

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 61000-4-3

[IEC 61000-4-3 Ed.3.1 : 2008-04]

전기자기적합성(EMC)

제4부 : 시험 및 측정방법

제3절 : 전기자기 방사 내성시험

목 차

1. 적용 범위	4
2. 인용 규격	5
3. 용어 정의	5
4. 일반 사항	8
5. 시험 레벨	9
5.1 일반적인 목적과 관련된 시험 레벨	9
5.2 디지털 무선 전화기 및 기타 RF 방출 장치에서의 RF 방출 방지에 관한 시험 레벨	9
6. 시험 장비	10
6.1 시험 설비의 설명	11
6.2 전계의 교정	11
7. 시험 배치	17
7.1 탁상형 기기의 배치	17
7.2 바닥 거치형 기기의 배치	17
7.3 배선의 배치	17
7.4 인체 부착형 기기의 배치	17
8. 시험 절차	19
8.1 시험소 기준 조건	19
8.2 시험의 수행	19
9. 시험 결과의 평가	21
10. 시험 성적서	21
부록 A (정보) 디지털 무선 전화기로부터 발생하는 RF 방출 방지 관련 시험을 위한 변조방법 선택의 이론적 근거	26
부록 B (정보) 전계 발생 안테나	31
부록 C (정보) 무반사실의 사용	32

부록 D (정보) 6.2에 따른 교정 절차의 예와 비선형성 증폭기	35
부록 E (정보) 시험레벨 선택지침	40
부록 F (정보) 시험방법 선택	43
부록 G (정보) 환경 설명	44
부록 H (규격) 1 GHz 초과 주파수에 대한 대체 방사(illumination) 방법(독립적인 윈도우 방식)	48
부록 I (정보) 전계 측정 프로브의 교정 방법	51

전기용품안전기준(K 61000-4-3)

전기자기적합성(EMC)

Electromagnetic compatibility (EMC)

제 4 부 : 시험 및 측정기술

제 3 절 : 전기자기 방사 내성시험

Part 4: Testing and measurement techniques

-Section 3 : Radiated, radio-frequency, electro-magnetic field immunity test

서 문

본 규격은 국제표준기술 변화에 신속히 대응하고, 현 전기용품안전기준의 운영 및 표준기술 발전을 위해 2008년 4월에 발행된 IEC 61000-4-3: Ed 3.1 전기자기 방사 내성시험(Radiated, radio-frequency, electromagnetic field immunity test)를 번역해서 기술적 내용 및 규격의 서식을 변경하지 않고 작성한 안전인증기술기준이다.

1. 적용 범위

본 규격은 방사된 전기자기 에너지에 대한 전기 및 전자 기기의 내성 요구사항에 적용한다. 또한 시험(기준) 레벨과 요구되는 시험 절차를 수립한다.

본 규격의 목적은 전기 및 전자 장비가 복사 무선주파수 전기 자계에 놓여 있을 때 그 내성을 평가하는 공통 기준을 수립하는 것이다. 본 규격에서 규정한 시험 방법은 정의된 현상에 대한 장비나 계통의 내성을 평가하는 일관된 방법을 설명한다.

주 1) IEC Guide 107에서 설명한 바와 같이 이 표준은 IEC 제품 위원회가 사용하는 기본 전기자기 적합성(EMC) 간행물이다. 또 Guide 107에서 기술한 바와 같이 IEC 제품 위원회는 내성 시험 표준을 적용하는 것이 좋은지를 결정할 책임이 있으며, 이 표준을 적용한다면 적합한 시험 레벨을 정의할 책임도 있다. TC 77 과 그 소위원회는 제품에 대한 개별 내성 시험 값을 평가하는데 있어 제품 위원회와 협력할 준비가 되어 있다.

본 규격은 어떤 신호원에서 나온 RF 전기자계의 방출 방지와 관련된 내성 시험을 다룬다.

디지털 무선 전화기 및 기타 RF 방출 장로부터 나온 무선 주파수의 방출 방지를 특별히 고려한다.

주 2) 본 규격에서는 전기자기과 복사가 관련 장비에 미치는 영향을 평가하는 방법을 정의한다. 전기자기과 복사의 모의실험과 측정은 정량적 영향 측정에 충분히 정확하지는 않다. 정의된 시험 방법은 정량

적 영향 분석을 위해 각종 시험 설비에서 적당한 반복성을 확립한다는 일차적 목적으로 구성되어 있다.

본 규격은 독립적 시험 방법이다. 다른 시험 방법은 본 규격과의 적합성을 주장하기 위한 대안으로 사용해서는 안된다.

2. 인용규격

다음의 인용규격은 본 규격의 적용을 위해 필수적이다. 이러한 인용 규격은 그 최신판을 적용한다.

KS C IEC 60050(161) 국제 전기기술용어집 (IEV) - 161장 : 전기자기적합성

K 61000-4-6 전기자기적합성 (EMC) - 제4부 : 시험 및 측정기술 - 제6절 : 전기자기장 전도 내성시험

3. 용어 정의

본 규격의 목적을 위하여 다음의 용어와 정의뿐만 아니라, **KS C IEC 60050(161)**에 규정된 용어와 정의를 적용한다.

3.1 진폭 변조

규정된 법칙에 따라서 반송파 진폭을 변화시키는 과정

3.2 무반사실

내부 표면으로부터의 반사를 감소시키기 위해서 RF 흡수체를 배치시킨 차폐된 방

3.2.1 완전 무반사실(fully anechoic chamber)

내부 표면이 전부 무반사 재료로 이루어진 무반사실

3.2.2 반 무반사실(semi-anechoic chamber)

반사가 일어나는 바닥(접지면)을 제외하고 내부 표면이 전부 무반사 재료로 덮여진 무반사실

3.2.3 보완된 반 무반사실(modified semi-anechoic chamber)

접지면 위에 추가의 흡수체를 설치한 무반사실

3.3 안테나

신호원으로부터 공간으로 RF 전력을 방출하거나 수신되는 전자장을 포착하여 전기적 신호로 바꾸는 변환기

3.4 발룬(balun)

불평형 전압을 평형 전압으로 전환하거나, 그 반대로 전환하는 장치.[IEV 161-04-34]

3.5 연속파 (CW)

정상 상태에서 동일한 연속 진동을 하며, 정보를 전달하기 위해 변조할 수 있는 전자파

3.6 전기자기(EM) 파

전하의 진동으로 생성된 복사 에너지로 전계와 자계가 진동하는 특징을 갖는다.

3.7 원거리 장(far field)

안테나로부터의 전력밀도가 거의 거리의 제곱에 반비례하는 영역

다이폴 안테나의 경우에는 $\lambda/2\pi$ 보다 더 먼 거리에 해당한다. 여기서 λ 는 복사 파장이다.

3.8 전계강도(field strength)

“전계강도”라는 용어는 원거리 장에서 실시한 측정에만 해당된다. 이 측정은 전자계의 전계 성분 또는 자계 성분 중 어느 하나가 될 수 있고 V/m , A/m , W/m^2 의 단위로 표시될 수 있다. 이중 어느 하나도 다른 것으로 변환시킬 수 있다.

주) 근거리장에서 실시한 측정의 경우, 그 결과가 전계 혹은 자계인지의 여부에 따라 “전계 강도” 또는 “자계 강도”의 용어를 사용한다. 이러한 근거리장 영역에서 전계 강도, 자계 강도, 거리 사이의 관계는 복잡하고 예측하기가 매우 어려우며 연관된 특정 배치에 따라 달라진다. 복잡한 장의 여러 성분의 시간 및 공간 위상 관계를 결정하는 것이 일반적으로 가능하지 않기 때문에 전자계의 전속 밀도 역시 결정되지 않는다.

3.9 주파수 대역

두 한계치 사이에 놓여 있는 주파수의 연속 범위

3.10 E_c

교정에 적용되는 전계 강도

3.11 E_t

시험에 적용되는 반송파 전계 강도

3.12 완전 노출

균일장영역(UFA) 내에 시험품이 모두 포함될 때의 시험 방법

이 시험방법은 모든 시험 주파수에서 적용할 수 있다.

3.13 인체 부착 장비

인체에 부착되어 사용되는 것을 목적으로 고안된 장비

이 용어에는 전자 보조 장치와 인체에 이식된 전자 장치뿐만 아니라 작동 중에 휴대하는(예를 들면 포켓용 장비) 휴대형 장치도 포함된다.

3.14 독립적 원도우 방법

균일장영역(UFA)을 벗어나는 시험품 면의 시험 방법(균일장영역 0.5 m × 0.5 m에서)

이 시험방법은 1 GHz 이상의 시험 주파수에서 적용할 수 있다.

3.15 유도장(induction field)

$d < \frac{\lambda}{2\pi}$ 인 위치에 존재하는 기본 전계 그리고/또는 자계. 여기서 λ 는 파장이고 소스의 물리적 거리는 거리 d 에 비해 상당히 작다.

3.16 의도적인 RF 방출기기

의도적으로 전자장을 복사(전달)하는 장치. 예로 디지털 이동전화와 기타 무선기기를 포함한다.

3.17 등방성(Isotropic)

모든 방향에서 값이 동일한 특성을 갖는 것

3.18 최대 RMS 값

한 변조 주기의 측정시간 동안에 변조된 RF 신호의 최대 단기 RMS 값.

단기 RMS값은 한 반송파 주기 동안 구해진다. 예를 들어(그림 1b), 최대 RMS값은 다음과 같다.

$$V_{\text{maximum RMS}} = \frac{V_{p-p}}{2\sqrt{2}} = 1.8 \text{ volts}$$

3.19 일정하지 않은 포락선 변조

반송파의 진폭변화가 반송파 자체 주기에 비해 상대적으로 느린 RF 변조 방법. 일례로 일반적인 진폭변조와 TDMA가 포함된다.

3.20 Pc

균일장 교정에 필요한 순방향 전력

3.21 부분 노출

시험품을 균일장영역(UFA) 내에 완전히 놓지 않는 시험 방법(최소 균일장영역 1,5 m × 1,5 m)

이 시험방법은 모든 시험 주파수에서 적용할 수 있다.

3.22 편파(polarization)

복사계의 전계 벡터의 방위

3.23 차폐 외함

외부 전자파 환경으로부터 내부를 절연할 목적으로 설계된 차폐된 또는 일체형 금속 외장. 그 목적은 외부 주위 전자계가 성능 저하를 일으키지 않도록 하고 방출이 외부 활동에 장애를 일으키지 않도록 하는 것이다.

3.24 소인(sweep)

일정한 주파수 범위에 걸쳐 연속하거나 증감하는 횡단

3.25 시분할 다중 접속(TDMA)

할당된 주파수에서 동일한 반송파에 몇 개의 통신 채널이 있는 시간 다중화 변조 방식. 각 채널은 그 채널이 활성이라면 정보가 RF 전력 펄스로 전송되는 동안에 타임 슬롯에 지정된다. 그 채널이 활성이 아니라면 펄스는 전송되지 않는다. 따라서 반송파 포락선은 일정하지 않다. 펄스 동안에는 진폭은 일정하고 RF 반송파는 주파수 변조되거나 위상 변조된다.

3.26 송수신기(tranceiver)

공통 용기 안에서 무선 송신기와 수신기가 결합된 것

3.27 균일장 영역(UFA)

균일한 필드 교정의 가상 수직면

이 필드 교정의 목적은 시험 결과의 유효성을 보장하는 것이다(6.2 참조).

4. 일반 사항

대부분의 전자 장비는 어떤 식으로든 전기자기장해의 영향을 받는다. 이러한 방사는 다음과 같은 사용자, 유지 보수요원 및 안전요원들이 사용하는 휴대용 전파 송수신기, 고정된 라디오 및 텔레비전 송신기, 차량용 송신기 및 여러 가지 산업용 전자기 방해원에 의해 빈번히 발생된다.

최근에 80 MHz ~ 6 GHz 대역의 주파수에서 작동하는 무선 전화기와 무선 송신기의 사용이 현저히 증가하였다. 이런 서비스들의 대부분은 일정치 않는 포락선을 갖는 변조기법(예를 들면, TDMA)을 사용한다.

의도적으로 발생하는 전자기 에너지 이외에 용접기, 싸이리스터, 형광등 및 유도성 부하를 작동시키는 스위치와 같은 장치에 의하여 부수적으로 발생하는 방사도 있다. 대부분 이와 같은 간섭은 그 자체가 도전성 간섭으로 나타난다. 이러한 것들은 다른 규격에서 다루어진다. 또한 전자기장의 영향을 방지하기 위해 이용되는 방법은 보통 이러한 방해원들의 영향을 줄이는 것이 될 것이다.

전기자기환경은 전자기장(V/m의 전계강도)의 세기에 의해 결정된다. 이 전기자기장은 주위 환경 구조의 영향 또는 전자파를 왜곡하거나 또는 반사시키는 장비의 근처에서의 영향 때문에 복잡한 장비 없이는 쉽게 측정할 수 없고, 고전적 방법으로도 쉽게 계산할 수도 없다.

5. 시험레벨

시험레벨은 표 1에 주어저 있다.

표 1 - 디지털 무선전화와 기타 RF 방출기기 등 일반적 목적과 관련된 시험 레벨

레벨	시험 전계강도 V/m
1 등급	1
2 등급	3
3 등급	10
4 등급	30
X 등급	특별한 값
주 1) X는 개방 시험 레벨이고 관련 전계강도는 어떤 값도 될 수 있다. 이 레벨은 제품 규격에 주어질 수 있다.	

본 규격은 단일 시험 레벨이 전 주파수범위를 벗어나 적용되는 것은 요구되지 않는다. 제품위원회는 주파수 범위에서 시험하는데 필요한 각각의 주파수 범위의 적절한 시험 레벨을 선택해야 한다. 시험레벨 선택에 관한 제품위원회의 지침은 부록 E를 참조하라.

시험 전계강도의 값은 변조되지 않은 반송파 신호의 값이다. 기기의 측정을 위해서, 이 반송파 신호는 실제의 위험요소를 모의 실험하기 위해 1 kHz 정현파로 80 % 진폭 변조된다(그림 1 참고). 어떻게 시험이 실행되는 가에 관한 상세한 내용은 8항에 있다.

5.1 일반적인 목적과 관련된 시험 레벨

시험은 일반적으로 80 MHz ~ 1 000 MHz의 주파수 범위에서 지속적으로 수행되어 진다.

주 1) 제품 위원회는 K 61000-4-3과 K 61000-4-6 사이에 80 MHz보다 더 낮거나 높은 경계 주파수를 선택할 수 있다(부록 G 참조).

주 2) 제품 위원회는 시험품을 위한 다른 변조 방식을 선택할 수도 있다.

주 3) K 61000-4-6은 전자기 에너지 방출에 대한 전기·전자기기의 내성을 결정하는 시험방법을 규정한다. 이는 80 MHz 이하의 주파수를 다룬다.

5.2 디지털 무선 전화기 및 기타 RF 방출 장치에서의 RF 방출 방지에 관한 시험 레벨

시험은 일반적으로 800 MHz ~ 960 MHz와 1.4 GHz ~ 2.0 GHz의 주파수 범위에서 수행되어 진다.

시험을 위해 선택되어질 주파수 또는 주파수 대역은 이동 무선전화와 기타 의도적인 RF 방출기기의 실제 동작에 제한되어진다. 1.4 GHz ~ 2.0 GHz의 전체 주파수대역을 초과하는 시험은 적용

되지 않는다. 이동 무선 전화와 기타 의도적인 RF 방출기기에 사용되어지는 주파수 대역에 대해 명시된 시험 레벨은 제품동작에 맞는 주파수 범위에서 적용될 수 있다.

또한 제품이 특정 국가들의 요구 사항만을 따르도록 되어 있으면, 측정 범위 1.4 GHz ~ 2.0 GHz 를 그 나라의 디지털 이동 전화에 할당된 주파수 대역을 포함하도록 감소시킬 수 있다. 이런 경우에, 감소된 주파수 범위에 대한 시험의 결정은 시험 성적서에 명시되어야만 한다.

주 1) 부록 A는 디지털 무선 전화의 RF 방출로부터의 보호에 관련된 시험을 위해서도 정현파 변조를 사용하는 결정에 관한 설명을 포함한다.

주 2) 부록 E는 시험 레벨 선택에 관한 지침을 포함한다.

주 3) 표 1에 대한 측정 범위는 일반적으로 디지털 무선 전화에 할당된 주파수 대역이다.(부록 G는 출판 당시의 디지털 무선 전화기에 할당된 것으로 알려진 주파수의 목록을 포함한다.)

주 4) 800 MHz 이상에서 주된 위험 요소는 무선 전화 시스템에서 나온다. 이 주파수 대역에서 동작하는 다른 시스템들은, 예를 들면, 2.4 GHz에서 작동하는 무선 LAN, 일반적으로 전력이 매우 낮아서 (대체적으로 100 mW 이하) 심각한 문제를 거의 발생시키지 않는다.

6. 시험 장비

다음 형태의 시험 장비를 권장한다.

- 무반사실 : 시험품(EUT)에 대하여 충분한 범위의 균일한 전계를 유지할 수 있는 적절한 크기를 가진다. 추가의 흡수체가 완전히 일치하지 않은 무반사실 내에서 반사를 감소시키기 위해 사용될 수 있다.
- EMI 필터 : 필터가 접속선에 부수적으로 공진 효과를 일으키지 않도록 주의해야 한다.
- RF 신호 발생기 : 필요한 주파수 범위를 만족시키고 1 kHz의 정현파를 80%로 진폭 변조할 수 있어야 한다. 이는 $1.5 \times 10^{-3} \text{ decade/s}$ 또는 그보다 느리게 자동으로 소인 할 수 있고, RF 합성기의 경우에는 주파수에 따라 변하는 스텝 간격과 유지시간(dwell time)을 프로그래밍 할 수 있어야 한다. 고조파로 인해 생기는 문제를 피하기 위해서 저역통과 또는 대역통과 필터를 사용할 필요가 있다.
- 전력 증폭기 : 신호(무변조 및 변조)를 증폭하고 필요한 전계 레벨을 안테나에 공급하는 것. 전력 증폭기에 의해 발생하는 고조파는 균일장영역(UFA)에서 측정 전계강도가 될 것이며 각 고조파 주파수는 기본주파수의 최소 6 dB 낮은 것이어야 한다(부록 D 참조).
- 전계 발생 안테나 (부속서 B 참조) : 주파수 요구조건을 만족하는 바이코니컬(Biconical Antenna), 대수주기형(Log-periodic), 혼(Horn) 또는 다른 종류의 선형 편파 안테나 시스템.

- 등방성 전계 센서 : 측정될 전계강도에 대해 증폭기와 광전자의 내성이 적합해야 하고, 광섬유 케이블은 무반사실 밖의 지시계에 접속한다. 신호 링크의 적당한 필터링이 필요할 수 있다. **부록 I**에서는 전계 프로브의 교정 방법을 소개한다.
- 전력 레벨을 기록하기 위한 관련 장비 : 시험레벨의 발생기 조절과 요구되는 전계 강도를 위해 필요한 전력 레벨을 기록하는 관련기기.

적당한 보조 장비의 적절한 내성을 보장하도록 주의해야 한다.

6.1 시험 설비의 설명

발생된 전계강도의 세기로 인해, 무선 통신에 대한 간섭을 방지하기 위한 국내 또는 국제법을 만족하기 위해서는 차폐막 안에서 시험해야 한다. 추가적으로 데이터를 수집하는데 필요한 대부분의 시험 장비는 내성 시험을 하는 동안 생기는 주변의 전자기장에 민감하기 때문에 시험품과 요구된 시험장비 간에 “방벽”으로 차폐벽이 필요하다. 막을 뚫고 지나가는 연결선은 전도, 방사로 인한 방출을 적당히 감소시키고 시험품의 신호의 보전과 전력응답의 유지를 보장하도록 주의해야 한다.

전형적으로 시험 설비는 전계 강도를 적절하게 제어하는 동안 시험품을 집어넣기에 충분한 선형적 흡수체 차폐실로 구성된다. 이는 무반사실 또는 보완된 반무반사실을 포함하고 그 예는 그림 2.에 있다. 관련된 차폐실은 전계 발생장비, 모니터링 장비 및 EUT를 시연할 수 있는 장비를 수용할 수 있어야 한다.

무반사실은 저주파에서 덜 효과적이다. 저주파에서 생성된 전계의 균일성을 보장하기 위해 특히 주의해야한다. 추가의 지침은 부속서 C에 있다.

6.2 전계의 교정

필드 교정의 목적은 시험 샘플에 대한 전계가 시험 결과의 유효성을 보증하기에 충분히 균일하다는 것을 확실히 하는 데 있다. K 61000-4-3은 영역내에서 필드의 변화가 받아들일 수 있을 정도로 작은 가상의 수직 평면인 “균일장 영역”(그림 3 참조)의 개념을 사용한다. 필드 교정의 일반적인 절차에서, 균일장을 발생하기 위해 시험설비 및 장비의 성능을 입증하는 것이다. 동시에 내성 시험에 요구되는 전계강도 설정에 대한 데이터베이스가 얻어진다. 필드 교정은 케이블을 포함한 모든 시험품이 균일장 영역에 적용되어야 한다.

필드 교정은 시험품 없이 수행된다(그림 3 참조). 절차에서, 균일장 영역내의 전계세기와 안테나에 인가되는 전방전력 사이의 관계가 결정된다. 시험기간 동안, 필요한 전방전력은 이 관계와 타깃 전계강도로부터 계산된다. 필드 교정동안 사용된 안테나, 추가 흡수체 및 케이블 등은 실제시험에 사용되기 위해 기록되어야 한다. 전계 발생안테나와 케이블의 정확한 위치는 아주 중요한 문제이다. 배치의 작은 차이가 균일장에 심각한 영향을 주므로, 균일장 교정시의 정확한 배치는 내성시험에 그대로 적용되어 사용되어야 한다. 시험배치(8절 참조) 전에 교정의 유효성이 점검되어야 한다.

