV 방송국의 전형적 레벨과 저 전력 송수신기의 전형적인 레벨

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

3 등급 : 심각한 전기자기 방사 환경. 휴대용 송수신기(2 W 이상)가 기기와 상대적으로 가까운 위치이나 1m 이상의 거리에서 사용된다. 고 전력방송 송신기가 그 기기에 인접하고 ISM 기기와 매우 근접한 거리를 가진 기기. 전형적인 산업 환경.

분류 X : X 는 전용 기기명세서나 장비기준에서 협의되고 규정될 수 있는 개방 레벨이다.

위에 설명된 시험레벨은 지정된 위치에서는 쉽게 초과하지 않는 대표적인 수치들이다. 몇몇의 위치에서는 예를 들면, 동일건물에 위치한 고 전력 송신기나 ISM 기기의 근방에 있는 기기는 이 값들이 초과할 수도 있다. 이러한 경우 모든 장비를 그러한 레벨에 무관해야 한다고 설정하는 것보다는 오히려 방이나 건물을 차폐하고 장비의 신호선이나 전력선들을 필터링하는 편이 낫다.

부록 D

(정보)

결합과 감결합 회로망에 대한 정보

D.1 결합과 감결합 회로망의 기본적인 특성

결합과 감결합망은 다음을 제공해야 한다 :

- 방해신호를 시험품에 결합
- 보조기기 공통모드 임피던스와는 독립적인 시험품으로부터 본, 안정된 임피던스
- 방해신호로부터 보조 기기의 장애를 방지하기 위한 보조기기의 감결합
- 회망신호의 명확도

150 kHz ~ 80 MHz 까지의 주파수 대역에서 결합과 감결합망에 대한 변수들이 6.2에 주어지며, 예제는 D.2에 주어진다.

D.1 ~ D.6의 그림에서, 공통모드 임피던스 Z_{ce} 는 시험발생기(50 Ω)의 내부 임피던스와 여기선(100 Ω)의 병렬 등가 저항값으로 형성된다(그림 5C 참조) 적절한 인덕터 L ($\omega L \gg 150 \Omega$), 감결합 요소 C2의사용은, Z_{ce} 에 영향을 주어서는 안 된다.

결합과 감결합망 상에 시험품 단자의 중심은 접지 기준면 위 30 mm 상에 위치시켜야 한다. 결합 및 감결합 회로망과 시험품 사이의 케이블은 만약에, 접지 기준면 위 30 mm 상에 위치한다면, 약 150 Ω의 특성 임피던스를 갖는 전송선으로 볼 수 있다.

시험발생기와 결합/감결합망의 전선들에 대해 DC와 LF 분리를 제공하는 캐패시터 C_1 의 임피던스는 회망주파수 범위 내에서 150 Ω보다 훨씬 낮은 값이어야 한다.

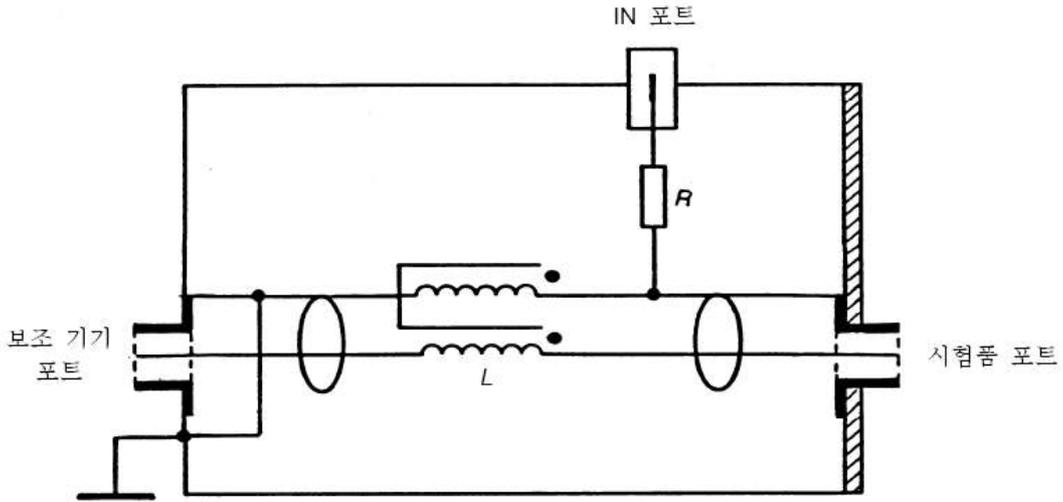
보조기기는 공통모드 인덕터 L 과 비차폐케이블을 위한 캐패시터 C_2 에 의해 감결합 된다. 또는 단지 동상모드 인덕터 L 에 의해 분리된다. 차폐 케이블의 경우, 보조기기 측면 접지 기준면에 연결되기 때문에 커패시터 C_2 가 필요 없게 된다.

