

전기용품안전기준

K 00016-2-3

[CISPR16-2-3, E.d.2.0 :2006.07]

전기자기 적합성(EMC)

전기자기장해 · 내성 측정장비 및 측정방법

제2부 : 전기자기장해 및 내성 측정방법

제3절 : 방사 방해 측정

목 차

서문	3
1 적용범위	3
2 인용규격	3
3 용어정의	6
4 측정 방해의 종류	9
5 측정 장비의 연결	10
6 일반적인 측정 요구사항 및 조건	11
7 방사 방해 측정	24
8 방출의 자동측정	53
부록	
A (정보) 주위 잡음 존재 시의 방해 측정	59
B (정보) 스펙트럼 분석기와 측정 수신기의 사용법(6절 참조)	73
C (정보) 불확도 산정의 예	76
D (정보) 평균치 검파기 사용을 위한 주사율과 측정시간	77
E (정보) 적합성 시험 적용을 위한 APD 측정방법의 설명	82

전기용품안전기준(K 00016-2-3)

전기자기장해·내성 측정장비 및 측정방법 - 제2부 : 전기자기장해 및 내성 측정 방법 - 제3절 : 방사 방해 측정

SPECIFICATION FOR RADIO DISTURBANCE AND IMMUNITY MEASURING APPARATUS AND METHODS

- Part 2-3 : Methods of measurement of disturbances and immunity - Radiated disturbance measurements

서 문 이 기준은 2006년 7월에 발행된 CISPR 16-2-3 : Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods - Part 2-3 : Methods of measurement of disturbances and immunity-Radiated disturbance measurements를 번역해서 기술적 내용 및 규격의 서식을 변경하지 않고 작성한 전기용품안전기준이다.

1 적용범위

K 00016-2-3은 주파수 9 kHz - 18 GHz 범위에서의 방사 방해 현상의 측정 방법을 명시하는 기본 규격으로 규정하였다.

2 인용규격

다음의 인용 규격들은 본 규격의 적용을 위해 필수 불가결한 것이다. 날짜가 명기된 규격에 대해서는 인용된 것만 적용한다. 날짜가 명시되지 않은 규격에 대해서는 기준 문서의 (개정안을 포함하여) 최신판이 적용된다.

K 00013, 음성과 TV 방송 수신기 및 관련 기기 - 무선 방해 특성 - 한계값과 측정방법

K 00014-1, 전기자기 적합성(EMC) - 가정용 전기기기, 전동공구 및 유사기기류의 요구조건
제1부 - 전기자기 방해

K 00016-1-1, 전기자기장해·내성 측정장비 및 측정방법 제1부 : 전기자기 장해·내성측정 장비
제1절 : 측정장비

K 00016-1-2, 전기자기장해·내성 측정장비 및 측정방법 제1부: 전기자기장해 및 내성 측정장비

제2절 : 보조장비 - 전도장해

K 00016-1-4, 전기자기장해·내성 측정장비 및 측정방법 제1부: 전기자기장해 및 내성 측정장비
제4절 : 보조장비 - 방사 방해

K 00016-1-5, 전기자기장해·내성 측정장비 및 측정방법 제1부: 전기자기장해 및 내성 측정장비
제5절 : 안테나교정 및 시험장 검증

K 00016-2-1, 전기자기장해·내성 측정장비 및 측정방법 제2부: 전기자기장해 및 내성 측정방법
제1절 : 전도방해 측정

K 00016-2-2, 전기자기장해·내성 측정장비 및 측정방법 제2부: 전기자기장해 및 내성 측정방법
제2절 : 방해전력 측정

K 00016-2-4, 전기자기장해·내성 측정장비 및 측정방법 - 제2부: 전기자기장해 및 내성 측정방법
제4절 : 내성 측정

KS C CISPR16-3, 무선 방해 및 내성 측정기기와 측정방법에 대한 규정,, 제3부:CISPR 기술 보고서

KS C CISPR16-4-1, 무선 방해 및 내성 측정기기와 측정방법에 대한 규정, 제4-1부:불확도, 허용 기준치의 모형 및 통계치 - 표준 EMC 검사의 불확도

KS C CISPR16-4-2, 무선 방해 및 내성 측정기기와 측정방법에 대한 규정, 제4-2부:불확도, 허용 기준치의 모형 및 통계치 - EMC 측정 불확도

KS C CISPR16-4-3, 무선 방해 및 내성 측정기기와 측정방법에 대한 규정, 제4-3부:불확도, 허용 기준치의 모형 및 통계치 - 대량 생산제품의 EMC적합성 판정에 관한 통계적 고려

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

3 용어정의

이 문서의 목적에 있어, KS C IEC 60050(161)에 있는 용어 정의 및 다음 사항들이 적용된다.

3.1 관련 기기

- 1) 측정 수신기, 시험 발생기에 연결되는 변환기(예, 프로브, 회로망 및 안테나)
- 2) 시험품과 측정장비 또는 (시험)신호발생기 사이에서 신호 또는 방해전파의 전송에 사용하는 변환기(예, 프로브, 회로망, 안테나)

3.2 시험품 (EUT)

EMC (방출) 적합성 시험을 받는 장비(기기, 전기용품 및 시스템)

3.3 제품 간행물

제품이나 제품군의 EMC 요건을 기술하고 그러한 제품과 제품군의 특정 측면을 고려한 간행물

3.4 방해 발생원으로부터의 방출 한계값

전기자기 방해 발생원의 지정된 최대 방출 레벨

[IEV 161-03-12]

3.5 기준접지

시험품의 주변에 지정된 기생(정전)용량을 구성하며 기준전위로 사용되는 연결

주) IEV 161-04-36 참조

3.6 전기자기 방출

발생원으로부터 전기자기 에너지가 발산되는 현상

[IEV 161-01-08]

3.7 동축 케이블

일반적으로 명시된 특성 임피던스와 최대 허용 케이블 전달 임피던스를 제공하는 시험 신호발생기 또는 측정 장비 관련된 장비의 정합연결에 사용되는 하나 이상의 동축선을 포함하는 케이블.

3.8 측정 수신기

여러 가지의 검파기를 가지는 방해 측정을 위한 수신기

주) 수신기는 K 00016-1-1에 명시되어 있다.

3.9 시험 구성

방출레벨 측정을 위한 시험품의 지정된 배치.

주) 방출레벨은 IEV 161-03-11, IEV 161-03-12, IEV 161-03-14, IEV 161-03-15의 방출수준 정의의 요건에 따라 측정된다.

3.10 가중치(준첨두치 검파)

침두치 검파 펄스전압을 가중치 특성에 따라(청각적 또는 시각적) 펄스방해전파의 정신물리학적 자극에 상당하는 지시치로 나타내는 반복을 종속적으로 변환. 대안으로, 방출 수준 또는 내성 수준을 평가하는 명시된 방식을 제공하는 수단.

주 1) 가중 특성은 K 00016-1-1에서 기술된다.

주 2) 방출 수준 또는 내성 수준은 KS C IEC 60050(161) 수준에 관한 정의(IEV 161-03-01, IEV 161-03-11 and IEV 161-03-14참조)에 따라 평가한다.

3.11 연속성 방해

준침두치 검파 모드에서 즉시 감소하지 않고 측정 수신기의 계기에 변화를 일으키며, 측정 수신기의 IF 출력에서 200 ms 이상의 지속시간을 갖는 RF 장애
[IEV 161-02-11, 수정판]

주) 측정수신기는 K 00016-1-1에서 명시된다.

3.12 불연속 방해

숫자가 파악된 클릭에서, 준침두치 검파 모드에서 측정 수신기의 계기에 순간적 변화를 일으키고 측정수신기의 IF-출력에서 200 ms 이하의 지속시간을 갖는 장애

주 1) 임펄스 방해는 IEV 161-02-08 참조.

주 2) 측정수신기는 K 00016-1-1에서 명시되어 있다.

3.13 측정시간 (T_m)

단일 주파수에서 측정결과를 위한 유효한 가간섭성(coherent) 시간(어떤 영역에서는 지속시간이라고도 일컬어짐)

- 침두치 검파기에 대해서는, 최대 신호 포락선의 침두치를 검출하기 위한 유효시간
- 준침두치 검파기에 대해서는, 가중된 포락선의 침두치를 측정하기 위한 유효시간
- 평균 검파기에 대해서는, 신호 포락선을 평균하기 위한 유효시간
- r.m.s. 검파기에 대해서는, 신호 포락선의 r.m.s.를 결정하기 위한 유효시간

3.14 스위프(sweep)

주어진 주파수 범위를 넘어선 연속 주파수의 변화

3.15 스캔(scan)

주어진 주파수 범위를 넘어선 연속적 주파수나 단계적 주파수의 변화

3.16 스위프 또는 스캔 시간 (T_s)

스위프 또는 주사의 시작 주파수와 정지 주파수 사이의 시간

3.17 스펜 Δf

스위프 또는 스캔의 시작주파수와 정지주파수 사이의 차이

3.18 스위프 또는 스캔율 (sweep or scan rate)

스위프나 주사시간에 의해 분할된 주파수 범위

3.19 단위시간당 스위프 수 (예, 초당) n_s

$1/(\text{스위프 시간} + \text{귀선시간})$

3.20 관측시간 (T_o)

다수의 스위프인 경우 특정 주파수에서 측정시간 T_m 의 합. 스위프 또는 스캔의 수가 n 이라면 $T_o = n \times T_m$

3.21 총 관측시간 (T_{tot})

스펙트럼(단일 또는 다중 스위프)의 개관을 위한 유효시간. 스캔 또는 스위프 내의 채널수가 c 라면 $T_{tot} = c \times n \times T_m$

4 측정 방해의 종류

이 조항에서는 여러 형태의 방해를 분류하며 이들의 측정에 적합한 검파기를 설명한다.

4.1 방해의 종류

a) **협대역 연속 장애**, 즉 ISM 장비에서 RF 에너지의 의도적인 사용으로 인하여 발생된 기본파와 고조파와 같은 이산 주파수에서의 장애를 예로 들 수 있으며, 이러한 장애의 주파수 스펙트럼은 개별 스펙트럼 선들 만으로 이루어져 있고, 이러한 스펙트럼 선들의 간격은 측정수신기의 대역폭보다 커서 측정하는 동안에는 b)와 반대로 하나의 스펙트럼 선이 수신기의 대역폭 안에서 관측되게 된다.

b) **광대역 연속 장애**, 보통 정류자 모터와 같은 곳에서 반복되는 임펄스에 의해 생성되어 비의도성 장애를 일컬으며, 이러한 장애는 측정수신기의 대역폭보다 작은 반복 주파수를 가지며, 이로 인하여 측정하는 동안 하나 이상의 스펙트럼 선이 측정수신기 대역폭 내에 들어가게 된다.

c) **광대역 불연속 장애**, 예를 들어 1 Hz 미만의 반복률(30 /min 이하의 클릭률)을 갖는 온도조절 장치 또는 프로그램 제어 장치에 의한 기계적 혹은 전기적 개폐 과정에서 발생하는 비의도성 장애를 말한다.

b)와 c)의 주파수 스펙트럼은 개개의(단일의) 임펄스의 경우에는 연속 스펙트럼이 되며, 반복적인 임펄스의 경우에는 불연속 스펙트럼이 되는 특징이 있다. 또 두 스펙트럼은 모두 K 00016-1-1에 규정된 측정수신기의 대역폭보다 넓은 주파수 범위를 지니는 특징이 있다.

4.2 검파기 기능

장해의 유형에 따라 다음 검파기를 갖춘 측정수신기를 사용하여 측정한다.

- a) 평균 검파기(average detector)는 협대역 장해 및 신호 측정에 사용되며 특별히 협대역과 광대역 장해를 식별하는데 사용한다.
 - b) 준첨두치 검파기(quasi-peak detector)는 라디오 청취자의 음향 잡음(annoyance)을 평가하기 위해 광대역 장해의 가중치를 측정하는데 사용하며 협대역 장해 측정용으로도 사용한다.
 - c) 첨두치 검파기(peak detector)는 광대역 또는 협대역 장해 측정용으로 사용한다.
- 이러한 검파기들을 포함하는 측정 수신기는 K 00016-1-1에 기술된다.

5. 측정장비 연결

본 항에서는 측정 장비와 측정수신기, 그리고 의사회로망, 전압 및 전류 프로브, 흡수 클램프, 그리고 안테나와 같은 관련 장비의 연결에 관하여 기술한다.

5.1 관련기기 연결

측정 수신기와 관련 장비를 연결하는 케이블은 차폐되어야 하며, 케이블의 특성 임피던스는 측정 수신기의 입력 임피던스와 정합이 되어야 한다.

관련 기기의 출력은 지정된 임피던스로 종단되어야 한다.

5.2 RF 기준접지 연결

의사전원회로망(AMN)은 낮은 RF 임피던스로 기준접지에 연결시켜야 한다. 예를 들어 의사전원회로망의 케이스를 기준접지 또는 차폐된 공간의 접지 벽에 직접 부착하거나, 가능하다면 길이는 짧고 폭이 넓은 (길이 대 폭의 최대비율이 3:1) 낮은 임피던스를 갖는 도체를 이용한다.

단자전압은 기준 접지를 기준으로 측정해야 한다. 접지 루프(공통 임피던스 결합)는 피해야 한다. 이것은 보호등급(Protection Class) I 등급 장비의 보호용 접지 도체(PE)가 설치된 측정기기(예, 측정 수신기와 오실로스코프, 분석기, 기록 장치 같은 측정수신기에 연결된 관련 기기)에 대해서도 지켜져야 할 사항이다. 측정 기기의 접지 연결과 기준접지에 대한 주전원의 접지 연결이 기준접지에서 RF적으로 분리되어 있지 않은 경우, 기준접지에 대한 측정기기의 RF 연결이 단지 한 경로만을 지나도록 하기 위해 필요한 RF 분리는 RF 쇼크 및 분리 트랜스포머를 사용하여 얻거나, 가능하다면 배터리에서 측정기기에 동력을 공급함으로써 얻을 수 있다.

시험품을 보호 접지에 접지를 연결하는 처리방법에 관한 내용은 A. 4절을 참조한다.

기준 접지가 직접 연결되어 있고 동시에 보호용 접지 도체(PE 연결)의 안전 요건을 충족시킨다면, 고정된 시험 구성(stationary test configuration)은 보호용 접지 도체에 연결할 필요가 없다.

5.3 시험품과 의사전원회로망 사이의 연결

의사전원회로망에 대한 시험품의 접지 연결 혹은 비접지 연결에 대한 선택을 위한 일반 지침이

K 00016-2-1의 부록 A에 나와 있다.

6. 일반적인 측정 요구사항 및 조건

전기자기장해 측정을 위해서는 다음 조건들을 충족해야 한다.

- a) 재현 가능해야 한다. 즉, 측정 위치와 환경 조건, 특히 주위 잡음에 상관없이 재현 가능해야 한다.
- b) 상호작용이 없어야 한다. 즉, 측정 기기와 시험품의 연결이 시험품의 기능이나 측정기기의 정확도에 영향을 주어서는 안된다. 이러한 요구사항은 다음 조건을 준수함으로써 충족될 수 있다.
- c) 적절한 장애 허용 기준과 같이 요구되는 측정레벨에서 충분한 신호 대 잡음비가 유지되어야 한다.
- d) 시험품에 대한 시험배치, 중단 및 동작 조건에 대해 잘 정의되어 있어야 한다.
- e) 전압 프로브 측정의 경우, 측정 지점에서 프로브의 임피던스가 충분히 높아야 한다.
- f) 스펙트럼 분석기 또는 스캐닝 수신기를 사용하는 경우, 그 기기의 특정한 동작 및 교정에 대한 요구사항에 충분한 주의를 기울여야 한다.

6.1 시험품에 기인하지 않은 장애

주위 잡음과 관련한 측정 신호 대 잡음비는 다음 요구사항을 충족시켜야 한다. 스퓨리어스 잡음 레벨이 요구되는 레벨을 능가하는 경우, 시험 보고서에 기록해야 한다.

6.1.1 적합성 시험

시험장에서는 시험품으로부터의 방출이 주위 잡음과 구별될 수 있어야 한다. 주위 잡음 레벨은 가급적 20 dB 정도이어야 하지만, 요구되는 측정 레벨보다 최소 6 dB는 낮아야 한다. 6 dB 조건의 경우 시험품으로부터 분명한 장애 레벨은 3.5 dB 까지 증가하게 된다. 요구되는 주변 잡음 레벨에 대한 시험장의 적합성은 시험 장비를 제 위치에 두되 동작시키지 않은 상태에서 주위 잡음을 측정하여 결정할 수 있다.

규격 한계값에 따른 적합성 측정의 경우, 주위 잡음과 발생원 방출을 합한 레벨이 지정된 한계를 초과하지 않으면 주위 잡음 레벨은 - 6 dB 레벨을 초과해도 좋다. 그때 시험품은 한계값을 만족시키는 것으로 간주된다. 다른 조치도 취할 수 있다. 예를 들면, 협대역 신호에 대한 대역폭을 줄이거나 안테나를 시험품에 더욱 근접시키는 것이다.

주) 주변 전기자기장의 세기와 주변 및 시험품 전기자기장의 세기를 별도로 측정하는 경우 시험품의 전기자기장의 세기를 계량 가능한 불확도까지 추산하는 것이 가능할 수도 있다. 이 점에 대해서는 K 00011의 부록 C를 참조한다.

6.2 연속 방해 측정

6.2.1 협대역 연속 장애

측정기기는 시험 중인 이산 주파수에 맞추고, 주파수 변동이 있으면 원상 복귀시킨다.

6.2.2 광대역 연속 장애

안정적이지 못한 광대역 연속 장애 레벨의 평가를 위해서는 최대 재현 가능한 측정값을 찾아야 한다. 보다 자세한 내용은 6.4.1을 참조한다.

6.2.3 스펙트럼 분석기 및 스캐닝 수신기 사용

스펙트럼 분석기 및 스캐닝 수신기는 장애 측정에 유용하며, 특히 측정 시간을 줄이는 데 좋다. 그러나 이런 기기들의 특성에 특별한 주의를 기울여야 한다. 주의를 요하는 기기의 특성에는 과부하, 선형성, 선택성, 펄스에 대한 정상적인 응답, 주파수 스캔 속도, 신호 차단, 감도, 진폭 정확도, 그리고 침투치, 평균치 및 준침투치 검파 등이 포함된다. 이런 특성들은 부록 B에서 고려한다.

6.3 시험품 동작 조건

시험품은 다음 조건에서 동작되어야 한다.

6.3.1 정상 부하 조건

정상 부하 조건은 시험품과 관련된 제품 규격에 정의된 바를 따르며, 그렇지 않은 경우에는 제조자의 설명서에 표시된 조건에 따른다.

6.3.2 동작 시간

정격 동작 시간이 주어진 시험품의 경우, 동작 시간은 표시된 바를 따르고, 그렇지 않은 모든 경우에는 동작 시간은 제한 받지 않는다.

6.3.3 예열 시간

시험 전 구체적인 예열 시간이 지정되지는 않는다. 그러나 시험품은 장비를 사용하는 동안에 일반적인 동작 모드와 조건이 보증될 수 있도록 시험 전에 충분한 시간 동안 동작시켜야 한다. 일부 시험품의 경우, 관련 기기 설명서에 특수 시험 조건이 지정되는 경우도 있다.

6.3.4 전원 공급

시험품은 시험품의 정격 전압을 갖는 전원에 의해 동작되어야 한다. 장애 레벨이 공급 전압에 따라 많은 변화를 보인다면, 정격 전압의 0.9에서 1.1배 범위에 이르는 공급 전압에 대해 반복 측정하여야 한다. 두 개 이상의 정격 전압을 갖는 시험품은 최대 장애를 야기하는 정격 전압에서 시험하여야 한다.

6.3.5 동작 모드

시험품은 측정 주파수에서 최대 장애를 발생시키는 실제 조건에서 동작되어야 한다.

6.4 측정 결과 해석

6.4.1 연속 방해

6.4.1 연속 장애

- a) 장애 레벨이 안정적이지 않은 경우, 각각의 측정에서는 측정수신기에서의 지시치를 최소 15초 동안 관찰해야 한다. 무시될 수 있는 분리된 모든 클릭을 제외하고, 최고 지시치를 기록한다. (K 00014-1의 4.2 참조).
- b) 일반적인 장애 레벨이 안정적이지는 않지만 15초 동안 2 dB 이상의 연속적인 등락을 보인다면, 장애 전압 레벨을 그 이상의 기간 동안 관찰하여야 하며 그 레벨은 아래와 같은 시험품 정상 사용 조건에 적합하게 해석하여야 한다.
 - 1) 시험품이 자주 켜다 껐다 할 수 있거나 그 회전 방향을 바꿀 수 있는 것일 경우, 각각의 측정 주파수에서 측정 직전에 시험품의 스위치를 켜거나 회전 방향을 바꾸며, 측정 직후에 스위치를 끈다. 각각의 측정 주파수에서 처음 1분간 얻은 최대 레벨이 기록되어야 한다.
 - 2) 시험품이 정상적인 상태로 장시간 동안 동작되는 것이라면, 전체 시험기간 동안 스위치를 켜 둔 채로 유지하며 각 주파수에서 (위의 a)항이 얻어진 규격에 따라) 지시치가 안정된 후에 장애 레벨이 기록되어야 한다.
- c) 시험품으로부터 장애 패턴이 시험 전체에 걸쳐 안정된 특성에서 임의적인 특성으로 변할 경우 해당 시험품은 위의 b)항에 따라 시험되어야 한다.
- d) 측정은 전체 스펙트럼 영역에서 이루어져야 하고, 적어도 최대 지시치가 나오는 주파수와 관련 K 규격에서 요구하는 주파수에서 측정치를 기록한다.

6.4.2 불연속 방해

불연속 방해의 측정은 제한된 수의 주파수에서 수행할 수 있다 (K 00014-1 참조).

6.4.3 방해 지속시간 측정

시험품은 관련 의사전원회로망에 연결된다. 측정 장비 세트가 사용 가능한 상태라면 회로망에 연결하고 음극선 오실로스코프는 측정 장비의 IF 출력에 연결한다. 수신기를 사용할 수 없다면 오실로스코프를 회로망에 직접 연결한다. 오실로스코프의 시간 축은 시험될 방해로 시작될 수 있으며 순간 스위치형 시험품의 경우 시간 축을 1 ms/div - 10 ms/div 값에 맞추고 다른 시험품의 경우 10 ms/div - 200 ms/div에 맞춘다. 방해 지속시간은 기억형 오실로스코프나 디지털 오실로스코프

로 또는 사진이나 스크린 기록 출력으로 직접 기록할 수 있다.

6.5 연속 방해의 경우 측정 시간 및 주사 속도

수동 측정과 자동, 반자동 측정 모두 측정 시간, 측정 주사속도 및 주사 수신기는 최대 방출을 측정할 수 있게 설정되어야 한다. 특히 사전주사를 위해 침두치 검파기를 사용하는 경우 측정시간과 주사속도는 시험 중인 방출의 타이밍을 고려해야 한다. 자동 측정 실행에 관한 더욱 자세한 지침은 8절에 나와 있다.

6.5.1 최소 측정 시간

본 규격의 B.7 절에 최소 스위프 시간 또는 가장 빠른(실제로 얻을 수 있는) 주사속도 표가 나와 있다. 표에서 전체 K 대역 각각에 대한 최소 주사시간 이유도 되었다.

표 1. 3개 CISPR 대역에의 침두치 및 준침두치 검파기의 최소 스캔 시간

주파수대역		침두치 검파를 위한 주사 시간 T_s	준 침두치 검파를 위한 주사시간 T_s
A	9 kHz ~ 150 kHz	14.1 s	2 820 s = 47 min
B	0.15 MHz ~ 30 MHz	2.985 s	5 970 s = 99.5 min = 1 h 39 min
C/D	30 MHz ~ 1 000 MHz	0.97 s	19 400 s = 323.3 min = 5 h 23 min

표 1의 주사시간은 CW 신호에 대해 적용된다. 심지어 준 침두치 측정의 경우에도 방해 형태에 따라 주사시간을 늘려야 하는 수도 있다. 극단적인 경우에 관찰된 방출 레벨이 안정적이지 않다면 특정 주파수에서 측정시간 T_m 을 15 s로 늘려야 할 수도 있다(6.4.1 참조). 그러나 분리된 클릭의 경우는 배제된다.

대부분의 제품표준은 시간절약 절차가 적용되지 않는 경우 적합성 측정을 위해 시간이 대단히 많이 걸리는 준 침두치 검파를 요구한다(8절 참조). 시간 절약 가능한 절차를 적용하기 전에 사전주사로 방출을 검파하여야 한다. 자동 주사 동안, 예를 들어, 간헐적인 신호를 간과하지 않도록 하기 위해 6.5.2 - 6.5.4의 고려사항들도 검토되어야 한다.

6.5.2 주사 수신기와 스펙트럼 분석기에 대한 주사 속도

주파수 스패에 걸쳐 자동 주사하는 중에 신호가 사라지지 않도록 하기 위해 두 가지 조건 중 하나를 충족시킬 필요가 있다.

- 1) 단일 스위프의 경우: 각 주파수에서 측정시간은 단속적 신호를 위한 펄스 사이의 시간간격보다 길어야 한다.

2) 최대 홀드 기능을 가진 다중 스위프의 경우: 각 주파수에서 관측시간은 간헐적인 신호를 차단하기에 충분한 시간이어야 한다.

주파수 주사 속도는 기기의 분해능 대역폭과 영상 대역폭 설정에 의해 제한된다. 주어진 기기 상태에서 지나치게 빠른 주사속도를 선택하는 경우, 잘못된 측정결과를 얻게 된다. 따라서, 선택된 주파수 스펠에 맞게 충분히 긴 스위프 시간을 선택할 필요가 있다. 각 주파수에서 관측시간이 충분한 단일 스위프 또는 최대 홀드를 포함하는 다중 스위프로 간헐적인 신호를 차단할 수도 있다. 일반적으로 미지의 방출에 대한 개관의 경우, 후자가 훨씬 효율적이다. 즉 스펙트럼 디스플레이가 변하는 한 여전히 단속적인 신호가 발견될 수 있기 때문이다. 간섭신호가 발생하는 주기에 적합하게 관측시간을 선택되어야 한다. 어떤 경우에, 동기화 효과를 방지하기 위하여 스위프 시간을 변경하는 경우도 있다.

주어진 계측기 설정에 기초하고 첨부된 검파를 이용하여 스펙트럼 분석기 또는 주사 EMI 수신기로 측정을 위한 최소 스위프 시간을 결정할 때, 두 가지 서로 다른 경우를 구별해야 한다. 영상 대역폭이 분해능 대역폭보다 넓게 선택될 경우, 아래 식을 이용하여 최소 스위프 시간을 계산할 수 있다.

$$T_{s \min} = (k \times \Delta f) / (B_{\text{res}})^2 \quad (1)$$

여기서,

$T_{s \min}$: 최소 스위프 시간
 Δf : 주파수 스펠
 B_{res} : 분해능대역폭
 k : 비례 상수. 분해능필터 형태와 관련된다. 동기화 근접 가우스필터 (near-Gaussian filter)의 경우 이 상수는 2와 3사이의 값으로 추정된다. 거의 직사각형의 엇갈리게 동조된 필터의 경우, k 는 10과 15 사이이다.

영상 대역폭을 분해능 대역폭 이하로 선택할 경우 아래 식을 이용하여 최소 스위프 시간을 계산할 수 있다.

$$T_{s \min} = (k \times \Delta f) / (B_{\text{res}} \times B_{\text{video}}) \quad (2)$$

여기서, B_{video} : 영상대역폭

대부분의 스펙트럼 분석기와 스캔 EMI 수신기는 스위프 시간을 선택된 주파수 스펠과 대역폭 설정에 자동적으로 결부시킨다. 교정된 디스플레이를 유지하기 위하여 스위프 시간을 조정한다. 예를 들면 서서히 변하는 신호를 차단하기 위해 비교적 긴 관측시간이 요구되는 경우, 자동 스위프 시간 선택을 고쳐 쓸 수 있다.

이밖에, 반복 스위프의 경우 초당 스위프 수는 스위프 시간 $T_{s \min}$ 과 귀선시간 (국부 발진기를 다시 동조시키고 측정결과를 저장하는 등에 필요한 시간)으로 구할 수 있다.

6.5.3 스텝형 수신기의 스캔 시간

미리 지정된 단계 크기를 이용하여 단일 주파수에 단계적 EMI 수신기를 연속적으로 동조시킨다. 각 주파수에서 최소 체류시간은 이산 주파수 단계의 해당 주파수 범위를 포함하는 한편, 계측기가 입력신호를 정확하게 측정할 수 있도록 하기 위해서 필요하다.

실제 측정의 경우, 단계 폭에 기인하는 협대역 신호의 측정 불확도를 줄이기 위해 사용되는 분해능 대역폭의 약 50 % 이하의 주파수 단계 크기가 (분해능 필터 형태에 따라) 요구된다. 이런 가정 하에서 단계 수신기의 스캔 시간, $T_{s \min}$ 은 아래 식을 이용하여 계산할 수 있다.

$$T_{s \min} = T_{m \min} \times \Delta f / (B_{res} \times 0.5) \quad (3)$$

여기서, $T_{m \min}$ = 각 주파수에서의 최소 측정(체류) 시간

측정시간 이외에도 합성기를 다음 주파수로 전환하며 펌웨어가 측정 결과를 저장하는 데 걸리는 어느 정도의 시간도 고려해야 한다. 대부분의 수신기의 경우 그런 시간은 선택된 측정시간이 측정 결과를 얻기 위한 효율적인 시간이 되게끔 자동으로 수행된다. 뿐만 아니라 침두치 또는 준 침두치와 같은 선택된 검파기로 이런 기간을 측정할 수 있다.

광대역 방출에 있어서, 스펙트럼만으로 최대 방출을 찾는 것이 목적인 경우 주파수 단계 크기를 늘릴 수도 있다.

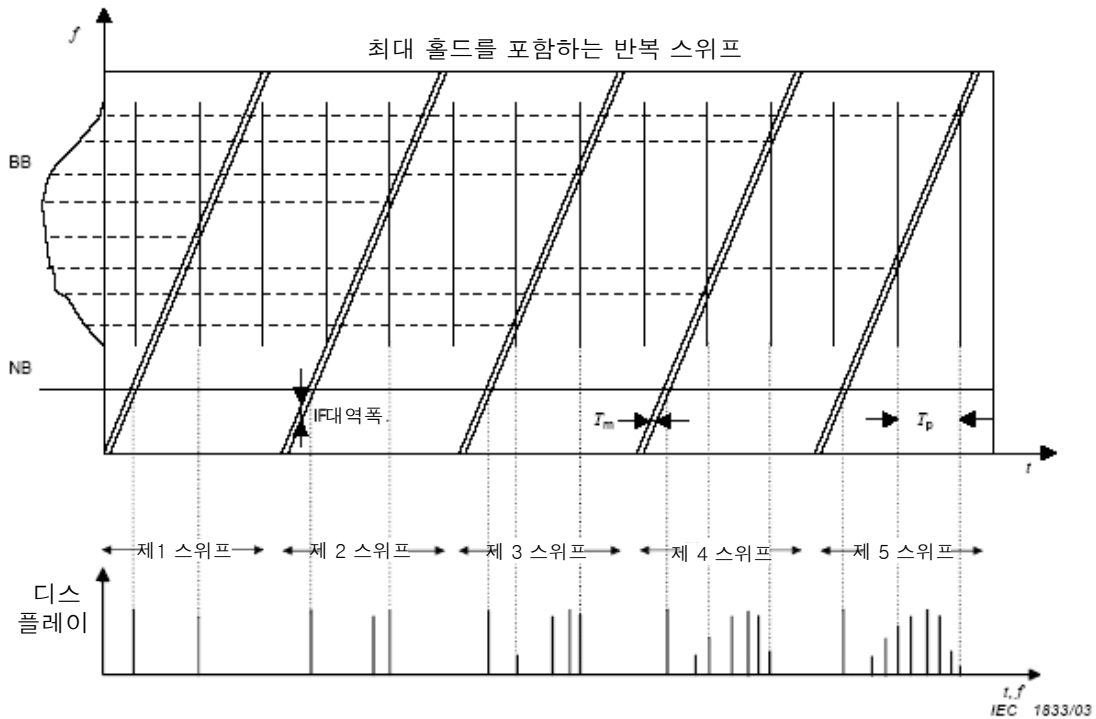
6.5.4 침두치 검파기를 사용하는 스펙트럼 개념

각각의 사전 스캔 측정의 경우, 시험품 스펙트럼의 모든 중요 스펙트럼 성분들에 대한 차단 확률은 100 %이거나 가능한 한 100 %에 가까워야 한다. 협대역과 광대역 요소를 포함할 수도 있는 측정 수신기의 유형과 방해특성에 따라 아래와 같은 두 가지 일반적 접근방식이 제시된다.

- 스텝형 스캔: 각 주파수에서 신호의 침두치를 측정할 수 있도록 측정(대기) 시간이 충분히 길어야 한다. 이를테면 임펄스성 신호의 경우 측정(대기) 시간은 신호의 반복 주파수의 역수보다 길어야 한다.

- 스위프 스캔: 측정 시간은 간헐적 신호들(단일 스위프) 사이의 간격보다 커야 하며, 신호의 검출 가능성을 높이기 위하여 관측시간 동안 주파수 스캔 수를 최대화해야 한다.

그림 1, 2 및 3에 시간에 따른 다양한 방출 스펙트럼과 측정 수신기 상의 해당 디스플레이 사이의 관계에 대한 여러 예가 나와 있다. 각각의 경우에 그림의 상반부는 수신기 대역폭이 스펙트럼 전반에 걸쳐 스위프 또는 스텝 동작을 할 때 그 위치를 표시한다.