다.

송신안테나는 송신장의 빔폭내에 들어오도록 균일장 영역을 만족하기 위한 충분한 위치에 놓여져야 한다. 전계강도 센서는 전계 발생안테나로부터 최소 1 m에 위치해야 한다. 안테나와 균일장 영역간의 거리는 3 m가 우선시 된다(그림 3.참조). 측정거리는 바이코니컬 안테나 중앙, 로그페리오딕 또는 조합안테나의 전방 끝, 혼안테나 또는 더블릿지 웨이브가이드 안테나의 전방가장자리로부터 측정되어야 한다. 교정 및 시험성적서상에 이러한 거리는 기록되어야 한다.

시험품과 배선이 작은 영역내에 포함되지 않는다면, 균일장 영역은 바닥면 위의 80 cm의 높이에서 최소 1.5 m×1.5 m 크기로 형성되어야 한다. 내성시험동안, 시험품의 전면은 균일장 영역과 일치시켜 배치되어야 한다(그림 5. 및 6. 참조).

기준 접지면 가까이에서 시험되어야 하는 시험품 및 전선에 대한 시험의 정확성을 확보하기 위해, 40 cm 높이에서의 전계강도의 크기가 역시 기록되어야 한다.

반무반사실내 바닥면에서의 반사 때문에 기준 접지면 부근에서의 균일장을 형성시키기는 어려워 추가적인 흡수체가 기준 접지면위에 사용될 수 있다(그림 2. 참조).

균일장 영역은 50 cm의 간격의 격자로 나뉜다(1.5 m×1.5 m 균일장 영역의 예, 그림 4. 참조). 각 주파수에서, 모든 격자점의 75 %이상이 공칭값의 $-0 \text{ dB} \sim +6 \text{ dB}$ 내에 형성이 된다면 예를 들어, 측정된 16개의 포인트 중에서 적어도 12 포인트에서의 값이 허용오차 안에 있을 때 그 전계는 균일한 것으로 간주된다. 0.5 m×0.5 m의 최소 균일 영역에 대해, 격자의 4 점은 이 허용오차 내에 있어야 한다.

주1) 다른 주파수에서는 다른 측정 포인트들이 허용오차 내에 있을 수 있다.

허용 오차는 전계 강도가 수용할 수 있는 가능성을 가지고 공칭값 이하로 떨어지지 않도록 $-0 \text{ dB} \sim +6 \text{ dB}$ 로 표기되어 왔다. 6 dB의 허용오차는 실제의 측정 설비에서 가능한 최소의 오차로 간주된다.

1 GHz 이상의 주파수 범위에서, 허용오차는 $+6 \text{ dB} \sim +10 \text{ dB}$ 이고, 시험성적서 상에 정확한 허용오차가 언급되면, 시험 주파수의 최대 3 %까지에 대해, -0 dB 이상이 허용된다. 논쟁의 경우에는 $-0 \text{ dB} \sim +6 \text{ dB}$ 의 허용오차를 우선으로 한다.

실제의 시험품에 의해 점유되도록 된 영역이 1.5 m×1.5 m 이상이고, 충분한 직경의 균일장 영역(우선시되는 방법)을 구현할 수 없다면, 다음 두 방법(부분 조사) 중 하나로 전계를 시험품에 투여시킬 수 있다:

- 결합된 교정영역이 시험품에 의해 점유된 영역을 포함하도록 다른 송신안테나 위치에서의 교정이 이루어져야 한다. 피시험기기는 이 각각의 위치에서 안테나에 대해 연속적으로 시험되어야 한다.

- 또는 이 평가 중 적어도 하나 이상에서 피시험기기의 각 부분이 교정영역에 들어가도록 피시험기기를 다른 위치로 변경해야 한다.

주 2) 안테나 위치 각각에 대해 전체 필드 교정이 필요하다.

아래 표 2는 장소 및 적용방법 뿐만 아니라 전체조사 및 부분조사의 개념을 설명한 것이다.

표 2 - 완전 노출, 부분 노출 및 독립 윈도우 방법의 적용에 대한 균일장 영역의 요구사항

주파수 범위	시험품이 균일장 영역(UFA) 안에 모두 포함될 때, 교정장의 크기 및 교정 요구사항 (완전 노출, 우선 방법)	시험품이 균일장 영역(UFA) 안에 모두 포함되지 않을 때, 교정장의 크기 및 교정 요구사항 (부분 노출 및 독립창 방법, 대안법)
1 GHz 이하	최소 균일장 영역(UFA)의 크기 0.5 m × 0.5 m	부분 노출
	0.5 m 격자 크기 단계내의 균일장 영역(UFA)의 크기 (0.5 m × 0.5 m; 0.5 m × 1.0 m; 1.0 m × 1.0 m; 등)	최소 균일장 영역(UFA)의 크기 1.5 m × 1.5 m
	0.5 m × 0.5 m 격자 단계내의 교정	0.5 m 격자 크기 단계내의 균일장 영역(UFA)의 크기 (1.5 m × 1.5 m; 1.5 m × 2.0 m; 2.0 m × 2.0 m; 등)
	만일 최대 균일장 영역(UFA)이 0.5 m × 0.5 m보다 크다면, 규정내 교정점의 75 % 허용. 0.5 m × 0.5 m 균일장 영역(UFA)에 대해 100 %(총4점) 규정내에 들어야 함.	0.5 m × 0.5 m 격자 단계내의 교정 규정내 교정점의 75 % 허용.
	최소 균일장 영역(UFA)의 크기 0.5 m × 0.5 m	독립 윈도우 방법
	0.5 m 격자 단계내의 균일장 영역(UFA)의 크기(예, 0.5 m × 0.5 m; 0.5 m × 1.0 m; 1.0 m × 1.0 m; 등)	0.5 m × 0.5 m 윈도우(부록 H참조)
	0.5 m × 0.5 m 격자 단계내의 교정	부분 노출
	만일 최대 균일장 영역(UFA)이 0.5 m × 0.5 m보다 크다면, 규정내 교정점의 75 % 허용. 0.5 m × 0.5 m 균일장 영역(UFA)에 대해 100 %(총4점) 규정내에 들어야 함.	0.5 m 간격으로 증가하는 1.5 m × 1.5 m 및 보다 큰 크기의 윈도우(1.5 m × 2.0 m; 2.0 m × 2.0 m; 등)
		0.5 m × 0.5 m 격자 단계내의 교정
		만일 최대 균일장 영역(UFA)이 0.5 m × 0.5 m보다 크다면, 규정내 교정점의 75 % 허용. 0.5 m × 0.5 m 균일장 영역(UFA)에 대해 100 %(총4점) 규정내에 들어야 함.

예를 들어, 안테나의 빔폭이 피시험기기 전체를 동시에 노출시키기에 불충분한 이유로 이 부절의 요구조건이 특정한계주파수(1 GHz 이상)까지만 만족된다면, 이 이상의 주파수에 대해, 부록 H에 설명된 두 번째 대안방법(독립 윈도우 방법)을 사용한다.

일반적으로 무반사실과 반무반사실에서의 필드의 교정은 그림7.의 시험배치법에 따라 수행되어야 한다. 교정은 아래의 단계에 따라 수평과 수직 편파에 대해 무변조 반송파로 이루어져야 한다. 증폭기는 변조를 조정할 수 있고, 시험동안 포화되지 않아야 한다. 우선방법은 시험품에 인가되는 전계강도보다 최소 1.8배의 전계강도로 수행되어야 하고 시험동안 포화되지 않는 증폭기를 사용해야 한다. 교정 전계강도를 E_c 로 표기한다. E_c 는 필드 교정에만 적용되는 값이다. 시험전계강도 E_t 는 $E_c/1.8$ 을 초과하지 않아야 한다.

주 3) 포화를 피할 수 있는 다른 방법들도 사용될 수 있다.

1.5 m × 1.5 m 균일장 영역(UFA)(16 격자점)을 사용한 각기 다른 두 교정방법이 아래 설명과 같다. 이 방법들은 같은 필드 교정으로 간주한다.

6.2.1 일정한 전계강도 교정 방법

항상 균일한 전계강도는 각각의 개별주파수에서 교정된 전계센서를 통해 순방향 전력에 의하여 8 항에 주어진 스텝사이즈 대로 그림4.와 같이 16 포인트 각각에 대하여 측정하고 확립해야한다.

선택된 전계강도 확립에 필요한 순방향 전력은 그림 7.에 따라 측정하고, 16 포인트에 대한 dBm (전력)을 기록해야한다.

수직, 수평 양방향에서의 교정 절차는 다음과 같다.

- a) 전계 센서의 위치는 격자(그림 4. 참조)안의 16 포인트 중 하나에 놓는다. 시험범위의 가장 낮은 주파수를 신호발생기의 출력 주파수로 맞춘다.(예, 80 MHz)
- b) 시험에서 요구되는 전계강도 E_c 와 같은 전계강도를 얻기 위해 전계발생 안테나의 순방향 전력을 조정하고, 그 때 나타난 순방향 전력을 기록 한다.
- c) 현재 주파수보다 최대 1 %만큼 주파수를 증가시킨다.
- d) 측정 범위의 최대 주파수까지 b)와 c)를 반복하고, 마지막으로 가장 높은 주파수에서 b)를 반복한다(예, 1 GHz).
- e) 격자 안의 각 점에 대하여 a) ~ d)를 반복한다.

각 주파수에 대하여;

- f) 16개의 읽혀진 순방향 전력 값을 오름차순으로 정렬한다.
- g) 가장 높은 값을 기준으로 이 값보다 작은 11개의 값이 $-6 \text{ dB} \sim +0 \text{ dB}$ 의 허용치 내에 존재하는지 확인한다.
- h) 만약 $-6 \text{ dB} \sim 0 \text{ dB}$ 의 허용치 내에 존재하지 않는다면 가장 높은 값 바로 아래의 값에서 시작하여 같은 단계를 반복한다(각 주파수에 대해 5번의 가능성만이 존재한다는 것을 주의할 것)
- i) 적어도 12개의 값이 6 dB 안에 존재한다면 그 단계를 멈추고, 그 값들 중 최대 순방향 전력 값을 기록한다. 순방향 전력을 P_c 로 표시한다;
- j) 시험 장비(예, 전력증폭기)가 포화가 되지 않았는지를 확인하고, E_c 가 E_t 의 1.8배라면 각 교정 주파수에서 다음의 절차를 수행하라.
- j-1) 신호발생기의 출력에서 P_c (순방향 전력) 5.1 dB 의 레벨을 감소시킨다(-5.1 dB 는 $E_c/1.8$ 과 동일하다);
- j-2) 안테나에서 방사되는 새로운 순방향 전력을 기록한다.
- j-3) P_c (순방향 전력)으로부터 j-2) 단계에서 측정된 순방향 전력 값을 감하여 레벨의 차이가 $3.1 \sim 5.1 \text{ dB}$ 사이에 있다면, 증폭기는 비포화 상태이고 시험 장비는 측정하기에 적당하다. 레벨의 차이가 3.1 dB 이하 이면, 증폭기는 포화상태이고 측정에 부적합하다.

주 1) 특정주파수에서 E_c 와 E_t 가 $R(\text{dB})$ 비율이라면, 시험전력 $P_t = P_c - R(\text{dB})$ 이다, 여기서 $R = 20 \log(E_c/E_t)$ 이다. 아래첨자 c 와 t는 각각의 시험과 교정을 언급한 것이다. 그 전기자기장은 8항에 따라 변조된 것이다.

교정에 대한 예는 D.4.1에 있다.

주 2) 각각의 주파수에 대하여 사용된 증폭기가 포화되지 않았다는 것이 확실하게 보증되어야 한다. 그것은 증폭기의 1 dB 압축점으로 확인되어 질 수 있다. 하지만 증폭기의 1 dB 압축점은 시험을 위해 사용되어지는 안테나의 임피던스가 50 ohm 과 상이할 때 50 ohm 종단으로써 검증된다. 시험 시스템의 포화는 j 단계에서 설명한 2 dB 압축점으로 확인된다. 추가적인 내용은 부록 D를 참고하라.

6.2.2 일정한 전력 교정방법

항상 균일한 전계강도는 각각의 개별주파수에서 교정된 전계센서를 통해 순방향 전력에 의하여 8항에 주어진 스텝사이즈 대로 그림4와 같이 16 포인트 각각에 대하여 측정하고 확립해야한다.

시작위치에서 확립된 전계강도에 필요한 순방향 전력은 그림 7에 따라 측정하고 기록해야한다. 같은 순방향 전력은 모든 16포인트에 대하여 적용한다. 순방향 전력에 의해 발생한 전계강도는 16포인트 각각에 대하여 기록해야 한다.

절차는 다음과 같다.

- a) 전계 센서의 위치는 격자(그림 4 참조)안의 16 포인트 중 하나에 놓는다. 시험범위의 가장 낮은 주파수를 신호발생기의 출력 주파수로 맞춘다(예 80 MHz).
 - b) 시험에서 요구되는 전계강도 E_c 와 같은 전계강도를 얻기 위해 전계발생 안테나의 순방향 전력을 조정하고, 그때 나타난 순방향 전력과 전계강도를 기록 한다.
 - c) 현재의 주파수를 최대 1 % 까지 주파수를 증가시킨다.
 - d) 측정 범위의 최대주파수까지 b)에서 c) 스텝을 반복하고, 마지막으로 최고 높은 주파수에서 b)를 반복한다(예 1GHz).
 - e) 격자 안의 다른 위치로 센서를 이동시켜라. 순방향 전력을 적용했을 때 각각의 주파수에 대하여 a)에서 d)를 반복하고 b)와 같이 그때의 주파수와 전계강도를 기록한다.
 - f) 격자 안의 각 점에 대하여 e)단계를 반복한다.
- 각 주파수에 대하여
- g) 16개의 읽혀진 전계강도 값을 크기순으로 정렬한다.
 - h) 기준값으로서 하나의 전계강도 값을 선택하고, 모든 다른 위치의 대해 이 기준값으로부터의 편차를 계산한다.
 - i) 그 값이 $-0 \text{ dB} \sim +6 \text{ dB}$ 의 범위보다 더 큰 값이 최소한 11개 있는가를 체크하고 있다면 가장 낮은 값에서 시작하라.
 - j) 적어도 11개의 읽은 데이터에 있는가를 체크하고, 가장 높은 값에서 시작하라.
 - k) 만일 그 값의 $-0 \text{ dB} \sim +6 \text{ dB}$ 의 범위 안에 있지 않다면 같은 절차로 되돌아가라.
 - l) 적어도 12개가 6 dB 안에 있다면 그 절차를 멈추고 그 숫자들의 최대 순방향 전력 출력값을 기록한다.
 - m) 시험 장비(예, 전력증폭기)가 포화가 되지 않았는지를 확인하고, E_c 가 E_t 의 1.8배라면 각 교정 주파수에서 다음의 절차를 수행하라.
- m-1) 신호발생기의 출력에서 P_c (순방향 전력) 5.1 dB의 레벨을 감소시킨다(-5.1 dB 는 $E_c/1.8$ 과 동일하다);

m-2) 안테나에서 방사되는 새로운 순방향 전력을 기록한다.

m-3) P_c (순방향 전력)으로 부터 m-2) 단계에서 측정된 순방향 전력 값을 감하여 레벨의 차이가 3.1 ~ 5.1 dB 사이에 있다면, 증폭기는 비포화 상태이고 시험 장비는 측정하기에 적당하다. 레벨의 차이가 3.1 dB 이하 이면, 증폭기는 포화상태이고 측정에 부적합하다.

주 1) 특정주파수에서 E_c 와 E_t 가 R(dB)비율이라면, 시험전력 $P_t = P_c - R(\text{dB})$ 이다, 여기서 $R = 20 \log(E_c/E_t)$ 이다. 아래첨자 c 와 t는 각각의 시험과 교정을 언급한 것이다. 그 전기자기장은 8항에 따라 변조된 것이다.

교정에 대한 예는 D.4.2에 있다.

주 2) 각각의 주파수에 대하여 사용된 증폭기가 포화되지 않았다는 것이 확실하게 보증되어야 한다. 그것은 증폭기의 1 dB 압축점으로 확인되어 질 수 있다. 하지만 증폭기의 1 dB 압축점은 시험을 위해 사용되어지는 안테나의 임피던스가 50 ohm과 상이할 때 50 ohm 종단으로써 검증된다. 시험 시스템의 포화는 j 단계에서 설명한 2 dB 압축점으로 확인된다. 추가적인 내용은 부록 D를 참고하라.

7. 시험 배치

기기의 모든 시험은 가능한 설치된 상태에 가깝게 배치하여 수행해야 한다. 배선은 제조자가 추천한 절차에 따르고, 다른 언급이 있지 않는 한, 기기는 모든 덮개와 접근 패널이 제자리에 놓여 있는 상태에 있어야 한다.

장비가 패널, 선반 또는 캐비닛 내에 부착하도록 설계되어졌으면 그 배치에서 시험해야 한다.

금속 접지면은 필요하지 않다. 시험용 시료를 지지할 방법이 필요할 때는 비금속성, 비전도성소재로 해야 한다. 그러나 장비의 하우징이나 케이스의 접지는 제조자가 추천하는 설치요건에 따라야 한다.

시험품이 바닥 거치형과 탁상용으로 구성되어 있으면 정확한 상대적 위치가 유지되어야 한다.

대표적인 시험품 설치가 그림 5와 6에 제시되어 있다.

주 1) 비전도성 지지대의 사용은 갑작스런 시험품의 접지와 전자계의 왜곡을 방지할 수 있다. 후자를 보장하기 위하여 지지대는 금속구조에 절연 코팅을 한 것보다는 비전도성으로 하는 것이 좋다.

주 2) 1 GHz 이상의 높은 주파수에서, 플라스틱으로 보강된 유리나 나무로 만들어진 테이블 또는 지지대는 반사를 일으킬 수 있다. 따라서 폴리스티렌과 같은 낮은 절연체(낮은 유전율)가 비균일장을 감소시키고 필드 교란을 막기위해 사용되어야 한다.

7.1 탁상형 기기의 배치

시험해야 할 기기는 시험 설비 안의 0.8 m 높이의 비전도성 탁자 위에 놓는다.

기기는 해당 설치 지침에 따라 전력선과 신호선에 접속한다.

7.2 바닥 설치형 기기의 배치

바닥 설치형 기기는 지지면 위로 0.05 m ~ 0.15 m의 비전도성 지지대에 올려야 한다. 비전도성 지지대를 사용하면 갑작스런 시험품의 접지와 필드의 왜곡을 방지하게 된다. 후자를 확실하게 하기 위해 금속성 구조물에 절연체를 코팅하는 것보다는 전체를 비전도성으로 하는 것이 좋다. 0.8 m 정도 높이의 지지대 위에 놓을 수 있는 바닥 거치형 기기, 즉 너무 크거나 무겁지 않고 또한 높이에 따른 안전에 영향을 주지 않으며, 제품 위원회에서 특별히 지적하지 않으면 위에서 언급한 것처럼 배치한다. 표준시험 방법과 다른 점들을 시험 성적서에 기록해야 한다.

주) 비전도성 롤러는 0.05 m ~ 0.15 m 지지대로 사용될 수 있다.

다음에는 장비를 해당 설치 지침에 따라 전력선과 신호선에 연결한다.

7.3 배선의 배치

케이블은 시험품에 추가되어야 하고 제조자의 설치 지침에 따라 시험장에 배치되어야 하며 가능한 사용되는 전형적인 방법으로 재현될 수 있어야 한다.

제조자가 명시한 배선과 커넥터를 사용하여야 한다. 만약 시험품으로 부터의 배선이 명시되어 있지 않으면 차폐되지 않은 평행 도선을 사용하여야 한다.

만약 제조자의 사양이 3 m 또는 3 m 이내의 배선의 길이를 요구한다면 명시된 길이의 배선을 사용하여야 한다. 만약 명시된 길이가 3 m 이상이거나 명시되어 있지 않으면, 사용되는 케이블의 길이는 전형적인 설치 지침에 따라 정해져야 한다. 가능하다면, 최소 1 m 길이의 케이블을 전기자기장에 노출시킨다. 시험품의 단자에 연결되는 케이블의 초과 부분은 케이블의 중간부분에서 30 cm ~ 40 cm 길이의 다발 형태의 저유도성 묶음이 되어야 한다.

만약 제품위원회에서 감결합이 되어질 케이블의 초과부분을 결정한다면(예로, 시험장에 위치한 케이블), 사용되는 감결합 방법은 시험품의 동작을 저해해서는 안된다.

7.4 인체에 부착된 기기의 배치

인체에 부착된 기기(용어정의 3.13 참조)는 탁상형 품목과 같은 방법으로 시험될 수 있다. 그러나 이것은 인체 특성이 고려되지 않기 때문에 오버 테스트(over-testing) 또는 언더 테스트(under-testing)를 포함할 수 있다. 이러한 이유로 적절한 유전체 특성을 가진 인체 시뮬레이터의 사용의 지정이 제품 위원회에 권고되어야 한다.

8. 시험 절차

다음의 시험 절차를 포함한다.

- 시험실 기준 조건의 확인
- 측정기기 정상동작의 사전 확인
- 시험 수행
- 시험결과의 평가

8.1 시험실 기준 조건

시험 결과에서 환경적 요인의 영향을 최소화하기 위하여, 시험은 8.1.1 과 8.1.2에서 명시된 기후 조건과 전기자기 기준 조건에서 수행되어야 한다.

8.1.1 기후 조건

일반규격 또는 제품규격의 담당 위원회로부터의 별다른 언급이 없는 경우에는, 시험실 기후 조건은 시험품의 동작과 측정기기 각각의 제조자가 명시한 범위 내에서 되어져야 한다.

시험품이나 측정 장비가 응결되어질 정도로 높은 습도일 경우 시험은 수행되어지지 않아야 한다.