비차폐 케이블에 대해서 C_2 의 값을 회망신호가 심한 영향을 받지 않도록 선택해야 하는 것은 필수조건이다. 결합과 감결합망의 인자들은 회망신호 예를 들면, CDN-M1안에서의 페라이트의 포화에 의해 과도하게 영향을 받아서는 안 된다.

경고 : C_1 과 C_2 가 주요 결합, 감결합망의 중요한 부분을 연결하기 때문에 적당 한 Y-캐패시터들이 사용되어야 한다. 높은 누설 전류로 인해, CDN은 모든 시험조건 중에 접지 기준면에 연결해야 하는 접지단자를 갖추어야 하고 접지 기준면은 보호접지에 적절하게 연결되어야 한다.

D.2 결합과 감결합 회로망의 예

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

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

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

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

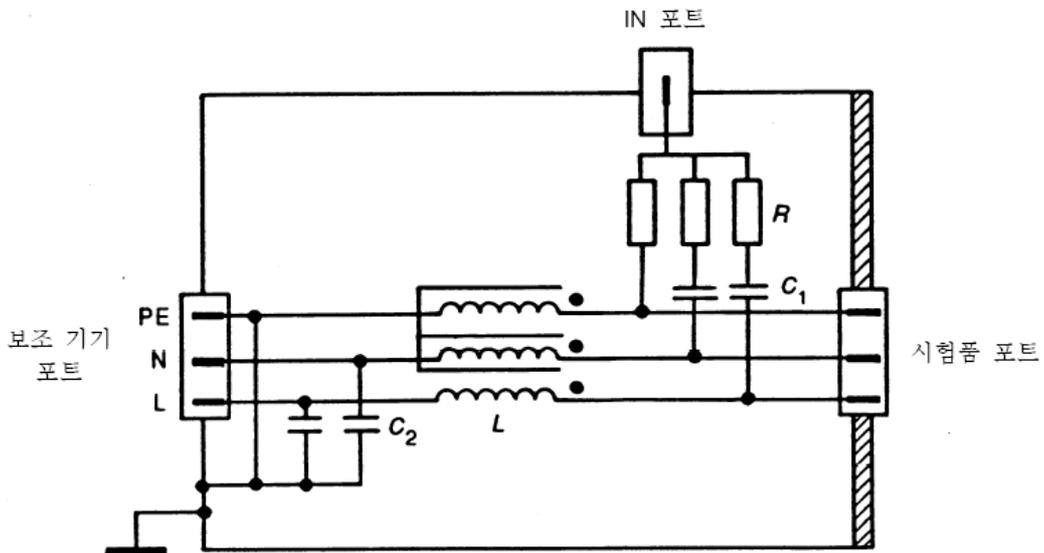
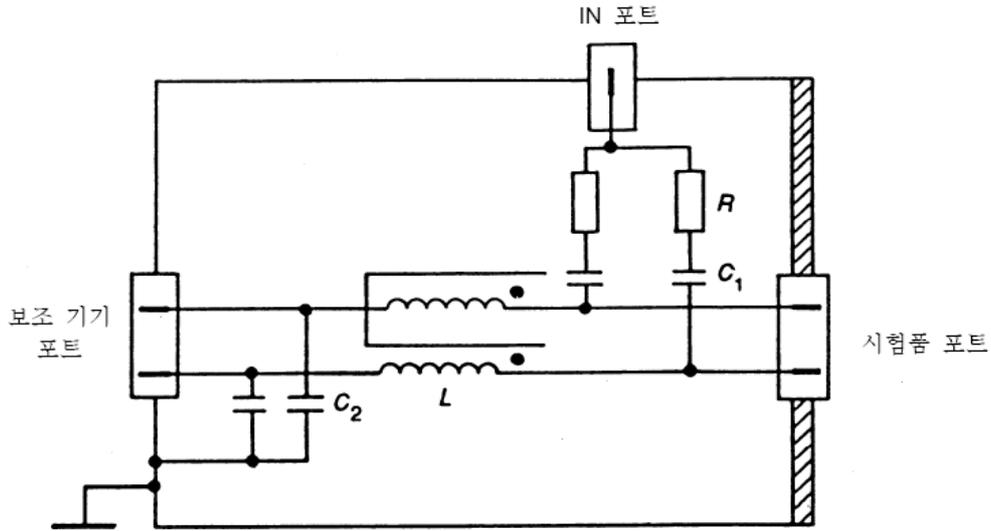
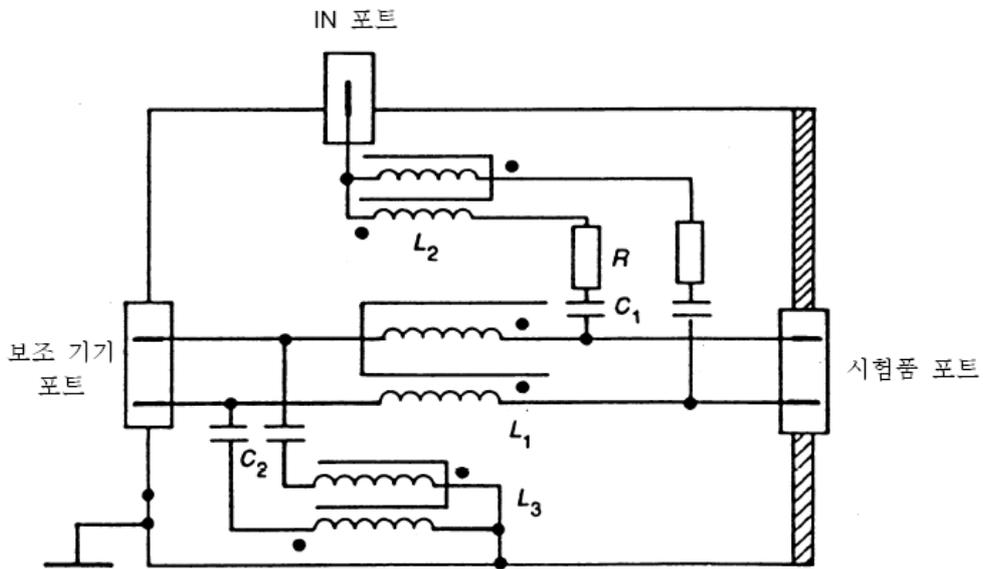