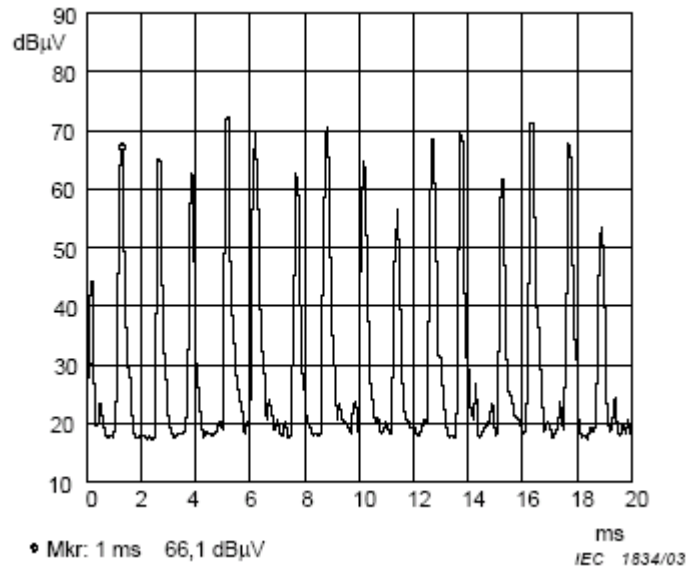


Tp는 임펄스 신호의 펄스-반복 시간 간격이다. 스펙트럼 대 시간 디스플레이(그림의 상부)의 각 수직선에서 펄스가 발생한다.

그림 1 - 최대 홀드 상태에서 다중 스위프를 사용하는 CW 신호("NB")와 임펄스 신호("BB")의 조합에 대한 측정

방출의 유형을 모르는 경우, 가능한 스위프 시간이 가장 짧은 다중 스위프와 침두치 검파로 스펙트럼 포락선 측정이 가능하다. 짧은 단일 스위프는 시험품 스펙트럼의 연속적인 협대역 신호 내용을 측정해 내기에 충분하다. 연속적인 광대역 및 간헐적 협대역 신호의 경우, 스펙트럼 포락선을 측정하기 위해 "최대 홀드" 기능을 사용하는 다양한 주사 비율에서의 다중 스위프가 필요할 수도 있다. 낮은 반복 충격성 신호의 경우, 광대역 성분의 스펙트럼 포락선을 채우기 위하여 스위프가 많이 필요할 것이다.

측정 시간을 줄이기 위해서는 측정될 신호의 타이밍 분석이 필요하다. 이는 제로-스팬 모드에 사용되는 신호를 그래픽으로 보여주는 측정 수신기나 수신기의 IF나 영상출력에 연결된 오실로스코프를 사용함으로써 가능하다(그림 2 참조).



DC 집전자 모터에서 발생하는 방해: 집전자 세그먼트의 수 때문에 펄스 반복 주파수는 높고(대략 800 Hz) 펄스 진폭은 매우 심하게 다양하게 변동한다. 그러므로 이 경우 침두치 검파기의 권장 측정(채류)시간은 10 ms보다 크다.

그림 2 - 시간 분석의 예

이러한 방식으로 지속 기간과 펄스 반복 주파수를 측정할 수 있으며 거기에 따라 주사속도나 채류시간을 선택할 수 있다.

- 연속 무변조 협대역 장애의 경우, 선택된 계측기 설정에서 가장 빠른 스캔 시간을 이용할 수 있다.
- 순수한 연속 광대역 장애의 경우(예: 점화 모터, 아크 용접 장비 및 집전자 모터에서 발생), 방출 스펙트럼의 표본 추출에 대한 (침두 또는 준침두치 검파기를 갖는) 스텝형 스캔 사용이 가능하다. 이런 경우 장애 유형의 정보는 스펙트럼에 대한 포락선으로 폴리라인 커브(polyline curve)를 그리는 데 도움이 된다(그림 3 참조). 스펙트럼에 대한 포락선에서 어떤 중요한 변화도 놓치지 않도록 스텝 크기가 선택되어야 한다. 단일 스위프 측정(충분히 천천히 실행한다면) 또한 스펙트럼에 대한 포락선을 만들어낼 수 있다.
- 미지의 주파수를 갖는 간헐적 협대역 장애의 경우 "최대 홀드" 기능을 갖는 빠르고 짧은 스위프(그림 4 참조)이나 느린 단일 스위프를 사용할 수 있다. 타이밍 분석은 실제 측정 전에 실행하여 적절히 신호를 검출할 수 있게 한다.

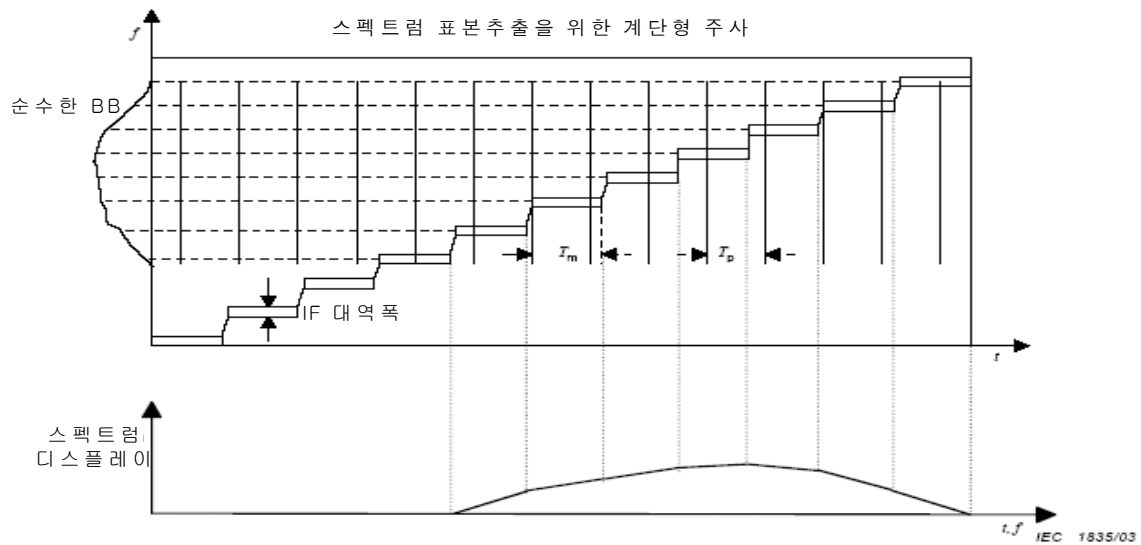
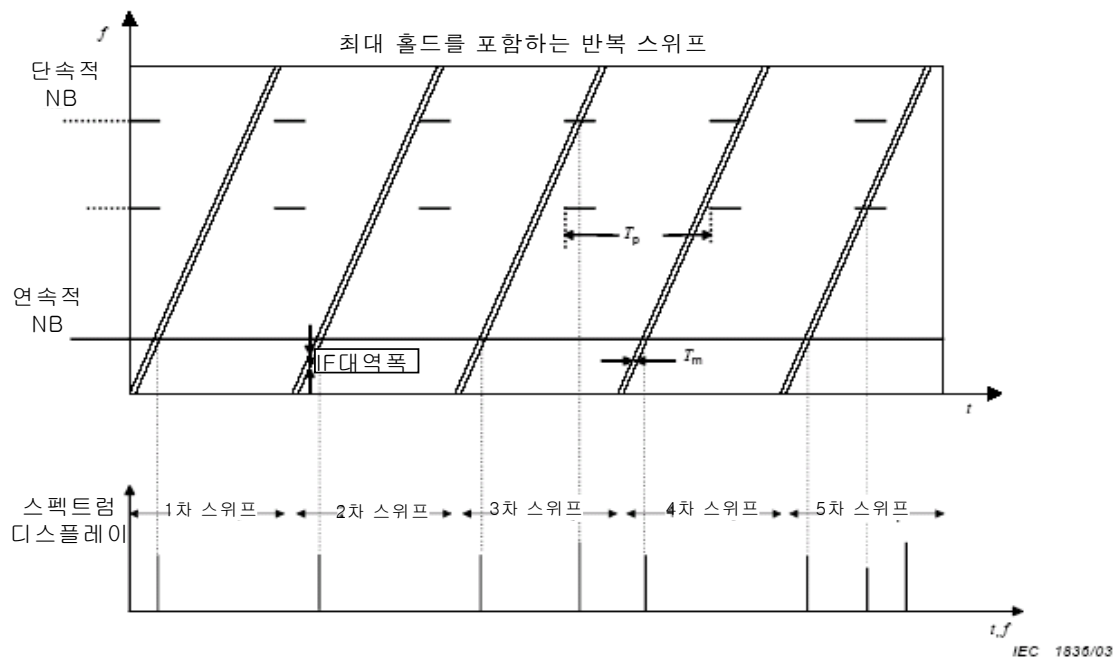


그림 3 - 스텝형 수신기로 측정하는 광대역 스펙트럼

측정(채류)시간 T_m 은 펄스반복주파수의 역수인 펄스반복간격 T_p 보다 길어야 한다.



주 - 위의 예에서, 모든 스펙트럼 성분을 인터셉트하기까지 5개의 스위프가 필요하다. 필요한 스위프 수나 스위프 시간을 펄스 지속시간과 펄스 반복 간격에 따라 늘려야 할 수도 있다.

그림 4 - 방출 스펙트럼에 대한 대략적인 정보를 얻기 위하여 최대 홀드 기능을 가지고 빠르고 짧은 반복 스위프를 이용해 측정하는 간헐적 협대역 장해

간헐적 광대역 방해는 K 00016-1-1에 기술된 대로 불연속 방해 분석 절차에 따라 측정되어야 한다.

7. 방사 방해 측정

7.1 개요

본 절에서는 기기와 시스템에 의해 방사되는 무선방해의 전기자기 강도 측정을 위한 일반적 절차를 규정한다. 방사 방해의 측정 경험은 전압측정 경험에 비하여 그 폭이 넓지 못한 편이다. 따라서 방사 방해의 측정 절차는 지식과 경험을 쌓아가면서 거기에 따라 이를 개정되고 확장해가도록 개방되어 있는 상태이다. 특히, 시험품과 연결되는 도선과 케이블의 영향에 주의를 기울여야 할 것이다.

어떤 제품의 경우는 전기적, 자기적 혹은 양쪽 부분에 공히 해당되는 방사 방해의 성분을 측정할 필요가 있다. 어떤 경우는 방사전력과 관련한 수량의 측정이 더욱 적절할 수도 있다. 통상적으로는 기준 접지면에 관련한 방해의 수평적 및 수직적 성분 양쪽에 관하여 공히 측정이 이루어져야 한다. 전기적인 성분이나 자기적인 성분의 측정 결과는 침두치, 준 침두치, 평균치, 혹은 실효치 값으로 표현될 수 있다.

방해의 자기적 성분은 일반적으로 30 MHz까지의 주파수에서 측정된다. 자기장 측정의 경우는, 수평 성분만 수신안테나의 지점에서 측정되며, 이때는 장거리 안테나의 방법을 사용한다. 만일 대형 루프안테나 방식을 사용할 경우는 시험품의 3개의 직교 자계 쌍극자 모멘트를 측정한다(주: 단일 안테나 방법에서는 안테나가 위치한 전계에서의 수평적 성분이 시험품의 수평, 그리고 수직적인 쌍극자 모멘트에 의해서 결정되며, 이는 반사작용의 결과이다).

7.2 주파수 범위 9 KHz - 1 GHz에서의 방사성 방해 측정

방사성 방해의 측정은 LLA 시스템(대형루프안테나 방식)을 사용하여 야외 시험장, (전자파)흡수체 부착 차폐실, 잔향실(RVC)에서 이루어진다. 편의상, 기타 시험장이 지정되어야 할 수도 있다.

7.2.1 야외시험장 측정

야외시험장은 물리적 및 전기적 특성과 이의 유효성확인을 위한 K 00016-1-4 및 K 00016-1-5의 관련 규격에 적합해야 한다.

7.2.2 일반적 측정방법

그림 5는 수신 안테나에 도달하는 직접파 또는 반사파로 야외시험장에서 이루어지는 측정의 개념을 나타낸다.

시험품은 접지면에서 지정된 높이에 설치되며 정상 동작조건을 대표하도록 구성된다. 안테나는 지정된 이격거리에 위치한다. 시험품은 수평면에서 회전상태로 두며, 이때의 최대 지시치를 기록한다. 안테나 높이는 직접파와 반사파가 동위상부(in-phase addition)에 근접하거나 만나도록 조정한다.

절차적 단계는 최대 방해를 구하기 위해서 서로 바꾸거나 필요에 따라 반복할 수도 있다. 실제로, 높이 변화는 제한되므로 완전한 동위상부(in-phase addition)는 이루어지지 않을 수도 있다.

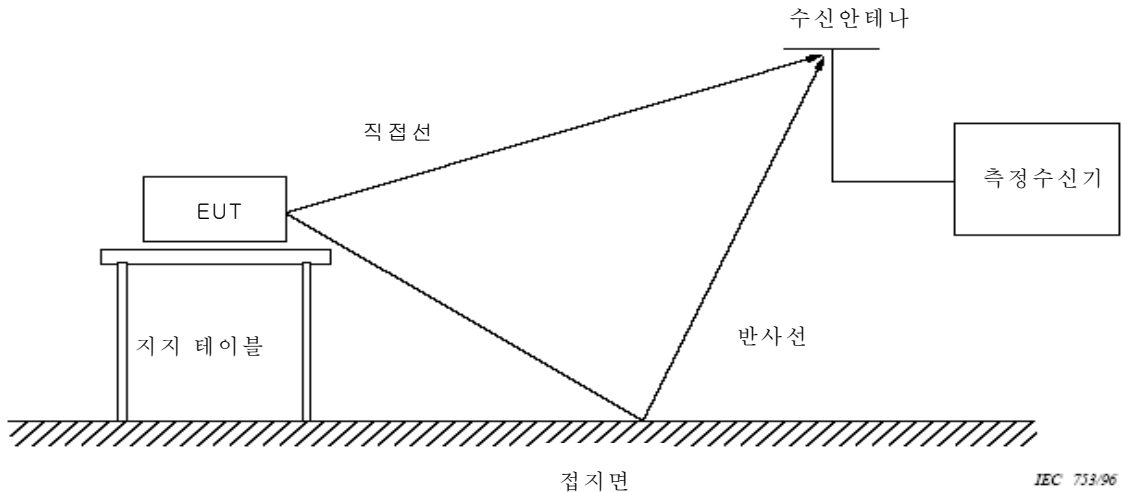


그림 5 - 수신안테나에 도달하는 직접파와 반사파로
야외시험장(OATS)에서 수행되는 전자계 강도 시험의 개념

7.2.3 측정거리

지정된 거리에서 방사 방해의 한계치를 따르게 되어 있는 시험품은 그 거리에서 측정하는 것이 기기 크기 등의 사유로 비실용적인 경우가 아니라면 지정된 거리에서 측정해야 한다. 측정거리는 안테나에서 가장 가까운 시험품의 어떤 지점과 안테나의 중앙지점이 접지면에 투영된 길이이다. 어떤 시험 장치들은 안테나에서 EUT의 중심까지를 측정거리로 하기도 한다. 측정거리 10 m에 대해서는 어느 방법이든 사용할 수 있다. 10 m의 거리는 대부분의 야외시험장에서 선호되는데, 이는 그 거리에서 측정되는 방해수준의 예측치가 일반적인 주위의 잡음수준보다 훨씬 높은 유용한 시험결과를 도출할 수 있기 때문이다. 3 m 미만, 혹은 30 m 이상의 거리는 일반적으로 사용되지 않는다. 만약 어쩔 수 없이, 규정된 거리 이외의 측정거리를 사용해야 할 경우 결과는 제품표준에 명시된 절차에 따라 외삽 되어야 한다. 어떠한 지침이 없는 경우는 외삽에 대한 적절한 당위성이 설명되어야 한다. 일반적으로, 외삽법은 단순한 역거리 법칙을 따르지 않는다.

가능하다면, 측정은 원거리장에서 이루어져야 한다. 원거리장 영역은 다음 조건에 의하여 지정된다.

측정거리 d 의 선택은 아래 조건 가운데 하나에 의한다.

- $d \geq \lambda/6$. 이 거리에서 $E / H = Z_0 = 120 \pi = 377 \Omega$ 으로서 전기자계의 강도 성분은 서로 직각을 이루며 시험품이 동조 쌍극 안테나로 여겨질 경우, 측정오차는 3 dB의 차수이다.

b) $d \geq \lambda$. 평면파인 경우의 조건, 시험품이 동조 쌍극자 안테나로 여겨질 경우, 오차는 0.5 dB의 차수이다.

c) $d \geq 2D^2 / \lambda$, D는 케이스에 적용하기 위한 시험품의 조명에 필요한 최소한의 간극을 결정하는 안테나 또는 시험품의 최대 치수이다. 여기서 $D \gg \lambda$ 이다.

7.2.4 안테나 높이 변화

전계 강도 측정에서, 접지면 상의 안테나 높이는 직접파와 반사파가 동상일 때에 발생하는 최대 지시치를 얻기 위해 지정된 범위 내에서 가변적으로 변화 시킬 수 있다. 일반적으로 10 m 이내의 측정거리에서는 다음과 같이 변화 한다. 전계 강도의 측정을 위한 안테나의 높이는 1 m - 4 m 범위에서 가변 시킨다. 30 m 까지 장거리에서 높이는 2 m - 6 m 범위에서 가변시킨다. 지시치를 극대화하기 위해서 안테나의 최저 지상 높이를 1 m까지 조정할 필요가 있을 수도 있다. 이러한 높이의 변화는 수평 편파와 수직 편파에 다 같이 적용된다. 단, 예외적으로 수직 편파의 경우 최소 높이가 증가하므로 안테나의 최저 지점이 시험장 접지면에서 25 cm이상의 거리를 두게 된다. 자계장 측정에서는 단일 자기루프 안테나를 사용하며, 수신안테나의 높이는 루프 안테나 바닥에서 접지면까지의 거리가 1 m 이며 지정된 높이에 고정한다. 루프 안테나와 시험품은 방해측정을 최대화하기 위하여 방위각의 형태로 회전한다.

7.2.5 제품의 상세규격

구체적인 측정방법과 측정될 방해 매개변수의 지정과 더불어, 제품 표준에는 아래에서 기술되는 기타 관련 세부사항들이 포함되어야 한다.

7.2.5.1 시험환경

시험품의 정확한 기능을 보증할 수 있도록 시험환경의 영향이 고려되어야 한다. 물리적 환경의 중요한 변수, 예를 들어 온도와 습도가 지정되어야 한다.

정확한 방해의 측정을 보증하기 위해서는 전기자기적 환경을 특별히 고려할 필요가 있다. 시험장에서 시험품의 스위치가 꺼진 상태로 측정된 주위무선잡음과 신호 레벨은 최소한 허용 한계값 대비 6 dB이 적어야 한다. 알려진 바로, 이는 모든 주파수에서 항상 실현 가능한 것만은 아니다. 그렇더라도, 측정된 주위잡음레벨과 시험품의 무선잡음 방사레벨의 합이 허용 한계값을 초과하지 않을 경우, 시험품은 허용기준에 적합한 것으로 여겨져야 한다. 주위 잡음레벨과 이로써 야기되는 측정 오차에 관한 추가정보는 6.1.1 및 부록 A를 참조한다.

지정된 측정범위 이내의 주파수에서 주변의 전기자기 강도 수준이 한계값을 초과하는 경우, 아래와 같은 대안이 이용될 수 있다.

a) 더욱 가까운 거리에서 측정하여, 기준치가 명시된 거리에서 결과 값을 산정한다. 산정

공식은 제품 표준에서 권고된 바에 따르거나, 3회 이상의 각기 다른 거리에서 측정하여 검증되어야 한다.

- b) 방송국의 방송이 종료되고, 주위의 산업관련 기기로부터 나오는 잡음이 적은 시간대의 임계주파수 대역에서 측정을 시행한다.
- c) 조사대상 주파수에서 시험품 방해 레벨과 차폐실 혹은 무반사실에서 근접주파수에서의 방해 레벨을 비교한다. 조사대상 주파수에서의 시험품 방해 레벨은 근접주파수 방해 레벨을 측정하고 이를 비교함으로써 판단 할 수 있다.

주 - 차폐실 혹은 무반사실은, 이의 데이터가 야외시험장의 데이터와 상관관계를 갖지 않는 한, 다른 시험품의 주파수에서 적합성 판정에 사용되어서는 아니 된다.

- d) 야외 시험장 측()의 방위를 지정할 때, 강한 주위 신호의 방향을 고려하는 것이 바람직하므로 될 수 있는 대로 시험장 수신안테나 방위를 통해서 그런 신호들을 판별한다.
- e) RF 방해의 근접에서 시험품으로부터 발생하는 협대역 방해에 대해서, 이들 둘이 모두 표준 대역폭 안에 있을 경우 더 좁은 대역폭의 기기가 유용할 수도 있다.

7.2.5.2 시험품의 배치

입력신호의 특성, 동작모드, 부품들의 배열, 상호접속 케이블의 길이 및 형태 등과 같은 시험품의 동작조건이 명시되어야 한다.

개별 또는 다양한 구성품 시스템의 시험은 아래 두 조건을 충족시켜야 한다.

- a) 시스템을 표준적인 방식으로 사용할 수 있게 구성한다.
- b) 방해를 최대화할 수 있는 방식으로 시스템을 구성한다.

"시스템"이라는 말은 관련 구성품들과 연결케이블이 결합된 시험품을 의미한다.

"배치"이라는 말은 시스템으로 이루어진 주 전원선, 상호연결 케이블, 기타 다른 시스템의 구성품 및 시험품의 결정을 의미한다. 모든 측정과정에서 위 두 조건을 맞춰야 시스템 배치는 아래 단락에서 기술되는 지침 이내에서, 충족시켜야 한다.

"표준적"이라는 말은 시험품의 실제 사용방법에 관한 준비상태를 묘사하기 위해 사용된다. 표준적인 구성에 관한 지침은 아래와 같다.

복합 시스템의 부분으로 고안된 시험품은 표준 시스템에 설치되며 제조자의 지침에 따라서 구성된다. 또 시험품은 이의 표준적인 사용법을 대표할 수 있는 방법으로 운용되어야 한다. 모든 시험 중에 시험품 및 모든 시스템 구성품 들은 표준적인 사용법 이내에서 각각의 방해를 최대화할 수

있게 다뤄져야 한다.

연결 케이블은 시험품의 각 연결단자에 연결되어야 한다. 실제 사용할 때는 각 케이블의 표준적인 구성에 의해서 제한되는 각각의 방해를 최대화하는 구성을 찾기 위해서 각 케이블의 위치를 변경해야 한다. 만약 그러한 몇 가지 케이블 구성으로 조사대상 주파수범위에 걸쳐 최대 방해를 이끌어낼 수 있을 경우 조종 횟수가 제한될 수도 있다.

접속 케이블의 형태와 길이는 제품 제조자가 지정하는 대로 한다.

각 케이블에서 잉여 길이는 30 cm - 40 cm 범위 길이의 S자 모양으로 대략 케이블의 중앙에서 별도의 묶음으로 처리해야 한다. 만약 케이블의 부피가 너무 크거나 뻗뻗하다든지 시험이 사용자의 시설 내에서 이루어진다면 하여 S형 묶음처리가 비현실적일 경우 케이블 잉여 길이 처리는 시험엔지니어의 판단에 맡기며 시험보고서에 그 사실이 기록되어야 한다. 제품 표준에 잉여 케이블에 관한 다른 요건들이 규정될 수도 있다.

케이블이 대개 케이블 랙의 상부 공간을 통하거나 접지면 아래로 포설되는 경우가 아니라면 시험품의 바로 아래, 바로 위, 또는 시스템 부품의 위로 포설되어서는 안 된다. 케이블은 시험품 및 모든 시스템 구성품의 외부 캐비닛에 가깝게 위치해야 한다. 단, 표준으로 그렇게 사용하게 되어있는 경우가 아닌 경우는 예외이다. 시험품은 다양한 동작 모드에서 조사가 이루어져야 한다.

대개 테이블 위에서 작동되는 시험품에 있어서, 방사 방해 시험은 상부 표면의 치수가 적절한 비전도성 테이블 위에 놓고 해야 한다. 테이블은 비전도 재료로 만들어진 원격제어 회전반 위에 놓는다. 회전반의 상면은 일반적으로 접지면에서 0.5 m 미만의 높이에 위치해야 하며, 회전반과 테이블을 합한 높이는 접지면에서 0.8 m 미만이어야 한다. 회전반이 접지면과 같은 높이에 있는 경우, 그 표면은 도전성 재료로 만들어진 것이어야 하며, 0.8 m 높이는 회전반의 상면에 관해서 측정되어야 한다. 통상적으로 바닥에 놓여지는 시험품은 바닥에서 시험한다. 이 경우 매입형 회전반이 유용하다.

시험품은 제조자의 요건 및 의도된 사용조건에 적합하게 접지되어야 한다. 시험품이 접지 연결이 안 된 채 동작될 경우 시험도 접지하지 않은 상태에서 시행한다. 시험품이 실제 설치 조건으로 연결되어야 할 접지단자 또는 내부접지도선을 갖추고 있을 경우 접지도선이나 접지단자는 접지면(혹은 어스접지용 설비)에 접속하여 실제 설치조건을 모사해야 한다. 시험품의 교류 전원 코드 플러그 단말에 포함된 내부 접지도선은 전원 공급서비스를 통한 접지에 연결되어야 한다.

7.2.6 측정기기

안테나를 포함한 측정기기는 K 00016-1-1 및 K 00016-1-4의 요건에 적합해야 한다.

7.2.7 기타 옥외 시험장에서의 전기자기 강도 측정

야외시험장과 유사하나 금속 접지면이 없는 옥외 시험장에는 어떤 제품, 예컨대 ISM 기기와 각종

차량 등에 알맞은 실제적인 사유를 명기하여야 한다. 7.2.3 ~ 7.2.6에 제시된 규정이 유효하다.

7.2.8 잔향실 내에서의 측정

(현재 검토 중)

7.2.9 흡수체 부착 차폐실 내에서의 측정

7.2.9.1 접지면이 구비된 흡수체 부착 차폐실내에서의 측정 (반 무반사실 = SAC 또는 SAR)

(현재 검토중)

7.2.9.2 완전 흡수체 부착 차폐실내에서의 측정 (완전 무반사실 = FAC 또는 FAR)

7.2.9.2.1 시험 배치

시험품 방사시험에는 FAR 유효성확인 시험에 사용되는 수신안테나와 동일 형태의 안테나가 사용되어야 한다. 안테나 높이는 시험 체적의 기하학적 중간높이에 고정된다. 측정은 수신 안테나의 수평 및 수직 편파에서 수행한다. 방사는, 연속적인 회전이 필요하지 않는 경우, 회전반이 시험품과 함께 매번 3회 이상의 연속 방위각 위치(0°, 45°, 90°)로 회전하는 동안 측정되어야 한다.

안테나의 기준점으로부터 시험품 경계까지의 시험거리를 측정한다. 안테나의 기준점과 위상 중심 간에 차이가 있는 경우 보정계수를 적용하여 시험거리에서의 전기자기강도를 얻을 수도 있다.

주) 불확도를 줄이기 위해서 전자계 강도에 보정계수(C_{Rd} dB) 방정식(4a)가 합산될 수 있다. 안테나의 교정 과정에 각 주파수에 대해서 위상보정계수 C_{Rd} 가 측정된다. (이 과정은 안테나 교정으로 결정되거나 대수주기 요소의 기계적인 간격 결정에 의하여 안테나 계수[AF]와 함께 계산된다.) 두 계수(C_{Rd} 와 AF)는, dB 단위로, 안테나 출력 전압에 합산되어 강도방정식(4b)을 얻게 된다. 위상중심 보정이 포함되지 않은 경우, 불확도 추산에 추가적인 항이 포함되어야 한다.

$$C_{Rd} = 20 \lg [(R + P_f - d) / R] \quad (4a)$$

전계 강도는 아래 방정식(4b)에 의해 주어진다.

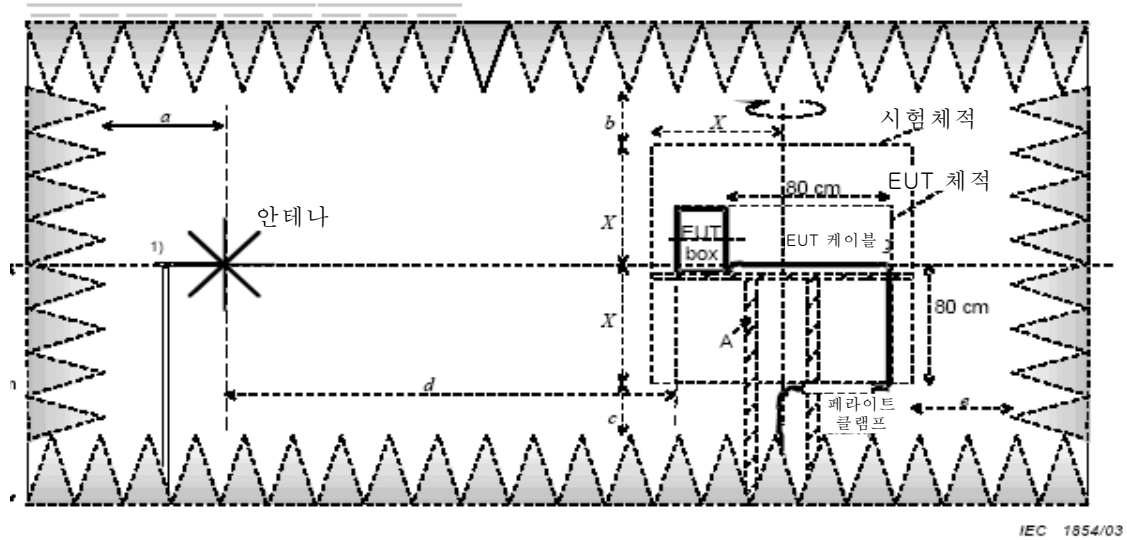
$$E_f = V_f + AF_{FS(f)} + C_{Rd} \quad (4b)$$

여기서,

- f : 주파수 (MHz)
- R : 발생원에서부터 안테나 기준점까지의 필요한 분리점 (m).
- P_f : 주파수 함수로서의 위상 중심위치 (안테나 팁으로부터의 m)
- d : 안테나 팁에서 기준점까지의 거리 (m).

E_f : 발생원으로부터의 거리 d 에서의 전계, dB (uV/m)로 표시됨
 V_f : 주파수 f 에서의 안테나 출력 전압, dB (uV)로 표시됨.
 CR_d : 위상 중심 보정계수로서, dB로 표시됨.
 $AFFS(f)$: 위상 중심에서 전계에 대한 안테나 계수(자유공간)로서, dB(m⁻¹)로 표시됨.

그림 6은 일반적 시험 배치를 예시한다.



A = 회전판 및 시험품 지지
 $2X$ = 1.5 m, 2.5 m, 5 m, 즉, 사용되는 시험거리
 리에 해당 (각각 3 m, 5 m 또는 10 m)
 hm = 시험체적의 중간값

a, b, c 및 $e \geq 0.5$ m가 권장됨 (≥ 1 이면 더 편리함), 설계값은 K 00016-1의 미래 버전의 FAR 교정절차와 일치될 것임.
 d = 3 m, 5 m 또는 10 m

- 1) 안테나와 케이블 배치의 유효성은 함께 확인되며 시험품 시험 중에 동일한 구성으로 사용된다.
- 2) 페라이트 클램프는 관련 제품 표준에 적합하게 사용되어야 한다. 이들 클램프의 가능한 용도는 (필요할 경우) 시험보고서에 문서화되어야 한다.

그림 6 - a, b, c 및 e 가 FAR의 성능에 따라 달라지는 FAR 내의 표준적인 시험배치

시험품은 회전판 위에 놓인다. 그림 6, 7 및 8에서는 FAR 내의 여러 가지 치수가 표시된다. 회전판, 안테나 마스트 및 지지바닥은 유효성확인 중에 제 위치에 있어야 하며 치환으로 전자기파에 투명한 재료로 구성된다. a, b, c, e 의 거리들은 시험체적의 치수에 의해 제한될 수도 있다. 바닥면의 높이 (흡수체 높이와 c 의 합)는 바닥 설치형 장비의 높이이다 (운반팔렛의 높이는 시험체적의 밖이 된다).

7.2.9.2.2 시험품의 위치

시험품은 표준적인 용도와 같은 방식으로 구성, 설치, 배치 및 운용되어야 한다. 견결 케이블은 시험품의 각종 연결단자에 연결되어야 한다.

시험품이 별도의 기기들로 구성된 경우 기기들간의 간격은 정상적인 구성으로 되어야 하지만 가능한 한 10 cm의 간격을 두어야 한다. 상호접속 케이블은 묶음으로 처리된다. 묶음은 약 30 cm - 40 cm 범위의 길이로 케이블에 대해서 세로방향이 되어야 한다.

시험품의 동작에는 필요하지만 시험품의 일부분에 해당하지는 않는 보조 장비는 차폐실의 밖에 설치되어야 한다.

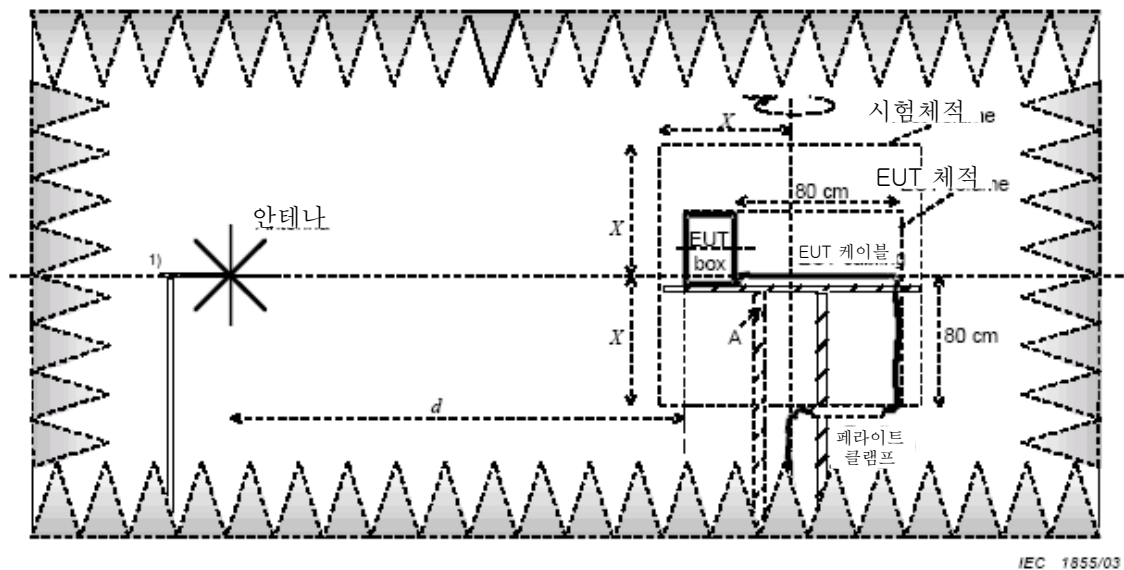
전체 시험품은 시험체적에 맞아야 한다.