주) 본 규격이 기후조건에 영향을 받는다는 관련 현상의 결과를 증명할 명백한 증거가 있음이 고려되면 본 규격에 관련된 위원회의 주의가 요구되어야 한다.

8.1.2 전기자기 조건

시험실의 전기자기 조건은 시험품이 정상적으로 동작하고 시험 결과에 영향을 미치지 않게 하기 위한 보장이 되어야 한다.

8.2 시험의 수행

시험은 기술적인 설명에서 정의된 것처럼 시험품의 성능검증을 포함한 기본적인 시험 계획에 의해 수행되어야 한다.

시험품은 일반적인 동작 조건에서 시험되어야 한다.

시험 계획 설명:

- 시험품의 크기;
- 시험품의 대표적 동작 조건;
- 시험품이 테이블 위에서 또는 바닥에서 아니면 두가지 혼합하여 측정되는지 여부;

- 바닥 거치형 기기, 지지대의 높이;
- 사용되는 시험 설비의 유형과 방사 안테나의 위치;
- 사용되는 안테나 유형;
- 주파수 범위, 유지(dwell) 시간과 주파수 스텝(step);
- 균일장 영역(UFA)의 모양과 크기;
- 사용되어지는 부분 노출;
- 적용되는 시험 레벨
- 사용되는 연결 배선의 수와 유형 그리고 이들이 연결되는 상호연결 포트(시험품의);
- 허용 가능한 성능 기준;
- 시험품 동작 방법의 설명;

이 항에 설명된 시험절차는 6항에 정의된 전계 발생 안테나의 사용에 관한 것이다.

시험 전에 교정된 전계강도의 세기는 시험기기/시스템이 정상적으로 동작하는지 검증하기 위해 점검해야한다.

교정을 한 후에 시험 전계는 교정으로부터 얻어진 값들을 사용하여 발생시킬 수 있다(그림 6.2 참조).

시험품은 초기의 교정 면과 일치하는 면에 위치시킨다. 노출되는 시험품 면은 부분적으로 노출되는 것이 아니라면 균일장 영역(UFA)안에 포함되어야 한다. 노출되는 부분과 전계 교정에; 관련된 내용은 6.2항을 참조하라.

RF 신호 레벨의 조정이나 발진기와 안테나의 개폐가 필요한 경우 중지한 후 주파수 대역에 대해 5.1과 5.2에 따라 변조신호로 스위프 한다. 주파수 대역이 증가되면서 스위프할 때, 스텝 사이즈는 진행되는 주파수 값의 1 %를 초과하지 않아야 한다.

각 주파수에서의 유지 시간은 시험품이 실행되고 응답하는데 필요한 시간보다 짧으면 안되며, 0.5 초보다 짧으면 안된다. 민감한 주파수(예를 들면 클럭 주파수)는 제품 사양의 요구에 따라 각각 따로 해석해야 한다.

시험은 보통 시험품의 각각 4개 측면을 마주 보고 있는 발생 안테나로 실시되어야 한다. 기기가 다른 방향에서 사용될 수 있으면 (수직 또는 수평) 이 시험은 모든 방향에서 실시되어야 한다. 기술적으로 옳다고 판단될 때, 시험품은 발생 안테나의 일부 면에서만 시험이 수행될 수 있다. 다른 경우에, 예를 들어 시험품의 크기와 유형 또는 시험 주파수에 따라, 4 방향 이상에서 수행되어질 필요가 있다.

주 1) 시험품의 전기적인 부분의 증가에 따라 안테나 패턴의 다양성 또한 증가한다. 안테나 패턴의 다양성은 최소한의 내성을 결정하기위해 필요한 측정 방향의 수에 영향을 줄 수 있다.

주 2) 만약 시험품이 몇 개의 부품으로 구성된다면 다른 면으로부터 시험품이 노출되는 동안 시험품 내에 있는 각 부품의 위치를 수정할 필요는 없다.

각 안테나에 의해 발생된 전계의 편파로 인해 각 측면은 두 번 시험할 필요가 있다. 한번은 안테나를 수직으로 세워서, 나머지는 안테나를 수평으로 세워서 시험한다.

시험을 하는 동안 시험품이 충분히 동작하도록 해야 한다. 그리고 내성 시험을 위해 선택한 모든 임계 동작 모드에 대하여 조사해야 한다. 특별한 프로그램의 동작이 권장된다.

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

무시할 수 있다고 판단되어 허용할 수도 있는 시험품에서의 영향을 제조자의 사양에 정의할 수도 있다.

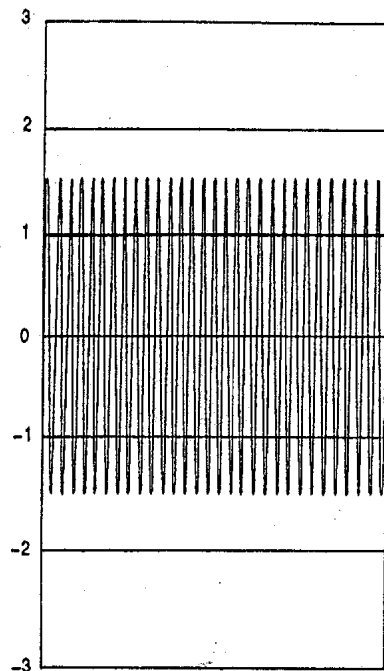
이와 같은 분류는 일반규격, 제품규격, 제품군 규격에 대하여 책임 있는 위원회에 의해 성능 판정을 공식화하는데 지침으로서 또는 예를 들어 일반규격, 제품규격, 제품군 규격이 존재하지 않는 경우 제조자와 구매자 사이에 성능 판정에 관한 합의를 위한 기초로서 사용될 수도 있다

10. 시험 성적서

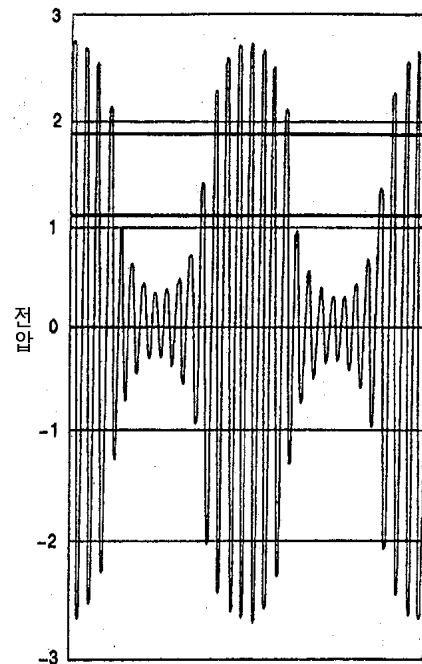
시험 보고서는 시험을 재현하기 위해 필요한 모든 정보를 포함해야 한다. 특히, 다음사항들이 기록되어야한다 ;

- 본 규격의 8절에서 요구되는 시험 계획에서 명시된 항목들;
- 시험품과 관련 장비들의 식별, 예를 들어 회사명, 제품명, 고유 번호;
- 시험 장비의 식별, 예를 들어 회사명, 장비명, 고유 번호
- 시험이 실시되었던 특별 환경 조건, 예를 들어 차폐실;
- 시험을 실시하는데 필요한 특정 조건;
- 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;
- 적합성을 달성하기 위해 요구되는, 예를 들어 케이블 길이 또는 종류, 차폐 또는 접지, 또는 시험품 동작조건과 같은 사용상의 특정 조건.
- 케이블 배치의 설명과 기기의 위치 및 상태는 시험성적서 안에 포함되어야 한다; 경우에 따라서는 그림으로 대신 되어 질 수 있다.



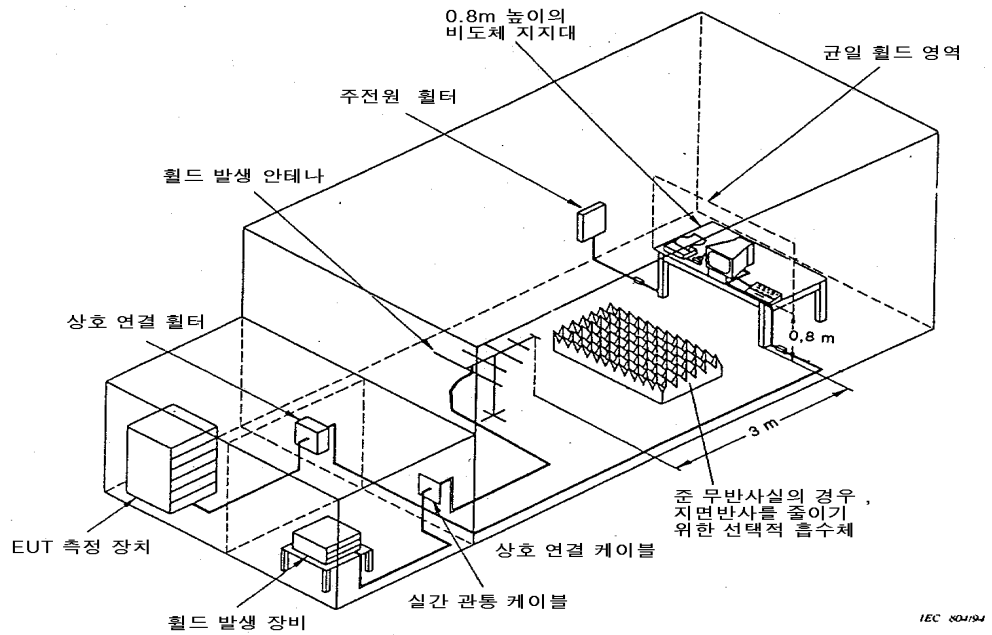
a) 무변조 RF-신호
 $V_{p-p} = 2,8 \text{ V}$
 $V_{rms} = 1,0 \text{ V}$



b) 변조 RF-신호 80% AM
 $V_{p-p} = 5,1 \text{ V}$
 $V_{rms} = 1,12 \text{ V}$
 $V_{maximum \text{ RMS}} = 1,8 \text{ V}$

IEC 1 669/98

그림 1 - 신호발생기의 출력에서 발생하는 시험레벨과 파형의 정의



주-벽과 천정에 부착된 흡수체는 명확화를 위해 삭제되었다.

그림 2 - 적절한 시험 설비의 예

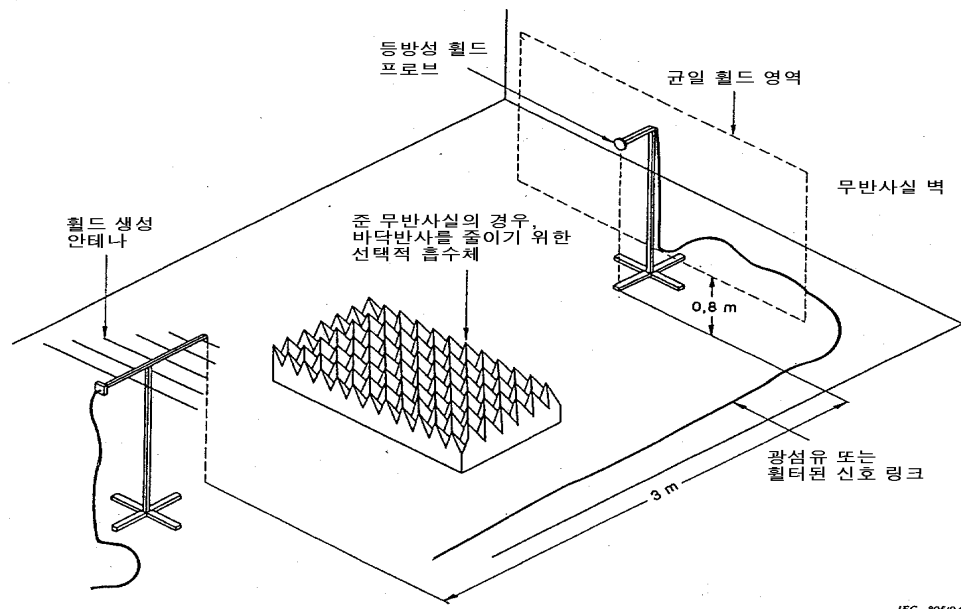


그림 3 - 필드의 교정

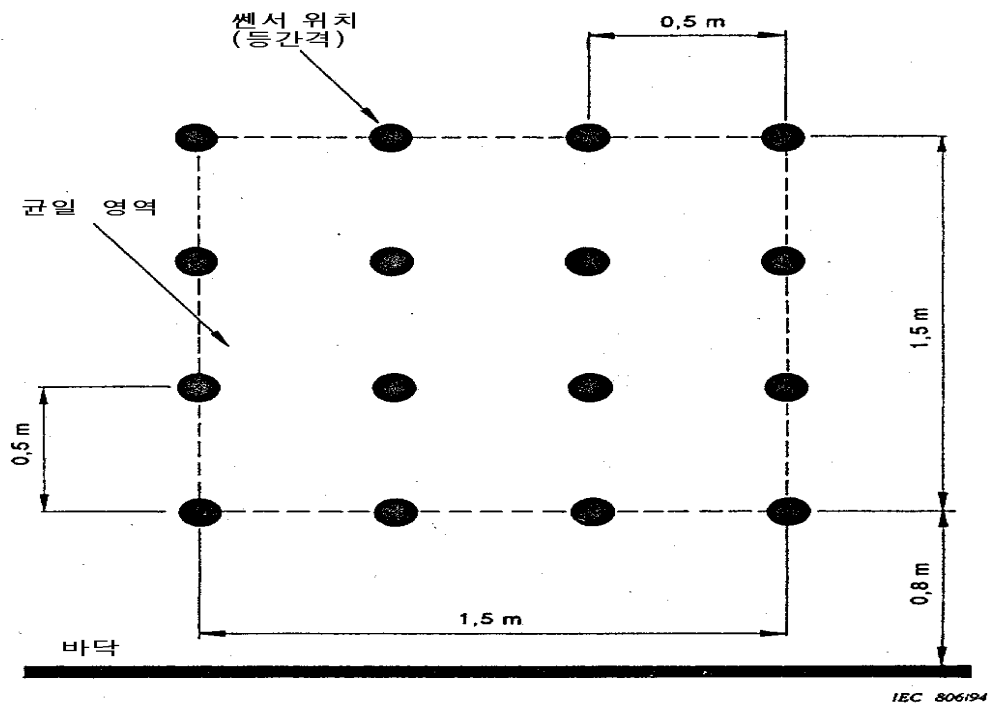
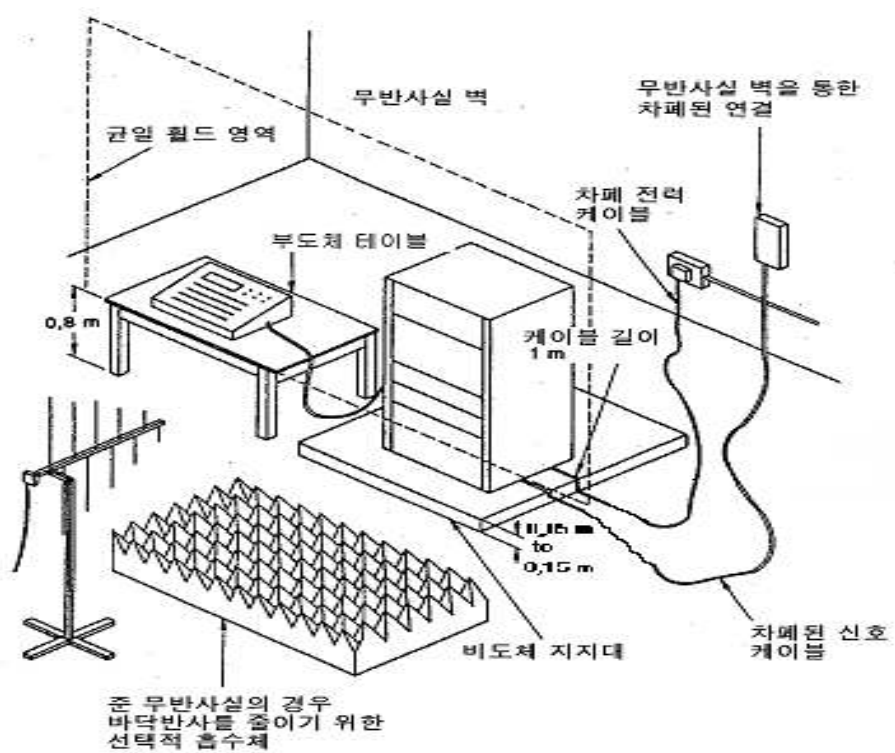


그림 4 - 필드의 교정, 균일장 영역의 크기



주) 벽면에 부착된 흡수체는 명확도를 위해 벽에서 생략되었다.

그림 5 - 바닥설치형 장비에 대한 시험배치 예

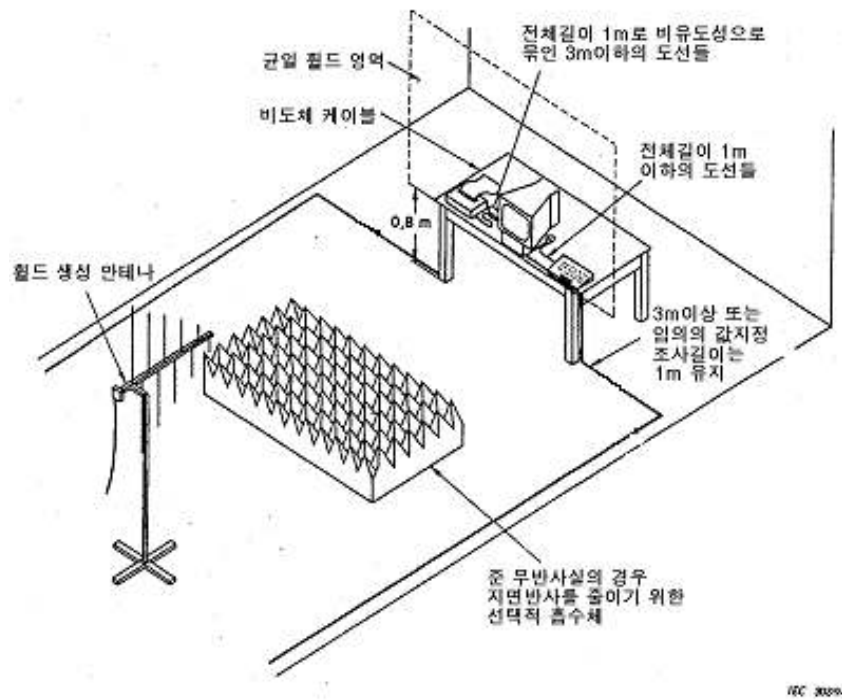
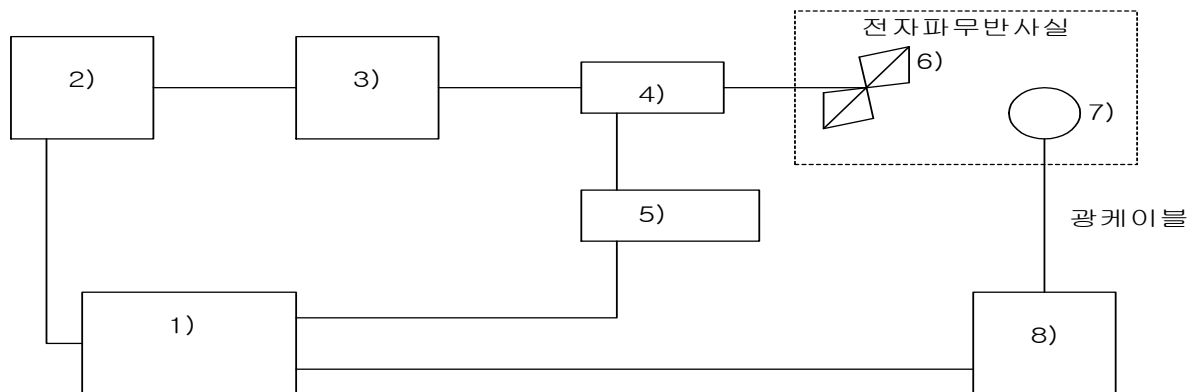


그림 6 - 탁상용 기기의 시험배치 예



key

- 1) 컨트롤러(예:PC)
- 2) 신호발생기
- 3) 전력증폭기
- 4) 양방향커플러
- 5) 측정기
- 6) 방사안테나
- 7) 등방성프로브
- 8) 측정미터

그림 7 - 측정배치도

부록 A

(정보)

디지털 무선 전화기로부터 발생하는 RF 방출 방지 관련 시험을 위한 변조방법 선택의 이론적 근거

A.1 이용 가능한 변조 방법의 요약

800 MHz 이상에서 중요한 위협은 일정치 않은 포락선 변조를 사용하는 디지털 무선 전화기로부터 발생된다. 본 규격을 작성하는 동안에 전기자기계에 대해 다음의 변조 방법들이 고려되었다.

- 정현파 진폭 변조, 1 kHz에서의 80 % AM
- 구형파 진폭 변조, 1:2 duty cycle, 200 Hz에서의 100 % AM
- 개개의 시스템의 특성을 근사적으로 모의하는 RF 펄스 신호, 예를 들면, GSM에 대해 200 Hz에서의 1:8 duty cycle , 휴대용 DECT에 대해 100 Hz에서의 1:24 duty cycle 등등.(GSM과 DECT의 정의는 부록 G를 참조)
- 개개의 시스템의 특성을 정확히 모의하는 RF 펄스 신호, 예를 들면, GSM에 대해 200 Hz에서의 1:8 duty cycle와 불연속 전송 모드(2 Hz 변조 주파수)와 같은 이차효과와 다중 프레임 효과(8 Hz 주파수 성분)의 합

각각의 시스템의 장점은 표 A.1에 요약되었다.