그림 D.2 - 비차폐 전원 공급선(6.2.1.1 참조)을 사용한 CDN-M1/-M2/-M3 회로에 대한 단순화된 도면의 예



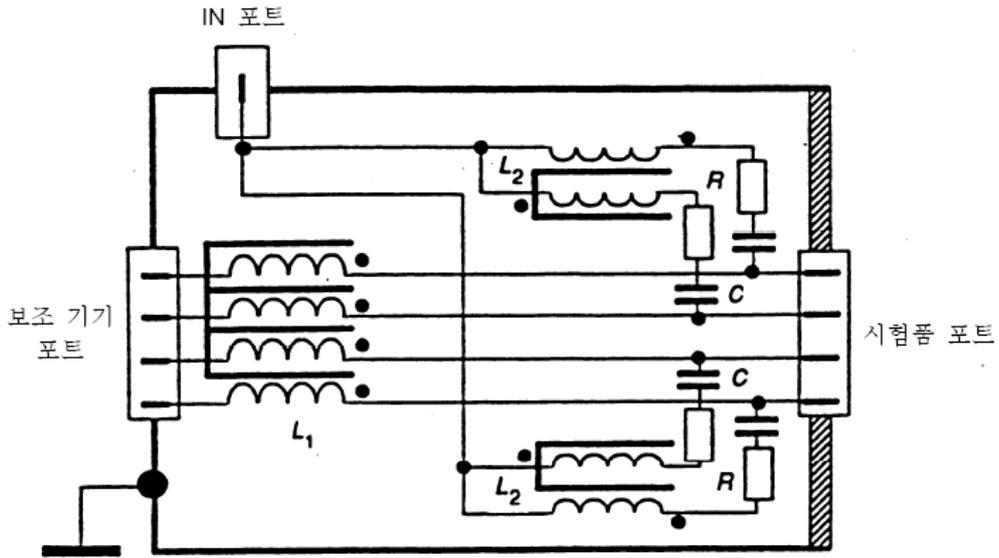
C_1 (대표적)=10 nF
 C_2 (대표적)=47 nF
 $R=200 \Omega$
 150 kHz에서 $L \geq 280 \mu\text{H}$

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



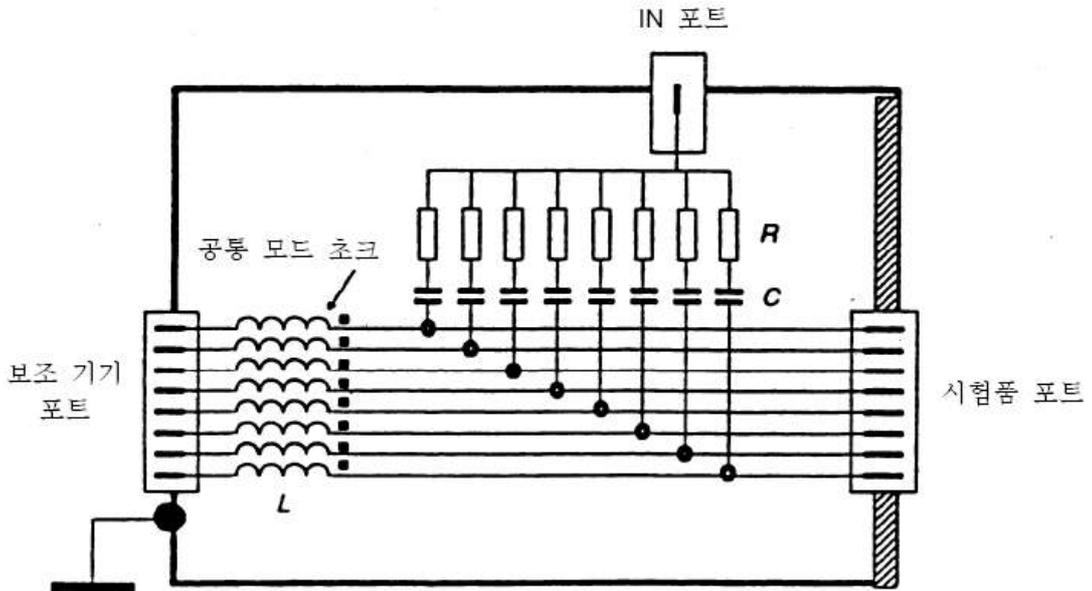
C_1 (대표적)=10 nF
 C_2 (대표적)=47 nF
 $R=200 \Omega$
 150 kHz에서, $L_1 \geq 280 \mu\text{H}$
 $L_2 = L_3 = 6 \text{ mH}$ (C_2 와 L_3 가 사용되지 않을 때, $L_1 \geq 30 \text{ mH}$)