측정 반복성의 개선을 위해서 아래의 지침을 고려해야 한다.

시험품 (7.2.9.2.3항에 적합하게 포설된 케이블 포함)은 그 중심이 시험체적의 중심과 동일한 높이에 위치하도록 설치한다. 이를 위해 적당한 높이의 비전도성 지지가 사용될 수도 있다.

시험 체적의 중심까지 대형의 시험품을 올리는 것이 실질적으로 불가능한 경우에는 (그림 6 및 7 참조), 시험품은 시험 중에 비전도성 운반용 팻잇 위에 그대로 둘 수도 있다(그림 8). 팻잇의 높이는 시험보고서에 기재한다.

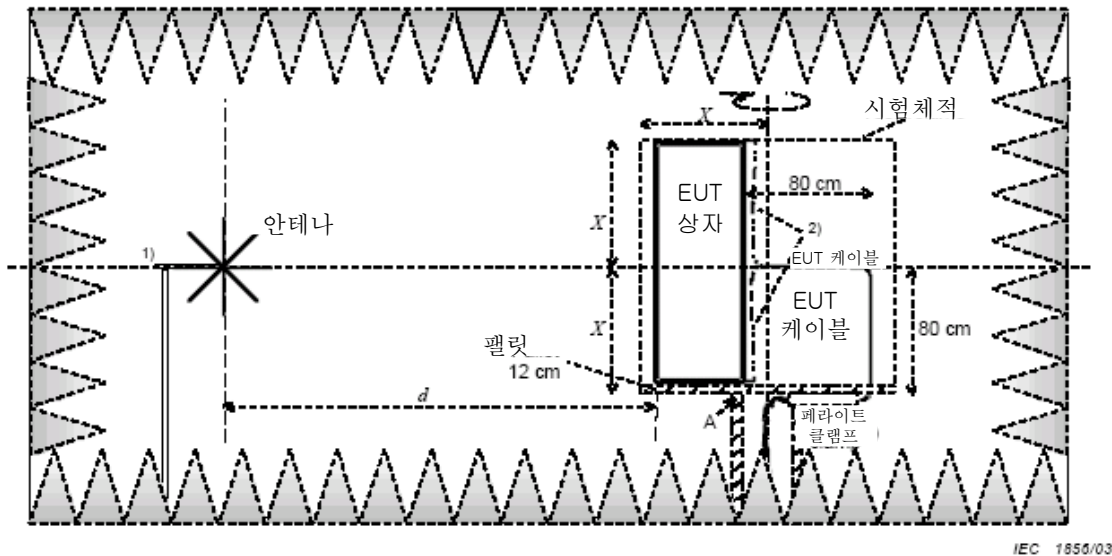
그림 6과 7은 FAR 내에 놓인 여러 가지 시험품 배치를 예시한다.



A = 회전판 및 시험품 지지

d = 3 m, 5 m 혹은 10 m (각각 3 m, 5 m, 혹은 10 m의 시험거리에 대해서)

그림 7 - FAR의 시험체적 내부 탁상형 기기의 표준적 시험배치



A = 회전반 및 시험품 지지 2X = 1,5 m, 2,5 m, 5 m
(d = 3 m, 5 m 또는 10 m (각각 3 m, 5 m, 혹은 10 m 시험거리에 대해서))

12 cm (10 cm -14 cm)의 팻릿은 금속과 목재 지반면 사이에서 절충한 재질이다.

- 1) 안테나 케이블 배치는 유효성확인 절차 때의 배치와 동일하다 (그림 6 참고).
- 2) 케이블의 배치는 케이블의 출구의 위치에 따라 달라지며, 하우스의 표면에 근접하도록 해야 한다.
- 3) 페라이트 클램프는 관련 제품 표준에 적합하게 사용되어야 한다. 이들 클램프의 가능한 사용도는 (필요 할 경우) 시험 보고서에 기재되어야 한다.

그림 8 - FAR의 시험체적 내부 바닥설치형 기기의 표준적 시험장치

어떤 바닥 설치형 기기의 설치규격에는 기기를 전도성 마루에 설치하여 직접 접촉하도록 되어 있다. FAR에서 바닥 설치형 기기를 시험할 경우 아래 유의 사항들을 참조할 것이 권장된다.

바닥 설치형 기기가 FAR 허용기준치에 대해 부적합을 나타내는 결과를 얻었을 경우 최종 설치환경을 더 잘 묘사하는 접지면 위에서 시험한다면, 전도성 마루에 설치되어 직접 접촉될 바닥 설치형 기기는 더 낮아질 수도 있다. 이는 방사가 200 MHz 미만의 주파수에서 수평편파이며 표준설치 상태에서 방사 발생원이 지상 높이 0.4 m 미만에 상당하는 기기 위의 어떤 높이에서 비롯되는 경우에는 특히 그러하다. 따라서 FAR 측정에 근거한 부적합 판정을 하기 전에, 접지면 시험환경(즉, 야외시험장 혹은 반무반사실)에서 추가 조사를 해보는 것이 기기의 설치 의도를 더 잘 묘사하기 위해 바람직하다는 것이다.

7.2.9.2.3 케이블의 배치 및 종단처리

EMC 시험을 할 때, 단일 시험품을 여러 시험장에서 측정할 경우 케이블 배치와 종단처리의 차이 때문에 측정결과의 재현성은 불충분한 경우가 자주 있다.

아래에 나열된 항목들은 우수한 재현성을 얻기 위한 시험장치의 일반적 조건이다 (그림 7 및 8

참고). 이상적인 경우는, 측정되는 모든 방사는 시험체적으로부터 나와야만 한다. 시험 중에 사용되는 케이블들은 제조자의 규격에 적합해야 한다. 그러한 규격의 케이블을 구할 수 없는 경우에는, 시험 중에 사용된 케이블의 규격을 시험보고서에 명료하게 기재해야 한다.

시험품 및 보조 장비 혹은 전원에 접속된 케이블들은 묶음이 없이 시험체적 안으로 수직 0.8m 그리고 수평 0.8m의 길이가 포함되어야 한다(그림 7 및 8 참고). 상대 공차 $\pm 5\%$ 로 1.6m를 초과하는 케이블 길이는 시험체적의 바깥쪽에 포설되어야 한다.

만일 제조자가 1.6m 보다 더 짧은 길이를 지정하는 경우, 가능한 범위 내에서, 시험체적 안에서 그 길이의 반은 수평으로, 그리고 반은 수직으로 배치되어야 한다.

시험 중에 보조기기에 사용되지 않는 케이블들은 아래와 같이 적절히 종단 처리한다.

- 정확한 임피던스($50\ \Omega$ 혹은 $75\ \Omega$)의 동축 종단기가 있는 동축(실드) 케이블.
- 내부 와이어가 하나 이상인 차폐 케이블은 제조자의 규격에 적합한 공통모드(선 대 기준접지)와 차동모드(선 대 선)의 종단을 해야 한다.
- 비차폐 케이블은 제조자의 규격에 적합한 공통모드 종단 뿐 아니라 차동모드 종단을 포함해야 한다.

시험품의 적절한 작동을 위해 보조기기를 필요로 하는 경우에는 그 기기의 방사로 인해 원래의 방사 측정에 영향을 주지 않도록 특별히 주의해야 한다. 가능하다면 보조기기는 차폐실의 바깥쪽에 설치한다. 상호연결 케이블들을 통한 FAR로의 무선주파수 누출에 대하여 측정이 이루어져야 한다.

케이블 배치를 포함하는 시험 구성, 부착 케이블과 종단의 규격, 시험체적 외부 케이블 길이로부터의 방사 영향을 억제하기 위해 페라이트 클램프 등의 취할 조치는 각종 제품 표준에 명기되어야 한다.

다수의 시험품들의 상이한 특성으로 인하여, 제품 표준들은 본 부속조항과는 상당히 벗어날 수도 있다 (예, K 00022의 10.4항).

7.2.9.3 반 무반사실에서의 방사 방출(30 MHz - 1 GHz) 및 내성(80 MHz - 1 GHz)의 공통 측정 배치 방법

7.2.9.3.1 적용

제품 위원회의 결정에 의해 방사 방출 및 방사 내성측정의 다른 배치 방법이 선택될 수 있으며, 양쪽 측정에서 요구되는 공통된 시험품의 배치는 이 절에서 규정한다.

동일한 구성과 측정 배치가 기술적으로 적합한 시험품의 방사 방출과 내성 시험은 본 절에서 언급한 시험 배치 방법을 적용한다. 본 시험 배치는 시험품이 단순한 구성으로 이루어질 경우 주로 적용되어 진다. 예로, 단일 외관, 작은 외관의 조합, 시험품의 연결 케이블이 5개 미만일 경우를 들 수 있다.

방사 내성 측정은 시험품과 송신 안테나 사이의 접지 바닥면에 흡수체를 넣어 수행될 수 있다. 만약 필요하다면 K 61000-4-3에서 서술된 전기장 교정 방법을 따른다.

반 무반사실 (SAC)에서의 일반적인 시험장의 감쇠량은 K 00016-1-4에서의 요구를 만족하여야 한다.

주) 이 양쪽 시험품의 배치는 방사 방출 시험거리가 3 m 거리에서의 측정이 허용된 제품군에 적용한다.

7.2.9.3.2 시험품의 경계 정의 및 안테나와 시험품간의 이격 거리

방사 방출과 내성 측정의 수신 혹은 송신 안테나의 위치는 측정할 시험품의 최대폭의 반으로 수평거리 3 m 이상 이다 ; 측정은 시험품의 중심에서부터이다. 안테나의 기준점은 시험품으로부터의 거리를 결정하기위해 사용되었다. 그렇지만 기준점이 지정되지 않는 경우에, 기준점은 평가될 수평 안테나의 붐(broom) 중앙과 상하 주파수 한계의 반파장에 상응하는 안테나 소자 사이이다.

주) 대수주기 안테나일 경우 제조자가 기준점을 표시할 수 있다.

시험품의 둘레는 시험품을 포위하는 가장 작은 직사각형에 의해 정의되며, 모든 연결 케이블은 이 둘레에서 제외된다(그림 13 참조). 이 둘레의 각 모서리는 시험품의 4면 표면중 하나에 있으며, 단일 평면의 내성 측정시의 전계 교정의 수평 측정 거리에 달려있다.

7.2.9.3.3 균일한 시험 체적

균일한 시험 체적은 아래의 조건을 따른다.

- 시험품 및 그것에 연결되는 주변기와 케이블은 K 00016-1-4의 NSA 필요조건에 만족하여 시험체적에 맞아야 하며, K 00016-1-4 의 방출 측량에 사용되는 대체 시험장은 NSA 절차를 만족하여야 한다.
- 시험품과 그것의 주변기기 및 케이블은 시험 체적에 따라야하고 K 61000-4-3과 이절에서 묘사한 요구조건에 따라 각 시험품 및 그것의 주변기기 및 케이블의 표면을 균일장에 정렬시켜야 한다.

같지 않거나 비평형 경계가 있는 시험품의 평가는 두 안테나 직선거리를 만족하여야 하며 균일장의 교정은 K 61000-4-3의 요구에 따라야 한다. 예는 그림 13.에 나타나 있고, 여기서 평면의 길이 "b"는 시험품의 정면 (0°방위각)이고, 평면의 길이 "a"는 시험품의 측면 (90°방위각)이다.

최대 1.5 m의 폭을 가지는 시험품을 수용하기 위하여, 균일장의 교정은 2개의 조건을 따라야 한다.

- 안테나와 회전판 중심의 축선이 직각면이어야 하며;
- 측정 축은 안테나의 0.75 m 정면과 회전판의 중심과 직각면이어야 한다.

선형 보간법은 어떤 시험품을 측정하기 위해서 2개의 UFA 균일장의 정면에 노출되어야 한다. 그것이라고 추정된다.

- - 0 dB에서 + 6 dB는 각각의 두 개의 표면에 대해서 K 61000-4-3에서 정의된 지점의 수를 만족해야하고,
- 2개의 UFA에 있는 - 0 dB에서 + 6 dB의 표준을 만족시키는 점의 평균 전계 강도는 안테나에 일정한 정전력을 적용할 때 안테나와 UFA간에 거리에 역비례 하여야 한다.

회전판의 중심에서 UFA를 위한 전방 전력(대수적)을 P_{c1} 로 표시, 일정한 전계강도의 교정 혹은 일정한 전력의 교정을 평가하고, 그리고 P_{c2} 는 정 전력(Forward power)에 대응하는 회전판의 중심 앞쪽 0.75 m의 UFA이다. 정 전력(forward power)은 시험품의 표면에 방사하기 위해 필요하고 선형 보간법의 P_{c1} 과 P_{c2} 및 안테나와의 대응 거리(또한 대수적이다)로 계산한다. K 61000-4-3의 6.2절 전계 교정의 측정 및 정의 참고.

3 m의 이격거리(0.6 m 혹은 그 이하)는 시험품의 외형 크기가 20 % 혹은 그 이하와 다를 경우 다른 단일지점 전계 균일장이 그림 13에서의 면에 대응하는 분리된 거리에서 요구된다.

주) 위의 절에서 설명된 방법을 사용할 때, 시험품의 두면은 송신 안테나까지의 거리가 가까운 이유로 보다 높은 내성 레벨에서 시험되어질 것이다.

7.2.9.3.4 공통 방사/내성 시험품의 시험 배치에 대한 사양

시험은 가능한한 전형적으로, 실제 사용조건과 가깝게 구성되는 기기와 함께 실시되어야 한다. 다른 언급이 없다면 케이블과 와이어링은 제조사에 의해 규정된 것이어야 한다. 그리고 기기는 모든 덮개를 가진 하우징(또는 캐비닛)안에 있어야 한다. 일반 시험품 동작 모드로부터 편차는 시험 성적서상에 포함되어야 한다.

7.2.5.2의 정의가 적용된다.

비전도성 기기 구조물의 시험품은 가능한 한 시험품이 회전할 수 있도록 7.2.5.2에 규정된 것처럼 원격적으로 작동되는 테이블위에 놓여야 한다.

그라운드 판위에 시험품의 높이는 다음과 같은 요구 조건을 따라야 한다.

- 탁상형 기기는 높이 $0.8\text{ m} \pm 0.01\text{ m}$, 7.2.5.2 참조, 를 가진 비전도성 설치 테이블위에 놓여진다. K 00016-1-4는 시험 결과에 비-전도성 설치 테이블의 영향을 결정하기 위한 방법이 규정되어 있다.
- 바닥거치형 기기는 적용 가능한 제품 규격에서 규정된 것처럼, 비-전도성 지지대 위에 놓여진다. 만약 제품 규격에 어떠한 시험품의 설치 높이 조건이 없다면, 시험품은 접지 판위에 5 cm 에서 15 cm 의 높이 에서 비전도성 지지대에 놓여야 한다.

벽에 걸려서 작동하도록 고안된 기기는 탁상형 기기로서 시험하여야 한다. 시험품의 방향은 일반적으로 설치된 것과 같은 위치와 일치하여야 한다.

상호연결 케이블들, 부하들, 장치들은 시험품의 인터페이스 포트의 각각의 타입에 적어도 하나는 연결되어야한다. 실제로, 각각의 케이블은 실제 사용을 위해서 전형적으로 장치에서 종단되어야 한다. 같은 타입의 다중의 상호연결 포트가 존재한다면, 이러한 장치들의 전형적인 수가 장치들 또는 부하들에 연결되어야 한다. 이것은 부하들의 단지 하나만 연결하는 것으로 충분하다. 예를 들면, 사전 시험을 할 때 더 많은 포트의 연결이 방해의 레벨(즉, 2 dB보다 큼)을 현저하게 증가시키지 않아야 하거나 현저하게 내성 레벨을 감소시키지 않아야 한다. 구성과 포트의 설치에 대한 방법론은 시험 성적서에 문서화 되어야 한다.

추가적인 케이블의 수는 다른 케이블의 추가가 한계값에 대하여 현저한 양(예, 2 dB)에 의해 마진이 감소되지 않는 조건으로 제한하여야 한다.

주 1) 몇몇의 경우에서, 특성의 최적화된 배치, 부하들, 상호연결 타입들, 그리고, 방사와 내성 시험에 대한 케이블들이 다르다면, 이럴 경우, 이것은 시험품의 정렬을 통일하기 위한 범위 안에서 몇몇 시험품의 재구성을 위한 필요성이 결론될 수 있다.

케이블 배치와 종단은 다음의 요구조건을 따라야 한다.

- 케이블들은 수직적으로 그리고 수평적으로 편파의 방사 장이 배제되지 않도록 위치하여야 한다.
- 케이블의 배치 규정과 케이블의 길이에 대한 정의는 제품 방사 적용과 내성 규격에서 적용되어야 한다. 하지만, 요구조건에 논란이 있을 경우, 제품 방사 규격에서 정의된 배치와 최대 케이블 길이가 반드시 선행되어야 한다. 규정을 충족하는 것은 방사 규격의 케이블 위치 규정을 적용하고 내성 시험을 하는 동안 전기자기파의 수평 또는 수직 부분에서 최대성분을 가지고(만약 제조자의 사양이 더 짧은 케이블을 요구하지 않는다면) 케이블의 최소 길이 1 m를 노출시킴으로써 수행될 수 있다. 초과하는 케이블 길이는 반드시 30 cm 에서 40 cm 길이의 번들 형태로 케이블의 길이의 대략적인 중간에서 묶어야 한다. 만약, 제품 방사 규격에서 케이블 위치에 대한 어떠한 정보도 제공받지 않았다면, 다음의 배치가 적용된다:

- 탁상형 시험품(그림 9와 그림 10)에 대해서, 균일한 시험 체적 내에 있는 시험품에서 외부로 연결된 케이블들은 1 m($\pm$ 0.1 m)의 전체 길이에 대해서 그림 9와 그림 10에 따라서 전기자기파를 노출시킬 수 있다. 그리고 바닥 아래 수직 방향(시험품 탁상 높이가 최소 0.8 m 길이를 가지고)으로 확장된다. 테이블로 부터 연결되는 상호연결 케이블들은 접지 판으로 부터 최소 0.4 m($\pm$ 0.04 m) 거리여야 한다. 만약, 접지 판에서 40 cm 보다 가까운 거리에 있는 케이블들은 적당한 길이에 맞게 짧게 해야 하고, 초과하는 케이블은 30 cm 에서 40 cm 길이의 다발 형태로 묶어야 한다. 만약 제조자에 의해 언급된 케이블의 최대 길이는 0.8 m 높이의 탁자위에 놓여지는 탁상형 제품에 대해 접지판에서의 길이를 포함하여, 1 m 수평으로의 케이블 배치를 허용하지 않는다. 수평으로의 배치는 0.8 m를 초과하는 케이블의 길이에 의존하여야 한다. 묶음은 허용되지 않는다.
- 바닥설치형 시험품(그림 11과 그림 12)에 대해서, 균일한 시험 체적 내에 있는 케이블들은 시험 체적 내에서 수평적으로 최소한 0.3 m의 길이로 배열되고 바닥위의 I/O 포트의 높이에 의존해서 사용하는 것은 일반적으로 수평으로 배열되어야 한다. 수평으로의 케이블은 바닥을 따라 놓여 지도록 의도된 케이블의 전체 길이에 대해 10 cm의 최소 높이에 의해 그라운드 판으로 부터 절연 되어야한다.

시험품의 외함 사이의 케이블은 다음과 같이 다루어 져야 한다.

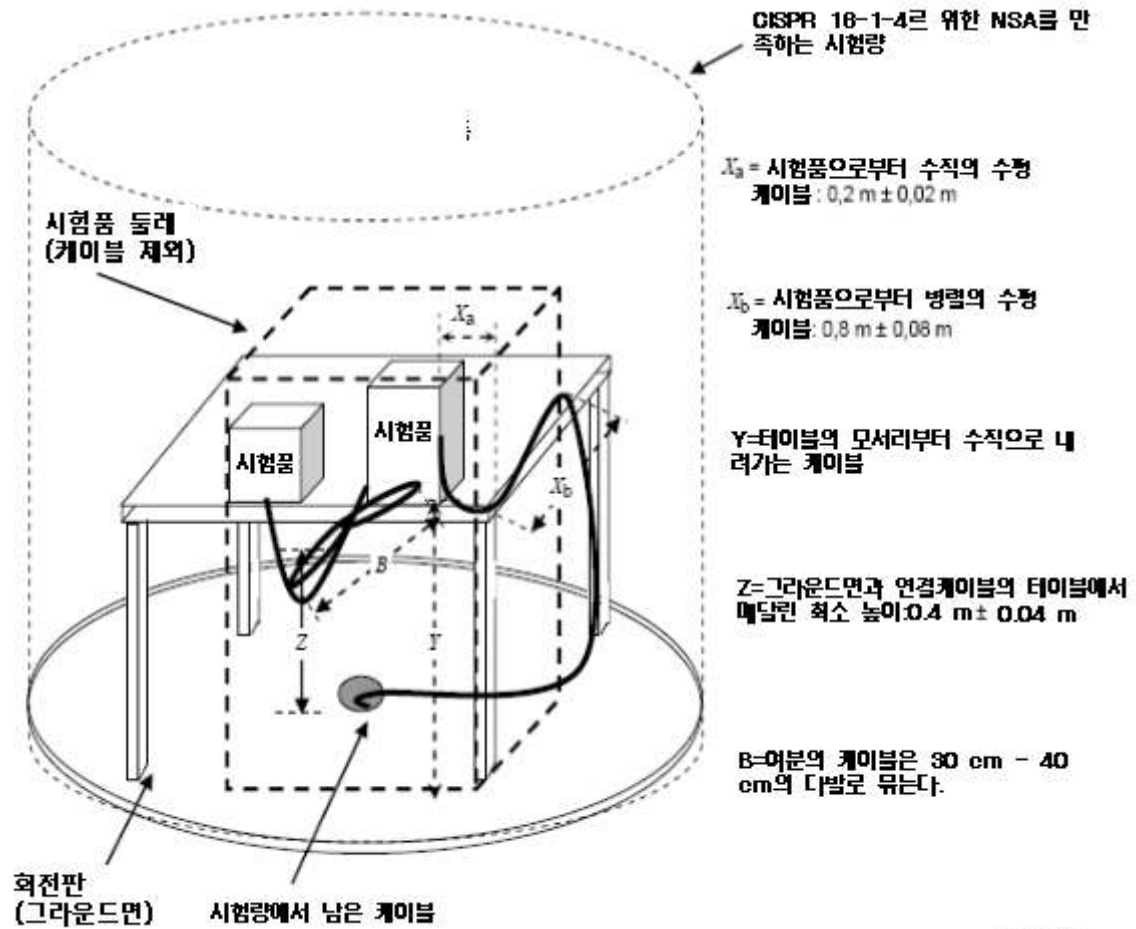
- 제조자의 규정된 케이블 타입들과 커넥터들이 사용되어야 한다.
- 만약 제조자의 사양이 3 m 보다 작거나 같은 케이블의 길이를 요구한다면, 그때, 규정된 길이가 사용되어야 한다. 케이블은 1 m의 길이로 노출시켜야 하며, 초과분에 대해서는 탁상형 기기(그림 9와 10 참조)일 경우 30 cm에서 40 cm의 다발형태로 앞뒤로 묶어야 하고, 바닥거치형 기기(그림 11과 12 참조)에 대해서는 대략 1 m 이어야 한다.
- 만약 규정된 길이가 3 m보다 크거나, 규정되어 있지 않다면, 그때, 노출되는 길이는 1 m이다. 초과되는 케이블은 시험 체적 밖으로 확장되어야 한다. 탁상형 기기와 바닥 거치형 기기의 시험품 조합들은 각각 개개의 기기 구성의 설치에 따라 배열되어야 한다. 그리고, 탁상형 기기와 바닥 거치형 기기 사이의 상호연결 케이블들은 이러한 규칙에 따라야 한다.
- 케이블들이 주변 기기에 중단되어 있지 않은 것에 대해서, 차등과 공통 모드 중단들은 케이블에 연결되는 주변 기기와 요구되는 기능적인 임피던스를 표현하기위해 모의되어야 한다.
- 다른 장치에 연결되지 않은 케이블들은 다음과 같이 중단될 수 있다(7.2.5.2 참조).
- 동축 차폐된 케이블들은 BNC(보통 50 Ω 또는 75 Ω)로 중단되어야 한다.
- 하나 이상의 와이어를 가진 차폐된 케이블들이 시험품 제조사의 규정에 따라 공통과 차등 모드의 종단을 해야 한다. 이 공통 모드 종단은 내부 와이어들 또는 그 차등 모드 종단과 케이블

차폐 사이에 적절하게 연결되어야 한다. 만약 공통 모드 종단에 대해서 어떠한 정보도 제공되지 않다면, 150 Ω 공통 모드 종단이 사용되어야 한다.

- 비차폐 케이블들은 제조사의 규정에 따라 차동 모드 종단을 해야 한다.

주 2) 제조자에 의해 선언된 그리고 이 문단에 따라 시험 편의를 위해 의사 종단기가 제공된 이러한 최대 길이에 관련하여 짧아진 모든 케이블들은 시험 챔버 벽 또는 바닥에서의 추가적인 150 Ω 이 제공되어야 한다. 다음의 항목들은 7.2.5.2에 따라 고려되어야 한다.

- 만약 시험품이 적절하게 동작하기 위해 주변기기(AE, 주 3 참조)가 필요하다면, AE가 방사 측정 또는 방사 내성 시험에 영향을 주지 않도록 특별한 주의가 필요하다. AE는 만약 적절한 연결 인터페이스들이 차폐 챔버에서 가능하다면 시험하는 동안 무반사실 밖에 위치할 수 있다. 상호 연결 케이블을 통해서 무반사실의 안으로 또는 밖으로 RF-누설을 막기 위한 측정이 필요하다.
주 3) 주변기기(AE)는 시험품(예를 들면, 전기통신망을 모의하는 장치들)의 동작에 필요로 하는 기기이다. AE 는 시험 환경 밖에서 물리적으로 위치할 수도 있다.
- AE로 부터 원하지 않는 방사들을 억제하기 위해 사용되는 다른 방법 또는, 기기는 시험 챔버 밖으로 또는 단 아래에 위치하여야 한다.
- 케이블 배치를 포함하는 시험 구성, 연결된 케이블과 종단기들의 사양, 그리고 시험 체적 밖의 AE로 부터의 방사를 억제하기 위해 취해진 다른 측정들은 시험 성적서상에 분명하게 설명되어야 한다.



IEC 1000/05

그림 9 - 탁상형기기의 배치

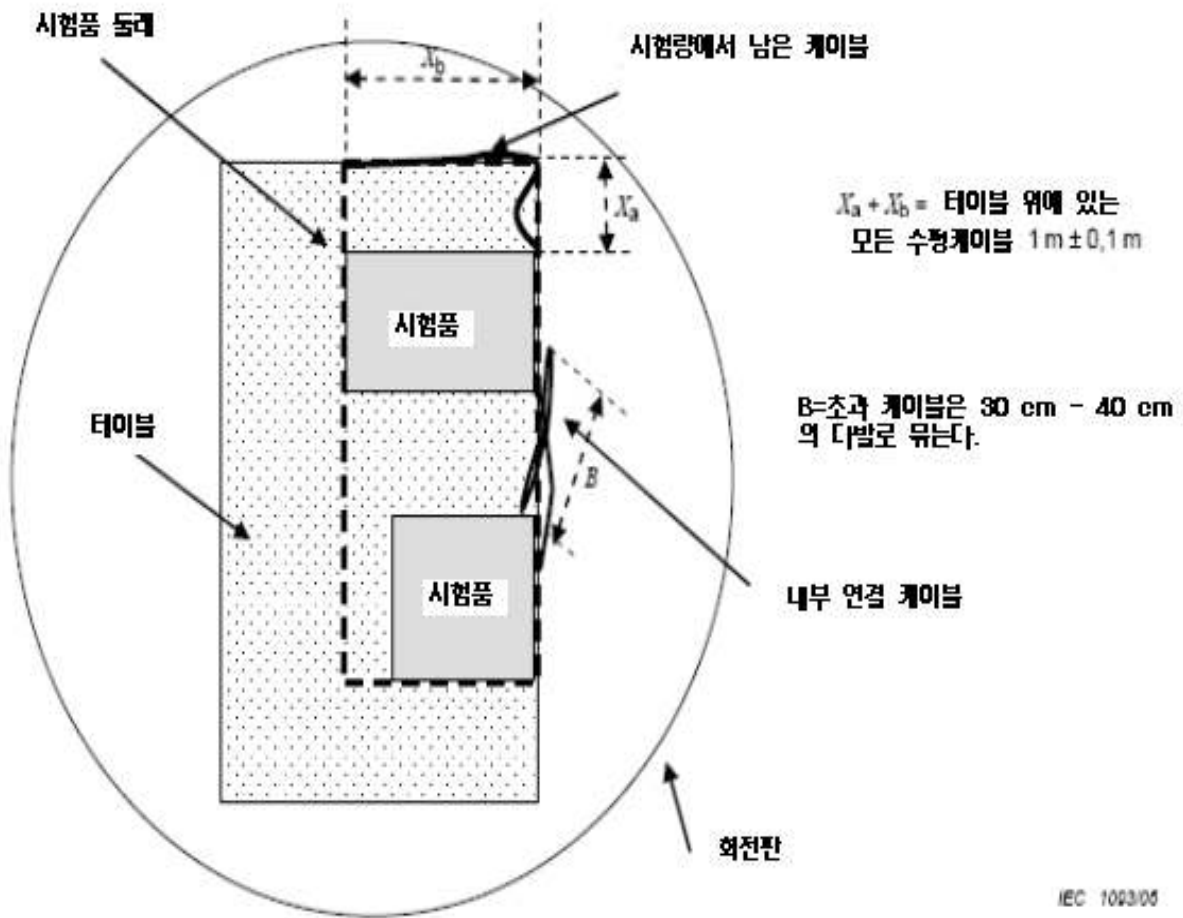
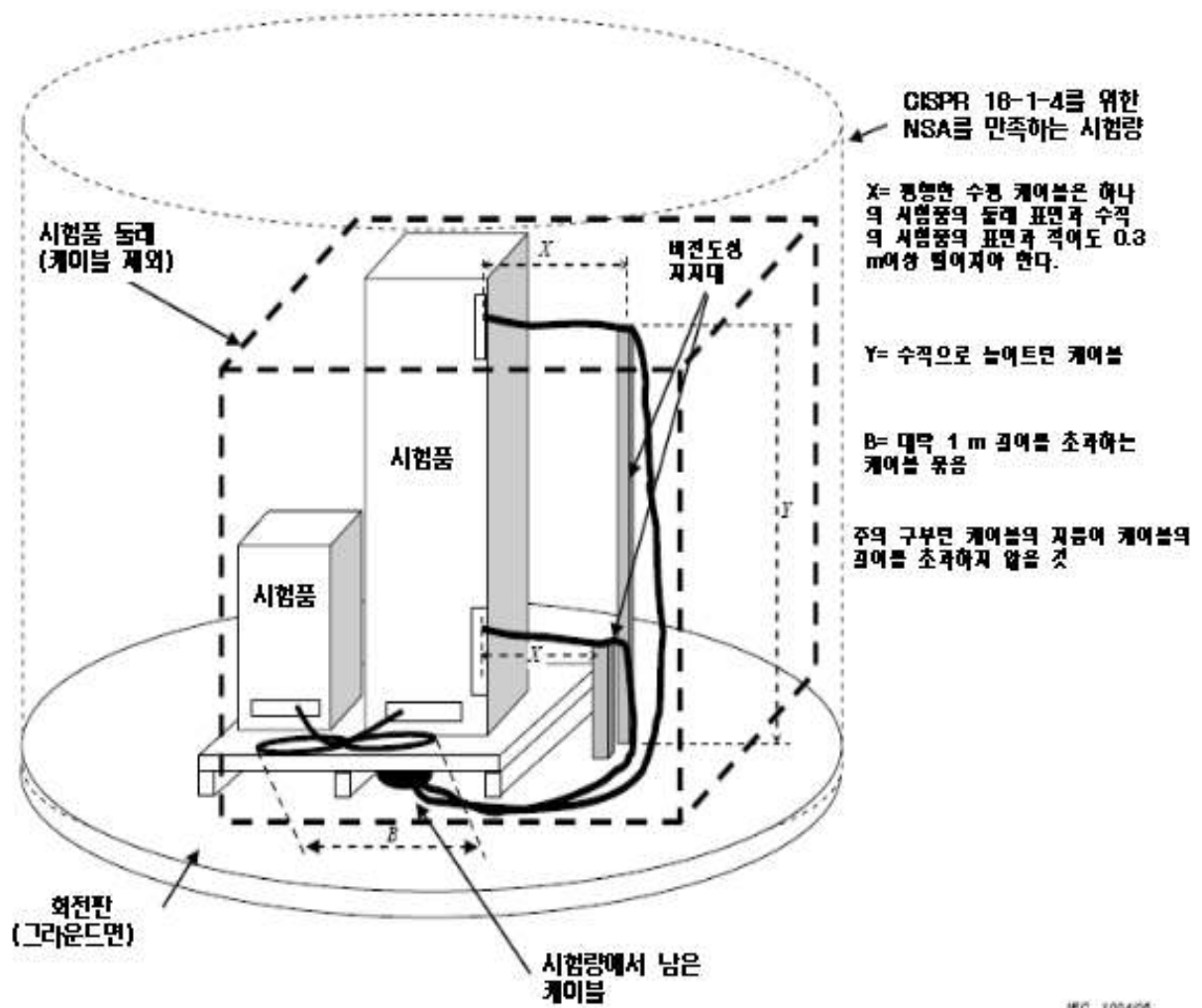


그림 10 - 탁상형기기의 배치(평면도)