표 A.1 - 변조 방법의 비교
(GSM과 DECT의 정의는 부록 G 를 참조)

변조 방법	장 점	단 점
정현파 AM	1. 최대 RMS 레벨이 같은 값이면, 서로 다른 일정치 않은 포락선 변조의 간섭 효과 사이에 좋은 상관관계가 있음이 실험을 통해 보여진다. 2. TDMA 펄스의 상승시간을 지정할(그리고 측정할) 필요가 없다. 3. 본 규격과 K 61000-4-6을 사용한다. 4. 전계 발생과 모니터링 장치를 쉽게 구할 수 있다. 5. 아날로그 음성장치에 대해서, EUT에서의 복조는 음성 응답을 발생시키고, 이것은 협대역 레벨 미터로 측정할 수 있는 음성응답을 발생시켜서 배경잡음을 감소 시킨다. 6. 이 변조 방법은 저주파에서 다른 변조 방법(예를 들면, 주파수 변조, 위상 변조, 펄스 변조)의 효과를 시뮬레이션 하는데 효과적인 것으로 이미 알려져 있다.	1. TDMA를 모의 할 수 없다. 2. 2차 규칙 수신기에 대해서 약간의 오버-테스트 3. 몇몇 잘못된 메카니즘을 놓칠 수 있다.
구형파 AM	1. TDMA와 유사 2. 널리 응용될 수 있다. 3. 알려지지 않았던 잘못된 메카니즘 (RF 포락선의 큰 변화율에 민감함)을 찾아낼 수도 있다.	1. TDMA를 정확히 모의 할 수 없다. 2. 신호를 발생시키기 위해서 비-표준 장비를 필요로 한다. 3. EUT에서의 복조는 광대역 레벨 미터로 측정하여야 하는, 광대역 음성 응답을 발생시키므로 배경 잡음을 일으킨다. 4. 상승시간을 지정할 필요가 있다.
RF 펄스	1. TDMA를 잘 시뮬레이션 한다. 2. 알려지지 않았던 잘못된 메카니즘(RF 포락선의 큰 변화율에 민감함)을 찾아낼 수도 있다.	1. 신호를 발생시키기 위해서 비-표준 장치를 필요로 한다. 2. 변조의 세부사항이 개개의 다른 시스템(예를 들면, GSM, DECT 등등)에 맞추기 위해서 바뀌어야 할 필요가 있다. 3. EUT에서의 복조는 광대역 레벨 미터로 측정하여야 하는, 광대역 음성 응답을 발생시 키므로 배경 잡음을 일으킨다. 4. 상승시간을 지정할 필요가 있다.

A.2 실험 결과

방해 신호를 위해 사용되는 변조 방법과 발생된 장애 사이의 상관관계를 평가하기 위한 일련의 실험이 행해졌다.

조사된 변조 방법은 아래와 같다.

- a) 1 kHz에서 80 % AM 정현파
- b) 200 Hz에서 duty cycle가 1:8인 “GSM과 같은” RF 펄스
- c) 100 Hz에서 duty cycle가 1:2인 “DECT와 같은” RF 펄스(기지국)
- d) 100 Hz에서 duty cycle가 1:24인 “DECT와 같은” RF 펄스(휴대용)

“DECT 와 같은” 변조들 중의 오직 하나는 각각의 경우에 사용된다.

결과는 표A.2와 A.3에 요약되어있다.

표 A.2 - 상대 간섭 레벨 (주 1)

변조방법 (주 2)		1 kHz에서 80 % AM 정현파	200 Hz에서 duty cycle가 1:8인 “GSM과 같은”	100 Hz에서 duty cycle가 1:24인 “DECT와 같은”
↓ 기기	↓ 음성 응답	dB	dB	dB
보청기 (주 3)	비가중된 21 Hz-21 kHz	0 (주 4)	0	- 3
	가중된	0	- 4	- 7
아날로그 전화 세트 (주 5)	비가중된	0 (주 4)	- 3	- 7
	가중된	- 1	- 6	- 8
라디오 세트 (주 6)	비가중된	0 (주 4)	+ 1	- 2
	가중된	- 1	- 3	- 7

- 주) 1. 방해에 대한 음성 응답은 장애 레벨이다. 낮은 장애 레벨은 고 내성 레벨을 뜻한다.
 2. 중요: 반송파의 진폭은 방해 신호((노출)의 최대 RMS 값(3절 참조)이 모든 변조법에서 도록 조정된다.
 3. 노출은 900 MHz에서 입사 전자기장에 의해서 생긴다. DECT와 유사한 변조법을 위한 duty cycle수는 1:24 대신에 1:2이다. 음성 응답은 0.5m PVC 튜브를 통해 연결된 인공 귀로 측정된 음성 출력이다.
 4. 이 경우가 기준 음성 응답으로 선택된다. 즉 0dB
 5. 노출은 900MHz에서 전화선에 주입된 RF 전류이다. 음성 응답은 전화선 상에서 측정된 음성 주파수 전압이다.
 6. 노출은 900MHz에서 주전원선에 주입된 RF 전류이다. 음성응답은 마이크로폰으로 측정된 확성기의 음성 출력이다.

표 A.3 - 상대 내성 레벨 (주 1)

변조방법 (주 2)		1 kHz에서 80 % AM 짜인파	200 Hz에서 duty cycle가 1:8인 “GSM과 같은”	100 Hz에서 duty cycle가 1:24인 “DECT와 같은”
↓ 기기	↓ 응답	dB	dB	dB
TV 세트 (주 3)	현저한 간섭	0 (주 4)	- 2	- 2
	강한 간섭	+ 4	+ 1	+ 2
	차폐	~+ 19	+ 18	+ 19
RS232 인터페이스를 가진 데이터 단말기 (주 5)	비디오 영상상의 간섭	0 (주 4)	0	-
	데이터 에러	>+ 16	>+ 16	-
RS232 모뎀 (주 6)	데이터 에러 (전화 인터페이스에 주입된)	0 (주 4)	0	0
	데이터 에러 (RS232 인터페이스에 주입된)	>+ 9	>+ 9	>+ 9
조정된 실험실 공급 (주 7)	DC 출력 전류의 2% 에러	0 (주 4)	+ 3	+ 7
SDH 크로스 커넥트 (주 8)	비트 에러 임계치	0 (주 4)	0	-

주) 1. 표의 숫자들은 모든 변조에 대해서 같은 정도의 간섭을 발생시키기 위해 필요한 방해 신호(노출)의 최대 RMS 레벨(3절 참조)의 상대 측정치이다. 큰 데시벨은 고 내성을 뜻한다.
2. 방해 신호는 모든 변조에서 같은 응답(장해)이 발생되도록 조정된다.
3. 노출은 900 MHz에서 주전선에 주입된 RF 전류이다. 응답은 스크린 상에 발생된 장해의 정도이다. 다른 경우에는 장해 패턴이 달라지므로 평가는 다소 주관적이다.
4. 이 값이 기준 내성 레벨로 선택된다. 예를 들면 0 dB
5. 노출은 900 MHz에서 RS232에 주입된 RF 전류이다.
6. 노출은 900 MHz에서 전화기 또는 RS232에 주입된 RF 전류이다.
7. 노출은 900 MHz에서 직류 출력 케이블에 주입된 RF 전류이다.
8. SDH= 동기 디지털 계층(Synchronous digital hierarchy). 노출은 935 MHz에서 입사 전기자기장 이다.

디지털 장비의 다음 항목들을 30 V/m 까지의 전계 강도로 정현파 AM, 펄스 변조(duty cycle 1:2)를 사용하여 시험한다.

- 마이크로 프로세서로 제어되는 핸드 드라이어;
- 75 Ω 동축 케이블의 2 Mb 모뎀
- 125 Ω twisted pair cable의 2 Mb 모뎀
- 마이크로프로세서가 있는 산업 제어기, 비디오 디스플레이와 RS485 인터페이스
- 마이크로프로세서가 있는 연속 디스플레이 시스템(train display system)

- 모뎀 출력이 있는 신용카드 단말기
- 2/34 Mb 디지털 멀티플렉서
- 이더넷 중계기 (10 Mb/s)

모든 불합격은 장비의 아날로그 기능과 관련된다.

A.3 2차 변조 효과

디지털 무선 전화 시스템에 사용된 변조를 정확히 모의 하려 할 때, 주 변조를 모의 하는 것 뿐만 아니라 나타날 수 있는 모든 2차 변조의 효과를 고려하는 것이 중요하다.

예를 들면, GSM과 DCS 1800에서 버스트 120 ms(이러므로써 약 8 Hz에서의 주파수 성분을 만들어 냄)의 억압에 의한 멀티 프레임 효과가 있다. 또한 임의의 불연속 전송 모드(DTX)로부터 2 Hz에서의 부가적인 변조가 있을 수 있다.

A.4 결론

연구 사례로부터 시험된 항목들이 사용된 변조 방법과 무관하게 방해에 응답하는 것을 볼 수 있었다. 다른 변조들의 효과를 비교할 때, 방해신호의 최대 RMS 레벨과 같은 값을 사용하는 것이 중요하다.

다른 변조 방법의 효과들 사이에 현저한 차이가 존재하면, 항상 정현파 AM이 가장 심하다.

정현파 변조와 TDMA에 대해서 다른 응답들이 발견되면, 제품 특성 차이는 제품 규격내의 적합성 판단기준의 적절한 조정을 통해 교정될 수 있다.

정현파 변조의 장점을 요약하면 다음과 같다.

- 배경 잡음 문제를 줄이는 아날로그 시스템에서의 협대역 검파 응답
- 일반적인 적용성, 즉, 방해원의 작용을 모의할 필요가 없음.
- 모든 주파수에서 같은 변조
- 항상 적어도 펄스 변조만큼 정확하다.

위에 언급된 이유들로 본 규격에서 정의된 변조 방법은 80 % AM 정현파이다. 오직 다른 형태의 변조법이 필요한 특별한 이유에서만 제품 위원회가 변조법을 바꿀 것을 권고한다.

부록 B (정보)

전계 발생 안테나

B.1 바이코니컬(Biconical) 안테나

이 안테나는 동축 발룬으로 구성되어 있고 송신과 수신 양쪽 다 사용할 수 있는 넓은 주파수 대역을 제공하는 3차원 구조이다. 안테나 인자 곡선은 주로 주파수에 비례하여 증가하는 완만한 곡선이다.

이 안테나는 크기가 소형이므로 근접 효과가 최소화되는 무반사실과 같은 제한된 영역에서 이상적이다.

B.2 대수주기(log-periodic) 안테나

대수주기 안테나는 전송선에 연결된 길이가 다른 다이폴의 배열형태이다.

이 광대역 안테나는 상대적으로 높은 이득과 낮은 VSWR을 갖는다.

전계 발생을 위한 안테나를 선택할 때, 발룬이 필요한 전력을 다룰 수 있는지를 평가해야 한다.

B.3 혼 안테나와 이중 리지 도파관 안테나

혼 안테나와 이중 리지(ridge) 도파관 안테나는 선형 편파의 전기자기장을 발생시키며 1 000 MHz 이상의 주파수에서 일반적으로 사용된다.

부록 C (정보)

무반사실의 사용

C.1 일반적인 무반사실 정보

반 무반사실은 벽과 천장에만 전파 흡수체를 부착한 차폐된 방이다. 무반사실은 바닥면에도 그러한 흡수체를 부착한다.

흡수체 부착의 목적은 RF 에너지를 흡수하여 무반사실 내로 다시 되돌아오는 반사파를 막기 위함이다. 이러한 반사는 직접 복사된 전계와 복잡하게 간섭을 일으키므로 전계의 강도에 최고(maxima)와 최저(minima)를 만들 수 있다.

흡수 물질의 반사 손실은 일반적으로 입사파의 주파수와 수직 방향에 대한 입사각에 의존한다. 이 손실(흡수)은 수직 입사 시 가장 크고, 입사각이 증가할수록 감소한다.

반사를 없애고 흡수를 강화하기 위해 흡수 물질은 켜기구조나 원뿔형으로 만든다.

반 무반사실은 바닥에 추가적인 RF 흡수물질을 부착하여 전 주파수 영역에서 균일한 전계 특성을 얻는데 도움을 준다. 실험을 통하여 가장 최적의 부착위치를 결정한다.

추가적인 흡수물질은 안테나로부터 시험품까지 직접 조사경로에 놓지 않아야 한다. 그러나 교정절차 동안에 사용된 같은 위치와 방향에 맞추어야 한다.

균일성 개선을 위해 전계 발생 안테나를 모든 반사가 비대칭적으로 일어나게 하는 것과 같이 무반사실의 축을 벗어나도록 위치시킨다.

C.2 1 GHz 까지 주파수에 대해 사용되도록 페라이트가 깔려진 챔버(Ferrite-lined chambers)의 1 GHz 이상 주파수에 대한 적합을 위한 적절한 조정

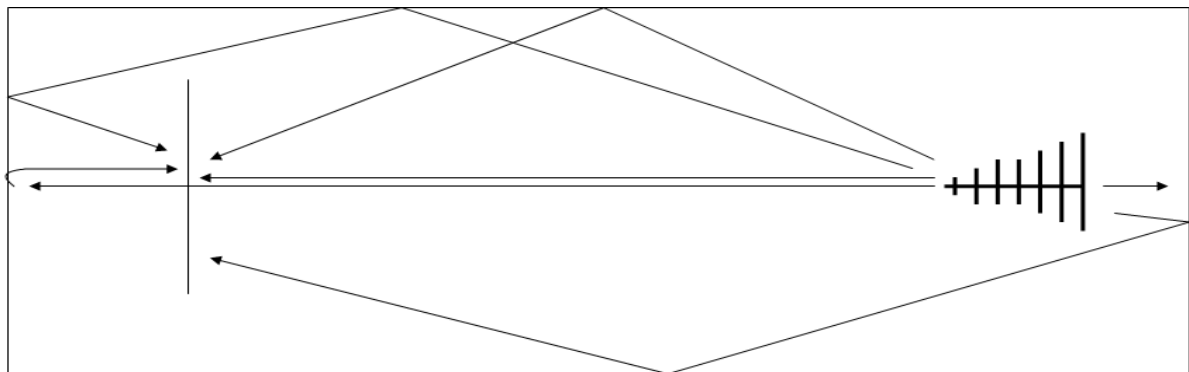
흡수체로서 페라이트를 사용하는 현존하는 작은 무반사실들 중 대부분은 1 GHz까지의 주파수에 대해 사용되도록 설계되어 있다. 이런 무반사실은 1 GHz 이상의 주파수에 대해 본 규격 6.2절의 균일장 요구조건을 만족하기는 어렵거나 불가능할 것이다.

이 절은 부록 H에 명시된 방법을 이용하여 무반사실에서 1 GHz 이상의 주파수에 대한 평가가 적합하도록 하는 절차에 대한 정보를 제공한다.

C.2.1 1 GHz 이상의 주파수에 대한 전자파 방사 내성 시험을 페라이트가 깔려진 챔버를 사용함

으로써 야기되는 문제점

예를 들면, 페라이트가 깔려진 작은 무반사실이나 페라이트와 탄소가 포함된 흡수체의 조합이 깔려진 작은(전형적으로 7 m(l) x 3 m(w) x 3 m(h)) 무반사실에서는 아래와 같은 문제가 발생할 수 있다. 1 GHz 이상의 주파수에 대해 페라이트 타일은 보통 흡수체보다 반사체로써 작용된다. 이런 주파수에서는 챔버의 안쪽 면에서 이루어지는 다중 반사들로 인해 1.5 m x 1.5 m 면적보다 큰 균일장을 형성하기는 매우 어렵다(그림 C.1 참조).



IEC 036/06

그림 C.1 소형 무반사실에 존재하는 다중 반사

무선 전화기 주파수 대역에서는 파장이 0.2 m보다 짧다. 이는 전계 발생 안테나와 전계 센서 또는 시험품의 위치에 따라 시험 결과가 매우 민감함을 의미한다.

C.2.2 가능한 해결법

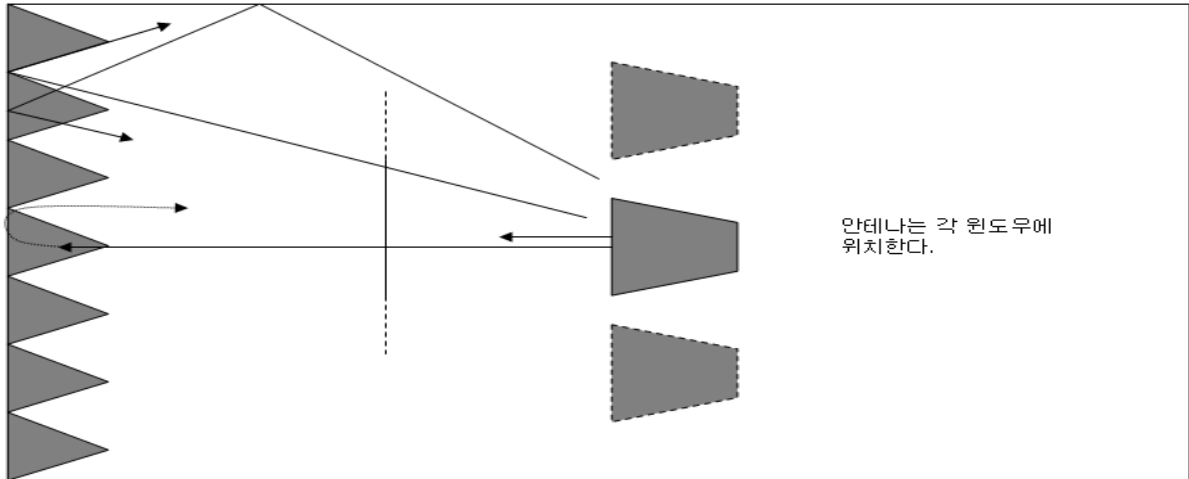
현존하는 문제점들을 해결하기 위해, 아래의 절차가 제안된다.

- 후면으로 방사되는 전계를 줄이기 위해 혼 안테나 또는 더블 리지드 도파관안테나를 사용한다. 안테나의 좁은 빔 폭으로 인해 챔버 측면 벽에서 이루어지는 반사도 감소시킬 수 있다.
- 측면 벽에서의 반사를 최소화시키기 위해 전송안테나와 시험품의 거리를 줄인다(안테나와 시험품 사이의 거리는 1 m까지 감소될 수 있다). 시험품이 균일장에 노출됨을 확인하기 위해 0.5 m x 0.5 m 독립적인 윈도우(부록 H 참조) 방식을 사용한다.
- 직접적인 반사를 없애기 위해 시험품이 마주보는 뒤쪽 벽에 중간 함량의 탄소 타일의 무반사 물질을 붙인다. 이는 시험품이 안테나의 위치에 따른 시험의 민감도를 줄인다. 또한 1 GHz 이하의 주파수에 대한 전계의 균일성을 개선한다.

주) 만약 높은 함량의 탄소 타일 무반사 물질이 사용되면 1 GHz 이하 주파수에 대한 균일장 요구사항을 만족

하기 힘들 것이다.

위 과정을 따르면 반사파의 대부분이 제거될 것이다(그림 C.2 참조).



부록 D (정보)

증폭기의 비선형성과 6.2절에 따른 교정 절차의 예

D.1 증폭기왜곡 제한의 목적

전계 세기값에 대한 불확도를 크게 좌우하지 않도록 증폭기의 비선형성을 충분히 낮은 레벨로 유지하는 데 목적이 있다. 따라서 이 지침은 시험 기관이 증폭기 포화 현상에 대해 이해하고 제한하는 것을 도와주기 위함이다.

D.2 고조파와 포화로 인해 발생할 수 있는 문제점

증폭기의 과부하는 다음의 시나리오의 결과가 될 수 있다.

a) 고조파 성분이 전계에 크게 관여할 수 있다.

1) 교정하는 동안 이 현상이 발생한다면 원하는 주파수에서의 전계 세기는 광대역 전계 프로브가 기본파와 그에 따른 고조파를 측정함에 따라 정확하게 측정되지 않을 것이다. 예를 들면 안테나 단자에서 3고조파가 기본파보다 15 dB 낮으며, 다른 주파수 성분은 무시할 수 있다고 가정하자. 또한 안테나 인자가 기본파에서보다 3고조파에서 5 dB 낮다고 가정한다. 기본파의 전계 세기는 3고조파의 전계 세기보다 단지 10 dB 높게 측정될 것이다. 만약 총 전계 세기가 10 V/m로 측정되면 기본파의 전계 세기는 9.5 V/m가 될 것이다. 이는 전계 프로브의 성능의 불확실성이 낮아짐에 따라 납득할 수 있는 오차가 될 것이다.

2) 고조파 성분이 시험 동안 현저하게 존재한다면 피시험기기의 의도된 기본주파수에서는 내성을 지니지만, 고조파 성분에 대한 내성을 갖지 못해 불합격이 될 수도 있다.

b) 특별한 경우 고조파 성분이 충분히 억제되었을지라도 시험 결과에 영향을 줄 수 있다. 만약 900 MHz 수신기가 평가될 때 300 MHz 신호의 아주 약한 고조파성분에도 수신기 입력은 과부하가 될 수 있다. 이런 유사한 시나리오는 신호발생기가 고조파와 관련이 없는(비의도 방사) 신호를 출력할 때도 발생할 수 있다.

c) 측정 가능한 고조파 성분 없이도 포화는 존재할 수 있다. 이는 고조파 성분을 억제하는 저대역 통과 출력단 필터를 갖고 있을 때 일어난다. 이 경우는 다음의 잘못된 결과를 일으킬 수도 있다.

1) 교정 중 일어난다면 6.2절에 기술된 연산에 사용된 선형성 가정에 따라 잘못된 교정 결과가 발생할 것이다.

- 2) 시험 중 이러한 형태의 포화는 잘못된 변조 지수와 변조 주파수(통상적으로 1 000 Hz)의 고조파에 의해 발생할 수 있다.