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



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

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



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

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

부록 E (정보)

시험 발생기 사양에 대한 정보

전력 증폭기 PA(그림 3)의 가용 출력 전력은 감쇠기 T₂(6 dB),진폭 변조 깊이(80 %)(그림 4 참조) 그리고 사용된 CDN 또는 클램프의 최소 결합 인자를 고려함으로써 결정된다.

- 시험 레벨 10 V를 얻기 위해 요구되는 전력 증폭기 출력 전력

| 주입 장치 | 최소 결합 인자 ±1.5 dB dB | PA의 출력에서 요구되는 전력 W |
|--|---------------------------|--------------------------|
| CDN | 0 | 7 |
| 전류 클램프 | -14 | 176 |
| 권선비 5 : 1 | | |
| EM 클램프 | -6 | 28 |
| <p>주 결합 인자는 3.5로 정의된다. 이 값은 출력 레벨 설정 회로[그림 8c]를 사용함으로써 측정 가능하다. 결합 인자는 결합 및 감결합 소자를 150 Ω 대 50 Ω 어댑터에 직렬로 사용할 때 얻어진 출력 전압 U_{out}과 2개의 150 Ω 대 50 Ω 어댑터를 직렬로 사용했을 때의 출력 전압 사이의 비이다.</p> | | |

부록 F (정보)

대형 시험품에 대한 시험 배치

F.0 소개

7절 규격의 주 본문에 설명된 시험 설치의 케이블이 포함되거나 크기가 1 m 이상인 대형 시험품을 설명하기에는 충분하지 않다. 시험신호가 80 MHz 이상에서 시험품 크기는 파장에 상당히 비교되어질 것이며, 공진효과는 각 시험품에 연결된 케이블에서 나타나게 될 것이다.

이 경우, 이 부록에서는 공진 효과가 감소하는 작은 루프 지역에 기인하는 케이블 입력단자 가까운 곳에 결합장치를 놓음으로써, 대형 시험품에 적용할 수 있는 시험 방법에 대안을 제공한다.

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

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

F.1 대형 시험품에 대한 시험 배치

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

그림 F.1에 나타나 있는 높은 접지 기준면은 이 시험 배치를 위한 접지 기준면이다. 높은 접지 기준면을 사용하는 이유는 시험품과 결합과 감결합 장치사이의 케이블 길이 감소를 위함에 있으며, 이로 인하여 케이블에서의 공진 효과 조절 또는 감소를 할 수 있게 된다.

최소 0.2 m 이상으로 펼칠 수 있을 만큼 커야 한다. 시험품과 결합과 감결합 장치 사이에 시험에 사용할 케이블의 길이는 최대 0.3 m 가 되어야 한다.

높은 접지 기준면의 크기는 무엇보다도 시험에 사용되는 결합과 감결합 장치를 최소 0.2 m 이상으로 펼칠 수 있을 만큼 커야 한다. 시험품과 결합과 감결합 장치 사이에 시험에 사용할 케이블의 길이는 최대 0.3 m 가 되어야 한다.

높은 접지 기준면은 시험품에서 결합과 감결합 장치까지 수평선상에 케이블을 놓기 위하여 주 접지면 이상의 높이에 위치되어야 한다.

높은 접지 기준면은 안전을 위하여 대지와 전기적으로 연결되어야 한다. 이 연결은 RF 관점에서는 중요하지 않다.

주 1) 주의할 사항으로 높은 접지 기준면의 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 시험품은 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 보고서에 기록되어야 한다.

보조기기는 높은 접지 기준면 위에 위치되어야 하지만, 결합과 감결합 장치를 통해서 시험품으로 연결된 보조기기가 위에 위치하는 것은 반드시 필요한 것은 아니다. 직접 주입방법을 사용했을 경우에는 감결합이 준비된 높은 접지 기준면에 떨어져서 위치해야 한다. 이 경우 클램프 주입은 결합과 감결합 장치를 통한 주입 대신에 사용되고, 보조기기는 반드시 높은 접지 기준면 위에 위치해야 한다.