IEC 100405

그림 11 - 바닥 설치형기기의 배치

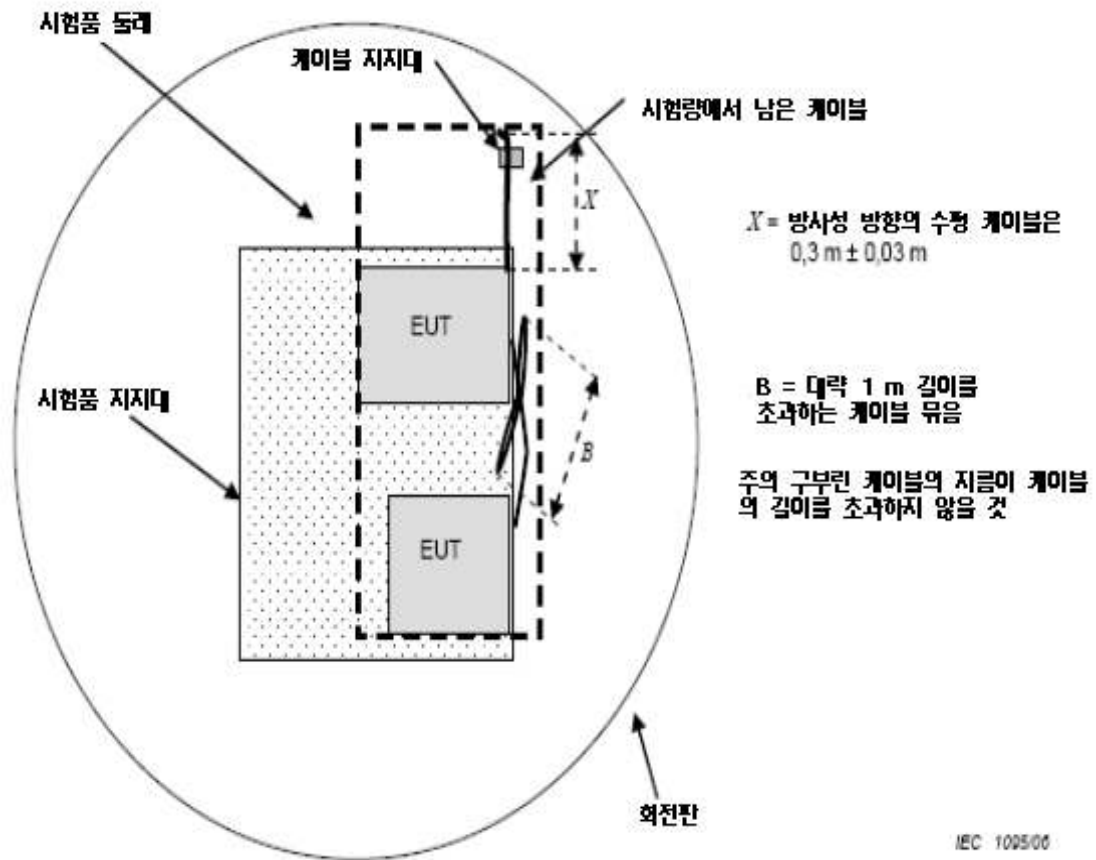


그림 12 - 바닥 설치형기기의 배치(평면도)

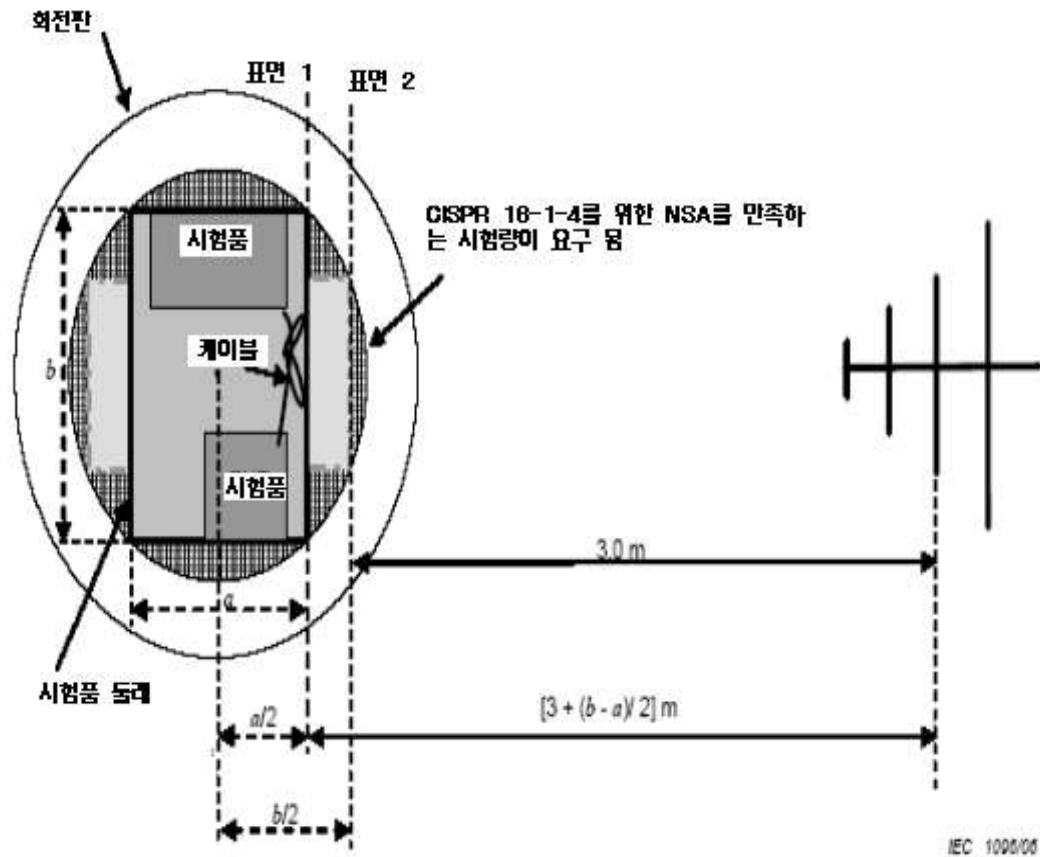


그림 13 - 균일장 교정을 위한 면의 위치(평면도)

연결 케이블을 포함하는 시험품의 둘레는 NSA의 요구조건을 만족하는 시험 체적 내에 들어야 한다.

균일한 공통 방사/내성 배치에 대해서, 시험품의 면을 따라 0°, 90°, 180°와 270°에서 시험품 주변의 최소와 최대 면적에 상응하는 두 수직면에서 교정되어야 한다. 설비에서 시험되는 기기의 타입은 두 면 위치의 선택이 고려되어 질 수 있다.

만약 바닥 흡수체가 균일장 평가기준을 충족하기위해 사용된다면, 흡수체들은 전송 안테나와 표면 2 사이에 놓여야 한다. 만약 하나의 면만 교정될 경우(즉, 0.6 m 보다 적은 두 경계 면적의 차이를 가지는 시험품), 사용되는 바닥 흡수체는 반드시 전송 안테나와 교정되는 면 사이에 놓여야 한다.

7.2.10 TEM 셀 측정

(현재 검토 중)

7.3 전계 강도 측정(1 GHz - 18 GHz)

7.3.1 측정량

측정거리에서 시험품으로부터 방사되는 전계 강도가 측정량이다. 결과는 전계 강도 단위로 표현된다.

주) 어떤 표준에서, 기기의 방사 허용기준치는 1 GHz이상의 측정에 대해서는 ERP(실효방사전력) dB(pW) 단위로 표시된다. 아래는 자유공간의 원거리장 조건에서 3 m 거리에서 ERP를 전자계 강도로 환산하는 공식이다.

$$E(3\text{ m}) / \text{dB}(\mu\text{V}/\text{m}) = \text{ERP}/\text{dB}(\text{pW}) + 7.4$$

3 m 이외의 거리 d에서,

$$E_d / \text{dB}(\mu\text{V}/\text{m}) = \text{ERP}/\text{dB}(\text{pW}) + 7.4 + 20 \log [3/(d/\text{m})]$$

7.3.2 측정거리

시험품에서 방사되는 전계강도는 3 m의 거리에서 측정한다.

측정거리 d는 시험품 주변에서 수신 안테나 기준점까지의 수평거리이다(그림 15 참고). 시험품은 최소 30 cm 이상의 케이블과 보조장치 등 모든 부분을 포함한다.

실제로는 다른 거리가 사용될 수 있다.

- 주위잡음이 높거나 불요 반사의 영향을 줄이기 위하여 더 짧은 거리가 되기도 하지만, 측정거리가 확실히 $D^2/2\lambda$ 이상이 되도록 주의할 기울여야 한다.
- 시험품을 에워싸고 있는 안테나 빔을 고려하여 대형 시험품에 대해서는 더 긴 거리로 한다.

주) 시험품의 지배적인 방해들이 엇결성이며 점원(point source)으로부터 방사되는 것으로 추정될 경우 상기 최소거리 ($D^2/2\lambda$)는 시험품이 아니라 측정 안테나에 적용되어야 한다.

만약 측정이 3 m 외의 거리에서 수행된다면(상기 주) 참고), 측정거리 d는 1 m 이상 10 m 이하이어야 한다. 그러한 경우, 측정값은 3 m 거리로 조정되어야 한다. 자유공간 전파일 경우, 측정자는 다른 거리에서의 측정값을 비교한 추론 값이 동일한 거리에서 수행된 측정값과 동일하게 입증되지 않는 것을 심사숙고해야 한다. 이 측정 방법에 기준이 되는 규격과 설명서는 측정 거리가 동일함을 입증하여야 한다.

7.3.3 시험품의 동작 조건 및 측정 방법

일반적인 지침으로서, 측정 방법과 시험품의 동작 조건은 1 GHz 미만의 측정과 동일하다. 가능하

다면 시험 배치는 시험품의 가장 전형적인 구성으로 한다(타상형, 바닥 설치형, 선반형, 붙박이형 및 기타기기).

1 GHz 이상의 측정에 대하여 안테나와 시험품 사이에 흡수체 사용이 요구된다. 실제 1 GHz 이상의 방사 측정을 위해 시험품은 흡수체보다 높이 설치되어야 한다. 만약 시험품 전체를 흡수체의 높이 이상으로 들어 올릴 수 없다면(선반형, 바닥 설치형 기기), 방해를 발생하는 시험품의 부분이 흡수체 위에 위치될 수 있도록 구성되어야 한다. 시험품은 K 00016-1-4의 5.8.2.2에 언급된 측정 영역내에 위치 되어야 한다. 만약 시험품을 들어 올릴 수 없거나 방해를 발생하는 시험품 부분을 흡수체 위에 위치시키는 것이 불가능 하다면, 시험품의 최대 방출 부분은 흡수체의 가장 높은 부분 30 cm 아래 위치되어야 한다(7.3.6.1 및 그림 14. 참고).

실제 사용되는 시험품의 구성과 측정은 시험품의 위치를 분명하게 보여주는 시험장면 사진이나 설치 구성도, 설치 바닥면 또는 회전 테이블면, 바닥면 위의 흡수체의 위치(높이 및 위치) 및 수신 안테나의 위치와 함께 시험 성적서에 기록되어야 한다.

7.3.4 측정 장

측정 장은 K 00016-1-4의 8.2절에 언급된 요구사항에 만족하여야 한다.

7.3.5 측정 장비

측정 장비는 K 00016-1-4의 4.6절 과 K 00016-1-1의 8.2절에 언급된 요구사항에 적합해야 한다.

첨두치 한계값을 만족하기 위한 측정은 K 00016-1-1의 8.2절에 언급된 것처럼 1 MHz의 수신기 대역폭(임펄스 대역폭) 또는 스펙트럼 분석기의 첨두치 측정을 통하여 수행되어 진다.

평균치 한계값을 만족하기 위한 측정은 K 00016-1-1의 8.2절의 c)항에 언급된 것처럼 스펙트럼 분석기를 1 MHz의 대역폭 (임펄스 대역폭)으로 하고 비디오 대역폭을 줄인 후 측정을 수행한다. 평균치 측정을 위해 요구되어지는 비디오 대역폭은 측정될 입력신호의 스펙트럼 성분보다 낮아야 한다.

주) 스펙트럼 분석기는 측정될 입력신호의 스펙트럼 성분보다 낮은 비디오 대역폭과 스펙트럼의 선형 모드로 평균치를 측정할 수 있다. 예를 들어, 만약 입력신호가 1 kHz의 펄스 반복 주파수(PRF)를 갖는 신호라면, 1 kHz 보다 낮은 비디오 대역폭에는 입력 신호의 DC 성분(평균치) 만이 비디오 필터를 통과할 것이다.

이 요구사항을 만족하는 다른 형태의 선형 평균치 검파의 사용이 허용된다. 일반적으로, 평균치 측정(스펙트럼의 대수형 모드 제외)을 수행할 때 스펙트럼 분석기는 스펙트럼의 선형 모드로 설정 되어져야 한다. 스펙트럼 분석기의 소인 시간은 협대역 비디오 대역폭의 사용으로 인한 측정 결과 값 계산을 위해 길어져야 한다. 대수형 검파로 측정되어 지는 특별한 한계값의 경우 평균치 측정은 스펙트럼의 대수형 모드로 수행될 수 있다.

7.3.6 측정 절차

7.3.6.1 1 GHz 이상에서의 방사전계 측정의 일반적인 설명

1 GHz 이상에서의 방사전계 측정은 그림 14.에서 볼 수 있는 것처럼 방사된 최대 전계값의 측정에 기초한다.

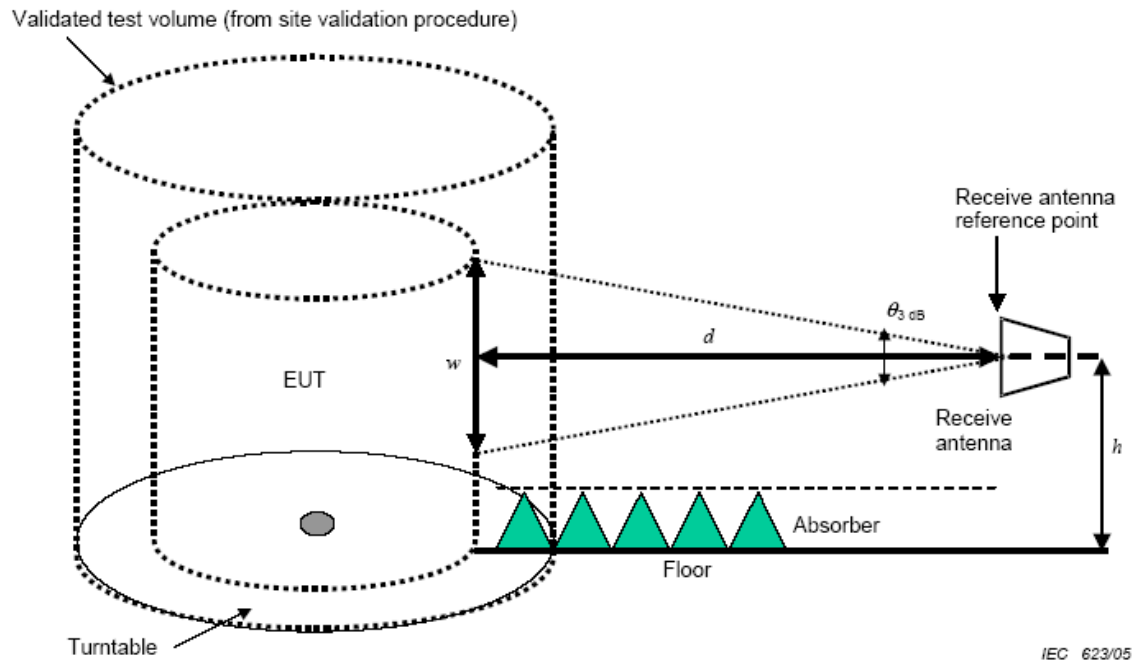


그림 14 - 수신안테나가 수직 모드일 경우 1 GHz 이상에서의 측정 방법

· 그림 14.의 용어 정의

유효한 측정 영역: 측정영역은 측정장 확인 절차에서 검증가능하다(K 00016-1-4의 5.8.2.2 참고). 일반적으로 시험 장소에서 설치될 시험품의 최대 직경이다.

시험품 : 30 cm 길이 이상의 케이블을 포함한 실제 시험품의 모든 부분을 에워싸고 있는 원통의 최소 직경. 이 원통내에 위치한 시험품은 그 중심을 기준으로 회전 가능해야 한다(회전 테이블의 원격제어에 의해). 시험품은 유효한 측정 영역내에 위치하여야 한다. 최대 30 cm의 w (아래 용어 정의 w 참고)는 오직 시험품이 바닥 설치형이고 흡수체의 높이 이상 위치 될 수 없을 경우 바닥의 흡수체 높이 보다 낮을 수 있다(7.3.3 참고).

$\theta_{3\text{ dB}}$: 해당 주파수에서 수신안테나의 최소 3 dB 빔폭. $\theta_{3\text{ dB}}$ 은 각각의 주파수에서 전계와 자계 두 값의 최소값이다. $\theta_{3\text{ dB}}$ 은 수신안테나의 제조자로부터 제공받을 수 있다.

d : 측정거리(m). d는 시험품의 주위와 수신 안테나사이의 수평거리이다.

w : 거리 d에 대한 $\Theta_{3\text{ dB}}$ 값의 시험품 접선(tangent)의 직경. 방정식(10)은 실제의 안테나와 사용되는 측정거리에 대한 w를 계산하기위해 사용된다. w 값은 시험 성적서에 포함되어야 한다. 이 계산은 제조자가 제공하는 수신안테나 빔폭에 근거할 수 있다.

$$w = 2 \times d \times \tan (0,5 \times \Theta_{3\text{ dB}}) \quad (10)$$

표 2.에 w의 최소직경이 언급되어져 있다.

h: 수신 안테나의 높이. 바닥의 기준점으로부터 측정된다.

표 2.는 $w(w_{\min})$ 의 적절한 최소 직경을 명시했다. 표 2.에서 볼 수 있는 최소 요구사항은 $\Theta_{3\text{ dB}(\min)}$ 값과 7.3.2항에 명시된 허용할 수 있는 최소 1 m 측정 거리에서의 시험에 기초한 방정식으로부터 계산된다. 측정 거리 d의 선택과 안테나 종류는 w 값이 임의의 주파수에서의 표 2. 값과 같거나 클 경우가 될 것이다. 표 2.에서 언급되지 않은 $w_{\min}$ 의 한계치는 두 개의 주파수 목록 사이의 값이 선형적으로 적용된다.

표 2 - w ($w_{\min}$)의 최소 직경

주파수 GHz	$\Theta_{3\text{ dB}(\min)}$	$w_{\min}$ m
1.00	60	1.15
2.00	35	0.63
4.00	35	0.63
6.00	27	0.48
8.00	25	0.44
10.00	25	0.44
12.00	25	0.44
14.00	25	0.44
16.00	5	0.09
18.00	5	0.09

주 1) 직경 w 는 표 2에 언급된 최소값보다 높게 허용될 수 있고, 표 2에서 제시된 방정식(10) $w = w_{\min}$ 의 최소 요구 값을 만족하기 위해 다른 안테나 및 측정 거리가 사용될 수 있다.

주 2) 두 가지의 안테나 극성이 요구되어지기 때문에, 수신 안테나 각각의 높이에 대한 4방향에서의 최소 w 값은 $w^2(m^2)$ 와 같다.

주 3) 경우에 따라서 w 는 물리적으로 분리되는 시험품의 다양한 물리적 구성요소를 내포하기도 한다. 예를 들어, 다양한 장치로 구성되면서 동시에 측정되어지는 시스템을 들 수 있다.

주 4) 요구되는 안테나의 가변 높이는 넓은 빔폭을 가진 안테나와 표 2의 최소 요구 값보다 큰 거리 선택에 의해 w 값이 최대로 얻어지는 경우에 결정된다.

주 5) 사용되는 안테나의 빔폭과 패턴은 측정 결과에 영향을 줄 수 있다. 안테나는 안테나 인자에 대한 불확도 등 적어도 2 가지 요소의 영향을 갖는다: 1) 안테나 패턴에서의 맥류성분과 2) 안테나 사이에서의 다른 빔폭, 안테나 빔폭 내에 위치한 시험품이 물리적으로 분리된 위치에서 얼마나 많은 방해 성분을 방출 (구조적으로) 하느냐에 따라 다른 결과값을 나타낼 수 있다.

표 3은 1 m, 3 m, 그리고 10 m 측정 거리에서의 3가지 안테나 종류에 대해 방정식 (10)을 이용하여 계산된 w 값의 예이다.

표 3 - 3 가지 안테나 종류에 대한 w 값의 예

주파수 GHz	DRG Horn				LPDA or LPDA-V ^{a)}			
	θ_3 dB	$d = 1$ m	$d = 3$ m	$d = 10$ m	θ_3 dB	$d = 1$ m	$d = 3$ m	$d = 10$ m
	(°)	W m	W m	W m	(°)	W m	W m	W m
1,00	60	1,15	3,46	11,55	60	1,15	3,46	11,55
2,00	35	0,63	1,89	6,31	55	1,04	3,12	10,41
4,00	35	0,63	1,89	6,31	55	1,04	3,12	10,41
6,00	27	0,48	1,44	4,80	55	1,04	3,12	10,41
8,00	25	0,44	1,33	4,43	50	0,93	2,80	9,33
10,00	25	0,44	1,33	4,43	50	0,93	2,80	9,33
12,00	25	0,44	1,33	4,43	50	0,93	2,80	9,33
14,00	25	0,44	1,33	4,43	45	0,83	2,49	8,28
16,00	5	0,09	0,26	0,87	40	0,73	2,18	7,28
18,00	5	0,09	0,26	0,87	40	0,73	2,18	7,28

a) LPDA-V : V-Type 대수주기 다이폴. θ_3 dB 와 w 은 LPDA 와 LPDA-V 두 안테나의 일반적인 값이다. 그렇지만, 안테나 이득은 다르다.

최대 방사값은 시험품의 회전($0^\circ \sim 360^\circ$)과 수신안테나의 높이 조절에 의해 측정된다. 요구되는 안테나의 가변 높이는 2가지 시험품 종류를 명시한 아래 그림 15.에 명시되어 있다.

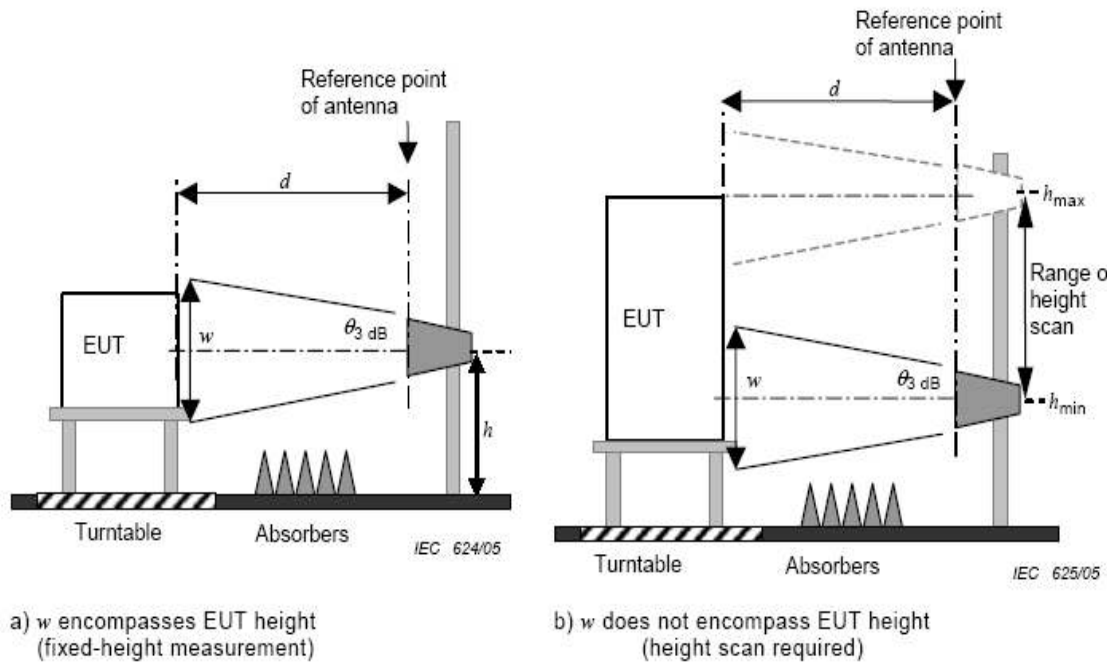


그림 15 - 2가지 다른 종류의 시험품에 대한 안테나의 높이 가변 예

최대 직경이 w 보다 작거나 같은 어떤 시험품에 대해, 수신안테나의 중심은 시험품의 중간 높이에 고정되어야 한다(그림 15 a).

최대 수직 직경이 w 보다 큰 어떤 시험품의 경우, 그림 15 b)에서 볼 수 있는 것처럼 안테나의 중심은 w 의 일직선을 따라 수직적으로 가변되어야 한다. h 에 대한 요구 가변 범위는 1 m에서 4 m이다. 만약 시험품 높이가 4 m보다 작다면, 수신안테나의 중심에서 시험품 맨 윗부분 높이 이상의 가변은 요구되지 않는다. 높이가 고정된 두 가지의 경우, h 또는 측정높이의 범위는 시험성적서에 기록되어야 한다.

주) 가변 높이가 위 조항에 의해 요구되어질 때, 요구되는 높이 범위 내에서의 연속적인 높이 가변은 최종적으로 최대 방사값을 얻기 위해 권장된다. 만약 단계적인 높이 증가가 필요하다면, 안테나의 높이 증가는 최대 방사값을 얻기에 충분이 작을 것을 권장한다.

w 의 수평 확장에 관련하여, 시험품은 w 내에 완전히 들어올 필요는 없다. 시험품 폭이 w 보다 큰 경우, 시험품은 측정축의 수평 중심에 위치하여야 하고, 최대 전계강도 값을 결정하기 위해 시험품의 회전이 필요하다. 평형하지 않은 측정축 수신 안테나 가변에 의한 수평 외곽선 측정은 요구되지 않는다. 그러나 제품 규격에 언급된다면 요구될 수도 있다.

7.3.6.2 일반적인 측정 절차

어떤 시험품의 경우, 방사주파수는 가장 먼저 예비방사 최대화에 의해 검파되어야 한다(7.3.6.3 참고). 이후, 최종방사시험이 이어진다(7.3.6.4 참고). 이들 두 측정은 제한거리에서 수행함이 바람직하다. 어떤 타당한 이유로 측정이 제한거리와 상이한 거리에서 이루어질 때는, 제한거리에서의 측정을 먼저 하도록 하는데, 이는 분쟁 발생 시 결과치의 해석에 도움을 주기 위함이다.

이러한 측정을 수행함에 있어서, 허용 한계값과 관련된 측정기기의 감도는 시험 전에 결정되어야 한다. 만약 전체적인 측정감도가 부적절하다면, 저 잡음 증폭기를 사용하거나 측정거리를 더 짧게 하거나 안테나의 이득을 더 높여볼 수 있다. 만약 더 짧은 측정거리 혹은 고 이득 안테나를 사용하는 경우, 시험품의 크기 대 빔폭을 참작해야 할 것이다. 또한, 프리앰프를 사용할 경우는 측정시스템의 과부하 수준을 적정선으로 결정해야 할 것이다.

높은 레벨의 신호 상태에서 낮은 레벨의 방사가 측정되는 경우 측정기기의 소손 및 포화에 대한 보호가 필요하다. 대역통과, 대역저지, 저역통과 및 고역통과 필터들의 조합이 사용될 수 있다. 그러나 측정 주파수에서의 이들 혹은 기타 장치의 삽입손실이 알려져야 하며 측정보고서의 계산에 포함되어야 한다.

주) 비선형 효과(과부하, 포화 등)의 발생여부를 알아내는 간단한 방법은 측정기의 입력에 10 dB의 감쇠기를 삽입하고(이미 1개가 사용 중이라면, 프리앰프 앞쪽), 고 진폭 신호(비선형 효과를 유발할 수 있는)의 모든 고조파 진폭이 10 dB만큼 감소했다는 것을 입증하면 된다.

7.3.6.3 예비 시험 절차

최대 방사성 방해의 동작 모드는 예비시험 중에 발견될 수도 있다.

본 절의 측정 절차는 유익한 정보이다. 표준 측정의 요구사항은 7.3.6.4에 있다.

측정시간을 줄이기 위해, 초기 측정 시 침두치 검파 사용이 요구되고 측정 결과값을 평균 한계값과 비교한다. 평균치 검파기로의 측정과 그 결과값을 평균 한계값과 비교하는 것은 해당 주파수에서 침두 측정값이 평균 한계값을 초과 하는 경우에 한해서만 수행된다.

방사성 방해 확인을 위한 예비 측정 절차의 지침은 아래와 같다.

- a) 안테나의 주파수 범위를 초과하는 경우 침두치 검파 및 최고치 유지(Max Hold) 모드를 사용하여 주사 또는 스위프 한다.
- b) 해당 신호의 분리를 보장하기 위한 적절한 스위프 및 주사 시간이 정해져야 한다.
- c) 필요하다면, 예비 시험 시 스펙트럼 분석기나 측정 수신기의 주변 노이즈 레벨을 줄이기 위해 분해능 대역폭을 줄여야 할 수도 있다. 이 방법은 광대역 방해신호의 증폭을 감소시킬 수 있음을 주의하라. 따라서 방해 성분이 광대역 인지 협대역 인지를 판별하기 위한 추가적인 시험이 필요할 수도 있다.
- d) 시험품을 15° 씩 또는, 그 이하로 증가시키면서 연속적으로 회전시킨다. 후에 다른 방향에서 반복한다. 각각의 관련 주파수에서 최대의 방해값을 얻기 위해 시험품은 360° 회전을 해야 한다.
- e) 연속된 시험품 회전 테이블에 대해, 스펙트럼 분석기의 스위프 시간은 시험품 회전 테이블이 15° 회전하는데 필요한 시간보다 작거나 동일하게 스위프 될 수 있는 조건의 주파수 스펜(Span)으로 설정되어야 한다. 만약 시험품 회전 테이블의 회전 속도가 스펙트럼 분석기의 적절한 스위프 또는 주사 각도인 15°보다 크다면, 스펙트럼 분석기의 스위프 시간을 줄이고 스위프에 따른 최대 시험품 회전 각도 15°를 맞추기 위해 주파수 범위는 보다 작게 설정되어야 한다.
- f) 최대 방해 주파수를 확인하기위해 필요할 경우, 위에서 언급된 방법은 7.3.6.1절(그림 15)에 요구된 모든 상위 레벨과 시험품의 다양한 동작조건에 대해 적용 될 수 있다.
- g) 단계 a) ~ d)에서 나타난 주파수의 정확한 평가를 위해, 일반적으로 5 MHz 또는 그 이하의 작은 주파수 스펜을 사용하고, 시험품 회전 테이블을 보다 작은 각도로 증가시키면서 한계값에 가까운 주파수를 측정한다. 일반적으로, 해당 한계값의 대략 10 dB 내에 있는 모든 주파수는 좁은 주파수 스펜 설정 및 추가적인 회전 및 높이 변화를 통해 더 자세한 측정이 요구된다.

7.3.6.4 최종 측정 절차

주어진 측정 거리에서 시험품으로부터 방사되는 전계강도는 예비 방사 최대화(최대 방해를 발생시키는 수신안테나의 배치)에서 확인된 것처럼 최대 방해를 발생하는 측정 조건(안테나 높이, 시험품 각도 등)에서 구해진다.

최종 측정은 해당 주파수 스펙트럼에서의 주어진 시간동안 스펙트럼 분석기에 최대가 되는 결과값이 나타나야 한다. 주어지는 시간은 동작 모드의 주기 및 측정될 각각의 제품에 관련된 시간 상수를 고려하여 각각의 제품 또는 제품군에 대해 정의되어야 한다.

최종 측정은 시험품이 높은 방사를 갖는 예비 시험에서의 확인된 동작 모드에서 수행되어야 한다.

최종 측정은 요구되는 모든 검파 모드를 사용하여 수행되어야 한다. 대신, 침투 측정 결과는 모든 특정 한계값에 대한 적합을 증명하기 위해 사용될 수 있다.

만약 최대 방해값을 발생하기 위한 시험품의 측정 조건(안테나 높이, 시험품 각도, 동작 모드 등)이 예비 시험에서 확실하게 결정되지 않는다면 다음의 추가적인 측정이 수행되어야 한다.

- a) 최대 직경이 w 보다 작거나 같은 어떤 시험품에 대해 수신 안테나의 중심은 시험품의 중심 높이에 고정되어야 한다(그림 15 a) 참고).
- b) 최대 수직 직경이 w 보다 큰 어떤 시험품에 대해 상부 주사는 7.3.6.1에 명시된 상부 주사 요구사항(upper and lower bounds)에 따라 수행되어야 한다.
- c) 모든 경우에 최대 방해치를 찾기 위해서는, 시험품은 $0^\circ \sim 360^\circ$ 범위 내에 모든 각도에서 회전되어야 하고, 수평 및 수직 두 방향에서 측정이 수행되어야 한다.

요약해서, 위에 1 GHz 이상에서의 최종 측정을 위한 요구사항은 다음과 같다.

최대 방사치는 다음에 요구된 측정으로부터 기록되어야 한다. 어떠한 경우 예비 측정 절차에서 수행될 수 있다.

- 1) 시험품은 시험품 회전 테이블이나 주위의 수신 안테나의 움직임에 의해 $0^\circ \sim 360^\circ$ 각도로 회전해야 한다.
- 2) 수신 안테나는 시험품이 수직 방향에서 w 보다 크더라도 상부 측정이 되어야 한다.
- 3) 수직 및 수평 두 방향에서 측정되어야 한다.

7.3.6.5 APD(Amplitude Probability distribution, 진폭확률분포) 측정 절차

방해신호의 APD 측정은 해당 잡음신호에 대한 통계적인 평가를 가능하도록 한다. APD 측정 기술 적용의 배경은 K 00016-3(Amendment 1)의 4.7에 언급되어 있다.

제품 위원회는 최종 방사 시험 방법으로 APD 측정을 선택할 수 있다. APD 측정은 시험품이 높은 전계 강도를 발행시키는 주파수에서 수행되어야 한다. 주파수의 선택과 선택 주파수의 수는 제품위원회에 의해 결정된다.