위의 예에 따르면 왜곡의 영향이 시험되는 피시험기기의 형태에 따라 크게 좌우되므로 증폭기 왜곡에 대한 산술적인 제한을 두기란 불가능하다.

D.3 증폭기 비선형성을 조절하는 선택 사항

D.3.1 전계에서 고조파 성분의 제한

전계에서의 고조파 성분은 증폭기의 출력단에 적합한/추적/조정할 수 있는 저대역통과 필터를 사용함으로써 억제할 수 있다.

고조파가 증폭기 출력단에서 생성되는 모든 주파수에 대해 기본파보다 6 dB 이상 낮도록 고조파 성분을 억제하는 것이 적절하다("D.2 b"의 예외적인 시나리오를 주의할 것).

이는 전계 세기 오차를 10 %로 제한하게 될 것이다. 예를 들면 10 V/m 신호가 광대역으로 측정된다는 것은 9 V/m는 기본파 성분이며, 4.5 V/m는 고조파 성분이 된다. 이는 교정 불확도로서 납득할 수 있다.

출력단에 고정된 저대역 통과 필터를 포함하는 증폭기에서는 상위 관심 기본주파수가 증폭기의 최대 명기 주파수의 약 1/3이 된다.

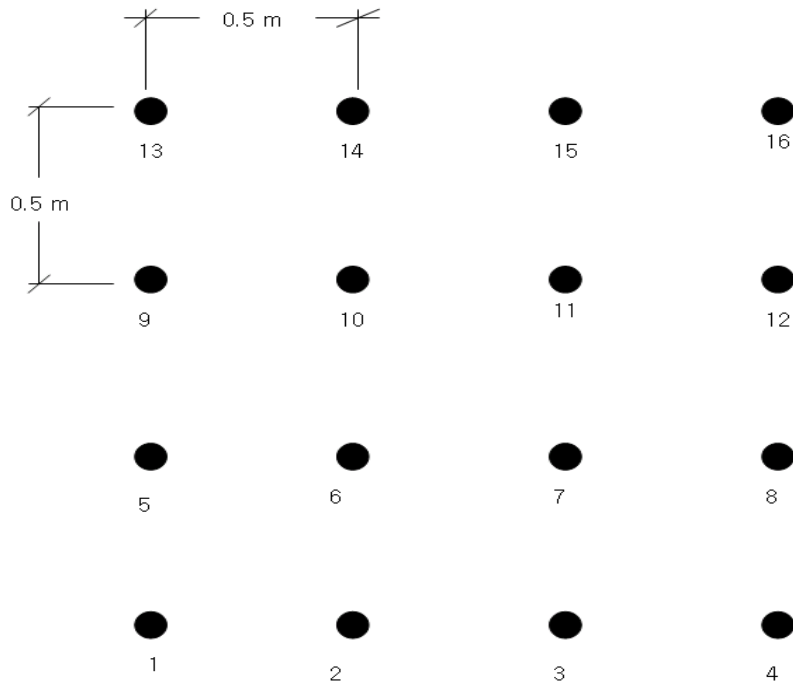
D.3.2 전계에서 고조파 성분의 측정

전계의 고조파 성분은 선택적인 전계 프로브를 사용하여 직접적으로 측정하거나, 안테나 인자(주어진 챔버와 안테나 위치에 대한 입력 전력과 전계사이의 비)와 기본파와 고조파에서의 인가전력비를 결정함으로써 간접적으로 측정할 수 있다.

- 첫째 효과적인 안테나 인자를 결정(입력 전력과 챔버에 주어지는 전계의 비율과 안테나 위치) 그리고 그다음 기본주파수에서의 정전력과 고조파의 비율
- 안테나 제조자에 의해 제공되는 고조파에서 안테나 인자의 고려
저대역 통과 필터가 포화된 증폭기의 고조파를 억제하는 경우(예를 들면 최악의 주파수, 변조된 최대 전계 세기), 결코 증폭기의 2 dB 압축점을 초과하지 않아야 한다.

2 dB 압축점에서는 첨두치 값(Volt)이 20 %만큼 감소할 것이다. 이는 80 %의 변조 표시치를 64 %까지 감소시키게 된다. 즉, 시험품에 인가되는 전압이 20 % 감소한다.

D.4 동등한 두 가지 방법에 대한 교정 방법 예



IEC 038/06

그림 D.1은 전계의 균이 측정되어야 하는 16개의 위치를 보여준다. 각각의 16 개포인트 사이의 거리는 0.5 m로 고정된다.

D.4.1 6.2.1에 기술된 일정 전계 교정 방법을 사용한 교정 절차 예

예를 들어 그림 7에 따른 배치에서 측정하였을 때, 하나의 특정 주파수에 대해 일정 전계 $E_c = 6$ V/m를 생성하기 위해서 다음의 표 D.1과 같은 인가 전력이 측정되었다.

**표 D.1 - 일정한 전계 강도 교정법에 따라
측정된 순방향 전력 값**

위 치	순방향 전력(dBm)
1	27
2	22
3	37
4	33
5	31
6	29
7	23
8	27
9	28
10	30
11	30
12	31
13	40
14	30
15	31
16	31

**표 D.2 - 오름차순으로 정렬된 순방향
전력 값과 측정 결과의 평가**

위 치	순방향 전력(dBm)
2	22
7	23
1	27
8	27
9	28
6	29
10	30
11	30
14	30
5	31
12	31
15	31
16	31
4	33
3	37
13	40

주)
 위치 13 : $40 - 6 = 34$, 오직 2 위치만 적합
 위치 3 : $37 - 6 = 31$, 오직 6 위치만 적합
 위치 4 : $33 - 6 = 27$, 12 위치만 적합

이 예에서는 측정 포인트 2, 3, 7, 13이 $-0 \sim +6$ dB 판단 기준 밖에 존재하지만, (이 예에서는) 적어도 16 포인트 중 12 포인트가 판단기준을 만족한다. 그래서 이 특정 주파수에서는 판단기준은 만족하며, 전력값은 33 dBm이 인가되어야한다. 이는 12 포인트에 대해 전계 세기 E_c 가 최소 6 V/m(4 위치), 최대 12 V/m(1 및 8 위치)가 됨을 보장한다.

D.4.2 6.2.2 절에 기술된 일정 전력 교정법에 따른 교정 절차 예

목표 전계 세기 E_c 는 6 V/m이며, 1번 포인트가 첫 번째 교정 포인트로 선택되었다. 그림 7에 따른 배치에서 측정하였을 때, 하나의 특정 주파수에 대해 같은 전력을 인가하여 표 3과 같은 전계 세기가 기록되었다.

표 D.3 - 일정 전력 교정법에 따라 측정된
순방향 전력 값과 전계 강도값

위치	순방향 전력 (dBm)	전계 강도 (V/m)	전계 강도 1의 상대값 dB
1	27	6.0	0
2	27	10.7	5
3	27	1.9	-10
4	27	3.0	-6
5	27	3.8	-4
6	27	4.8	-2
7	27	9.5	4
8	27	6.0	0
9	27	5.3	-1
10	27	4.2	-1
11	27	4.2	-3
12	27	3.8	-4
13	27	1.3	-13
14	27	4.2	-3
15	27	3.8	-4
16	27	3.8	-4

표 D.4 - 오름차순으로 정렬된 전계 강도
값과 측정 결과의 평가

위치	순방향 전력 (dBm)	전계 강도 (V/m)	전계 강도 1의 상대값 dB
13	27	1.3	-13
3	27	1.9	-10
4	27	3.0	-6
5	27	3.8	-4
12	27	3.8	-4
15	27	3.8	-4
16	27	3.8	-4
10	27	4.2	-3
11	27	4.2	-3
14	27	4.2	-3
6	27	4.8	-2
9	27	5.3	-1
1	27	6.0	0
8	27	6.0	0
7	27	9.5	4
2	27	10.7	5

주)

위치 13 : $-13 + 6 = -7$, 오직 2 위치 적합

위치 3 : $-10 + 6 = -4$, 오직 6 위치 적합

위치 4 : $-6 + 6 = 0$, 12 위치 적합

이 예에서는 측정 포인트 13, 3, 7, 2가 $-0 \text{ dB} \sim +6 \text{ dB}$ 판단 기준 밖에 존재하지만, (이 예에서는) 적어도 16 포인트 중 12 포인트가 판단기준을 만족한다. 그래서 이 특정 주파수에서는 판단기준은 만족한다. 이 경우 전계 센서 $E_c = 6 \text{ V/m}$ 를 발생하기 위해 $27 \text{ dB} + 20 \log(6 \text{ V/m} / 3 \text{ V/m}) = 33 \text{ dBm}$ 의 전력이 인가되어야 한다. 이는 12 포인트에 대해 전계 세기 E_c 가 최소 6 V/m (포인트 4), 최대 12 V/m (포인트1, 8)가 됨을 보장한다.

부록 E (정보)

시험레벨 선택에 있어 제품 위원회를 위한 지침

E.1 개요

무선 송신기의 송출 전력은 종종 반파장 다이폴을 참조하여 ERP(effective radiated power: 유효 복사 전력)으로 명기된다. 그러므로 발생된 전계 강도는, 원거리 전계에 대해 다음의 다이폴 공식으로부터 직접 얻어진다.

$$E = k \frac{\sqrt{P}}{d} \quad (\text{수식 E.1})$$

여기서

E는 전계 강도 (RMS 값) (V/m);

k는 상수, 원거리 전계의 자유공간 전파에서는 그 값이 7;

P는 전력(ERP) (W);

d는 안테나로부터의 거리(m).

가까이의 반사체나 흡수체는 전계강도를 바꿔게 한다.

송신기의 ERP를 모른다면, 안테나의 입력 전력이 수식 E.1에 대신 사용될 수 있다. 이 경우에 이 동전파 송신기에는 일반적으로 $k = 3$ 이다.

E.2 일반적인 목적에 관련된 시험 레벨

시험 레벨과 주파수 대역은 시험품이 마지막으로 설치되었을 때 노출될 수 있는 전기자기 복사 환경에 따라 선택한다. 불합격의 결과는 시험 레벨 선택에 있었음을 명심해야 한다. 불합격의 결과가 심각하면 좀 더 높은 시험 레벨이 고려되어야 한다.

시험품이 몇몇의 위치에만 설치되어야 하면, 국부 RF 소스의 검사가 전계 강도의 계산을 가능케 한다. 소스의 전력을 모른다면 관련 위치에서의 실제 전계 강도를 측정할 수도 있다.

다양한 위치에서 작동하도록 된 장비에 대해, 다음의 지침이 적용할 시험 레벨 선택을 하는 데 사용될 수 있다.

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

- 1 등급 : 저 레벨 전기자기 복사 환경. 1 km 이상 떨어진 지역 라디오/텔레비전 방송국과 저 전력의 송신기/수신기의 레벨
- 2 등급 : 적당한 전기자기 복사 환경. 아주 가까이에서 사용하는데 만 제한이 있는 저 전력 휴대용 송수신기(일반적으로 정격 1 W 미만)가 사용 중인 환경. 일반적인 상업 환경
- 3 등급 : 열악한 전기자기 복사 환경. 상대적으로 가까이에서, 그러나 적어도 1 m 에서 휴대용 송수신기(정격 2 W 또는 그 이상)가 사용 중인 환경. 장치 아주 가까이에 고출력 방송 송신기들이 있고, ISM 장치가 가까이 위치할 수 있다. 일반적인 산업 환경
- 4 등급 : 제품의 1 m이내에서 사용 중인 휴대용 송수신기. 기기의 1 m 이내에 다른 중요한 장애의 소스가 있을 수 있다.
- 등급x : x는 제품 위원회 또는 장치 설명서에서 결정되고, 명기될 특별 레벨이다.

E.3 디지털 무선 전화기의 RF 방출로부터의 보호에 관련된 시험 레벨

시험 레벨은 예상되는 전기자기장에 따라서 선택되어야 한다. 예를 들면, 고려중인 무선 전화기 장비의 전력과 그 전송 안테나와 수검기기 사이의 추정 거리. 대개 이동국은 기지국보다 더 엄격한 조건을 요구한다. (왜냐하면 이동국은 기지국보다 잠재적으로 영향받기 쉬운 장치들에 훨씬 더 가까이 위치하는 경향이 있기 때문이다.)

적용할 시험 레벨의 선택시에는 요구 내성 결정 비용과 불합격시의 결과치를 염두에 두어야 한다. 불합격시의 결과치가 더 큰 경우에만 더 높은 레벨이 고려되어야 한다.

선택된 시험 레벨보다 높은 레벨의 노출은 실제에서는 발생 빈도가 좀 더 적다. 이러한 상황에서 용인할 수 없는 불합격을 방지하기 위해서 좀 더 높은 레벨에서의 2차 시험을 할 필요가 있고, 성능 저하를 인정할 필요가 있다. (즉, 허용된 성능저하)

시험 레벨과 수행 기준, 관련 보호 거리의 예가 표 F.1에 있다. 보호 거리는 지정된 시험 레벨에서 시험이 수행될 때, 허용할 수 있는 디지털 무선 전화기로부터의 최소 거리이다. 이 거리는 $k=7$ 을 이용하고 80% 정현파 AM으로 시험된다고 가정하여 식 E.1 으로부터 계산된다.

표 E.1 시험 레벨의 예, 관련 보호 거리와 제안된 성능 기준

시험레벨	반송파 전계 강도 V/m	최대 RMS 전계 강도 V/m	보호 거리			성능 기준 (주 3)	
			2 W GSM m	8 W GSM m	$\frac{1}{4}$ W DECT m	범례 1 (주 1)	범례 2 (주 2)
1	1	1.8	5.5	1.1	1.9	-	-
2	3	5.4	1.8	3.7	0.6	a	-
3	10	18	0.6	1.1	$\sim 0.2^d$	b	a
4	30	54	$\sim 0.2^d$	0.4	$\sim 0.1^d$	-	b
주) a. 9절을 따름 b. 불합격시의 결과치가 심각하지 않은 장비 c. 불합격시의 결과치가 심각한 장비 d. 이 거리와 더 가까운 거리에서 원거리장 식 E.1은 정확하지 않다.							

다음의 항목들은 위의 표를 작성할 때 고려되었다..

- GSM에 대해, 오늘날 시장에 있는 대부분의 단말기는 4 등급의 것들이다(최대 ERP 2 W). 작동 중인 이동 단말기의 실제 수는 3 등급과 2 등급에 있다(각각 최대 ERP 5 W와 8 W). GSM 단말기의 ERP는 수신이 잘 안 되는 지역을 제외하고는 종종 최대치보다 작다.
- 실내의 유효 범위는 실외의 유효 범위보다 나쁜데 이것은 실내 ERP가 대개 등급의 최대치에 맞춰지는 것을 의미한다. 대부분의 희생되는 장비는 실내에 집중되어 있으므로 이것은 EMC의 관점에서 가장 나쁜 상황이다.
- 부록 A에 기술된 것처럼 장비 항목의 내성 레벨은 변조된 전계의 최대 RMS 값과 잘 연관된다.이러한 이유로 최대 RMS 전계 강도는 보호 거리를 계산하기 위해서 반송파 전계 강도 대신에 식 E.1에 삽입된다.
- 보호거리로 불리는 안전한 동작을 위한 최소 추정 거리는 식 E.1에서 $k=7$ 로 계산되고, 벽, 바닥 그리고 천장으로부터 반사되는 파로 인한 ± 6 dB의 전계 강도의 통계적 변동은 고려하지 않는다.
- 식 E.1에 의한 보호 거리는 디지털 무선 전화기의 동작 주파수가 아닌 실효 복사 전력에 의해 결정된다.

부록 F (정보)

시험 방법의 선택

본 규격과 K 61000-4-6이 복사된 전기자기 에너지에 대해 전기, 전자 기기의 내성 시험을 위한 두가지 방법을 정의한다.

일반적으로 전도된 신호를 갖고 시행하는 시험은 저주파에서 더 유용하다. 그리고 복사된 신호를 갖고 시행하는 시험은 고주파에서 더 유용하다.

둘 중 하나의 표준에서 나타나는 시험 방법이 사용가능한 주파수 영역이 있다. K 61000-4-6에서 정의된 방법은 230 MHz까지 사용가능하다. 또한 이 절에서 정의된 방법은 또한 26 MHz 아래의 주파수에서 사용가능하다. 이 부록의 목적은 제품위원회와 제품 사양서 작성자에게 시험품의 설계와 유형에 근거하여 재현성을 보장하는 가장 적당한 시험 방법의 선택에 대해 그 지침을 제공하기 위함이다.

다음과 같은 사항이 고려되어야 한다:

- 시험품의 기계적 크기에 대한 상대적인 복사 전계의 파장;
- 시험품의 케비닛과 배선의 상대적 크기 ;
- 시험품을 구성하는 배선과 외피의 수 ;

부록 G

(정보)

환경 설명

G.1 디지털 무선 전화기

표 G.1, G.2, G.3은 EMC와 관련된 무선 시스템의 파라미터의 목록이다.

여기서 나열되는 약어와 정의는 앞서 나온 표에서 사용한다.

- **CDMA(Code Division Multiple Access)**: 송신기는 수도-랜덤(pseudo-random) 순서를 사용하여 신호를 암호화하여 다중송신하고 수신기는 수신된 신호를 복호화하여 사용할 수 있는 다중화법. 각각의 랜덤 순서는 다른 통신채널에 대응한다.
- **CT-2 (Cordless Telephone, second generation)**: 몇몇 유럽 국가에서 폭넓게 사용되는 무선 전화기 시스템;
- **DCS 1800 (Digital Cellular System)**: 세계적으로 사용되는 저가의 셀룰러 이동전화시스템;
- **DECT (Digital Enhanced Cordless Telecommunications)**: 유럽에서 널리 이용되는 저가의 무선 셀룰러 전화 통신 시스템 ;
- **DTX (Discontinuous Transmission)**: 전송될 정보가 없을 때에 전력을 절약하기 위해서 사용하는 현저히 감소된 버스트 반복 주파수 ;
- **ERP (Effective Radiated Power)**: 반파장 다이폴과 관련된 유효 복사 전력
- **FDD(Frequency Division Duplex)**: 다른 주파수들을 송수신 채널에 할당하는 다중화법
- **FDMA(Frequency Division Multiple Access)**: 각각의 채널에 주파수 대역을 분리하여 할당 하는 다중화법;
- **GSM (Global System of Mobile Communication)**: 세계적으로 사용되는 셀룰러 이동전화 통신 시스템 ;
- **HIPERLAN(High performance radio local area network)**: 고성능 무선 랜
- **IMT-2000(International Mobile Telecommunication 2000)**:사용자가 고 화질 컬러 비디오 이미지를 받는 것이 허락되는 전송속도와 크기에 따른 제 3세대 휴대전화 기술
- **NADC (North American Digital Cellular)** : 북미에서 널리 사용되는 디지털 셀룰러이동통신 시스템. 통신 산업 협회의 잠정 표준안-54를 따르는 디지털 셀룰러 시스템을 표현하는데 사용하는 보편적인 용어. D-AMPS 라고도 알려짐 ;
- **PDC(Personal Digital Cellular System)**: 일본에서 널리 사용되는 셀룰러 이동전화 통신 시스템 ;
- **PHS(Personal Handy Phone System)**: 일본에서 널리 사용되는 무선 전화 시스템;
- **RFID(Radio Frequency Identification)**: 자동품목 인식, 자산추적, 경보시스템, 개인 확인, 접근 제어, 근접 센서를 포함하는 RFID 시스템
- **RTTT(Road Traffic & Transport Telematics)**: 도로 통행 시스템
- **TDMA(Time Division Multiple Access)**: 4절 참조;

- TDD(Time Division Duplex): 송신과 수신 채널에 다른 시간 슬롯이 할당되는 다중화법;

표 G.1 - 이동 및 휴대용 유니트

시스템 이름 파라메타	GSM	DCS 1800	DECT	CT-2	PDC	PHS	NADC
송신 주파수	890MHz ~ 915MHz	1.71GHz ~ 1.784GHz	1.88GHz ~ 1.96GHz	864MHz ~ 868MHz	940MHz ~ 956MHz 1.429GHz ~1.453GHz	1.895GHz ~ 1.918GHz	825MHz ~ 845MHz
변조형태	TDMA	TDMA	TDMA/ TDD	FDMA/ TDD	TDMA	TDMA/ TDD	TDMA
버스트 수신 주파수	217Hz	217Hz	100Hz	500Hz	50Hz	200Hz	50Hz
충격 계수 (duty cycle)	1:8	1:8	1:24 (또한 1:48과 1:12)	1:12	1:3	1:8	1:3
최대 ERP	0.8W; 2W; 5W; 8W; 20W;	0.25W; 1W; 4W;	0.25W	<10mW	0.8W; 2W	10mW	<6W
이차 변조	2Hz(DTX)와 0.16Hz-8.3Hz (다중 프레임)	2Hz(DTX)와 0.16Hz-8.3Hz (다중 프레임)	없음	없음	없음	없음	없음
지리적 영역	전 세계	전 세계	유럽	유럽	일본	일본	미국
주) CT-3은 DECT에 포함된다고 간주됨							

표 G.2 - 기지국

시스템 이름 파라메타	GSM	DCS 1800	DECT	CT-2	PDC	PHS	NADC
송신 주파수	935MHz ~ 960MHz	1.805GHz ~ 1.88GHz	1.88GHz ~ 1.96GHz	864MHz ~ 868MHz	810MHz ~ 826MHz 1.477GHz ~1.501GHz	1.895GHz ~ 1.918GHz	870MHz ~ 890MHz
변조형태	TDMA	TDMA	TDMA/ TDD	FDMA/ TDD	TDMA	TDMA/ TDD	TDMA
버스트 수신 주파수	217Hz	217Hz	100Hz	500Hz	50Hz	200Hz	50Hz
충격 계수	1:8 ~ 8:8	1:8 ~ 8:8	1:2	1:2	1:3 ~ 3:3	1:8	1:3 ~ 3:3
최대 ERP	2.5W ~ 320W	2.5W ~ 200W	0.25W	0.25W	1W ~ 96W	10mW ~ 500mW	500W
이차 변조	2Hz(DTX) 와 0.16Hz-8.3Hz (다중 프레임)	2Hz(DTX) 와 0.16Hz-8.3Hz (다중 프레임)	없음	없음	없음	없음	없음
지리적 영역	전 세계	전 세계	유럽	유럽	일본	일본	미국
주) CT-3은 DECT에 포함된다고 간주됨							

표 G.3 - 다른 RF 장치

파라메타	시스템 이름					
	RFID	RTTT	광대역 데이터 전송 시스템 그리고 HIPERLAN s	광대역 데이터 전송 시스템 그리고 HIPERLANs	광대역 데이터 전송 시스템 그리고 HIPERLANs	규정되지 않은 짧은 범위 장치들
송신 주파수 (MHz)	2 446 ~ 2 454	5 795 ~ 5 815	2 400 ~ 2 483.5	5 150 ~ 5 350	5 470 ~ 5 725	2 400 ~ 2 483.5 5 725 ~ 5 875
변조형태	500 mW 이상이면FH SS	없음	FHSS	없음	없음	없음
최대 ERP	a) 500 mW b) 4 W	2 W 또는 8 W	100 mW 와 스펙트럼전 력밀도 한계	평균 200 mW	평균 1 W	10 mW 25 mW
듀티 사이클	a) 100 % 까 지 b) 200 ms 주기 이내에 15%이내	2Hz(DTX) 와 0.16Hz-8.3Hz(다중 프레임)	제한 없음	제한 없음	제한 없음	제한 없음
채널 간격	없음	어떤 주파수구역 이내에서 5 MHz 또는 10 MHz	없음	없음	없음	없음
지역	세계	세계	세계	세계	세계	세계

부록 H (기준)

1 GHz 초과 주파수에 대한 대체 방사(illumination)방법 (독립적인 윈도우 방식)

H.1 소개

1 GHz 이상의 주파수에서 시험할 때, 시험 거리는 독립 윈도우 방식을 사용 할 때는 1 m 이어야 한다(예를 들면 무선 전화 대역). 전계균일장 요구사항의 적합성은 선택된 시험 거리에서 검증 되어야 한다.

주 1) 1 GHz 이상의 주파수에 대해 좁은 빔 폭의 안테나와 페라이트가 깔려진 챔버를 사용하더라도 3 m의 시험 거리에서는 1.5 m x 1.5 m의 교정 영역을 넘는 균일장의 요구사항을 만족하는 것은 어려울 것이다.