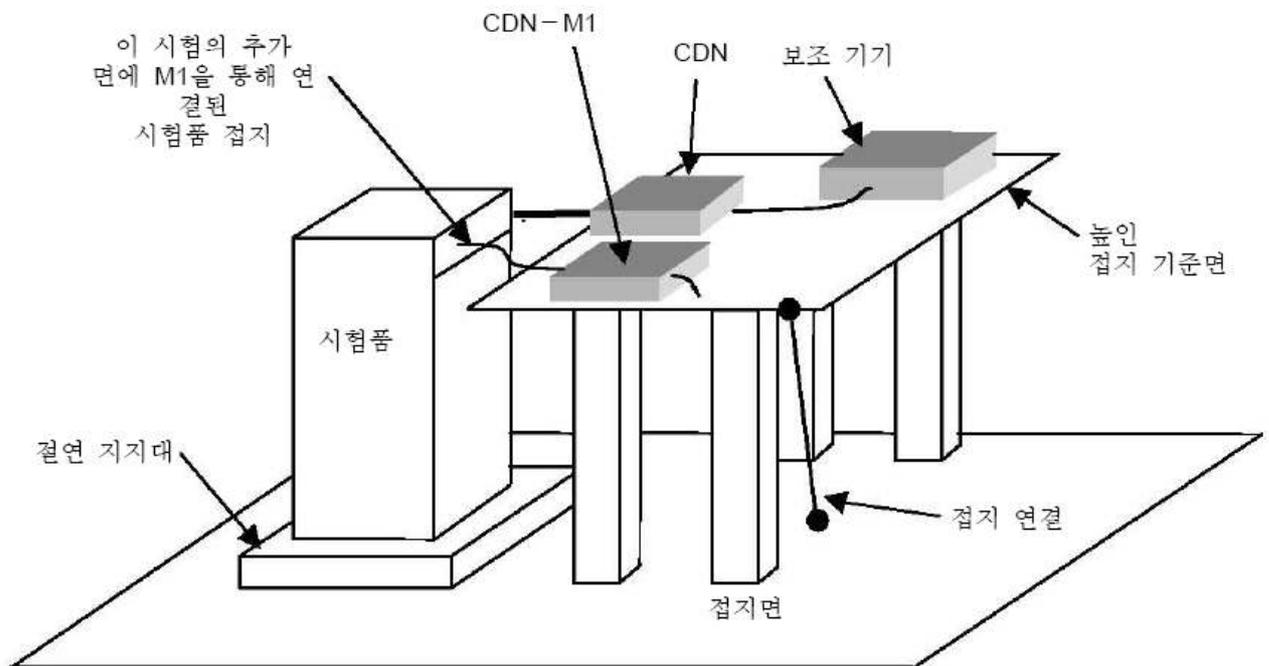


그림 F.1 - 위로 높인 수평 접지 기준면을 이용한 대형 시험품 시험 배치의 예

그림 F.2에 나타나 있는 수직 접지 기준면은 이 시험설치를 위한 접지 기준면이다. 수직 접지 기준면을 사용하는 이유는 시험품과 결합과 감결합 장치사이의 케이블 길이를 줄이기 위해서이고, 조절과 케이블의 공진 효과를 감소하기 위함이다.

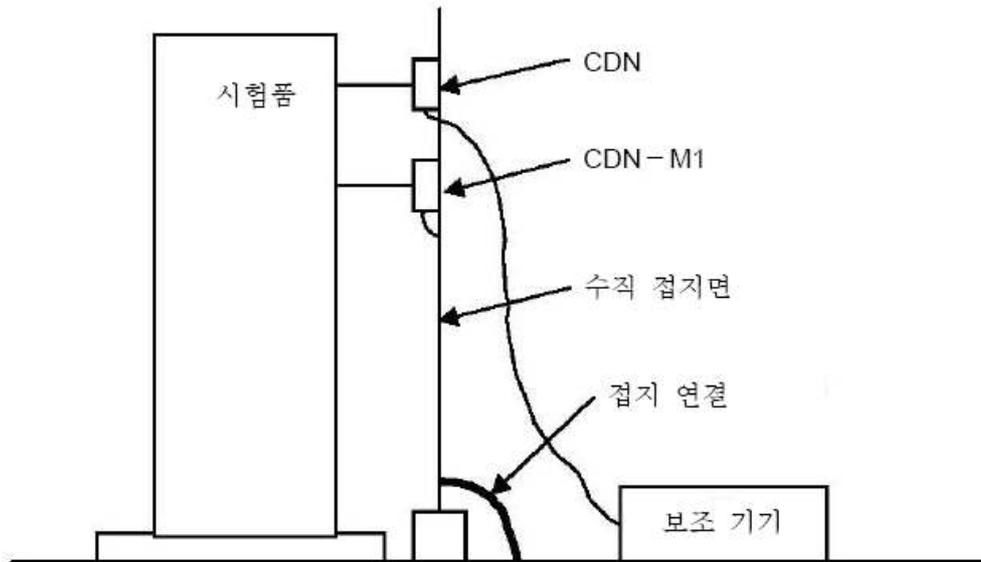
주 2) 수직 접지 기준면은 다양한 높이에 시험품의 입/출력 케이블의 경우에 수평 높은 접지 기준면보다 더 적절히 사용될 수 있다.