측정은 다음의 두 가지 방법 중 하나를 사용하여야 한다. 첫째 방법은 시간 P_{limit} 의 특수한 확률에 관련된 방해 레벨 $E_{meas}(dB\mu V/m)$ 측정이다(방법 1, 7.3.6.5.1 참고). 두 번째 방법은 방해 한계치가 특정 레벨 $E_{meas}(dB\mu V/m)$ 를 초과하는 동안 시간 P_{meas} 의 확률 측정이다(방법 2, 7.3.6.5.2 참고). 두 가지 APD 측정 방법의 특징을 보여주기 위한 그림이 부록 E에 포함되어 있다.

만약 제품 위원회가 APD 사용을 결정한다면, 방법 1 이나 방법 2를 선택하여야 한다. APD 측정 장비가 A/D 컨버터를 포함하지 않는 경우에는 오직 방법 2가 사용될 수 있고, A/D 컨버터를 포함하는 경우에는 두 가지 방법 모두 사용될 수 있다.

두 개의 한계값 (E_{limit} , P_{limit}) 와 그 값들은 제품위원회로부터 명시되어야 한다. 제품위원회는 또한 APD 한계값과 함께 첨부 한계값의 사용을 결정하여야 한다.

7.3.6.5.1 방법 1 - 방해 레벨 측정

측정은 다음의 절차에 의해 수행되어야 한다.

- 1) 스펙트럼 분석기의 분해능 대역폭(Resolution Bandwidth, RBW)과 비디오 대역폭(Video Bandwidth, VBW)을 K 00016-1-1에 따라 설정한다(1 GHz 이상 측정에 대해).
- 2) 높은 방해신호가 관찰되는 곳의 주파수를 찾는다. 이 때 해당 주파수 스펙을 최고치 홀드(Maximum Hold) 기능으로 설정한다. 이 방법을 적용 시 첨부치 검사가 사용되어야 한다.

주) 협대역 방해신호가 광대역 방해신호에 의해 보이지 않을 경우, 첨부치 검사와 함께 사용되는 최고치 유지(Maximum Hold) 모드는 협대역 방해신호를 찾지 못하고 지나칠 수 있다. 그러므로, 협대역 방해 신호의 주파수를 찾기 위해 추가적인 시험이 필요할 수 있다. 제품 위원회는 평균치 검파나 디지털 비디오 평균검파(Digital Video Averaging)로의 스위프를 추가적으로 요구할 수 있다. 더욱이 APD 측정에 대한 주파수의 숫자 또한 제품 위원회에 의해 명시될 수 있다.

- 3) APD 측정을 위한 주파수를 결정한다. 주파수 숫자는 제품 위원회에 의해 명시되어야 한다.
- 4) 본 절차에서 단계 2) 적용 시 최고치 레벨이 관찰되는 주파수를 스펙트럼 분석기의 중심에 위치시킨다.

5) 스펙트럼 분석기의 기준 레벨을 단계 2)에서 관찰된 최고치 방해레벨 보다 최소 5 dB 이상 설정한다.

6) 스펙트럼 분석기의 주파수 스패를 “Zero”로 설정하고 제품 위원회에 의해 명시된 측정 시간 동안 방해에 대한 APD 측정을 한다. 측정 시간은 간섭 신호의 주기보다 길어야 한다.

간섭 신호 주파수가 변동하는 경우, 제품 위원회는 간섭 신호의 APD 측정이 수행되는 주파수 범위 XX(MHz 단위로)를 명시하여야 한다. 주파수 범위 XX MHz 내의 APD는 1 MHz 주파수 스텝 사이즈로 측정되어야 한다. 하지만 APD 측정값이 APD 한계값 보다 6 dB 정도 낮은 주파수에서는 보다 작은 주파수 스텝 사이즈(예, 0.5 MHz)로 추가적인 측정을 할 필요가 있다. 제품 위원회는 보다 작은 주파수 스텝 사이즈를 규정해야 한다.

7) 본 절차 단계 2)에 의해 다음 주파수가 결정 되면 스펙트럼 분석기의 중심 주파수를 변경한다. 후에 모든 주파수에서 APD 측정이 완료되기 까지 단계 4) ~ 6)을 반복한다.

8) 단계 6)의 결과로부터 얻어진 특정 확률 P_{limit} 에 관련된 방해 레벨 E_{meas} (단위 $dB\mu V/m$) 방해 레벨 E_{meas} (단위 $dB\mu V/m$) 를 읽는다.

9) E_{limit} $dB\mu V/m$ 에 대하여 E_{meas} $dB\mu V/m$ 를 비교한다. 만약 모든 주파수에서 E_{meas} 가 E_{limit} 와 같거나 작다면 시험품은 적합하다.

7.3.6.5.2 방법 2 - 시간 확률 측정

측정은 다음의 절차에 의해 수행되어야 한다.

방법 2의 단계 1), 2), 3), 4), 5) 및 7) 은 방법 1(7.3.6.5.1)의 단계와 같다.

방법 2의 단계 6)은 다음과 같이 변경된다.

6) 스펙트럼 분석기의 주파수 스패를 “Zero”로 설정하고, 제품 위원회에 의해 명시된 측정 시간 동안 방해에 대한 APD 측정을 한다(또는 명시된 레벨에 직접 관련된 확률 P_{meas} 를 측정한다) 측정 시간은 간섭 신호의 주기보다 길어야 한다.

8) 단계 6)의 결과로부터 방해 레벨이 명시된 레벨 E_{limit} $dB\mu V/m$ 를 초과하는 동안 확률 P_{meas} 를 읽는다.

9) P_{limit} $dB\mu V/m$ 에 대하여 P_{meas} $dB\mu V/m$ 를 비교한다. 만약 모든 주파수에서 P_{meas} 가 P_{limit} 같거나 작다면 시험품은 적합하다.

7.4 주파수범위 30 MHz - 18 GHz에서의 치환 측정방법

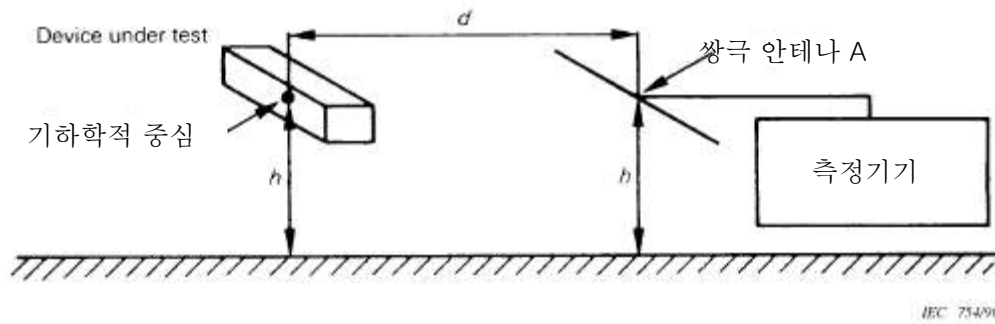
시험품의 케이블과 회로를 포함한 캐비닛으로부터 방사되는 무선 방해를 측정하기 위한 방법이 있다. 시험품은 그 구성이 어떠한 접속을 위한 단자도 없는 자체 내장형의 기기이거나 단일 또는 다수의 전원단자와 기타 외부 접속을 가진 경우이다.

치환방법은 현재 주파수범위 1 GHz ~ 18 GHz에서 마이크로 오븐의 방사를 측정하는 데 사용되고 있다.

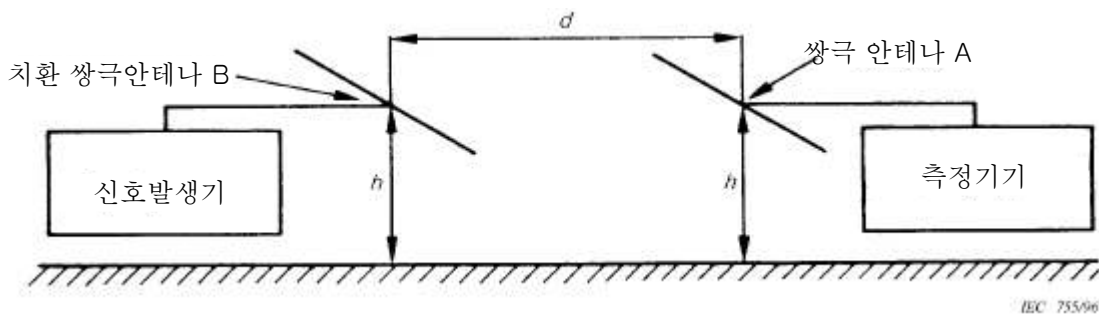
향후의 제품표준들에 관해서, 제품위원회들은 7.3항에 기술된 전기자기 강도 측정방법을 사용하여 주기를 바란다.

7.4.1 시험장

시험장은 평탄한 지역이어야 한다. 옥내시험장이 사용될 수도 있으나, 특히 주파수범위가 높은 영역에서는 주위환경으로부터 안정적이고 비임계적 반사의 요구조건을 충족하기 위해서 특별한 조치가 필요하다. 예를 들어, 측정안테나에 모서리 반사기가 부착되어야 하고, 시험품의 뒷편에 흡수벽이 설치되어야 한다. 시험장의 적합성은 아래와 같이 결정한다.



a) 측정



b) 교정

그림 16 - 치환방법 측정(7.4.1항 및 7.4.3항 참조)

두 수평 반파장 다이폴 안테나 (7.4.2 참조)는 바닥에서 1 m 이상인 동일한 높이 h 에서, 측정거리 d 만큼의 간격으로 서로 평행하게 배치되어야 한다. 쌍극 안테나 B는 신호발생기에 접속하고, 쌍극 안테나 A는 측정 수신기의 입력부에 접속한다. 신호 발생기는 측정수신기 상의 최대 지시치를 나타내도록 동조시키며, 출력은 적절한 수준으로 조정한다. 다이폴 안테나 B가 어떤 방향으로든 100 mm 움직일 때 측정 수신기 상의 표시가 ± 1.5 dB 이상 변하지 않는다면, 시험장은 시험 주파수에서의 측정목적에 적합한 것으로 판정할 수 있다. 시험은 시험장에 의도된 모든 측정을 위해 만족할 수 있음을 보장할 정도로 작은 주파수 간격들로 주파수범위 전체에 걸쳐 반복되어야 한다.

만약 시험품이 수직 편파에서도 측정되어야 한다면 (7.4.3 참조) 두 다이폴 안테나를 수직 편파에 맞게 배치한 상태에서 시험장의 적합성 시험을 반복해야 한다.

7.4.2 시험안테나

그림 16)의 측정안테나 A와 B는 반파장 다이폴 안테나로 위에서 기술되었다. 1 GHz 미만의 주파수범위에 대해서, 이 요건은 최대 방사 방향의 방사전력이 송신안테나 B의 단자 전력과 관련될 수 있음에 틀림없는 안테나 B에 주로 적용된다. 또 측정안테나 A도 반파장 다이폴 안테나이어야 한다. 이의 실제적인 감도는 시험구성의 치환 교정에 포함된다.

1 GHz - 18 GHz 주파수범위에서는 직선 편파 혼안테나를 권고한다.

7.4.3 시험품 구성

시험품은 수평면에서 회전시키는 설비와 함께 비전도성 테이블 위에 놓는다. 시험품은 이의 기하학적 중심이 앞서 쌍극 안테나 B(그림 16 참고)의 중심점으로 사용되었던 지점과 일치하도록 구성되어야 한다. 만일 시험품이 둘 이상의 기기로 구성되어있다면, 각 기기는 개별적으로 측정되어야 한다. 시험품의 착탈형 도선은 작동에 악영향을 미치지 않는다면 제거되어야 한다. 필요한 도선은 흡수기능의 페라이트 링을 구비해야 하며 측정에 영향을 주지 않게 배치되어야 한다. 차폐된 시험품의 경우, 사용되지 않는 모든 커넥터들은 차폐형 종단으로 종결 처리한다.

7.4.4 시험절차

시험품을 7.4.3에서 묘사된 바와 같이 배열한 상태에서, 수평 편파의 측정용 다이폴 안테나 A는 시험장 검사 때와 동일한 위치로 배치한다. 다이폴 안테나는 이의 중심과 시험품의 중심을 관통하는 수직 평면에 대해 직각이 되어야 한다. 시험품은 정상적인 탁상 설치 상태에서 일차로 측정을 하고, 정상적인 수직면 상에 세우기 위해 90도 기울어질 때 두 번째로 측정한다. 각 위치에서, 기기는 수평면 내에서 360°회전되어야 한다. 최대 지시치 Y는 시험품의 특성 값이어야 한다.

측정 시스템은 시험품을 반파장 다이폴 안테나 B로 치환함으로써 교정된다. 이 교정된 다이폴 안테나 B의 중심은 이전에 측정된 시험품의 기하학적 중심과 동일한 지점에 위치해야 하며 측정 안테나 A와는 평행하며 신호발생기와 연결되어야 한다. 시험품의 캐비닛으로부터의 방사전력은 각 측정 주파수에서 이전에 기록된 최대 지시치(Y)와 동일한 지시치가 측정수신기에서 나오도록 신호발생기를 조정할 때 반파장 쌍극 안테나 B의 단자 전력으로 정의된다.

측정이 수직 및 수평 편파 쌍극 안테나로 수행될 경우 두 모드에 대해서 별도의 교정이 이루어져야 한다.

7.5 현장 기기의 측정

7.5.1 현장 측정의 적용 및 준비

현장 측정은 특정한 장소에서, 즉, 전기기기가 주변의 무선수신에 장애를 유발하는 혐의가 있는 장소에서 발생하는 장애 문제를 조사하기 위해서 필요할 수 있다.

관련 제품 표준이 허용하며 기술적인 사유로 방사측정을 표준 시험장에서 수행할 수 없는 경우, 적합성 평가를 위해 설치 현장에서 측정할 수도 있다. 현장 측정에 있어서 기술적 사유란 시험품의 크기나 중량이 지나치거나 시험품 기반구조의 상호연결이 표준 시험장의 측정을 위해서는 너무 비용이 많이 드는 환경을 말한다. 어떤 시험품 형식의 현장 측정결과가 통상적으로 시험장에 따라서 또는 표준 시험장에서 얻는 결과와는 편차가 있으므로 형식시험을 위해서는 사용되지 않는다.

주 1) 그러나 일반적으로는 주위 전기자기에 의해서 다소간에 오염될 수도 있는 현장 환경에서 존재하는 전도성 구조물과 측정 안테나/시험 중인 기기 사이의 상호결합 같은 불완전성 때문에 현장 측정은 K 00016-1

에서 기술된 바와 같은 적절한 시험장(야외시험장 혹은 (반)무반사실 같은 치환 시험장)에서의 측정을 충분히 대신할 수는 없다.

시험품은 통상적으로 하나 이상의 기기나 시스템으로 구성되거나, 어떤 설비의 일부이거나 어떤 설비와 상호 접속된다.

시험품의 바깥 부품들을 연결하는 주변은 통상적으로 측정거리를 결정하는 기준점으로 간주된다. 시험품의 잠재적인 장애 발생원(예: 발진기)을 고려하여 주위신호 중에서 방해 전기자기장 강도의 주파수와 진폭을 식별하기 위해 예비측정이 수행되어야 한다. 이러한 측정을 위해서는 수신기 대신에 스펙트럼 분석기를 사용하는 것이 바람직한데, 이는 큰 주파수 스펙트럼의 분석이 가능하기 때문이다. 방해신호의 주파수와 진폭의 식별을 위해서는, 접속 케이블에 전류 프로브를 사용하거나, 시험품의 근거리장 프로브를 사용하거나 시험품에 더 가깝게 측정 안테나를 배치하거나 하는 방법이 권장된다.

또 가능할 경우 시험품이 최대 방해 전자계장 강도를 발생하는 동작모드의 결정을 위해 선택된 주파수에서 측정을 수행해야 한다. 동작모드가 결정된 후 시험품을 그런 동작모드에 두고 측정을 한다.

주2) 시험품이 기기의 한 부품인 경우, 이의 동작모드가 다른 기기의 작동과 무관하게 전환될 수 없으므로, 최고의 방해를 만드는 조건의 선택은 불가능하다. 어떤 기기들에 있어서, 이들 조건은 시간에 따라 달라질 수도 있는데, 특히 기기들이 주기적으로 작동하는 경우에 그러하다. 그런 경우, 최대 방해 산출 조건에 접근하기 위해서는 관측 기간이 선택되어야 한다.

측정은 최대 방해 전기자기장 강도의 방향을 알아내기 위해서 선택된 주파수 각각에 대해서 거의 동일한 거리의 시험품 주변에서 이루어져야 한다. 시험품은 최소한 3개의 상이한 방향에서 시험해야 한다. 각각의 주파수에서 최종적인 방해 강도의 측정은 최대 방해강도 (강도는 주파수마다 다를 수 있음)의 방향에서 수행하되 현지의 조건을 참작한다.

최대 방해강도는 수직 및 수평 편파의 안테나에 의해 측정한다.

어떤 주위방사에 대한 방해 전기자기장 강도 측정치의 비율이 6 dB 미만이라면, 부록 A에 소개한 측정방법을 사용한다.

7.5.2 전기자기장 측정(9 KHz - 30 MHz)

7.5.2.1 측정방법

방해 자기장의 강도는 시험품을 최대 방해 강도를 발생하는 동작모드로 놓고 최대 방사 방향에서 측정되어야 한다.

수평 편파 방해 강도는 높이 1m (접지면과 안테나 최저 부분 사이)의 표준 측정거리 d_{limit} 에서, K00016-1-4의 4.2.1에 기술된 대로 루프 안테나를 사용하여 측정된다. 최대 방해 강도는 안테나를

회전시켜서 결정되어야 한다.

주) 어떤 방향으로 배열된 선들로부터 나오는 최대 방해 전기자기장 강도의 측정을 위하여, 안테나는 3개의 직교 방향으로 배치되어야 하며, 측정된 전자계 강도는 아래 공식으로 계산된다.

$$E_{\text{sum}} = \sqrt{(E_x^2 + E_y^2 + E_z^2)}$$

전기장 등가에 대해 허용한계치가 주어지지만 측정된 강도는 자계 성분일 경우 자기장 강도는 자기장 지시치에 377을 곱함으로써 자유공간 임피던스 377Ω 을 이용하여 해당 전기장 강도로 환산될 수 있다. 이 경우의 자계(H)는 아래 식으로 주어진다.

$$H_{\text{sum}} = \sqrt{(H_x^2 + H_y^2 + H_z^2)}$$

이 자계 값은, 자기장 강도에 대하여 직접 허용 한계값이 주어졌을 경우, 직접 사용된다.

안테나가 3 개의 직교방향으로의 이동이 불가능한 경우는, 최대 방해 강도의 측정을 위해서 최대 지시치 방향으로 손을 이용해 돌려줄 수 있다.

7.5.2.2 표준 거리 이외의 측정 거리

표준 거리 d_{limit} 를 고수함이 불가능한 경우는, 제품 표준 혹은 일반 표준에 지정된 대로 최대방사 방향에서 표준 측정거리에 비하여 작거나 큰 거리에서 측정되어야 한다.

표준 거리를 사용할 수 없을 경우 표준 측정거리보다 크거나 작은 상이한 측정 거리에서 3회 이상의 측정 결과가 사용되어야 한다.

측정 결과(데시벨 단위)는 로그 눈금 상에서 측정거리의 함수로서 도표화한다. 측정 결과를 결합하여 1개의 선으로 그려 넣는다. 그 선은 전자계 강도의 감소를 나타내며, 측정거리 이외의 거리, 예를 들어, 표준거리에서의 방해 전기자기장 강도를 구하기 위해서 사용된다.

7.5.3 전기자기장 측정(30 MHz 이상 주파수)

7.5.3.1 측정방법

전기자기 방해는 시험품을 최대 방해 강도를 발생하는 동작모드에 놓은 상태의 표준거리에서 최대방사 방향으로 측정되어야 한다. 최대 수직 및 수평 편파 방해 강도는 가급적이면 1 m ~ 4 m의 가변 높이에서 광대역 안테나를 사용하여 측정되어야 한다. 이때 최대값을 측정치로 한다.

200 MHz 이하의 주파수 범위에서의 측정에는 쌍원뿔 안테나를 사용하며, 200 MHz를 초과하는 주파수범위에서의 측정에는 대수주기 안테나를 사용할 것이 권장된다. 측정 안테나와 부근의 금속 요소(케이블 포함)들 사이의 거리는 2 m를 초과해야 한다.

7.5.3.2 표준거리 이외의 측정거리

표준 측정거리 d_{std} 는 제품 표준 혹은 일반 표준에 명시된다. 표준 측정거리를 지키기가 불가능한 경우, 방해 강도는 7.5.2.2에 기술된 바와 같이 상이한 여러 측정거리에서 측정되어야 한다. 각 측정에 안테나의 높이 변화가 있어야 한다. 표준거리 d_{std} 에서의 방해 강도는 측정된 강도를 대수 눈금상에 측정거리의 함수로서 도표화함으로써 7.5.2.2에 따라 결정된다.

여러 측정거리에서 측정하기가 어렵고 측정거리가 빌딩의 외벽이나 구역의 경계가 될 경우 측정 결과는 방정식(5)을 사용하여 표준거리로 환산되어야 한다.

$$E_{std} = E_{mea} + n \times 20 \times \log (d_{mea}/d_{std}) \quad (5)$$

여기서,

E_{std} : 방사 허용한계값과의 대비를 위한 dB(uV/m) 단위의 표준거리에서의 전기자기장 강도.

E_{mea} : dB(uV/m) 단위의 측정거리에서의 강도.

d_{mea} : m 단위의 측정거리

d_{std} : m 단위의 표준거리

n 은 아래와 같이, 거리 d_{mea} 에 의존한다.

$30 \text{ m} \leq d_{mea}$ 이면, $n = 1$

$10 \text{ m} < d_{mea} < 30 \text{ m}$ 이면 $n = 0.8$

$3 \text{ m} < d_{mea} < 10 \text{ m}$ 이면 $n = 0.6$

주) $n < 1$ 이면 측정거리와 시험품까지의 거리 간의 차이를 조정한다.

3 m 이내의 측정거리는 사용하지 않는다.

여러 측정거리에서의 측정이 불가능하며 측정거리가 빌딩의 외벽이나 구역의 경계 때문에, 방정식 (5)을 사용하지 않는 경우, 전기자기장 강도는 복사 방해전력의 측정에 의해 결정된다 (7.5.4 참고).

7.5.4 치환 방법을 이용하는 유효 복사 방해전력의 현장 측정

7.5.4.1 일반적인 측정 조건

치환 방법은 시험품의 스위치를 끌 수 있을 경우에만, 치환을 위해 시험품을 들어낼 수 있을 경우에 추가적 조건 없이 사용될 수 있다.

시험품을 들어낼 수 없으며, 그 전면이 큰 평면일 경우, 치환에 대한 이 면의 영향이 고려되어야 한다 (방정식 (3b) 참조 d_{limit}). 시험품의 앞쪽 표면이 측정 방향의 2차원 평면에 맞추어지지 않는 경우는 추가적인 측정 불확도는 고려되지 않는다.

시험품의 스위치를 끌 수 없는 경우에도 시험품으로부터의 방해 전기자기장 강도가 관련 주파수에서의 강도보다 20 dB 이상 낮은 어떤 가까운 주파수를 이용하여 특정 주파수에서 시험품으로부터의 복사 방해전력을 측정하는 치환 방법을 이용할 수 있다 ("가까운"이라는 것은 한 두 개 이내의 수신기 IF 대역폭을 의미함). 선택되는 주파수는, 가능하다면, 무선서비스에 대한 가능한 장애에 관해서 선택되어야 한다.

7.5.4.2 30 MHz - 1 000 MHz 주파수 범위

7.5.4.2.1 측정거리

선택된 측정거리는 원거리장에서 측정이 이루어지는 거리이어야 한다. 이 요건은 일반적으로 다음과 같은 두 경우가 성립될 때 충족된다.

a) d 가 $\lambda / 2\pi$ 보다 크다.

b) $d \geq (2 \times D^2)/\lambda$

여기서,

d : m 단위의 측정거리

D : m 단위의, 케이블을 포함한 EUT의 최대 면적 치수

λ : m 단위의 파장

또는,

측정거리 d 는 30 m 보다 크거나 같다.

원거리장에서 방정식(5)에서 지수 n 은 1로 가정될 수도 있다. 더 짧은 측정거리가 선택되는 경우, 이 가정은 7.5.3.2의 절차를 이용, 유효성이 확인되어 전자계장 강도가 거리에 역비례 하여 이탈해 가는 것이 검증될 수 있다.

만일, 지역적 조건상, 더 짧은 측정거리의 선택이 필요한 경우, 이를 명기해야 한다.

7.5.4.2.2 측정 방법

유효 복사 방해전력은 시험품을 최대 방해 전기자기장 강도를 발생하도록 하는 동작모드에 놓은 상태에서 최대 방사 방향에서 측정한다. 측정거리는 7.5.4.2.1에 적합하게 선택되어야 하며 선택된 주파수에 대한 최대 방해 강도는 가급적 1 m - 4 m 범위 이상으로 안테나 높이를 변경해가면서 측정되어야 한다.

유효 복사 방해전력의 측정을 위해서 아래 순서 a) ~ g)를 따른다.

- a) 시험품을 분리하여 제거한다. 반파장 다이폴 안테나 혹은 이와 관련하여 유사한 방사 특성과 알려진 이득 G 을 가진 안테나를 그 대신에 놓는다. 현실적으로 시험품을 들어낼 수 없게 된 경우, 시험품의 주위에 반파장 혹은 광대역 다이폴 안테나를 (시험품과의 상호결합을 최소화하기 위해 약 150 MHz 미만을 주파수 범위에서) 시험품 근처에 배치한다. 근처는 3m까지의 범위이다.
- b) 반파장(혹은 광대역) 다이폴 안테나는 이후 동일한 주파수에서 작동하는 신호발생기에 의해 신호가 공급된다.
- c) 반파장 다이폴 안테나 (혹은 광대역 안테나)의 위치 및 편파는 측정수신기가 최대 전기자기장 강도를 수신할 수 있는 그런 위치와 편파이어야 한다. 시험품을 제거할 수 없을 경우, 가능한 한, 이의 스위치를 끄고 다이폴 안테나를 시험품 주위 3 m 이내 범위까지 이동한다.
- d) 측정수신기가 시험품의 최대 방해 강도가 측정되었을 때와 동일한 지시치를 보일 때까지 발생하는 신호의 전력을 변동시켜야 한다.
- e) 시험품의 전면이 큰 평면의 표면 (예를 들어, 케이블 TV 회로망 설비가 된 건물)을 채우는 경우, 치환 안테나 (반파장 다이폴 안테나)를 (건물 전면) 평표면 앞 약 1 m의 거리에 배치한다. 치환의 위치는 치환 안테나와 측정안테나 간의 가상선이 건물 전면의 방향과 직각을 이루도록 선택한다.
- f) 반파장 다이폴 안테나(혹은 광대역 안테나)를 둘러싸며 그 안테나와 측정수신기 사이의 측정 축에 직각인 평면의 가상 표면에 대한 높이, 편파 및 거리는 수신기가 최대 전기자기장 강도를 수신할 수 있도록 변동되어야 한다
- g) 신호발생기의 전력도 위의 d)와 같이 변동되어야 한다.

제거된 시험품과 전면이 큰 가상 평표면 이내에 있지 않는 시험품의 경우, 신호발생기의 세기 P_G 와 반파장 다이폴 안테나와 관련한 전송 안테나의 이득 G 의 합은 유효 방사 방해전력 P_r 로 측정된다.

$$P_r = P_G + G \quad (7a)$$

시험품이 큰 가상 평표면 (예: 케이블 TV 회로망을 가진 건물)의 안에 맞추어지는 경우, 그 표면의 전면에 설치되는 다이폴 안테나의 이득 증가는 아래 식으로 주어진다.

$$P_r = P_G + G + 4 \text{ dB} \quad (7b)$$

여기서,

P_r : dB(pW)

P_G : dB(pW)

G : dB 단위로 각각 표시된다.

유효 방사 방해전력은 표준 측정거리 d_{std} 에서의 방해 강도 계산을 위해 사용된다. 자유공간 방해 강도 E_{free} 는 아래 방정식을 이용하여 산출된다.

$$E_{free} = \frac{7 \sqrt{P_r}}{d_{std}} \quad (8)$$

여기서,

E_{free} : uV/m

P_r : pW

d_{std} : m 단위로 표시된다.

방정식 (8)에서 산출된 자유공간 장의 강도를 표준 시험장에서 측정된 방해 장의 강도의 한계와 비교할 경우, 표준 시험장에서 측정된 장의 강도는 접지면의 반사로 인하여, 방정식 (8)의 자유공간 장의 강도에서 보다 약 6 dB이 높다는 점을 참작해야 한다. 방정식 (8)은 이러한 증가량을 고려하여 수정한다. 따라서, 아래 방정식을 이용하여 표준거리에서의 방해 장의 강도 E_{std} 를 수직 편파에 대해서 산출할 수 있다.

$$E_{std} = P_r - 20 \log d_{std} + 22,9 \quad (9a)$$

160 MHz 미만의 수평편파에 있어서, 최대의 강도는 규격 시험장에서는 측정되지 않는다. 따라서, 6 dB의 계수는 다음과 같이 수정된다.

$$E_{std} = P_r - 20 \log d_{std} + 16.9 + (6 - c_c) \quad (9b)$$

여기서,

E_{std} : dB(uV/m) 단위로 표시

f : 측정 주파수

d_{std} : m 단위로 표시

C_c : 수평 편파를 위한 보정계수이다. 이 계수는 방사원의 높이가 1 m임을 전제로 결정되었다.

f MHz	30	40	50	60	70	90	100	120	140	160	180	200	750	1,000
C_c dB	11	10.2	9.3	8.5	7.6	5.9	5.1	3.4	1.7	0	0	0	0	0

방해 전기자기장의 강도 결정 방법은 주로 측정 안테나와 시험품의 사이에 장애물이 있는 경우에 사용 가능하다.

7.5.4.3 1 GHz - 18 GHz 주파수 범위

7.5.4.3.1 측정거리

선택된 측정거리는 측정이 원거리장에서 수행되는 거리이어야 한다. 원거리장 조건은 쌍봉형 도파관 혼, 혹은 대수주기 안테나로써 복사 방해전력을 거리의 함수로서 측정하여 검증되어야 한다. 요건은 측정거리가 전이 거리(transition distance) 보다 클 경우에 충족된다. 전이 거리는 그림 10에 보인 바와 같이 결정되는 전이점에 의해 표시된다. 측정 결과는 도표에 표하되 두 평행선이 5 dB 만큼 분리되게 그려 넣어, 많은 측정결과가 포함되게 한다. 전이점은 선분이 교차하는 지점으로서 그 이후는 복사전력이 10단위당 20 dB 만큼씩 감소한다.

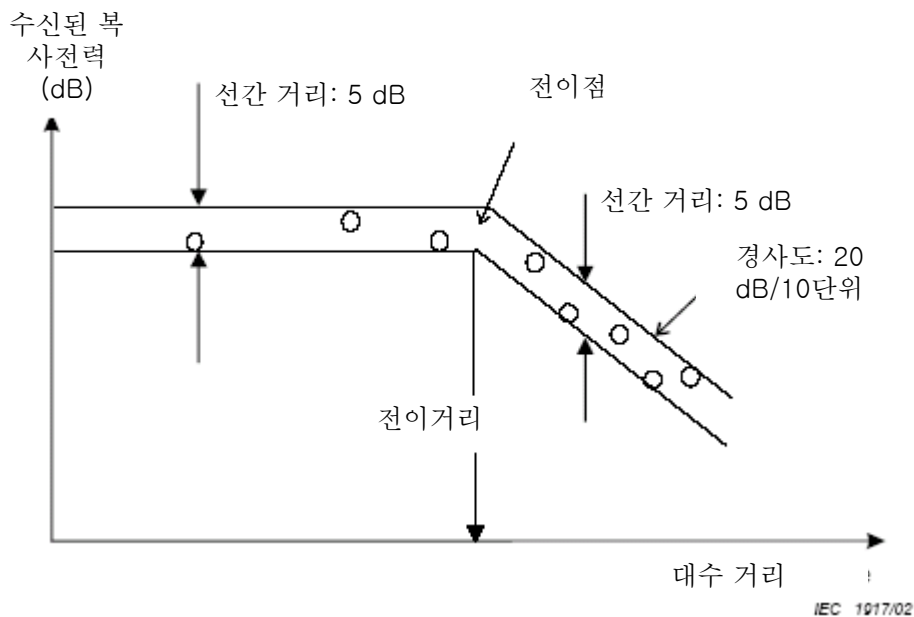


그림 17 - 전이 거리의 결정

7.5.4.3.2 측정 방법

복사 방해전력은 시험품을 최대 방해 전기자기장의 세기를 발생하는 동작모드에 놓고 최대 방사 방향에서 측정되어야 한다. 최대 방사 방향의 결정에는 쌍봉형 도파관 혼 안테나 혹은 대수주기 안테나가 사용된다. 이어서 7.5.4.2에 적합하게 측정거리가 선택되며, 선택된 주파수에서의 방해 전기자기장 강도가 측정된다. 안테나 위치는 측정된 전기자기장 강도가 (예를 들어, 반사에 기인하는) 국부적 최소치가 아니라는 것을 보증하기 위해서 약간씩 변동이 주어져야 한다.

복사 방해전력 측정의 경우, 시험품은 전원을 차단하고 쌍봉형 도파관 혼안테나 혹은 대수주기 안테나는 시험품 위치 또는 시험품 바로 곁에 배치한다. 안테나는 이후 동일한 주파수에서 작동하는 신호발생기에 의해 신호를 공급한다. 안테나의 방향은 시험 수신기가 최고의 강도를 수신할 수 있도록 배치한다. 이 안테나 위치에서 고정한다. 발생되는 신호 전력은 시험수신기가 시험품이 발생하는 신호 전력과 동일한 전력을 수신할 때까지 변동시킨다. 신호발생기의 세기 PG와 반파 쌍극

안테나에 관한 송신 안테나의 이득 G 의 합은 요구되는 복사 방해전력 P_r 이 된다.

$$P_r = P_G + G$$

(10)

여기서,

P_r : dB(pW)

P_G : dB(pW)

G : dB 단위로 표시된다.