1 GHz 이상의 주파수에 대한 대체 방식은 전체 면적이 시험품을 덮을 수 있도록 교정 영역을 0.5 m x 0.5 m 창 의 적합한 배열로 나눈다(그림 H.1a와 H.1b 참조). 필드의 균일성은 아래의 절차를 이용하여 각각의 윈도우(그림H.2참조)에 대해 독립적으로 증명되어야 한다. 전계 발생 안테나는 교정 영역으로부터 1 m 거리에 놓여야 한다.

주 2) 이러한 높은 주파수에서는 케이블 길이와 구조는 중요하지 않으므로 교정 영역의 크기를 결정하는 요인은 시험품의 면적이 된다.

H.2 전계의 교정

각각의 윈도우에 대해 다음 절차를 수행하여야 한다.

- 각 윈도우의 4 꼭지점의 하나에 전계 센서를 놓는다.
- 시작 주파수의 1 %의 간격으로 전 주파수 범위에 걸쳐(그 후에는 그전의 주파수) 측정된 전계 강도가 3 V/m ~ 10 V/m의 범위에 있도록 전계 발생 안테나에 전력을 인가한다. 그리고 읽은 전력과 전계강도를 기록한다.
- 같은 인가 전력으로 얻어진 나머지 세 꼭지점에서 전계 세기를 측정, 기록한다.
- 나머지 포인트들 중에서 가장 전계 강도가 약한 위치를 기준으로 잡는다.(이것은 - 0 dB ~ + 6 dB의 요구 조건의 충족을 보장한다.)
- 전력과 전계 강도를 알게 됨으로써 요구된 시험 전계 강도를 위해 필요한 전력을 계산할 수 있다(예를 들면, 주어진 포인트에서 80 W가 9 V/m를 발생시키면, 3 V/m를 발생시키기 위해서는 8.9 W가 필요하다.). 이것은 기록되어야 한다.
- 수직, 수평 편파 둘 다에 대해서 a) ~ e) 까지 절차를 반복 한다.

전계 교정에 사용된 안테나와 케이블이 시험에서 사용되어야만 한다. 따라서 동일한 안테나와 케이블을 사용하기 때문에 케이블의 손실과 전계 발생 안테나의 안테나 인자들은 관련이 없다.

가능한 한 전계 발생 안테나와 케이블의 정확한 위치를 기록해야 한다. 작은 이동일지라도 전계에 심각한 영향을 줄 수 있기 때문에, 시험을 위해 같은 위치가 사용되어야 한다.

시험하는 동안 각 주파수에 대해 e)단계에서 결정된 전력이 전계발생 안테나에 인가되어야 한다. 시험은 순서에 따라 각각의 필요한 윈도우에 대해 노출되도록 전계발생 안테나의 위치를 재조정하면서 반복되어야 한다(그림 H.1과 H.2 참조).

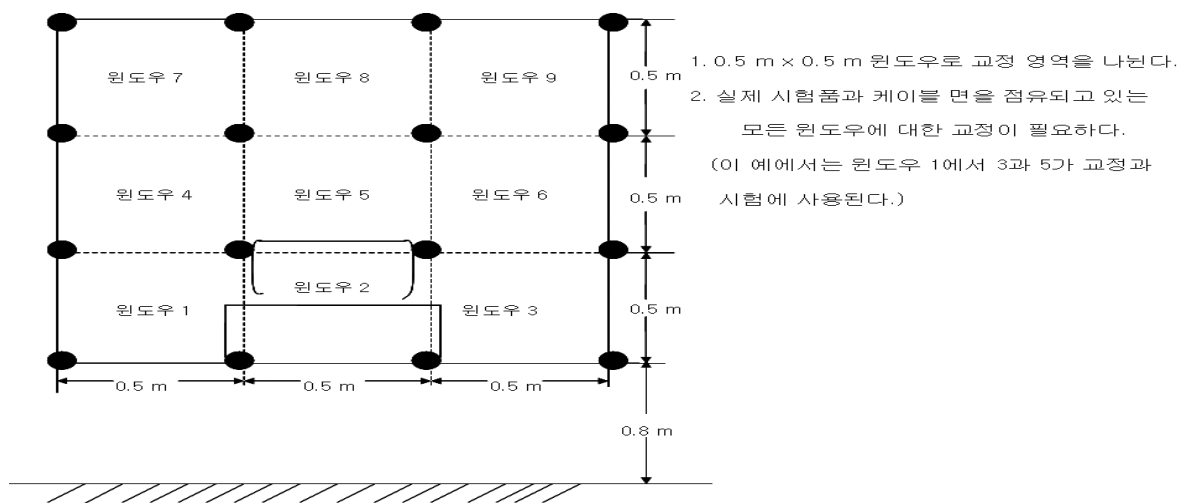


그림 H.1a - 탁상형 기기에 대해 교정 영역을 0.5 m x 0.5 m 윈도우로 나뉜 예

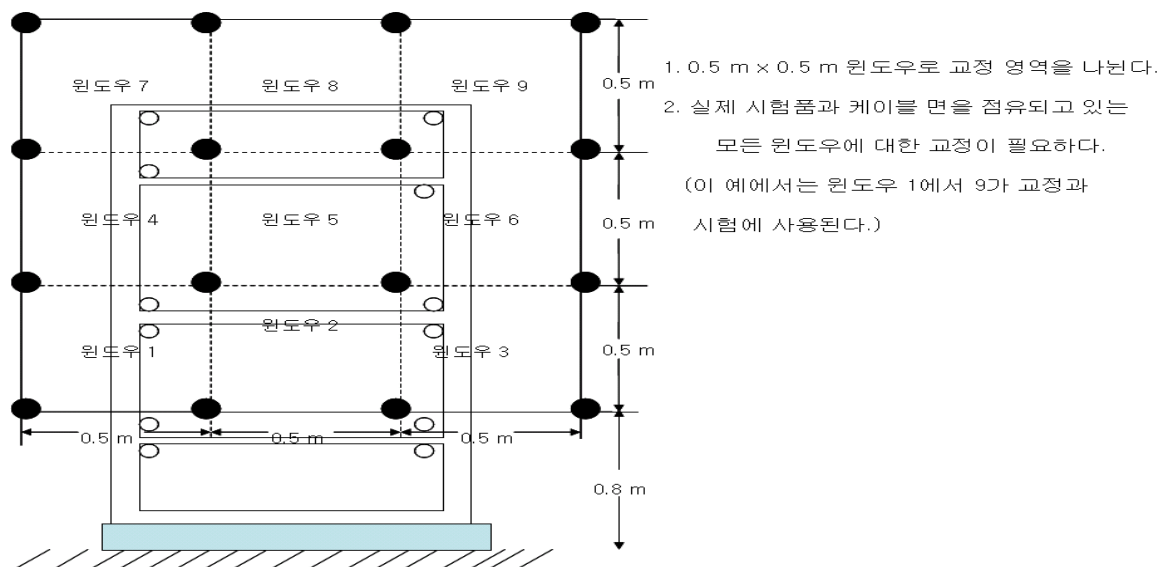


그림 H.1b - 바닥설치형 기기에 대해 교정 영역을 0.5 m x 0.5 m 윈도우로 나뉜 예

그림 H.1 - 0.5 m x 0.5 m 윈도우로 교정 영역의 분할 예

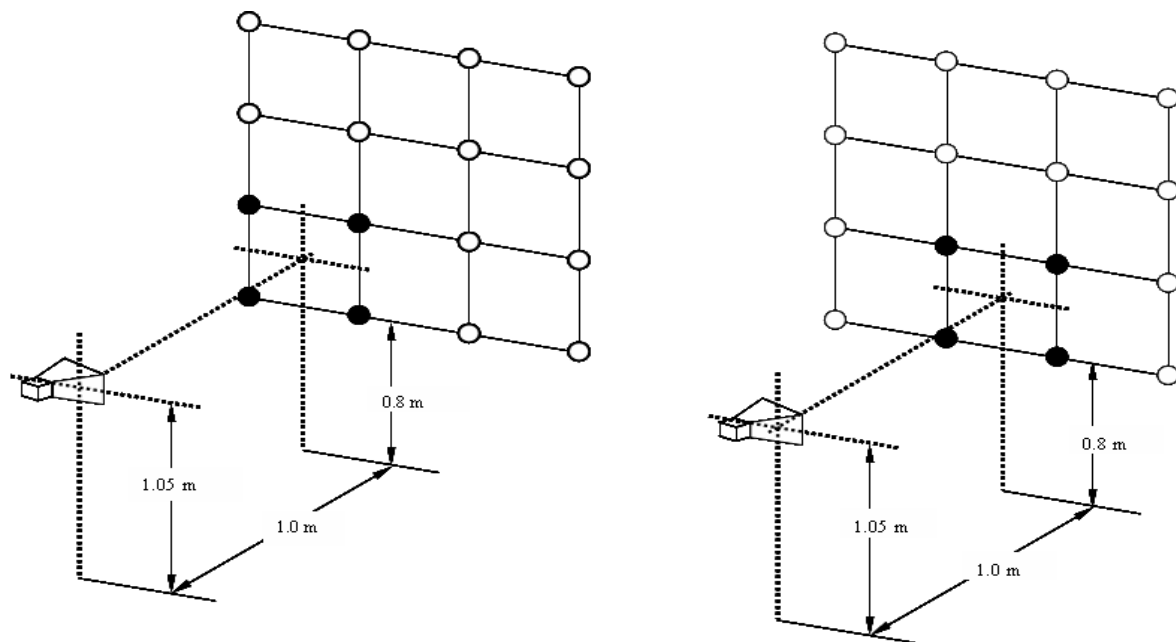


그림 H.2 - 연속적인 윈도우의 조명 예

부록 I (정보)

전계 측정 프로브의 교정 방법

I.1 개요

K 61000-4-3에 따라 전계 균일성 교정 절차에는 주파수 범위가 넓고 동적 응답이 큰 전계 측정 프로브가 널리 사용된다. 다른 측면에서 보더라도 전계 측정 프로브 교정의 질은 복사성 내성 시험의 불확도 총괄표에 직접 영향을 미친다.

일반적으로 프로브는 K 61000-4-3에 따르는 전계 균일성 교정 중에 비교적 낮은 전계 강도(예: 1 V/m ~ 30 V/m)을 갖는다. 따라서 K 61000-4-3에서 사용하는 전계 측정 프로브의 교정에서는 본래의 주파수와 동적 범위를 고려하여야 한다.

현재의 프로브 교정 결과는 프로브가 각기 다른 교정 시험소에서 교정될 때 차이를 보일 수 있다. 따라서 전계 측정 프로브 교정 환경과 그 방법을 규정하여야 한다. 이 부록에서는 K 61000-4-3에서 사용할 프로브의 교정에 관한 정보를 제공한다.

수백 MHz에서 GHz 범위를 넘는 주파수에서, K 61000-4-3에서 사용할 프로브를 교정하는 널리 사용되는 방법 중 하나는 기준 이득 혼 안테나를 사용하여 무반사실 내부에 기준 전계를 확립하는 것이다.

이 방법을 사용함으로써 교정 시험소 간의 차이를 확인할 수 있었으며, 그 차이는 보고된 측정 불확도를 초과하였다.

80 MHz에서 수백 MHz까지의 전계 측정 프로브 교정은 대개 TEM 도파관에서 실시하며, TEM 도파관은 재현성이 더 높은 것으로 알려져 있다.

따라서 이 부록에서는 무반사실에서 혼 안테나를 이용하여 프로브 교정 절차를 개선하는 것을 중점으로 다루며, 교정 절차를 포괄적으로 설명한다.

I.2 프로브 교정 요구사항

I.2.1 일반 사항

K 61000-4-3에서 정의한 UFA 교정 절차에 사용할 전계 측정 프로브의 교정은 다음 요구사항을 충족하여야 한다.

I.2.2 교정 주파수 범위

주파수 범위는 통상적으로 80 MHz에서 6 GHz 범위이어야 하지만, 시험에서 요구한 주파수 범위로 제한할 수도 있다.

I.2.3 주파수 단계

교정 시험소 간의 시험 결과를 비교할 수 있으려면 고정된 교정 주파수를 사용할 필요가 있다.

80 MHz에서 1 GHz:

전계 측정 프로브를 교정할 때는 다음 주파수를 사용한다(일반적으로 주파수 단계 폭은 50 MHz).

80, 100, 150, 200, ..., 950, 1 000 MHz

1 GHz에서 6 GHz:

전계 측정 프로브를 교정할 때는 다음 주파수를 사용한다(일반적으로 주파수 단계 폭은 200 MHz).

1 000, 1 200, 1 400, ..., 5 800, 6 000 MHz

주 1) GHz에서 프로브를 두 번 측정하려는 것은 아니지만, 1 GHz 이하 또는 이상을 사용하는 경우에는 프로브를 이 주파수에서 측정할 필요가 있다.

I.2.4 전계 강도

프로브를 교정하고자 하는 전계 강도는 내성 시험에 필요한 전계 강도를 토대로 하는 것이 바람직하다. 전계 균일장 교정에 대한 표준 방법은 시험품에 적용할 전계 강도의 최소 1.8배의 전계 강도에서 실시하므로, 프로브 교정은 본래의 시험 전계 강도에서 2회 실시하는 것이 바람직하다(표 I.1 참조). 프로브를 각기 다른 전계 레벨에서 사용하고자 한다면 그 선형성에 따라 여러 레벨에서, 적어도 최소 레벨과 최대 레벨에서 프로브를 교정해야 한다. I.3.2 참조.

주 1) 여기에는 전력 증폭기의 1 dB 압축 요구사항이 포함된다.

주 2) 교정은 변조 없이 CW 신호를 이용하여 실시한다.

표 I.1 - 교정 전계 강도 레벨

교정 레벨	교정 전계 강도
1	2 V/m
2	6 V/m
3	20 V/m
4	60 V/m
X	Y V/m
비고) X, Y는 다른 레벨 1 ~ 4 중 하나보다 더 높거나 낮을 수 있는 개방된 교정 레벨이다. 이 레벨은 제품 시방 또는 시험소에서 제공할 수 있다.	

I.3 교정 측정장비에 대한 요구사항

I.3.1 고조파와 스퓨리어스 신호

전력 증폭기에서 나오는 고조파나 스퓨리어스 신호는 반송파 주파수의 레벨보다 적어도 20 dB 낮아야 한다. 이것은 교정 및 선형성 검사 중에 사용한 모든 전계 강도에 필요하다. 전력 증폭기의 고주파 성분은 대개 전력 레벨이 더 높을 때 더 나쁘므로 고조파 측정은 최고 교정 전계 강도에서만 실시할 수 있다. 고조파 측정은 교정된 스펙트럼 분석기를 감쇠기를 통해 또는 방향성 결합기를 통해 증폭기 출력에 연결하여 실시할 수 있다.

주 1) 안테나는 고조파 성분에 추가로 영향을 미칠 수 있으므로 개별적으로 검사할 필요가 있다.

교정 시험소에서는 증폭기의 고조파나 스퓨리어스 신호가 모든 측정 장치 요구사항을 충족하고 있는지를 확인하기 위한 측정을 실시하여야 한다. 이 측정은 스펙트럼 분석기를 방향성 결합기의 포트 3에 연결하여 실시할 수 있다(전력계 센서를 스펙트럼 분석기 입력으로 대신하여 - 그림 I.2 참조).

주 2) 전력 레벨이 스펙트럼 분석기의 최대 허용 입력 전력을 초과하지 않도록 하여야 한다. 감쇠를 사용할 수도 있다.

주파수 스펜(span)에는 적어도 본래 주파수의 3차 고조파가 포함되어야 한다. 본래의 최고 전계 강도를 생성하는 전력 레벨에서 유효성 확인 측정을 실시하여야 한다.

고조파 억제 필터를 사용하여 전력 증폭기의 스펙트럼 순도를 개선시킬 수도 있다(부록 D 참조).

I.3.2 프로브의 선형성 검사

I.4.2.5에 따라 무반사실의 유효성 확인에 사용한 프로브의 선형성은 요구한 동적 범위에서 이상적인 선형 응답으로부터 ± 0.5 dB 내에 있어야 한다(그림 I.1 참조). 이 프로브가 복수의 범위 혹은

이득 설정값을 갖는다면 본래의 모든 범위 설정값에 대하여 선형성을 확인하여야 한다.

일반적으로 프로브 선형성은 주파수에 따라 크게 변하지 않는다. 선형성 검사는 주파수 범위의 중심 영역과 인접한 점 주파수에서, 그리고 프로브 응답 대 주파수가 비교적 편평한 곳에서 실시할 수 있다. 선택한 점 주파수를 교정 증명서에 기재하여야 한다.

프로브 선형성을 측정하는 전계 강도는 무반사실 유효성 확인 중에 사용한 전계 강도의 -6 dB에서 +6 dB 범위에 있어야 한다. 이때 스텝사이즈는 충분히 작은 것이 좋다(예: 1 dB). 20 V/m 응용 시에 검사하여야 할 전계 강도 레벨을 표 I.2에 나타내었다.

표 I.2 - 프로브 선형성 검사의 예

신호 레벨 (dB)	교정 전계 강도 (V/m)
-6.0	13.2
-5.0	14.4
-4.0	14.8
-3.0	15.2
-2.0	16.3
-1.0	18.0
0	20.0
1.0	22.2
2.0	24.7
3.0	27.4
4.0	30.5
5.0	34.0
6.0	38.0

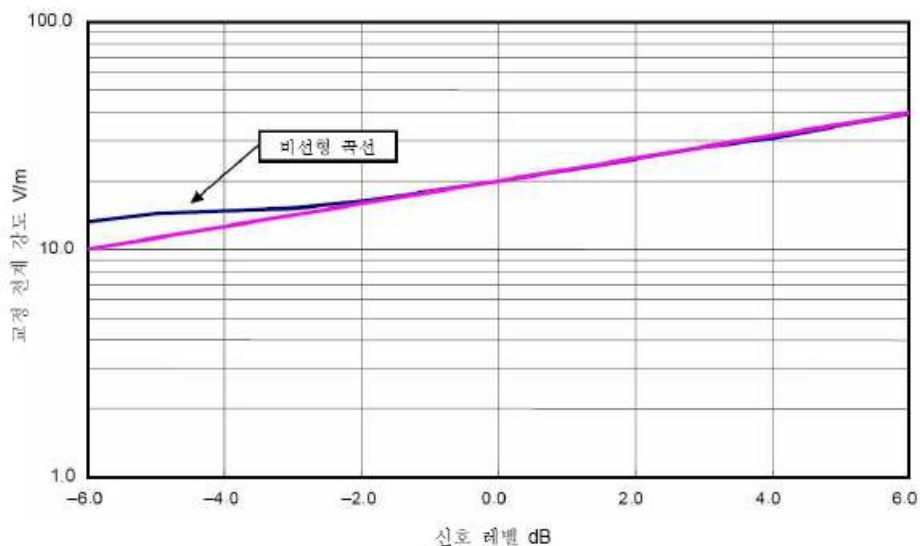


그림 I.1 - 프로브 선형성의 예

I.3.3 혼 안테나의 이득 측정

피라미드형 혼 안테나의 원거리장 이득은 꽤 정확히 측정할 수 있다(0.1 dB 미만의 불확도가 [1])

에 보고되었다). 원거리장 이득은 보통 $8D^2/\lambda$ (여기에서 D는 혼 개구부의 최대 치수이며, λ 는 파장이다)를 초과하는 거리에서 유효하다. 이 거리에서 전계 측정 프로브의 교정은 대형 무반사실 때문에 실용적이지 않을 수 있으며 높은 전력 증폭기가 필요하다. 전계 측정 프로브는 대개 송신 안테나의 근거리장 영역에서 교정한다. 표준 이득 혼 안테나의 근거리장 이득은 [2]에서 설명한 공식 등을 사용하여 결정하였다. 이득은 피라미드형 혼 안테나의 물리적 치수를 토대로, 혼 개구부에서 2차 위상 분포를 가정하여 산출한다. 이 방법으로 측정한 이득은 챔버 VSWR 시험과 이후 프로브 교정을 실시하는데 사용하기는 부적합하다.