수직 접지 기준면은 안전을 위해서 어스와 전기적으로 연결되어야 한다. 이 결합은 RF 관점에서는 중요하지 않다.

수직 기준접지면의 크기는 무엇보다도 시험에 사용되는 결합과 감결합 장치를 최소 0.2 m 이상으

로 펼칠 수 있을 만큼 커야 한다. 시험품과 결합과 감결합 장치 사이에 시험에 사용할 케이블의 길이는 최대 0.3 m 가 되어야 한다. 시험품과 수직 접지 기준면 사이의 거리는 케이블 길이 요구가 0.3 m를 만족할 수 있어야 한다.

결합과 감결합 장치는 시험품에서 CDN까지 수평선상에 케이블을 놓기 위한 높이의 수직 접지 기준면에 위치해야 한다. 그러므로 수평의 높은 접지 기준면을 사용한 시험 설치를 위해 주어진 설명문은 수직 접지 기준면을 사용한 시험 설치에 적용한다.



F.2 - 수직 접지 기준면을 가진 대형 시험품 시험 배치의 예

부록 G (정보)

시험 계기의 측정 불확도

G.1 일반 사항

이 부록은 이 규격의 본문에 수록된 시험 방식의 특정 필요에 의거하여 시험 계기의 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 매개변수 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 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.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.