7.5.5 측정 결과의 문서화

현장 측정의 특정한 환경과 조건은 반드시 문서화하여 다시 측정할 때 동작조건을 재현할 수 있게 해야 한다. 문서화할 때는 아래 사항들이 포함되어야 한다.

- 표준 시험장을 사용하는 대신에 현장측정을 하는 사유.
 - 시험품의 내역
 - 기술적 사항의 문서화
 - 측정이 수행된 지점을 나타내는 측정 장소 축척 도면
 - 측정된 설비의 내역
 - 측정된 설비와 시험품 간 모든 연결의 세부사항 (위치/구성의 기술자료 및 세부사항)
 - 동작조건 기술
 - 측정기기의 세부사항
 - 측정결과
 - 안테나 편파
 - 측정치: 주파수, 측정수준 및 방해수준
- 주) 방해수준은 표준측정거리에 관한 수준이다.
- 장애 정도의 평가 (적용될 경우)

7.6 루프 안테나 시스템(LAS) 측정

본 부록에서 고려되는 루프 안테나 시스템(LAS)은 9 kHz - 30 MHz 주파수범위에서 단일 시험품에 의해 방사되는 자계 강도의 옥내 측정에 적합하다. 자계 강도는 시험품의 방해 자기장에 의해 LAS로 유도되는 전류 단위 측정된다.

LAS는 K 00016-1-4의 E.4 절에 명기된 방법을 사용하여 정기적으로 유효성확인이 수행되어야 한다. 또 그 부록에는 LAS의 완전한 내역 그리고 LAS로 얻은 측정결과와 7.2에 기술된 대로 얻은 측정결과 사이의 관계가 주어진다.

7.6.1 일반적인 측정의 조건

그림 11.은 LAS에 의하여 수행되는 측정의 일반적 개념을 나타낸다. 시험품은 LAS의 중심에 설치된다. LAS의 3개 큰 루프 안테나 각각으로 흐르는 시험품의 자기 강도에 의하여 유도되는 전류는 큰 루프 안테나의 전류 프로브를 측정 수신기(혹은 동등한 기기)에 연결하여 측정한다. 측정 중에 시험품은 고정위치에 유지한다.

3개의 상호 직교 자기장 성분에서 비롯되는 3개의 큰 루프 안테나 전류는 차례대로 측정된다. 측정되는 각 전류 레벨은 제품 표준에 지정되는 대로 dB μ A 단위의 방사 한계값에 적합해야 한다.

방사 한계는 표준 직경 2 m의 큰 루프 안테나가 부착된 루프 안테나 시스템에 적용된다.

7.6.2 시험 환경

LAS의 외곽경계와 가까운 물체 (바닥, 벽 등) 사이의 거리는 최소한 0.5 m로 한다.

RF 주변 전자기장에 의하여 LAS에 유도된 전류는 K 00016-1-4의 5.4에 적합하게 판정된다.

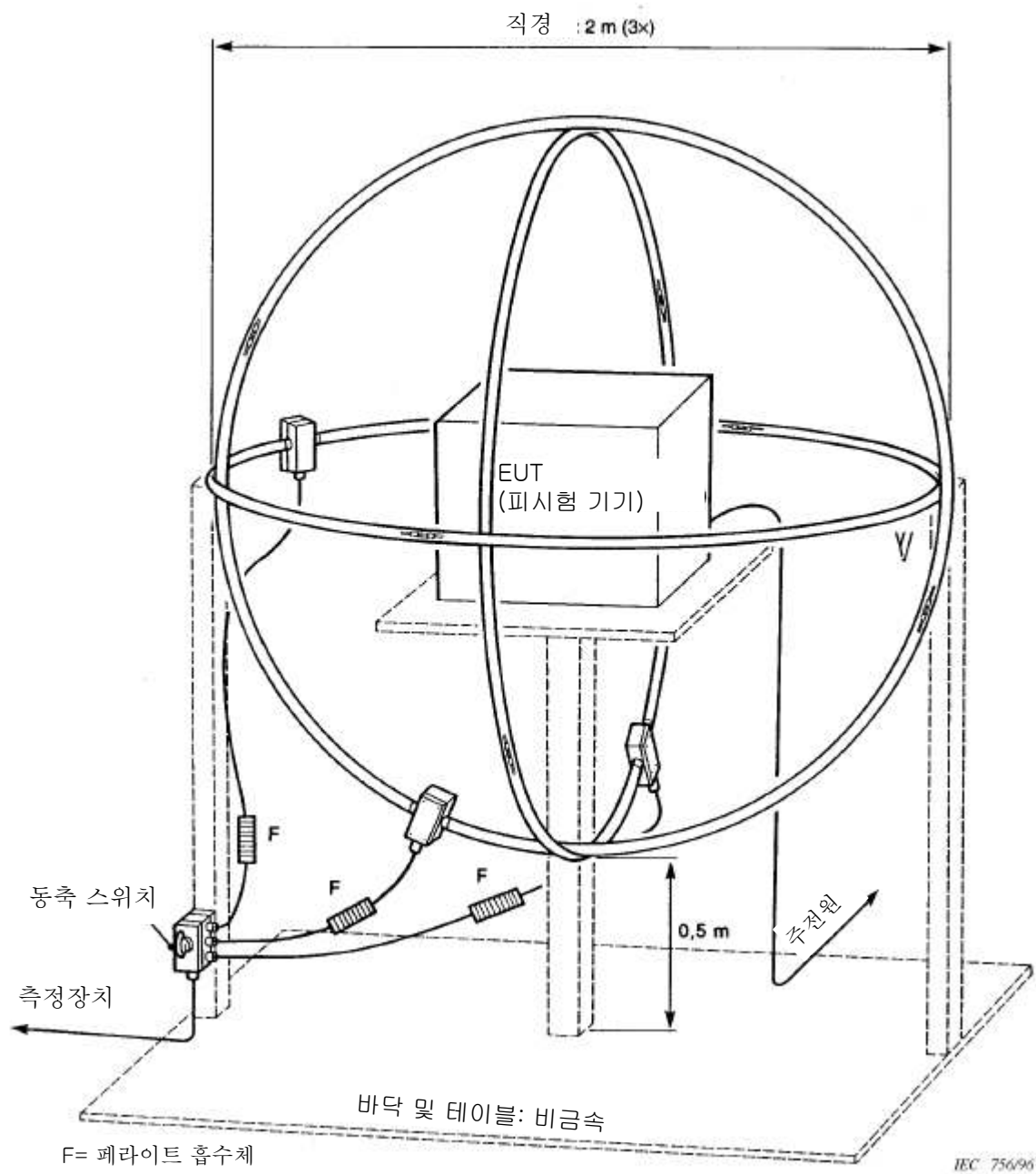


그림 18 - 루프 안테나 시스템(LAS)에 의한 자기장 유도전류의 측정 개념

7.6.3 시험품의 구성

시험품과 LAS간의 불요 정전용량 결합을 피하기 위해, 시험품의 최대 치수는 시험품과 LAS의 표준 2 m 큰 루프 안테나 사이에 최소한 2 m의 거리가 허용되어야 한다.

주전원 선의 위치는 최대한의 전류 유도를 위하여 최적화 되어야 한다. 일반적으로, 그 위치는 시험품이 전도 방사 한계에 적합할 경우는 중요하지는 않다.

대형 시험품의 경우, LAS의 루프 안테나 직경은 4 m까지 커질 수 있다. 그런 경우에는 아래와 같이 한다.

- a) 측정된 전류 값은 K 00016-1-2의 B.6에 적합하게 보정되어야 한다.
- b) 시험품의 최대 치수는 시험품과 큰 루프 사이에 최소한 $0,1 \times D$ m의 거리를 허용해야 한다. 여기서 D는 비표준 루프의 직경을 말한다.

8. 방사의 자동 측정

8.1 서론: 자동 측정에 대한 주의사항

반복해서 하는 EMI 측정에서 지루한 면을 자동 측정으로 상당 부분 제거할 수 있다. 측정값을 판독하고 기록할 때의 조작원 실수를 최소화한다. 그러나 데이터 수집을 위해 컴퓨터를 사용하면 조작원이 발견할 수도 있는 새로운 형태의 오류가 유입될 수 있다. 어떤 경우에는, 숙련된 조작원이 손으로 하는 측정에서보다 자동화 시험 시에 수집된 데이터에서 더 큰 측정 불확도가 야기되기도 한다. 원칙적으로는 방출 값이 수동으로 측정되느냐 아니면 소프트웨어 제어 하에서 측정되느냐 하는 데서 비롯되는 정확도 차이는 없다. 두 경우 모두 측정 불확도는 시험장치에 사용하는 장비의 정확도 규격에 근거한다. 그러나 전류측정 환경이 소프트웨어 구성 시나리오와 다를 경우 어려움을 겪을 수도 있다.

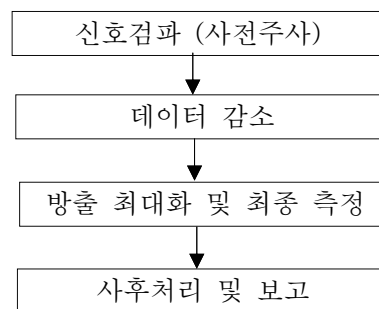
예를 들어, 자동시험 시간 동안 주변 신호가 존재한다면, 고수준의 주변 신호에 근접한 주파수에서의 시험품 방출은 정확하게 측정되지 않을 수도 있다. 그러나 노련한 시험자는 실제 간섭과 주변 신호를 구별해 낼 가능성이 높기 때문에 시험품 방출 측정에 대한 방법은 필요에 맞게 적응시킬 수 있다. 그렇지만 실제 방출 측정에 앞서 OATS에 존재하는 주변 신호를 기록하기 위해 시험품을 꺼둔 채로 주변 주사를 수행함으로써 소중한 시험 시간을 절약할 수 있다. 이런 경우에는 소프트웨어가 적절한 신호 확인 알고리즘을 적용해 특정 주파수에서의 주변 신호 존재에 대해 조작원에게 경고할 수도 있다.

시험품 방출이 서서히 변화하거나, on-off 주기가 느리거나 과도적 주변 신호(예로, 아크용접 과도 전압)가 발생하는 경우, 조작원의 개입이 권장된다.

8.2 일반 측정 과정

신호를 최대화하여 측정하기 전에 EMI 수신기로 신호를 차단할 필요가 있다. 해당 스펙트럼 내의 모든 주파수에 대해서 방출 최대화 과정 동안 준 침두치 검파기를 사용하면 시험 시간이 지나치게 늘어난다(6.5.1 참고). 방출 주파수마다 안테나 높이 주사와 같은 시간이 많이 걸리는 과정을 요구하지는 않는다. 그러한 과정은 측정된 방출 침두 진폭이 방출 한계치 보다 높거나 근접하는 주파수로 한정되어야 된다. 따라서 오직 그 주파수에서의 진폭이 한계치에 가깝거나 한계치를 능가하는 중요 주파수에서의 방출만을 최대화하여 측정한다.

다음 일반 과정으로 측정 시간을 줄일 수 있다.



8.3 사전주사 측정

전반적인 측정 절차의 초기 단계는 다목적으로 이용된다. 사전주사는 그 주된 목적이 추가적인 시험 또는 주사의 매개변수의 근거가 될 최소한의 정보를 수집하는 것이므로 사전주사로 인해 시스템에 대한 제한조건과 요건의 수를 최소로 한다. 이런 측정 모드는 새 제품의 방출 스펙트럼 친숙도가 매우 낮은 경우에 새 제품을 시험하기 위하여 사용한다. 일반적으로 사전주사는 해당 주파수 범위에서 주요 신호가 어디에 위치하는지 알아보기 위해 사용하는 데이터 수집 과정이다. 이 측정 목적에 따라 진폭 비교를 통한 향상된 주파수 정확도(예로 OATS에 대한 더 많은 공정을 위해)와 데이터 축소뿐만 아니라 안테나 타워와 회전반 운전까지 필요할 가능성이 있다(방사된 방출 시험의 경우). 이런 요소들로 인해 사전주사를 하는 동안 측정 순서가 결정된다. 모든 경우에 사후처리를 위해 신호목록에 그 결과가 저장된다.

시험품의 미지의 방출 스펙트럼에 대한 정보를 신속히 입수하기 위하여 사전주사 측정을 할 때 6.5의 고려사항을 적용하여 주파수 주사를 실시한다.

- 측정 소요시간 결정

시험품의 방출 스펙트럼과 특히 최대 펄스 반복 간격 T_p 를 모르는 경우, 측정 시간 T_m 이 T_p 보다 짧지 않도록 이를 조사해야 한다. 시험품 방출의 단속적인 특성은 방출 스펙트럼의 임계 침두치에 대해서 특히 의미가 있다. 첫째 어떤 주파수에서 방출의 진폭이 안정적이지 않은지 알아야 한다. 이는 측정 장비나 소프트웨어의 최대홀드를 최소홀드 또는 지우기/쓰기 기능과 비교하여 15초

동안의 방출을 관찰해서 이루어진다. 예로, 최대-홀드 결과와 최소-홀드 결과 사이에 2 dB 이상의 차이가 나는 신호를 단속적 신호로 표시한다(잡음을 단속적 신호로 표시하지 않도록 주의한다). 복사성 방출의 경우에 안테나의 편파를 변경하고 측정을 반복한다. 이는 특정 단속적 침투치가 잡음 수준보다 낮은 수준에 머무르기 때문에 발견하지 못할 위험성을 줄이기 위해서 필요하다. 모든 단속신호에서 제로 스펙을 적용하거나 측정 수신기의 IF-입력에 연결된 오실로스코프를 사용하여 펄스 반복 기간 T_p 를 측정할 수 있다. 올바른 측정시간은 또한 최대홀드와 지우기/쓰기 디스플레이 사이의 차이가, 예를 들어, 2 dB 아래가 될 때까지 시간을 늘림으로써 측정 가능하다. 더 많은 측정(최대화 및 최종 측정) 동안 주파수 범위의 각 부분에서 측정시간 T_m 이 적용 가능한 펄스 반복 기간 T_p 보다 작지 않도록 해야 한다.

측정 형식은 아래와 같이 사전 주사 측정의 정의를 결정한다.

9 kHz - 30 MHz 주파수범위의 복사 방사에 대해서, 수신기가 방사 스펙트럼을 주사하는 동안 최대 전기자기장 강도를 구하기 위해서 루프 안테나와 시험품을 회전시킬 필요가 있다.

30 MHz - 1 000 MHz 주파수범위에서는 안테나 높이를 측정 거리, 주파수 범위 및 편파에 근거 하여 표 2에 제시된 고정 높이로 미리 맞추어둘 수도 있다. 충분한 수의 시험품 방위각을 위해 필요한 사전주사 측정이 이루어져야 한다. 신속한 개관을 위한 측정의 경우, 사전 주사 측정으로 최종적인 최대화를 위한 시발점으로서 복사 방사 진폭 지시치가 나오게 할 수 있다. 최악 사례의 안테나 높이, 편파 및 시험품 방위각을 더 상세하게 알려고 할 경우 적용 가능한 표준을 이용하여 적절한 최대화 과정을 결정해야 한다.

1 GHz 이상의 주파수 범위에서 안테나는 수평 및 수직 편파의 상태로 설치하고, 방사 스펙트럼을 주사하면서 최대 전자기장 강도를 구하기 위해 시험품을 회전시켜야 한다. 시험품의 표면이 수신안테나의 빔에 비해 넓다면, 안테나를 시험품에 평행한 수직면을 따라서 가로 세로로 이동시켜 시험품 표면 전체를 덮을 수 있게 할 필요가 있다 (7.3.4.1 참고).

표 4 - 30MHz - 1 000MHz 주파수범위에서 (사전 주사를 위한) 신호 인터셉트를 보장하는 추천 안테나 높이

측정거리 m	편 파	주파수범위 MHz	각 주파수범위의 권장 안테나 높이 m
3	h	30-100	2.5
		100-250	1/2
		250-1000	1/1.5
	v	30-100	1
		100-250	1/2
		250-1000	1/1.5/2
10	h	30-100	4
		100-200	2.5/4
		200-400	1.5/2.5/4
		400-1000	1/1.5/2.5
	v	30-200	1
		200-300	1/3.5
		300-600	1/2/3.5
		600-1000	1/1/5/2/3/5
30	h	30-300	4
		300-500	2.5/4
		500-1000	1.5/2.5/4
	v	30-500	1
		500-800	1/3.5
		800-1000	1/2.5/3.5

주 1) 권장 안테나 높이는 (사전 주사에만 알맞은) 3 dB의 최대 오차에 대해서 0.8 m - 2.0 m 범위의 방해된 위상 중심 높이에 알맞게 유도된 것이다. 위상 중심높이 범위가 감소할 경우 수신안테나 높이의 수도 감소할 수 있다. 예를 들어 높은 주파수범위에서, 로빙이 발생할 경우 더 많은 안테나 높이가 필요할 수도 있다.

주 2) 통신 시스템 같은 대단히 큰 시험품의 경우 수신안테나는 안테나 빔 폭에 따라서 수직 및 수평의 여러 위치로 배치할 필요가 있을 경우도 있다.

8.4 데이터 축소

전반적 측정절차의 두 번째 단계는 사전 주사하는 동안 수집되는 신호수를 줄여서 전체 측정 시간을 더욱 단축하는 것을 목적으로 사용된다. 이런 과정을 통해 여러 가지 다른 임무를 수행할 수 있는데, 스펙트럼 내의 중요 신호 측정, 주변 또는 보조기구 신호와 시험품 방출의 구별, 한계선에 대한 신호 비교, 또는 사용자지정 규칙에 근거한 데이터 축소가 그 예이다. 여러 검파기의 연속적 사용과 진폭 대 한계 비교를 포함하는 데이터축소방법의 또 다른 예가 본 규격의 부록 A의 의사 결정나무에 수록된다. 데이터축소는 소프트웨어 툴 또는 수동 조작원 개입을 포함하여 완전 자동화로 아니면 대화식으로 실행 가능하다. 데이터축소를 자동화 시험의 별도 부분으로 구성할 필요는 없다. 다시 말해, 데이터축소는 사전 주사의 일부분이다.

특정 주파수범위에서, 특히 FM 대역에서 청각적 주변 식별이 대단히 효과적이다. 이를 위해서는 신호의 변조 내용을 청취 가능하도록 신호를 복조할 필요가 있다. 사전 주사의 출력목록에 수많은 신호가 포함되어 청각적 식별이 필요할 경우 다소 긴 과정이 될 수 있다. 그러나 동조와 청취를 위한 주파수 범위가 지정되어 있다면 이런 범위 내의 신호만이 복조된다. 데이터 축소 과정의 결과는 추가 처리를 위해 별도의 신호목록에 기억된다.

8.5 방출 최대화 및 최종 측정

최종 시험 동안 방출을 최대화하여 방출 최고 수준을 측정한다. 신호를 최대화한 후 적절한 측정 시간(지시치가 한계에 부근에서 변동을 나타낼 경우 15초 이상)을 고려하면서 준 침두치 검파 또는 평균 검파를 이용하여 방출 진폭을 측정한다.

측정 형식은 최대신호진폭을 산출하는 최대화 과정을 규정한다.

- 방사 방해 측정의 경우

9 kHz- 30 MHz 주파수범위에서는 시험품 방위각과 루프안테나 방위각을 변동시켜서 지시치를 최대화한다.

30 MHz - 1 000 MHz 주파수범위에서는 시험품 방위각의 변동과 측정안테나의 편파 및 높이 변동으로 지시치를 최대화한다.

1 GHz 이상의 주파수범위에서는 시험품 방위각의 변동과 측정안테나의 편파 변동으로, 그리고 시험품 표면이 안테나 빔 보다 넓을 경우 시험품 표면을 따라서 안테나를 이동시켜서 지시치를 최대화한다.

실제 최대화 순서를 실행하기 전에 약조건의 시험품 설정을 결정하여 최대방사진폭의 검파를 보장해야 한다. 약조건 상태의 방사를 산출하는 시험품과 케이블의 구성을 찾는 과정은 주로 수동 조작에 의한다. 이는 케이블과 장치의 배치를 조작하면서 진폭 변화를 관찰하기 위한 방사 스펙트럼의 그래픽 디스플레이와 신호 최대홀드 기능을 갖춘 주사수신기를 이용하여 이루어진다. 자동 최종방사측정은 약조건의 시험품 구성을 설정한 후에 시작되어야 한다.

특정 복사 방사 측정에는 시험품의 회전을 수반하고 어떤 높이 범위에 걸쳐 수신안테나를 주사하며 안테나의 편파를 변동시키는 최대화 과정이 포함된다. 많은 시간이 소요되는 이 탐색과정은 효과적으로 자동화될 수 있지만 다른 결과를 초래할 수 있는 다양한 탐색 전략이 이용될 수도 있음을 인식해야 한다. 시험품 방사 특성에 관한 이전의 지식일 경우, 안테나 마스트와 회전반의 탐색 범위 이내에서 최악사례 진폭을 구할 수 있는 최대화 순서가 선택되어야 한다. 이를테면 시험품이, 예를 들어 케이스 내의 슬롯 때문에, 수평면 내에서 높은 지향성 신호를 방출하는 경우 수신기로 데이터를 얻는 동안 계속해서 회전반을 돌려주어야 한다. 반면에, 선택된 위치의 각도 증분 사이가 너무 멀 경우 불연속 단계의 테이블 이동으로는 최대진폭의 검파가 불가능하게 되거나 신호가 완전히 상실될 수도 있다.

한 가지 탐색 방법은 안테나가 고정 높이로 되어있는 동안 회전반을 360° 회전시켜 최대진폭에 맞는 각도를 찾는 것이다. 다음에 (예를 들어, 수평에서 수직으로) 안테나 편파를 변경한 후에 최대 범위에 걸쳐 회전반을 되돌린다. 이 과정에 수신기로 시험 데이터를 계속해서 기록하면서 두 번째 회전반 주사 마지막에 회전반 각도와 안테나 편파에 기초한 최대 진폭을 측정한다. 그런 다음, 안테나와 회전반의 최악사례 위치들을 선택한 후 필요한 높이 범위에 걸쳐 안테나를 주사하여 최대진폭을 산출하는 위치를 구한다. 이 지점에서 최대 방사높이로 되돌아온 후 수신기의 준 침두치 검파기를 이용하여 방사 수준을 기록하거나 회전반의 증분 회전과 뒤이은 증분 높이 탐색으로 더 정밀한 탐색을 계속하여 주어진 주파수에서 더 정밀하게 최대방사 진폭을 구한다. 가장 짧은 시간에 최대의 시험품 방사를 구하는 최적의 탐색방법을 위한 소프트웨어를 설정하기 위해서 어느 정도 시험품의 방사 패턴을 이해할 필요가 있다. 최종 측정이 침두치가 아닌 방사 패턴의 경사에서 수행될 경우 시험결과에 변화가 있을 수 있다.

8.6 사후처리 및 보고

시험 과정의 마지막 부분에서는 문서 작성 관련 요건에 대해 다룬다. 이후 자동적으로 또는 대화식으로 신호목록에 적용할 수 있는 분류 및 비교 루틴을 정의하는 기능은 필요한 보고서와 문서 작성 시에 사용자에게 도움이 된다. 보정된 침두치, 준 침두치 또는 평균치 신호 진폭은 분류 또는 선택 기준으로 이용할 수 있어야 한다. 이런 과정의 결과는 별도의 출력목록에 기억시키거나 단일 목록에 넣을 수 있고 문서 작성 또는 추가 처리를 위해 이용 가능하다.

결과는 시험 보고서에 사용할 목적으로 표와 그래프 형식으로 표시되어야 한다. 그 외에도, 예를 들어, 사용되는 변환기 같은 시험시스템 그 자체, 측정용 계측장치, 제품 표준에 따른 시험품 장치의 문서화에 관한 정보도 시험보고서에 포함되어야 한다.

부록 A (정보)

주위방사 존재 시의 방해 측정

A.1 서론

높은 주위방사는 현장시험(전도 및 방사)과 야외시험장(OATS) 형식시험 중에 고려되어야 한다. 본 부록의 목적은 몇 가지 상황에 알맞은 측정절차를 기술하는 데 있다.

어떤 경우에 절차는 주변 신호로 유발되는 문제에 대한 해결책을 주지 못한다. 특히 절차로써 K 00016-1-4의 부록 5.4의 문제점들을 극복할 것으로 기대할 수는 없다. 그러나 이 요건이 아니라면 본 부록을 이용할 수 있다.

A.2 정의

A.2.1 시험품 방해

측정될 시험품 방사 스펙트럼

A.2.2 주위방사

시험품 방해 측정의 정확도에 영향을 미치며 시험품 방해 스펙트럼에 겹쳐지는 방사 스펙트럼

주) 이 방법은 K 00022의 10.6 절차를 고려하지 않는다.

A.3 문제점 설명

현장시험과 OATS 형식시험 중에 주위방사가 K 00016-1-4의 5.4 (시험장의 주위 무선주파수 환경)의 권고안과 맞지 않는 경우가 자주 있다.

시험품의 무선 방해는 종종 주위방사의 주파수대역 안에 들므로 시험품 방해와 주위방사 사이의 불충분한 주파수 간격이나 중첩 때문에 K 00016-1-4에 규정된 대로 무선방해측정수신기로 측정될 수 없다.

표준 CISPR 측정 수신기는 시험품 방해만 측정되는 모든 종류의 무선주파수에 대해 균일한 시험 결과를 얻기에 적합하다. 그러나 이 수신기는 시험품 방해와 주위방사의 식별이나 기술된 환경에서의 시험품 방해 측정에 효과적으로 활용되지는 못한다.

실제 장애 상황에서 현장시험의 대안은 없으므로 시험품 방해와 주위방사 사이의 차별화가 불가

능할 경우를 위해서 아래에 한 가지 해결책을 기술해둔다.

A.4 해결책의 제안

A.4.1 개관

시험품 방해와 주위방사는 아래와 같이 분류될 수 있다.

표 A.1 - 시험품 방해와 주위방사의 조합

시험품 방해	주위방사
협대역	협대역
	광대역
광대역	협대역
	광대역

협대역 주위방사는, 예를 들어, AM 또는 FM 방사일 수도 있다. 광대역 주위방사는, 예를 들어, TV 또는 디지털 변조 신호일 수 있다. 여기서 "광대역"과 "협대역"이라는 말은 K 00016-1-1에 규정된 대로 항상 측정수신기의 대역폭에 대해서 상대적이다. 협대역 신호는 측정수신기 대역폭보다 작은 어떤 대역폭을 가진 신호들로 정의된다. 이 경우 모든 신호의 스펙트럼 성분은 수신기 대역폭 안에 포함된다. CW 신호는 항상 협대역이다. 좁은 FM 신호는 실제 수신기 대역폭에 따라서 협대역이 될 수도 있고 광대역이 될 수도 있다. 이와는 대조적으로 임펄스 신호는, 이의 스펙트럼 성분 가운데 소수는 수신기 대역폭 안에 들며 다수는 바깥에 있으므로, 대개 광대역이다.

시험품 방해의 측정은 복잡한 문제이다. 첫째는 시험품 방해와 주위방사를 식별하는 문제가 있으며 둘째는 협대역 방사와 광대역 방사를 구별하는 문제가 있다. 첨단 측정수신기와 스펙트럼 분석기는 각종 분해대역폭과 검파기 유형을 제공한다. 이들은 조합 스펙트럼을 분석하며, 시험품 방해와 주위방사 스펙트럼을 구별하며 협대역과 광대역 방사를 구별하며 시험품 방해를 측정 (또는, 어려운 환경에서는, 평가)하기 위해서 사용된다.

OATS 형식시험의 경우 시험품 방해의 식별과 사전 측정은 비-적합 (예를 들어, 부분적으로) 흡수체를 댄 차폐실 내의 시험품 사전시험과 주위에 감춰진 방사 수준을 근처의 방사와 비교하여 결정할 수 있는 OATS에서의 최종시험으로 수행될 수도 있다.

시험품 방해와 주위방사를 분리할 수 없을 경우 방사의 중첩을 고려해야 한다. 분리를 위해서는 약 20 dB의 '시험품 방해 및 주위방사' 대 '주위방사' 비율이 필요하다.

IF 대역폭과 검파기가 지정된 대역폭과 준첨두치 검파기와 다를 경우 지정된 대역폭에서 QP 값은 측정오차 결정에 필요한 기준이 된다.

그림 A.1은 대역폭 및 검파기의 선택과 그 선택에 기인하는 측정오차 추정을 위한 흐름도이다.

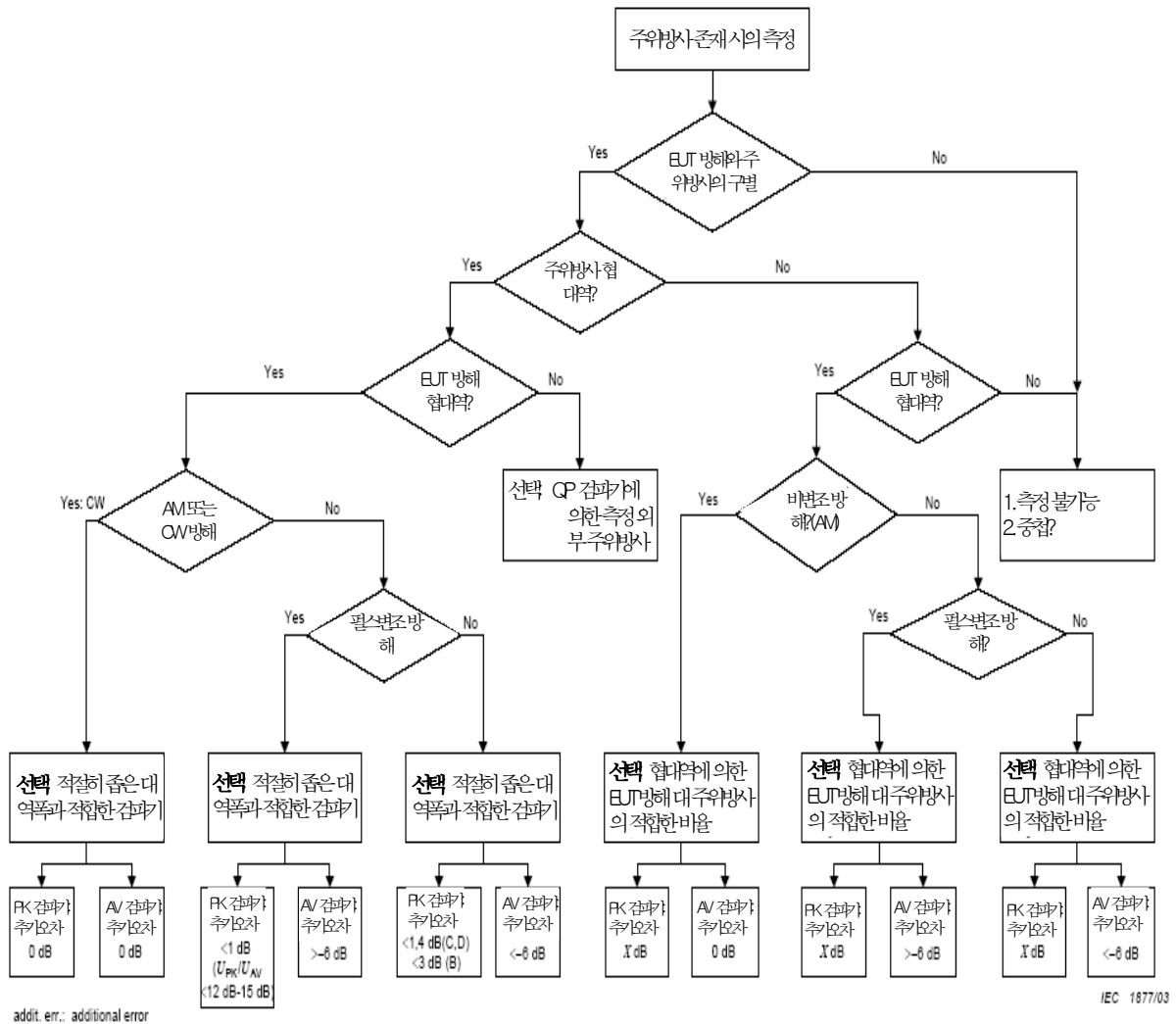


그림 A.1-대역폭 및 검파기의 선택과 그 선택에 기인하는 측정오차 추정을 위한 흐름도

A.4.2 차폐 정적 챔버(Shielded quiet chamber) 내에서의 시험품 사전시험

제약된 조건아래 차폐 정적 챔버(이 차폐 정적 챔버는 K 00016-1-4의 부록 E [K 00022의 부록 A]의 현재 NSA 값을 충족시키지 못하는 흡수체 부착 차폐실-반무반사실 또는 무반사실이다) 예비시험에서 얻은 방사 주파수와 진폭 데이터를 이용할 수 있다. 이는 진폭이 대단히 큰 방사 스펙트럼을 준다. 협대역 방사의 경우 제품 방사 스펙트럼은 제품에 사용되는 클럭 주파수의 고조파와 서브 고조파를 포함한다.

이들 사전시험 결과는 어떤 제한적인 환경에서 제품의 방사 진폭을 구하는 데 사용될 수도 있다. 특히 OATS에서 최종 적합성시험을 수행하면서 주파수 가운데 하나 이상이 주위의 RF에 의해서 가려질(감취질) 경우 이들 가려진 주파수에 인접한 주파수가 주위의 RF가 정확하게 일치하지 않을 가능성이 있다. 그러므로 가려지지 않은 방사는 필요한 수신기 또는 스펙트럼 분석기 대역폭을 이용하여 통상적인 방식으로 기록될 수 있다. 이때 주위 RF로 가려지는 시험품 방사 진폭은 다음과 같이 예비 정적 챔버 측정을 이용하여 판정될 수 있다.