이 식 ([2]에 명시한)은 혼 안테나 개구부에서는 반사가 없으며 개구부에 입사하는 전계는 TE₁₀모드이며, 개구부 양단에 2차 위상 분포가 있다고 가정하여 개구부 적분을 이용하여 유도하였다. 근접한 결과를 얻기 위하여 적분 중에는 일부 근사를 적용하였다. 혼 에지에서의 다중 반사 등과 같은 그 밖의 영향과 개구에서의 고차 모드는 설명하지 않는다. 주파수와 혼 설계에 따라 오차는 대개 ± 0.5 dB의 차수를 갖지만 더 클 수도 있다.

정확도를 높이기 위해 전파 적분을 이용하는 수치법을 사용할 수 있다. 예를 들어, 수치법으로 이득을 산출할 때의 불확도를 5 % 미만으로 줄일 수 있다 [3].

혼 안테나의 이득은 실험으로도 측정할 수 있다. 예를 들어 그 이득은 [4]에서 설명한 방법이나 그 방법을 약간 변경하여 외삽법을 이용한 3안테나 방법을 적용하여 거리를 줄여 측정할 수 있다.

혼 안테나와 피시험 프로브 간의 거리는 교정 중에 적어도 $0.5D^2/\lambda$ 인 것이 바람직하다. 이득을 결정할 때 불확도가 크면 거리가 더 짧아질 수 있다. 거리가 짧아지면 안테나와 프로브 사이의 정재파가 커질 수 있다. 결국 교정에서의 측정 불확도가 커지게 된다.

I.4 무반사실에서의 전계 측정 프로브 교정

I.4.1 교정 환경

프로브 교정은 완전무반사실(FAR)에서 혹은 I.4.2의 요구사항을 충족하는 접지면 위에 흡수체가 놓여진 반무반사실에서 실시하는 것이 바람직하다.

FAR을 사용할 때 프로브 교정을 실시하기 위한 FAR 내부 작업 체적의 최소 크기는 5 m (길이) × 3 m (폭) × 3 m (높이)인 것이 바람직하다.

주 1) 주파수가 수백 MHz 이상인 경우에, K 61000-4-3 응용을 위한 전계 측정 프로브를 교정하는데 가장 널리 사용하는 방법은 표준 이득 혼 안테나를 이용하여 무반사실 내부에 전계를 수립하는 것이다. 더 낮은 주파수, 80 MHz에서 수백 MHz에서는 무반사실 사용이 실용적이지 않을 수 있으므로 전자기장 내성 시험에 사용한 다른 설비에서 전계 측정 프로브를 교정할 수도 있다. 따라서 이 부록에는 낮은 주파수에 대한 대체 교정 환경으로서 TEM 도파관 등을 포함시켰다.

프로브 교정에 사용한 계통과 환경은 다음 요구사항을 충족시켜야 한다.

주 2) 다른 방법으로, 전달 프로브를 사용하여 전계를 확립할 수도 있다(I.5.4참조).

I.4.2 전계 측정 프로브 교정을 위한 무반사실의 유효성 확인

프로브 교정 측정 환경은 자유 공간이라고 가정한다. 전계 측정 프로브로 챔버 VSWR 시험을 실시하여 그것이 차후 프로브/센서 교정에 허용되는지를 결정하여야 한다. 유효성 확인 방법에서는 챔버와 흡수 재료의 성능을 특징짓는다.

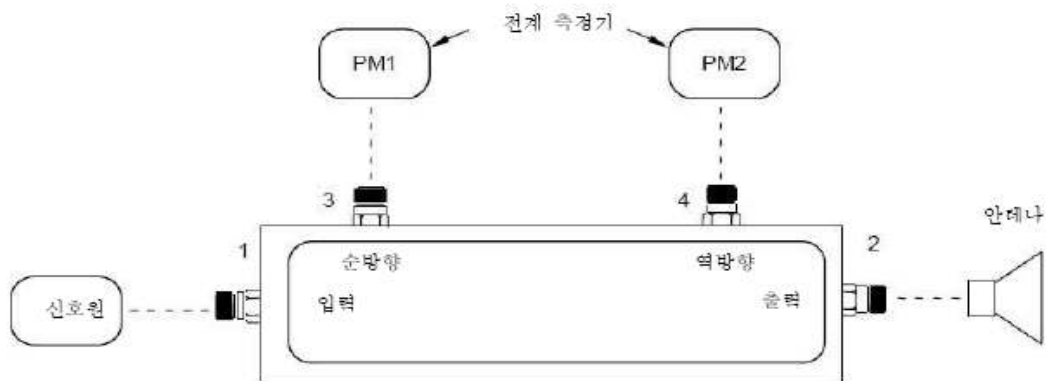
각 프로브에는 특정한 체적과 물리적 크기, 예를 들어 배터리 케이스나 회로기판이 있다. 다른 교정 절차에서는 전파반사가 작은 구형 구역이 교정 체적에 보장되어 있다. 이 부록의 특정 요구사항은 안테나 빔 축에 놓인 시험점에 대한 VSWR 시험에 집중되어 있다.

시험 치구와 그 영향(전자기장에 노출될 수 있으며 교정을 방해할 수도 있는, 프로브를 고정시키는 치수 등)은 완전히 평가할 수는 없다. 시험 치구의 영향을 확인하려면 개별 시험이 필요하다.

I.4.2.1 방향성 결합기를 사용하여 송신장치의 순전력 측정

송신 장치에 전달된 순전력은 4포트 양방향성 결합기로, 또는 두 개의 등맞대기형 3포트 단일 방향성 결합기(소위 "이중 방향성 결합기"를 형성)로 측정할 수 있다. 송신장치로 전달되는 순전력을 측정하기 위하여 양방향성 결합기를 사용하는 일반 구성을 그림 I.2에 나타내었다.

괄호 안의 숫자는 I.6항의 참고 문헌을 지칭한다.



I.2 - 송신장치로 전달된 순전력을 측정하기 위한 구성

각 포트가 정합된 부하와 정합된 신호원으로 연결되어 있는 경우에 순방향 결합과 역방향 결합, 송신 결합은 다음의 식으로 정의된다.

$$C_{\text{fwd}} = \frac{P_3}{P_1}$$

$$C_{rev} = \frac{P_4}{P_2}$$

$$C_{trans} = \frac{P_2}{P_1}$$

여기에서 P_1, P_2, P_3, P_4 는 방향성 결합기의 각 포트에서의 각각의 전력이다.

따라서 송신장치에 전달된 순전력은 다음과 같다.

$$P_{net} = \frac{C_{trans}}{C_{fwd}} PM_1 - \frac{PM_2}{C_{rev}}$$

여기에서 PM_1 과 PM_2 는 전계측기 선형단위의 판독값이다.

안테나의 VSWR이 알려져 있는 경우에는 단일 3포트 결합기를 사용할 수 있다. 예를 들어 안테나의 VSWR이 1.5이면 이것은 전압 반사 계수(VRC)는 0.2가 된다.

정확도는 결합기의 지향성에 의해 영향을 받는다. 지향성은 결합기가 순방향 신호와 역방향 신호를 분리할 수 있는 능력의 척도다. 정합이 잘 된 송신 장치의 경우 역방향 전력은 순방향 전력보다 훨씬 더 작다. 따라서 지향성의 영향은 반사율을 적용했을 때보다 덜 중요해 진다. 예를 들어, 송신 안테나의 VSWR이 1.5이고 결합기가 20 dB의 지향성을 갖는다면 유한 방향성으로 인한 순전력의 절대 최대 불확도는 $0.22 \text{ dB} - 0.18 \text{ dB} = 0.04 \text{ dB}$ 이며, U자형 분포를 갖는다(여기에서 0.22 dB는 VSWR 1.5로 인한 피상 입사 전력의 손실이다).

따라서 송신 장치로 전달되는 순전력은 다음과 같다.

$$P_{net} = C_{fwd} PM_1 (1 - VRC^2)$$

I.4.2.2 혼 안테나를 이용한 기준 전계 수립

혼 안테나 이득은 I.3.3에서 설명한 방법으로 측정한다. 축상(on-axis) 전계(V/m)는 다음으로 결정한다.

$$E = \sqrt{\frac{\eta_0 P_{net} g}{4\pi}} \frac{1}{d},$$

자유 공간에 대한 $\eta_0=377\Omega$ 인 경우, $P_{net}(W)$ 은 I.4.2.1에서 설명한 방법으로 결정한 순전력이다. g 는 I.3.3에서 결정한 안테나 이득이며, d (m)는 안테나 개구부에서의 거리다.

I.4.2.3 챔버 유효성 확인 시험 주파수 범위와 주파수 단계

챔버 VSWR 시험에는 프로브 교정을 실시할 주파수 범위가 포함되어야 하며, I.2.3에서 명시한 것과 동일한 주파수 단계를 사용하여야 한다.

VSWR 시험은 각 안테나의 최저 및 최고 운용 주파수에서 챔버 내에서 실시한다. 협대역 흡수체 (예: 페라이트)를 사용하는 경우, 더 많은 주파수 포인트를 측정할 필요가 있을 수 있다. 이 챔버는 VSWR 기준을 충족하는 주파수 범위에서만 프로브 교정에 사용하는 것이 바람직하다.

I.4.2.4 챔버 유효성 확인 절차

프로브 교정에 사용한 챔버는 다음 절차로 검증한다. 다만, 챔버의 물리적 조건 때문에 사용할 수 없는 경우에는 제외한다. 이러한 경우에는 I.4.2.7의 대체법을 적용할 수 있다.

그림 I.3과 그림 I.4에 따라 유전율이 낮은 지지물(예: 스티렌폼)을 사용하여 프로브를 측정 위치에 놓는다.

교정에 사용할 위치에 전계 측정 프로브를 놓는다. 송신 혼 안테나의 기준방향을 따라서 편파와 위치를 바꾸어 챔버 VSWR을 결정한다. 챔버 VSWR 시험과 프로브 교정에는 동일한 송신 안테나를 사용하여야 한다.

기준 이득 혼 안테나와 챔버 내 프로브의 배치를 그림 I.3에 나타내었다. 프로브와 혼 안테나는 동일한 수평축 위에 있어야 하며, 이격거리는 안테나의 정면에서부터 프로브의 중심까지 측정한다.

모든 경우에 전계 측정 프로브는 혼 안테나 면의 중심에서 좌우로 놓아야 한다.

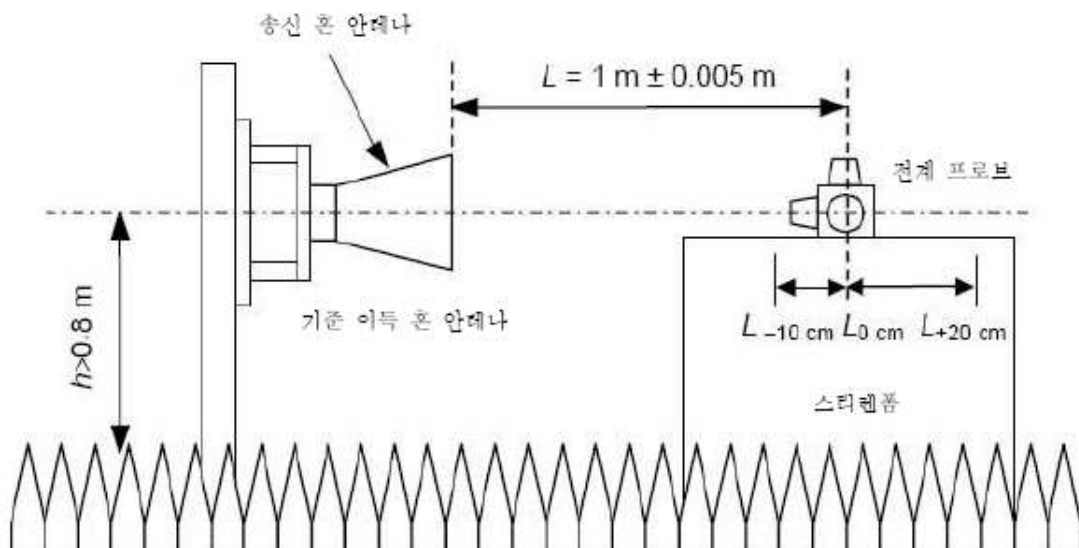


그림 I.3 - 챔버 유효성 확인 시험을 위한 시험 배치

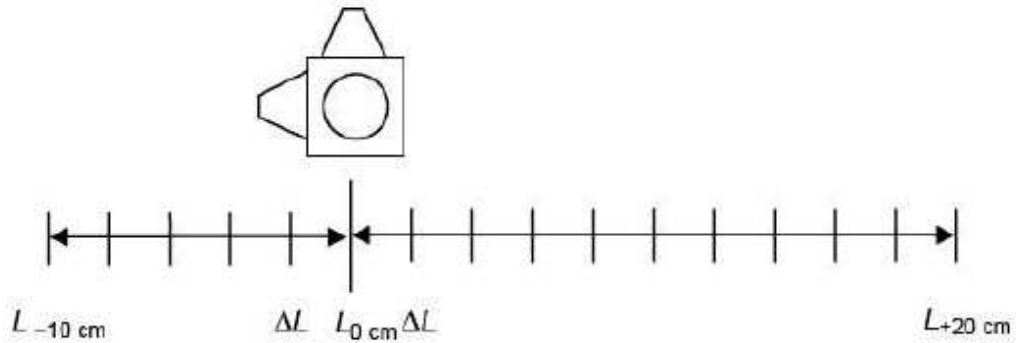


그림 I.4 - 측정 위치 ΔL 에 대한 상세도

그림 I.3과 그림 I.4에 시험 구성을 나타내었다. 여기에서 $L_{-10\text{ cm}}$ 에서 $L_{+20\text{ cm}}$ 은 프로브 교정 거리이며, 이 거리는 혼 안테나의 면에서부터 전계 측정 프로브 중심까지 측정한다. $L_{0\text{ cm}}$ 는 위치 0으로 정의한다.

그 위치는 $L_{-10\text{ cm}}, L_{-8\text{ cm}}, L_{-6\text{ cm}}, \dots, L_0, L_{+2\text{ cm}}, L_{+4\text{ cm}}, \dots, L_{+20\text{ cm}}, \Delta L=2\text{ cm}$ 이다.

프로브가 송신 혼 안테나의 근거리장에 놓여 있다면(거리 $2 D^2/\lambda$ 미만, 여기에서 D 는 안테나의 최대 치수이고 λ 는 자유공간 파장이다), 송신 안테나의 이득은 일정하지 않으므로 각 위치에 대하여 결정할 필요가 있다.

1 m 거리에서 일정한 전계 강도(예: 20 V/m)을 생성하는 정전력을 모든 프로브 위치에 가한다. 송신 안테나와 전계 측정 프로브가 모두 수직 편파되어 있는 상태에서 모든 주파수에서 모든 위치에 대한 프로브 판독값을 기록한다. 안테나와 프로브를 수평 편파시킨 상태에서 이 시험을 반복한다.

모든 판독값이 I.4.2.5에 명시한 요구사항을 충족하여야 한다.

I.4.2.5 VSWR 허용 기준

다음 절차에 따라서 VSWR 측정 결과를 비교한다. 전계 강도 산출은 I.4.2.2를 참조한다.

a) 전계 강도의 산출

거리 90 cm와 120 cm 사이에 있는 공간 영역에서의 전계 강도를 각 주파수에 대하여 2 cm 간격으로 산출한다.

이 산출은 검증에 사용한 1 m 거리의 전계 강도를 토대로 한다.

b) 데이터 조정

VSWR 측정에 사용한 프로브는 산출된 전계 강도와 동일한 판독값을 전달할 수 없으므로 다음 절차에 따라서 데이터를 조정한다.

- 1 m 거리에서 프로브의 전계 강도 지시값은 산출 1 m 위치로 조정한다. 프로브 지시값과 산출 강도 사이에서 얻은 차를 90 cm와 120 cm에서의 모든 데이터에 대한 보정값 k 로 사용한다. 예를 들어, 1 m 거리에서 프로브 측정값 V_{mv} (예: 21 V/m)과 산출값 V_{cv} (e.g. 20 V/m) 간의 비교. 이 경우에 보정값 k 는 $V_{cv} - V_{mv} = -1\text{V/m}$ 이다.
- 90 cm와 120 cm 측정 위치에서 관찰한 데이터에 보정값 k 를 추가한다.
- 측정된 모든 주파수의 모든 측정값에 동일한 산출을 적용해야 한다. 위의 예에서 $k = -1\text{ V/m}$ 이다. 따라서 $k = -1$ 을 모든 프로브 측정값 데이터에 추가한다.

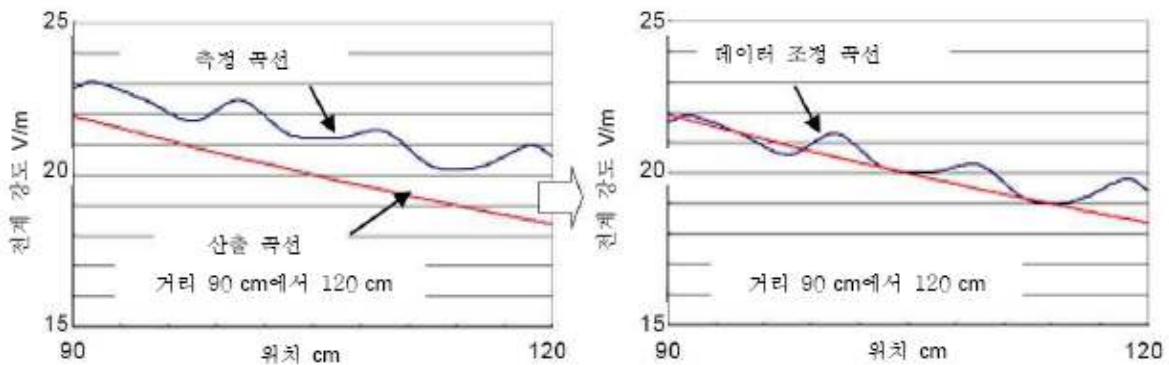


그림 I.5 - 데이터 조정의 예

c) 측정 데이터와 산출 데이터의 비교

산출 곡선과 측정 곡선의 데이터 차가 임의 측정 위치에서 $\pm 0.5\text{ dB}$ 를 초과할 때는 이 챔버를 프로브 교정에 사용해서는 안된다.

주) 0.5 dB 기준은 측정 불확도 총괄표에 따라 정해진 것이며, 전계 측정 프로브 교정에 적합한 기존의 몇몇 챔버에서 검증되었다(적어도 하나의 국가 측정 협회 교정 시설 포함). 어쨌든 이것은 총 불확도에 기여하는 유일한 인자이다.

일부 전계 측정 프로브에는 금속함이나 배터리와 회로 등 하나의 극이 있다. 이러한 장치들은 특정한 거리와 주파수에서 반사 오차를 유발할 수 있다. 이러한 프로브를 사용할 때는 프로브를 회전시키거나 그 방향을 변경시켜 반사 영향을 최소화하여야 한다.

I.4.2.6 프로브 치구 유효성 확인

프로브 치구는 프로브 교정 중에 전자기장의 반사를 유발할 수 있다. 따라서 치수가 교정 결과에 미치는 영향을 미리 점검하여야 한다.

이 항에서 정의한 절차는 사용하고자 하는 새 프로브 치구에 대하여 실시한다.

절차:

- a) 상대 유전율이 1.2 미만이고 유전정접이 0.005 미만인 재료로 만든 기준 지지물 위에 프로브를 놓는다. 프로브의 위치는 교정 장치 구성시와 동일해야 한다. 기준 치구는 되도록이면 작은 것이 좋다. 다른 모든 지지 구조물은 되도록이면 비침입성이어야 하며, 프로브에서 적어도 50 cm 떨어져 있어야 한다. 프로브 정면(안테나와 프로브 사이) 또는 뒤에는 지지 구조물을 놓지 않는 것이 바람직하다.
- b) 교정 위치에서 프로브의 동적 범위 내에서 기준 전계를 발생시킨다.
- c) 교정 모든 주파수 포인트에 대한 프로브 판독값을 기록한다. 교정 구조에 필요한 대로 프로브를 회전시키거나 위치를 바꾸고(3축 등방성 전계 측정 프로브의 경우에는 각 축을 개별적으로 정렬시킬 필요가 있다), 단계 1과 2를 반복한다. 모든 방향에 대하여 프로브 판독값을 기록한다.
- d) 기준 치구를 제거하고 이를 교정 치구로 대체한다. 단계 2와 3을 반복한다.
- e) 단계 3과 4에서 얻은 결과를 비교한다. 프로브 방향이 동일한 상태에서 두 치구에서 얻은 판독값의 차는 ± 0.5 dB 미만이어야 한다.

I.4.2.7 챔버 유효성 확인 절차의 대안

이 챔버 유효성 확인 절차의 대안은 I.4.2.4의 유효성 확인 절차를 적용할 수 없을 때 적용할 수 있다.

교정에 사용할 위치에 전계 측정 프로브를 놓는다. 송신 혼 안테나의 기준방향을 따라서 편파와 위치를 바꾸어 챔버 VSWR을 결정한다. 챔버 VSWR 시험과 프로브 교정에는 동일한 송신 안테나를 사용하여야 한다.