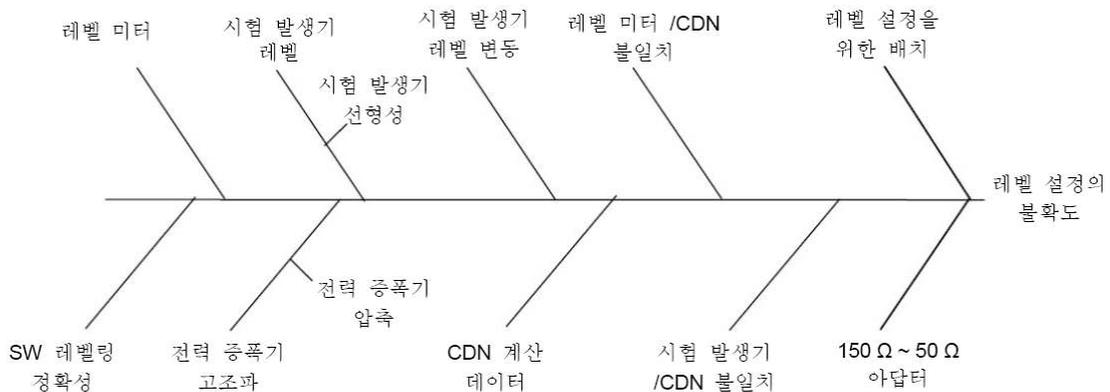


그림 G.1 - CDN을 사용하는 시험 방식에 미치는 영향력의 예

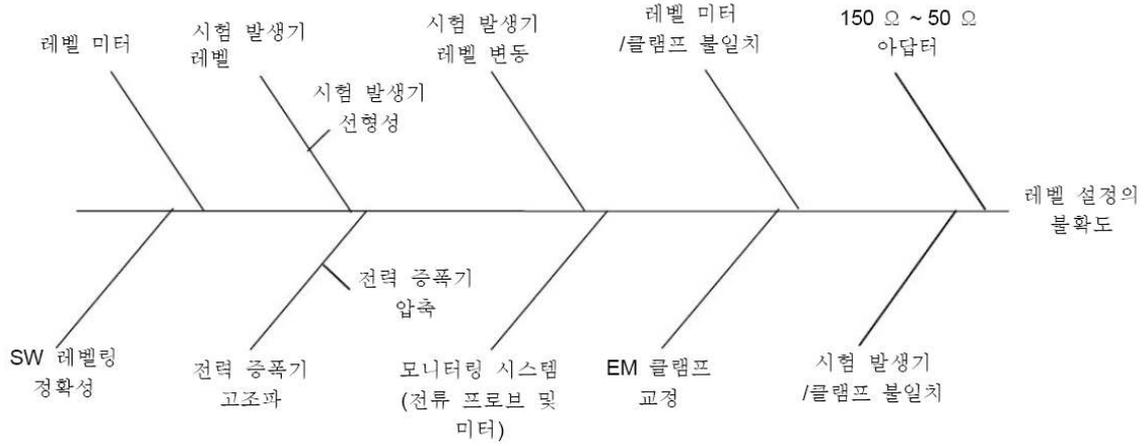


그림 G.2 - EM 클램프를 사용하는 시험 방식에 미치는 영향력의 예

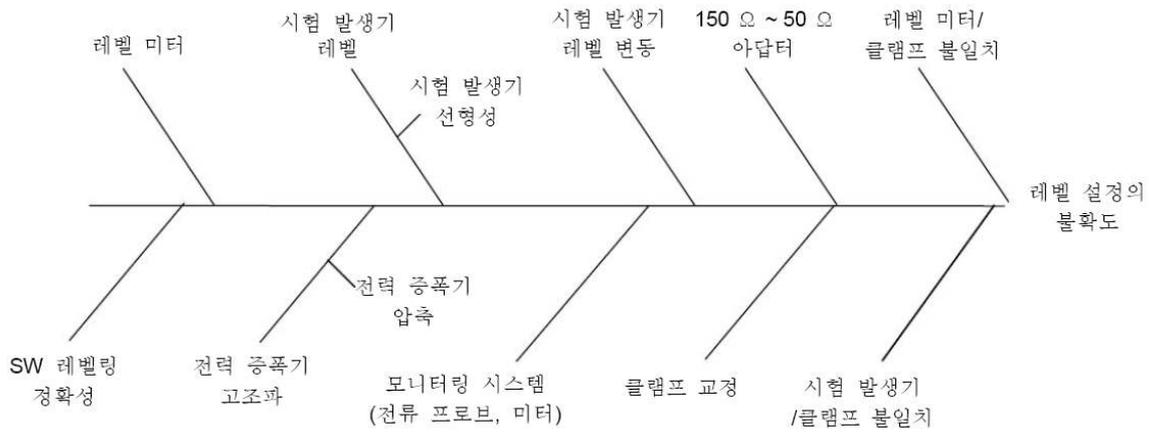


그림 G.3 - 전류 클램프를 사용하는 시험 방식에 미치는 영향력의 예

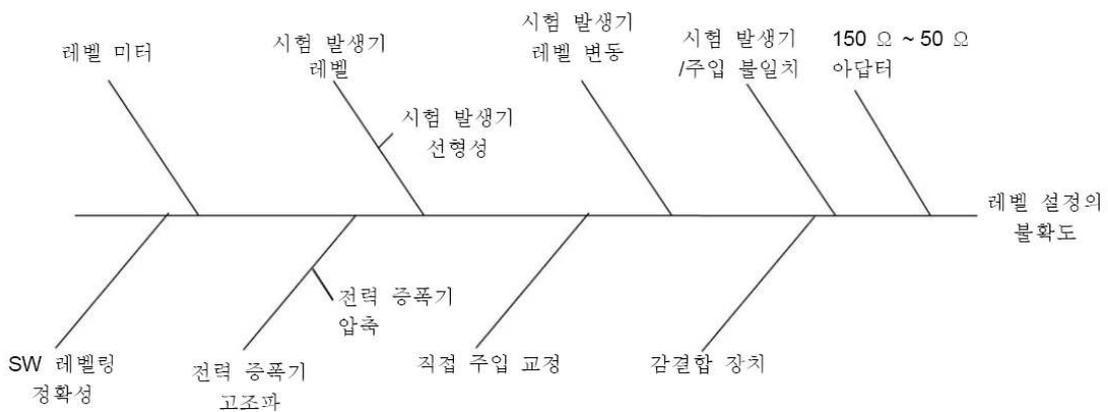


그림 G.4 - 직접 주입을 사용하는 시험 방식에 미치는 영향력의 예

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 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 |
| 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(1,2)} | 컨트롤 루프내 레벨미터 유무 | 0 | dB | 직사각형 | 1.73 | 0.00 | dB | 1 | 0.00 | dB | 0.00 |
| TG _{c(1,2)} | 시험 발생기 | 0 | dB | 직사각형 | 1.73 | 0.00 | dB | 1 | 0.00 | dB | 0.00 |
| MT _{c(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 (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 _{i(1,2)} | 컨트롤 루프내 레벨미터 유무 유무 | 0.3 | dB | 직사각형 | 1.73 | 0.17 | dB | 1 | 0.17 | dB | 0.03 |
| TG _{i(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 |
| $\Sigma u_i(y)^2$ | | | | | | | | | | | 0.46 |
| 합성 표준 불확도 $u(y) = \sqrt{\Sigma u_i(y)^2}$ | | | | | | | | | | | 0.68 |
| 확장 불확도 $U = u(y) \times k, k = 2$ | | | | | | | | | | | 1.36 |

dB

주 1) 신호 발생기 또는 증폭기 출력 레벨을 위한 컨트롤 루프가 사용되지 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 시험소에 실의 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.

주 2) 교정과 시험에 동일 장비를 사용하면, 반복성과 선형 기여율만을 시험과정 표에 포함시킨다. 교정에서는 이를 무시할 수 있다.