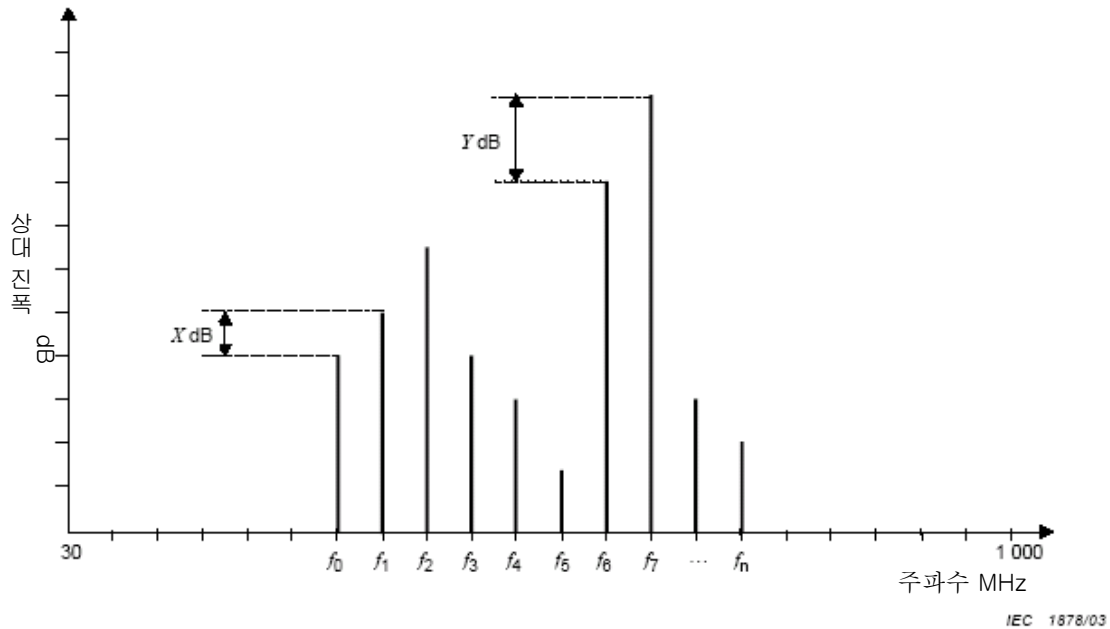
정적 챔버 예비 측정 중에 두 인접한 주파수 방사의 진폭이 X dB 만큼 차이가 있는 것으로 가정하자(그림 A.2 참고). 이때 주위 RF로 가려지지 않는 이들 주파수 중의 하나는 OATS에서 측정된다. 인접 주파수의 진폭을 구하기 위해서 측정 가능한 인접 주파수와 가려진 주파수의 진폭 차이(" X dB")를 소음실 내에서의 진폭에 가산할 (혹은, 차이의 부호에 따라 감산할) 수 있다. 이에 관해서는 그림 2.A에 표시되었으며, 여기서 (주파수 f_1 을 가려진 주파수 그리고 f_0 를 가려지지 않은 주파수라고 가정하면) f_1 의 진폭은 f_0 에서의 진폭보다 X dB 만큼 큰 것으로 표시된다. 이어서, OATS에서 f_1 의 진폭을 구하기 위해서 X dB를 f_0 의 측정 가능한 진폭 값에 가산한다. 마찬가지로, f_6 의 진폭이 정적 챔버 시험 중의 f_7 진폭보다 Y dB 만큼 작을 경우, (주위에 가려졌을 경우의) f_6 진폭은 OATS에서 측정 가능한 것으로 추정되는 f_7 의 진폭보다 Y dB 만큼 작을 것이다.

주) 위의 절차는 7.2.5.1 (시험환경)의 c)항에 포함된 내용을 부연 설명한다.

이 제한적 절차를 사용할 때는 아래와 같은 몇 가지 주의할 점이 있다.

- a) 예비시험에서 구해지는 인접 주파수는 하나 또는 두 인접 주파수(대개 기본 클럭 주파수의 저조파 또는 고조파) 이상 떨어져서는 안 되는데, 이는 정적 챔버의 비정칙성 효과로 OATS에서 측정된 주파수와 인접한 주파수들을 불필요하게 높아지거나 낮아지지 않게 하기 위해서다. 이 경우에 " X "(또는 그림 A.2의 " Y ") 값은 적절하지 않을 수도 있다.
- b) 인접 주파수의 진폭은(최종 적합성 측정의 경우에 하는 것처럼) 정적 챔버에서 수신 안테나의 높이 주사로 주의를 기울여 측정할 필요가 있다. 전체적인 높이 주사를 할 수 없는 경우(주위의 RF에 가려진 방사에 대해서) 이 OATS 진폭 추정기법을 적용하기 전에 정적 챔버 측정치와 대응되는 OATS 측정치 사이의 대체 관계를 확립해둘 필요가 있을지도 모른다.
- c) 정적 챔버의 6면 전체를 완전 무향으로 처리한 경우, (접지면 반사가 억제되며 수신 신호의 기여가 없어지므로) 둘 또는 셋의 고정 높이에서 측정하여 이들 지시치 가운데 최대치를 이용

하는 것과 같은 대체 높이주사 기법을 이용할 수도 있다. 그런 기법들은 위의 b)항에서 언급한 것과 같은 상관관계 측정을 필요로 할 수도 있다.



주) 일반적으로 f_n 은 시험품의 기본 방사 주파수(기본 클럭 주파수) f_0 의 n 배이다.

그림 A.2 - 예비시험 중 인접 방사 진폭의 상대적 차이

A.4.3 협대역 주위방사가 존재할 때의 시험품 방해 측정방법

시험품의 방해 유형에 따라서 이의 측정은 아래에 기초한다.

- 대역폭이 CISPR 측정수신기의 대역폭에 비해 좁은 조합 스펙트럼의 분석.
- 주위방사에 가까운 협대역 방해의 선별에 적합한 측정 대역폭의 결정.
- 첨두치 검파기(방해가 AM 혹은 펄스 변조인 경우) 혹은 평균 검파기의 사용.
- 더 좁은 측정 대역폭이 사용될 때 상대적 광대역 주위방사 내 협대역 방해의 경우 'EUT 방해대 주위방사'의 비율 증가.
- 분리가 불가능할 경우 시험품 방해와 주위방사의 중첩 고려.

A.4.3.1 무변조 시험품 방해

무변조 시험품의 방해(그림 A3. 참고)는 적당히 좁은 측정 대역폭을 선택함으로써 주위 신호 반송파로부터 분리가 가능하다. 첨두치 혹은 평균치 검파기를 사용 할 수 있다. 준 첨두치 검파기에 비해서 추가적인 측정 오차는 없다. 첨두치와 평균치간의 수준의 차이가 작은 경우(예컨대, 1 dB 보다 작은 경우), 측정 평균치는 준 첨두치와 동등하다.

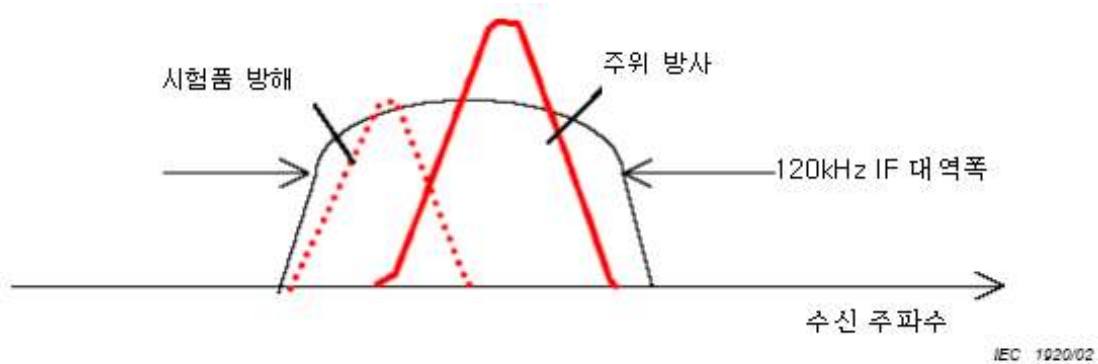


그림 A.3 - 무변조신호에 의한 방해(점선)

A.4.3.2 진폭 변조 시험품 방해

진폭 변조 시험품 방해(그림 A.4 참고)는 적당히 좁은 측정 대역폭을 선택함으로써, 주위 신호 반송파로부터의 분리가 가능하다. 선택된 좁은 측정 대역폭이 시험품 방해의 변조 스펙트럼을 억제하지 않음을 보증하도록 유의해야 한다. 변조 스펙트럼의 억제는 선택도 증가의 결과로 시험품 방해의 첨두 진폭에서의 감소로 인식된다.

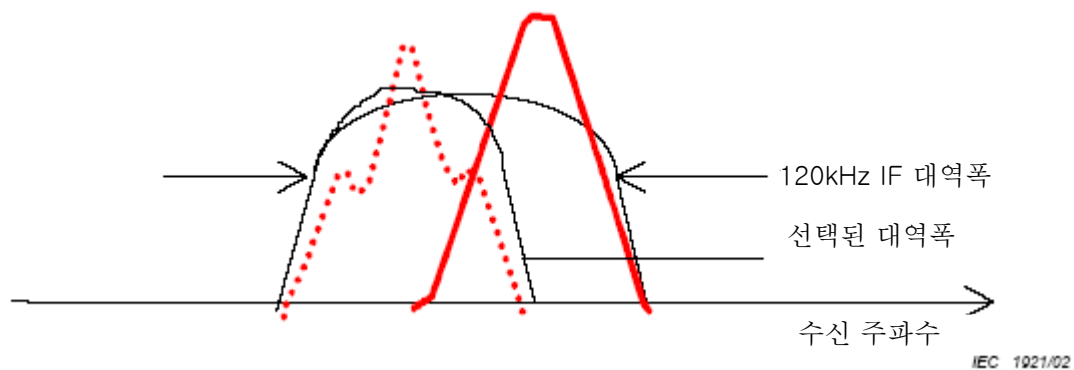


그림 A.4 - 진폭변조신호에 의한 방해 (점선)

측정시간이 변조 주파수의 역수보다 큰 첨두치 검파기만이 사용될 수 있다. 첨두치가 준 첨두치보다 높은 10 Hz 미만의 변조 주파수에서 추가 측정오차가 고려되어야 한다 (C와 D 대역의 경우 10 Hz에서 0.4 dB, 2 Hz에서 1.4 dB 그리고 B 대역의 경우 10 Hz에서 0.9 dB, 2 Hz에서 3 dB).

그림 A.5에 변조 주파수에 응답하는 QP 값을 나타내었다.

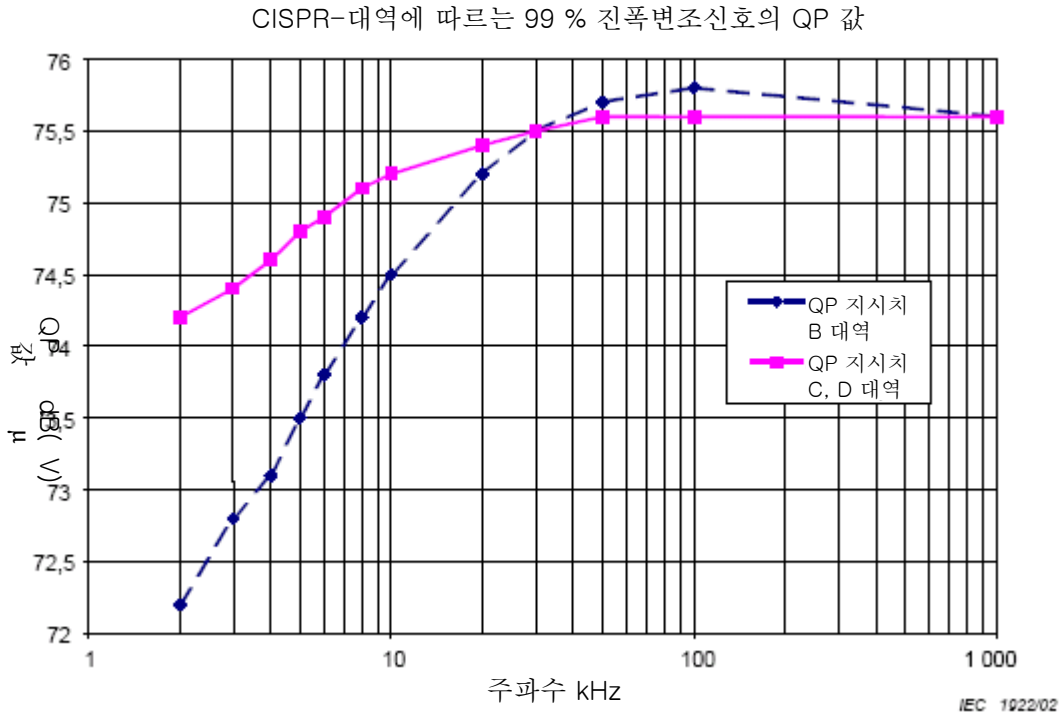


그림 A.5- CISPR 대역 B, C, D의 QP점파기 변조 주파수함수로서의 진폭변조신호 지시치

A.4.3.3 펄스변조 시험품 방해

시험품에서 비롯되는 협대역 펄스변조 방해는 진폭변조의 특별한 경우로 분류되며 적절히 좁은 측정 대역폭에 의한 주위신호 반송파로부터 분리될 수도 있다. 선택도 때문에 변조 스펙트럼의 억제 유발되어서는 안 된다. 첨두치 검파기만 사용 가능하다.

반복 저주파수의 경우 추가 오차가 가능하지만 첨두치와 평균치 검파기 지시치 사이의 차이가 12 dB - 14 dB 범위의 차수인 한에는, 준 첨두치에 비해서 추가 측정오차는 감안하지 않아도 된다.

펄스 폭 $t = 50 \mu s$ 의 경우, 그림A.6는 첨두치 및 평균치 간의 차이가 14dB 이하인 한에는, 첨두치와 준 첨두치 간의 편차는 무시할 수 있음을 나타낸다. 따라서, 첨두치와 평균치 간의 비교는 첨두치 검파기의 유용성 검증에 이용될 수도 있다.

비교 측정: $f = 60 \text{ MHz}$, $\text{IF-BW} = 120 \text{ kHz}$, $t = 50 \mu\text{s}$

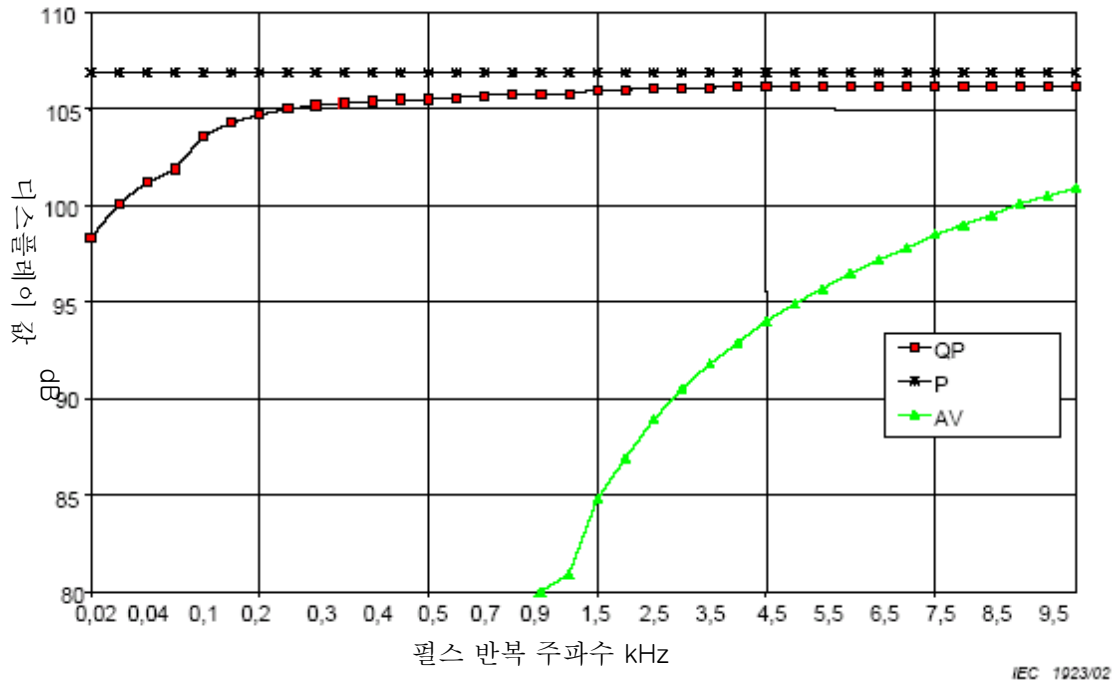


그림 A.6 - 펄스 반복 주파수 함수로서의 첨두치, 준 첨두치 및 평균치 검파기 펄스변조신호 (펄스폭 50 μs) 지시치

A.4.3.4 광대역 시험품 방해

광대역 방해(그림 A.7 참고) 측정에는 준 첨두치 검파기가 사용되어야 한다.

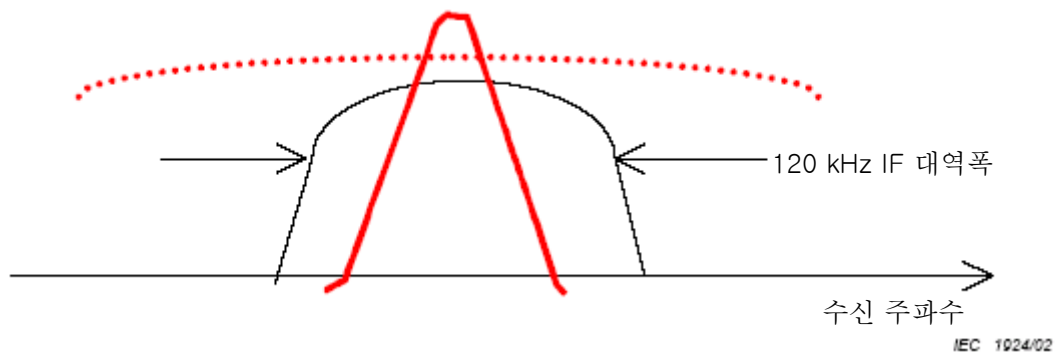


그림 A.7 - 광대역신호에 의한 방해 (점선)

원칙적으로, 주위신호의 대역 이내에서의 측정의 수행은 불가능하다. 이의 대역 때문에 방해는 일반적으로 준 첨두치 검파기를 사용하여 주위신호의 스펙트럼 밖에서 측정된다.

A.4.4 광대역 주위방사가 존재할 때의 시험품 방해 측정방법

이 경우 측정방법은 아래에 기초한다.

- CISPR 측정수신기와 동등한 대역폭을 가진 조합 스펙트럼의 분석
- 좁은 대역폭에 의한 측정 (협대역 시험품 방해의 경우, 좁은 대역폭의 사용으로 시험품 방해 대 주위방사 비율이 증가한다).
- 협대역 시험품 방해에 대한 평균치 검파기의 사용
- 분리가 불가능할 경우, 시험품 방해와 주위방사의 중첩을 감안

A.4.4.1 무변조 시험품 방해

시험품 방해의 진폭 (그림 A.8 참고)은 평균치 검파기로 측정해야 한다 (K 00016-1-1에 규정). 측정오차는 선택된 대역폭 이내에서 광대역신호 스펙트럼의 평균치에 따라 달라진다. 이 측정오차는 주위방사 대 시험품방해 비율을 최대화하는 측정 대역폭을 선택하여 최소화할 수 있다 (선택도 방법).

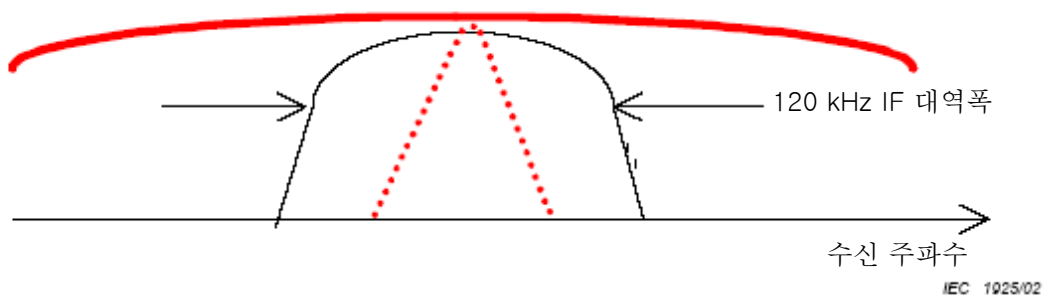


그림 A.8 - 무변조 시험품 방해 (점선)

A.4.4.2 진폭변조 시험품 방해

시험품 방해의 진폭 (그림 A.9 참고)은 준 침투치 검파기에 비해서 (100% 변조에서) 6 dB까지의 추가 측정오류를 감안해야 하더라도, 평균치 검파기로 측정한다. 선택된 측정 대역폭은 주위방사 대 시험품 방해의 비율을 최대화해야 한다 (선택도 방법).

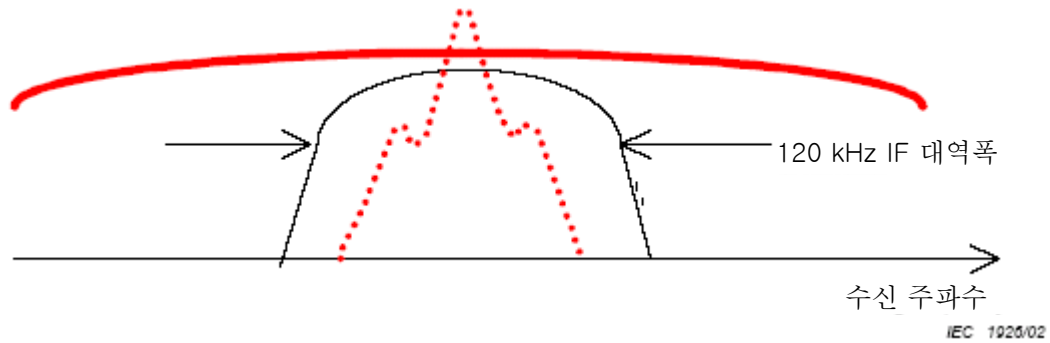


그림 A.9 - 진폭변조 시험품 방해 (점선)

A.4.4.3 펄스변조 시험품 방해

신뢰도가 높은 광대역 주위신호 스펙트럼에서 펄스변조 시험품 방해를 검파하고 식별하는 일은 쉽지 않으며, 이는 방해의 100% 진폭변조가 스펙트럼 내에서 시험품 방해를 분산시키기 때문이다.

시험품 방해의 진폭은 높은 충격계수 (duty cycles)의 경우에 평균치 검파기로 측정될 수 있다. 충격계수가 작은 경우 100 % 진폭변조의 심도 때문에, 평균치 검파기는 준 침두치 검파기에 비해서 측정오차가 증가하게 된다. 1: 1 충격계수와 선형 평균치 검파기 사용의 경우, 측정오차는 6 dB 이다. 측정 대역폭은 시험품 방해의 측정평균치와 광대역 주위신호의 평균치 사이의 관계가 최대화하는 그런 것이어야 한다.

충격계수가 낮은 경우, 평균치는 준 침두치로 부터 상당히 일탈한다. 이 경우, 침두치 검파기는 가능한 한 좁은 측정 대역폭과 함께 사용되어야 하지만, 완전한 방해 대역폭을 포착하기에 충분할 만큼은 넓어야 한다. 주위방사와의 중첩이 감안되어야 한다.

A.4.4.4 광대역 시험품 방해

원칙적으로, 광대역 방해는 광대역 주위신호 스펙트럼에서는 검파 혹은 측정이 불가능하다. 그러한 방해를 주위신호 스펙트럼 밖에서 혹은 중첩을 감안함으로써 측정하는 것은 가능하다.

시험품 방해와 주위방사의 조합, 그리고 측정에 포함되는 오차가 표 A.2에 표시되었다.

주) 주사 수신기 혹은 스펙트럼 분석기는, 신호주파수 혹은 펄스율이 서로 조화로운 관계가 아니거나 측정기기의 스위프율이 측정된 펄스율과 조화로운 관계가 아닌 한, 2개의 상이한 광대역 신호의 스펙트럼을 나타낼 것이다.

A.5 중첩의 경우 시험품 방해의 측정

시험품 방해와 주위방사의 선별의 결과로서, 측정수준 대 주위방사 비율이 20 dB 미만인 경우, 주위 방사와 시험품 방해의 중첩을 감안할 필요가 있다. 임펄스 광대역 전압에 대해서 아래 계산이

가능하다.

수신 신호 U_r 은 시험품 방해 U_i 와 주위방사 U_a 의 합이다. U_a 는 시험품의 스위치를 끈 후에만 측정이 가능하다. 중첩은 첩두치 검파기에 대해서 선형이다(그림 A.10 참고). 첩두치 검파기를 사용하여 다음 방정식을 적용한다.

$$U_r = U_i + U_a \quad (A.1)$$

그러므로 시험품 방해는 다음 공식으로 계산될 수 있다.

$$U_i = U_r - U_a \quad (A.2)$$

주위방사에 대한 수신 신호의 진폭비 d 는 쉽게 측정이 가능하다.

$$D = \frac{U_r}{U_a} \quad d = 20 \log D \quad (A.3)$$

방정식 (A.2)에서 주위방사 U_a 의 값을 대입한다.

$$U_i = U_r - \frac{U_r}{D} = U_r \left(1 - \frac{1}{D}\right) \quad (A.4)$$

혹은,

$$U_i/dB = U_r/dB + 20 \log \left(1 - \frac{1}{D}\right) \quad (A.5)$$

방정식 (A.6)에서 "i"는 시험품 방해의 진폭 측정에 이용된다.

$$i = -20 \log \left(1 - \frac{1}{D}\right) \quad (A.6)$$

"i"는 그림 A.11에서 예시된다. 그림 A.11의 "i"를 사용하여, 아래와 같이 시험품 방해의 진폭을 계산할 수 있다.

$$U_i/dB = U_r/dB - i/dB \quad (A.7)$$

수신 신호가 평균치 검파기로 측정된다면, 그림 A.12가 고려될 수 있다. 그림 A.12는 무변조 신호의 경우 약 1.5 dB까지의 추가 측정오차로 아래 방정식을 이용할 수 있음을 보여준다.

$$U_r = \sqrt{U_i^2 + U_a^2} \quad (A.8)$$

변조의 경우, 오차는 감소하지만(그림 A.12 참조) 표 A.2의 오차가 감안되어야 한다.

평균치 검파기의 곡선(그림 A. 11)을 사용할 경우 공식 (A. 7)을 적용하여 평균치 검파기에 의해서 대역내 방해를 추정할 수 있다. 이 경우, 계수 i 는 아래 방정식으로 표시된다.

$$i = -10 \log \left(1 - \frac{1}{D^2} \right) \quad (A.9)$$

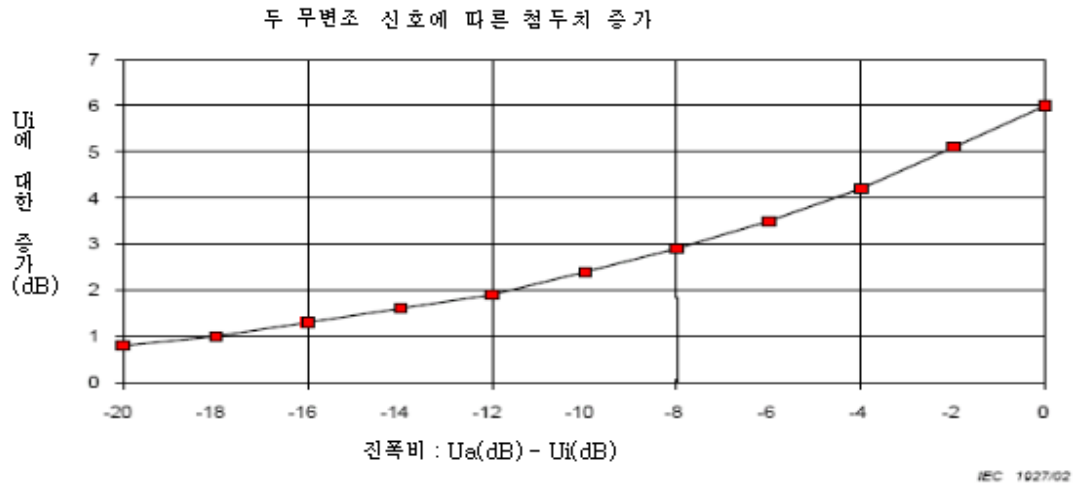
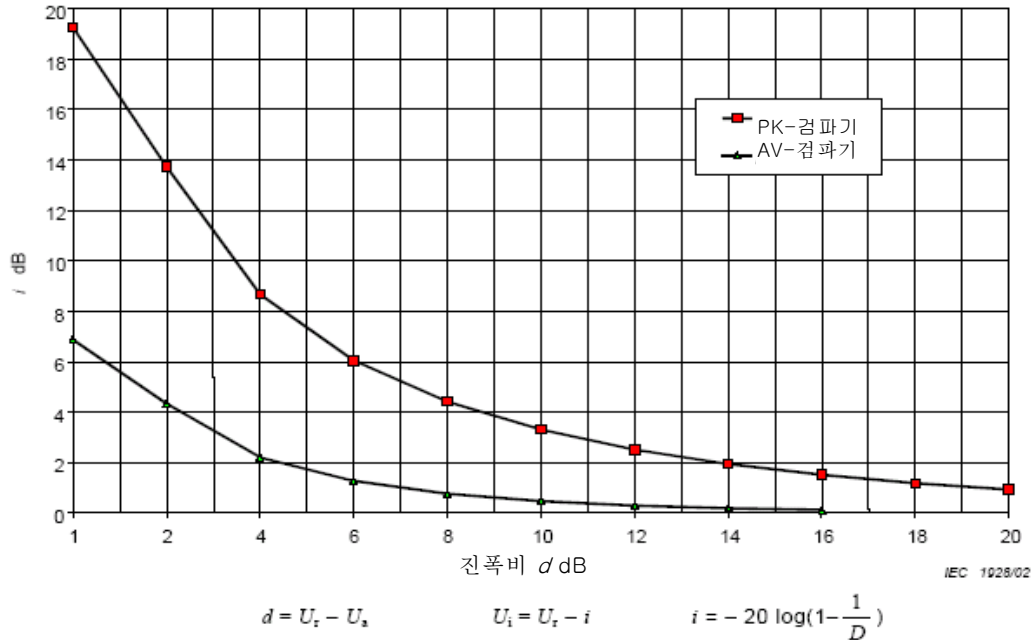


그림 A.10 - 두 무변조 신호의 중첩에 따른 침투치 증가
(U_a 주위방사 수준, U_i 시험품 방해의 레벨)



여기서

U_a 는 dB 단위의 주위신호

U_r 는 dB 단위의 (중첩에 의한) 수신 신호의 결과 표시치

U_i 는 dB 단위의 방해 신호

그림 A.11 - 진폭비 d 와 계수 i 에 의한 방해 신호의 진폭 결정

그림 A.11은 아래와 같이 사용이 가능하다.

- 1) dB(uV/m) 단위의 주위 전자기장 강도 U_a 를 측정한다 (시험품 정지상태).
- 2) dB(uV/m) 단위의 합성 전자기장 강도 U_r 을 측정한다 (시험품 작동상태).
- 3) $d = U_r - U_a$ 를 구한다.
- 4) 그림 A.11로부터 i 값을 구한다.
- 5) $U_i = U_r - i$ 를 이용하여 dB(uV/m) 단위의 U_i 를 결정한다.

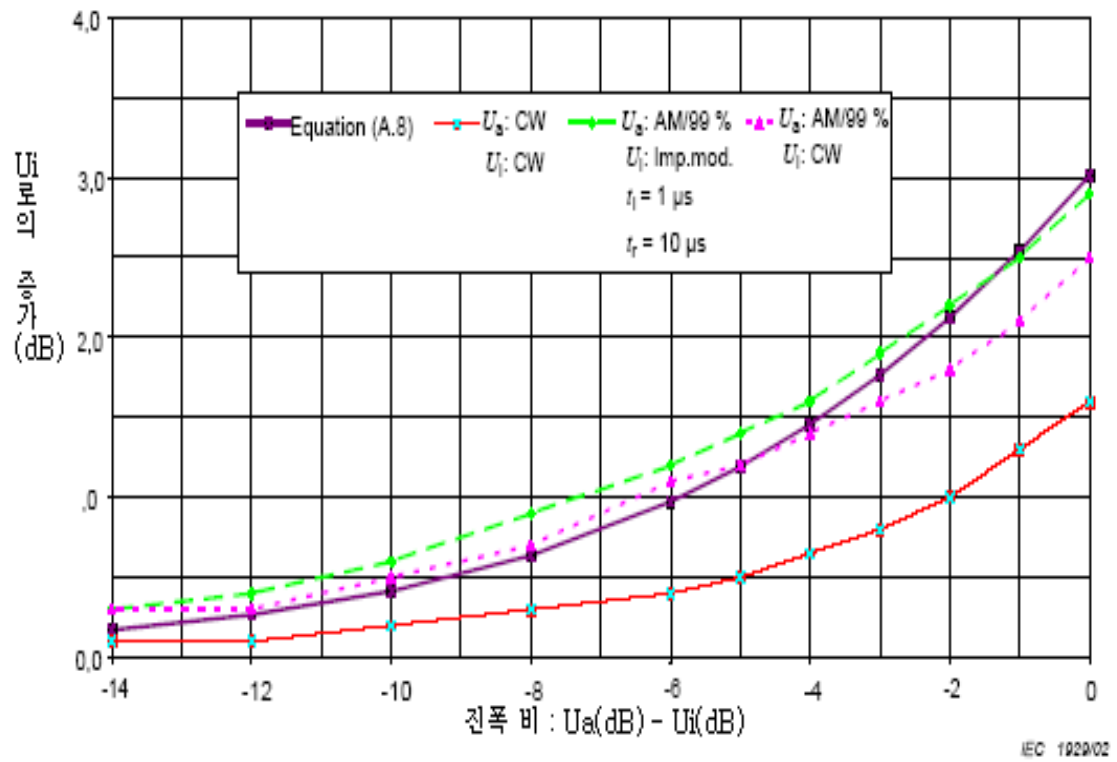


그림 A.12 - 실제수신기로 측정하여 방정식 (A. 8)로 계산한 평균 지시치의 증가

표 A.2 - 검파기 유형과 주위 및 방해 신호 스펙트럼의 조합에 따라 달라지는 측정 오차

주위 방사	시험품 방해			
	비변조	진폭변조	펄스변조	광대역 방해
협대역	선택도 증가 0 dB 0 dB	선택도 증가 대역 C, D에 대해서는 + 1.4 dB 이하, 대역 B에 대해서는 +3 dB 이하 -6 dB 이하 ^{a)}	선택도 증가 + 1 dB 이하 (U _{PK} /U _{AV} ≤ 12...15 dB) -6 dB 이상 ^{a)}	주위방사 외부측정
신호잡음비 증가를 위한 조치				
첨두치 오차 (PK/QP)				
평균치 오차 (AV/QP)				
광대역	선택도 + X dB ^{a)} 0 dB	선택도 + X dB 이하 ^{a)} -6 dB 이하 ^{a)}	선택도 + X dB 이상 ^{a)} -6 dB 이상 ^{a)}	측정 불가능 (중첩에만 해당)
신호잡음비 증가를 위한 조치				
첨두치 오차 (PK/QP)				
평균치 오차 (AV/QP)				
a) 측정 절차가 추천되지 않음, 적합성 측정이 허용되지 않기 때문.				
주 (1) X는 주위방사의 펄스 특성에 따라 달라지는 오차 주 (2) PK는 첨두치. QP는 준첨두치. AV는 평균치				

부록 B (정보)

스펙트럼 분석기와 주사 수신기의 사용(제6절 참조)

B.1 서론

스펙트럼 분석기와 주사 측정 세트를 사용할 때는 다음 특성을 고려해야 한다.