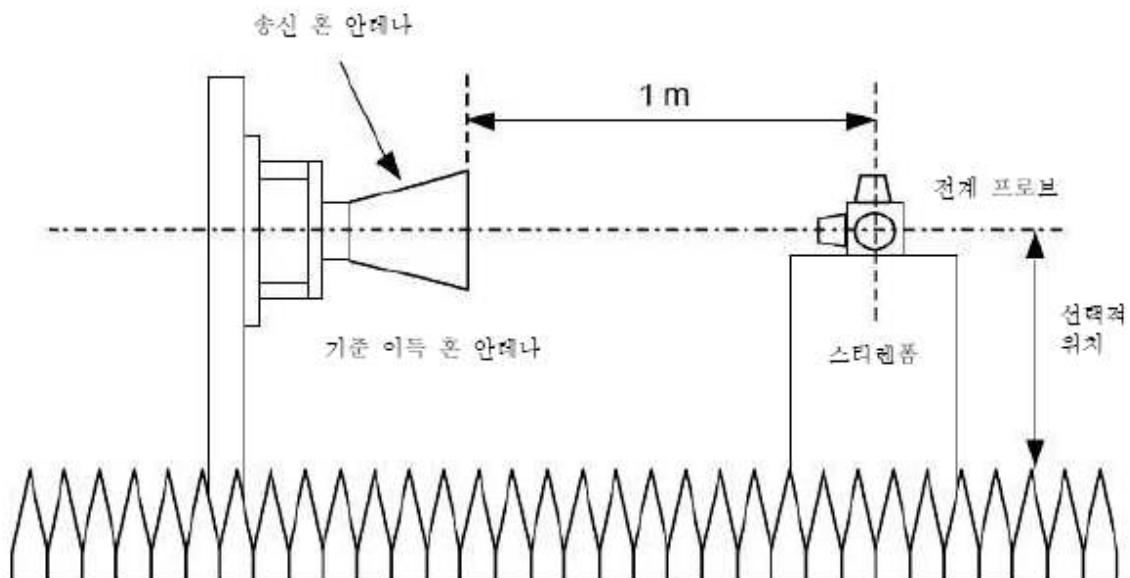


그림 I.6 - 안테나와 프로브에 대한 시험 배치의 예

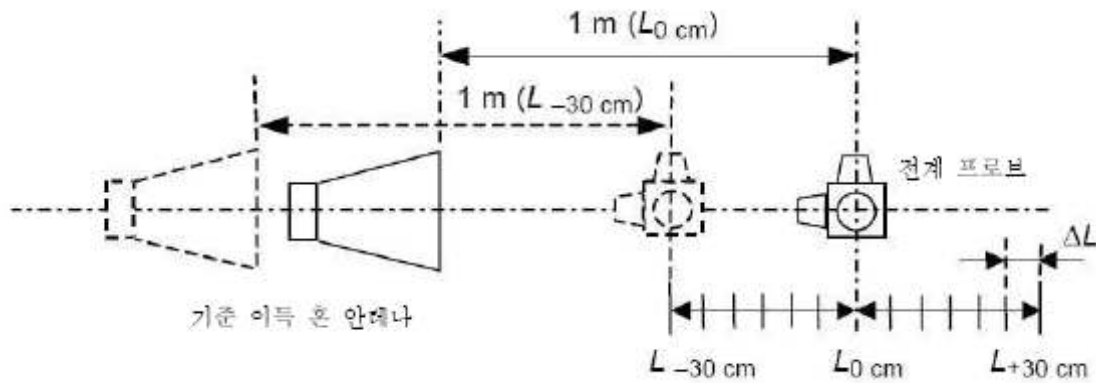


그림 I.7 - 챔버 유효성 확인 시험에 대한 시험 배치

그림 I.6과 그림 I.7에 시험 구성을 나타내었다. 여기에서 혼 안테나의 면에서부터 전계 측정 프로브 중심까지 측정한 프로브 교정 거리는 고정 거리, 즉 1 m를 유지한다.

프로브 치구가 측정에 영향을 미치지 않도록 유전율이 낮은 재료를 사용하는 것이 바람직하다. 프로브 교정에 사용한 치구는 개별적으로 평가하여야 한다(I.4.2.6참조).

그 위치는 $L - 30 \text{ cm}$, $L-25\text{cm}$, $L-20\text{cm}$, ..., L_0 , $L+5\text{cm}$, $L+10\text{cm}$, ..., $L+30\text{cm}$ 이고, ΔL 은 5 cm이다.

모든 위치에서 일정한 전자기장(예: 20 V/m)을 발생시킨다. 발생된 전계 강도는 전계 측정 프로브의 동적 범위 내에 있어야 한다. 송신 안테나와 전계 측정 프로브가 모두 수직 편파된 상태에서 모든 주파수에서 모든 위치에 대한 프로브 판독값을 기록한다. 안테나와 프로브를 수평 편파시킨 상태에서 이 시험을 반복한다.

각 주파수에는 26개의 독립적 프로브 판독값이 있게 된다(13 위치, 2개의 편파). 각 주파수에서 판독값의 최대 확산은 $\pm 0.5 \text{ dB}$ 미만이어야 한다.

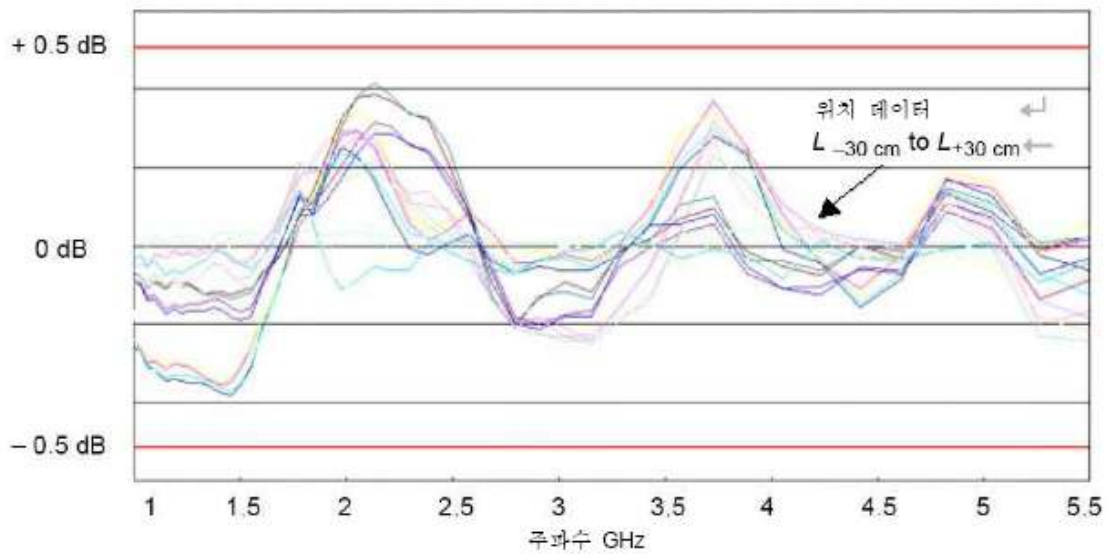


그림 I.8 - 챔버 유효성 확인 대안 데이터의 예

I.4.3 프로브 교정 절차

대부분의 현대식 프로브에는 선형 응답을 제공하는 내부 보정 계수가 있다. 교정 시험소에서는 이상적인 응답으로부터 ± 0.5 dB의 프로브 응답을 제공하도록 교정 중에 계수를 조정할 수 있다. 조정을 할 경우 교정 시험소는 조정 전과 후의 응답을 보고하는 것이 바람직하다.

교정하고자 하는 프로브에 선형성 검사 절차를 실시하는 것이 좋다. 선형성이 교정 계통에 미치는 영향은 I.3.2를 참조한다.

비교 프로브 조정이 불가능할 때는 전계 균일성 교정을 실시할 때 사용자가 비선형성을 보상하는 것이 바람직하다.

프로브 교정시에는 I.4의 요구사항을 충족하는 측정 계통/환경을 사용하여야 한다.

I.4.3.1 시험 배치

I.4.2.6의 요구사항을 완전히 충족하지 못하는 치수는 커다란 측정 불확도를 야기할 수 있다. 따라서 I.4.2.6에 따라 유효성이 확인된 프로브 치구를 사용하여야 한다.

전계 측정 프로브의 교정은 프로브 방향에 관한 사용자 시방이나 제조자 시방에 따라 실시하는 것이 바람직하다. 시험소에서도 등방성의 영향을 제한하기 위하여 이 방향을 사용하여야 한다. 제조자가 기술자료에 전계 측정 프로브 방향을 규정하지 않았다면 프로브의 "통상 사용" 방향으로 간주할 수 있는 프로브 방향에서 또는 (프로브를 사용할) 시험소에서 정의한 기준 방향에 따라서 교정을 실시하는 것이 좋다. 어떤 경우에도 교정 보고서에는 교정을 실시한 전계 측정 프로브 방

향을 기재하여야 한다.

측정 배치의 예를 그림 I.9와 I.10에 나타내었다.

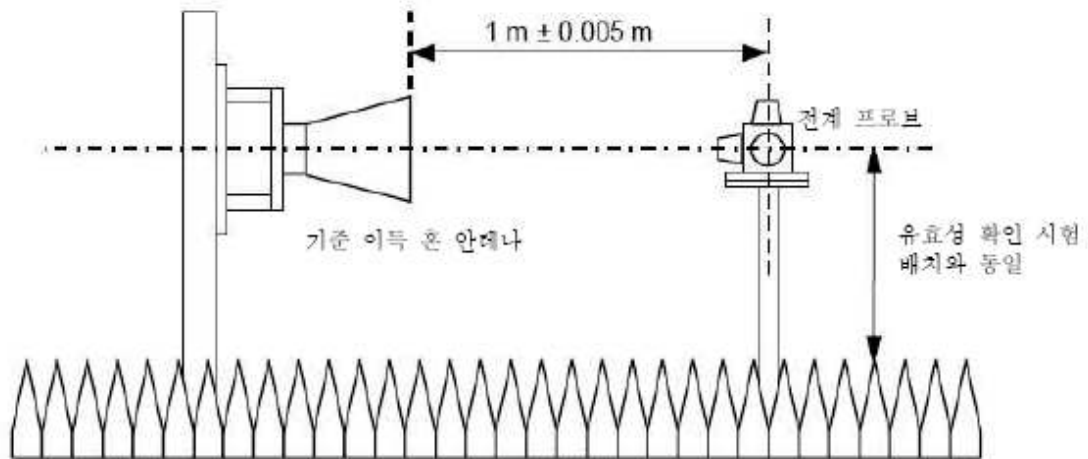


그림 I.9 - 전계 프로브 교정 배치

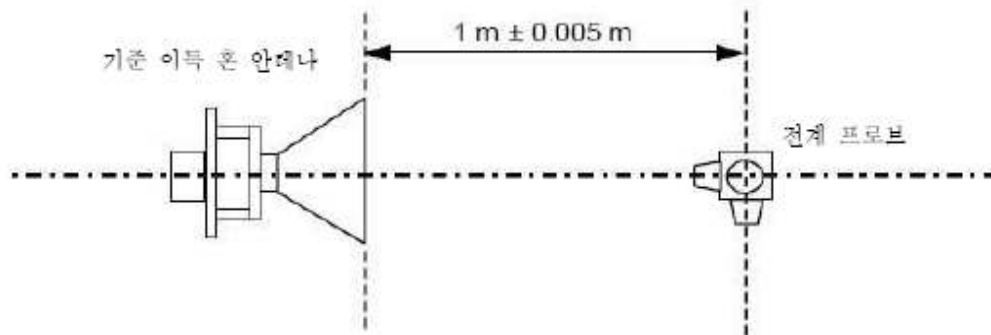


그림 I.10 - 전계 프로브 교정 배치(평면도)

I.4.3.2 교정 보고서

I.4.3.1를 고려하여 얻은 측정 결과를 교정 보고서에 기록한다.

이 교정 보고서에는 최소 다음 사항을 기재하여야 한다.

- a) 교정 환경
- b) 프로브 제조자
- c) 형식 지정

- d) 일련번호
- e) 교정일
- f) 온도와 습도
- g) 상세 교정 데이터
 - 주파수
 - 인가된 전계 강도 (V/m)
 - 프로브 판독값 (V/m)
 - 프로브 방향
- h) 측정 불확도

주) IEEE Std 1309 [2]에는 프로브 교정 측정 불확도에 대한 지침이 일부 포함되어 있다.

I.5 프로브 교정 대체 환경과 방법

이 항에서는 대체 교정 시험장, 예를 들면 저주파수 범위에서 교정에 필요한 것에 대한 환경 요구 사항을 설명한다.

교정은 K 61000-4-3에서 설명한 시험 환경과 독립적인 것으로 정의된 환경에서 실시할 수 있다. 내성 시험을 하는 장비와 반대로 전계 측정 프로브는 보통 소형이며 도전 케이블이 구비되어 있지 않다.

I.5.1 TEM 셀을 사용하여 전계 프로브 교정

직사각형 TEM 셀을 사용하여 전계 측정 프로브 교정을 위한 기준 전계를 확립할 수 있다. TEM 셀의 상위 사용 주파수는 KS C IEC 61000-4-20의 5.1에서 설명한 방법에 따라 결정할 수 있다. TEM 셀의 상위 주파수는 대개 수백 MHz이다. 격벽과 상단/하단 판 사이 TEM 셀 중심에서의 전계는 다음 식으로 산출된다.

$$E = \sqrt{\frac{Z_0 P_{\text{net}}}{h}} \quad (\text{V/m})$$

여기에서 Z_0 는 TEM 셀의 특성 임피던스(대개 50 Ω)이고, P_{net} 은 I.4.2.1에 따라 결정된 순전력(W)이며, h 는 격벽과 상단/하단 판 사이 이격 거리(m)다.

TEM 셀의 VSWR은 측정 불확도를 최소화 하기 위하여 작게(예: 1.3 미만) 유지하는 것이 바람직하다.

P_{net} 을 측정하는 다른 방법은 TEM 셀의 출력 포트에 연결된 VSWR이 낮으며 교정된 감쇠기와 전력 센서를 사용하는 것이다.

I.5.3 도파관 챔버를 이용한 전계 프로브 교정

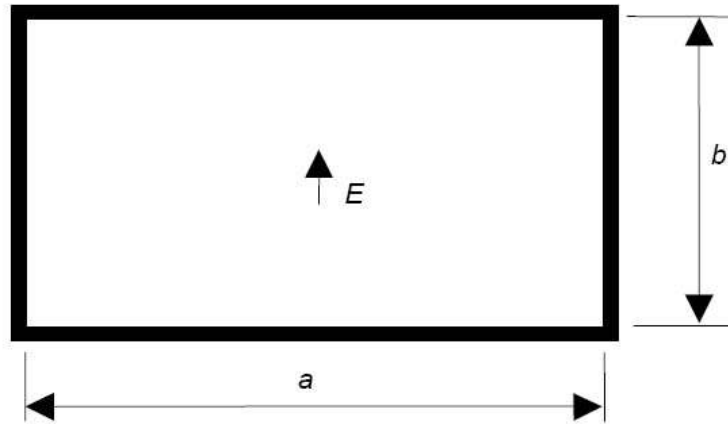


그림 I.11 - 도파관 챔버의 단면적도

교정 시험소에서는 도파관 챔버가 지배적인 TE₁₀모드에서 운영되도록 보장하여야 한다. 고차 모드를 여기시킬 수 있는 주파수는 피하여야 한다. 도파관 제조자는 지배적 모드가 존재할 수 있는 주파수 범위를 규정하여야 한다. 이 주파수 범위는 도파관의 치수로부터 결정할 수도 있다. 도파관 챔버의 사용은 일반적인 크기의 프로브일 때 약 300 MHz에서 1 000 MHz로 제한된다.

내부 치수가 a (m) x b(m)(a>b)인 도파관의 경우, 지배적 TE₁₀모드의 차단 주파수는 다음과 같다.

$$(\mathcal{L})_{10} = \frac{1}{2a\sqrt{\mu\epsilon}}$$

여기에서 μ 와 ϵ 은 도파관 매질의 투자율과 유전율이다. 공기가 채워진 도파관의 경우에는 $\mu = \mu_0 = 400\pi\text{nHm}^{-1}$ 이며 $\epsilon = \epsilon_0 = 8854\text{pFm}^{-1}$ 이다. 공기가 채워진 도파관 챔버의 차단 주파수는 다음과 같다.

$$(\mathcal{L})_{10} = \frac{150}{a} \text{ MHz}$$

도파관 중심에서 실효값 전계는 다음과 같다.

$$E = \sqrt{\frac{2\eta_0 P_{\text{net}}}{ab\sqrt{1 - ((f_c)_{10}/f)^2}}} \quad (\text{V/m})$$

여기에서 f (MHz)는 운용 주파수이며, 공기가 채워진 도파관에 대한 $\eta_0 = 377\Omega$ 이다. P_{net} (W)은 도파관에 전달된 순전력이며 I.4.2.1에서 설명한 방법에 따라 결정된다. 도파관 챔버 내부의 전계는

TEM 파가 아니며, 그 전계는 도파관 중심에서 최대가 된다(정현 분포일 때 측벽에서 0으로 줄어든다). 전계 측정 프로브 교정은 도파관 중심에서 실시하는 것이 바람직하며, 이 때 전계 분포는 다른 위치에서보다 더 적게 변한다(더 균일하다). 다른 모드에서의 차단 주파수 산출 방법 등 도파관에 관한 자세한 내용은 [5]를 참조한다.

I.5.3 개방단 도파관을 이용한 전계 프로브 교정

개방단 도파관의 근거리장 이득에 대한 분석적 해와 경험적 해가 [6]에 명시되어 있다. 개방단 도파관의 근거리장 이득에 대한 이론적 해는 이용할 수 없으므로, 전파 수치기법으로 또는 [4]에서 설명한 측정 기법으로 개방단 도파관의 근거리장 이득을 결정하는 것이 바람직하다.

개방단 도파관의 근거리장 이득을 결정하였다면 I.4.3에 명시한 절차에 따라 교정을 실시하여야 한다.

I.5.4 이득 전달법에 의한 전계 프로브 교정

전달 프로브를 사용하여 전계발생장치(사용 기준 장치)에서 기준 전계를 확립할 수 있다. 전달 프로브 응답은 이론적 산출(다이폴 등의 프로브에 대하여)에 의하여, 또는 I.5.1이나 I.5.2에서 설명한 방법에 따라 실시한 교정에 의하여 결정할 수 있다. GHz TEM 셀 등 사용 표준의 전달 함수는 전달 프로브로 결정할 수 있다. 이 사용 표준 장치의 전계 분포는 전달 프로브로 나타내는 것이 바람직하다. 즉 시험 체적에서 전계 균질성을 평가하는데 필요한 여러 위치에서 측정하여야 한다. 사용 표준 장치의 전달 함수가 알려지면 사용 표준 장치가 선형이라고 가정하여 다른 전력 레벨에서 프로브 교정을 실시할 수 있다. 교정하고자 하는 프로브는 전달 프로브를 놓은 곳과 같은 위치에 놓아야 한다.

다음 조건을 충족할 경우 전달 방법은 정확하다.

- 전달 절차와 교정 절차 간의 시험 장치가 변하지 않는다.
- 측정 중 프로브 위치를 재현한다.
- 송신 전력을 동일하게 유지한다.
- 피시험 프로브의 구조가 전달 프로브의 구조(크기와 소자 설계)와 유사하다.
- 센서 헤드와 판독장치를 연결하는 케이블이 전계를 방해하지 않는다.
- 사용 기준 장치가 대개 무반사적이다.

이 방법에 관한 자세한 정보는 문서 [7] 과 [8]을 참조한다.

I.6 참고 문헌

[1] STUBENRAUCH, C., NEWELL, C. A. C., REPJAR, A. C. A., MacREYNOLDS, K., TAMURA D. T., LARSON, F. H., LEMANCZYK, J., BEHE, R., PORTIER, G., ZEHREN, J. C.,

HOLLMANN, H., HUNTER, J. D., GENTLE, D. G., and De VREEDE, J. P. M. International Intercomparison of Horn Gain at X-Band. IEEE Trans. On Antennas and Propagation, October 1996, Vol. 44, No. 10.

[2] IEEE 1309, Calibration of Electromagnetic Field Sensors and Probes, Excluding Antennas, from 9 kHz to 40 GHz

[3] KANDA, M. and KAWALKO, S. Near-zone gain of 500 MHz to 2.6 GHz rectangular standard pyramidal horns. IEEE Trans. On EMC, 1999, Vol. 41, No. 2.

[4] NEWELL, Allen C., BAIRD, Ramon C. and Wacker, Paul F. Accurate measurement of antenna gain and polarization at reduced distances by extrapolation technique. IEEE Trans. On Antennas and Propagation, July 1973, Vol. AP-21, No. 4.

[5] BALANIS, C. A.. Advanced Engineering Electromagnetics. John Wiley & Sons, Inc., 1989, pp 363–375.

[6] WU, Doris I. and KANDA, Motohisa. Comparison of theoretical and experimental data for the near field of an open-ended rectangular waveguide. IEEE Trans. On Electromagnetic Compatibility, November 1989, Vol. 31, No. 4.

[7] GLIMM, J., MÜNTER, K., PAPE, R., SCHRADER, T. and SPITZER, M. The New National Standard of EM Field Strength; Realisation and Dissemination. 12th Int. Symposium on EMC, Zurich, Switzerland, February 18–20, 1997, ISBN 3-9521199-1-1, pp. 611–613.

[8] GARN, H., BUCHMAYR, M., and MULLNER, W. Precise calibration of electric field sensors for radiated-susceptibility testing. Frequenz 53 (1999) 9–10, Page 190–194.