주 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.

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

주 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.

SETUP - 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.

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.

주 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.

MT_c - 증폭기와 감쇠기, CDN간의 부정합.

ML - CDN와 레벨 미터의 부정합.

CAL - 교정 과정에서 시험 전압 레벨의 확장 불확도

LMC_t - 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_t - 주파수 발생기, 전력 증폭기, 감쇠기를 포함하여 시험 발생기의 불확도. 제조사 사양서 또

는 다른 출처에서 구할 수 있다.

주 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.

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

SW_t - 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 | 계수 | $u(x_i)$ | 단위 | c_i | $u_i(y)$ | 단위 | $u_i(y)^2$ |
|---|----------------------|----------|----|------------|------|----------|----|-------|----------|----|------------|
| $RCA L$ | 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 |
| 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 | 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 |
| $LMC_t(8,9)$ | 컨트롤 루프내 레벨미터 유무 | 0.3 | dB | 직사각형 | 1.73 | 0.17 | dB | 1 | 0.17 | dB | 0.03 |
| $TG_t(8,9)$ | 시험발생기 | 0 | dB | 직사각형 | 1.73 | 0.00 | dB | 1 | 0.00 | dB | 0.00 |
| $MT_t(10)$ | 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

주 8) 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 시험소에 실의 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.

주 9) 교정과 시험에 동일 장비를 사용하면, 반복성과 선형 기여율만을 시험과정 표에 포함시킨다. 교정에서는 이를 무시할 수 있다.

주 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.

주 11) 모니터링 프로브를 사용하고 전류 한계값을 적용하는 경우, 이 부록은 7.4 관련 불확도는 고려하지 않는다. 이 경우, U_0 값은 더 이상 레벨 설정 절차에서 정한 값과 같지 않고 미상의 값으로 감소한다. 그러므로 이 경우, U_0 에는 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, AETERM이 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 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 | 0.5 | 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 |
| $MT_c(18)$ | 시험 발생기 / 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 (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 |
| $TG_c(12,13)$ | 시험 발생기 | 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 |
| $\Sigma u_i(y)^2$ | | | | | | | | | | | 2.68 |
| 합성 표준 불확도 $u(y) = \sqrt{\Sigma u_i(y)^2}$ | | | | | | | | | | | 1.64 |
| 확장 불확도 $U = u(y) \times k, k = 2$ | | | | | | | | | | | 3.27 |

dB

주 12) 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 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.

주 13) 교정과 시험에 동일 장비를 사용하면, 반복성과 선형 기여율만을 시험과정 표에 포함시킨다. 교정에서는 이를 무시할 수 있다.

주 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.

주 15) 모니터링 프로브를 사용하고 전류 한계값을 적용하는 경우, 이 부록은 7.4 관련 불확도는 고려하지 않는다. 이 경우, U_0 값은 더 이상 레벨 설정 절차에서 정한 값과 같지 않고 미상의 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 | 계수 | $u(x_i)$ | 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 | 0.5 | 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 |
| $\Sigma u_i(y)^2$ | | | | | | | | | | | 0.53 |
| 합성 표준 불확도 $u(y) = \sqrt{\Sigma u_i(y)^2}$ | | | | | | | | | | | 0.73 |
| 확장 불확도 (CA L) $U = u(y) \times k, k = 2$ | | | | | | | | | | | 1.46 |

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 |
| $LM_c(16,17)$ | 컨트롤 루프내 레벨미터유무 | 0.3 | dB | 직사각형 | 1.73 | 0.17 | dB | 1 | 0.17 | dB | 0.03 |
| $TG_c(16,17)$ | 시험 발생기 | 0 | dB | 직사각형 | 1.73 | 0.00 | dB | 1 | 0.00 | dB | 0.00 |
| $MT_c(18)$ | 시험 발생기/슬램프 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 |
| $\Sigma u_i(y)^2$ | | | | | | | | | | | 2.36 |
| 합성 표준 불확도 $u(y) = \sqrt{\Sigma u_i(y)^2}$ | | | | | | | | | | | 1.54 |
| 확장 불확도 $U = u(y) \times k, k = 2$ | | | | | | | | | | | 3.07 |

주 16) 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 (주 17 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.

주 17) 교정과 시험에 동일 장비를 사용하면, 반복성과 선형 기여율만을 시험과정 표에 포함시킨다. 교정에서는 이를 무시할 수 있다.

주 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(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.

참고문헌

K 61000-4-3, 전기자기적합성(EMC) - 제4-3부: 시험 및 측정기술 - 방사 무선주파수 전기자기장 내성 시험

K 00016-1-2, 전기자기장해·내성측정 장비 및 측정방법 - 제1부: 전기자기장해 및 내성측정 장비 - 제2절: 보조 장비 - 전도방해

K 00020, 음성, TV방송수신기 및 관련기기의 전기자기내성 측정방법 및 한계값

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