B.2 과부하

대부분의 스펙트럼 분석기들은 2 000 MHz에 달하는 주파수 영역에서 RF 사전선택 기능이 없다. 다시 말하면, 입력 신호는 광대역 믹서로 직접 투입된다. 과부하와 파손을 막고 스펙트럼 분석기를 선형으로 작동시키기 위해 믹서에서 신호 진폭은 보통 150 mV 첨두치보다 낮아야 한다. 이 수준으로 입력 신호를 줄이기 위해 RF 감쇠나 추가적인 RF 사전선택이 필요할 수도 있다.

B.3 선형성 시험

선형성은 조사 중인 특정한 신호 수준을 측정하고, X dB 감쇠기를 측정 세트 혹은 (사용될 경우) 전치 증폭기($X \geq 6$ dB)의 입력에 삽입한 후 이 측정을 반복함으로써 측정할 수 있다. 측정 세트 화면상의 새로운 지시치는 측정 시스템이 선형이 된 후의 첫 번째 지시치에서 ± 0.5 dB를 초과하지 않는 X dB 만큼 차이가 나야 한다.

B.4 선택도

스펙트럼 분석기와 주사측정 세트는 표준화된 대역폭 내의 몇 가지 스펙트럼 성분을 포함하는 광대역 임펄스성 신호와 협대역 방해전파를 정확히 측정하기 위해 K 00016-1-1에 규정된 대역폭을 보유해야 한다.

B.5 펄스에 대한 정상적 응답

스펙트럼 분석기와 준첨두치 검파 기능이 있는 주사측정 세트의 응답은 K 00016-1-1에 규정된 교정시험 펄스로 검증할 수 있다. 교정시험 펄스의 대형 첨두 전압은 전형적으로 선형성 요건을 충족시키기 위해 40 dB 이상의 RF 감쇠 삽입을 필요로 한다. 이렇게 하면 감도가 떨어지며 대역 B, C 및 D에 대해서 낮은 반복률과 분리된 교정시험 펄스 측정이 불가능하게 된다. 만일 측정 세트 앞에 사전 선택 필터가 사용된다면 RF 감쇠는 줄어들 수 있다. 이 필터는 믹서에서 볼 수 있듯이 교정시험 펄스의 스펙트럼 폭을 제한한다.

B.6 침두치 검파

스펙트럼 분석기를 정상적인 (침두치) 검파 모드로 하면 원칙적으로는 준침두 지시치보다 결코 낮지 않은 디스플레이 지시치를 나타낸다. 침두치 검파 기능을 이용해서 방출을 측정하는 것이 편리한 데 그 이유는 준침두치 검파보다 더 빠른 주파수 주사를 사용할 수 있기 때문이다. 이때 준침두 진폭을 기록하기 위해서 방출 한계에 가까운 그런 신호들을 준침두치 검파 기능을 이용해서 다시 측정할 필요가 있다.

B.7 주파수 주사 속도

스펙트럼 분석기나 주사측정 세트의 주사비율은 CISPR 주파수대역과 사용된 검파 모드에 따라 조정되어야 한다. 최저 스위프 시간/주파수 혹은 가장 빠른 주사속도는 다음 표에 나와 있다.

대역	침두치 검파	준 침두치 검파
A	100 ms/kHz	20 s/kHz
B	100 ms/kHz	200 s/MHz
C 및 D	1 ms/kHz	20 s/MHz

고정 동조 비주사 방식에서 사용되는 스펙트럼 분석기나 주사측정 세트의 경우, 화면 스위프 시간은 검파 모드에 상관없이 조정될 수도 있으며 방출 작용을 관찰할 필요에 따라 조정될 수도 있다. 만일 방해 수준이 안정적이지 않다면 최대치를 결정하기 위해 최소 15초 동안 측정 세트의 화면을 관찰해야 한다 (6.4.1 참고).

B.8 신호 인터셉트

단속적 방출의 스펙트럼은 침두치 검파와 (제공될 경우) 디지털 화면 저장 기능으로 포착될 수도 있다. 다중 고속 주파수 주사는 단일의 느린 주파수 주사와 비교해서 방출 차단 시간을 줄여준다. 주사 시작 시간은 다양하게 하여 방출과의 동기화로 방출이 감춰지는 일이 없도록 해야 한다. 일정한 주파수 범위에 대한 전체적인 관측 시간은 방출간 시간보다 길어야 한다. 측정되는 방해의 종류에 따라 침두치 검파 측정이 준 침두치 검파를 사용해서 필요한 측정의 전체 혹은 일부를 대체할 수 있어야 한다. 이후 준 침두치 검파기를 사용한 재시험은 방출 최대치가 발견된 주파수에서 실시해야 한다.

B.9 평균 검파

스펙트럼 분석기에 의한 평균 검파는 영상대역폭을 화면표시 신호가 더 이상 평활하게 될 수 없을 때까지 감소시켜서 얻는다. 진폭 교정을 유지하기 위해 영상대역폭을 줄이면서 스위프 시간은 늘려야 한다. 이러한 측정의 경우, 측정 세트는 검파기가 선형 모드일 때 사용되어야 한다. 선형 검파를 실시한 후 화면 표시를 위해 신호는 대수로 처리되어야 하며 이 경우 비록 이 처리된 수치가 선형으로 검파된 신호의 대수라고 하더라도 이 값은 보정될 수 있다.

대수진폭표시 방식은, 예를 들어, 협대역과 광대역 신호를 더 쉽게 구분할 수 있게 하기 위해 사용될 수도 있다. 표시된 값은 대수적으로 왜곡된 IF 신호 포락선의 평균이다. 이 값은 협대역 신호의 화면표시에 영향을 미치지 않고 선형 검파 모드일 때보다 광대역 신호의 더 큰 감쇠량이다. 그러므로 로그모드에서의 영상여과는 양쪽 모두를 포함하는 스펙트럼에서 협대역 성분을 추정할 때 특히 유용하다.

B.10 감도

감도는 스펙트럼 분석기 앞에 저잡음 RF 전치증폭기가 있을 때 증가할 수 있다. 증폭기 입력신호 수준은 검사 중인 신호에 대한 전반적인 시스템의 선형성을 시험하기 위해 감쇠기로 조정할 수 있어야 한다.

시스템 선형성을 위해 대형 RF 감쇠를 필요로 하는 극단적인 광대역 방출 감도는 스펙트럼 분석기 앞에 RF 사전선택 필터를 설치하면 증가된다. 필터는 광대역 방출의 침투 진폭을 감소시키므로 RF 감쇠량을 더 적게 사용할 수 있다. 또 이러한 필터는 강력한 대역폭외 신호와 이들이 야기하는 상호변조 결과신호를 거부하거나 감쇠하기 위해서도 필요하다. 그런 필터를 사용한다면 광대역 신호를 사용해서 교정되어야 한다.

B.11 진폭 정확도

스펙트럼 분석기나 스캔 측정 세트의 진폭 정확도는 단일 발생기, 전력측정기, 정밀 감쇠기를 사용해서 검증할 수 있다. 이들 계측기의 특성과 케이블 그리고 부정합 손실은 검증시험 시에 오차를 추정하기 위해 분석되어야 한다.

부록 C
(정보)

불확도 산정의 예

아래 3 m 거리 FAR에서의 방사에 관한 측정 불확도 산정표에서는 영향 인자들과 이들의 실제 보정계수를 나타낸다(표 C.1 참조). 이것은 K 00016-4.의 일부분이다.

표 C.1 - 3 m FAR에서의 방사 측정에 맞는 불확도 산정표

요 소	확률분포	불확도 dB	
		쌍원뿔	LPDA
안테나계수 보정	정규 (k = 2)	± 2.0	± 2.0
케이블 손실 보정	정규 (k = 2)	± 0.5	± 0.5
CISPR 16-1-1 에 다른 수신기 규격	직사각형	± 1.5	± 1.5
안테나 지향성 ^a	직사각형	± 1.0	± 1.0
높이에 따른 안테나 계수 변화	직사각형	0	0
안테나 위상중심 변화 ^b	직사각형	0	± 0.5
안테나계수 주파수 보간	직사각형	± 0.3	± 0.3
측정거리 불확도 ± 3 cm ^c	직사각형	± 0.1	± 0.1
장소 결함 ^d	직사각형	± 3.0	± 2.5
부정합	U 형	± 1.1	± 0.5
복합표준 불확도 Uc(y)	정규	± 2.414	± 2.114
확장 불확도 U	정규 (k = 2)	± 4.828	± 4.228

a 안테나 지향성은 K 00016-1에 규정된 기준 안테나인 동조 쌍극안테나와 관계있다. 쌍원뿔 안테나의 경우 불확도는 수직편파를 위한 것이며 수평편파에서는 0 이다. 불확도는 신호의 상실만을 나타내기 때문에 양의 값이다.

b 점차적으로 혼형쌍극/대수주기 안테나가 사용된다. 위상중심위치에 대한 전자기장 세기의 보정은 지면 반사가 없을 때 더 정확하다.

c 거리 불확도는 무시되는데, 제한된 높이주사만 있으며 대각선 거리는 나타날 수 없기 때문이다.

d 수신안테나로 쌍원뿔을 사용할 때 장소에만 기인하는 불확도가 ±3 dB이면 방향대수 안테나를 사용할 때는 더 낮아질 가능성이 높으므로 LPDA에 대해서는 ±2.5 dB에 설정하였다.

FAR에서 쌍원뿔 안테나에 대한 조합 불확도의 계산

$$U_c(y) = \sqrt{\left(\frac{2.0}{2}\right)^2 + \left(\frac{0.5}{2}\right)^2 + \frac{1.5^2 + 1^2 + 0^2 + 0^2 + 0.3^2 + 0.1^2 + 3.0^2}{3} + \frac{1.1^2}{2}}$$

이 예에서, k = 2의 포함인자(coverage factor)는 신뢰도가 거의 95 %에 이를 것을 보장한다.

따라서, $U = 2u_c(y) = 2 \times (+2.62) = \pm 4.828 \text{ dB}$

부록 D
(정보)
평균 검파기를 사용하기 위한 소인율과 측정시간

D.1 서론

본 부록은 평균 검파기로서 임펄스 방해를 측정할 때, 주사율과 측정시간의 선택에 대한 지침을 제시하고자 하는 것이다.

평균 검파기는 다음 목적을 위해 사용된다 ;

- a) 임펄스 노이즈를 억압하여, 측정될 방해신호들의 CW 성분의 측정을 향상시키기 위하여
- b) 진폭 변조된 신호의 반송파 레벨을 측정하기 위하여, 진폭 변조(AM)를 억압하기 위해서
- c) 표준화된 시상수 메타기를 사용하여 간헐적이거나, 흐르거나 또는 불안정한 협대역 방해에 대하여 가중된 침투값으로 읽은 것을 나타내기 위하여

이 규격의 6항은 주파수 범위 9 kHz 에서 1 GHz까지의 평균 측정 수신기를 규정한다.

적당한 비디오 대역폭과 상응하는 주사율 또는 측정시간을 선택하기 위하여, 다음 고려사항들을 적용한다.

D.1.1 임펄스 방해에 대한 억압

임펄스 방해의 펄스 지속시간(T_p)은 종종 IF 대역폭 B_{res} 에 의해서 결정된다: $T_p = 1/B_{res}$ 이다. 그러한 노이즈의 억압을 위해서, 억압 인자 a 는 IF(중간 주파수) 대역폭에 관련된 비디오 대역폭(B_{video})에 의해서 결정된다: $a = 20 \lg (B_{res}/B_{video})$ 이다. B_{video} 는 저역통과필터 다음에 덧 붙인 검파기에 의해서 결정된다. 긴 펄스에 대한 억압인자는 a 보다 적을 것이다. 최소 주사 시간 T_{smin} (그리고 최대 주사율 R_{smax})은 다음을 사용하여 결정된다.

$$T_{smin} = (k \cdot \Delta f) / (B_{res} B_{video}) \quad (D.1)$$

$$R_{smax} = \Delta f / T_{smin} = (B_{res} \cdot B_{video}) / k \quad (D.2)$$

여기에서 Δf 는 주파수 범위이고, k 는 측정하는 수신기/스펙트럼 분석기의 속도에 좌우되는 비례인자이다.

더 긴 주사 시간을 위해서, k 는 1에 매우 가깝다. 만일 100 Hz의 비디오 대역폭이 선택되었다면, 표 D.1에 있는 펄스 억압 인자와 최대 주사율이 얻어질 것이다.

표 D.1 - 100 Hz의 비디오 대역폭에 대한 펄스 억압 인자와 스캔율

	대역 A	대역 B	대역 C and D
주파수 범위	9 kHz - 150 kHz	150 kHz - 30 MHz	30 MHz - 1 000 MHz
IF 대역폭 (B_{res})	200 Hz	9 kHz	120 kHz
비디오 대역폭 (B_{video})	100 Hz	100 Hz	100 Hz
최대 주사율	17.4 kHz/s	0.9 MHz/s	12 MHz/s
최대 억압 인자	6 dB	39 dB	61.5 dB

만일 짧은 펄스가 방해 신호에 기대된다면, 이것은 대역 B(그리고 C)에서 준 첨두치와 평균치 한계값을 요구하는 제품규격을 위해서 적용될 수 있다. 양쪽 한계값으로서 시험품의 적합성이 증명되어야 한다. 만일 펄스 반복 주파수가 100 Hz보다 크고, 준 첨두치 한계값이 임펄스 방해를 초과하지 않는다면, 짧은 펄스는 100 Hz의 비디오 대역폭으로서 평균 검파기에 대하여 충분하게 억압된다.

D.1.2 디지털 평균에 의해서 임펄스 방해의 억압

평균 검출은 신호 진폭의 디지털 평균에 의해서 행해질 수 있다. 만일 평균 시간이 비디오 필터 대역폭의 역수와 같다면, 동등한 억압 효과가 얻어질 수 있다. 이러한 경우에, 억압 인자 $a = 20 \lg(T_{av} * B_{res})$ 이다. 여기에서 T_{av} 는 어떤 주파수에서의 평균시간(또는 측정시간)이다. 따라서 10 ms의 측정 시간은 100 Hz의 비디오 대역폭처럼 같은 억압인자의 결과가 될 것이다. 또 다른 하나의 주파수로부터 스위칭이 될 때 디지털 평균은 제로 지연시간의 이득을 갖는다. 이와 반대로 어떤 펄스의 반복주파수(f_p)에 대하여, 그 결과는 n 또는 n+1 펄스가 평균되느냐에 따라서 변경될 수 있다. 이 결과는 $T_{av} * f_p$ 가 10보다 크다면 1 dB보다 작다.

D.2 진폭변조의 억압

변조된 신호의 반송파를 측정하기 위하여, 변조는 충분히 긴 시간동안 신호를 평균하여 억압되어야 한다. 또는 가장 낮은 주파수에서 충분한 감쇠를 갖는 비디오 필터를 사용하여 억압되어야 한다. 만일 f_m 이 가장 낮은 변조 주파수이고, 100 % 변조 때문에 최대 측정 에러가 1 dB로 제한되는가를 평가한다면, 그때의 측정시간 T_m 은 $T_m = 10/f_m$ 이 되어야 한다.

D.3 아주 간헐적이고 불안정한 협대역 방해의 측정

K 00016-1-3의 6.4.3항에서, 간헐적이고 불안정한 협대역 방해는 160 ms(대역 A 와 B)와 100 ms(대역 C 와 D)의 측정기 시정수로 최대값으로 읽어서 규정되어진다. 이러한 시정수들은 0.64 Hz 또는 1 Hz 각각의 두 번째 홀수 비디오 필터 대역폭과 같다. 정확한 측정을 위해서 이러한 대역폭은 매우 긴 측정 시간이 요구된다(표 D.2 참조).

Table D.2 - 측정기 시정수와 상응하는 비디오 대역폭과 최대 스캔율

	대역 A	대역 B	대역 C 와 D
주파수 범위	9 kHz ~ 150 kHz	150 kHz ~ 30 MHz	30 MHz ~ 1 000 MHz
IF 대역폭 (B_{res})	200 Hz	9 kHz	120 kHz
측정기 시정수	160 ms	160 ms	100 ms
비디오 대역폭 (B_{video})	0.4 Hz	0.64 Hz	1 Hz
최대 주사율	8.9 s/kHz	172 s/MHz	8.3 s/MHz

그러나 이것은 단지 5 Hz 또는 그 이하의 펄스 반복 주파수에 적용한다. 더 높은 펄스폭과 변조 주파수를 위해서는 더 높은 비디오 필터 대역폭이 사용될 수 있다(D.1.1 참조).

그림 D.1과 D.2는 160 ms(그림 D.1) 와 100 ms(그림 D.2) 의 측정기 시정수로 첨두값을 읽어서 구한 준 첨두치("CISPR AV")와 실제 평균값으로 구한 것(AV)을 펄스 반복 주파수 f_p 에 대하여 10 ms 펄스 지속시간을 갖는 펄스의 가중 함수로 나타낸 것이다.

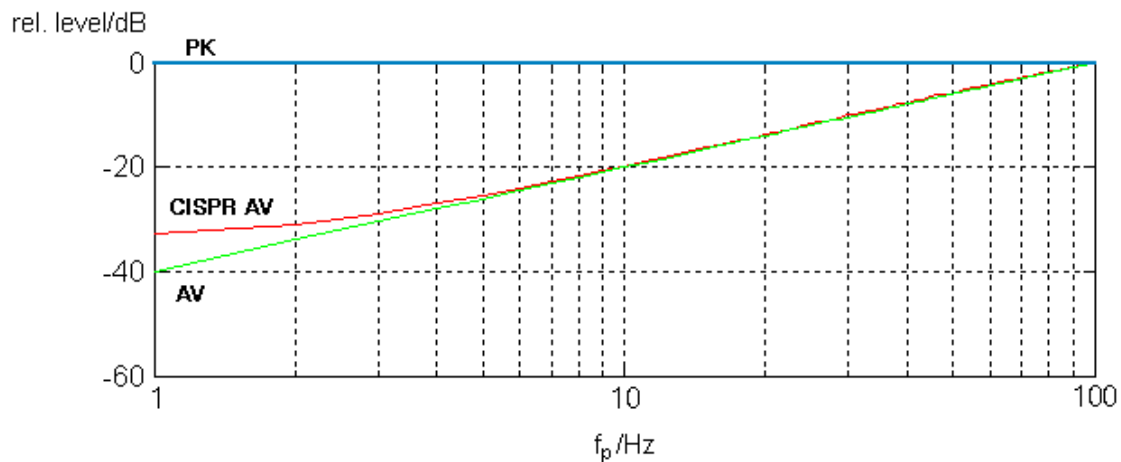


그림 D.1 - 160 ms의 측정기 시정수로 첨두값을 읽어서 구한 준 첨두치("CISPR AV")와 첨두치를 읽지 않고 평균치("AV")로 구한 평균 검파와 첨두치("PK")에 대한 10 ms 펄스의 가중 함수

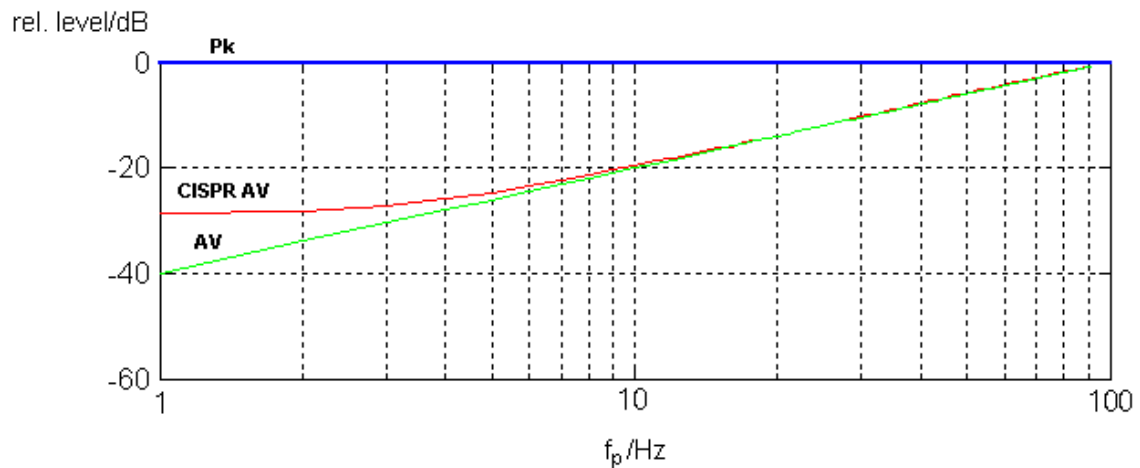


그림 D.2 - 100 ms의 측정기 시정수로 침두값을 읽어서 구한 준침두치("CISPR AV")와 침두치를 읽지 않고 평균치(AV)로 구한 평균 검파와 침두치("PK")에 대한 10 ms 펄스의 가중 함수

그림 D.1과 D.2는 침두값을 읽어서 구한 준 침두치("CISPR AV")와 침두치를 읽지 않고 평균치("AV")로 구한 평균 검파의 차이는 펄스 반복주파수 f_p 가 감소할 때 증가한다는 것을 의미한다.

그림 D.3과 D.4 펄스폭의 함수로서 $f_p = 1$ Hz에 대한 차이를 보여주고 있다.

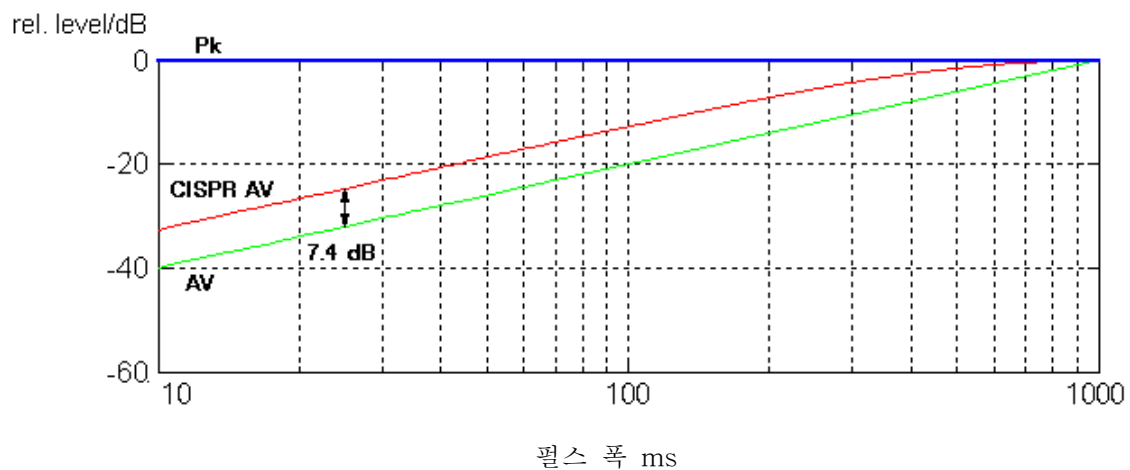


그림 D.3 - 펄스 폭의 함수로서 침두치("PK")와 평균검파에 대한 가중 함수(1 Hz 펄스의)의 예: 160 ms 시상수 메타기

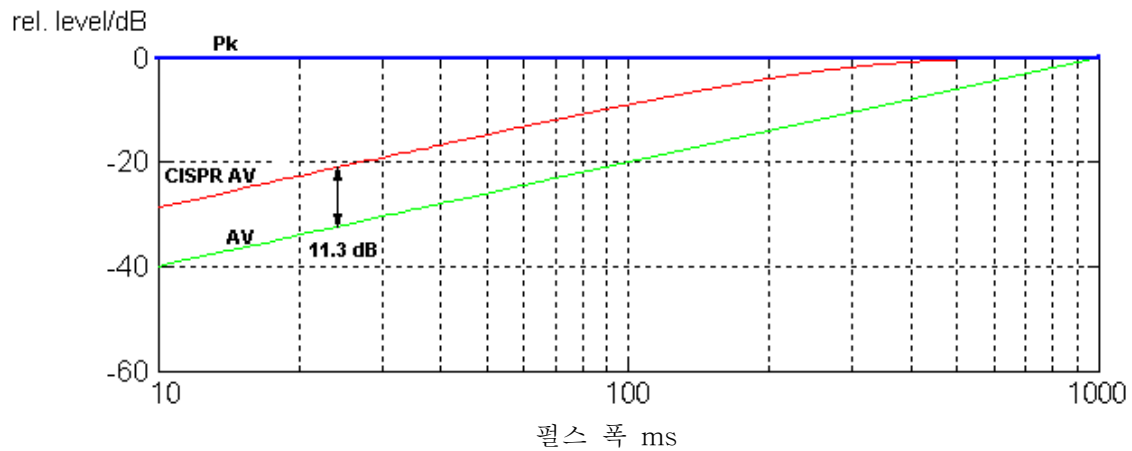


그림 D.4 - 펄스 폭의 함수로서 첨두치("PK")와 평균검파에 대한
가중 함수(1 Hz 펄스의)의 예: 100 ms 시상수 메타기

D.4 자동 측정 또는 반자동 측정을 위해 권장되는 절차

아주 천천히 간헐적이거나, 흐르거나 또는 불안정한 협대역 방해가 방출되지 않는 시험품을 측정할 때는, 100 Hz의 비디오 필터 대역을 사용하여 평균검파로서 측정할 것을 권장한다. 예를 들면 100 Hz는 사전 주사 하는 동안의 짧은 평균시간이다.

평균 한계값에 아주 근접한 방사 결과를 얻은 주파수에서는, 더 낮은 비디오 필터 대역폭(평균 시간보다 더 긴)을 사용 하여 최종 측정을 할 것을 권장한다.

사전 주사와 최종 측정을 위해서, 본 규격의 8항을 참조하라. 아주 느리게 간헐적이거나, 흐르거나 또는 불안정한 협대역 방해에 대해서는 수동 측정이 우선시되는 해결책이다.

부록 E (정보)

적합 시험에 적용하는 APD 측정 방법의 설명

다음 두 가지 방법 중의 하나는 APD 측정이 적합시험에 적용될 때 사용된다.

그림 E1 과 E2는 각각 APD 방해레벨(예, 방법 1, 7.3.6.5.1 참조)의 측정과 확률 측정(예, 방법 2, 7.6.3.5.2)을 포함하여 측정 방법의 규격을 설명한다.

만일 1차 측정 결과가 최대로 침두치 검파로 홀드 모드(Hold Mode)를 사용하여 어떤 주파수에서 YY dB만큼 규정된 APD 한계값 (두 개의 APD 한계값을 적용했다면 더 높은 한계값이 사용되어야 한다)을 초과하는 것으로 얻어졌다면, 그때 APD 측정은 이러한 확인된 주파수에서 실행되어야 한다. 그 YY dB 값은 관련 제품 위원회에 의해서 규정되어 진다(예를 들면 YY = 5, 10 등).

변동 방해의 경우에 제품 위원회는 APD 측정이 수행되는 주파수 범위 XX ((= $\Delta f \times N$) MHz를 명시해야만 한다. 여기에서 Δf 는 주파수 스텝 사이즈이고, N은 주파수의 수이다.

처음에, XX는 1차 측정결과에 의해서 결정된다.

그다음, Δf 는 스펙트럼 분석기의 분해능 대역폭(1 GHz 이상의 측정에 대해서는 RBW는 1 MHz)과 같아야 한다. 그러나 APD 한계값의 대략 6 dB 이내에서 APD 값을 갖는 모든 주파수는 더 작은 주파수 스텝 사이즈로 조사가 더 요구될 수 있다(예를들면 $B_6/2$, 여기에서 B_6 은 스펙트럼 분석기의 6 dB 대역폭이다). 1GHz 이상의 측정을 위해서 스펙트럼 분석기의 RBW는 6-dB 대역폭 B_6 인 점에서 임펄스 대역폭 B_{imp} 로서 규정되어진다. B_{imp} 와 B_6 의 관계는 필터 종류와 관련이 있기 때문에, 보편화될 수는 없다. 만일 B_{imp} 가 B_6 에 근접될 수 있다면, 그때의 더 작은 주파수 스텝 사이즈 $B_6/2$ 는 1GHz 이상의 주파수에 대해서 $B_{imp}/2$ (예, 0.5 MHz)가 되도록 권장된다.

최종적으로 N은 XX와 Δf 의 값으로 결정된다.

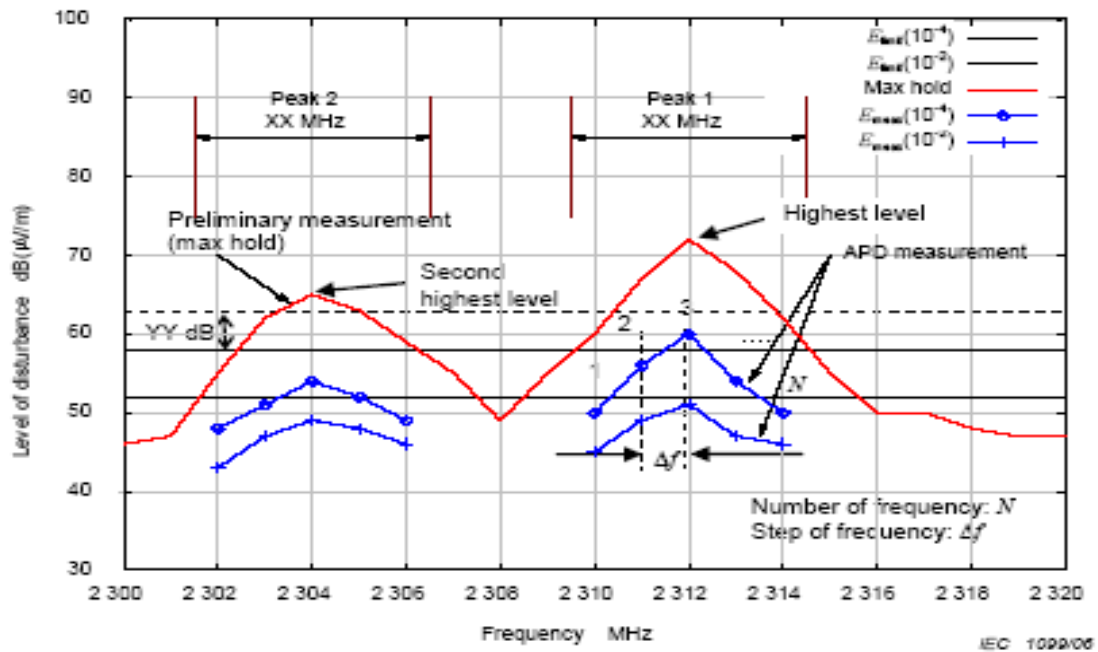


그림 E.1 - 변동 방해에 대한 APD 측정 방법 1.의 예

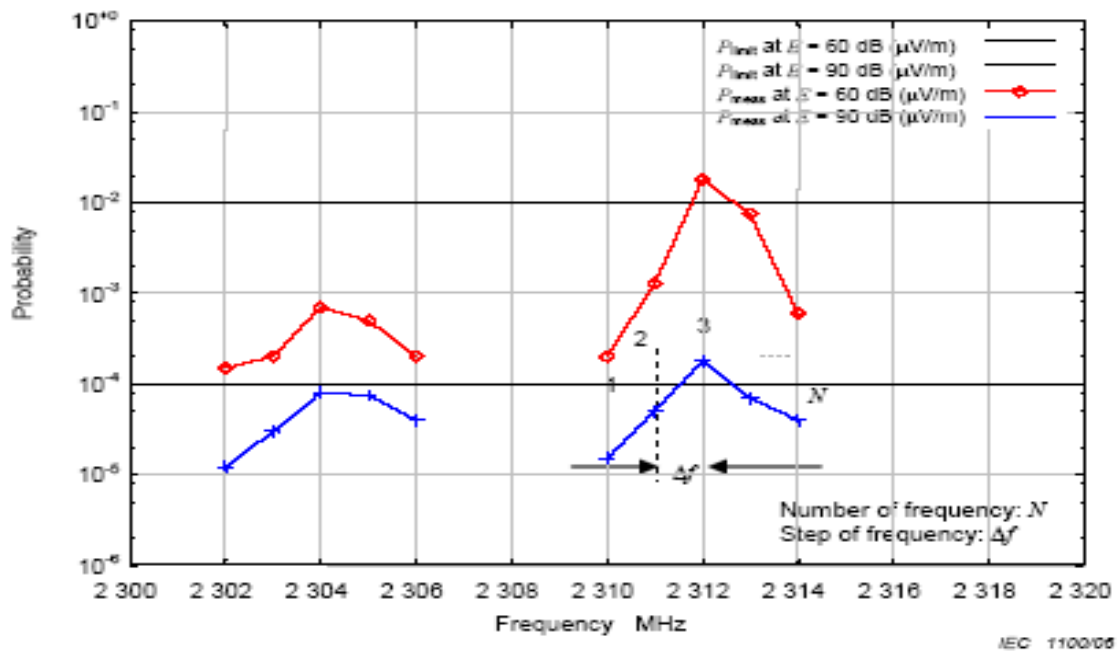


그림 E.2 - 변동 방해에 대한 APD 측정 방법 2.의 예

참고문헌

IEC 60050(161), International Electrotechnical Vocabulary (IEV) - Chapter 161: Electromagnetic compatibility

K 00022, Information technology equipment - Radio disturbance characteristics - Limits and methods of measurement